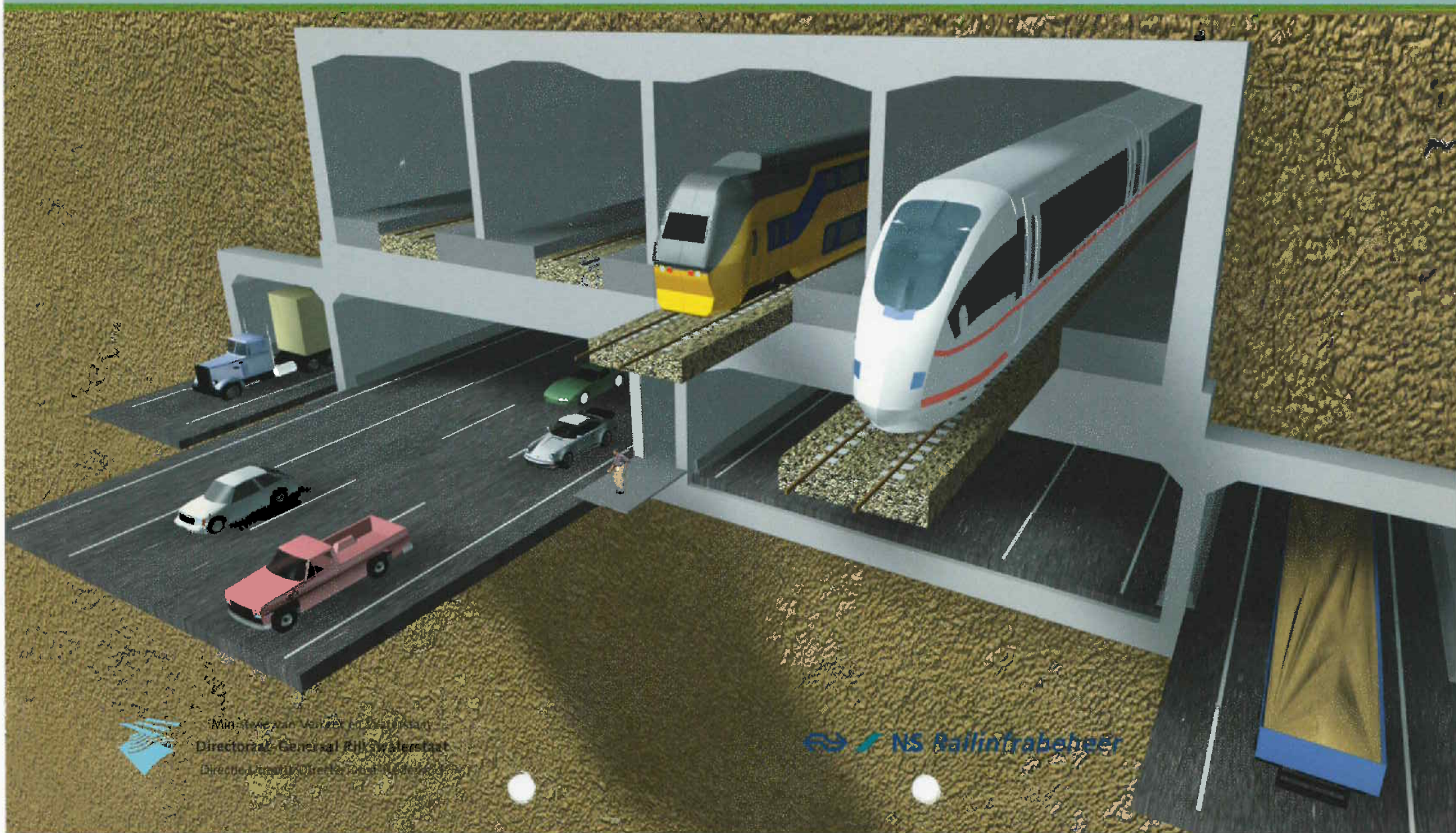


859-97

Samenvatting Algemene Tunnelstudie A12/HST-Oost

Een onderzoek naar de mogelijkheden voor het toepassen van tunnels voor weg en spoor in A12 en HST-Oost





Inhoudsopgave

Inleiding		1	Hoofdstuk 6	Conclusies	31
Hoofdstuk 1	Waarom een tunnelstudie voor A12 en HST-Oost?	3			
Hoofdstuk 2	Opzet van de tunnelstudie <ul style="list-style-type: none">· uitgangspunten· schetsontwerpen· beschrijving gevolgen van tunnels	5	Review Centrum Ondergronds Bouwen		34
Hoofdstuk 3	De onderzochte tunnelvarianten <ul style="list-style-type: none">· wegtunnels· spoortunnels· combitunnels· aanlegwijze van de tunnel· referentiesituatie weg en spoor op maaiveld	7	Colofon		35
Hoofdstuk 4	De aanleg van tunnels <ul style="list-style-type: none">· de aanlegmethode· de bouwfasering	15			
Hoofdstuk 5	De gevolgen van de tunnelvarianten <ul style="list-style-type: none">· mens· milieu· gebruikswaarde· kosten· gevoeligheidsanalyse	21			

Inleiding

Dit rapport beschrijft de belangrijkste effecten van de aanleg en het gebruik van weg- en spoortunnels. Dit met het oog op een mogelijke uitbreiding van de A12 tussen Utrecht en de Duitse grens bij Zevenaar en de aanpassing langs hetzelfde traject van de spoorlijn voor de Hogesnelheidstrein-Oost (HST-Oost). Deze aanpassingen kunnen problemen veroorzaken omdat er op sommige plaatsen weinig ruimte is voor de uitbreiding van de tracés en er ook hinder kan ontstaan in de directe omgeving van weg en spoor. In deze studie is onderzocht of ondergrondse aanleg van weg of spoor deze problemen zou kunnen verminderen of oplossen.

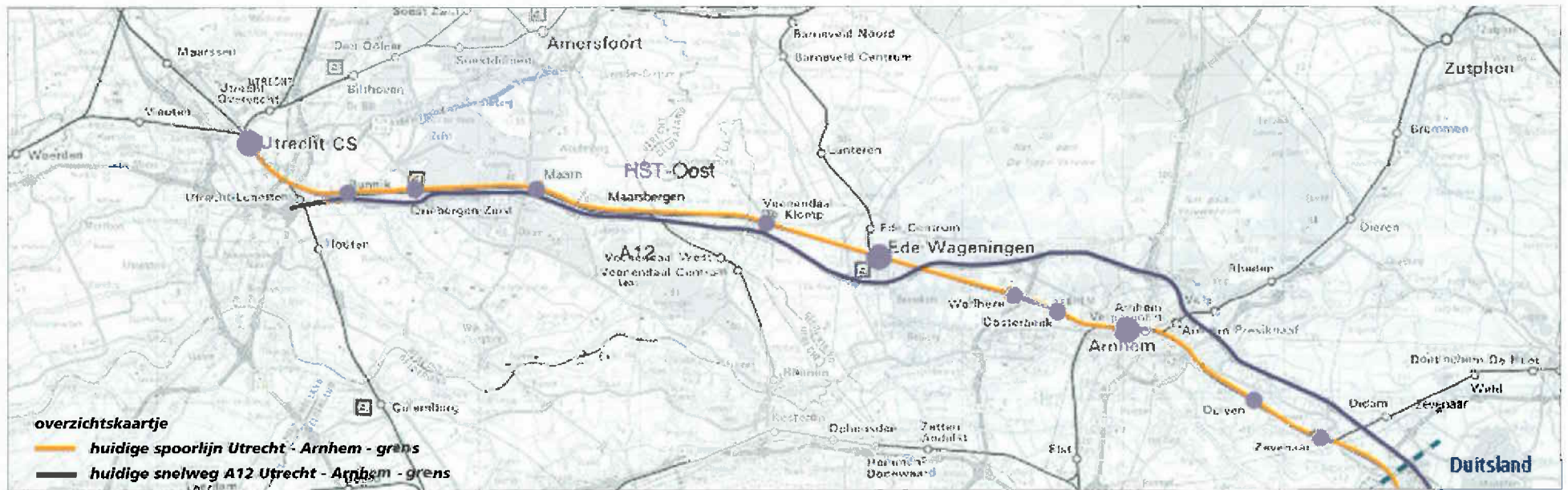
De studie beschrijft de gevolgen die de aanleg en het gebruik van tunnels hebben. Deze gevolgen zijn steeds afgezet tegen de gevolgen van bovengrondse oplossingen.

De effectbeschrijving van de weg- en spoortunnels heeft een algemeen karakter. Deze rapportage beschrijft dus geen specifieke locaties langs de bestaande weg- en spoortracés.

Dit rapport is de samenvatting van de volgende deelstudies:

- Uitgangspuntenrapport wegtunnels;
- Uitgangspuntenrapport spoortunnels;
- Scenario's en schetsontwerpen;
- Effectbeschrijving;
- Kosten.

De deelstudies en dit samenvattende rapport zijn beoordeeld door een reviewteam dat samengesteld is door het COB (Centrum voor Ondergronds Bouwen).



Milieu-effectrapport (m.e.r.)

Bij iedere besluitvormingsprocedure over infrastructuurprojecten horen spelregels. Deze zijn vastgelegd in de Tracéwet. In deze wet staat onder meer dat er voorafgaand aan de besluitvorming in een milieu-effectrapportage (m.e.r.) uitgebreid onderzoek moet worden verricht naar mogelijke varianten en de effecten daarvan. De resultaten van de tracéstudie en de m.e.r. moeten gepresenteerd worden in een Trajectnota/MER (milieu-effectrapport). In een tracéstudie wordt gekeken naar de effecten die de mogelijke oplossingen hebben voor bijvoorbeeld verkeer en vervoer, ruimtelijke ordening en economie. De m.e.r. brengt in kaart welke effecten die mogelijke oplossingen hebben voor milieu, natuur en landschap. In de tracéstudie/m.e.r. moeten er, na onderzoek van huidige en toekomstige problemen, altijd verschillende oplossingen uitgewerkt worden: de alternatieven. Van elk alternatief moeten de effecten in kaart gebracht worden en maatregelen beschreven worden die de negatieve effecten voorkomen, verminderen of compenseren.

1

1 Waarom een tunnelstudie voor de A12 en HST-Oost?

Er bestaan plannen om tussen Utrecht en de Duitse grens bij Zevenaar de hoofdverbindingen van weg en spoor aan te passen. Voor de weg worden op dit traject verschillende studies verricht naar de benodigde capaciteitsuitbreiding van de A12. In het kader van Rail 21/HST-Oost wordt onderzocht hoe de bestaande spoorlijn Utrecht-Arnhem-Zevenaar geschikt gemaakt kan worden voor zowel het groeiende binnenlandse treinverkeer als de hogesnelheidstrein naar Duitsland.

Voor een deel van het gebied, tussen Utrecht en Maarsbergen, liggen de A12 en de spoorlijn Utrecht-Arnhem in de huidige situatie vlak bij elkaar (zie overzichtskaartje linkerpagina). De uitbreiding van weg en spoor zal de onderlinge beïnvloeding nog verder versterken.

De plannen voor weg en spoor zijn nog in de voorbereidende fase. Voor dit soort grootschalige projecten is een aparte wet van kracht: de Tracéwet. In deze wet wordt voorgeschreven op welke manier de planvorming moet plaatsvinden, en op welke manier de betrokkenen aan het besluitvormingsproces deelnemen.

Beide projecten zijn milieu-effectrapportage (m.e.r.) plichtig. Dit betekent dat voor de verschillende alternatieven voor aanpassing van weg of spoor onderzocht moet worden wat de belangrijkste gevolgen zijn voor mens en milieu, onderbouwd in een milieu-effectrapport (MER). Deze algemene tunnelstudie is een van de basisstudies voor een dergelijke Trajectnota/MER. In het tekstkader (zie linkerpagina) wordt hier nader op ingegaan.

De lopende studies gaan uit van aanpassing van de bestaande weg of spoorlijn. De huidige tracés lopen door dorpskernen en natuurgebieden. De uitbreiding van de weg of de spoorlijn kan de dorpskernen en natuurgebieden in min of

meerdere mate aantasten. Die aantasting kan bestaan uit extra geluidsoverlast, verkleining van het natuurgebied of het slopen van bebouwing. Op de plaatsen langs het bestaande tracé waar weinig ruimte is, zal de aantasting en de overlast het grootst zijn.

In de studies voor weg en spoor wordt onderzocht op welke manier de knelpunten die optreden bij uitbreiding van de capaciteit van de bestaande weg en spoorlijn zoveel mogelijk opgeheven kunnen worden. Dat kan bijvoorbeeld door de aanlegbreedte te beperken of door geluidswerende maatregelen te treffen. Een andere mogelijkheid is weg en/of spoor in een tunnel aan te leggen.

Om de doelmatigheid van tunnels te onderzoeken is er een algemene tunnelstudie uitgevoerd. Bestudeerd zijn de technische mogelijkheden voor de aanleg van tunnels (de zogeheten 'state of the art'). Daarnaast zijn de belangrijkste gevolgen van aanleg en gebruik van tunnels in kaart gebracht. De studie is locatie-onafhankelijk en beschrijft dus geen specifieke locaties langs de bestaande weg- en spoortracés. De uitkomsten zijn wel representatief voor het gebied tussen Utrecht en de Duitse grens.

De bedoeling van deze algemene tunnelstudie is duidelijk maken in welke situaties een tunnel een goed alternatief kan zijn voor de uitbreiding van weg of spoor op maaiveld. In deze studie worden dus geen algemene conclusies getrokken over de vraag of een tunnel nu wel of niet toegepast moet worden.

Belangrijkste uitgangspunten, eisen en randvoorwaarden voor de tunnelstudie

In deze studie zijn de onderstaande uitgangspunten, eisen en randvoorwaarden geformuleerd. Hiermee is rekening gehouden bij de beschrijving van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van tunnels.

algemeen

- 1 de tunnelstudie is representatief voor het huidige wegtracé van de A12 tussen Utrecht en de Duitse grens bij Zevenaar en het spoortracé Utrecht-Arnhem-Duitse grens, maar is locatie-onafhankelijk. Er zijn dus geen specifieke locaties beschreven;
- 2 in de tunnelstudie is uitgegaan van de huidige wet- en regelgeving;
- 3 de tunnelstudie beschrijft de huidige mogelijkheden ('state of the art') voor aanleg en gebruik van weg en spoortunnels.

wegtunnels

- 1 de wegtunnel moet geschikt zijn voor alle typen verkeer (inclusief ongeveer 15% vrachtverkeer);
- 2 de maximumsnelheid bedraagt 120 km/uur;
- 3 de mogelijke rijstrookindelingen in de tunnels stemmen overeen met de verkeersscenario's die in de Tracéstudie voor de A12 onderzocht worden;
- 4 in verband met de verkeersveiligheid worden in de tunnels het vrachtverkeer en het personenverkeer door aparte tunnelbuizen geleid (zie tekstkader rechts);
- 5 in verband met de verkeersveiligheid kunnen de in- en uitvoegstroken van de weg alleen buiten de tunnel plaatsvinden;
- 6 de tunnel moet geschikt zijn om, in geval van onderhoud en calamiteiten, al het verkeer door één tunneldeel te leiden (het '4-0 systeem').

spoortunnels

- 1 de spoortunnel moet geschikt zijn voor al het treinverkeer dat op de spoorlijn Utrecht-Arnhem-grens voorzien wordt: zowel reizigers- als goederenvervoer;
- 2 de tunnel dient geschikt te zijn voor de HST (tot 300 km/uur);
- 3 in verband met de interne veiligheid worden goederen- en reizigerstreinen door een tussenwand gescheiden;
- 4 ondergrondse stations maken deel uit van de tunnelstudie. Uitgegaan wordt van stations die representatief zijn voor het traject Utrecht-Arnhem.

Scheiding van vracht- en personenverkeer in wegtunnels

Het vervoer van gevaarlijke stoffen in de tunnel is een probleem. Hoewel de kans op ongelukken klein is, zijn de gevolgen van een ongeluk groot.

Er is daarom gekeken naar mogelijkheden om die kans te verkleinen. Daarbij is rekening gehouden met het beleid van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat dat stelt dat al het verkeer gebruik moet kunnen maken van achterlandverbindingen. Een van de mogelijke oplossingen is een aparte tunnelbuis voor het vrachtverkeer. Deze oplossing is als uitgangspunt genomen in deze studie.

De discussie over de interne veiligheid is betrekkelijk nieuw en zal, mede naar aanleiding van deze studie, verder uitgewerkt moeten worden. In deze discussie zal aandacht geschonken moeten worden aan de balans tussen veiligheidsmaatregelen en de meerkosten hiervan.

2

2 Opzet van de tunnelstudie

De tunnelstudie is in drie stappen uitgevoerd:

stap 1: Vaststellen van de voor deze studie noodzakelijke uitgangspunten, eisen en randvoorwaarden

Hierbij zijn de belangrijkste functionele en technische specificaties geïnventariseerd. De belangrijkste daarvan zijn op de linkerpagina samengevat.

stap 2: Het maken van schetsontwerpen

In de schetsontwerpen zijn de belangrijkste afmetingen van de verschillende onderzochte tunnelvarianten weergegeven. De schetsontwerpen bestaan uit plantekeningen, lengteprofielen en relevante dwarsprofielen. In hoofdstuk 3 is beschreven welke varianten er in deze studie onderzocht zijn.

stap 3: Onderzoek naar de gevolgen van de verschillende tunnelvarianten

Op basis van de uitgangspunten en de schetsontwerpen zijn de belangrijkste gevolgen beschreven die optreden bij aanleg en gebruik van tunnels. De wijze van aanleg bepaalt voor een groot deel de gevolgen. De aanlegmethoden die in deze studie relevant zijn, staan beschreven in hoofdstuk 4. In de studie is onderscheid gemaakt in vier soorten gevolgen van tunnels:

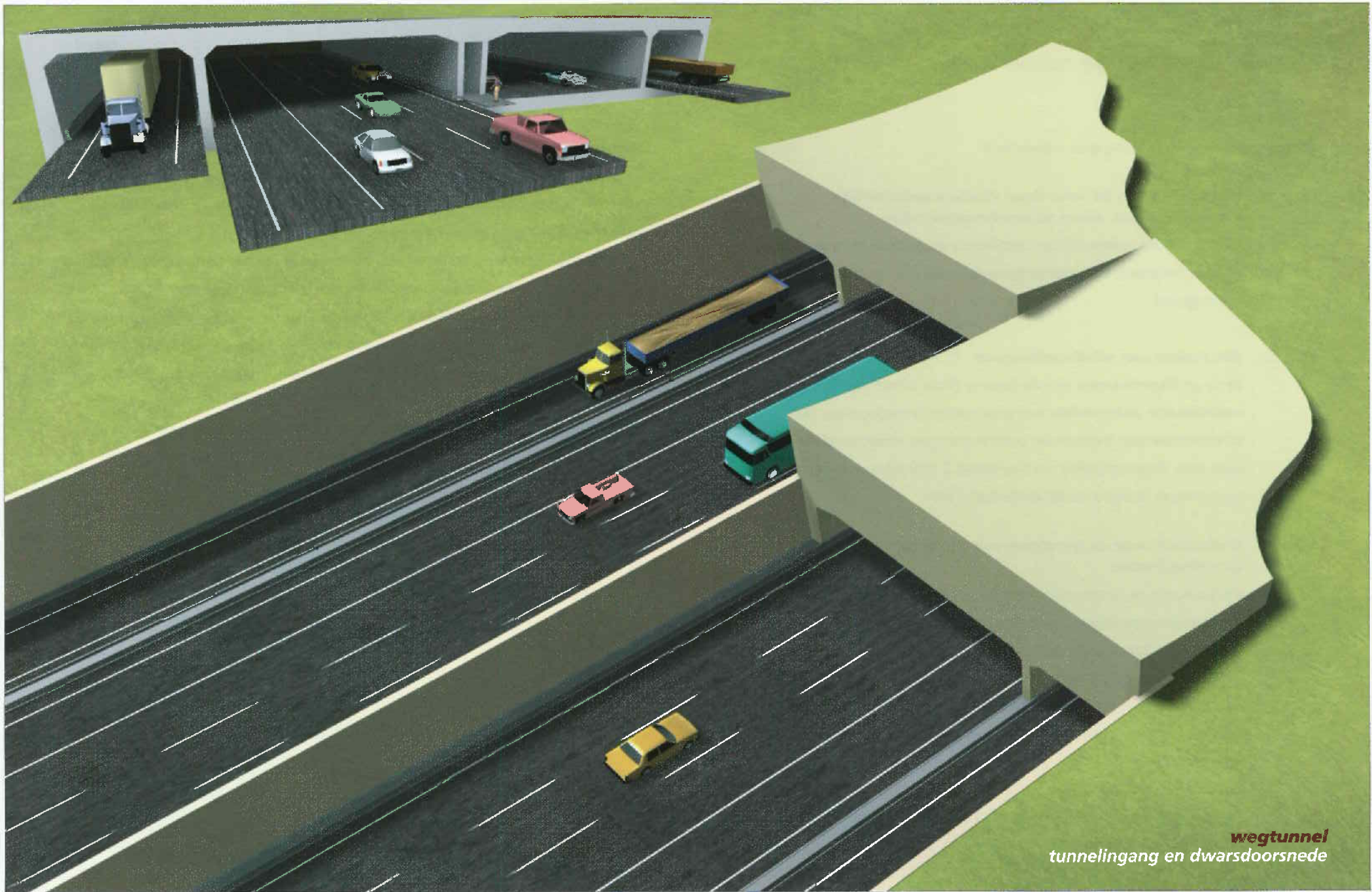
- gevolgen voor de mens;
- gevolgen voor het milieu;
- gevolgen voor de gebruikswaarde (verkeerskundige effecten);
- gevolgen voor de kosten.

Deze gevolgen zijn steeds vergeleken met de gevolgen die optreden bij aanleg van weg of spoor op maaiveld (referentiesituatie, zie bladzijde 9).

Omdat de studie locatie-onafhankelijk is, is voor elke onderzochte tunnelvariant een set uniforme basiskenmerken vastgesteld. Daarmee is het mogelijk om een afgewogen vergelijking te maken tussen de verschillende varianten. Het gaat om de volgende drie kenmerken:

- de directe omgeving van de tunnel heeft een lage bebouwingsdichtheid;
- er is ter plaatse voldoende ruimte voor een vrij te bouwen tunnel;
- de tunnel heeft een gesloten deel van 5 km lengte.

De studie is dus uitgevoerd aan de hand van de hierboven genoemde uitgangspunten. Er is echter ook een aanvullende analyse verricht waarbij rekening is gehouden met afwijkende kenmerken (zie paragraaf 5.5, blz. 29). In deze gevoeligheidsanalyse is nagegaan welke gevolgen afwijkende uitgangspunten hebben voor de aanleg en het gebruik van tunnels.



wegtunnel
tunnelingang en dwarsdoorsnede

3

3 De onderzochte tunnelvarianten

Om een goed inzicht te krijgen in verschillende mogelijkheden voor aanleg en gebruik van tunnels zijn er meerdere tunnelvarianten uitgewerkt. In de studie is een selectie gemaakt van relevante tunnelvarianten die hieronder beschreven staan. In dit hoofdstuk zijn afbeeldingen opgenomen van de hier genoemde varianten.

Gebruik van de tunnel

De onderzochte tunnelvarianten zijn - op grond van hun gebruik - als volgt onder te verdelen:

- wegtunnels;
- spoortunnels;
- combitunnels.

wegtunnel

De wegtunnelvarianten komen overeen met de onderzochte rijstrookindelingen zoals die ook voor de tracéstudie/m.e.r. van de A12 worden gehanteerd. De volgende representatieve rijstrookindelingen zijn gebruikt:

- 2 x 3 rijstroken;
- 2 x 4 rijstroken;
- 4 x 2 rijstroken.

Een langsdoorsnede en een tabel met de afmetingen van de wegtunnel is opgenomen op bladzijde 10.

spoortunnel

Voor de spoortunnel zijn 2- en 4-sporige varianten onderzocht. De 4-sporige variant is bekeken met en zonder ondergrondse perrons. In de 2-sporige tunnels is niet voorzien in ondergrondse perrons omdat er vanuit is gegaan dat

alleen doorgaande treinen gebruik maken van deze tunnels. In beide varianten is een maximumsnelheid voor de HST onderzocht van zowel 200 als 300 km/uur. Een langsdoorsnede en een tabel met de afmetingen van een spoortunnel zijn opgenomen op bladzijde 11.

Combitunnel

In deze studie wordt onder een combitunnel verstaan:

“Een zodanig compacte positionering van ondergrondse weg- en spoorinfrastructuur dat er een minimale aantasting van de omgeving ontstaat, en waarbij gezamenlijke functies van de tunnels optimaal gecombineerd worden”.

Voor de combitunnel is uitgegaan van de combinatie van representatieve weg- en spoorvarianten, namelijk de wegtunnel met 2 x 3 rijstroken (met nog een aparte tunnelbuis voor vrachtverkeer) en de 4-sporige tunnel (inclusief perrons). Afbeeldingen en afmetingen van de combitunnelvarianten zijn opgenomen op de bladzijden 12 en 13.

Aanlegwijze van de tunnel

Voor deze studie zijn twee wezenlijk verschillende, representatieve aanlegmethoden geselecteerd: de gegraven sleuftunnel en de boortunnel.

Bij beide methoden is het gesloten tunneldeel dat volledig onder het maaiveld komt te liggen 5 kilometer lang. In hoofdstuk 4 worden deze aanlegmethoden nader toegelicht.

In deze studie is ook de dijk-tunnel onderzocht. Een dijk-tunnel wordt op dezelfde manier aangelegd als de gegraven sleuftunnel. Een deel van de tunnel steekt als een dijk boven het maaiveld uit. Afbeeldingen van de dijk-tunnel staan op bladzijde 14.



spoortunnel
tunnelingang en dwarsdoorsnede



Referentie weg en spoor op maaiveld

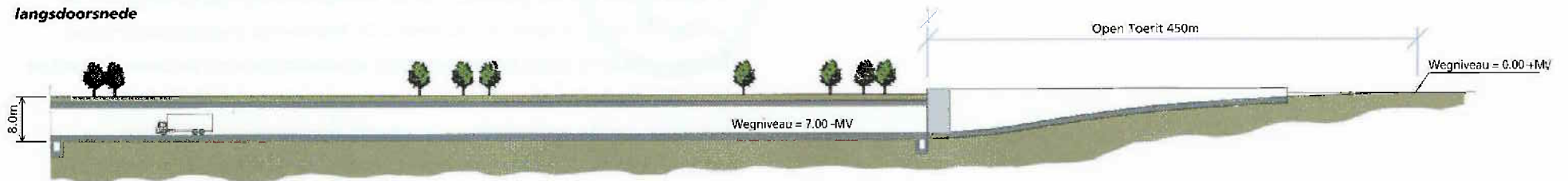
In deze studie zijn de gevolgen van de tunnelvarianten gerelateerd aan de aanleg van weg en spoor op maaiveld. De situatie op maaiveld waarbij de locatie vrij kan worden bebouwd, geldt als referentie voor de tunnelvarianten. Voor de weg is de referentie een weg op maaiveld met 2x3 stroken en voor het spoor een 4-sporige baan op maaiveld, geschikt voor 300 km/uur. Op bladzijde 12 zijn de afmetingen van weg en spoor bij uitbreiding op maaiveld aangegeven.

Om een goede vergelijking met de tunnelvarianten mogelijk te maken, is in de studie uitgegaan van kruisingsvrije dwarsverbindingen van weg en spoor op maaiveld (viaducten of verdiepte kruisingen). Ook kunnen er op maaiveld-niveau geluidschermen nodig zijn. Bij de vergelijking tussen tunnels en de maaiveldsituatie worden dus niet alleen de gevolgen van de primaire infrastructuur in beschouwing genomen.

Op de nu volgende bladzijden zijn voor de referentie relevante afmetingen van de verschillende varianten opgenomen.

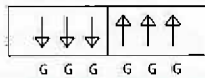
wegtunnel, gegraven sleufmethode

langsdoorsnede

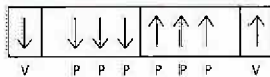


varianten wegtunnel

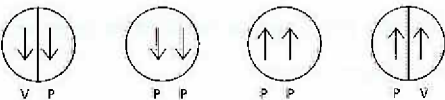
2 x 3



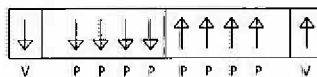
2 x (3 + 1)



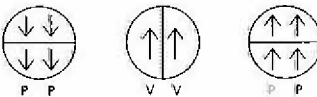
2 x (3 + 1)



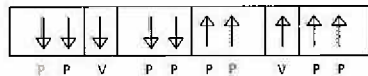
2 x (4 + 1)



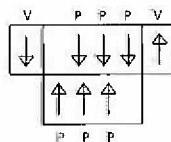
2 x (2 + 2 + 1)



2 x (2 + 2 + 1)

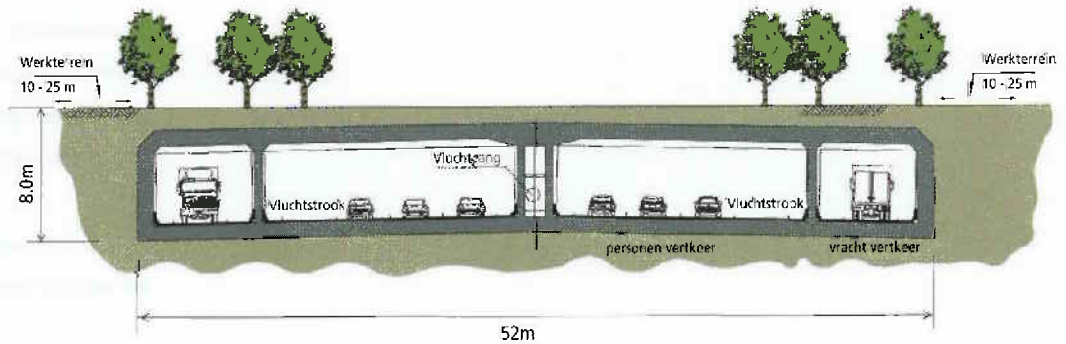


2 x (3 + 1)
gestapeld t.b.v.
combivariant 5



P personenvervoer
V vrachtovervoer
G gemengd vervoer

dwarsdoorsnede wegtunnel 2 x (3 + 1)

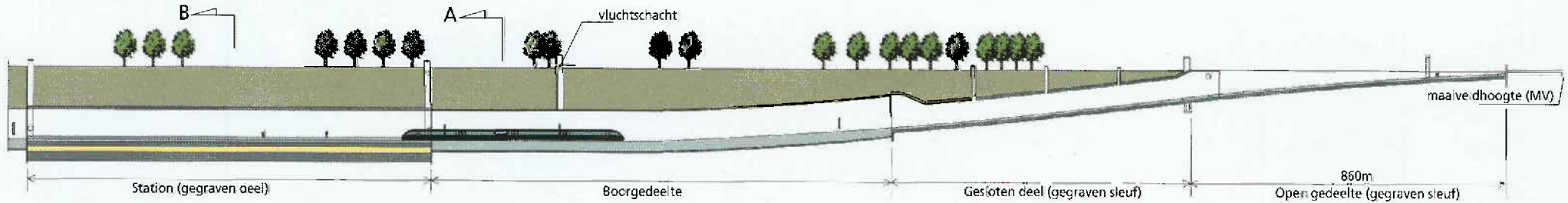


hoofdafmetingen varianten wegtunnel

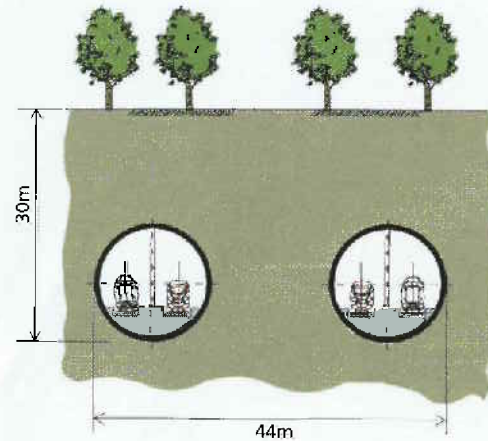
rijstroken in de tunnel	Sleuf-/Boortunnel	Breedte	Diepte	Totale lengte	Lengte open toerit
2 x 3	S	38	8	5900	450
2 x (3 + 1)	S	52	8	5900	450
2 x (3 + 1)	B	100	30	5560	280
2 x (4 + 1)	S	59	8	5900	450
2 x (2 + 2 + 1)	B	74	30	7250	1125
2 x (2 + 2 + 1)	S	76	8	5900	450

spoortunnel, geboorde tunnel

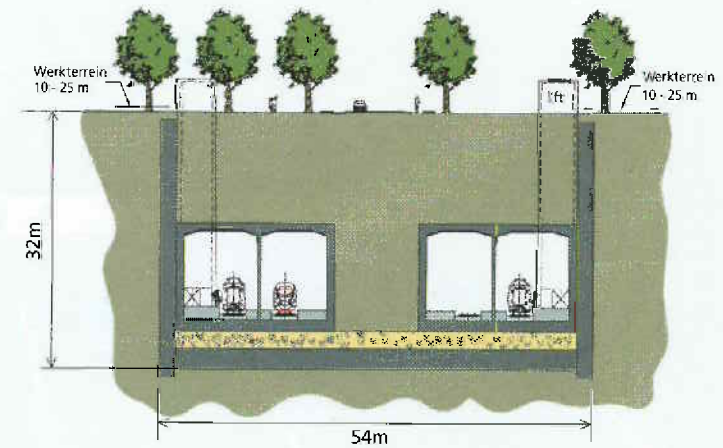
langsdoorsnede



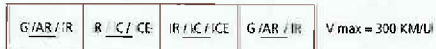
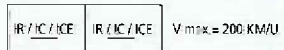
dwarsdoorsnede A boortunnel



dwarsdoorsnede B ter plaatse van het station



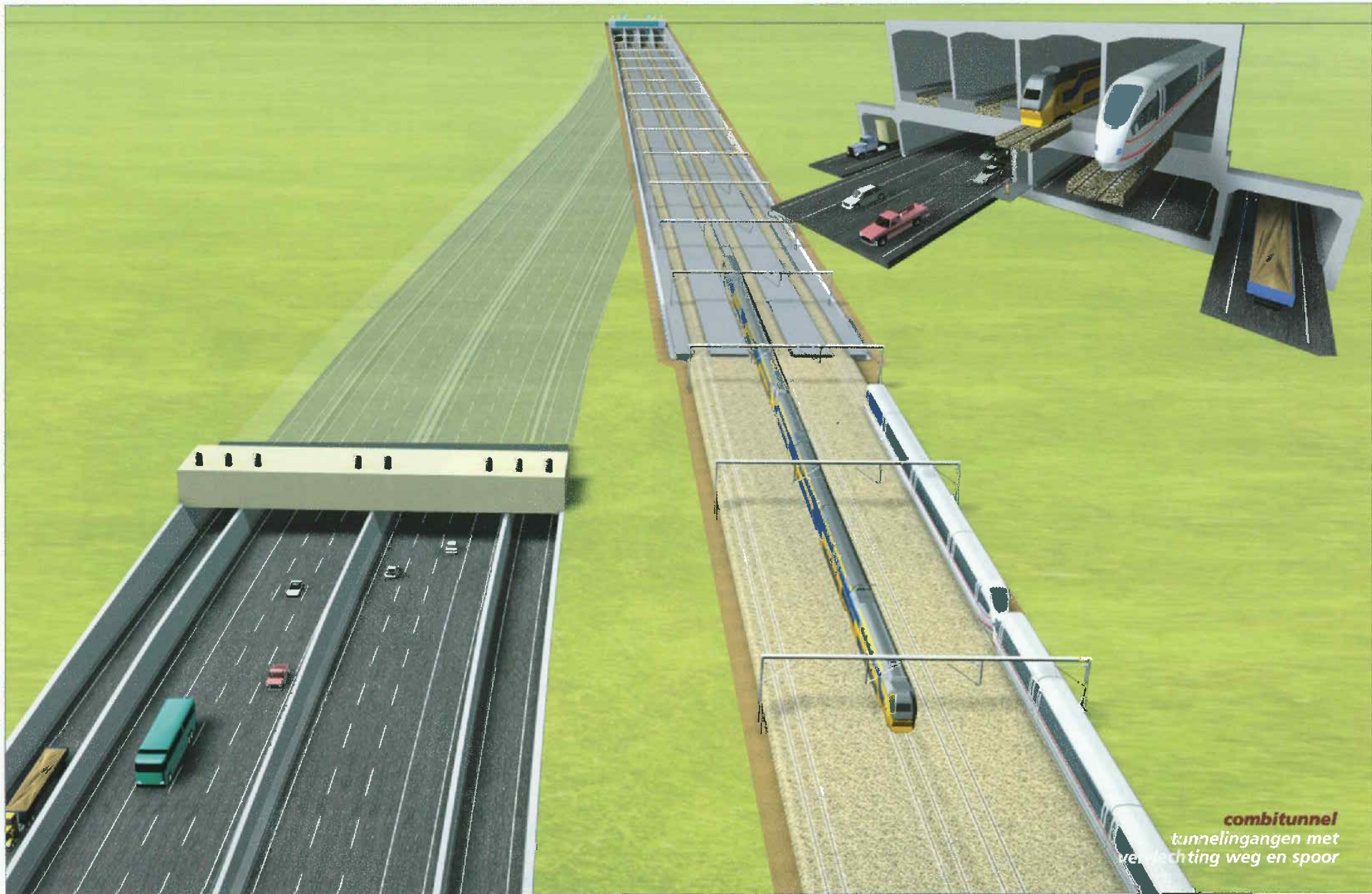
varianten spoortunnel



G Goederentrein
AR Aggro - Regiotrein
IR Inter - Regiotrein
IC InterCity
ICE InterCity Express (hoge snelheidstrein)

hoofdafmetingen varianten spoortunnel

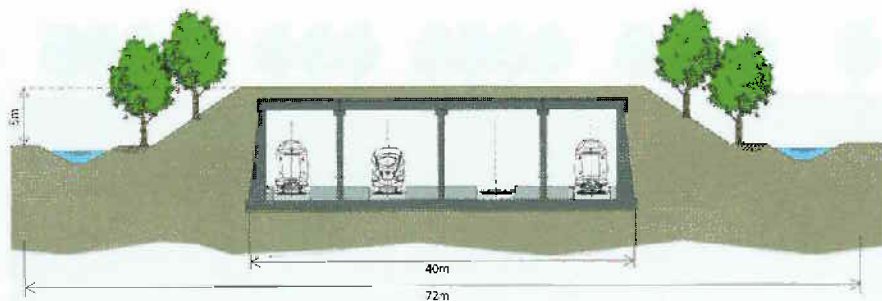
aantal sporen	Sleuf-/Boortunnel	Breedte	Diepte	Totale lengte	Lengte open toerit
2 sporen	S	23	11	6640	820
	B	30	20	6900	950
4 sporen	S	37	11	7510	1255
4 sporen + station	B	44/54	30/32	6720	860
	S	44	11	6600	830
6 sporen + station	S	66	11	7360	1180



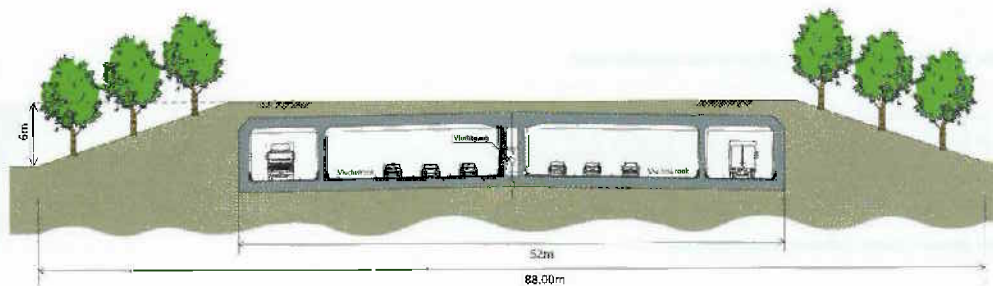
combitunnel
tunnelingangen met
verplechting weg en spoor

dijktunnels en referentie maaiveldligging

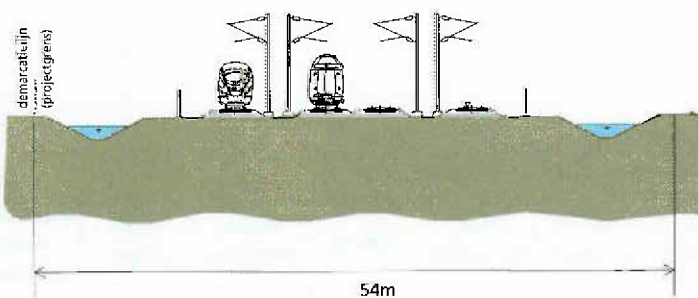
dijktunnel spoor



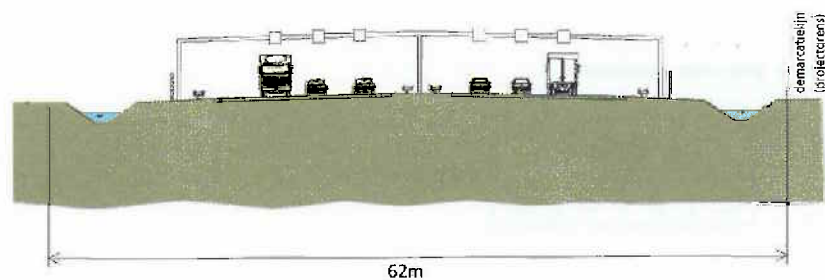
dijktunnel weg



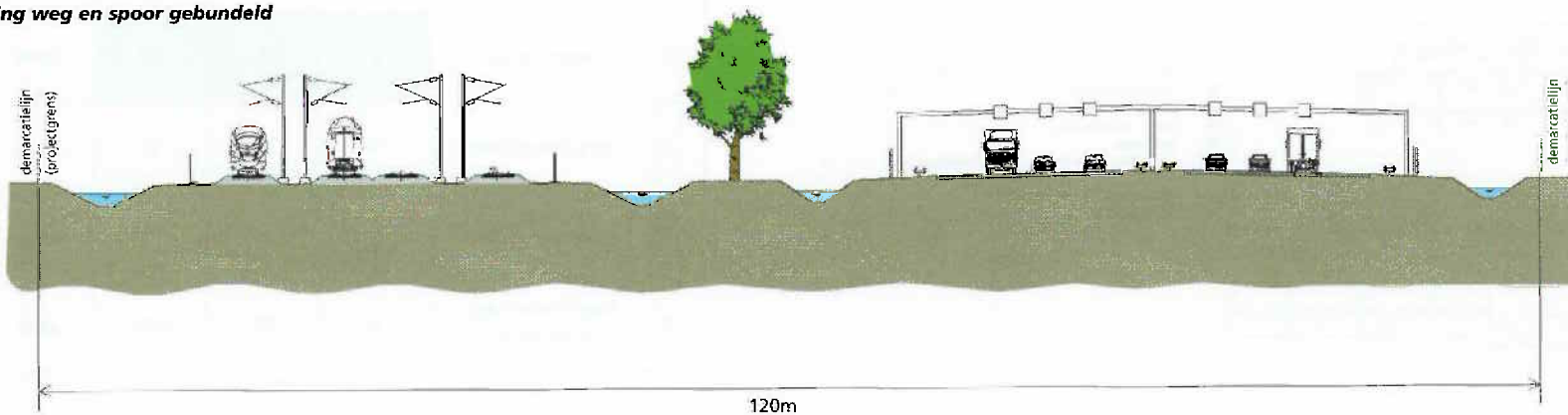
maaiveldligging spoor



maaiveldligging weg



maaiveldligging weg en spoor gebundeld



4

4 De aanleg van tunnels

Gegraven sleuftunnel

De gegraven sleuftunnel is een verzamelnaam voor de verschillende methoden waarbij een tunnel gegraven wordt. Andere benamingen voor deze methode zijn de in situ- of de bouwputmethode.

De gegraven sleuftunnel ligt vlak onder het maaiveld; voor deze studie wordt verondersteld dat er een grondlaag van ongeveer 1 meter dikte boven het tunneldak ligt, waarin bijvoorbeeld kabels en leidingen gelegd kunnen worden. In grote lijnen bestaat een gegraven sleuftunnel uit 2 onderdelen: de open toerit en het gesloten tunneldeel met een tunneldak.

Voor deze algemene tunnelstudie is uit de vele aanlegmethoden voor een gegraven sleuftunnel gekozen voor een methode waarbij gebruik wordt gemaakt van een bouwput met diepwanden en/of combiwanden. Op plaatsen waar de grondwaterstand hoog is, wordt gebruik gemaakt van onderwaterbeton. Tijdens de aanleg is het dus niet nodig om de grondwaterstand tijdelijk te verlagen. In specifieke situaties komen ook andere bouwmethoden voor de gegraven sleuftunnel in aanmerking, zoals de poldermethode en de caissonmethode. De gevolgen van deze methoden komen overeen met de gevolgen van de methode waarmee in deze studie rekening is gehouden.

Boortunnel

De boormethode verstoort het maaiveld ter plaatse van het geboorde gedeelte nauwelijks. Verstoring ontstaat alleen door de bouwputten die nodig zijn voor de aanleg van schachten en toeritten. In grote lijnen bestaat een boortunnel uit 3 onderdelen: de open toerit, de gesloten toerit en het geboorde gedeelte.

Voor de aanleg van een boortunnel wordt eerst een startschacht gemaakt met de bouwputmethode (gegraven sleuf). Van daaruit kan een boormachine de eigenlijke tunnel graven. Voor deze studie is aangenomen dat de gronddekking boven de tunnel ongeveer even groot is als de diameter van de tunnel: tussen de 10 en 15 meter. In deze studie wordt ervan uitgegaan dat, indien er een ondergronds station in de boortunnel vereist is, het station via de gegraven sleufmethode aangelegd wordt.

De aanlegmethode

De keuze voor de aanlegmethode van de tunnels wordt voor een belangrijk deel door plaatselijke factoren bepaald, zoals de beschikbare bouwruimte, het aantal verkeerskruisingen, de aanwezigheid van een station, het bodemgebruik en dergelijke. Bij de uiteindelijke afweging zullen kosten van aanleg en de duur en de aard van de overlast tijdens de uitvoering vanzelfsprekend meespelen.

Zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven zijn voor deze tunnelstudie twee wezenlijk van elkaar verschillende aanlegmethoden geselecteerd: de gegraven sleuftunnel en de boortunnel. In de tekstkaders zijn voor beide methoden de belangrijkste karakteristieken aangeven.

In hoofdstuk 5 wordt bij de beschrijving van de gevolgen ingegaan op de verschillen die optreden bij de aanleg van een gegraven sleuftunnel en een boortunnel.

Gefaseerde aanleg, vrij te bouwen boortunnel



1 bestaande situatie



2 graven startschacht boortunnel



3 aanleg toerit en boren ondergronds gedeelte



4 eindsituatie



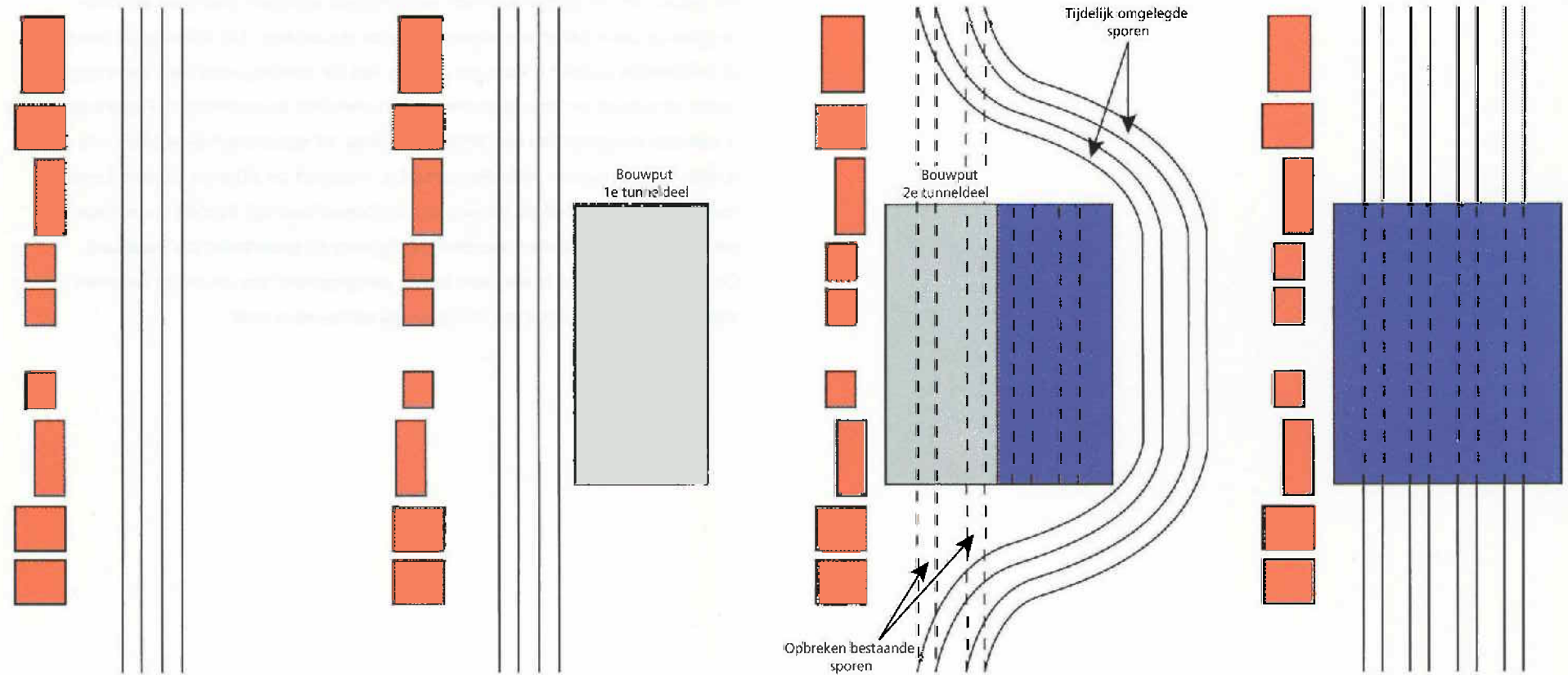
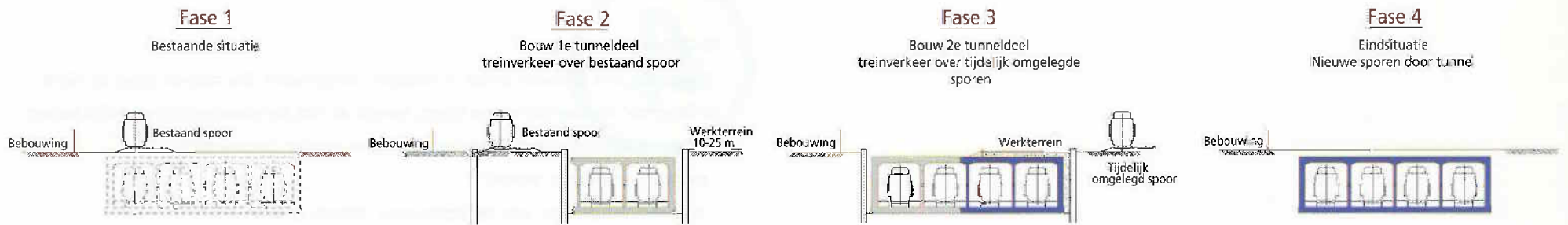
De bouwfasering

De aanleg van tunnels wordt in stappen uitgevoerd. De manier waarop deze gefaseerde aanleg tot stand komt, hangt af van de plaatselijke mogelijkheden. In deze studie zijn twee faseringsprincipes verder uitgewerkt:

- de vrij te bouwen tunnel;
- bouwen ter plaatse van de bestaande infrastructuur.

de vrij te bouwen tunnel

De bouw van de tunnel kan het eenvoudigst verlopen wanneer er in de omgeving geen belemmeringen zijn voor de aanleg. Dit is het geval wanneer er voldoende ruimte is voor de aanleg van de tunnels, voor een werkterrein naast de tunnel en voor aanvoerwegen voor het bouwverkeer. Tijdens de bouw is het dan mogelijk om het bestaande weg- of spoortracé plaatselijk om te leiden. Als de tunnel volledig gereed is, inclusief de afbouw (bijvoorbeeld de verkeerssignalering of de aanleg van de bovenleiding), kan de tunnel aan weerszijden aangesloten worden op de weg of spoorbaan op maaiveld. Op de linker pagina is een voorbeeld aangegeven hoe de vrij te bouwen aanleg van een boortunnel in fasen gerealiseerd wordt.



gefaseerde aanleg van een viersporige tunnel

Bouwen ter plaatse van de bestaande infrastructuur

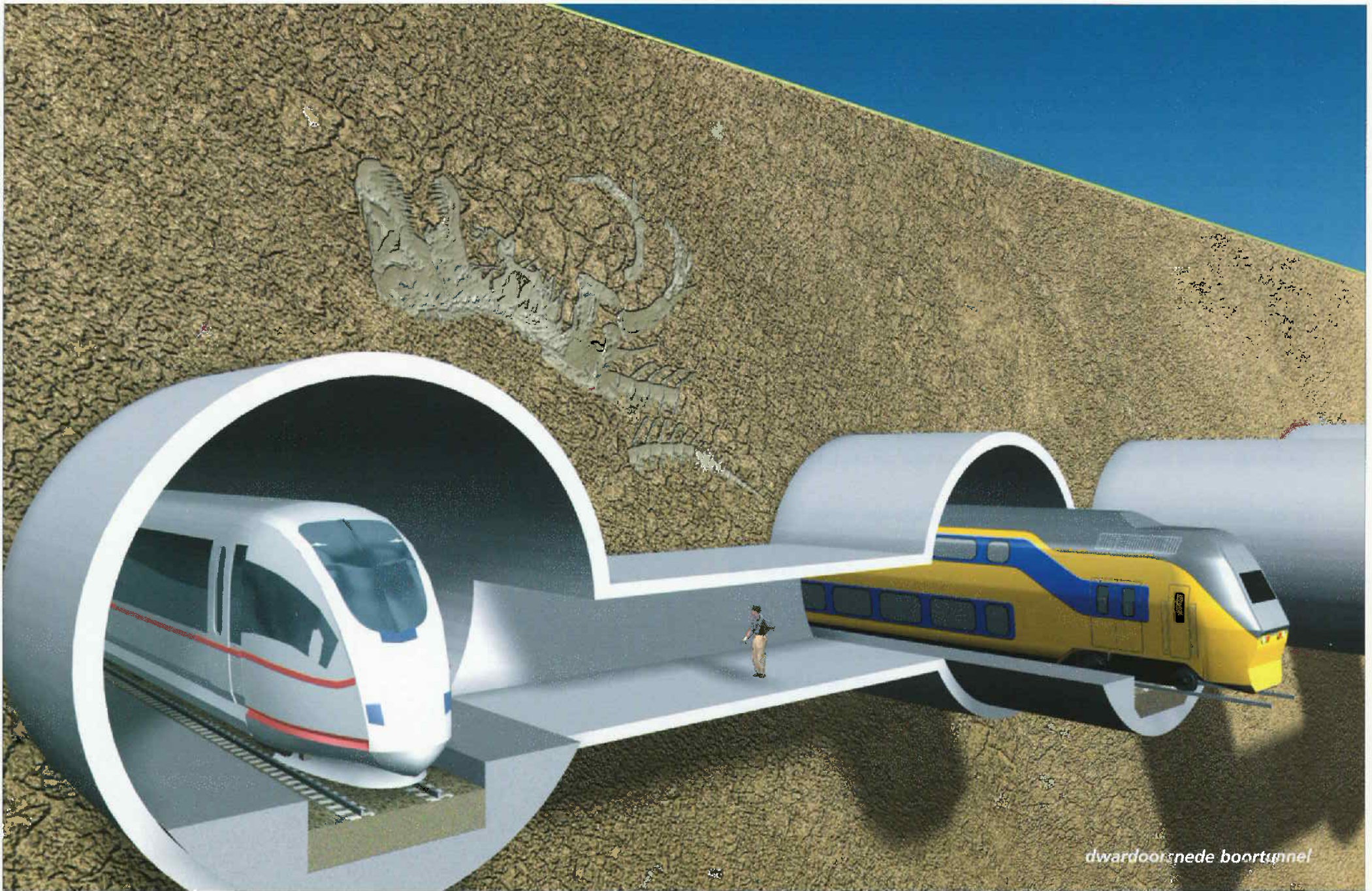
De bouwfasering is complexer wanneer er geen mogelijkheden zijn om de weg of spoorbaan op een andere plaats aan te leggen. Er moet dan gezocht worden naar mogelijkheden om de tunnel ter plaatse van de bestaande weg en spoorbaan aan te leggen. De complicerende factor is dat tijdens de bouw van de tunnel het weg- of treinverkeer zoveel mogelijk doorgang moet kunnen vinden. In een stedelijk gebied moeten bovendien de bestaande dwarsverbindingen ook zoveel mogelijk intact blijven. Dit kan tot gevolg hebben dat er een aantal kleinere faseringsstappen gedaan wordt, waarin steeds één onderdeel van de tunnel gebouwd wordt.

De aanleg in fasen leidt tot een langere bouwtijd dan wanneer er vrij gebouwd kan worden. De bouwoverlast voor de omgeving (bouwverkeer, geluidsoverlast, trillingen) zal dus ook langer duren. Ook zullen de kosten van gefaseerde aanleg hoger liggen en komt de tunnel later ter beschikking.

Op de linkerpagina staat een voorbeeld van een stapsgewijze aanleg van een viersporige spoortunnel ter plaatse van een bestaande tweesporige baan. Hierbij is ervan uitgegaan dat pas na volledige aanleg (inclusief afbouw) van de tunnel het treinverkeer door de tunnel geleid wordt.

Er zijn ook variaties op deze fasering mogelijk, bijvoorbeeld wanneer er heel weinig ruimte beschikbaar is. In dat geval kan het treinverkeer, na aanleg en afbouw van het eerste tunneldeel van twee sporen, door het eerste tunneldeel geleid worden. Er is dan geen ruimte voor de tijdelijke sporen nodig, maar wel voor het bouwverkeer. Door een aangepaste bouwmethodiek te hanteren blijft het totale ruimtebeslag tijdens de aanleg beperkt. Nadeel van deze methode is de langere bouwtijd.

Samenvattend kan gesteld worden dat de aanleg van een tunnel ter plaatse van de bestaande weg of spoorbaan beïnvloed wordt door lokale randvoorwaarden. Bij de keuze voor van het faseringsprincipe moet een afweging gemaakt worden tussen het tijdelijk en definitief ruimtebeslag, de bouwtijd, de overlast voor de omgeving, de beperking van de verkeerscirculatie en de kosten.



dwardoor:snede boortunnel

5

5 De gevolgen van de tunnels

De gevolgen die optreden bij aanleg en gebruik van een tunnel zijn in deze studie onderverdeeld in vier deelaspecten: gevolgen voor de mens, voor het natuurlijk milieu, voor de gebruikswaarde en voor de kosten. Bij elk van de vier deelaspecten is een vergelijking gemaakt met de gevolgen die optreden bij aanleg van weg of spoor op maaiveld. Alleen wanneer daar aanleiding toe is, wordt een onderscheid gemaakt tussen de gevolgen van weg- en spoortunnels, of worden de gevolgen voor specifieke varianten apart genoemd. Ook wordt bij de gevolgen - waar relevant - onderscheid gemaakt tussen tijdelijke gevolgen (gedurende de aanlegfase) en blijvende gevolgen (gedurende de gebruiksfase).

Gevolgen voor de mens:

- de gevolgen voor de zogenaamde "interne veiligheid" van weg en spoor. Dit betreft de risico's van ongelukken (brand en explosies, aanrijdgevaar) in de tunnel en de mogelijkheden voor calamiteitenbestrijding en vluchtroutes;
- de gevolgen voor de "externe veiligheid". Dit betreft de risico's voor individuen en groepen buiten de tunnel, als gevolg van calamiteiten in de tunnel;
- de gevolgen van de ondergrondse ligging van stations. Dit betreft de 'sociale veiligheid';
- de gevolgen van tunnels voor het menselijk leefmilieu. Hieronder vallen: barrièrewerking, aantasting van woningen, sociale aspecten, recreatie en landbouw;
- geluid;
- trillingen;
- luchtverontreiniging.

In paragraaf 5.1 staan de belangrijkste gevolgen voor de mens beschreven.

Gevolgen voor het natuurlijk milieu:

- de gevolgen voor bodem en water;
- de gevolgen voor natuur en landschap.

In paragraaf 5.2 worden de belangrijkste gevolgen voor het milieu beschreven.

Gevolgen voor de gebruikswaarde:

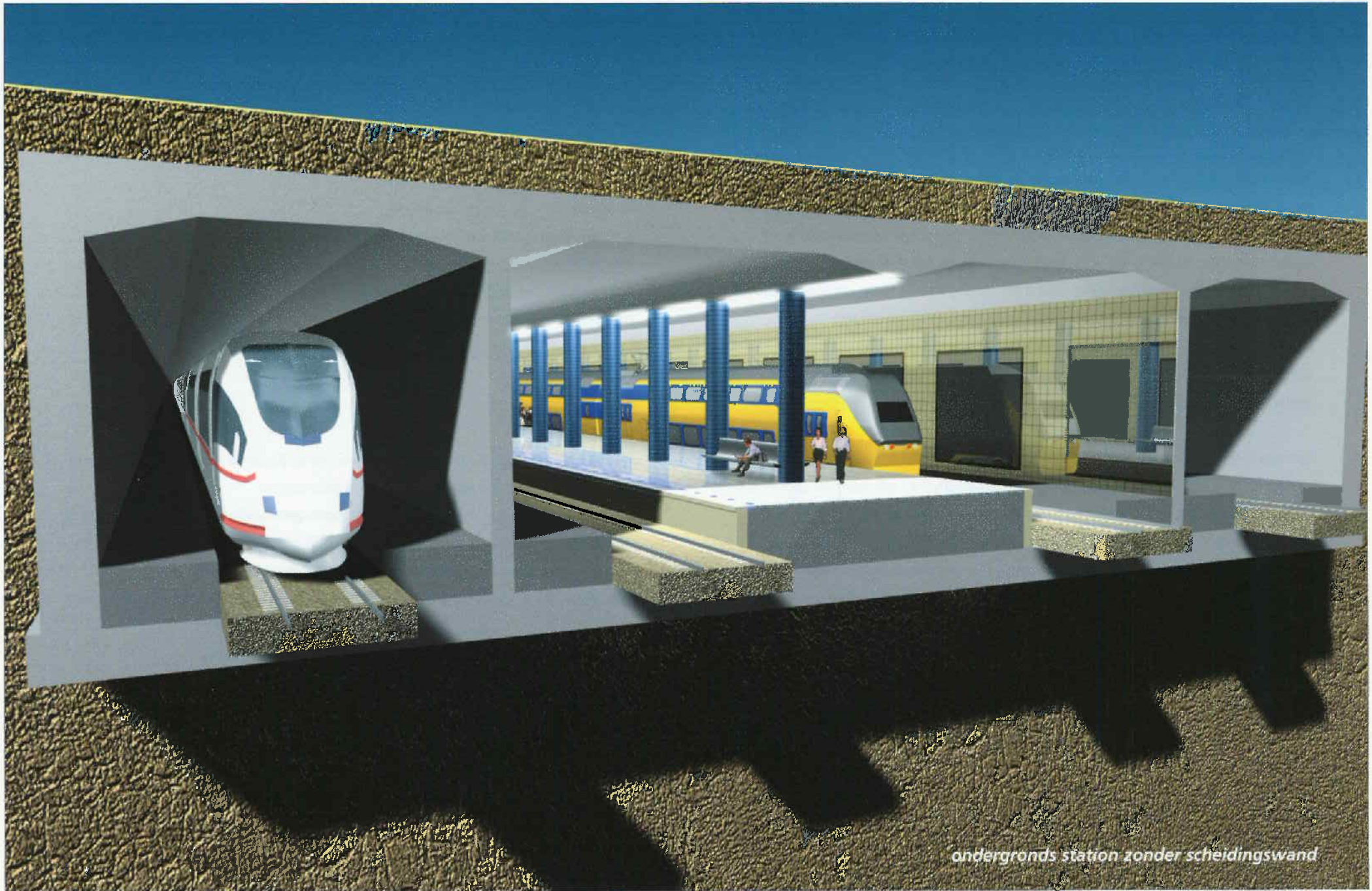
- de gebruikswaarde van een tunnel geeft aan wat de verkeerstechnische mogelijkheden en beperkingen van een tunnel zijn. Het betreft voor treinverkeer bijvoorbeeld de mogelijke beperkingen die een tunnel heeft voor het goederenverkeer.

In paragraaf 5.3 worden de belangrijkste gevolgen voor de gebruikswaarde beschreven.

Kosten

- in deze studie is globaal onderzocht wat de onderlinge verhouding is van de aanlegkosten van de beschouwde tunnelvarianten;
- andere kosten, zoals exploitatiekosten, onteigeningskosten en de kosten voor een mogelijke herinrichting van het gebied boven of naast de tunnel zijn in deze algemene studie niet in beschouwing genomen.

In paragraaf 5.4 worden de belangrijkste gevolgen voor de kosten beschreven.



ondergronds station zonder scheidingswand

5.1 De gevolgen voor de mens

Interne veiligheid

weg:

- in de praktijk blijkt het aantal ongevallen in tunnels over het algemeen groter dan op maaiveldniveau te zijn. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de verandering in de lichtsterkte, de neiging om op de tunnelhellingen de snelheid aan te passen en een vermindering van de uitwijkmogelijkheden;
- vanwege de langere hellingen zijn boortunnels onveiliger dan de gegraven sleuftunnels (het risico van ongelukken is op tunnelhellingen van een tunnel groter);
- in een tunnel is het minder makkelijk om te vluchten naar een veilige locatie. Ook kan in een tunnel minder snel en doeltreffend hulpverlening plaatsvinden. Het zeer kostbaar om vluchtroutes en voorzieningen voor hulpverlening in geboorde tunnels op hetzelfde niveau te brengen als in gegraven sleuftunnels;
- combitunnels scoren slechter dan de andere varianten vanwege de onderlinge beïnvloeding van het weg- en spoordeel bij grote ongevallen.

spoor:

- bij grote ongevallen (grote branden, explosies of het vrijkomen van gevaarlijke stoffen) kunnen de gevolgen in tunnels veel groter zijn dan bij een vergelijkbaar ongeval op maaiveld. Bij explosies bestaat het gevaar dat de tunnelconstructie bezwijkt;
- de gevolgen van ontsparingen zijn in tunnels minder groot. Ook is in tunnels de kans op aanrijdingen met personen minder groot dan op maaiveld;
- combitunnels scoren slechter dan de overige tunnelvarianten (zie interne veiligheid wegtunnels).

Externe veiligheid

weg en spoor:

- ter plaatse van het overdekte gedeelte is de situatie voor de omgeving bij zowel boor- als gegraven tunnels gunstiger dan in het geval van een ligging op maaiveld;
- bij de tunnelopeningen en eventuele ventilatieschachten is de situatie ongunstiger dan bij een maaiveldsituatie. Dit houdt verband met de concentratie van rook en giftige dampen die vrijkomen bij het lekken van gevaarlijke stoffen. Het is overigens relatief eenvoudig om voorzieningen aan te leggen die de negatieve gevolgen kunnen beperken.



ondergronds station met scheidingswand



ondergronds station zonder scheidingswand

Ondergrondse stations

Ondergrondse stations kunnen nadelige gevolgen hebben voor de herkenbaarheid van het station in de stedelijke structuur, voor de beleving en voor de sociale veiligheid van de reizigers.

Voor de sociale veiligheid is het van belang, dat de wachtende reizigers zo veel mogelijk bij elkaar kunnen staan. Een fysieke afscheiding op de perrons is daarom ongewenst. Op de linkerpagina zijn de verschillen in beeld gebracht tussen een ondergronds perron met en zonder tussenwand. Bij kleine stations, met relatief weinig reizigers en weinig voorzieningen, zullen de effecten op de sociale veiligheid groter zijn. Overigens heeft een station zonder fysieke scheidingen tussen de tunneldelen tot gevolg dat de beschikbaarheid van het spoor vermindert. Dat komt doordat goederenvervoer en in het bijzonder het vervoer van gevaarlijke stoffen een fysieke scheiding in de tunnel tussen personen- en goederentreinen vereist. Daarom zal, bij het eventueel achterwege laten van een scheidingswand ter plaatse van een station, de scheidingswand in het overige deel van de tunnel zeker gehandhaafd moeten blijven.

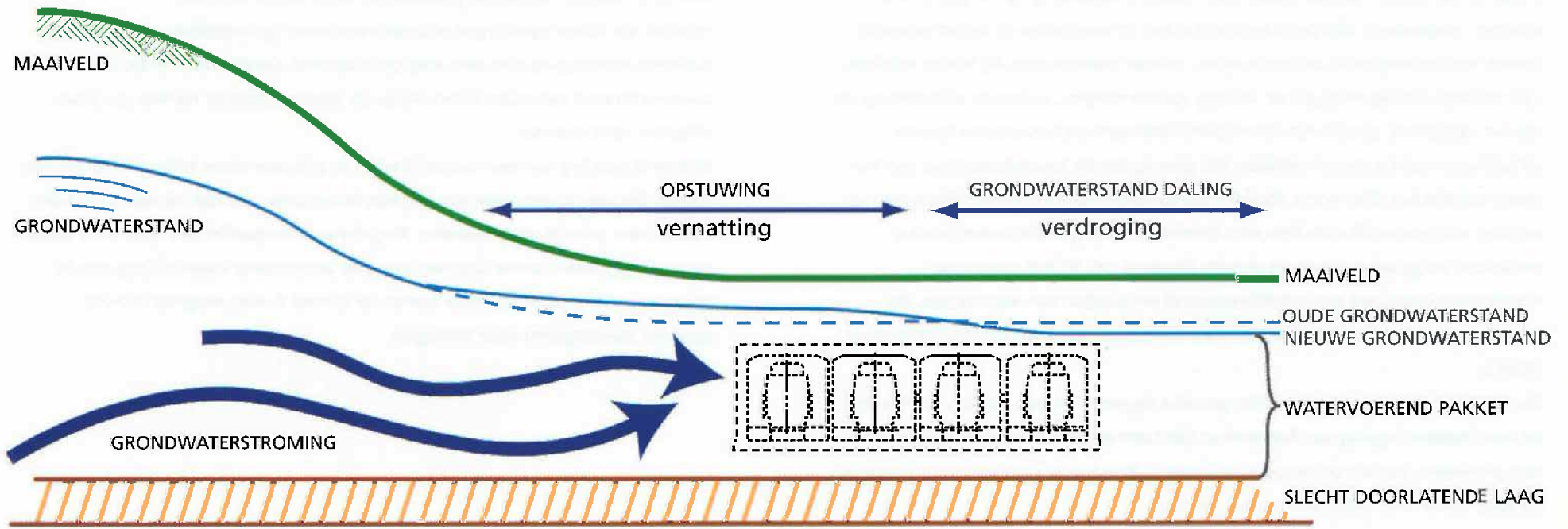
De nadelige effecten van de ondergrondse ligging van een station nemen toe bij een diepere ligging van het station (de toetreding van daglicht wordt dan een probleem, net als de langere hellingen). Boortunnels en combitunnels met de weg boven het spoor scoren dus slechter.

De gevolgen van het menselijk leefmilieu

- tunnels veroorzaken weinig hinder voor de omgeving en belemmeren de ruimtelijke inrichting minder dan de maaiveldligging;
- de aanleg van een gegraven tunneldeel (dit geldt ook voor de toegangen van een boortunnel) heeft enkele negatieve gevolgen: geluidshinder door de bouwactiviteiten, doorsnijding van bestaande infrastructuur (waaronder waterwegen), het ontstaan van trillingen en tijdelijke wegomleggingen. Bij de boortunnel treden ter plaatse van het geboorde gedeelte deze effecten niet

op omdat de bodem niet van bovenaf hoeft te worden ontgraven. Wel is er kans op zettingen van de bodem;

- in geval van aanleg ter plaatse van de bestaande infrastructuur kan het nodig zijn woningen te verplaatsen of te verwijderen om bouwruimte te verkrijgen. Dit is een blijvend effect ten gevolge van de aanleg; na aanleg van de tunnel kan de bouwruimte slechts gedeeltelijk weer benut worden;
- rondom de tunnelopeningen is sprake van meer geluidshinder en luchtverontreiniging dan een weg op maaiveld. Omdat deze effecten geconcentreerd optreden is het mogelijk maatregelen te treffen die deze effecten verminderen;
- tijdens de aanleg van een tunnel treden in principe meer trillingen op bij een tunnel die wordt gegraven dan bij een boortunnel, omdat bij een gegraven tunnel veel geheid moet worden. Negatieve trillingseffecten tijdens de bouw van een gegraven tunnel kunnen worden verminderd door trillingsarm te heien en trillen. Woningbouw boven de tunnel is niet mogelijk zonder speciale maatregelen voor trillingen.



mogelijke opstuwing en verlaging grondwater ten gevolge van tunnelaanleg

5.2 De gevolgen voor het milieu

De gevolgen voor bodem en water

- De effecten op de grondwaterhuishouding zijn afhankelijk van de ligging van de tunnel ten opzichte van de grondwaterstromingen en de gevoeligheid van het gebied voor verstoring van de grondwaterstroming. De effecten kunnen zowel positief als negatief uitwerken. Als een tunnel aangelegd wordt in een grondwaterstroom (een watervoerend pakket), de stromingsrichting van het grondwater loodrecht op de tunnel staat, en de tunnel meer dan circa 80% van het watervoerend pakket blokkeert, zal aan weerszijden van de tunnel een wijziging van de grondwaterstroming optreden. Het gevolg is dat er bovenstrooms van de tunnel verhoging, en benedenstrooms verlaging van de grondwaterstand zal optreden. In de tekening op de linkerpagina is dit effect in beeld gebracht. Een wijziging in de grondwaterstand kan nadelig zijn voor natuurgebieden en landbouwgronden die verdrogings- of vernattingsgevoelig zijn. Het kan ook voordelen opleveren wanneer een gebied dat in de huidige situatie verdroogd is, wordt vernat;
- Een tunnel veroorzaakt in het algemeen meer zettingen voor de omgeving dan een maaiveldligging. Een dijk tunnel veroorzaakt in vergelijking nog grotere zettingen;
- Een tunnel veroorzaakt een sterkere verstoring van de bodemlagen dan aanleg op maaiveld.

De gevolgen voor natuur en landschap

Het is sterk afhankelijk van het type gebied waar een tunnel wordt aangelegd of de balans positief of negatief uitlaat ten opzichte van een maaiveldoplossing:

- negatieve effecten van tunnels op de natuur doen zich met name voor in de aanlegfase, in het bijzonder ter plaatse van de open bak;
- eveneens zijn negatieve verdrogingseffecten te verwachten in bepaalde

geohydrologische omstandigheden (zie vorige paragraaf);

- vergeleken met een maaiveldoplossing zijn met name boortunnels positief wanneer gekeken wordt naar verstoring, versnippering en vernietiging van gevoelige gebieden. Het totaal aan gevolgen van een boortunnel zal echter in beschouwing genomen moeten worden, met name de gevolgen ter plaatse van de in- en uitgangen;
- tunnels zijn veelal negatief voor archeologische en geomorfologische waarden en positief voor de visuele beleving van het landschap (vanuit het perspectief van de wandelaar; vanuit het perspectief van de reiziger zijn tunnels juist minder gewenst voor de visuele beleving van het landschap).

5.3 Gevolgen voor de gebruikswaarde

Gebruikswaarde weg:

- vanwege de aparte rijstrook voor vrachtverkeer zal de capaciteit van een wegtunnel licht toenemen ten opzichte van de maaiveldsituatie, waar geen aparte rijstrook voor vrachtwagens aanwezig is.

Gebruikswaarde spoor:

- De gebruikswaarde van spoortunnels is licht negatief ten opzichte van de oplossing op maaiveldniveau. Dit komt doordat goederentreinen in boortunnels de capaciteit van de spoorbaan wat verminderen. Goederentreinen moeten namelijk, door de langere hellingen, een grotere afstand aanhouden (opvolging) van andere treinen dan in de maaiveldsituatie het geval zou zijn.

5.4 De kosten

De verhouding tussen de kosten van tunnels (uitgaande van een lengte van 5 km gesloten tunneldeel, en aanleg van de tunnel in het vrije veld) en bovengrondse oplossingen (verbreding van weg en spoor op maaiveld) is als volgt:

- wegtunnels met de gegraven sleuftechniek zijn 5 tot 10 keer zo duur als bovengrondse aanleg;
- spoortunnels met gegraven sleuftechniek zijn circa 5 keer duur als bovengrondse aanleg;
- boortunnels voor de weg zijn 10 tot 15 keer zo duur als bovengrondse aanleg;
- boortunnels voor het spoor zijn 5 tot 10 keer zo duur als bovengrondse aanleg;
- de kosten van dijk-tunnels zijn voor de weg 3 tot 9 keer hoger en voor het spoor 3 tot 5 keer hoger vergeleken met maaiveldoplossingen.

De kosten van gefaseerde aanleg bedragen tussen 10-30% meer dan aanleg in

het vrije veld. Omdat de complexiteit van de fasering, de lokale mogelijkheden en beperkingen een cruciale rol spelen, worden er in deze algemene tunnelstudie geen nadere uitspraken gedaan over de kostenconsequenties van gefaseerde aanleg.

5.5 Gevoeligheidsanalyse

In deze studie is een aantal uitgangspunten aangenomen voor de tunnelstudie. In de gevoeligheidsanalyse is bekeken welke gevolgen optreden wanneer wordt afgeweken van deze uitgangspunten:

- andere tunnallengten (dan 5 km gesloten deel);
- andere omgevingsfactoren:
 - bebouwingsdichtheid (hoog in plaats van laag);
 - bovengronds ruimtegebruik (anders dan recreatie);
- fasering van de aanleg ter plaatse van de huidige infrastructuur (in plaats van vrije bouw van de tunnel);
- dijk-tunnels (in plaats van gegraven sleuftunnels die geheel onder het maaiveld liggen).

Alleen de aspecten waar de gevolgen daadwerkelijk zullen afwijken, staan in de gevoeligheidsanalyse vermeld. Voor de meeste aspecten treden slechts bij enkele van voornoemde uitgangspunten veranderingen op. Bij de aspecten luchtverontreiniging en externe veiligheid treedt in de gevoeligheidsanalyse in het geheel geen verandering op.

Lengte

- bij zeer korte tunnels (tot enkele honderden meters lang) vervallen de negatieve gevolgen voor de gebruikswaarde van het spoor. Bij tunnels van 1 tot 2,5 km lengte kunnen de nadelige gevolgen, afhankelijk van de lengte en steilheid van hellingen, minder zijn dan bij de algemene effectbeschrijving;
- voor de interne veiligheid neemt het groepsrisico toe bij langere tunnels;
- bij het aspect interne veiligheid spoor kunnen tunnels, afhankelijk van het

5

optreden van effecten op rook en gassen, vluchtroutes en drukgolven, in drie lengte klassen worden ingedeeld:

- 1 tunnels met een lengte tot 300 meter. Hierbij treden voor alle drie de aspecten nauwelijks effecten op;
- 2 tunnels met een lengte van 300 tot 800 à 1000 meter. Vanaf een lengte van 300 meter kunnen problemen met rook en gassen en de ontruiming ontstaan. Vanaf 400 meter kunnen ook drukgolven voor problemen gaan zorgen.;
- 3 tunnels met een lengte van meer dan 800 à 1000 meter. Vanaf deze lengten treden bovengenoemde effecten in grote mate op en zijn speciale voorzieningen nodig.
- 4 bij zeer korte tunnels kan het positieve effect op de geluidshinder wegvallen.

Hoge in plaats van lage bebouwingsdichtheid

- Bij een hogere bebouwingsdichtheid moet voor de aanleg van tunnels meer bebouwing worden aangetast. Daar staat tegenover dat de positieve gevolgen op het menselijk milieu, waaronder ook geluid en trillingen, voor meer betrokkenen gelden.

Ander bovengronds ruimtegebruik

Wanneer het gebied boven de tunnel andere gebruiksdoeleinden heeft dan recreatie, zullen er, afhankelijk van de specifieke bovengrondse functie, extra aanpassingen aan de tunnelconstructie nodig zijn. Deze zijn vooral gericht op het wegnemen van nadelige gevolgen van trillingen en de extra eisen die aan de constructie van de tunnel gesteld worden. Dit zal een nog nader te bepalen kostenverhogend effect hebben. Een aandachtspunt hierbij is het juridisch aspect van bouwen boven een tunnel.

Dijktunnel

- door de kortere hellingen van de dijk tunnels is de gebruikswaarde van het

spoor en de interne veiligheid van de weg iets minder negatief dan bij volledig ondergrondse tunnels;

- de interne veiligheid is in de dijk tunnel groter dan in andere tunnels omdat er eenvoudiger vluchtroutes zijn aan te brengen;
- door het grotere gewicht van de dijk tunnel zijn de optredende zettingen groter in vergelijking met de zettingen van een tracé op maaiveldniveau of een tunneltracé;
- Tijdens de aanleg vereisen dijk tunnels minder ruimte dan andere tunnels en veroorzaken daardoor minder nadelige omgevingseffecten. In de gebruiksfase is er juist meer visuele hinder en grotere barrièrewerking door de gedeeltelijke ligging boven maaiveld.

6 conclusies

In dit hoofdstuk staan de belangrijkste conclusies uit de algemene tunnelstudie.

In de conclusies worden de specifieke voor- en nadelen van tunnels ten opzichte van de bovengrondse oplossingen opgesomd. Vervolgens zijn deze conclusies toegespitst op de doelstelling zoals die in hoofdstuk 1 is verwoord: nader inzicht geven in welke situaties een tunnel een alternatief kan zijn voor de uitbreiding van weg of spoor op maaiveld.

De algemene conclusies zijn op alle tunnelvarianten van toepassing. Daarna volgen conclusies die specifiek zijn voor de gegraven sleuftunnel, de boortunnel en de combitunnel.

Tunnels algemeen

Voordelen:

Duidelijk is dat tunnels enkele belangrijke voordelen hebben ten opzichte van bovengrondse oplossingen. Met name ter plaatse van het gesloten deel nemen tunnels hinder weg voor het menselijk en het natuurlijk leefmilieu:

- visuele barrières vallen weg (doordat er geen geluidschermen nodig zijn);
- geluidhinder wordt ter plaatse van het gesloten tunneldeel geheel weggenomen;
- tunnels hebben een gunstig effect op de externe veiligheid;
- in stedelijke gebieden is er geen barrièrewerking meer waardoor er geen aanpassingen nodig zijn voor de lokale verkeerscirculatie.

Nadelen:

- tijdens de aanleg van de gegraven tunneldelen is er veel extra ruimte nodig en ontstaat er veel hinder door de bouwactiviteiten;
- tijdens de gebruiksfase blijft er ter plaatse van het opengedeelte hinder bestaan;
- de interne veiligheid van tunnels is lager dan bij bovengrondse oplossingen;

- door de scheiding van personen- en vrachtverkeer in wegtunnels zal de verkeersveiligheid ter plaatse van de ontvlechting van het verkeer afnemen;
- de op- en afritten voor de weg moeten altijd buiten de tunnel komen te liggen;
- een ondergronds station tast de sociale veiligheid aan en vermindert de herkenning en beleving van een station;
- de aanleg van tunnels is aanzienlijk duurder vergeleken met de aanleg op maaiveldniveau. Deze hogere kosten die tunnels met zich meebrengen moeten afgewogen worden tegen de hinder die ontstaat door bovengrondse oplossingen.

Gegraven sleuftunnel

Voordeel:

- in de gebruiksfase vermindert ter plaatse van het gesloten tunneldeel de geluidshinder net als de visuele en fysieke barrièrewerking (dwarsverbindingen).

Nadelen:

- in de aanlegfase vereist de sleuftunnel meer ruimte dan de uitbreiding op maaiveld;
- de gegraven sleuftunnel kan bodemlagen en de grondwaterstroming verstoren;
- waterwegen moeten extra diep gepasseerd worden of de waterweg moet aangepast worden;
- de aanlegkosten van een wegtunnel met de gegraven sleufmethode zijn circa 10 maal zo hoog, terwijl de aanlegkosten van een spoortunnel ca. 5 maal die van de bovengrondse oplossing bedragen;
- ook in de gebruiksfase is een sleuftunnel duurder dan een bovengronds tracé.

Conclusie sleuftunnel:

Een gegraven sleuftunnel kan een alternatief zijn op die plaatsen waar bovengrondse aanleg belangrijke hinder veroorzaakt: in stedelijke gebieden waar de bebouwing dicht op de weg of het spoor staat en op plaatsen waar de stedelijke structuur en verkeerscirculatie door bovengrondse oplossingen nadelig beïnvloed worden.

Boortunnel

Voordelen:

- ter plaatse van het geboorde gedeelte wordt de bovengrond niet of nauwelijks aangetast waardoor zowel in de aanleg- als de gebruiksfase hinder wordt voorkomen. De gebruiksmogelijkheden boven het geboorde gedeelte zijn desondanks beperkt vanwege juridische aspecten en zettingsproblemen die in het invloedsgebied van het geboorde deel te verwachten zijn.

Nadelen:

- omdat er als gevolg van de aanleg van de tunnel zettingen zijn te verwachten ter plaatse van het geboorde gedeelte, kan de bestaande bebouwing in het invloedsgebied van de tunnel worden aangetast. Aanvullende maatregelen of verwijdering van de bebouwing kunnen dan noodzakelijk zijn. Nadat de aanleg voltooid is, en er geen zettingen meer te verwachten zijn, is het mogelijk het gebied boven de tunnel te bebouwen.
- de in- en uitgangen van boortunnels (het gegraven gedeelte van de tunnel) zijn lang en diep, stations komen erg diep onder de grond en ook wordt het tracé aanzienlijk breder dan een tracé op maaiveld. De hiermee samenhangende negatieve gevolgen voor de omgeving kunnen aanzienlijk zijn. Daarom moet de locatie van de in- en uitgangen zorgvuldig gekozen worden;
- een ondergronds station vormt een ernstig probleem voor de sociale veiligheid vanwege de diepe ligging;
- een boortunnel kost voor de weg 10 tot 15 maal, en voor het spoor 5 tot 10

maal zoveel als bovengrondse oplossingen. Deze hoge kosten worden veroorzaakt door hoge vaste kosten van de boormachine. Deze hoge kosten zijn vooral een nadeel bij korte tunnels (minder dan 5 kilometer).

Conclusies boortunnel:

Een boortunnel kan een alternatief zijn op die plaatsen waar er sprake is van een onvervangbare waarde op of vlak onder het maaiveld, die bij toepassing van een gegraven sleuftunnel op ernstige wijze aangetast wordt. De mate waarin de tunnel de aantasting kan beperken (zowel ter plaatse van het gegraven als het geboorde gedeelte) ten opzichte van de bovengrondse oplossingen zal hierbij moeten afgewogen tegen de aanzienlijke extra kosten van de boortunnel. Boren onder bebouwd gebied is slechts een alternatief voor de gegraven sleuftunnel indien aanvullende maatregelen voor de bebouwing, ter voorkoming van sloop van de bebouwing, mogelijk zijn.

Dijktunnel

Voordelen:

- de dijkttunnel heeft, vergeleken met de gegraven sleuftunnel, het voordeel dat bodem en water in mindere mate aangetast worden door de minder diepe ligging;
- de veiligheidsvoorzieningen zijn bij een dijkttunnel makkelijker te realiseren dan bij een gegraven sleuftunnel;
- dijkttunnels zijn goedkoper dan een gegraven sleuftunnel. Een dijkttunnel kan besparingen tot 40% opleveren ten opzichte van de gegraven sleuftunnel.

Nadelen:

- de dijkttunnel veroorzaakt, vergeleken met tunnels die geheel ondergronds liggen, visuele en fysieke barrièrewerking. Dwarsverbindingen zullen over de dijkttunnel gelegd moeten worden, wat nadelige effecten heeft op de stedelijke structuur en op een goede afwikkeling van de verkeerscirculatie.

Conclusies dijk-tunnel:

Een dijk-tunnel kan een alternatief zijn op die plaatsen waar een gegraven sleuf-tunnel gewenst is, maar waar bodem en water niet te veel aantasting verdragen en de aan te passen dwarsverbindingen over de dijk kunnen worden gelegd. Dit zal vooral in landelijk gebied het geval zijn.

Combitunnels

Voordelen:

- de combitunnelvarianten kunnen ter plaatse van het gesloten tunneldeel- het benodigde ruimtebeslag aanzienlijk beperken in vergelijking met aanleg van weg en spoor op maaiveld;
- in de gebruiksfase wordt ter plaatse van het gesloten tunneldeel hinder weggenomen op het gebied van geluid, visuele barrièrewerking en fysieke barrièrewerking (dwarsverbindingen).

Nadelen:

- door de vlevlechting en ontvlechting van weg en spoor is er bij de in- en uitgang van de combitunnel veel ruimte nodig. De daarmee gepaard gaande negatieve gevolgen voor het natuurlijk milieu kunnen zeer aanzienlijk zijn. Dit hangt af van het gebied waar de in- en uitgang gesitueerd kunnen worden;
- de lange tunnelingangen vormen een grote barrière voor dwarsverbindingen.

Conclusie combitunnel:

Een combitunnel kan een alternatief zijn op die plaatsen waar zeer beperkte ruimte aanwezig is. De mate waarin de combitunnel de aantasting kan beperken (zowel ter plaatse van de tunnelin- en uitgang als het combigedeelte) ten opzichte van de bovengrondse oplossingen moet worden afgewogen tegen de hoge kosten van de combitunnel.

Review door het Centrum Ondergronds Bouwen

Tijdens de uitvoering van de "Algemene tunnelstudie HST-Oost/A12" hebben de opstellers het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) benaderd met het verzoek een review uit te voeren op de diverse rapporten die gedurende de studie tot stand zijn gekomen. Het COB heeft hierop positief gereageerd en ten behoeve van de review een team samengesteld waarin de volgende personen hebben plaatsgenomen:

ir. J.W. Bosch TauwMabeg civiel en bouw bv	voorzitter, tunneltechniek en sociale veiligheid
ir. J.P.B.G. Hofkens Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs bv	technisch secretaris
ir. M. Molag TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie	interne en externe veiligheid
prof. ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder TNO Bouw	inrichting en gebruik
prof. ir. H.C. Bekkering Heeling Krop Bekkering	bovengronds gebruik
ing. J.W.M. Lambert Grondmechanica Delft	geohydrologie
prof. ir. P.G. Luscuere ir. C.G.W. Simons Raadgevend Technies Buro Van Heugten bv	reizigerscomfort en installaties

Aan de leden van het reviewteam zijn verschillende conceptrapporten ter beoordeling voorgelegd. Daarbij is van een gefaseerde werkwijze uitgegaan. De eerste fase van de review heeft betrekking gehad op de uitgangspunten van de tunnelstudie en de verschillende scenario's. De tweede fase op de effectbeschrijvingen en de kosten. Tenslotte is in de laatste fase het samenvattende rapport beoordeeld. Gedurende de review heeft verschillende malen overleg plaatsgevonden tussen het reviewteam en de opstellers van de rapporten.

Gebleken is dat de suggesties, aanbevelingen en commentaren van het reviewteam door de opstellers ter harte zijn genomen en dat het eindresultaat op hoofdlijnen de instemming heeft van het reviewteam. Daarbij moet worden aangetekend dat het vraagstuk dat bij de keuze tussen ondergrondse en bovengrondse oplossingen ontstaat, uitermate complex is, zeker in de vorm van een algemene tunnelstudie.

Speciale aandacht vraagt het reviewteam voor de problematiek van het vervoer van (brandbare) goederen en gevaarlijke stoffen door tunnels. Het beleid van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat dat alle goederen- en gevaarlijke stoffentransport via rijkswegen en dus ook door de daarin opgenomen tunnels mogelijk moet zijn, is vertaald in een aparte doelgroeptunnelbuis voor het goederen- en gevaarlijke stoffentransport. Dit uitgangspunt heeft grote financiële consequenties en is naar de mening van het reviewteam onvoldoende onderbouwd. Het reviewteam is van mening dat vervoer van gevaarlijke stoffen in tunnels mogelijk moet zijn, maar dat het beleid en afgeleide regelgeving momenteel onvoldoende zijn ontwikkeld om tot een afgewogen oplossing te kunnen komen.

COB Reviewteam A12/HST-Oost
juni 1998



Colofon

Uitgave

NS Railinfrabeheer B.V.
Projectencentrum
Projectteam HST-Oost

Moreelsepark 1
Postbus2025
3500 HA Utrecht

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Utrecht

Postbus 650
3420 AR Nieuwegein
telefoon: 030-6009679
telefax: 030-6052060

Advies

Holland Railconsult B.V.
Marktgroep Hogesnelheidsprojecten

Daalseplein 101
Postbus 2855
3500 GW Utrecht

In samenwerking met:

ARCADIS Heidemij Advies
Ruimte en Milieu

Utrechtseweg 268
postbus 264
6800 AG Arnhem

Rijkswaterstaat Directie Utrecht/
Bouwdienst Rijkswaterstaat

Griffioenlaan 2
Postbus 2000
3502 LA Utrecht

Utrecht, 1 juli 1998, versie 1.0, voorlopig

Momenteel worden voor Rijksweg A12 en de HST-Oost studies verricht naar een mogelijke uitbreiding van weg en spoor tussen Utrecht en de Duitse grens. Hierbij wordt onderzocht hoe de bestaande weg en spoorbaan geschikt kunnen worden gemaakt voor de verwachte toename van het verkeer. Problemen die optreden bij aanpassing van de bestaande tracés op maaiveldhoogte kunnen wellicht vermeden worden indien gedeelten ondergronds worden aangelegd.

In deze algemene rapportage staan de belangrijkste resultaten van enkele voorstudies naar toepassing van tunnels voor A12 en HST-Oost. Deze rapportage kan een bijdrage leveren aan de meningsvorming over de haalbaarheid van tunnels als alternatief voor de bovengrondse aanpassingen van weg en spoor.

De studie is, in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Utrecht en NS Railinfrabeheer, uitgevoerd door Holland Railconsult en ARCADIS Heidemij Advies B.V. in samenwerking met de bouwdienst Rijkswaterstaat Utrecht.