

**UITWEIDEN OF OPHOKKEN?
COMBINATIE VAN INFRASTRUCTUREN IN HET
ROTTERDAMSE HAVENGEBIED**

Sandra IJsselstijn, Technische Universiteit Delft, s.ijsselstijn@tudelft.nl

John Baggen, Technische Universiteit Delft, j.h.baggen@tudelft.nl

John Stoop, Technische Universiteit Delft, j.a.a.m.stoop@tudelft.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2006,
23 en 24 november 2006, Amsterdam

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Abstract	3
1 Inleiding	4
1.1 Context	4
1.2 Uitbouwmogelijkheden van infrastructuurnetwerken	5
2 Capaciteit schakels vergroten: casus Aveling	6
2.1 Aanleiding	6
2.2 Combineren van infrastructuren	8
2.2.1 Infrastructuren combineren tot configuraties	9
2.2.2 Plausibele ruimtelijke combinaties ('staalkaart')	10
2.3 Dwarsprofiel Aveling	10
2.3.1 Huidig dwarsprofiel	10
2.3.2 Ruimtelijke mogelijkheden voor uitbreiding	11
2.3.3 Ruimtelijke varianten combinaties van infrastructuren (in tijd gefaseerd)	11
2.4 Hoe nu verder?	14
3 Verdichten: casus Rotterdamse havengebied	15
3.1 Aanleiding	15
3.2 Wegennetwerk	15
3.3 Spoornetwerk	17
3.4 Waterwegennetwerk	17
3.5 Kabels- en leidingennetwerk	18
3.6 Hoe nu verder?	18
4 Conclusies en aanbevelingen	19
Referenties	20

Samenvatting

Uitweiden of ophokken?

Combinatie van infrastructuren in het Rotterdamse havengebied

In het gebruik van de infrastructuur loopt men in de praktijk steeds meer tegen beperkingen op. Dit zijn zowel interne beperkingen zoals capaciteit en mogelijkheden tot uitbreiding als externe randvoorwaarden vanuit milieu en ruimtegebruik. In het Rotterdamse havengebied is naast de gerealiseerde uitbreiding van spoor- en wegverkeer, gezocht naar combinaties van infrastructuren ten behoeve van efficiënter ruimtegebruik.

Deze bijdrage onderkent een tweedeling in de mogelijkheden tot uitbreiding, namelijk het vergroten van de capaciteit van schakels in het netwerk en het verdichten van het netwerk. In de casus Aveling wordt een nadere uitwerking gegeven van een configuratiestudie naar verschillende ruimtelijke varianten. Centraal in deze uitwerking staat het gebruik van een 3D-ontwerpruimte als alternatief voor de conventionele 2D-benadering. Deze benadering blijkt voor bestaande situaties tot innovatieve oplossingen te leiden. Voor nieuwe situaties blijkt een tussenstap vereist waarin de vraagsturing vanuit het hogere netwerk bepalend blijkt te zijn voor de functionele toedeling van oplossingen binnen de gekozen schakel in het netwerk. Zo blijkt het al dan niet toevoegen van een schakel aan het netwerk in de vorm van een aan zeezijde gelegen verbinding tussen de noordzijde en zuidzijde van het havengebied bepalend voor de invulling van de ontsluitingsbocht in het Maasvlakte 2-gebied.

Abstract

Combination of infrastructures in the Rotterdam harbour

During the use of transport infrastructures, more and more operational restrictions are encountered. Their nature is both internal, defined as capacity and options for expansions, as external, defined as environmental demands and spatial limitations. In addition to an expansion of roads as well as railway infrastructures, the Rotterdam Port area has explored the possibilities for a combined use of infrastructures in order to facilitate a more efficient use of space.

This contribution acknowledges a separation in the opportunities for expansion, being the expansion at the network level, as well as a capacity increase of the links in the network. The case study Aveling elaborates on a configuration survey into various spatial alternatives. The elaboration focuses on a 3D-design space as an alternative for a more conventional 2D-approach. This approach proves to provide innovative solutions for existing locations. For new locations however, an intermediate phase has to be introduced in which compliance with demands from the higher network level prove to be dominant for a functional allocation of solutions within the selected link in the network. It is demonstrated that an additional link is required by a seaside located connection between the Northern and Southern port areas in order to design an entry gate to the Maasvlakte 2 port area.

1 Inleiding

1.1 Context

De aanleiding tot het project Combinatie van Infrastructuren is het (toekomstige) ruimtetekort in het Rotterdamse havengebied. In de discussie over de leefbaarheid, bereikbaarheid en duurzaamheid van na te streven oplossingen staan partijen regelmatig tegenover elkaar, omdat zij bij het verwezenlijken van hun doelstellingen niet tot overeenstemming kunnen komen. Het resultaat is dat besluitvormingsprocessen vastlopen en, in sommige gevallen, een Tijdelijke Commissie Infrastructuurprojecten uitsluitsel moet bieden over nieuwe beslisregels en omgangsvormen.

Daarnaast keren in de discussie over het aanleggen van nieuwe infrastructuur een aantal elementen op de achtergrond steeds terug:

- De infrastructuur wordt gezien als deel van een (te vormen) Europees transportnetwerk, waarbij voor internationale doorgaande verbindingen nieuwe schakels in het netwerk zijn voorzien. In het Rotterdamse havengebied geldt dit vooral voor de noord-zuid as vanuit de regio Haaglanden via Zeeland naar België.
- Inpassing en uitbreiding worden geplaatst in een meer integraal afwegingskader, waarin tot dusver exogene factoren als milieu, veiligheid, gezondheid en geluid in de planvorming worden betrokken. De sterk gestegen grondprijzen en toegenomen druk op het ruimtebeslag hebben een verschuiving tot stand gebracht in de afweging tussen intensivering van de gebruikte ruimte dan wel uitbreiding van de infrastructuur naar de omgeving. Dit geeft aanleiding tot discussie over “uitweiden” in het platte vlak dan wel “ophokken” van voorzieningen in een driedimensionale ruimte.
- Bij uitbreiding van de capaciteit van infrastructuur ging men tot dusver uit van incrementele veranderingen en gebruik van bewezen technieken. Omwille van een ‘systeemsprong’ in vervoerscapaciteit en verkeersafhandeling wordt gebruik gemaakt van begrippen als multifunctioneel ruimtegebruik en ICT ondersteuning van vitale diensten.
- Door het sterk toegenomen bewustzijn van de mogelijke gevolgen van terroristische aanslagen is het aspect ‘security’ als een nieuw ontwerpaspect in de beoordeling van infrastructuur meegenomen. Het project RWS-Vitaal heeft daartoe de meest kwetsbare punten in alle transportnetwerken geïnventariseerd.

- In het besluiten over de voor- en nadelen van grote projecten blijkt uit een aantal cases [1] dat er een onevenwichtige afweging plaatsvindt van de maatschappelijk criteria. Veiligheid blijkt in tegenstelling tot milieu en leefbaarheid op het hoogste niveau van strategische besluitvorming nauwelijks een rol te spelen, maar heeft in de verdere uitwerking een grote invloed op de financiële kosten en maatschappelijke acceptatie.
- Tenslotte is in de discussie weinig aandacht voor innovatieve transportvormen. Er worden geen conceptueel nieuwe keuzes gemaakt voor een andere transportvorm voor goederen (zoals het Combi-Road systeem voor geautomatiseerd containertransport), noch voor personen (de magneetweefbaanvariant van de Zuiderzeelijn).

Voor een analyse van de benodigde aard en omvang van de te ontwerpen infrastructuur is het nodig een onderscheid te maken naar enerzijds het netwerkniveau en anderzijds het tracé/knooppuntniveau. Deze niveaus onderscheiden zich door:

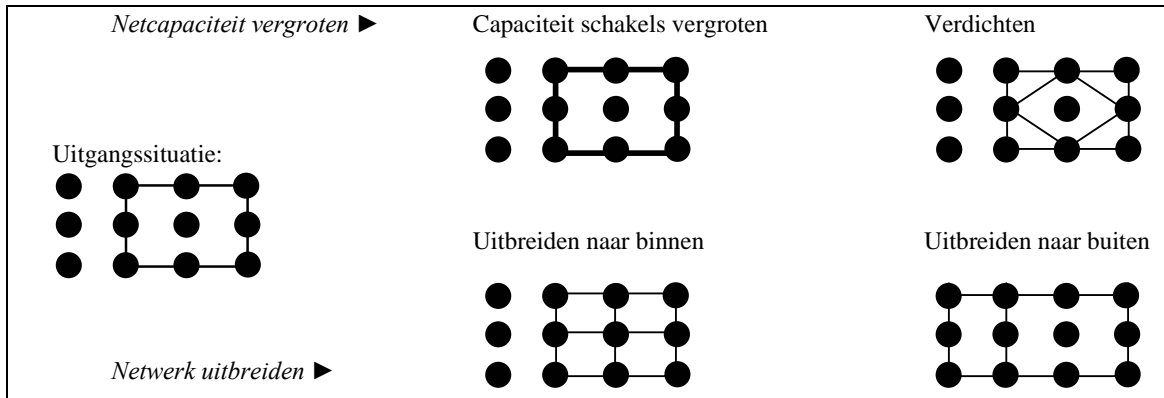
- enerzijds een oriëntatie op mogelijkheden voor ruimtelijke herschikking van transportstromen over het netwerk;
- anderzijds de fysieke inrichting van knelpunten door de overgang van een 2D naar een 3D ontwerpruimte.

1.2 Uitbouwmogelijkheden van infrastructuurnetwerken

Aan de uitbouw van een bestaand infrastructuurnetwerk kunnen twee redenen ten grondslag liggen [2]:

- verbetering van het bestaande netwerk ten aanzien van capaciteit of kwaliteit;
- uitbreiding van het netwerk ten behoeve van een vergroting van het bedieningsgebied.

De capaciteit van een netwerk kan worden vergroot door de capaciteit van de schakels te vergroten. De kwaliteit van een netwerk kan worden verbeterd door extra schakels aan te leggen, zodat omwegen korter worden. Deze verdichting van een netwerk leidt daarbij tot een toename van de capaciteit. Verdichten kan gebeuren zonder dat meer kernen bediend worden (zie figuur 1). Bij de uitbreiding van het bedieningsgebied kan onderscheid gemaakt worden tussen uitbreiden naar binnen en uitbreiden naar buiten. Zowel door het verdichten als het uitbreiden van het netwerk wordt de robuustheid van het netwerk vergroot. Er ontstaan immers meer routekeuzemogelijkheden, waardoor de kwetsbaarheid voor blokkade van één of meer schakels afneemt.



Figuur 1: Uitbouw mogelijkheden van infrastructuurnetwerken

In de volgende paragraaf wordt Aveling als voorbeeld genomen voor het verkennen van mogelijkheden om de capaciteit van de reeds aanwezige infrastructuurnetwerken te vergroten. In paragraaf 3 wordt voor het gehele havengebied op netwerkniveau een verkenning uitgevoerd naar mogelijkheden voor netwerkverdichting om zo de robuustheid van de netwerken te vergroten, d.w.z. om ze minder kwetsbaar te maken voor verstoringen. Op uitbreiding naar buiten en uitbreiding naar binnen wordt in dit paper niet expliciet ingegaan. Tenslotte volgen in paragraaf 4 conclusies en aanbevelingen.

2 Capaciteit schakels vergroten: casus Aveling

2.1 Aanleiding

De Aveling is een weg in Hoogvliet die de A15 kruist (zie figuur 2).



Figuur 2: Aveling

Op dit punt bevinden zich de volgende infrastructuren (zie figuur 3):

- Spoor: 2 sporen (inclusief Havenspoorlijn), raccordementsporen
- Weg: A15 (2x3 rijstroken), oprit/afritten A15, Aveling (2x1 rijstrook)
- Kabels en leidingen: elektriciteit (van 150 tot 380 kV), gas (hoofdnet en aftakkingen naar bedrijven), water (drinkwater en proceswater), riool (vanaf 2007) en overige (bijvoorbeeld ter ondersteuning van ICT, praatpalen en verlichting)

Ten zuiden van de A15 bevindt zich ook nog een waterkering (zie figuur 3), die bij het einde van oprit 17 (Hoogvliet) richting Rotterdam de A15 kruist en vervolgens de Vondelingenweg volgt. [3]



1 = spoor, 2 = leidingenstrook, 3 = A15, 4 = waterkering

Figuur 3: Infrastructuren bij de Aveling

Door de volgende gerealiseerde of wenselijke uitbreiding van deze infrastructuren, ontstaat bij de Aveling in de toekomst een tekort aan ruimte:

- De gerealiseerde uitbreiding van het spoor van 1 naar 2 sporen (i.v.m. de Havenspoorlijn als onderdeel van de Betuweroute);
- De geplande uitbreiding van de A15 Maasvlakte-Vaanplein. In de toekomst wordt de A15 ter hoogte van de Aveling uitgebreid van 2x3 naar 2x3+2x2 rijstroken. De nieuw aan te leggen rijstroken zijn bedoeld voor regionaal verkeer, dat op deze wijze gescheiden wordt van doorgaand verkeer van en naar de haven en het lange afstandsverkeer. De verbreding van de A15 levert niet direct ruimtelijke conflicten op met andere infrastructuren, maar kan wel voor problemen zorgen voor kruisingsmogelijkheden (oversteekbaarheid) van andere infrastructuren;
- De geplande aanleg van 150 kV leidingen onder de grond. Op dit moment is het Havenbedrijf Rotterdam bezig met een studie naar het leggen van 150 kV leidingen onder de grond. Hiervoor dienen maatregelen genomen te worden om aanraakspanning te beperken en (door middel van isolatie en/of aarding) puntcorrosie bij bestaande leidingen te voorkomen. In de Leidingentunnel Oude Maas liggen op dit moment al 150 kV leidingen;
- De eventuele uitbreiding van de leidingenstrook. Ter hoogte van de Aveling is de leidingenstrook op dit moment al zéér goed gevuld. In de *Knelpuntenanalyse Leidingen* [4] is Aveling aangewezen als aandachtsgebied vanwege de kans op een knelpunt bij een toename > 10 meter van de inhoud van de primaire leidingstrook.

Het toekomstige ruimtetekort is de directe aanleiding voor deze casus. Daarnaast is er ter hoogte van Aveling ook sprake van een slechte kwaliteit van de leefomgeving (lucht, geluid, veiligheid). Het doel van deze casus is nu het zoeken naar mogelijke combinaties van infrastructuren waarmee ruimtewinst geboekt kan worden, zodat (verdere) uitbreiding van de leidingenstrook in de toekomst mogelijk blijft.

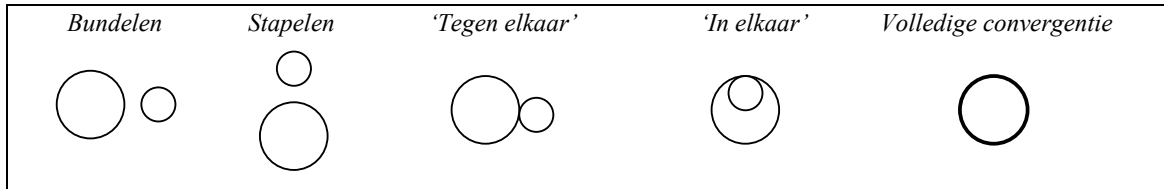
2.2 Combineren van infrastructuren

Bij de Aveling zijn de volgende infrastructuren aanwezig: spoor, weg en 'kabels en leidingen'. Kabels en leidingen worden voorlopig als één geheel meegenomen, aangezien het grootste deel van de kabels en leidingen in leidingenstroken ligt. In een latere fase, na de selectie van voorkeursvarianten van combinaties van infrastructuren, kan 'kabels en leidingen' weer worden gesplitst. Zowel het spoor, de weg als de kabels en leidingen hebben als functie het vervoeren van personen en/of goederen en/of gevaarlijke stoffen.

Bij het ontwerpen van mogelijke combinaties van infrastructuren bij de Aveling wordt de nadruk gelegd op het vergroten van de capaciteit van de schakels. In de volgende paragraaf worden deze mogelijkheden op configuratieniveau verder uitgewerkt.

2.2.1 Infrastructuren combineren tot configuraties

Voorafgaand aan de casus is een aantal mogelijkheden voor combinaties van infrastructuren bepaald (zie figuur 4).



Figuur 4: Ruimtelijke combinatiemogelijkheden

Voor de Aveling zijn in eerste instantie twee van bovengenoemde combinatiemogelijkheden verder uitgewerkt, namelijk bundelen (zie tabel 1) en stapelen (zie tabel 2). De andere combinatiemogelijkheden zijn (nog) niet uitgewerkt, omdat:

- ‘tegen elkaar’ alleen mogelijk is binnen hetzelfde soort modaliteiten, want tussen verschillende modaliteiten moet rekening worden gehouden met vrijwaringzones.
- ‘in elkaar’ (gecontroleerde convergentie) en ‘volledige convergentie’ pas uitgewerkt kunnen worden na de selectie van voorkeursvarianten van combinaties van infrastructuren.

Tabel 1: Bundelen

	<i>naast weg</i>	<i>naast kabels en leidingen</i>	<i>naast spoor</i>
<i>Weg</i>	Ja	Ja *	Ja *
<i>Kabels en leidingen</i>	Ja *	Ja	Ja *
<i>Spoor</i>	Ja *	Ja *	Ja

* mits er rekening wordt gehouden met vrijwaringzones (effecten gevaarlijke stoffen)

Tabel 2: Stapelen

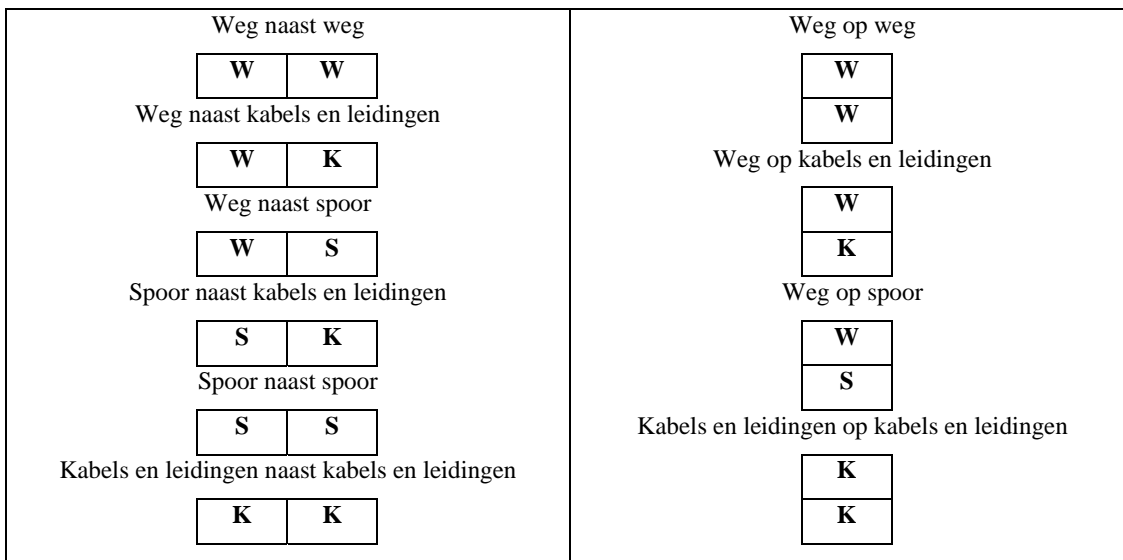
	<i>op weg</i>	<i>op kabels en leidingen</i>	<i>op spoor</i>
<i>Weg</i>	Ja *	Nee **	Ja *
<i>Kabels en leidingen</i>	Nee	Ja	Nee
<i>Spoor</i>	Nee	Nee	Nee

* mits er rekening wordt gehouden met vrijwaringzones (effecten gevaarlijke stoffen)

** tenzij er rekening wordt gehouden met een onderhoudskanaal

2.2.2 Plausibele ruimtelijke combinaties ('staalkaart')

Na de uitwerking van de twee ruimtelijke combinatiemogelijkheden 'bundelen' en 'stapelen' is een aantal plausibele ruimtelijke combinaties overgebleven. Plausibele ruimtelijke combinaties zijn die combinaties die in tabel 2 en 3 niet met 'nee' beoordeeld zijn.

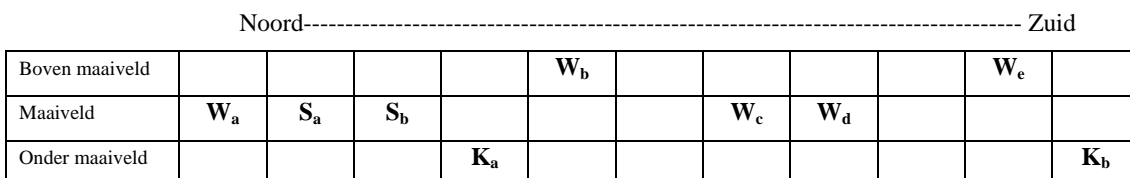


Figuur 5: Staalkaart ruimtelijke combinatiemogelijkheden

2.3 Dwarsprofiel Aveling

2.3.1 Huidig dwarsprofiel

In figuur 6 is het dwarsprofiel van de huidige situatie in onderzoeksgebied Aveling weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt naar drie niveaus: onder maaiveld (onderste rij), maaiveld (middelste rij) en boven maaiveld (bovenste rij).



W_a = Vondelingenweg, S_a = Spoorlijn, S_b = Havenspoorlijn, K_a = Kabels en leidingen, W_b = Afrit/oprit A15, W_c = A15 richting Maasvlakte, W_d = A15 richting Vaanplein, W_e = Oprit/afrit A15, K_b = Kabels en leidingen. De waterkering ligt tussen W_e en K_b.

Figuur 6: Huidig dwarsprofiel

2.3.2 Ruimtelijke mogelijkheden voor uitbreiding

Hiervoor is gebleken welke ruimtelijke combinaties van infrastructuren mogelijk zijn. Hieruit volgen de volgende mogelijkheden voor de uitbreiding van de A15 en de leidingenstrook.

Noord-----Zuid

Boven maaiveld	w	w	w	w	W	w	w	w	w	W	w
Maaiveld	W	S	S	w	w	w	W	W	w	w	w
Onder maaiveld	w	-	-	K	w	w	w	w	w	w	K

(**W S K** = bestaande weg / spoor / kabels; w = mogelijke ligging weg)

Figuur 7: Mogelijkheden uitbreiding A15

Noord-----Zuid

Boven maaiveld	-	-	-	k	W	k	-	-	k	W	k
Maaiveld	W	S	S	k	k	k	W	W	k	k	k
Onder maaiveld	k	-	-	K	k	k	k	k	k	k	K

(**W S K** = bestaande weg / spoor / kabels; k = mogelijke ligging kabels en leidingen)

Figuur 8: Mogelijkheden uitbreiding leidingenstrook

2.3.3 Ruimtelijke varianten combinaties van infrastructuren (in tijd gefaseerd)

Op basis van kostenoverwegingen wordt bij het identificeren van de mogelijke combinaties van infrastructuren rekening gehouden met de twee ontwerpprincipes:

- korte termijn: *greenfield* situatie (lege kolom) heeft voorkeur t.o.v. *brownfield* situatie;
- lange termijn: infrastructuren altijd zo laag mogelijk aanleggen i.v.m. modulair bouwen (startpunt wegen: maaiveld, startpunt voor buisleidingen: onder maaiveld).

Met behulp van deze ontwerpprincipes kunnen verschillende varianten van mogelijke combinaties van infrastructuren uitgewerkt worden. In alle varianten gaat het om uitbreiding van de A15 en uitbreiding van de leidingenstrook. De uitbreiding van de weg wordt bij iedere variant als eerste geacommodeerd, omdat deze uitbreiding meer ruimte vraagt dan de uitbreiding van de buisleidingen en omdat deze uitbreiding eerder in de tijd zal plaatsvinden. In de varianten wordt nog geen rekening gehouden met de afmetingen (lengte, breedte, hoogte) van de verschillende infrastructuren.

Variant 1: Weg op maaiveld

In deze variant is de uitbreiding van de A15 op maaiveld aan beide zijden van de bestaande A15 gerealiseerd.

	Noord-----Zuid										
Boven maaiveld				K3	W					W	K3
Maaiveld	W	S	S	K2		W	W	W	W		K2
Onder maaiveld				K		K1			K1		K

(W S K = bestaande weg / spoor / kabels; W K = mogelijke uitbreiding weg / kabels)

Figuur 9: Weg op maaiveld

Bij uitbreiding van de A15 op deze locaties blijven er drie fasen over voor uitbreiding van de kabels en leidingen:

- K1 (onder maaiveld): uitbreiding van de A15 en uitbreiding van de kabels en leidingen gelijktijdig gerealiseerd.
- K2 (maaiveld): uitbreiding boven op bestaande kabels en leidingen.
- K3 (boven maaiveld): uitbreiding op toekomstige kabels en leidingen (K2).

Bij het stapelen van kabels en leidingen moet wel rekening gehouden worden met de bereikbaarheid in verband met onderhoud. Om de bereikbaarheid te garanderen, kan een 'leidingenrek' of 'leidingenflat' gerealiseerd worden.

Bij een uitbreiding van de kabels en leidingen > 6K biedt bovenstaande situatie te weinig ruimte en is reconfiguratie op locatie en/of een netwerkaanpassing noodzakelijk. Hierbij kan gedacht worden aan het herschikken van wegen, waarbij 'dubbeldeks' wegen ontstaan.

Variant 2: Weg boven maaiveld op weg

In deze variant is de uitbreiding van de A15 boven maaiveld gerealiseerd.

	Noord-----Zuid										
Boven maaiveld				K3	W	K3	W	W	K3	W	K3
Maaiveld	W	S	S	K2		K2	W	W	K2		K2
Onder maaiveld				K		K1			K1		K

(W S K = bestaande weg / spoor / kabels; W K = mogelijke uitbreiding weg / kabels)

Figuur 10: Weg boven maaiveld op weg

Bij uitbreiding van de A15 op deze locaties blijven er drie fasen over voor uitbreiding van de kabels en leidingen:

- K1 (onder maaiveld): uitbreiding onder maaiveld in een *greenfield* situatie.
- K2 (maaiveld): uitbreiding boven op bestaande (K) en toekomstige (K1) kabels en leidingen.

- K3 (boven maaiveld): uitbreiding op toekomstige kabels en leidingen (K2).

Bij een uitbreiding van de kabels en leidingen > 10K biedt bovenstaande situatie te weinig ruimte en is reconfiguratie op locatie en/of een netwerkaanpassing noodzakelijk.

Variant 3: Weg boven maaiveld op spoor

In deze variant wordt de uitbreiding van de A15 ook boven maaiveld gerealiseerd, maar op een andere locatie (namelijk boven het spoor).

Noord-----Zuid

Boven maaiveld		W	W	K3	W	K3			K3	W	K3
Maaiveld	W	S	S	K2		K2	W	W	K2		K2
Onder maaiveld				K		K1			K1		K

(W S K = bestaande weg / spoor / kabels; W K = mogelijke uitbreiding weg / kabels)

Figuur 11: Weg boven maaiveld op spoor

Bij uitbreiding van de A15 op deze locaties blijven dezelfde drie fasen over voor uitbreiding van de kabels en leidingen als bij de vorige variant. Ook hier geldt dat bij een uitbreiding van de kabels en leidingen > 10K bovenstaande situatie te weinig ruimte biedt en reconfiguratie op locatie en/of een netwerkaanpassing noodzakelijk is.

Variant 4: Weg op maaiveld op twee kabels- en leidingenstroken

In deze variant is de uitbreiding van de A15 op maaiveldniveau boven op twee (smallere) kabels- en leidingenstroken gerealiseerd.

Noord-----Zuid

Boven maaiveld					W	K3			K3	W	
Maaiveld	W	S	S	W		K2	W	W	K2		W
Onder maaiveld				K		K1			K1		K

(W S K = bestaande weg / spoor / kabels; W K = mogelijke uitbreiding weg / kabels)

Figuur 12: Weg op maaiveld op twee kabels- en leidingenstroken

Bij uitbreiding van de A15 op deze locaties blijven er drie fasen over voor uitbreiding van de kabels en leidingen:

- K1 (onder maaiveld): uitbreiding onder maaiveld in een *greenfield* situatie.
- K2 (maaiveld): uitbreiding boven op toekomstige kabels en leidingen (K1).

- K3 (boven maaiveld): uitbreiding op toekomstige kabels en leidingen (K2).

Bij een uitbreiding van de kabels en leidingen > 6K biedt bovenstaande situatie te weinig ruimte en is reconfiguratie op locatie en/of een netwerkaanpassing noodzakelijk.

Variant 5: Weg op maaiveld op één kabels- en leidingenstrook

In deze variant is de uitbreiding van de A15 op maaiveldniveau boven op één (brede) kabels- en leidingenstrook gerealiseerd. Dit is alleen mogelijk als de strook breed genoeg is voor een 2x2 weg.

Noord-----Zuid											
Boven maaiveld					W	K3			K3	W	K3
Maaiveld	W	S	S	WW		K2	W	W	K2		K2
Onder maaiveld				K		K1			K1		K

(**W S K** = bestaande weg / spoor / kabels; **W K** = mogelijke uitbreiding weg / kabels)

Figuur 13: Weg op maaiveld op één kabels- en leidingenstrook

Bij uitbreiding van de A15 op deze locaties blijven er drie fasen over voor uitbreiding van de kabels en leidingen:

- K1 (onder maaiveld): uitbreiding onder maaiveld in een *greenfield* situatie.
- K2 (maaiveld): uitbreiding boven op bestaande (**K**) en toekomstige (K1) kabels en leidingen.
- K3 (boven maaiveld): uitbreiding op toekomstige kabels en leidingen (K2).

Bij een uitbreiding van de kabels en leidingen > 9K biedt bovenstaande situatie te weinig ruimte en is reconfiguratie op locatie en/of een netwerkaanpassing noodzakelijk.

2.4 Hoe nu verder?

De verschillende varianten voor het vergroten van de capaciteit van de schakels zijn input voor een ontwerpworkshop met betrokken partijen. Na de selectie van voorkeursvarianten kunnen deze op een gedetailleerder niveau uitgewerkt worden. Naast het vergroten van de capaciteit van de schakels is ook verdichten van het netwerk een mogelijkheid.

3 Verdichten: casus Rotterdamse havengebied

3.1 Aanleiding

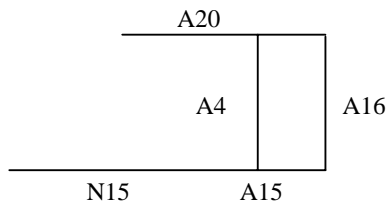
Alvorens de ontsluiting van het Maasvlakte 2-gebied als ontwerp-probleem kan worden opgepakt, blijkt het nodig eerst de functionele eisen voor dit punt nader te definiëren. De randvoorwaarden op het bovenliggende netwerk bepalen immers de gebruiksruimte voor het onderliggende knooppunt. Daartoe is een netwerkanalyse van het Rotterdamse havengebied (zie figuur 14) onontbeerlijk.



Figuur 14: Rotterdamse havengebied

3.2 Wegennetwerk

De belangrijkste hoofdwegen in het Rotterdamse havengebied (zie figuur 15) zijn vrij kwetsbaar voor verstoringen. Bij een incident op bijvoorbeeld de A15 is het Rotterdamse havengebied vrijwel alleen bereikbaar via het onderliggende wegennet. Ook het onderliggende wegennet, onder meer de N218 (Hoogvliet–Spijkenisse–Brielle–Oostvoorne), raakt in die situaties snel overbelast. De robuustheid van het wegennetwerk is dus niet gegarandeerd.



Figuur 15: Schematisering wegennetwerk

Door het verdichten van het netwerk ontstaan meer routekeuzemogelijkheden, waardoor de kwetsbaarheid van het netwerk door blokkade van één of meer schakels afneemt. Bij het vergroten van de robuustheid van het wegennetwerk is het van belang aandacht te besteden aan specifieke marktkenmerken. Voor het goederenvervoer geldt dat verplaatsingen voornamelijk in oost-west (van haven naar achterland/buitenland) en west-oost (van achterland/buitenland naar haven) richting plaatsvinden. Door de aanleg van een recreatief kustgebied op Maasvlakte 2, wordt vooral het aantal noord-zuid en zuid-noord verplaatsingen vergroot. Om deze verplaatsingsstroom te kunnen accommoderen, zijn één of meerdere noord-zuid verbindingen in het wegennetwerk van groot belang. Met deze extra verbinding(en) wordt bovendien de ontsluiting van het Westland richting het Rotterdamse havengebied voor goederenvervoer verbeterd. Ook de werkgelegenheid kan profiteren van deze extra verbinding(en), omdat woon-werk verkeer dan ook in noord-zuid en zuid-noord richting kan plaatsvinden.

Het Havenbedrijf Rotterdam onderstreept de behoefte aan een extra noord-zuid verbinding [5]: “Realisatie van een derde oeververbinding ten westen van de Benelux-tunnel is dan ook op langere termijn (na 2015) zeer gewenst. Deze noord-zuidas dient ter ontlasting van de A15/N15, waar immers al bij de Botlektunnel knelpunten gaan ontstaan.” Er zijn verschillende mogelijkheden om door middel van een extra noord-zuid verbinding de robuustheid van het wegennetwerk te vergroten:

- *Blankenburgtunnel*

Deze tunnel 'duikt' de laatste twintig jaar geregeld op in discussies over verbetering van de bereikbaarheid van het Rotterdamse havengebied. De Blankenburgtunnel is geprojecteerd tussen Maassluis-Oost en Rozenburg en koppelt de rijkswegen A20 en A15 aan elkaar. Deze tunnel is omstreden onder meer vanwege het mogelijk doorkruisen van het natuurgebied Lickebaert bij Vlaardingen. Ook vanuit het oogpunt van complementeren van het netwerk en veiligheid (aftakking in het westen bij calamiteiten) is de Blankenburgtunnel minder gunstig.

- *Oranjetunnel*

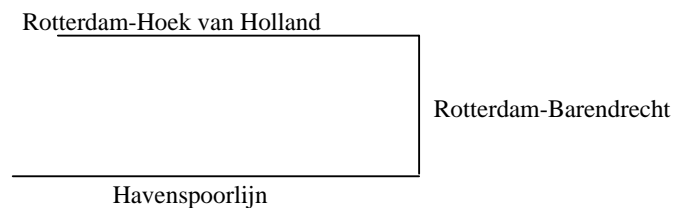
De Oranjetunnel is ter hoogte van de Maeslantkering (tussen de Oranjevuitenpolder ten westen van Maassluis en Europoort) geprojecteerd. Deze tunnel is ook geregeld opgedoken in discussies over verbetering van de bereikbaarheid van het Rotterdamse havengebied. De Oranjetunnel kan via de N213 aansluiten op de A4. De Maasvlakte en het

Europoortgebied liggen dankzij deze tunnel dan dichterbij de regio Den Haag en het Westland. De kortere en snellere verbinding geeft een positieve impuls voor het Westland en de zuidwestelijke Randstad. De Oranjetunnel lijkt gunstig als noord-zuid verbinding.

Tenslotte is ook een betere ontsluiting aan de noordzijde van Rotterdam ter hoogte van Rotterdam Airport wenselijk. Bij een directe verbinding van de A13 en A16, waarvan de mogelijke aanleg is aangegeven in het Regionaal Verkeer- en Vervoerplan [6], zal de verkeersbelasting op de A20 afnemen. Hiermee wordt de bereikbaarheid van het Rotterdamse havengebied verbeterd.

3.3 *Spoornetwerk*

De belangrijkste spoorwegen in het Rotterdamse havengebied (zie figuur 16) zijn vrij kwetsbaar voor verstoringen, aangezien er geen onderliggend spoornetwerk is. Dit betekent dat bij een incident op bijvoorbeeld de Havenspoorlijn het Rotterdamse havengebied per spoor vrijwel onbereikbaar is geworden.

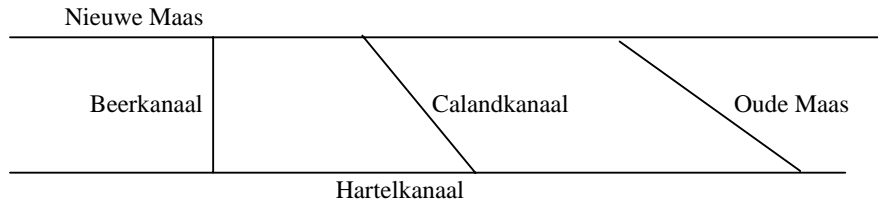


Figuur 16: Schematisering spoornetwerk

Voor het vergroten van de robuustheid van het spoornetwerk kan worden aangesloten bij de mogelijkheden om de robuustheid van het wegennetwerk te vergroten: Blankenburgtunnel en/of Oranjetunnel. Een bijkomend voordeel van deze extra verbinding(en) is dat het goederenvervoer (waaronder alle categorieën gevaarlijke stoffen) via Rotterdam CS en de Willemsspoortunnel verminderd kan worden. Hiermee wordt het veiligheidsknelpunt rondom Rotterdam CS en de Willemsspoortunnel opgelost.

3.4 *Waterwegennetwerk*

Het waterwegennetwerk in het Rotterdamse havengebied (zie figuur 17) is vrij robuust, vanwege de diverse ontsluitingsmogelijkheden en de goede uitwisseling tussen zeevaart en binnenvaart.



Figuur 17: Schematisering waterwegennetwerk

3.5 Kabels- en leidingennetwerk

Het grootste deel van de kabels en leidingen in het Rotterdamse havengebied zijn geplaatst in zogenaamde leidingenstroken. De belangrijkste leidingenstrook loopt parallel aan de A15 en het spoor en wordt op diverse plaatsen afgetakt naar andere leidingenstroken. Aangezien er te weinig inzicht bestaat in de ligging van de kabels en leidingen, is moeilijk aan te geven of er sprake is van een robuust netwerk. Nader onderzoek is nodig om de robuustheid van het netwerk te kunnen beoordelen.

3.6 Hoe nu verder?

Omwille van een duurzame oplossing is de aanleg van een extra noord-zuid verbinding over de Nieuwe Waterweg wenselijk. Voor kabels en leidingen geldt dat deze verbinding er al is (ter hoogte van de Maeslantkering). In het kader van dit project kunnen in deze noord-zuid verbinding meerdere infrastructuren gecombineerd worden. Er kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een verbinding met wegen (2 tunnelbuizen met elk 2 rijstroken), spoor (1 tunnelbuis met 1 spoor, tevens vluchtbuis voor wegverkeer) en kabels en leidingen.

Ook het belang van een goede ontsluiting en bereikbaarheid van Rotterdam is ter sprake gekomen. Door een extra oost-west verbinding aan de noordzijde van Rotterdam (A13/A16) en een extra noord-zuid verbinding ter hoogte van de Maeslantkering, verbeterd de robuustheid van het wegennetwerk rondom Rotterdam.

4 Conclusies en aanbevelingen

Naar aanleiding van beide casussen kunnen de uitbouw mogelijkheden in het Rotterdamse havengebied als volgt worden ingevuld (zie tabel 3):

Tabel 3: Uitbouw mogelijkheden in het Rotterdamse havengebied

	Capaciteit vergroten		Netwerk uitbreiden	
	<i>Vergroten schakels</i>	<i>Verdichten</i>	<i>Uitbreiden binnen</i>	<i>Uitbreiden buiten</i>
Voorbeeld	Aveling	Hele havengebied	Waalhaven	2 ^e Maasvlakte
<i>Wegen</i>	Aanleg extra rijstroken A15 t.h.v. Aveling	Aanleg Oranje-tunnel / Blanken-burgtunnel inclusief aansluiting op A20		
<i>Spoorwegen</i>	Extra havenspoorlijn (gereed)	Noord-zuid spoorverbinding Oranjetunnel / Blankenburgtunnel		
<i>Waterwegen</i>	N.v.t.	Niet nodig		
<i>Kabels en leidingen</i>	Aanleg extra kabels en leidingen	Onvoldoende informatie		

Tevens kan worden geconcludeerd:

- Omwille van het maximaal benutten van een innovatieve oplossingsruimte is een onderscheid vereist in diverse niveaus van infrastructuuranalyse. Zowel het netwerkniveau als het tracé/knooppuntniveau bieden kenmerkende mogelijkheden;
- Omwille van het expliciteren van de beoogde duurzaamheid en maatschappelijk draagvlak is het vereist een expliciete fase van functionele beoordeling op te nemen om de wensen en eisen van elk der betrokken partijen tot hun recht te kunnen laten komen;
- Op het tracéniveau is het mogelijk voor bestaande situaties een overgang in de variantenstudie door te voeren door het vergroten van de ontwerpruimte van 2D naar 3D. Het herschikken van functies en uitvoeringsvormen in drie dimensies biedt mogelijkheden die belemmeringen in het horizontale vlak opheffen;
- Het is mogelijk op tracéniveau tot innovatie en op lange termijn duurzame oplossingen te komen indien vanuit de vraagsturing op het hogere netwerkniveau expliciete randvoor-

waarden worden aangegeven in termen van modale groei, verschuiving van modaliteiten en herschikking van configuraties. Zonder deze randvoorwaarden is een *best practice* benadering waarschijnlijk het meest aanvaardbare alternatief.

Daarnaast laat tabel 3 zien dat de mogelijkheden voor uitbreiding van de infrastructuurnetwerken ‘naar buiten’ en ‘naar binnen’ (vgl. figuur 1) nog niet ingevuld zijn. Het verdient de aanbeveling ook dat te doen aan de hand van een aantal cases zoals bijvoorbeeld de aanleg van de Tweede Maasvlakte (als voorbeeld van een uitbreidingslocaties) respectievelijk de herstructurering van het Waalhavengebied (als voorbeeld van een inbreidingslocatie).

Referenties

- [1] Tijdelijke Commissie Infrastructuurprojecten (2004). *Onderzoek naar infrastructuurprojecten*
- [2] Schoemaker, Th.J.H. (2002). *Samenhang in vervoer- en verkeerssystemen*
- [3] Waterschap Hollandse Delta (2003). *Situatielegger Vondelingenweg*
- [4] Havenbedrijf Rotterdam (nb). *Knelpuntenanalyse Leidingen*
- [5] Gemeente Rotterdam (2004). *Havenplan 2020: Ruimte voor kwaliteit*
- [6] Stadsregio Rotterdam (2003). *Regionaal Verkeers- en Vervoersplan*