

Luchthaven naar Zee, Schetsontwerpen

16 december 1999

Luchthaven naar Zee, Schetsontwerpen

16 december 1999

Opgesteld door Arcadis Bouw/Infra en Raadgevend Ingenieursbureau
Lievense in opdracht van Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, directie
Bouwdienst

Toelichting van de opdrachtgever

Door de Bouwdienst RWS is, in het kader van het onderzoeksprogramma 'Ontwikkeling Nationale Luchthaven' (ONL), namens de Rijksluchtvaartdienst, een studie uitbesteed voor een update van het Bouwdienst-rapport 'TNLI – Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten' d.d. 25 september 1998. Hierin dienden de veranderende eisen en inzichten ten opzichte van het voorgaande jaar duidelijk naar voren te komen. De uitwerking van kosten viel niet binnen de opdracht.

De studie die in 1999 door Arcadis Bouw/Infra i.s.m. Raadgevend Bureau Lieveense is uitgevoerd viel onder de lastigste binnen het ONL-programma. Door de doelstelling er een geïntegreerd rapport van te maken, waarin zoveel mogelijk verschillende aspecten van het ontwerp van het eiland en verbinding zijn verwerkt, was erg veel afstemming met andere studies noodzakelijk. Door verschillende oorzaken heeft afstemming op bepaalde, belangrijke deelaspecten (bijv. piekcurrenten, eilandvorm/-oppervlakte) pas in een laat stadium plaatsgevonden. Dit is één van de redenen die tot gevolg hebben gehad dat het rapport op verschillende punten nogal onevenwichtig is en op een aantal onderdelen niet de laatste inzichten weergeeft.

De resultaten dienen daarom uiterst voorzichtig te worden gebruikt. Het verdient sterk de aanbeveling om resultaten te verifiëren met overige ONL-rapporten uit 1999 en de beschreven oplossingen en conclusies niet zonder meer over te nemen.

De opstellers van het rapport geven in een opmerking vooraf weer wat de consequenties van een aantal gewijzigde uitgangspunten kunnen zijn. Het is belangrijk om zich bij de bestudering van het rapport te realiseren dat deze consequenties in de rest van het rapport en de conclusies niet zijn verwerkt!

Het rapport geeft op veel punten de mening weer van de onderzoekers. Deze is niet altijd dezelfde als die van de opdrachtgever.

Op een aantal punten worden resultaten van andere studies weergegeven zonder enig waardeoordeel zodat niet duidelijk wordt wat bijvoorbeeld de (on)mogelijkheden zijn van een drijvend eiland.

Alleen relevante resultaten van de rapportage, die breder worden gedragen, hebben als achtergrond gediend voor het kabinetsbesluit van eind 1999. Zo heeft de rapportage er mede toe bijgedragen dat er naast een eiland van 8000 ha een kleinere variant is geïntroduceerd. Ook wordt in het rapport een mogelijk probleempunt in de vorm van inpassing van knooppunten aangegeven. Het resultaat hiervan is dat de knooppunten problematiek in (eventuele) verdere studie een grotere nadruk zal krijgen.

In de laatste bijlage (M) van het rapport is een samenstelling opgenomen van de toetsing van het Arcadis/Lieveense-rapport door Witteveen+Bos en overig ontvangen commentaar. Er is voor gekozen dit bij te voegen omdat dit een redelijk totaalbeeld geeft van de probleempunten die het Arcadis/Lieveense-rapport betreffen. Het is ook een overzicht van punten die nog onderwerp van discussie kunnen vormen en dus met terughoudendheid moeten worden gebruikt.

De bijgevoegde toetsing is een globale weergave van een uitgebreidere toetsing. Aangeraden wordt bij gebruik van gegevens uit het Arcadis/Lieveense-rapport tevens de onderliggende, uitgebreide toetsing te bestuderen.

Opmerking vooraf

In 1999 zijn in beperkte tijd een groot aantal studies uitgevoerd naar de haalbaarheid van een eiland in Zee. Omdat de studies gelijktijdig zijn uitgevoerd, heeft veel afstemming plaatsgevonden om zodoende te kunnen beschikken over de juiste uitganggegevens.

Na indiening van de conceptrapportage is gebleken dat de uitganggegevens betreffende de piekurostromen, die door de sector via de Bouwdienst ter beschikking zijn gesteld, ingrijpend zijn gewijzigd. De oorspronkelijk gehanteerde piekurostromen zijn daarbij bijna gehalveerd. Ook is gebleken dat het luchthaven ontwerp is gewijzigd van 8000 ha naar 4000 ha bij gelijkblijvende luchthavencapaciteit. Het mag duidelijk zijn dat deze nieuwe uitgangspunten moeten leiden tot een bijstelling van de conclusies in dit rapport.

Derhalve wordt de lezer aandacht gevraagd voor de consequenties van deze constatering. In hoofdlijnen moet rekening worden gehouden met de volgende consequenties:

- de benodigde weg- en spoorcapaciteit naar het eiland neemt af met ca. 40%, gevolg is dat in veel gevallen kan worden volstaan met 3 sporen en 2x3 rijstroken bij een modal split van 40% auto en 60% treinverkeer.
- de integratie van de verbinding op het nationale net is makkelijker te realiseren;
- de invloed van de luchtvaart gerelateerde stromen op het achterland is minder groot;
- een wegverbinding is beter te realiseren. Vrijwel alle automobilisten kunnen naar het eiland worden gehaald, waardoor de parkeerbehoefte bij knooppunten afneemt. De knooppunten zijn hierdoor beter inpasbaar.
- het eiland kan in kortere tijd worden gerealiseerd.

Op basis van deze nieuwe piekurostromen voldoet een wegverbinding van 2 x 3 rijstroken met een spoorverbinding bestaande uit drie sporen in alle in dit rapport opgenomen scenario's. Flankerend beleid om een verschuiving te bewerkstelligen van weg naar spoor is, vanuit capaciteitsoogpunt en gegeven de nieuwe piekurocijfers, geen noodzaak.

Het integreren van de verbinding op het achterland en de mogelijkheden om verschillende railgebonden modaliteiten over dezelfde infrastructuur te integreren blijft ook onder de genoemde uitgangspunten een belangrijk aandachtspunt.

Samenvatting

In opdracht van Bouwdienst Rijkswaterstaat, afdeling Natte Waterbouw, is door ARCADIS en Lievense Raadgevende Ingenieurs onderzoek gedaan naar de civiel-technische aspecten van een luchthaven op een eiland in Zee. Belangrijke aandachtspunten in deze studie zijn de civiel technische haalbaarheid van zowel eiland als verbinding, alsmede het bijbehorende tijdstraject om een dergelijk project te realiseren.

De uitvoering van met name de verbinding naar het eiland is in sterke mate afhankelijk van het logistiek concept, de toegepaste modaliteiten en de wijze waarop de verbinding aan het achterland wordt verknoopt. Deze aspecten zijn bepalend voor de hoeveelheid en afmetingen van sporen en rijstroken, zodat hiermee ook de haalbaarheid van de civiele werken in tijd en geld wordt beïnvloed. In dit kader is er voor gekozen om het rapport integraal op te bouwen, waarbij de aspecten civiele techniek, techniek van modaliteiten, logistiek en knooppuntentheorie in voldoende mate aan de orde komen.

Eiland

Voor de landaanwinning zijn er verschillende mogelijkheden, zoals traditioneel opspuiten, een eiland op palen, een drijvend eiland en een polder-eiland. De voorkeur gaat uit naar een zandeiland. Een zandeiland biedt goede faserings- en uitbreidingsmogelijkheden en leent zich voor meervoudig en efficiënt ruimtegebruik. Innovatieve vormen voor de landaanwinning, zoals het eiland op palen, het drijvende eiland en het poldermodel, zijn beduidend duurdere alternatieven.

Voor de zeekeringen is een onderlinge vergelijking gemaakt voor een aantal verschillende oplossingen, zoals de traditionele zeekering en meer innovatieve oplossingen als de getrapte golfbreker, de caisson golfbreker, de voorlandoplossing en het hangend strand. De uitvoeringswijze van de zeekering blijkt slechts een kleine invloed te hebben op de totale kostprijs van het eiland. De keuze voor een bepaald type zeekering is hierdoor met name afhankelijk van aspecten als materiaalverbruik, uitvoerbaarheid, vogelproblematiek, salt-spray, etc. Geschikte zeekeringen zijn de traditionele zeekering, de getrapte golfbreker en het hangend strand. Het ontwerp van de innovatieve zeekeringen verdient echter wel nader onderzoek, daar het ontwerp teveel afwijkt van de traditionele ontwerpen.

Civiel Technisch is het eiland goed haalbaar. De bouwtijd van het eiland van circa 8000 ha wordt ingeschat op ruim 9 jaar. Gezien de lange periode waarin er beslag wordt gelegd op een groot deel van het bestaande bagger- en kust en oeverpotentieel, lijkt een eiland, in eerste aanleg, van 8.000 ha niet realistisch. Indien de oppervlakte in de eerste fase beperkt kan blijven tot 4000 ha, is het mogelijk de bouw van het eiland te realiseren in circa 7 jaar. Door de bouw van het werkeiland voor te trekken (en dus te bouwen terwijl de procedures nog lopen), is het mogelijk de realisatietijd nog een jaar terug te brengen. Voor het eiland van 4000 ha bedraagt de realisatietijd dan 6 jaar. Verder onderzoek is noodzakelijk om te controleren of een eiland van 4000 ha bij de gegeven capaciteiten kan worden gerealiseerd.

Verbinding

Vanuit de verbinding is er de keuze voor bruggen, boortunnels en zinktunnels. Dammen worden niet gezien als mogelijkheid in verband met de enorme morfologische impact.

Voor de railgebonden modaliteiten is een tunnel een goed alternatief. Uit het oogpunt van bewezen techniek, veiligheid en bouwlogistiek, is de zinktunnel de

beste tunnelvariant voor de zeepassage. Modaliteiten met een snelheid meer dan 160 km/h zijn onder de gegeven randvoorwaarden niet noodzakelijk. Tunnels kunnen hierdoor relatief klein worden uitgevoerd, aangezien de drukgolvenproblematiek alleen bij hogere snelheden speelt.

Voor het wegverkeer is de tunnel een moeilijk haalbare oplossing, daar er ventilatieproblemen ontstaan in verband met de uitlaatgassen. De lengte van de tunnel is hierdoor begrenst tot ca. 10 km. Alhoewel er technische mogelijkheden zijn om deze afstand te verlengen, zal dit gepaard gaan met kostbare techniek en/of ventilatieschachten. De toepassing van ventilatieschachten zal leiden tot extra tusseneilanden. In dit kader zal bij toepassing van een wegverbinding een brug de meest geëigende oplossing zijn.

De verbinding zal in principe worden uitgevoerd als gecombineerde weg/spoor verbinding. Een enkele spoorverbinding wordt in verband met de afhandeling van vracht op de luchthaven niet wenselijk geacht. Ook voor de gecombineerde trein/wegverbinding verdient een brug de voorkeur voor de zeepassage.

De duinpassage moet worden gezien als afzonderlijk gedeelte. Om de impact op het kwetsbare gebied te beperken wordt er vooralsnog vanuit gegaan dat hier een boortunnel wordt toegepast. De maatschappelijke weerstand tegen een zinktunnel en een 'cut en cover' tunnel door de duinen wordt op dit moment te hoog verondersteld. Voor de kust zal dan een tusseneiland worden voorzien, waar de boortunnel kan aansluiten op de brug voor de zeepassage. Wel moet worden opgemerkt dat ook de boortechniek niet probleemloos is, waardoor een eventuele brugverbinding over de duinen niet automatisch uit beeld verdwijnt.

De bouwtijd voor de verbinding bij een eiland op 12 mijl uit de kust bedraagt 8 tot 9 jaar. Indien een brugverbinding wordt toegepast, is het mogelijk om met een groter aantal bouwstromen te werken, waardoor de bouwtijd afneemt. Bij tunnelvarianten is deze flexibiliteit in mindere mate aanwezig. Bij het toepassen van een eiland van 4000 ha (bouwtijd 7 jaar) is de toepassing van een brug of brugtunnel een voorwaarde om de planning van eiland en verbinding op elkaar te laten aansluiten.

De bouwplanning wordt overigens in grote mate beïnvloed door de lengte van de verbinding. Naarmate de lengte toeneemt zal ook de bouwtijd toenemen. Bouwtijdverkorting is mogelijk door het eiland dichter op de kust te plaatsen.

Overige aandachtspunten

Naast verbinding en eiland zijn in het rapport ook de knooppunten, de modaliteiten en het logistiek concept onderzocht. In dit kader zijn een aantal knelpunten gevonden, namelijk:

- integratie van de verbinding op het nationale spoorwegennet;
- capaciteit wegennet;
- inpasbaarheid knooppunten;
- stationslogistiek.

Integratie nationale spoorwegennet

De volledige integratie van het luchthaven transportsysteem op de nationale railinfrastructuur wordt om verschillende redenen moeilijk haalbaar geacht. Dit heeft onder andere te maken met de beperkte capaciteit van het nationale railnet, de onbetrouwbaarheid van de dienstregelingen, en de afnemende bezettingsgraad van de treinen bij het aanbieden van verschillende diensten/bestemmingen. Uitgebreid onderzoek op dit punt verdient aanbeveling.

Capaciteit wegennet

De wegverbinding heeft ten opzichte van een railverbinding een zeer beperkte capaciteit. Wanneer het huidige aandeel automobilisten ook in de toekomst van toepassing blijft, zijn ongeveer 2 x 6 rijstroken naar het eiland noodzakelijk (bij

multifunctioneel eiland, 120 MAP). De realisatie van een groot aantal rijstroken heeft consequenties voor de kostprijs van de verbinding, maar kan ook tot problemen leiden met de achterland verbindingen. Wanneer ook de verwachte groei van het reguliere verkeer wordt meebeschoofd, is duidelijk dat er een verschuiving moet plaatsvinden van auto naar openbaar vervoer. In dit kader is gekozen voor een verbinding bestaande uit 2 x 3 wegstroken, ongeacht de grootte en uitvoering van de luchthaven. Sterk flankerend beleid en vervoersmanagement is een voorwaarde om de noodzakelijke verschuiving te realiseren van auto naar spoor.

Inpasbaarheid knooppunten

De inpasbaarheid van de knooppunten in het achterland blijkt niet eenvoudig. Ook indien er een wegverbinding naar het eiland wordt voorzien, zal toch een groot aandeel van de automobilisten een overstap maken op deze knooppunten. Door deze parkeerbehoefte beslaan deze knooppunten een grote oppervlakte, welke moeilijk inpasbaar blijken. De inpasbaarheid kan worden verbeterd door meervoudig ruimtegebruik (parkeergarages) en het zoveel mogelijk spreiden van de stromen. In dit kader wordt gedacht aan twee hoofdtransferia in Amsterdam (Schiphol) en Rotterdam (op de plaats van Zestienhoven) en tweede-lijns transferia aan de randstadpoorten.

Stationslogistiek

De stationslogistiek is relatief complex. Bij de toepassing van een enkele modaliteit vertrekken de treinen met een interval tussen de 70 en 90 seconden, terwijl het vier minuten duurt om een trein te laden/lossen. Dit betekent dat er een aantal perrons gelijktijdig in bedrijf zijn, waarbij het voor de passagier niet duidelijk is welk perron het meest geschikt is. De perrons zijn fysiek gescheiden, waardoor er een intelligent routing systeem aanwezig moet zijn om de passagiers naar het juiste perron te leiden. Een dergelijk routing systeem is complex en daarmee foutgevoelig. Door meerdere modaliteiten en diensten aan te bieden, zal de stationslogistiek voor personen worden verbeterd door een betere spreiding van personen over de verschillende perrons. Het aantal benodigde perrons zal ten gevolge van de extra mogelijkheden echter toenemen, waardoor de verknoping van de perrons naar het hoofdtraject steeds complexer wordt. Dit aspect vraagt dan ook aanvullend onderzoek in het verdere studietraject.

Conclusie

In dit rapport is geconcludeerd dat de realisatie van eiland en verbinding vanuit de civiele techniek haalbaar is. De bouwtijd voor een eiland van 8000 ha bedraagt onder de gegeven randvoorwaarden minimaal 9 jaar en overschrijdt daarmee de gewenste termijn van 5 jaar aanzienlijk. De bouwtijd van 9 jaar geldt voor alle door de bouwdienst gedefinieerde varianten. Het eiland van 8000 ha lijkt hiermee niet realistisch en er bestaat derhalve een sterke voorkeur uit naar een gereduceerd eiland van circa 4000 ha.

Vanuit het oogpunt van luchthavenkwaliteit, stationslogistiek en vrachtafhandeling wordt een luchthaven in Zee met de bestaande terminalfaciliteiten op het bestaande Schiphol (alternatief 'Banen naar Zee') sterk ontraden. De alternatieven 'Luchthaven naar Zee' en 'Multifunctioneel eiland' hebben de voorkeur.

Inhoudsopgave

1. Algemeen	17
1.1. Inleiding	17
1.2. Doel van de studieopdracht	17
1.3. Leeswijzer	17
2. Logistieke concepten	19
2.1. Inleiding	19
2.2. Alternatieven	19
2.2.1. Monofunctioneel eiland, banen naar zee	19
2.2.2. Monofunctioneel eiland, luchthaven naar zee	21
2.2.3. Multifunctioneel eiland	21
2.3. Capaciteitsbehoefte	22
3. Programma van Eisen	25
3.1. Inleiding	25
3.2. Ruimtelijke inpasbaarheid	25
3.3. Ontwerp van het eiland	27
3.4. Stroming en morfologie	28
3.5. Vogelproblematiek	29
3.6. Zeegebonden gebruik	29
3.7. Ruimtelijke ordening en milieu	30
3.8. Veiligheid	30
3.9. Realisatie en fasering	30
3.10. Operationele randvoorwaarden	31
4. Bouwstenen voor het eiland	32
4.1. Inleiding	32
4.2. Landaanwinning	32
4.2.1. Zandeiland	33
4.2.2. Poldermodel	33
4.2.3. Platform op palen	33
4.2.4. Drijvend eiland	34
4.2.5. Samenvatting landaanwinningstechnieken	34
4.3. Zeewering	34
4.3.1. Zeeweringen aan de zeezijde - Traditionele zeewering	37
4.3.2. Zeeweringen aan de zeezijde - Getrapte golfbreker	37
4.3.3. Zeeweringen aan de zeezijde - Caisson-golfbreker	37
4.3.4. Zeeweringen aan de zeezijde - Voorland oplossing	37
4.3.5. Zeeweringen aan de zeezijde - 'Hangend' strand	38
4.3.6. Zeewering aan de landzijde van het eiland	38
4.3.7. Samenvatting zeeweringen	38
4.3.8. Meervoudig ruimtegebruik	40
5. Bouwstenen voor modaliteiten	41
5.1. Modaliteiten	41
5.1.1. Scheepsvervoer	42
5.1.2. Wegvervoer	42
5.1.3. Railvervoer	42
5.2. Samenvatting van de modaliteiten	42
5.3. Alternatieven en capaciteitsbehoefte	42
5.3.1. Capaciteitsbehoefte per alternatief	43
5.3.2. Integratie op bestaande infrastructuur	48
5.3.3. Combinaties van railgebonden modaliteiten	51
5.3.4. Combinatie van railgebonden modaliteiten en weg	52
5.4. Samenvatting	53

6. Bouwstenen voor de verbinding	55
6.1. Afzinktechnieken	55
6.2. Boortechnieken	55
6.3. Bruggen	56
6.4. Dammen	56
6.5. Samenvatting verbinding	56
6.6. Combinatievarianten	56
7. Bouwstenen voor de knooppunten	59
7.1. Van alternatief naar transfergedachte	60
7.1.1. Algemeen	60
7.1.2. Verbindingen van verschillende schaalniveaus	60
7.1.3. Theoretisch kader	61
7.1.4. Transfers vinden plaats op knooppunten	62
7.2. Van transfergedachte naar vervoersconcept	62
7.2.1. Algemeen	62
7.2.2. Ringenconcept	63
7.2.3. Alternatieven en vervoersconcepten	64
7.3. Vervoersconcept 1: gebaseerd op alternatief 'Banen naar Zee'	65
7.3.1. Overwegingen en uitgangspunten	65
7.3.2. Beschrijving vervoersconcept	66
7.4. Vervoersconcepten 2, 3 en 4: alternatief 'Luchthaven naar zee'	66
7.4.1. Overwegingen en uitgangspunten	66
7.4.2. Beschrijving vervoersconcepten	67
7.5. Vervoersconcept 5 en 6: alternatief 'Multifunctioneel eiland'	68
7.5.1. Overwegingen en uitgangspunten	68
7.5.2. Beschrijving vervoersconcepten	68
7.6. Van vervoersconcepten naar de knooppunten	69
7.6.1. Landzijdige aanpassingen infrastructuur per vervoersconcept	69
7.6.2. Welk type knooppunten ontstaan per vervoersconcept	70
7.6.3. Functionele ruimtebehoefte	70
7.7. Ruimtelijke en milieutechnische inpasbaarheid	72
7.8. Functionele consequenties op de knooppunten	76
8. Integratie tot concepten	77
8.1. Inleiding	77
8.2. Monofunctioneel eiland, banen naar zee	77
8.2.1. Logistiek concept	77
8.2.2. Modaliteiten	79
8.2.3. Ontwerp van de verbinding	80
8.2.4. Ontwerp van de knooppunten	80
8.2.5. Ontwerp van het eiland	81
8.2.6. Gevoeligheid	81
8.2.7. Aandachtspunten	81
8.3. Monofunctioneel eiland, luchthaven naar zee	82
8.3.1. Logistiek concept	82
8.3.2. Modaliteiten	84
8.3.3. Ontwerp van de verbinding	85
8.3.4. Ontwerp van de knooppunten	85
8.3.5. Ontwerp van het eiland	86
8.3.6. Gevoeligheid	86
8.3.7. Aandachtspunten	86
8.4. Multifunctioneel eiland	86
8.4.1. Logistiek concept	86
8.4.2. Modaliteiten	87
8.4.3. Uitvoering van de verbinding	89
8.4.4. Uitvoering van de knooppunten	89
8.4.5. Uitvoering van het eiland	89
8.4.6. Gevoeligheid	89
8.4.7. Aandachtspunten	90
8.5. Samenvatting integrale concepten	90

9. Realisatie en uitvoering	93
9.1. Algemeen	93
9.2. Verbinding	93
9.2.1. Brug	93
9.2.2. Boortunnel	93
9.2.3. Zinktunnel	94
9.2.4. Brug-tunnelcombinaties	95
9.2.5. Planning	95
9.3. Eiland	96
9.3.1. Inventarisatie van de bouwmaterialen	96
9.3.2. Uitvoering	97
9.3.3. Werkomstandigheden	98
9.3.4. Werkhaven	98
9.3.5. Aanbrengen van breuksteen en betonelementen	99
9.3.6. Conclusie eiland	101
10. Gevoeligheden	102
10.1. Grootte van het eiland	102
10.2. Ligging van het eiland	103
10.3. Piekurostromen	104
10.4. Capaciteiten van rail en weg	104
11. Conclusies en aanbevelingen	107
11.1. Conclusies	107
11.2. Aanbevelingen	109
Bijlage A Piekurostromen	113
Bijlage B : Figuren Zeegebonden gebruik	127
Bijlage C: Tekeningen eiland en zeewering	135
Bijlage D: Beoordeling landaanwinningen	145
Bijlage E Beoordeling zeeweringen	157
Bijlage F Vergelijkende kostenramingen eiland met zeeweringen	167
Bijlage G Beoordeling modaliteiten	169
Bijlage H Figuren behorende bij de verbinding	188
Bijlage I Beoordeling van verbindingstechnieken	196
Bijlage J Tekeningen behorende bij knooppunten	207
Bijlage K Voorkeursvarianten Alternatieven	215
Bijlage L Planningsoverzichten verbinding en eiland	219
Bijlage M Toetsing op hoofdlijnen Witteveen+Bos en commentaar Bouwdienst	225
Geraadpleegde literatuur	235

Algemeen

Inleiding

In december 1998 heeft het kabinet in zijn Strategische Beleidskeuze Toekomst Luchtvaart (SBTL) de beslissing genomen de luchtvaart de ruimte te geven voor een beheerste groei op één locatie. Voorwaarde voor deze groei is een evenwichtige balans tussen economie, milieu en ruimtebeslag. De Directie Ontwikkeling Nationale Luchthaven is belast met de voorbereidende studies voor de uiteindelijke besluitvorming. Binnen het ONL zijn zowel de luchtvaartsector als de overheid actief.

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat - Bouwdienst heeft ARCADIS/Lievense namens de Directie Ontwikkeling Nationale Luchthaven opdracht verleend voor het actualiseren van de rapportage 'Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten' van het TNLI d.d. 25 september 1998.

Doel van de studieopdracht

In de voorgaande studie 'Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten' is onderzoek gedaan naar de mogelijkheid van een 'satelliet' luchthaven of 'overloop' luchthaven op de Maasvlakte, in Flevoland of op een nieuw te bouwen eiland in de Noordzee. Hierbij zou de nieuwe locatie functioneren naast het bestaande Schiphol. Ten gevolge van de beslissingen die zijn genomen in de Strategische Beleidskeuze Toekomst Luchtvaart (SBTL), zijn satellietluchthavens niet meer aan de orde. Het kabinet gaat ervan uit dat de luchthaven moet worden geacommodeerd op één locatie. Ten gevolge van de gewijzigde uitgangspunten is de oorspronkelijke rapportage niet meer actueel en dient deze te worden aangepast.

ARCADIS/Lievense heeft op basis van de oorspronkelijke rapportage geconstateerd dat de aspecten civiele techniek (bouw eiland en tunnel), de uitvoering van de verbinding en het logistiek concept niet los van elkaar kunnen worden beschouwd. Om deze reden zullen deze aspecten in de geactualiseerde rapportage worden meegenomen. Hierdoor ontstaat een geïntegreerd beeld van de effecten van mogelijke keuzes die in het besluitvormingstraject kunnen worden gemaakt.

In het rapport worden de effecten van verschillende gedefinieerde alternatieven onderzocht en kwalitatief beoordeeld. De weging van de verschillende effecten wordt echter overgelaten aan de politiek. Hiertoe zal eerst een integratie plaatsvinden met de resultaten uit andere deelstudies op het gebied van economie, verkeer en vervoer, luchtruimte, luchtvaarteconomie, processen en procedures, milieu, natuur en landschap, vogelproblematiek en morfologie. Wel zal in dit rapport een indicatie worden gegeven van de oplossingsrichtingen die vanuit Civiel Technisch oogpunt de voorkeur verdienen.

Leeswijzer

Het rapport is gefaseerd opgebouwd. De stappen zijn als volgt gedefinieerd:

Stap 1: Inventarisatie

Deze fase bestaat uit twee delen, namelijk een inventarisatie van logistieke concepten en een inventarisatie van omgevingscondities. De logistieke concepten omvatten de huidige ideeën omtrent de uitvoering en invulling van het eiland en de verbinding. Tevens zal informatie worden verzameld omtrent de vervoersstromen en de ruimtebehoefte, die mede afhankelijk zijn van het logistiek concept. De logistieke concepten zijn opgenomen in hoofdstuk 2. Relevante uitgangsgesgevens, randvoorwaarden, conclusies en aanbevelingen vanuit eerder uitgevoerde studies zijn geïventariseerd en samengevat in hoofdstuk 3.

Stap 2: Bouwstenenstudies

Bij de bouwstenenstudies worden eiland en verbinding opgesplitst in logische elementen, zoals landaanwinning, zeewering, tunnel, brug, etc. Voor deze elementen zullen de verschillende uitvoeringsmogelijkheden worden onderzocht, waarbij de eigenschappen en de specifieke voor- en nadelen duidelijk zullen worden opgesomd. Door de benadering vanuit bouwstenen ontstaat een goed inzicht in de mogelijkheden (en onmogelijkheden) om eiland en verbinding op te bouwen. De bouwstenenstudies zijn ondergebracht in hoofdstuk 4 (bouwstenen voor het eiland), hoofdstuk 5 (bouwstenen voor de modaliteiten), hoofdstuk 6 (bouwstenen voor de verbinding) en hoofdstuk 7 (bouwstenen voor de knooppunten).

Stap 3: Integratie tot systeemconcepten

Met behulp van de bouwstenen kunnen binnen de gedefinieerde alternatieven één of meer systeemconcepten worden ontwikkeld. Alhoewel het niet de bedoeling is bepaalde keuzes te maken, is deze stap noodzakelijk om toch een integraal beeld te kunnen vormen met betrekking tot de technische en financiële haalbaarheid, de faseerbaarheid en de operationele haalbaarheid. De integratie tot systeemconcepten, alsmede de onderbouwing voor de gekozen systeemconcepten, is ondergebracht in hoofdstuk 8.

Stap 4: Realisatie en uitvoering

De bouwstenen geven inzicht in de technische mogelijkheden. De realisatie en fasering van het eiland is echter van even groot belang, daar de bouwtijd van het eiland tot een minimum moet worden teruggebracht (ca. 5 jaar). In hoofdstuk 9 zal met name worden ingegaan op de technische aspecten die aan de orde komen bij de bouw van het eiland. Niet technische aspecten, zoals bijvoorbeeld de invloed van vergunningstrajecten, procedures, etc., vallen buiten het kader van deze studieopdracht.

Stap 5: Gevoeligheidsanalyse

Het rapport geeft geen eindbeelden. Afwijkingen ten opzichte van de systeemconcepten zijn zeer waarschijnlijk. In dit kader zullen de belangrijkste gevoeligheden in planning en kosten worden aangegeven, zodat er een inzicht kan worden opgebouwd in de range van kosten en bouwtijd voor de realisatie van het eiland.

De kostenbegrotingen voor eiland en verbinding zullen aan de hand van deze rapportage door de Bouwdienst worden uitgevoerd.

De belangrijkste conclusies en aanbevelingen uit dit rapport zijn tenslotte ondergebracht in hoofdstuk 11.

Logistieke concepten

Inleiding

In dit hoofdstuk worden drie, door de Bouwdienst gedefinieerde, alternatieven opgesomd, welke op dit moment in onderzoek zijn bij de verschillende werkgroepen. De alternatieven hebben een sterke invloed op de logistieke mogelijkheden voor het afhandelen van de verschillende transportstromen. Voor ieder alternatief zullen de vervoersstromen, de ruimtebehoefte en de logistieke consequenties worden vastgesteld.

Paragraaf 2.2. beschrijft de drie gedefinieerde alternatieven. In paragraaf 2.3. worden voor de verschillende alternatieven de maatgevende piekurostromen opgesomd.

Alternatieven

Het kabinet heeft Schiphol de ruimte gegeven om te groeien op één locatie. Deze locatie heeft betrekking op de huidige locatie van Schiphol of het nieuw te bouwen Noordzee-eiland. Deze rapportage heeft alleen betrekking op het Noordzee-eiland, groei op de huidige locatie wordt niet beschouwd.

Voor een luchthaven in de Noordzee zijn door de bouwdienst drie alternatieven gedefinieerd. Deze alternatieven zullen als basis worden genomen voor de verdere uitwerking van deze studieopdracht. De gedefinieerde alternatieven zijn:

- een monofunctioneel eiland, banen naar zee
- een monofunctioneel eiland, luchthaven naar zee
- een multifunctioneel eiland

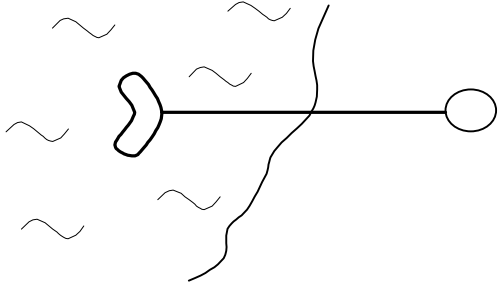
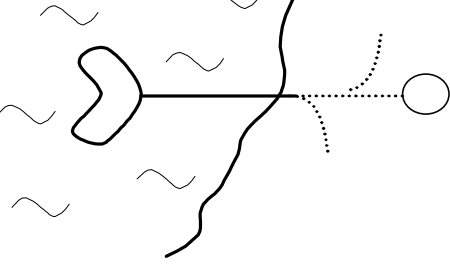
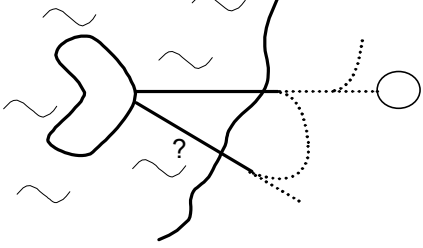
De sector heeft onderzoek gedaan naar de meest optimale lay-out van de luchthaven rekening houdende met de bekende randvoorwaarden. Aangezien uitgebreid onderzoek heeft plaatsgevonden, wordt de inrichting van het eiland niet ter discussie gesteld.

De drie alternatieven zijn met hun belangrijkste kenmerken weergegeven in tabel 2.1. en zullen in het volgende verder worden besproken.

Monofunctioneel eiland, banen naar zee

Bij het alternatief 'Banen naar Zee' blijven alle landzijdige delen van de luchthaven gehandhaafd op de huidige locatie. De luchtzijdige delen van de luchthaven, waaronder bijvoorbeeld de pieren en het banenstelsel, worden geplaatst op het Noordzee-eiland. Omdat er een aantal functies achterblijven op het bestaande Schiphol, is de ruimtebehoefte op het eiland minimaal.

Tabel 2.1: Gedefinieerde alternatieven

Monofunctioneel eiland, banen naar zee	Monofunctioneel eiland, luchthaven naar zee	Multifunctioneel eiland
		
<p>Eigenschappen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schiphol als centrale locatie voor check-in, duty-free winkels en ontvangst van vracht • verbinding bij voorkeur beveiligd uitvoeren in verband met luchtzijdige ligging. Een tussenstation is mogelijk. • de verbinding is onderdeel van de luchthaven, de snelheid van de verbinding is in dit kader van relatief groot van belang. 	<p>Eigenschappen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eiland is een zelfstandige luchthaven, bedrijvigheid blijft, zeker in de beginfase, geconcentreerd nabij het huidige Schiphol • verbinding mag 'open' worden uitgevoerd in verband met landzijdige ligging. Het eiland indirect ontsluiten via Schiphol of direct via bestaande infrastructuur. • de verbinding is geen onderdeel van de luchthaven, hierdoor zijn de eisen aan de snelheid van de verbinding minder hoog. 	<p>Eigenschappen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eiland is een zelfstandige luchthaven, inclusief andere bedrijvigheid, zoals districentres, hotels, uitgaanscentra, etc. • verbinding(en) mogen 'open' worden uitgevoerd in verband met landzijdige ligging. Het eiland indirect ontsluiten via Schiphol of direct via bestaande infrastructuur. • de verbinding is geen onderdeel van de luchthaven, hierdoor zijn de eisen aan de snelheid van de verbinding minder hoog.
<p>Ruimtebehoefte van het eiland:</p> <p>Bij een luchthaven van 80 MAP - 120 MAP Totaal 7860 ha</p> <p>Bij een luchthaven van 110 MAP - 160 MAP Totaal 9700 ha</p>	<p>Ruimtebehoefte van het eiland:</p> <p>Bij een luchthaven van 80 MAP - 120 MAP Totaal 7860 ha</p> <p>Bij een luchthaven van 110 MAP - 160 MAP Totaal 9700 ha</p>	<p>Ruimtebehoefte van het eiland:</p> <p>Bij een luchthaven van 80 MAP - 120 MAP Totaal 7860 ha +</p> <p>Bij een luchthaven van 110 MAP - 160 MAP Totaal 9700 ha +</p>

[Bron: Alternatieven : Deze zijn gebaseerd op de MER Startnotitie, de ruimtebehoefte is gebaseerd op de tekeningen van de sector uit juli 1999]

In tegenstelling tot het oorspronkelijke alternatief van de Bouwdienst, is ervan uitgegaan dat de vrachtgebouwen zich op het eiland bevinden. Op Schiphol wordt alleen de goederenontvangst/verzending voorzien. Deze aanpak hangt samen met de afhandeling van transfervracht. Het is immers ongewenst om transfervracht eerst naar Schiphol te vervoeren om deze vervolgens weer terug naar het eiland te transporteren. Een dergelijke strategie is onlogisch, belast de verbinding teveel en reduceert het kwaliteitsniveau van de vrachtafhandeling.

Het alternatief 'Banen naar Zee' wordt gekenmerkt door een afhandeling op meerdere locaties, namelijk Schiphol (en een eventueel tussenknooppunt) en het eiland. De verbinding vormt hiermee een belangrijk onderdeel van de luchthaven en heeft hiermee een behoorlijke impact op de logistieke afhandeling van passagier- en vrachtstromen.

Monofunctioneel eiland, luchthaven naar zee

Het alternatief 'Luchthaven naar Zee' is gebaseerd op een volledige verplaatsing van de luchthaven naar zee. De uitplaatsing betreft niet alleen de banen en de terminal, maar ook alle ondersteunende faciliteiten, zoals ontvangst- en vertrekhal, vrachtgebouwen, etc.

De ondersteunende bedrijvigheid, zoals de districtegebouwen en andere luchthaven gerelateerde bedrijvigheid, zullen in de beginfase op het bestaande Schiphol gehandhaafd blijven. Dit betekent dat het bestaande Schiphol een goede aansluiting moet krijgen met het eiland. Bij het introduceren van nieuwe knooppunten moet er terdege rekening mee worden gehouden dat deze knooppunten nieuwe en bestaande bedrijvigheid zullen gaan aantrekken.

De verbinding heeft een landzijdig karakter. Hierdoor zijn de specifieke luchthaven-gerelateerde eisen, waaronder bepaalde veiligheidsaspecten, kwaliteitseisen, etc., niet meer aan de orde. Modaliteiten met een snelheden hoger dan 160 km/h zijn niet meer noodzakelijk, waardoor ook de meer gebruikelijke modaliteiten, zoals weg en conventioneel spoor, weer in beeld komen.

De ruimtebehoefte van de luchthaven neemt, deels ook afhankelijk van de uitvoering van de verbinding, licht toe ten opzichte van het alternatief 'Banen naar Zee'. De omvang van het eiland zal echter niet wijzigen. In het alternatief 'Banen naar zee' is er sprake van een grote hoeveelheid onbenutte ruimte, hetgeen zijn oorzaak vindt in de lay-out van het banenstelsel en verschillende randvoorwaarden met betrekking tot veiligheidsafstanden, morfologie en hydrauliek. Vooral nog is het waarschijnlijk dat juist deze onbenutte ruimte in het alternatief 'Luchthaven naar Zee' kan worden ingevuld, waardoor het ruimtebeslag van het eiland ongewijzigd blijft.

Het alternatief 'Luchthaven naar Zee' wordt gekenmerkt door een ongewijzigd luchthavenproces. De uitvoering van de verbinding kan echter belangrijke operationele consequenties hebben voor de afhandeling van passagiers en vracht aan de landzijde. De vracht- en passagierlogistiek is een belangrijk aandachtspunt.

Multifunctioneel eiland

Bij het 'Multifunctioneel eiland' gaat de gehele luchthaven naar zee, inclusief alle bedrijvigheid en wellicht ook inclusief andere activiteiten, zoals industrie, recreatie, uitgaanscentra, etc. De ruimtebehoefte van het eiland kan in deze situatie aanzienlijk toenemen. Uitgangspunt is dat de extra functies bijdragen aan de financierbaarheid van het eiland.

Deels zal de extra ruimtebehoefte kunnen worden opgevangen door gebruik te maken van de resterende onbenutte ruimte in het luchthavenontwerp. Verder is het mogelijk om ruimte te vinden door meervoudig gebruik van de grond. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een verdiepte ruimte tussen start-, landings- en taxibanen, ruimte die bij conventionele luchthavens ongebruikt blijft. Vooralsnog is ervan uitgegaan dat veel ruimte kan worden gevonden binnen het ontwerp van het alternatief 'Banen naar zee'. Indien noodzakelijk kan echter nog ruimte aan het eiland worden toegevoegd.

Er zijn verschillende mogelijkheden voor de uitvoering van de verbinding. Schiphol zal in beginsel een goede verbinding moeten hebben met het Noordzee-eiland, maar aangezien alle bedrijvigheid naar het eiland verplaatst, zal dit op termijn een minder belangrijk aandachtspunt zijn. Zeker gezien de hogere intensiteiten komen wellicht meerdere verbindingen, meerdere modaliteiten en meerdere aanlandingspunten in aanmerking.

Kenmerkend voor dit concept is een ongewijzigd luchthavenproces. Ervan uitgaande dat er in dit concept een wegverbinding wordt voorzien, is de afhandeling is gelijkwaardig aan de huidige situatie.

Capaciteitsbehoefte

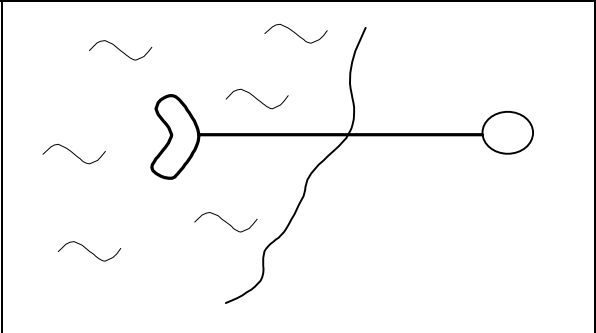
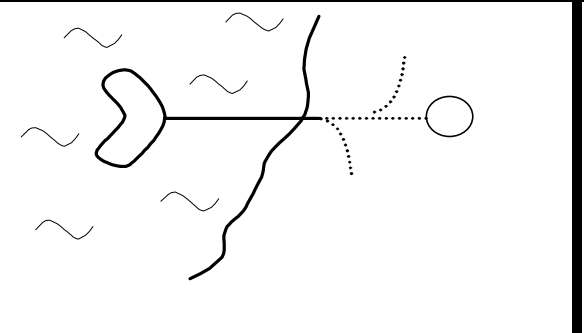
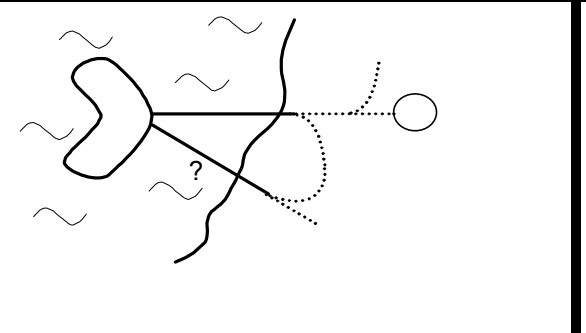
Voor de drie alternatieven zijn de piekurostromen per richting bepaald bij een luchthavencapaciteit van 80 MAP en 120 MAP. De piekurostromen zijn samengevat in tabel 2.2 en zijn gebaseerd op de berekeningen van de sector, welke zijn opgenomen in bijlage A.

De tabel geeft de maatgevende piekurostromen bij 40% originating/destinating passagiers (eerste getal) en 60% originating/destinating passagiers (tweede getal). De pieken van passagier- en vrachtstromen vallen overigens niet samen. Het vrachttransport kan tijdens de piekuren bijvoorbeeld beperkt blijven tot 'spoedjes'. Uit tabel 2.2 blijkt duidelijk dat de piekurostromen toenemen naarmate er meer functies aan de luchthaven worden toegevoegd.

De sector heeft geen piekurostromen bepaald voor het multifunctionele eiland. Conform het 'Programma van Eisen Snelle Verbinding' van AVV is de spitsuurbelasting voor de gecombineerde personenstromen met 4000 personen per uur verhoogd ten opzichte van het alternatief 'Luchthaven naar Zee'. Voor de vrachtstromen is een toename verondersteld van ca. 25% ten opzichte van het alternatief 'Luchthaven naar Zee'.

Bij de verdere uitwerking is het van belang te weten hoe de luchthavenbezoekers naar de luchthaven toe (willen) komen. Beleidsmatig wordt gestreefd dat 40% per auto en 60% per trein naar de luchthaven komt. Dit impliceert een behoorlijke verschuiving van auto naar spoor. In dit rapport wordt uitgegaan van een verhouding van 55% per auto en 45% per trein. Deze getallen zijn gebaseerd op de rapportage van *Fugro/G&P, '1 luchthaven 2 locaties'*. Op deze wijze is er enige veiligheidsmarge ingebouwd indien het beleid niet volledig tot uitvoer kan worden gebracht.

Tabel 2.2: Maatgevende piekurostromen

Monofunctioneel eiland, banen naar zee	Monofunctioneel eiland, luchthaven naar zee	Multifunctioneel eiland
		
Belangrijkste vervoerstromen <ul style="list-style-type: none"> • Passagiers en bagage (gescheiden) • Vracht • Personeel luchthaven (gedeeltelijk) 	Belangrijkste vervoerstromen <ul style="list-style-type: none"> • Passagiers met bagage, uitzwaaiers • Vracht • Personeel luchthaven 	Belangrijkste vervoerstromen <ul style="list-style-type: none"> • Passagiers met bagage, uitzwaaiers • Vracht • Personeel luchthaven en multifunctioneel eiland • Dagjesmensen, eilandbezoekers
Piekuurstromen bij 80 MAP Gecombineerde personenstromen 17500-19500 pax/h Bagage 137-206 ton/h Vracht 595 ton/h	Piekuurstromen bij 80 MAP Gecombineerde personenstromen 27000-28500 pax/h Bagage 137-206 ton/h Vracht 595 ton/h	Piekuurstromen bij 80 MAP Gecombineerde personenstromen 31000-32500 pax/h Bagage 137-206 ton/h Vracht 750 ton/h
Piekuurstromen bij 120 MAP Gecombineerde personenstromen - Bagage - Vracht -	Piekuurstromen bij 120 MAP Gecombineerde personenstromen 40500-43500 pax/h Bagage 206-309 ton/h Vracht 892 ton/h	Piekuurstromen bij 120 MAP Gecombineerde personenstromen 44500-47500 pax/h Bagage 206-309 ton/h Vracht 1150 ton/h

[Bron : sector, zie bijlage A]



Programma van Eisen

Inleiding

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten en randvoorwaarden voor de studieopdracht geïnterpreteerd.

Deze studieopdracht heeft een duidelijke samenhang met velerlei andere aspecten. Het ontwerp dient niet alleen rekening te houden met een aantal luchthaven gerelateerde eisen, maar zal ook rekening moeten houden met een aantal specifieke eisen die samenhangen met het ontwerp van het eiland. In dit kader dienen de bevindingen en aanbevelingen van andere studies maximaal in het ontwerp te worden meegenomen.

In dit hoofdstuk zullen zal worden ingegaan op de volgende aspecten:

- ruimtelijke inpasbaarheid
- ontwerp van het eiland
- stroming en morfologie
- vogelproblematiek
- zeegebonden gebruik
- ruimtelijke ordening en milieu
- veiligheid
- realisering en fasering
- operationele randvoorwaarden

Het Programma van Eisen is grotendeels gebaseerd op literatuuronderzoek.

Ruimtelijke inpasbaarheid

In deze paragraaf worden de randvoorwaarden met betrekking tot de locatie van het eiland, het tracé van de verbinding en de inpasbaarheid van het eiland in relatie tot de omgeving nader omschreven.

Zoekgebied voor het eiland

Het zoekgebied voor het eiland is gedefinieerd als het gebied van Den Haag tot aan Egmond aan Zee, van minimaal 10 tot maximaal 40 kilometer uit de kust.

Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat het eiland zover mogelijk uit de kust, maar aan de binnenzijde van de 12-mijls-zone zal worden geplaatst. Deze oplossing is vanuit verschillende invalshoeken (horizonvervuiling, juridisch, vogelproblematiek, morfologie) het meest aantrekkelijke compromis. Uiteraard is de afstand tot de kust één van de meest bepalende factoren voor het uiteindelijke kostenniveau van de luchthaven in zee.

Een van de belangrijkste aandachtspunten bij het zoeken naar een geschikte locatie is geluid. Het eiland dient dusdanig te worden gepositioneerd, dat de geluidscontouren het vaste land niet of slechts beperkt overlappen.

Zoekgebied voor het tracé van de verbinding

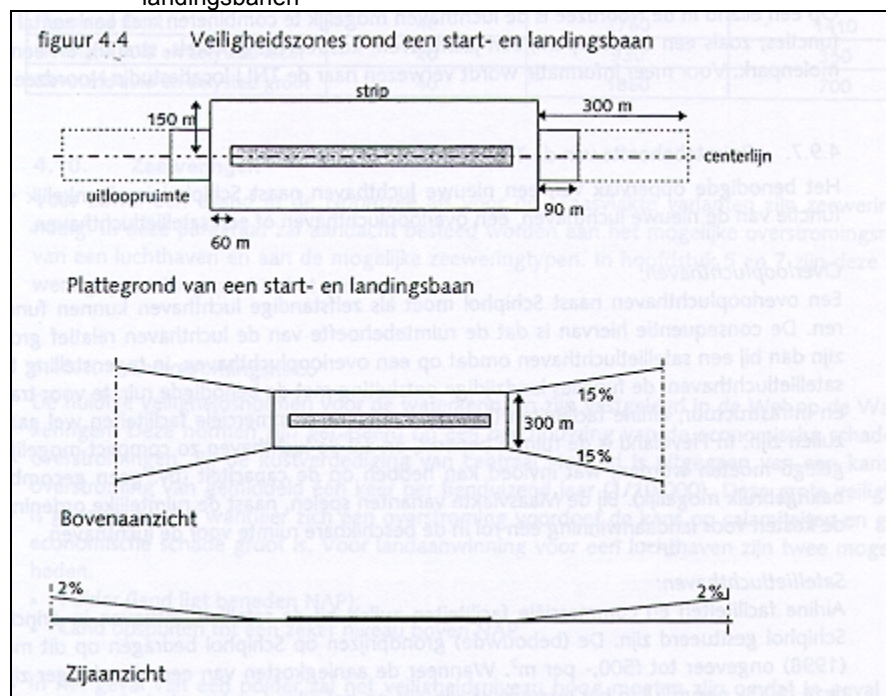
Voor de ligging van het tracé tussen Schiphol en het Noordzee eiland bestaan er twee varianten, namelijk de noordelijke variant en de zuidelijke variant. Deze twee varianten zijn voor deze studie als uitgangspunt genomen, alhoewel aanpassing ervan, indien dit om bepaalde redenen aanbeveling zou verdienen, niet uitgesloten zal worden.

Ruimtelijke inpasbaarheid in de omgeving

Bij de inpassing van start- en landingsbanen zullen zekere obstakelvrije zones moeten worden gecreëerd voor de aan- en afvliegroutes. Deze randvoorwaarden zijn vastgelegd door de ICAO (International Civil Aviation Organisation) en de RESA (Runway Extension Safety Area). Figuur 3.1. geeft een plattegrond van een landings/startbaan met de bijbehorende obstakelvrije zones. Deze zones zijn mede bepalend voor de ligging van het eiland.

In de figuur is rondom de landingsbaan de zogenaamde 'strip' weergegeven. Deze ruimte is 300 meter breed en is aan de beide kanten 60 meter langer dan de lengte van de landingsbaan. De strip dient geheel vlak te worden uitgevoerd. Vanuit de strip moet rekening worden gehouden met een stijg/daalhoek van minimaal 2 graden. Deze maat is maatgevend voor de obstakelvrije zones rondom het eiland. Met betrekking tot de inrichting van het multifunctionele gebied moet rekening worden gehouden met het feit dat er zich binnen een straal van 4 km van de luchthaven geen bebouwing hoger dan 45 meter mag bevinden.

Figuur 3.1.: Internationaal gehanteerde veiligheidszones rondom de start- en landingsbanen



Verder illustreert de figuur 90 meter extra uitloopruijnte in geval het vliegtuig doorschiet. De Rijksluchtvaartdienst (RLD) hanteert hier echter beduidend strengere normen dan de ICAO (extended RESA) en vraagt een uitloopruijnte van 900 m vanaf de baankoppen. (deze ruimte is niet in de figuur weergegeven). Ook deze ruimte dient vlak en vrij van bebouwing te worden uitgevoerd.

Tenslotte kan de ruimtelijke inpasbaarheid worden beperkt door zeegebonden activiteiten. Zie hiertoe paragraaf 3.9.

Ontwerp van het eiland

Bij het eilandontwerp dient rekening te worden gehouden met de volgende aspecten:

- golf- en stromingscondities
- saltspray
- zandwingebieden

Golf- en stromingscondities

Golfoverslag wordt slechts in beperkte mate toegestaan. Door golfoverslag kunnen de banen immers onderlopen, waardoor de bruikbaarheid van de luchthaven wordt beperkt. Alleen bij extreme weercondities, als de luchthaven vanwege de weercondities niet bruikbaar is, is enige wateroverlast aanvaardbaar. Het is wel een voorwaarde dat de banen voldoende snel waterdij kunnen worden gemaakt.

In dit rapport zijn er met betrekking tot de golf- en stromingscondities de volgende randvoorwaarden aangehouden:

- Een maximale waterhoogte van NAP + 5 m. Deze waterhoogte komt overeen met een frequentie van gemiddeld één keer per tienduizend jaar.
- Een $H_{m0} = 7.60$ m met overschrijdingsfrequentie 1:100 jaar
Een $H_{m0} = 8.50$ m met overschrijdingsfrequentie 1:1000 jaar
Een $H_{m0} = 9.10$ m met overschrijdingsfrequentie 1:10000 jaar
Uitsluitend voor de onderlinge vergelijking van de verschillende typen zeekeringen is uitgegaan van een $H_{m0} = 9.25$ m aangezien voor deze hoogte reeds een aantal uitgewerkte en deels beproefde ontwerpen aanwezig zijn.
- Een maximale golfhoogte van $H_{m0} = 2$ m uit de richtingen Zuid-Oost, Oost en Noord-Oost. Dit is een windgolf gegenereerd door een windsnelheid van 20 m/s (windkracht 8) en een strijklengte van 15 km in een waterdiepte van 20 m.
- Maximale stroomsnelheden tijdens eb en vloed van 1.5 m/s (relevant voor de oevers).
- Een maximaal toelaatbare hoeveelheid water die over de oeverbescherming mag slaan (golfoverslag) van 50 l/s/m dijk.

Nadere studie en risicoanalyse zal voor de Noordzee ontwerpgolf bij 20 meter waterdiepte wellicht uitmonden in een waarde tussen de 8,5 en 9,0 meter. In dit kader dient een optimum te worden gevonden voor de gekapitaliseerde onderhoudskosten, de primaire investeringskosten en risico's behorende bij de betreffende aannames voor overstromingsfrequentie en significante golfhoogte.

Saltspray

Een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerp van het eiland wordt gevormd door de salt-spray. Ten gevolge van brekende golven kunnen zoutconcentraties zich gaan verspreiden over het eiland. De zoutconcentraties dragen bij aan de corrosie van de vliegtuigen. De vliegtuigen moeten derhalve zo min mogelijk worden blootgesteld aan deze salt-spray. Volgens de huidige inzichten heeft de salt-spray een maximaal bereik van ca. 1 kilometer vanaf de aangevallen zeekering. [Bron: *Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten, Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998*]

Salt-spray ontstaat ten gevolge van brekende golven. Een mogelijkheid om de salt-spray te minimaliseren is het toepassen van zeer flauwe taluds. Door deze flauwe taluds zullen de golven verder uit de kust breken.

Op basis van de huidige inzichten verdient het een sterke voorkeur de terminals in ieder geval 1 km buiten de zwaarst aangevallen zijde van het eiland te plaatsen, zodat de salt-spray buiten het bereik blijft van de geparkeerde toestellen.

Zandwingebieden

Geschikte zandwingebieden, waarvan gebruik kan worden gemaakt voor de bouw van het eiland, bevinden zich in de IJ-geul. Het zandwingebied bij de IJ-geul wordt gecreëerd door de IJ-geul te verdiepen en te verbreden. Dit kan evenwijdig aan de scheepvaartactiviteit plaatsvinden. Bij een afstand op 12 mijl uit de kust kan een zandwingebied worden gecreëerd op relatief korte afstand van het eiland. Uiteraard dient wel de onderlinge beïnvloeding te worden bestudeerd.

Stroming en morfologie

Het ontwerp van de luchthaven in zee heeft onomkeerbare effecten op het kuststelsel. Deze effecten worden met name veroorzaakt door de verandering in de getijstroom en de golfbewegingen. Getijstroom en golfbeweging worden beïnvloed door zowel de aanwezigheid van het nieuwe eiland, alsook de winning van het zand vanuit de omgeving van het eiland.

In dit kader wordt verwezen naar het rapport van juli 1998 van RWS-RIKZ. *[Bron: Landen op Zee 2. Veranderingen in het water- en kuststelsel door het aanleggen van een vliegveld in zee in de zoekruimte Maasvlakte en Noordzee]*

Het is van belang de effecten zo klein mogelijk te houden en derhalve de getijstroom en golfbewegingen minimaal te beïnvloeden. In dit kader moet rekening worden gehouden met de volgende ontwerp-overwegingen *[Bron: Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten, Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998]*:

- De getijstroom wordt minder beïnvloed naarmate de afmeting van het eiland loodrecht op de kust afneemt.
- Hoe verder het eiland uit de kust is gelegen, des te minder invloed zal worden uitgeoefend op de kust.
- Een gestroomlijnde vorm van het eiland zal leiden tot een rustig stroomverloop en minder morfologische effecten.
- De afscherpende werking van het eiland tegen golven wordt bepaald door de afmetingen van het eiland loodrecht op de stromingsrichting. Een groot eiland heeft grotere effecten.
- Het eiland moet op enkele kilometers van de belangrijke vaargeulen worden gepositioneerd om te voorkomen dat deze dichtslibben door de gewijzigde situatie.

Er wordt verondersteld dat een eiland, bij de gegeven afstand uit de kust en afmetingen, de kust vooral beïnvloedt als gevolg van de verlaging van de golfhoogten achter het eiland. Dit resulteert in een gradiënt in het langstransport, waardoor de kustlijn zal veranderen.

Uit eerder uitgevoerde studies naar de invloed van een eiland van 6 x 6 km op de morfologie *[Bron: Kustontwikkeling bij aanleg van een eiland; Raadgevend Ingenieursbureau Lievense/Boskalis BV, 1997]*, blijkt dat de blokkering van het langstransport als gevolg van het eiland kan worden samengevat als in tabel 3.1.

Tabel 3.1: Eiland en morfologie

Afstand van het eiland uit de kust [km]	Blokkering van het langstransport
7.5	81-91%
12.5	69-71%
17.5	50-57%

[Bron: *Kustontwikkeling bij aanleg van een eiland; Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense/Boskalis BV, 1997*]

Vogelproblematiek

Vogels vormen een belangrijk risico voor de veiligheid van het vliegverkeer. Een eiland in zee is per definitie aantrekkelijk voor vogels (broed- en/of rustgebied), waardoor extra aandacht moet worden besteed aan de mogelijkheden om vogels van de luchthaven te weren.

Met de huidige kennis over vogels zijn er twee plaatsen aan te wijzen die aantrekkelijk zijn voor vogels. Ten eerste is er de luwe zijde van het eiland. Aan deze zijde zal aanzanding kunnen ontstaan, waardoor dit gebied kan veranderen in een voedselrijk gebied. Uiteraard zijn dergelijke gebieden aantrekkelijk voor vogels. Ten tweede zijn er de dijken. De vogels maken graag gebruik van de opwaartse stuwung die hier ontstaat om boven het jachtgebied te zweven.

Op basis van de beschikbare kennis, moet bij het ontwerp rekening worden gehouden met de volgende aspecten [Bron: *Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten, Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998*]:

- De zeewering moet zo laag mogelijk worden uitgevoerd om opwaartse luchtstromen te voorkomen.
- De contouren van het eiland zodanig kiezen dat de luwe zones tot een minimum worden gereduceerd.
- Een vliegveld diep in zee is beter dan nabij de kust, enerzijds is de aanzanding aan de luwe zijde van het eiland minder, anderzijds verblijven de vogels bij voorkeur binnen een straal van 10 km uit de kust.
- Vogeltrekroutes bevinden zich meestal op een afstand tussen 10 en 15 km uit de kust.
- De baankoppen van de start- en landingsbanen dienen ongeveer 1 km te zijn verwijderd van de zeewering. Deze afstand is overigens afhankelijk van de kruinhoogte van de zeewering.
- Met betrekking tot vogelkolonies op andere eilanden moet een veiligheidsafstand worden aangehouden van 5,5 km.
- Een eventuele brug verbinding kan functioneren als 'gids' naar het eiland en de vogelproblematiek verergeren.

Zeegebonden gebruik

Bij het ontwerp van de luchthaven dient rekening te worden gehouden met de andere gebruiksfuncties van de zee. Zo dient men bij het bepalen van de locatie van het eiland rekening te houden met:

- Zeevaart en beroepsvisserij (vaarroutes en visgebieden).
- Militaire oefenterreinen.
- Aanwezigheid van huidige en toekomstige boorplatforms, olie- en gasleidingen in verband met zandwinning en aanleg van het eiland.
- Aanwezigheid van telefoonleidingen op de bodem van de Noordzee in verband met zandwinning en aanleg van het eiland.
- Windmolenparken en zendmastparken in zee.

Relevant kaartmateriaal is bijgevoegd in bijlage B, 'zeegebonden gebruik' [Bron: *Een luchthaven, twee locaties, Fugro/G&P, 20 mei 1997*].

Bij kruising van aan- en afvliegroutes en vaargeulen, dient te worden voldaan aan de volgende randvoorwaarde [Bron: *Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten, Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998*]:

- Op basis van een maximale scheepshoogte van 80-100 meter, moet er een minimale veiligheidsafstand tussen baankop en vaargeul worden aangehouden van minimaal 5 km.

Ruimtelijke ordening en milieu

Met betrekking tot ruimtelijke ordening en milieu moet rekening worden gehouden met de volgende randvoorwaarden [Bron: *Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten, Bouwdienst Rijkswaterstaat, 1998*]:

- Aanvliegroutes zo ver mogelijk uit de buurt houden van bebouwing en industrie.
- Vanuit het landschappelijke/visuele aspect het eiland zoveel mogelijk uit de kust plaatsen.
- Vanuit de geluidsproblematiek het eiland zover mogelijk uit de kust plaatsen.
- Een zo compact mogelijke luchthaven bouwen in verband met zuinig ruimtegebruik.
- Bij voorkeur mogen de aanvliegroutes geen (grote) wegen en waterwegen kruisen.
- De impact op de duinen moet minimaal worden gehouden (liever geen doorsnijding, maar bijvoorbeeld een tunnel onder de duinen door).
- Rekening houden met de eisen van de waterschappen, calamiteiten in de tunnel mogen niet leiden tot het onderlopen van het achterland.

Veiligheid

De veiligheid is één van de belangrijkste aspecten bij het uitwerken van de luchthaven. Met betrekking tot de civiel technische aspecten zal men bij de bouw van de zeewering rekening moeten houden met de hoogte van de zeewering in relatie tot de kop van de start- en landingsbaan. Niveau verschillen verstoren de luchtstroom, waardoor gevaarlijke turbulentie kan ontstaan. Derhalve dient de kruin van de zeewering zo vlak mogelijk te worden uitgevoerd.

Ook bij de verbinding is het aspect veiligheid van groot belang. In dit kader dient rekening te worden gehouden met de volgende punten:

- verkeersveiligheid.
- vervoer van gevaarlijke stoffen.
- mogelijkheid van aanslagen.
- bereikbaarheid infrastructuur en de mogelijkheid tot evacueren in het geval van calamiteiten.

Realisatie en fasering

In de huidige plannen zal de luchthaven op het Noordzee eiland in één keer operationeel worden met een capaciteit van circa 80 MAP (Million Annual Passengers). De bouwrenteverliezen kunnen hierdoor hoog oplopen.

Het is derhalve van groot belang te trachten de bouwtijd tot een minimum terug te brengen. Door innovatieve technieken en een goede bouwlogistiek moet worden getracht de gehele bouwtijd te reduceren tot de streefwaarde van 5 jaar (exclusief proceduretijd).

Bij oplevering in 2015 zal de luchthaven een capaciteit bezitten van ongeveer 80 MAP. De mogelijkheden tot fasering zijn hierdoor beperkt. Wel kan en moet uiteraard worden gekeken naar de mogelijkheden voor verdere groei van de luchthaven op zee.

Operationele randvoorwaarden

In deze paragraaf worden de operationele eisen behandeld. De volgende onderwerpen zullen worden behandeld:

- de bruikbaarheid van de luchthaven
- de kwaliteitseisen

Bruikbaarheid van de luchthaven

Uiteraard worden er hoge eisen gesteld aan de bruikbaarheid van de luchthaven. De weercondities zijn hierbij bepalend of een luchthaven kan worden gebruikt of niet. Door een optimale baanconfiguratie is het mogelijk een bruikbaarheid te realiseren van circa 98%.

De bruikbaarheid wordt echter niet alleen bepaald door weercondities en baanconfiguratie. Als bijvoorbeeld de verbinding uitvalt, is de luchthaven eveneens vleugellam. Voor alle tijdskritische systemen op de luchthaven (verbinding, bagageafhandeling, etc.) wordt een beschikbaarheid geëist van 99,9%. Voor minder tijdskritische systemen (ventilatie, verlichting, etc.) wordt een beschikbaarheid geëist van 99,5%. De geëiste betrouwbaarheid van de overige systemen ligt in de orde van 98%. [Bron: *Programma van Eisen Snelle Verbinding, AVV, 1998*]

De beschikbaarheid is groter dan de betrouwbaarheid. Dit impliceert dat een storing of calamiteit niet mag leiden tot een uitval van het systeem. Er dient in alle gevallen reservecapaciteit aanwezig te zijn. Gedurende een relatief korte periode is een beperking van capaciteit of een verlenging van afhandeltijden aanvaardbaar. Systemen moeten dan ook worden voorzien van voldoende redundantie. Bij storingen en (regulier) onderhoud dienen de systemen, eventueel met een beperkte capaciteit, te blijven functioneren.

Voor de verbinding tussen Schiphol en het eiland zijn in het rapport 'Programma van Eisen Snelle Verbinding' van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer aanvullende eisen gesteld. Indien de verbinding een onderdeel vormt van het gehele luchthavensysteem (luchtzijdig systeem), wordt geëist dat de congestie veroorzaakt door een verstoring binnen 15 minuten door het vervoerssysteem moet kunnen worden opgelost. Dit betekent dat er onmiddellijk na de storing moet kunnen worden ingegrepen en vervolgens meer dan 100% capaciteit moet kunnen worden geleverd.

Kwaliteitseisen

De kwaliteit van een luchthaven wordt weergegeven met drie kentallen, namelijk de Minimum Connecting Time (MCT) en de Maximum Overslag Tijd (MOT) en de Minimum Check-in Closing Time (MCCT).

De MCT geeft de tijd aan die een transferpassagier er maximaal over mag doen om van de ene gate naar de andere te komen. Voor de berekening van de MCT worden de meest ongunstig gelegen gates gehanteerd. De MOT geeft de tijd aan dat de O/D passagier er maximaal over mag doen om van het landzijdige vervoermiddel (trein/auto) naar de gate te komen. Tenslotte geeft de MCCT de minimale tijd tussen het sluiten van de check-in en het vertrek van het vliegtuig. Tabel 3.2 geeft de internationaal gehanteerde normen.

Tabel 3.2. MCT en MOT voor passagiers

MCT	MOT	MCCT
[minuten]	[minuten]	[minuten]

Internationale vluchten	45	45	27
Regionale vluchten	45	25	22

[Bron: Programma van Eisen Snelle Verbinding, AVV, 1998]

Voor vracht kunnen soortgelijke kentallen worden gehanteerd. Tabel 3.3 geeft de gehanteerde normen voor deze kentallen voor vracht.

Tabel 3.3. MCT en MOT voor vracht

	MCT in minuten	MOT in minuten
Internationale vluchten	30	3 uur - 1 uur voor spoed
Regionale vluchten	30	3 uur - 1 uur voor spoed

[Bron: Programma van Eisen Snelle Verbinding, AVV, 1998]

Bouwstenen voor het eiland

Inleiding

In dit hoofdstuk worden traditionele en innovatieve technieken beschreven voor landaanwinning en de uitvoering van de zeewering. De effecten van de verschillende technieken zullen worden samengevat in een beoordelingsmatrix, zodat de specifieke eigenschappen (zoals snelheid van bouwen, materiaalverbruik, kosten, etc.) en de specifieke effecten van de technieken (vogelproblematiek, morfologie, etc.) inzichtelijk worden gemaakt. In paragraaf 4.4 wordt nog specifiek ingegaan op de mogelijkheden van meervoudig grondgebruik.

Landaanwinning

In deze paragraaf worden een aantal oplossingen beschreven voor de realisatie van een eiland in zee. De volgende oplossingen zullen nader worden uitgewerkt:

- het zandeiland;
- het poldermodel;
- platform op palen;
- drijvend eiland.

De voorkeursvorm van de landaanwinning wordt in sterke mate bepaald door de baanconfiguratie en de heersende golf- en stromingscondities. De morfologische effecten kunnen worden beperkt door een goede vorm te kiezen. Op basis van de gegeven (optimale) baanconfiguratie [Bron: tekeningen sector, juli 1999] en de ontwerp-overwegingen als gegeven in paragraaf 3.4 'Stroming en morfologie' is een lay-out voor het eiland ontwikkeld. Deze lay-out is weergegeven in bijlage C en dient als basis voor de verdere evaluaties.

Om de verschillende technieken van landaanwinning te kunnen evalueren, zullen deze onderling worden vergeleken aan de hand van de volgende aspecten:

- technische haalbaarheid (bewezen techniek),
- bouwtijd,
- faseringsmogelijkheden,
- uitbreidbaarheid van het eiland,
- materiaalverbruik,
- meervoudig ruimtegebruik,

-
- onderhoud,
 - levensduur,
 - kosten,
 - stroming en morfologie,
 - werkhaven c.q. werkeiland,
 - vogelproblematiek,
 - salt-spray,
 - landzijdige ontsluiting.

Zandeiland

Bij deze vorm van landaanwinning wordt in eerste instantie een zandeiland als “pannekoek” opgespoten, gedeeltelijk binnen een ringdijk van perskaden. Het zandeiland kan worden gezien als de meest traditionele vorm van landaanwinnen en is derhalve bewezen techniek. Een zeewering beschermt het zandeiland tegen de invloed van golven en stroming.

De beoordeling van het zandeiland op de genoemde aspecten is opgenomen in bijlage D.1.

Poldermodel

Bij deze vorm van landaanwinning wordt de luchthaven aangelegd in een polder in de Noordzee. De luchthaven kan beneden NAP en in het uiterste geval zelfs op de bodem van de Noordzee aangelegd worden. Het veiligheidsniveau zal zeer hoog moeten zijn, omdat in geval van overstroming de polder vol zal lopen. In dit kader dient de kans op overstroming voor deze oplossing lager te zijn dan bij de andere alternatieven.

Nadeel van een poldervliegveld is het benodigde extra oppervlak. Om te voorkomen dat de vliegtuigen tegen de hoge dijken vliegen, moeten extra grote afstanden worden aangehouden tussen zeewering en baankoppen. De benodigde oppervlakte van het eiland neemt hierdoor aanzienlijk toe.

Een tussenvorm kan worden gevonden door een mengvorm van een zandeiland en een polder. Hierbij wordt zand opgespoten tot een niveau van bijvoorbeeld 1 m+ NAP. De banen kunnen dan op een niveau van 5 m+ NAP worden geplaatst, zodat er ondergrondse ruimte ontstaat voor parkeergarages en andere functies.

Voordelen van deze oplossing zijn het geringere zandverbruik uit de Noordzee en een geringere horizonvervuiling omdat de hoge gebouwen dieper liggen. Nadelen zijn met name de inundatierisico's, het opzetten van een apart waterbeheersingssysteem en -organisatie en het eeuwigdurende energieverbruik.

De beoordeling van het poldermodel op de genoemde aspecten is opgenomen in bijlage D.2.

Platform op palen

Bij deze variant wordt het vliegveld aangelegd op een platform op palen. Het concept berust op een dek met daaronder een groot aantal palen, zie tekening RBEN-99-007 in bijlage C. Het eiland-platform wordt geplaatst boven het peil van extreem hoog water met de extreme golfhoogte.

Uitsluitend voor de onderlinge vergelijking van de verschillende eilandalternatieven wordt een ontwerp beschouwd van een eiland op palen van een voorlopig ontwerp van het Technion, Haifa. *[Bron: Formulation of a concept for the construction of an offshore island. Eng. A. Boas and prof. Y. Zimmels, april 1999]*

Belangrijk voordeel van een dergelijke oplossingsrichting is het ontbreken van een zeewering. De beoordeling van de variant 'platform op palen' is opgenomen in bijlage D.3.

Drijvend eiland

Bij dit alternatief wordt het vliegveld op een drijvend eiland aangelegd. Het concept is weergegeven in tekening RBEN-99-008 in bijlage C. Het eiland wordt opgebouwd uit modulaire elementen. Iedere module bestaat uit drijvers welke middels buiskolommen aan een dek zijn verbonden. De drijvers bevinden zich geheel onder water, terwijl de onderzijde van het dek ruim boven de zeespiegel ligt. Kabels verankeren de drijvers aan de zeebodem, zodat bijvoorbeeld wind en stroming geen invloed hebben op de positie van het vliegveld. In het dek onder de banen is ruimte voor parkeergarages, stationsruimten, bagage afhandeling, kantoren e.d.

Belangrijk voordeel van een dergelijke oplossingsrichting is het ontbreken van een zeewering. De beoordeling van de variant 'drijvend eiland' is opgenomen in bijlage D.4. Uitsluitend voor de onderlinge vergelijking is gebruik gemaakt van een voorlopig ontwerp van Iv Infra BV. Een artist impression van Iv- infra is opgenomen in bijlage C.

Samenvatting landaanwinningstechnieken

In voorgaande paragrafen zijn een aantal traditionele en innovatieve vormen van landaanwinning beschreven. De beoordeling van deze vormen, waarbij verschillende criteria een rol spelen, is opgenomen in bijlage D. Tabel 4.1. geeft een korte samenvatting van de beoordeling uit bijlage D. Op basis van deze evaluatie gaat de voorkeur sterk uit naar een traditioneel zandeiland. Enerzijds biedt een zandeiland goede faserings- en uitbreidingsmogelijkheden, terwijl ook het meervoudig gebruik van de grond eenvoudig kan worden gerealiseerd. Anderzijds is het zandeiland veruit het goedkoopste alternatief.

Bij meervoudig ruimtegebruik valt te denken aan het opspuiten van de landings- en taxibanen tot een hoogte van 5.00 m+ NAP en de gebieden daartussen tot bijvoorbeeld 1.00 m -NAP. Met een eenvoudige open bemaling is het vervolgens mogelijk om in een open bouwput alle gewenste faciliteiten te realiseren, zoals parkeerterreinen, stations, rangeeremplacementen, wisselstraten, bagage- en vrachtsystemen, etc.

Zeewering

In deze paragraaf worden de mogelijkheden voor de benodigde zeewering beschreven. Zeeweringen zijn noodzakelijk in combinatie met het traditioneel opgespoten zandeiland of het poldermodel. Voor 'de luchthaven op palen' en 'de drijvende luchthaven' zijn geen zeeweringen van toepassing.

Uitsluitend ter onderlinge vergelijking is uitgegaan van ontwerpen gebaseerd op een $H_{m0} = 9.25$ m en een waterdiepte van circa 20 m- NAP. De reden om hiervoor te kiezen is gelegen in het feit dat voor de caisson-golfbreker een in een model (Sogreah Frankrijk) getoetst ontwerp beschikbaar was. Van de verschillende alternatieven zijn zeer voorlopige ontwerpen gemaakt, zowel in de vorm van een zeewering als in de vorm van een golfbreker. In dit laatste geval kan de golfbreker aanzienlijk lager worden aangelegd omdat een zekere mate van overtopping kan worden toegelaten. Tussen de golfbreker en het land dient dan echter een 'binnenwater' te worden gecreëerd.

De zwaarst aangevallen delen van het eiland bevinden zich aan de zeezijde; de luwe zijden van het eiland bevinden zich aan de landzijde. Met name de zeewering aan de zeezijde betreft een dure constructie, welke een belangrijk aandeel heeft in de aanlegkosten van het eiland.

In deze paragraaf zullen de volgende typen zeewering worden beschreven:

- Zeeweringen aan de zeezijde:
 - traditionele zeewering
 - getrapte golfbreker
 - caisson golfbreker
 - voorland oplossing
 - hangend strand
- Zeewering aan de landzijde

Tabel 4.1.: Matrix typen eilanden

	Traditioneel opspuiten	Poldermodel	Platform op palen	Drijvend eiland
Technische haalbaarheid	++	+	-	-
Bouwtijd	-	+/-	+/-	+
Faseringsmogelijkheden	+	-	+	+/-
Uitbreidbaarheid van het eiland	+	-	+	+/-
Materiaalverbruik	+/-	+	+/-	+
Meervoudig ruimtegebruik	++	++	+/-	+
Onderhoud	++	+	+/-	+/-
Levensduur	++	+	+/-	+/-
Kosten (inclusief eventuele zeewering)	++	-	+/-	-
Stroming en morfologie	-	-	+/-	+
Werkhaven c.q. werkeiland	-	-	+	+
Vogelproblematiek	-	-	+/-	+/-
Salt-spray	-	-	+	+
Landzijdige ontsluiting	+	+	-	-

++ = zeer goed
- = slecht

+ = goed
-- = zeer slecht

+/- = matig

Om de verschillende technieken te kunnen evalueren, zullen deze onderling worden vergeleken aan de hand van een aantal criteria, namelijk:

- technische haalbaarheid,
- snelheid van bouwen,
- uitvoerbaarheid,
- materiaalverbruik,
- hoogte van de zeewering,
- vogelproblematiek,
- salt-spray,
- onderhoud.

Zeeweringen aan de zeezijde - Traditionele zeewering

Deze zeewering is de meest traditionele vorm van zeewering. De zeewering is opgebouwd uit verschillende lagen materiaal. De buitenste laag, de toplaag, bestaat uit zware elementen voor het opnemen van de optredende belastingen. Tekening RBEN -99-010 in bijlage C geeft een doorsnede van de traditionele zeewering.

De beoordeling van de traditionele zeewering op de eerder genoemde aspecten is opgenomen in bijlage E.1.

Zeeweringen aan de zeezijde - Getrapte golfbreker

De getrapte golfbreker is een innovatieve oplossing, waarbij de golfenergie in stappen wordt gebroken door toepassing van onderwaterbermen. De opbouw van dijk en onderwaterbermen is gelijkwaardig aan de opbouw van de traditionele zeewering. Tekening RBEN -99-011 in bijlage C geeft een doorsnede van de getrapte golfbreker.

De beoordeling van de getrapte golfbreker op de eerder genoemde aspecten is opgenomen in bijlage E.2.

Zeeweringen aan de zeezijde - Caisson-golfbreker

Deze oplossing is vergelijkbaar met de 'getrapte golfbreker'. Het ontwerp is gebaseerd op het in een model getoetst ontwerp van Sogreah Frankrijk. De filosofie bij het ontwerp van deze zeewering is dan ook het in stappen breken van de golfenergie door twee caissons. Tekening RBEN -99-012 in bijlage C geeft een doorsnede van de caisson oplossing.

De beoordeling van de caisson golfbreker op de eerder genoemde aspecten is opgenomen in bijlage E.3.

Zeeweringen aan de zeezijde - Voorland oplossing

De voorland oplossing is een andere innovatieve oplossing voor de harde zeewering. Het uitgangspunt voor het ontwerp is dat de golven breken en uitlopen op het flauwe voorland. De zeewering wordt, op dezelfde manier als de traditionele zeewering, opgebouwd uit verschillende lagen. Tekening RBEN -99-013 in bijlage C geeft een doorsnede van de voorland oplossing.

De beoordeling van de voorlandoplossing is opgenomen in bijlage E.4.

Zeeweringen aan de zeezijde - 'Hangend' strand

Een 'innovatieve' oplossing is uitgewerkt in de zogenaamde 'hangend strand' oplossing. De zeewering wordt, op dezelfde manier als de traditionele zeewering, opgebouwd uit verschillende lagen. De filosofie bij het ontwerp van deze zeewering is het in stappen breken van de golfenergie door een onderwaterdam. Tussen de onderwaterdam en de kleinere golfbreker wordt een strand gemaakt dat altijd onder water staat. Deze constructie brengt de zeebodem omhoog, waardoor de golfbreker vanaf een hoger punt aangelegd kan worden. De hoeveelheid benodigd breuksteen wordt op deze wijze aanzienlijk gereduceerd. Het zand van het onderwater talud is met een helling van 1:40 in dynamisch evenwicht. Voor dit ontwerp dient uiteraard uitvoerig onderzoek te worden verricht. Periodieke suppletie van het onderwatertalud, gezien het mogelijke verlies door stroming rond het eiland, is niet ondenkbaar. Tekening RBEN -99-014 in bijlage C geeft een doorsnede van het 'hangend strand'.

De beoordeling van het hangend strand is genomen in bijlage E.5.

Zeewering aan de landzijde van het eiland

De zeewering is opgebouwd uit verschillende lagen. Aan de buitenkant is een toplaat nodig, welke bestaat uit zwaardere elementen voor het opnemen van de golfbelastingen. De uiteindelijke vorm van het eiland bepaalt welke gedeelten van de zeewering werkelijk in de luwte van het eiland liggen. Er zal als gevolg van refractie en diffractie een overgangsgebied ontstaan van zwaar naar licht aangevallen zeewering. Tekening RBEN -99-002 in bijlage C geeft een doorsnede van de zeewering aan de luwe zijde van het eiland. De beoordeling van de zeewering aan landzijde is opgenomen in bijlage E.6.

Samenvatting zeeweringen

In voorgaande paragrafen zijn meerdere traditionele en innovatieve technieken beschreven voor zeeweringen aan de zeezijde van het eiland. De beoordeling, uitgevoerd in bijlage E, is samengevat in tabel 4.2 voor de zeezijdige zeewering en in tabel 4.3 voor de zeewering aan de landzijde van het eiland.

Tabel 4.2: Matrix typen zeewering aan de zeezijde van het eiland

	Getrapte golfbreker	Traditionele zeewering	Voorland oplossing	'Hangend' strand	Caissons
Technische haalbaarheid	+	++	-	-	+
Snelheid van bouwen	+/-	+/-	+/-	+	+/-
Uitvoerbaarheid	+	-	+/-	+	+ / -
Materiaalverbruik	-	+	--	+	+
Hoogte zeewering	+	-	+	+	++
Vogelproblematiek	+	-	+	+	++
Salt-spray	+	-	+	+	++
Onderhoud	+	+	+	-	-
Levensduur	+	+	+	-	-
Kosten	-	+	--	+	+/-

In bijlage F zijn een globale indicatieve kostenraming gemaakt uitsluitend ter onderlinge vergelijking van de verschillende typen zeeweringen. Zoals eerder genoemd zijn de voorlopige ontwerpen gebaseerd op $H_{m0} = 9,25$ m. Voor de Noordzee omstandigheden komt dit overeen met een overschrijdingsfrequentie van 1:10000 jaar, hetgeen voor een ontwerp golf te conservatief is. Nadere studie en risicoanalyse zal voor de Noordzee ontwerp golf bij 20 meter waterdiepte wellicht uitmonden in $H_{m0} = 8,25$ - $H_{m0} = 8,5$ m. Echter uitsluitend en alleen voor de onderlinge vergelijking is voor het ontwerp $H_{m0} = 9,25$ m aangehouden.

Uit de onderlinge vergelijking blijkt dat het prijsverschil tussen de verschillende alternatieve zeeweringen per m² zandeiland marginaal is. De keuze zal derhalve met name worden bepaald door aspecten als bouwtijd, vogelproblematiek, salt-spray, etc.

Tabel 4.3: Matrix zeewering aan de landzijde van het eiland

	Zachte zeewering
Technische haalbaarheid	++
Snelheid van bouwen	+
Uitvoerbaarheid	++
Materiaalverbruik	++
Hoogte van de zeewering	+
Vogelproblematiek	-
Salt-spray	+
Onderhoud	+
Levensduur	+
Kosten	+

Meervoudig ruimtegebruik

Wanneer de benodigde ruimte op het eiland nader wordt geanalyseerd, blijkt dat het grootste aandeel van de ruimtebehoefte wordt veroorzaakt door het banenstelsel. Door de benodigde veiligheidsafstanden en marges blijft veel ruimte onbenut. Mede hierdoor zal de benodigde ruimte voor de drie alternatieven onderling niet veel verschillen. Naarmate er meer functies op het eiland worden opgenomen, zijn er meer mogelijkheden om de onbenutte ruimte in te vullen.

Veel ruimte mag echter niet worden bebouwd, denk hierbij aan de veiligheidsafstanden rondom taxibanen en start- en landingsbanen. Er zijn echter wel voldoende mogelijkheden om deze ruimte onder maaiveldniveau te benutten. Om de mogelijkheden hiertoe te onderzoeken, is het noodzakelijk te kijken naar de functionaliteiten die eventueel ondergronds of juist verdiept tussen de banen kunnen worden ondergebracht.

Het meervoudig ruimtegebruik sluit ook optimaal aan bij het Clean Apron concept. Bij grotere luchthavens is het verkeer op de apron dusdanig druk, dat congestie kan ontstaan door de vele bagagekarren en andere ondersteunende diensten. Door zoveel mogelijk rechtstreeks naar de gate te zenden middels ondergrondse systemen, kan het verkeer op apron niveau aanzienlijk worden teruggebracht, waardoor congestie en daarmee oponthoud van vliegtuigen kan worden vermeden.

Functionaliteiten die ondergronds kunnen worden uitgevoerd zijn de eerder genoemde 'clean-apron' systemen, de parkeergarages, vracht- en bagageafhandeling, de eventuele stations en tunnels voor de interne vervoerssystemen, distributiecentra (multifunctioneel) en andere bedrijvigheid. Het terminal gebouw zelf en het banenstelsel blijft op maaiveldniveau. Een verdiept terminalgebouw is een technische mogelijkheid, maar zou kunnen leiden tot een 'unheimisch' gevoel bij de passagiers, daar het uitzicht volledig ontbreekt.

Ten opzichte van een enkelvoudig gebruikt eiland kan men op een monofunctioneel eiland door middel van meervoudig ruimtegebruik bij benadering ongeveer 200 ha aan ruimte besparen. Ten opzichte van de benodigde oppervlakte van de luchthaven is dit slechts een klein aandeel. De functionaliteiten vereisen een relatief kleine oppervlakte, waardoor deze gemakkelijk inpasbaar zijn, zeker gezien de hoge mate van ongebruikte ruimte op het eiland.

Bij het multifunctionele eiland zijn de mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik groter. Zo kan er een groot plaza ondergronds worden gecreëerd met faciliteiten voor winkelen en recreatie. Ook kan er aan worden geacht om districten ondergronds te bouwen. De ruimte kan worden gevonden door meervoudig grondgebruik van onbenutte ruimte en door de ruimte tussen de banen te verdiepen en te gebruiken als bouwgrond. Zo ontstaat een 'stad' tussen het banenstelsel van de luchthaven.

Bij ondergronds bouwen zijn er een aantal aandachtspunten:

- zorg dragen voor voldoende daglichttoetreding, mensen hebben behoefte aan natuurlijk licht.
- parkeergarages, vracht en distributiecentra ondergronds vragen om een interne ondergrondse infrastructuur. Rekening houden met afvoer van rookgassen en/of een geheel nieuw intern transportsysteem creëren.
- luchthavenveiligheid, de land- en luchtzijde dienen strikt te zijn gescheiden;
- algehele veiligheid bij calamiteiten op de banen.

Bouwstenen voor modaliteiten

In dit hoofdstuk wordt aangegeven met welke modaliteiten de verbinding tussen de nieuwe luchthaven en het vaste land gerealiseerd zou kunnen worden. Om de verbinding tussen het eiland en het vaste land te bewerkstelligen zijn meerdere oplossingen denkbaar. In dit onderzoek zijn de volgende modaliteiten beschouwd:

- Scheepsvervoer;
- Wegvervoer;
- Light Rail;
- Rail Conventioneel;
- Rail Hoge Snelheid;
- Magneetweeftrein;
- Swissmetro.

In paragraaf 5.1. zal op de specifieke eigenschappen van verschillende modaliteiten worden ingegaan. In paragraaf 5.2 wordt een tabel gepresenteerd waarin de specifieke eigenschappen van de modaliteiten worden samengevat. In paragraaf 5.3 zal dan extra aandacht besteed worden aan het aspect capaciteit, omdat dit aspect direct bepaald hoeveel infrastructuur er aangelegd dient te worden. Tenslotte wordt in paragraaf 5.4 een eerste analyse gegeven van de beschreven modaliteiten.

Uiteraard kan ook worden gedacht aan pijpleidingen als modaliteit voor brandstof. Deze modaliteit wordt echter als aanvullend beschouwd op de overige modaliteiten, daar de pijpleiding geen volwaardig alternatief kan zijn voor een spoor-, weg- of waterverbinding.

Modaliteiten

De verschillende modaliteiten zullen op een aantal aspecten met elkaar worden vergeleken. Op deze wijze ontstaat een goed inzicht in de eigenschappen van de verschillende modaliteiten, zodat kan worden bepaald bij welk alternatief welke modaliteiten in aanmerking komen. De volgende aspecten zijn onderzocht:

- capaciteit,
- snelheid,
- beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's,
- veiligheid,
- geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.,
- integratie bestaande systemen,
- open/gesloten systeem,
- profiel van Vrije Ruimte,
- faseringsmogelijkheden,
- ruimtelijke effecten naast de verbinding.

Scheepsvervoer

Het scheepsvervoer is een mogelijk alternatief indien er geen hoge eisen worden gesteld aan de betrouwbaarheid. Door weersomstandigheden kan het namelijk voorkomen dat de verbinding buiten bedrijf wordt gesteld.

Het is duidelijk dat het scheepsvervoer niet kan fungeren als primaire verbinding naar een luchthaven. Toch kan een dergelijke verbinding worden aangewend als veer voor niet tijdkritische goederen en recreatieve bezoekers. De volledige evaluatie van het scheepsvervoer is opgenomen in bijlage G.1.

Wegvervoer

Een wegverbinding is de meest geëigende verbinding voor een luchthaven. Op dit moment zijn er immers geen luchthavens bekend zonder wegverbinding. Toch kent de wegverbinding een belangrijk nadeel, namelijk een relatief lage capaciteit per strook. In dit kader kan het noodzakelijk zijn om te zoeken naar alternatieven.

De volledige evaluatie van het wegvervoer is opgenomen in bijlage G.2.

Railvervoer

Voor het railvervoer zijn er verschillende alternatieven, zoals de light rail, het conventionele NS materieel, de HSL en meer innovatieve vormen als de magneetweeftrein en de swiss metro.

De railgebonden systemen verschillen met name in aandrijfsystemen en beveiligingssystemen. De systemen hebben dan ook verschillende rem-, rij- en afremkarakteristieken. In de huidige situatie variëren de opvolgtijden (de minimale tijd tussen twee treinen) van de verschillende railsystemen tussen de 90 s en 300 s. Het is echter de verwachting dat het in de toekomstige situatie mogelijk moet zijn voor alle railgebonden modaliteiten een opvolgtijd te realiseren van 90 seconden. Daarmee zal de capaciteit van de verschillende systemen in de toekomstige situatie gelijkwaardig zijn.

De uitgebreide evaluatie van de railgebonden modaliteiten is opgenomen in bijlage G.3. tot en met G.7.

Samenvatting van de modaliteiten

In bijlage G zijn de traditionele en innovatieve technieken beschreven en beoordeeld voor de mogelijke modaliteiten. De belangrijkste kenmerken van de verschillende modaliteiten zijn samengevat in de matrix in tabel 5.1.

Alternatieven en capaciteitsbehoefte

In deze paragraaf zal het aspect capaciteit nader worden beschouwd. Ten eerste zal per alternatief worden onderzocht hoeveel sporen/rijbanen er van elke modaliteit noodzakelijk zijn om in de capaciteitsbehoefte van de verschillende alternatieven te kunnen voorzien. Met behulp van deze informatie kan in een volgend stadium een nadere invulling worden gegeven aan de uitvoering van de verbinding zelf.

Verder zal worden gekeken hoe deze capaciteit in de bestaande infrastructuurnetwerken kan worden geïntegreerd en in hoeverre er verschillende combinaties van modaliteiten te bedenken zijn.

Capaciteitsbehoefte per alternatief

Bij het bepalen van de capaciteitsbehoefte zal onderscheid worden gemaakt tussen de railgebonden modaliteiten en het wegvervoer. Uitgangspunt voor de railgebonden modaliteiten is dat verdere technologische ontwikkelingen zorgdragen voor een opvolgtijd van 90 s voor alle modaliteiten. Hierdoor kunnen alle railgebonden modaliteiten als één groep worden behandeld. Voor een verbinding over het water heeft geen infrastructuur te worden aangelegd en daarom zal op deze modaliteit niet verder worden ingegaan.

Tabel 5.1: Matrix modaliteiten

	Water	Weg	Light Rail	Rail Conventioneel	Rail hoge snelheid	Magneet zweeftrein	Swiss metro
Capaciteit	0	-	+	+	+	+	+
Snelheid maximaal/gemiddeld	--	0	0	0/+	+	+/++	+/++
Betrouwbaarheid en risico's	++	0/-	0/+	0/+	0/+	0/+	0/+
Beschikbaarheid	--	0/-	0/+	0/+	0/+	0/-	-
Veiligheid	+	-	0/+	0	0	+	+
Geschiktheid voor passagiers	-	+	+	+	+	++	++
Geschiktheid voor vracht	0/+	+	--	+	+	-	-
Integratie bestaande systemen	-	++	0	0/+	0/+	--	--
Open of gesloten systeem	G	O	O,G	O,G	O,G	G	G
Profiel van Vrije Ruimte	n.v.t.	+	0	0	-	-	+
Faseringsmogelijkheden	++	-	--	--	--	--	--
Ruimtelijke effecten	-	-	0	0	0	0	0
Bewezen techniek	++	++	++	+	0	-	--

De basis voor de berekeningen wordt gevormd door de piekurostromen, welke nogmaals zijn samengevat in tabel 5.2.

In hoeverre deze cijfers gelden voor een landzijdige verbinding als bij het alternatief 'Luchthaven naar Zee' en 'Multifunctioneel eiland' zal nader moeten worden onderzocht. De piekfactor is namelijk bepaald voor de luchthaven zelf. De passagiers arriveren echter op de luchthaven met een behoorlijke spreiding (1 tot 3 uur voor de vlucht), waardoor de piekfactor aan landzijde wellicht lager is dan aan de luchtzijde. Daarnaast kan worden getwijfeld over de gehanteerde waarde voor het aandeel O/D passagiers. Dit aandeel is in de uitgangspunten als vast gegeven verondersteld, het is echter waarschijnlijk dat het aandeel O/D passagiers aanzienlijk zal dalen naarmate de luchthaven groeit. Nader onderzoek hieromtrent is noodzakelijk, daar de piekurostromen een behoorlijke impact hebben op het aantal benodigde rijbanen voor de verbinding.

Tabel 5.2: Overzicht van de capaciteitsbehoefte per alternatief

	Banen naar zee		Luchthaven naar zee		Multifunctioneel eiland	
	80 milj.	120 milj.	80 milj.	120 milj.	80 milj.	120 milj.
Gecombineerde personen stroom (pax/h)	17500-19500	-	27000-28500	40500-43500	31000-32500	44500-47500
Bagage (ton/h)	137-206	-	137-206	206-309	137-206	206-309
Vracht (ton/h)	595	-	595	892	750	1150

Wegvervoer

Bij het wegverkeer kan onderscheid gemaakt worden tussen 3 voertuigtypen:

- personenautoverkeer
- personenbusverkeer
- vrachtverkeer

Niet in alle scenario's komen de 3 voertuigtypen gecombineerd voor. Bij het alternatief 'Banen naar Zee' is er geen sprake van personenautoverkeer richting het eiland, men moet immers op Schiphol inchecken. Indien in deze situatie een wegverbinding wordt voorzien, zullen de passagiers met de bus naar het eiland worden getransporteerd. Een dergelijk oplossing zal uit het oogpunt van beveiliging niet haalbaar worden geacht. Desondanks is deze situatie wel meegenomen, daar dit de invloed van de bezettingsgraad van een shuttlebus goed illustreert.

Bij een geheel open verbinding met het eiland (mogelijk bij 'Luchthaven naar Zee en het 'Multifunctioneel eiland') zal een combinatie van de 3 voertuigtypen optreden. Bij deze alternatieven bestaat de wegverbinding naast een railverbinding. Door de aanwezigheid van de railverbinding is het percentage busverkeer (openbaar vervoer) relatief laag. Toch is een klein percentage bussen opgenomen, daar Schiphol deze vervoerswijze promoot om de bereikbaarheid van de luchthaven te verbeteren. Door het inzetten van busdiensten voor het eigen personeel wordt de aanwezige infrastructuur beter benut. Passagiers hebben de keuze om met eigen vervoer naar het eiland te rijden of via het openbaar vervoer naar het eiland te komen. Conform de modal split (paragraaf 2.3) zal 55% per auto naar het eiland willen komen.

Verschillende voertuigtypen hebben verschillende karakteristieken. Personenauto's, vrachtauto's en bussen hebben verschillende lengtes en verschillende acceleratie-eigenschappen. Om deze aspecten in de berekeningen te betrekken, wordt voor ieder voertuigtype de pae-waarde (Personen Auto Equivalenten) gegeven. Deze factor geeft voor ieder voertuigtype de vergelijkbare wegbelasting in personenauto's. Uitgangspunt in

de berekening is dat er gemiddeld per auto 2 personen plaatsnemen. In dedicated bussen is de vulgraad 50 personen, in 'open' bussen is deze 35 personen.

In tabel 5.3 is aangegeven hoeveel rijstroken benodigd zijn per alternatief. De piekstromen voor 'Luchthaven naar Zee' en 'Multifunctioneel eiland' zijn gereduceerd tot 55%, aangezien dit percentage met de auto naar het eiland wil komen, zie ook paragraaf 2.3. Uit de tabel kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Bij een dedicated busverbinding zijn bij het alternatief 'Banen naar Zee' relatief weinig rijstroken noodzakelijk. Eén rijstrook per richting is ruim voldoende om de passagiersstromen te verwerken. Tevens is er bij een dedicated verbinding ruimte genoeg om ook het vrachtverkeer over dezelfde verbinding te verwerken
2. Het faciliteren van personenautoverkeer richting het eiland zorgt ervoor dat het transportsysteem inefficiënt wordt. Het benodigd aantal rijstroken per richting neemt aanzienlijk toe.

Door het vrachtverkeer te scheiden van personenauto's wordt de efficiency van de verbinding iets vergroot. Het aantal rijstroken kan dan voor de alternatieven 'Luchthaven naar Zee' en 'Multifunctioneel eiland' enigszins worden gereduceerd.

Indien een klein aantal stroken is voorzien, zal er minimaal 1 strook extra moeten worden voorzien (wisselstrook) in verband met onderhoud en calamiteiten.

Railgebonden vervoer

Het railgebonden verbinding kan zelfstandig worden toegepast of kan worden gecombineerd met een wegverbinding. In eerste instantie zal de capaciteit worden berekend van een railgebonden verbinding zonder wegverbinding.

De uitgangspunten voor de berekening van het aantal benodigde sporen tussen eiland en vaste land kunnen als volgt worden samengevat:

- De minimaal haalbare opvolgtijd bedraagt 90 seconden, hetgeen een maximale capaciteit oplevert van 40 shuttles per uur per verbinding (Deze opvolgtijden zijn inmiddels al gerealiseerd bij een light rail systeem te Hong Kong);
- De maximale toelaatbare spoorbenutting is 90%, zodat er effectief 36 shuttles ($0,9 \cdot 40$) per uur per verbinding kunnen rijden.
- De trein heeft een maximale lengte van 400 meter en is opgebouwd uit 16 eenheden van 25 meter. Ook bij systemen met relatief lage snelheden zijn dergelijke treinlengtes haalbaar.
- Per eenheid kunnen 85 personen zonder bagage of 50 personen met bagage worden vervoerd. Alle personen kunnen zitten;
- De bezettingsgraad van de passagiersshuttles bedraagt 75%.
- Personen en bagage worden, al dan niet gescheiden, in één shuttle vervoerd, de vracht wordt in aparte shuttles vervoerd;
- Bij gescheiden transport van passagiers en bagage worden 12 eenheden gebruikt voor personenvervoer en 4 eenheden voor bagage; Passagiers met bagage maken gebruik van alle 16 eenheden.
- De trein voor vracht heeft een maximale lengte van 200 meter, bestaande uit 8 eenheden van 25 meter. Indien nodig kunnen deze shuttles verlengd worden.

Tabel 5.3: Capaciteitsbehoefte wegverbinding bij 80 MAP en 120 MAP

Scenario	Voertuigtype	Bezettingsgraad	PersonenAutoEq	Aandeel	Capaciteit	factor	voertuigen	Pers/strook	Piekstroom	Aantal rijstroken per richting excl. reserve	Totaal aantal rijstroken incl. reserve
		[passagiers/voertuig]	[personenauto's]	[-]	[voertuigen/h]	[-]	[stuks]	[personen/strook]	[personen/h]	[-]	[-]
Banen naar zee	personenauto	0	1	0	2000	0	0	0			
	bus	50	2	0,99	2000	1,98	985	49250			
	vracht	0	3	0,01	2000	0,03	10	0			
80 MAP						995	49250	19500	(0,40) 1	3	
120 MAP								n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
Luchthaven naar zee	personenauto	2	1	0,97	1800	0,97	1679	3358			
	bus	35	2	0,02	1800	0,04	35	1225			
	vracht	0	3	0,01	1800	0,03	17	0			
80 MAP						1731	4583	0,55 x 28500	(3,42) 4	8	
120 MAP							4583	0,55 x 43500	(5,22) 6	12	
Multifunctioneel eiland	personenauto	2	1	0,97	1800	0,97	1679	3358			
	bus	35	2	0,02	1800	0,04	35	1225			
	vracht	0	3	0,01	1800	0,03	17	0			
80 MAP						1731	4583				
120 MAP							4583	0,55 x 32500	(3,90) 4	8	
								0,55 x 47500	(5,70) 6	12	

Noot : De uitgangspunten voor het wegvervoer (met name piekurostromen) zijn bepalend voor het aantal benodigde verbindingen. Bij afwijkingen ten opzichte van andere studies dienen juist deze uitgangspunten te worden vergeleken.

De uitgangspunten met betrekking tot vracht en bagage kunnen als volgt worden samengevat:

- Per 'vracht' eenheid kan 20 ton luchtvracht worden vervoerd. Per trein van 200 meter is dit maximaal 160 ton.
- Vrachtshuttles rijden 8 maal per uur om voldoende servicegraad te realiseren. Aangezien de capaciteitsbehoefte over het algemeen kleiner is, kan met minder eenheden worden gereden. De maximale capaciteit met 8 voertuigen bedraagt 1280 ton/h.
- Per 'bagage' eenheid kan 10 ton bagage worden vervoerd.

Uitwerking benodigd aantal verbindingen

Als voorbeeld wordt het alternatief 'Banen naar zee' verder uitgewerkt. In deze situatie worden er tussen de 17.500 en 19.500 personen in het maatgevende piek uur vervoerd. Passagiers zijn gescheiden van hun bagage, waardoor de eenheden optimaal kunnen worden benut. Op basis van een bezettingsgraad van 75%, betekent dit dat er 750 ($0,75 \cdot 1000$) passagiers per trein vervoerd worden. Wanneer er 750 personen per shuttle vervoerd worden zijn er minimaal 24 ($17.500/750$) tot 26 ($19.500/750$) personenshuttles per uur noodzakelijk. De bijbehorende bagage zal door de speciale bagage-eenheden ruimschoots verwerkt kunnen worden.

De hoeveelheid vracht kan met 4 vrachtshuttles verwerkt worden, maar om een voldoende snelle afhandeling te garanderen, wordt uitgegaan van 8 vrachtshuttles per uur. Het totaal aantal shuttles per uur komt hiermee te liggen tussen de 32 en 34 shuttles, hetgeen betekent dat er een enkel spoor per richting aangelegd dient te worden.

Rekening houdende met de eisen met betrekking tot de beschikbaarheid, dient er minimaal 1 extra spoor te worden gerealiseerd. Dit spoor kan worden gezien als onderhoudsspoor, terwijl deze ook kan worden ingezet indien één van de sporen door een storing tijdelijk buiten gebruik is gesteld. Totaal zijn er dus minimaal $1+1+1=3$ sporen noodzakelijk. Tabel 5.4 geeft het benodigd aantal sporen voor de overige situaties.

Bij een aantal mogelijkheden is er sprake van een grote overcapaciteit. Wellicht is het hier mogelijk een spoor te besparen door een enkel spoor in twee richtingen te gebruiken. Hieromtrent is gedetailleerd onderzoek noodzakelijk, hetgeen buiten het kader van deze studieopdracht valt.

Integratie op bestaande infrastructuur

In deze paragraaf wordt ingegaan op de mogelijkheid de verbinding direct aan te sluiten op de bestaande infrastructuur.

Integratie van railgebonden systemen op de bestaande infrastructuur

Wanneer het systeem tussen vaste land en eiland moet worden geïntegreerd op de bestaande infrastructuursystemen, is het mogelijk dat passagiers zonder overstappen naar hun eindbestemming worden vervoerd. Bij volledige integratie zullen een aantal knelpunten/aandachtspunten ontstaan, namelijk:

- **Capaciteit bestaande netwerk.**

Op dit moment heeft het Nederlandse railnetwerk een capaciteit van ongeveer 12 treinen per uur per enkel spoor. Deze lage capaciteit wordt vooral veroorzaakt door het heterogene treinverkeer op dit netwerk. De aansluiting van de homogene luchthavenverbinding op het heterogene nationale netwerk zal leiden tot een aanzienlijke bottleneck op het punt waar de systemen op elkaar aansluiten.

Tabel 5.4: Overzicht van het benodigd aantal sporen

	Capaciteit	Vulgraad trein	Aantal shuttles		Totaal aantal	Aantal	Aantal verbindingen
	luchthaven	[pax]	Passagiers	Vracht	shuttles	verbindingen	met redundantie
	[MAP]				[stuks]	[stuks]	[stuks]
Banen naar Zee	80	1000*0,75	24-26	8	32-34	1+1	3
Luchthaven naar zee	80	-	45-48	8	53-56	2+2	5
		1000*0,75	36-38	8	44-46	2+2	5
	120	800*0,75	68-73	8	76-81	3+3	7
		1000*0,75	54-58	8	62-66	2+2	5
Multifunctioneel eiland	80	800*0,75	52-54	8	60-73	2+2	5
		1000*0,75	42-44	8	50-52	2+2	5
	120	800*0,75	75-80	8	83-88	3+3	7
		1000*0,75	60-64	8	68-72	2+2	5

Noot : De uitgangspunten voor het railgebonden vervoer (met name piek uurstromen) zijn bepalend voor het aantal benodigde verbindingen. Bij afwijkingen ten opzichte van andere studie dienen juist deze uitgangspunten te worden vergeleken.

Alhoewel ook de capaciteit van het nationale net onder de voortschrijdende technologie zal verbeteren, is het duidelijk dat de aansluiting een volbenut homogeen spoor op het nationale net zal leiden tot problemen met de aansluiting zelf en de capaciteit van de achterlandverbindingen.

Bij een volledige integratie zijn aanzienlijke uitbreidingen van de nationale railinfrastructuur noodzakelijk om het vervoersaanbod te kunnen verwerken. Er mogen vraagtekens worden geplaatst bij de haalbaarheid van dergelijke uitbreidingen vanuit zowel technisch als maatschappelijk oogpunt.

Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat de uitbreiding van de infrastructuur rondom Schiphol kan worden gezien als een autonome ontwikkeling, daar de luchthaven binnen milieu grenzen de mogelijkheid wordt geboden tot groei tot 80 MAP. Bij de overgang van Schiphol naar eiland zal deze infrastructuur al aanwezig moeten zijn. Twijfels met betrekking tot de haalbaarheid van deze uitbreidingen blijven echter bestaan.

- **Vertraging bestaande op het railnetwerk.**

De punctualiteit van het bestaande railnetwerk zal ook zeker tot problemen leiden. De opvolgtijd van 90 seconden kan worden verstoord door vertragingen, waardoor de capaciteit van de verbinding aanzienlijk kan reduceren. De oplossing kan worden gevonden door de toepassing van wachtrijen, waar treinen staan te wachten op een leeg 'slot'. Dergelijke wachtrijen komen echter niet ten goede van de betrouwbaarheid van de dienstregeling en leiden tot een reistijdverlenging voor de passagiers.

- **Aanpassing shuttle aan het bestaande materieel**

Een aansluiting op het bestaande netwerk betekent dat de shuttle moet worden aangepast aan de voorschriften die gelden voor het materieel op het bestaande netwerk. De stations van de metro in Amsterdam zijn gebaseerd op maximale metrostellen van 120 meter. Bij integratie zijn dus geen treinstellen van 400 m mogelijk. Ongetwijfeld zal een aansluiting op het bestaande NS-netwerk soortgelijke aanpassingen opleggen, waardoor de capaciteit van de verbinding nadelig beïnvloed wordt. Een mogelijk alternatief is het aanpassen van bestaande stations of het ontkoppelen van treinstellen.

- **Bezettingsgraad**

Een aansluiting op het bestaande net betekent dat er verschillende diensten geboden gaan worden (verschillende eindbestemmingen). Het bieden van verschillende diensten zal leiden tot een lagere bezettingsgraad. Om dit tot een minimum te beperken is het van essentieel belang dat diensten volledig afgestemd worden op de herkomst en bestemmingsmatrix, zodat de treinen optimaal gevuld kunnen worden.

Op basis van de gevonden knelpunten kan geconcludeerd worden dat een aansluiting op het bestaande netwerk de nodige problemen met zich meebrengt. Het is van belang dat er een oplossing wordt gevonden voordat volledige integratie kan worden overwogen. Bij het nemen van een dergelijke beslissing moet altijd in het achterhoofd gehouden worden dat een uniforme stroom beter controleerbaar is dan een gedifferentieerde stroom. Een grotere differentiatie in de aangeboden diensten maakt het moeilijker om deze stroom in de hand te houden. Alhoewel nader onderzoek noodzakelijk is, wordt er vooralsnog van uitgegaan dat bij de gegeven piekurostromen een volledige integratie op de bestaande railinfrastructuur op teveel problemen zal stuiten en derhalve niet haalbaar is.

Integratie van wegvervoer

Wanneer al het wegvervoer van het eiland op één punt wordt aangesloten op het nationale wegennet, heeft dit consequenties voor de omliggende infrastructuur naar het achterland, zeker bij de grotere groeiscenario's. Met de gegeven piekstromen en modal split zijn bij 120 MAP 2 x 6 rijstroken noodzakelijk voor het luchthavengerelateerde wegverkeer, zie ook tabel 5.3. Gezien het relatief hoge aantal benodigde rijbanen, zullen ook uitbreidingen van de weginfra naar het achterland noodzakelijk zijn. Verder dient er ook rekening te worden gehouden met de verwachte groei van het reguliere verkeer.

Door het wegverkeer over meerdere punten te verdelen, kan een sterke concentratie worden voorkomen. Denk hier bijvoorbeeld aan meerdere knooppunten in het achterland met een aansluiting op het railsysteem naar het eiland. Door sterk flankerend beleid kunnen de automobilisten worden aangespoord om gebruik te maken van deze transferia, waardoor het aanbod over de weg afneemt van 55% naar bijvoorbeeld 35%. De wegverbinding naar het eiland blijft een geheel open verbinding, het gebruik ervan door personenauto's dient echter onaantrekkelijk te worden gemaakt. De beheersbaarheid van een dergelijke aanpak is echter beperkt.

Op het bestaande Schiphol zijn uitbreidingen een autonome ontwikkeling. De luchthaven mag immers doorgroeien binnen bepaalde milieugrenzen, zolang de luchthaven op zee nog niet is gerealiseerd. Het uitbreiden van de weginfra tot 2 x 4 luchthaven-gerelateerde rijstroken (bij 80 MAP) plus het alsmar groeiende reguliere verkeer, zal waarschijnlijk niet passen binnen deze milieugrenzen. Dit betekent dat ook in deze situatie zal moeten worden gezocht naar alternatieven. Een verschuiving van auto naar spoor blijkt bij de gegeven piekhuurcijfers een noodzaak.

Combinaties van railgebonden modaliteiten

Wanneer meerdere modaliteiten naar het eiland wenselijk zijn, is het mogelijk voor iedere modaliteit afzonderlijk infrastructuur te voorzien. Nadeel hiervan is dat de afzonderlijke sporen niet optimaal worden benut, waardoor meer en meer infrastructuur noodzakelijk wordt. Om deze problematiek te voorkomen, worden in deze paragraaf de mogelijkheden onderzocht voor het combineren van meerdere railgebonden modaliteiten over dezelfde infrastructuur.

De voorgaande capaciteitsberekening is gebaseerd op het gebruik van één modaliteit met één vaste route. Theoretisch is het best mogelijk dat er meerdere railgebonden modaliteiten gebruik gaan maken van dezelfde infrastructuur, bijvoorbeeld het conventionele materieel en het hoge snelheidsmaterieel. Onderzoek heeft echter aangetoond dat een dergelijke combinatie erg kostbaar zal zijn [Bron: *Light Rail Infrastructure, ARCADIS RailInfraBeheer ProjectenCentrum, september 1999*]. Ook is het mogelijk dat één en dezelfde modaliteit verschillende diensten aanbiedt, bijvoorbeeld eindbestemming Amsterdam, Rotterdam en/of Schiphol.

Wanneer verschillende modaliteiten gebruik maken van hetzelfde spoor, is het een voorwaarde dat de verschillende modaliteiten met dezelfde rijkearakteristieken en dezelfde lengte (400 m) gebruik zullen maken van de verbinding. De totale capaciteit van de verbinding zal op deze wijze gelijk blijven. Het huidig materieel (conventionele treinen, HSL, metro, etc.) hebben geen gelijke rem- en aanzetkarakteristieken. Voor de volledige benutting van een geïntegreerde verbinding is het echter wel noodzakelijk dat snelheid en rem- en aanzetkarakteristieken exact gelijk zijn. Enerzijds zal de voortschrijdende technologische ontwikkeling hier een bijdrage aan kunnen leveren, anderzijds kunnen de modaliteiten dusdanig op elkaar worden afgestemd dat deze rijden met de 'slechtste' karakteristieken. Een HSL mag dan niet op volle snelheid rijden, terwijl de aan- en afremkarakteristieken van een conventionele trein moeten worden aangepast naar de karakteristieken van een HSL.

Door verschillende diensten aan te bieden, is het waarschijnlijk dat de bezettingsgraad van de voertuigen zal afnemen. Het is namelijk vrijwel onmogelijk de diensten af te stemmen op de vervoersbehoefte op dat moment. Ten gevolge hiervan zal de bezettingsgraad van de voertuigen in meer of mindere mate afnemen.

Het berijden van de infrastructuur met meerdere modaliteiten of het bieden van verschillende diensten met één modaliteit, zal er toe leiden dat er meer shuttles tussen het vaste eiland en het eiland moeten rijden dan in een situatie waarbij door één modaliteit één type dienst wordt aangeboden.

Combinatie van railgebonden modaliteiten en weg

Zoals beschreven in paragraaf 5.3.2, is het zeker bij een luchthaven van 120 MAP praktisch onmogelijk om alle automobilisten op het eiland toe te laten. Derhalve zijn twee aanvullende scenario's bekeken, waarbij 30% respectievelijk 40% van het piekaanbod per auto naar het eiland komt. De resterende automobilisten (25% respectievelijk 15% van de piekstroom) maakt dan een gedwongen overstap van auto naar spoor of laat de auto in zijn geheel laat staan.

Op deze wijze wordt de piekurostroom over de modaliteiten verdeeld in de verhouding 60:40 (rail:weg) of 70:30 (rail:weg). Door een goed prijsbeleid moet worden getracht de resterende automobilisten via de transferia naar het eiland te laten komen. In tabel 5.5 en 5.6 is aangegeven wat de consequenties zijn voor de aan te leggen verbinding. De cijfers zijn op dezelfde manier berekend als in de voorgaande berekeningen.

Tabel 5.5: Combinatie van rail en weg (verhouding 70% rail, 30% weg)

Banen naar Zee	Omvang stroom			Aantal verbindingen		
	Rail	Weg	Totaal	Rail, bagage gescheiden	Rail, bagage bij passagier	Weg, rijstroken
80 milj	17.500	n.v.t.	17.500	1+1+1 = 3	N.v.t.	N.v.t.
	19.500	n.v.t.	19.500	1+1+1 = 3	N.v.t.	N.v.t.
Luchthaven naar Zee						
80 milj.	18.900	8.100	27.000	1+1+1=3	2+2+1=5	2+2
	19.950	8.550	28.500	1+1+1=3	2+2+1=5	2+2
120 milj.	28.350	12.150	40.500	2+2+1=5	2+2+1=5	3+3
	30.450	13.050	43.500	2+2+1=5	2+2+1=5	3+3
Multifunctioneel eiland						
80 milj.	21.700	9.300	31.000	2+2+1=5	2+2+1=5	3+3
	22.750	9.750	32.500	2+2+1=5	2+2+1=5	3+3
120 milj.	31.150	13.350	44.500	2+2+1=5	2+2+1=5	3+3
	33.250	14.250	47.500	2+2+1=5	2+2+1=5	4+4

In een aantal situaties is er aangegeven dat er 5 railverbindingen aangelegd dienen te worden. Het is wellicht mogelijk dit aantal terug te brengen tot vier verbindingen. Om de vervoerstroombaan te kunnen verwerken zijn er namelijk net aan twee verbindingen per richting noodzakelijk. In hoeverre het mogelijk is één spoor voor twee richtingen te gebruiken vereist nader onderzoek.

Tabel 5.6: Combinatie van rail en weg (verhouding 60% rail, 40% weg)

Banen naar Zee	Omvang stroom			Aantal verbindingen		
	Rail	Weg	Totaal	Rail, bagage gescheiden	Rail, bagage bij passagier	Weg, rijstroken
80 milj	17.500	n.v.t.	17.500	1+1+1 = 3	N.v.t.	N.v.t.
	19.500	n.v.t.	19.500	1+1+1 = 3	N.v.t.	N.v.t.
Luchthaven naar Zee						
80 milj.	16.200	10.800	27.000	1+1+1=3	1+1+1=3	3+3
	17.100	11.400	28.500	1+1+1=3	2+2+1=5	3+3
120 milj.	24.300	16.200	40.500	2+2+1=5	2+2+1=5	4+4
	26.100	17.400	43.500	2+2+1=5	2+2+1=5	4+4
Multifunctio- neel eiland						
80 milj.	18.600	12.400	31.000	2+2+1=5	2+2+1=5	3+3
	19.500	13.000	32.500	2+2+1=5	2+2+1=5	3+3
120 milj.	26.700	17.800	44.500	2+2+1=5	2+2+1=5	4+4
	28.500	19.000	47.500	2+2+1=5	2+2+1=5	5+5

Het is duidelijk dat de impact van het wegverkeer erg groot is. Zeker indien de modal split hoog wordt gekozen, zijn een aanzienlijk aantal rijstroken noodzakelijk. De aansluiting hiervan op de bestaande infrastructuur zal leiden tot een aanzienlijke capaciteitsbehoefte op de achterlandverbindingen, zeker gezien de reguliere groei. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat er maximaal 2 x 3 rijstroken naar het eiland worden voorzien. Zeker bij de hogere groeiscenario's zal dit gepaard moeten gaan met een aanzienlijk verschuiving van weg naar openbaar vervoer. Wel zal de weg in alle gevallen open moeten worden gesteld voor vracht en eventueel taxi's en bussen.

Samenvatting

Op basis van de evaluaties in dit hoofdstuk kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- **Water**

Een verbinding over water kan in beperkte mate een rol van betekenis spelen. Vanwege de lage snelheid en het matige comfort van deze modaliteit, is voor de verplaatsing van passagiers en bagage het water geen serieuze optie. Ook voor het overbrengen van spoedeisende vracht zal de beperkte snelheid tot problemen leiden. Voor het transport van niet spoedeisende vracht, bevoorrading, bouwstromen en recreatieve bezoekers is het water wel de aangewezen modaliteit.

- **Weg**

Op dit moment is de wegverbinding de belangrijkste vervoersmodaliteit naar Schiphol. Indien een wegverbinding wordt voorzien, zal deze ook in de toekomst frequent gebruikt worden. De vervoerstromen hebben echter relatief hoge intensiteiten, waardoor een geheel open verbinding niet haalbaar wordt geacht. Er zal moeten worden getracht, onder andere door flankerend beleid, om een deel van de automobilisten te laten kiezen voor het openbaar vervoer. Aandacht moet worden besteed aan het vervoer van vracht, bussen en eventueel taxi's. Deze groepen mogen in principe niet worden gehinderd door de verbinding.

- **Spoor conventioneel**

Wanneer de snelheid van de verbinding niet van groot belang is, is de modaliteit conventioneel spoor de aangewezen modaliteit voor de railverbinding. Integratie op het bestaande railnetwerk blijkt moeilijk.

- **Light rail**

Toepassing van bestaande light rail systemen zal leiden tot een aanzienlijke reductie van de capaciteit van de verbinding, daar de huidige stations geen treinen toelaten groter dan 120 meter. Toepassing van light rail systemen wordt derhalve buiten beschouwing gelaten.

- **Spoor hoge snelheid (Swiss metro, magneetzweeftrein)**

Gezien de gebrekkige ervaring op dit moment, komen deze modaliteiten alleen in aanmerking indien de snelheid van de verbinding van maatgevend belang is.

- **Spoor hoge snelheid (HST, HSL)**

Deze, inmiddels bewezen modaliteiten, komen alleen in aanmerking indien de snelheid van de verbinding van maatgevend belang is. Wel is het mogelijk deze modaliteiten toe te laten indien dit vanuit serviceoptiek gewenst is en deze modaliteiten met gelijke rijkaracteristieken rijden als de andere modaliteiten die gebruik maken van de verbinding. Hoge snelheid is dan niet aan de orde.

- **Integratie**

De integratie in de bestaande systemen zal zeer problematisch zijn indien de stromen geconcentreerd op één punt in de bestaande infrastructuur worden ingevoerd. Er dient te worden gestreefd naar het zoveel mogelijk uit elkaar trekken van de verschillende stromen.

Bij meerdere modaliteiten op dezelfde infrastructuur is het belangrijk dat alle systemen gelijke rijkaracteristieken hebben. Een HSL zal zijn snelheid op het gemeenschappelijke traject moeten reduceren, terwijl de rem- en aanzetkarakteristieken van een intercity of metro moet worden aangepast naar die van een HSL.

Bouwstenen voor de verbinding

De verbinding bestaat uit een traject over land, een traject door de duinen en een traject over zee. In het kader van de studieopdracht zal met name het deel van eiland naar kust worden onderzocht, inclusief de duinpassage.

Voor de duin- en zeeverbinding zijn er verschillende bouwmethoden beschikbaar; boortunnels, zoals bijvoorbeeld uitgevoerd in de Storebælt verbinding en de Trans Tokyo Bay tunnel, afgezonken tunnels, bijvoorbeeld de Øresund verbinding of BART, de San Francisco metro, bruggen en dammen.

In deze paragraaf zullen de volgende bouwmethoden worden behandeld:

- afzinktechnieken
- boortechneiken
- bruggen
- dammen

De verschillende mogelijkheden zullen op een aantal aspecten met elkaar worden vergeleken. Op deze wijze ontstaat een goed inzicht in de eigenschappen van de verschillende bouwmethoden, zodat kan worden bepaald bij welke alternatief welke verbindingen in aanmerking komen. De volgende aspecten zijn onderzocht:

- milieu technische aspecten,
- maatschappelijke aspecten,
- bouwtijd,
- veiligheid en beschikbaarheid,
- morfologie,
- vogelproblematiek,
- faseringsmogelijkheden,
- uitbreidbaarheid,
- technische randvoorwaarden.

Met betrekking tot het aspect veiligheid wordt ook verwezen naar de studie van de afdeling Tunnelbouw van de Bouwdienst. In deze rapportage wordt het aspect veiligheid in meer detail beschouwd.

Afzinktechnieken

De afzinkmethode wordt toegepast voor tunnels onder water. Geprefabriceerde tunnelementen worden afgezonken, waarna deze, door gebruik te maken van de waterdruk, worden gekoppeld aan de reeds afgezonken tunneldelen. Een voorbeeld van een doorsnede van een zinktunnel is opgenomen in bijlage H, tekening 6.1.

Bijlage I.1. geeft een verdere evaluatie van deze oplossingsvariant.

Boortechneiken

Boortunnels kunnen zowel onder water als op het land worden toegepast. In een zogenaamde 'startschacht' bevindt zich de boormachine, waarmee de grond wordt weggenomen, waarbij er gelijktijdig tunnelsegmenten worden geplaatst. De boorkoppen voor slappe grond hebben voldoende levensduur voor het boren van 6 tot 8 kilometer tunnel. Ingrijpend onderhoud kan de levensduur van de

boorkoppen verlengen. Voorbeelden van doorsneden van een boortunnel zijn opgenomen in bijlage H, tekening 6.2 en 6.3.

Bijlage I.2. geeft een verdere evaluatie van deze oplossingsvariant.

Bruggen

Bruggen kunnen worden toegepast voor de verbinding tussen kust en eiland. Bijlage I.3. geeft een verdere evaluatie van deze oplossingsvariant.

Dammen

Tenslotte kan worden gedacht aan de toepassing van dammen tussen eiland en kust. Bijlage I.4. geeft een verdere evaluatie van deze oplossingsvariant.

Samenvatting verbinding

In bijlage I zijn een aantal technieken geëvalueerd voor de uitvoering van de verbinding. De belangrijkste resultaten uit deze evaluatie zijn samengevat in de matrix in tabel 6.1.

Combinatievarianten

Bij het samenstellen van de bouwstenen tot een complete verbinding moeten de duinpassage en het zeetraject apart worden beschouwd.

Indien wordt gekozen voor één dedicated railverbinding, moeten er voor de railverbinding 3 tot 5 sporen worden voorzien. Uit het oogpunt van bedrijfszekerheid is het gewenst om niet alle sporen in één tunnel aan te brengen, maar deze te scheiden. Bij een zinktunnel kan dit worden gerealiseerd door twee tunnels met 2 en 3 sporen. Bij een boortunnel kan dit worden gerealiseerd door twee tunnels met twee sporen en een derde tunnel met één spoor. Bij ernstige calamiteiten in één van de tunnels blijven de andere tunnels operationeel.

Indien wordt gekozen voor een combinatie, waarbij zowel een railverbinding als een wegverbinding naar het eiland wordt voorzien, moet de verbinding in de meeste gevallen worden voorzien van 6 rijstroken voor wegverkeer en 3 of 5 sporen voor de railgebonden modaliteit. Bij een zinktunnel kan worden gedacht aan een tunnel bestaande uit 6 rijstroken weg en 2 sporen rail en een tweede tunnel met drie sporen. Bij een boortunnel kunnen er voor de wegverbinding twee additionele boortunnels worden voorzien.

In deze fase van het onderzoek zijn een aantal varianten beschouwd, namelijk:

1. *Een brugverbinding voor de gehele verbinding (figuur 6-4 boven, bijlage H)*
Bij deze variant wordt gekozen voor een brugverbinding over zee en door de duinen. Alle modaliteiten kunnen gebruik maken van deze verbinding. Het grote nadeel van deze variant is dat de maatschappelijke weerstand tegen een dergelijke oplossing. Voordelen zijn de kosten en de flexibiliteit van bouwen. Wel moet rekening worden gehouden met de morfologische impact van de pijlers.

Tabel 6.1: Matrix verbinding

	Afzinktunnel	Boortunnel	Brugverbinding	Dam
Milieu technische aspecten	++ (- voor duinpassage)	++ (+ voor duinpassage)	0	--
Maatschappelijke aspecten	++ (- voor duinpassage)	++	- (-- voor duinpassage)	--
Bouwtijd/fasering	0	0/+	+	0/+
Veiligheid en beschikbaarheid	0	0	++	++
Morfologie	+	+	0	--
Vogelproblematiek	++	++	-	--
Uitbreidbaarheid	-	0	+	0
Technische randvoorwaarden	0/-	-	+	+
Geschiktheid voor wegverbinding	0	0	++	+
Geschiktheid voor railverbinding	+	+	+	+
Bewezen techniek	+	0	+	+
Kosten	0	0	+	+

-
2. *Een boortunnel voor de gehele verbinding (figuur 6-4 midden, bijlage H)*
Gezien de bouwtijd en de levensduur van tunnelboormachines is het waarschijnlijk dat voor dit alternatief een (tijdelijk) middeneiland moet worden gerealiseerd. Vanuit dit punt kan richting eiland en richting kust worden geboord. Van achter de duinen en vanaf het eiland moet eveneens worden gestart met boren, zodat iedere tunnelboormachine een afstand aflegt van maximaal 6 km. De tunnelboormachines sluiten ondergronds op elkaar aan. Indien op deze wijze een wegverbinding wordt gecreëerd kan het middeneiland permanent worden gebruikt om een ventilatieschacht te realiseren. Verder zullen dan ook ventilatieschachten noodzakelijk zijn aan de kust van land en eiland. Het middeneiland heeft relatief kleine afmetingen maar zal toch een invloed hebben op de stroming voor de kust en de morfologie.
 3. *Boortunnel onder de duinen en een zinktunnel onder zee (figuur 6-4 onder, bijlage H)*
Bij deze variant wordt onder de duinen door geboord, waarna er wordt aangesloten op een zinktunnel. Deze oplossing is haalbaar voor de railgebonden modaliteiten. Een wegverbinding is echter alleen haalbaar indien er halverwege een ventilatieschacht wordt voorzien. In dit geval dient er een tusseneiland van beperkte grootte te worden gerealiseerd. Bij deze variant moet er in de strandzone een boorschacht moet worden gemaakt. Met betrekking tot bereikbaarheid voor bouwverkeer is dit problematisch. Ook gezien het feit dat een zinksleuf in de branding als probleem wordt gezien, verdient een 'koppel'eiland op minimaal 500 m voor de kust aanbeveling. In een bouwput dient de overgangsconstructie van boortunnel naar zinktunnel te worden verwezenlijkt.
 4. *Brug-boortunnelcombinatie (figuur 6-5 boven en midden, bijlage H)*
Bij deze variant wordt een boortunnel onder de duinen voorzien, welke bij voorkeur eindigt bij een middeneiland voor de kust. De verbinding middeneiland-eiland wordt uitgevoerd met behulp van een brug. Gezien de toelaatbare hellingen voor met name de spoortunnels, zal het middeneiland relatief grote afmetingen krijgen (in de orde van 2000 m lang) en daarmee een relatief grote invloed hebben op de getijstromen en de morfologie. Door de beperkte lengte van de tunnel zijn speciale ventilatieschachten voor een eventuele wegverbinding niet meer van toepassing. De haalbaarheid van het middeneiland wordt in sterke mate bepaald door morfologische aspecten.
 5. *Boortunnel, zinktunnel, brugcombinatie (figuur 6-5 onder, bijlage H)*
Deze variant is te vergelijken met de boor-zinktunnelcombinatie met het verschil dat hier een tweede (tijdelijk) middeneiland wordt voorzien. Van het tweede middeneiland (permanent) naar het eiland wordt een brug voorzien. Deze oplossing is 'dubbel op' en verdient alleen aanbeveling indien de bouwtijd gunstig kan worden beïnvloed. Dit is echter niet het geval.
 6. *Zinktunnel onder de duinen en onder zee*
Bij deze variant wordt de verbinding uitgevoerd als zinktunnel. Voor de wegverbinding speelt hier eveneens het ventilatieprobleem, waardoor er minimaal halverwege een relatief klein eiland moet worden voorzien voor de ventilatieschacht. Het doorsnijden van de duinen met een 'cut and cover' techniek heeft een relatief grote impact op het milieu en de omgeving, denk bijvoorbeeld aan de effecten op de grondwatersituatie. Tenslotte moet een en ander gefaseerd worden aangelegd, daar de zeeverende werking van de duinen dient te worden gewaarborgd. De zinktunnel onder de duinen vereist dan ook bouwstromen op het strand. Het is waarschijnlijk dat een dergelijke variant vanuit maatschappelijk oogpunt veel weerstand zal ondervinden.
 7. *Brug-zinktunnelcombinatie*
Bij deze variant wordt een 'cut and cover' tunnel toegepast onder de duinen en een zinktunnel tot aan een middeneiland, van waar de verbinding per brug

wordt voortgezet. In verband met de toelaatbare hellingen van het spoormaterieel, zal het middeneiland in dit geval een lengte hebben van circa 1600 m. Hier gelden dezelfde nadelen als bij de zinktunnel onder de duinen. Verder wordt de haalbaarheid van dit alternatief sterk bepaald door de morfologie.

8. Combinatievarianten

In principe is het niet noodzakelijk voor beide modaliteiten een gelijkwaardige verbinding te creëren. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk de railtunnels vanaf het middeneiland door te zetten en het wegverkeer middels een brug naar het eiland te voeren. Gezien het feit dat een wegverbinding grotere hellingen toestaat dan een railverbinding beperkt dit de grootte van het middeneiland. Bovendien heeft een railtunnel in principe geen ventilatieschachten nodig. Het ligt echter voor de hand de verbindingen wel gelijkwaardig uit te voeren om zodoende de kosten te reduceren.

Tabel 6.2 geeft een kwalitatieve afweging tussen de genoemde varianten.

Tabel 6.2. Kwalitatieve afweging verbinding

	1	2	3	4	5	6	7
Milieutechnische aspecten	0	++	++	++	++	++(- duinen)	+(-)
Maatschappelijke aspecten	-	++	++	0/+	0/+	++(- duinen)	0
Bouwtijd/fasering	+	0/+	+	++	++	0	++
Veiligheid en beschikbaarheid	++	0	0	+	+	0	+
Morfologie	0	+	+	--	--	+	--
Vogelproblematiek	-	++	++	0	0	++	0
Uitbreidbaarheid	+	0	0/-	0	0/-	-	0/-
Technische randvoorwaarden	+	-	-	0	0	0/-	0
Geschiktheid wegverbinding	++	0	0	0/+	0/+	0	0/+
Geschiktheid rail	+	+	+	0/+	0/+	+	0/+
Bewezen techniek	+	0	0	0/+	0/+	+	0/+
Kosten	+	0	0/-	+	-	0	+

Op basis van eerder onderzoek (Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten) is gebleken dat het kosten niveau van de verschillende technische oplossingen elkaar niet veel ontlopen. De keuze voor tunnels, bruggen en brugtunnels wordt zodoende meer bepaald door operationele, milieutechnische en maatschappelijke factoren. Indien meerdere modaliteiten worden toegepast is de verwachting dat brugoplossingen significant goedkoper zijn dan tunneloplossingen. Indien morfologisch acceptabel, lijkt de brug-boortunnel combinatie de meest realistische oplossing. Een ander punt van afweging is de beschikbaarheid van materieel en aannemerscapaciteit. Indien verschillende bouwmethoden gebruikt worden, kunnen meerdere aannemerscombinaties een deel uitvoeren, terwijl risico's in tijd en geld beperkt worden. Dit kan bijdragen aan een minder overspannen marktsituatie.

Bouwstenen voor de knooppunten

Knooppunten ontstaan daar waar verbindingen met elkaar samenkomen. Deze knooppunten hebben een bepaalde functie, zowel in functionele zin (transfermogelijkheden) als in ruimtelijk economische zin (vestigingsklimaat). Door het aanbrengen van nieuwe verbindingen met een luchthaven in zee ontstaan nieuwe en/of functioneel andere knooppunten. Dit hoofdstuk heeft als doel om inzicht te geven in het soort, het aantal en de omvang van deze knooppunten. Op basis hiervan kunnen uitspraken worden gedaan over de ruimtelijke en milieutechnische consequenties.

Achtereenvolgens komen in dit hoofdstuk de volgende aspecten aan bod:

- van luchthaven-alternatief naar een transfergedachte;

- van een transfergedachte naar vervoersconcepten;
- de vervoersconcepten;
- van vervoersconcepten naar de knooppunten;
- de ruimtelijke en milieutechnische inpasbaarheid.

Van alternatief naar transfergedachte

Algemeen

Er zijn voor het huidige Schiphol in combinatie met een eiland in de Noordzee drie alternatieven ontwikkeld, waarbij het belang van het huidige Schiphol in het eerste alternatief het grootst is en in de daarop volgende alternatieven steeds meer in belang afneemt (zie hoofdstuk 2). Per alternatief zijn diverse varianten denkbaar met betrekking tot de ontsluiting van het eiland.

Deze ontsluiting kan bestaan uit verschillende modaliteiten en zal moeten aanhaken op bestaande vervoerssystemen op het vaste land. Daarbij is het voor een internationale luchthaven essentieel dat de verbindingen tussen voor- en/of na-transport snel en efficiënt zijn. Dit bepaalt voor een groot deel de concurrentiepositie van de luchthaven. Deze efficiency en snelheid van verbindingen wordt onder andere bepaald door:

- de capaciteit van de vervoerssystemen;
- de snelheid die de vervoerssystemen halen op een traject;
- de integratie-mogelijkheden van vervoerssystemen;
- de mogelijkheden van transfers op andere vervoerssystemen.

Verbindingen van verschillende schaalniveaus

In Nederland bestaan veel verschillende modaliteiten waarbij verschillende netwerken zijn te onderscheiden. Deze netwerken hebben elk hun eigen schaalniveau die de reikwijdte en bereikbaarheid van het vervoerssysteem bepaalt (catchment area). Het ene vervoersnetwerk is daarbij meer diffuus en toegankelijker dan het andere systeem. In tabel 7.1 is aangegeven wat het schaalniveau is van de diverse netwerken van vervoerssystemen.

Een HSL-lijn opereert bijvoorbeeld op een hoger schaalniveau met een grote reikwijdte (internationaal). Dit systeem moet een bepaalde snelheid halen waardoor het aantal opstapplaatsen beperkt blijft. Door het aantal opstapplaatsen te beperken wordt het hele systeem minder diffuus en daardoor minder toegankelijk. Een lightrail heeft in tegenstelling tot de HSL een kleinere reikwijdte (regionaal) en heeft een groter aantal haltes op kleinere afstand, waardoor een meer diffuus en meer toegankelijk vervoerssysteem bestaat.

Tabel 7.1: Schaalniveaus van netwerken

Netwerk	Schaalniveau
Luchtvaart	(inter)continentaal
HSL-/Euro-spoorlijnen	internationaal
IC/IC+ -spoorlijnen	nationaal
Randstadshuttle	landsdelig
sneltreinen/lightrail/stoptreinen	regionaal
bus/tram/metro	agglomeratie
bus/tram/fiets/lopen	lokaal

Waar verbindingen van diverse schaalniveaus en van verschillende modaliteiten samenkomen vinden transfers plaats. Hierdoor kunnen knooppunten ontstaan. Dit kunnen functionele knooppunten betreffen met een mogelijk ruimtelijk economische potentie. De volgende paragraaf gaat in op het theoretisch kader rondom het begrip knooppunt.

Theoretisch kader

Recentelijk is onderzoek gedaan naar de typering en identificering van knooppunten [Knopen, onderzoek naar typering van knopen, VHP & Goudappel Coffeng, Rotterdam, juni 1999]. Daarbij zijn vanuit een netwerkbenadering knooppunten gecategoriseerd en gedefinieerd. Op deze manier is een beperkt aantal type knooppunten onderscheiden. Uiteraard is de ontwikkeling van een knooppunt sterk afhankelijk van de omgeving, waardoor de knooppunten in een bepaalde categorie onderling sterk kunnen verschillen. Met deze typologie worden echter wel essentiële verschillen helder gemaakt, waardoor de gevolgen voor een knoop inzichtelijk kunnen worden gemaakt.

De typologie van knopen gaat uit van twee dimensies:

1. het schaalniveau van de knoop;
2. de stedelijke context waarin de knoop zich bevindt en deel van uitmaakt.

Schaalniveau

Eén van de elementaire functies van een knoop is het verbinden van verschillende vervoerslijnen met elkaar in een vervoersknoop. In de vervoersknoop kunnen verschillende vervoerslijnen van verschillende vervoersnetwerken samen komen en 'verknopen', of de vervoerslijnen komen binnen één vervoersnetwerk vanuit meer dan twee richtingen samen en 'verknopen'. De verschillende vervoersnetwerken opereren op verschillende schaalniveaus (verschillende catchment area's). Zo bestaat het netwerk van een HSL-systeem uit een grofmazig netwerk, waarbij de toegankelijkheid beperkt is tot de grote steden die dit systeem aandoet. Het vervoerssysteem heeft daarbij een grote reikwijdte (heel West-Europa). Het netwerk van een metro is daarentegen weer veel fijnmaziger, waarbij het systeem zeer goed toegankelijk is. De reikwijdte van het systeem beperkt zich echter tot de regio.

Het netwerk met het hoogste schaalniveau dat aanwezig is in de knoop, is sterk bepalend voor de karakteristiek en het potentieel van de knoop. De functie van de knoop wordt daarbij bepaald door het gewenste schaalniveau van een knooppunt. Dit bepaalt welk soort vervoersnetwerken met elkaar moeten worden verknoot.

Stedelijke context

De stedelijke context waarin de vervoersknoop is gelegen bepaalt in grote mate de vestiging van de functies op en rond de knoop en daarmee is deze van belang voor de typering van de knoop. Daarbij wordt de mate van bereikbaarheid van de auto en het openbaar vervoer gekoppeld aan de stedelijke context.

Binnen de stedelijke context worden 3 gebieden onderscheiden, die zich op verschillende schaalniveaus kunnen manifesteren.

- binnenstedelijk gebied: gekenmerkt door intensief ruimtegebruik, functionele diversiteit, centrumfunctie voor een grotere omgeving, openbaar vervoer is leidend en de auto is volgend bij bereikbaarheid van de stedelijke functies;
- stedelijk gebied: gekenmerkt door een perifere ligging t.o.v. het centrum, lagere dichtheid, eventueel een centrumfunctie, maar dan vanuit een specifieke functie, zowel auto als openbaar vervoer kunnen leidend zijn bij bereikbaarheid van functies;
- buitenstedelijk gebied: gekenmerkt door het niet direct gekoppeld zijn aan de stad, kleine kernen of buiten bebouwde kom, de auto is leidend en openbaar vervoer volgend m.b.t. bereikbaarheid.

Tabel 7.2 Theoretisch kader met typologie van knooppunten.

Schaalniveau ¹	Soort knoop	Typering knoop
---------------------------	-------------	----------------

¹ Niet alle schaalniveaus zijn relevant voor de typologie van Nederlandse knooppunten. Zo wordt het intercontinentale schaalniveau samengevoegd met het West-Europese schaalniveau, aangezien in Nederland volgens deze typologie slechts twee (inter)continentale halten aanwezig

		Binnen stedelijk gebied	Stedelijk gebied	Buiten stedelijk gebied
West Europees niveau	inter)continentale knoop of (inter-)continentale halte met westeuropese knoop	A	B	C
	westeuropese halte met laaglandknoop	D	E	F
Laagland niveau	laaglandknoop zonder bovenliggende halte	G	H	I
	laaglandknoop met interregionale knoop	J	K	L
Interregionaal niveau	interregionale knoop zonder bovenliggende halte	M	N	O
	interregionale halte met regio-/aggloknoop	P	Q	R
Regio/Agglomeratie niveau	regio-/aggloknoop zonder bovenliggende halte	S	T	U
	regio-/agglohalte met lokale knoop	V	W	X

[Bron: *Knopen, onderzoek naar typeringen van knopen*, VHP & Goudappel Coffeng, Rotterdam, juni 1999]

In tabel 7.2 worden in de eerste kolom de schaalniveaus weergegeven. Door deze te combineren met de verschillende dimensies van de stedelijke context ontstaat een overzicht waarmee knooppunten kunnen worden getypeerd (kolom 3, 4 en 5).

Transfers vinden plaats op knooppunten

Door het verbinden van verschillende netwerken van vervoerssystemen met verschillende schaalniveaus ontstaat een vervoerknoop. Dit kunnen feitelijke overstappunten zijn of toegangen tot een hoger ordesysteem zoals de oprit van een lokale weg naar een rijksweg of transferia. In een vervoerknoop komen verschillende vervoersstromen en netwerken samen. Hierdoor bundelen de vervoersstromen zich in dit ene punt. Op deze knooppunten kunnen aantrekkelijke vestigingsmilieus ontstaan voor allerlei voorzieningen en bedrijven die gebaat zijn bij een goede bereikbaarheid door verschillende modaliteiten. Behalve een vervoersknoop ontstaat dan een punt waar een ruimtelijke concentratie van functies en activiteiten is georganiseerd.

Bij de aanleg van een luchthaven in zee zullen diverse investeringen in infrastructuur plaatsvinden aan de landzijde om de stroom goederen en passagiers te kunnen faciliteren naar het eiland. Door deze ontsluiting kunnen nieuwe knopen ontstaan of bestaande knopen van karakter veranderen. Zowel de transfermogelijkheden als het vestigingsmilieu hebben gevolgen voor de ruimtebehoefte ter plaatse.

Van transfergedachte naar vervoersconcept

Algemeen

Er zijn verschillende vervoerssystemen die direct of indirect kunnen worden verbonden met het eiland. Reeds bestaande systemen (conventionele rail, weg) als ook nieuwe systemen (HSL) kunnen hier invulling aan geven. Gelijktijdig met deze studie is er een studie gaande waar de landzijdige ontsluiting van de luchthaven in zee aan de orde komt: *Visie en alternatieven ontwikkeling landzijdige bereikbaarheid Luchthaven Noordzee en Groot Schiphol*, Grontmij/TNO, in opdracht van AVV. Binnen deze studie wordt een combinatie gelegd tussen bestaande en voor

zijn, namelijk Schiphol en Europoort/ Rotterdam. Verder wordt het onderscheid tussen de regionale schaal en de agglomeratieschaal relatief klein verondersteld, zodat hier geen direct onderscheid in wordt gemaakt.

de toekomst denkbare vervoerssystemen. Uit deze studie hebben wij een aantal vervoerssystemen geselecteerd die beschreven worden in tabel 7.3.

Het schaalniveau van het netwerk van het betreffende vervoerssysteem is nu van belang, omdat dit de landzijdige spreiding van de verbinding van het eiland (catchment area) bepaalt. Door een bepaalde verbinding met het eiland ontstaan op het vasteland verschillende knooppunten, afhankelijk van het vervoersnetwerk, het schaalniveau en de economische potentie.

Ringconcept

Zoals reeds gememoreerd in hoofdstuk 5 zal het openbaar vervoerssysteem een flinke kwaliteitsimpuls moeten krijgen om de gestelde modal split richting het eiland (70%) te halen. Aangezien sprake is van omvangrijke verkeersstromen moet rekening worden gehouden met een enorme capaciteitsbehoefte voor met name parkeervoorzieningen. Deze parkeervoorzieningen kunnen geconcentreerd worden of verspreid worden over diverse locaties binnen de Randstad. Het parkeren en daarmee de transfer naar een ander vervoerssysteem vindt derhalve plaats op grotere afstand van de luchthaven. De diversiteit aan soorten typen openbaar vervoer geeft hiervoor interessante mogelijkheden. In eerdere bereikbaarheidsstudies is hiervoor het 'drieringenconcept' ontwikkeld. Dit concept wordt ook gebruikt in de reeds genoemde bereikbaarheidsstudie van AVV. Het 'drieringenconcept' gaat uit van verschillende punten waar voorzieningen worden geboden om over te stappen van individueel naar collectief vervoer of andersom.

De drie ringen in het concept zijn:

- eerste ring: auto wordt gestald aan de rand van de Randstad bij de zogenaamde Randstadpoorten in de omgeving van Lage Zwaluwe en Veenendaal;
- tweede ring: auto wordt gestald in de Randstad bij een P&R-station. Vandaar verder met bestaande railverbindingen of Randstad-shuttle;
- derde ring: auto wordt gestald bij het luchthaven-transferium op het vaste land of eventueel op het eiland zelf.

Tabel 7.3: In dit onderzoek onderscheiden vervoerssystemen

Systeem	Omschrijving
<i>Collectief personen vervoer</i>	
Schiphol-shuttle	gesloten verbinding tussen eiland en Schiphol
HST	snelle verbinding met belangrijkste steden/economische centra in West-Europa
Intercity	snelle verbinding tussen intercity-stations op bestaande infrastructuur.
Randstad-shuttle	snelle verbinding gebruikmakend van HST-infrastructuur met stops in de 4 grote steden en de Randstad-poorten
Lightrail/Snelrein	regionaal railsysteem met relatief korte halteafstand, gebruikmakend van deels nieuwe eigen infrastructuur en deels bestaand spoor
<i>Goederenvervoer</i>	
RSG-shuttle	Randstadgoederen-shuttle: snelle verbinding tussen eiland en beperkt aantal distributieplaatsen
<i>wegennet</i>	
regionale autosnelweg	aansluiting op autosnelwegen met een ontsluitende functie (veel op- en afritten, snelheid 80 a 100 km/uur)
internationaal autosnelweg	aansluiting op wegen met een overwegend verbindende functie (achterland verbindingen, weinig op- en afritten, snelheid 120 a 140 km/u)

Afhankelijk van het vervoersconcept kan met het drieringenconcept een spreiding van ruimtebehoefte binnen de Randstad (meerdere knooppunten) worden bereikt. Tevens draagt dit bij aan de reeds eerder beschreven ontwikkeling van knooppunten.

Alternatieven en vervoersconcepten

Er zijn voor het huidige Schiphol in combinatie met een eiland in de Noordzee drie alternatieven gedefinieerd (zie hoofdstuk 2). Per alternatief zijn verschillende varianten denkbaar met betrekking tot de ontsluiting van het eiland. Voor ieder alternatief zijn één of meerdere vervoersconcepten opgesteld. Uiteindelijk zijn er in totaal zes vervoersconcepten gekozen, die de bandbreedte aangeven voor de ontwikkeling van de knooppunten binnen elk alternatief. De keuze is daarbij gebaseerd op de omvang van de luchthaven in aantallen luchtreizigers (80 of 120 MAP) en het daar aan gekoppelde catchment area. Het uitgangspunt hierbij is dat de ontwikkeling van de luchthaven samenhangt met de keuze van de verbinding. Gaat de luchthaven zich ontwikkelen tot een West-Europees knooppunt dan is het van belang de luchthaven te verbinden door middel van vervoerssystemen met hoge snelheid en daarmee een groot bereik (catchment area). Bij een beperkte ontwikkeling van het aantal luchtreizigers op Schiphol ligt juist een vervoerssysteem dat zich richt op Nederland meer voor de hand. De vervoersconcepten zijn hierop afgestemd.

Andere uitgangspunten bij de ontwikkeling van de zes vervoersconcepten zijn:

- de technische randvoorwaarden die zijn beschreven in de voorgaande hoofdstukken;
- een wegverbinding van maximaal 2x3 rijstroken. Dit moet worden bereikt door de wegverbinding uit te voeren als doelgroepvoorziening, het gebruik te reguleren door prijsmaatregelen en/of te investeren in een kwaliteitsimpuls voor het openbaar vervoer (zie ook hoofdstuk 5);
- een bootverbinding tussen het eiland en de haven van IJmuiden. Deze bootverbinding, die noodzakelijk is voor het vervoer van gevaarlijke stoffen en goederen met afwijkende vorm, kan tevens dienen als meer recreatieve bootverbinding (dagjesmensen, wegbrengers, afhalers). Gekozen is voor een bootverbinding met IJmuiden, omdat in de haven van IJmuiden de ruimte voor een nieuwe terminal voldoende aanwezig is op voormalig Hoogoventerrein. De ruimtebehoefte van de terminal bedraagt ca. 10 ha.

Een overzicht van de zes vervoersconcepten staat weergegeven in tabel 7.4 en zijn grafisch weergegeven in bijlage J van dit rapport. De ontwikkelde concepten

zijn geïnspireerd op het rapport 'Visie en alternatieven ontwikkeling landzijdige bereikbaarheid Luchthaven Noordzee en Groot Schiphol' van ,Grontmij/TNO, in opdracht van AVV. In de volgende paragrafen worden de verschillende concepten verder toegelicht.

Tabel 7.4: Overzicht vervoersconcepten per alternatief

<i>Banen naar Zee</i>	<i>Luchthaven naar Zee</i>	<i>Multifunctioneel eiland</i>
Multimodaal centrum Schiphol (concept 1)	Groot-Schiphol (concept 2) 'Schiphol voor West-Europa' (concept 3) 'Schiphol voor Nederland' (concept 4)	'Schiphol voor West-Europa' (concept 5) 'Schiphol voor Nederland' (concept 6)

Vervoersconcept 1: gebaseerd op alternatief 'Banen naar Zee'

Overwegingen en uitgangspunten

Bij het alternatief 'Banen naar Zee' is sprake van een gedwongen overstap op de plek van het huidige Schiphol. Uitgangspunt is namelijk dat op het huidige Schiphol de incheck- en douanefaciliteiten blijven bestaan. Het luchthavensysteem is daardoor in twee delen geknipt, waardoor de verbinding naar het eiland element is van het luchthavensysteem. Bij dit concept is het dan ook uitgesloten dat er een open verbinding kan worden aangelegd naar het eiland. Het huidige Schiphol blijft in dit geval een multimodale vervoersknoop en logistiek centrum.

Het ligt niet voor de hand om naast Schiphol nog andere opstappunten/transferia te plannen, waar het vervoerssysteem tussen Schiphol en het eiland een tussenstop moet maken. Allereerst wordt het vervoerssysteem hierdoor vertraagd, terwijl in dit concept juist de snelheid van de verbinding belangrijk is. Doordat de verbinding met het eiland onderdeel uitmaakt van de interne luchthavenstructuur is tijd een kritische factor voor het vervoerssysteem tussen Schiphol en het eiland. Het is derhalve niet gewenst om een haltering aan te brengen in de verbinding tussen Schiphol en het eiland en daarmee een tweede knooppunt te creëren.

Naast deze technisch onmogelijkheid om een tweede knooppunt toe te passen, is er ook een ruimtelijke ongewenstheid. Er is in de Randstad achter of in de duinen weinig ruimte, terwijl door de verplaatsing van de operationele luchthaven naar zee op en rondom Schiphol wel de ruimte ontstaat om de noodzakelijke functies voor een zeer groot transferium onder te brengen. Bovendien wordt in de komende jaren flink geïnvesteerd in de verbetering van de landzijdige bereikbaarheid van het bestaande Schiphol en in faciliteiten voor passagiers en vrachtafhandeling. Bij een tweede opstappunt zal in ieder geval extra geïnvesteerd moeten worden in bereikbaarheid van het nieuwe opstappunt, in allerlei douane- en overslagfaciliteiten en in extra beveiliging van de gesloten verbinding.

Beschrijving vervoersconcept

Op basis van de hiervoor beschreven uitgangspunten is er voor het alternatief 'Banen naar zee' feitelijk sprake van één enkele mogelijkheid.

Vervoersconcept 1: Multimodaal Centrum Schiphol met gesloten verbinding naar eiland

- Schiphol groot transferium, waarop alle modaliteiten zijn aangesloten (incl. HSL, Randstadshuttle, IC, sneltreinen, lightrail, etc.)
- Behalve Schiphol geen andere opstappunten/ transferia voor luchthaven
- Vanuit Schiphol gesloten, vervoerssysteem zonder stops naar eiland voor luchtvaartpassagiers, luchtvaartvracht en -bagage die zijn ingecheckt en door douane
- Scheepvaartverbinding met IJmuiden voor het vervoeren van gevaarlijke stoffen en bouwmaterialen (evt. recreatieve bootverbinding voor dagjesmensen, wegbrengers, afhalers).
- Scheepvaartterminal in IJmuiden (oude Hoogoven-terrein)

Vervoersconcepten 2, 3 en 4: alternatief 'Luchthaven naar zee'

Overwegingen en uitgangspunten

Bij het alternatief 'Luchthaven naar Zee' is in principe een open verbinding met het eiland mogelijk, aangezien de complete luchthaven naar het eiland wordt verplaatst. Wel is uitgangspunt dat de luchtvaartgebonden bedrijvigheid op Schiphol geconcentreerd blijft, inclusief voorzieningen voor passagiers. Er is daardoor in principe niet zonder meer sprake van een 'gedwongen' transfer op Schiphol zoals in vervoersconcept 1. Dit betekent dat meerdere modaliteiten rechtstreeks op het eiland zouden kunnen aansluiten zonder Schiphol aan te moeten doen.

In deze situatie zijn er in principe twee mogelijkheden voor de verbinding met het eiland:

- een indirecte aansluiting van het eiland op de infrastructuur middels één of meer opstappunten in de Randstad;
- een directe aansluiting van het eiland op de bestaande infrastructuur, gebruikmakend van een combinatie van vervoerssystemen.

De bedrijvigheid blijft geconcentreerd op en rond het bestaande Schiphol. Daardoor zal een goede verbinding van Schiphol naar het eiland een voorwaarde blijven om van de nabijheid van de luchthaven gebruik te maken als vestigingsfactor voor bedrijven. Zou er geen goede verbinding zijn met de luchthaven dan zouden de luchthaven in zee en Schiphol hun concurrentiepositie, qua aantrekkingskracht voor reizigers én als vestigingsmilieu t.o.v. de andere grote luchthavens in Europa, verliezen.

Ook bij dit alternatief lijkt het niet logisch om opstappunten of transferia elders dan bij Schiphol te realiseren. Echter, gezien de omvang van de vervoersstromen en daarmee de stationslogistiek zal dit toch in overweging moeten worden genomen. Hierbij spelen dezelfde economische, technische en ruimtelijke argumenten om het transferium bij Schiphol aan te leggen als bij het eerste alternatief 'Banen naar zee'.

Een 'open'-verbinding van de HSL en de Randstad-shuttle met het eiland lijkt voor de hand te liggen. Beide systemen samen hebben echter onvoldoende capaciteit om de vervoersstromen te verwerken. Daarom is een extra verbinding

van en naar de faciliteiten bij Schiphol noodzakelijk (bijvoorbeeld een Schiphol-shuttle).

Voor de ligging van het eiland ten opzichte van de kust zijn er ons inziens twee opties, te weten voor IJmuiden en voor Katwijk. Andere locaties zijn vanuit milieu-oogpunt of ontsluitingsoptiek minder gewenst. De locatie bij Katwijk opent de meest perspectieven om de verkeersstromen van en naar het achterland maximaal te verdelen.

Beschrijving vervoersconcepten

Met deze uitgangspunten komen we op drie vervoersconcepten voor dit alternatief. Concept 2 gaat uit van slechts één directe openbaar vervoer verbinding tussen Schiphol en het eiland in zee, naast een beperkte wegverbinding. Hierdoor is het noodzakelijk een overstap te maken op het knooppunt Schiphol. Het verschil met vervoersconcept 1 zit in het feit dat de tijd een minder kritische factor vormt in dit concept, aangezien de verbinding geen deel uitmaakt van de interne luchthavenstructuur. Doordat de verbinding echter minder open is dan bij direct doortrekken van vervoerssystemen naar het eiland, blijft het catchment area beperkt en derhalve ook het aantal reizigers (80 MAP).

In concept 3 is er een snelle shuttleverbinding gerealiseerd en een directe ontsluiting via de HSL en de Randstadshuttle. Hierdoor wordt een groter catchment area (West-Europa) bereikt en wordt van een groter aantal reizigers uitgegaan (MAP 120).

In concept 4 is er een directe ontsluiting via de Lightrail en/of Sneltrain, die op het vaste land met relatief korte halteafstand gebruik maakt van deels nieuwe en deels bestaand spoor. Tevens is het eiland direct verbonden met IC-stations in Nederland. Het catchment area is in dit concept meer beperkt (tot Nederland), waardoor ook van een kleiner aantal reizigers wordt uitgegaan (80 MAP).

Vervoersconcept 2: Groot transferium op Schiphol met beperkt open verbinding naar eiland

- Schiphol groot opstappunt/transferium, waarop alle modaliteiten zijn aangesloten (incl. HSL, Randstadshuttle, IC, sneltreinen, lightrail, etc.)
- Behalve Schiphol geen andere opstappunten/transfers voor de luchthaven
- Vanuit Schiphol direct vervoerssysteem zonder stops naar eiland voor luchtvaartpassagiers met bagage, begeleiders, etc.
- Doelgroepgerichte wegverbinding i.v.m. luchtvracht, bussen en taxi's; maar ook voor passagiers
- Scheepvaartverbinding met IJmuiden voor het vervoeren van gevaarlijke stoffen en bouwmaterialen (evt. recreatieve bootverbinding voor dagjesmensen, wegbrengers, afhalers).
- Scheepvaartterminal in IJmuiden (oude Hoogoven-terrein)

Vervoersconcept 3: vervoerssysteem geïntegreerd met HSL en Randstadshuttle tussen groot transferium op Schiphol en eiland

- Schiphol groot transferium waar alle modaliteiten op vervoerssysteem naar eiland in zee kunnen overstappen
- Tweede groot opstappunt in de Randstad (in de buurt van Zestienhoven)
- Vanuit Schiphol direct vervoerssysteem zonder stops naar eiland voor luchtvaartpassagiers met bagage, begeleiders, etc.
- Doelgroepgerichte wegverbinding i.v.m. luchtvracht, bussen en taxi's; maar ook voor passagiers
- Eiland eindpunt voor HSL-Oost en HSL-Zuid
- Scheepvaartverbinding met IJmuiden voor het vervoeren van gevaarlijke stoffen en bouwmaterialen (evt. recreatieve bootverbinding voor dagjesmensen, wegbrengers, afhalers).

-
- Scheepvaartterminal in IJmuiden (oude Hoogoven-terrein)

Vervoersconcept 4: vervoerssysteem geïntegreerd met HSL en Intercity verkeer tussen groot transferium op Schiphol en eiland

- Schiphol groot transferium waar alle modaliteiten op vervoerssysteem naar eiland in zee kunnen overstappen
- Vanuit Schiphol direct vervoerssysteem zonder stops naar eiland voor luchtvaartpassagiers met bagage, begeleiders, etc.
- Doelgroepgerichte wegverbinding i.v.m. luchtvracht, bussen en taxi's; maar ook voor passagiers
- Eindpunt voor HSL-Oost en HSL-Zuid op eiland
- Eiland direct verbonden met IC-stations in Nederland en Lightrail/Sneltrain in de Randstad.
- Scheepvaartverbinding met IJmuiden voor het vervoeren van gevaarlijke stoffen en bouwmaterialen (evt. recreatieve bootverbinding voor dagjesmensen, wegbrengers, afhalers).
- Scheepvaartterminal in IJmuiden (oude Hoogoven-terrein)

Vervoersconcept 5 en 6: alternatief 'Multifunctioneel eiland'

Overwegingen en uitgangspunten

In dit alternatief wordt de volledige luchthaven, inclusief de omliggende bedrijvigheid en voorzieningen, naar het eiland verplaatst. Deze situatie is gelijkwaardig aan het alternatief 'Luchthaven naar Zee' met het verschil dat:

- er sprake is van een groter eiland met veel meer functies;
- de capaciteitsbehoefte van de verbinding een andere samenstelling kent en groter zal zijn
- het bestaande Schiphol niet per definitie een rol speelt voor de nieuwe luchthaven.
- de ruimtebehoefte van de bedrijvigheid rondom de eventuele landzijdige knooppunten minder is doordat het merendeel van de bedrijvigheid naar het eiland verhuist;

Voor dit alternatief zijn twee concepten ontwikkeld. Vervoersconcept 5 heeft naast een beperkte wegverbinding een directe ontsluiting van het eiland via de HSL, de Randstadshuttle en Lightrail. Hierbij is het catchment area groter door het doortrekken naar het eiland van netwerken met een hoger schaalniveau (West-Europa, 120 MAP).

Vervoersconcept 6 gaat uit van een tweede verbinding van het eiland naar het vaste land ten zuiden van Den Haag en ten noorden van Leiden. De verbindingen bestaan echter uit vervoerssystemen met een lager schaalniveau, waardoor een beperkt catchment area bestaat (Nederland, 80 MAP).

Beschrijving vervoersconcepten

Vervoersconcept 5: Groot eiland met open verbinding van lightrail, HSL, Randstadshuttle

- Gecombineerde verbinding van beschikbare railsystemen.
- Eindpunt voor HSL-Oost en HSL-Zuid op eiland
- Spreiding van knooppunten (bij stops Randstad-shuttle, HSL, Lightrail)
- Scheepvaartverbinding met IJmuiden voor het vervoeren van gevaarlijke stoffen en bouwmaterialen (evt. recreatieve bootverbinding voor dagjesmensen, wegbrengers, afhalers)
- Scheepvaartterminal in IJmuiden (oude Hoogoven-terrein)

Vervoersconcept 6: Groot eiland met twee open verbindingen naar vaste land van lightrail en IC

- Twee verbindingen van railsystemen (IC, Light-rail).
- Extra aansluitingen op het vaste land op de bestaande infrastructuur ten zuiden van Den Haag en ten noorden van Leiden.
- Spreiding van knooppunten (bij stops IC en Lightrail)
- Scheepvaartverbinding met IJmuiden voor het vervoeren van gevaarlijke stoffen en bouwmaterialen (evt. recreatieve bootverbinding voor dagjesmensen, wegbrengers, afhalers).
- Scheepvaartterminal in IJmuiden (oude Hoogoven-terrein)

Van vervoersconcepten naar de knooppunten

Landzijdige aanpassingen infrastructuur per vervoersconcept

In de vorige paragraaf zijn de verschillende vervoersconcepten in beeld gebracht (zie ook bijlage J). Als gevolg van de hierbij gekozen verbindingen met het eiland ontstaan knooppunten. Deze knooppunten brengen verkeersbewegingen met zich mee. Afhankelijk per vervoersconcept zal dit in meer of mindere mate geconcentreerd op een knooppunt of verspreid over meerdere knooppunten plaatsvinden. Dit heeft gevolgen voor de aanwezige en geplande rail- en weginfrastructuur. Per vervoersconcept wordt hier nu achtereenvolgens op ingegaan, daarbij het eerder genoemde rapport van AVV in ogenschouw nemend.

Vervoersconcept 1

In dit vervoersconcept is sprake van een concentratie van alle activiteiten op Schiphol. Dit brengt met zich mee dat het aantal verkeersbewegingen van en naar Schiphol met het aantal luchtreizigers zullen gaan toenemen. Gegeven de schaalvergroting van bedrijfsvestigingen rondom Schiphol zijn met name de aansluitingen op de achterlandverbindingen cruciaal. Ontsluitingsproblemen zullen zich waarschijnlijk het meest toespitsen op de oostelijke achterlandverbinding (A1 en A12). Een voor de hand liggende oplossing hierbij is de A9 door te trekken richting de A1/A6-knoop door het plassengebied bij Vinkenveen (tunnel).

De Randstad-shuttle vormt een belangrijke aan- en afvoer van luchtvaartpassagiers. Het systeem maakt gebruik van hetzelfde spoor als de HSL. De Randstad-shuttle begint en eindigt op de Randstad-poorten in de omgeving van Veenendaal en Lage Zwaluwe. Bij deze poorten kunnen transfers plaatsvinden tussen auto en openbaar vervoer. In combinatie met incheck faciliteiten op deze poorten kan het parkeren ten behoeve van de luchthaven verspreid worden.

Vervoersconcept 2

De verkeerskundige consequenties binnen vervoersconcept 2 zijn overeenkomstig die bij vervoersconcept 1.

Vervoersconcept 3

Binnen dit vervoersconcept komt het reeds beschreven drieringen concept nadrukkelijk naar voren. De eerste ring ligt globaal gezien aan de rand van de Randstad. Op de twee Randstadpoorten kunnen transfers plaatsvinden van auto op openbaar vervoer. De tweede 'ring' bestaat uit verschillende P&R-stations bij NS-stations in de Randstad. Hier vindt de transfer plaats van auto naar het reguliere openbaar vervoer plaats. De derde ring tenslotte wordt gevormd door transfermogelijkheden zo dicht mogelijk bij Schiphol. Binnen dit vervoersconcept zijn hiervoor het bestaande Schiphol en Zestienhoven gedacht. De vervoersstromen van en naar het eiland worden verdeeld over twee transferia.

Zowel de HSL als de Randstad-shuttle zijn met het eiland verbonden vanuit zuidelijke en oostelijke richting. Dit betekent dat ook in zuidelijke richting het HSL-spoor verbonden dient te zijn met het eiland. Concreet betekent dit een extra boog van het HSL-spoor ten noorden van Leiden.

Vervoersconcept 4

In dit concept dient extra aandacht te zijn voor de aansluiting van lightrail op de infrastructuur op het vaste land en voor de aanwezigheid van transfervoorzieningen bij de halten van de lightrail.

Vervoersconcept 5

In dit concept verdwijnt het huidige Schiphol geheel naar zee. De bundel infrastructuur komt ter hoogte van Voorhout aan land. Dit zal een enorme concentratie van vervoersverbindingen betekenen ter plaatse.

Vervoersconcept 6

In dit concept wordt de bundel infrastructuur uit concept 5 verdeeld over 2 gescheiden verbindingen. Als gevolg daarvan zal de inpasbaarheid van verbindingen ter plaatse van Voorhout verbeteren. Er komt een tweede aanlanding van een zuidelijke verbinding. Deze verbinding loopt door het Westland ten zuiden van Den Haag en sluit aan op de A4 ten zuiden van knooppunt Ypenburg.

Welk type knooppunten ontstaan per vervoersconcept

De knooppunten zijn te onderscheiden in verschillende typen. Voor de indeling van de knooppunten per type verwijzen we naar het theoretisch kader (7.1.3). De volgende tabel (7.5) geeft een indicatief overzicht van het aantal type knooppunten per vervoersconcept. Hierbij is het niet de bedoeling compleet te zijn, maar om inzicht te geven in het ontstaan van het aantal en soort knooppunten ten gevolge van de keuze voor een vervoersconcept. Op basis daarvan kan een indicatie worden gegeven over de functionele inpasbaarheid van de knooppunten en de ruimtelijke en milieutechnische inpasbaarheid.

Tabel 7.5 Aantal en type knooppunten per vervoersconcept

Vervoersconcept	1	2	3	4	5	6
(inter)continentale knoop of (inter-) continentale halte met westeuropese knoop in stedelijk gebied (type B)	1x	1x				
westeuropese halte met laaglandknoop in binnenstedelijk gebied (type D)	3x	3x	3x	3x	3x	3x
westeuropese halte met laaglandknoop in stedelijk gebied (type E)			1x	1x		
laaglandknoop zonder bovenliggende halte in stedelijk gebied (type H)			1x			
laaglandhalte met interregionale knoop in binnenstedelijk gebied (type J)				5x		5x
laaglandhalte met interregionale knoop buiten stedelijk gebied (type L)			2x		2x	
interregionale knoop zonder bovenliggende halte buiten stedelijk gebied (type O)	2x	2x		2x		2x
regio-/agglohalte met lokale knoop in binnenstedelijk gebied (type V)				4x	4x	4x
regio-/agglohalte met lokale knoop in stedelijk gebied (type W)				30x	30x	30x

Functionele ruimtebehoefte

Per vervoersconcept is een inschatting gemaakt hoe de benodigde ha per functie verdeeld zijn over de verschillende knooppunten. Afhankelijk van de verwachte groei van de luchthaven is per vervoersconcept uitgegaan van 80 MAP, hetzij 120 MAP. De ruimtebehoefte van de verschillende functies zijn

lijnrecht doorgetrokken met de groei van het aantal luchtreizigers, met als uitgangspunt het huidige Schiphol. Tabel 7.6 geeft een globale inschatting van de ruimtebehoefte per functie.

Tabel 7.6: Totale ingeschatte ruimtebehoefte van functionaliteiten o.b.v. huidige Schiphol en toekomstige groeiverwachtingen 80-120 MAP.

Functionaliteit	Ruimtebehoefte		
	huidig [ha]	80 MAP [ha]	120 MAP [ha]
Parkeren kort	15,0	22,5	30,0
Parkeren lang	55,0	82,5	110,0
Landzijdige terminal	2,6	3,9	5,2
Vrachtareaal	55,0	82,5	110,0
NS station	1,5	2,3	3,0
Shuttle station	-	3,6	4,8
Vrachtstation	-	1,0	1,4
Opstelruimte/onderhoudsruimte shuttle	-	2,7	3,6

De aantallen ha per functie uit tabel 7.6 zijn als uitgangspunt genomen bij een globale inschatting van de functionele ruimtebehoefte per vervoersconcept, verdeeld over de type knooppunten die ontstaan. Ter indicatie wordt aangegeven dat een voetbalveld 0,5 ha beslaat. De ruimtebehoefte van 55 ha in de huidige situatie voor lang parkeren beslaat derhalve 110 voetbalvelden.

Vervoersconcept 1 (120 MAP)

Type knooppunten	Eiland	B	D	O
Aantal knooppunten	1x	1x	3x	2x
Parkeren kort			30,0	
Parkeren lang			85,0	15,0
Landzijdige terminal			5,2	
Vrachtareaal	80,0		30,0	
(alleen ontvangst/verzendpunt)				
NS station			3,0	
Shuttle station	4,8		4,8	
Vrachtstation	1,0		0,4	
Opstelruimte/onderhoudsruimte shuttle	3,6		0,0	

Vervoersconcept 2 (80 MAP)

Type knooppunten	Eiland	B	D	O
Aantal knooppunten	1x	1x	3x	2x
Parkeren kort			12,5	
Parkeren lang	40,0		15,0	15,0
Landzijdige terminal	3,9			12,5
Vrachtareaal	62,5		17,5	
(alleen ontvangst/verzendpunt)				
NS station			2,3	
Shuttle station	3,6		3,6	
Vrachtstation	0,75		0,25	
Opstelruimte/onderhoudsruimte shuttle	2,7			

Vervoersconcept 3 (120 MAP)

Type knooppunten	Eiland	D	E	H	L
Aantal knooppunten	1x	3x	1x	1x	2x
Parkeren kort	20,0		5,0	5,0	
Parkeren lang	60,0	15,0	15,0	15,0	5,0
Landzijdige terminal	5,2				
Vrachtareaal (alleen ontvangst/verzendpunt)	80,0		15,0	15,0	
NS station	3,0		3,0	3,0	
Shuttle station	4,8		2,4	2,4	
Vrachtstation	1,0		0,2	0,2	
Opstelruimte/onderhoudsruimte shuttle	3,6				

Vervoersconcept 4 (80 MAP)

Type knooppunten	Eiland	D	E	J	O	V	W
------------------	--------	---	---	---	---	---	---

Aantal knooppunten	1x	3x	1x	5x	2x	4x	30x
Parkeren kort	20,0		2,5				
Parkeren lang	50,0	2,5	5,0	10,0	5,0	5,0	5,0
Landzijdige terminal	3,9						
Vrachtareaal	72,5		10,0				
(alleen ontvangst/verzendpunt)							
NS station	2,3		2,3				
Shuttle station	3,6		3,6				
Vrachtstation	0,75		0,25				
Opstelruimte/onderhoudsruimte shuttle	2,7						

Vervoersconcept 5 (120 MAP)

Type knooppunten	Eiland	D	L	V	W
Aantal knooppunten	1x	3x	2x	4x	30x
Parkeren kort	20,0	2,5	2,5	2,5	2,5
Parkeren lang	80,0	15	7,5	2,5	
Landzijdige terminal	5,2				
Vrachtareaal	110,0				
(alleen ontvangst/verzendpunt)					
NS station	3,0				
Shuttle station					
Vrachtstation	1,4				
Opstelruimte/onderhoudsruimte shuttle					

Vervoersconcept 6 (80 MAP)

Type knooppunten	Eiland	D	J	O	V	W
Aantal knooppunten	1x	3x	5x	2x	4x	30x
Parkeren kort	15	1,5	1,5	1,5	1,0	2,0
Parkeren lang	62,5	5,0	10,0	5,0		
Landzijdige terminal	3,9					
Vrachtareaal	82,5					
(alleen ontvangst/verzendpunt)						
NS station	2,3					
Shuttle station						
Vrachtstation	1,0					
Opstelruimte/onderhoudsruimte shuttle						

Ruimtelijke en milieutechnische inpasbaarheid

De verschillende vervoersconcepten zijn getoetst op ruimtelijke en milieutechnische inpasbaarheid.

- Per concept is gekeken naar het effect op de huidige locatie Schiphol, het ruimtebeslag van de infrastructuur en het effect hiervan op woon- en natuurgebieden. Tevens is gekeken naar het effect van de verschillende typen knooppunten. Een uitgebreid overzicht van deze toetsing staat vermeld in tabel 7.7 'de huidige locatie Schiphol', tabel 7.8 'de benodigde infrastructuur' en tabel 7.9. 'de knooppunten'.

In het algemeen kan uit de toetsing worden geconcludeerd dat:

- Op en rond Schiphol veel ruimte ontstaat door het al dan niet geheel verdwijnen van de Luchthaven naar zee. Dit biedt veel mogelijkheden voor het inpassen van andere functionaliteiten.
- De kwaliteitsimpuls van het openbaar vervoer extra verbindingen met zich mee zal brengen (bijvoorbeeld zuidelijk boog HSL). Dit levert inpasbaarheidsproblemen op. Daarnaast levert uitbreiding van *bestaande toeleidende* infrastructuur in diverse vervoersconcepten inpassingsproblemen op (bijvoorbeeld doortrekking A9 door Vechtstreek, 4-sporigheid Spoortunnel Rotterdam).

De kwaliteitsimpuls van het openbaar vervoer kansrijke mogelijkheden oplevert om de parkeerbehoefte te spreiden over meerdere locaties. Echter de ruimtebehoefte ten behoeve van parkeren levert bij spreiding van parkeervoorzieningen binnen de Randstad veel inpassingsproblemen op.

Tabel 7.7 : Effecten op de huidige locatie Schiphol

LOCATIE SCHIPHOL						
Effecten	Vervoersconcept I	Vervoersconcept II	Vervoersconcept III	Vervoersconcept IV	Vervoersconcept V	Vervoersconcept VI
<ul style="list-style-type: none"> Ruimte die niet bebouwd kan worden i.v.m. geluidsoverlast van luchtvaart (Ke) 	Komt helemaal vrij door het verdwijnen van de operationele luchthaven naar zee					
<ul style="list-style-type: none"> Ruimtebeslag van luchthaven 	Door verplaatsing van 'luchtzijde' van luchthaven naar zee komt er voor een deel ruimte vrij. Deze ruimte is voldoende om nieuwe ruimtebehoefte in te passen.	Door verplaatsing van hele luchthaven (incl. 'landzijde') naar zee komt meer ruimte vrij dan bij I.	Door verplaatsing van hele luchthaven (incl. 'landzijde') naar zee komt meer ruimte vrij dan bij I. Daarbij komt er nog meer ruimte vrij door de verdeling van bedrijvigheid en voorzieningen over Schiphol en Zestienhoven.	Door verplaatsing van hele luchthaven (incl. 'landzijde') naar zee komt meer ruimte vrij dan bij I, maar minder dan bij III, aangezien bedrijvigheid en voorzieningen op Schiphol geconcentreerd blijft.	Door verplaatsing van hele luchthaven incl. bedrijvigheid en voorzieningen naar zee komt er meer ruimte vrij dan in I, II, III en IV.	Door verplaatsing van hele luchthaven incl. bedrijvigheid en voorzieningen naar zee komt er meer ruimte vrij dan in I, II, III en IV.
<ul style="list-style-type: none"> Aantrekkingskracht van locatie Schiphol, waardoor impuls aan omgeving 	Hoog	Hoog	Iets minder hoog aangezien er een verdeling zal zijn tussen Schiphol en Zestienhoven.	Hoog	Laag, want alles geconcentreerd op luchthaven in zee.	Laag, want alles geconcentreerd op luchthaven in zee.
<ul style="list-style-type: none"> Ruimtebehoefte voor Schiphol-shuttle-station 	6,3 ha extra ruimte nodig	3,6 ha extra ruimte nodig	2 ha extra ruimte nodig	3,6 ha extra ruimte nodig	Geen ruimte nodig	Geen ruimte nodig

Tabel 7.8 : Effecten op de benodigde infrastructuur

INFRASTRUCTUUR						
Effecten	Vervoersconcept I	Vervoersconcept II	Vervoersconcept III	Vervoersconcept IV	Vervoersconcept V	Vervoersconcept VI
<ul style="list-style-type: none"> Totale Ruimtebeslag 	Minimaal 3 extra sporen voor Schiphol-shuttle.	Minimaal 3 extra sporen voor Schiphol-shuttle. Maximaal 2x3 rijstroken voor wegverbinding.	Minimaal 3 extra sporen voor Schiphol-shuttle, HSL en Randstad-shuttle. Maximaal 2x3 rijstroken voor wegverbinding.	Minimaal 3 extra sporen voor Schiphol-shuttle, IC en Lightrail. Maximaal 2x3 rijstroken voor wegverbinding.	Minimaal 3 extra sporen voor HSL, Randstadshuttle en Lightrail. Maximaal 2x3 rijstroken voor wegverbinding.	Minimaal 3 extra sporen voor IC en Lightrail. Maximaal 2x3 rijstroken voor wegverbinding.
<ul style="list-style-type: none"> Natuur/landschap 	Inpasbaar, mits Schiphol-shuttle ter hoogte van Lisse ondergronds naar zee gaat.	Inpasbaar, mits Schiphol-shuttle voor Sassenheim ondergronds naar zee gaat. Inpasbaarheid wegverkeer moeilijk in m.n. gebied Kaagerplassen.	Inpasbaarheid bemoeilijkt door extra boogstraal van HSL en Randstadshuttle langs Kaagerplassen. Alle infrastructuur zal daarbij voor Sassenheim ondergronds naar zee moeten gaan. Inpasbaarheid wegverkeer moeilijk in m.n. gebied Kaagerplassen.	Inpasbaar, mits infrastructuur voor Sassenheim ondergronds naar zee gaat. Inpasbaarheid wegverkeer moeilijk in m.n. gebied Kaagerplassen. Door ontbreken van HSL-verbinding is e.e.a. makkelijker inpasbaar.	Inpasbaarheid bemoeilijkt door extra boogstraal van HSL en Randstadshuttle langs Kaagerplassen. Alle infrastructuur zal daarbij voor Sassenheim ondergronds naar zee moeten gaan. Inpasbaarheid wegverkeer moeilijk in m.n. gebied Kaagerplassen	Inpasbaar, mits infrastructuur voor Sassenheim en Monster ondergronds naar zee gaat. Inpasbaarheid wegverkeer moeilijk in m.n. gebied Kaagerplassen. Door ontbreken van HSL-verbinding is e.e.a. makkelijker inpasbaar.
<ul style="list-style-type: none"> Woongebieden 	Inpasbaar mits de infrastructuur naar zee, voor Lisse onder de grond gaat.	Gelijk aan I	Gelijk aan I	Gelijk aan I	Gelijk aan I	Gelijk aan I. Onderste bundel infrastructuur zal rekening moeten houden met glastuinbouwgebied en omgeving Den-Haag
<ul style="list-style-type: none"> Bodem/grondwater 	Ondergrondse doorsnijding van duingebied ter hoogte van Noordwijkerhout.	Ondergrondse doorsnijding van duingebied ter hoogte van Voorhout.	Ondergrondse doorsnijding van duingebied ter hoogte van Voorhout.	Ondergrondse doorsnijding van duingebied ter hoogte van Voorhout.	Ondergrondse doorsnijding van duingebied ter hoogte van Voorhout.	Ondergrondse doorsnijding van duingebied ter hoogte van Voorhout en ter hoogte van Monster.

Tabel 7.9 : Effecten op de knooppunten

KNOOPPUNTEN/TRANSFERS						
Effecten	Vervoersconcept I	Vervoersconcept II	Vervoersconcept III	Vervoersconcept IV	Vervoersconcept V	Vervoersconcept VI
<ul style="list-style-type: none"> Totale Ruimtebehoefte 	<p>Op en rond Schiphol komt veel ruimte vrij, ruimtebehoefte op deze locatie is inpasbaar. In de Randstadpoorten (Veenendaal en lage Zwaluwe) alleen al zeer veel functionele ruimte noodzakelijk, m.n voor parkeren. In stedelijk gebied is dit niet inpasbaar en gaat derhalve ten koste van het landschap. Ook in de binnensteden is deze ruimtebehoefte niet inpasbaar.</p>	<p>Op en rond Schiphol komt veel ruimte vrij, ruimtebehoefte op deze locatie is inpasbaar. In de Randstadpoorten (Veenendaal en lage Zwaluwe) alleen al zeer veel functionele ruimte noodzakelijk, m.n voor parkeren. In stedelijk gebied is dit niet inpasbaar en gaat derhalve ten koste van het landschap. Ook in de binnensteden is deze ruimtebehoefte niet inpasbaar.</p>	<p>Op en rond Schiphol komt veel ruimte vrij, ruimtebehoefte op deze locatie is inpasbaar. Op en rond Zestienhoven is dit moeilijker inpasbaar. Wel vindt er een verdeling plaats van functionele ruimte over beide knooppunten. In de Randstadpoorten (Veenendaal en lage Zwaluwe) alleen al zeer veel functionele ruimte noodzakelijk, m.n voor parkeren. In stedelijk gebied is dit niet inpasbaar en gaat derhalve ten koste van het landschap. Ook in de binnensteden is deze ruimtebehoefte niet inpasbaar.</p>	<p>Op en rond Schiphol komt veel ruimte vrij, ruimtebehoefte op deze locatie is inpasbaar. In de In grote steden, Randstadpoorten (Veenendaal en lage Zwaluwe) veel minder functionele ruimte noodzakelijk dan bij I,II en III. Door meer spreiding van knooppunten is dit concept beter inpasbaar.</p>	<p>Meer spreiding van knooppunten en daardoor beter inpasbaar. Per knooppunt minder functionele ruimte nodig.</p>	<p>Meer spreiding van knooppunten dan bij V en daardoor beter inpasbaar. Per knooppunt minder functionele ruimte nodig.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Toeleidende infrastructuur 	<p>Doortrekking A9 door plassengebied Vechtstreek, moeilijk inpasbaar.</p>	<p>Doortrekking A9 door plassengebied Vechtstreek, moeilijk inpasbaar. Aansluiting wegverkeer op knooppunt problematisch.</p>	<p>Doortrekking A9 door plassengebied Vechtstreek, moeilijk inpasbaar. Aansluiting wegverkeer op knooppunt problematisch.</p>	<p>Doortrekking A9 door plassengebied Vechtstreek, moeilijk inpasbaar. Aansluiting wegverkeer op knooppunt problematisch.</p>	<p>Landzijdige ontsluiting moeilijk inpasbaar vanwege zeer grote bundel infrastructuur.</p>	<p>Landzijdige ontsluiting moeilijk inpasbaar vanwege 2 zeer grote bundels infrastructuur.</p>

Functionele consequenties op de knooppunten

Op de knooppunten dienen de stromen efficiënt te worden afgehandeld. Aangezien het spoor een belangrijke plaats inneemt op de knooppunten, is het aspect stationslogistiek een belangrijk aandachtspunt. Als voorbeeld wordt gekeken naar het alternatief 'Banen naar Zee'. Bij dit alternatief zijn er maximaal 47 shuttles per uur noodzakelijk. Dit komt neer op een opvolgtijd van gemiddeld 75 seconde. Het mag duidelijk zijn dat het binnen deze tijd onmogelijk is om een trein van 400 meter vol te laten lopen met personen. Er zijn derhalve meerdere perrons noodzakelijk om de treinen te vullen/leggen om zodoende voldoende laad- en lostijd te creëren.

Zeker gezien de lengte van de treinen (400 meter) moet rekening worden gehouden met een relatief hoge laadtijd. Ervan uitgaande dat de laad- en lostijd 4 minuten bedraagt, zijn er in totaal 4 perrons gelijktijdig in gebruik. Dit geeft direct een probleem in de (personen)stationslogistiek. Er kunnen immers maximaal twee sporen op een perron. De andere perrons zijn fysiek gescheiden, waardoor er een intelligent routing systeem aanwezig moet zijn om de passagiers naar het juiste perron te leiden. Toch is dit een noodzaak, daar de reistijd van check-in naar gate de normen ook zonder extra oponthoud al ruimschoots overschrijdt. Een onjuiste routing zal de overschrijding alleen maar doen toenemen.

Het sturen van de stromen door deze iedere 75 s naar een ander perron te verwijzen is complex, foutgevoelig en daarom ongewenst. Alternatief is het mogelijk om dedicated treinen voor bepaalde vluchten toe te wijzen. De routing is dan beter in de hand te houden, echter er dient wel rekening te worden gehouden met het feit dat de vulgraad van de treinen aanzienlijk zal reduceren, daar de capaciteit van de treinen niet optimaal zal worden benut. Operationeel zijn de stations op de hoofdtransferia bij de gegeven piekurostromen een belangrijke bottleneck. Ook is het de vraag of de treinen vanuit stilstand met een interval van 90 s kunnen vertrekken. Uitgaande van de eigenschappen van de TGV, een modaliteit met relatief langzame optrekarakteristieken, zal de trein in de eerste 90 seconden 1792 meter afleggen. Hiermee is ruim voldoende ruimte gecreëerd voor het invoegen van de volgende trein van 400 meter. Het aanleggen van een wisselstraat nabij het station is derhalve zeker niet onmogelijk. Wel verdient het ontwerp van de stationslay-out veel aandacht.

Verder is het ook niet eenvoudig de treinen van 400 meter te vullen. Er dient immers een goede verdeling te worden verkregen over de gehele trein. Ook in dit kader verdient de stations lay-out veel aandacht, waarbij er veel aandacht moet worden besteed om de passagiersstromen evenwichtig te verdelen.

Voor de overige alternatieven spelen soortgelijke problemen. De verblijftijd op het station is voor deze alternatieven echter minder relevant. Ook is het waarschijnlijk dat er meerdere modaliteiten en meerdere diensten zullen worden aangeboden. Hierdoor bepaald de dienstregeling in hoge mate de verdeling van personen over de treinen, waardoor de personenproblematiek minder hoog is. Wel zullen in een dergelijk geval het aantal benodigde perrons toenemen, waardoor de verknoping van perrons naar verbinding steeds complexer wordt. Op het eiland zijn deze problemen van minder groot belang, daar er hier voldoende ruimte aanwezig is (door meervoudig ruimtegebruik) om wisselstraten aan te brengen. Aan landzijde kan de inpasbaarheid van deze wisselstraten (met perrons en buffercapaciteit) echter wel een probleem gaan vormen. In het vervolgetraject dient dit onderwerp dan ook uitvoerig te worden onderzocht.

Integratie tot concepten

Inleiding

In dit hoofdstuk worden voor de drie alternatieven integrale concepten ontwikkeld, welke dienst zullen doen als basis voor de evaluatie op het gebied van kosten en realisatie.

Het ontwikkelen van een integraal concept gaat gepaard met keuzes. Keuzes zijn in dit stadium van het onderzoek echter nog niet aan de orde, daar op dit moment nog niet alle effecten kunnen worden overzien. De gepresenteerde eindbeelden geven derhalve niet meer dan een denkrichting aan en zijn opgebouwd uit de bouwstenen die vanuit civiel technisch/logistiek oogpunt de voorkeur verdienen.

Met betrekking tot de gevoeligheid in kosten, moet worden opgemerkt dat deze met name afhangen van het gekozen logistieke concept en in mindere mate van de civiel technische uitvoeringswijze. Deze conclusie kan ook worden getrokken aan de hand van de eerdere kostenramingen ten behoeve van de TNLI studie. In dit kader zal met name het logistiek concept bepalend zijn voor de bandbreedte van de kostenramingen.

Tenslotte zal ook moeten worden gekeken naar de bandbreedte in de bouwtijd. Voor de bouwtijd zal de civiel technische uitvoeringswijze wel bepalend zijn. Dit onderwerp zal echter worden behandeld in hoofdstuk 9.

Monofunctioneel eiland, banen naar zee

Logistiek concept

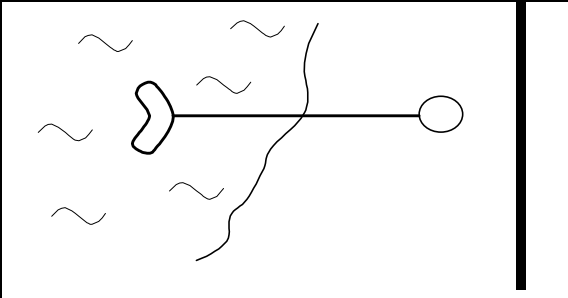
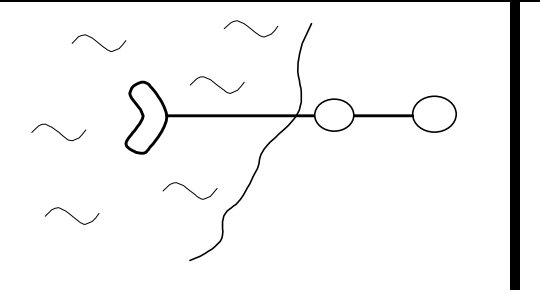
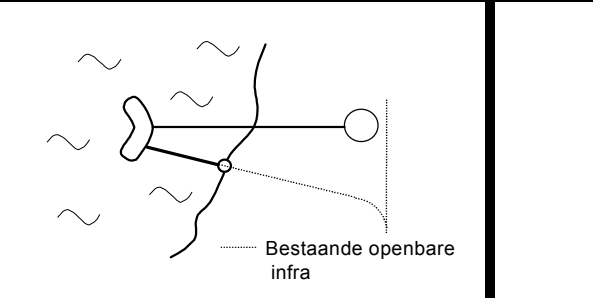
Bij het monofunctioneel eiland met banen naar zee is er sprake van een fysieke scheiding in het terminalgebouw. De ene zijde bevindt zich op het bestaande Schiphol, de andere zijde bevindt zich op het eiland. De verbinding vormt dan ook een onderdeel van de luchthaventerminal, waardoor deze gesloten en beveiligd moet worden uitgevoerd. Een goede beveiliging van het tracé is mogelijk door het toepassen van een tunnelverbinding. Indien de (wapen)controle op het bestaande Schiphol wordt geplaatst, is het mogelijk een redelijke mate van beveiliging mogelijk tegen eventuele aanslagen te waarborgen.

Mede op basis van het vervoersconcept 1 in het hoofdstuk 'knooppunten' zijn drie varianten opgesteld:

- A. een dedicated verbinding tussen Schiphol en Noordzee eiland
- B. een dedicated verbinding tussen Schiphol en eiland met tussenstation
- C. een dedicated verbinding tussen Schiphol en eiland met een secundaire 'wegaansluiting' voor secundaire stromen en gevaarlijke stoffen.

Tabel 8.1 geeft de drie varianten met de belangrijkste eigenschappen.

Tabel 8.1: Monofunctioneel eiland met banen naar zee

Monofunctioneel eiland, 'Banen naar Zee'		
Variant A: dedicated hoofdverbinding	Variant B: dedicated hoofdverbinding met tussenstation	Variant C: dedicated hoofdverbinding en secundaire verbinding
		
Dedicated (gesloten) verbinding voor vracht, passagiers, bagage en medewerkers, maar ook alle toeleveranties, etc.	Dedicated (gesloten) verbinding voor vracht, passagiers, bagage en medewerkers, maar ook alle toeleveranties, etc. Extra tussenpunt voor opstappers	Dedicated (gesloten) verbinding voor vracht, passagiers, bagage en medewerkers; Extra verbinding voor toeleveranciers, aannemers, etc.
Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding: <ul style="list-style-type: none"> • Hoge snelheidsverbinding in tunnel (beveiligd systeem) in verband met MOT. Integratie op openbare netwerken is voor een gesloten systeem niet aan de orde. • Conventionele trein in tunnel ? 	Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding: <ul style="list-style-type: none"> • Hoge snelheidsverbinding in tunnel (beveiligd systeem) in verband met MOT. Integratie op openbare netwerken is voor een gesloten systeem niet aan de orde. • Conventionele trein in tunnel ? 	Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding: <ul style="list-style-type: none"> • Hoge snelheidsverbinding in tunnel (beveiligd systeem) in verband met MOT. Integratie op openbare netwerken is voor een gesloten systeem niet aan de orde. • Conventionele trein in tunnel ? • Voor de secundaire verbinding kan worden gedacht aan een veerverbinding of een wegverbinding. Gezien de kosten ligt een veerverbinding voor de hand.
Operationele effecten: <ul style="list-style-type: none"> • Transportsysteem moet geschikt zijn voor vrijwel alle vervoersstromen • Ook niet spoedeisende stromen worden met relatief hoge snelheid vervoerd • Scheiding luchthaven lijdt tot extra handelingen, waardoor vrachtafhandeling op Schiphol minder concurrerend is • Het gesloten systeem vereist een tunnelverbinding, waardoor problemen ontstaan met het transport van gevaarlijke stoffen. 	Operationele effecten: <ul style="list-style-type: none"> • Zie alternatief A. • Tussenstation beïnvloedt de verbindingstijd nadelig • Tussenstation moet volledig zijn voorzien van alle check-in faciliteiten. 	Operationele effecten: <ul style="list-style-type: none"> • Transportsysteem moet geschikt zijn voor personen, bagage en vracht • Scheiding luchthaven lijdt tot extra handelingen, waardoor vrachtafhandeling op Schiphol minder concurrerend is • 'Wegverbinding' geeft een alternatief voor gevaarlijke stoffen, bouwstromen, etc.

Door de luchtzijdige ligging van de verbinding worden er eisen gesteld aan de snelheid van de verbinding. Er dient rekening te worden gehouden met een Maximum Overslag Tijd (MOT) van 25 minuten en een Minimum Check-in Closing Time (MCCT) van 22 minuten voor regionale vluchten, en een Maximum Overslag Tijd van 45 minuten en een Minimum Check-in Closing Time van 27 minuten voor intercontinentale vluchten. Gezien de processen die zich binnen deze tijd moeten afspelen (bagage, passagiers) is de MOT en MCCT voor regionale en intercontinentale vluchten onhaalbaar. Alhoewel niet helemaal gelijkwaardig, wordt ter indicatie aangegeven dat op het huidige Schiphol niet aan de kwaliteitsnormen voor de Minimum Connecting Time van 45 minuten kan worden voldaan.

Bij variant B is een tussenstation toegepast al dan niet met check-in faciliteiten. De extra stop zal resulteren in extra oponthoud voor de passagiers die op Schiphol zijn ingecheckt. Hierdoor zullen de kwaliteitsnormen alleen maar verder worden overschreden. In dit kader verdient de toepassing van een tussenstation bij dit alternatief geen aanbeveling.

Bij variant C is er een extra 'weg' verbinding toegepast, bijvoorbeeld in de vorm van een veerpont. Deze extra verbinding heeft het voordeel dat alle odd-size goederen (bijvoorbeeld bouwstromen) en gevaarlijke stoffen via een alternatieve route naar het eiland kunnen worden getransporteerd. Aangezien de primaire verbinding onmogelijk kan worden uitgelegd op het transport van allerlei oversized goederen en bouwstromen, is een dergelijke alternatieve verbinding onvermijdelijk.

Op basis van bovenstaande evaluatie wordt uitgegaan van een dedicated verbinding tussen Schiphol en eiland zonder tussenstop. Als secundaire verbinding wordt de veerverbinding meegenomen.

Logistieke consequenties

Bij het concept 'Banen naar Zee' zijn de passagiers op Schiphol ingecheckt. Gevolg is dat de bagage gescheiden wordt getransporteerd van de passagiers. Ervan uitgaande dat bagage en passagiers met dezelfde treinen worden getransporteerd, moet aandacht worden besteed aan een strikte scheiding tussen personen en bagage. Passagiers en bagage moeten worden voorzien van afzonderlijke laad- en losperrons, bijvoorbeeld door het perron te scheiden middels een muur.

Een ander aandachtspunt is de afhandeling van vracht. Vracht wordt op Schiphol verzameld, waarna deze naar het eiland wordt vervoerd. Hier aangekomen moet de vracht worden uitgesorteerd naar het juiste vrachtgebouw. Deze sorteerslag wordt momenteel uitgevoerd door de trucks die de vracht zelf bij het juiste gebouw afleveren. Ten gevolge hiervan moet rekening worden gehouden met extra sorteer- en vervoershandelingen, waardoor de kosten van de vrachtafhandeling aanzienlijk zullen toenemen. De afhandelsnelheid zal door de toegenomen complexiteit afnemen.

Toepassing van snelle OLS achtige systemen, die de mogelijkheid hebben om zowel te vervoeren als te sorteren kunnen hierin wellicht een verbetering te zien geven. Een OLS systeem zal leiden tot een hoeveelheid extra benodigde sporen in de verbinding, aangezien het vrachtvervoer bij de railsystemen nauwelijks tot een capaciteitsverhoging leidt. Het toepassen van een OLS systeem is een afweging tussen investering en operationele voordelen. Deze afweging wordt niet in dit rapport gemaakt, zodat vooralsnog wordt uitgegaan van een geïntegreerd systeem voor het vervoer van vracht en personen.

Modaliteiten

Het concept 'Banen naar Zee' gaat uit van een dedicated shuttleverbinding tussen Schiphol en het eiland. De tijd is in dit concept is een zeer belangrijke factor (MOT en MCCT).

In een eerder onderzoek van ARCADIS (Schiphol, een vliegveld op twee locaties) is het uitgangspunt bij een dergelijke verbinding geweest, dat de totale reis, inclusief in- en uitstappen 20 minuten mag duren. Rekening houdend met de 8 minuten (2x4) die nodig zijn voor het halteren, blijven er 12 minuten over voor de verplaatsing tussen Schiphol en de nieuwe luchthaven. Dit betekent dat de afstand met hoge snelheid moet worden afgelegd. Met conventionele materieel (IRM 4) met een maximale snelheid van 160 km/h is de afstand van 40 km in een krappe 17 minuten af te leggen.

De MCCT bedraagt in het slechtste geval slechts 22 minuten, zodat er slechts 2 minuten resteren om alle handelingen met de bagage uit te voeren (veiligheidscheck, verzamelen, sorteren, vervoeren per shuttle, laden/lossen, vervoer op de luchthaven, laden/lossen vliegtuig). Het is ook waarschijnlijk dat de normen voor de MCCT en MOT ook bij de inzet van hoge snelheidsmaterieel aanzienlijk zullen worden overschreden. Er resteren namelijk nog 35 minuten, waarbij wordt aangegeven dat het lossen van de laatste container uit een vliegtuig alleen al 15 minuten in beslag neemt. In dit kader zal een extra vertraging van de reistijd van 5 minuten ten gevolge van het inzetten van conventioneel materieel nauwelijks van invloed zijn. Voor dit alternatief zal dan ook worden uitgegaan van conventioneel materieel.

Conform het logistiek concept zal voor het transport van gevaarlijke stoffen, bouwstromen en bevoorrading een secundaire verbinding over water worden voorzien. Voor het transport van kerosine kan, indien de economische haalbaarheid kan worden aangetoond, een pijpleiding worden voorzien.

Ontwerp van de verbinding

Door de luchtzijdige ligging van de verbinding worden er eisen gesteld aan de beveiliging van het systeem. Omdat het systeem min of meer van de buitenwereld moet zijn afgesloten, dient het systeem bij voorkeur ondergronds te worden toegepast. Toepassing van viaducten en bruggen zijn alleen een optie indien voldoende veiligheidsmaatregelen worden gesteld.

Gezien de maatschappelijke weerstand die kan worden verwacht tegen de toepassing van elementen die zich in het zicht van de stranden bevinden, is voor dit alternatief uitgegaan van een volledige tunnelverbinding naar het eiland. Er zijn geen technische knelpunten voor het toepassen van een shuttle in een tunnel. Op basis van maatschappelijke en milieutechnische overwegingen, gaat de voorkeur binnen deze variant uit naar een afgezonken tunnel voor het zeetraject in combinatie met een boortunnel voor de duinpassage. Om te voorkomen dat de tunnel bij calamiteiten de toevvoer naar het eiland blokkeert, wordt de tunnel in minimaal twee fysiek gescheiden delen aangelegd.

Daar waar de tunnel de zeevering van vast land of eiland doorkruist, dient een sluis of een kanteldijk te worden toegepast in verband met de waterkering.

Ontwerp van de knooppunten

Het alternatief 'Banen naar Zee' kent slechts 1 knooppunt, namelijk Schiphol. Het knooppunt zelf is goed inpasbaar, daar de ruimte van het bestaande banenstelsel geheel vrijkomt. De ruimtebehoefte van het knooppunt kan zonder problemen worden ingepast, terwijl er voldoende mogelijkheden zijn om het knooppunt te laten groeien.

Uitbreidingen aan de achterlandverbindingen van het bestaande Schiphol kunnen worden gezien als autonome groei. Het bestaande Schiphol krijgt immers gedurende de bouwtijd van het eiland de kans om te verbouwen binnen de grenzen van de vrijgekomen ruimte. Toch moeten er hier kanttekeningen worden geplaatst. Aan de landzijde is de piekurstroom gelijkwaardig met het

alternatief 'Luchthaven naar Zee', namelijk 28500 personen/h. Conform tabel 5.3 komt 55% per auto, waardoor er 2 x 4 rijstroken noodzakelijk zijn voor de afhandeling van het luchthaven-gerelateerde verkeer. Samen met de autonome groei die in dit gebied kan worden verwacht, zal de weginfrastructuur verder vollopen, het is dan ook de vraag of de totale groei nabij dit knooppunt nog wel kan worden geacommodeerd.

Railgebonden modaliteiten hebben een hogere capaciteit dan de weg en kunnen de betreffende stromen met minder infrastructuur verwerken. Voorwaarde voor het slagen van het alternatief 'Banen naar Zee' is het terugdringen van het autoverkeer en het bieden van kwalitatief goede alternatieven. Dit is overigens in lijn met de huidige inzichten over de infrastructuur in de Randstad, denk bijvoorbeeld aan de ontwikkeling van de Randstad shuttle. Uitgebreid onderzoek naar de achterlandstromen valt echter buiten het kader van deze studie.

Naast Schiphol zal er een tweede knooppunt moeten worden voorzien voor de veerverbinding tussen eiland en vaste wal. Deze veerverbinding, geschikt voor bevoorrading, gevaarlijke stoffen, etc., vraagt een extra ruimtebeslag in de havens van één van de kustplaatsen (IJmuiden, Amsterdam, Scheveningen, etc.).

De stationslogistiek op het knooppunt Schiphol is bij dit concept erg complex. Zeker gezien de eisen met betrekking tot de afhandeltijd, kan worden getwijfeld aan de werkbaarheid en haalbaarheid van een dergelijk station. De stationslogistiek kan worden gezien als een mogelijke no-go factor, zie ook hoofdstuk 7.

Ontwerp van het eiland

Op basis van de beschouwingen in het hoofdstuk 'Bouwstenen eiland' wordt gekozen voor een zandeiland in combinatie met één van de uitvoeringsvarianten voor de zeewering. Voor de verdere beschouwingen zal worden uitgegaan van een traditionele zeewering. De combinatie zinktunnel met zandeiland is zondermeer mogelijk.

Op het eiland moet rekening worden gehouden met de aanleg van een haven. Deze haven kan tijdens de bouwfase worden gebruikt als werkhaven. Wanneer het eiland operationeel is, dient de haven als veerhaven en voor afhandeling van bevoorradingsschepen.

Gevoeligheid

Zoals aangetoond in eerdere studies, heeft de techniek zelf slechts een marginale impact op de totale bouwkosten. De bouwkosten worden echter in grotere mate bepaald door de ligging van het eiland en het gekozen logistiek concept. Aspecten die de kosten van dit alternatief relatief sterk kunnen beïnvloeden zijn:

- het al dan niet toepassen van hoge snelheid (>200 km/h);
- de uitvoering van de verbinding (tunnel of brugtunnel);
- de locatie van het eiland uit de kust;
- de omvang van het eiland;
- het al dan niet voorzien van een secundaire veerverbinding.

Aandachtspunten

Bij het verder uitwerken van de integrale kostenbegrotingen dient rekening te worden gehouden met:

- onderhoudsfaciliteiten voor de shuttle
- faciliteiten voor de veerdienst met parkeervoorzieningen

-
- opstel mogelijkheden voor de shuttles
 - uitbreiding infrastructuur achterland (deels autonoom, maar deels ook niet)

Monofunctioneel eiland, luchthaven naar zee

Logistiek concept

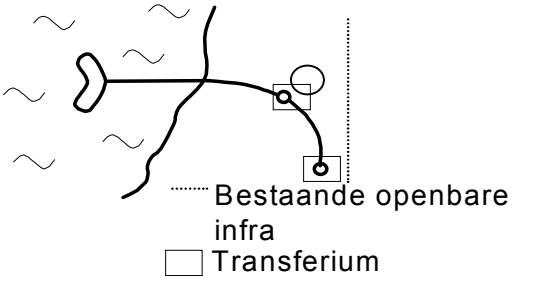
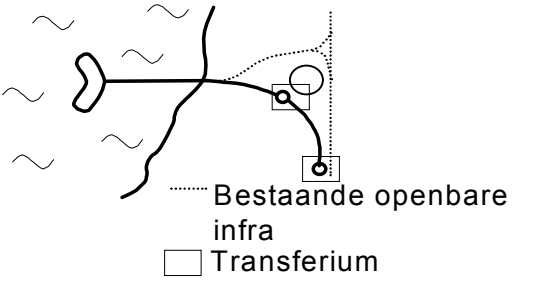
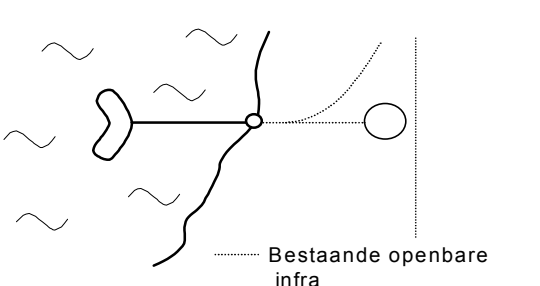
Bij het monofunctioneel eiland met de luchthaven in zee is de relatie met Schiphol beperkt tot de bedrijvigheid die hier achter blijft. In dit kader is er behoefte aan een goede ontsluiting van dit gebied met het Noordzee eiland. Deze behoefte is met name vrachtgericht en in mindere mate persoonsgericht.

Op basis van de vervoersconcepten 3 en 4 uit hoofdstuk 7, zijn drie varianten uitgewerkt. Bij variant A is de wegverbinding niet meegenomen, aangezien in de verschillende discussies de meningen over de noodzaak van een wegverbinding verdeeld zijn. De varianten kunnen als volgt worden omschreven:

- A. een semi-dedicated railverbinding tussen vaste land en Noordzee eiland met multi-modale transferia voor de achterlandverbindingen.
HSL/IC/Randstadshuttle kunnen deels worden toegelaten op deze nieuwe infrastructuur. Tevens wordt een secundaire veerverbinding voorzien voor gevaarlijke stoffen, bouwstromen, bevoorrading, etc.
- B. een semi-dedicated railverbinding tussen eiland en het vaste land met multi-modale transferia voor de achterlandverbindingen. HSL/IC/Randstadshuttle kunnen deels worden toegelaten op deze nieuwe infrastructuur. Tevens wordt een direct op de weginfra aangesloten wegverbinding naar het eiland voorzien. Door flankerend beleid moet worden getracht een aanzienlijke verschuiving te realiseren van weg naar openbaar vervoer.
- C. een directe verbinding tussen eiland en de kust met hier een geheel open aansluiting op de bestaande rail- en weginfrastructuur (direct = eiland bereikbaar over deels bestaande infrastructuur zonder overstappen)

Tabel 8.2 geeft de drie varianten met de belangrijkste eigenschappen.

Tabel 8.2: Monofunctioneel eiland, Luchthaven naar Zee

Monofunctioneel eiland, 'Luchthaven naar Zee'		
<p>Variant A: rail semi-dedicated, deels aansluiten op het achterland, met secundaire veerverbinding</p>	<p>Variant B: rail semi-dedicated, deels aansluiten op bestaande infrastructuur, directe wegverbinding</p>	<p>Variant C: direct aansluiten op bestaande infrastructuur (rail + weg)</p>
 <p>Bestaande openbare infra □ Transferium</p>	 <p>Bestaande openbare infra □ Transferium</p>	 <p>Bestaande openbare infra</p>
<p>Dedicated verbinding voor vracht, passagiers met bagage en bezoekers van het eiland. Eventueel een beperkt percentage aansluiten op bestaande railinfrastructuur. Extra verbinding (water) voor toeleverantiers, aannemers, speciaaltjes, etc.</p>	<p>Dedicated verbinding voor passagiers met bagage en bezoekers van het eiland. Daarnaast een directe wegverbinding. Uitgangspunt is een verschuiving van weg naar openbaar vervoer, waardoor het aantal benodigde rijstroken beperkt kan blijven.</p>	<p>Geheel open verbinding voor vracht, passagiers met bagage, bezoekers van het eiland, etc.</p>
<p>Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conventionele en innovatieve geleide modaliteiten (trein, HSL, etc.) Hoge snelheidsverbinding is niet noodzakelijk. Uitvoering bovengronds en/of ondergronds 	<p>Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle conventionele en innovatieve geleide modaliteiten. Uitvoering bovengronds, daar een ondergrondse wegverbinding te duur wordt verondersteld. Korte trajecten ondergronds (ca. 10 km) zijn wel mogelijk. 	<p>Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle conventionele en innovatieve modaliteiten (weg en/of trein). Uitvoering bovengronds en/of ondergronds. Bij ondergronds transport moet er bovengronds een secundaire verbinding zijn (bijvoorbeeld veerboot) in verband met gevaarlijke stoffen.
<p>Operationele effecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De stations aan landzijde hebben een zeer grote ruimtebehoefte in verband met overslag van weg naar transportsysteem en de parkeerbehoefte van passagiers • Maximaal gebruik maken van bestaande infrastructuur • Ruimtebehoefte is op het eiland minimaal, geen parkeervoorzieningen • Vracht moet worden overgeslagen van weg naar dedicated verbinding. Hierdoor ontstaan extra handelingen en extra kosten. 	<p>Operationele effecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De stations aan landzijde hebben een relatief grote ruimtebehoefte in verband met gedeeltelijke overslag van weg naar transportsysteem en de parkeerbehoefte van deze passagiers. • Maximaal gebruik maken van bestaande infrastructuur • Ruimtebehoefte is op het eiland groter in verband met de benodigde opstelruimte's en de parkeerbehoefte voor de voertuigen • Vracht wordt bij een wegverbinding niet overgeslagen, de afstand blijft echter een kostenverhogende post. 	<p>Operationele effecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het eiland heeft een grotere ruimtebehoefte bij een wegverbinding (parkeerbehoefte) • Verbinding is minimaal uitgevoerd (in lengte), maximaal gebruik maken van bestaande infrastructuur • Vracht wordt bij een wegverbinding niet overgeslagen, de afstand blijft echter een kostenverhogende post in deze sector.

De varianten A en B gaan uit van een dedicated verbinding tussen de multi-modale knooppunten op het vaste land en het Noordzee eiland. De ontsluiting tussen de transferia op deze knooppunten en het achterland kan plaatsvinden middels de bestaande infrastructuur. Om te voorkomen dat het knooppunt verstopt of de achterliggende infrastructuur onrealistisch moet worden uitgebreid om voldoende capaciteit te behouden op de achterlandverbindingen, verdient de toepassing van meerdere transferia een sterke aanbeveling. Een mogelijkheid voor een tweede knooppunt is bijvoorbeeld Zestienhoven. Alhoewel de meeste treinen tussen de transferia en de luchthaven zullen rijden, kan wel een beperkt aandeel HSL/IC/Randstadshuttle op de nieuwe infrastructuur worden toegelaten. Hierdoor ontstaat een betere ontsluiting van het achterland.

Bij variant B wordt een aanvullende wegverbinding toegepast voor een deel van de weggerelateerde stromen. In verband met het grote aantal benodigde rijstroken, moet worden getracht een verschuiving van weg naar openbaar vervoer te realiseren om zodoende het benodigd aantal rijstroken te kunnen beperken. Vooral nog is er van uitgegaan dat er maximaal 2 x 3 rijstroken worden voorzien

Bij variant C wordt het eiland rechtstreeks per weg en rail ontsloten. Overstappen is dan niet meer noodzakelijk. Zoals beschreven in hoofdstuk 5 kunnen grote problemen worden verwacht bij een directe aansluiting van de weg en rail op het nationale net. Daarnaast wordt een directe wegverbinding bij een wegaandeel van 55% uit het oogpunt van capaciteit niet haalbaar geacht. De haalbaarheid van deze oplossing wordt dan ook niet hoog ingeschat. Voorlopig wordt gesteld dat een dergelijke aansluiting vanuit de luchthaven gezien gewenst is, maar voor de te bieden kwaliteit van de verbinding en de capaciteit van de infrastructuur niet aan te raden is.

Vanuit het oogpunt van vrachtafhandeling verdient het aanbrengen van een wegverbinding, desnoods als doelgroepen verbinding voor vracht, sterke aanbeveling. In de verdere evaluatie van het alternatief 'Luchthaven naar Zee' zal alternatief B nader worden onderzocht.

Logistieke consequenties

Voor het alternatief 'Luchthaven naar Zee' moet rekening worden gehouden met het feit dat de passagiers en de bagage nog niet gescheiden zijn. De vulgraad van vervoersmiddelen zal hierdoor minder goed zijn.

Van de luchtvracht wordt 90% over de weg wordt vervoerd. Distributiecentra vervoeren hun vracht grotendeels per vrachtauto naar het achterland. Een goede ontsluiting per weg is een van de belangrijkste vestigingsfactoren voor de distributiebedrijven. Een wegverbinding naar het eiland, eventueel alleen voor vrachtgerelateerde stromen, ligt dan ook voor de hand. Iedere andere oplossing leidt tot extra overslag, dure transport/sorteersystemen en minder efficiency van de distributiesector. Indien een wegverbinding wordt voorzien, is er vanuit het oogpunt van de vrachtafhandeling een optimale oplossing gecreëerd. Het gebruik van andere modaliteiten voor vracht is mogelijk, maar zal leiden tot extra overslag en sorteerhandelingen. In hoeverre dit invloed heeft op het marktaandeel, vereist nader onderzoek.

Modaliteiten

De kwaliteitseisen voor MOT en MCCT hebben bij het concept 'Luchthaven naar Zee' geen invloed op de uitvoering van de verbinding. Er is zodoende geen noodzaak voor de toepassing van zeer snelle systemen. De snelheid voor de verbinding kan zodoende worden gereduceerd tot 160 km/h, zodat de drukgolfsproblematiek geen rol van betekenis meer speelt. De keuze voor een lagere snelheid zal de reistijd van vaste land en eiland doen toenemen. Hoewel er geen directe eisen zijn gesteld aan de reistijd van vaste wal naar eiland, verdient het vanuit het oogpunt van comfort aanbeveling om deze tijd zo klein mogelijk te houden.

Het transportsysteem moet geschikt zijn voor passagiers, luchtvracht en bagage. Conventionele treinsystemen, maar ook het wegvervoer zijn prima geschikt om de verbinding te verwezenlijken. HSL systemen kunnen in principe op de verbinding toegelaten. Omdat de snelheid niet maatgevend is, zal deze op het traject van de verbinding met de karakteristieken van een intercity moeten rijden. Op deze wijze kan de tunneldiameter beperkt blijven.

Op basis van de gegeven vervoersconcepten, moet rekening worden gehouden met gemengd verkeer op de verbinding (IC+HSL of randstadshuttle + HSL), waarbij de verschillende modaliteiten met homogene rijkaracteristieken gebruik maken van de verbinding. Doordat de passagiers meerdere diensten worden aangeboden, kan de vulgraad van de treinstellen niet meer worden gegarandeerd, waardoor de capaciteitsbehoefte van de verbinding toeneemt. Alhoewel dit in deze fase niet goed kan worden onderbouwd, wordt ervan uitgegaan dat het toelaten van gemengd verkeer de capaciteit van de verbinding reduceert tot circa 70% van de capaciteit bij een volledig dedicated shuttle verbinding. Ten gevolge hiervan is het noodzakelijk het aantal sporen per richting uit te breiden van 2 naar 3 per richting (bij 120 MAP). Verder is uitgebreid onderzoek noodzakelijk om te bestuderen wat de mogelijkheden zijn om verschillende systemen over hetzelfde spoor te laten rijden.

Ontwerp van de verbinding

Daar het systeem deels open is uitgevoerd, is het niet mogelijk de gebruikers te onderwerpen aan een veiligheidscontrole. Er zal derhalve rekening moeten worden gehouden met de mogelijkheid van aanslagen.

De verbinding kan in deze situatie zowel ondergronds als bovengronds worden uitgevoerd. Indien een wegverbinding wordt toegepast, wordt de technische haalbaarheid van een tunnel over 20 km laag ingeschat. Derhalve is ervan uitgegaan dat de duinpassage wordt voorzien van een boortunnel, waarna de tunnel wordt aangesloten op een brug naar het eiland. Voor de overgang van brug naar tunnel is een tusseneiland met relatief grote afmetingen noodzakelijk. Daar waar de tunnel de zeeering van vast land of eiland doorkruist, dient een sluis of een kanteldijk te worden toegepast in verband met de waterkering.

Vooralsnog wordt verondersteld dat de maatschappelijke weerstand tegen een brug door de duinen erg hoog zal zijn. In dit kader gaat de voorkeur uit naar de brug-boortunnelcombinatie. De haalbaarheid van een brugtunnelcombinatie is sterk echter afhankelijk van de morfologische haalbaarheid van het tusseneiland. In dit kader mag de volledige brugverbinding zeker niet uit het oog worden verloren.

Conform het logistiek concept zal voor het transport van gevaarlijke stoffen, bouwstromen en bevoorrading een secundaire verbinding over water worden voorzien. Voor het transport van kerosine kan, indien de economische haalbaarheid kan worden aangetoond, een pijpleiding worden voorzien.

Ontwerp van de knooppunten

De bouwstenenstudie naar de knooppunten heeft aangetoond dat inpasbaarheid van P+R achtige transferia alleen denkbaar zijn op het huidige Schiphol. Hier zullen op termijn echter problemen ontstaan met de achterland verbindingen, daar de infrastructuur niet onbeperkt kan worden uitgebreid.

Er zijn derhalve meerdere transferia noodzakelijk conform het vervoersconcept 3 en 4. Een mogelijkheid is hiertoe het huidige Zestienhoven. Door het nieuwe te bouwen transferium verliest ook deze luchthaven zijn functie. Hierdoor komt ruimte vrij voor de benodigde parkeerfaciliteiten. De inpasbaarheid op andere locaties in de Randstad blijkt uitermate moeilijk omdat de P+R transferia fysiek

moelijk kunnen worden ingepast. Een verschuiving van auto naar openbaar vervoer is dan ook noodzakelijk.

Indien Schiphol als knooppunt zou vervallen, moet er rekening worden gehouden dat de bedrijvigheid op Schiphol op termijn zal verschuiven naar de nieuwe knooppunten. In dit kader ligt Schiphol als één van de knooppunten voor de hand.

Ontwerp van het eiland

Voor het ontwerp van het eiland wordt verwezen naar paragraaf 8.2.5.

Gevoeligheid

Het concept is niet helemaal eenduidig, waardoor er variaties mogelijk zijn die een belangrijke invloed hebben op de kostprijs. Aspecten die de kosten relatief sterk kunnen beïnvloeden zijn:

- het al dan niet toepassen van hoge snelheid (>200 km/h) in de verbinding (wordt niet geadviseerd);
- de uitvoering van de verbinding (tunnel, brug of brug-tunnel);
- de afstand en ligging van het eiland ten opzichte van de kust;
- het al dan niet aanleggen van een (beperkte) wegverbinding;
- het al dan niet integreren van HSL/Randstad shuttle en/of IC (invloed op benodigd aantal sporen);
- de afstand van de nieuw aan te leggen infrastructuur (van belang voor het aantal benodigde treinstellen);
- de omvang van het eiland;
- het al dan niet aanleggen van een secundaire veerverbinding.

Aandachtspunten

Bij het verder uitwerken van de integrale kostenbegrotingen dient rekening te worden gehouden met:

- onderhoudsfaciliteiten voor de shuttle;
- opstel mogelijkheden voor de shuttles
- bij het ontbreken van een wegverbinding de faciliteiten voor de veerdienst
- uitbreiding infrastructuur achterland (deels autonoom, maar deels ook niet)
- toepassing van bufferstations bij de overgang shuttle systeem naar nationale net;
- kosten voor de transferia;
- kosten voor het tusseneiland.

Multifunctioneel eiland

Logistiek concept

Bij het multifunctioneel eiland is er geen enkele relatie met het bestaande Schiphol. Alle bedrijvigheid wordt met de luchthaven mee verplaatst, terwijl er mogelijk ook fun-activiteiten op het eiland zullen plaatsvinden (uitgaanscentra, recreatie, strand). De extra activiteiten op het eiland stellen nog hogere eisen aan de ontsluiting van het eiland. De verbinding kan op verschillende manieren worden uitgevoerd, te denken valt aan:

- A. een semi-dedicated spoor- en semi-open wegverbinding tussen eiland en de kust met hier een aansluiting op de bestaande infrastructuur (vervoersconcept 5)
- B. een directe open verbinding op de bestaande infrastructuur (spoor en beperkt weg).
- C. meerdere directe open verbindingen (vervoersconcept 6)

Tabel 8.3 geeft de drie varianten met de belangrijkste eigenschappen.

Variant A is reeds bestudeerd bij het alternatief 'Luchthaven naar Zee'. Een geheel open wegverbinding bij een wegaandeel van 55% blijkt niet haalbaar. De wegverbinding wordt gebruikt voor vracht, passagiers, personeel, etc. Door flankerend beleid zal moeten worden getracht het aandeel per weg aanzienlijk terug te brengen. Variant C is in principe niet veel anders dan variant B. De hoofdstroom van het eiland wordt naar het achterland afgevoerd via twee knooppunten, te weten Rotterdam en Amsterdam. In variant B wordt dit gerealiseerd door 1 verbinding met extra infrastructuur in het achterland tussen Rotterdam, verbinding en Amsterdam. Bij variant C is er wellicht minder infrastructuur noodzakelijk op het achterland, echter hiertoe moet een extra verbinding worden gebouwd. Variant B en C realiseren hetzelfde met betrekking tot bereikbaarheid. Gezien het feit dat een verbinding bij Hoek van Holland moeilijk inpasbaar is en het feit dat variant B vanuit kosten oogpunt aantrekkelijker lijkt, wordt voorsnog niet uitgegaan van variant C. Tenslotte is in dit rapport geconcludeerd dat een volledig open railverbinding uit het oogpunt van capaciteit op veel problemen zal stuiten. In dit kader verdient optie A voorsnog de voorkeur, waarbij eventueel een gedeelte HSL/IC en/of Randstadshuttle met dezelfde rijkarakteristieken op het systeem kan worden toegelaten (vervoersconcept 3 en 4).

Logistieke consequenties

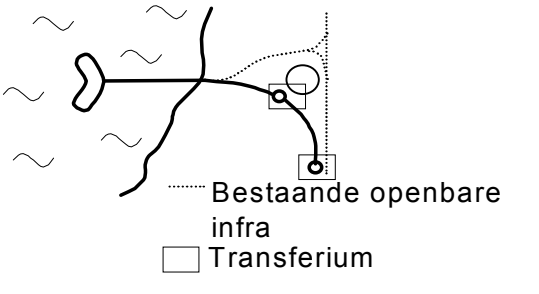
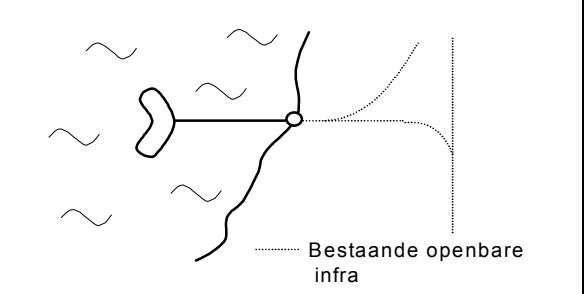
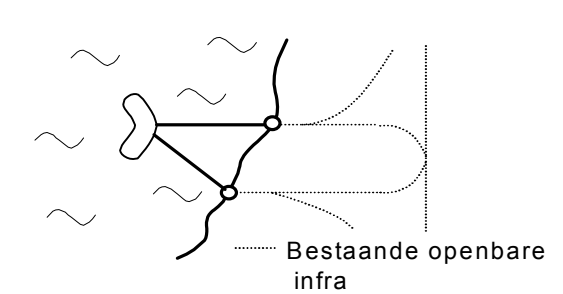
De situatie is in grote lijnen gelijkwaardig aan het alternatief 'Luchthaven naar Zee'. De capaciteitsbehoefte van het personenvervoer zal door de multifunctionaliteit van het eiland flink toenemen. Niet-luchtvaart gerelateerde activiteiten mogen hierbij niet ingrijpen op het functioneren van de luchthaven. Zeker gezien het feit dat de omvang van de vervoersstromen door de multifunctionaliteit niet bekend zijn, is het van groot belang de capaciteit van de verbindingen mag niet te krap te kiezen.

Modaliteiten

Het alternatief 'Multifunctioneel eiland' is in grote lijnen vergelijkbaar met het alternatief 'Luchthaven naar Zee'. Er zijn dan ook geen speciale eisen aan de reistijd. Piekurenstromen zullen hoger zijn dan bij het monofunctionele eiland.

Uitgangspunt bij deze variant is dat er circa 2 x 3 rijbanen worden aangelegd. Wanneer een aandeel van 55% per auto naar het eiland wil, is deze capaciteit onvoldoende. Uitgangspunt is dat wordt getracht door flankerend beleid een groot aandeel via de transferia of via het openbaar vervoer naar het eiland te laten komen.

Tabel 8.3.: Multifunctioneel eiland

Multifunctioneel eiland		
Variant A: semi dedicated, deels aansluiten op bestaande railinfrastructuur, direct op weginfra	Variant B: direct aansluiten op bestaande infrastructuur, (weg+spoor)	Variant C: meerdere verbindingen (weg + spoor)
 <p>Bestaande openbare infra □ Transferium</p>	 <p>Bestaande openbare infra</p>	 <p>Bestaande openbare infra</p>
Dedicated verbinding voor passagiers met bagage, bezoekers, het systeem is deels open voor HSL, randstad shuttle en IC; Directe wegverbinding, verschuiving modal split van weg naar Openbaar Vervoer is uitgangspunt.	Geheel open verbinding voor vracht, passagiers met bagage, bezoekers vanaf de kust;	Geheel open verbinding voor vracht, passagiers met bagage, bezoekers vanaf de kust, vanaf twee of meer locaties.
<p>Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle conventionele en innovatieve modaliteiten. (weg/trein). Uitvoering bovengronds en/of ondergronds. Bij ondergronds transport moet er bovengronds een secundaire verbinding zijn (bijvoorbeeld veerboot) in verband met gevaarlijke stoffen. De haalbaarheid van een ondergronds systeem voor wegvervoer is beperkt (maximale lengte tunnel 10 km) 	<p>Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle conventionele en innovatieve modaliteiten. (weg/trein). Uitvoering bovengronds en/of ondergronds. Bij ondergronds transport moet er bovengronds een secundaire verbinding zijn (bijvoorbeeld veerboot) in verband met gevaarlijke stoffen. De haalbaarheid van een ondergronds systeem voor wegvervoer is beperkt (maximale lengte tunnel 10 km) 	<p>Geschikte modaliteiten en uitvoering van de verbinding:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle conventionele en innovatieve modaliteiten. (weg en/of trein) Uitvoering bovengronds en/of ondergronds. Bij ondergronds transport moet er bovengronds een secundaire verbinding zijn (bijvoorbeeld veerboot) in verband met gevaarlijke stoffen. De haalbaarheid van een ondergronds systeem voor wegvervoer is beperkt (maximale lengte tunnel 10 km)
<p>Operationele effecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beperkte ruimtebehoefte op het eiland voor parkeervoorzieningen. • Vracht hoeft niet te worden overgeslagen voor vervoer naar het eiland. Districtegebouwen zijn nabij de luchthaven. • Verbinding is minimaal uitgevoerd (in lengte), maximaal gebruik maken van bestaande infrastructuur • De knooppunten aan landzijde hebben een grote ruimtebehoefte in verband met overslag van weg naar transportsysteem en de parkeerbehoefte van bezoekers 	<p>Operationele effecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbinding is minimaal uitgevoerd (in lengte), maximaal gebruik maken van bestaande infrastructuur • maximale ruimtebehoefte op het eiland voor parkeren • Vracht hoeft niet te worden overgeslagen voor vervoer naar het eiland. Districtegebouwen zijn nabij de luchthaven. 	<p>Operationele effecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • maximale ruimtebehoefte op het eiland voor parkeren. • Lengte verbindingen is toegenomen, maximaal gebruik maken van bestaande infrastructuur • Vracht hoeft niet te worden overgeslagen voor vervoer naar het eiland. Districtegebouwen zijn nabij de luchthaven. • Verkeer wordt beter verdeeld naar het achterland

Evenals bij het alternatief 'Luchthaven naar Zee' moet vanuit het vervoersconcept rekening worden gehouden met gemengd verkeer op de verbinding (IC+HSL of randstadshuttle + HSL), waarbij de verschillende modaliteiten met gelijke rijkarakteristieken gebruik dienen te maken van de verbinding. Ten gevolge van deze menging zal de bezettingsgraad van de treinstellen wel afnemen, waardoor de verbinding zwaarder wordt belast. Hierdoor zal de benodigde capaciteit toenemen. Verder is uitgebreid onderzoek noodzakelijk om te bestuderen wat de mogelijkheden zijn om verschillende systemen over hetzelfde spoor te laten rijden. De rijkarakteristieken van de modaliteiten dienen over het gemeenschappelijke traject exact gelijk te zijn.

Uitvoering van de verbinding

Door de semi-open uitvoering zijn er geen mogelijkheden de gebruikers te controleren op bommen, etc., waardoor er een hogere kans bestaat op aanslagen. De gevolgen van dergelijk ernstige calamiteiten zijn minimaal voor een brugverbinding. Aangezien de financieel technische haalbaarheid van een tunnelverbinding voor wegvervoer wordt betwijfeld, is de brugverbinding, eventueel in combinatie met een boortunnel voor de duinpassage als uitgangspunt genomen. Daar waar de tunnel de zeevering van vast land of eiland doorkruist, dient een sluis of een kanteldijk te worden toegepast in verband met de waterkering.

Conform het logistiek concept zal voor het transport van gevaarlijke stoffen, bouwstromen en bevoorrading een secundaire verbinding over water worden voorzien. Voor het transport van kerosine kan, indien de economische haalbaarheid kan worden aangetoond, een pijpleiding worden voorzien.

Uitvoering van de knooppunten

Voor de knooppunten geldt hetzelfde als voor de knooppunten bij het alternatief 'Luchthaven naar Zee'. Door de multifunctionaliteit van het eiland zal de parkeerbehoefte nog verder toenemen, waardoor de knooppunten nog moeilijker inpasbaar zijn en nog meer kan worden getwijfeld aan een goede ontsluiting per weg.

Uitvoering van het eiland

De ruimtebehoefte zal bij dit alternatief toenemen. Veel ruimte kan worden gewonnen door de grond meervoudig of efficiënter te benutten. In het plan kan daarboven eventueel nog extra ruimte worden toegevoegd. Aangezien er nog geen duidelijke visie is over de 'multifunctionaliteit' van het eiland, wordt er vooralsnog vanuit gegaan de extra functies binnen de beschikbare ruimte kunnen worden ondergebracht. Eventueel kan extra ruimte aan het eiland worden toegevoegd. Consequentie is dan echter wel een toename van de benodigde lengte van de zeevering en de hoeveelheid zand.

Gevoeligheid

Het concept 'Multifunctioneel eiland' is niet helemaal eenduidig, waardoor er variaties mogelijk zijn die een belangrijke invloed hebben op de kostprijs.

Aspecten die de kosten relatief sterk kunnen beïnvloeden zijn:

- het al dan niet toepassen van hoge snelheid (>200 km/h) in de verbinding (wordt niet geadviseerd);
- de uitvoering van de verbinding (tunnel, brug of brug-tunnel);
- de afstand en ligging van het eiland ten opzichte van de kust;
- het al dan niet aanleggen van een (beperkte) wegverbinding;

-
- het al dan niet integreren van HSL/Randstad shuttle en/of IC (invloed op benodigd aantal sporen);
 - de afstand van de nieuw aan te leggen infrastructuur (van belang voor het aantal benodigde treinstellen).
 - de ligging van transferia.
 - de omvang van het eiland
 - het al dan niet toepassen van een secundaire (veer)verbinding.

Aandachtspunten

Bij het verder uitwerken van de integrale kostenbegrotingen dient rekening te worden gehouden met:

- onderhoudsfaciliteiten en opstel mogelijkheden voor de shuttles;
- bij het ontbreken van een wegverbinding de faciliteiten voor de veerdienst
- uitbreiding infrastructuur achterland (deels autonoom, maar deels ook niet)
- toepassing van bufferstations bij de overgang shuttle systeem naar nationale net;
- kosten voor de transferia;
- de toepassing van een tusseneiland.

Samenvatting integrale concepten

In tabel 8.5 is een overzicht opgenomen met de belangrijkste kenmerken van de integrale concepten. In bijlage K, Voorkeursvormen Alternatieven, zijn de concepten grafisch weergegeven.

Tabel 8.4.: Overzicht van integrale concepten

	Banen naar Zee	Luchthaven naar Zee	Multi functioneel eiland
Uitvoering eiland	Uitvoeren als zandeiland met nader te bepalen zeewering (consequenties van de zeewering op de kostprijs is marginaal)		
Uitvoering verbinding	Landtraject: ondergronds Duintraject : Boortunnel Zeetraject : Zinktunnel	Landtraject: ondergronds of bovengronds Duintraject : Boortunnel Zeetraject : Brug	
Modaliteiten	Conventionele trein of hoge snelheidstrein Secundaire verbinding over water	<ul style="list-style-type: none"> • Weg • gesloten systeem tussen Schiphol en eiland met conventionele trein o.i.d. <ul style="list-style-type: none"> • aanvulling met HSL, IC en /of randstadshuttle (beperkt) • secundaire verbinding over water 	
Verbindingen bij 80 MAP	1 verbinding bestaande uit: - 3 sporen	1 verbinding bestaande uit: (40% auto) <ul style="list-style-type: none"> • 2 + 2 + 1 sporen (2+2+1 banen bij 1 modaliteit) • 6 (2 x 3) rijbanen voor wegverkeer 	1 verbinding bestaande uit: (40% auto) <ul style="list-style-type: none"> • 2 + 2 + 1 sporen (2+2+1 banen bij 1 modaliteit) • 6 (2 x 3) rijbanen voor wegverkeer voor wegverkeer
Verbinding bij 120 MAP	Geen gegevens voor handen	1 verbinding bestaande uit: (30% auto) <ul style="list-style-type: none"> • 3 + 3 + 1 sporen (2+2+1 sporen bij 1 modaliteit) • 6 (2 x 3) rijbanen voor wegverkeer 	1 verbinding bestaande uit: (<30% auto) <ul style="list-style-type: none"> • 3 + 3 + 1 sporen (2+2+1 sporen bij 1 modaliteit) • 6 (2 x 3) rijbanen voor wegverkeer
Randvoorwaarden	Verschuiving van weg naar openbaar vervoer	Verschuiving van weg naar openbaar vervoer	Verschuiving van weg naar openbaar vervoer
Preferenties	Tunnel in drie gescheiden segmenten aanleggen (2 segmenten heeft geen effect een enkele tunnelbuis heeft nauwelijks capaciteit)	Tunnel in minimaal 2 gescheiden segmenten aanleggen	Tunnel in segmenten aanleggen
Mogelijke no-go factoren	<ul style="list-style-type: none"> • Stationslogistiek • MOT/MCCT • Beschikbaarheid van de verbinding. • Concurrentiepositie vrachtafhandeling • Ontsluiting Schiphol 	<ul style="list-style-type: none"> • Stationslogistiek • Concurrentiepositie vrachtafhandeling indien geen wegverbinding wordt voorzien • Inpasbaarheid knooppunten • Ontsluiting knooppunten 	<ul style="list-style-type: none"> • Stationslogistiek • Inpasbaarheid knooppunten • Ontsluiting knooppunten



Realisatie en uitvoering

Algemeen

In dit hoofdstuk wordt in meer detail gekeken naar de realisatie en uitvoering van het eiland en de verbinding. Ten eerste zal de verbinding in meer detail worden uitgewerkt in paragraaf 9.2, waarna het eiland wordt behandeld in paragraaf 9.3.

Verbinding

Voor de verbinding zijn er verschillende alternatieven. Te denken valt aan een boortunnel, een zinktunnel, een brug of verschillende brug-tunnelvarianten. Aangezien de bouwlogistiek mede bepalend is voor de keuze tussen de verschillende technieken, zullen alle drie de vormen worden behandeld in de volgende paragrafen.

Brug

Uitgangspunt bij de brugverbinding is dat overspanningen in de orde van 200 meter worden gerealiseerd. Dit maakt het mogelijk de bruggdelen op het vasteland te prefabriceren onder geconditioneerde omstandigheden. Voor het installeren zal gespecialiseerd materieel moeten worden ingezet. De handling en installatie van de pijlers is vergelijkbaar met die van zinktunnelementen, zij het iets eenvoudiger door de beperktere horizontale afmetingen. Gezien de grote hoeveelheid brugelementen zullen meerdere parallelle bouwstromen gebruikt moeten worden.

Het aantal werkbare dagen om de pijlers te plaatsen is door de golfcondities beperkt tot 6 maanden per jaar, waardoor het noodzakelijk is om geprefabriceerde delen te kunnen opslaan.

Boortunnel

Bij het realiseren van een boortunnel loopt een aantal zaken achter elkaar; het maken van de startschacht, het installeren van de boormachine, het boren van de tunnel, het demobiliseren van de boormachine en eventueel de afbouw van de tunnel. Gegeven de lengte van de tunnel is met name het boorproces bepalend voor de totale tijdsduur van de bouw. Gezien de diameter van de tunnelbuizen is de gemiddelde boorsnelheid naar verwachting niet groter dan 8 tot 10 meter per dag. Dit houdt in dat indien het gehele zeetraject in één keer vanaf de kust naar het eiland wordt geboord de boortijd alleen al meer dan 10 jaar zal bedragen. Dit is niet acceptabel. De consequentie is dat op meerdere punten gestart moet worden met boren. Hierin speelt ook mee dat de levensduur van boormachines voor zachte grond maximaal zo'n 10 km bedraagt. Een goede mogelijkheid om de bouwtijd te beperken is het realiseren van een tusseneiland, van waaruit in twee richtingen wordt geboord. Alle aanvoer van materiaal en materieel moet dan evenwel over water gebeuren, of middels een tijdelijke brug. Per tunnelbuis kunnen dan drie of vier tunnelboormachines ingezet worden, afhankelijk van de ligging van het eiland ten opzichte van de kust en het al dan niet in voldoende mate gereed zijn van het vliegveld-eiland. De maximaal door één tunnelboormachine af te leggen afstand is dan 6 tot 8 kilometer, inclusief de passage van de duinen. Hiervoor wordt op het vasteland achter de duinzone een startschacht geformeerd. De consequentie van deze aanpak is dat de tunnelboormachines elkaar

ondergronds treffen om een aansluiting te maken. Het werken met een tusseneiland verkort weliswaar de boortijd, echter de realisatie van dit eiland ligt op het kritieke pad. Het bouwen van het eiland kost immers extra tijd.

Het werk is van een dergelijk grote omvang dat het loont om ter plaatse een fabriek voor tunnelsegmenten op te zetten. Hiervoor zullen meerdere produktielijnen benodigd zijn. Het tusseneiland kan worden gedimensioneerd op deze fabrieken. Achter de duinen is de inpasbaarheid van een dergelijke fabriek zeer beperkt.

Zinktunnel

Het fabriceren van de tunnelementen voor de zinktunnel zal gezien het enorme aantal met een fabrieksmatig proces moeten plaatsvinden. Hiermee kan de bouwtijd worden verkort en een constante kwaliteit worden bereikt. Door het fabrieksmatige bouwproces kan de produktie worden geoptimaliseerd, met name de bekisting, het vlechtwerk en de koeling. Indien in een fabriekshal wordt gewerkt, worden weersinvloeden uitgesloten en kan de produktietijd in een jaar toenemen tot wel 50 weken. Het produktieproces zou er als volgt uit kunnen zien:

De elementen worden in een fabriekshal gemaakt in moten van 25 meter die vervolgens door middel van voorspanning met elkaar worden verbonden. Het tunnelement van 200 meter wordt vervolgens in lengterichting de hal uitgeschoven naar een hoog gedeelte van het dok. Hier wordt het element al voor een deel afgebouwd, bijvoorbeeld kabelkokers, onderbouw spoor en ballasttanks. Vervolgens wordt een sluisdeur gesloten tussen de fabriekshal en het dok. Het dok wordt vervolgens vol water gezet waarna de tunnelementen naar een dieper gedeelte van het dok kunnen worden versleept. De waterstand kan dan verlaagd worden tot de waterstand van buiten het dok, waarna de buitendokdeur verwijderd kan worden en de tunnelementen kunnen worden versleept naar de buffer.

De omvang van de fabriek of fabrieken wordt bepaald door de produktiecapaciteit en de overige bouwprocessen die op het kritieke pad liggen. Met name het afzinkproces is hierin kritisch. De ervaringen bij de Oresund hebben geleerd dat een element met een lengte van 200 meter met een cyclustijd van 10 weken geproduceerd kan worden. Bij een tunnallengte van 20 km en twee tunnelbuizen zijn dan 2000 produktielijnweken benodigd. Indien een afzinkoperatie één week duurt dan kunnen naar verwachting per afzinkset 25 elementen per jaar worden afgezonken. Bij het toepassen van twee parallelle afzinkstromen is hiervoor vier jaar benodigd.

Het afzinken kan naar verwachting slechts gedurende zes maanden per jaar plaatsvinden. Dit betekent dat een buffer gecreëerd moet worden voor een half jaar produktie. Indien twee tunnelbuizen worden gemaakt, met een produktietijd van 5 jaar, dan betekent dit dat 4 km tunnelbuis moet worden gebufferd. Hiervoor is tenminste 10 hectare beschut water nodig. De enige plek waar dit naar verwachting kan is bij een werkhaven op het eiland. De elementen moeten hiervoor wel over open zee versleept worden, hetgeen lang niet altijd mogelijk is. Dit betekent dat ook bij de fabrieken zelf een tussenbuffer moet komen om een periode met slecht weer te overbruggen.

Bij een produktietijd van 50 weken per jaar resulteert dit in $2000/50/4 = 10$ benodigde produktielijnen. Dit komt overeen met 5 maal de produktiecapaciteit van de Øresundtunnel! Ter indicatie kan worden uitgegaan van twee produktielocaties op het vaste land en één op het eiland. Deze laatste komt evenwel op zijn vroegst 2 jaar na de eerste fabriek in bedrijf, aangezien eerst voldoende areaal van het eiland gerealiseerd dient te worden met voldoende aanvoermogelijkheden. De fabrieken hebben een dubbele capaciteit ten opzichte van de fabrieken van de Øresundtunnel.

Gezien de hoeveelheid te verwerken materiaal, afhankelijk van de gekozen variant 50 tot 150 m³ per strekkende meter tunnel, ofwel 1250 tot 3750 m³ per stort, is het onwaarschijnlijk dat met één betoncentrale kan worden volstaan. Er bestaat dus een keuze om twee volledig geëquipeerde fabrieken toe te passen of alle activiteiten op één locatie uit te voeren.

Bij de keuze van de locatie van de fabriek(en) spelen een aantal factoren een rol:

- goede bereikbaarheid vanaf land voor personeel, materieel en materialen;
- goede verbinding met zee, met voldoende diepgang voor het verslepen van de elementen;
- een zo kort mogelijke afstand tot het tunneltracé en/of de buffer;
- goede beschutting tegen weers- golf- en stromingsinvloeden;
- goede verbinding met binnenwater voor de aanvoer van grondstoffen voor het beton.

Op basis van deze aspecten kunnen geschikte locaties worden gezocht. Mogelijk opties kunnen zijn:

- een havenbekken op de Maasvlakte;
- een havenbekken langs het Noordzeekanaal;
- een buitenhaven ten zuiden van de bestaande golfbreker van de havenmond van IJmuiden;
- uitbreiding van bestaande bouwdokken in de Rotterdamse regio (b.v. Barendrecht);
- gebruik van verafgelegen locaties (Øresund?).

Brug-tunnelcombinaties

Bij het combineren van verschillende bouwmethoden, bijvoorbeeld voor brug-tunnel varianten kan de bouwtijd aanmerkelijk worden verkort. Tegelijk met het opspuiten van een tusseneiland kan dan bijvoorbeeld de startschacht worden gebouwd alsmede de tunnelboormachines en de fabriek voor de brugdelen. Het bouwen van de brug kan de tegelijk met het boren van de tunnelbuizen plaatsvinden.

Planning

Voor een drietal varianten is een globale uitvoeringsplanning opgesteld, zie de bijlage L. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

Brug

Ontwerp en bouw fabriek 1.5 jaar

Boortunnel

Bouw startschacht 1 jaar

Bouw startschacht op het eiland twee jaar na de start bouw van het eiland. Er kan dan een voldoende grote zandpannekoek van zand, inclusief loskade, worden aangebracht. Erosie door het ontbreken van de zeewering is geen probleem omdat het geërodeerde zal toch binnen het uiteindelijk eiland terechtkomt.

Ontwerp en bouw TBM 1 jaar

Boorsnelheid 8 meter per dag

Afbouw 40 meter per dag

Zinktunnel

Ontwerp en bouw fabriek 1.5 jaar

Start bouw kan plaatsvinden na het creëren van een werkhaven met voldoende opslagcapaciteit voor de tunnelementen. Deze bouw neemt ca. 1 jaar in beslag.

Bouw tunnelementen 5 jaar

Spoorbouw

1 jaar bouwtijd, inclusief tractie-energiesystemen en beveiliging

1 jaar testen en proefrijden

Op basis van de bouwplanningen kan worden geconcludeerd dat de totale bouwtijd 8 tot 9 jaar bedraagt, inclusief mobilisatie en afbouw. Reductie tot ongeveer 6 jaar is alleen mogelijk bij de brug-tunnel variant. Bij een brug heeft men de mogelijkheid om op verschillende plaatsen te beginnen. Bij tunnels is deze mogelijkheid minder goed aanwezig. Het verkorten van de bouwtijd door het toepassen van nog meer bouwstromen (brugtunnelvariant) zal wel leiden tot extra benodigde fabrieken en extra materieel, waardoor de prijs aanzienlijk kan oplopen.

Een belangrijk knelpunt is het materiaalgebruik. Bij korte doorlooptijden is het betongebruik enorm. Zeker gezien het feit dat er momenteel een hoge vraag is naar beton en het steeds moeilijker wordt om in de vraag te blijven voorzien, kan dit een belangrijke bottleneck worden. Beton is overigens niet alleen noodzakelijk voor de tunnel of brug, maar ook voor de zeewering en de gebouwen op het eiland. Nader onderzoek op dit punt verdient aanbeveling.

De planning wordt overigens in sterke mate beïnvloed door de fysieke lengte van de verbinding. Door het eiland verder uit de kust te plaatsen, zal de planning navenant uitlopen. Verkorting is mogelijk door het eiland juist meer richting de kust te plaatsen. Dit onderwerp komt aan de orde in het hoofdstuk gevoeligheid.

Eiland

Om de consequenties te bepalen op de realisatie en de uitvoering, wordt uitgegaan van een opgespoten eiland in combinatie met een "getrapte" golfbreker aan de aangevallen zijde van het eiland en een zachte zeewering aan de lijzijde van het eiland. Belangrijke aspecten zijn technische haalbaarheid, bouwtijd en kosten.

Inventarisatie van de bouwmaterialen

De benodigde bouwmaterialen voor het zandeiland met zeeweringen zijn weergegeven in de onderstaande serie tabellen. In deze beschouwing is geen rekening gehouden met een geoptimaliseerd ontwerp. Door toepassing van colloïdaal beton, (giet)asfalt, breuksteen (eklogiet), betonblokken van grotere dichtheid, andere elementtypes dan betonblokken, zoals tetrapodes e.d., is het mogelijk de breuksteen hoeveelheden en afmetingen te optimaliseren. In deze fase van het ontwerp is een dergelijke optimalisatie nog niet aan de orde, de geschatte hoeveelheden dienen uitsluitend voor het opstellen van een globale planning. Basis voor dit globale ontwerp is het eiland als weergegeven in bijlage C.

materiaal >getrapte zeewering= (harde), lengte 18 km

materiaal ton	opp. Doorsn. m ²	holle ruimte %/100	dichtheid kg/m ³	totaal volume m ³	totaal gewicht ton	subtotaal ton
perskaden	600	0,37	2650	10.800.00	18.000.000	
quarry run	301	0,37	2650	5.418.000	9.000.000	27.000.000
steen 0,3 - 1	345	0,40	2650	6.210.000	9.900.000	
steen 1 - 6	336	0,40	2650	6.048.000	9.600.000	
steen 3 - 7	166	0,40	2650	2.988.000	4.700.000	
steen 5 - 10	185	0,40	2650	3.330.000	5.300.000	29.500.000
betonkubus 15	62	0,40	2300	1.116.000	1.500.000	
betonkubus 25	125	0,40	2300	2.250.000	3.100.000	
betonkubus 30	359	0,40	2300	6.462.000	8.900.000	13.500.000
totaal	2479				70.000.000	

materiaal plasberm >getrapte zeewering= (harde), lengte 18 km

materiaal kg	opp. Doorsn. M ²	holle ruimte %/100	dichtheid kg/m ³	totaal volume m ³	totaal gewicht ton	subtotaal ton
steen 10-60	14	0,40	2650	257.000	409.000	
totaal	14			257.000	409.000	

materiaal >zachte= zeewering, lengte 17 km

materiaal ton	opp. Doorsn. M ²	holle ruimte %/100	dichtheid kg/m ³	totaal volume m ³	totaal gewicht ton	subtotaal ton
perskaden	420	0,37	2650	7.560.000	12.600.000	
quarry run	72	0,37	2650	1.224.000	2.000.000	14.600.000
steen 0,3 - 1	80	0,40	2650	1.360.000	2.200.000	2.200.000
totaal	572			10.144.000	16.800.000	

De geïnventariseerde materialen zijn in principe in voldoende mate verkrijgbaar.
[Bron: *Onderzoek Beschikbaarheid Breuksteen Maasvlakte 2, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde/Ingenieurbureau Havenwerken, april 1999*].

Uitvoering

In dit stadium wordt uitgegaan van traditionele, bewezen technieken, bestand materieel en conservatieve productieaannamen. In deze paragraaf komen het zandeiland en de zeeweringen aan de orde.

Zandeiland

Voor het realiseren van het zandeiland moet onderscheid worden gemaakt tussen de 'natte' werkzaamheden tot ca. NAP 0 m en de 'droge' werkzaamheden boven NAP.

'Natte' zandaanvullingen kunnen worden gerealiseerd met varend materieel, namelijk:

- aanvoer en verwerken van zand met sleephopperzuigers (diepgang 8 tot 10 meter, afhankelijk van de capaciteit (6.000 m³ tot 20.000 m³))
- rehandling van zand met winzuigers, cutterzuigers, e.d.

Bij de 'natte' uitvoering dient zoveel mogelijk rechtstreeks te worden gestort. Indien dit niet meer mogelijk is in verband met de diepgang, zijn er diverse opties:

- gedeeltelijk lossen m.b.v. een voorlosinstallatie rainbowing,
- aansluiten op een landleiding en persen,
- klappen en vervolgens rehandling door speciaal materieel,
- combinaties van mogelijkheden.

Voor de 'droge' zandaanvullingen kan het nat materieel worden aangevoerd met kranen, vrachtauto's, scrapers, bulldozers, etc.

Zeeweringen

Ook voor het realiseren van de zeeweringen wordt onderscheid gemaakt tussen de 'natte' werkzaamheden tot ca. -3,5 m NAP en de 'droge' werkzaamheden boven dit peil.

Voor de 'natte' realisatie van de zeewering kan gebruik worden gemaakt van het volgende materieel:

- de aanvoer van breuksteen vanaf de groeve met zeeschepen, coasters, pontons.
- het transport en aanbrengen van breuksteen met varend materieel.
- splijtbakken, bakken met bodemkleppen (direct storten), te gebruiken op plaatsen waar minder gecontroleerd aanbrengen mogelijk is;
- zijstorters, pontons met bulldozers, kraanpontons, te gebruiken op plaatsen waar meer gecontroleerd aanbrengen / plaatsen nodig is;

-
- het transport en plaatsen van betonblokken kan plaatsvinden met varend materieel, zoals blokkenplaatsingsvaartuigen en/of transportpontons in combinatie met kraanpontons.

diepgang steenstorters:

- laadvermogen ca 1.000 ton: ca 2,75 m,
- laadvermogen ca 3.500 ton: ca 5,50 / 6,00 m

Voor de droge werkzaamheden wordt gebruik gemaakt van het volgende materieel:

- het transport en aanbrengen van breuksteen met vrachtauto's (direct storten).
- het transport van breuksteen met vrachtauto's en het plaatsen met kranen.
- het transport van betonblokken met vrachtauto's / speciale voertuigen.
- het plaatsen van betonblokken met kranen.

Werkomstandigheden

Materieel en werkmethodes dienen te worden afgestemd op offshore condities. Hierbij zijn de optredende windkracht en golfhoogte van grote invloed.

Voor bakken, (kraan)pontons, etc. liggen de toelaatbare golfhoogten ongeveer bij 1 meter. Rekening houdende met deze randvoorwaarden, zal het aantal werkbare dagen per jaar niet hoger zijn dan om en nabij de 6 maanden.

Materieel en werkmethodes moeten worden aangepast aan de offshore omstandigheden en dienen zo min mogelijk weersgevoelig te zijn. Voor de equipment resulteert dit in overdimensionering van vermogens, draden, lieren en ankers. Bij de bepaling van de werkmethodes zal de voorkeur uitgaan naar het werken met vaste kranen op het land (zeewering) en het zoveel mogelijk direct storten vanuit vrachtauto's. Alleen indien er geen betere alternatieven voor handen zijn is de inzet van drijvende kranen te overwegen.

In ontwerp zal men met deze aspecten rekening dienen te houden. Tijdens de uitvoering dienen (tijdelijke) voorzieningen worden getroffen om zeeweringen of onderdelen ervan toegankelijk en bereikbaar te maken voor vrachtauto's en kranen.

Werkhaven

De werkhaven kan een belangrijke logistieke rol vervullen in het gehele realisatieproces. Op basis van kosten- / baten- / tijdanalyses zal een beslissing moeten worden genomen over het al dan niet toepassen van een werkhaven, waarbij de volgende aspecten van belang zijn:

- wat wordt de functie van de werkhaven, wat zijn de afmetingen en wat is de beste locatie.
- is er een noodzaak voor tussenopslag voor breuksteen op het eiland en zo ja, wat zijn de benodigde afmetingen;
- is er een noodzaak voor de toepassing van een betoncentrale op het eiland voor de productie van betonelementen of gebeurt dit op vaste wal.

Bij de verdere uitwerking van het realisatieplan kan aan de volgende alternatieve mogelijkheden worden gedacht:

- een (beperkte) werkhaven aan de vaste wal,
- geen of een beperkte werkhaven ter plaatse van het eiland,
- (semi)onderwater breuksteendepots,
- een werkhaven door middel van caissons / afzinkbare pontons,
- tussenopslag van breuksteen en betonelementen door middel van al of niet afzinkbare pontons (minimaal ca 20.000 ton),

- tussenopslag van breuksteen in de omgeving van de groeve, eventueel in combinatie met de produktie en opslag van betonelementen.

Het keuzeprobleem betreffende de aanleg van een werkhaven is niet aan de orde wanneer een permanente haven ten behoeve van recreatieve vaart, bevoorrading (brandstof), als noodvoorziening, etc. deel van het eiland zal uitmaken.

Behalve een direct logistieke functie zal de werkhaven ook een functie vervullen als vluchthaven. Er kan met lichter, minder zeewaardig materieel worden gewerkt en er kan langer worden doorgewerkt bij dreigend slecht weer. In dit stadium wordt uitgegaan van de aanwezigheid van een werkhaven geschikt voor:

- overslag en opslag van breuksteen,
- produktie, overslag en opslag van betonelementen,
- overslag en opslag van bouwmaterialen t.b.v. banen, terminals etc.
- overslag van materieel,
- overslag van personeel,
- vluchthaven voor drijvend materieel.

Voor zover in dit stadium van belang, zal van de afmetingen en inrichting van de werkhaven worden uitgegaan, zoals beschreven in het rapport "Onderzoek Beschikbaarheid Breuksteen Maasvlakte 2"

Aanbrengen van breuksteen en betonelementen

In dit stadium wordt voor planningstechnische doeleinden uitgegaan van de volgende zeer schematische indeling als in de onderstaande series tabellen.

In de tabellen worden de volgende codes gehanteerd voor het aanbrengen van breuksteen en betonelementen:

DS: direct storten
 GS: gecontroleerd storten
 PL: plaatsen

quarry run (ton)

	Direct vanuit de groeve		via stockpile	
	nat	droog	nat	droog
DS	7.200.000			
GS			1.800.000	
PL				

steen 300-1000 kg (ton)

	Direct vanuit de groeve		via stockpile	
	nat	droog	nat	droog
DS	7.700.000			
GS			2.200.000	
PL				

steen 1-6 ton (ton)

	Direct vanuit de groeve		via stockpile	
	nat	droog	nat	droog
DS	7.500.000			
GS				1.000.000
PI				1.000.000

steen 3-7 ton (ton)

	Direct vanuit de groeve		via stockpile	
	nat	droog	nat	droog
DS				
GS	4.750.000			
PI				

steen 5-10 ton (ton)

	Direct vanuit de groeve		via stockpile	
	nat	droog	nat	droog
DS				
GS	5.300.000			
PI				

20 ton betonblokken (st)

	Direct vanuit de fabriek		via stockpile	
	nat	droog	nat	droog
DS				
GS				
PI			103.000	

30 ton betonblokken (st)

	Direct vanuit de fabriek		via stockpile	
	nat	droog	nat	droog
DS				
GS				
PI			124.000	

40 ton betonblokken (st)

	Direct vanuit de fabriek		via stockpile	
	nat	droog	nat	droog
DS				
GS				
PI				297.000

In deze indeling is ervan uitgegaan dat alle aangevoerde breuksteen zoveel mogelijk rechtstreeks vanaf het transportvaartuig vanuit de groeve wordt aangebracht. Tussenopslag is gereduceerd tot een minimum. Dit uitgangspunt stelt strikte randvoorwaarden aan het ontwerp en het te gebruiken materieel.

In het ontwerp moet worden geoptimaliseerd naar grotere hoeveelheden goedkoop en snel te verwerken breuksteen en kleinere hoeveelheden te plaatsen en dus dure breuksteen.

Bij de keuze of de nodige betonelementen op het eiland of op de vaste wal worden gemaakt, spelen o.a. de volgende aspecten een rol:

- benodigde / beschikbare ruimte op eiland of vaste wal,
- transport en overslag van cement, zand en grind naar eiland, mogelijk met extra overslag vanuit binnenvaart naar zeevaart, versus transport en overslag van gereede elementen,
- personeelstransport,
- energiebehoefte,
- waterbehoefte,
- laatst mogelijk tijdstip van productieaanvang,
- de ongewapend betonelementen kunnen worden vervaardigd met zeezand, -grind en -water,
- een hoogwaardig, geklimatiseerd en zoveel mogelijk geautomatiseerd fabricageproces.

Conclusie eiland

Voor het eiland is een globale planning opgezet. Deze planning is bijgevoegd in bijlage L.

De planning gaat uit van een eiland van ongeveer 8000 ha groot, welke een totale realisatietijd van circa 9 jaar vergt (zie bijlage L). Gezien de lange periode waarin beslag wordt gelegd op een groot deel van de bestaande bagger- en kust en oeverpotentieel, alsmede het feit dat eren realisatietermijn is gewenst van om en nabij de vijf jaar, lijkt een eiland van 8000 ha niet realistisch.

Belangrijk aandachtspunt is de beschikbaarheid van materiaal (breuksteen en beton) en materieel. In combinatie met bijvoorbeeld een tweede Maasvlakte, kan een dusdanig beslag op de markt ontstaan dat vertragingen zullen optreden.

Gevoeligheden

Bij de uitwerking van deze rapportage is gebleken dat er een groot aantal factoren een belangrijke invloed kunnen hebben op de haalbaarheid van de alternatieven. Nadeel is echter dat deze factoren nog niet vaststaan en de uitgangspunten met betrekking tot deze factoren vaak zelf nog ter discussie staan. In dit kader zal in dit hoofdstuk de gevoeligheid worden bepaald voor de belangrijkste van deze aspecten.

De gevoeligheden zullen worden bepaald voor een aantal factoren, te weten:

- de grootte van het eiland;
- de ligging van het eiland;
- uitgangspunten met betrekking tot de piekurostromen;
- uitgangspunten met betrekking tot de capaciteitsberekeningen.
-
- Uiteraard zijn er veel meer gevoeligheden met betrekking tot deze studie. Zo is er op basis van de huidige inzichten en voorgaande studies de keuze gevallen op boortunnels door de duinen. Het is echter niet onwaarschijnlijk dat verder onderzoek, waarbij ook meerdere disciplines worden betrokken, de keuze kan wijzigen van boortunnels naar bruggen of van boortunnels naar 'cut and cover' oplossingen.

De laatste gevoeligheden hebben echter minder impact op de financiële en tijdsgebonden haalbaarheid van de studie en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. De hier gemelde gevoeligheden hebben juist een directe en significante impact op de planning en de kosten.

Grootte van het eiland

In eerste instantie is een eiland ter grootte van circa 8.000 ha. (80 MAP) beschouwd. Een dergelijk groot eiland wordt als niet realistisch bestempeld en wel om de volgende redenen:

- de bouwtijd bedraagt tenminste 9 jaar terwijl de streeftijd 5 jaar is;
- het beslag op equipment van de baggerindustrie en kust en oever is veel te lang en veel te intensief.

Het beslag op grote hoeveelheden steen over lange perioden wordt in samenhang met andere werken (o.a. Maasvlakte) als niet haalbaar gezien.

Derhalve is ook gekeken naar de consequenties van een kleiner eiland ter grootte van circa 4.000 ha waarbij bovengenoemde bezwaren niet of in veel geringe mate blijken op te treden. De bouwtijd zou in een dergelijk geval reduceren tot circa 7 jaar. Door het naar voren schuiven van het werkeiland/werkhaven kan de totale realisatietijd tot 6 jaar worden teruggebracht.

Bij de realisatie van 4000 ha in 7 jaar is het beslag op het aanwezige bagger- en K&O (Kust- en Oever) equipment ongeveer 40%. Ervaring uit het verleden heeft aangetoond dat dit niet tot prijsopdrijving hoeft te leiden. Een kortere bouwtijd vergt een groter beslag op de aanwezige bagger- en K&O faciliteiten. De mogelijke prijsopdrijving die hiervan het gevolg kan zijn kan weer teniet worden gedaan door de financiële voordelen van een kortere bouwtijd.

Een eiland van circa 4.000 ha zou dan overigens zodanig vorm gegeven moeten worden dat dit behalve 80 MAP ook morfologisch en stroomtechnisch zo gunstig mogelijk uit de verf komt.

Ligging van het eiland

In dit rapport is ervan uitgegaan dat het eiland zich tegen de 12 mijls zone aan bevindt. Uiteraard zijn ook kleinere of grotere afstanden mogelijk. Daarnaast kan ook de ligging voor de kust worden gevarieerd.

Met betrekking tot de planning voor de verbinding kan worden opgemerkt dat een verlenging of verkorting met 5 km zal leiden tot een verlenging c.q. verkorting van de planning met circa 1 jaar. Hierbij is ervan uitgegaan dat de productiecapaciteit gelijk blijft en de bouwtijd met name wordt bepaald door de voortgang van het boorproces/afzinkproces/bouwproces. Verdere verhogingen van de productiecapaciteit worden niet meer realistisch verondersteld, mede ook gezien de materiaalbehoefte voor betonblokken voor de zeekering.

Kleinere afstand tot de kust

Een kleine afstand tussen eiland en kust zal met name een zeer gunstige invloed hebben op de kosten van de tunnel. Uiteraard zal ook de bouwtijd van de tunnel afnemen, echter gezien het feit dat ook rekening moet worden gehouden met de bouwtijd van het eiland, brengt dit echter geen echte voordelen. Wel is het mogelijk de productiecapaciteit te reduceren om zodoende bouw van eiland en verbinding beter op elkaar af te stemmen. Ook de verlaging van de productiecapaciteit komt de kosten van de verbinding ten goede.

Het terugbrengen van de afstand tot de kust kent ook belangrijke nadelen. Zo zal het eiland zichtbaar zijn vanuit de kust. Deze horizonvervuiling zal ten koste gaan van de recreatieve aantrekkelijkheid van de nabijgelegen kustgebieden. Daarnaast zal een eiland op minder dan 10 km van de kust al snel aantrekkelijk zijn voor vogels, waardoor de veiligheid voor de vliegtuigen in het gedrang komt. Tenslotte is het waarschijnlijk dat de morfologische impact op de kust groter wordt naarmate het eiland dichterbij de kust is geplaatst. Een verplaatsing richting de kust wordt derhalve niet waarschijnlijk geacht.

Grotere afstand tot de kust

Een grotere afstand tussen eiland en kust zal negatief uitwerken op de kosten en de planning. De bouwtijdverlenging zal met name problematisch worden bij de toepassing van het kleine eiland van 4000 ha. De bouwtijd van de verbinding wordt dan maatgevend, waardoor de oplevering van de luchthaven wordt vertraagd.

Een grotere afstand tot de kust heeft een aantal voordelen, zoals een kleinere morfologische impact, een minder groot vogelprobleem en geen horizonvervuiling. De nadelen, de hogere kosten van het eiland in verband met de grotere waterdiepte en het feit dat het eiland hiermee in internationaal water is gelegen met de bestuurlijke problemen van dien, maakt het onwaarschijnlijk dat voor een hogere afstand zal worden gekozen, tenzij de nadelen van een eiland dichterbij de kust een dergelijk besluit noodzakelijk maakt.

Ligging ten opzichte van de kust

De ligging ten opzichte van de kust wordt in zeer sterke mate bepaald door de aansluitingsmogelijkheden van de verbinding op het achterland. OP basis van de conclusies in de knooppunten studie zijn er twee mogelijkheden, te weten aansluiting bij Katwijk of bij IJmuiden. Katwijk biedt hierbij de beste mogelijkheden.

Wanneer wordt afgeweken van de optimale lijn van de verbinding (loodrecht op de kust) zal de lengte van de verbinding toenemen. Bij kleine afwijkingen zijn deze lengteverschillen verwaarloosbaar, bij een groter verschil kan de lengte aanzienlijk toenemen. Om de gevoeligheid aan te geven kan worden uitgegaan van de volgende gegevens:

- een verlenging van de verbinding met 1% geeft een schuifruimte van 2800 m in twee richtingen;
- een verlenging van de verbinding met 5% geeft een schuifruimte van 6500 m in twee richtingen;
- een verlenging van de verbinding met 10% geeft een schuifruimte van 9100 m in twee richtingen.

Piekuurstromen

De gegeven piekuurstromen blijken ten opzichte van voorgaande studies erg hoog, waardoor ook de benodigde hoeveelheid infrastructuur aanzienlijk is toegenomen.

In de eindfase van deze studie zijn door de sector nieuwe piekuurcijfers voorzien, welke aanzienlijk lager zijn. Deze piekuurcijfers liggen hierbij op een hoogte van 40 tot 50% van de oorspronkelijke waarde, waardoor ook de capaciteitsbehoefte voor spoor en weginfra met een zelfde verhouding afneemt.

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten zou dit betekenen dat in alle gevallen kan worden volstaan met drie sporen railinfrastructuur en 2x3 rijbanen voor de weg. Flankerend beleid voor het realiseren van een verschuiving van de modal split is hierbij niet meer aan de orde.

Aangezien al het autoverkeer via de verbinding op het eiland kan worden afgewerkt, is de behoefte aan P+R-achtige faciliteiten op de knooppunten veel minder sterk aanwezig. Het gevolg is dat de ruimtebehoefte van de knooppunten aanzienlijk zullen afnemen, waardoor de knooppunten veel makkelijker in de bestaande gebieden kunnen worden ingepast.

Het bovenstaande geeft aan dat met name de piekuurstromen sterk bepalend zijn voor de haalbaarheid van een luchthaven in zee. Een nauwkeurig onderzoek op dit punt wordt dan ook sterk aanbevolen.

Capaciteiten van rail en weg

Bij het bepalen van de benodigde hoeveelheid infrastructuur zijn een aantal aannames gedaan, welke de benodigde hoeveelheid infrastructuur beïnvloeden. In deze paragraaf wordt een uitspraak gedaan over de gevoeligheid van de uitkomsten in dit rapport. Er zal hierbij onderscheid worden gemaakt tussen weginfra en spoorinfra.

Weginfra

Met betrekking tot de weginfrastructuur zijn twee belangrijke uitgangspunten gehanteerd. Deze uitgangspunten zijn:

- een klein percentage bussen maakt gebruik van de verbinding; in de berekening is 2% bussen meegenomen. Dit lijkt relatief weinig, maar deze 2% vervoert wel bijna 25% van het personen aanbod over de weg. Daarmee heeft de bus een behoorlijke impact op de uitkomsten.
- per auto bevinden zich gemiddeld 2 personen; een gemiddelde van 2 personen per auto is relatief hoog. De waarde varieert tussen 1,5 en 2.
-

- Wanneer het percentage bussen op nul wordt gesteld en het aantal personen per auto wordt gereduceerd tot 1,5, zal de capaciteit per wegstrook reduceren tot 60%. De benodigde hoeveelheid infrastructuur is dan 1,7 maal zoveel.

Een tweede gevoeligheidsaspect met betrekking tot de weginfra is de benodigde verschuiving van de modal split. Op basis van de gegeven piekurostromen blijkt een wegverbinding alleen haalbaar indien de modal split verschuift richting spoor. Het daadwerkelijk realiseren van een dergelijke verschuiving met behulp van beleid blijkt in de praktijk zeer moeilijk te realiseren. Een modal split van 50% blijkt in de huidige situatie nauwelijks haalbaar. Het volledig vrij laten van de verbinding kan ertoe leiden dat op piekmomenten de bereikbaarheid van het eiland in gevaar kan komen als gevolg van congestie. Hierbij dienen ook de verkeersveiligheidsoverwegingen een rol te spelen (congestie in en rond de verbinding). De gevoeligheden met betrekking tot deze verschuivingen in de modal split zijn reeds opgenomen in dit rapport.

Spoorinfra

Met betrekking tot de spoorinfrastructuur zijn drie belangrijke uitgangspunten gehanteerd. Deze uitgangspunten zijn:

- de intervaltijd van 90 seconden bij een bezettingsgraad van het spoor van 90%.
In de huidige situatie geldt voor het NS net een opvolgtijd van circa 150 seconden bij een bezettingsgraad van het spoor van 80% (heterogeen verkeer). Door technische ontwikkelingen is het echter waarschijnlijk dat de opvolgtijd kan reduceren tot 90 seconden, zeker bij snelheden tot 160 km/h. Ook voor de hogere snelheden (300 km/h) wordt een toekomstige opvolgtijd van 90 seconden haalbaar geacht, alhoewel hier toch wel enige kanttekeningen moeten worden geplaatst.
- de vulling per trein van 600 personen
hierbij is uitgegaan van een bezettingsgraad van 70%, waarbij alle passagiers kunnen zitten. Door in de piektijden staande passagiers te accepteren en daarbij ook nog dubbeldeksvoertuigen toe te passen, kan de vulling oplopen tot circa 1200 passagiers per voertuig.
- de treinlengte van 400 m
Een treinlengte van 400 meter kan problemen geven bij bestaande stations. Daarnaast zal, zeker indien meerdere modaliteiten gebruik maken van hetzelfde spoor, niet iedere modaliteit even zwaar belast worden, waardoor niet alle modaliteiten met een treinlengte van 400 meter hoeven te rijden. Derhalve is in de gevoeligheidsanalyse ook rekening gehouden met een (gemiddelde) treinlengte van 200 meter.

Door met de genoemde factoren te variëren is het mogelijk een range op te geven van benodigde infrastructuur. De maximaal variant is gebaseerd op maximale opvolgtijden, minimale treinlengtes en een minimale vulling van de treinen. De minimale variant is gebaseerd op minimale opvolgtijden, maximale treinlengtes en een maximale vulling van de treinen. Der rekenvariant geeft de referentiesituatie, zoals gehanteerd in dit rapport.

Rekenvariant

Treinlengte	: 400	m
Opvolgtijd	: 90	s
Spoorbezetting	: 90	%
Vulling per treinstel van 400 m	: 600	personen

Maximaal variant

Treinlengte	: 200	m
Opvolgtijd	: 150	s
Spoorbezetting	: 80	%
Vulling per treinstel van 200 m	: 300	personen
Factor t.o.v. rekenvariant		: 3.75

Minimaal variant

Treinlengte	: 400	m
Opvolgtijd	: 90	s
Spoorbezetting	: 90	%
Vulling per treinstel van 200 m	: 1200	personen (dubbeldeks)
Factor t.o.v. rekenvariant		: 0,5

Op basis van deze gevoeligheidsanalyse blijkt dat de benodigde spoorcapaciteit varieert tussen 50% en 375% ten opzichte van de rekencapaciteit. Beide extremen worden echter niet erg realistisch verondersteld.

In de rekenvariant is relatief zuinig gerekend met het aantal personen per treinstel (bezetting 75%, alle passagiers kunnen zitten) en kritisch gerekend met de treinlengte en de opvolgtijden. Gevolg is dat de rekenwaarde ons inziens een redelijk betrouwbaar beeld geeft van de benodigde capaciteit. Wel geeft de gevoeligheidsanalyse aan dat de benodigde capaciteit eerder iets hoger zal liggen dan lager.

Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

De belangrijkste vragen, die in dit rapport dienen te worden beantwoord, betreffen de bouwtijd en de haalbaarheid van het eiland en de verbinding ten behoeve van een luchthaven in zee.

Op basis van de resultaten in dit rapport blijkt dat het eiland en de verbinding technisch haalbaar zijn, waarbij rekening moet worden gehouden met een totale bouwtijd van ruim 9 jaar. In dit kader wordt de streefwaarde voor de bouwtijd van 5 jaar ruimschoots overschreden.

In dit rapport is niet alleen de civiele techniek beschouwd, maar is ook onderzoek gedaan naar modaliteiten, knooppunten en logistiek. In dit kader zijn wel een aantal knelpunten gelokaliseerd die in een verder traject dienen te worden uitgezocht en mogelijk kunnen leiden tot een no-go van onderdelen van het project. In het volgende zal per onderdeel worden gekeken naar de bevindingen, waarna specifiek zal worden ingegaan op de drie door de Bouwdienst gedefinieerde alternatieven.

Eiland

Met betrekking tot het eiland gaat de keuze vooralsnog uit naar een zandeiland met een nader te bepalen zeewering. Een zandeiland biedt goede faserings- en uitbreidingsmogelijkheden en leent zich voor meervoudig, efficiënt, ruimtegebruik. Innovatieve vormen voor de landaanwinning, zoals het eiland op palen, het drijvende eiland en het poldermodel, zijn beduidend duurdere alternatieven. De uitvoering van de zeewering blijkt slechts een kleine invloed te hebben op de totale kostprijs, waardoor de exacte uitvoering afhankelijk is van aspecten als materiaalverbruik, uitvoerbaarheid, vogelproblematiek, salt-spray, etc. Geschikte zeeweringen zijn de getrapte golfbreker, de voorlandoplossing en wellicht het hangend strand. Uitgebreid nader onderzoek is echter noodzakelijk, waarbij ook gezien de spray- en vogelproblematiek de alternatieven met 'binnenwater' moeten worden betrokken.

Modaliteiten

In principe komen alle modaliteiten in aanmerking voor de verbinding naar het eiland. Echter gezien het feit dat de verbinding bij de alternatieven 'Luchthaven naar Zee' en 'Multifunctioneel eiland' aan de landzijdige kant van de luchthaven is gelegen, zijn er geen speciale eisen met betrekking tot de snelheid van de verbinding. In dit kader ligt de keuze voor snelle systemen met een snelheid meer dan 160 km/h niet meer voor de hand.

Wel is duidelijk dat de weg ten opzichte van een railverbinding een zeer beperkte capaciteit heeft. Wanneer het huidige aandeel automobilisten ook in de toekomst van toepassing blijft, zijn ongeveer 2 x 6 rijstroken noodzakelijk (bij 120 MAP, zie tabel 5.3). De realisatie van een groot aantal rijstroken heeft consequenties voor de kostprijs van de verbinding, maar kan ook tot problemen leiden met de achterland verbindingen. Wanneer ook de verwachte groei van het reguliere verkeer wordt meebeschoofd, is duidelijk dat er een verschuiving moet plaatsvinden van auto naar openbaar vervoer. In dit kader is gekozen voor een verbinding bestaande uit 2 x 3 wegstroken. Door flankerend beleid en vervoersmanagement moet worden getracht deze verschuiving te realiseren.

De aansluiting van de verbinding naar het eiland op het nationale railnet gaat gepaard met overgangsstations. Het benodigd aantal sporen aan de landzijde is circa twee maal zo groot als voor de homogene verbinding naar het eiland. Dit

betekent dat deze tussenstations belangrijke knelpunten kunnen gaan vormen, terwijl ook de eventuele uitbreidingen van de infrastructuur aan landzijde kan leiden tot maatschappelijke weerstand. De integratie van het systeem op de nationale infrastructuur verdient nader onderzoek en een volledige integratie kan mogelijk uitgroeien tot een no-go factor.

Verbinding

Vanuit de verbinding is er de keuze voor bruggen, boortunnels en zinktunnels. Dammen worden niet gezien als mogelijkheid in verband met de enorme morfologische impact.

Voor de railgebonden modaliteiten is een tunnel een goed alternatief. Uit het oogpunt van bouwlogistiek en bouwtijd, lijkt de zinktunnel het beste alternatief voor de zeepassage.

Voor het wegverkeer is de tunnel een moeilijk haalbare oplossing, daar er ventilatieproblemen ontstaan in verband met de uitlaatgassen. Hierdoor is de lengte van een tunnel begrensd tot ca. 10 km. Alhoewel er technische mogelijkheden zijn om deze afstand te verlengen, zal dit gepaard gaan met kostbare techniek en/of ventilatieschachten waarvoor tusseneilanden noodzakelijk zijn. In dit kader zal bij toepassing van wegverkeer een brug de meest geëigende oplossing zijn.

De duinpassage moet worden gezien als afzonderlijk gedeelte. Om de impact op het kwetsbare gebied te beperken wordt er voornamelijk vanuit gegaan dat hier een boortunnel wordt toegepast. Wel moet worden opgemerkt dat ook deze techniek niet probleemloos is, waardoor een eventuele brugverbinding over de duinen niet automatisch uit beeld verdwijnt.

Bij combinatie van spoor en weg ligt het voor de hand 1 kunstwerk aan te leggen voor beide modaliteiten. Het kostenniveau voor de verbinding is zodoende minimaal. De civiel technische voorkeur gaat dan uit naar een combinatie van een boortunnel met brug of eventueel een algehele brugverbinding.

Knooppunten

De inpasbaarheid van de knooppunten in het achterland (in de vorm van transferia) blijkt niet eenvoudig. Ook indien er een wegverbinding naar het eiland wordt voorzien, zal toch een groot aandeel van de automobilisten een overstap maken op de aanwezige transferia. Door deze parkeerbehoefte beslaan de transferia een grote oppervlakte. De inpasbaarheid kan worden verbeterd door meervoudig ruimtegebruik (parkeergarages). Om tegemoet te komen aan dit probleem, is het noodzakelijk zoveel mogelijk te spreiden en derhalve meerdere transferia toe te passen. In dit kader wordt gedacht aan twee hoofdtransferia in Amsterdam (Schiphol) en Rotterdam (op de plaats van Zestienhoven) en tweede-lijns transferia aan de randstadpoorten.

Op basis van dit concept wordt de luchthaven ontsloten met een direct systeem tussen de hoofdtransferia (Schiphol, Zestienhoven) en de luchthaven, waarbij de HSL, IC en de Randstadshuttle eveneens op dit systeem worden toegelaten voor het transport vanaf de tweede-lijns transferia. Het systeem geeft een goede ontsluiting voor de Randstad en Europa. Tussen de hoofdtransferia en de luchthaven is nieuwe infrastructuur noodzakelijk. Om de HSL, intercity's en de Randstadshuttle op dit traject toe te laten, is het noodzakelijk dat de drie systemen exact dezelfde rijkarakteristieken hebben op dit traject.

Realisatie

Op basis van een initiële bouwplanning, blijkt de totale bouwtijd voor een eiland van circa 8.000 ha (80 NAP) tenminste 9 jaar in beslag te nemen. Eerder is reeds betoogd dat gezien de lange periode waarin beslag gelegd wordt op een groot deel van het aanwezige bagger- en K&O potentieel dit niet realistisch is. Bovendien strookt deze uitkomst niet met de streefwaarde voor de realisatietijd

van 5. Indien de oppervlakte in de eerste fase beperkt kan blijven tot 4000 ha, is het mogelijk de bouw van het eiland te realiseren in circa 7 jaar. Door de bouw van het werkeiland voor te trekken (en dus te bouwen terwijl de procedures nog lopen), is het mogelijk de realisatietijd nog een jaar terug te brengen. Voor het eiland van 4000 ha bedraagt de realisatietijd dan 6 jaar. Verder onderzoek is noodzakelijk om te controleren of een eiland van 4000 ha bij de gegeven capaciteiten kan worden gerealiseerd.

Vanuit de verbinding is het bij een bouwtijd van 7 jaar noodzakelijk te kiezen voor brug of een brugtunnel, waarbij verschillende bouwstromen parallel dienen te lopen.

Bij de realisatie van 4000 ha in 7 jaar is het beslag op het aanwezige bagger- en K&O (Kust en Oever) equipment ongeveer 40%. Ervaring uit het verleden heeft aangetoond dat dit niet tot prijsopdriving hoeft te leiden.

Gezien de grootte van het project zijn innovatieve bouwtechnieken noodzakelijk. Het is echter de verwachting dat hiermee geen verdere bouwtijdverkorting kan worden gerealiseerd. De contractvorm dient dusdanig te worden vastgesteld dat ontwerp en toegepaste bouwstoffen optimaal worden afgestemd op materieel en uitvoeringswijze (en omgekeerd). Door de juiste contractvorm te kiezen kan bouwtijd en bouwkosten worden geminimaliseerd. Door bijvoorbeeld het contract voor de werkhaven/werkeiland naar voren te schuiven kan de bouwtijd 1 tot 1,5 jaar verkort worden.

Aandachtspunt is de locatie van het eiland naar de kust. Indien deze verder dan 12 mijl uit de kust wordt geplaatst en er tunnel naar het eiland worden toegepast, zal de bouwtijd navenant toenemen.

Integrale concepten

In dit rapport zijn een aantal integrale concepten opgesteld. Tabel 10.1 geeft de hoofdkenmerken en de knelpunten van deze concepten. In bijlage K, Voorkeursvormen Alternatieven, zijn de concepten grafisch weergegeven.

Met betrekking tot de gevoeligheid van de concepten in kosten kan worden gesteld dat in deze fase van het onderzoek de kosten met name worden bepaald door de het logistiek concept en de ligging van het eiland. Het logistiek concept bepaald immers het aantal verbindingen en de functies op het eiland. De impact op de kosten is aanzienlijk. Door het toepassen van andere uitvoeringstechnieken kan het ontwerp worden geoptimaliseerd, echter dergelijke besparingen zijn marginaal ten opzichte van de spreiding die het logistiek concept te zien geeft.

Met betrekking tot de gevoeligheid van de concepten in bouwtijd kan worden gesteld dat de bouwtijd met name wordt bepaald door de beschikbaarheid van materieel en materiaal. Het eiland betreft een mega-project, waarbij grote hoeveelheden beton, breuksteen en materieel noodzakelijk zijn. Het project vereist de bouw van nieuwe fabrieken, de opening van nieuwe groeves en de bouw van nieuw materieel. Innovatieve bouwmethoden zijn noodzakelijk om het project efficiënt te kunnen aanpakken. Voor het eiland van 8000 ha wordt een totale bouwtijd verwacht van ca. 9 jaar. Andere grootte projecten, zoals bijvoorbeeld de Maasvlakte kunnen de beschikbaarheid van materiaal en materieel beïnvloeden en daarmee een negatieve impact hebben op de gehele bouwplanning. Daarnaast is ook de ligging van het eiland ten opzichte van de kust bepalend voor de bouwplanning. Naarmate het eiland verder uit de kust komt te liggen, zal de bouwtijd voor de verbinding navenant oplopen.

Aanbevelingen

Uit het onderzoek is gebleken dat het eiland en de verbinding technisch oplosbaar zijn, maar dat er in het vervolg traject zeker nog aandacht moet worden besteed aan het integrale concept van eiland en de verbinding met

achterlandverbindingen. Met name de verwachte groei van het reguliere trein- en wegverkeer dient in deze studies een belangrijk aandachtspunt te zijn.

Eiland

Een eiland ter grootte van 4000 ha als mogelijke eerste fase verdient de voorkeur boven het direct aanleggen van 8000 ha. Dit in het kader van het beslag op bouwmaterialen en equipment.

Met betrekking tot de zeewering is aanvullend onderzoek noodzakelijk om het ontwerp van de innovatieve zeeweringen te toetsen. Studie en verificatie met experimenteel onderzoek wordt aanbevolen. De morfologische effecten van het eiland op de kust vereist eveneens uitgebreid modelonderzoek.

Een studie naar de optimale productie-, transport- en verwerkingscapaciteit van zand, breuksteen en betonnen elementen wordt aanbevolen.

Verbinding

Met betrekking tot de verbinding is nader onderzoek noodzakelijk naar de piekstromen. Deze hebben een enorme impact op de verbinding en de achterlandverbindingen. Het is twijfelachtig dat het percentage O/D passagiers in alle faseringen gelijk is. Groei zal zich met name manifesteren in transferbewegingen, waardoor het percentage O/D relatief zal teruglopen naarmate de luchthaven groeit. Aangezien dit een sterk reducerend effect heeft op de piekuren, neigt de verbinding onder de gegeven uitgangspunten naar een sterke overdimensionering. De haalbaarheid van het eiland in zee wordt hierdoor negatief beïnvloed.

Een belangrijk nog te onderzoeken aspect bij de brug-tunnel varianten is de morfologie in relatie tot brugpeilers en het tussen-eiland.

Nader onderzoek vereist ook de duinpassage. Hier dient nader onderzoek te worden gepleegd naar de impact van boortechnieken op de zoetwaterbel. Bij toepassing van boortechneik verdient het de voorkeur de overgangsconstructie boortunnel-zinktunnel of boortunnel-brug niet uit te voeren op het strand maar op een kopeleiland op minimaal 500 m voor de kust.

Achterlandverbindingen

In het plan worden minder rijstroken voorzien dan eigenlijk wenselijk worden geacht. Sterk flankerend beleid en vervoersmanagement is noodzakelijk om een verschuiving van weg naar spoor te realiseren. Dit is overigens in lijn met de huidige inzichten over het vervoer in de Randstad, waarbij men bijvoorbeeld door de toepassing van de Randstadshuttle poogt het wegverkeer in relatieve zin te reduceren.

Verder verdient het aanbeveling de verschillende piekstromen nader te analyseren om te controleren in hoeverre optimalisaties kunnen worden gerealiseerd door bijvoorbeeld het vervoer van personeel in bussen of door betere spreiding van de werktijden. Door een dergelijke optimalisatie kan het ontwerp worden geoptimaliseerd, waarbij in eerste instantie de piekstromen eenduidig moeten worden vastgelegd.

Stationslogistiek

De afhandeling van de gegeven stromen vereist een afhandeling over meerdere perrons. De treinlengte van 400 meter is lang, waardoor er twijfels zijn ontstaan over de operationele afhandeling op deze stations. De stationslogistiek kan in de concepten bij de gegeven piekstromen een belangrijke bottleneck gaan vormen. Met name in het concept 'Banen naar Zee' wordt de stationslogistiek als 'no-go' factor gezien.

Tabel 10.1.: Overzicht van integrale concepten

	Banen naar Zee	Luchthaven naar Zee	Multi functioneel eiland
Uitvoering eiland	Uitvoeren als zandeiland met nader te bepalen zeewering (consequenties van de zeewering op de kostprijs is marginaal)		
Uitvoering verbinding	Landtraject: ondergronds Duintraject : Boortunnel Zeetraject : Zinktunnel	Landtraject: ondergronds of bovengronds Duintraject : Boortunnel Zeetraject : Brug	
Modaliteiten	Conventionele trein of hoge snelheidstrein Secundaire verbinding over water	<ul style="list-style-type: none"> • Weg • gesloten systeem tussen Schiphol en eiland met conventionele trein o.i.d. • aanvulling met HSL, IC en /of randstadshuttle (beperkt) • secundaire verbinding over water 	
Verbindingen bij 80 MAP	1 verbinding bestaande uit: - 3 sporen	1 verbinding bestaande uit: (40% auto) <ul style="list-style-type: none"> • 2 + 2 + 1 sporen (2+2+1 banen bij 1 modaliteit) • 4 (2 x 2) rijbanen voor wegverkeer 	1 verbinding bestaande uit: (40% auto) <ul style="list-style-type: none"> • 2 + 2 + 1 sporen (2+2+1 sporen bij 1 modaliteit) • 2 x 3 rijbanen voor wegverkeer
Verbinding bij 120 MAP	Geen gegevens voor handen	1 verbinding bestaande uit: (30% auto) <ul style="list-style-type: none"> • 3 + 3 + 1 sporen (2+2+1 sporen bij 1 modaliteit) • 6 (2 x 3) rijbanen voor wegverkeer 	1 verbinding bestaande uit: (<30% auto) <ul style="list-style-type: none"> • 3 + 3 + 1 sporen (2+2+1 sporen bij 1 modaliteit) • 2 x 3 rijbanen voor wegverkeer
Geraamde bouwtijd	9 jaar	9 jaar	9 jaar
Randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> • Verschuiving van weg naar openbaar vervoer (wegaandeel maximaal 20%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verschuiving van weg naar openbaar vervoer (wegaandeel maximaal 20%) • Realisatie Randstad shuttle of parkeerfaciliteiten bij bestaande stations • Inpassing van een transferium in Rotterdam (Zestienhoven?) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verschuiving van weg naar openbaar vervoer (wegaandeel maximaal 20%) • Realisatie Randstad shuttle of parkeerfaciliteiten bij bestaande stations • Inpassing van een transferium in Rotterdam (Zestienhoven?)
Preferenties	Tunnel in drie gescheiden segmenten aanleggen (2 segmenten heeft geen effect een enkele tunnelbuis heeft nauwelijks capaciteit)	Tunnel in minimaal 2 gescheiden segmenten aanleggen	Tunnel in segmenten aanleggen
Mogelijke no-go factoren	<ul style="list-style-type: none"> • Stationslogistiek • MOT • Beschikbaarheid van de verbinding. • Concurrentiepositie vrachtafhandeling • Ontsluiting Schiphol • Beschikbaarheid beton, breuksteen en materieel (Maasvlakte project!) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stationslogistiek (in mindere mate) • Concurrentiepositie vrachtafhandeling indien geen wegverbinding wordt voorzien • Beschikbaarheid beton, breuksteen en materieel (gelijktijdig Maasvlakte project?) 	<ul style="list-style-type: none"> • Stationslogistiek (in mindere mate) • Beschikbaarheid beton, breuksteen en materieel (gelijktijdig Maasvlakte project?)

Colofon

© december 1999

Dit rapport maakt onderdeel uit van de onderzoeken die in het kader de nota 'Toekomst van de nationale luchthaven' zijn verricht. De nota is een uitgave van het ministerie van Verkeer en Waterstaat in samenwerking met de ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en van Economische Zaken.

Drukwerk omslag: Kwak, Van Daalen & Ronday

Drukwerk binnenwerk: Reprografische Dienst, ministerie van Verkeer en Waterstaat

Bestelnummer: RLD 128

Bestellen: Ministerie van Verkeer en Waterstaat
telefoon: 070 - 351 7086
telefax: 070 - 351 6111