TNO-rapport
Inro/Log1999-19

TNO Inro

Schoemakerstraat 97
Postbus 6041
2600 JA Delft

Telefoon 015 269 68 61
Fax 015 269 68 54

Naar een landelijk netwerk voor goederenvervoer met ondergronds transport per buisleiding

Verkennende studie naar kritische ontwerpfactoren, ruimtelijke ontwerpprincipes en ontwikkelstrategieën

Eindrapportage

Contactpersoon

Hanno Uitenboogaart

Datum

November 1999

99/NL/365
Afdeling Logistiek

Auteur(s)

Matthieu van der Heijden
Mirjam Iding
Lóri Tavasszy

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-opdrachten aan TNO', dan wel de betreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1999 TNO

TNO Inro doet onderzoek en geeft adviezen op het gebied van infrastructuur, transport en regionale ontwikkeling met als doel versterking van de regionale concurrentiekracht.

Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

VOORWOORD

Dit onderzoek is uitgevoerd door TNO Inro in opdracht van de Interdepartementale Projectgroep Ondergronds Transport (IPOT), zie offerte *Ruimtelijk ontwerp landelijk netwerk* d.d. 4 augustus 1999 (kenmerk 99/OL/009a-BL/081). Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode van augustus tot en met november 1999.

In het project is een interactieve werkwijze gehanteerd, die slechts mogelijk was door de actieve en enthousiaste bijdrage van de participanten aan twee ontwerpateliers en aan de workshop 'Lessons Learned'. Hiervoor zijn wij deze deelnemers dank verschuldigd. Dit geldt in het bijzonder voor de volgende personen, die ook buiten de workshops een extra bijdrage aan het onderzoek hebben geleverd:

- ir. J.G.C.N. Visser (onderzoeksinstituut OTB, TU Delft) voor zijn bijdrage aan de ontwikkeling van het spreadsheetmodel,
- drs. J. Katgerman (RUPS adviseurs) voor de beoordeling van de eerste en tweede generatie goederengroepen,
- ing. S. Fokkema (Bouwdienst Rijkswaterstaat) voor zijn bijdrage aan de input van het spreadsheetmodel,
- ing. A.Th. Dullemond (TNO Bouw) voor toelevering van resultaten voor overige effecten (verkeersveiligheid, milieu, hinder),
- ir. B.A. Pielage (Technische Universiteit Delft) voor zijn bijdrage over gewenste toekomstige ontwikkelingen m.b.t. voertuigen en terminals.
- dr. G. Mom (Stichting Historie der Techniek, Technische Universiteit Eindhoven) voor een paper over de strijd tussen alternatieve vervoerssystemen.
- dr. H. Geerlings (Erasmus Universiteit Rotterdam) voor zijn paper over het maatschappelijke draagvlak voor nieuwe vervoerssystemen.

Dankzij de inzet van allen is het mogelijk gebleken om in relatief korte tijd veel informatie boven tafel te krijgen en om interessante onderzoeksresultaten te genereren.

SAMENVATTING

In opdracht van de Interdepartementale Projectgroep Ondergronds Transport (IPOT) heeft TNO Inro tussen augustus en november 1999 een studie onderzoek uitgevoerd naar de wijze waarop een landelijk netwerk ondergronds transport kan worden ontworpen.

Het **doel van deze studie** is om de meest cruciale factoren aan te geven die het ruimtelijk ontwerp van een landelijk netwerk bepalen. Mede op grond hiervan dienen ruimtelijke ontwerpprincipes te worden vastgesteld en suggesties te worden gedaan voor een adequate ontwikkelstrategie.

Bij deze studie is de volgende **werkwijze** gehanteerd. Allereerst zijn er diverse experts bij het onderzoek betrokken via workshops / ontwerpateliers waarin deze experts met gerichte vragen aan het werk zijn geweest. In deze interactieve werkvorm is de aanwezige kennis over een breed front gemobiliseerd. Er hebben twee ontwerpateliers plaatsgevonden, te weten op 11 oktober en op 8 november 1999. Verder is op 22 november 1999 een workshop “lessons learned” georganiseerd.

Daarnaast heeft TNO Inro een spreadsheetmodel gebouwd om de effecten van mogelijk kritische factoren te kunnen analyseren en om een beeld te krijgen van mogelijke groeipaden in de tijd. Dit spreadsheetmodel is tevens als ondersteunend middel tijdens de ontwerpateliers ingezet. Bij de ontwikkeling van het spreadsheetmodel is gebruik gemaakt van de ervaringen van experts die bij de bouw van bestaande modellen voor de analyse van ondergronds transport betrokken zijn geweest.

In het eerste ontwerpatelier zijn mogelijk kritische factoren voor het ruimtelijk ontwerp geïdentificeerd die in een gevoeligheidsanalyse met het spreadsheetmodel zijn beoordeeld. Daarnaast zijn er diverse mogelijke verbindende netwerken geschetst, waarbij zowel qua ruimtelijk ontwerp als qua verbindende modaliteit (OTB, spoor, binnenvaart, weg) gevarieerd is.

In het tweede ontwerpatelier is de aandacht gericht op groeipaden en ontwikkelstrategieën. Belangrijke invloedsfactoren voor de groeipaden zijn boven tafel gekomen en bediscussieerd en er is een mogelijk groeipad voor een landelijk OTB-netwerk geschetst. Dit groeipad is gekoppeld aan een fasering in de tijd en vervolgens op vervoersprestatie en rentabiliteit beoordeeld met het spreadsheetmodel.

In de workshop “lessons learned” is de aandacht gericht op ervaringen uit het verleden bij het ontstaan van nieuwe vervoersmodaliteiten en de impact die dit heeft op de ontwikkelstrategie van een landelijk OTB-netwerk.

Tenslotte is op basis van dit alles een inventarisatie gemaakt van mogelijk vervolgonderzoek, dat tot een geprioriteerde onderzoeksagenda is verwerkt.

Op basis van de ontwerpateliers, de workshop “lessons learned” en de exercities met het spreadsheetmodel komen wij tot de volgende **conclusies**:

1. *Door het grote aandeel van bulkgoederen zal OTB in het interregionale verkeer de bestaande modaliteiten in tonnage slechts deels kunnen verdringen*

Deze conclusie is gebaseerd op het onderzoeksresultaat dat naar schatting slechts 9% van de huidige interregionale goederenstromen gepallettiseerd en in de toekomst 18% gepallettiseerd zou kunnen worden (percentages van tonnage, zie Paragraaf 2.1.2). Dit wordt met name veroorzaakt door het feit dat het onwaarschijnlijk is dat bulkgoederen als zand en grind door een geautomatiseerd ondergronds transportsysteem zal worden afgehandeld.

2. *Een volledige OTB verbindend netwerk wordt vooralsnog financieel niet aantrekkelijk; mengvormen met verbeterde versies van bestaande modaliteiten lijken meer kansrijk*

Uit de analyse van het groeipad (Paragraaf 4.4) blijkt dat de opbrengsten van een volledig OTB verbindend netwerk pas over vele jaren fors toenemen, als het netwerk een voldoende dichtheid heeft bereikt en de opbrengsten van OTB kunnen toenemen door de almaar stijgende kosten van wegvervoer als concurrerende modaliteit. Dit is van toepassing indien het volledige netwerk ondergronds wordt aangelegd. Verbeterde versies van bestaande modaliteiten (rail-combi, binnenvaart) kunnen op kortere termijn wel aanzienlijke goederenstromen aantrekken.

Het feit dat intra-regionale goederenstromen in dit onderzoek niet zijn meegenomen kan hierop (beperkte) invloed hebben. Immers, indien interregionale goederenstromen onvoldoende vervoersaanbod genereren voor de lokale netwerken, kunnen intra-regionale goederenstromen bijdrage tot een hogere benutting van het lokale netwerk en daarmee de vervoerskosten op het landelijk netwerk terugdringen. Hoewel de lokale netwerken in dit onderzoek slechts met globale kengetallen zijn gedimensioneerd, lijkt het erop dat het verbindend netwerk het grootste aandeel in de investeringen heeft. Voor de dimensionering van het verbindende netwerk (aantal kilometers buisverbinding, aantal AGV’s) heeft het weglaten van de intra-regionale goederenstromen uiteraard geen consequenties. Dit verbindende netwerk is hier met name onderwerp van studie.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat, naast kosten en doorlooptijd, met name ook betrouwbaarheid een belangrijk voordeel kan zijn van OTB ten opzichte van wegtransport. Hieraan is in dit onderzoek verder geen aandacht besteed.

3. *De mate van kostenstijging en snelheidsdaling in het wegtransport is sterk bepalend voor succes of falen van een landelijk netwerk (ondergronds) transport*

De concurrentiekracht van het wegvervoer in termen van snelheid en kosten is blijkens de gevoeligheidsanalyse (Paragraaf 3.6) een belangrijke kritische factor voor succes of falen van een landelijk netwerk. Indien de snelheid van wegtransport daalt en de kosten stijgen, snijdt het mes aan twee kanten. Ten eerste kan een groter percentage van het potentieel door het landelijk netwerk

worden aangetrokken, ten tweede kunnen dan ook hogere tarieven worden gehanteerd voor interregionaal transport over het landelijk netwerk.

4. *Een groot aantal aansluitpunten is essentieel om voldoende goederenstromen te kunnen aantrekken*

Paragraaf 4.1 toont aan dat er vele knooppunten moeten worden aangesloten om de netwerkpotentie op een hoog niveau te brengen. Daarom is het van belang om snel een fijnmazig netwerk op te bouwen. Hierin past het gebruik van (varianten op) traditionele modaliteiten als binnenvaart en spoor als verbindende modaliteit. Combinatie met efficiënte overslag op lokale vervoerssystemen lijkt de beste strategie. Waar noodzakelijk kan zo een lokaal vervoerssysteem OTB zijn, maar met name op de korte en middellange termijn zijn andere lokale vervoerssystemen (eventueel traditioneel wegtransport) denkbaar.

5. *De lokale netwerken vormen een onzekere en kritische factor in het ontwerp van een landelijk netwerk, zowel qua structuur als qua intra-regionale goederenstromen*

Dit onderzoek heeft zich gericht op het verbindende netwerk. Uit de gevoeligheidsanalyse (Paragraaf 3.6) blijkt echter dat de benodigde omvang van lokale netwerken een kritische factor is. Hoewel de uitgezette pilots hier enig inzicht in geven, zijn deze erg locatie specifiek. Meer inzicht in algemene zin in de noodzakelijk lokale infrastructuur en de bepalende factoren hiervoor, alsmede de synergie met intra-regionale goederenstromen, is van groot belang.

Deze conclusies leiden tot de volgende **aanbevelingen**, gecategoriseerd naar ontwikkelstrategie, flankerend beleid en onderzoeksagenda:

Aanbevelingen t.a.v. de ontwikkelstrategie

1. *Begin bij de ontwikkeling van een landelijk netwerk met lokale netwerken*

Gegeven ook de hoge kosten die het ondergrondse verbindende netwerk met zich meebrengt dient de ontwikkelstrategie zodanig opgezet te worden, dat op de middellange termijn (10-15 jaar) de concurrentie met het vrachtverkeer in eerste instantie vooral daar wordt aangegaan waar ondergronds transport qua snelheid relatief de grootste voordelen biedt: op lokaal niveau.

2. *Gebruik op de korte en middellange termijn vooral vernieuwde versies van traditionele vervoersmodaliteiten op het verbindende netwerk.*

Enerzijds is een omvangrijk netwerk noodzakelijk (zie conclusie 3), anderzijds is de aanleg van een volledige ondergronds systeem voorlopig financieel niet haalbaar. Op de combinatie van deze twee observaties past het gebruik van (varianten op) traditionele modaliteiten als binnenvaart en spoor als verbindende modaliteit. Combinatie met efficiënte overslag op lokale vervoerssystemen lijkt de beste strategie. Waar noodzakelijk kan zo een lokaal vervoerssysteem OTB zijn, maar met name op de korte en middellange termijn zijn andere lokale vervoerssystemen (eventueel traditioneel wegtransport) denkbaar.

3. *Vervang op de middellange tot lange termijn traditionele vervoersmodaliteiten door ondergronds transport op die verbindingen waar dit zinvol wordt*

Vervangen van traditionele modaliteiten door ondergronds transport kan plaatsvinden als op termijn de vervoersstromen op het verbindende netwerk sterk zijn toegenomen en de concurrentiekracht van wegvervoer sterk is verminderd. Dan zal verbindend ondergronds transport op bepaalde verbindingen bedrijfseconomisch rendabel worden en kan aandeel van traditionele modaliteiten op het verbindende netwerk geleidelijk verminderen.

Aanbevelingen t.a.v. flankerend beleid

Actief flankerend beleid van de overheid is nodig om de ontwikkelstrategie te ondersteunen. Dit betreft met name de volgende punten:

1. *De ontwikkeling van systemen voor snelle en efficiënte overslag tussen ondergrondse en bovengrondse modaliteiten*

Het geschetste groeipad trekt een zware wissel op de toekomstige technologie-ontwikkeling van de alternatieve vervoerwijzen: zowel binnenvaart als rail zullen met name een verhoging van de transportsnelheid moeten laten zien. Dit is uitsluitend haalbaar indien de ontwikkeling van ICT-systemen en nieuwe overslagtechnologie een sterke impuls krijgen in de nabije toekomst. Indien deze ontwikkeling niet voltooid is tegen de tijd dat de eerste lokale netwerken zijn gerealiseerd, zal het verbindende vervoer bij voorkeur over de weg plaatsvinden.

2. *De ruimtelijke spreiding en de inrichting van bedrijfsterreinen.*

De kans dat lokale netwerken kostendekkend kunnen functioneren wordt groter naarmate bedrijvigheid meer geconcentreerd is. Daarnaast kan de vorming van lokale bedrijfsnetwerken gestimuleerd worden, waarbij er binnen een regio sterke relaties ontstaan tussen afnemers en toeleveranciers. Grote industriële complexen voldoen al aan deze voorwaarde. Belangrijk is daarbij dat deze bedrijvigheid niet dermate foot-loose, is dat ze zich niet zou willen binden aan investeringen in ondergrondse infrastructuur. Indien deze bedrijvigheid in de nabijheid van multimodale overslagcentra gelokaliseerd kan worden, vereenvoudigt hiermee de taak van de aansluiting van ondergrondse op bovengrondse vervoerwijzen. De ervaring leert echter dat locaties met een dergelijk complex aan eisen schaars zijn. Bij herstructurering van verouderde bedrijfsterreinen liggen hier belangrijke uitdagingen voor upgrading en imagoverbetering

3. *Het niche-beleid dient zich tegelijk te richten op het behouden van bedrijvigheid, het actief informeren over het beschikbare alternatief alsmede het intensiever weren van het vrachtverkeer zodra eenmaal bedrijfsmatig gunstige alternatieven voorhanden zijn.*

Het flankerend beleid kan zich ook richten op het opbouwen van de niche waarin het OTB zich momenteel het meest prominent op richt. Het beleid ten aanzien van de binnenstedelijke beleveringen zorgt reeds in een groot aantal steden voor hoge kosten met de huidige alternatieven.

4. Overheidsbeleid: faciliteren door beïnvloeden rentestand

De overheid kan door middel van fiscale instrumenten de effectieve rente naar een lager niveau sturen. Een lagere rente heeft een positief effect op de rentabiliteit van het netwerk.

Aanbevelingen t.a.v. de onderzoeksagenda

De volgende onderzoeksonderwerpen dienen de hoogste prioriteit te hebben binnen de onderzoeksagenda:

1. Intra-regionale goederenstromen binnen een COROP gebied

In dit onderzoek is alleen uitgegaan van interregionale goederenstromen (tussen COROP-gebieden). Hiernaast kunnen ook intra-regionale vervoersstromen een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van een landelijk netwerk. Deze intra-regionale stromen hebben zowel betrekking op de distributie van eindproducten als het transport van grondstoffen en halffabrikaten. Op dit punt zijn de beschikbare data momenteel een knelpunt. Verbetering hierin is essentieel binnen het onderzoek naar intra-regionale goederenstromen.

2. Inrichting van lokale / regionale netwerken

De lay-out en dimensionering van lokale OTB-netwerken zijn in het huidige onderzoek onderbelicht gebleven. Toch is een significant deel van de investeringen gemoeid met de aanleg van lokale netwerken. Tevens blijkt uit de gevoeligheidsanalyse dat de benodigde omvang van lokale netwerken voor het verwerken van de interregionale stromen een kritische factor is. Nader onderzoek op dit gebied is derhalve zeker op zijn plaats.

3. Optimalisatie ontwerp verbindend netwerk

In de ontwerpateliers hebben wij ons beperkt tot het schetsen van een aantal mogelijke landelijke netwerken op basis van de beschikbare informatie en de expertise van de participanten. Deze netwerken zijn zeer waarschijnlijk voor verbetering vatbaar. Het was ook niet de bedoeling van dit onderzoek om tot en goede netwerk lay-out te komen, maar eerder om ontwerpprincipes en kritische factoren voor het ontwerp te achterhalen. Nu hier meer zicht op is, is optimalisatie van het landelijk verbindend netwerk, inclusief keuze van modaliteiten en groeipad, zinvol.

4. Multimodaal verbindend netwerk

In dit onderzoek zijn we uitgegaan van unimodale verbindende netwerken. Het ideaalbeeld is echter een multimodaal verbindend netwerk waar meerdere modaliteiten gecombineerd worden, zeker in combinatie met het groeipad. Het gaat hierbij zowel om een netwerk met per link een andere modaliteit, als om een netwerk met meerdere modaliteiten per link. De eerste vorm lijkt minder realistisch door extra overslag, mits de overslagkosten en –tijd sterk zouden dalen. De tweede vorm is wel een interessante optie, omdat op die manier bijvoorbeeld tijd en kostenkritische goederen toegedeeld kunnen worden naar een snelle modaliteit (weg, OTB) respectievelijk een langzamere modaliteit (binnenvaart). Zelfs is het denkbaar dat binnen één modaliteit op een link twee verschillende services worden aangeboden, bijvoorbeeld een snel klein binnenvaartschip en een

traditioneel langzamer grootschaliger binnenvaartschip. Het verdient de aanbeveling om dit nader te onderzoeken en verschillende berekeningswijzen te hanteren voor de alternatieven.

5. Voertuigtechnologie en overslagtechnologie

Duidelijk is dat kostenverhoudingen en doorlooptijdverhoudingen tussen de verschillende modaliteiten kritische factoren zijn voor succes of falen van een landelijk OTB-netwerk. Er bestaat echter nog een grote mate van onzekerheid over toekomstige technologische ontwikkelingen in transport en overslag en hun consequenties voor kosten en doorlooptijden. Nader onderzoek op dit gebied is daarom gewenst. Dit betreft zowel ontwikkelingen in wegtransport (de belangrijkste concurrerende modaliteit voor een landelijk OTB-netwerk) als in andere modaliteiten voor het verbindende netwerk. Met name van belang zijn te verwachten nieuwe voertuigconcepten en overslagtechnieken.

6. Goedkopere aanleg alternatieven

Voor de aanleg van een landelijk OTB-netwerk zijn verschillende alternatieven denkbaar, zoals sleurtunnel en cut-and-cover. Ook voor de diepte van aanleg zijn verschillende opties denkbaar (diep, vlak onder het maaiveld en aan de oppervlakte). Aangezien het verbindende buizennet de grootste post in de investeringen is, ligt het voor de hand om te onderzoeken op welke trajecten een ondergronds tracé echt noodzakelijk is en waar met goedkopere alternatieven, zoals bovengrondse aanleg, kan worden volstaan.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD ..... **i**

SAMENVATTING ..... **iii**

1 INLEIDING **1**

1.1 AANLEIDING 1
1.2 KADER 1
1.3 RUIMTELIJK ONTWERP LANDELIJK NETWERK 2
1.4 SAMENHANG 2
1.5 LEESWIJZER 3

2 LANDELIJK NETWERK: ONTWERPOPGAVE **5**

2.1 INLEIDING 5
2.1.1 Doelstelling *5*
2.1.2 Uitgangspunten *5*
2.2 OPZET ONTWERPATELIERS 9
2.3 SPREADSHEETMODEL LANDELIJK NETWERK 9
2.3.1 Doel spreadsheetmodel *9*
2.3.2 Functionaliteit *10*

3 KRITISCHE FACTOREN VOOR HET RUIMTELIJK ONTWERP **17**

3.1 HET EERSTE ONTWERPATELIER 17
3.2 NETWERKONTWERPEN 18
3.2.1 Resultaten per verbindende modaliteit *18*
3.2.2 Vergelijking van de vier verbindende modaliteiten *21*
3.3 MOGELIJK KRITISCHE FACTOREN 21
3.3.1 Classificatie van factoren spreadsheetmodel *22*
3.3.2 Kwalitatieve factoren, niet te onderzoeken in gevoeligheidsanalyse *23*
3.3.3 Kwantitatieve factoren, nader te onderzoeken in de gevoeligheidsanalyse *23*
3.3.4 Kwantitatieve factoren, niet te onderzoeken in de gevoeligheidsanalyse *25*
3.4 HET BESCHOUWDE OTB-NETWERK 25
3.5 PRESTATIE-INDICATOREN 27
3.6 OVERZICHT VAN DE RESULTATEN 28
3.6.1 Realisatie goederenstromen op netwerk *28*
3.6.2 Saldo privaat: Opbrengsten minus jaarlijkse kosten privaat *32*
3.6.3 Overzicht van de resultaten in tabelvorm *34*
3.7 OVERIGE EFFECTEN 35
3.8 GEVOELIGHEIDSANALYSE VOOR DE OVERIGE VERBINDENDE MODALITEITEN 35
3.8.1 Realisatie goederenstromen rail-combi *36*
3.8.2 Realisatie goederenstromen binnenvaart *39*
3.8.3 Realisatie goederenstromen combi-road *42*
3.9 CONCLUSIES UIT DE GEVOELIGHEIDSANALYSE 44

4 GROEIPAD 45

4.1 INVESTERINGSVOLGORDE 45
4.2 HET TWEEDE ONTWERPATELIER 49
4.3 NETWERKONTWERPEN 50
4.3.1 Resultaten per verbindende modaliteit 51
4.3.2 Vergelijking van de vier verbindende modaliteiten. 53
4.4 TIJDPAD 54
4.4.1 Uitgangspunten 54
4.4.2 Groeipad zonder overheidsbijdrage 56
4.4.3 Effect van overheidsbijdrage 58
4.4.4 Effect van extra opbrengsten 60
4.5 CONCLUSIES 61

5 ONTWIKKELSTRATEGIE 63

5.1 INLEIDING 63
5.2 KRITISCHE SUCCESFACTOREN 63
5.2.1 Economische haalbaarheid 63
5.2.2 Overige succesfactoren 65
5.2.3 Implicaties voor de netwerkopbouw 67
5.3 DE OPBOUW VAN EEN LANDELIJK NETWERK 68
5.3.1 Groeipad in synergie met andere vervoerwijzen 68
5.3.2 Flankerend beleid 72
5.3.3 Rolverdeling publiek-privaat 73
5.4 CONCLUSIES 74

6 ONDERZOEKSAGENDA 77

6.1 INVENTARISATIE ONDERZOEKSONDERWERPEN 77
6.1.1 Goederenstromen 77
6.1.2 Lokale netwerken 79
6.1.3 Verbindend netwerk 80
6.1.4 Scenario's 81
6.1.5 Technologie 81
6.1.6 Organisatie 82
6.1.7 Omgeving en maatschappij 82
6.2 PRIORITEITEN 83

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 85

7.1 CONCLUSIES 85
7.2 AANBEVELINGEN 86
7.2.1 Ontwikkelstrategie 86
7.2.2 Flankerend beleid 87
7.2.3 Aanbevelingen voor nader onderzoek 88

BIBLIOGRAFIE **91**

BIJLAGE 1 GOEDERENGROEPEN **95**

BIJLAGE 2 DEELNEMERSLIJST ONTWERPATELIER **99**

BIJLAGE 3 OVERIGE RESULTATEN GEVOELIGHEIDSANALYSE **101**

BIJLAGE 4 VERSLAG WORKSHOP LESSONS LEARNED **113**

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Tot het jaar 2020 wordt een forse groei van het goederenvervoer over de weg verwacht. Volgens prognoses zal het goederenvervoer met een factor 2 toenemen. De druk op het milieu, ruimte, bereikbaarheid en veiligheid zal daardoor navenant toenemen. Bovendien zal deze ontwikkeling de economische groei tegenwerken. Ondergronds Transport en Buisleidingenvervoer (OTB) is één van de mogelijkheden om deze problemen te lijf te gaan. Mede naar aanleiding van een motie van de Tweede Kamer is onderzoek gestart met als doelstelling de potentiële bijdrage van OTB te bepalen ten aanzien van:

- verhoging van de efficiency, effectiviteit en betrouwbaarheid van het vervoerssysteem;
- vermindering van de belasting van het milieu, het bevorderen van de transportveiligheid en een efficiënt ruimtegebruik, en de
- versterking van de economische structuur

1.2 Kader

Door de Ministeries van Verkeer en Waterstaat (V&W), Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) en Economische Zaken (EZ) is medio 1997 een Interdepartementale Projectorganisatie Ondergronds Transport (IPOT) in het leven geroepen. De IPOT coördineert het onderzoek naar OTB. In april 1998 is over de beleidsontwikkeling inzake OTB een brief van het Kabinet aan de Tweede Kamer gestuurd, met als bijlage het rapport ‘Transport onder ons’ [IPOT, 1998]. Dit rapport bevat de resultaten van de onderzoeken die in fase 1 zijn uitgevoerd met betrekking tot de mogelijkheden en haalbaarheid van OTB en geeft een aanzet voor noodzakelijke vervolgacties voor beleidsontwikkeling van ondergronds transport van goederen en bulkstoffen. In deze nota wordt geconstateerd dat, tegen de achtergrond van de potentiële bijdrage van OTB aan bereikbaarheid, milieukwaliteit en economie, de eerste resultaten positief zijn en dat verder onderzoek en proefprojecten zijn gewenst. In de tweede voortgangsrapportage (Schakel in de keten) wordt een lans gebroken voor intermodale ketens waarbij OTB een verbindende schakel kan zijn. Dit naast stedelijke systemen zoals onderzocht voor Utrecht en Leiden en systemen gericht op het interne transport binnen bedrijventerreinen.

Het onderhavige onderzoek levert naar verwachting belangrijke bouwstenen voor de conclusie of een netwerk van OTB-verbindingen haalbaar wordt of dat beter volstaan kan worden met andere modaliteiten als backbone van een landelijk transportnet.

De afrondende fase van IPOT die eind 1999 is ingegaan moet begin 2000 leiden tot een besluit over de rol van OTB in het verkeers- en vervoersbeleid, het ruimtelijk-economisch beleid en het beleid op het gebied van milieu en ruimtelijke ordening. Dit moet weer leiden tot het opnemen van OTB in het

NVVP (Nationaal Verkeer- en Vervoer Plan, nREB (nota Ruimtelijk-Economisch Beleid 2000-2006) en de 5e nota ruimtelijke ordening.

1.3 Ruimtelijk ontwerp landelijk netwerk

Een van de deelprojecten binnen het onderzoek naar Landelijk Netwerk is Ruimtelijk Ontwerp Landelijk Netwerk. Deze rapportage betreft de resultaten van dit project.

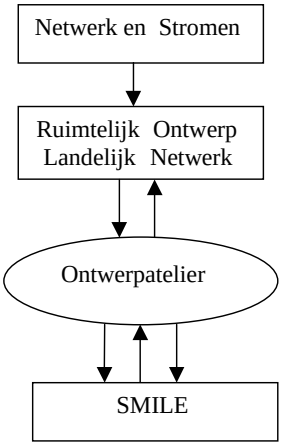
Het doel van het onderzoek Ruimtelijk Ontwerp Landelijk Netwerk is om de meest cruciale factoren aan te geven, die het ruimtelijk ontwerp van een landelijk netwerk bepalen. Dit dient uiteindelijk te resulteren in een schets van de hoofdlijnen van een ruimtelijk ontwerp, potentiële ontwikkelingsstrategieën (groeipaden) en bijbehorend marktpotentieel c.q. opbrengsten (zowel directe kwantitatieve projectopbrengsten als indirecte, kwalitatieve maatschappelijke opbrengsten), gegeven bepaalde veronderstellingen met betrekking tot de cruciale factoren.

1.4 Samenhang

Naast het ruimtelijk ontwerp landelijk netwerk, voert TNO Inro ook de volgende IPOT projecten uit:

1. Netwerk en stromen: De doelstelling van het project netwerk en stromen is het bedrijfsleven inzicht bieden in bestaande transport- en distributienetwerken en de verwachte ontwikkelingen (kansen) hierin. Hoewel het accent vanuit IPOT in eerste instantie zal liggen op het toepassen van Ondergrondse Logistiek systemen, wordt in dit project een breder beeld gegeven van geïntegreerde goederenvervoerssystemen. Het eindresultaat van dit project was de presentatie *'Een alternatief geïntegreerd goederenvervoerssysteem de grond in geboord?'* in het IPOT Platform, 8 november 1999 (TNO Inro, 99/SL/087, 99/NL/369)
2. Opbrengsten OTB en logistiek: De doelstelling van dit project is het doorrekenen van alternatieve netwerkconfiguraties met het SMILE–model (Strategisch Model Integrale Logistiek en Evaluatie). De volgende kentallen worden hierbij berekend:
   - vervoerd volume en vervoersprestatie via OTB in Nederland
   - substitutie tussen vervoerwijzen als gevolg van de introductie van OTB
   - andere regionaal-economische aggregaten betreffende doorvoer, in- en uitvoer alsmede de doorzet van distributiecentra in de verschillende regio's
   - totale logistieke kosten (voorraad, handling en transport) in Nederland
   - emissies van NO_X en CO_2 als gevolg van het totale goederenverkeer

De samenhang tussen deze twee projecten en het project Ruimtelijk Ontwerp Landelijk Netwerk wordt weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Samenhang IPOT-projecten

In het project netwerk en stromen is een ruimtelijk overzicht gegeven van huidige en toekomstige transportstromen en infrastructuurnetwerken en van de productie en attractie van potentiële OTB goederen. Dit diende als input voor het project Ruimtelijk Ontwerp Landelijk netwerk. In dit project zijn 2 ontwerpateliers gehouden waarin experts verscheidene varianten voor een landelijk netwerk hebben bepaald. In het eerste ontwerpatelier lag de nadruk op kritische factoren bij het ruimtelijk ontwerp van een landelijk netwerk OTB en zijn enkele netwerkvarianten ontworpen. De effecten van deze netwerkvarianten zijn doorgerekend met een door TNO Inro ontwikkeld spreadsheetmodel en met SMILE (zie SMILE-rapportage), waarna de resultaten in de tweede sessie teruggekoppeld zijn. In dit tweede ontwerpatelier zijn nieuwe netwerken ontworpen, rekening houdend met de “lessons learned” van de resultaten uit de eerste sessie. Daarbij lag in deze tweede sessie het accent op groeipaden van de netwerken. Deze nieuwe netwerken inclusief groeipaden zijn ook weer doorgerekend met het spreadsheetmodel en SMILE (zie SMILE-rapportage). De resultaten van de spreadsheetberekeningen zijn meegenomen bij het vormen van de aanbevelingen omtrent het ruimtelijk ontwerp binnen het project Ruimtelijk Ontwerp Landelijk Netwerk.

1.5 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 zal de ontwerpopgave van een ruimtelijk ontwerp landelijk netwerk toegelicht worden. Hierin zal de ontwerpdoelstelling en de ontwerpuitgangspunten gedefinieerd worden, en zal de opzet van de ontwerpateliers verder besproken worden. Daarnaast volgt een specificatie van het gebruikte spreadsheetmodel landelijk netwerk en zullen de resultaten uit de workshop lessons learned beschreven worden.

Hoofdstuk 3 bevat de resultaten van het eerste ontwerpatelier waarin de nadruk lag op het identificeren van kritische factoren bij een ruimtelijk ontwerp van een landelijk netwerk OTB. Daarnaast komen de resultaten van de gevoeligheidsanalyse aan de orde die naar aanleiding van het eerste ontwerpatelier is uitgevoerd.

In Hoofdstuk 4 zijn de resultaten van het tweede ontwerpatelier weergegeven, waarin de nadruk lag op het specificeren van groeipaden binnen de verschillende netwerken. Tevens wordt de analyse van deze groeipaden met behulp van het door Inro ontwikkelde spreadsheetmodel besproken.

In Hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de ontwikkelingsstrategie met name op basis van de groei- en tijdspaden en de uitkomsten van de workshop lessons learned waarin succes en faalfactoren met betrekking tot ontwikkelingsstrategieën van (vervoers)systemen uit het verleden, zullen worden meegenomen.

Hoofdstuk 6 bevat de onderzoeksagenda, met daarin aanbevelingen voor prioritering van nader onderzoek, zoals voortgekomen uit de ontwerpateliers.

In Hoofdstuk 7 zijn de conclusies en aanbevelingen weergegeven. Deze aanbevelingen betreffen zowel aanbevelingen voor (flankerend) beleid als aanbevelingen voor nader onderzoek.

2 LANDELIJK NETWERK: ONTWERPOPGAVE

2.1 Inleiding

2.1.1 Doelstelling

De opdracht in de ontwerpateliers is het maken van een ontwerp voor de structuur van een landelijk netwerk in Nederland. Hierbij worden een viertal netwerktypen ontworpen, namelijk een OTB, een weg/combiroad, een rail en een binnenvaart verbindend netwerk. De ontwerpen worden vastgelegd in termen van 1) knopen, 2) de verbindende schakels en 3) groeipad. Wat *niet* tot de ontwerpopgave hoort is de tracering van de verbindingen.

De doelstelling van het project is niet zozeer het definiëren van concrete netwerkvarianten maar richt zich meer op het identificeren van cruciale factoren bij het ontwerp. Hierbij ligt de focus op het verbindende netwerk tussen de verschillende regio's. De uit de ontwerpateliers voortgekomen netwerken zijn daarom illustratief en zijn vooral bedoeld om via analyse en berekeningen te komen tot cruciale factoren voor een ruimtelijk ontwerp landelijk netwerk en de bijbehorende ontwikkelingsstrategie.

2.1.2 Uitgangspunten

In dit onderzoek richten wij ons op een landelijk netwerk. Voor het uitvoeren van analyses moet een zeker geografisch aggregatieniveau worden gekozen. Uit praktische overwegingen (aansluiting op beschikbaarheid databases) is gekozen voor de COROP-regio's (40 regio's binnen Nederland). Binnen elke COROP-regio is een representatief knooppunt gekozen. Wij veronderstellen dat een COROP-regio grotendeels kan worden ontsloten door deze hoofdknoop te koppelen aan een verbindend netwerk en van hieruit een lokaal netwerk aan te leggen. De COROP-regio's en hoofdknopen zijn weergegeven in Figuur 2 en Tabel 1.

Tabel 1 : Overzicht van hoofdknooppunten

Winschoten	Hoogeveen	Apeldoorn	Eindhoven	Den Haag
Delfzijl	Zwolle	Deventer	Venlo	Delft
Groningen	Den Helder	Almelo/Hengelo	Roermond	Rotterdam
Leeuwarden	Alkmaar	Arnhem	Maastricht	Dordrecht
Sneek	Beverwijk	Doetinchem	Haarlem	Gouda
Heerenveen	Zaandam	Tiel	Hilversum	Breda
Assen	Amsterdam	Den Bosch	Utrecht	Middelburg
Emmen	Lelystad	Tilburg	Leiden	Sluiskil

Figuur 2: COROP-regio's en knooppunten

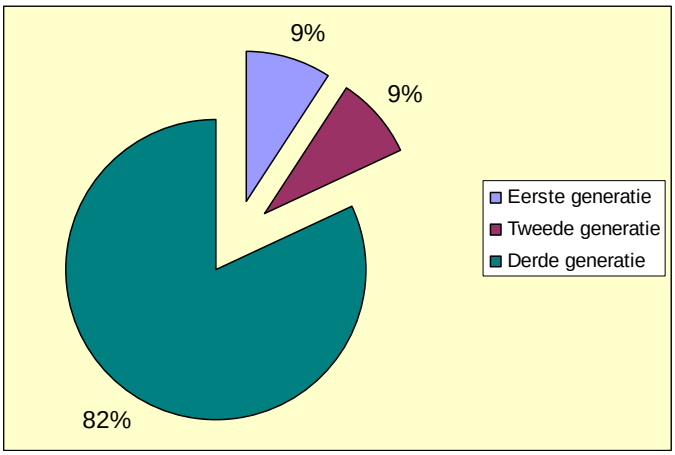
Basis voor de analyses vormen de goederenstromen tussen COROP-regio's. Internationale goederenstromen zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Ook de intra-regionale goederenstromen zijn niet in dit onderzoek meegenomen. Een belangrijke reden hiervoor is dat de beschikbare informatie over deze goederenstromen momenteel niet toereikend is. Dit heeft met name consequenties voor de dimensionering van de lokale netwerken. Indien interregionale goederenstromen onvoldoende vervoersaanbod genereren voor de lokale netwerken, kunnen intra-regionale goederenstromen bijdrage tot een hogere benutting van het lokale netwerk en daarmee de vervoerskosten op het landelijk netwerk terugdringen. Voor de dimensionering van het verbindend netwerk (aantal kilometers buisverbinding, aantal AGV's) heeft het weglaten van de intra-regionale goederenstromen uiteraard geen consequenties. Dit verbindede netwerk is hier met name onderwerp van studie.

Naast de geografische indeling is de keuze van goederengroepen van belang. Niet alle goederenstromen zijn geschikt om te vervoeren via een ondergronds systeem vanwege omvang of verschijningsvorm. Daarom zijn de goederenstromen in Nederland opgedeeld in drie groepen:

- *Generatie 1*: Productgroepen die momenteel al geschikt zijn voor OTB
- *Generatie 2*: Productgroepen die geschikt gemaakt kunnen worden voor OTB in een termijn van 25 jaar. Een belangrijk criterium voor generatie 1 en 2 is de pallettiseerbaarheid van de producten. Het verschil tussen 1 en 2 is vooral in hoeverre de logistieke structuur voor deze producten gebruik zou kunnen maken van OTB.

- *Generatie 3*: Productgroepen die niet geschikt zijn of zullen worden voor OTB. Hieronder vallen onder andere goederen die vanwege speciale beveiliging en/of omvang niet via OTB vervoerd kunnen worden. Daarnaast vallen typische bulkproducten hieronder.

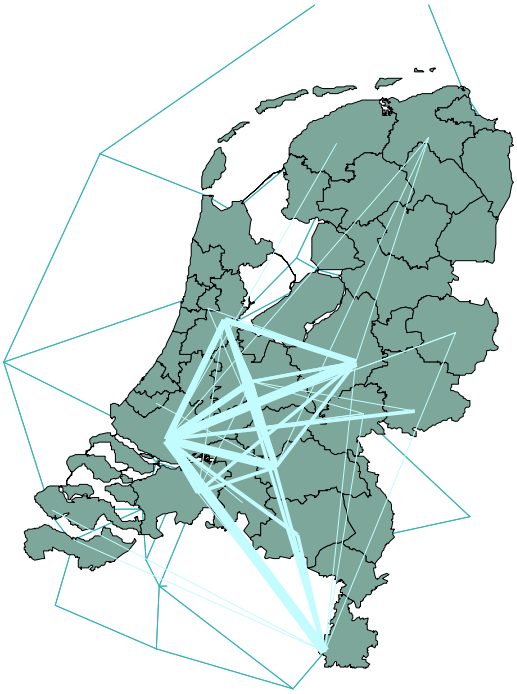
Door TNO Inro is in samenwerking met J. Katgerman (RUPS adviseurs) op basis van kennis en ervaring een indeling gemaakt van goederengroepen in eerste, tweede en derde generatie goederen. In Bijlage 1 is deze indeling gegeven. Figuur 3 geeft de procentuele verdeling van de goederenstromen in tonnen over de drie generaties. Hieruit blijkt onmiddellijk dat het overgrote deel van de binnenlandse interregionale goederenstromen (in tonnen) niet geschikt is voor OTB. Dit wordt met name door de bulkgoederen veroorzaakt. In zijn verder grafieken van verdeling van de goederenstromen gegeven.



Figuur 3: Verdeling van tonnage over de drie generaties goederen

In de onderstaande twee figuren zijn de goederenstromen op herkomst-bestemmingsrelaties gevisualiseerd.

Figuur 4. Herkomst-bestemming 1e generatie



Figuur 5. Herkomst-bestemming 1e en 2e generatie

Figuur 4 geeft de verdeling van eerste generatie goederenstromen weer, Figuur 5 de verdeling van de eerste plus tweede generatie goederenstromen. Merk op dat de schaling, en dus de verdeling van de lijnen, hier anders is dan in figuur 4.Duidelijk is dat het hart van de goederenstromen ook in het hart van Nederland ligt, waarbij West-Gelderland (Apeldoorn) een opvallend knooppunt is. Bij de tweede generatie goederen komt Zuid-Limburg sterk naar voren, hetgeen veroorzaakt wordt door een hoge productie van chemicaliën. De verbinding met het hoogste vervoerspotentieel is dan opvallend genoeg Zuid-Limburg - Rotterdam.

Een eerste inschatting van het intra-regionale potentieel leert dat het totale volume tussen gekoppelde productie- en consumptielocaties binnen een regio ongeveer 5% (in tonnen) bedraagt van het totale interregionale potentieel aan eerste en tweede generatie goederen. De belangrijkste oorzaak van dit beperkte potentieel ligt in het feit dat gekoppelde productie en consumptie slechts met een kleine kans binnen dezelfde regio voorkomen.

De landelijke netwerken die wij in dit onderzoek zullen beschouwen, bestaan uit een reeks lokale OTB-netwerken en een verbindend netwerk. De vervoersmodaliteit op het verbindende netwerk staat hierbij open. Als opties worden OTB, spoor, binnenvaart of weg onderzocht. Voor wegtransport als verbindende modaliteit beschouwen wij combi-road, dus een modaliteit met eigen infrastructuur en geautomatiseerd vervoer, zodat er geen sprake is van mogelijk sterk stijgende personeelskosten in de

toekomst. Voor spoor nemen wij rail-combi als uitgangspunt, een concept waarbij goederenvervoer en personenvervoer per spoor gecombineerd wordt, zodat een dienst met hoge gemiddelde snelheid en hoge frequentie kan worden aangeboden.

2.2 Opzet ontwerpateliers

Voor de ontwerpateliers zijn een aantal experts uitgenodigd met kennis op het gebied van ondergronds transport en/of verbindende modaliteiten. De deelnemerslijst is opgenomen in Bijlage 2.

De experts zijn in beide ateliers opgesplitst in twee multidisciplinaire groepen, namelijk:
1. Verbindend netwerk spoor/binnenvaart
2. Verbindend netwerk OTB/weg (combi-raod)

In het eerste ontwerpatelier lag de nadruk op kritische factoren bij het ruimtelijk ontwerp van een landelijk netwerk OTB en zijn enkele netwerkvarianten ontworpen. De effecten van deze netwerkvarianten zijn doorgerekend met een spreadsheetmodel (ook al tijdens het ontwerpatelier voor directe terugkoppeling) en vervolgens met SMILE, waarna de resultaten in de tweede sessie teruggekoppeld zijn. In dit tweede ontwerpatelier zijn nieuwe netwerken ontworpen, rekening houdend met de “lessons learned” van de resultaten uit de eerste sessie. Daarbij lag in de tweede sessie het accent op groeipaden van de netwerken. De nieuwe netwerken inclusief groeipaden zijn ook weer doorgerekend worden met het spreadsheetmodel en met SMILE. Middels deze modellen zal de link gelegd worden tussen de prestaties en investeringskosten van de verschillende netwerkalternatieven en de ruimtelijke netwerkinrichting. Deze rapportage geeft een verslag van de resultaten van het spreadsheetmodel. De SMILE resultaten worden meegenomen in de rapportage van het project ‘Opbrengsten OTB en Logistiek’.

Tijdens het ontwerpatelier is gebruik gemaakt van het Smartboard van TNO Inro, waarmee ontwerpen snel kunnen worden gevisualiseerd en via een link met het spreadsheetmodel globaal kunnen worden doorgerekend

2.3 Spreadsheetmodel landelijk netwerk

2.3.1 Doel spreadsheetmodel

In het kader van het project heeft TNO Inro een spreadsheetmodel voor een landelijk netwerk (ondergronds) transport ontwikkeld. Dit model is tijdens het project voor de volgende doelen ingezet:
1. het ondersteunen van de participanten aan de ontwerpateliers met een eenvoudig gereedschap waarmee snel inzicht kan worden gegeven in de effecten van (mogelijk kritische) parameters op de prestaties van een landelijk netwerk,

2. het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse op een groot aantal parameters om te ondersteunen bij het identificeren van de kritische factoren.
3. het genereren van enige eerste (financiële) berekeningen voor een groeipad van een landelijk OTB-netwerk.

Dit model wijkt af van bestaande rekenmodellen in de zin dat verschillende effecten integraal worden ingeschat, waarbij het netwerk flexibel kan worden gekozen (knooppunten, links). Er is gekozen voor een apart spreadheetmodel in plaats van SMILE, aangezien dit laatste geavanceerde model door zijn complexiteit veel tijd vergt (voor inbreng scenario, rekenen en analyse). Het uitvoeren van een groot aantal runs, hetgeen in een gevoeligheidsanalyse noodzakelijk is, is daardoor niet mogelijk. Ook de inzet in een ontwerpatelier is uitgesloten.

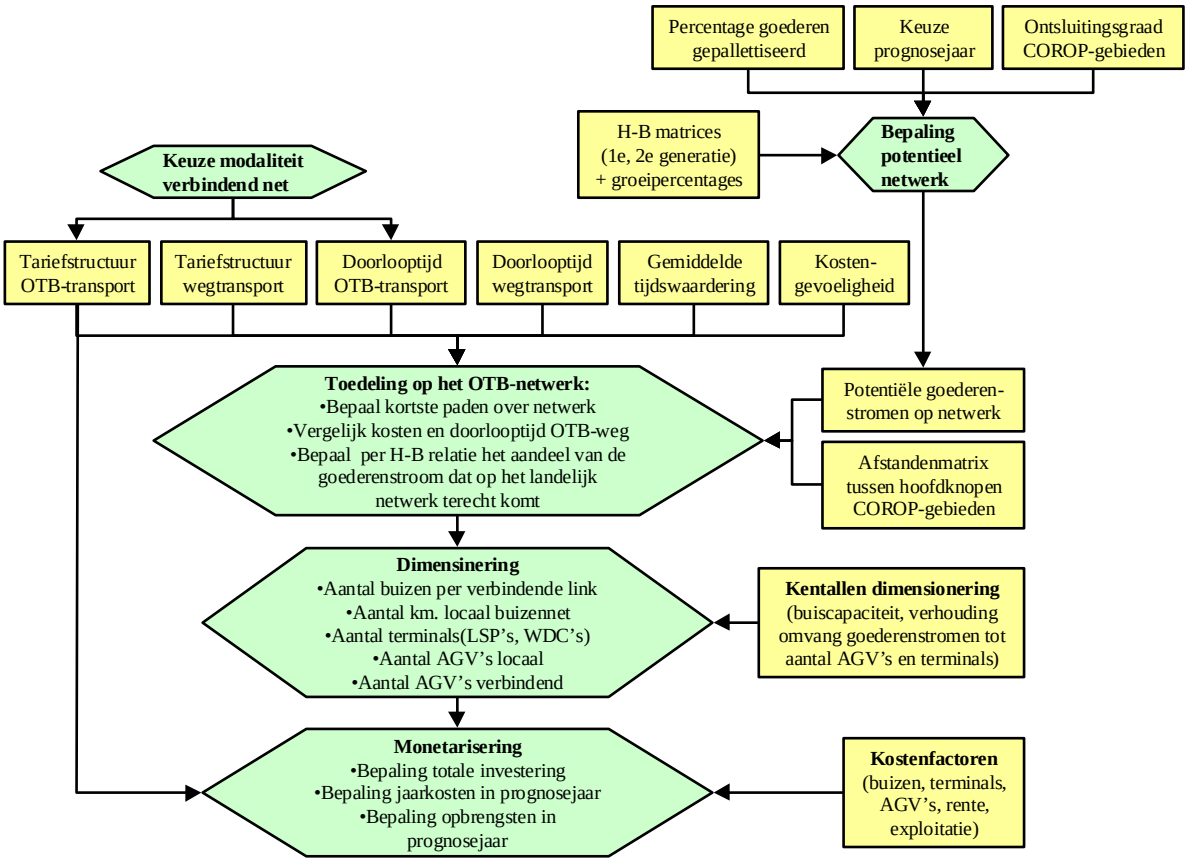
Het spreadsheetmodel is echter slechts een grof model, waardoor de te verwachten nauwkeurigheid van de resultaten minder is dan bij SMILE. In het spreadsheetmodel wordt bijvoorbeeld geen onderscheid gemaakt naar logistieke families, wordt geen rekening gehouden met het routeren van goederenstromen langs distributienetwerken en is er slechts een keuze mogelijk tussen wegtransport en OTB in plaats van een integraal keuze tussen alle vervoersmodaliteiten. Aan de absolute waarden van de resultaten dient dan ook beperkte waarde te worden gehecht. Voor het onderkennen van kritische factoren is het gehanteerde abstractieniveau geen probleem. Voor een gedetailleerde analyse van de effecten van OTB als extra modaliteit is SMILE echter wel noodzakelijk. Deze analyses worden binnen het aanpalende project “opbrengsten OTB en logistiek” uitgevoerd.

2.3.2 Functionaliteit

Het spreadsheetmodel richt zich op een vergelijking van transport via een landelijk netwerk (ondergronds) transport met traditioneel door-to-door wegtransport. Het landelijk netwerk heeft OTB als lokale modaliteit in de aangesloten COROP-regio’s en naar keuze OTB, spoor, binnenvaart of weg (Combiroad) als modaliteit op het verbindende netwerk. Bij een gegeven netwerkspecificatie (knooppunten en verbindingen) en herkomst-bestemmingsmatrix bepaalt het spreadsheet eerst het vervoerspotentieel op het netwerk, zijnde het tonnage dat tussen de COROP-regio’s die op het netwerk aangesloten vervoerd moet worden. Door een vergelijking van kosten en doorlooptijden tussen OTB en door-to-door wegtransport wordt ingeschat welk deel van dit netwerkpotentieel door het landelijk netwerk wordt aangetrokken in een gekozen prognosejaar. Mede op basis van deze goederenstromen wordt een eerste inschatting van de benodigde investering en de jaarlijkse opbrengsten en kosten gemaakt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de investeringen en de jaarlijkse kosten alleen voor OTB als verbindend modaliteit zijn uitgewerkt. Voor andere verbindende modaliteiten moeten wij ons derhalve beperken tot de omvang van de aan te trekken goederenstromen. Uit het spreadsheetmodel volgen verder een aantal netwerkkarakteristieken die gebruikt kunnen worden om andere effecten (milieu, verkeersveiligheid) in te schatten. Hiertoe zijn de

resultaten van enige spreadsheet-berekeningen doorgegeven aan TNO-Bouw (A. Dullemond), die deze effecten heeft ingeschat met het daar beschikbare model.

Figuur 6 geeft een schematische weergave van de belangrijkste rekenslagen in het spreadsheetmodel. Deze rekenslagen zullen wij hierna nader toelichten.



Figuur 6: Overzicht van de berekeningen in het spreadsheetmodel

2.3.2.1 Bepaling potentieel netwerk

Het potentieel van een landelijk netwerk is het maximale tonnage dat via een gekozen netwerk kan worden getransporteerd. Dit potentieel wordt als volgt bepaald:

1. Bepaal het tonnage aan eerste en tweede generatie goederen dat via het netwerk kan worden getransporteerd. Dit gebeurt door de goederenstromen in het basisjaar 1995 op te hogen met een groeipercentage voor het prognosejaar (input), waarbij alleen de goederenstromen worden meegenomen tussen COROP-regio's die beide ontsloten worden door het netwerk. Dat wil zeggen, zowel het knooppunt in de COROP-regio van herkomst als het knooppunt in de COROP-regio van bestemming moeten in het netwerk zijn opgenomen.

2. Voor de tweede generatie goederen wordt het tonnage vermenigvuldigd met een gekozen fractie van de goederen die in het betreffende jaar gepallettiseerd zijn (input)
3. Zowel de eerste als de tweede generatie goederenstroom wordt vermenigvuldigd met een fractie die weergeeft welk deel van de COROP-regio's door het landelijk netwerk ontsloten wordt. Gegeven de grootte van een COROP-regio in relatie tot een lokale netwerk is het immers zeer wel denkbaar dat niet alle goederenstromen uit de regio door slechts één knooppunt ontsloten kan worden.

Resultaat is een herkomst-bestemmingsmatrix in tonnen van eerste en tweede generatie goederen in het prognosejaar. Deze goederenstromen vormen de basis van de vervolgberekeningen. Tevens dienen deze stromen in een later fase als vergelijkingsmateriaal met de gevonden realisatie (= de goederenstromen die naar verwachting daadwerkelijk door het landelijk netwerk worden aangetrokken op basis van kosten- en doorlooptijdverschillen met door-to-door wegtransport).

2.3.2.2 Toedeling op het landelijk (OTB-)netwerk

Een cruciale stap in het model is de bepaling van het aandeel in de potentiële goederenstromen die door een gegeven landelijk netwerk kan worden aangetrokken. Dit aandeel wordt per herkomst-bestemmingsrelatie bepaald op basis van verschillen in tarief en doorlooptijd tussen het landelijk netwerk enerzijds en door-to-door wegtransport anderzijds. De stappen zijn als volgt[1]:

1. Bepaal de *kortste afstanden over het landelijk netwerk* tussen elk paar knooppunten Dit gebeurt met behulp van een standaard kortste pad algoritme.
2. Bepaal de *doorlooptijd van door-to-door wegtransport* als functie van de af te leggen afstand. Deze doorlooptijd is opgebouwd uit de volgende factoren:
   - laden
   - lokaal transport regio herkomst
   - verbindend transport tussen regio's van herkomst en bestemming
   - lokaal transport regio bestemming
   - wachttijden bij stops, doordat één vrachtwagen meerdere klanten in de regio beleverd
   - lossen bij klant
3. Bepaal de *doorlooptijd van een landelijk netwerk*. Deze doorlooptijd is opgebouwd uit de volgende factoren:
   - laden
   - lokaal transport regio herkomst
   - eventueel overslag van lokale modaliteit (OTB) op verbindende modaliteit
   - verbindend transport tussen regio's van herkomst en bestemming met snelheid afhankelijk van modaliteit eventueel overslag van verbindende modaliteit op lokale modaliteit (OTB)
   - lokaal transport regio bestemming

[1] Voor de gekozen parameterwaarden verwijzen wij naar de gevoeligheidsanalyse die aan de orde komt in Hoofdstuk 3.

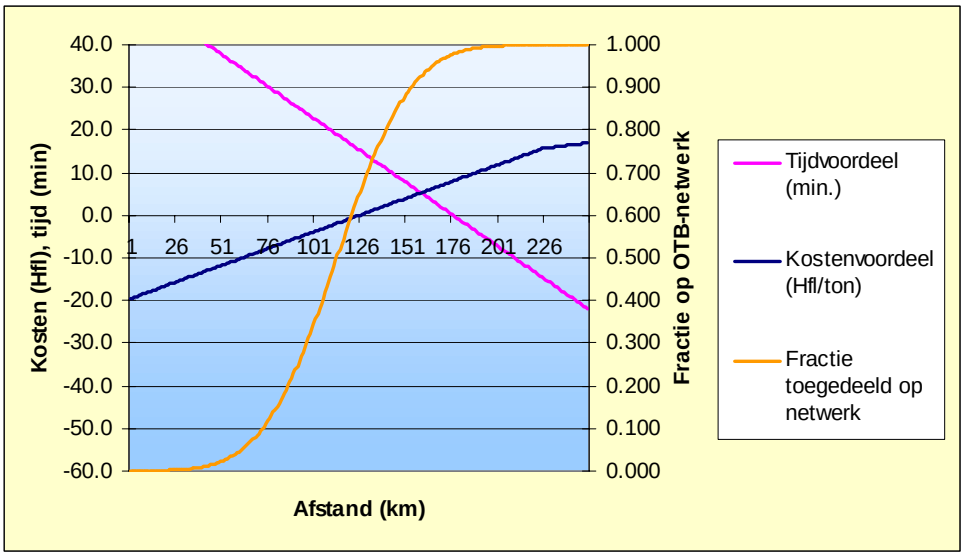
- lossen bij stadsterminal
- uitventen vanaf stadsterminal

Merk op dat de doorlooptijd van OTB-transport (net als het tarief) bepaald wordt op basis van de kortste afstand over het landelijk netwerk zoals bepaald in stap 1. Deze afstand kan dus groter zijn dan de kortste afstand over het wegennetwerk die gebruikt wordt bij de bepaling van doorlooptijden en kosten van wegtransport.

4. Bepaal het *tarief voor door-to-door wegtransport* voor elke herkomst-bestemmingsrelatie waarvoor het potentieel groter dan 0 is. Dit tarief is bestaat uit de kosten van laden, lossen, lokaal transport en verbindend transport. Het tarief voor het transport (exclusief laden en lossen) is opgebouwd uit de volgende factoren:
   - brandstofkosten per km
   - voertuigkosten per km
   - personeelskosten per uur
   - overhead per uur (als percentage van de personeelskosten)

Op deze kostenposten worden reële groeipercentages toegepast om de kosten in het prognosejaar te bepalen. Gecombineerd met een gemiddelde belading (ton), een percentage leegrijden en een winstmarge wordt vervolgens het transporttarief per tonkm. in het prognosejaar bepaald.

5. Bepaal het *tarief voor transport via het landelijk netwerk*. Dit tarief is opgebouwd uit de kosten voor laden/lossen, lokaal transport, overslag en verbindend transport. Het aandeel van lokaal transport in het tarief wordt bepaald door de kosten voor benodigde infrastructuur, AGV's en exploitatie (onderhoud, energie, personeel, ICT) toe te rekenen aan de transporten op basis van de ontwerpcapaciteiten en hierop een winstmarge te leggen. Het aandeel van het verbindende transport gaat analoog voor OTB als verbindende modaliteit. Aangezien voor de overige modaliteiten geen investeringsniveaus bekend zijn, gaan wij daar uit van gespecificeerde tarieven (input). Verder wordt een minimaal tarief voor het landelijk netwerk gehanteerd als percentage van het door-to-door wegtransporttarief. De achterliggende gedachte is dat in de praktijk de opbrengsten zullen worden gemaximaliseerd, ook als de kosten dit niet direct rechtvaardigen.
6. Bepaal per herkomst-bestemmingsrelatie het *percentage van goederenstroom dat aangetrokken wordt door het landelijk netwerk*. Hiertoe wordt het tijdverschil en het tariefsverschil tussen door-to-door wegtransport en transport via het landelijk netwerk onder één noemer gebracht door gebruik te maken van een factor voor de tijdswaardering (input). Deze factor geeft de gemiddelde waarde van één minuut tijdwinst. Het aan te trekken percentage van de goederen wordt vervolgens bepaald door toepassing van een verdelingsfunctie met de kostengevoeligheid als parameter. Figuur 7 geeft een voorbeeld van zo een verdelingsfunctie, afhankelijk van tijdverschil (in minuten) en kostenverschil (in guldens). Op de horizontale as wordt de afstand weergegeven. Het tijd- en kostenverschil wordt aangegeven op de linkeras, het aan te trekken percentage van de goederenstroom op de rechteras.



Figuur 7: Voorbeeld van een toedelingsfunctie, afhankelijk van kosten- en tijdverschil

7. Tenslotte is de *realisatie op het netwerk* (= het te vervoeren tonnage in het prognosejaar) eenvoudig te bepalen door de op het netwerk toegedeelde fractie per herkomst-bestemmingsrelatie te vermenigvuldigen met de netwerkpotentie.

2.3.2.3 Dimensionering

Op basis van de vervoersstromen wordt het landelijk netwerk verder gedimensioneerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een aantal kentallen uit eerdere onderzoeken (zie ook subparagraaf 2.3.2.5):

1. het gemiddeld aantal benodigde wijkdistributiecentra per mln. ton lokaal vervoer
2. het gemiddeld aantal logistieke parken per knooppunt
3. het gemiddeld aantal AGV's op een lokaal netwerk per mln. ton lokaal vervoer
4. het gemiddeld aantal AGV's op een verbindend netwerk per mln. tonkm

en alleen bij OTB als verbindende modaliteit:

5. de lengte van het benodigde buizennet in km. per mln. ton lokaal vervoer
6. het benodigde aantal buizen per link, afgeleid uit de ontwerpcapaciteit van een verbindende buis. Deze ontwerpcapaciteit is bepaald uit:
   - het aantal AGV-ritten dat een buis per uur kan verwerken
   - het percentage lege ritten
   - het aantal operationele uren per dag
   - het aantal operationele dagen per jaar
   - de ontwerp bezettingsgraad van een buis, rekening houdend met piekbelasting

Het aantal AGV-ritten dat een buis maximaal per uur kan verwerken wordt gebaseerd op het aantal AGV's dat tegelijk gekoppeld in een treintje wordt vervoerd, de lengte van een AGV en de minimale volgafstand. De minimale volgafstand is bepaald op grond van het doorgaans gebruikte brickwall-principe. Dat wil zeggen, een treintje moet in staat zijn om tijdig te remmen met een noodstop zonder te botsen op zijn voorganger als de voorganger instantaan tot stilstand komt. Deze minimale volgafstand wordt bepaald uit:

- de snelheid van een AGV op het verbindende netwerk in meter per seconde (m/s)
- de remvertraging bij een noodstop (m/s^2)
- de reactietijd (s)
- een veiligheidsmarge (m)

Voor details van de berekeningswijze verwijzen wij naar Fokkema en Bhageloe [1999].

2.3.2.4 Monetarisering

Op basis van de te vervoeren goederenstromen (2.3.2.2) en de dimensionering (2.3.2.3) worden de financiële consequenties doorgerekend, bestaande uit de benodigde investeringen (in het verbindende netwerk alleen voor OTB als verbindende modaliteit), de kosten in het prognosejaar en de opbrengsten in het prognosejaar.

De *totale investeringen*, bestaand uit de volgende posten:

1. Verbindend buizennet, afhankelijk van het aantal km. buis en gebaseerd op een buis met doorsnede 4.2 m. voor tweerichtingsverkeer (zie Fokkema en Bhageloe [1999]). Als varianten kan worden gekozen tussen aanleg ondergronds diep (Hfl. 27.5 mln/km), ondergronds ondiep (Hfl. 21 mln/km) en bovengronds (Hfl. 14 mln/km). Dit is het kale 'beton', zonder voorzieningen.
2. Lokaal buizennet, afhankelijk van het aantal km. buis en tegen een gegeven tarief (Hfl. 10 mln. per km). Uitgangspunt is een enkele ondergrondse lokale buis voor één spoor.
3. Civieltechnische voorzieningen (voertuiggeleiding, brandbeveiliging, onderhoudsvoorzieningen, etc.). Dit is een opslagpercentage op de investeringen in buizen (15%).
4. Voertuigen verbindend net en voertuigen lokaal net, beide tegen Hfl. 40.000 per stuk.
5. Terminals (logistieke parken tegen Hfl. 90 mln. per stuk en wijkdistributiecentra tegen Hfl. 6 mln. per stuk)

De *kosten in het prognosejaar* zijn opgebouwd uit de volgende posten:

1. Afschrijvingen, bepaald als een percentage van de genoemde investeringen, gebaseerd op een lineaire afschrijving. Voor het buizennet is een afschrijvingstermijn van 50 jaar gehanteerd, voor terminals 20 jaar en voor AGV's 10 jaar.
2. Rente, bepaald door het reële rentepercentage te vermenigvuldigen met de gemiddelde resterende afschrijvingen over de afschrijvingstermijn, uitgaande van een lineaire afschrijving.
3. Exploitatiekosten, bepaald als een percentage van de totale investeringen. Deze exploitatiekosten hebben betrekking op energieverbruik, personeelskosten, onderhoud en ICT-kosten.

De *opbrengsten in het prognosejaar* worden eenvoudig bepaald door de vervoervolumes per herkomst-bestemmingsrelatie te vermenigvuldigen met het bijbehorende tarief (zie 2.4.2.2 voor de tariefsbepaling).

2.3.2.5 Inputparameters

Voor de keuze van de inputparameters zijn is gebruik gemaakt van de rapporten van Dullemond en Dekker [1998], Visser, Vermunt en Van Binsbergen [1998] en Fokkema en Bhageloe [1999]. Daarnaast is de expertise gebruikt van ir. J.G.C.N. Visser (onderzoeksintituut OTB, TU Delft), ing. S. Fokkema (Bouwdienst Rijkswaterstaat) en ing. A.Th. Dullemond (TNO Bouw). Ook de suggesties van de participanten aan de ontwerpateliers zijn meegenomen bij de modelontwikkeling.

3 KRITISCHE FACTOREN VOOR HET RUIMTELIJK ONTWERP

In dit hoofdstuk schetsen wij de selectie van mogelijk kritische factoren voor het succes van een landelijk netwerk (ondergronds) transport. Ook komt de evaluatie van deze factoren aan de orde. Een belangrijke vraag is immers welke invloed elke factor heeft op de haalbaarheid van een landelijk netwerk. Hierbij wordt de haalbaarheid afgemeten aan:

1. de omvang van de goederenstromen die een landelijk netwerk kan aantrekken;
2. de omvang van de benodigde investeringen;
3. de verhouding tussen de jaarlijkse opbrengsten en kosten voor de exploitant;

Deze effecten zullen wij inschatten met behulp van het spreadsheetmodel als beschreven in Paragraaf 2.3.

Allereerst gaan wij in op het eerste ontwerpatelier (van 11 oktober 1999), dat tot doel had om tot een aantal redelijke schetsen voor een landelijk netwerk per verbindende modaliteit te komen en om een lijst met mogelijk kritische factoren te genereren (Paragraaf 3.1). De ruimtelijk ontwerpen die uit dit atelier naar voren zijn gekomen worden gepresenteerd en geëvalueerd in Paragraaf 3.2. Een ander resultaat van het eerste ontwerpatelier is een lijst met mogelijk kritische factoren die door de participanten is opgesteld. Naast deze lijst zijn er nog andere factoren naar boven gekomen in separate gesprekken met participanten. In Paragraaf 3.3 gaan wij nader in op de factoren die tot nu toe onderkend zijn en de selectie die gemaakt is t.b.v. de gevoeligheidsanalyse. Het OTB-netwerk dat gebruikt is in de analyses komt aan de orde in Paragraaf 3.4. Paragraaf 3.5 beschrijft de prestatie-indicatoren. Vervolgens komen in Paragraaf 3.6 de belangrijkste resultaten van de gevoeligheidsanalyse aan de orde. Een inschatting van de bandbreedtes voor de overige effecten komt aan de orde in Paragraaf 1.1. In Paragraaf 1.1. geven wij de resultaten van een gevoeligheidsanalyse voor de andere verbindende modaliteiten (rail-combi, binnenvaart en combi-road), zodat nagegaan kan worden hoe generiek de resultaten voor OTB als verbindende modaliteit zijn. Wij sluiten af met enige conclusies in 0.

3.1 Het eerste ontwerpatelier

De opdracht in het eerste ontwerpatelier is het maken van een ontwerp voor de structuur van een landelijk netwerk in Nederland. Hierbij worden een viertal netwerktypen ontworpen, namelijk een OTB, een weg/combiroad, een rail en een binnenvaart verbindend netwerk. Daarbij worden 2 fasen van netwerkontwikkeling onderscheiden op basis van de eerste een tweede generatie OTB goederen (voor uitleg hierover zie paragraaf 2.1.2). De ontwerpen worden vastgelegd in termen van 1) knopen, 2) de verbindende schakels en 3) eerste en tweede generatie goederenstromen

In het eerste ontwerpatelier lag de nadruk op kritische factoren bij het ruimtelijk ontwerp van een landelijk netwerk OTB en zijn enkele netwerkvarianten ontworpen. De effecten van deze netwerkvarianten zijn doorgerekend met het spreadsheetmodel tijdens de sessie om snel een beeld te vormen van cruciale parameters. Na het ontwerpatelier is dit verder uitgewerkt (zie paragraaf 3.3) .

Vervolgens zijn er SMILE berekeningen uitgevoerd (zie rapportage project Opbrengsten OTB en Logistiek).

De volgende ontwerpopdrachten zijn aan de deelnemers voorgelegd (in willekeurige volgorde):

- Relevante knooppunten
- Per modaliteit verbindend netwerk
- Identificeren risicofactoren
- Groeipad in 2 stappen 2010/2020

Als input voor deze ontwerpopgave is aan de deelnemers de volgende informatie voorgelegd:

- productie en attractie per COROP-hoofdknooppunt van de eerste generatie OTB goederenstromen (2010) en van de eerste en tweede generatie OTB goederenstromen (2020)
- een score op verkeersvriendelijkheid per COROP-hoofdknooppunt, bepaald aan de hand van beleidsmaatregelen met betrekking tot verkeersbeperking
- huidige en geplande knooppunten, w.o. multimodale terminals in NL, doorzet distributiecentra per COROP-regio in SMILE, belangrijkste industriële gebieden en winkelcentra in Nederland;
- (geschatte) relatiepatronen voor verschillende soorten H/B paren: halffabrikaten (met als bestemming industrie of terminal), consumptieproducten binnenlands (stedelijk) gebruik, consumptieproducten export (met als bestemming terminal)
- huidige Nederlandse infrastructuurnetwerken voor verschillende vervoerwijzen.

3.2 Netwerkontwerpen

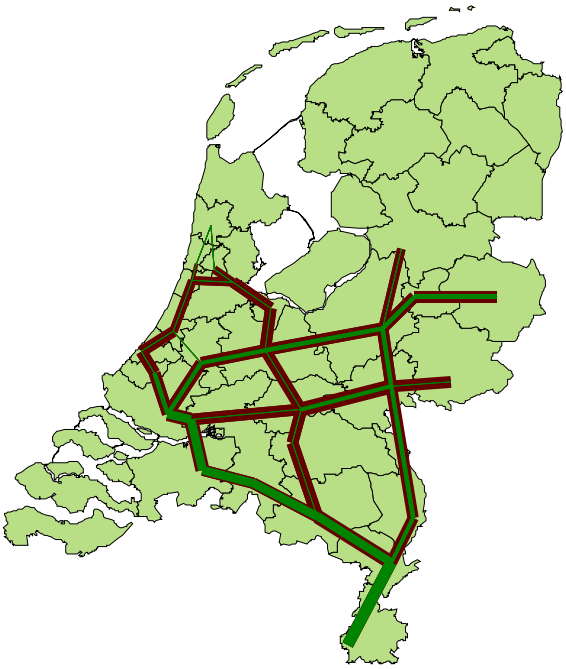
Met behulp van het spreadsheetmodel zijn de netwerkontwerpen geanalyseerd die uit het eerste ontwerpatelier zijn voortgekomen. In deze paragraaf geven wij een overzicht van de belangrijkste resultaten voor de netwerken met als verbindende modaliteit respectievelijk OTB, rail-combi, binnenvaart en combi-road (Paragraaf 3.2.1). Een vergelijking van de vier netwerken op aangetrokken goederenstromen wordt gegeven in Paragraaf 3.2.2.

3.2.1 Resultaten per verbindende modaliteit

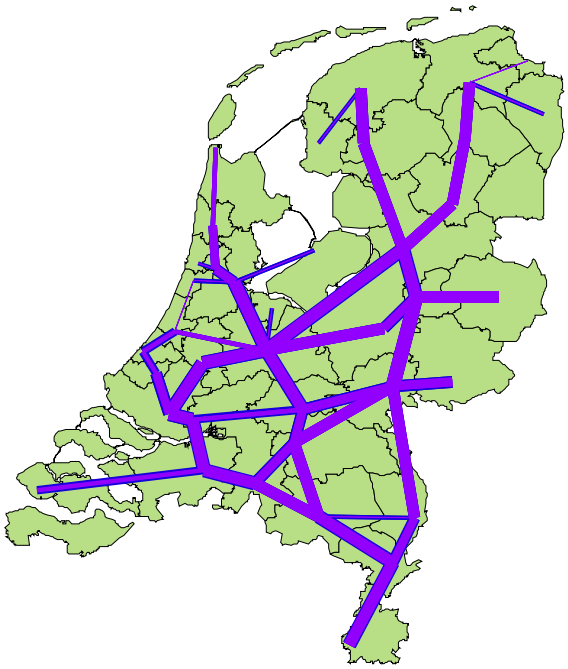
In het ontwerpatelier zijn de netwerken ontworpen voor 2020 (eerste en tweede generatie goederenstromen). In de onderstaande figuren wordt een overzicht gegeven van de goederenstromen op het netwerk in 2020 en 2030. Vanzelfsprekend geven de dunnere lijnen steeds de goederenstromen in 2020 weer en de dikkere lijnen de goederenstromen in 2030. Uit de figuren is te zien op welke trajecten het vervoer geconcentreerd is en waar de sterkste groei te verwachten is.

Bij OTB als verbindende modaliteit zijn de stromen in 2020 nog relatief dun, vooral op de korte afstanden. Dit komt doordat de hoge kosten voor aanleg en exploitatie van een OTB netwerk leidt tot

transporttarieven die, met name op de korte afstanden, relatief hoog zijn t.o.v. wegtransport. Deze hoge kosten worden veroorzaakt door de hoge kosten van het lokale OTB-netwerk die worden omgeslagen over de te transporteren goederenstromen. Ook bij de nadere verbindende modaliteiten werken de hoge lokale transportkosten door. Hoewel de lokale netwerken slechts op een globale manier in deze studie zijn meegenomen, is dit zeker een punt van aandacht voor vervolgonderzoek.



Figuur 8: OTB verbindend netwerk



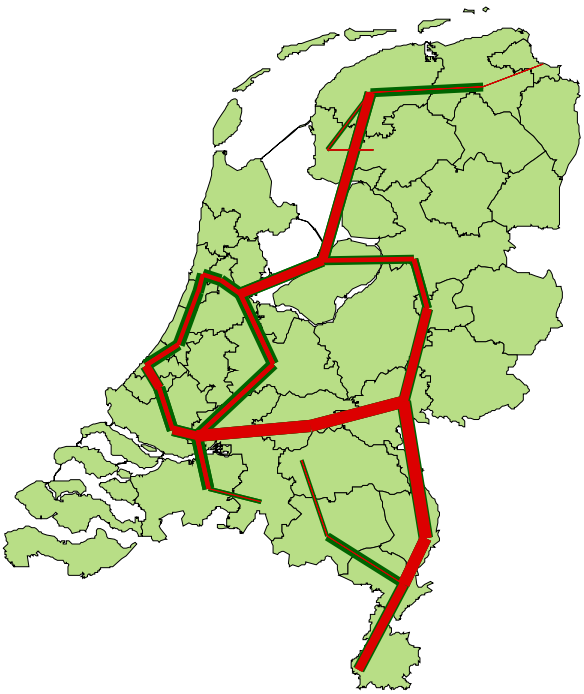
Figuur 9: Rail-combi verbindend netwerk

Het OTB-netwerk moet het daardoor in 2020 vooral hebben van het vervoer over lange afstand. Op de korte afstand is de doorlooptijd weliswaar korter, maar het is zeer de vraag of verladers bereid zijn veel meer te betalen voor een relatief beperkte tijdwinst. Echter, als de kostenstijging van het wegtransport zich ook na 2020 blijft doorzetten, wordt op termijn ook het transport via OTB over korte afstand aantrekkelijk. Dit vertaalt zich bijvoorbeeld in een sterke toename van het transport binnen de Randstad. Merk op dat door een juiste tariefstelling nog manipulatiemogelijkheden liggen. Gegeven het feit dat er veel geïnvesteerd moet worden om een verbindend OTB-netwerk aan te leggen, is het ook te verdedigen om de transporttarieven niet te baseren op een kostenstructuur plus winstmarge, maar om een concurrerend tarief neer te zetten zodanig dat de opbrengsten minus variabele kosten gemaximaliseerd worden. In Hoofdstuk 4 komen we hierop terug.

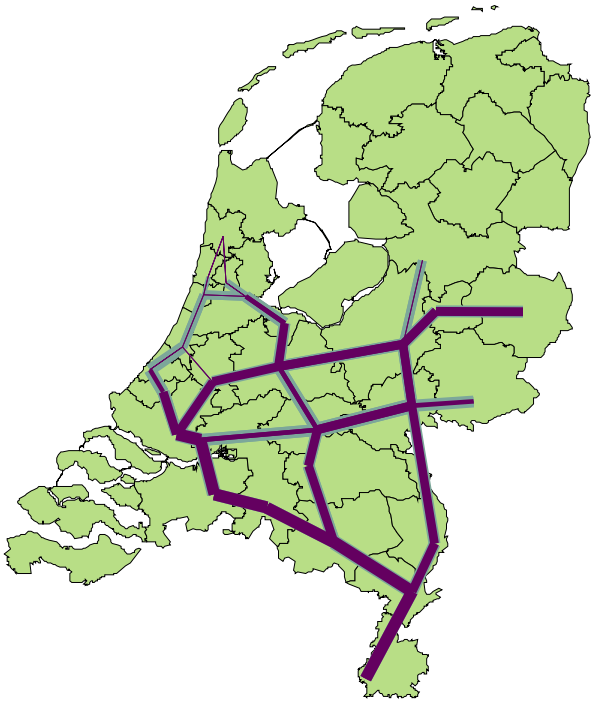
We zien in Figuur 9 dat rail-combi in 2020 wel al behoorlijk wat goederen aantrekt op het netwerk. Dit wordt veroorzaakt door een combinatie van een fijnmazig distributienetwerk (hoge netwerkpotentie), en relatief lage kosten ten opzichte van wegtransport, met name op de middellange

en lange afstanden[2]. De groei tussen 2020 en 2030 komt voor een aanzienlijk deel voort uit de groei in de potentie gedurende een decennium.

Het binnenvaartnetwerk (Figuur 10) trekt ook al in 2020 redelijk wat goederenstromen aan op het netwerk, met name op de langere afstanden waarvoor het transport relatief goedkoop is. De potentie van het netwerk is een stuk kleiner dan bij rail-combi, omdat het netwerk veel minder fijnmazig is. Verder zijn voor diverse herkomst-bestemmingsrelaties de afstanden over het binnenvaartnetwerk aanzienlijk langer dan over het wegennetwerk, hetgeen doorlooptijden en kosten t.o.v. wegtransport negatief beïnvloedt.



Figuur 10: Binnenvaart verbindend netwerk



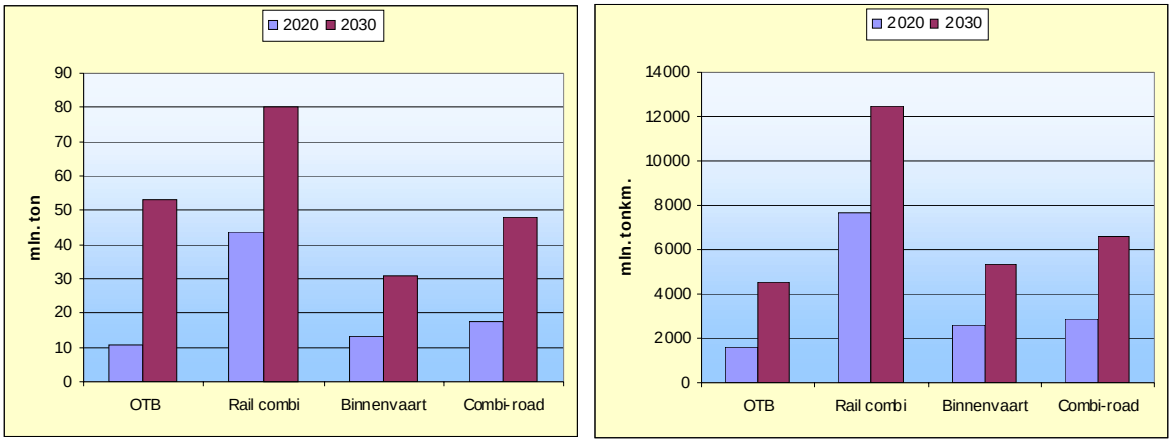
Figuur 11: Combi-road verbindend netwerk

Het Combi-road netwerk toont ongeveer een gelijk beeld als het OTB-netwerk. Het transporttarief ligt in 2020 lager (ondanks de extra overslag), waardoor er meer goederen worden aangetrokken.

[2] Deze observatie is gebaseerd op de veronderstelling dat de investeringskosten in de tarieven verdisconteerd zijn. Gezien de mate van onzekerheid hieromtrent is nader onderzoek op dit punt gewenst.

3.2.2 Vergelijking van de vier verbindende modaliteiten

In de Figuur 12 worden de aangetrokken goederenstromen per netwerk aangegeven in tonnen en tonkilometers. Bij interpretatie van de resultaten moet rekening gehouden worden met de omvang en fijnmazigheid van de verschillende netwerken. Rail-combi heeft bijvoorbeeld een uitgebreider netwerk en daarom een hogere realisatie.



Figuur 12: Realisatie goederenstromen per verbindend netwerk

Uit de bovenstaande figuur blijkt dat vooral bij een OTB verbindend netwerk een grote groei zal plaatsvinden tussen 2020 en 2030. Zoals eerder gezegd, wordt dit veroorzaakt door de verder stijgende transportkosten van door-to-door wegtransport, waardoor OTB-transport ook op de kortere afstanden aantrekkelijk wordt. Juist het feit dat het tonnage sterker stijgt dan het aantal tonkm geeft aan dat het extra transportvolume vooral op kortere afstanden wordt gerealiseerd. Hoe dan ook bereikt OTB niet de volumes van rail-combi, omdat het netwerk gewoon minder omvangrijk is en daardoor ook minder potentie heeft.

3.3 Mogelijk kritische factoren

Eén van de doelen van het eerste ontwerpatelier was het identificeren van kritische factoren voor het ruimtelijk ontwerp van een landelijk netwerk. Tijdens het ontwerpatelier is een aanzet gemaakt voor kritische factoren die de kostencurve bepalen en deze opgedeeld in 2 scenario's: een OTB + scenario (positief voor de ontwikkeling van ondergronds transport) en een OTB – scenario, (zie

Tabel 2). Deze kritische factoren zijn meegenomen als mogelijke parameters in de gevoeligheidsanalyse.

Tabel 2. Mogelijk kritische factoren, genoemd in het eerste ontwerpatelier

OTB + scenario	OTB – scenario
Prijsontwikkeling en prestatie wegvervoer	
Schaarste personeel, stijgende loonkosten	*Tegengestelde ontwikkeling OTB + scenario*
Internalisering externe kosten wegvervoer	
Daling gemiddelde snelheid wegvervoer (congestie)	
	Technologische innovatie wegvervoer (b.v. road trains)
Kostprijsontwikkeling en prestatie OTB	
Overheid investeert mee	*Tegengestelde ontwikkeling OTB + scenario*
Lage rente (dmv overheidsmaatregelen)	
Dalingsfactoren / schaalvoordelen	
Daling handlingskosten	
Beschikbaarheid goedkopere technieken (b.v. cut and cover, sleurtunnels)	
Positieve mogelijkheden dubbel grondgebruik	
	Extra veiligheidsvoorschriften
	Hogere kosten OTB voertuigen
	Hogere eisen systeembetrouwbaarheid
Potentieel volume	
Economische groei	*Tegengestelde ontwikkeling OTB + scenario*
Versnelde standaardisering laadeenheden	
Positief markt draagvlak	
Toenemende tijdgevoeligheid/ betrouwbaarheid goederen (kwalitatieve aspecten vervoersvraag)	
Groei in tweede generatie goederen	
Structurerende werking systeem op distributie & productie	
	Steden goed toegankelijk
	Organisatie einddistributie
Externe (omgeving) trends	
OTB in Europa	*Tegengestelde ontwikkeling OTB + scenario*
	Liberalisering spoor
	Afnemende prioriteit milieu

3.3.1 Classificatie van factoren spreadsheetmodel

De lijst met potentieel kritisch factoren laat zich onderscheiden in kwalitatieve en kwantitatieve factoren. Voor zover mogelijk zijn de in het ontwerpatelier genoemde factoren vertaald naar kwantitatieve factoren. Aangezien de resterende kwalitatieve factoren niet in een kwantitatief model zijn onder te brengen, kunnen deze ook niet in de gevoeligheidsanalyse worden meegenomen. Als aandachtspunten zijn deze factoren wel van belang, vandaar dat wij deze in paragraaf 3.3.2 vermelden.

Vervolgens resteren er 65 kwantitatieve factoren, waaruit een selectie is gemaakt die meegenomen wordt in de gevoeligheidsanalyse. De keuzecriteria hierbij zijn:

- er bestaat een grote mate van onzekerheid over de waarde van de factor;
- er wordt vermoed dat de factor wel eens van wezenlijke invloed kan zijn op de haalbaarheid van een landelijk netwerk

Factoren die niet aan beide criteria voldoen zijn buiten beschouwing gelaten.

Ten behoeve van de selectie is door TNO Inro een eerste lijst opgesteld met potentieel kritische kwantitatieve factoren en een voorstel voor de te analyseren bandbreedtes. Deze lijst is ter beoordeling voorgelegd aan de participanten van het eerste ontwerpatelier. Naar aanleiding van het ontvangen commentaar de lijst bijgesteld. Hierbij zijn zowel bandbreedtes zijn aangepast als mogelijk kritische factoren aan de lijst toegevoegd. Tevens zijn er een paar factoren toegevoegd die in de verdere modelontwikkeling naar voren kwamen. Uiteindelijk zijn 35 factoren in de analyse meegenomen (zie paragraaf 3.3.3) en 30 factoren buiten beschouwing gelaten (zie paragraaf 3.3.4).

3.3.2 Kwalitatieve factoren, niet te onderzoeken in gevoeligheidsanalyse

De volgende kwalitatieve factoren zijn tijdens de inventarisatie naar voren gekomen.

- Effect van een positief draagvlak voor OTB in de markt
- Structurerende werking systeem op distributie en productie: DC’s op netwerk trekken vervoer naar zich toe
- Ontwikkeling van OTB in Europa
- Extra veiligheidsvoorschriften voor OTB
- De mate waarin sprake is van lokaal ruimtegebrek bovengronds
- Positieve mogelijkheden voor dubbel grondgebruik
- Organisatie einddistributie bij OTB
- Mate aansluitbaarheid aansluitpunt stad aan OLS-punt
- Terminalbeleid door overheid
- Hogere eisen aan systeembetrouwbaarheid
- De aanwezigheid van bestaande infrastructuur (vaarwegen, railverbindingen, overslagpunten, etc.)

Deels zijn deze factoren wel naar kwantitatieve factoren te vertalen (bijvoorbeeld systeembetrouwbaarheid), maar niet op een zodanige wijze dat deze eenvoudig in het ontwikkelde globale rekenmodel kunnen worden meegenomen.

3.3.3 Kwantitatieve factoren, nader te onderzoeken in de gevoeligheidsanalyse

Na overleg met betrokkenen zijn de volgende factoren en bandbreedtes gekozen, zie Tabel 3. Voor een gedetailleerde bespreking van deze parameters in samenhang met de resultaten van de

gevoeligheidsanalyse verwijzen wij naar Bijlage 3, waarin elke factor afzonderlijk in een paragraaf wordt toegelicht.

Tabel 3. Kwantitatieve factoren en bandbreedtes t.b.v. gevoeligheidsanalyse

Categorie		Parameter	huidige instelling	minimum	maximum
Goederen	1	Groei in goederenstromen (% per jaar)	2.75%	1.5%	3.25%
	2	Percentage COROP-gebied, ontsloten door netwerk (% van goederenstroom)	80%	60%	100%
	3	Percentage 2e generatie goederen geschikt voor OTB	0% in 2010 75% in 2020	0% in 2010 25% in 2020	25% in 2010 100% in 2020
	4	Belang van tijd t.o.v. kosten bij netwerkkeuze: waarde van 1 minuut tijdswinst in Hfl. (per generatie)	1e gen.: 0.10 2e gen.: 0.05	1e gen.: 0.01 2e gen.: 0.00	1e gen.: 0.2 2e gen.: 0.2
Tijd	5	Snelheid OTB op verbindend netwerk (km/u)	40	20	60
	6	Snelheid OTB op lokaal netwerk (km/u)	20	10	30
	7	Snelheid wegtransport op verbindend netwerk (km/u)	50	30	60
	8	Snelheid wegtransport op lokaal netwerk (km/u)	20	10	40
	9	Laad/lostijd wegtransport	laden: 20 min lossen: 4 min	laden: 15 min lossen: 3 min	laden: 30 min lossen: 6 min
	10	Overslagtijd lokaal netwerk-verbindend netwerk (min.)	1	0	10
Kosten	11	Kosten aanleg verbindend buizennetwerk (mln. Hfl. / km)	21	16	26
	12	Kosten aanleg lokaal buizennetwerk (mln. Hfl. / km)	10	7	13
	13	Opslag civieltechnische voorzieningen op investering in buizennetwerk (%)	15%	10%	20%
	14	Kosten per AGV (x Hfl. 1000), verbindend	40	15	60
	15	Kosten per AGV (x Hfl. 1000), lokaal	40	15	60
	16	Reëel rentepercentage (op investeringen)	4%	2%	6%
	17	Exploitatiekosten OTB als % van de totale investering	3.5%	2%	5%
	18	Reële groei brandstofkosten wegtransport per jaar (%)	2.5%	0.5%	5%
	19	Reële groei personeelskosten wegtransport per jaar (%)	3%	0.5%	5%
	20	Kosten voor overslag/overgang OTB van lokaal netwerk naar verbindend netwerk (Hfl/ton)	0.25	0.00	5.00
	21	Kosten laden / lossen wegvervoer (Hfl./ton)	8.33	0.8	12
	22	Kosten laden / lossen OTB (Hfl../ton)	5	0.5	8
	23	Marge OTB-transport op kosten	5%	0%	10%
Overheid	24	Bijdrage overheid aan investering in lokaal buizennetwerk	30%	10%	50%
	25	Bijdrage overheid aan investering in verbindend buizennetwerk	30%	0%	100%
	26	Bijdrage overheid aan exploitatiekosten	30%	0%	60%
Dimensies	27	Ontwerp bezettingsgraad van buis (%)	40%	30%	60%
	28	Lengte lokaal buizennet in km. per mln. ton goederenvervoer	20	10	30
	29	Aantal AGV's op het verbindende netwerk per mln. tonkm goederenvervoer (bij 40 km/uur en gemiddelde belading 0.432 ton)	16	11	21
	30	Aantal AGV's op het lokale netwerk per mln. ton goederenvervoer (bij 20 km/uur en gemiddelde belading 0.228 ton)	427	250	600
	31	Percentage leegrijden OTB (leeg, verbindend)	33%	25%	40%
	32	Gemiddelde belading AGV verbindend excl. leegrijden (ton)	0.432	0.25	0.70
	33	Gemiddelde belading AGV lokaal excl. leegrijden (ton)	0.432	0.25	0.70
	34	Aantal AGV's in treintje op verbindend netwerk	4	1	20
	35	Remvertraging treintje van AGV's (m/s2)	2	1	3

3.3.4 Kwantitatieve factoren, niet te onderzoeken in de gevoeligheidsanalyse

Een groot aantal factoren is wel in het model opgenomen, maar is vooralsnog buiten de gevoeligheidsanalyse gelaten omdat niet voldaan is aan de criteria als genoemd in paragraaf 3.3.1. Voor deze factoren moet natuurlijk wel een waarde gekozen worden. Tabel 4 bevat een overzicht van deze factoren met de bijbehorende waarden die in overleg met betrokkenen zijn vastgesteld.

Tabel 4. Kwantitatieve factoren, *niet* te variëren in gevoeligheidsanalyse

nr	Parameter	huidige instelling
1	Gemiddelde afstand transport binnen de COROP-regio, OTB (km)	10 km.
2	Wachttijd op vervoermiddel OTB als onderdeel van de doorlooptijd (min.)	15 min.
3	Wachttijd op vervoermiddel wegtransport als onderdeel van de doorlooptijd (min.)	30 min.
4	Laad/lostijd OTB (min.)	1 min.
5	Aantal stops wegtransport per rit	5
6	Gemiddelde wachttijd per stop wegtransport (min.)	10 min.
7	Reële groei voertuigkosten wegtransport per jaar (%)	1%
8	Overheadkosten wegtransport als % van de personeelskosten (%)	50%
9	Gemiddeld aantal wijkdistributiecentra per mln. ton goederenvervoer lokaal	6.3
10	Gemiddeld aantal logistieke parken per knooppunt in het netwerk	1.5
11	Kosten per wijkdistributiecentrum (mln. Hfl.)	6
12	Kosten per logistiek park (mln. Hfl.)	90
13	Overheidsbijdrage per logistiek park (infrastructuur) percentage	16.7%
14	Gemiddelde belading wegvervoer excl. leegrijden (ton)	12
15	Percentage leegrijden wegtransport	40%
16	Lengte AGV (m)	2
17	Veiligheidsmarge bij remmen (m)	2.5
18	Reactietijd tot aanvang noodstop (sec)	0.1
19	Aantal operationele dagen van buizennetwerk per jaar	312
20	Aantal operationele uren van buizennetwerk per dag	18
21	Marge wegtransport op kosten	2%
22	Standaardafwijking kostenverschil t.b.v. toedeling (1e, 2e generatie)	4; 6
23	Gemiddelde afstand transport binnen de COROP-regio, weg (km)	10 km.
24	Minimaal tarief OTB als % van tarief wegtransport	90%
25	Brandstofkosten per km, 1995	0.4173
26	Voertuigkosten per km., 1995	0.4497
27	Personeelskosten per uur, 1995	45.92
28	Afschrijvingstermijn buis (jaar)	50
29	Afschrijvingstermijn AGV's	10
30	Afschrijvingstermijn terminals	20

3.4 Het beschouwde OTB-netwerk

In Figuur 13 is een schematisch overzicht gegeven van het netwerk dat gebruikt is voor de gevoeligheidsanalyse. De bijbehorende knooppunten en verbindingen zijn in Tabel 5 vermeld.

Figuur 13. OTB-netwerk, gebruikt voor de gevoeligheidsanalyse

Tabel 5. Knooppunten en verbindingen in het beschouwde OTB-netwerk

Knooppunten	Verbindingen	
Utrecht	Almelo - Deventer	Gouda – Rotterdam
Amsterdam	Amsterdam - Zaandam	Gouda – Utrecht
Den Bosch	Apeldoorn - Zwolle	Haarlem – Amsterdam
Zaandam	Arnhem - Apeldoorn	Haarlem – Beverwijk
Rotterdam	Beverwijk - Alkmaar	Hilversum – Amsterdam
Leiden	Breda – Dordrecht	Leiden – Haarlem
Den Haag	Breda – Tilburg	Maastricht – Roermond
Delft	Delft - Den Haag	Roermond – Eindhoven
Dordrecht	Den Bosch – Tiel	Roermond – Venlo
Gouda	Den Haag – Leiden	Rotterdam – Delft
Breda	Deventer – Apeldoorn	Tiel – Arnhem
Tilburg	Doetinchem – Arnhem	Utrecht – Apeldoorn
Haarlem	Dordrecht – Rotterdam	Utrecht – Hilversum
Beverwijk	Dordrecht – Tiel	Utrecht – Tiel
Eindhoven	Eindhoven – Den Bosch	Venlo – Arnhem
Hilversum	Eindhoven – Tilburg	Zaandam – Alkmaar
Apeldoorn	Gouda – Den Haag	
Arnhem		
Tiel		
Doetinchem		
Deventer		
Almelo		
Maastricht		
Venlo		
Roermond		
Alkmaar		
Zwolle		

Dit netwerk is tot stand gekomen op basis van twee criteria:

- Een door H. Gordijn gemaakt overzicht van de aantrekkelijkheid van steden voor OTB-transport op basis van gegevens van het Platform Stedelijke Distributie.
- Een rangschikking van knooppunten op basis van toenemende marginale netwerkpotentie per km.; dat wil zeggen, begin met de verbinding waarvoor de netwerkpotentie per km het hoogste is (zie subparagraaf 2.3.2.1 voor een beschrijving netwerkpotentie); bouw vervolgens een verzameling knooppunten in een netwerk op door steeds dat knooppunt toe te voegen, dat de vervoerspotentie per minimaal noodzakelijke km buis zo groot mogelijk is; de volgorde van de knooppunten uit Tabel 5 is het resultaat van deze analyse voor de voorspelde eerste en tweede generatie goederenstroom in 2020.

Nadat de knooppunten zijn gekozen, is hierin een op het oog redelijk netwerk in ontworpen, mede op basis van de resultaten van het eerste ontwerpatelier. Benadrukt moet worden dat er *geen expliciete optimalisatie* heeft plaatsgevonden. Het is dus zeer waarschijnlijk dat er betere netwerken bestaan.

De gevoeligheidsanalyses zijn gemaakt voor een netwerk met OTB als verbindende modaliteit. Gebruik is gemaakt van de voorspelde goederenstromen voor de eerste generatie goederen en (een te variëren deel) tweede generatie goederen in 2020.

3.5 Prestatie-indicatoren

In de inleiding zijn de beoordelingscriteria van een landelijk netwerk al kort benoemd. Hier zullen wij de prestatie-indicatoren preciezer definiëren:

1. *De potentie van een gekozen netwerk*, zijnde het tonnage dat maximaal via het netwerk kan worden getransporteerd, veronderstellende goederenstromen alleen op het netwerk terecht kunnen komen als zowel herkomst als bestemming in een COROP-gebied liggen waarin een knooppunt van het netwerk voorzien is (zie 2.3.2.1).
2. De *realisatie van de goederenstromen op het netwerk* is dat deel van de goederenstromen (tonnage) dat volgens prognose via het OTB-netwerk zal worden vervoerd omdat dit qua doorlooptijd en vervoerstarief voldoende concurrerend is met het wegvervoer (zie 2.3.2.2).
3. *Investeringen, aandeel overheid.* De opbouw van de totale investeringen is beschreven in 2.3.2.4. Voor een aantal van deze posten is de optie opgenomen om een deel door de overheid te laten betalen. Er zijn aparte percentages voor verbindend buizennet met bijbehorende civieltechnische voorzieningen, lokaal buizennet met bijbehorende civieltechnische voorzieningen en logistieke parken opgenomen. Uitgangspunt is dat de overheid geen bijdrage levert aan voertuigen en wijkdistributiecentra. Het overheidsaandeel in de investeringen ontstaat door de verschillende posten te vermenigvuldigen met de gespecificeerde percentages (zie Tabel 3, factor 24 en 25 en Tabel 4, factor 13)
4. *Investeringen, privaat aandeel.* Deze bestaat uit de investeringen als genoemd in 2.3.2.4 waarvan de overheidsbijdrage is afgetrokken.

5. *Jaarlijkse kosten, overheid*. De totale jaarlijkse kosten zijn beschreven in 2.3.2.4. Als de overheid een deel van de investeringen voor haar rekening neemt, komt dit terug in de jaarlijkse kosten via afschrijvingen en rentebetalingen. Daarnaast is de optie meegenomen dat de overheid een deel van de exploitatiekosten voor haar rekening neemt (zie tabel 3., factor 26)
6. *Jaarlijkse kosten, privaat.* Deze bestaat uit de jaarlasten als genoemd onder 2.3.2.4 waarvan de overheidsbijdrage is afgetrokken.
7. *Saldo privaat*: Opbrengsten minus jaarlijkse kosten privaat (zie 2.3.2.2 en 2.3.2.4 voor de opbrengstenbepaling)

3.6 Overzicht van de resultaten

In de nu volgende Paragrafen zullen de effecten van de onderzochte factoren voor de belangrijkste prestatie-indicatoren gepresenteerd worden, zijnde de realisatie van de goederenstromen op het netwerk en het saldo privaat. Voor de overige prestatie-indicatoren verwijzen wij naar Bijlage 3. In Tabel 8 is een overzicht van alle resultaten is gegeven.

De gevoeligheidsanalyse betreft een eenvoudige analyse waarin de factoren één voor één gevarieerd worden. Dit impliceert dat de gemeten effecten alleen waarde hebben ten opzichte van het gekozen middenscenario. Interacties tussen de verschillende factoren, die ongetwijfeld aanwezig zijn, kunnen dus niet worden onderkend. Voor een eerste screening van kritische factoren hoeft dit echter geen grote belemmering te zijn.

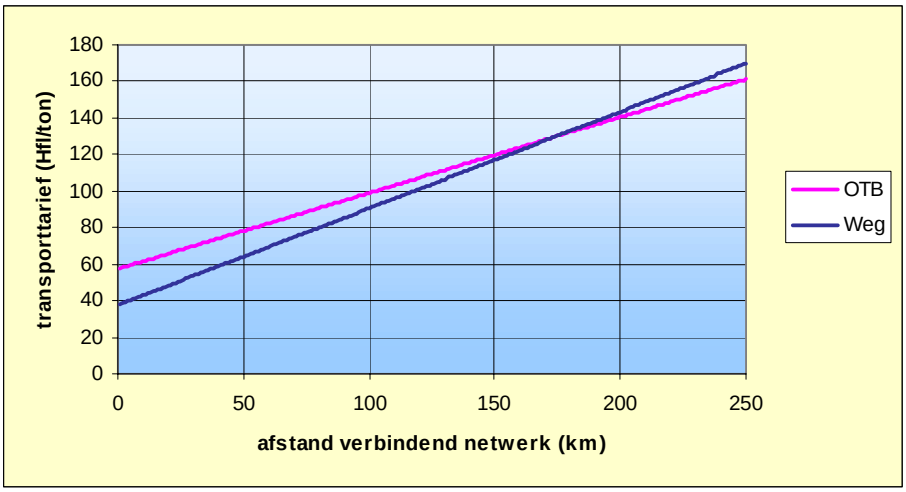
3.6.1 Realisatie goederenstromen op netwerk

In het middenscenario is de realisatie van de goederenstromen in 2020 gelijk aan **10.6 mln. ton**. De realisatie van de goederenstromen op het netwerk varieert sterk met veel parameters. De top 10 is in de onderstaande tabel weergegeven. Onder de kop ‘bandbreedte’ wordt aangegeven tussen welke waarden de realisatie van de goederenstromen variëren als de beschouwde parameter verandert. De eerstgenoemde waarde heeft daarbij betrekking op de minimum waarde van de parameter en de laatstgenoemde op de maximum waarde van de parameter. Bijvoorbeeld, een lokale snelheid wegvervoer van 10 km/u leidt tot een realisatie van 49.9 mln. ton op het landelijk netwerk, uitgaande van de middenwaarden voor de overige parameters. Een lokale snelheid wegvervoer van 30 km/u leidt tot een realisatie van 1.5 mln. ton op het landelijk netwerk.

Tabel 6. De top 10 relevante factoren voor de realisatie van de goederenstromen op het netwerk.

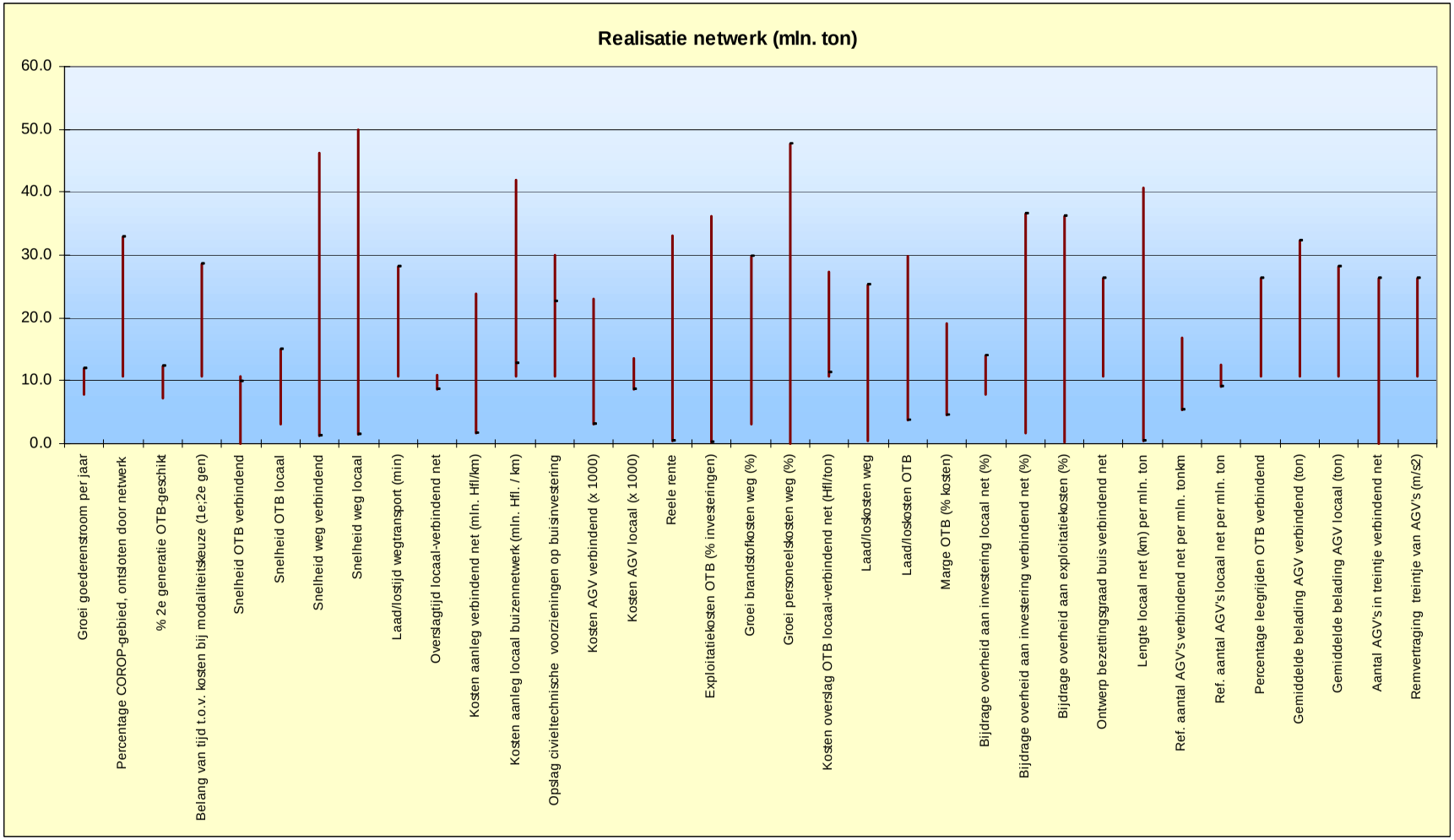
Factor	Bandbreedte (mln. ton)
Snelheid weg lokaal	49.9 → 1.5
Groei personeelskosten weg (%)	0.0 → 47.7
Snelheid weg verbindend	46.2 → 1.3
Lengte lokaal net (km) per mln. Ton	40.7 → 0.5
Exploitatiekosten OTB (% investeringen)	36.2 → 0.2
Bijdrage overheid aan exploitatiekosten (%)	0.2 → 36.2
Bijdrage overheid aan investering verbindend net (%)	1.7 → 36.5
Reële rente	33.1 → 0.5
Gemiddelde belading AGV verbindend (ton)	0.0 → 32.3
Groei brandstofkosten weg (%)	3.1 → 29.7

De sterke fluctuaties in de realisatie van goederenstromen wordt veroorzaakt door het volgende verschijnsel. Allereerst zijn tariefsverschillen tussen OTB en wegtransport dominant in de modaliteitskeuze (middenscenario). Daarnaast zijn de tarieven als functie van de afstand op het verbindende netwerk voor beide modaliteiten lijnen met gelijksoortige hellingshoek zijn, zie Figuur 14. Dit betekent dat relatief kleine wijzigingen in de tariefsgerelateerde parameters het break-even point sterk kan doen wijzigen. Er zijn vele factoren die de tarieven voor wegtransport en OTB beïnvloeden, en deze vormen allen kritische factoren. Geconcludeerd kan dan ook worden dat nader onderzoek naar de ontwikkeling van transporttarieven voor wegtransport en OTB van belang is.



Figuur 14. Break-even analyse voor de transporttarieven van OTB-transport en wegvervoer in het middenscenario

Merk verder op dat een hogere gemiddelde belading van AGV's op het verbindende netwerk leidt tot minder AGV's (en bij gelijk blijvende kosten voor de AGV dus tot lagere investeringen; een stijging in de kosten per AGV ligt echter voor de hand). Daarnaast is het mogelijk om grotere volumes door een verbindende buis te vervoeren, waardoor de investeringskosten over een groter volume verdeeld kunnen worden en de OTB-tarieven omlaag kunnen. Dit leidt tot een hoger vervoersvolume op het landelijk netwerk.



Figuur 15. Effecten van de factoren op de realisatie van goederenstromen op het netwerk

3.6.2 Saldo privaat: Opbrengsten minus jaarlijkse kosten privaat

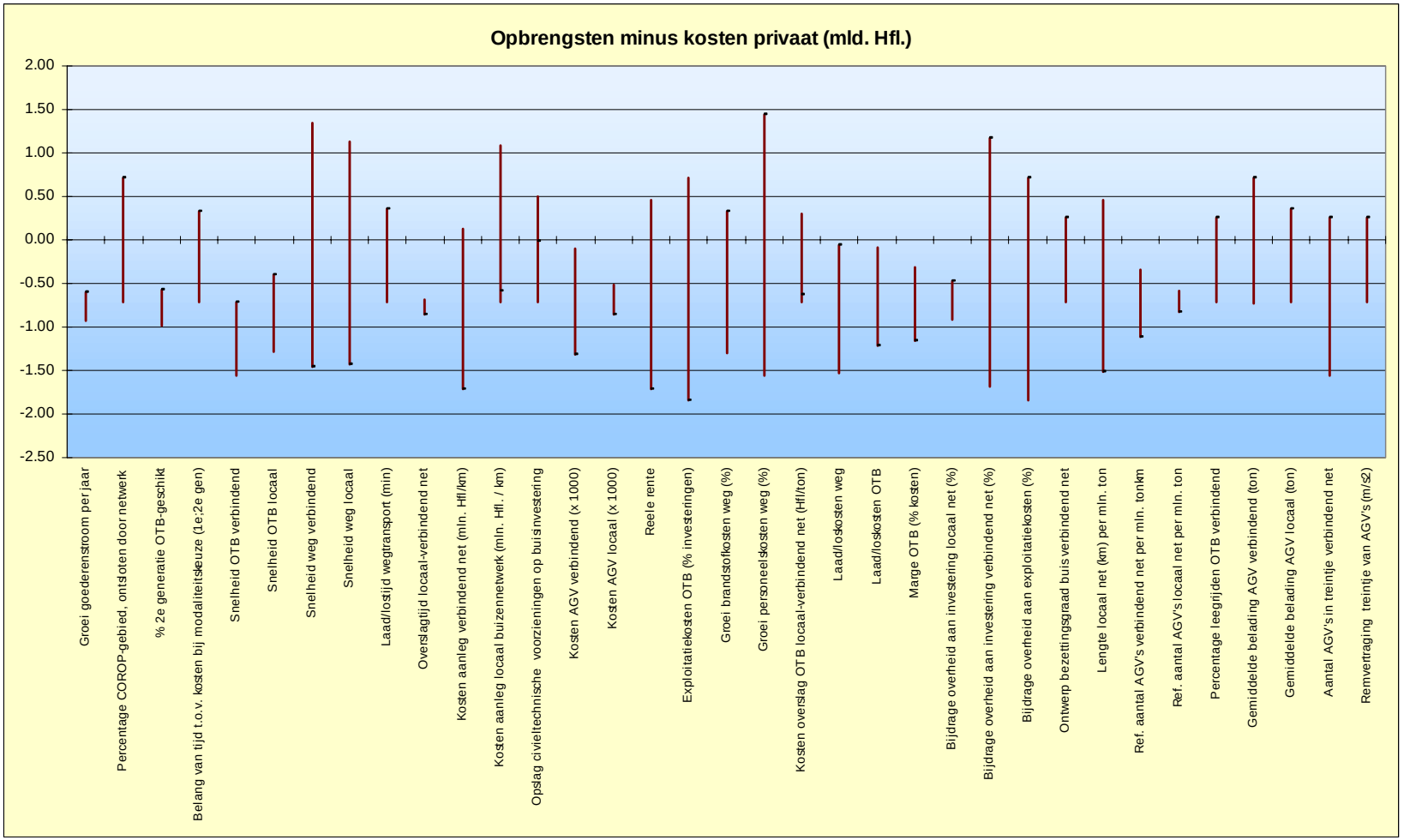
In het middenscenario is het jaarlijkse saldo privaat (2020) gelijk aan **–0.71 mld. Hfl**. (een negatief saldo derhalve). Tabel 7 bevat de top-8 relevante factoren.

Tabel 7. De top-5 relevante factoren voor jaarlijkse saldo (opbrengsten minus private kosten)

Factor	Bandbreedte (mld. Hfl)
Groei personeelskosten weg (%)	-1.56 → 1.44
Bijdrage overheid aan investering verbindend net (%)	-1.69 → 1.17
Snelheid weg verbindend	1.35 → -1.46
Snelheid weg lokaal	1.13 → -1.43
Bijdrage overheid aan exploitatiekosten (%)	-1.84 → 0.71
Exploitatiekosten OTB (% investeringen)	0.71 → -1.84
Gemiddelde belading AGV verbindend (ton)	-1.56 → 0.67
Reële rente	0.46 → -1.71

Kritische factoren zijn met name de overheidsbijdragen en die factoren die een grote invloed hebben op kosten- en tijdverschil tussen wegtransport en OTB-transport. Daarnaast is de reële rente van invloed.

Hoewel er slechts sprake is van een ruwe inschatting van opbrengsten, valt wel op dat de factoren uit de bovenstaande tabel elk op zich het verschil tussen een rendabel en verliesgevend OTB netwerk kunnen bepalen.



Figuur 16. Effecten van de factoren op het jaarlijkse saldo (opbrengsten minus kosten privaat, mld. Hfl.)

14	Kosten AGV verbindend (x 1000)	15	40	60	57.2	57.2	23.1	3.0	11.5	8.0	30.4	20.9	0.92	0.64	2.44	1.68
15	Kosten AGV locaal (x 1000)	15	40	60	57.2	57.2	13.5	8.6	8.7	8.4	23.8	22.5	0.71	0.68	1.96	1.84
16	Reele rente	2%	4%	6%	57.2	57.2	33.1	0.5	12.6	7.8	35.3	20.0	0.90	0.70	2.60	1.78
17	Exploitatiekosten OTB (% investeringen)	2.00%	3.50%	5.00%	57.2	57.2	36.2	0.2	13.3	7.8	37.1	19.9	0.85	0.75	2.58	1.86
18	Groei brandstofkosten weg (%)	0.50%	2.50%	5.00%	57.2	57.2	3.1	29.7	8.0	12.4	20.8	34.4	0.64	1.01	1.66	2.87
19	Groei personeelskosten weg (%)	1%	3%	5%	57.2	57.2	0.0	47.7	7.8	16.0	19.9	44.8	0.62	1.30	1.56	3.75
20	Kosten overslag OTB locaal-verbindend net (Hfl/ton)	0	0.25	5	57.2	57.2	11.4	1.7	8.6	7.9	23.3	20.4	0.70	0.63	1.91	1.82
21	Laad/loskosten weg	0.8	8.33	12	57.2	57.2	0.4	25.4	7.8	11.7	20.0	32.1	0.62	0.95	1.58	2.66
22	Laad/loskosten OTB	0.5	5	8	57.2	57.2	29.9	3.7	12.3	8.1	34.0	21.0	1.00	0.65	2.83	1.69
23	Marge OTB (% kosten)	0%	5%	10%	57.2	57.2	19.1	4.5	9.9	8.1	27.3	21.3	0.81	0.65	2.27	1.71
24	Bijdrage overheid aan investering locaal net (%)	10%	30%	50%	57.2	57.2	7.9	13.9	8.0	9.4	22.6	23.4	0.66	0.74	1.82	1.95
25	Bijdrage overheid aan investering verbindend net (%)	0%	30%	100%	57.2	57.2	1.7	36.5	0.7	37.6	27.6	13.7	0.34	2.06	1.91	2.21
26	Bijdrage overheid aan exploitatiekosten (%)	0%	30%	60%	57.2	57.2	36.2	7.8	13.3	19.9	37.1	0.33	1.61	1.86	2.58
27	Ontwerp bezettingsgraad buis verbindend net	30%	40%	60%	57.2	57.2	0.4	26.4	7.8	9.6	20.0	27.7	0.62	0.80	1.58	2.35
28	Lengte locaal net (km) per mln. ton	10	20	30	57.2	57.2	10.2	0.5	7.8	7.7	35.2	0.03	1.03	0.01	1.58	0.67
29	Ref. aantal AGV's verbindend net per mln. tonkm	11	16	21	57.2	57.2	16.8	5.4	9.6	8.2	26.0	21.7	0.78	0.66	2.12	1.76
30	Ref. aantal AGV's locaal net per mln. ton	250	427	600	57.2	57.2	12.5	9.0	8.7	8.4	23.6	22.6	0.70	0.68	1.93	1.85
31	Percentage leegrijden OTB verbindend	25%	33%	40%	57.2	57.2	16.5	5.2	9.0	8.2	24.8	21.5	0.73	0.66	2.06	1.73
32	Gemiddelde belading AGV verbindend (ton)	0.25	0.432	0.7	57.2	57.2	0.0	32.3	7.8	10.3	19.9	28.9	0.62	0.84	1.56	2.40
33	Gemiddelde belading AGV locaal (ton)	0.25	0.432	0.7	57.2	57.2	7.8	12.4	8.4	8.7	22.3	23.5	0.67	0.70	1.81	1.93
34	Aantal AGV's in treintje verbindend net	1	4	20	57.2	57.2	0.0	26.4	7.8	9.6	19.9	27.7	0.62	0.80	1.56	2.35
35	Remvertraging treintje van AGV's (m/s2)	1	2	3	57.2	57.2	0.0	24.0	7.8	9.5	19.9	27.0	0.62	0.78	1.56	2.28

in Tabel 3. De resultaten van het midden scenario zijn als volgt: =8.5 mld. en privaat=23.1 mld., jaarkosten overheid=0.69 mld. en

3.7 Overige effecten

Door ing. A.Th. Dullemond van TNO Bouw zijn inschattingen gemaakt voor de bandbreedtes die in de gevoeligheidsanalyse ontstaan voor de overige effecten zoals congestie, milieu, hinder en verkeersveiligheid. Deze effecten zijn doorgerekend met het model dat door TNO Bouw is ontwikkeld, zie Dullemond en Dekker [1998]. De resulterende bandbreedtes zijn vermeld in Tabel 9.

Tabel 9. Bandbreedtes voor de overige effecten

	min.	max.
Congestie snelwegen (mld. Hfl.)	-0.15	0.00
Congestie bebouwde kom (mld. Hfl.)	-0.14	0.00
Geluidshinder >55db(A) (aantal woningen)	-36372	0
Geluidshinder <55db(A) (aantal woningen)	-164296	0
Visuele hinder (aantal woningen)	-19452	0
Aantal ongevallen (percentage)	-12%	0%
Ruimtebeslag door wegen (km2)	-6.04	0.00
Uitstoot CO_2 (mln. kg.)	-1692.1	0.0
Uitstoot CO (mln. kg.)	-12.4	0.0
Uitstoot VOS (mln. kg.)	-5.9	0.0
Uitstoot NO_x (mln. kg.)	-24.1	0.0
Uitstoot stof (mln. kg.)	-1.7	0.0
Uitstoot SO_2 (mln. kg.)	-2.1	0.0

Hieruit blijkt dat de maximale besparing in congestie significant is, maar niet zeer groot. De verkeersveiligheid kan met zo'n 12% verbeteren (aantal verkeersongevallen voor vracht- en bestelauto's), hetgeen interessant is. De uitstoot aan diverse stoffen kan verminderen met een redelijk percentage. Ter vergelijking, de uitstoot aan CO_2 in 1995 was zo'n 26.000 mln. kg., waarvan 9.000 mln. kg door vrachtwagens en bestelwagens.

Al met al zijn de overige effecten niet te verwaarlozen, maar ook niet spectaculair. Dit heeft deels te maken met het feit dat OTB-netwerken slechts een beperkt deel van de goederenstroom kunnen afwerken (zie Figuur 3) en deels met het feit dat het geschetste netwerk beperkte potentie heeft. Het laatste is te beïnvloeden door het netwerk fijnmaziger te maken.

3.8 Gevoeligheidsanalyse voor de overige verbindende modaliteiten

Het is bij voorbaat niet duidelijk in hoeverre de gevonden kritische factoren in Paragraaf 3.6 ook van toepassing zijn voor landelijke netwerken met een andere verbindende modaliteit dan OTB. Daarom is de gevoeligheidsanalyse herhaald voor de overige modaliteiten. Aangezien er geen inzicht is in de

benodigde investeringen, is het niet mogelijk om betrouwbare financiële resultaten te genereren. Wel kan met behulp van een realistische tariefstelling de realisatie van de goederenstromen op het netwerk aan een gevoeligheidsanalyse worden onderworpen. De resultaten hiervan komen aan de orde in de volgende drie subparagraven voor respectievelijk rail-combi (3.8.1), binnenvaart (3.8.2) en combi-road (3.8.3). De te variëren parameters wijken op een aantal punten iets af van de parameters in Tabel 3, en wel om twee redenen:

- sommige parameters zijn niet relevant, namelijk degenen die betrekking hebben op een verbindend OTB-netwerk
- andere parameters moeten worden gewijzigd en/of toegevoegd, namelijk overslagtijden en -kosten tussen lokaal en verbindend netwerk, en transporttijd en transporttarief op het verbindende netwerk, afhankelijk van modaliteit. In elke subparagraaf zullen deze wijzigingen worden weergegeven

In totaal resteren er dan 27 relevante parameters die worden meegenomen bij de gevoeligheidsanalyse voor de andere verbindende modaliteiten.

3.8.1 Realisatie goederenstromen rail-combi

Ten opzichte van de parameters uit Tabel 3 worden zijn volgende wijzigingen doorgevoerd:

Tabel 10. Wijzigingen bandbreedtes gevoeligheidsanalyse (verbindende modaliteit rail-combi)

Parameter	midden	min.	max.
Overslagtijd lokaal netwerk-verbindend netwerk (min.)	15	5	30
Snelheid op verbindend netwerk (km/u)	60	35	90
Kosten overslag van lokaal naar verbindend netwerk (Hfl/ton)	12.50	5.00	20.00
Transportkosten op verbindend netwerk (Hfl./tonkm), excl. overslag	0.10	0.025	0.15

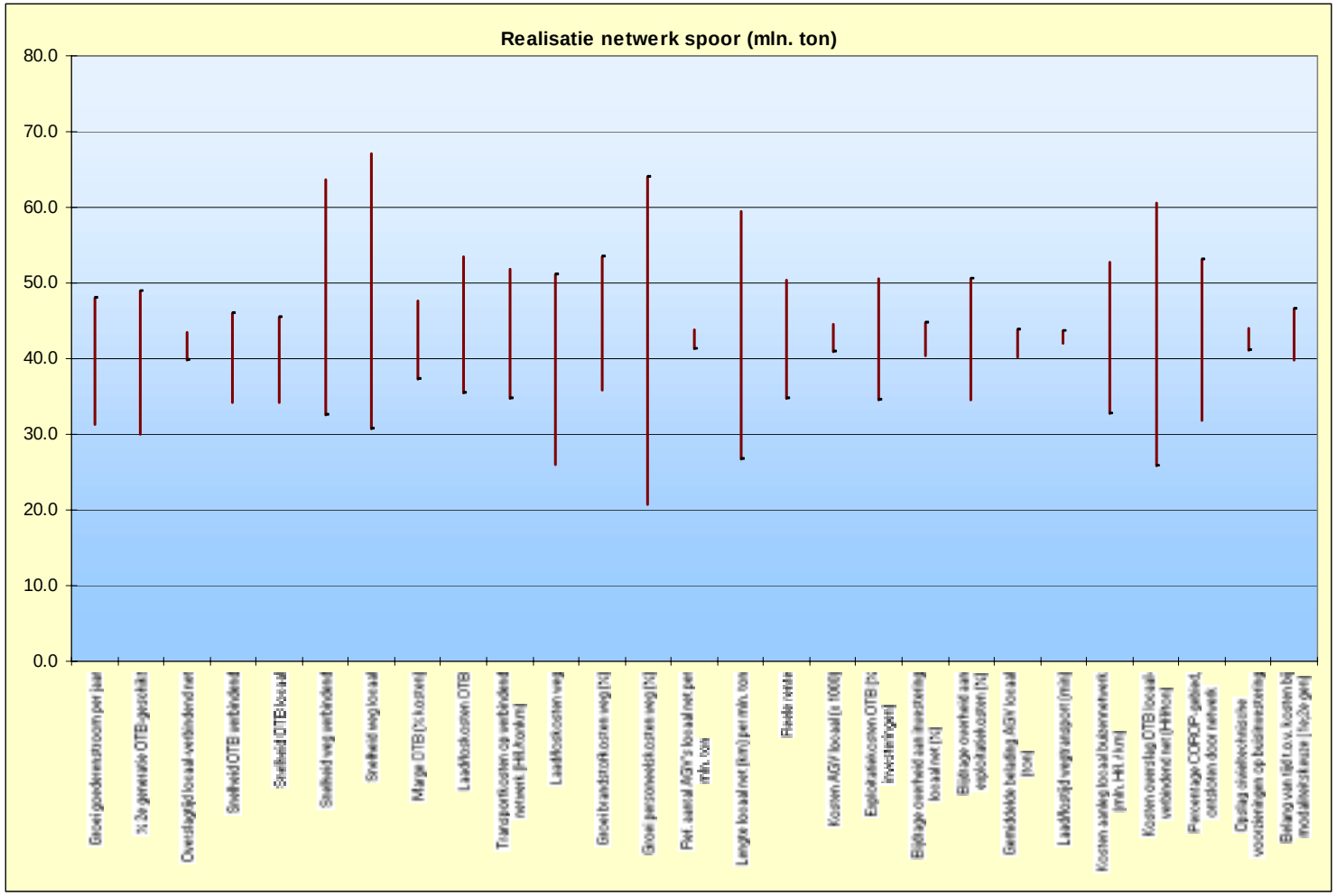
In het middenscenario is de realisatie van de goederenstromen in 2020 gelijk aan **42.6 mln. ton**. De realisatie van de goederenstromen op het netwerk varieert sterk met veel parameters. De top 7 is in de onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 11. Top 7 relevante factoren voor realisatie goederenstromen (rail-combi).

Factor	Bandbreedte (mln. ton)
Groei personeelskosten weg (%)	20.7 → 64.0
Snelheid weg lokaal	67.0 → 30.7
Kosten overslag OTB lokaal-verbindend net (Hfl/ton)	60.6 → 25.7
Lengte lokaal net (km) per mln. Ton	59.5 → 26.7
Snelheid weg verbindend	63.6 → 32.6
Laad/loskosten weg	26.1 → 51.1
Percentage COROP-gebied, ontsloten door netwerk	31.9 → 53.1

Ook nu blijkt de kostenverhouding tussen wegtransport en het landelijk netwerk dominant te zijn. Doordat de kostenstructuur wat anders is bij rail-combi als verbindende modaliteit zijn de factoren die

hier naar voren komen iets anders. Zo staan de overslagkosten van lokaal op verbindend netwerk nu hoog genoteerd. Hieruit blijkt het belang van efficiënte overslag (snel en goedkoop) voor de aantrekkelijkheid van een landelijk netwerk. Opvallen is de importantie van de laad/loskosten wegtransport. Bij de gekozen bandbreedtes spelen deze bijna een gelijkwaardige rol aan overslagkosten. Efficiënter laden en lossen van wegtransport kan het voordeel van OTB dus weer teniet doen. De lengte van het benodigde lokale netwerk oefent invloed uit via de kosten van lokaal transport via OTB. Indien er meer buisleidingen nodig zijn voor lokaal transport, betekent dit dat het lokale vervoer aanzienlijk duurder wordt en daarmee vanzelfsprekend ook het door-to-door transport via OTB.



Figuur 17. Effecten van de factoren op de realisatie van goederenstromen op het netwerk met rail-combi als verbindende modaliteit

3.8.2 Realisatie goederenstromen binnenvaart

Ten opzichte van de parameters uit Tabel 3 worden volgende wijzigingen doorgevoerd:

Tabel 12. Wijzigingen bandbreedtes gevoeligheidsanalyse (verbindende modaliteit binnenvaart)

Parameter	midden	min.	max.
Overslagtijd lokaal netwerk-verbindend netwerk (min.)	30	15	60
Snelheid op verbindend netwerk (km/u)	27	20	50
Kosten overslag van lokaal naar verbindend netwerk (Hfl/ton)	6.25	3.00	10.00
Transportkosten op verbindend netwerk (Hfl./tonkm), excl. overslag	0.05	0.02	0.08

In het middenscenario is de realisatie van de goederenstromen in 2020 gelijk aan **13.5 mln. ton**. De realisatie van de goederenstromen op het netwerk varieert sterk met veel parameters. De top 5 is in de onderstaande tabel weergegeven.

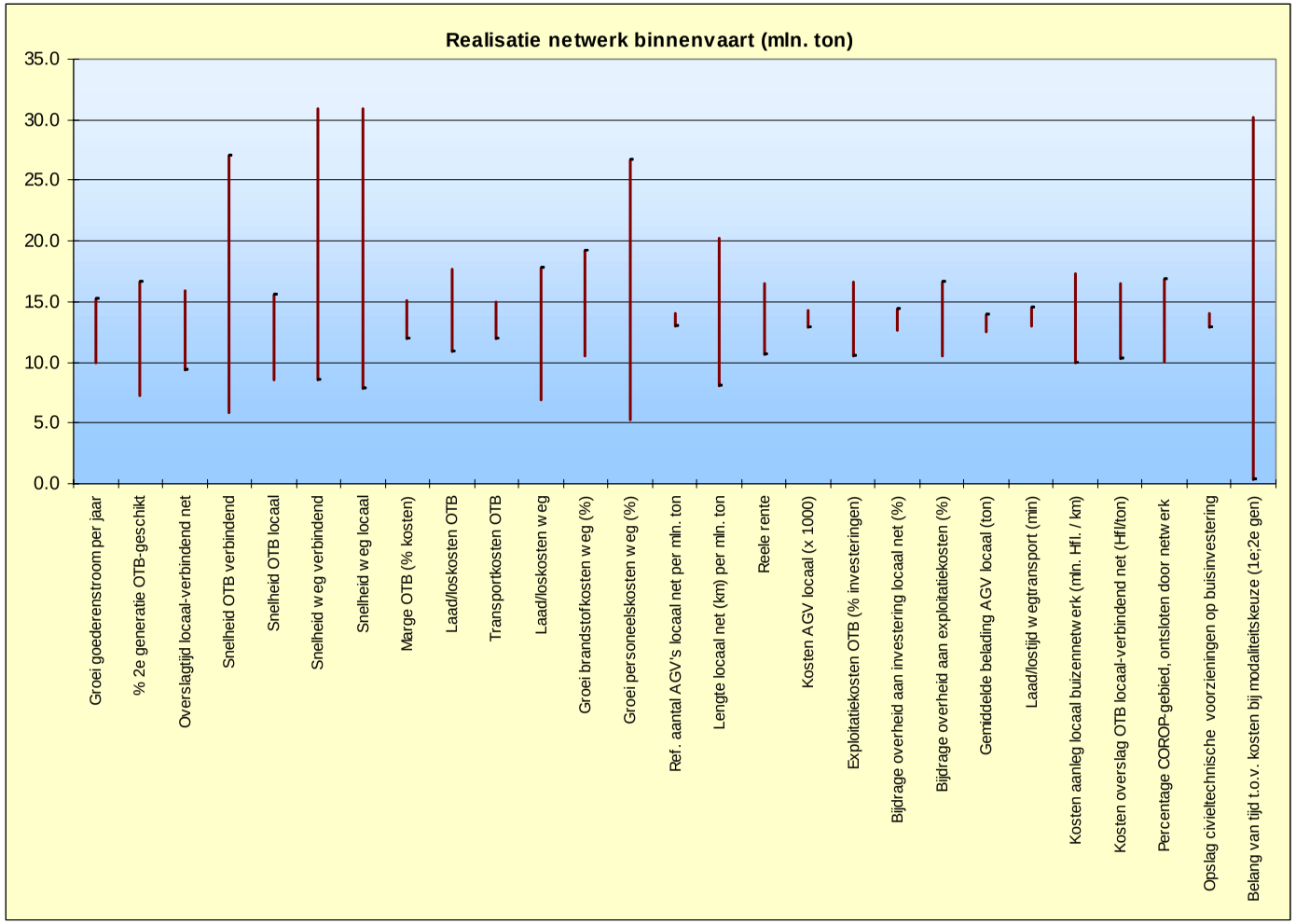
Tabel 13. Top 5 relevante factoren voor realisatie goederenstromen (binnenvaart).

Factor	Bandbreedte (mln. ton)
Belang van tijd t.o.v. kosten bij modaliteitskeuze	30.2 → 0.3
Snelheid weg lokaal	30.9 → 7.8
Snelheid weg verbindend	30.9 → 8.5
Groei personeelskosten weg (%)	5.3 → 26.7
Snelheid OTB verbindend	5.8 → 27.0

Opvallend is dat, naast kostenverschillen, hier ook doorlooptijdverschillen een rol spelen. Dit komt met name tot uitdrukking in de tijdswaardering, die nu plotseling de belangrijkste factor wordt. Opvallend is het grote verschil in belang ten opzichte van de overige verbindende modaliteiten. Dit verschijnsel is zeer goed verklaarbaar doordat binnenvaart veel goedkoper, maar ook veel trager is dan wegtransport. Op kosten is binnenvaart snel aantrekkelijk, maar als tijd een belangrijkere rol gaat spelen, neemt de aantrekkelijkheid snel af. Binnenvaart zal zich dus op het kostengevoelige marktsegment richten, waarvoor doorlooptijd geen factor van betekenis is (binnen redelijke grenzen).

Het belang van doorlooptijd komt ook tot uitdrukking in de hoge notering van de snelheid wegtransport lokaal en verbindend. Echter, de kostenverschillen werken ook door via de snelheid van het wegtransport. Aangezien het transporttarief deels wordt bepaald door personeelskosten, leidt een lagere snelheid (en dus langere rijtijd) tot een hoger tarief per tonkm. Dit kan de kostenafweging t.o.v. het landelijk netwerk doorslaggevend beïnvloeden.

Verder valt op dat overslagkosten een minder groot effect hebben dan bij rail-combi. Binnenvaart is op het verbindende netwerk al een goedkope modaliteit, zodat de overslagkosten wat minder duidelijk naar voren komen.



Figuur 18. Effecten van de factoren op de realisatie van goederenstromen op het netwerk met binnenvaart als verbindende modaliteit

3.8.3 Realisatie goederenstromen combi-road

Ten opzichte van de parameters uit Tabel 3 worden zijn volgende wijzigingen doorgevoerd:

Tabel 14. Wijzigingen bandbreedtes gevoeligheidsanalyse (verbindende modaliteit combi-road)

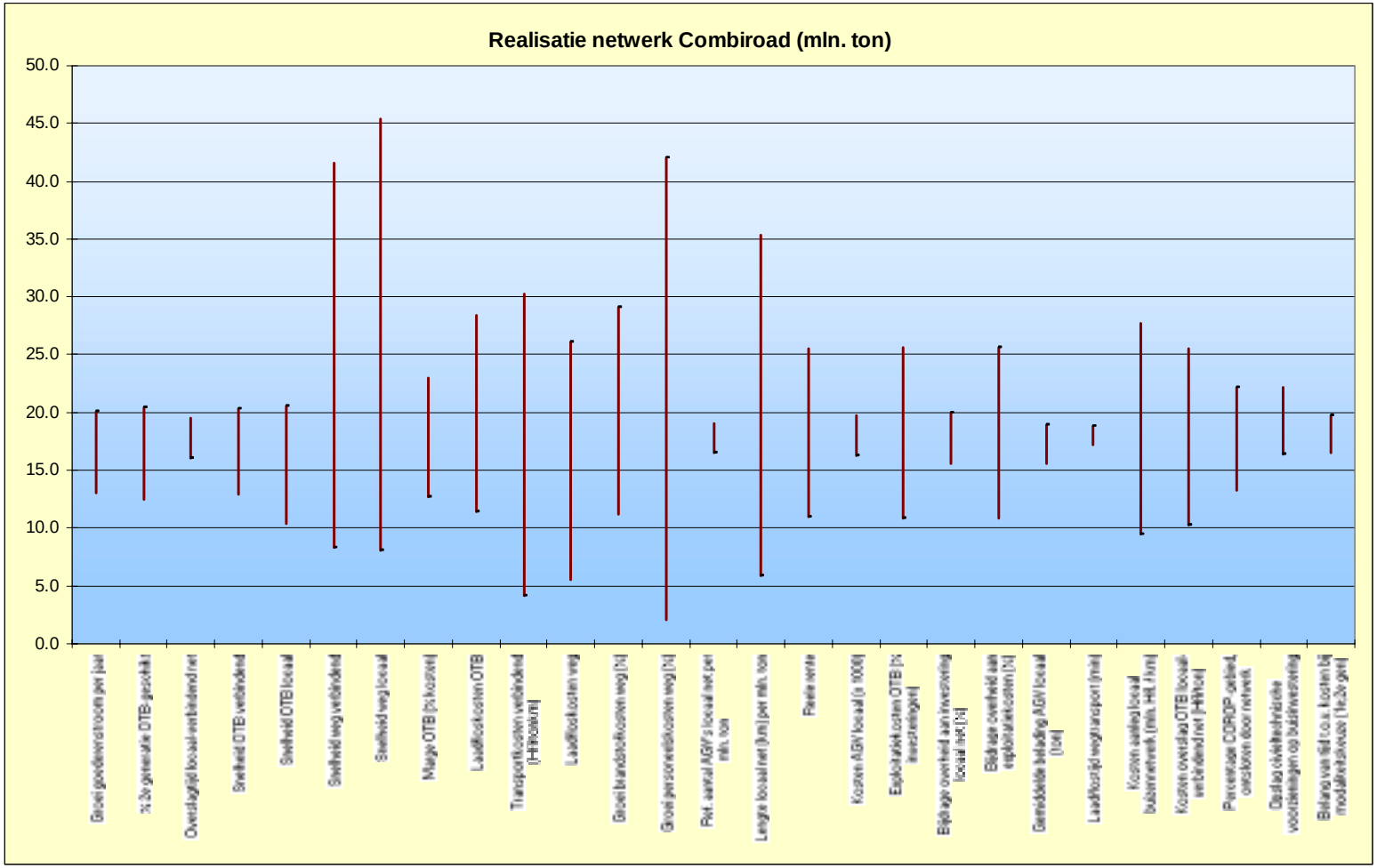
Parameter	midden	min.	max.
Overslagtijd lokaal netwerk-verbindend netwerk (min.)	20	10	30
Snelheid op verbindend netwerk (km/u)	55	40	70
Kosten overslag van lokaal naar verbindend netwerk (Hfl/ton)	8.33	5.00	12.00
Transportkosten op verbindend netwerk (Hfl./tonkm), excl. overslag	0.20	0.10	0.30

In het middenscenario is de realisatie van de goederenstromen in 2020 gelijk aan **17.8 mln. ton.** De top 5 van de kritische factoren is in de onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 15. Top 5 relevante factoren voor realisatie goederenstromen (combi-road).

Factor	Bandbreedte (mln. ton)
Groei personeelskosten weg (%)	2.1 → 42.0
Snelheid weg lokaal	45.4 → 8.1
Snelheid weg verbindend	41.6 → 8.3
Lengte lokaal net (km) per mln. ton	35.3 → 5.9
Transportkosten verbindend (Hfl/tonkm)	30.3 → 4.2

De resultaten zijn vergelijkbaar aan die van de andere gevoeligheidsanalyses, waarbij de nadruk ligt op kostenverschillen met traditioneel wegvervoer. Merk op dat combi-road een modaliteit is waarbij het transport geautomatiseerd is, zodat stijgende personeelskosten hier niet doorwerken zoals bij het traditionele wegvervoer het geval is.



Figuur 19. Effecten van de factoren op de realisatie van goederenstromen op het netwerk met combi-road als verbindende modaliteit

Conclusies uit de gevoeligheidsanalyse

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat een groot aantal factoren van invloed is op succes of falen van een landelijk OTB-netwerk. Kritisch voor de gerealiseerde goederenstromen en het jaarlijkse saldo (opbrengsten - private kosten) zijn vooral die factoren, die van grote invloed zijn op het tariefverschil en (in mindere mate) doorlooptijdverschil tussen wegtransport en OTB. De belangrijkste factoren in dit opzicht zijn:

1. De groei van de kosten van het wegtransport: personeelskosten via uurtarief en via langere doorlooptijden door drastisch lagere snelheden (congestie)
2. De financieringslasten die moeten worden terugverdiend: via de reële rente en de verschillende overheidsbijdragen
3. De exploitatiekosten
4. De mate waarin het dure buizennetwerk goed benut kan worden: effect van benodigde lengte lokaal buizennet per mln. ton goederenvervoer en benutting verbindend buizennet via bijvoorbeeld de belading van AGV's en (in mindere mate) volgafstanden in de buis

Overslagkosten zijn vaak genoemd als een belangrijke factor, maar deze is alleen bij railvervoer duidelijk naar voren gekomen. Bij de andere modaliteiten is deze factor ook van belang, maar niet dominant (hetgeen ook te maken kan hebben met de gekozen bandbreedtes bij de verschillende vervoerswijzen).

Bij de binnenvaart is het belang van tijd ten opzicht van kosten een opvallende factor die bij andere modaliteiten veel minder een rol speelt. Qua kosten is binnenvaart al snel voordelig, maar als tijd belangrijker wordt neemt de aantrekkelijkheid snel af. Binnenvaart als verbindende modaliteit is derhalve eigenlijk alleen interessant in het kostengevoelige marktsegment waar doorlooptijd als keuzecriterium slechts een marginale rol speelt, tenzij de gemiddelde vaarsnelheid aanzienlijk hoger wordt.

Een belangrijk aspect is ook de netwerkpotentie. Vanzelfsprekend is deze afhankelijk van het aantal COROP-gebieden dat op het landelijk netwerk is aangesloten, Verder kan de potentie in sterke mate worden beïnvloed door, in volgorde van importantie, de volgende factoren:

5. Het deel van het COROP-gebied dat door het OTB-netwerk ontsloten wordt
6. Het percentage tweede generatie goederen dat geschikt is voor OTB
7. De jaarlijkse groei in de goederenstromen.

4 GROEIPAD

Dit hoofdstuk beschrijft de wijze waarop een groeipad voor een landelijk netwerk tot stand kan komen. Allereerst geven wij aan in welke volgorde knooppunten op een landelijk netwerk zouden kunnen worden aangesloten, gegeven een eenvoudige heuristische regel (Paragraaf 4.1). Deze volgorde kan worden gebruikt voor de definitie van groeipaden. Vervolgens komt het tweede ontwerpatelier aan de orde, waarin de netwerkontwerpen uit het eerste atelier zijn bijgesteld, bepalende factoren voor het groeipad zijn geïnventariseerd en een aantal schetsen voor groeipaden zijn gemaakt (zie Paragraaf 0). De beoordeling van de aangescherpte netwerkontwerpen met het spreadsheet wordt beschreven in Paragraaf 4.3. Om meer gevoel te krijgen voor de financiële effecten over de tijd is het spreadsheetmodel ingezet om een representatief groeipad door te rekenen, waarbij gekeken is naar het effect van overheidsbijdrage en extra opbrengstenpotentie als gevolg van sterk stijgende kosten van door-to-door wegtransport. Deze analyse wordt uiteengezet in Paragraaf 4.4. De belangrijkste conclusies uit dit alles worden weergegeven in Paragraaf 4.5. Deze conclusies worden samen met de andere resultaten van het tweede ontwerpatelier (bepalende factoren voor het groeipad) meegenomen bij het definiëren van een ontwikkelstrategie, hetgeen onderwerp is van Hoofdstuk 5.

4.1 Investeringsvolgorde

Bij de keuze van een aansluitvolgorde van knooppunten ligt het voor de hand om te kijken hoe de potentie van het netwerk zo snel mogelijk kan toenemen. Uitgaande van de goederenstromen tussen COROP-gebieden voor eerste en tweede generatie goederen is daarom vastgesteld in welke volgorde knooppunten zouden moeten worden aangesloten op basis van het criterium *maximale marginale netwerkpotentie*. De volgorde van knooppunten met de bijbehorende netwerkpotentie is weergegeven in Figuur 20. De rechte lijn representeert een toename van de netwerkpotentie, evenredig met het aantal knooppunten.

Hieruit zien we dat de toename in potentie eerst minder is dan gemiddeld, vervolgens sterker dan gemiddeld en tenslotte weer afneemt. Opvallend is dat de maximale netwerkpotentie het sterkst toeneemt vanaf het vijfde knooppunt. Dit is als volgt te verklaren. Als het tweede knooppunt (Maastricht) wordt aangesloten op het eerste knooppunt (Rotterdam), neemt de netwerkpotentie toe met de omvang van de goederenstromen tussen Rotterdam en Maastricht. Met name de stroom aan tweede generatie goederen tussen Maastricht en Rotterdam is omvangrijk. Dit betreft onder meer de chemicaliën die in Limburg worden geproduceerd in de COROP-regio waarvan Maastricht de hoofdknoop is. Als echter bijvoorbeeld het achtste knooppunt (Eindhoven) op het netwerk wordt aangesloten, neemt de netwerkpotentie toe met alle goederenstromen tussen Eindhoven en de zeven reeds aanwezige knooppunten in het netwerk. Hoewel Eindhoven een minder belangrijk knoppunt is dan Rotterdam, leidt de toevoeging van zeven mogelijke verbindingen tot een sterkere groei in potentie dan de toevoeging van slechts één verbinding met een omvangrijke goederenstroom. Doordat veel kleine stromen samen best veel groter kunnen zijn dan slechts één grote stroom, leidt de

toevoeging van het dertigste knooppunt (Middelburg) zelfs nog tot een grotere toename in de netwerkpotentie dan de toevoeging van het tweede en derde knooppunt! Deze grafiek geeft daarmee weer dat het voor de potentiële goederenstroom belangrijk is om een groot deel van het land te ontsluiten met een landelijk netwerk.

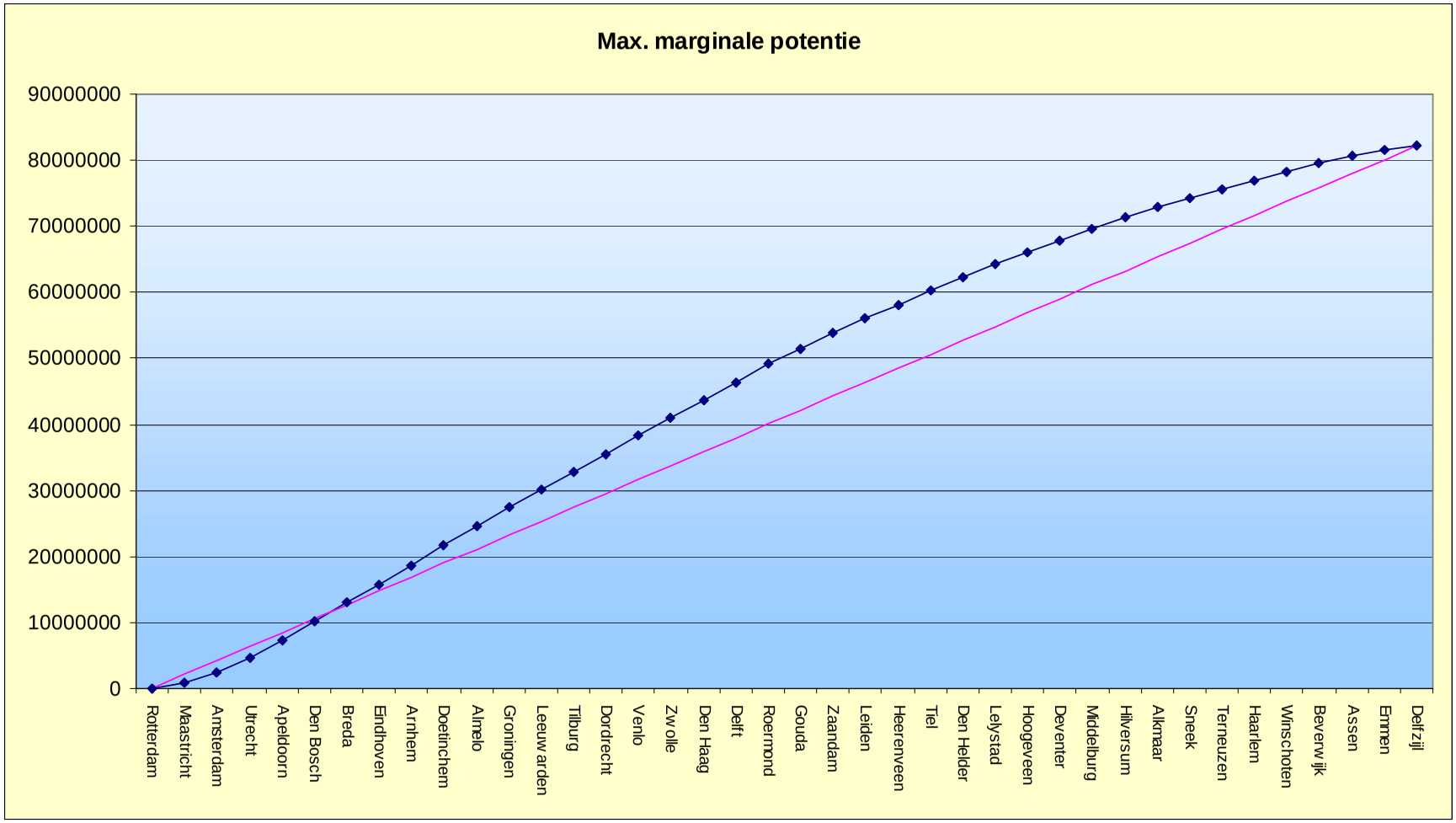
De aansluitvolgorde als weergegeven in Figuur 20 houdt echter geen rekening met de kosten van het verbindende netwerk. Dit is plausibel als op het verbindende netwerk gebruik wordt gemaakt van bestaande infrastructuur, zoals bij spoor of binnenvaart. De figuur is echter niet passend voor een OTB-netwerk, aangezien de kosten voor een verbinding tussen Rotterdam en Maastricht dermate hoog zijn, dat deze verbinding nooit als eerste zal worden aangelegd. Bovendien is het dan ook zinvol om allerlei knooppunten op de route ook direct maar mee te nemen.

Indien OTB als verbindende modaliteit wordt gekozen, is het daarom beter om uit te gaan van een ander criterium dat rekening houdt met afstanden tussen knooppunten. Een passend criterium is daarom maximale marginale netwerkpotentie per extra km. verbindend netwerk. De benodigde afstand om een knooppunt op een netwerk aan te sluiten wordt hierbij bepaald door het minimum te nemen van:

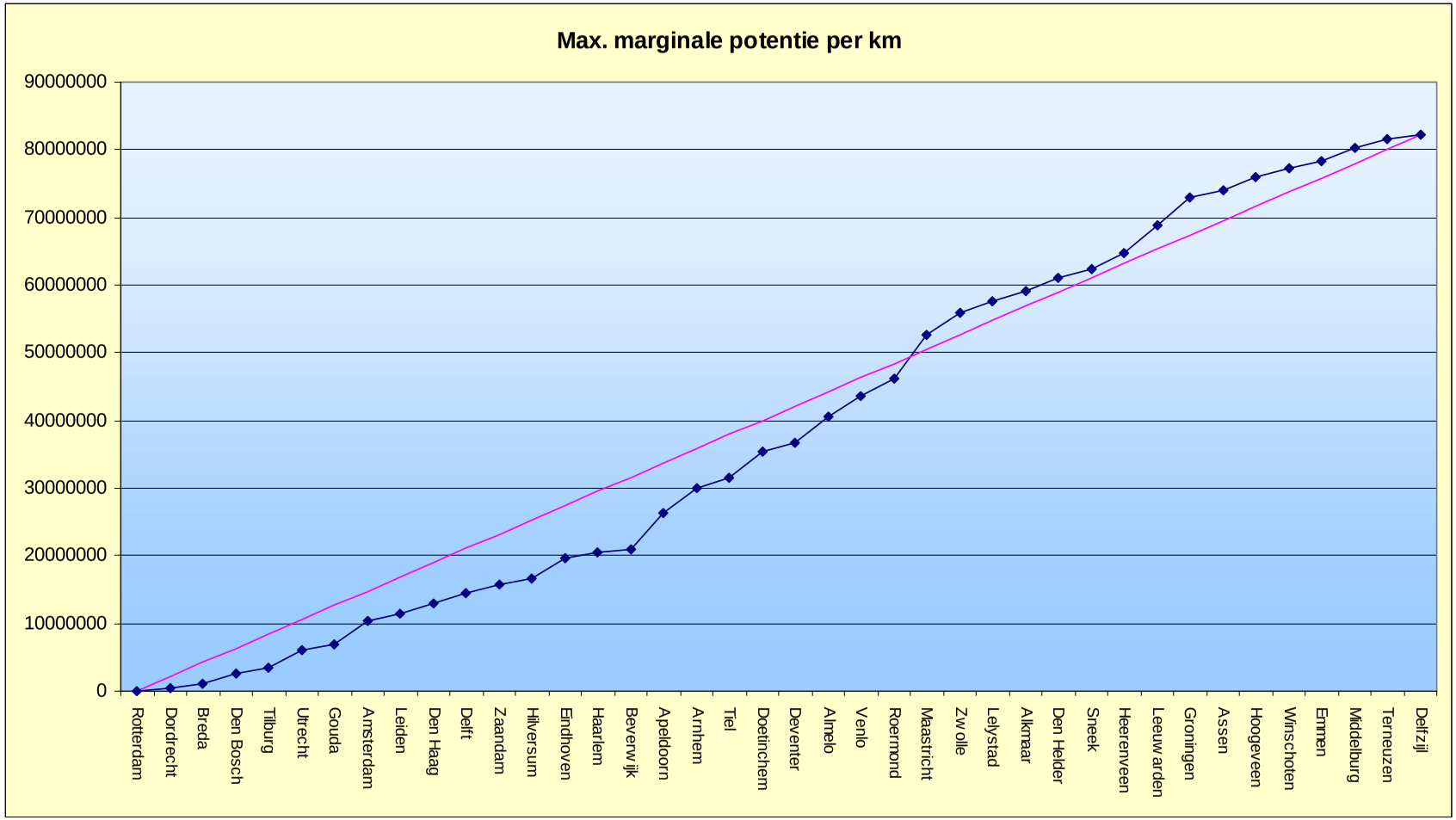
- de kortste afstand tot een knooppunt dat reeds in het netwerk is opgenomen
- de extra netwerklengte die ontstaat door het knooppunt in te voegen tussen twee knooppunten die reeds in het netwerk zijn opgenomen. Bijvoorbeeld, als Amsterdam en Utrecht reeds in het netwerk zitten, is de minimaal benodigde afstand om Hilversum in het netwerk op te nemen gelijk aan de afstand Utrecht-Hilversum-Amsterdam minus de afstand Utrecht-Amsterdam. Deze afstand is korter dan de afstand van Hilversum-Amsterdam en Hilversum-Utrecht. Dit geeft ook een betere weerspiegeling van de realiteit, omdat de aansluiting van Hilversum niet zo gauw zal plaatsvinden via Utrecht of Amsterdam, maar eerder door een aftakking halverwege te maken.

De aansluitvolgorde op basis van dit criterium en de resulterende netwerkpotentie wordt weergegeven in *Figuur 21*. Opvallend is dat de sterkste toename in potentie pas plaatsvindt als er al zo'n 15 knooppunten in het netwerk zijn opgenomen. Doordat afstanden een belangrijke rol spelen, worden knooppunten met veel ingaande en uitgaande stromen pas in een later stadium toegevoegd. Voor een landelijk netwerk met OTB als verbindende modaliteit geldt dus nog veel sterker dat de ontsluitingsgraad van groot belang is. De potentie van een randstadnetwerk zonder goede aansluitingen op de rest van het land blijft altijd beperkt.

Merk op dat de potentie in Figuur 20 en *Figuur 21* is uitgedrukt in tonnen en niet in tonkilometers (de vervoersprestatie). Aangezien de netwerklengte groeit met het aantal knooppunten, zal de vervoersprestatie als functie van het aantal aangesloten knooppunten zelfs nog een scherper beeld geven. De conclusie dat een klein aantal aansluitpunten nooit tot een hoge potentie van het verbindende netwerk kan leiden blijft duus ook bij de vervoersprestatie als indicator voor potentie gehandhaafd.



Figuur 20. Aansluitvolgorde knopen op basis van maximale marginale netwerkpotentie per km verbindend buizennet (1e en 2e generatie)



Figuur 21. Aansluitvolgorde knopen op basis van maximale marginale netwerkpotentie per km verbindend buizennet (1e en 2e generatie)

4.2 Het tweede ontwerpatelier

In het tweede ontwerpatelier is een aantal opdrachten aan de participanten voorgelegd. Allereerst is gevraagd om op basis van de uitgevoerde kwantitatieve analyses en voortschrijdend inzicht de ontwerpen uit het eerste atelier bij te stellen. Vervolgens is nagedacht over factoren die het groeipad van een landelijk netwerk kunnen beïnvloeden en de ontwikkelstrategieën die hieruit kunnen voortvloeien. Tenslotte is gevraagd om ook daadwerkelijk een ontwikkelpad te schetsen.

De analyse van de netwerkontwerpen wordt besproken in Paragraaf 4.3, terwijl een analyse van het groeipad gekoppeld aan een fasering in de tijd aan de orde komt in Paragraaf 4.4. In deze paragraaf geven wij de kritische factoren voor het groeipad zoals die uit het tweede ontwerpatelier naar voren zijn gekomen. Deze factoren vormen, samen met de resultaten van alle uitgevoerde analyses gedurende het project en de resultaten van de workshop Lessons Learned (zie Bijlage 4), de basis van de ontwikkelstrategie die in het volgende hoofdstuk aan de orde komt.

Als belangrijkste invloedsfactoren en criteria zijn uit het tweede atelier naar voren gekomen:

Lokale netwerken

- Naast stedelijke OLS-en zijn ook productie-georiënteerde OLS-en van belang (bijvoorbeeld DSM en Heineken).
- Lokale initiatieven moeten van ‘bottom-up’ komen, d.w.z. op initiatief van gemeenten of bedrijven.
- De locatie van lokale OLS-en wordt bepaald door de mate van maatschappelijke urgentie (congestie, ruimtegebrek, hinder) en te verwachten bedrijfseconomische voordelen.
- De mate waarin sprake is van lokaal ruimtegebrek bovengronds

Verbindend netwerk

- De structuur van het verbindende netwerk wordt in de eerste fasen bepaald door de plaatsen waar lokale initiatieven plaatsvinden.
- De aanwezigheid van multimodale overslagpunten is voor de ligging van een verbindend netwerk van belang.
- Uit kostenoverwegingen kan het zinvol zijn om eerst mee te liften met bestaande vervoerswijzen, bijvoorbeeld een verbeterd spoor en/of binnenvaart systeem.
- Beperkte capaciteit van bestaande systemen: Mede door de groei van OTB geschikte stromen zal behoefte aan een verbindend netwerk met een alternatieve modaliteit ontstaan, zoals OTB.
- Substitutiemogelijkheden: kritisch is de aanwezigheid en kwaliteit van andere verbindende netwerken.
- Vanzelfsprekend spelen de investeringskosten die gepaard gaan met nieuwe infrastructuur een belangrijke rol.

Tijdpad

- De redenen voor aanleg en gebruik van een landelijk netwerk zullen verschuiven in de tijd. In eerst instantie zullen lokale OLS-en ontstaan door maatschappelijke urgentie (zie boven), vervolgens ontstaan regionale netwerken voor tijdkritische goederen (relatief duur, maar snel en betrouwbaar) en in een later stadium, als OTB-transport relatief goedkoop wordt ten opzichte van alternatieven, zullen ook steeds meer goederen worden getransporteerd die niet tijdkritisch zijn.
- In de beginfase zijn de risico's hoog en de te verwachten rendementen laag. Een publieke rol is dan doorslaggevend voor het ontstaan van een landelijk netwerk. De publieke rol neemt af en de rol van de markt neemt toe naarmate de exploitatiefase nadert. Alleen als risico's geminimaliseerd worden, zal de markt een grotere rol spelen in de initiatief fase.
- Risico's kunnen voor de markt worden beperkt door de haalbaarheid van een OLS aan te tonen. Dit kan door praktische demonstratie, waarbinnen twee fasen te onderscheiden zijn:
  - Technisch uittesten in een testsite/laboratorium
  - Pilots in de markt, tenminste één stedelijke pilot (Leiden of Utrecht) en één bedrijfspilot (bijvoorbeeld Schiphol). In een pilot project moet bewezen worden dat het technisch, organisatorisch, logistiek, ruimtelijke, bestuurlijk-juridisch en financieel uitvoerbaar is: het systeem kan aangelegd worden en operationeel gehouden worden. Dit moet dus al in de portefeuille zitten voordat daadwerkelijk met OLS gestart kan worden.
- De ontwikkeling van overslagkosten en -tijden (mede in het licht van de technologische ontwikkeling) is een zeer relevante factor.
- Kostenontwikkeling in algemene zin. De personele kosten bepalen mede de mate waarin zaken geautomatiseerd zullen worden.

Overige factoren:

- Mate van standaardisering van laadeenheden
- Kosten van alternatieve modaliteiten in de tijd (inclusief en exclusief een eventueel beleidspakket)
- Het juridisch en bestuurlijk kader (verantwoordelijkheden en bevoegdheden) dat geldend is voor ondergrondse bouwactiviteiten

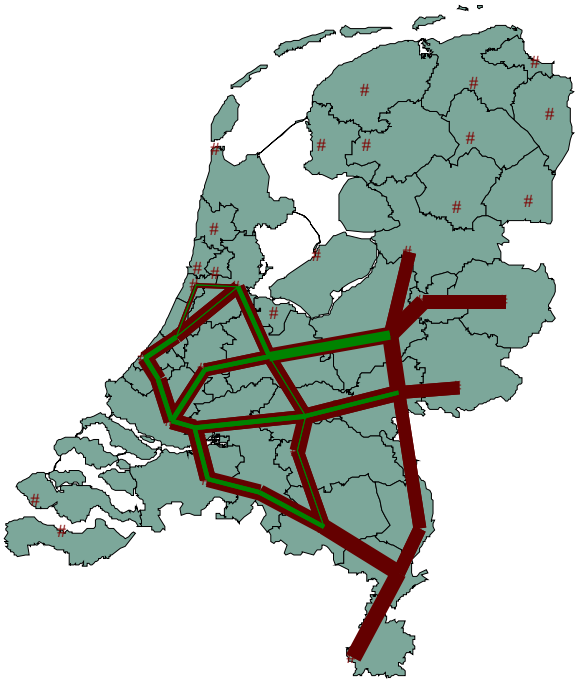
4.3 Netwerkontwerpen

Net als na het eerste ontwerpatelier zijn de bijgestelde netwerkontwerpen met het spreadsheetmodel doorgerekend. In deze paragraaf geven wij een overzicht van de belangrijkste resultaten voor de netwerken met als verbindende modaliteit respectievelijk OTB, rail-combi, binnenvaart en combi-road (Paragraaf 4.3.1). Een vergelijking van de vier netwerken op aangetrokken goederenstromen wordt gegeven in Paragraaf 4.3.2.

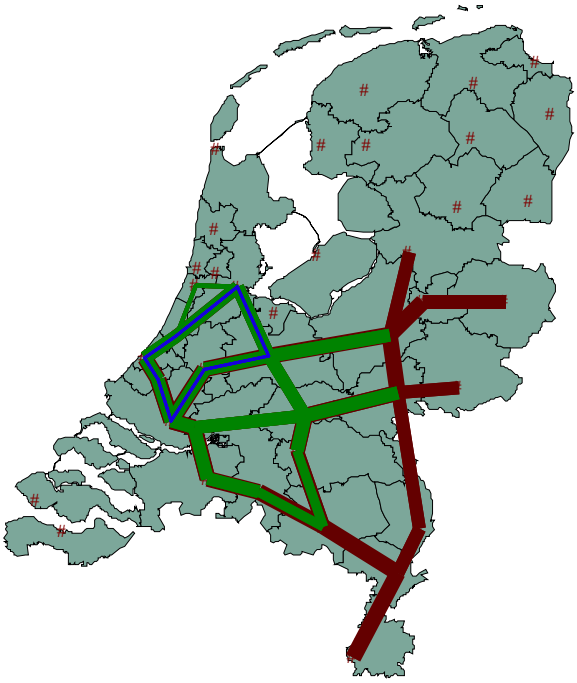
4.3.1 Resultaten per verbindende modaliteit

Voor het OTB-netwerk zijn drie fasen geschetst, namelijk een randstad netwerk, een netwerk met toegang tot de randstad vanuit een aantal regio's (Deventer, Arnhem, Eindhoven) en een uitgebreider netwerk met meer verbindingen naar het oosten en zuiden (Limburg). De drie netwerken zijn doorgerekend voor respectievelijk 2010, 2020 en 2030 (zie Figuur 22, de bijbehorende stromen zijn achtereenvolgens weergegeven in blauw, groen en bruin). In vergelijking met het eerste ontwerpatelier betekent dit dat in 2020 slechts een beperkt netwerk bestaat.

Duidelijk is dat in 2010 vrijwel geen goederenstromen worden aangetrokken. Vanwege het zeer beperkte netwerk, de hoge tarieven die ontstaan doordat de infrastructuurkosten over de transpoten worden omgeslagen en de geringe kostenstijging van het wegtransport is het netwerk nauwelijks concurrerend op kosten. Juist op de korte afstanden zijn de tarieven van OTB-transport hoog, omdat de kosten van de lokale OTB-netwerken leidt tot duur lokaal transport. In 2020 wordt de situatie beter, mede door de verder gestegen kosten van wegtransport. Pas in 2030 zijn er dikke stromen op de meeste verbindingen in het netwerk.



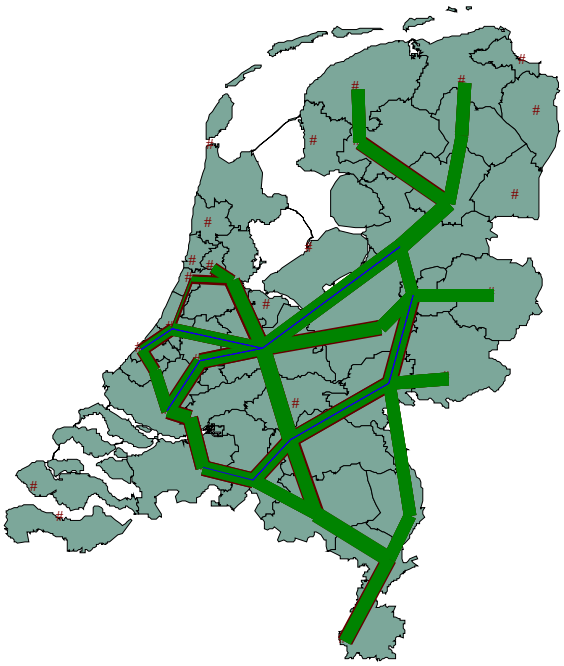
Figuur 22: OTB verbindend netwerk



Figuur 23: OTB met optimale tariefstelling

Deze goederenstromen resulteren bij de gekozen wijze van tariefsbepaling (zie ook Paragraaf 2.3). Men kan zich afvragen of er geen alternatieve wijze van tariefstelling is die tot hogere transportstromen leidt. Immers, bij een landelijk OTB-netwerk bestaan de kosten voor een aanzienlijk deel uit vaste kosten van de infrastructuur, dit in tegenstelling tot het wegvervoer waar de kosten in

veel sterkere mate variabel zijn (personeelskosten, brandstofkosten). Gegeven het feit dat er een OTB-netwerk wordt aangelegd, is het verstandiger om de tarieven kunstmatig te verlagen, zodat de opbrengsten worden verhoogt. Een goede tariefstructuur zou dan een lineair verband tussen tarief en afstand kunnen zijn dat zodanig verlaagd is, dat de marginale opbrengsten gelijk zijn aan de marginale (variabele) kosten. Deze exercitie is ook uitgevoerd om te bezien in welke mate dit tot extra goederenstromen kan leiden, zie Figuur 26. Nu zijn er wel significante goederenstromen in 2010, en ook in 2020 zijn de goederenstromen aanmerkelijk dikker. Voor de korte termijn is deze tariefstelling dus een stuk beter. Veronderstelling hierbij is wel dat de kosten van wegvervoer vrijwel geheel variabel zijn, zodat het wegvervoer weinig aan de tariefstructuur kan veranderen.



Figuur 24: Rail-combi verbindend netwerk

Figuur 25: Binnenvaart verbindend netwerk

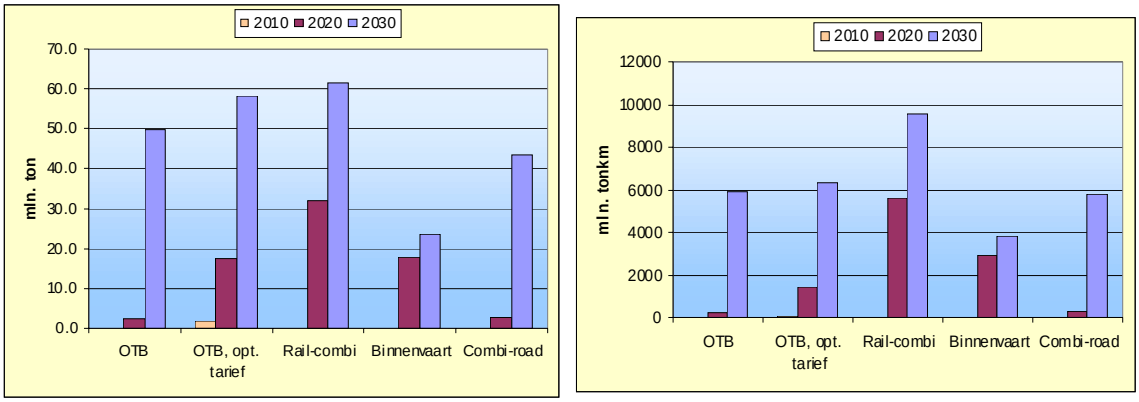
Ook voor de andere verbindende modaliteiten zijn er nieuwe netwerken ontworpen, in tegenstelling tot het eerste ontwerpatelier in twee fasen. De eerste fase is doorgerekend voor 2010 en de tweede voor 2020 en 2030, zie onderstaande figuren. Opvallend is dat er in 2010 nog betrekkelijk weinig goederenstromen op het netwerk worden aangetrokken. De grote stap voorwaarts wordt bij rail-combi en binnenvaart gemaakt in 2020. Tegen die tijd zijn de tarieven voor het wegtransport pas zodanig gestegen, dat er meer stromen worden aangetrokken, terwijl ook het uitgebreide netwerk voor flink wat extra potentie zorgt. Alleen bij de binnenvaart blijft deze potentie door de het relatief kleine aantal aansluitpunten nog relatief beperkt. De groei tussen 2020 en 2030 is wel aanwezig door de autonome groei in de goederenstromen, maar deze is niet spectaculair. Een verklaring van het feit dat in 2010 nog weinig goederenstromen worden aangetrokken ligt in de hoge kosten van transport over de lokale OTB-netwerken en de kosten van overslag. Tegelijk zijn de lokale netwerken slechts zeer globaal in

het model meegenomen. De combinatie van de grote invloed op de transportkosten en de mate van onzekerheid leidt tot een sterke noodzaak om het ontwerp van lokale OTB-netwerken en de daarbij behorende kosten hoog op de onderzoeksagenda te plaatsen.

Figuur 26: Combi-road verbindend netwerk

4.3.2 Vergelijking van de vier verbindende modaliteiten.

De totale omvang van de goederenstromen is samengevat in Figuur 27. Ook hier wordt duidelijk dat er in 2010 onder alle omstandigheden nog nauwelijks goederenstromen worden aangetrokken, hetgeen een gevolg is van de hoge kosten van de lokale OTB-netwerken en de beperkte netwerkomvang. Als beide aspecten gunstiger liggen (in 2030) zien de plaatjes er aanmerkelijk rooskleuriger uit. Nader onderzoek naar lokale OTB-netwerken is derhalve dringend gewenst.



Figuur 27: Realisatie goederenstromen per verbindend netwerk

4.4 Tijdpad

In het tweede ontwerpatelier is door de groep OTB/weg een groeipad geschetst. Om inzicht te krijgen in de financiële effecten over een gegeven tijdshorizon, is dit groeipad in een aantal varianten doorgerekend met het spreadsheetmodel. Deze paragaaf geeft de resultaten van deze exercities. Allereerst beschrijven wij het groeipad met fasering in de tijd en de gekozen uitgangspunten (4.4.1). Vervolgens komen in 4.4.2 de resultaten aan de orde voor de basissituatie zonder overheidsbijdragen. De effecten van de overheidsbijdrage worden gegeven in 4.4.3. Tenslotte geven we in 4.4.4 aan welke effecten verwacht kunnen worden van een extra opbrengstenstijging als de kosten van het wegtransport harder stijgen dan in het middenscenario (2.5% reële groei in brandstofkosten per jaar en 3% reële groei in personeelskosten per jaar). Hierdoor kunnen ook hogere tarieven voor transport via het landelijk netwerk worden toegepast.

4.4.1 Uitgangspunten

De volgorde waarin knooppunten worden toegevoegd aan het landelijk netwerk is een resultaat van het tweede ontwerpatelier. Deze volgorde is weergegeven in Tabel 16. Het achterliggende idee is dat een landelijk netwerk start vanuit een aantal lokale initiatieven, zijnde OLS Schiphol, OLS Leiden en OLS Utrecht. De eerste stap is de verbinding van deze netwerken en de koppeling aan Amsterdam. Aangezien het spreadsheetmodel Schiphol niet kent als knooppunt (deze valt in de COROP-regio met Amsterdam als hoofdknoop) is dit gemodelleerd als een verbindende driehoek Amsterdam – Leiden – Utrecht. In de tweede fase wordt het netwerkje uitgebreid tot een randstad netwerk. Daarna volgt een uitbreiding richting oosten in zuiden in fase 3, welke in fase 4 verder wordt doorgezet. Niet genoemd in het tweede ontwerpatelier, maar voor de volledigheid wel toegevoegd, is een vijfde fase met uitbreiding naar het noorden van het land en naar Zeeland. Voor de fasering in de tijd is gekozen voor een tijdsinterval van 5 jaar per fase.

De parameters voor de analyse van het groeipad zijn grotendeels ontleend aan het middenscenario van de gevoeligheidsanalyse, zie Tabel 3 en Tabel 4. De volgende afwijkingen hierop zijn toegepast:

1. Het percentage tweede generatie goederen dat geschikt is voor OTB stijgt van 0% in 2010 tot 75% in 2025 met vijf procentpunten per jaar. Na 2025 blijft dit percentage stabiel op 75% (gelijk aan het middenscenario uit de gevoeligheidsanalyse).
2. De snelheid van het wegtransport op het verbindende netwerk daalt langzaam van 45 km/u in 2010 tot 30 km/u in 2040 met jaarlijks 0.5 km/u. Na 2040 blijft deze snelheid stabiel.
3. De snelheid van het wegtransport op het lokale netwerk daalt langzaam van 20 km/u in 2010 tot 10 km/u in 2030 met jaarlijks 0.5 km/u. Na 2030 blijft deze snelheid stabiel.

Voor de bepaling van de cash flows zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. De aanleg van buizen en terminals vindt verspreid over 2 jaar plaats, en daarmee ook de uitgaven.
2. De benodigde investering in voertuigen vindt plaats in het jaar voordat deze worden ingezet.

3. De opbrengsten komen vrij vanaf het eerste jaar na voltooiïng van de aanleg (dus eerst twee jaar investeren in buizen en terminals en één jaar in voertuigen, dan pas opbrengsten)
4. De opbrengsten van een landelijk netwerk zijn gebaseerd op een tariefstructuur, die lineair van de afstand afhangt en die voor elk jaar opnieuw zo gekozen is, dat de opbrengsten minus variabele kosten gemaximaliseerd worden (zie Paragraaf 4.3).
5. Er is rekening gehouden met vervangingsinvesteringen, waarbij afschrijvingstermijnen zijn gehanteerd van 10 jaar voor AGV's en 20 jaar voor terminals
6. Tevens is rekening gehouden met buiscapaciteiten. Dat betekent dat er soms investeringen in infrastructuur nodig zijn zonder dat er knooppunten op het netwerk worden aangesloten, alleen omdat er een tweede parallelle verbinding op één op meer trajecten moet worden aangelegd.

Als de jaarlijkse cash flows bepaald zijn, kan ook de netto contante waarde (NCW) van de investering worden bepaald. Deze netto contante waarde wordt bepaald voor een tijdshorizon variërend van 2008 (de eerste uitgaven vinden twee jaar plaats voordat het eerste netwerk operationeel wordt) tot 2050. Hierbij wordt een reële rentevoet gehanteerd van 5%, hetgeen gebruikelijk is bij het Ministerie van Financiën.

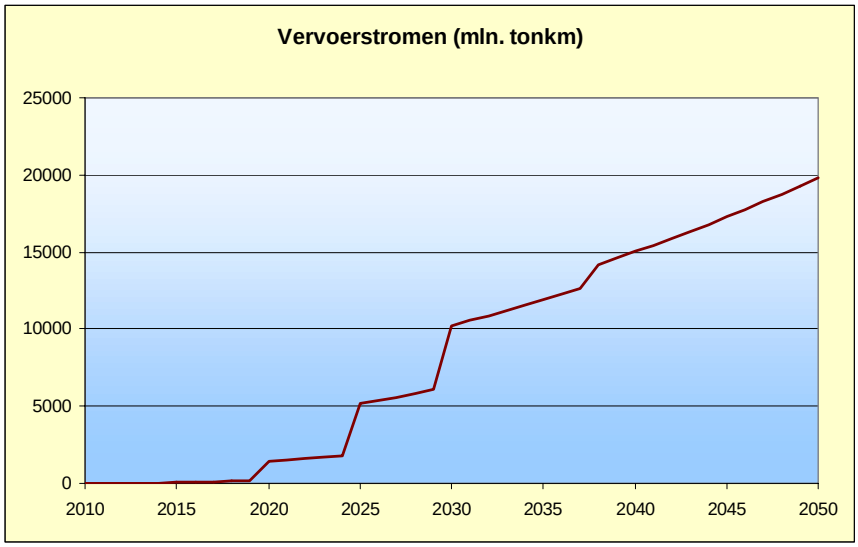
Tabel 16. Groeipad landelijk netwerk

Jaar	Netwerk
2010	Amsterdam - Utrecht - Leiden
2015	Amsterdam - Utrecht - Gouda - Rotterdam - Delft - Den Haag - Leiden - Amsterdam
2020	*Gelijk aan het netwerk uit 2015, waaraan wordt toegevoegd:* Amsterdam - Haarlem – Leiden Utrecht - Apeldoorn Utrecht - Tiel – Dordrecht – Rotterdam Tiel – Den Bosch – Eindhoven - Tilburg - Breda – Dordrecht Tiel – Arnhem
2025	*Gelijk aan het netwerk uit 2020, waaraan wordt toegevoegd:* Apeldoorn – Zwolle Apeldoorn – Deventer – Almelo Apeldoorn – Arnhem – Venlo – Roermond - Maastricht Arnhem – Doetinchem Eindhoven – Roermond
2030	*Gelijk aan het netwerk uit 2025, waaraan wordt toegevoegd:* Utrecht – Hilversum – Lelystad Amsterdam – Zaandam – Alkmaar – Beverwijk - Haarlem Alkmaar - Den Helder Zwolle – Hoogeveen – Assen - Groningen Hoogeveen – Heerenveen – Leeuwarden Breda – Middelburg

Vanwege de grote mate van onzekerheid voor de lange termijn tot 2050 dienen de resultaten met de nodige voorzichtigheid te worden bekeken. Op deze lange termijn hebben wijzigingen in de groeicijfers voor de goederenstromen en de kostenstijging van het wegvervoer een forse impact. Het is zeer de vraag of de gekozen groeicijfers over een dergelijke lange termijn gerealiseerd zullen worden.

4.4.2 Groeipad zonder overheidsbijdrage

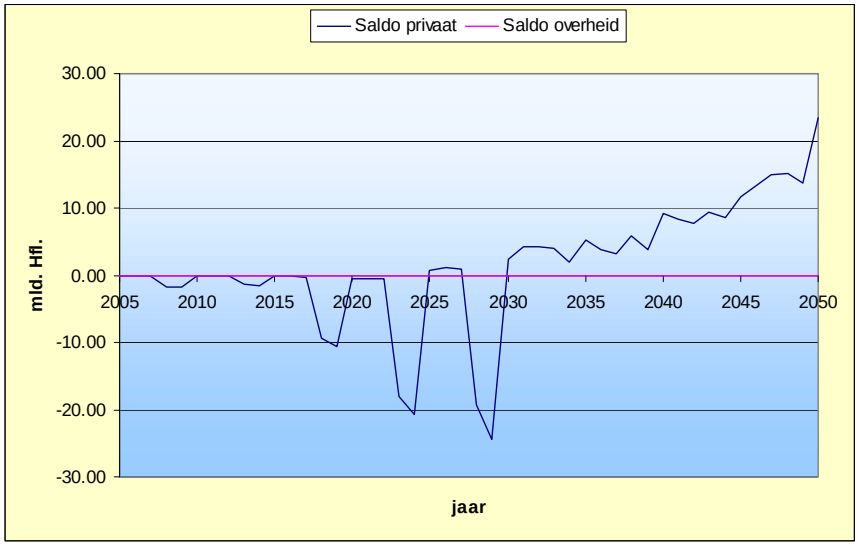
De resultaten van de spreadsheetberekeningen zijn weergegeven in de onderstaande figuren. Allereerst geeft Figuur 28 de groei in de vervoersprestatie op het verbindende netwerk. Duidelijk is dat het een lange tijd duurt voordat er een behoorlijke goederenstroom wordt aangetrokken. Zoals eerder gezegd is de potentie van een klein netwerk zeer beperkt, en dit wordt nu opnieuw zichtbaar. Zelfs de toevoeging van fase 5 (aansluiting van het noorden van het land en Zeeland in 2030) leidt nog tot een forse sprong in de vervoersprestatie. Het ogenschijnlijke sprongetje rond 2038 komt niet doordat er nog extra knooppunten worden toegevoegd, maar doordat de kostenstijging van het wegtransport een drempelwaarde overstijgt waardoor OTB-transport op een paar andere trajecten vrij snel aantrekkelijk wordt. De verdere stijging komt voort uit de stijging in de goederenstroom met 2.75% per jaar.



Figuur 28. Groei in vervoersprestatie bij het gekozen tijdspad

Het jaarlijkse saldo van uitgaven en inkomsten is weergegeven in Figuur 29. Duidelijk is dat het zonder overheidsbijdrage erg lang duurt voordat de cash flow positief wordt. Ook in de jaren waarin geen netwerkuitbreiding plaatsvindt blijven de investeringen namelijk doorlopen, en wel in AGV's en lokaal buizennetwerk om de goederenstromen te kunnen afhandelen. Pas vanaf 2030 is er sprake van een structureel positieve cash flow. Dit komt mede door het feit dat het een flink aantal jaren duurt

voordat de tarieven voor het door-to-door wegtransport tot een dusdanige hoogte gestegen zijn, dat er voor transport via een landelijk OTB-netwerk lucratieve tarieven gehanteerd kunnen worden.



Figuur 29. Jaarlijkse cash flow bij het gekozen tijdspad

De cash flows kunnen worden omgerekend naar een netto contante waarde, afhankelijk van de te hanteren tijdshorizon (zie Figuur 30). Een positieve netto contante waarde blijkt niet voor 2050 te worden bereikt. pas na 2030 zijn de opbrengsten dusdanig gestegen, dat er de netto contante waarde in een opgaande lijn terecht komt.

Figuur 30. Netto contante waarde private sector, afhankelijk van tijdshorizon, bij het gekozen tijdspad (zonder overheidsbijdrage)

4.4.3 Effect van overheidsbijdrage

Hoewel er vele veronderstellingen aan het doorgerekende tijdspad ten grondslag liggen, is het duidelijk dat het geen gemakkelijke opgave is om een landelijk OTB-netwerk zonder overheidsbijdrage rendabel te krijgen. Daarom bekijken wij in deze paragraaf welke invloed de overheid kan uitoefenen op de rentabiliteit door een deel van de investeringen voor haar rekening te nemen. Stel dat we eisen dat de netto contante waarde voor het private aandeel positief moet worden binnen een gegeven tijdshorizon, variërend van 2015 tot 2050. Wij voegen dan overheidsinvesteringen toe tot een niveau waarop aan deze eis wordt voldaan. Wij kijken alleen naar de omvang van de bijdrage, los van de besteding. het is immers voor de private netto contante waarde om het even of de overheidsbijdrage wordt besteed aan buisleidingen, terminals, AGV's of als bijdrage in de exploitatiekosten.

Om ervoor te zorgen dat de private netto contante waarde vanaf het gegeven jaar ook positief blijft, is het mogelijk dat de overheidsbijdrage gefaseerd moet worden afgebouwd. Zodra het mogelijk is, wordt de overheidsbijdrage tot 0 gereduceerd. We gaan ervan uit dat na dit jaar het systeem geheel privaat wordt gerund. Er is derhalve ook geen sprake van positieve opbrengsten voor de overheid. Gegeven de tijd dat het duurt voordat het systeem rendabel wordt en de onzekerheid in de prognoses voor deze termijn, lijkt het niet verstandig om met financiële opbrengsten voor de overheid na 2030 (wanneer de cash flow sterk positief wordt) rekening te houden.

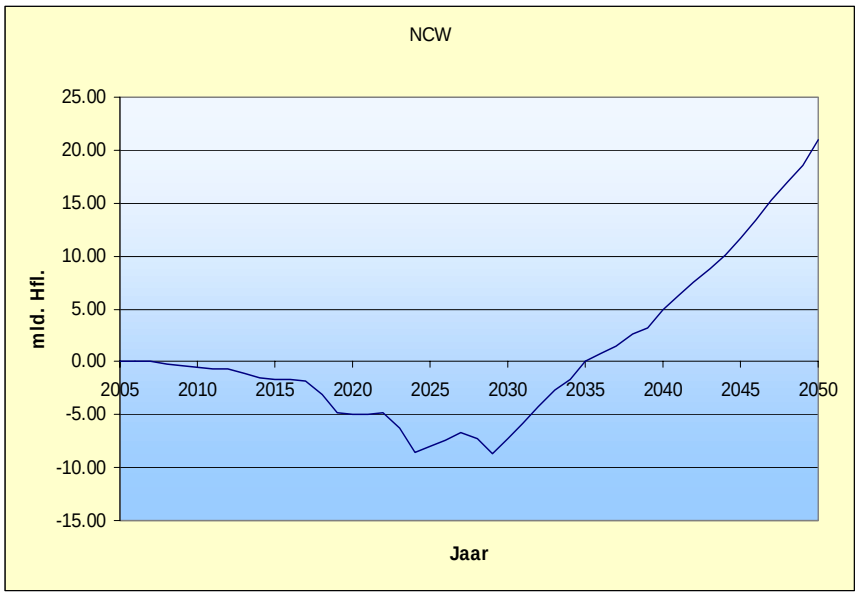
Als we een inschatting hebben gemaakt van de overheidsbijdrage in de verschillende jaren, bepalen wij vervolgens de netto contante waarde van overheidsinvesteringen, eveneens met een reële rentevoet van 5%. Tabel 17 geeft een overzicht van de netto contante waarde van de benodigde overheidsinvesteringen om de private netto contante waarde voor een gegeven jaar positief te maken.

Tabel 17. Netto contante waarde van overheidsbijdrage, benodigd om de private netto contante waarde positief te maken binnen een gekozen tijdshorizon.

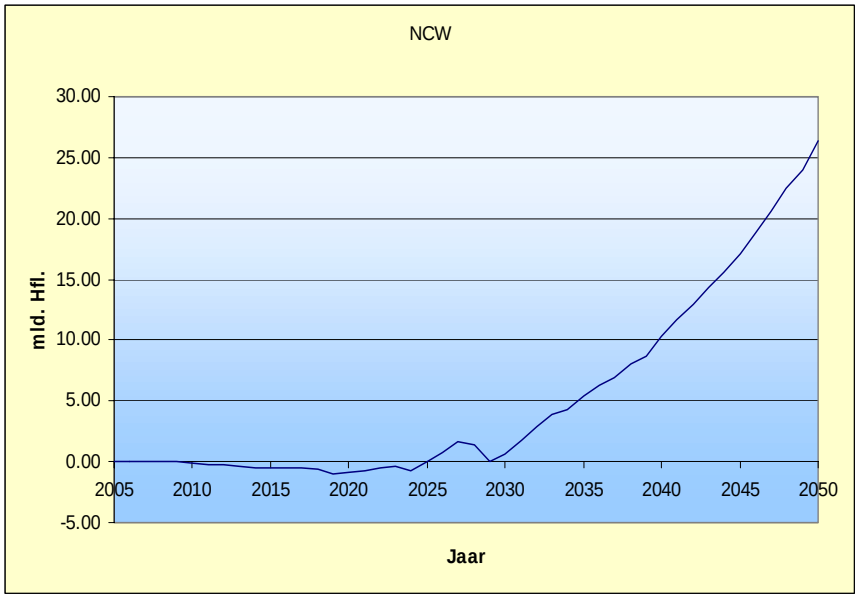
Jaar NCW privaat positief	NCW overheidsbijdrage (mld. Hfl.)
2050	- 16.5
2045	- 25.8
2040	- 32.6
2035	- 37.4
2030	- 42.2
2025 (einde overheidsbijdrage in 2030)	- 42.9
2020 (einde overheidsbijdrage in 2030)	- 42.9
2015 (einde overheidsbijdrage in 2030)	- 42.9

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat een forse overheidsbijdrage kan leiden tot een verkorting van de termijn waarop de private netto contante waarde van de investeringen positief wordt. Een grotere investering van Hfl. 42.9 mld. heeft, bij het gegeven groeipad van het netwerk, weinig zin. De bedragen zijn gelijk voor 2015 en 2025 als doeljaar om de private NCW positief te krijgen, omdat in beide gevallen de overheid moet blijven meefinancieren tot 2030. Er is dan alleen sprake van een andere verdeling van de overheidsbijdrage in de tijd, die tot vrijwel dezelfde netto contante waarde van Hfl. 42.9 mld. leidt.

Grafisch gezien leidt de overheidsbijdrage tot een ombuiging van de grafiek uit Figuur 30 in positieve richting. Als illustratie geven wij in Figuur 31 en Figuur 32 het verloop van de private netto contante waarde als de overheidsbijdrage ervoor zorgt dat deze positief wordt en blijft vanaf 2035 respectievelijk 2025.



Figuur 31. Netto contante waarde private sector, afhankelijk van tijdshorizon, bij het gekozen tijdspad (overheidsbijdrage zodanig dat NCW positief vanaf 2035)

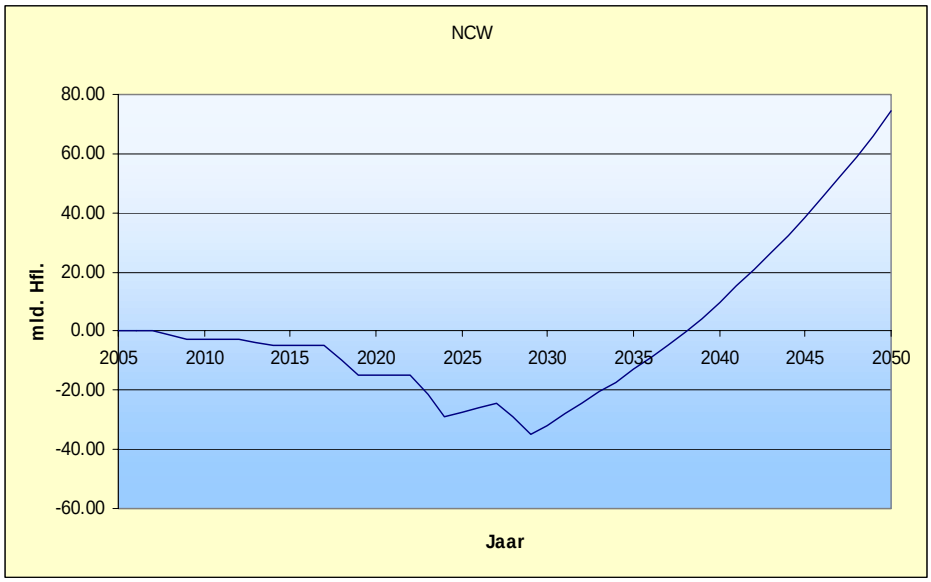


Figuur 32. Netto contante waarde private sector, afhankelijk van tijdshorizon, bij het gekozen tijdspad (overheidsbijdrage zodanig dat NCW positief vanaf 2025)

4.4.4 Effect van extra opbrengsten

In de gevoeligheidsanalyse uit Hoofdstuk 3 hebben we gezien dat vooral die factoren kritisch zijn, die de tariefsverhouding tussen wegtransport en een landelijk netwerk sterk beïnvloeden. Als de kosten van wegtransport hoger liggen, kunnen ook hogere tarieven voor transport via een landelijk netwerk OTB worden gehanteerd. Daarom bekijken wij in deze subparagraaf de effecten van hogere opbrengsten op de rentabiliteit van een landelijk OTB netwerk. Uitgangspunt is een sterkere groei in de kosten van wegvervoer, waardoor vanaf het jaar 2000 de OTB-tarieven jaarlijks met 2% stijgen. Figuur 33 toont het verloop van de private netto contante waarde bij deze opbrengstenstijging wanneer er geen overheidsbijdrage is. Deze figuur dient dus te worden vergeleken met Figuur 30.

Ondanks het feit dat er op termijn een sterke opbrengstenstijging is, wordt de private netto contante waarde pas positief bij tijdshorizon 2038. Zelfs in deze situatie blijkt een overheidsbijdrage onontbeerlijk te zijn. Net als in 4.4.3 hebben wij bekeken welk effect een overheidsbijdrage kan hebben op de rentabiliteit van een landelijk OTB-netwerk, zie Tabel 18. Vanzelfsprekend is er nu minder overheidsbijdrage nodig, maar het blijft lastig om het netwerk op korte termijn rendabel te krijgen. Een forse overheidsbijdrage (netto contante waarde Hfl. 34.7 mld.) is nog steeds nodig.



Figuur 33. Netto contante waarde private sector, afhankelijk van tijdshorizon, bij 2% extra opbrengstenstijging per jaar (geen overheidsbijdrage)

Tabel 18. Netto contante waarde van overheidsbijdrage, benodigd om de private NCW positief te maken binnen een gekozen tijdshorizon (2% extra opbrengstenstijging per jaar).

Jaar NCW privaat positief	NCW overheidsbijdrage (mld. Hfl.)
2035	- 13.0
2030	- 31.7
2025 (einde overheidsbijdrage in 2030)	- 34.7
2020 (einde overheidsbijdrage in 2030)	- 34.7
2015 (einde overheidsbijdrage in 2030)	- 34.7

4.5 Conclusies

Een landelijk netwerk met OTB als verbindende interregionale modaliteit en het in het ontwerpatelier geschetste groeipad is op de middellange termijn moeilijk rendabel te krijgen. Een overheidsbijdrage ter grootte van Hfl. 30-40 mld. helpt voor de middellange termijn, maar niet voor de korte termijn. Pas na vele jaren (rond 2030) is de concurrentiekracht van het wegtransport dusdanig verminderd, dat voor het landelijk netwerk attractieve tarieven kunnen worden gehanteerd. Hierbij is reeds uitgegaan van:

- groei in de potentiële goederenstroom (tweede generatie goederen pallettiseerbaar groeit van 0% naar 75%) en

- een verslechtering van de concurrentiekracht van het wegtransport (reële stijging van brandstofkosten 2.5% per jaar en van personeelskosten 3% per jaar, geleidelijke daling snelheid tot 30 km/u op verbindend net en 10 km/u op lokaal net)

Verbeteringen zijn nog wel mogelijk, bijvoorbeeld door de netwerkstructuur te optimaliseren en door het buizennet beter te benutten (gebruik bijvoorbeeld langere treintjes van AGV's op het verbindende net, dan zijn er niet zo snel parallelle buizen nodig). Het laatste heeft echter vooral effect op de middellange en lange termijn. Voor de korte termijn is een significante vermindering van kosten denkbaar door gebruik te maken van bestaande modaliteiten en bestaande infrastructuur, zoals spoor en binnenvaart. Hiermee is ook snel een fijnmazig netwerk op te bouwen, en *Figuur 21* toont aan hoe belangrijk dit is voor de potentieel aan te trekken goederenstromen. Hierdoor zal de financiële haalbaarheid van een landelijk netwerk worden verhoogd.

5 ONTWIKKELSTRATEGIE

5.1 Inleiding

De vraag van strategie betreft de koppeling van doelen aan middelen. De middelen voor de ontwikkeling van een landelijk netwerk zijn uiteraard beperkt. De opbouw van het netwerk zal erop gericht moeten zijn een systeem te scheppen dat op termijn zichzelf kan onderhouden. Hiervoor is bepalend a) of de kosten en baten van het systeem in evenwicht zijn en b) of er tegemoet gekomen kan worden aan een aantal andere, niet-economische succesfactoren. In het onderzoek zijn beide typen factoren aan het licht gekomen.

De economische succesfactoren zijn behandeld door middel van een gevoeligheidsanalyse van het OTB-netwerk op kenmerken van dit systeem en de belangrijkste concurrent, het wegvervoer. Hier bleek onder andere dat een belangrijke voorwaarde voor de haalbaarheid van OTB de vermindering van de prestaties van het wegvervoer is, in termen van lagere snelheden en hogere kosten.

De niet-economische succesfactoren zijn in de ontwerpateliers tevens aan bod geweest. Daarnaast is in een aparte brainstorm (zie bijlage 4) aan een aantal experts gevraagd de belangrijkste lessen uit het verleden ten aanzien van de ontwikkeling van dergelijke nieuwe systemen te identificeren. Ook hieruit zijn een aantal aandachtspunten naar voren gekomen, in het bijzonder ten aanzien van de rol die de overheid dient in te nemen. De rolverdeling tussen overheid en private partijen is een thema die in dit hoofdstuk apart wordt uitgelicht. Een van de resultaten van de discussies in de workshops is een visie op de taken van verschillende actoren ten aanzien van de kritische succesfactoren in het systeem.

Deze succesfactoren resulteren uiteindelijk in een aantal ontwerpeisen die tot doel hebben de haalbaarheid van het systeem te bevorderen. Dit leidt tot een strategie voor de netwerkopbouw waarin optimaal van verschillende vervoerwijzen gebruik wordt gemaakt, op basis van het in het vorige hoofdstuk geschetste groeipad. Flankerend beleid is nodig om deze ontwikkelstrategie te ondersteunen; afgesloten wordt met enkele aanbevelingen hieromtrent.

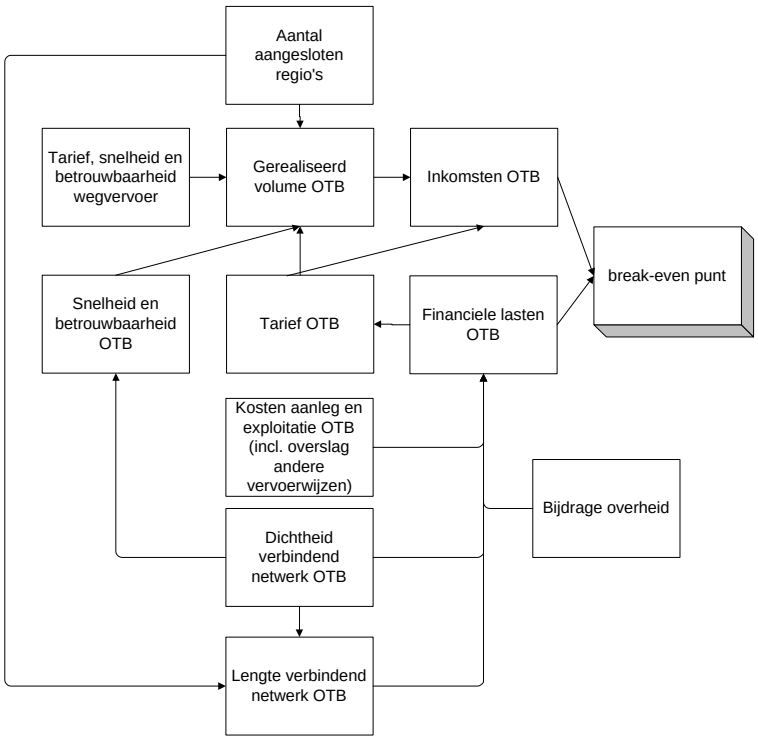
5.2 Kritische succesfactoren

In deze paragraaf vatten we kort de belangrijkste kritische succesfactoren samen die in het onderzoek zijn geïdentificeerd en leiden we daaruit de eisen af die gesteld worden aan de ontwikkelstrategie.

5.2.1 Economische haalbaarheid

De kritische succesfactoren die de economische haalbaarheid van het systeem bepalen zijn beschreven in hoofdstukken 3 en 4. We vatten de belangrijkste hieronder samen, en bespreken de implicaties voor

het ontwerp in termen van ontwikkelstrategie. Figuur 34 laat de factoren in hun onderlingen samenhang zien.



Figuur 34: Economische succesfactoren en onderlinge samenhang

Hieronder worden de kritische factoren in meer detail besproken.

De prestatieverhouding weg/OTB

Het strategische voordeel van het systeem hangt niet alleen af van de prestaties van OLS maar ook van de mate waarin de verwachte problemen voor het wegvervoer zich in de toekomst zullen manifesteren, alsmede van de mate waarin het wegvervoer in staat is om bovengronds met deze problemen om te gaan. Andere alternatieven voor de huidige wijze van stadsdistributie die concurreren met het ondergrondse alternatief (bijv. nieuwe voertuigen) kunnen het concurrentievermogen van het OTB-systeem negatief beïnvloeden.

Financieringswijze

De wijze van financiering is eveneens een kritische factor. Afhankelijk van de bijdrage van de overheid kan het financiële break-even punt met enkele decennia teruggebracht worden. Niet onbelangrijk in dit verband is de veronderstelde discontovoet van 5%; de uiteindelijke rente die wordt gehanteerd zal afhangen van de gekozen publiek-private financieringsconstructie. De

financieringswijze zal ook afhangen van de rol die bestaande alternatieve vervoerswijzen zoals rail en binnenvaart wordt toegedicht. Indien deze als een integraal onderdeel van een landelijk dekkend netwerk willen fungeren kan de opbouw van deze deelnetwerken worden overgelaten aan de betreffende sector, wat de lasten voor de overheid kan beperken tot het ondergrondse deel van het netwerk. Een andere situatie treedt op indien deze netwerken slechts met hulp van de overheid tot stand kunnen komen of onderhouden kunnen worden.

Benutting van capaciteit infrastructuur
Indien het ruimtelijke bereik van het systeem beperkt blijft kan de veronderstelde groei van het volume maar voor een klein deel gehaald worden. Netwerkvorming geeft een zekere mate van bundeling van stromen over verschillende herkomst-bestemmingsrelaties die de benutting van het systeem positief beïnvloedt. Deze hogere benutting van buizen kan zich alleen in financiële schaalvoordelen vertalen indien de stroom van voertuigen voldoende verdicht kan worden (door koppeling van voertuigen) of indien tweerichtingenverkeer mogelijk wordt in een enkele buis (door een uitgekiende dienstregeling en een aantal passeerplaatsen).

Aantal onderling verbonden regio's
De analyse van het groeipad heeft laten zien dat een groot aantal locaties aangesloten moet worden wil het volume op een acceptabel peil liggen. Dit heeft echter ook fors hogere kosten tot gevolg vanwege de grote afstanden. Een volledige OTB verbindend netwerk is voorlopig financieel niet aantrekkelijk. Het is van belang om snel een fijnmazig netwerk op te bouwen om daarmee de netwerkpotentie op een acceptabel peil te brengen. Daarin past het gebruik van (geavanceerde varianten op) traditionele modaliteiten als binnenvaart en spoor als verbindende modaliteit. Op relaties waar het ruimtegebruik in mindere mate aan randvoorwaarden gebonden is, is het mogelijk om het systeem in eerste instantie bovengronds aan te leggen.

Lokale netwerken
De lengte van het lokale netwerk tenslotte vormt ook een kritische factor. In de beschreven analyse is aangenomen dat een beperkte netwerklengte (20 km. per miljoen ton aan gerealiseerde stromen) voldoende is om alle bedrijven en stadscentra, die gezamenlijk het potentiëel aan interregionaal vervoer bepalen, te ontsluiten. Een hieraan gerelateerde vraag is in hoeverre het mogelijk is om met deze netwerken aanvullend intraregionaal vervoer te genereren. Dit laatste vereist dat er vervoer plaatsvindt tussen bedrijven binnen de regio.

5.2.2 Overige succesfactoren

In de workshop "lessons learned" zijn een aantal kritische succesfactoren naar voren gekomen die vooral betrekking hebben op de acceptatie van het systeem door de toekomstige gebruikers.

Beeldvorming bij toekomstige gebruikers

De subjectieve beeldvorming ten aanzien van het systeem zet het kader waarin innovatie al dan niet wordt geaccepteerd. Niet aleen het subjectieve image van een nieuwe technologie speelt een rol. Alleen indien aan de preferenties van consument en verlader tegemoet wordt gekomen, wordt het systeem geaccepteerd. Cruciaal is dat duidelijk is voor de potentiële gebruiker welke grote voordelen aan het systeem verbonden zijn ten opzichte van de huidige alternatieven, en dat er wat dit punt betreft een zekere *sense of urgency* bestaat. De belangrijkste baten voor het bedrijfsleven liggen in de mogelijkheid om de betrouwbaarheid van het transport op het huidige niveau te handhaven, en daarmee de groeiende problemen bij de belevering van binnensteden te omzeilen. Wat betreft de maatschappelijke voordelen is onduidelijk in hoeverre hieraan echt waarde gehecht wordt door het bedrijfsleven[3].

Belang van graduele ontwikkeling

Allereerst is het belang benadrukt van een graduele opbouw van het systeem. Het verleden leert dat introductie van nieuwe systemen altijd stapsgewijs is verlopen, waarbij de grote sprongen in technologie zich in 70-jarige cycli voordoen (zie het verslag van de workshop lessons learned in bijlage 4). De innovatie die het systeem biedt moet passen in deze lange termijn-ontwikkeling van nieuwe vervoerssystemen. De ontwikkeling die zich zowel in het personen- als het goederenvervoer duidelijk manifesteert is de toenemende graad van automatisering van het verkeer.

Samenvattend, het systeem moet dus enerzijds een aantal fundamenteel gunstige karakteristieke bezitten. Anderzijds, indien hiervoor een groot aantal technologische innovaties simultaan moeten worden geïntroduceerd, verkleint dit de kans op een succesvolle ontwikkeling. Belangrijk in dit verband is tenslotte ook om de ontwikkeling van standaarden vanuit de markt te laten komen. Een te vroege standaardisatie die gebruikers wordt opgelegd kan de toetredingsdrempel aanzienlijk verhogen. Een te late standaardisatie daarentegen zal het systeem beperken om te groeien in efficiency, doordat de nodige schaalvoordelen niet kunnen worden geboekt.

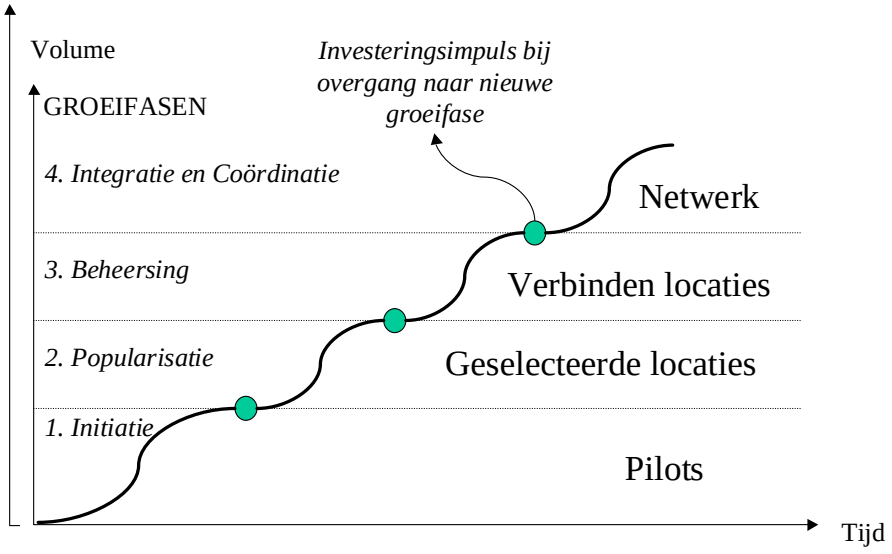
Samenvattend kunnen we een aantal fasen schetsen waarin de graduele ontwikkeling van het systeem tot uitdrukking dient te komen (figuur 35):

1. initiatie: dit is de fase waarin het ondergronds transport zich momenteel bevindt. Via pilots en voorverkenningen wordt getracht a) een goed beeld te verkrijgen van het potentiëel van deze technologie en b) deze technologie daadwerkelijk te beproeven in praktijksituaties (test-site Connekt, OLS voorbereidingen).
2. popularisatie: in de tweede fase worden op de meest kansrijke locaties plaatselijke netwerken gerealiseerd die nog vooral een ontsluitende functie hebben. Dit zijn de kristallisatiepunten voor

[3] In dit verband kan nog wel beter gekeken worden naar het veiligheidsaspect, dat in deze studie nog enigszins onderbelicht is gebleven; we zien dat de betalingsbereidheid van de overheid en bedrijfsleven voor veiligheid toeneemt.

het uiteindelijke landelijke netwerk. Er kan reeds interregionaal vervoer plaatsvinden via overslag naar de netwerken van vervoerwijzen weg, spoor en binnenvaart.

3. beheersing: de derde fase betreft de verdere aanleg van lokale netwerken en het voorzien in hoogwaardige verbindingen tussen lokale netwerken, mogelijk reeds ondergronds. Tevens worden de randvoorwaarden geschapen voor verdere groei van het systeem via nieuwe lokale netwerken, en wordt in toenemende mate standaardisatie doorgevoerd.
4. integratie en coördinatie: in deze fase worden de deelnetwerken geïntegreerd en tot een landelijk netwerk opgebouwd, waarbij de nadruk ligt op harmonisatie van standaarden en integratie met bedrijfsprocessen.



Figuur 35: Graduele ontwikkeling landelijk netwerk

Rol overheid in innovatiediffusie

De overheid dient de rol aan te nemen van “innovation agent”. Afhankelijk van de fase waarin het systeem verkeert kunnen de rollen uiteenlopen van onderwijzer en verstrekker van middelen tot die van regelgever. Een functie van de overheid ligt tevens in flankerende maatregelen om te assisteren bij het (tijdelijk kunstmatig) creëren van niches om het systeem in de pioniersfase de ruimte te geven. De overheid kan daarbij technologische innovaties die de evolutie van het systeem mogelijk maken stimuleren, zowel qua efficiency op het gebied van de reeds bestaande sterkten als op gebieden waar het systeem ten opzichte van andere alternatieven relatief zwak is. Hoe dit zich vertaalt in flankerende maatregelen is uitgewerkt in de volgende paragraaf.

5.2.3 Implicaties voor de netwerkopbouw

Uit de analyse van kritische succesfactoren blijkt dat de belangrijkste vernieuwing die het ondergronds transport introduceert het systeem op landelijk niveau ook uiterst kwetsbaar maakt. Momenteel is er een beperkt aantal situaties waarin het systeem duidelijke voordelen biedt zowel in

engere zin (bedrijfsleven) als bredere zin (maatschappij), nl. in dicht bebouwde gebieden met een zeer stringent beleid ten aanzien van het vrachtverkeer. Daarbuiten is de situatie anders, en is het hoogst onduidelijk of ondergronds transport dezelfde grote relatieve voordelen biedt of zal bieden. Gegeven ook de hoge kosten die het ondergrondse verbindende netwerk met zich meebrengt dient de ontwikkelstrategie zodanig opgezet te worden dat op de middellange termijn (10-15 jaar) de concurrentie met het vrachtverkeer vooral daar wordt aangegaan waar ondergronds transport qua snelheid relatief de grootste voordelen biedt: op lokaal niveau.

Met het oog op een graduele opbouw dienen op de lange termijn een aantal opties open gehouden te worden in termen van de mate waarin het verbindende netwerk ondergronds wordt aangelegd, en de precieze locaties die op lange termijn aangesloten zullen worden op het landelijk netwerk. Dit leidt tot de eis dat de ontwikkelstrategie flexibel moet zijn.

5.3 De opbouw van een landelijk netwerk

Deze paragraaf beschrijft de hoofdlijnen van een ontwikkelstrategie waarmee aan de ontwerpeisen tegemoet kan worden gekomen. We beschrijven achtereenvolgens het groeipad, het flankerend beleid dat dit pad moet ondersteunen en een hierbij passende verdeling van taken tussen publieke en private partijen.

5.3.1 Groeipad in synergie met andere vervoerwijzen

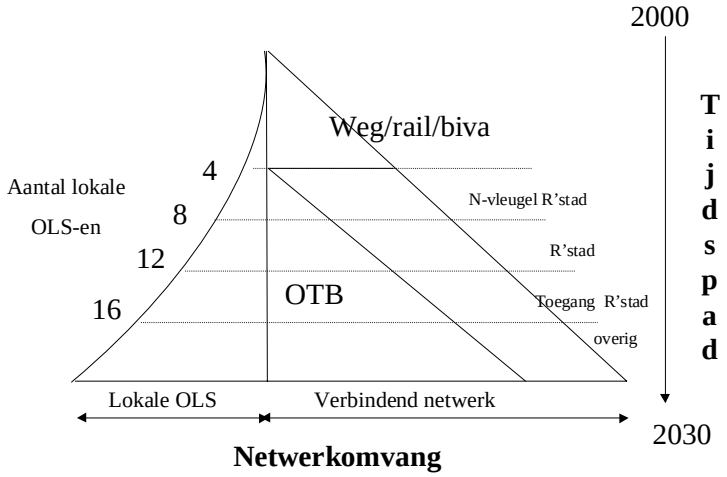
De analyses hebben laten zien dat ook met de toepassing van andere vervoerwijzen het concurrentievoordeel van het landelijk netwerk behouden kan blijven. Deze is immers vooral gebaseerd op de lokale trajecten, waar naar verwacht de prestaties van het wegvervoer op termijn verder zullen afnemen. Het lijkt dus aannemelijk dat andere vervoerwijzen worden benut om de verbindende functie van het netwerk te vervullen. Combinatie van de huidige netwerken voor wegvervoer, rail en binnenvaart met efficiënte overslag op lokale vervoerssystemen, zoals OTB, lijkt daarmee de beste strategie.

Samenvattend ligt het voor de hand om, in plaats van direkt uit te gaan van een volledig ondergronds netwerk, te starten met enkele lokale ondergrondse systemen. De locaties voor deze lokale systemen dienen met zorg gekozen te worden, daar ze de ruggegraat zullen vormen voor de vorming van het landelijk netwerk. Dit betekent dat de keuze voornamelijk gebaseerd zal moeten zijn op het potentiëel aan interregionale stromen dat over dit netwerk afgewikkeld zou kunnen worden. Indien dit potentiëel onvoldoende aanwezig is zal het systeem niet verder kunnen groeien, en zal het lokale netwerk uitsluitend kunnen dienen als basis voor vervoer tussen bedrijfsterreinen binnen de regio. Hiermee is uiteraard niet gezegd dat dit type systeem geen bestaansgrond zou hebben. Als een (bedrijfs)economische afweging die puur op intraregionale stromen gebaseerd is gunstig uitpakt, loont

het alleszins om de realisatie ter hand te nemen. De afweging ten bate van een landelijk netwerk is echter een andere, en zal gebaseerd moeten worden op interregionale stromen.

Indien direkt in het beginstadium overslag op de aanwezige interregionale verbindingen mogelijk wordt gemaakt, kunnen lokale systemen vanaf het eerste uur op bovenlokaal niveau functioneren. Deze vervoerwijzen spelen daarmee een grote rol in het opstarten van het landelijk netwerk. Zodra de stromen uitgroeien tot een niveau waarop de aanleg van een ondergrondse verbindende schakel bedrijfseconomisch rendabel is, kan overgegaan worden tot aanleg van het landelijk verbindend ondergronds netwerk. Dit moment hangt wederom af van de concurrentie met het wegvervoer. De voorwaarden voor de aanleg van de verbindende schakels zijn dus het gunstigst in gebieden waar het wegvervoer relatief langzaam, onbetrouwbaar en duur is. De kans voor het op termijn optreden van deze voorwaarden lijkt het grootst in de Randstad.

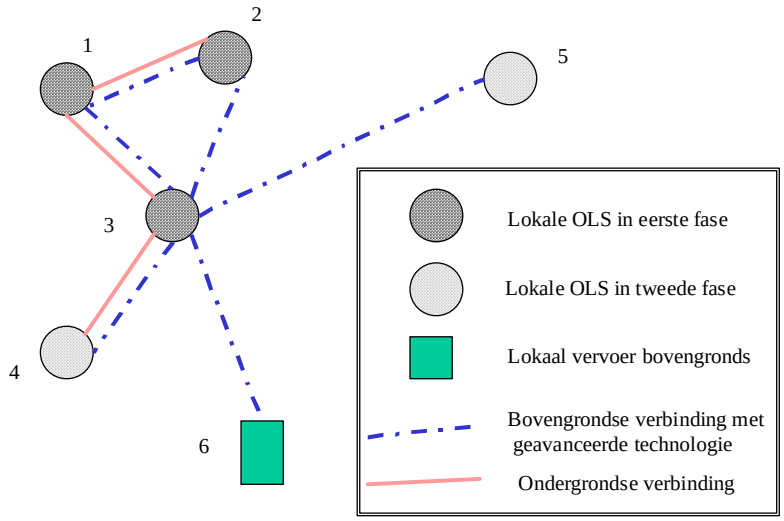
Figuur 36 schetst het beschreven ontwikkelingspad. Horizontaal is de tijd uitgezet, met (tentatief) als periode tot een volgroeid systeem 2000-2030. Reeds in 2008 zouden technisch gezien de eerste ondergrondse lokale systemen kunnen functioneren, gegeven het stadium waarin de vooronderzoeken en pilots nu verkeren. Het linkergedeelte van het schema schetst de groei van de lokale netwerken in de tijd. Het rechtergedeelte schetst de groei van het volume over het verbindende netwerk. In eerste instantie wordt dit volume gefaciliteerd via de ingroei van vervoer per spoor en water. Na verloop van tijd worden verbindende netwerken ondergronds aangelegd, die dan snel kunnen ingroeien.



Figuur 36: Ontwikkelstrategie OTB met meerdere vervoerwijzen

Benadrukt wordt dat de rol van een geavanceerde diensten met de bestaande vervoerwijzen rail en binnenvaart zich niet hoeft te beperken tot het verbinden van regio's waar lokaal ondergronds vervoer aanwezig is. Om optimaal van het aanwezige potentiëel te kunnen profiteren is, zoals in het vorige hoofdstuk uiteengezet is, een netwerk nodig met een grote omvang. De uiteindelijke configuratie van het netwerk kan aldus verschillende combinaties bevatten van boven- en ondergronds vervoer, zowel

verbindend als lokaal. Onderstaande figuur laat een aantal varianten zien die gelijktijdig in het netwerk voor kunnen komen.



Figuur 37: Varianten netwerkverbindingen

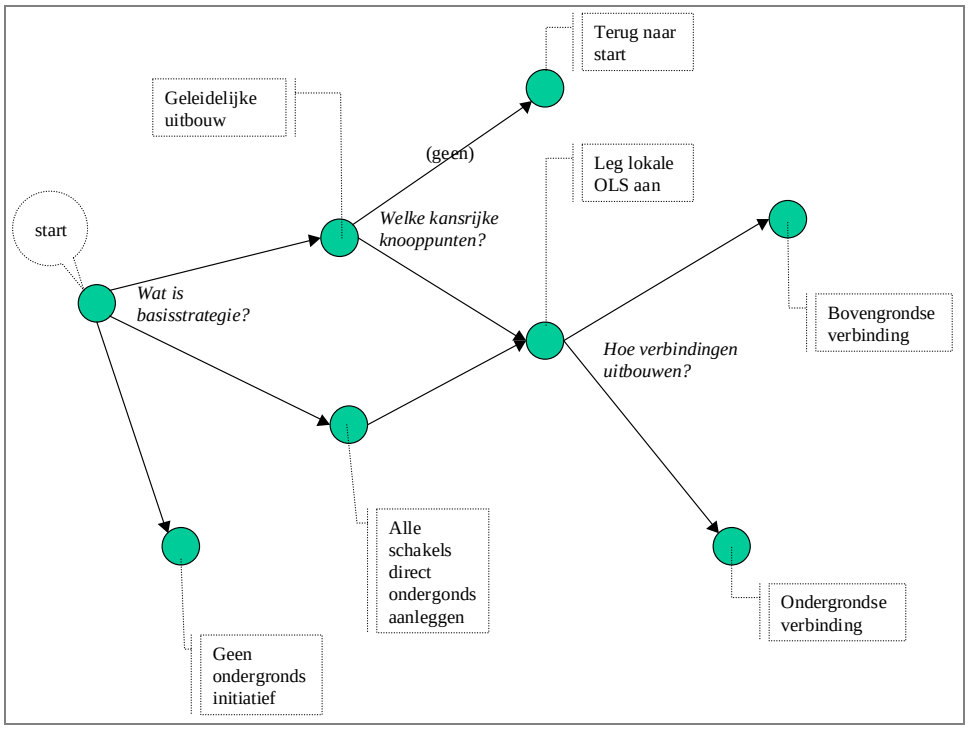
De figuur laat zien dat knooppunten en schakels in het multimodale netwerk op een bepaald moment in de tijd op verschillende manieren kunnen zijn opgezet. Knooppunten kunnen op een bepaald moment wel of niet voorzien zijn van een ondergronds netwerk (knooppunten 1-3 in eerste fase, 4 en 5 in een later stadium). Ook kunnen verschillende vervoerwijzen gebruikt worden. Alle knooppunten zijn hier aangesloten op een netwerk van bovengrondse verbindingen. De knooppunten die in de eerste fase zijn aangelegd zijn tevens reeds verbonden door ondergrondse schakels, zo ook knooppunt 4. Knooppunten 5 en 6 zijn blijkbaar nog niet toe aan de rendabele exploïtatie van een ondergrondse verbinding. Knooppunt 6 zal hiervoor eerst een ontsluitend netwerk ondergronds moeten aanleggen.

De geschetste ontwikkelstrategie slaagt slechts indien de vervoerwijzen die de rol van aantrekker van de vervoersstromen moeten vervullen, ook tegemoet kunnen komen aan de service-eisen (betrouwbaarheid, snelheid, kosten) die momenteel door verladers al aan de *huidige* alternatieven worden gesteld. Dit bergt een zeker risico in zich en stelt een aantal voorwaarden aan de ontwikkeling van met name de vervoerwijzen rail en binnenvaart. Het niet kunnen nakomen van de service-eisen kan tot gevolg hebben dat het verbindende netwerk minder succesvol is dan verwacht en dat daarmee niet de stromen aangetrokken kunnen worden die nodig zijn voor de implementatie van een volledig ondergronds netwerk.

De kans dat dit scenario bewaarheid wordt hangt af van twee aspecten: ten eerste de ontwikkeling van de technologiëen van deze vervoerwijzen, zowel qua vervoer als qua overslag; ten tweede de ontwikkeling van de prestaties van het wegvervoer. Zoals reeds duidelijk is gebleken tijdens de inventarisatie van de succesfactoren steunt de concurrentiekracht van het landelijk netwerk deels op

de aanname dat de prestaties van het wegvervoer zullen afnemen. Hoewel dit vooral geldt voor de stedelijke context, is het niet uitgesloten dat met dit gecombineerde systeem het wegvervoer tussen regio's per saldo toch gunstiger uitkomt dan het OTB-systeem. Met andere woorden, indien het verbindende systeem veel lagere prestaties levert dan het wegvervoer, kan het wegvervoer de achterstand in prestaties die het op het stedelijke traject oploopt ruimschoots goedmaken op het verbindende traject.

Vanwege deze inherente onzekerheden dient de strategie flexibel te worden opgesteld, en is het niet mogelijk om momenteel een definitief groeipad te schetsen. De ontwikkeling zal op basis van een road-map (een keuzeboom waarin de belangrijkste investeringopties zijn opgenomen in de tijd, zie figuur 38) plaats moeten vinden waarin de verschillende deelsystemen op elkaar aan kunnen sluiten, en waarin rekening wordt gehouden met het geschetste negatieve scenario voor het OTB-systeem.



Figuur 38: Road map voor de ontwikkeling van het landelijk netwerk

Uiteraard vergt het ontwerpen van deze keuzeboom een meer gedetailleerde scenario-analyse dan die in het bestek van deze studie ondernomen is. Uiteindelijk zal deze analyse moeten bepalen op welk punt in de tijd voor grote investeringsbeslissingen gekozen kan worden, omtrent de aan te sluiten locaties, de verbindingen en de vervoerwijzen die deze faciliteren. Vanuit het oogpunt van risico-spreiding verdient het daarom ook aanbeveling om in die initiatiefase meerdere pilots tegelijkertijd te starten, en deze initiatieven ook uit de markt te laten komen.

5.3.2 Flankerend beleid

Ten aanzien van de ontwikkelstrategie kan tenslotte worden opgemerkt dat actief flankerend beleid van de overheid nodig is om dit groeipad te ondersteunen. Deze dient zich niet alleen te bewegen op het vlak van het bestaande beleid ten aanzien van duurzaam transport en de daaraan gerelateerde ontwikkeling van multimodale transportsystemen en ICT. Het is belangrijk te beseffen dat het gaat om de begeleiding van een innovatieproces. Dit houdt de volgende nieuwe taken in: allereerst dienen de externe factoren die onzekerheden brengen in het ontwikkelingsproces nauwkeurig gemonitored te worden. Daarnaast dient de overheid zich als innovation agent op te stellen, zowel voor de stimulering van de specifieke planologische randvoorwaarden en de technologieën die ondersteunend zijn aan het systeem als voor de ontwikkeling van de beeldvorming bij toekomstige gebruikers die de acceptatie zal bepalen. Deze beleidstaken worden hieronder verder uitgewerkt.

Het geschetste groeipad trekt een zware wissel op de toekomstige technologie-ontwikkeling van de alternatieve vervoerwijzen: zowel binnenvaart als rail zullen met name een verhoging van de transportsnelheid moeten laten zien. Dit is uitsluitend haalbaar indien de ontwikkeling van ICT-systemen en nieuwe overslagtechnologie een sterke impuls krijgt in de nabije toekomst. Indien deze ontwikkeling niet voltooid is tegen de tijd dat de eerste lokale netwerken zijn gerealiseerd, zal het verbindende vervoer bij voorkeur over de weg plaatsvinden. Het flankerend beleid dient gericht te zijn op de ontwikkeling van systemen voor snelle en efficiënte overslag tussen ondergrondse en bovengrondse modaliteiten.

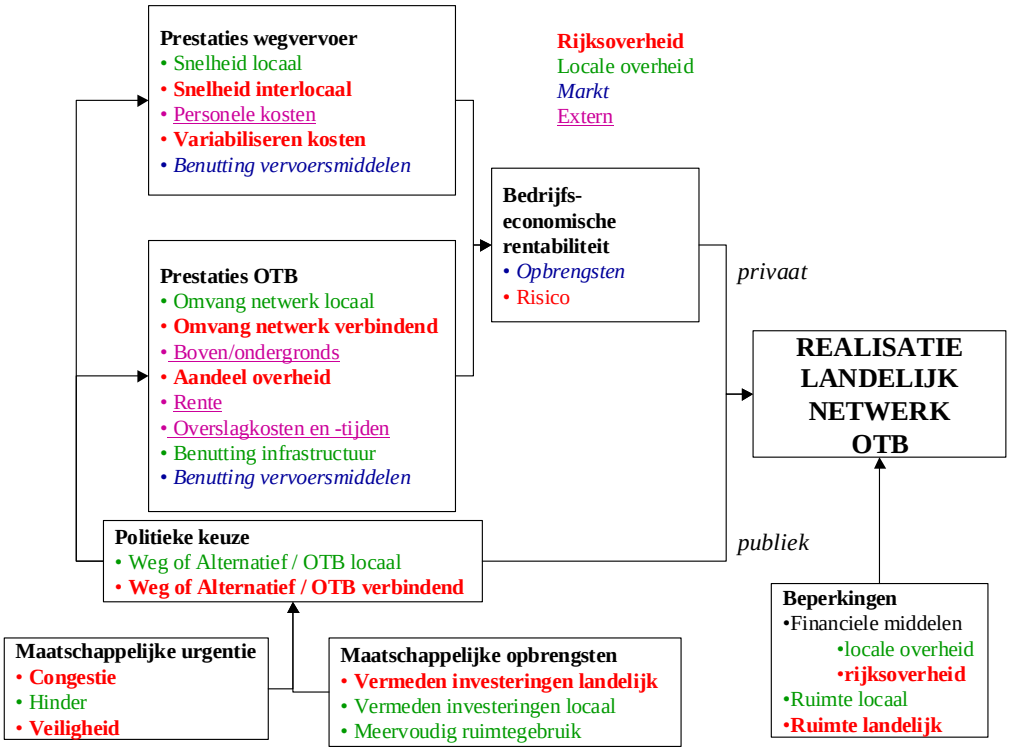
Een tweede veld waarop flankerend beleid nodig is betreft de ruimtelijke spreiding en de inrichting van bedrijfsterreinen. De kans dat lokale netwerken kostendekkend kunnen functioneren wordt groter naarmate bedrijvigheid meer geconcentreerd is. Daarnaast kan de vorming van lokale bedrijfsnetwerken gestimuleerd worden, waarbij er binnen een regio sterke relaties ontstaan tussen afnemers en toeleveranciers. Grote industriële complexen voldoen al aan deze voorwaarde. Belangrijk is daarbij dat deze bedrijvigheid niet dermate foot-loose is dat ze zich niet zou willen binden aan investeringen in ondergrondse infrastructuur. Indien deze bedrijvigheid in de nabijheid van multimodale overslagcentra gelokaliseerd kan worden vereenvoudigt hiermee de taak van de aanlsuiting van ondergrondse op bovengrondse vervoerwijzen. De ervaring leert echter dat locaties met een dergelijk complex aan eisen schaars zijn. Bij herstructurering van verouderde bedrijfsterreinen liggen hier belangrijke uitdagingen voor upgrading en imagoverbetering

Ten derde kan het flankerend beleid zich ook richten op het opbouwen van de niche waarin het OTB zich momenteel het meest prominent op richt. Het beleid ten aanzien van de binnenstedelijke beleveringen zorgt reeds in een groot aantal steden voor hoge kosten met de huidige alternatieven. Het niche-beleid dient zich tegelijk te richten op het behouden van deze bedrijvigheid, het actief informeren over het beschikbare alternatief alsmede het intensiever weren van het vrachtverkeer zodra eenmaal bedrijfsmatig gunstige alternatieven voorhanden zijn.

5.3.3 Rolverdeling publiek-privaat

Indien we de kritische succesfactoren uitzetten in een breder maatschappelijk kader, dan zien we dat een eerste toewijzing mogelijk is van de betrokken stakeholders die voor deze factoren de verantwoordelijkheid zouden kunnen dragen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen twee besluitvormingsprocessen die parallel en met een zekere mate van afhankelijkheid plaatsvinden: het private en het publieke proces. Het private beslisproces wordt gestuurd door de bedrijfseconomische rentabiliteit van het systeem. Leidend voor de politieke keuze die omtrent de ontwikkeling van OTB gemaakt dient te worden zijn de maatschappelijke opbrengsten en de perceptie van de maatschappelijke urgentie, gegeven de mate van hinder en congestie die ervaren wordt. Tenslotte zijn er randvoorwaarden voor beide beslisprocessen, die zich voornamelijk op het vlak van de (financiële en ruimtelijke) resources bevinden.

Figuur 39 geeft aan hoe partijen invloed kunnen uitoefenen op deze invloedsfactoren voor de realisatie van het OTB. Deze tentatieve verdeling van taken heeft geresulteerd uit het 2e ontwerpatelier, waarin daarmee vooral de visie van de deelnemers tot uitdrukking komt. Het impliceert niet dat er geen andere verdelingen zijn waarmee de realisatie van het systeem nog dichterbij kan worden gebracht.



Figuur 39: Verdeling rollen van publieke en private partijen ten aanzien van kritische succesfactoren

De belangrijkste externe onzekerheden liggen met name op het vlak van het tempo van de technologie-ontwikkeling in binnenvaart- en railsystemen. Daarnaast is ook de ontwikkeling van de loonkosten in het wegvervoer een kritische factor die op de lange termijn moeilijk beïnvloed kan worden. De rijksoverheid kan invloed uitoefenen op regio-overschrijdende prestatievariabelen, en heeft ook als taak om een keuze te maken ten aanzien van het belang dat aan negatieve externe effecten wordt gehecht. Lagere overheden hebben een belangrijke voorwaardenscheppende rol als het gaat om het binden van de markt aan lokale initiatieven, en het monitoren van de negatieve externe effecten die zich lokaal voordoen. Private partijen kunnen de kritische succesfactoren beïnvloeden die betrekking hebben op de bedrijfsvoering van systemen.

5.4 Conclusies

Uit de analyse van kritische succesfactoren blijkt dat een verslechtering van de prestaties van het wegvervoer een belangrijke randvoorwaarde is voor het succes van een landelijk netwerk. Tegelijk maakt dit een systeem op landelijk niveau ook uiterst kwetsbaar. Gegeven ook de hoge kosten die het ondergrondse verbindende netwerk met zich meebrengt dient de ontwikkelstrategie zodanig opgezet te worden, dat op de middellange termijn (10-15 jaar) de concurrentie met het vrachtverkeer in eerste instantie vooral daar wordt aangegaan waar ondergronds transport qua snelheid relatief de grootste voordelen biedt: op lokaal niveau.

Gegeven het voorgaande wordt aanbevolen ook andere vervoerwijzen te benutten om de verbindende functie van het netwerk te vervullen. Combinatie van de huidige netwerken voor wegvervoer, rail en binnenvaart met efficiënte overslag op lokale vervoerssystemen, zoals OTB, lijkt daarmee de beste strategie. Benadrukt wordt dat de rol van een geavanceerde diensten met de bestaande vervoerwijzen rail en binnenvaart zich niet hoeft te beperken tot het verbinden van regio’s waar lokaal ondergronds vervoer aanwezig is; ook andere locaties zonder ondergrondse ontsluiting dienen zo snel mogelijk aangesloten te worden.

Actief flankerend beleid van de (rijks- en lokale) overheden is nodig is om dit groeipad te ondersteunen. Deze dient zich niet alleen te bewegen op het vlak van het bestaande beleid ten aanzien van duurzaam transport en de daaraan gerelateerde ontwikkeling van multimodale transportsystemen en ICT. Het is belangrijk te beseffen dat het gaat om de begeleiding van een innovatieproces. Dit houdt de volgende nieuwe taken in: allereerst dienen de externe factoren die onzekerheden brengen in het ontwikkelingsproces nauwkeurig gemonitored te worden. Daarnaast dient de overheid zich als innovation agent op te stellen, zowel voor de stimulering van de specifieke planologische randvoorwaarden en de technologieën die ondersteunend zijn aan het systeem als voor de ontwikkeling van de beeldvorming bij toekomstige gebruikers die de acceptatie zal bepalen. Waar het gaat om de prestaties van alle vervoersalternatieven is tevens een belangrijke rol weggelegd voor de marktpartijen.

Er is een aantal kritische factoren waarop redelijkerwijs geen van de genoemde actoren invloed kan uitoefenen. Deze pleiten voor een uitwerking van de hier geformuleerde strategie via scenario's in het beleidsvormingsproces, teneinde met deze externe onzekerheden op robuuste wijze om te kunnen gaan. Vanwege deze inherente onzekerheden dient de strategie flexibel te worden opgesteld, en is het niet mogelijk om momenteel een definitief groeipad te schetsen. De ontwikkeling zal op basis van een road-map plaats moeten vinden waarin de verschillende deelsystemen op elkaar aan kunnen sluiten, en waarin ook het geschetste negatieve scenario voor het OTB-systeem niet wordt uitgesloten.

6 ONDERZOEKSAGENDA

Uit het onderzoek betreffende ruimtelijk ontwerp landelijk netwerk en de daarbij behorende ontwerpateliers zijn diverse onderwerpen voortgekomen die nader onderzocht moeten worden om een betere afweging te maken voor OTB. In dit hoofdstuk worden deze onderzoeksonderwerpen aangegeven, opgesplitst in categorieën (Paragraaf 6.1). Vervolgens stellen wij in Paragraaf 6.2 een prioritering naar relevantie en urgentie voor.

6.1 Inventarisatie onderzoeksonderwerpen

6.1.1 Goederenstromen

1. Intra-regionale goederenstromen binnen een COROP gebied

In dit onderzoek is alleen uitgegaan van interregionale goederenstromen (tussen COROP-gebieden). Hiernaast kunnen ook intra-regionale vervoersstromen een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van een landelijk netwerk. Deze intra-regionale stromen hebben zowel betrekking op de distributie van eindproducten als het transport van grondstoffen en halffabrikaten. Op dit punt zijn de beschikbare data momenteel een knelpunt. Verbetering hierin is essentieel binnen het onderzoek naar intra-regionale goederenstromen.

Zoals in de ontwikkelstrategie geschetst zullen in de eerste fase vooral lokale initiatieven een rol spelen, en hiervoor zijn eigelijk alleen intra-regionale goederenstromen relevant. Op de middellange en lange termijn kunnen intra-regionale goederenstromen ook van belang zijn voor vervoer tussen regio's. Immers, extra lokale stromen kunnen bijdrage aan een verhoogde benutting van het lokale buizennet en daarmee aan een verlaging van de transportkosten, ook voor het vervoer tussen regio's. Anderzijds zullen intra-regionale goederenstromen ook leiden tot behoefte aan meer omvangrijke lokale netwerken, hetgeen hogere investeringskosten met zich meebrengt. Om dit alles in kaart te brengen is nader onderzoek naar totale potentiële en te realiseren intra-regionale goederenstromen van belang. Dit omvat ook de patronen in stedelijke gebieden en lokale netwerken die productielocaties onderling verbinden. In het laatste geval is bijvoorbeeld te denken aan een netwerk tussen leveranciers en producenten of het verbinden van gelijksoortige productielocaties om zo bundelingsmogelijkheden te creëren.

2. Internationale goederenstromen

In dit onderzoek zijn geen internationale goederenstromen meegenomen. Het is echter wel aannemelijk dat een deel van deze stromen ook in aanmerking kan komen voor OTB, bijvoorbeeld import- en exportstromen van consumentengoederen via haven Rotterdam of luchthaven Schiphol. Voor import en export met grensregio's is het van belang in hoeverre netwerken op elkaar aangesloten zijn, of er extra overslag plaats moet vinden etc. Het verdient de aanbeveling om nader onderzoek uit te voeren welk aandeel van de internationale stromen kan via OTB afgehandeld worden. Net als bij de

intra-regionale goederenstromen zouden de internationale stromen kunnen leiden tot een verhoogde rentabiliteit van een landelijk netwerk OTB. Deze goederenstromen zijn ook van belang binnen de bevordering van intermodale substitutie.

3. Distributienetwerken

In het onderzoek zijn de netwerkontwerpen gebaseerd productie en attractie. Feitelijk zullen de goederen echter lang niet altijd niet direct van productielocatie aan de gebruiker worden geleverd, maar zullen de goederenstromen over een distributienetwerk lopen via één of meerdere distributiecentra. Vanzelfsprekend heeft dit effect op het ontwerp van een landelijk netwerk. Nader onderzoek naar de impact van distributienetwerken en de ontwikkeling hiervan in de tijd is daarom op zijn plaats. Dit onderzoek is reeds gaande binnen het project IPOT-SMILE.

In het SMILE project worden op basis van de productie en attractie gegevens locaties van DC's berekend. De vraag is in hoeverre deze locaties stabiel zijn. In SMILE wordt hier als volgt mee omgegaan. Op basis van de gedefiniëerde scenario’s wordt simultaan productie en attractie per logistieke familie berekend en op basis van deze goederenstromen en de toedeling aan het netwerk wordt er in SMILE per logistieke familie een opslaglocatie (DC) aangewezen, zodanig dat er optimaal gebundeld kan worden (Zie SMILE rapportage Opbrengsten OTB en logistiek). Er wordt dus geen gebruik gemaakt van informatie over concentraties van bestaande distributiecentra. Het is momenteel niet geheel duidelijk of het beter is om voor lange termijn scenario’s te werken met empirische gegevens over huidige DC-locaties of met de geschetste locatiekeuze uit SMILE. Als de DC-locaties footloose zijn is de huidige SMILE-benadering passend. Als daarentegen blijkt de locaties van DC's stabiel zijn in een tijdshorizon van 20 à 30 jaar, is het beter te werken met empirisch onderzoek over de locatie van DC's. Nader onderzoek naar de huidige DC-locaties en de stabiliteit hiervan op de lange termijn is derhalve zinvol.

4. Verfijningen in selectie goederenstromen

In dit onderzoek is een onderscheid gemaakt in eerste en tweede generatie goederen, waarbij de eerste generatie goederen nu gepallettiseerd zijn en de tweede generatie goederen op de middellange termijn gepallettiseerd zouden kunnen worden. Voor een eerste benadering is dit voldoende. Feit is echter ook dat voor veel productgroepen de pallettiseerbaarheid geen ja/nee kwestie is. Een verfijning is daarom mogelijk door van iedere productgroep van de eerste en tweede generatie de graad in pallettiseerbaarheid (%) in te schatten en het daarbij behorende ontwikkelpad in de tijd. Ook een opsplitsing naar deel van de logistieke keten is van belang: groente die naar de fabriek worden vervoerd voor verwerking zullen niet zo snel gepallettisseerd worden als de uitgaande potjes en blikjes.

Een beter inschatting van de potentie is te meer van belang, omdat in dit onderzoek naar voren is gekomen dat het aantrekken van voldoende goederenstromen cruciaal is voor de rentabiliteit van een landelijk OTB-netwerk (zie Paragraaf 4.4).

5. Tijdkritische versus kostenkritische goederen

Een tweede aspect dat speelt bij de definitie van goederenstromen is het type economische activiteit waar het vervoersysteem voor wordt ingezet. In dit onderzoek is, gebruikmakend van statistieken over productie/consumptieketens[4], een beeld gevormd van de ruimtelijke relaties. Hierbij is geen expliciet onderscheid gemaakt naar goederen in termen van eisen die deze stellen aan het logistieke proces. Consumptiegoederen zullen echter een geheel andere behandeling eisen (het gaat hier om distributienetwerken), en wellicht tot andere lokale netwerkconfiguraties leiden dan halffabrikaten of grondstoffen die vanuit een regio verzameld moeten worden (collectienetwerken). In dit onderzoek is in het spreadsheetmodel één factor voor tijdswaardering gebruikt voor alle eerste generatie goederen tesamen en één factor voor alle tweede generatie goederen. Opnieuw is dit voor de doelstellingen van dit onderzoek toereikend, maar tegelijk is het niet realistisch. Beter is het om onderscheid naar logistieke familie te maken. In het aanpalende SMILE project wordt dit deels verder ingevuld.

Uiteindelijk zal alleen een gedetailleerde en regio-specifieke analyse van deze goederenkenmerken kunnen verhelderen:

- wat de aandelen zullen zijn van verschillende typen goederen in de netwerkstromen tussen en binnen regio's en
- welke standaarden voor de infrastructuur en het logistieke proces nodig zijn om deze stromen optimaal te accomoderen.

6. Zendingsgrootte

In het huidige onderzoek is gebruik gemaakt van slechts één zendinggrootte, namelijk een pallet met een gegeven gemiddelde belading. Het enige onderscheid dat er in de gevoeligheidsanalyse is gemaakt is tussen de zendingsgroote op lokale en interregionale netwerken. In SMILE speelt een verdeling van goederen over zendinggroottes wel een rol.

6.1.2 Lokale netwerken

1. Inrichting van lokale / regionale netwerken

De lay-out en dimensionering van lokale OTB-netwerken is in het huidige onderzoek onderbelicht gebleven. Toch is een significant deel van de investeringen gemoeid met de aanleg van lokale netwerken. Tevens blijkt uit de gevoeligheidsanalyse dat de benodigde omvang van lokale netwerken voor het verwerken van de interregionale stromen een kritische factor is. Nader onderzoek op dit gebied is derhalve zeker op zijn plaats.

2. Onderzoek naar lokale vraagstukken m.b.t. de locatie van logistieke parken

Bij ieder knooppunt zal een overslagcentrum moeten komen om de goederen over te slaan van het verbindende netwerk naar het lokale netwerk. Afhankelijk van het gekozen netwerk zullen de parken niet alleen aan de rand van de stad gebouwd, moeten worden maar ook in de buurt van water en

[4] Er is uitgegaan van produktienetwerken waarin ook finale consumptie is opgenomen uitgaand van de Make/Use statistieken zoals beschikbaar in het SMILE-model.

railinfrastructuur. Voor de haalbaarheid van een landelijk netwerk met eventueel verschillende verbindende modaliteiten is onderzoek naar passende locaties voor overslagpunten van belang.

6.1.3 Verbindend netwerk

1. Selectie van knooppunten

In dit onderzoek zijn we alleen uitgegaan van de hoofdknooppunten in de veertig COROP-gebieden. knooppunten. Selectie van knooppunten voor opname in een landelijk netwerk heeft onder meer plaatsgevonden op basis van de potentiële inkomende en uitgaande interregionale goederenstromen, en toegankelijkheid van steden. Hierin zijn verfijningen denkbaar. Bovendien is het zeer wel mogelijk dat andere dan de veertig hoofdknopen van de COROP-gebieden meer geschikt zijn voor aansluiting op het netwerk. Nader onderzoek hiernaar is daarom zinvol.

2. Optimalisatie ontwerp verbindend netwerk

In de ontwerpateliers hebben wij ons beperkt tot het schetsen van een aantal mogelijke landelijke netwerken op basis van de beschikbare informatie en de expertise van de participanten. Deze netwerken zijn zeer waarschijnlijk voor verbetering vatbaar. Het was ook niet de bedoeling van dit onderzoek om tot en goede netwerk lay-out te komen, maar eerder om ontwerpprincipes en kritische factoren voor het ontwerp te achterhalen. Nu hier meer zicht op is, is optimalisatie van het landelijk verbindend netwerk, inclusief keuze van modaliteiten en groeipad, zinvol.

3. Capaciteit buizennet

Na verloop van tijd kan de transportvraag op bepaalde verbindingen dusdanig groot worden, dat er behoefte ontstaat aan een tweede parallelle verbinding (buis). In dit onderzoek is bij de bepaling van het groeipad verondersteld dat de tweede buis wordt aangelegd zodra de behoefte ontstaat. Het is echter de vraag of dit wel het beste is. Zolang de capaciteitsoverschrijding beperkt is, is het vermoedelijk beter om een andere modaliteit in te zetten of een (niet tijdkritisch) deel van de stroom via een alternatieve route te vervoeren. Punt van nader onderzoek is derhalve wanneer precies de buiscapaciteit moet worden uitgebreid door het aanleggen van een parallelle verbinding.

4. Multimodaal verbindend netwerk

In dit onderzoek zijn we uitgegaan van unimodale verbindende netwerken. Het ideaalbeeld is echter een multimodaal verbindend netwerk waar meerdere modaliteiten gecombineerd worden, zeker in combinatie met het groeipad (zie Hoofdstuk 5). Het gaat hierbij zowel om een netwerk met per link een andere modaliteit, als om een netwerk met meerdere modaliteiten per link. De eerste vorm lijkt minder realistisch door extra overslag, mits de overslagkosten en –tijd sterk zouden dalen. De tweede vorm is wel een interessante optie omdat op die manier bijvoorbeeld tijd en kostenkritische goederen toegedeeld kunnen worden naar een snelle modaliteit (weg, OTB) respectievelijk een langzamere modaliteit (binnenvaart). Zelfs is het denkbaar dat binnen één modaliteit op een link twee verschillende services worden aangeboden, bijvoorbeeld een snel klein binnenvaartschip en een traditioneel langzamer grootschaliger binnenvaartschip. Daarmee zou ook kunnen worden ingespeeld

op het onderscheid tussen tijd- en kostenkritische goederen. Het verdient de aanbeveling om dit nader te onderzoeken en verschillende berekeningswijzen te hanteren voor de alternatieven. Onderzoek naar meerdere modaliteiten op één link is echter alleen interessant indien er beter zicht is op de mate waarin goederen tijd- of kostenkritisch zijn (zie punt 5 uit subparagraaf 6.1.1).

5. Aanpassingskosten infrastructuur en modaliteiten bestaande vervoerswijzen

In dit onderzoek zijn geen investeringskosten meegenomen voor rail, binnenvaart en combi-road. Het verdient aanbeveling om hier inschattingen van te maken. Voor binnenvaart gaat het dan bijvoorbeeld om een onderzoek naar snelle en langzame vaarnetwerken en onderzoek naar de inrichting van vaarwegen (aparte vaarstroken) en de hierbij behorende investeringskosten. En voor rail hoe de RDN concepten verder in te richten zijn, of combi-rail een optie is, en wat de bijbehorende investeringskosten zijn. Ook de ontwikkelingen in overslagkosten zijn van belang. Indien het niet haalbaar blijkt om deze kostenfactoren voor één of meer modaliteiten te achterhalen, is een inschatting van tariefstructuren, waarin deze kosten verwerkt zijn, door een onafhankelijke partij een alternatief.

6. Samenlading

In dit onderzoek is geen rekening gehouden met de zogenaamde ‘bagagedragerfunctie’ van bestaande modaliteiten, oftewel de synergie met bestaande andere stromen. Dergelijke synergie effecten zouden de rentabiliteit van een landelijk netwerk kunnen verhogen. Vragen hierbij zijn: Is samenlading überhaupt mogelijk? Komen er in de binnenvaart bijvoorbeeld aparte container en palletschepen of wordt dit gemixt op één schip?

6.1.4 Scenario’s

1. Het bouwen van consistente scenario’s met de gevonden kritische factoren

In dit onderzoek zijn diverse kritische factoren beschouwd op hun impact op OTB, zodat een eerste schifting kan worden gemaakt. Om een totaalbeeld te krijgen van de effecten van de meest kritische factoren dienen er scenario’s gebouwd te worden waarin deze factoren op consistente wijze samengebracht worden. Deze scenario’s (bijvoorbeeld OTB+, OTB- scenario, zie Paragraaf 3.3) kunnen vervolgens doorgerekend worden. Hiermee wordt beter inzicht verkregen in de risico’s van een landelijk netwerk OTB dan door het stuksgewijs variëren van factoren die eigenlijk deels met elkaar samenhangen.

6.1.5 Technologie

1. Voertuigtechnologie en overslagtechnologie

Duidelijk is dat kostenverhoudingen en doorlooptijdverhoudingen tussen de verschillende modaliteiten kritische factoren zijn voor succes of falen van een landelijk OTB-netwerk. Er bestaat echter nog een grote mate van onzekerheid over toekomstige technologische ontwikkelingen in transport en overslag en hun consequenties voor kosten en doorlooptijden. Nader onderzoek op dit gebied is daarom gewenst. Dit betreft zowel ontwikkelingen in wegtransport (de belangrijkste concurrerende modaliteit voor een landelijk OTB-netwerk) als in andere modaliteiten voor het

verbindende netwerk. Met name van belang zijn te verwachten nieuwe voertuigconcepten en overslagtechnieken.

2. Standaardisatie laadeenheden

De diversiteit aan ladingdragers is, ondanks het succes van container- en palletvervoer, nog steeds relatief groot. Het is de vraag in hoeverre standaardisatie van ladingdragers een belangrijke randvoorwaarde is voor het goed functioneren van een landelijk OTB netwerk. Een grote diversiteit aan niet-complementaire ladingdragers kan automatische afhandeling immers bemoeilijken en de gemiddelde beladingsgraad van voertuigen beperken.

3. Goedkopere aanleg alternatieven

Voor de aanleg van een landelijk OTB-netwerk zijn verschillende alternatieven denkbaar, zoals sleurtunnel en cut-and-cover. Ook voor de diepte van aanleg zijn verschillende opties denkbaar (diep, vlak onder het maaiveld en aan de oppervlakte). Aangezien het verbindende buizennet de grootste post in de investeringen is, ligt het voor de hand om te onderzoeken op welke trajecten een ondergronds tracé echt noodzakelijk is en waar met goedkopere alternatieven, zoals bovengrondse aanleg, kan worden volstaan.

4. Koppeling van publieke en private infrastructuur

Een landelijk netwerk zal zeer waarschijnlijk deels privaat en deels publiek eigendom zijn. Te denken valt bijvoorbeeld aan een lokaal bedrijvennetwerk dat moet worden aangetakt op een publiek verbindend netwerk. Daarbij speelt de vraag hoe dit technisch, financieel en organisatorisch gerealiseerd moet worden. Hier is momenteel nog geen zicht op.

6.1.6 Organisatie

1. Regiefunctie

Er is nog weinig inzicht in wie de regiefunctie binnen de publiek-private logistieke netwerken op zich zal nemen. Dient de overheid (mede) regisseur te zijn bij de inrichting van nieuwe logistieke netwerken?

6.1.7 Omgeving en maatschappij

1. Maatschappelijke effecten

In dit onderzoek zijn enige eerste indicaties gegeven voor de maatschappelijke relevantie. In paragraaf worden bandbreedtes gegeven voor verkeersveiligheid, milieu en hinder voor een gegeven landelijk netwerk OTB, zoals deze door TNO Bouw zijn doorgerekend. In het project IPOT-SMILE zullen enige aanvullende resultaten ten aanzien van milieu-effecten worden gegenereerd. Verkeersveiligheid en hinder is geen onderdeel van de SMILE-output. Het lijkt verstandig om na afloop van het IPOT-SMILE project te bezien welke aanvullend onderzoek ten aanzien van de maatschappelijke effecten nog gewenst is.

2. Synergie met personenvervoer

In subparagraaf 6.1.3 (punt 6) zijn synergie-effecten met bestaande modaliteiten aan de orde gekomen. Daarnaast zijn voor de toekomst ook synergie-effecten met het personenvervoer denkbaar. Zo kan een vervoermiddel (bijvoorbeeld de trein) tegelijk personen en goederen vervoeren en kan laden en lossen van goederen tegelijk met in- en uitstappen van mensen plaatsvinden zonder tijdverlies. Punt van onderzoek is voor welke modaliteiten en onder welke voorwaarden dit een interessante optie is.

6.2 Prioriteiten

In de vorige paragraaf is een groot aantal mogelijke onderzoeksonderwerpen genoemd. een deel hiervan is reeds afgedekt door lopend onderzoek, zoals IPOT-SMILE. In deze paragraaf clusteren wij de overige onderzoeksonderwerpen in drie prioriteitsklassen, namelijk hoge prioriteit (advies: snel mee beginnen), middelmatige prioriteit (advies: het is niet urgent en/of beter om te wachten totdat hoger prioriteit onderzoek resultaten heeft opgeleverd die als input kunnen dienen) en lage prioriteit (advies: wacht hier nog maar even mee). In de onderstaande tabel zijn de onderzoeksonderwerpen geclassificeerd. De volgorde van onderzoeksonderwerpen binnen een categorie is willekeurig gekozen, er is dus geen sprake van een gedetailleerde prioiteitsstelling.

Tabel 19: Voorgestelde prioritering in de onderzoeksagenda

Prioriteit	Onderzoeksonderwerp
hoog	1. Intra-regionale goederenstromen binnen een COROP gebied 2. Inrichting van lokale / regionale netwerken 3. Optimalisatie ontwerp verbindend netwerk 4. Multimodaal verbindend netwerk 5. Voertuigtechnologie en overslagtechnologie 6. Goedkopere aanleg alternatieven
midden	1. Internationale goederenstromen 2. Distributienetwerken 3. Selectie van knooppunten 4. Aanpassingskosten infrastructuur en modaliteiten bestaande vervoerswijzen 5. Het bouwen van consistente scenario’s met de gevonden kritische factoren 6. Standaardisatie laadeenheden 7. Maatschappelijke effecten
laag	1. Verfijningen in selectie goederenstromen 2. Tijdkritische versus kostenkritische goederen 3. Zendingsgrootte 4. Onderzoek naar lokale vraagstukken m.b.t. de locatie van logistieke parken 5. Capaciteit buizennet 6. Samenlading 7. Koppeling van publieke en private infrastructuur 8. Regiefunctie 9. Synergie met personenvervoer

De keuze voor de onderwerpen met hoge prioriteit is tot stand gekomen op basis van de geïdentificeerde kritische factoren. Met name bleken van belang te zijn:

1. de kosten- en doorlooptijdenverhouding tussen een landelijk OTB-netwerk en concurerende modaliteiten,
2. de lokale / regionale OTB netwerken.

De eerste twee onderwerpen in de categorie “hoge prioriteit” komen voort uit het belang van lokale / regionele netwerken, samen met het feit dat daar, behalve de lopende stedelijke pilots, in algemene zin nog betrekkelijk weinig over bekend is. Een optie is om een paar geselecteerde regio’s in meer detail uit te werken (aansluiting lokaal netwerk op verbindend netwerk, locaties logistieke parken, afhandeling collectie- en distributiestromen). Om algemene uitspraken over lokale/regionale netwerken passend in een landelijk netwerk te kunnen doen dienen vervolgens hieruit relaties te worden afgeleid met een aantal bepalende karakteriestiek van de regio, zoals omvang van interregionale en intraregionale goederenstromen, benodigd aantal logistieke parken, oppervlakte van de regio, aantal inwoners, etc.

De onderwerpen 3-6 hebben naar verwachting een sterke invloed op de kosten- en doorlooptijdverhouding tussen een landelijk OTB-netwerk en alternatieve modaliteiten. Hiervan hebben de onderwerpen 3, 4 en 6 sterke invloed op kosten en/of doorlooptijden van het landelijk netwerk. Onderwerp 5, voertuig- en overslagtechnologie,. is zowel voor het landelijk netwerk als voor concurrerende modaliteiten van belang.

De onderwerpen uit de prioriteitscategorie “midden” zijn deels ook gerelateerd aan de gevonden kritische factoren, namelijk de punten 1-3. Wij verwachten echter dat de invloed hiervan ten opzichte van de eerder genoemde onderwerpen minder sterk zullen zijn. Het bouwen van consistente scenario’s is in feite een verfijning van uitgevoerde gevoeligheidsanalyse. Standaardisatie van laadeenheden kan de haalbaarheid van het systeem beïnvloeden. Dit geldt ook voor de maatschappelijke effecten, aangezien dit uiteindelijk de belangrijkste effecten zijn op grond waarvan de overheid zou kunnen besluiten om een significante bijdrage aan de ontwikkeling van een landelijk netwerk te leveren.

De onderwerpen uit de laatste categorie zijn zeer zeker ook relevant, maar kunnen ook in een later stadium aan de orde komen. Zo is onderzoek naar bijvoorbeeld de koppeling van private en publieke infrastructuur en de regiefunctie beter op zijn plaats als er meer helderheid is over het gewenste ontwerp inclusief knooppunten, modaliteiten en groeipad.

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van het onderzoek Ruimtelijk Ontwerp Landelijk Netwerk. In Paragraaf 7.1 worden de conclusies weergegeven en in Paragraaf 7.2 de aanbevelingen, opgesplitst in aanbevelingen voor de ontwikkelstrategie (7.2.1), voor flankerend beleid (7.2.2) en voor nader onderzoek (7.2.3).

7.1 Conclusies

Op basis van het uitgevoerde onderzoek komen wij tot de volgende conclusies:

1. *Door het grote aandeel van bulkgoederen zal OTB in het interregionale verkeer de bestaande modaliteiten in tonnage slechts deels kunnen verdringen*

Deze conclusie is gebaseerd op het onderzoeksresultaat dat naar schatting slechts 9% van de huidige interregionale goederenstromen gepallettiseerd en in de toekomst 18% gepallettiseerd zou kunnen worden (percentages van tonnage, zie Paragraaf). Dit wordt met name veroorzaakt door het feit dat het onwaarschijnlijk is dat bulkgoederen als zand en grind door een geautomatiseerd ondergronds transportsysteem zal worden afgehandeld.

2. *Een volledige OTB verbindend netwerk wordt vooralsnog financieel niet aantrekkelijk; mengvormen met verbeterde versies van bestaande modaliteiten lijken meer kansrijk*

Uit de analyse van het groeipad (Paragraaf 4.4) blijkt dat de opbrengsten van zo een netwerk pas over vele jaren fors toenemen als het netwerk een voldoende dichtheid heeft bereikt en de opbrengsten van OTB kunnen toenemen door de almaar stijgende kosten van wegvervoer als concurrerende modaliteit. Dit is van toepassing indien het volledige netwerk ondergronds wordt aangelegd. Verbeterde versies van bestaande modaliteiten (rail-combi, binnenvaart) kunnen op kortere termijn wel aanzienlijke goederenstromen aantrekken.

Het feit dat intra-regionale goederenstromen in dit onderzoek niet zijn meegenomen kan hierop (beperkte) invloed hebben. Immers, indien interregionale goederenstromen onvoldoende vervoersaanbod genereren voor de lokale netwerken, kunnen intra-regionale goederenstromen bijdrage tot een hogere benutting van het lokale netwerk en daarmee de vervoerskosten op het landelijk netwerk terugdringen. Hoewel de lokale netwerken in dit onderzoek slechts met globale kengetallen zijn gedimensioneerd, lijkt het erop dat het verbindend netwerk het grootste aandeel in de investeringen heeft. Voor de dimensionering van het verbindende netwerk (aantal kilometers buisverbinding, aantal AGV's) heeft het weglaten van de intra-regionale goederenstromen uiteraard geen consequenties. Dit verbindende netwerk is hier met name onderwerp van studie.
Hierbij dient te worden opgemerkt dat, naast kosten en doorlooptijd, met name ook betrouwbaarheid een belangrijk voordeel kan zijn van OTB ten opzichte van wegtransport. Hieraan is in dit onderzoek verder geen aandacht besteed.

3. *De mate van kostenstijging en snelheidsdaling in het wegtransport is sterk bepalend voor succes of falen van een landelijk netwerk (ondergronds) transport*

De concurrentiekracht van het wegvervoer in termen van snelheid en kosten is blijkens de gevoeligheidsanalyse (Paragraaf 3.6) een belangrijke kritische factor voor succes of falen van een landelijk netwerk. Indien de snelheid van wegtransport daalt en de kosten stijgen, snijdt het mes aan twee kanten. Ten eerste kan een groter percentage van het potentieel door het landelijk netwerk worden aangetrokken, ten tweede kunnen dan ook hogere tarieven worden gehanteerd voor interregionaal transport over het landelijk netwerk.

4. *Een groot aantal aansluitpunten is essentieel om voldoende goederenstromen te kunnen aantrekken*

Paragraaf 4.1 toont aan dat er vele knooppunten moeten worden aangesloten om de netwerkpotentie op een hoog niveau te brengen. Daarom is het van belang om snel een fijnmazig netwerk op te bouwen. Hierin past het gebruik van (varianten op) traditionele modaliteiten als binnenvaart en spoor als verbindende modaliteit. Combinatie met efficiënte overslag op lokale vervoerssystemen lijkt de beste strategie. Waar noodzakelijk kan zo een lokaal vervoerssysteem OTB zijn, maar met name op de korte en middellange termijn zijn andere lokale vervoerssystemen (eventueel traditioneel wegtransport) denkbaar.

5. *De lokale netwerken vormen een onzekere en kritische factor in het ontwerp van een landelijk netwerk, zowel qua structuur als qua intra-regionale goederenstromen*

Dit onderzoek heeft zicht gericht op het verbindende netwerk. Uit de gevoeligheidsanalyse (Paragraaf 3.6) blijkt echter dat de benodigde omvang van lokale netwerken een kritische factor is. Hoewel de uitgezette pilots hier enig inzicht in geven, zijn deze erg locatie specifiek. Meer inzicht in algemene zin in de noodzakelijk lokale infrastructuur en de bepalende factoren hiervoor, alsmede de synergie met intra-regionale goederenstromen, is van groot belang.

7.2 Aanbevelingen

7.2.1 Ontwikkelstrategie

Op grond van de overwegingen in hoofdstuk 5 komen wij tot de volgende beleidsaanbevelingen ten aanzien van ontwikkelstrategie:

1. *Begin bij de ontwikkeling van een landelijk netwerk met lokale netwerken*

Gegeven ook de hoge kosten die het ondergrondse verbindende netwerk met zich meebrengt dient de ontwikkelstrategie zodanig opgezet te worden, dat op de middellange termijn (10-15 jaar) de concurrentie met het vrachtverkeer in eerste instantie vooral daar wordt aangegaan waar ondergronds transport qua snelheid relatief de grootste voordelen biedt: op lokaal niveau.

2. *Gebruik op de korte en middellange termijn vooral vernieuwde versies van traditionele vervoersmodaliteiten op het verbindende netwerk.*

Enerzijds is een omvangrijk netwerk noodzakelijk (zie conclusie 3), anderzijds is de aanleg van een volledige ondergronds systeem voorlopig financieel niet haalbaar. Op de combinatie van deze twee observaties past het gebruik van (varianten op) traditionele modaliteiten als binnenvaart en spoor als verbindende modaliteit. Combinatie met efficiënte overslag op lokale vervoerssystemen lijkt de beste strategie. Waar noodzakelijk kan zo een lokaal vervoerssysteem OTB zijn, maar met name op de korte en middellange termijn zijn andere lokale vervoerssystemen (eventueel traditioneel wegtransport) denkbaar.

3. *Vervang op de middellange tot lange termijn traditionele vervoersmodaliteiten door ondergronds transport op die verbindingen waar dit zinvol wordt*

Vervangen van traditionele modaliteiten door ondergronds transport kan plaatsvinden als op termijn de vervoersstromen op het verbindende netwerk sterk zijn toegenomen en de concurrentiekracht van wegvervoer sterk is verminderd. Dan zal verbindend ondergronds transport op bepaalde verbindingen bedrijfseconomisch rendabel worden en kan aandeel van traditionele modaliteiten op het verbindende netwerk geleidelijk verminderen.

7.2.2 Flankerend beleid

Actief flankerend beleid van de overheid is nodig om de ontwikkelstrategie te ondersteunen. Dit betreft met name de volgende punten:

1. *De ontwikkeling van systemen voor snelle en efficiënte overslag tussen ondergrondse en bovengrondse modaliteiten*

Het geschetste groeipad trekt een zware wissel op de toekomstige technologie-ontwikkeling van de alternatieve vervoerwijzen: zowel binnenvaart als rail zullen met name een verhoging van de transportsnelheid moeten laten zien. Dit is uitsluitend haalbaar indien de ontwikkeling van ICT-systemen en nieuwe overslagtechnologie een sterke impuls krijgen in de nabije toekomst. Indien deze ontwikkeling niet voltooid is tegen de tijd dat de eerste lokale netwerken zijn gerealiseerd, zal het verbindende vervoer bij voorkeur over de weg plaatsvinden.

2. *De ruimtelijke spreiding en de inrichting van bedrijfsterreinen.*

De kans dat lokale netwerken kostendekkend kunnen functioneren wordt groter naarmate bedrijvigheid meer geconcentreerd is. Daarnaast kan de vorming van lokale bedrijfsnetwerken gestimuleerd worden, waarbij er binnen een regio sterke relaties ontstaan tussen afnemers en toeleveranciers. Grote industriële complexen voldoen al aan deze voorwaarde. Belangrijk is daarbij dat deze bedrijvigheid niet dermate foot-loose is dat ze zich niet zou willen binden aan investeringen in ondergrondse infrastructuur. Indien deze bedrijvigheid in de nabijheid van multimodale overslagcentra gelokaliseerd kan worden vereenvoudigt hiermee de taak van de aanlsuiting van ondergrondse op bovengrondse vervoerwijzen. De ervaring leert echter dat locaties met een dergelijk

complex aan eisen schaars zijn. Bij herstructurering van verouderde bedrijfsterreinen liggen hier belangrijke uitdagingen voor upgrading en imagoverbetering

3. *Het niche-beleid dient zich tegelijk te richten op het behouden van bedrijvigheid, het actief informeren over het beschikbare alternatief alsmede het intensiever weren van het vrachtverkeer zodra eenmaal bedrijfsmatig gunstige alternatieven voorhanden zijn.*

Het flankerend beleid kan zich ook richten op het opbouwen van de niche waarin het OTB zich momenteel het meest prominent op richt. Het beleid ten aanzien van de binnenstedelijke beleveringen zorgt reeds in een groot aantal steden voor hoge kosten met de huidige alternatieven.

7.2.3 Aanbevelingen voor nader onderzoek

In het onderzoek is een groot aantal vragen naar voren gekomen waarvoor verder onderzoek zinvol is. Deze zijn opgenomen in de onderzoeksagenda, zie Hoofdstuk 6. De hoeveelheid onderzoeksonderwerpen is dusdanig groot dat er prioriteiten moeten worden gesteld. Hiervoor zijn de conclusies uit dit onderzoek, zoals verwoord in 7.1, richtinggevend.

Op grond hiervan bevelen wij aan hoge prioriteit te geven aan de volgende onderwerpen:

1. *Intra-regionale goederenstromen binnen een COROP gebied*

In dit onderzoek is alleen uitgegaan van interregionale goederenstromen (tussen COROP-gebieden). Hiernaast kunnen ook intra-regionale vervoersstromen een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van een landelijk netwerk. Deze intra-regionale stromen hebben zowel betrekking op de distributie van eindproducten als het transport van grondstoffen en halffabrikaten. Op dit punt zijn de beschikbare data momenteel een knelpunt. Verbetering hierin is essentieel binnen het onderzoek naar intra-regionale goederenstromen.

2. *Inrichting van lokale / regionale netwerken*

De lay-out en dimensionering van lokale OTB-netwerken zijn in het huidige onderzoek onderbelicht gebleven. Toch is een significant deel van de investeringen gemoeid met de aanleg van lokale netwerken. Tevens blijkt uit de gevoeligheidsanalyse dat de benodigde omvang van lokale netwerken voor het verwerken van de interregionale stromen een kritische factor is. Nader onderzoek op dit gebied is derhalve zeker op zijn plaats.

3. *Optimalisatie ontwerp verbindend netwerk*

In de ontwerpateliers hebben wij ons beperkt tot het schetsen van een aantal mogelijke landelijke netwerken op basis van de beschikbare informatie en de expertise van de participanten. Deze netwerken zijn zeer waarschijnlijk voor verbetering vatbaar. Het was ook niet de bedoeling van dit onderzoek om tot en goede netwerk lay-out te komen, maar eerder om ontwerpprincipes en kritische

factoren voor het ontwerp te achterhalen. Nu hier meer zicht op is, is optimalisatie van het landelijk verbindend netwerk, inclusief keuze van modaliteiten en groeipad, zinvol.

4. Multimodaal verbindend netwerk

In dit onderzoek zijn we uitgegaan van unimodale verbindende netwerken. Het ideaalbeeld is echter een multimodaal verbindend netwerk waar meerdere modaliteiten gecombineerd worden, zeker in combinatie met het groeipad. Het gaat hierbij zowel om een netwerk met per link een andere modaliteit, als om een netwerk met meerdere modaliteiten per link. De eerste vorm lijkt minder realistisch door extra overslag, mits de overslagkosten en –tijd sterk zouden dalen. De tweede vorm is wel een interessante optie omdat op die manier bijvoorbeeld tijd en kostenkritische goederen toegedeeld kunnen worden naar een snelle modaliteit (weg, OTB) respectievelijk een langzamere modaliteit (binnenvaart). Zelfs is het denkbaar dat binnen één modaliteit op een link twee verschillende services worden aangeboden, bijvoorbeeld een snel klein binnenvaartschip en een traditioneel langzamer grootschaliger binnenvaartschip. Het verdient de aanbeveling om dit nader te onderzoeken en verschillende berekeningswijzen te hanteren voor de alternatieven.

5. Voertuigtechnologie en overslagtechnologie

Duidelijk is dat kostenverhoudingen en doorlooptijdverhoudingen tussen de verschillende modaliteiten kritische factoren zijn voor succes of falen van een landelijk OTB-netwerk. Er bestaat echter nog een grote mate van onzekerheid over toekomstige technologische ontwikkelingen in transport en overslag en hun consequenties voor kosten en doorlooptijden. Nader onderzoek op dit gebied is daarom gewenst. Dit betreft zowel ontwikkelingen in wegtransport (de belangrijkste concurrerende modaliteit voor een landelijk OTB-netwerk) als in andere modaliteiten voor het verbindende netwerk. Met name van belang zijn te verwachten nieuwe voertuigconcepten en overslagtechnieken.

6. Goedkopere aanleg alternatieven

Voor de aanleg van een landelijk OTB-netwerk zijn verschillende alternatieven denkbaar, zoals sleurtunnel en cut-and-cover. Ook voor de diepte van aanleg zijn verschillende opties denkbaar (diep, vlak onder het maaiveld en aan de oppervlakte). Aangezien het verbindende buizennet de grootste post in de investeringen is, ligt het voor de hand om te onderzoeken op welke trajecten een ondergronds tracé echt noodzakelijk is en waar met goedkopere alternatieven, zoals bovengrondse aanleg, kan worden volstaan.

BIBLIOGRAFIE

Bouwdienst Rijkswaterstaat: Fokkema, S., Bhageloe, G.S., *Tussenrapportage projectgroep technische uitwerking landelijk netwerk IPOT*, september 1999.

Brucker, K. de, A.Verbeke en W. Winkelmans (1998), *Sociaal-economische evaluatie van overheidsinvesteringen in transportinfrastructuur*, Garant, Leuven-Apeldoorn

Buck Consultants/DHV, *Marktanalyse Ondergronds Transport*, Nijmegen/Amersfoort, januari 1998

Centraal Plan Bureau, *Economie en Fysieke Omgeving, Beleidsopgaven en oplossingsrichtingen 1995-2020,* Den Haag 1997

Duurzame Technologische Ontwikkeling, *Buisleidingentransport (BLT) voor Stedelijk Goederenvervoer*, Augustus 1997

Duurzame Technologische Ontwikkeling - Projectteam Verplaatsen, *Buisleidingentransport*, December 1997

Filarski, R., *Rise and Decline of transport systems. Their development in a historical perspective*, Presentation on NECTAR congres 20-23 October, 1999

Geerlings, H.A., *De betekenis van maatschappelijke en culturele aspecten voor het realiseren van een draagvlak voor ondergronds transport*, Rotterdam, november 1999

Heijma, A. L. Langerak, A. Perrels en O.Raspe (1998), *Economie en infrastructuur: project-effectrapportage van investeringen in infrastructuur*, intern document TNO Inro, Delft

Interdepartementale Projectorganisatie Ondergronds Transport, *Economische aspecten ondergronds transport*, augustus 1997

Interdepartementale Projectorganisatie Ondergronds Transport, *Transport onder ons, 1e voortgangsrapportage*, april 1998

Interdepartementale Projectorganisatie Ondergronds Transport, *Transport onder ons: Schakel in de keten, 2e voortgangsrapportage*, augustus 1999

Ministerie van Verkeer en Waterstaat - Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *Jaarrapport Goederenvervoer, editie 1998,* Rotterdam, december 1998

Ministerie van Verkeer en Waterstaat - Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *Mobiliteitsatlas, Verkeer en vervoer vanuit ruimtelijk-economisch perspectief*, Rotterdam, juni 1999

Ministerie van Verkeer en Waterstaat - Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *Vervoer-Economische Verkenningen 1997-2002*, Den Haag 1997

Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Directoraat Generaal voor het Goederenvervoer, *Transport in Balans*, Den Haag 1996

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Questa, Verplaatsen in de toekomst*, Den Haag, Juni 1998.

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, *Ruimtelijke verkenningen 1996*, Jaarboek Rijks Planologische Dienst, Den Haag, 1996

Mom, G., *Lessons learned: enkele lessen te leren van de opkomst of het falen van vervoerssystemen in het verleden*, Eindhoven, november 1999

NEA/DHV, *Referentiekader vervoer ondergronds transport*, eindrapport, Rijswijk/Amersfoort, maart 1998

NEI/CPB, *Beoordeling van grote infrastructuurprojecten – Onderzoek naar Economische Effecten van Infrastructuur (OEEI)*, Ministerie van Economische Zaken en Verkeer en Waterstaat, 1999

Oosterhaven, J. (1999) *–De evaluatie van grote infrastructuur: over MER's, EER's en MKBA's –* In Openbare Uitgaven, 31e jaargang 1999, nr.2

Stuurgroep Ondergrondse Vervoers-infrastructuur, *Ondergronds Overwegen*, december 1993

TNO Bouw: Dullemond, A. Th., Dekker, K.H., *Ondergronds Transport in Buizen, een integrale afweging*, april 1998

TNO Inro, *Een alternatief geïntegreerd goederenvervoerssysteem de grond in geboord?*, presentatie in het IPOT Platform, 8 november 1999 (99/SL/087, 99/NL/369)

TNO Inro, *Strategisch Model Integrale Logistiek Evaluatie – beschrijving van het SMILE model en de toepassingsmogelijkheden*, Delft, November 1998

TRAIL Onderzoekschool: Pielage, B.A., Rijsenbrij, J.C., *Transportsystemen en mogelijkheden voor ondergrondse goederendistributie – Concept*, Delft, november 1999

TRAIL Onderzoekschool: Visser, J.G.S.N., Vermunt, A.J.M., Binsbergen, A.J. van, *Ruimtelijke concepten ondergronds transport*, Delft, mei 1998

Universiteit van Amsterdam – Faculteit der politieke, sociale en culturele wetenschappen, *Ondergronds transport – teneur en leemtes in onderzoek*, december 1997

Vermunt, A.J.M., *Van ondergronds buisleidingtransport naar intelligente logistieke systemen – Een visie op overmorgen*, KUB-KMA, 19 april 1999

Viswat, C., *Ondergronds Hogesnelheids Goederenvervoer in Noordwest Europa*, afstudeerverslag TNO Inro, Delft, augustus 1998

BIJLAGE 1 GOEDERENGROEPEN

Tabel B1.1: Eerste generatie goederengroepen

Bacon spek	Ov.bovenkled	Ov.verfprod.	Ov.prod.distillerderijen	Onderd. (motor) fietsen
Worst	Pelt+bont	Waterv.verf	Uien	Auto-onderd.
Rundvl.art.	Mode-artikel	idem (sect textielvered.)	Koolsoorten	Onderd. ov.transp.midd.
Ov.vleesprod	Ov.prod. lederind.	Natuursteen prod.	Komkommers	Kussen dekb
Bewerkte vis	Zeemleder	.vezels,garens&weefsel(	Tomaten	Beddengoed
Ov.prod.vis	Zadel tuig	Text.deklaag&ov.text.pr	Paprika's	Woningtext.
Ov.dierl.prod mens cons	Tas koffer	Farmac.,sera,vacc,gen.m	Sla	Parket
Consumptieijs	Leder mode	Gaas verband	Witlof	Verlicht.kst
Kinder- &dieetvoed	Schoeisel leer & kunstst.	Ov.farmac.pr,sect gen.m	Champignons	Cv.radiator
Suiker	Pantoffels	idem (sect med instr)	Ov.groenten	(El.) geisers en boilers
Margarine & halvarine	Oud papier	Zeep	Appels	Kachel haard
Chocolade ed	Pap.wit oud	Wasmiddel ed	Ov.fruit	H.h.kookapp.
Suikerwerk	Verpakk.pap	Schuurmiddel	Ov.bew.fruit	Met.verlicht
Honden- & kattenvoer	Spec.papier	Poetsmiddel	Ov.bew. groente &fruit	Hh.naaimach.
Spec. sauzen	Ov.pap.waren	Ov.parf.kosm	Ov.prod.groente & fruit	Batter,ov.el.app.hh,ov.el
Soepen	Behang	Tandpasta ed	Diepvr.groen	Gloeilampen
Snacks, kant&klaarmaal	Pap.rollen&and.graf.pap	Shampoo ed	Diepvr.fruit	Tl-buizen ed
Ov.bakkerijgrondst	WC- & huish.pap	Huidverzorg.	Tafelzuren	Ov.elek.lamp
Ov.voedingsmiddelen	Enveloppen	Ov.rubber	Tomatenprod.	Telefoon
Koffie &thee	Sig. papier	Lasprodukten	Mager melkpoed	Radio's
Mayonaise	Etiketten	Gietw.ferro	Volle melkpoed	Televisies
Aardapp.prod	Correspo.pap	Smeedwerk	Boterolie	Tv-camera's
Deegwaren	Beelddragers	Veren	Wei-& weiprod.	Video geluid
Pinda noten	Druk bladen+tydschr.	Onderd.met.meubel	Eieren	Luidsprekers
Vruchtesirop	Boeken plano	Onderd.verw. &kookapp	Ov.zuivelprod.	Versterkers
Wijn e.d.	Cartogr.druk	Hang & sluitwerk	Consumptiemelk	Cassette lp
Gedistilleerd	Waardepapier&ov.druk	Draadnag,bout,moer,ed	Consumptieroom	Koelkasten
Bier kleinverp	Kettingform	Hand- en mech gereeds.	Karnemelk	Elek.kachels
Frisdranken	Prentbriefkaarten	Gereedschap	Chocolademelk	Elek.kookapp
Bronwater	Kalenders	Warmtewissel	Ov.melkprod	Fotochem.pr.&fototechn
Shag pijptab	Bindwerk	Onderd. 4904-4909	Gecond.melk	Optische art.& montuur
Ov.tabak	Binderijprod	Lift heftruc	Boter	Onderd. opt &foto app.
Tabak gestript	Dagblad abonnementen	Onderd. 4911-4914	Kaas	Foto film
Sigaretten	Publiekstijdschr.abonn	Verb.mot,krachtw,	Yoghurt	Klok uurwerk
Sigaren	Omroepbl.abonnement	onderd.4916 &4923	Vla pap ed.	Antiek/verza
Ov.dierl. prod.	Vakbladen abonnement	Onderd. 4917-4921	Brood	Muziekinstr.
Weefsel wol	Ov.tijdschr. abonnement	Fotokop.app ,comp,	Beschuit ed	Speelg.sport
Watten vilt	Schoolboeken	ov.kant.mach en	Ontbijtkoek	Ov.text.vull
Bindgar.touw	Naslagwerken	Schrijfm.	Biscuit koek	Tenten+zeil
Onderd.mode-art	Andere boeken	Weegwerktuig	Ov.broodprod	Huisvuilzakk
Niet afgew. leer	Reclamedrukwerk	Onderd. ov.mach.	Kalfs- & rundvlees	Flessen e.d.
Afgewerkt rundleder	Dagblad advertenties	Elektromotor	Varkensvlees	Vaten fusten
Ov. afgewerkt leder	Huis aan huisbladen	Onderd. elmot,trafo &s	Pluimveevlees	Conservenblik
Ov.lederwaren	Tijdschriften advertentie	Zend ontvang	Ov. vlees	Capsu.kroonk
Handbr.garen en ov.brei	Bakstenen	Bloembollen	Ham	Cons.goederen int.gebr.
Onder- & nachtkled	Dakpannen	Ov.bol-knol-	Elektronenbu	Chem kantoorbeh.
Huishoud & afgew. text.	Ov. keramische prod.	&wortelgew.	Gedrukte el.bedr, trans.	Kaarsen e.d.
Ov.text.waren	Tegels	Peulvruchten	Navigatie apparatuur	Ov.rubber pr
Band passem.	Vuurvaste prod.	Koffie ongebrand	Med.instrumenten	Plakband ed.
Babykleding	Kalkz.stenen	Tabak ongestript	(sector Ov. elek)	Kantoor.kst.
Werkkleding	Ov.houtw consumptie	Ov.akkerbouwpr.voor	idem (sector medische	Keram.huish.art.
Kleding leer	Borstelwaren	mens.cons.	instr)	Keram. sier-kunstvw
Damesbovenkl,confectie	Techn.glas	Ov.tuinbouw	Meet regelapparatuur	Geldbewaarpl
idem (sect grooth)	Nat. en synt.kleurst.	Ov. Producten	Banden en fietsbanden	Schaar, mes
Herenbovenkl, confectie	Anor.kleurst en emailles	Ov.prod.choc	Gecov.banden	Met.hh.sanit
idem (sect grooth)	Reuk smaakst	&suikerwerk	Autolampen	Met.siervoor

Tabel B1.2: Tweede generatie goederengroepen

Bloem.plant.	Afval bier	Ov.houtw.intermediair	Herbiciden	Golfkarton
Boomkwekerij	Cons.aardapp	Bouwart.kunstst.	Ov.chem.best	Verpakkarton
Ov.bosbouw	Verse vis	Ov.industr. prod.kunstst.	Lat &synth.rub en	Ov.karton
Pootaardapp.	Rijst	Glasafval	rubber ongev	Emballage k.
Ov.aardapp.	Plantaardige prod. vr	Glasvezel ed	Rubber halff	Goed.in bew.
Grondnoten	text.ind	Folie versterkt	Staaldraad en gaas tralie	Ov.glas
Zaaizaden	Ruwe wol	Ov. folie	N-fe gietw. en	Ov.prod.neg
Cacaobonen	Wol haar	Carb.bl, act.kool, chloor	metaalw.neg	
Thee onbewerkt	Katoen	en fosfor	Machines neg	
Ov.voedergewassen	Ov.kat.weefs(sect	Natriumhydr.prod.	Transformato	
Rauwe melk	katoen)	Plamuur kit	Schakel verd	
Tuinb.zaaiz.	idem (sect text.ver)	Drukinkten	H.ledikanten	
N.eetb.slachtafvall.	Linnen weefs	Weefsel s+k(sect	H.spec.meub.	
Graanprepar.	Stoffen stuk	katoen)	H.meubelen	
Bijprod. suikerindustrie	Plant.text.vez.	idem (sect katoen)	Meubelen kst	
Veekoeken	Lompen & 2e handskled	Lijmen gelat en	Ov.met.meub.	
Cacaomassa	Ov.schoeisel	ov.chem.prod(sect f	Cv.ketels	
Cacaoboter	Schoen delen	idem (sect ov.basch)	Zakken text	
Cacaopoeder	Papierstof	idem (sect lijm)	Kratten	
Couverture	Natuursteen	Fungiciden	Pallets	
Ov.prod.zetmeel	Keukenelemen	Insecticiden	Verpak.pap.w	

Tabel B1.3: Derde generatie goederengroepen

Paarden	Ov.betonpr.vr bouw	Zw.stookolie	Tinerts	Carrosserie
Runderen	Ov.betonwaren	Autogas(lpg)	Ov.ertsen en	Scheepsschroeven
Kalveren	Asbestcement	Jetfuel	ov.delfstoffen	Schepen en
Varkens	Gebroken grint	Petroleum	Plaat+draad,blooms	vliegtuigen(sect
Schapen	Gemalen minerale	Gasolie auto	warm en buiz.	scheep)
Pluimvee	prod	Gasolie verwarming	Ruwyzer+st. en	idem (sect vliegt)
Ov.dieren	Slijpmidd.ed	Aard- & hoogovengas	schroot fe	Containers
Tarwe	Asbest prod.	Gasdist.bedr	Ov.non-ferro(sector	Treinen tram
Mais	Ov.minerale prod.	Stadsverwarming	recuperatie)	Ov.transportmiddlen
Gerst	Hout	Elektricit.	idem (sector	Vloerbed.text en
Ov.granen	Gezaagd hout ed	Water	basismetaal)	linoleum e.d.
Zetm.aardapp	Ongef.houtplaten	Kunstmest	Alum. (+leg)	H.meubelbouw
Suikerbieten	Triplex e.d.	Ov.kunststoffen in	Pijpleiding	Matrassen ed
Koolzaad ed.	Ov.plaatmaterialen	primaire vorm(se	Ov.construct	Vloerbed kst
Sojabonen	hout	idem (sector	Bouwelementl	Met.bed matr
Ov.olieh.zad	Deuren	kunsthars)	Const.broeik	M.kant.meub.
Stro &	Ramen kozijn	Ionenwissel	Const.off-sh	Edelstenen
ov.akkerbouwprod.	Trappen	Afvallen kunstharsen	Landbouwwerk	Caravans ed
Ov.prod.maalderijen	Kasten	Folie celstr	Verspanende mach	Stacaravans
Spijsol+vet	Ov.timmerwerk	Buizen kst.	Niet verspanende	Ov.emb.hout
Afval zetmeel	Montageconstructies	Staven kst.	mach	Inv.e.b.mach
Mengvoeder	(hout)	Alcohol	Mach.verpakk	Inv.e.b.bouw
Kunstkalvermelk	Stellingen	Overige organische	Filter zuiv.	Inv.e.b.verv
Ov.prod mengvoeder	Houten meub.delen	chemische gronds	Mach.voeding	Inv.e.b.comm
Mout	Vlakglas	Ov.anorg.gst	Grootkeuken	2e-h.vliegt.
Ondermelk	Dubbelglas	Ov.alcohol	Mach.chemie	2e-h.schepen
Vruchtesap	Steenkool	Glycol- en ov. ethers	Hijs hefwerk	Sloopschepen
Bier grootverp	Bruinkool	e.d.	Ma.delf.bouw	2e-h.ps.auto
Huiden onbew	Exploratie	Ind.gassen	Mach.mineral	2e-h.vr.auto
Graf.pap.kar	Aardgascond. +	Zuren	Mach.textiel &mach	2e-h.mach.
Verpakk.druk	gassen	Ammoniak en	vr wasserij	Ov.desinvest
Aarde	Verbind.radioakt.elem	ov.basen oxy	Mach.hout	Grafkisten
Zand	.,verb edelmet	Natriumhydr.	Mach.papier	Springstof
Grint ongebroken	Nafta's	Tensio-act.s(sect	Mach.grafisch	Transp. band
Hoogovenslak en	Ov.benz.terp &petr.	ov.basch)	Stoomketels	Ov.prod.kst.
cement en kalk	residu	idem (sect	Stoommachine	Grafstenen
Betonmortel	Gasolie grst	fotochemie)	Pomp.compr.	Gastanks
Beton buizen	Cokes en deriv. steenk	Koolwaterstoffen met	Draad kabel	Wapen munit
Beton wegdek	Bitum.bouwm.	open keten	P., vr.auto's, autob,	Zout
Heipalen	Stoom	ov. koolwaterstoffen	pants.w en op	
Beton dakpan	Smeerolie en	en deriv. v. k	idem (sector caross)	
Beton vr weg- en	min.wassen	Metyl-,butylalcohol en	Trucks+wagen	
waterbouw	Teer	keton.chin	Ov. wagens	
	Benzine	Carbonzuren en	Motorfietsen en	
	Vliegt.benz.	aminozuren	fietsen	
	Li.stookolie			

BIJLAGE 2 DEELNEMERSLIJST ONTWERPATELIER

1.	De heer H. Gordijn	Ministerie van VROM-RPD en IPOT
2.	De heer L. Dekker	Miniserie van V&W, RWS Bouwdienst en IPOT
3.	De heer C. den Hartog	Ministerie van V&W, AVV
4.	De heer S. Fokkema	Ministerie van V&W, RWS Bouwdienst
5.	De heer J. Visser	TU Delft, OTB
6.	De heer B. Pielage	TU Delft, Werktuigbouwkunde
7.	De heer J. Katgerman	RUPS Adviseurs
8.	De heer A. Dullemond	TNO Bouw
9.	De heer M. van Dijk (alleen atelier 2)	Bureau Innovatie Binnenvaart
10.	De heer L. Tavasszy	TNO Inro, Logistiek
11.	De heer M. van der HeijdenTNO	TNO Inro, Logistiek
12.	Mevrouw M. Iding	TNO Inro, Logistiek
13.	De heer H. Puylaert	TNO Inro, Planning
14.	De heer F. van der Schoot	TNO Inro, Planning
15.	De heer C. Ruigrok (alleen atelier 2)	TNO Inro
16.	De heer D. Damink	Stagiair Universiteit Twente bij TNO Bouw en IPOT

BIJLAGE 3 OVERIGE RESULTATEN GEVOELIGHEIDSANALYSE

B3.1. Potentie netwerk

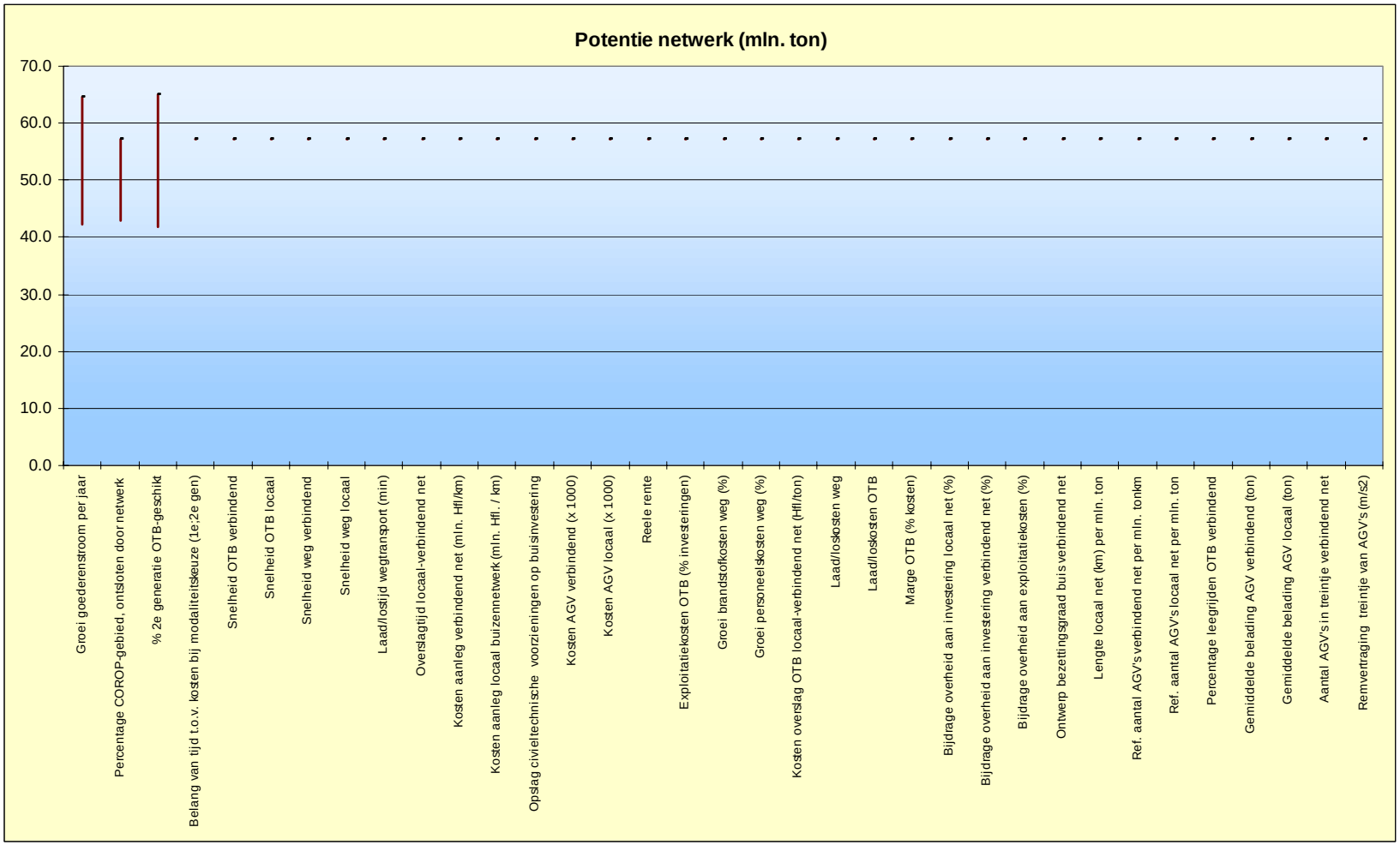
In het middenscenario is de netwerkpotentie in 2020 gelijk aan **57.2 mln. ton**. Gegeven de definitie van netwerkpotentie zal het duidelijk zijn dat de overgrote meerderheid van de factoren hierop geen invloed hebben. Slechts drie factoren zijn van belang, en wel in de onderstaande volgorde:

Tabel 20. Drie relevante factoren voor de netwerkpotentie

Factor	Bandbreedte (mln. ton)
Het deel van het COROP-gebied dat door het OTB-netwerk ontsloten wordt (uitgedrukt in een percentage van het tonnage uit het COROP-gebied dat tot het netwerkpotentieel gerekend kan worden)	42.9 → 71.6
Het percentage tweede generatie goederen dat geschikt is voor OTB	41.9 → 64.9
De jaarlijkse groei in de goederenstromen	42.2 → 64.6

Het eerste getal heeft hierbij steeds betrekking op de lage waarde van de factor en het tweede getal op de hoge waarde (hetgeen voor alle volgende tabellen in dit hoofdstuk ook geldt).

Voor de neerwaartse risico's zijn deze factoren ongeveer even belangrijk (de ondergrens heeft dezelfde ordegrootte). Als geheel is vooral het deel van het COROP-gebied dat door het OTB ontsloten wordt cruciaal.



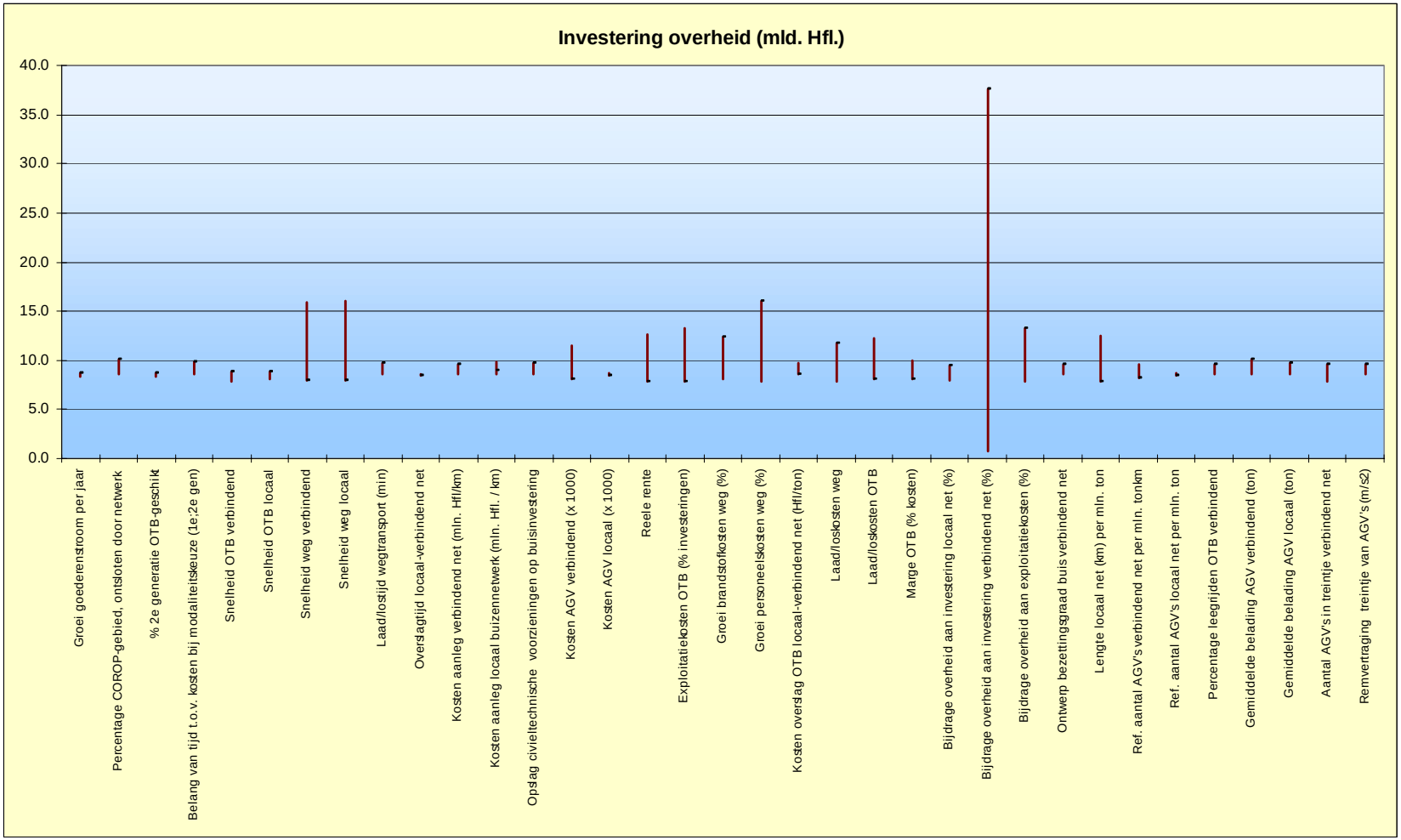
Figuur 40. Effecten van de factoren op de netwerkpotentie

B3.2. Investeringen, aandeel overheid

In het middenscenario is het overheidsaandeel in de investeringen gelijk aan **8.5 mld. Hfl**.. De belangrijkste factoren staan vermeld in Tabel 21. Evident is dat een overheidsbijdrage aan het verbindende buizennet variërend tussen 0% en 100% veruit de grootste factor is. De volgende drie factoren in de ordening lijken meer opvallend. Feitelijk hebben deze factoren een indirect effect: als de personeelskosten voor het wegvervoer sterk groeien, wordt het OTB-netwerk aantrekkelijk vanuit kostenperspectief en daardoor zijn er meer investeringen noodzakelijk in uitgebreidere lokale netwerken, op sommige trajecten dubbel uitgevoerde verbindende buizen en natuurlijk zijn er meer AGV's nodig. Vanwege de overheidsbijdrage in de infrastructuur leidt dit tot een stijging van de overheidsinvesteringen. Kortom, gegeven een procentuele overheidsbijdrage hangt de te verwachten investering sterk samen met het succes van een landelijk OTB netwerk. Dit is ook te zien door een vergelijking te maken met Tabel 6: de drie factoren staan op de plaatsen 1-3 bij de realisatie van goederenstromen op het netwerk en zijn dus kritische succesfactoren.

Tabel 21. De top 4 relevante factoren voor het overheidsaandeel in de investeringen

Factor	Bandbreedte (mld. Hlf)
Bijdrage overheid aan investering verbindend net (%)	0.7 → 37.6
Groei personeelskosten weg (%)	7.8 → 16.0
Snelheid weg lokaal	16.1 → 7.9
Snelheid weg verbindend	15.9 → 7.9



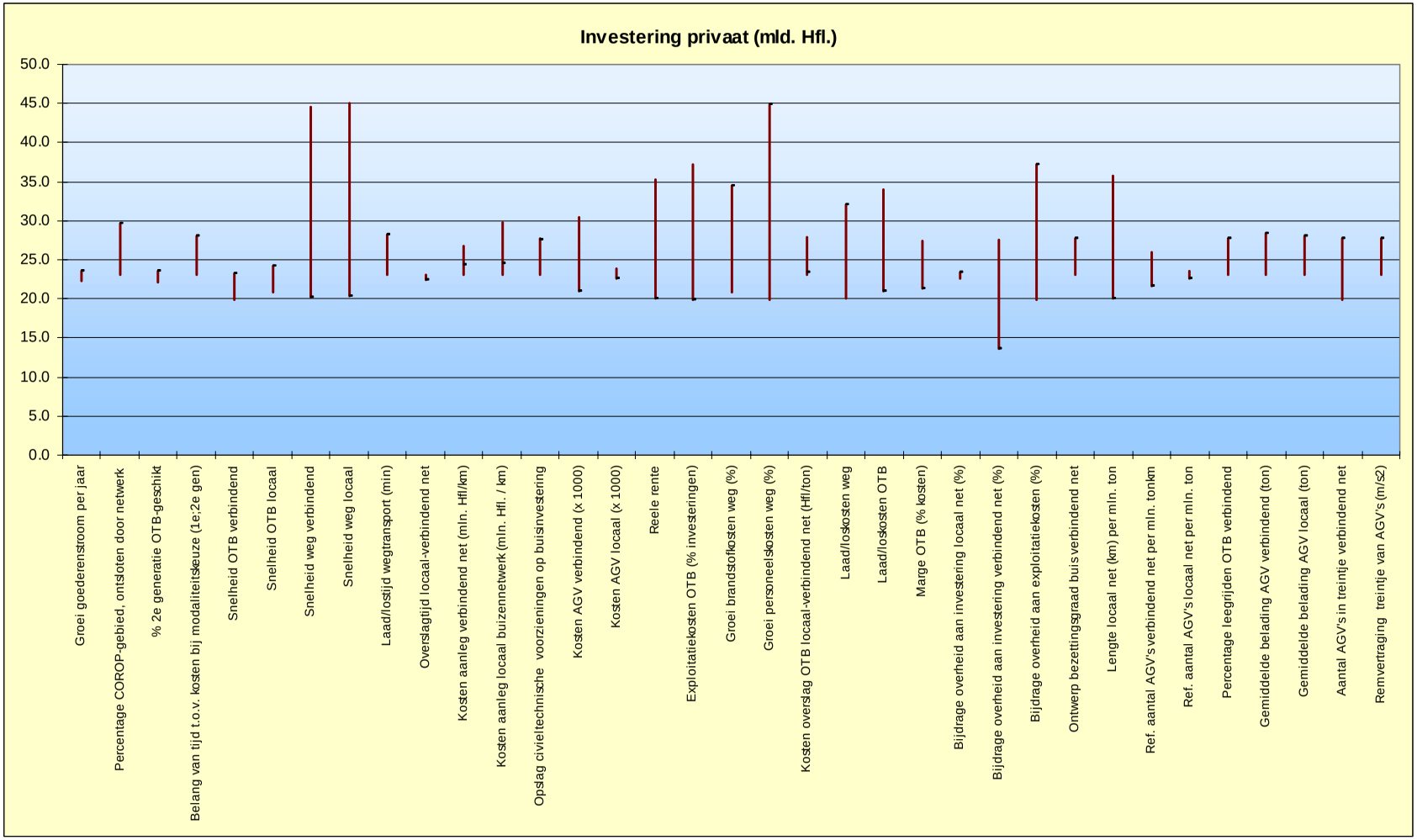
Figuur 41. Effecten van de factoren op het overheidsaandeel in de investeringen (mld. Hfl.)

B3.3. Investeringen, privaat aandeel

In het middenscenario is het private aandeel in de investeringen gelijk aan **23.1 mld. Hfl**. De top-3 factoren zijn dezelfde als de nummers 2-4 uit de voorgaande paragraaf over de overheidsinvesteringen. Dit is ook logisch, aangezien deze factoren het totale investeringsbedrag in sterke mate bepalen. Ook hier geldt dat de benodigde investeringen sterk samenhangen met succes of falen van een landelijk OTB-netwerk

Tabel 22. De top 3 relevante factoren voor het private aandeel in de investeringen

Factor	Bandbreedte (mld. Hfl.)
Groei personeelskosten weg (%)	19.9 → 44.8
Snelheid weg lokaal	45.0 → 20.3
Snelheid weg verbindend	44.6 → 20.2



Figuur 42. Effecten van de factoren op het private aandeel in de investeringen (mld. Hfl.)

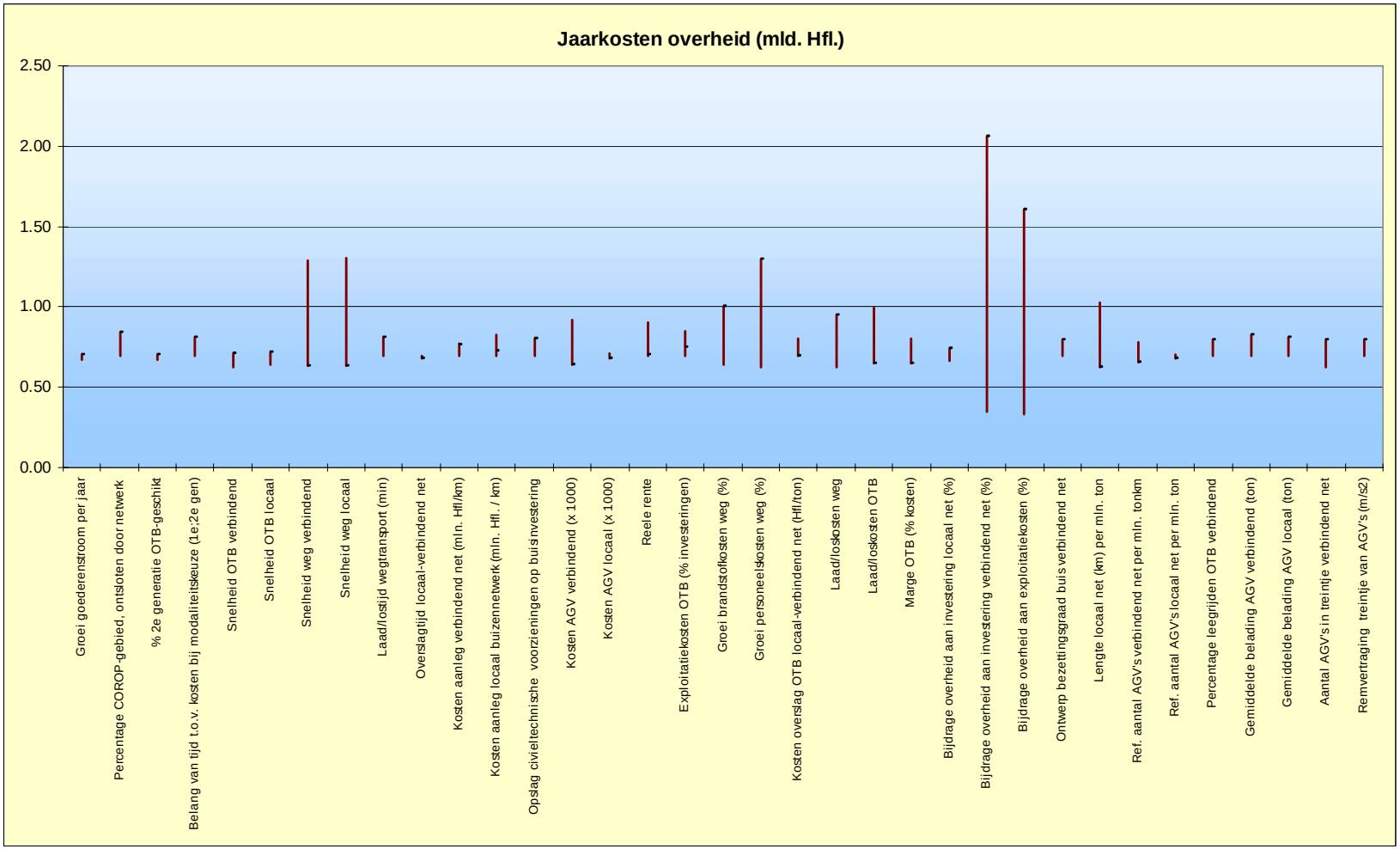
B3.4. Jaarlijkse kosten, overheid

In het middenscenario is het overheidsaandeel in de jaarlijkse kosten (2020) gelijk aan **0.69 mld. Hfl**. Tabel 23 bevat de top-5 relevante factoren.

Tabel 23. De top 5 relevante factoren voor de jaarlijkse overheidskosten

Factor	Bandbreedte (mld. Hfl.)
Bijdrage overheid aan investering verbindend net (%)	0.34 → 2.06
Bijdrage overheid aan exploitatiekosten (%)	0.33 → 1.61
Groei personeelskosten weg (%)	0.62 → 1.30
Snelheid weg lokaal	1.30 → 0.63
Snelheid weg verbindend	1.29 → 0.63

De overheidsbijdrage in de jaarlijkse exploitatiekosten is natuurlijk relevant. Dit geldt ook voor de grootste investeringsbijdrage, namelijk die in het verbindende buizennet (loopt via rente en afschrijvingen). Opvallend is dat opnieuw drie factoren van belang zijn die het wegvervoer ongunstig doen uitvallen ten opzichte van OTB-transport. Ook voor de jaarkosten van de overheid geldt dat deze sterk samenhangen met het succes van OTB-transport.



Figuur 43. Effecten van de factoren op het jaarkosten voor de overheid (mld. Hfl.)

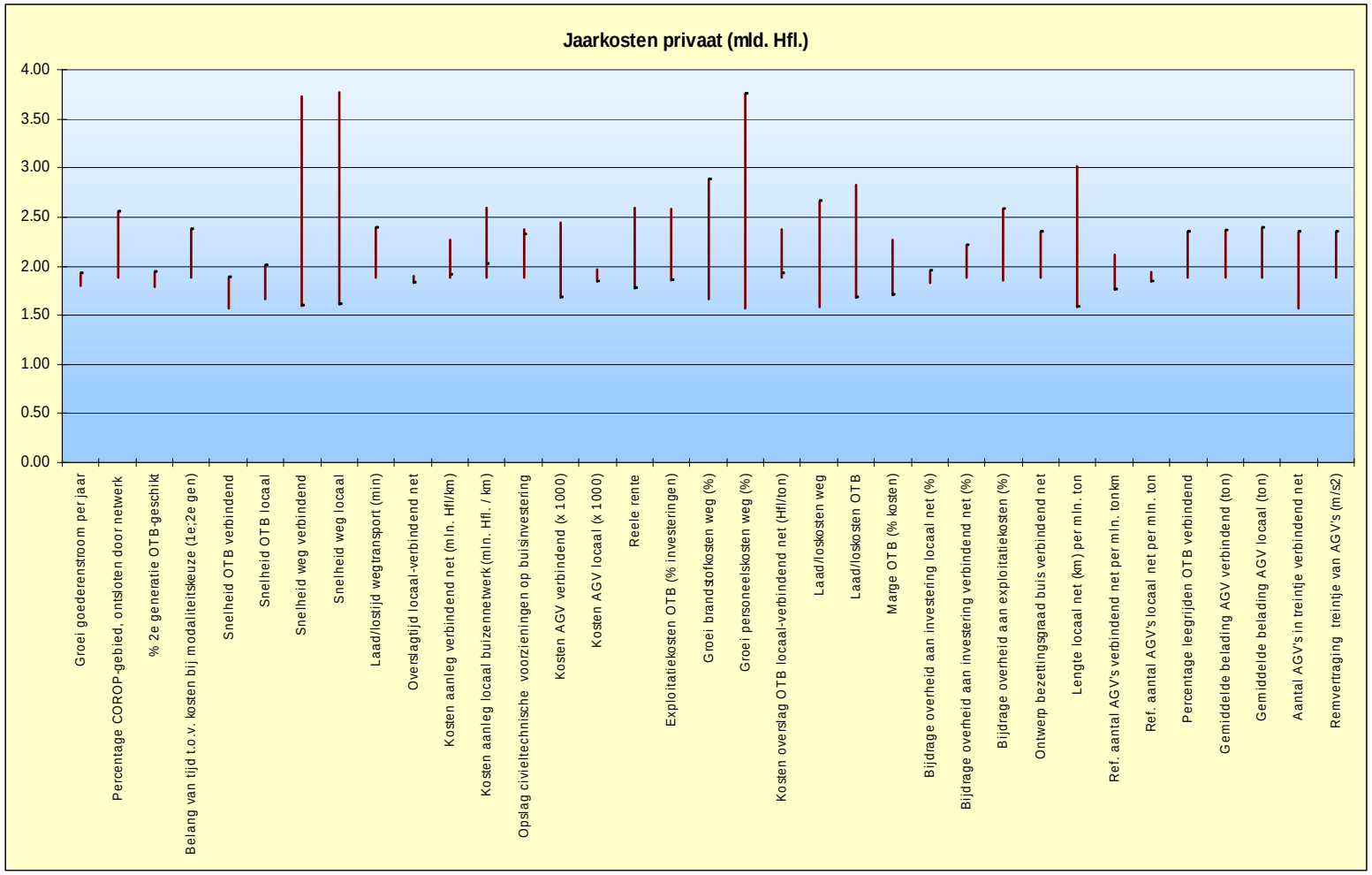
B3.5. Jaarlijkse kosten, privaat

In het middenscenario is het private aandeel in de jaarlijkse kosten (2020) gelijk aan **Hfl 1.89 mld.**. Tabel 24 bevat de top-5 relevante factoren.

Tabel 24. De top-5 relevante factoren voor jaarlijkse private kosten

Factor	Bandbreedte (mld. Hfl.)
Groei personeelskosten weg (%)	1.56 → 5.73
Snelheid weg lokaal	3.76 → 1.61
Snelheid weg verbindend	3.73 → 1.60
Lengte lokaal net (km) per mln. Ton	3.01 → 1.58
Groei brandstofkosten weg (%)	1.66 → 2.87

Opnieuw blijken een aantal factoren belangrijk te zijn die het succes van het landelijk netwerk bepalen in termen van gerealiseerd volume. De benodigde lengte van het lokale buizennet komt hier ook hoog op de lijst voor. Deze bepaalt mede de kosten van het lokale net per mln. ton goederenvervoer en daarmee het OTB-tarief. Een toenemende hoeveelheid buis per te vervoeren ton goederen leidt tot hogere tarieven, daarmee minder goederenstromen op het landelijk netwerk. Consequentie hiervan zijn lagere benodigde exploitatiekosten en investeringen en dus ook minder afschrijvingen en rentelasten voor de private sector.



Figuur 44. Effecten van de factoren op het private jaarkosten (mld. Hfl.)

BIJLAGE 4 VERSLAG WORKSHOP LESSONS LEARNED

Aanwezig

Enne de Boer (TU Delft), Ruud Filarski (AVV), Harry Geerlings (Erasmus Universiteit Rotterdam), Hugo Gordijn (DGG, IPOT), Ben Immers (TNO, KU Leuven), Gijs Mom (TU Eindhoven, Stichting Historie der Techniek), Cees Ruijgrok (TNO, KUB), Lori Tavasszy (TNO), Walter Zegveld (emeritus hoogleraar VU, TNO), Frans van der Schoot (TNO), Jaap Streppel (TNO).

1. Doel workshop

Er worden problemen verwacht in het goederenvervoer. Een nieuwe modaliteit in de vorm van een intelligent logistiek systeem zou een oplossing kunnen zijn voor deze problemen. Landelijk zou een netwerk kunnen worden aangelegd van ondergronds transport. Uit de historische ontwikkeling van bestaande vervoersnetwerken zouden we verschillende lessen kunnen trekken:
Wat zijn kritische succesfactoren en valkuilen?
Wat is de beste ontwikkelingsstrategie (in steden beginnen of juist niet)?
Welke geheel nieuwe thema's zijn aan de orde?

Het beantwoorden van de vraag staat daarom in de workshop centraal: *'wat zijn belangrijke lessen uit het verleden bij innovaties in analoge (vervoer)systemen die kunnen leiden tot succes- en faalfactoren voor de ontwikkeling van een landelijk netwerk voor ondergronds transport?'*

2. Lessen uit de historische ontwikkeling van vervoerssystemen

De workshop wordt ingeleid met een inleiding door dhr. Filarski. Hij geeft een overzicht van het ontwikkelingsproces dat heeft geleid tot het huidige spoorvervoer[5]. De lessen die getrokken kunnen worden uit de ontwikkeling van vervoerssystemen worden beschreven.

LES 1: OVER DE STRIJD TUSSEN ALTERNATIEVE VERVOERSYSTEMEN	Bij nieuwe vervoerssystemen zijn verschillen met oude vervoerssystemen: • Goedkoper (factor 100-500 in 200 jaar); • Sneller; • Betrouwbaarder; • Comfortabeler; • Massaler. Bij nieuwe vervoerssystemen anno 1999 moeten deze factor(en) dus ook veranderen.

[5] zie Filarski, 1999

	Een vervoerssysteem maakt verschillende ontwikkelingsfasen door. De eerste is de pioniersfase. Er vindt verkenning plaats van de mogelijkheden door middel van enkele pilot-projecten. Het ondergronds logistieke systeem verkeert nu in deze fase. Vervolgens wordt de fase van snelle groei onderscheiden (het vliegtuig nu). Een snelle uitbreiding vindt plaats tot aan de dominantiefase (auto). Na de dominantiefase komt de verouderingsfase. Het vervoerssysteem kan helemaal verdwijnen of alleen nog recreatief voorkomen maar kan ook een bepaalde niche vinden zoals de binnenvaart.
LES 2: INNOVATIECYCLI DUREN 70 JAAR	De afgelopen 350 jaar is elke 70 jaar een nieuw vervoerssysteem ontstaan. Na de auto zal er dus ook weer een ander systeem volgen. Vanaf 1600 zijn we vijf keer van systeem gewisseld: als eerste lopen, toen de trekschuit, vervolgens de trein, daarna de fiets en als laatste de auto. De tram en de diligence zijn bijna dominant geweest. Vijf keer veranderen in 350 jaar lijkt vrij langzaam. Wanneer bij een verandering gebruik gemaakt wordt van de bestaande infrastructuur, kan het sneller.
LES 3: HUIDIGE TREND = AUTOMATISERING	Om op tijd te ontdekken wat zich als een nieuw systeem kan gaan ontwikkelen, moet naar systemen gekeken worden die zich momenteel in de pioniersfase bevinden. Momenteel zien we als grote trend dat de besturing van voertuigen wordt overgenomen door de computer. Mogelijkheden zouden kunnen zijn: OLS, de people mover en elektronische geleiding.

LES 4: ER ZIJN OOK CONSTANTE FACTOREN	Naast te kijken wat wel verandert, is het ook verstandig te kijken wat constant blijft. We zien hierin drie factoren:
	• De technology-push: de techniek maakt steeds nieuwe systemen mogelijk;
	• De preferentielijst van de consument:
	  • Comfort;
	  • Snelheid;
	  • Status;
	  • Onafhankelijke gebruiksmogelijkheden;
	  • Kosten;
	• De preferentielijst van de verlader:
	  • Betrouwbaar tijdschema;

	• Ladingbehandeling (zorgvuldigheid, speciale eisen); • Flexibiliteit; • Transportorganisatie in één hand; • Eenduidige aansprakelijkheid; • Snelheid; • Vervoerskosten
LES 5: OVERHEID ALS "INNOVATION AGENT"	De rol van de overheid in de pioniersfase bestaat uit: • Tijdige standaardisatie (maar pas wanneer een systeem voldoende is uitgekristalliseerd); • Innovaties aangrijpen (wat willen we gezamenlijk?); • In dialoog met het bedrijfsleven (bedrijfsleven moet aan voorwaarden voldoen); • Niches creëren waarbinnen een nieuw systeem aan de gang kan gaan (voorbeeld: pioniersfase geven aan OLS). Ondersteunende maatregelen vanuit de overheid voor de tram waren: • Laag eenheidstarief; • Werkmanstrams; • Tracékeuze; • Arbeidsvoorwaarden personeel; • Scheiding van wonen en werken (fabrieken meer buiten de stad);
LES 6: EVOLUTIE IN PLAATS VAN REVOLUTIE	Alle innovaties zijn geleidelijke processen. Vaak wordt met bestaande technieken naar een nieuw systeem toegewerkt. Er moet geen complete systeemswitch plaatsvinden maar evolutionair gebouwd worden. Ook moet men ervoor oppassen om alle nieuwe techniek te bundelen in één nieuw vervoerssysteem (Swiss metro).
LES 7: KERN IS MAATSCHAPPELIJKE ACCEPTATIE	Een systeem kan niet zonder maatschappelijke acceptatie. Daarmee staat of valt een systeem. Image en status kunnen sterk bepalend zijn voor de acceptatie. Communicatie van voor- en nadelen is belangrijk.

3. Discussie

De discussie spitst zich toe op de zeven lessen:
1. concurrentie alternatieve vervoersystemen
2. innovatiecycli van 70 jaar
3. huidige trend: automatisering
4. constante factoren
5. overheid als “innovation agent”
6. evolutie in plaats van revolutie
7. maatschappelijke acceptatie

Hieronder zijn de belangrijkste punten van de discussie samengevat.

Ad 1. Concurrentie tussen alternatieve systemen

- Bij analyse tussen concurrerende systemen kan onderscheid gemaakt worden tussen plaats, tijd en toepassing (functies en eigenschappen). Er moet precies gedefinieerd worden wat de functie is van het nieuwe systeem. Het OLS blijkt bij definiëring slechts een partiele oplossing: discreet vrachtvervoer op pallets.
- Het systeem heeft altijd de vorm van een netwerk. Aandachtspunten zijn de interfaces:
  - Verschillende overheidsniveaus hebben verschillende belangen;
  - Overslag-technologie (materiële interface);
  - Culturele interface: bijvoorbeeld aanpassing trein Spanje/Portugal;
  - Gateway-technologie: netwerken moeten passen binnen een bepaalde structuur om nieuwe technologieën verstaanbaar te maken in de bestaande wereld.
- Kostencalculaties willen alternatieve vervoerswijzen vaak heel aannemelijk maken, terwijl de werkelijke kosten achteraf vaak tegenvallen. Gijs Mom omschrijft dit als het Pluto-effect: de nieuwe technologie legt het accent op haar voordelen terwijl de heersende technologie juist zal proberen deze voordelen af te zwakken. Voor de beslissers wordt het zo moeilijk een keuze te maken. Les is niet alleen te kijken naar de technologie die je wilt bestrijden, maar ook eens te kijken waarin de ene technologie beter is dan de andere.
- Bij eerder genoemde eisen aan nieuwe vervoerssystemen (sneller, comfortabeler...), ontbreekt de eis van flexibiliteit. Hierin schuilt een bedreiging voor OLS.
- Verschillende “nut en noodzaak” aspecten die vóór OTB spreken zijn: Milieuschaarste (dit wordt steeds minder als probleem gezien); Ruimteschaarste; Logistieke problemen en tekort aan personeel.
- Ook OTB kan nieuwe concurrenten krijgen (evolutie van het wegvervoer?). Een nieuw railsysteem is echter te zwaar. Een bandensysteem veroorzaakt minder hinder en heeft ook de mogelijkheid gebruik te maken van de bestaande weg.
- Het probleem ligt niet zozeer in de transportsector, maar ook in de ruimtelijke component. Een uniform bebouwd gebied heeft heel andere effecten op het vervoer dan geconcentreerde bouw.

Tegenwoordig zien we veel economische en winkel-functies de stad verlaten. De infrastructuur heeft daardoor een grote invloed op de ruimte.

Ad 2. Innovatiecycli van 70 jaar

- Historisch gezien zien we dat de verschillende (dominante) vervoerssystemen elkaar langzaam opvolgen. We kunnen echter niet zonder meer overgaan tot traditionele extrapolatie. Cyclustijden kunnen versnellen. Als nieuwe technologieën van een oud netwerk gebruik maken, is de materialisatie minder groot, waardoor de ontwikkeling sneller gaat. Wanneer er echter behoefte is aan een geheel nieuw netwerk, gaat het traag.
- De trein en de auto hebben inmiddels een volwassen stadium bereikt. Er bestaan reeds institutionele kaders voor deze volwassen modaliteiten. Investeringen in deze volwassen systemen worden vaak pas in een laat stadium gedaan. Een reden kan zijn dat verouderde modaliteiten dan in de lucht gehouden moeten worden.

Ad 3. Huidige trend: automatisering

- Innovatie in de logistiek bestaat uit ‘zelfdenkende pakjes’. Bundeling in grote eenheden is dan niet meer nodig. Situaties die je nu in de fabrieken ziet (volledige automatisering) zie je over 10-20 jaar ook tussen fabrieken en na verloop van tijd in de hele samenleving. Het systeem zal het eerst worden gerealiseerd daar waar vervoersstromen het meest geconcentreerd zijn.
- Deze automatisering brengt echter problemen met zich mee wat betreft veiligheid en diefstalbeveiliging. Een afsluitbaar systeem is de oplossing: OLS. Daarmee kan de verpakking vervallen die nu nog een beveiligings- en bundelingsfunctie heeft.
- Met behulp van nieuwe ICT-technieken kunnen nieuwe systemen ontwikkeld voor distributie tussen productie- en consumptieplaatsen. Ook tussen productieplaatsen onderling zien we de trend dat door clustering “valleys” van activiteiten ontstaan. Doordat bedrijven die niet per sé bron- of marktgebonden een belangrijke factor vormen voor het ontstaan van deze valleys (en dus footloose zijn), is het systeem extra kwetsbaar als het gaat om collectienetwerken.

Ad 4. Constante factoren

--

Ad 5. Overheid als “innovation agent”

- Nieuwe systemen worden vaak plaatselijk gestart op privaat initiatief. De overheid handelt niet creatief. Innovaties van de overheid zijn meestal tot mislukken gedoemd (zeppelin Engeland). Overleg tussen bedrijfsleven en overheid is wel heel essentieel.
- Standaardisatie: elke gebruiker ziet zijn eigen voordelen aan een systeem. Een nieuw systeem zal daarom op verschillende plekken op een andere wijze worden ingevuld. Standaardisatie is pas zinvol als er al enkele systemen draaien en hun waarde hebben bewezen. Bij OLS gaat het onder andere om de buisdiameter, tractie en geleiding:
- De aanleg van het eerste systeem is het duurste. Daarna wordt het snel goedkoper. De overheid heeft dan een verantwoordelijkheid voor de ‘onrendabele start’. Zodoende kan op termijn voldoende rendement gerealiseerd worden zodat private partijen in willen stappen. Over het

algemeen wordt geld voor Nederland niet als het grootste probleem gezien ("voor een goed project is altijd geld te vinden"). Naast bedrijfseconomisch nut is het uiteraard ook van belang dat er sprake is van maatschappelijk nut.

- Bij een nieuw systeem stuit je al snel op de vraag waar het netwerk start en wat vervolgens aangesloten moet worden. Het Rijk kijkt waar de problemen het grootst zijn: in de binnensteden en op ruimtelijk-economische knopen. Maar wie moet daar nu het initiatief nemen in het vastleggen van deze locaties? Gepleit wordt voor een grote inbreng vanuit het bedrijfsleven. Er kan gekeken worden naar het Duitse systeem: Bottom up-initiatieven voor R&D worden middels een soort prijsvraag door een jury beoordeeld (onderzoekssubsidies zijn beschikbaar). Actoren mogen zelf weten met wie zij samen willen werken. Daar komen vaak verrassende combinaties uit. Deze actoren verzekeren meteen het draagvlak. In Japan zie we dergelijke systemen mislukken vanwege institutionele belemmeringen (sterke verbondenheid politiek en industrie).
- Stadsdistributie lijkt momenteel nog zeer gecompliceerd. Een onderdeel zijn de logistieke parken. Wie is daar bijvoorbeeld verantwoordelijk? Durven winkels/bedrijven in de stad hun distributie uit handen te geven? Het is beter om te beginnen op een iets minder gecompliceerde plek, bijvoorbeeld bedrijventerreinen. Daar ligt een kans bij de herstructurering. OLS kan daarmee gezien worden als structurering van de ruimtelijke ordening.
- Wetgeving speelt een grote rol bij nieuwe vervoerssystemen. De gebodswetgeving wordt onderschat. De gemeentelijke overheid kan hierin meespelen. Door bijvoorbeeld bestelauto's alleen tussen 2 en 4 's nachts in de stad te laten, worden bestaande mogelijkheden beperkt. Je moet dan echter wel een alternatief hebben, zodat je een kant en klaar concept aan kan bieden. Ook consequenties kunnen dan berekend worden. Hierbij is het belangrijk niet met standaardisatie te beginnen.

Ad 6. Evolutie in plaats van revolutie

- Functioneel kunnen er tussen de verschillende vervoerswijzen grote verschillen bestaan (eigenschappen en waarden). Op technisch vlak moet er voorzichtiger en stapsgewijs gehandeld worden. Ook naarmate de techniek meer universeel is en het vermogen heeft innovaties te absorberen, heeft zij meer kans om te overwinnen. Dit houdt in dat zij in staat is ook andere technieken in zich op te nemen.
- Vervoer is een afgeleide van activiteiten. Gekeken moet worden of er ontwikkelingen zijn die elders plaatsvinden en die innovaties noodzakelijk maken. Een innovatie is interessant in geval van schaarste of chaos. In een chaotische fase (van de ene ordening naar de andere) is het goed mogelijk vernieuwingen aan te brengen. Je hebt een probleem nodig dat als trigger fungeert om vernieuwing aan te brengen.
- De metro is snel ontwikkeld, wellicht is dit een nuttig voorbeeld. Men wist toen blijkbaar dat het een oplossing zou zijn voor een bestaand probleem bovengronds. De vraag is nu of het in het goederenvervoer ook zover is, dat een innovatietraject noodzakelijk is. In grote steden zou de metro met een nieuw systeem gecombineerd kunnen worden. Er hoeft dan geen heel nieuw systeem opgezet te worden.

Ad 7. Maatschappelijke acceptatie

- Kernvragen die je moet stellen zijn 1) Wat is het probleem? en 2) Hoe los je het op? Vervoer is voorheen altijd bovengronds geweest. Een vergelijking kan worden getrokken. Je moet ondergronds gaan omdat je bovengronds obstakels tegenkomt. De ondergrond is ook al deels bezet, vooral in de stad. Vraag is dan hoeveel problemen je toevoegt door ondergronds te gaan. Eén van die problemen kunnen de ontzettend hoge kosten zijn. Vraag is waar de overgangen zitten. Wat is nog (visueel/stedebouwkundig) acceptabel?
- Belangrijk is de idee van het meervoudig ruimtegebruik. Een aantal functies zou gekoppeld kunnen worden waardoor investeringen rendabeler zijn (bijvoorbeeld het koppelen van een nieuw vervoerssysteem aan de riolering, woningen boven de weg).
- OLS is momenteel nog een zoekproces; nog niet iedereen staat erachter. Een les uit het verleden zegt dat er eerst draagvlak voor een nieuw vervoerssysteem gecreëerd moet worden. Het 'believe-systeem' zegt dat normen en waarden geïntegreerd moeten zijn. Bij OLS is dit nog niet het geval.
- Van te voren moet helder zijn welke partijen met elkaar rond de tafel gaan zitten, welke rol zij vervullen en op welk niveau wordt ingestoken.
- Op de korte termijn zou investeren problemen op de lange termijn op kunnen lossen. Velen zien de problemen over 10 jaar nog niet en focussen zich liever op de problemen nu. Daarbij komt het 'coming interest': niemand wil risico dragen door te investeren in het oplossen van problemen die zich over een aantal jaar voor zullen doen.
- Ook culturele aspecten van technologie spelen een belangrijke rol. Over een techniek moet het juiste beeld worden opgewekt. De auto werd bijvoorbeeld gezien als een avonturenmachine. De elektrische auto heeft stilte als belangrijk kenmerk. Het is echter de vraag of dit kenmerk genoeg is om een positief beeld te wekken. Vaak moeten normen en waarden gepushed of beïnvloed worden. Een ondergronds systeem kan een beeld opwekken van viezigheid en wormen. De nadruk kan ook gelegd worden op dynamisch en sexy, betrouwbaar of modern. Duidelijk moet allereerst zijn voor wie een beeld geschetst moet worden. Voor goederen speelt veiligheid een belangrijke rol, voor personen meer betrouwbaarheid en aantrekkelijkheid.

4. Synthese

De groep wil de volgende aspecten uit de discussie benadrukken voor de ontwikkeling van een landelijk netwerk voor ondergronds goederentransport:

- De subjectieve beeldvorming ten aanzien van het systeem zet het kader waarin innovatie al dan niet wordt geaccepteerd. Er is geen objectief beste techniek, er zijn geen objectieve criteria en er zijn geen beste alternatieven. Techniek blijft een sociale constructie. De beelden die mensen construeren daar gaat het uiteindelijk om. De consument en verlader moeten het systeem accepteren, aan hun preferenties moet tegemoet gekomen zijn. Expliciteer het beeld van OTB bij de actoren die de diffusie bepalen (en dit beeld moet uiteraard positief zijn).
- Werk bottom up: start experimenten in competitie-achtige zin. De overheid moet verschillende rollen kunnen aannemen: onderwijzer, verstrekker van middelen maar ook regelgever. Laat

standaarden vanuit de markt komen en leg deze niet te vroeg op (Zegveld), maar ook niet te laat (Filarski). De overheid kan assisteren bij het (tijdelijk kunstmatig) creëren van niches om het systeem in de pioniersfase de ruimte te geven.

- Vooraf moeten heldere doelstellingen geformuleerd worden; duidelijk moet zijn waar de grote voordelen van het systeem liggen. Deze moeten passen in de lange termijn-ontwikkeling van nieuwe vervoerssystemen zoals uit de 70-jarige cycli is op te maken. In dit verband kan nog beter gekeken worden naar de prijs van de veiligheid: enerzijds is dit (diefstal en verkeersonveiligheid) een kritische succesvoorwaarde voor een nieuw systeem, anderzijds zien we concreet dat de betalingsbereidheid van de overheid voor veiligheid toeneemt.
- Grijp technologische innovaties aan als kansen om de evolutie van het systeem mogelijk te maken, zowel qua efficiency op gebied niche/kerncompetenties (Filarski) als qua concurrentie op andere fronten (universaliseerbaarheid: mogelijkheid tot overnemen relatief gunstige eigenschappen andere vervoerwijzen).
- Het systeem moet vooral betrouwbaar zijn en niet op alle terreinen te rigoureus vernieuwend, alleen daar waar nodig. Ga dus bv. niet ondergronds wanneer het niet strikt noodzakelijk is en probeer niet alle innovaties tegelijk door te voeren (bv. zoals bij Swiss metro).
- Essentiële partijen (actoren) moeten geïdentificeerd worden. Onderhoud de dialoog met het bedrijfsleven (pro-actief) om diffusie (acceptatie, adoptie, doorontwikkeling) te bevorderen.