

Zeehavens en intermodale rail hub-en-spoke netwerken.

Op weg naar een nieuwe innovatiegolf

Ekki Kreutzberger

TU Delft, Faculteit Bouwkunde - OTB

e.d.kreutzberger@tudelft.nl

Rob Konings

TU Delft, Faculteit Bouwkunde - OTB

j.w.konings@tudelft.nl

Bijdrage aan de Vervoerslogistieke Werkdagen

28 en 29 november 2013, Venlo

Samenvatting

Zeehavens en intermodale rail hub-en-spoke netwerken.

Op weg naar een nieuwe innovatiegolf

Voor vele inlandterminals is het bundelen van intermodale rail stromen van of naar verschillende zeehavens of op zijn minst van en naar verschillende railterminals binnen een zeehaven een nuttige zaak. Hierdoor kan de treinlading worden vergroot en/of de transportfrequentie worden verhoogd. De grootte van gebundelde stromen laat ook toe om meer inlandterminals te bedienen. Grotere treinladingen leiden ook tot efficiënter gebruik van de spoorinfrastructuur.

Hub-en-spoke (= HS) netwerken zijn een kansrijke vorm om de havenstromen te bundelen omdat deze netwerken kleine omwegfactoren hebben in vergelijking tot directe netwerken en omdat ze alleen uit verplaatsingsnetwerken bestaan. Het HS-netwerk is bijzonder kansrijk wanneer de hub een terminal is. Immers, een terminal-hub levert acceptabele handlingstijden en -kosten op voor alle intermodale railmarkten, inclusief de kleiner-dan-wagongroepen-markt. Is er veel HS-verkeer dan is de hubterminal idealiter niet zomaar een rail-weg-terminal, maar echt ontworpen voor rail-rail-overslag. De echte hubterminal heeft een andere layout dan de rail-weg-terminal. Optioneel is die ook voorzien van high performance elementen zoals meer kranen boven de sporen en een geavanceerd terminalintern transport- en sorteersysteem. Dit geheel verhoogt de spoorproductiviteit en levert zo een betere bijdrage dan huidige complexe bundelingsnetwerken aan de nagestreefde modal shift en het verdienen van de welvaart in Noordwest-Europa. Goed functionerende HS-netwerken vervullen een belangrijke incubatiefunctie voor toekomstige directe treindiensten.

De marktpenetratie van moderne HS-netwerken met een echte hubterminal gebeurt buitengewoon traag, ondanks alle voordelen in het vooruitzicht. De paper bespreekt de factoren hiervan, vergelijkt de marktpenetratie met die van de robotisering van zeehaventerminals, geeft een overzicht van innovatieve hubontwikkelingen in Europa, en een overzicht van de – beperkte – huidige mogelijkheden om in het gebied Rotterdam-Antwerpen railcontainers hub-achtig te bundelen.

Deze vraagstukken komen ook aan de orde in het Europese ontwikkelings- en onderzoeksproject **Twin Hub Network** in welk kader deze paper is geschreven. Het project gaat over de samenwerking van de zeehavens Rotterdam en Antwerpen en wellicht kleinere zeehavens in het railgoederenvervoer tussen de zeehavens en het achterland. Door containers in gezamenlijke treinen te vervoeren moet het mogelijk zijn om meer inlandterminals te bedienen, hogere frequenties aan te bieden en of grotere treinladingen te organiseren. De gegeneraliseerde treinkosten kunnen dan dalen waardoor railvervoer aantrekkelijker wordt en regio's beter bereikbaar.

1. Inleiding

Intermodaal vervoer is een van de belangrijkste groeiemarkten in het spoorvervoer in Europa. Niettemin is een echte doorbraak, te meten in modal shift, niet of nauwelijks zichtbaar. Uiteraard zijn er ook goede voorbeelden. Maar op zeer vele relaties blijft unimodaal wegvervoer harder groeien. Hier is intermodaal vervoer niet aantrekkelijk genoeg, grotendeels een gevolg van een matige performance. De conclusies van het Europese project Intermodal Quality (IQ; Cardebring, 2000) lijken ook nu in belangrijke mate nog geldig (CER, 2013): intermodaal vervoer presteert in Europa slecht tot matig behalve in enkele corridors met grote stromen, van en naar enkele grote knooppunten en in enkele goed georganiseerde regio's. De indicatoren van slechte prestaties zijn transportbetrouwbaarheid, transportfrequenties, transporttijd, logistieke match en netwerkconnectiviteit. Daarnaast is er het kostenprobleem. Spoorvervoer wordt veelal gekozen vanwege zijn lage kosten. Maar veelal worden de deur-tot-deur kosten van railvervoer alsnog te hoog ervaren. Tevens komt het vrij vaak voor dat spoorwegondernemingen of intermodale rail operators hun operationele kosten niet kunnen dekken (overzicht in Kreutzberger en Konings, 2013). Dit komt door onder meer kleine treinladingen en een lage omloopproductiviteit van treinen.

Praktische voorbeelden van matige prestaties zijn:

- spoorverbindingen met minder dan drie diensten per week en richting;
- de afwezigheid van treindiensten tussen grote zeehavens zoals Rotterdam of Amsterdam en vele inlandterminals. Zelfs in het "eigen" achterland van de zeehavens is de netwerkconnectiviteit beperkt;
- de grootte van de treinlading. Incidentele observeringen, maar ook de enige structurele gepubliceerde observatie voor een heel land (Woodburn, 2011, over containertreinen in Engeland) duiden erop dat er nog veel met 400-500m lange treinen gereden wordt, waar 600-700m lange treinen technisch mogelijk zouden zijn.

De prestaties van intermodaal railvervoer kunnen worden verbeterd door:

1. de treinladingen te vergroten. Hierdoor kunnen de vaste kosten en tractiekosten worden uitgesmeerd over meer laadeenheden;
2. de treinomloop te versnellen. In vele gevallen leidt dit tot lagere tijdskosten per treindienst: de vaste kosten kunnen over meer diensten worden uitgesmeerd;
3. sequentiële en parallelle transportprocessen in de tijd beter op elkaar af te stemmen. Dit kan bijdragen tot reductie van tijds- en betrouwbaarheidskosten die de verlader heeft voor zijn goederen in omloop;
4. de processen op knooppunten waar laadeenheden worden uitgewisseld te verbeteren. Behalve lagere uitwisselingskosten levert dit ook een bijdrage aan de verbeterpunten 1 t/m 3;
5. het voor- en natransport efficiënter te organiseren. We hebben hier met een van de grootste kostenposten in de intermodale railketen te maken, voelbaar vooral bij kortere railafstanden;
6. meer spoorbevorderend locatiebeleid. Vervoersintensieve bedrijvigheid moet nog consequenter worden gehuisvest op spoor- of multimodale locaties. Hierdoor neemt de afstand van voor- en natransport af en kunnen goederen makkelijker de terminals bereiken vóór het vertrek van treinen;

7. secundaire processen (b.v. ICT) doelmatiger te richten op het slagen van alle vorige verbeterpunten. De groei van intermodaal railvervoer hangt in belangrijke mate af van innovaties op deze gebieden.

Deze paper richt zich op het eerste punt waarbij ook punten 2 t/m 4 aan de orde komen ofwel op de vragen:

- de rol die hub-en-spoke (HS) netwerken spelen om treinladingen van intermodale treinen te vergroten;
- de wijze hoe alternatieve types hubs en treinen bijdragen tot het efficiënt organiseren van HS-netwerken;
- de beschikbare hubs die van betekenis kunnen zijn voor de rail containerstromen van Rotterdam en Antwerpen.

2. Het bundelingsvraagstuk

2.1 Bundelingstypes en hun toepassing in verschillende zeehavens

Overzicht

Voor grote stromen zijn directe treinen de beste bundelingsvorm omdat ze kortere routes, geen tussenliggende uitwisselingsknooppunten en geen lokale rail netwerkdelen hebben. Maar vele stromen zijn te klein om directe treinen op het gewenste frequentieniveau te vullen. Dat geldt zelfs voor grote knooppunten zoals grote zeehavens, b.v. Rotterdam (Kreutzberger, 2008) en Antwerpen. Wil men niettemin voor deze relaties treinen rijden, is complexe bundeling vereist. Hierbij wordt een bepaalde set beginterminals met een bepaalde set eindterminals verbonden met minder treinverbindingen dan in het directe netwerk. Hierdoor kan men per treinverbinding grotere treinladingen en/of, hogere transportfrequenties organiseren en/of meer inlandterminals bedienen dan in directe netwerken.

Daardoor kan men railtransport aanbieden ook voor kleinere stromen en knooppunten.

Een ander antwoord is netwerkconcentratie. Hierbij wordt een gebied met minder railterminals bediend en zijn er op die manier minder treinverbindingen door het netwerk. Het nadeel van netwerkconcentratie is dat de gemiddelde afstanden van voor- en natransport groter worden. Dit kan de concurrentiekracht van intermodale treindiensten verminderen of aantasten.

Er bestaan verschillende soorten complexe bundelingsnetwerken zoals HS-netwerken, lijnnetwerken, vorknetwerken en stamlijn-feeder-netwerken (Kreutzberger, 2008). HS- of lijnnetwerken zijn hierin bijzonder kansrijke complexe bundelingsvormen; het HS-netwerk omdat het, wat het raildeel betreft, alleen uit verplaatsingsnetwerk bestaat, dus intentioneel alleen lange treinen met grote treinladingen heeft. De treinkosten per laadeenheid zijn hierdoor laag. Lijnnetwerken zijn kansrijk omdat ze evenals netwerken met directe treindiensten geen additionele overslag (of andere vormen van uitwisseling) op tussenliggende knooppunten hebben.

Welk bundelingstype het best is hangt in essentie af van de doelstelling in het netwerkontwerp, de grootte van de stromen in het vizier, en de ruimtelijke structuur van het railnetwerk en zijn klanten. In praktijk spelen ook andere factoren een rol zoals de beschikbaarheid (capaciteitsreserves) van terminals en sporen.

In de praktijk blijken diverse complexe bundelingstypen te worden toegepast: Antwerpen (met Zeebrugge) doet vooral aan hub-en-spoke-bundeling, Rotterdam vooral aan lijnbundeling, Hamburg (met Bremen en andere zeehavens) een mix van verschillende bundelingsconcepten. Daarnaast wordt ook beroep gedaan op andere modaliteiten. Zo heeft zich in Antwerpen de binnenvaart tot belangrijk collectie- en distributiesysteem ontwikkeld, ook voor railediensten van en naar het Europese achterland.

Het gateway netwerk

Een van de snelst groeiende netwerk types is die van met de zgn. gateway terminal, zoals toegepast door HUPAC (toegepast door HUPAC, maar ook door andere ondernemingen (niet te verwisselen met het concept "extended gateway" van ECT en andere ondernemingen, dat wat bundeling betreft eerder neerkomt op de boven vermelde netwerkconcentratie). Hierbij kunnen laadeenheden bij de begin-en-eind-terminals van treinen overstappen tussen treinen. Deze configuratie is populair, vooral bij nieuwe spelers in de intermodale spoorsector omdat ze hun eigen terminals voor complexe bundeling kunnen gebruiken en daardoor onafhankelijker worden van de (voormalige) nationale spoorwegondernemingen en infrastructuurbedrijven. In essentie komt dit neer op het bij hun begin-en-eind terminals aan elkaar koppelen van (netwerken van) directe verbindingen. Het aantal treinverbindingen blijft hierbij constant waardoor er geen noemenswaardige schaalvoordelen ontstaan. En aangezien de terminal in hoofdzaak laadeenheden verwerkt vanuit en naar het verzorgingsgebied van de terminal en vele treinen nachtsprong-achtige aankomst- en vertrektijden (= vertrek in de late middag tot vroege nacht en aankomst in de late nacht tot vroege ochtend) hebben, krijgen de overstappende laadeenheden een relatief lange verblijfsduur op de terminal, namelijk ongeveer een dag lang. Bij kortere afstanden is dit een nadeel. Om deze reden adviseert UIC (KombiConsult en K+P, 2007) om gateway netwerken slechts toe te passen bij langere afstanden.

Incubatiefunctie

Complexe bundeling maakt het mogelijk om ook kleinere stromen en knooppunten van transportschaal te voorzien wat zich uit in lagere kosten per laadeenheid en een betere transportkwaliteit. Treindiensten in complexe bundelingsnetwerken zijn minder concurrerend t.o.v. unimodaal wegvervoer of andere referentiemodaliteiten, maar kunnen niettemin kostendekkend of winstgevend zijn. Wie de moeite doet om stromen die qua omvang (nog) niet geschikt zijn voor directe treindiensten, door middel van complexe bundeling alsnog te transporteren per trein (in plaats deze stromen over te laten aan unimodaal wegvervoer), kan zich in de toekomstige markt van directe verbindingen positioneren. Wanneer er namelijk eenmaal een dienst bestaat kan dit extra lading van bestaande klanten of lading van nieuwe klanten aanzuigen, waardoor zo'n dienst kan doorgroeien naar een directe verbinding. Sommige zeehavens spreken in dit verband van de incubatiefunctie van de complexe bundeling.

2.2 De wijze van HS-bundeling

Alternatieve fysieke wijzen om HS-bundeling uit te voeren

HS-bundeling kan fysiek op verschillende wijzen worden uitgevoerd. In dit verband wordt weleens de term productiesysteem gebezigd. Op de hub kunnen:

- a) afzonderlijke wagons worden gerangeerd op een rangeergebied met heuvel;
- b) wagongroepen worden gerangeerd op een plat rangeergebied;
- c) laadeenheden worden overgeslagen tussen treinen;
 - o op rail-weg-terminals;
 - o op echte hubterminals;
 - o op high performance hubterminals.

Bij het eerste proces (a) behoren wagenladingstreinen, bij het tweede proces (b) wagongroepentreinen, bij het derde (c) bloktreinen of shuttles.

Wagenladingstreinen (a) zijn bont beladen (geen volgordes van wagons naar richting). Door het rangeren verandert de wagensamenstelling en meestal ook de treinlengte.

Wagongroepentreinen (b) hebben een beperkt aantal richtingsgroepen. Iedere richtingsgroep is een wagongroep. Op de hub worden wagongroepen uitgewisseld tussen treinen. Bij belading van de trein op de beginterminal moet gelet worden op richtingsgroepen, met andere woorden vindt sortering plaats. Anders kunnen op de hub geen wagongroepen worden uitgewisseld. Door het rangeren verandert de combinatie van richtingsgroepen en meestal ook de lengte van de trein.

Bloktreinen hebben een vaste wagensamenstelling en treinlengte gedurende een hele rit, shuttles gedurende een sequentie van ritten. Bloktreinen en shuttles (c) kunnen bij de beginterminal bont worden beladen, als de hubterminal over een intern transport en sorteermodule beschikt. Immers, de laadeenheden moeten – illustratie van het extreem – van de voorste positie van een trein naar de achterste positie van een andere trein kunnen worden vervoerd zonder dat de kranen of andere overslagmiddelen overmatig belast worden. Het alternatief is dat laadeenheden bij de begin-terminal gesorteerd naar richting op de trein worden gezet zodat de rail-rail overslag op de hub binnen één kraansegment kan plaatsvinden.

Gepubliceerde informatie over de comparatieve prestaties van deze trein- en uitwisselsystemen is schaars. Wat de handelingstijd op de hub betreft, is het niettemin duidelijk dat heuvelrangeren (a) lang duurt, voornamelijk vanwege de technische inspecties/controles (secundaire handeling) voor en na het rangeren. Deze tijd kan worden ingekort door inzet van meer personeel om te rangeren en gerangeerde treinen parallel te controleren. Maar dat is ongebruikelijk omdat dit het rangeren zeer duur maakt.

De uitwisseling van wagongroepen op een rangeergebied zonder heuvel (b) levert acceptabele kosten en handelingstijden op (op de basis van Gaidzik et al., 1994). Rijden met wagongroepentreinen was in de jaren 1990 niet zomaar het ruggengraat van intermodaal spoorvervoer in Europa (KombiConsult en K+P,

2007). Maar deze werkwijze blijft beperkt tot de ladingsstromen die groot genoeg zijn voor het vullen van een richtingsgroep.

De overslag van laadeenheden op een terminal (c) levert acceptabele handelingstijden en kosten op voor alle intermodale railstromen, ook voor stromen die te klein zijn om een wagongroep te vullen.

Het laatste in combinatie met de sorteervrijheid bij de beginterminal maakt terminalhubs met bloktreinen of shuttles (c) de beste vorm van hub-en-spoke-bundeling.

De echte hubterminal

Wordt proces (c) op grote schaal toegepast dan is op de hub een "echte" hubterminal vereist om de overslag, sortering en opslag betrouwbaar, voldoende snel, en betaalbaar uit te voeren. De echte hubterminal heeft meer sporen onder de kraan dan de meeste rail-weg-terminals en beschikt over een intern transport- en sorteersysteem dat de beschreven sorteerwerkzaamheden ter hand neemt zonder de kranen te belasten. Dit systeem kan:

- *eenvoudig* zijn, bijvoorbeeld uit een baan bestaan waarop vrachtauto's of multi-trailer-voertuigen rijden, zoals bij de Mainhub Antwerpen. Dit was de eerste als hub geconcipeerde terminal in Europa. Die doet vooral dienst in een (vooral) binnenlands HS-netwerk dat verschillende zeehavens, m.n. Antwerpen en Zeebrugge, met verschillende inlandterminals verbindt. Dit is het zogenaamde NARCON-netwerk. De Mainhub verving bij oprichting – voor intermodale stromen – verschillende rangeergebieden waaronder Muizen. Het NARCON netwerk wordt door België gesubsidieerd. De subsidies zijn substantieel. De Belgische regering heeft onlangs aangekondigd om de subsidie nog dit jaar stop te zetten. Het NARCON-netwerk komt daardoor tot een einde en de Mainhub – zonder emplooi – zal worden gesloten (Nieuwsblad Transport, 2013b), tenminste tijdelijk. Deze ontwikkelingen doen echter niets af aan de functionaliteit van de Mainhub. Op de Mainhub vindt ook rail-weg-overslag plaats. De terminal is innovatief qua terminal-layout, maar de techniek is conventioneel;
- een *high-performance systeem* voorstellen, met vele kranen boven de sporen en een geavanceerd intern transport- en sorteersysteem. Dit kan een systeem zijn zoals ontwikkeld in de jaren 1990 voor de Megahub Lehrte. Hierbij bewegen elektro-magnetisch aangedreven pallets in een gerobotiseerd proces de laadeenheden in x- en y-richting van kraansegment tot kraansegment. In het Megahub-netwerk bezoeken (maximaal) zes treinen de hub gelijktijdig om wederzijds laadeenheden uit te wisselen. Mits de treinen met vaart de (niet geëlektrificeerde) hubterminal inrijden en daardoor wisseling van locomotieven en uitbundige technische controles kunnen worden vermeden, duurt de uitwisseling minder dan 2 uur. Heuvelrangeren van hetzelfde aantal treinen (en laadeenheden) zou bijna 6 uur vergen (Franke en Vogtman, 2000);
- een *tussenvorm* tussen eenvoudig en high-performance voorstellen, bijvoorbeeld een railsysteem dat de verschillende kraansegmenten onderling verbindt zoals voorgesteld in het Commutor project van de Franse spoorwegen (Jalard, 1993) of het meer recente MetroCargo terminal systeem (ILOG, 2006).

3. De high performance-hubterminal in het licht van de (Noordwest)Europese welvaart

De voordelen of – gezien alle modal shift doelstellingen – urgentie van terminal-gebaseerde hub-en-spoke-netwerken, wel of niet met high performance hubterminals, kan men niet alleen vanuit de netwerk- en bundelingstheorie redeneren, maar ook vanuit macro-economische welvaartsbeschouwingen. De centrale stelling hierbij is dat de relatief hoge welvaart in (Noordwest) Europa zich moet kunnen bekostigen door een hoge productiviteit van economische activiteiten op basis van technologie en innovatie. De achterliggende filosofie is dat Noordwest Europa niet kan concurreren met de lage arbeidskosten van de derde wereld, en niet wil concurreren met de lage kosten van sociale zekerheid en klimaatbescherming van o.a. de Verenigde Staten. Het heeft hierdoor relatief hoge productiekosten waarmee het zich uit de markt prijst tenzij het de hogere kosten weet te compenseren door slim te werken. Dit is in lijn met “De Staat van Nederland Innovatieland 2012” (Van der Zee et al., 2012, p28): “De uitdagingen waarvoor Nederland staat zijn groot. Innovatie en vernieuwing zijn een zeer belangrijke sleutel naar behoud van concurrentiekracht en productiviteitsverbetering die ons land de komende jaren nodig heeft.” Ook in de beleidsstrategie van de Europese Commissie wordt het belang van innovaties in de transportsector benadrukt (European Commission, 2011; European Commission, 2012).

Een tastbaar fenomeen van deze perceptie in de transportsector is de robotisering van intern transport, de stack en een deel van de overslag op enkele zeeterminals van de Maasvlakte. ECT was de pionier op dit gebied, en lange tijd de enige firma die robotisering toepaste. Maersk heeft na de invoering van dedicated terminals op de Maasvlakte, waarbij een deel van het voormalige ECT-terrein in handen van Maersk kwam, de robotisering op zijn terminal ongedaan gemaakt. De firma stelde dat het met de oude werkwijzen productiever en concurrerender kon zijn. Deze desinvestering, een redelijk genante vertoning in de richtingsstrijd van innovatie, liet velen zich afvragen of ECT het wel bij het juiste einde had. Pas tien jaar na invoering van de robotisering op de Maasvlakte werd het nagedaan door een andere haven, namelijk voor de zeeterminal Altenwerder in Hamburg (Rijsenbrij, 2008). Vervolgens werd de robotisering ook op de Euromax-terminal in Rotterdam toegepast. Inmiddels is ook Maersk overstag want de firma wil zijn terminal op Maasvlakte 2 eveneens robotiseren. Men kan concluderen dat de robotisering inmiddels een mainstream werkwijze geworden is, passend bij de relatief hoge levensstandaard in dit werelddeel. Vindt deze ontwikkeling plaats als een natuurwet? Neen. Men had ook vast kunnen houden aan oude werkwijzen. Dit had vroeg of laat druk gezet op de levensstandaard dan wel de concurrentiepositie van de Noordwest Europese zeehavens in negatieve zin beïnvloedt.

Hier dringt zich een analogie op met het op bredere schaal gaan toepassen van terminal-gebaseerde hub-en-spoke netwerken, wel of niet met gerobotiseerde modules en andere high-tech elementen. Zij kunnen gezien worden als een middel om de groei en het vervoersaandeel van intermodaal railvervoer te bevorderen, de concurrentiepositie van transportknooppunten en hun netwerken te versterken, de

maatschappelijke productiviteit te verhogen en zodoende bij te dragen aan een duurzamere ontwikkeling en meer welvaart in (Noordwest) Europa.

Ook deze ontwikkeling vindt niet plaats als een natuurwet. Het alternatief is de lagere ambitie, langs de weg van de geringste weerstand, met vele gateway-netwerken en de – grote hoeveelheid van kleine stromen – aan de wegsector overlatend. Het is twijfelachtig dat langs deze weg veel modal shift doelstellingen worden gehaald.

4. Langzame marktinvloering van terminal-gebaseerde hub-en-spoke-netwerken en hun mogelijke oorzaken

4.1 Korte lijst van echte hubterminals in Europa

In het licht van de theoretische voordelen van terminal-gebaseerde hub-en-spoke-bundeling van rail container stromen zou men verwachten dat dit concept voortvarend door de markt wordt opgepakt. Maar niets is minder waar, getuige alle gateway netwerken. De Mainhub was Antwerpen is de eerste echte hubterminal in praktijk. Onlangs is er ook een echte hubterminal in Ceska Trebova geopend, die voornamelijk de noordhavens bedient (Internationale Transport Zeitschrift, 2013). Verdere ontwikkelingen zijn aangekondigd (tabel 1). Drie hiervan zijn wat planvoorbereiding en financiering betreft al relatief ver gevorderd, namelijk Duisburg en Lehrte in Duitsland en Limmatal in Zwitserland:

- In Duisburg ontstaat thans een echte hubterminal, maar zonder high performance intern transport- en sortersysteem. Hierdoor kan Duisburg zich ontwikkelen tot echte moderne railhub in plaats van slechts een ruimtelijke concentratie van begin-en-eindterminals voor te stellen.
- Lehrte wordt het toonvoorbeeld van een high-tech- en high performance-hubterminal. In de nieuwe opzet dient de bundeling van continentale stromen nu ook maritieme containerstromen van en naar de noordelijke zeehavens (w.o. Bremen en Hamburg).
- Limmatal als rail-rail-schakel tussen het internationale en nationale treinennetwerk (SBB, 2012).

Van recentere datum zijn de plannen/voorstellen:

- van PCC om de havenstromen van Gdansk en Gdynia te bundelen door een nieuw te bouwen hubterminal nabij beide zeehavens (Konsor-Faferek, 2013). De " ICY Intermodal Container Yard Tezew" moet de stromen van de haventerminals BCT, GCT, DCT en GTK integreren tot treinladingen;
- van partijen in de Rotterdamse haven om een common hubterminal op de Maasvlakte te ontwikkelen wanneer Maasvlakte 2 open gaat (Nieuwsblad Transport, 2013a; Rail Cargo Information Netherlands, 2013). Nut en noodzaak hiervan zijn nog in discussie, en de alternatieven die thans worden besproken zijn het concept van de virtuele hubs en/of collectie en distributie per binnenschip. Bij een virtuele hub wordt gewerkt met directe treinen, maar ontvangt zo een trein lading niet alleen van zijn eigen kade, maar ook van de kades van andere railterminals.

Tabel 1 Overzicht van echte hubterminals in Europa (bestaand, gepland of in bouw)

Hublocatie	Status	Aard van de hub	Zeehavens in het geding	Bundelingsbreedte vanuit de zeehavens bekeken
<i>Mainhub Antwerpen</i>	In werking (nog)	Echte hubterminal	Antwerpen, Zeebrugge	Corridorneutraal
			Rotterdam (ten tijde van NARCON)	Corridorspecifiek
<i>Lehrte (vervangt rangeergebied Maschen voor intermodale rail stromen)</i>	Planvorming en financiering is besloten	Echte high-performance hubterminal	Noordzee- en Oostzeehavens, in het bijzonder Bremerhaven en Hamburg	Minder corridorneutraal
<i>Duisburg</i>	In aanbouw	Echte hubterminal	o.a. ARA zeehavens	Corridorspecifiek
<i>Limmatal, Zwitserland</i>	Planvorming loopt. Geplande opening in 2018	Echte hubterminal	Dient als schakel tussen het internationale en nationale treinennetwerk. Kan alle zeehavens ten goede komen.	Corridorspecifiek
<i>ICY Intermodal Container Yard Tczew, Polen</i>	Planvorming loopt	Echte hubterminal	Gdynia, Gedansk	Corridorneutraal
<i>Rotterdam Maasvlakte</i>	Nog in nut-en-noodzaak fase	Echte hubterminal	Diverse rail terminals op Maasvlakte 1 en 2	Corridorneutraal
<i>Seska Trebova</i>	In werking	Echte hubterminal	Noordhavens	Corridorspecifiek

4.2 Corridorneutrale of corridorspecifieke locatie van de hubterminal?

De (plannen voor) echte hubterminals onderscheiden zich niet alleen in de mate van high-tech en high performance, maar ook in de locatie. Sommige hubs hebben voor de zeehavens waarvan ze de stromen tot treinladingen bundelen, een corridorneutrale ligging (tabel 1). Dat wil zeggen dat men vanaf de hub alle railcorridors kan bereiken. Het voordeel daarvan is dat er meer stromen zijn om te bundelen. Bij een corridorspecifieke hub-locatie – voorbeeld voor Rotterdam of Antwerpen is de toekomstige rail-hub Duisburg – zijn er minder stromen om te bundelen, namelijk tot de hub alleen de stromen voor de corridor Duisburg. Het kan dan moeilijker zijn om hele treinladingen, de gewenste frequenties en de gewenste netwerkconnectiviteit te organiseren. Rangeerterreinen hebben om die reden vaak een corridorneutrale ligging, zoals Kijfhoek voor Rotterdam, Muizen voor Zeebruggen en Antwerpen, en het Mainhub rangeergebied voor Antwerpen. Neem Kijfhoek: van hier kun je makkelijk alle corridors op (richting Delft, Utrecht, Antwerpen/Zeeland, naar de Noord-Brabant route en naar de Betuweroute).

De beste corridor-neutrale hub-locatie is een, die zijn werk doet voor heel de zeehaven en die ook goed per spoor bereikbaar is vanuit andere zeehavens. Een hubterminal op de Maasvlakte voldoet niet aan dit idee want die is vanwege de beperkte capaciteit van het havenspoor alleen goed bereikbaar vanuit de Maasvlakte zelf. De Maasvlakte genereert op termijn ongeveer 80% van Rotterdams

railcontainerstromen. Dat betekent dat 20% van de havenstromen, waaronder die via het RSC, niet via die hub geconsolideerd kunnen worden. Ook de railcontainerstromen van andere zeehavens (Amsterdam, Moerdijk, Vlissingen) kunnen de Maasvlakte moeilijk bereiken wat erop neerkomt dat ze niet per spoor kunnen aantakken op vele Rotterdamse treindiensten naar het achterland. Immers, de treinen van andere havens zal men niet graag op het sterk belaste havenspoor op en neer willen laten rijden om de hub te bereiken. Een locatie nabij het rangeergebied Kijfhoek zou, vanuit deze netwerkgedachte geredeneerd, een uitstekende locatie zijn voor een hubterminal. Immers van hieruit kan men makkelijke alle Rotterdamse railcorridors op. En de goederen van andere zeehavens kunnen deze hub-locatie met minimale inspanningen bereiken. Een andere, minder goede, maar niet bij voorbaat ondenkbare oplossing is het retrofitten van het RSC tot hubterminal. Het RSC blijft uiteraard in rail-weg-overslag doen. Rotterdamse treinen kunnen het RSC goed bereiken, terwijl dit voor de treinen van ander havens alsnog moeilijk blijft.

Wanneer zeehavens kiezen voor corridorspecifieke hubs en afzien van de ontwikkeling van eigen corridorneutrale hubs, hebben ze geen hub-gerelateerde financieringslasten en exploitatierisico's, maar ook geen of weinig invloed op de ontwikkeling van hubs. En het bundelen is – zoals gezegd – minder eenvoudig dan bij een corridorneutrale hub.

4.3 Redenen voor de langzame marktpenetratie van echte hubterminals

Het lage tempo van marktinvloering geeft aanleiding om te zoeken naar bestuurlijke belemmeringen voor deze richting van innovatie. In vogelvlucht komen hier de volgende belemmerende factoren in beeld:

- A) gebrek aan inzicht in de potentiële voordelen van en gebrek aan affiniteit met hub-en-spoke en andere vormen van complexe bundeling;
- B) de neiging van politici en captains of industry om in tijden van crisis de kosten te willen reduceren in plaats van in innovatie te investeren om te komen tot betere kosten-baten verhoudingen in de productie van transportdiensten;
- C) de hoogte van investeringsbedragen en hoe de kosten gedekt kunnen worden;
- D) de afwezigheid van dit thema in nationale en Europese beleidskaders.

Wat punt A betreft, de spoorsector is ingewikkeld. De klassieke spoorwegondernemingen zijn gewend aan de complexiteit van spoorprocessen, maar slagen er niet altijd in om zich te ontdoen van inefficiënte complexiteit waaronder het vervangen van rangeren door terminaloverslag in hub-en-spoke-netwerken. De nieuwe spelers in de spoorsector (zoals nieuwe intermodale rail operators), die de markt betreden hebben sinds de spoorliberalisatie, neigen veelal tot eenvoudige processen en hebben derhalve meer affiniteit met directe treindiensten.

Dit gebrek aan veranderingskracht resp. affiniteit heeft vele achterliggende factoren. Één daarvan kan de afwezigheid van visionair management zijn. De robotisering van ECT is min of meer begonnen met de inspanningen van de toenmalige topman van ECT, dhr Wormmeester, die zijn klanten overtuigde van de meerwaarde van een gerobotiseerde werkwijze.

Een andere achterliggende factor is dat nationale en Europese beleidskaders primair focussen op corridors in plaats van op (bundelings)netwerken, terwijl de bundeling van stromen, een kernactiviteit in transport, alles te maken heeft met een netwerkdimensie (het aantal verbindingen door een gebied is geen corridor-, maar een netwerkvraagstuk). Deze eenzijdigheid geldt in zekere zin ook voor het TEN T beleid (European Commission, 2011), blijkens de aspecten die bij de totstandkoming van het kernnet een rol spelen. *Om dit kernnetwerk te definiëren werden de belangrijkste knooppunten geselecteerd op basis van een aantal statistische criteria: bijvoorbeeld hoofdsteden en andere sociaal-economische centra, grote havens (volume en geografische criteria), luchthavens (volume en geografische criteria) en gateways naar derde landen. Daarna werden deze knooppunten met elkaar verbonden met vervoer over land - spoor, binnenvaart en weg (sommige verbindingen bestaan reeds, op andere zijn er knelpunten en een aantal schakels ontbreken nog). Ten slotte werd rekening gehouden met een uitvoerige analyse van de belangrijkste verkeersstromen voor goederen en passagiers. Dit was van belang om te bepalen welke trajecten van het kernnetwerk prioriteit verdienen en duidelijk aan te tonen welke infrastructuursegmenten moeten worden verbeterd, aangelegd of waar knelpunten moeten worden weggewerkt. Op basis daarvan is een strategisch kernnetwerk uitgetekend dat de belangrijkste strategische knooppunten met elkaar verbindt met multimodale routes, rekening houdend met de belangrijkste verkeersstromen (European Commission, 2011).*

Niet zomaar wijst de European Intermodal Research Advisory Council (EIRAC; 2010) erop dat "... a higher consolidation of goods per equipment move (bundling of freight) has to be achieved ... to use the resource ... more efficiently. Equipment ... comprises ... trains ..." Het rapport geeft een pleidooi voor "research on intermodal hub equipment and easy cross docking technology to increase productivity and modal shift capability" en "research on best practices and additional possibilities to bundle freight".

Wat punt B betreft, grote delen van de transportsector lijken met de rug tegen de muur staan, zijn ondergecapitaliseerd en continu gericht op kostenreductie en successen op de korte termijn. De vlucht van gateway-netwerken, dus het beperken van complexe bundeling tot de transfer van laadeenheden tussen treinen op hun eigen begin-en-eind-terminals, is hier een expressie van. De invoering van performante hub-en-spoke-netwerken vraagt om een andere aanpak dan de weg van de geringste weerstand en meer focus op de lange-termijn efficiëntie.

De investering in een hubterminal (punt C) is te hoog voor slechts één intermodale rail operator of spoorwegonderneming, anders dan de investering bij vele begin- en eindterminals. Maar ook wanneer een collectief van gebruikers of een in het aanbieden van openbare terminaldiensten gespecialiseerd bedrijf zou investeren, is het probleem niet zonder meer verholpen; de kostendekking van de hubterminal zal veelal om kapitaal- of exploitatiesteun door de overheid vragen. Dergelijke hulp is in sommige Europese landen gebruikelijk, in andere nauwelijks.

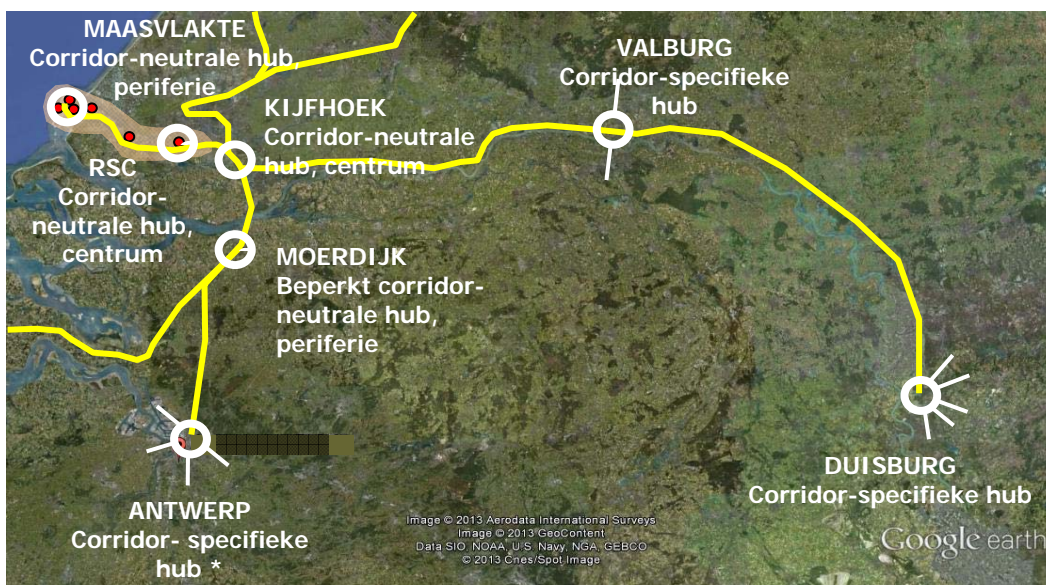
5. Op de korte termijn zoeken naar knooppunten voor rail-rail uitwisseling

Het Europese onderzoeks- en ontwikkelingsproject *Twin hub netwerk* (Kreutzberger en Konings, 2012; www.twinhubnetwork.eu) gaat over de bundeling van railcontainerstromen van verschillende zeehavens, met name van Rotterdam en Antwerpen. De bundeling moet plaatsvinden door hub-en-spoke netwerken. Het netwerk heeft twee hubs, namelijk in de zwaartepunten van de stromen. Dat is in de regio's Rotterdam en Antwerpen. De verzorgingsgebieden van iedere hub overlappen elkaar. Het motto is: laat Nederlandse laadeenheden meeliften in Antwerpen treinen waar deze sterk in de markt (zouden kunnen) staan, en Belgische laadeenheden in Rotterdam treinen waar deze sterk in de markt (zouden kunnen) staan.

De kern van het project is een pilot waarin getest wordt of het theoretische concept in praktijk kan werken. In de pilot ontmoeten 3 tot 4 treinen die afkomstig zijn van verschillende havens dan wel verschillende kades/railterminals van een haven, elkaar op de hub, idealiter gelijktijdig. Zo kan er op de hub vele laadeenheden direct worden overgeslagen tussen de treinen in plaats van via de terminalstack. Tot de hub hebben de treinen tot vier richtingsgroepen. Na de hub is iedere trein doelzuiver geladen. De pilot-spokes gaan naar Polen, zuidwest Duitsland, Zwitserland/Oostenrijk en Engeland.

In de pilot moeten bestaande uitwisselingsknooppunten als hub dienen. En daarvoor zijn er de volgende alternatieve opties (afb. 1): onder meer 1) het rangeergebied Kijfhoek, 2) het RSC, 3) diverse Maasvlakte-terminals, 4) diverse emplacementen in de Rotterdamse haven, 5) Moerdijk, 6) het rangeergebied Valburg, 7) de rail-weg terminal in Duisburg en 8) de Mainhub Antwerpen.

Afbeelding 1 Overzicht van knooppunten die in de Twin hub pilot als hub kunnen functioneren



* = voor Rotterdam. Voor Antwerpen = corridor-neutraal

Heuvelrangeren (optie 1) kent de hierboven genoemde nadelen. Voor intermodaal vervoer wegen die zwaar omdat er goede alternatieven zijn, met name terminaloverslag. Optie 1 wordt derhalve verworpen. Het RSC (optie 2) is als rail-weg-terminal ontworpen en niet als hubterminal, maar dat is voor het schaalniveau van de pilot geen belemmering. Hinderlijk is daarentegen de capaciteitsreserve van deze terminal. Die is zeer klein en het is moeilijk wenselijke slots te krijgen en nagenoeg ondenkbaar dat er simultane slots voor directe rail-rail-overslag komen.

De Maasvlakte-terminals (optie 3) komen vanwege de capaciteitsbeperkingen van het havenspoor nauwelijks in aanmerking om als hub voor de pilot te fungeren. De treinen van andere zeehavens zouden het havenspoor namelijk twee keer gebruiken alleen om op de hub laadeenheden uit te wisselen.

De emplacementen in Rotterdam (optie 4) waarop men wagongroepen kan uitwisselen m.b.v. een rangeerloc, zijn allemaal ontwikkeld in het wagenladingstijdperk. Een gevolg is dat de emplacementsporen kort zijn waardoor men altijd te maken krijgt met treinsplitsingen om andere redenen dan het sorteren. Die kosten tijd en geld.

De railterminal Moerdijk (optie 5) heeft voor de pilot een bruikbare, al hoewel suboptimale layout. Het spoor tussen de terminal en het hoofdspoor is slechts enkelsporig en niet geëlektrificeerd, wat voor een simultaan hubbezoek niet bevorderlijk is. Het hoofdspoor oprijden bij emplacement Lage Zwaluwe gaat in noordelijke richting opwaarts (de Moerdijkbrug op) en dus langzaam. In zuidelijke richting moet het hoofdspoor gelijkvloers worden overgestoken. De ogenschijnlijk gunstige corridor-neutrale ligging van Moerdijk heeft bij nader inzien een belangrijk beperking, namelijk dat men de Betuweroute niet vanuit het zuiden direct kan oprijden. Al met al heeft levert deze optie voor de pilot grotere weerstanden op. Het rangeergebied Valburg (optie 6) heeft een corridor-specifieke ligging, een beperking wanneer de pilottreinen naar zuid, zuidwest of west gaan. Meest belangrijk is echter dat het rangeergebied geen eigen personeel heeft. Personeel stationeren alleen voor de pilot gaat de mogelijkheden van de pilot te boven.

Voor Duisburg (optie 7) geldt nog sterker dan voor Valburg het nadeel van de corridor-specifieke ligging: bijvoorbeeld, de Engeland-trein zal niet via Duisburg naar Antwerpen en Rotterdam gaan. Minder belangrijk, maar ook een factor is dat de bestaande diverse terminals kenmerken hebben die al hinderlijk zijn voor rail-weg overslag, laat staan voor hub-overslag.

Tenslotte is er de Mainhub Antwerpen (optie 8). Die heeft een corridor-specifieke ligging die een nadeel is voor de Polen-treinen, maar geen onoverkomelijke beperking voorstelt. De terminal is geschikt voor rail-rail-overslag en heeft (stand eind 2012) capaciteit, ook voor simultane treinbezoeken. Maar, de terminal zal eind 2013 voorlopig worden gesloten.

6. Synthese en conclusies

Waar de stromen en knooppunten te klein zijn voor directe treinen kan alsnog railvervoer aangeboden worden door middel van complexe bundelingsnetwerken. HS-netwerken zijn een bijzonder kansrijke vorm

van complexe bundeling omdat ze alleen uit verplaatsingsnetwerken bestaan, dus geen lokale netwerken hebben, en omdat de omwegfactor t.o.v. directe treindiensten gemiddeld kleiner is dan die van andere complexe bundelingstypes. HS-netwerken hebben

- anders dan gateway-netwerken minder verbindingen door het netwerk waardoor ze meer schaalvoordelen kunnen genereren;
- in vergelijking met extended gateway-netwerken en andere vormen van netwerkconcentratie kortere afstanden in het voor- en natransport waardoor de hele transportketen goedkoper wordt.

HS-netwerken met een terminal als hub zijn kansrijker dan HS-netwerken met een rangeerhub omdat ze acceptabele kosten en doorlooptijden genereren voor *alle* intermodale railmarkten inclusief de kleiner-dan-wagongroepen-markt. Is er veel HS-bundeling, dan vereist een performante overslag een echte hubterminal in plaats van zomaar een rail-weg-terminal als hub. De weerstand op de hub in termen van kosten- en handlingstijd is dan kleiner. Een echte hubterminal heeft meer sporen onder de kranen, en idealiter een intern transport- en sorteersysteem dat de verschillende kraansegmenten verbindt. Of de echte hubterminal ook een high performance terminal moet zijn, hangt onder meer af van de eisen die aan de hubuitwisseling worden gesteld. Bijvoorbeeld, zijn er in het netwerk kritische tijdsvensters die stromen van enige omvang aangaan? Nut en noodzaak van high performance moet ook in het licht van de nodige investeringen worden bekeken. Bij de high-performance terminal is het interne transport- en sorteersysteem een high performance-systeem, zijn er meer kranen boven de sporen en zijn meer processen gerobotiseerd.

De voordelen van HS-netwerken met doelmatige hubs, high performance of niet, kan behalve logistiek ook welvaartstheoretisch worden geredeneerd. Ze zijn een verschijnsel van de samenleving met een hoog welvaartsniveau, die niet concurreert met lage arbeidskosten, lage kosten van sociale zekerheid en/of lage kosten van milieu, daarvoor wel concurreert met een hoge productiviteit, een gevolg van innovatie en de slimme aanpak. Gerobotiseerde deepsea terminals lenen zich als referentie. Op zeehavens in regio's met een hoge welvaart zoals noordwest Europa zijn zij inmiddels een mainstream configuratie geworden, ook erkend door voormalige tegenstanders van de nieuwe werkwijzen. HS-netwerken met productieve hubs en treinprocessen zouden zich vergelijkbaar tot een hoofdmodel voor complexe bundeling kunnen ontwikkelen en een heel andere bijdrage leveren aan de nagestreefde modal shift dan huidige treindiensten in complexe bundelingsnetwerken.

Ondanks zijn voordelen gaat de marktintroductie van intermodale rail hub-en-spoke-netwerken met echte hubterminals uiterst langzaam. Alhoewel het concept van innovatieve HS-netwerken al eind van de jaren 1980 tot begin van de jaren 1990 werd ontwikkeld is er tot nu toe slechts één echte hub terminal gebouwd. Thans wordt een tweede hubterminal gebouwd en bevinden zich vier andere in de nut-en-noodzaak-discussie of planvormingsfase.

Voor de langzame invoering kunnen duidelijke factoren worden benoemd, zoals het willen vermijden van ingewikkelde processen, willen scoren op de korte termijn, in crisistijden de voorkeur geven aan kostenreductie in plaats van efficiëntieverbeteringen met alle investeringen die dit vergt, geen oplossing hebben voor gebrek aan kostendekking als gevolg van de hoge investering van hubterminals, het gebrek aan leiderschap daar waar wissels gesteld worden voor toekomstige netwerk- en knooppuntenontwikkeling, of gebrek aan bundelings- en netwerkgerichte leidbeelden in transportbeleidskaders.

Hubterminals zijn niet goedkoop en het is hier meer nodig dan voor rail-weg-terminals om ze neer te zetten op strategische locaties, namelijk bij (potentiële) zwaartepunten van de stromen. De keuze van dergelijke locaties vraagt om Europa-brede planning. Hierbij staat netwerk-denken centraal en dat is meer dan corridor-denken hetgeen thans in het Europese beleid domineert.

Tenslotte, de Mainhub Antwerpen gaat binnenkort voorlopig dicht. Door de sluiting van het NARCON-netwerk zit de Mainhub immers zonder emplooi. Echter, vanuit de bundelingstheorie is de Mainhub een van de meest verstandige investeringen in de intermodal railsector van de laatste decennia geweest: een zwaartepunt van goederenstromen, capabel om de stromen van verschillende Antwerpse kades en railterminals te consolideren, corridorneutraal gelegen voor zijn hoofdgebruikers, en goed bereikbaar voor heel de haven en ook voor andere zeehavens. Een potentieel voorbeeld ook voor andere zeehavens. In het belang van efficiënt intermodaal railvervoer moet de Mainhub zo snel mogelijk weer openen, dan voornamelijk gebruikt door treindiensten die deel uitmaken van internationale HS-netwerken, omdat over korte afstanden - binnenlandse trafieken in België – het spoor moeilijker rendabel is te krijgen, zoals NARCON heeft aangetoond. Dit zou de kerngedachte van een nieuw business plan voor de Mainhub moeten zijn.

Literatuur

- Cardebring, P.W., R. Fiedler, Ch. Reynauld, P. Weaver, 2000, *Summary of the IQ project. Analysing intermodal quality: a key step towards enhancing intermodal performance and market share in Europe*, TFK and Inrets, Hamburg and Paris.
- CER, 2013, *Rail Freight Status Report 2013; Rail freight after a decade of EU rail policy*, April, Brussels.
- EIRAC, 2010, *The next EIRAC Strategic Agenda 2010 – 2030+*, Brussels.
- European Commission, 2011, *White paper: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, Brussels.
- European Commission, 2011, *Connecting Europe: Connecting Europe: het nieuwe kernvervoersnetwerk voor de EU*, Memo 11/706, 19 October, Brussels.
- European Commission, 2012, *MEMO: Research and innovation for Europe's future mobility*, Brussels.
- Gaidzik, Sustrate, Riebe, Hünefeldt, Müller, Beisler, Hetzel, Sarres, Roth, Rachow, Michel, Gödde, Voges, 1994, *Analyse und Bewertung der mittel- bis langfristigen Perspektiven einer Schienenvernetzung von KV-Umschlagbahnhöfen unter Berücksichtigung neuer Ansätze für die Produktionsgestaltung im Rahmen eines*

zentralen Hub-and-Spoke-Systems für den Kombinierten Verkehr. Endbericht, HaCon, Deutsche Bahn, DUSS, IVE, commissioned by: Der Bundesminister für Verkehr, FE-Vorhaben 90433/94, Bonn.

- ILOG, 2006, MetroCargo, www.iog.it.
- *Internationale Transport Zeitschrift*, 2013, Metrans eröffnet mmdernen Gubterminal. Schub für Hinterland, 21 oktober, blz. 75.
- Jalard, B., 1993, The Commutor Project, in: *Cargo Systems, Intermodal 1993, Conference papers*, Hamburg.
- Kombiconsult and K+P Transport Consultants, 2007, *International Combined Transport Productions Systems including long and heavy trains, Work package A7*, commissioned by UIC in the framework of DIOMIS (Developing Infrastructure and Operating Models for Intermodal Shift), Paris.
- Konsor-Faferek, M., 2013, *Intermodal strong and stable link in supply chain*, presentation in the conference "Ports, Terminals & Intermodal Transport 2013", 6 and 7 February 2013, Amsterdam.
- Kreuzberger, E.D., 2008, *The Innovation of Intermodal Rail Freight Bundling Networks in Europe. Concepts, Developments, Performances*, TRAIL Thesis Series nr. T2008/16, Delft.
- Kreuzberger, E.D., 2011, *Intermodal Rail Freight Twin Hub Network. Concept and project Structure*, Presentation on the project Kick-off meeting, 8 and 9 December, Delft, www.twinhubnetwork.eu.
- Kreuzberger, E.D., en R. Konings, 2013, The Role of Inland Terminals in Intermodal Transport Development, in: J.P. Rodrigue, Th. Notteboom en J. Shaw (editors): *The SAGE Handbook of Transport Studies*, SAGE, London, pp. 179-207.
- Nieuwsblad Transport, 2013a, *Interne baan MV2 stuk dichterbij*, 19 juli.
- Nieuwsblad Transport, 2013b, *Sluiting Mainhub Antwerpen dreigt*, 24 juli.
- Franke, K.P. and M. Vogtman, 2000, Case Metz, in: OTB-TUD, ESI-VU, NOELL, Tuchschnid, CCLT, VTT, CERIAS and FUCAM, 2000, TERMINET, *Performance analyses 5 new-generation terminal case studies, Deliverable 10*, European research project (4th FP), Brussels and Delft.
- Rail Cargo Information Netherlands, 2013, *Optimaliseer het gebruik van beschikbare spoorcapaciteit*, Interview Pieter Förer, RSC Rotterdam, 7 augustus.
- Rijsenbrij, J., 2008, Container handling in mainports: a dilemma about future scales, in: R. Konings, H. Priemus and P. Nijkamp (eds.), *The Future of Intermodal Freight Transport. Operations, Design and Policy, Transport, Economics, Management and Policy*, Series, Editor: Kenneth Button, Edward Elgar publishing, Cheltenham and Northampton, pp. 109-134.
- SBB Cargo, 2012, Gateway Limmattal ist auf Kurs, in: *Cargo Magazine*, nr. 4, www.sbbcargo.com.
- Woodburn, A., 2011, An investigation of Container Train Service Provision and Load Factors in Great Britain, in: *EJTIR*, nr. 2, pp. 147-165, www.ejtir.tbm.tudelft.nl.
- Van der Zee, F., en W. Manshanden, F. Bekkers, T. van der Horst, 2012, *De Staat van Nederland Innovatieland 2012*, The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS) en TNO, in het kader van het Strategy & Change-programma. Amsterdam University Press, Amsterdam.