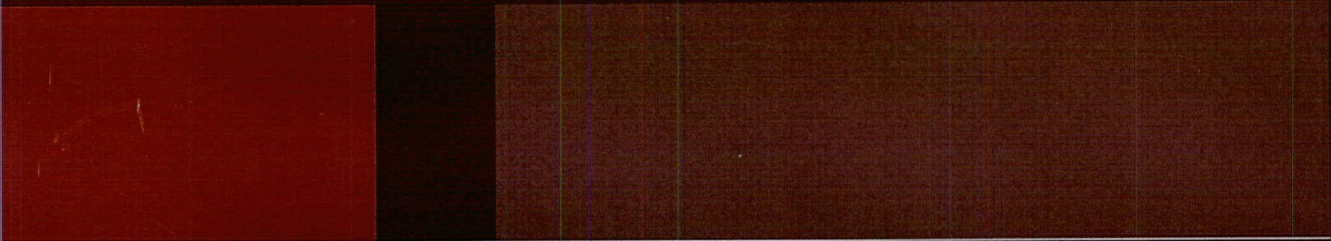
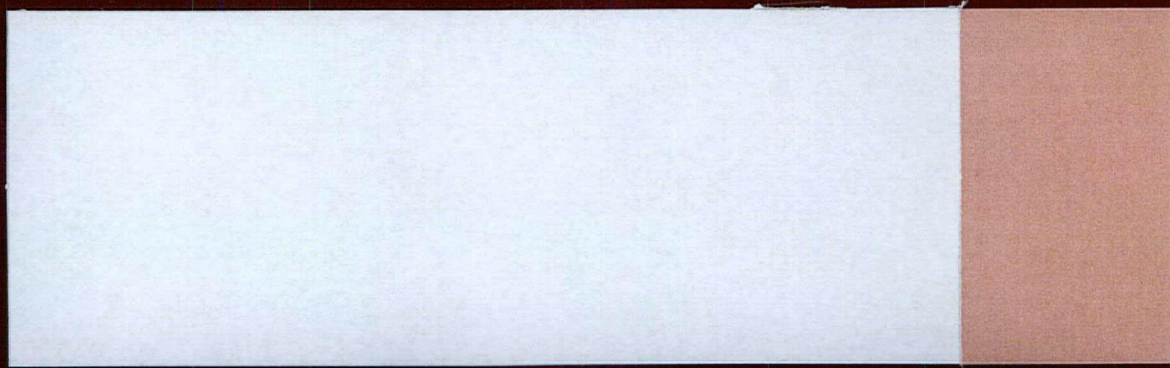


Betuweroute



Evaluatie milieu-effecten Betuweroute 1999

Beleving van de woonomgeving en van geluid

Deel 4: Vergelijkingsstudie geluidshinder

Opgesteld in opdracht van
Projectorganisatie Betuweroute
Arthur van Schendelstraat 670
Postbus 2484
3500 GL UTRECHT

Utrecht, 9 februari 2000

Opstellers: TNO Preventie & Gezondheid
(R.G. de Jong; J.H.M. Steenbekkers)
Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen
(A.W.M. Claassen; H.A. Katteler)

Leiden

Nijmegen



Niets uit dit werk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welk andere wijze dan ook, daaronder mede begrepen gehele of gedeeltelijke bewerking van het werk, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NS Railinfrabeheer

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

TNO-PGITS. Evaluatie milieu-effecten Betuweroute 1999: Beleving van de woonomgeving en van geluid. Deel 4: Vergelijkingsstudie geluidshinder. NS Railinfrabeheer, Utrecht, 2000

Inhoudsopgave

pagina

Voorwoord

Samenvatting

1. Achtergronden en opzet van het onderzoek	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Kader effectstudie Betuweroute	1
1.2.1 Evaluatie-onderzoek in het kader van de Betuweroute	1
1.2.2 Beknopte weergave van de uit te voeren deelonderzoeken 'sociale aspecten'	2
1.3 Vergelijkingstudie geluidshinder	4
1.3.1 Inleiding	4
1.3.2 Doelstelling van dit deelonderzoek	5
1.3.3 Opzet van het onderzoek	5
1.4 Indeling van het rapport	6
2. De resultaten van het onderzoek	7
2.1 Inleiding	7
2.2 De geluidshinder van de Havenspoorlijn vergeleken met de referentiecurve	7
2.3 Determinanten van hinder	8
2.4 De geluidshinder van de Havenspoorlijn, gecorrigeerd voor de invloed van bezorgdheid	9
3. Samenvatting, conclusie en discussie	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Samenvatting	11
3.3 Conclusie	12
3.4 Discussie	12
Literatuur	13
Bijlagen	15

Voorwoord

Deze vergelijkingsstudie van geluidshinder heeft plaatsgevonden in het kader van het 'Programma voor de evaluatie van de milieu-effecten van de Betuweroute' van NS-Railinfrabeheer. Ze maakt deel uit van het onderzoek naar de 'sociale aspecten'. Daarnaast omvat dit programma ook onderzoek naar de aspecten 'ecologie' en 'bodem en water'.

In het onderdeel 'sociale aspecten' gaat het om vier deelonderzoeken, waarvan het onderhavige onderzoek het laatste is. Het eerste deelonderzoek betrof een pilot-studie onder omwonenden van de Havenspoorlijn, een bestaande goederenspoorlijn in de omgeving van Rotterdam. Het tweede deelonderzoek was een voorstudie onder recreanten van zogenoemde stiltegebieden. De rapporten van deze deelonderzoeken zijn gepubliceerd in januari 1999. Het derde deelonderzoek - dat in april 1999 gepubliceerd is - was het Hoofdonderzoek onder omwonenden van de toekomstige Betuweroute. In dit vierde deelonderzoek zijn de resultaten van de Pilot-studie Havenspoorlijn - voor zover deze door treinen veroorzaakte geluidshinder betreffen - vergeleken met gegevens van ander onderzoek naar door treinen veroorzaakt geluid, die aanwezig zijn in het TNO-data-archief 'Kennisbestand Verstoring'.

Het project is begeleid door de Projectorganisatie Betuweroute, die zorg draagt voor de bewaking en coördinatie van het evaluatieprogramma. In deze projectorganisatie participeren naast NS Railinfrabeheer ook het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en adviseurs van Grontmij- de Weger. Het onderdeel 'sociale aspecten' is gezamenlijk uitgevoerd door het Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen (ITS) in Nijmegen en TNO Preventie en Gezondheid in Leiden.

Samenvatting

In dit rapport wordt verslag gedaan van de Vergelijkingsstudie geluidshinder. Dit is het vierde en laatste deelonderzoek in het kader van de evaluatie van de sociale aspecten van de Betuweroute. De andere deelonderzoeken zijn (verkort aangegeven): Havenspoorlijn, Omwonenden en Recreanten. Het doel van dit deelonderzoek is om aanvullende evidentie te verkrijgen over de vraag of geluid van goederentreinen *bij een gelijke geluidsbelasting* even hinderlijk is als dat van personentreinen of, als logisch gevolg daarvan, even hinderlijk is als treinen op ‘gemengde’ lijnen.

Om dit te onderzoeken zijn de resultaten van het deelonderzoek Havenspoorlijn vergeleken met de gegevens uit het TNO Kennisbestand Verstoring, waarin zich de geluidsbelasting- en (niet-specifieke) hindergegevens bevinden uit negen onderzoeken naar railverkeergeluid met in totaal 8.527 respondenten waarvoor zowel de hinder als de geluidsbelasting bekend is. Deze onderzoeken zijn allemaal uitgevoerd bij lijnen met gemengd personen- en goederenvervoer. Uit deze gegevens is de geluidsbelasting-hinderrelatie voor (gemengd) railverkeer berekend. Deze wordt gehanteerd als referentiecurve. Het deelonderzoek Havenspoorlijn zelf telt 108 respondenten. Hier is sprake van een spoorlijn voor uitsluitend goederenvervoer.

Alvorens een vergelijking te maken, zijn de respondenten uit het deelonderzoek Havenspoorlijn verdeeld in drie clusters van elk 30 tot 40 respondenten. Van elke cluster is de gemiddelde geluidsbelasting en het percentage ernstig gehinderden bekend. Deze clusters zijn vergeleken met de referentiecurve.

Bij een eerste vergelijking, waarbij geen rekening is gehouden met de invloed van variabelen die de relatie tussen de geluidsbelasting en de hinder kunnen beïnvloeden, blijkt dat de Havenspoorlijn in het cluster met een gemiddelde geluidsbelasting (in LDN) van 73 dB(A) meer hinder veroorzaakt dan op grond van de referentiecurve verwacht zou worden. Bij lagere geluidsbelastingen (respectievelijk 58 en 67 dB(A)) zijn er geen verschillen.

Wanneer de belangrijkste variabele die - naast het geluid zelf - de hinder bepaalt, te weten bezorgdheid over de eigen veiligheid door het wonen langs een spoorlijn, bij de vergelijking wordt betrokken (zowel in de gegevens uit het deelonderzoek Havenspoorlijn als in het Kennisbestand Verstoring (= referentiebestand), verdwijnen de verschillen met de referentiecurve. Dit wil zeggen dat het in eerste instantie geconstateerde verschil in hinder niet zozeer aan het geluid op zich kan worden toegeschreven, maar meer veroorzaakt lijkt door andere factoren, waarvan bezorgdheid de belangrijkste is.

De conclusie dat geluid van goederentreinen *bij een gelijke geluidsbelasting* even hinderlijk is als dat van personentreinen of, als logisch gevolg daarvan, even hinderlijk is als treinen op ‘gemengde’ lijnen, mits gecorrigeerd voor de invloed van variabelen die de relatie tussen geluidsbelasting en hinder mede beïnvloeden, geeft op zichzelf geen aanleiding om de huidige regelgeving voor geluid door (gemengd) railverkeer te verwerpen voor lijnen met uitsluitend goederenvervoer.

De zinsnede “mits gecorrigeerd voor de invloed van variabelen die de relatie tussen geluidsbelasting en hinder mede beïnvloeden” is hierbij echter van cruciale betekenis. Het is niet het *geluid zelf* dat

leidt tot meer hinder bij de Havenspoorlijn, maar andere determinanten vergroten de hinder. Geluid heeft een signaalfunctie gekregen voor gevoelens van bezorgdheid. Deze bezorgdheid over de eigen veiligheid door het wonen langs een spoorlijn hangt samen met de stoffen die door de goederentreinen worden vervoerd en met de risico-communicatie hierover. Bij de Havenspoorlijn is deze bezorgdheid groot, in vergelijking met de bezorgdheid ten aanzien van andere spoorlijnen.

1 Achtergronden en opzet van het onderzoek

1.1 Inleiding

Het onderzoek waarvan in dit rapport verslag wordt gedaan, is de vergelijkende studie naar geluidshinder voor het onderdeel 'sociale aspecten' bij de evaluatie van de milieu-effecten van de Betuweroute. In paragraaf 1.2 is beschreven hoe deze evaluatie - met name wat de sociale aspecten betreft - wordt uitgevoerd. Vervolgens wordt in paragraaf 1.3 weergegeven wat de doelstellingen van deze vergelijkende studie zijn en hoe het onderzoek is opgezet. Paragraaf 1.4 bevat de verdere indeling van dit rapport.

1.2 Kader effectstudie Betuweroute

1.2.1 Evaluatie-onderzoek in het kader van de Betuweroute

De Betuweroute is de toekomstige goederenspoorlijn die de Rotterdamse haven met de Duitse grens gaat verbinden. Reeds in 1992 is over de aanleg van de Betuweroute een milieu-effectrapportage (MER) uitgebracht, tezamen met de projectnota Betuweroute (NS RIB, 1992). Op beide is indertijd inspraak mogelijk geweest. In 1994 is er een aanvulling op de MER Betuweroute verschenen en in hetzelfde jaar heeft het Parlement ingestemd met de Planologische Kernbeslissing (PKB) om de Betuweroute aan te leggen. In 1996 is via een herziening van de PKB een partiële wijziging doorgevoerd. Vervolgens is in december van hetzelfde jaar onder verantwoordelijkheid van de Ministers van Verkeer en Waterstaat en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer een Tracébesluit over de route gepubliceerd. Na de uitspraak van de Raad van State d.d. 28 mei 1998 over de tegen het Tracébesluit ingestelde beroepen is het overgrote deel van dit besluit onherroepelijk geworden. De delen die door de Raad van State zijn vernietigd, zijn inmiddels gerepareerd in een drietal Tracébesluiten, te weten Tracébesluit Betuweroute 1998, Tracébesluit Betuweroute 1998-2 en Tracébesluit Betuweroute 1998-3 (Zevenaar). Deze Tracébesluiten zijn/worden inmiddels ingepast in de gemeentelijke bestemmingsplannen.

Daarnaast is onder verantwoordelijkheid van hetzelfde bevoegd gezag door NS Railinfra-beheer een plan van aanpak opgesteld voor de evaluatie van de Betuweroute. In dit 'Programma voor de evaluatie van de milieu-effecten van de Betuweroute' (NS RIB, 1996) is, conform de MER over de Betuweroute, vastgelegd dat er onderzoek moet worden gedaan naar drie aspecten:

- sociale aspecten;
- ecologie;
- bodem en water.

Voor een deel dient dit onderzoek reeds plaats te vinden voordat er met de aanleg wordt begonnen. Om op een later tijdstip uitspraken te kunnen doen over effecten van de Betuweroute is het immers noodzakelijk dat de uitgangssituatie is vastgelegd.

In het door NS RIB opgestelde Evaluatieprogramma Betuweroute 1997-1998 (NS RIB, 1998) worden de sociale aspecten onderverdeeld in geluidshinderbeleving en beleving van de woonomgeving. Voorgesteld wordt beide onderdelen met elkaar te verbinden door de dataverzameling via een gecombineerde vragenlijst te laten uitvoeren. Als voordeel daarvan wordt gezien dat er uitspraken kunnen worden gedaan over de onderlinge relaties tussen deze belevingsaspecten.

1.2.2 Beknopte weergave van de deelonderzoeken sociale aspecten

In de onderzoeksopzet voor de evaluatie van de sociale aspecten van de Betuweroute zijn de volgende vier deelonderzoeken te onderscheiden:

- Pilotstudie Havenspoorlijn;
- Voorstudie onder recreanten in stiltegebieden langs de Betuweroute;
- Voorstudie bij omwonenden van de toekomstige Betuweroute (Hoofdonderzoek);
- Vergelijkingsstudie geluidshinder.

Pilotstudie Havenspoorlijn

Het in de tijd eerste deelonderzoek is in de zomer van 1998 uitgevoerd in de omgeving van de bestaande goederenspoorlijn bij het Rotterdamse havengebied. Het onderzoek was onder meer bedoeld om de te gebruiken vragenlijst voor het hoofdonderzoek uit te testen. In dit kader zijn 109 bewoners van de wijk Zuidwijk in Rotterdam, gelegen langs de Havenspoorlijn, ondervraagd. Over dit onderzoek is in een afzonderlijke publicatie gerapporteerd (ITS/TNO-PG, januari 1999).

Recreanten in stiltegebieden

In drie stiltegebieden in de toekomstige invloedssfeer van de Betuweroute zijn op mooie zondagen in de zomer van 1998 in totaal 242 recreanten ondervraagd tijdens hun verblijf in deze gebieden. Deze studie heeft als doel een basis te bieden voor het inschatten van de mogelijke gevolgen van de aanleg van de Betuweroute voor de belevingswaarde van de stiltegebieden. Het uitgevoerde onderzoek betreft een nulmeting. Na aanleg en ingebruikname van de Betuweroute zal het onderzoek op dezelfde locaties worden herhaald. Ook over deze voorstudie in stiltegebieden is een afzonderlijke publicatie verschenen (TNO-PG/ITS, januari 1999).

Hoofdonderzoek bij toekomstige omwonenden

Het belangrijkste onderdeel van de onderzoeksopzet is de nulmeting bij omwonenden van de toekomstige Betuweroute. Ten behoeve van dit hoofdonderzoek zijn in het najaar van 1998 circa 1.000 omwonenden van de toekomstige Betuweroute ondervraagd over de sociale aspecten van de huidige woonomgeving. Het begrip 'sociale aspecten' wordt daarbij beschouwd als een samenvattende aanduiding voor alle aspecten die betrekking hebben op hinder voor de mens, verstoring van diens materiële en psychische oriëntatie en verandering van de belevingswaarde van de omgeving. Daarbij kunnen globaal genomen drie zaken onderscheiden worden:

- *het ruimtebeslag van de spoorlijn.* Om de spoorlijn te kunnen aanleggen is een voldoende brede strook grond nodig. Voor zover op het gekozen tracé woningen staan - of andere bebouwing - zullen deze moeten worden afgebroken. In het algemeen geldt dat de huidige bestemming ter plekke van de aan te leggen spoorlijn moet veranderen.
 - *de aanwezigheid van de spoorlijn als zodanig.* Vanaf het moment dat er met de aanleg van de lijn begonnen wordt, is er sprake van een materiële barrière met mogelijk vergaande sociale consequenties. Mensen kunnen verplaatsingen die zij gewend zijn te maken, plotseling niet meer maken, of zij moeten om dezelfde bestemming te bereiken nu een omweg maken. Voor zover de spoorlijn tussen twee woonkernen of buurtschappen komt te liggen kan zij, behalve als een materiële, ook als een sociale barrière gaan fungeren. Overigens wordt de Betuweroute voor een belangrijk deel naast de A15 aangelegd. Dat betekent dat op deze plaatsen nu reeds van een sociale barrière sprake is die door de aanleg van de spoorlijn slechts in beperkte mate zal veranderen. Behalve van een sociale kan er ook sprake zijn van een visuele barrière. Daarmee wordt bedoeld dat het uitzicht van mensen door de komst van de spoorlijn ingrijpend gewijzigd kan worden. Ten slotte kan de aanwezigheid van de spoorlijn tot een (gevoel van) aantasting van de sociale veiligheid leiden. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan tunnels onder de spoorlijn, waar mensen zich onveilig kunnen voelen uit angst voor criminaliteit.
 - *de effecten van het railverkeer.* Wanneer de spoorlijn eenmaal in gebruik is genomen, kunnen omwonenden hinder ondervinden van geluid of trillingen. Afhankelijk van de stoffen die vervoerd worden zou er ook sprake kunnen zijn van risico's die het vervoer van gevaarlijke stoffen met zich meebrengt. Risico's voor ongelukken met gevaarlijke stoffen of met treinen op zich zijn nooit voor 100% uit te sluiten. Daar staat weer tegenover dat er geen risico zal bestaan voor botsingen tussen treinen en ander verkeer, omdat er alleen ongelijkvloerse kruisingen worden aangelegd. Verwacht wordt dat de stankoverlast beperkt zal blijven. Er wordt immers niet met open wagons gereden en in principe ook niet met dieseltreinen, maar helemaal uitgesloten wordt dit laatste niet.
- Over dit onderzoek is een afzonderlijke publicatie verschenen (ITS/TNO-PG, april 1999).

Vergelijkingsstudie geluidshinder

In het vierde - onderhavige - deelonderzoek was het de bedoeling de resultaten van de hiervoor genoemde deelonderzoeken te vergelijken met ander onderzoek naar door treingeluid veroorzaakte hinder. In de praktijk is alleen het onderzoek bij de Havenspoorlijn (deelonderzoek 1) vergeleken met ander onderzoek. De redenen hiervoor zijn uiteengezet in 1.3.3. Het vergelijkingsonderzoek betreft een bureaustudie waarbij gebruik gemaakt wordt van het TNO-data-archief 'Kennisbestand Verstoring'. Dit is een bestand met data uit zowel Nederlands als buitenlands onderzoek naar onder meer geluidshinder. Een vergelijking van de uitkomsten van het onderzoek bij de Havenspoorlijn met de gegevens uit het Kennisbestand Verstoring geeft indicaties over de mate van toepasbaarheid van de vigerende regelgeving inzake treingeluid bij lijnen voor uitsluitend goederenvervoer.

1.3 Deelonderzoek vergelijking geluidshinder

1.3.1 Inleiding

De Betuweroute is ontworpen voor uitsluitend goederentransport over de rails van het Rotterdamse havengebied naar Duitsland en omgekeerd. De regelgeving met betrekking tot spoorweggeluid is gebaseerd op onderzoek naar de effecten van treingeluid op omwonenden van lijnen die zowel door personen- als door goederentreinen gebruikt worden (Peeters et al., 1984). Deze regelgeving is vastgelegd in het Besluit geluidhinder spoorwegen (1987). Omdat vaak gesteld wordt dat goederentreinen hinderlijker zouden zijn dan personentreinen, roept dit de vraag op of de huidige wetgeving toepasbaar is voor de Betuweroute.

De vraag of goederentreinen werkelijk hinderlijker zijn dan personentreinen *bij gelijke geluidsbelasting* is in het verleden in onderzoeken in diverse landen aan de orde gesteld. Het beantwoorden van deze vraag was echter nooit de hoofddoelstelling van deze onderzoeken, zodat deze er niet speciaal op waren ingericht om deze vraag te beantwoorden. Hierdoor zijn de resultaten van elk van de empirische onderzoeken afzonderlijk op dit punt of te zwak of onvoldoende eenduidig om de uitspraak 'geluid van goederentreinen is bij een gelijke geluidsbelasting hinderlijker dan geluid van personentreinen' staande te houden of te verwerpen. Vandaar dat in 1993 nogmaals op deze vraag is ingegaan, ditmaal met een analyse van bestaand, gecompileerd, onderzoeksmateriaal (zie bijlage A, de onderzoeken die gemarkeerd zijn met *) (Miedema en De Jong, 1993). De resultaten van deze heranalyse maken aannemelijk dat geluidshinder die bij een bepaalde geluidsbelasting voor treinverkeer verwacht moet worden, onafhankelijk is van het aandeel van het goederentransport in het treinverkeer. Deze bevindingen geven derhalve geen aanleiding tot het verwerpen van de huidige regelgeving voor lijnen met uitsluitend goederenvervoer. Een overzicht van de ontwikkeling van de kennis over dit onderwerp in de tijd is onder meer gegeven in twee artikelen van De Jong en Miedema (1995, 1996).

Een steeds terugkerend punt bij de discussies over dit vraagstuk is, dat er feitelijk nog nooit een belevingsonderzoek is uitgevoerd, speciaal gericht op lijnen voor *uitsluitend* goederenvervoer. In Fields en Walker (1980) is één tracé met uitsluitend goederenvervoer opgenomen, met betrekkelijk weinig respondenten ($n = 78$) en een niet specifiek op dit tracé toegesneden vraagstelling. In Nederland is er maar één lijn voor uitsluitend goederenvervoer waarlangs voldoende bebouwing ligt om een dergelijk onderzoek uit te voeren: de Havenspoorlijn in het Rotterdamse havengebied. Toen het onderzoek werd uitgevoerd waarop de huidige regelgeving met betrekking tot spoorweggeluid is gebaseerd (Peeters et al., 1984), werd het gebied rond de Havenspoorlijn niet bij het onderzoek betrokken omdat er in die tijd veel commotie was rondom deze lijn: actiegroepen waren zeer actief, waardoor een enquête een overschatting van de hinder zou hebben gegeven. Nu is het in de media al enige tijd relatief rustig rondom de Havenspoorlijn in Rotterdam-Zuid, waardoor een belevingsonderzoek wel kon worden uitgevoerd.

1.3.2 Doelstelling van dit deelonderzoek

Op grond van de stand van de kennis op dat moment (zie 1.3.1) is in de MER voor de Betuweroute uitgegaan van de aanname dat het geluid van de Betuweroute bij gelijke geluidsbelasting even hinderlijk is als het geluid van 'normale' spoorverbindingen (dus lijnen met zowel personen als goederenvervoer).

Gezien tegen deze achtergrond heeft dit deelonderzoek als doelstelling om aanvullende evidentie te verkrijgen over de vraag of geluid van goederentreinen *bij een gelijke geluidsbelasting* even hinderlijk is als dat van persontreinen of, als logisch gevolg daarvan, even hinderlijk is als treinen op 'gemengde' lijnen.

1.3.3 Opzet van het onderzoek

Allereerst is nagegaan welke gegevens uit de drie eerdere deelonderzoeken bij dit deelonderzoek gebruikt kunnen worden. Er is sprake van een bruikbare 'case' als van een respondent zowel de geluidsbelasting als de (niet-specifieke) hinderscore bekend is. Beide gegevens moeten betrekking hebben op de woonsituatie. De werk- en recreatiesituatie zijn in dit verband niet relevant.

Het resultaat van deze analyse is, dat de vergelijking is uitgevoerd met de respondenten (cases) uit het deelonderzoek Havenspoorlijn. Van de 109 cases van dit deelonderzoek is er 1 onbruikbaar vanwege een foutief adres. Er resteren dus 108 cases.

Het resultaat kwam tot stand op grond van de volgende overwegingen/bevindingen:

- De respondenten uit het deelonderzoek Recreanten in stiltegebieden komen niet in aanmerking omdat daar geen sprake is van een woonsituatie;
- In de oorspronkelijke offerte werd ervan uitgegaan dat: "*de resultaten van het onderzoek onder de omwonenden van de Betuweroute en bij de Havenspoorlijn beide kunnen worden vergeleken met de resultaten van eerder onderzoek etc.*" Hierbij werd ervan uitgegaan dat bij de NS de exacte geluidsbelasting van de respondenten bekend zou zijn. Dit bleek echter niet het geval, zodat in overleg met NS Technisch Onderzoek opnieuw moest worden bekeken wat mogelijk was. Bij de Havenspoorlijn kon op betrekkelijk eenvoudige wijze de benodigde informatie worden verkregen over de ligging van de adressen van de respondenten ten opzichte van de spoorlijn. Door de gemeente Rotterdam werden huisnummerkaarten beschikbaar gesteld. De onderzoekers bezochten het onderzoeksgebied om de hoogte van de bebouwing en de aard van het oppervlak tussen bron en bebouwing te registreren, zodat sleutelvariabelen als afstand tot de bron, afscherming en bodemdemping redelijk konden worden ingeschat. Op grond hiervan werd door NSTO per respondent de geluidsbelasting bepaald (Bol, 1999). Bij het Hoofdonderzoek bij toekomstige omwonenden was dit niet mogelijk. De voornaamste reden is, dat de respondenten van dit onderzoek niet wonen in de nabijheid van een bestaande spoorlijn voor uitsluitend goederenvervoer. Zij zouden hooguit informatie kunnen leveren over de hinder door bestaande lijnen met een 'gemengd' karakter (personen- en goederenvervoer), maar deze informatie is reeds beschikbaar. Een additionele reden is, dat het onevenredig veel tijd en inspanning zou kosten om de benodigde informatie, die nodig is om de geluidsbelasting te kunnen bepalen (onder meer door bezoek aan het onderzoeksgebied), te verkrijgen doordat het onderzoeksgebied veel groter is dan bij de Havenspoorlijn.

De 108 bruikbare cases zijn vergeleken met gegevens uit het TNO Kennisbestand Verstoring. Deze databank bevat onderzoeksgegevens uit binnen- en buitenland. Op het gebied van railverkeerlawaaï is de databank sinds 1993 (de laatste keer dat er een heranalyse op bestaand onderzoeksmateriaal is uitgevoerd met het oog op het beantwoorden van de vraag of goederentreinen bij gelijke geluidsbelasting hinderlijker zijn dan personentreinen) flink uitgebreid. In 1993 waren dit 3.704 cases afkomstig uit drie onderzoeken; thans (1999) zijn dit er 8.527, afkomstig uit negen onderzoeken. Een overzicht van deze studies is gegeven in bijlage A. Op basis van deze negen onderzoeken is een geluidsbelasting-hinderrelatie voor railverkeer opgesteld (Miedema en Vos, 1998). Hoe de hinder in deze relatie is vastgesteld is weergegeven in bijlage B; de maat waarin de geluidbelasting is uitgedrukt (LDN) wordt beschreven in bijlage C. Door NSTO zijn voor de respondenten van de studie bij de Havenspoorlijn in de eerstelijnsbebouwing individuele waarden voor de geluidsbelasting berekend (Bol, 1999). Voor de respondenten in de tweedelijnsbebouwing en verder weg zijn geluidszones aangegeven met stappen van 5 dB(A). Deze respondenten hebben dus een geluidsbelasting van bijvoorbeeld 50 tot 55 dB(A). Om tot een zo goed mogelijke eenduidige benadering van de geluidsbelasting van deze respondenten te komen (in één getal) is gekeken naar de afstand tussen (het adres van) de respondent en de zonegrens. Ligt een adres op of dichtbij een zonegrens, dan is aan dat adres de geluidsbelasting toegekend van de zonegrens. Ligt een adres meer naar het midden, dan is de middenwaarde van een zone genomen.

1.4 Indeling van het rapport

In hoofdstuk 2 worden de resultaten uit het deelonderzoek Havenspoorlijn vergeleken met de geluidsbelasting-hinderrelatie uit het Kennisbestand Verstoring en besproken. Hoofdstuk 3 bevat de samenvatting en conclusies.

2 De resultaten van het onderzoek

2.1 Inleiding

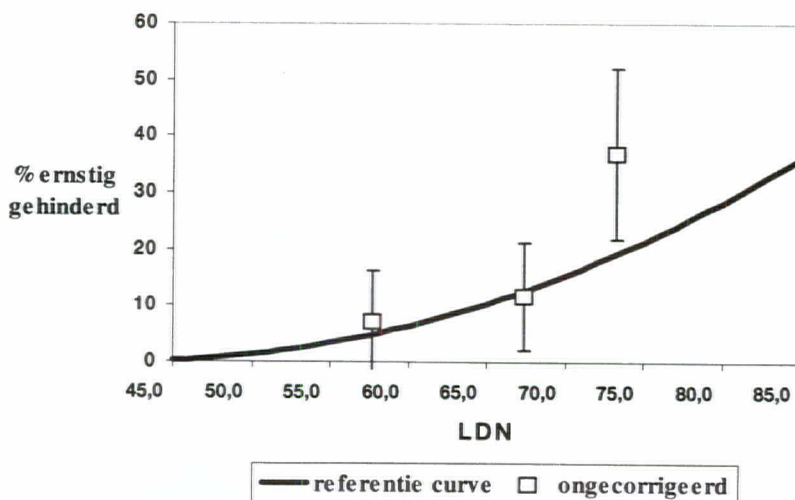
In paragraaf 2.2 wordt de door de respondenten langs de Havenspoorlijn ervaren geluidshinder vergeleken met de referentiecurve uit het Kennisbestand Verstoring. Daarna wordt in paragraaf 2.3 nagegaan welke determinanten de geluidshinder bepalen. Op basis hiervan wordt in paragraaf 2.4 een correctie toegepast op de bij de Havenspoorlijn ervaren geluidshinder (zie voor het tot stand komen van de correctiefactor 2.4 en bijlage D).

2.2 De geluidshinder van de Havenspoorlijn vergeleken met de referentiecurve

In figuur 1 is als referentiecurve de geluidsbelasting-hinderrelatie voor treinen uitgezet zoals beschreven in bijlage C, met daarbij geploteerd drie punten voor de Havenspoorlijn, met hun 95%-betrouwbaarheidsinterval. De 108 cases van de Havenspoorlijnstudie zijn te gering in aantal en te onevenredig gespreid over de (klassen van) geluidsbelasting om tot een verantwoorde beschrijving van de geluidsbelasting-hinderrelatie voor de Havenspoorlijn te komen (te weinig waarnemingen in de meeste klassen). Daarom zijn de respondenten (cases) verdeeld in drie LDN-klassen met gemiddelden van (afgerond) 58, 67 en 73 dB(A). De klassen tellen respectievelijk 30, 39 en 39 cases.

Uit figuur 1 blijkt dat de beide punten met de lagere gemiddelde geluidsbelasting nagenoeg op de - voor gemengd treinverkeer - voorspelde curve liggen. De hinder bij het punt met de hogere gemiddelde geluidsbelasting is echter meer dan verwacht. Ten dele wordt dit verklaard doordat de werkelijke (gemeten) geluidsbelasting van de Havenspoorlijn circa 3 dB(A) hoger ligt dan berekend. Mogelijk heeft de verhoogde geluidsbelasting te maken met de oude baan ter plaatse (Ulehake, 1998; TNO 1999). Ten dele wordt de verhoogde hinder ook verklaard door de invloed van andere determinanten, zoals in 3.2 wordt uiteengezet.

Figuur 1 - Referentiecurve uit Kennisbestand Verstoring (—) met de niet-specifieke hinder van de respondentenclusters uit het deelonderzoek Havenspoorlijn (•).



2.3 Determinanten van hinder

In het artikel 'Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise' (Miedema en Vos, 1999) is voor een aantal demografische variabelen (geslacht, leeftijd, opleiding, beroep, gezinsgrootte, bewoner van een huur- versus koopwoning, economische afhankelijkheid van de geluidsbron [werkt men bij de geluidbron?] en gebruik van de geluidbron [maakt men zelf gebruik van – bijvoorbeeld – het openbaar vervoer?]) en voor twee attitude-variabelen (geluidgevoeligheid en vrees/bezorgdheid) nagegaan in welke mate zij geluidshinder beïnvloeden. Beide laatstgenoemde variabelen blijken de sterkste invloed te hebben, met respectievelijk (maximaal) 11,4 en 19,5 dB(A) in LDN-equivalent. In eenvoudige termen en toegespitst op bezorgdheid: iemand die zeer bezorgd is over een eventueel gevaar van de bron zal dezelfde geluidshinder ervaren als iemand die daar helemaal niet bezorgd over is maar blootstaat aan 19,5 dB(A) méér geluid (in LDN). De invloed van de demografische variabelen is veel minder belangrijk: hun invloed varieert tussen 0 en 4 dB(A).

Omdat beide attitude-variabelen belangrijk zijn, is allereerst met een stapsgewijze multiple regressie-analyse gekeken naar de invloed van 'bezorgdheid over mijn veiligheid door het wonen langs een spoorlijn' (kortweg 'bezorgdheid') en 'geluid-gevoeligheid' op de hinder bij de Havenspoorlijn. De analyse is tweemaal uitgevoerd. In beide gevallen is de niet-specifieke hinderscore de afhankelijke variabele en LDN de eerste determinant, tevens noodzakelijke voorwaarde voor het ontstaan van geluidshinder. Immers: zonder geluid geen geluidshinder. In het eerste geval is bezorgdheid als tweede en geluidgevoeligheid als derde determinant ingevoerd; in het tweede geval was deze volgorde omgekeerd. De tabellen 1 en 2 tonen de resultaten van beide regressie-analyses.

Uit de tabellen 1 en 2 kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- 1 Als eerst bezorgdheid over het wonen langs een spoorlijn in de analyse wordt betrokken (na LDN) en dan geluidgevoeligheid, draagt geluidgevoeligheid niet significant bij aan het verklaren van de hinder ($p < 0,01$).
- 2 Als eerst geluidgevoeligheid in de analyse wordt betrokken (na LDN) en dan bezorgdheid, dan is de bijdrage van bezorgdheid nog steeds significant.

Hieruit volgt dat bezorgdheid over het wonen langs een spoorlijn na LDN de belangrijkste determinant is. Daarom worden de volgende analyses alleen met deze determinant uitgevoerd.

Tabel 1 - Samenvatting van de resultaten van een stapsgewijze multiple regressie-analyse met LDN als eerste, bezorgdheid als tweede en geluidgevoeligheid als derde determinant. n.s. wil zeggen: niet significant op 1%-niveau.

	multiple R	Significantieniveau
Variabelen:		
LDN	0,31	0,001
Bezorgdheid over het wonen langs een spoorlijn	0,56	0,000
Geluidgevoeligheid	0,59	0,029 n.s.

Tabel 2 - Samenvatting van de resultaten van een stapsgewijze multiple regressie-analyse met LDN als eerste, geluidgevoeligheid als tweede en bezorgdheid als derde determinant. Alle determinanten dragen significant bij aan het verklaren van de hinder op het 1%-niveau.

	multiple R	Significantieniveau
Variabelen:		
LDN	0,31	0,001
Geluidgevoeligheid	0,41	0,003
Bezorgdheid over het wonen langs een spoorlijn	0,59	0,000

2.4 De geluidshinder van de Havenspoorlijn, gecorrigeerd voor de invloed van bezorgdheid

Met behulp van de correctiefactoren die in het artikel van Miedema en Vos (1999) worden gepresenteerd, is voor de drie clusters waarin de respondenten van het deelonderzoek Havenspoorlijn zijn verdeeld, de netto extra bezorgdheid vertaald in een gelijkwaardige verhoging van de geluidsbelasting (LDN-equivalent). 'Netto' extra bezorgdheid, omdat bezorgdheid uiteraard ook een rol speelt bij de referentiecurve zelf, zodat daarvoor ook gecorrigeerd moet worden. Voor de drie clusters (van lage naar hoge gemiddelde geluidsbelasting) is de netto extra bezorgdheid respectievelijk 4,1, 3,9 en 9,3 dB(A) LDN-equivalent. Voor de gedetailleerde wijze van berekenen wordt verwezen naar bijlage D. In deze bijlage is ook de verdeling van de respondenten over de verschillende klassen van bezorgdheid (laag, midden en hoog) gegeven. Uit een vergelijking met de gegevens uit het artikel van Miedema en Vos (1999) blijkt dat er bij de Havenspoorlijn veel meer mensen ongerust zijn dan men doorgaans aantreft in onderzoek naar treingeluid van 'gemengde' lijnen (lijnen met een mengeling van personen- en goederentreinen). Deze verhoogde bezorgdheid hangt niet vanzelfsprekend samen met het feit dat het uitsluitend om goederenvervoer gaat. Bij het eerder genoemde goederenspoor uit het onderzoek van Fields en Walker (1980) lag de bezorgdheid op een "gemiddeld" niveau. Zie tabel 3.

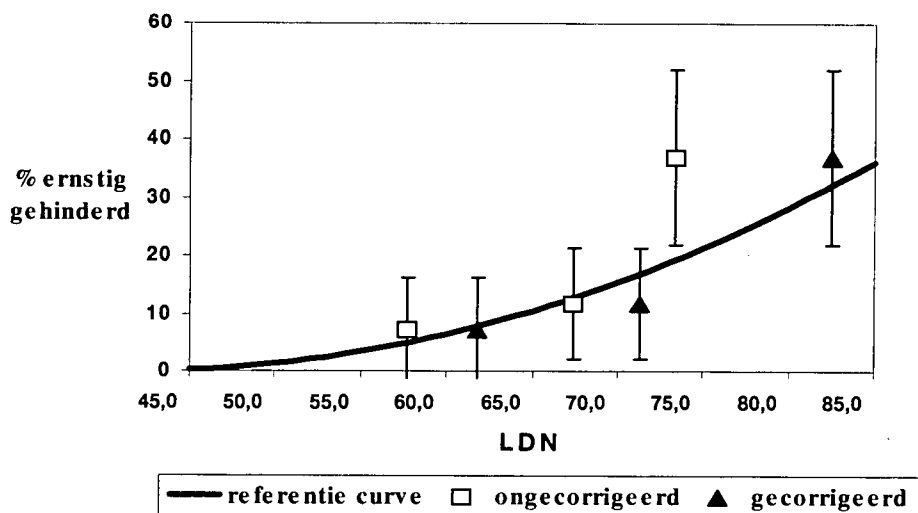
Tabel 3 Percentage respondenten met een lage, gemiddelde en hoge score op vrees/bezorgdheid, uit het Kennisbestand Verstoring, de pilot-studie Havenspoorlijn en het onderzoek van Fields en Walker (1980).

		Kennisbestand Verstoring n = 8.527	Havenspoorlijn n = 108	Fields en Walker n = 78
Vrees/bezorgdheid	laag	86	43	88
	midden	13	37	12
	hoog	1	20	0

De resultaten van de correctie zijn zichtbaar gemaakt in figuur 2, waar zowel de 'ongecorrigeerde' als de 'gecorrigeerde' gegevens zijn weergegeven. De referentiecurve wijkt niet significant af van de gecorrigeerde gegevens. Dit wil zeggen dat het in eerste instantie

geconstateerde verschil in hinder terug te brengen lijkt op de hoge mate van bezorgdheid langs de Havenspoorlijn.

Figuur 2- Referentiecurve uit Kennisbestand Verstoring (—) met de ongecorrigeerde (□) en de gecorrigeerde (▲) niet-specifieke hinder van de respondentenclusters uit het deelonderzoek Havenspoorlijn.



3 Samenvatting, conclusie en discussie

3.1 Inleiding

In paragraaf 3.2 van dit slothoofdstuk wordt het resultaat van dit deelonderzoek samengevat, waarna in paragraaf 3.3 de conclusie wordt geformuleerd. In paragraaf 3.4 wordt tenslotte nog een aanzet gegeven tot discussie.

3.2 Samenvatting

In dit rapport wordt verslag gedaan van de Vergelijkingsstudie geluidshinder. Dit is het vierde en laatste deelonderzoek in het kader van de evaluatie van de sociale aspecten van de Betuweroute. De andere deelonderzoeken zijn (verkort aangegeven): Havenspoorlijn, Omwonenden en Recreanten. Het doel van dit deelonderzoek is om aanvullende evidentie te verkrijgen over de vraag of geluid van goederentreinen *bij een gelijke geluidsbelasting* even hinderlijk is als dat van personentreinen of, als logisch gevolg daarvan, even hinderlijk is als treinen op 'gemengde' lijnen.

Om dit te onderzoeken zijn de resultaten van het deelonderzoek Havenspoorlijn vergeleken met de gegevens uit het TNO Kennisbestand Verstoring, waarin zich de geluidsbelastingen (niet-specifieke) hindergegevens bevinden uit negen onderzoeken naar railverkeergeluid met in totaal 8.527 cases (een case is een respondent waarvoor zowel de hinder als de geluidsbelasting bekend is). Uit deze cases is de geluidsbelasting-hinderrelatie voor (gemengd) railverkeer berekend. Deze wordt gehanteerd als referentiecurve. Het deelonderzoek Havenspoorlijn zelf heeft 108 cases.

Alvorens een vergelijking te maken zijn de respondenten uit het deelonderzoek Havenspoorlijn verdeeld in drie clusters van elk 30 tot 40 respondenten. Van elke cluster is de gemiddelde geluidsbelasting en het percentage ernstig gehinderden bekend. Deze clusters zijn vergeleken met de referentiecurve.

Bij een eerste vergelijking, waarbij geen rekening is gehouden met de invloed van variabelen die de relatie tussen de geluidsbelasting en de hinder kunnen beïnvloeden, blijkt dat de Havenspoorlijn in het cluster met een gemiddelde geluidsbelasting (in LDN) van 73 dB(A) meer hinder veroorzaakt dan op grond van de referentiecurve verwacht zou worden. Bij lagere geluidsbelastingen (respectievelijk 58 en 67 dB(A)) zijn er geen verschillen.

Wanneer de belangrijkste variabele die - naast het geluid zelf - de hinder bepaalt, te weten bezorgdheid over het wonen langs een spoorlijn, bij de vergelijking wordt betrokken, verdwijnen de verschillen met de referentiecurve. Dit wil zeggen dat het in eerste instantie geconstateerde verschil in hinder niet zozeer aan het geluid op zich kan worden toegeschreven, maar meer veroorzaakt lijkt door andere factoren, waarvan bezorgdheid de belangrijkste is.

3.3 Conclusie

De regelgeving met betrekking tot treingeluid is tot stand gekomen door onderzoek bij lijnen met gemengd verkeer, waarbij personenvervoer het voornaamste bestanddeel is. In discussies over de Betuweroute wordt vaak gesteld dat goederentreinen hinderlijker zouden zijn dan personentreinen, en dat daarom de vigerende regelgeving niet op deze lijn van toepassing kan zijn. Eerder onderzoek laat zien, dat er vooralsnog geen wetenschappelijke grond is voor deze veronderstelling. Bij dit eerdere onderzoek ontbreekt echter specifiek onderzoek voor een lijn met uitsluitend goederentransport. Hierdoor blijft bij sommigen toch twijfel bestaan of het terecht is dat de huidige regelgeving met betrekking tot spoorweggeluid onverkort wordt toegepast op een lijn met uitsluitend goederenvervoer. Het deelonderzoek Havenspoorlijn vult deze lacune in de kennis op. Door de gegevens uit dit deelonderzoek te vergelijken met gegevens uit eerdere onderzoeken naar hinder door treingeluid bij gemengde lijnen wordt – en dat is tevens het doel van deze vergelijkingsstudie – aanvullende evidentie verkregen over de vraag of geluid van goederentreinen *bij een gelijke geluidsbelasting* even hinderlijk is als dat van personentreinen of, als logisch gevolg daarvan, even hinderlijk is als treinen op ‘gemengde’ lijnen.

Op grond van de resultaten van dit deelonderzoek moet deze vraag bevestigend beantwoord worden: wanneer wordt gecorrigeerd voor de belangrijkste variabele die de relatie tussen geluidsbelasting en hinder mede beïnvloedt, te weten bezorgdheid over het wonen in de nabijheid van een spoorlijn, wordt het geluid van goederentreinen *bij een gelijke geluidsbelasting* even hinderlijk ervaren dan dat van lijnen met een gemengd treinaanbod. Hierbij moet het voorbehoud worden gemaakt dat het aantal cases waarop deze conclusie berust ($n = 108$) niet zo groot is.

3.4 Discussie

De conclusie dat geluid van goederentreinen *bij een gelijke geluidsbelasting* even hinderlijk is als dat van personentreinen of, als logisch gevolg daarvan, even hinderlijk is als treinen op ‘gemengde’ lijnen, mits gecorrigeerd voor de invloed van een variabele die de relatie tussen geluidsbelasting en hinder mede beïnvloedt, ondersteunt het idee dat de huidige regelgeving voor geluid door (gemengd) railverkeer onverkort kan gelden voor lijnen met uitsluitend goederenvervoer.

De zinsnede ‘mits gecorrigeerd voor de invloed van variabelen die de relatie tussen geluidsbelasting en hinder mede beïnvloeden’ is hierbij cruciaal. Het is niet het geluid zelf dat leidt tot meer hinder bij de Havenspoorlijn, maar een andere determinant, te weten bezorgdheid over het wonen in de nabijheid van een spoorlijn, vergroot de hinder. Geluid heeft een signaalfunctie gekregen voor gevoelens van bezorgdheid. Deze bezorgdheid hangt samen met de stoffen die door de goederentreinen worden vervoerd en met de risicocommunicatie hierover. Bij de Havenspoorlijn is deze bezorgdheid groot in vergelijking met de bezorgdheid die in onderzoek bij andere spoorlijnen wordt gevonden. Bij de Havenspoorlijn is de bezorgdheid in de clusters met een gemiddelde geluidsbelasting van 58 en 67 dB(A) goed voor een correctie ten opzichte van de referentiecurve ter grootte van circa 4 dB(A); in het cluster met een gemiddelde geluidsbelasting van 73 dB(A) ter grootte van 9 dB(A) (zie bijlage D). Bij de Betuweroute komt bebouwing met een geluidbelasting (door het spoor) van 65 dB(A) en hoger nauwelijks voor.

Literatuur

Besluit geluidhinder spoorwegen. Stb. 122, maart 1987.

Bol, S. Akoestisch onderzoek Havenspoorlijn. NSTO kenmerk 99/9130003/004, Utrecht, april 1999.

Fields J.M., and Walker J.G. Reactions to Railway Noise: a survey near railway lines in Great Britain. ISVR Technical Report 102, vols. I and II. Institute of Sound And Vibration Research, Southampton, England, 1980.

ITS/TNO-PG. Evaluatie milieu-effecten Betuweroute 1998: Beleving van de woonomgeving en van geluid. Deel 1: Pilot-studie Havenspoorlijn. NS Railinfrabeheer, Utrecht, januari 1999.

ITS/TNO-PG. Evaluatie milieu-effecten Betuweroute 1998: Beleving van de woonomgeving en van geluid. Deel 3: Voorstudie hoofdonderzoek omwonenden. NS Railinfrabeheer, Utrecht, april 1999.

Jong, R.G. de en Miedema, H.M.E. Past de Betuweroute in de huidige wetgeving voor treinen? Geluid 18 (3), september 1995, 98-100.

Jong, R.G. de, en Miedema, H.M.E. Is freight traffic noise more annoying than passenger traffic noise? Journ. Sound and Vibr. (1996) 193 (1), 35-38.

Miedema, H.M.E. en Jong, R.G. de. Het aandeel van goederentransport in het treinverkeer en effecten van geluid en trillingen op omwonenden. Leiden: NIPG-TNO, 1993. Publ. Nr. 93.013.

Miedema, H.M.E. en Vos, H. Exposure Response relationships for transportation noise. Journ. of Acoust. Soc. Am. 104, 1998 (6), 3432 B 3445.

Miedema, H.M.E. en Vos, H. Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. Journ. Acoust. Soc. Am. 105, 1999 (6), 3336 – 3344.

NS RIB. Projectnota Betuweroute. Inleiding tot de tracérapporten. NS-Railinfrabeheer, Utrecht, april 1992.

NS RIB. Programma voor de evaluatie van de milieu-effecten van de Betuweroute. NS Railinfrabeheer, Utrecht, december 1996.

NS RIB. Evaluatieprogramma Betuweroute 1997-1998. NS Railinfrabeheer, Utrecht, juli 1998.

Peeters, A.L., Jong R.G. de, Kaper J.P. en Tukker J.C. Hinder door spoorweggeluid in de woonomgeving. Leidschendam: Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, 1984. Publ. Nr. ICG-RL-HR-03-03.

TNO-PG/ITS. Evaluatie milieu-effecten Betuweroute 1998: Beleving van de woonomgeving en van geluid. Deel 2: Voorstudie recreanten in stiltegebieden langs de Betuweroute. NS Railinfrabeheer, Utrecht, januari 1999.

TNO-TPD-TUD. Validatie geluidemissie 96 goederentreinen. Rapportnr. 99.0003. 1999.

Ulehake BV. Geluidmetingen en -berekeningen aan goederentreinen ter controle van de geluidbelasting langs de Betuweroute. 1998.

Bijlagen

Bijlage A	Overzicht studies naar railverkeersgeluid in het Kennisbestand Verstoring
Bijlage B	Het vaststellen van de ernstige hinder
Bijlage C	Uitleg bij de relatie tussen geluidbelasting en hinder
Bijlage D	Bezorgdheid, uitgedrukt in LDN-equivalenten

Bijlage A: Overzicht studies naar railverkeersgeluid in het Kennisbestand Verstoring

Code	Titel	aantal respondenten (cases)
FRA-063	Paris Area Railway Noise Survey (1972)	334
GER-192*	German Road/Railway Noise Comparison Study (1978/1981)	1.648
NET-153*	Netherlands Railway Noise Survey (1977)	671
NET-276	Netherlands Tram and Road Traffic Noise Survey (1983)	265
NET-361	Netherlands Environmental Pollution Annoyance Survey (1993)	71
SWE-165	Göteborg Tramway Noise Survey (1976)	464
SWE-228	Swedish Railway Study (1978/1980)	856
SWE-365	Swedish 15-site Railway Study (1993/1993)	2.833
UKD-116*	British National Railway Noise Survey (1975/1976)	1.385
Totaal		8.527

De met * gemerkte onderzoeken waren in 1993 aanwezig in het Kennisbestand Verstoring. De overige studies zijn er later in opgenomen.

Bijlage B: Het vaststellen van de ernstige hinder

Om op een gestandaardiseerde wijze percentages gehinderden te bepalen, worden aan de uitersten van schaal waarop de hinder gemeten is de waarden 0 respectievelijk 100 toegekend. Naarmate een respondent een hogere hindercategorie kiest, betekent dit een grotere waarde op de schaal van 0 tot 100. Internationaal is de conventie gegroeid om het percentage respondenten waarvoor de hinder op deze schaal boven de 72 uitkomt het percentage 'highly annoyed' te noemen (zie: Miedema, 1992). Dit vertalen we als het percentage 'erg gehinderd' of 'ernstig gehinderd'. Beide termen worden door elkaar gebruikt. Als 50 als grens wordt genomen, noemen we het resultaat het percentage (minstens) 'gehinderd' en als 28 gebruikt wordt noemen we het resultaat het percentage '(minstens) enigszins gehinderd' of 'in enige mate gehinderd'. Hoewel 'minstens' tussen haakjes staat, is het cruciaal dit te vermelden. Bij elke 'lagere' hindercategorie zit de 'hogere' in. In het percentage (minstens) gehinderd zit dus de categorie 'erge hinder' ingesloten.

In dit deelrapport wordt alleen gewerkt met het percentage 'ernstig gehinderden' omdat alleen het percentage 'ernstig gehinderden' in het Kennisbestand Verstoringen berekend en dus beschikbaar is. Het berekenen van de percentages gehinderden en enigszins gehinderden in het Kennisbestand Verstoringen zou extra inspanningen vergen die in het kader van dit onderzoek niet voorzien zijn.

Het volgende voorbeeld illustreert de wijze van rekenen. De in dit onderzoek gebruikte hinderschaal loopt van 0 tot 10 en heeft dus 11 antwoordcategorieën. Het percentage erge hinder wordt bepaald uit de scores van de individuele respondenten. De score van een respondent wordt als volgt bepaald: de cut-off score van 72 ligt in de achtste antwoordcategorie (NB. in verband met het bestaan van een antwoordcategorie '0' is dit de antwoordcategorie '7'). Immers: $7/11 \times 100 = 63,64$ en $8/11 \times 100 = 72,73$.

Alle respondenten in de categorieën 0 t/m 6 krijgen score 0, de respondenten in de categorieën 8, 9 en 10 krijgen score 1 op de variabele 'erge hinder'. De respondenten in categorie 7 krijgen de score $(72,73 - 72)$: $(72,73 - 63,64) = 0,08$ op deze variabele.

Literatuur:

Miedema HME. Response functions for environmental noise in residential areas. Leiden: NIPG-TNO, 1992. Publ nr. 92.021.

Bijlage C: Uitleg bij de relatie tussen geluidbelasting en hinder

De geluidbelasting-hinder relatie voor railverkeer heeft de volgende functie:

$$\%HA = 0,28(LDN-42) + 0,0085(LDN-42)^2$$

In deze vergelijking staat %HA voor het percentage ernstig gehinderden (Highly Annoyed) (zie bijlage B) en LDN staat voor het Day-Night Level. De definitie en beschrijving van LDN, en de wijze waarop deze is berekend op grond van het NSTO-rapport (Bol, 1999) is hieronder weergegeven.

LDN is een internationaal veel gebruikte maat. Daarom zijn de geluidsgegevens in het Kennisbestand Verstoring weergegeven in LDN.

Het A-gewogen dag-nacht niveau (day-night level), LDN, wordt uitgedrukt in dB(A) en gedefinieerd door:

$$LDN = 10 \lg \left\{ \sum w_i (T_i/T) * \text{antlg} [L_{Aeq}(T_i)/10] \right\}$$

waarin $L_{Aeq}(T_i)$ het A-gewogen equivalente geluidsniveau voor de periode van de dag is met tijdsduur T_i uitgedrukt in seconden ($T = 86.400$ s). De w_i zijn gewichten die afhangen van de periode van het etmaal. Voor LDN wordt de dag gedefinieerd van 7 tot 22 uur ($w_i = 1$) en de nacht van 22 tot 7 uur ($w_i = 10$).

Deze maat voor 24 uur kan eenvoudig worden aangepast tot een maat voor het jaar, door voor $L_{Aeq}(T_i)$ het A-gewogen equivalente geluidsniveau te nemen voor de combinatie van alle 365 betreffende etmaalperiodes in een jaar. Merk op dat tevens

$$LDN(\text{jaar}) = 10 \lg \left\{ 1/365 \sum \text{antlg} [LDN_i/10] T \right\}$$

waarin het LDN_i het LDN voor etmaal i in een jaar is.

In het NSTO-rapport dat ten grondslag ligt aan de berekening van LDN, zijn de L_{etm} -waarden gepresenteerd (Bol, 1999). De nachtwaarde is hierbij maatgevend.

L_{etm} is de hoogste waarde van de volgende drie:

- L_{Aeq} (07-19 uur);
- L_{Aeq} (19-23 uur) + 5 dB(A);
- L_{Aeq} (23-07 uur) + 10 dB(A).

Aangezien de nachtwaarde maatgevend is, is L_{Aeq} (23-07 uur) 10 dB(A) lager dan de nachtwaarde.

Uit telefonisch overleg tussen TNO en NSTO over het omrekenen van de door NSTO geleverde L_{etm} waarde naar LDN kwam verder naar voren dat:

1. van de L_{etm} -waarden 12,1 dB(A) moet worden afgetrokken om de dagwaarde L_{Aeq} (07-19 uur) te krijgen;
2. van de L_{etm} -waarden 3,6 dB(A) moet worden afgetrokken om de avondwaarde L_{Aeq} (19-23 uur) te krijgen;
3. de treinpassages gedurende de avond ongeveer evenredig verdeeld zijn over de uren.

Door deze aanvullende informatie konden uit het NSTO-rapport (Bol, 1999) de LDN-waarden berekend worden.

Bijlage D: Bezorgdheid, uitgedrukt in LDN-equivalenten

In deze bijlage wordt de invloed van bezorgdheid als determinant van hinder berekend en vertaald in gelijkwaardige LDN-toename. Dit gaat in 6 stappen.

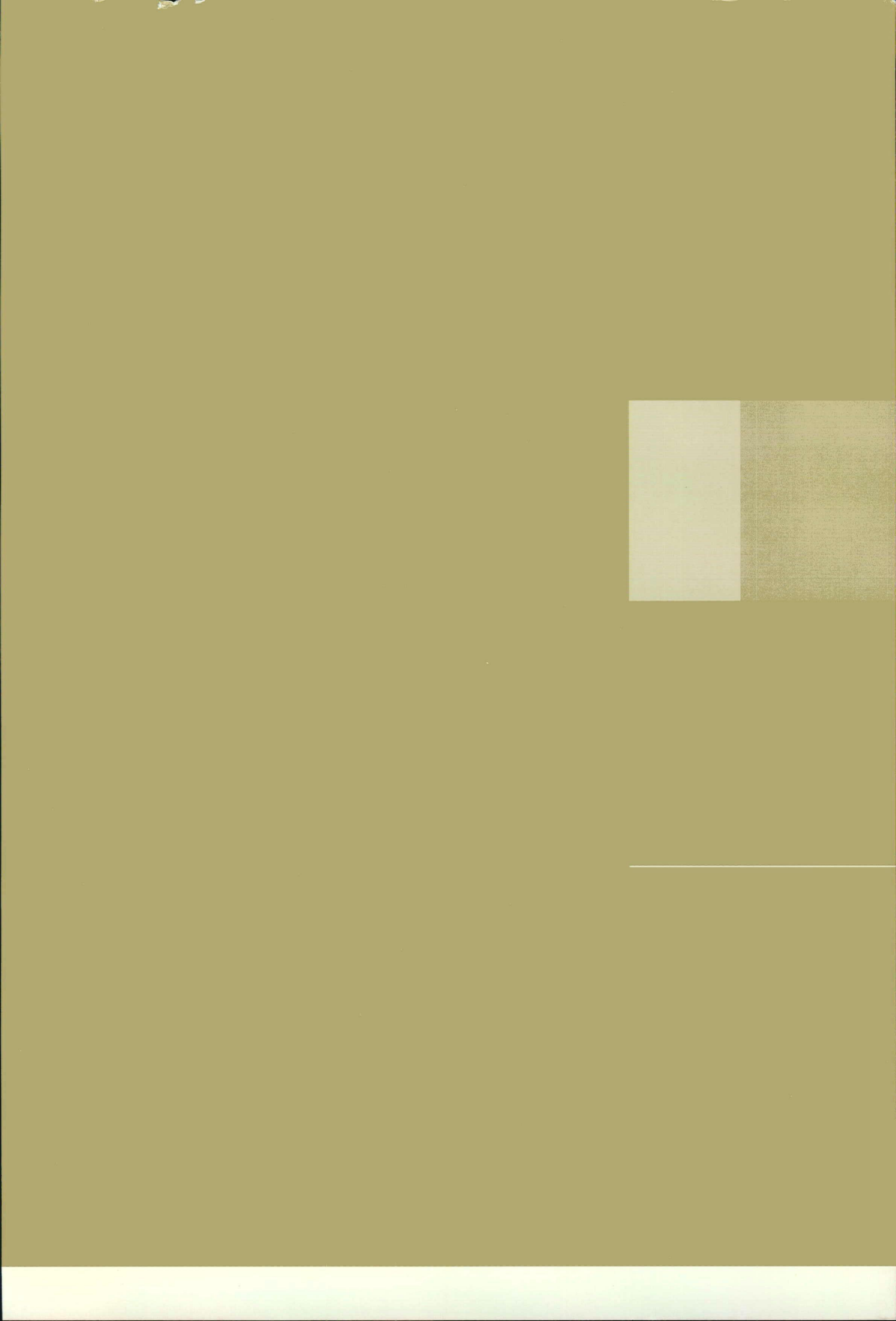
- Stap 1.** Bezorgdheid met het wonen langs een spoorlijn is in de pilot-studie Havenspoorlijn bepaald aan de hand van twee vragen:
 Q32 Welke van de volgende situaties lijken op uw eigen woonsituatie? Ja/nee
 Q32h is: wonen langs een spoorlijn)
 Q32a Hoe bezorgd of niet bezorgd bent u over uw veiligheid door Y. 'het wonen langs een spoorlijn?
 Helemaal niet bezorgd = 0; heel erg bezorgd = 10.
 Indien bij Q32 'neen' krijgt een respondent hier score 0
- Stap 2.** Vervolgens is de 11-puntsschaal van Q32a getransformeerd naar een schaal van 0 - 100 op dezelfde manier als dit met hinder gebeurt (zie bijlage B).
- Stap 3.** Vervolgens is deze schaal verdeeld in drie niveaus:
 laag: (score 0-32, midden (33-66) en hoog (67-100), analoog aan zoals dit gebeurd is in het artikel 'Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise' (Miedema en Vos, 1999).
- Stap 4.** Hierna is de verdeling van de drie gradaties van bezorgdheid (laag, midden en hoog) in de drie clusters van respondenten bepaald. Deze is weergegeven in tabel D1.

Tabel D1 - Verdeling van de respondenten met een lage, gemiddelde en hoge score op 'bezorgdheid over mijn veiligheid door het wonen langs een spoorlijn' in de drie clusters met een gemiddelde geluidbelasting in LDN van respectievelijk 58, 67 en 73 dB(A). De getallen in de cellen zijn proporties.

		LDN			
		58	67	73	Referentie
Bezorgdheid	laag	0,533	0,564	0,205	0,86
	midden	0,333	0,282	0,487	0,13
	hoog	0,133	0,154	0,308	0,01
	(totaal)	(1,000)	(1,000)	(1,000)	(1,000)

- Stap 5.** Deze proporties worden vermenigvuldigd met de 'estimated extra annoyance, in DNL equivalent' voor vrees/bezorgdheid uit tabel 15 van het artikel 'Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise' (Miedema en Vos, 1999). Voor lage bezorgdheid is dit 0, gemiddeld 11,4 en hoge 19,5. Dit leidt tot de volgende *bruto* correctiefactoren (extra hinder in LDN-equivalent) voor de drie clusters: 6,4, 6,2 en 11,6 dB(A).

Stap 6. Tenslotte zijn de *bruto* correctiefactoren omgerekend naar *netto* correctiefactoren *ten opzichte van de referentiecurve* door de correctiefactor voor vrees/bezorgdheid voor treinen (2,3 dB(A) LDN-equivalent, berekend uit tabel 14 van het artikel 'Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise' (Miedema en Vos, 1999)) van de bruto correctiefactoren af te trekken. De resterende netto correctiefactoren zijn dan respectievelijk 4,1, 3,9 en 9,3.



De Projectorganisatie Betuweroute is een samenwerkingsverband van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en NS Railinfrabeheer