

SC2
J 42 (1)

TNO-rapport

GELUIDEFFECTEN HOGESNELHEIDSTREIN

IBISSTAMBOEKNUMMER

6530

NIPG-publikatienummer
93.001

BIBLIOTHEEK NEDERLANDS INSTITUUT VOOR
PRAEVENTIEVE GEZONDHEIDSZORG TNO

01 JUN 1993

POSTBUS 124, 2300 AC LEIDEN

Januari 1993

Alle rechten voorbehouden.

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

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

Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

R.G. de Jong

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van f 21,- (incl. BTW) op postbankrekeningnr. 99.889 ten name van TNO-Gezondheidsonderzoek te Leiden onder vermelding van bestelnummer 93.001.

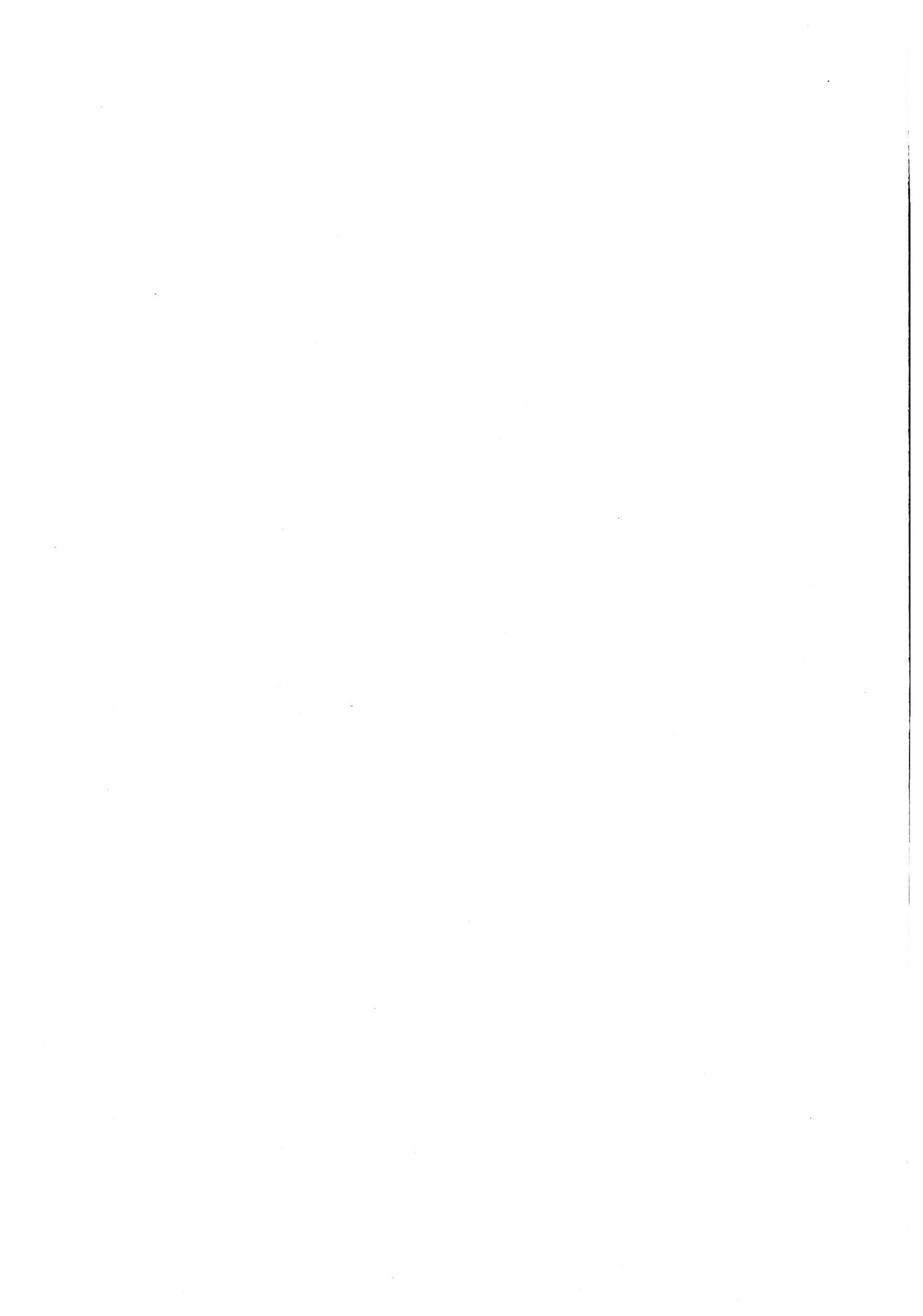
INHOUD

	pagina
SAMENVATTING	i
1. INLEIDING	1
1.1 Achtergronden	1
1.2 Probleemstelling	2
1.3 Uitwerking	2
1.4 Opbouw van het rapport	3
2. HET GELUID VAN DE HSL	4
2.1 De HSL in Nederland	4
2.2 Geluidkarakteristieken van de HSL	4
2.2.1 Piekniveaus	4
2.2.2 Aantallen passages en passagetijden	6
2.2.3 Frequentiespectrum	7
2.2.4 Stijgtijden	9
2.2.5 Trillingen	11
2.3 Hypothese omtrent de te verwachten hinder	12

	pagina
3. BESCHIKBARE HINDERGEGEVENS	13
3.1 Franse gegevens	13
3.1.1 De omgeving in het algemeen	13
3.1.2 Het geluid van de TGV	14
3.1.3 Waardering van geluidwerende maatregelen	15
3.1.4 Toekomstverwachtingen	15
3.2 Engelse en Duitse gegevens	15
3.2.1 Engelse gegevens	15
3.2.2 Duitse gegevens	16
3.3 Lokatiebezoek	16
4. CONCLUSIES	18
4.1 Kwalitatieve toetsing van de hypothese omtrent de te verwachten hinder	18
4.2 Behoefte aan nadere gegevens	18
REFERENTIES	21
BIJLAGE: Bezochte lokaties	23

SAMENVATTING

In opdracht van de N.V. Nederlandse Spoorwegen heeft TNO onderzocht hoe, bij een gelijke geluidbelasting in L_{ctm} , de geluidhinder van Hogesnelheidstreinen (HST-en) zich zal verhouden tot die van de treinen die thans in Nederland rijden. Aangezien de HST-en thans nog niet in Nederland rijden, kon de vraag alleen op indirecte wijze worden beantwoord. Door middel van literatuuronderzoek, overleg met diverse onderzoekers en een lokatiebezoek kon met betrekking tot een aantal gebruiks- en geluidkarakteristieken van de Hogesnelheidslijn (HSL) een voorspelling worden gedaan over de te verwachten hinderlijkheid. Deze luidt dat er, bij een gelijke geluidbelasting in L_{ctm} , van de HSL niet meer hinder verwacht hoeft te worden dan van bestaande lijnen. Dit betekent dat de in Nederland vigerende regelgeving met betrekking tot spoorwegen ook toepasbaar is op de HSL.



1. INLEIDING

1.1 Achtergronden

Binnen enkele jaren gaat de hogesnelheidstrein (HST) ook in Nederland rijden. Van een HST spreekt men wanneer maximum snelheden van 250 km/uur of meer worden gehaald op nieuwe lijnen en 200 km/uur of meer op aangepaste, bestaande lijnen [1].

Gedurende het (internationale) overleg zijn vele potentiële oplossingen voor de loop van de hogesnelheidslijn (HSL) geëlimineerd. Voor het Nederlandse deel van de verbinding is het beleidsvoornemen als volgt:

- de HST zal vanaf Amsterdam CS over de bestaande spoorlijn naar Schiphol rijden, vanaf Nieuw Vennep over een nieuwe lijn naar Rotterdam CS, dan over de bestaande spoorlijn en vanaf Rotterdam Lombardijen naar de Belgische grens over een nieuwe lijn [2].

Binnen dit alternatief zijn diverse tracés mogelijk. Een keuze hieruit wordt in een later stadium gemaakt [2].

In verband met de aansluiting op het Franse TGV-net wordt Frans materieel aangeschaft, en wel materieel dat is afgeleid van de huidige TGV-Atlantique (TGV-A). Dit materieel is stiller dan dat van de oorspronkelijke TGV-Paris Sud-Est (TGV-PSE).

Over de geluidkarakteristieken van de HSL is het een en ander bekend [3, 4]. Voor het onderhavige onderzoek is het vooral van belang na te gaan of er voldoende kennis is over bijzondere aspecten van het geluid, zoals stijgsnelheden en trillingen, om te kunnen inschatten of het geluid van de TGV-A beoordeeld mag worden met het vigerende stelsel van regelgeving inzake treingeluid.

Het is niet zeker of het geluid dat door de HSL wordt veroorzaakt, bij een gelijk geluidniveau dezelfde mate van hinder veroorzaakt als het geluid van de lijnen die thans in Nederland in gebruik zijn. Factoren die hierbij een rol spelen, zijn:

- bij de HSL is per treinpassage de geluidpiek wellicht hoger, waardoor bij een gelijk L_{Aeq} het geluid verder draagt;
- bij de HSL is het geluid slechts enkele malen per uur, en per passage slechts zeer korte tijd, aanwezig;
- het relatief grote aandeel van hoogfrequent geluid in het spectrum van het HSL-geluid zal leiden tot een sterkere afstandsafhankelijke demping dan het geval is bij 'gewone' treinen;

- de hoge snelheid van de HST veroorzaakt een snel aanzwellen van het geluid;
- de hoge snelheid van de HST veroorzaakt een drukgolf, die trillingen zou kunnen veroorzaken.

In Frankrijk is thans een eerste onderzoek, dat een licht kan werpen op bovengenoemde belevingsaspecten van de TGV-A, in uitvoering.

Teneinde tot een zo goed mogelijk onderbouwde besluitvorming met betrekking tot de HSL te komen, wordt inzicht in de geluidhinder ervan wenselijk geacht. Aan het NIPG is verzocht de beschikbare kennis hierover te inventariseren en tot een zo goed mogelijke voorspelling van de geluidhinder te komen. In dit onderzoek wordt nagegaan of er, behalve in Frankrijk, ook in andere Europese landen met HSL-en onderzoek naar de geluidhinder is uitgevoerd. In Japan uitgevoerd onderzoek wordt om een aantal redenen, o.a. vanwege het verschil in materieel en de culturele verschillen met West-Europa, minder relevant geacht.

1.2 Probleemstelling

De probleemstelling is als volgt geformuleerd:

hoe verhoudt zich, bij een gelijk geluidniveau in L_{etm} , de geluidhinder van HST-en tot die van de treinen die thans in Nederland rijden?

1.3 Uitwerking

Het onderzoek is als volgt uitgevoerd:

1. Allereerst zijn de rapporten van Cauberg-Huygen, de TPD en andere relevante literatuur (zie REFERENTIES) bestudeerd om informatie te verkrijgen over stijgsnelheden, trillingen en andere aspecten die met de hinder samenhangen. Op grond hiervan is een hypothese opgesteld met betrekking tot de verwachte geluidhinder ten gevolge van de HST ten opzichte van 'gewone' treinen, bij gelijk geluidniveau.
2. Vervolgens is getracht de beschikking te krijgen over de voorlopige resultaten van het Franse belevingsonderzoek. Hieruit komt naar voren welke aspecten van het geluid van speciaal belang zijn in verband met de hinder. Hierbij is in het bijzonder aandacht besteed aan eventuele schrik-effecten (vanwege de hoge piekniveaus en het plotselinge aanzwellen

van het geluid dichtbij de spoorlijn) en trillingen, die in Nederland een belangrijke bron van hinder vormen bij 'normale' treinen, zoals aangetoond in [10]. Tevens is nagegaan of de resultaten van het hoofdonderzoek (dat in het najaar is gepland) op tijd beschikbaar komen om in de besluitvorming in Nederland te worden meegewogen. Dit vormt een eerste toetsing van de in fase 1 opgestelde hypothese. In deze fase is een werkbezoek gebracht aan de Franse onderzoekers, terwijl tevens enige observaties bij de TGV-A gedaan zijn.

3. Tegelijkertijd is nagegaan of in Engeland en Duitsland belevingsonderzoek naar de HSL is uitgevoerd en of er een inschatting is gemaakt van de geluideffecten.
4. Tenslotte wordt, op grond van de uitkomsten van de vorige fasen, een aanbeveling gedaan om al dan niet een aanvullende analyse uit te voeren op gegevens uit de bij TNO beschikbare databank, waarin onder meer geluid- en hinderdata zijn opgenomen uit onderzoek naar treingeluid in Nederland, Duitsland en Engeland. Deze analyse zou een tweede toetsing inhouden van de in fase 1 gestelde hypothese.

1.4 Opbouw van het rapport

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt op grond van bestudeerde literatuur aangegeven of de HSL bijzondere geluidkarakteristieken heeft en zo ja, welke. Voor elk van deze karakteristieken wordt aangegeven wat dit theoretisch betekent voor de waarneming en beleving van de HSL.

Op grond daarvan wordt in 2.3 een hypothese met betrekking tot de verwachte hinder opgesteld.

In hoofdstuk 3 wordt verslag gedaan van de bevindingen uit het Franse onderzoek, wordt beschreven wat de Duitse en Engelse collega's te melden hebben en wordt in het kort het bezoek aan de lokaties beschreven. Op grond hiervan wordt de in 2.3 opgestelde hypothese kwalitatief getoetst.

Hoofdstuk 4 bevat de conclusies.

2. HET GELUID VAN DE HSL

2.1 De HSL in Nederland

Voor het Nederlandse deel van de HSL wordt uitgegaan van een uurdienst, wat neerkomt op 16 treinen per dag per richting ('s nachts wordt niet gereden). Daarnaast is tussen Amsterdam en Rotterdam gedurende de dagperiode een extra uurdienst voorzien, zodat tussen deze plaatsen een halfuurdienst ontstaat [2]. De verkeersfrequentie is schematisch weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Frequentie waarmee de HST-en rijden op de verschillende delen van de HSL in Nederland, per etmaal

Amsterdam-Rotterdam (totaal van beide richtingen)	56
Rotterdam-Belgische grens (totaal van beide richtingen)	32

Bij het TGV-N(ord) materieel, dat is afgeleid van de TGV-A, zullen de treinstellen bestaan uit twee motorwagens aan de uiteinden, waartussen acht rijtuigen zijn gekoppeld. Ze zijn circa 200 meter lang en kunnen aan elkaar gekoppeld worden tot een trein van circa 400 meter lengte.

2.2 Geluidkarakteristieken van de HSL

2.2.1 Piekniveaus

Waar de HST in Nederland gebruik maakt van bestaand spoor zonder ingrijpende aanpassingen worden geen maximum rij snelheden van meer dan 160 km/uur gerealiseerd [5]. In die gevallen onderscheidt de HST zich akoestisch gunstig van andere treinen [4].

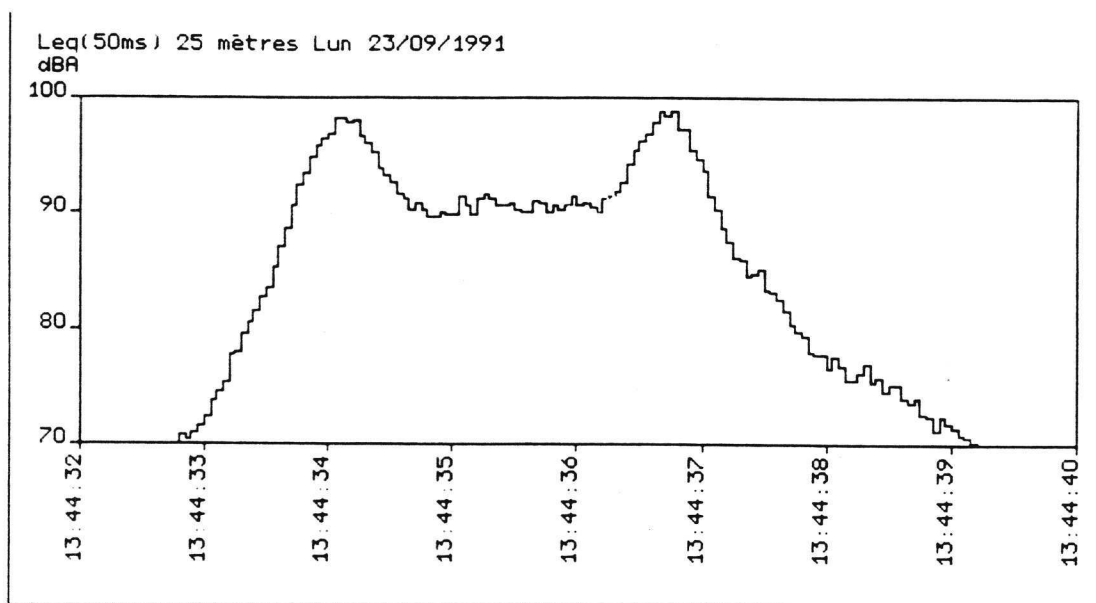
Thompson en Ten Wolde [4] komen na analyse van de thans beschikbare gegevens tot de conclusie, dat de gemiddelde geluidniveaus van de TGV-A bij 300 km/uur ongeveer gelijk zijn aan die van het huidige NS-materieel bij 160 km/uur.

Bij de snelheden waarover hier gesproken wordt, dus tot 300 km/uur, vormt het rail-wiel contact de voornaamste geluidbron. De motorwagens dragen daar relatief weinig aan bij. Angst voor een merkbare bijdrage van aerodynamisch geluid is bij deze snelheden overbodig. Tests, uitgevoerd

door de Franse spoorwegen (SNCF), tonen aan dat aerodynamisch geluid pas bij snelheden die ruim boven 300 km/uur liggen, merkbaar gaat bijdragen aan het totale geluidsniveaus van de treinen [6, 7].

Een passage van een TGV-A wordt gekenmerkt door wat de Fransen 'les oreilles du chat' (katte-oren) noemen: de motorwagens voor en achter geven een extra piek, zoals weergegeven in figuur 1. Deze 'katte-oren' worden hoogstwaarschijnlijk bepaald door het rolgeluid van de motorwagens, ten gevolge van de blokkenremmen. Het is mogelijk dat bij nieuwe versies van de TGV dit effect verminderd wordt. Bij de Duitse ICE is dit reeds het geval.

Figuur 1 Niveau-tijdsverloop bij een passage van een TGV-A treinstel. Snelheid 300 km/uur, afstand 25 m. Bron: INRETS.



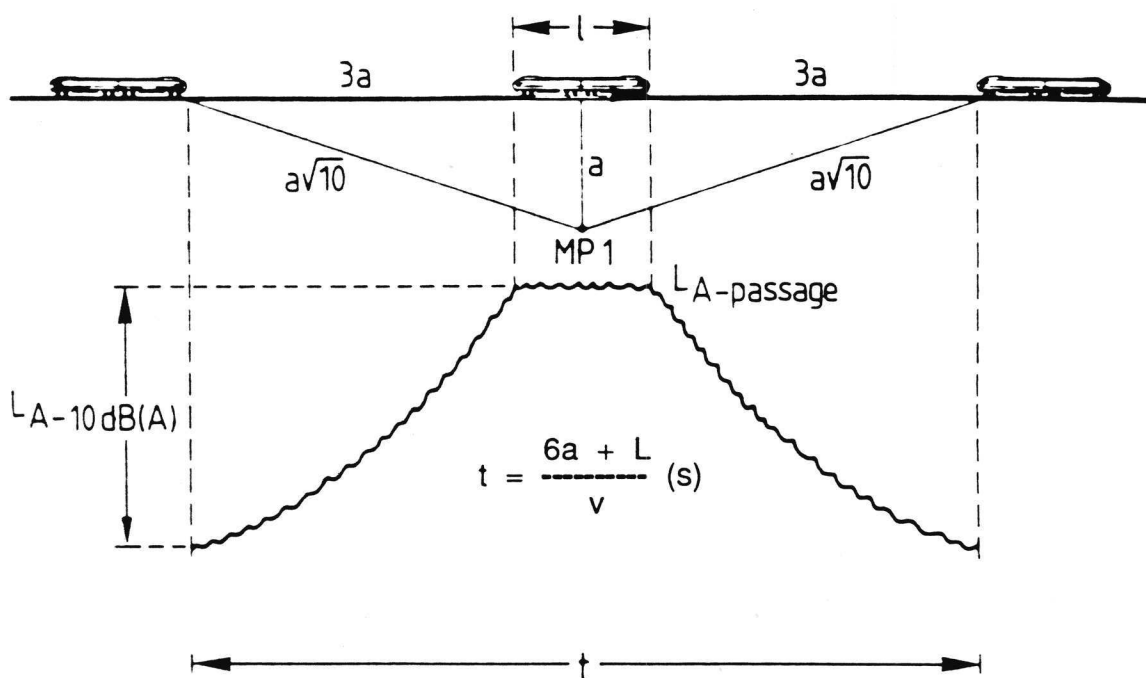
Apparitions (L-10)				
Horaire	Durée	Leq	SEL	Max
13:44:33:700	3.450	94.1	99.4	98.9

Volgens de huidige inzichten zullen de gemiddelde niveaus per passage (L-10) van de nieuwe generatie HST-en (dus afgeleid van de TGV-A) niet of nauwelijks hoger zijn dan die van traditionele treinen. De "echte" piekniveaus (SEL), die worden bepaald door de 'katte-oren', liggen iets hoger. Op grond hiervan zijn derhalve per passage bij de HSL iets, maar niet veel, meer verstoringen en hinder te verwachten.

2.2.2 Aantallen passages en passagetijden

Tussen Amsterdam en Rotterdam komen 56, tussen Rotterdam en de Belgische grens 32 HST-passages per etmaal. Bij een snelheid van 300 km/u is de duur van een passage van een treinstel van 200 meter lengte ca. 4 seconden (waarneming op ca. 25 meter van de lijn). Bij een trein van twee treinstellen is dit ca. 7 seconden. De passagetijd is hier gedefinieerd als de tijd tussen L-10 dB punten (zie figuur 2). Het geluidsniveau is tijdens deze passagetijd aanzienlijk.

Figuur 2 Methode om de passagetijd te berekenen. Bron: [8].



De passagetijd kan ook anders gedefinieerd worden, namelijk als de tijd die verstrijkt tussen de tijdstippen waarop de HSL hoorbaar wordt en waarop de HSL niet meer hoorbaar is. Volgens informatie van de Franse onderzoeker Lambert bedraagt de op deze wijze gedefinieerde passagetijd van een TGV-A bij een snelheid van 300 km/uur gemiddeld 21 seconden respectievelijk 32 seconden, bij een en twee treinstellen. De observatie vond buiten plaats, op een plaats met een laag achtergrondniveau ($< 40\text{ dB(A)}$). Hierbij bedenke men het volgende. Een afstand van 25 meter is

niet representatief voor alle waarnemers langs het spoor. Op groter afstanden is de passagetijd wellicht anders (niet persé langer, doordat de niveaus omlaag gaan). Voorts is de huidige TGV-A langer dan de HST-en die in Nederland zullen rijden.

Aannemende dat alle treinen uit twee treinstellen bestaan, hoort men het geluid van de HSL, bij 56 passages per etmaal, ca. 30 minuten (≈ 2 procent van de tijd). 6,5 Minuut ($\approx 0,5$ procent van de tijd) hoort men het geluid van de HSL aanzienlijk. Bij 32 passages hoort men gedurende ca. 17 minuten ($\approx 1,1$ procent van de tijd) geluid van de HSL, waarvan minder dan 4 minuten ($\approx 0,3$ procent van de tijd) aanzienlijk. De rest van de tijd hoort men niets van de HSL. Ter vergelijking: in het Nederlandse veldonderzoek naar spoorweglawaaï [12] hoorde men bij de onderzochte lijnen tussen 1 en 11 procent van de tijd aanzienlijk (> 60 dB(A)) treingeluid.

Blootstelling aan geluid met voorspelbare geluidgebeurtenissen (vast spoorboekje) en aanzienlijke stille perioden is minder hinderlijk dan blootstelling aan continu geluid [9]. Dit principe is ook geconstateerd bij het veldonderzoek naar treingeluid [10,11,12], waar de railbonus ten opzichte van wegverkeer uit is voortgekomen. Bij de HSL zijn aanzienlijk langere stille perioden dan op de meeste bestaande lijnen. Dientengevolge is minder hinder te verwachten, zonder dat deze vermindering overigens te kwantificeren is.

2.2.3 Frequentiespectrum

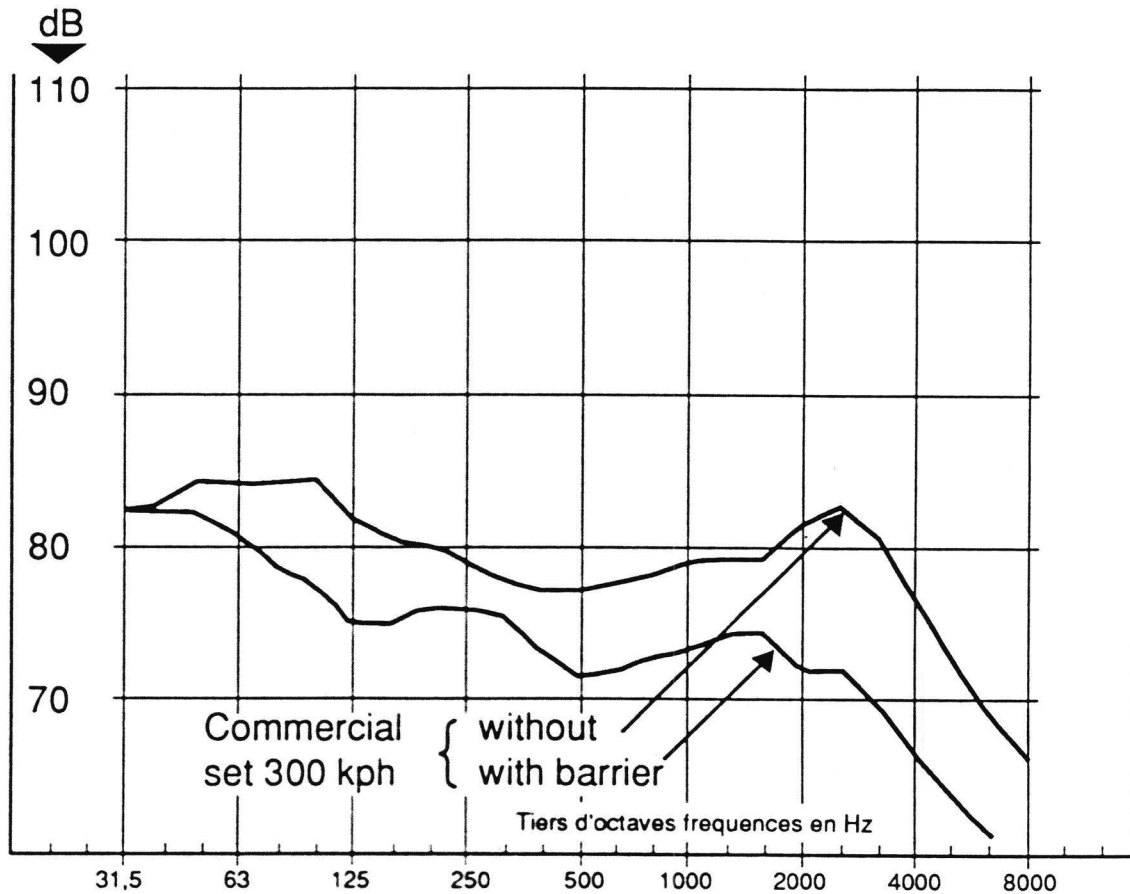
Het frequentiespectrum bij een passage van de TGV-A wordt gekenmerkt door relatief grote aandelen van zowel laagfrequent geluid als geluid in het hogere middengebied (met concentraties rond < 125 Hz en rond 3.000 Hz). Dit is weergegeven in figuur 3. Toch is ook het lagere middengebied goed vertegenwoordigd, zodat men voor de perceptie mag spreken van breedbandig geluid met relatief grote aandelen lage en middelhoge tonen. Op dit aspect lijkt er geen principieel verschil te zijn tussen HST-en en traditionele intercity-treinen. Figuur 4 geeft het gemiddelde frequentiespectrum van een aantal Duitse intercity-treinen bij snelheden van 158 km/uur [13]. Hier zijn concentraties zichtbaar rond < 100 Hz en rond 1.000 tot 2.000 Hz. Bij goed onderhouden rails is de concentratie in het gebied van 1.000 tot 2.000 Hz gering.

Bovenstaande bespiegelingen leiden tot de volgende conclusies: op voorhand is niet te verwachten dat deze verschillen met het spectrum van traditionele treinen als hinderlijker zullen worden ervaren. Speelt bij de beleving de breedbandigheid de voornaamste rol, dan zal men niet meer hinder ervaren. Ook wanneer de lage tonen een voornamelijk rol spelen bij de beleving, is geen verschil te verwachten. Alleen wanneer de hoogfrequente componenten een voornamelijk rol spelen bij

de beleving, zou dit eventueel tot meer hinder kunnen leiden. De kans hierop achten wij klein, omdat zowel 2.000 als 3.000 Hz vallen binnen het raam van het spraakspectrum.

Anderzijds is het is niet waarschijnlijk dat het afwijkende spectrum van de TGV-A tot minder hinder zal leiden dan traditionele intercity's.

Figuur 3 Frequentiespectrum van de TGV-A, op 25 meter afstand. Bron: [14]



Figuur 4 Gemiddeld frequentiespectrum van een aantal intercity-treinen, bij goed en bij slecht onderhouden rails. Bron: [13]

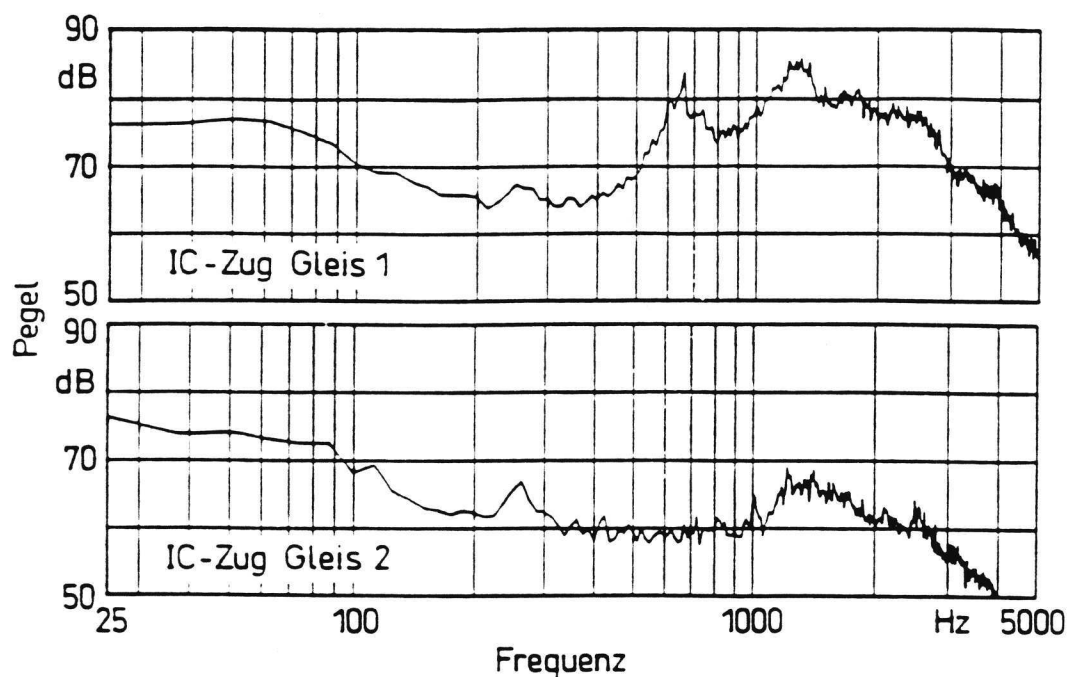


Bild 6. Gemittelte Spektren von Vorbeifahrten von IC-Zügen auf Betonschwellengleisen mit schlechtem (Gleis 1) und gutem (Gleis 2) Schienenzustand. Es wurden jeweils 45 Spektren von insgesamt 19 Vorbeifahrten gemittelt. Die mittlere Geschwindigkeit auf Gleis 1 betrug 158 km/h und auf Gleis 2 160 km/h.

2.2.4 Stijgtijden

Uit onderzoek naar impuls-achtige geluiden is gebleken dat de stijgtijd (in de Angelsaksische literatuur onset of rise velocity genoemd) doorgaans verband houdt met hinder. Stijgtijden kunnen worden ingedeeld in drie klassen [15]:

- stijgtijd ≥ 1.000 dB/s;
- stijgtijd circa 50 dB/s;
- stijgtijd < 10 dB/s.

Bij stijgtijden boven 1.000 dB/s is er sprake van impulsgeluid. Dit is beduidend hinderlijker dan continu geluid. Voorbeelden zijn geluiden van hameren, schieten, heien, alle op korte afstand gemeten.

Bij laagvliegende militaire straaljagers worden stijgtijden van gemiddeld zo'n 50 dB/s gemeten. Hierbij is de hinder aanzienlijk, zowel door het geluidniveau sec als door het plotselinge aanzwellen van het geluid.

Passages van allerlei verkeersmiddelen vallen in de laatste categorie. Schrikreacties doen zich hierbij, afgezien van incidentele situaties zoals bij claxonneren of hard remmen, nauwelijks voor.

Hoe past de TGV in deze driedeling? Inspectie van het niveau-tijdsverloop van de TGV-A bij verschillende snelheden (als weergegeven in [3]) leidt tot de volgende indicatieve (op face-value, dus niet exact bepaalde) stijgtijden:

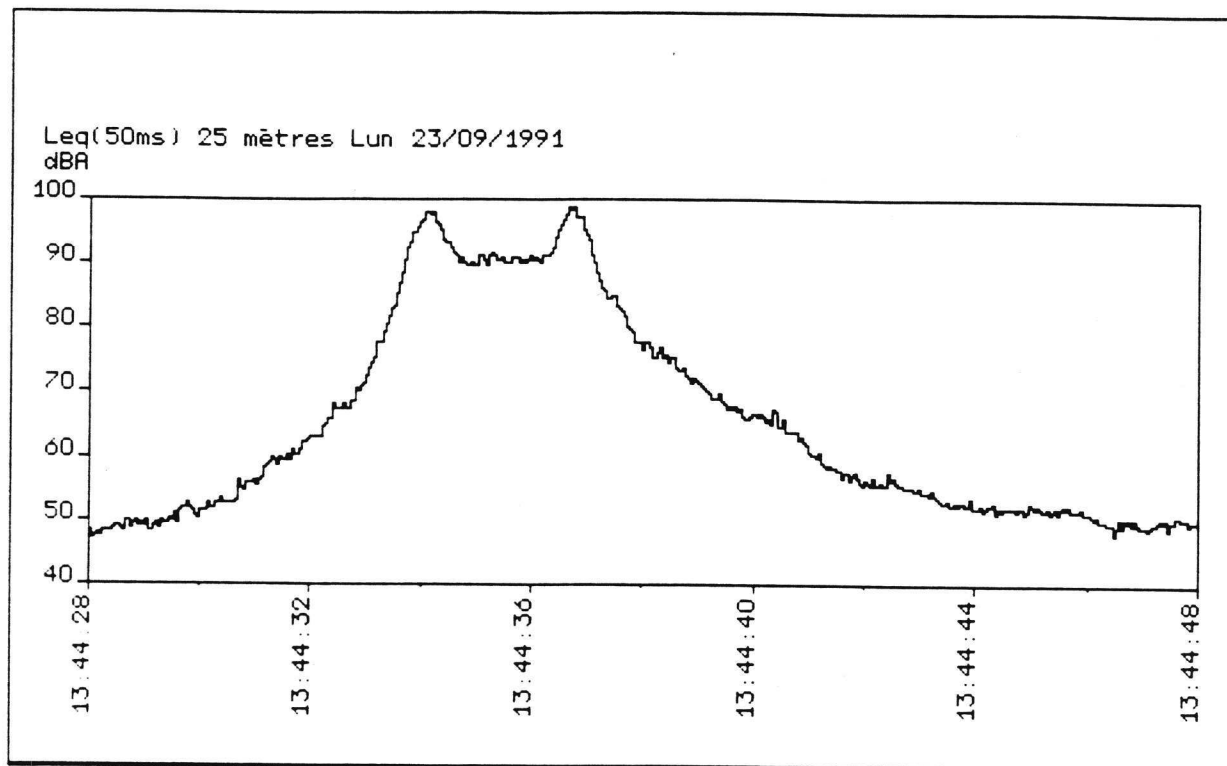
Tabel 2 Indicatieve stijgtijden (in dB/s) op het stijfste deel van de curve, bij verschillende snelheden. Meetpunt: 25 meter van de rails.

120 km/uur	8	-	10
160 km/uur	11	-	12
220 km/uur	10	-	13
300 km/uur	15	-	16

Hoewel deze op face-value bepaalde waarden wellicht niet erg accuraat zijn, maakt deze benadering wel duidelijk dat de stijgtijden voor de HSL ook bij hogere snelheden meer aansluiten bij de klasse van < 10 dB/s dan bij die van ca. 50 dB/s. Deze indicatieve stijgtijden gelden op 25 meter van de rails. Naarmate de afstand groter wordt (en over het algemeen zullen aan HSL-geluid blootgestelde mensen op grotere afstanden dan 25 meter wonen) nemen de stijgtijden af.

Daar komt nog bij, dat de railafstraling zorgt voor een tijdige aankondiging van de trein, zoals blijkt uit figuur 5.

Figuur 5 Niveau-tijdsverloop bij een passage van een TGV-A treinstel. Snelheid 300 km/uur, afstand 25 m. Bron: INRETS.



Op grond van bovenstaande argumenten behoeft er geen vrees te bestaan voor extra hinder ten gevolge van het plotselinge aanzwellen van het geluid.

2.2.5 Trillingen

Bij hoge snelheden is ten behoeve van de veiligheid, het comfort van de reizigers en ter vermijding van schade aan het materieel een perfecte ligging van het spoor vereist. Door de bovenbouw zwaarder uit te voeren, biedt deze meer weerstand tegen de krachten die zijdelingse verschuiving veroorzaken. Anderzijds zal het rollend materieel lichter uitgevoerd zijn, waardoor de optredende krachten verminderen. Het zwaarder uitvoeren van de bovenbouw geschiedt door zwaardere rails (60 kg/m in plaats van 54 kg/m) toe te passen, door zwaardere (betonnen) dwarsliggers te gebruiken en door een dikker en beter omsluitend ballastbed van steenslag aan te brengen.

Deze factoren zullen bijdragen aan het verminderen van de kans op trillingen. Auteur dezes kan echter op grond van deze gegevens niet inschatten hoe de kans op hinder door trillingen van de HSL zich in de Nederlandse situatie zal verhouden tot de kans op hinder door trillingen die

veroorzaakt worden door het huidige materieel. Bij het huidige materieel vormen trillingen, vooral veroorzaakt door zware goederentreinen, de belangrijkste specifieke bron van hinder [10].

In de literatuur over de TGV worden trillingen nooit genoemd als probleem. De andere bodemgesteldheid maakt een voorspelling van de Nederlandse uit de Franse situatie onmogelijk.

2.3 Hypothese omtrent de te verwachten hinder

De gegevens betreffende de piekniveaus, die niet of nauwelijks hoger zijn dan bij traditioneel materieel, en de gegevens betreffende de spectrale aspecten en stijgtijden leiden niet tot een veronderstelde grotere of kleinere kans op hinder.

De relatief geringe aantallen passages en de korte passagetijden leiden tot een kleinere kans op hinder. Met betrekking tot trillingen is geen voorspelling te maken. Daarom wordt dit laatste aspect niet in de afweging meegenomen.

Al bij al leidt de voorgaande analyse tot de hypothese, dat bij gelijk geluidniveau, geluid van de HSL niet meer hinder zal veroorzaken dan het geluid van 'gewone' treinen.

3. BESCHIKBARE HINDERGEGEVENS

In dit hoofdstuk wordt aangegeven wat er empirisch bekend over de hinder door de HSL, waar mogelijk in relatie tot de geluidkarakteristieken die in hoofdstuk 2 zijn besproken.

3.1 Franse gegevens

Tot voor kort bestond er alleen enige kennis over hinder ten gevolge van de TGV-PSE. Deze kennis was uitsluitend gebaseerd op een laboratoriumonderzoek van Vernet et al. [16] en is niet relevant voor de vragen die thans voorliggen.

Recent is in Frankrijk de pilot-studie afgerond voor een eerste veldonderzoek naar de geluidhinder van de TGV-A. Het rapport van deze pilot-studie [17] is nog niet vrijgegeven door de opdrachtgever, het Franse Ministère de l'Environnement, op het moment waarop dit rapport wordt geschreven. Daarom kan slechts worden weergegeven wat mondeling is meegedeeld tijdens een werkbezoek aan de Franse onderzoeker.

In de herfst van 1991 zijn 39 vrije interviews uitgevoerd bij omwonenden van de TGV-A. Enkelen van hen wonen tussen 25 en 100 meter van de lijn, het merendeel tussen 100 en 400 meter en enkelen op een grotere afstand. Het aantal passages per dag is op sommige lokaties 54, op andere 76 en op weer andere 130 (dit is dus in de meeste gevallen aanzienlijk meer dan in de Nederlandse situatie zal gaan plaatsvinden). De omwonenden hadden ten tijde van de interviews een half jaar tot anderhalf jaar ervaring met de TGV-A. De equivalente geluidniveaus (L_{Aeq} , 8-20 h), waaraan de omwonenden waren blootgesteld, varieerden van 40 tot 64 dB(A). De interviews bestaan uit vier delen. Voor elk van de delen worden de belangrijkste resultaten - voor zover bekend - vermeld.

3.1.1 De omgeving in het algemeen

De TGV-A is voor het grootste deel aangelegd door landelijk gebied met een laag achtergrondgeluidniveau: ca. 40 dB(A) of lager. Hoeveel lager is niet bekend, doordat bij het meten een onderdrempel van 40 dB(A) is aangehouden.

De geconstateerde verstoringen zijn zowel van auditieve als van visuele aard. Beide aspecten worden in het landelijke gebied belangrijk gevonden.

Tevoren was men bevreesd voor lawaai, problemen met het gebruik van het land, problemen voor het vee en andere dieren (herten e.d.) en visuele aantasting van het landschap. Dit leidde tot hevige protesten tegen de komst van de TGV.

Nu is een veelgehoorde reactie dat de aanleg van het tracé meer hinder veroorzaakte dan de TGV zelf. Men had door de aanleg meer last van stof, herrie en trillingen.

3.1.2 Het geluid van de TGV

Het beeld dat men van de TGV heeft, wordt getypeerd met de termen 'modern', 'actief' en 'voortuitgang'. Maar ook met 'niet passend in het landschap'.

Het geluid wordt vergeleken met dat van een vliegtuig ('sifflement', wat zich laat vertalen tot: gefluit, gesis of gehuil) en met een vrachtwagen ('grondement', wat zich laat vertalen tot: gerommel, gedreun, gebulder). Deze mogelijke vertalingen in het Nederlands bieden weinig houvast om tot een waardering van het geluid te komen: een trein die met gehuil of gebulder langs komt doet onvriendelijker aan dan een trein die met gefluit of gerommel langs komt. Waarschijnlijk zal het hele scala aan belevingen wel aanwezig zijn. Het is wel duidelijk, dat zowel de hoge als lage tonen in het frequentiespectrum bij de waarneming van het geluid een rol spelen.

Nu men ervaring heeft met de TGV lijkt de hinder mee te vallen ten opzichte van de verwachting die men hieromtrent had. Ook de slaapverstoring is minder dan gevreesd doordat er niet 's nachts gereden wordt. Veelal stelt men dat men al gewend is aan de TGV (80%), wat niet wil zeggen dat men geen hinder meer ondervindt: een enkeling rapporteert nog erge hinder en ruim één kwart rapporteert hinder. (N.B. Vanwege de kleine steekproef en de aard van het onderzoek mag men deze kwantitatieve aanduidingen niet veralgemeniseren.)

Hinder door de TGV doet zich vooral op de vroege ochtend (tussen 6 en 8 uur) en in de late avond (na 21 uur) voor, vanwege de slaapverstoringen die de TGV dan veroorzaakt. Eén derde van de ondervraagden meldt dat de slaap wel eens verstoord wordt.

Ook op vrijdag (laat in de middag en gedurende de avond) en zondag (idem) wordt extra hinder ondervonden. Dit hangt samen met een intensievere dienstregeling in die perioden. Forenzen reizen dan naar (hun tweede) huis etc.

De derde situatie waarin sprake is van meer hinder dan 'normaal' is in de zomer, wanneer men buiten zit en/of de ramen open heeft. Bijna de helft van de ondervraagden meldt dan hinder te ondervinden.

Trillingen vormen voor ca. een kwart van de ondervraagden een bron van hinder. Dit is weinig in vergelijking met de hinder door trillingen in Nederland).

Wanneer men in of bij het huis is, schrikt niemand van het plotselinge aanzwellen of van het hoge niveau van het geluid. Een enkele omwonende vermeldt ooit van de TGV geschrokken te zijn, toen hij in het veld, dichtbij de spoorlijn, met het vee bezig was. Op welke afstand van de lijn hij zich toen bevond, vertelt de historie niet. Dit versterkt de overtuiging dat het plotselinge aanzwellen van het lawaai geen grote rol speelt bij het ontstaan van hinder.

3.1.3 Waardering van geluidwerende maatregelen

Van de drie soorten geluidwerende maatregelen die men rond de TGV aantreft, te weten verdiepte aanleg, aarden wallen of geluidschermen, wordt de eerste verreweg het meest positief en de laatste het meest negatief gewaardeerd. Het zijn de visuele kenmerken (landelijk gebied!) die hier de doorslag geven.

3.1.4 Toekomstverwachtingen

De omwonenden van de huidige TGV-A verwachten dat het TGV-verkeer in de toekomst intensiever zal worden naarmate het netwerk van de TGV-lijnen wordt uitgebreid. Sommigen maakt dit niet uit, anderen maken zich hierover wel zorgen. In het bijzonder vrezen deze laatsten de eventuele komst van nachttreinen.

3.2 Engelse en Duitse gegevens

3.2.1 Engelse gegevens

In Engeland is contact opgenomen met Dr. J.G. Walker van het Institute of Sound and Vibration Research (Universiteit van Southampton). Deze onderzoeker gaf leiding aan het grote Britse treinlawaai-onderzoek aan het eind van de zeventiger en begin van de tachtiger jaren en is ook daarna betrokken gebleven bij veel onderzoek in opdracht van British Rail.

De HST-en die tussen Londen en Parijs/Brussel zullen rijden (de TransManche HST-en) zijn in beginsel gelijk aan de Franse TGV-A, met dien verstande dat de piekniveaus van deze treinen waarschijnlijk iets lager zijn vanwege verbeteringen in het ontwerp. Deze treinen rijden nog niet, dus zijn er geen hinderstudies uitgevoerd. Dit soort studies is ook niet uitgevoerd met betrekking tot de Intercity 225, tot dusver de snelste Britse trein.

De stijgtijden van de TGV-A bij 290 km/u verschillen volgens Walker niet significant van die van een traditionele Intercity bij 160 km/u. Op het stijkste deel van de curve bedragen de stijgtijden respectievelijk ca. 22 en 16 dB/s, zoals blijkt bij inspectie van figuur 1 uit een tweetal artikelen van Walker [1 en 6].

3.2.2 Duitse gegevens

In Duitsland is contact opgenomen met Dr. D. Gottlob, hoofd van de Afdeling Effecten van Geluid en Trillingen van het Umweltbundesamt. Uit zijn informatie blijkt dat er in Duitsland geen onderzoek is gedaan naar te verwachten hinder van de Intercity Express en de Transrapid magnetische hogesnelheidstrein. Ook data over stijgtijden ontbreken, maar op grond van de geluidskarakteristieken en persoonlijke ervaring worden geen schrik-effecten verwacht die sterk afwijken van wat men bij 'normale' intercity's aantreft.

3.3 Lokatiebezoek

Op advies van Dr. Lambert, de Franse onderzoeker van INRETS, is langs het tracé van de TGV-A ten zuiden van Parijs een bezoek gebracht aan Plancheville en Rouvray-St-Florintin. De ligging van deze lokaties is aangegeven in bijlage 1. De lokaties zijn gekozen omdat de snelheid van de TGV-A daar 300 km/uur bedraagt, de bereikbaarheid van en het zicht op de baan goed is, het achtergrondgeluidniveau en het stoorniveau gering is (40 dB(A) of lager). Bij Plancheville is een waarneming gedaan bij een geluidscherm. Tussen Plancheville en Rouvray is een waarneming gedaan op een viaduct over de HSL. Bij Rouvray zijn waarnemingen gedaan op railhoogte op ca. 15 meter en op ca. 150 meter afstand.

Er zijn geen geluidmetingen verricht (er zijn, of worden in de naaste toekomst, voldoende goed uitgevoerde geluidmetingen verricht), maar het geluid van de TGV is op zijn fenomenologie, zijn verschijningsvorm, beoordeeld.

Aan hetgeen in het voorafgaande reeds is beschreven hoeft weinig te worden toegevoegd. De komst van een TGV wordt ruimschoots op tijd aangekondigd door een langzaam aanzwellend gefluit (waarschijnlijk de afstraling van de rails), dat overgaat in een breedbandig geluid dat duidelijk als treingeluid herkenbaar is. Bijgeluiden als ratelen, piepen of sissen e.d. komen niet voor. Hierdoor komt zeker op enige afstand (150 meter) het geluid als 'egaal' en 'niet-agressief' over.

4. CONCLUSIES

4.1 Kwalitatieve toetsing van de hypothese omtrent de te verwachten hinder

De piekniveaus van de HST-en die in Nederland gaan rijden (een verbeterde versie van de huidige TGV-A) zullen bij snelheden van rond 300 km/uur niet of nauwelijks hoger zijn dan die van het huidige NS-materieel bij circa 160 km/uur. Derhalve zijn er per passage niet of nauwelijks meer verstoringen en niet meer hinder te verwachten.

De korte passagetijden en de als gevolg daarvan lange stille perioden zullen leiden tot minder hinder dan op conventionele lijnen met een gelijk equivalent geluidniveau.

Uit de beschrijving van het HSL-geluid door omwonenden blijken spectrale kenmerken bij de waarneming wel een rol te spelen. In welke richting (gunstige of ongunstige) dit uitwerkt, blijft echter onzeker.

Er is geen extra hinder te verwachten door een eventueel plotseling aanzwellen van het geluid. Men hoort de trein tijdig aankomen.

Aan de hand van de beschikbare gegevens en eigen impressies kan de hypothese, dat bij gelijk geluidniveau, geluid van de HSL niet meer hinder zal veroorzaken dan het geluid van 'gewone' treinen, vooralsnog worden bevestigd.

Het spreekt voor zich dat de toetsing van de hypothese, zoals die heeft plaatsgevonden, niet gebruikelijk is. Het is dan ook geen kwantitatieve, doch een kwalitatieve toetsing.

4.2 Behoeftte aan nadere gegevens

Een kwantitatieve toetsing van de hypothese is slechts mogelijk wanneer de uitkomsten van een uitgebreid veldonderzoek beschikbaar zijn. In Frankrijk wordt naar verwachting (er is nog geen opdracht verleend) in het najaar zo'n onderzoek uitgevoerd. De resultaten daarvan komen halverwege 1993 beschikbaar.

Op grond van wat nu bekend is, is een aanvullende analyse van gegevens uit de bij TNO beschikbare databank, waarin onder meer geluid- en hinderdata zijn opgenomen uit onderzoek naar

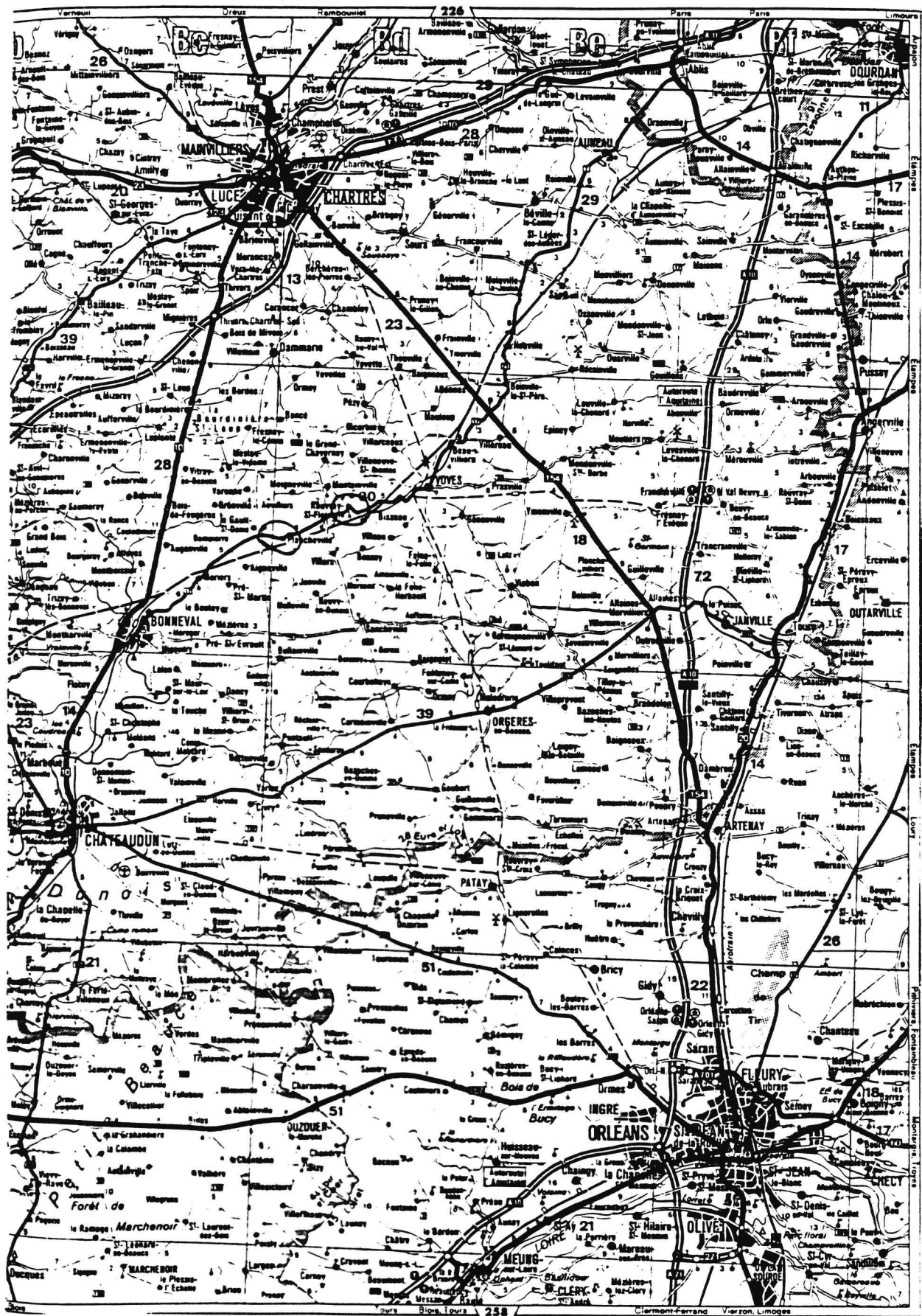
treingeluid in Nederland, Duitsland en Engeland, niet zinvol. De databank bevat geen gegevens die een nieuw licht zouden kunnen werpen op hetgeen hier besproken is.

REFERENTIES

- [1] WALKER JG. A European High-speed Railway Network: the Noise Implications. Proceedings Inter-Noise'90. Göteborg, Acoustical Society of Sweden, 1990:361-365.
- [2] TWEDE KAMER DER STATEN GENERAAL. Nederlands deel hogesnelheidsspoorverbinding Amsterdam-Brussel-Parijs. 1: ontwerp-PKB/tracénota/milieu-effectrapportage. Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 22 026, nrs. 2-3.
- [3] PUTS BHCM, DOOL PHH van den. Geluidniveaumetingen aan de 2e generatie Franse "Hogesnelheidstreinen", de TGV-Atlantique, langs de westelijke route. Maastricht, Cauberg-Huygen raadgevende Ingenieurs B.V., 1990. rapport 900055-2.
- [4] THOMPSON DJ, WOLDE T ten. Geluidemissie Hogesnelheidstreinen. Delft: TPD-TNO, 1991. Rapportnr. TPD-HAG-RPT-91-0028.
- [5] HEMELRIJK R. Geluid van Hoge-Snelheidsspoorlijn (HSL) in Nederland. Reactie op het artikel "De Nederlandse plannen voor supersneltreinen en de akoestische consequenties". Geluid en Omgeving, juni 1988, 11e jaargang nr 2, 71-72.
- [6] WALKER JG. Technology tames the noise problem. Railway Gazette International, July 1989;.:477-479.
- [7] MAUCLAIRE MB. Noise generated by high speed trains. Proceedings Inter-Noise'90. Göteborg, Acoustical Society of Sweden, 1990:371-374.
- [8] GRAAF W de, DERKSEN J. Noise impact from high speed trains. Proceedings Inter-Noise'90. Göteborg, Acoustical Society of Sweden, 1990:367-370.
- [9] FINKE H-O, GUSKI R, und ROHRMANN B. Betroffenheit einer Stadt durch Lärm. Bericht über eine interdisziplinäre Untersuchung. Berlin: Umweltbundesamt, 1980. Forschungsbericht 80-10501301.
- [10] PEETERS AL, JONG RG de, KAPER JP, TUKKER JC. Hinder door spoorweggeluid in de woonomgeving. Leidschendam, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1984. Rapport RL-HR-04-01.
- [11] HAUCK G. Lästigkeitsunterschied zwischen den Geräuschen des Strassenverkehrs und des Schienenverkehrs. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 1991;38:162-166.
- [12] FIELDS JM, WALKER JG. Reactions to railway noise: a survey near railway lines in Great Britain. Southampton, The University, 1980, ISVR Technical Report No. 102.
- [13] GIESLER HJ, NOLLE A. Geräuschemissionen von Schienenfahrzeugen. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 1990;27:157-165.
- [14] SNCF Division des Essais en Linge, Section Acoustique (MEP3). Environnement Acoustique des TGV. Valeurs de base et lois d'évolution pour les études prévisionnelles. Paris, Mai 1988.
- [15] VERNET M, LAURENS JF, BRUYERE JC. Assessment of community reactions along high speed railways. Lezing bij de Fourth International Workshop on Railway and Tracked Transit System Noise, Noordwijkerhout 1985, niet gepubliceerd. Tekst verkrijgbaar bij: INRETS, 109 Avenue Salvador Allende, 69672 Bron Cedex.
- [16] LAMBERT J. Impact du bruit sur les riverains du TGV-Atlantique. Phase 1: enquête exploratoire auprès des riverains. Lyon, INRETS, 1992. rapport LEN 9209.

BIJLAGE

Bezochte locaties



Reprografie: NIPG-TNO
Projectnummer: 5528