

RIVM rapport 408129 009

Geluid in de vijfde Milieuverkenning

Achtergronden

A.G.M. Dassen, J.H.J. Dolmans, J. Jabben,
N.A.R. Hamminga, W.H. Hoffmans, H.A. Nijland

november 2000

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Strategie en Bestuur, in het kader van project 'Milieuverkenningen 5', projectnummer 408129.

Abstract

In this report details on, and background to a study on the extent and effects of exposure to noise from road, rail and air traffic in the framework of the fifth National Environmental Outlook are given as they are expected to develop from 1995 to 2030. The results have indicated environmental noise to be among the persistent environmental problems in the Netherlands.

The whole process, from the basic data collection and processing to the application of a computer model for noise mapping and the analysis of its results has been described. The most comprehensive description is dedicated to the starting points and assumptions in line with the methodological approach. Special focus has also been placed on the way the effects of existing policy and measures to reduce noise (annoyance) in the Netherlands are estimated and taken into account. The reproducibility of the figures and conclusions given in this fifth Environmental Outlook have been adequately handled in this way, while providing the interested reader with all the necessary background information.

Voorwoord

Conform de Wet Milieubeheer stelt het RIVM elke vier jaar een milieuverkenning op ter voorbereiding op een nationaal milieubeleidsplan. De Vijfde Milieuverkenning (MV5) is in september 2000 uitgekomen en dient als voorbereiding op het Vierde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP4) dat begin 2001 zal verschijnen. De MV5 rapporteert over de verwachte gevolgen van maatschappelijke ontwikkelingen voor het milieu met effecten op mens en natuur in Nederland, tegen de achtergrond van de ontwikkelingen in Europa en op wereldschaal in de periode 2000-2030. Voor Nederland gebeurt dit onder aanname van 'vastgesteld beleid'. Dit beleid omvat alle maatregelen die door de Tweede Kamer zijn vastgesteld vóór 1 januari 2000 of waarvoor de financiering geregeld is. Voorts is geanalyseerd wat de bijdrage zou kunnen zijn van enkele reeds in de politiek of het beleid in bespreking zijnde maatregelen. De MV5 biedt hiermee basisscenario's die vergeleken kunnen worden met streefbeeld, doel- en taakstellingen van het Nederlandse beleid.

Voor de mondiale schaal gebruikt de MV5 enkele internationaal erkende scenario's van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Voor de Europese schaal zijn zowel de IPCC-scenario's als het EU-baseline scenario gebruikt. Voor Nederland is gebruik gemaakt van twee scenario's van het Centraal PlanBureau (CPB); Global Competition (GC) en European Coordination (EC). Het RIVM heeft deze doorgetrokken van 2020 naar 2030.

In de MV5 wordt verstoring van de leefomgeving door het geluid van het transport van mensen en goederen over de weg, het spoor en door de lucht, aangemerkt als één van de hardnekkige milieuproblemen. Deze constatering is gemaakt op basis van een *ex ante* evaluatie van het huidige, vastgestelde beleid, die aantoont dat de (ernstige) hinder van transportgeluid in de periode tot 2030 met 20 tot 50% zal toenemen.

Bij de evaluatie is gebruik gemaakt van een groot aantal gegevens over de verkeersontwikkelingen en voertuigemissies, als ook over de ligging en aard van infrastructuur, de bebouwing en gebieden met een functie in het geluidbeleid. Het proces van het verzamelen, interpreteren en bewerken van gegevens kent verschillende stappen, waarbij, onvermijdelijk, wordt gewerkt met bepaalde aannames en veronderstellingen.

Vanzelfsprekend zijn die aannames en veronderstellingen die van invloed kunnen zijn op de strekking van het verhaal in de MV5, zoveel mogelijk opgenomen in de hoofdtekst. Dit betreft zeker de interpretatie van beleid(svoornemens) en de veronderstelde effectiviteit van de uitvoering daarvan.

Het is echter zowel onmogelijk als onwenselijk om in de hoofdtekst van de MV5 alle details die van invloed (kunnen) zijn op de berekeningsresultaten, uitputtend te beschrijven. Dit betreft zowel de methodologische aanpak, maar zeker ook de benaderingen en vereenvoudigingen die om rekentechnische redenen zijn toegepast. Daarentegen is wel van groot belang dat deze achtergrondinformatie beschikbaar is voor bepaalde groepen lezers.

Het voorliggende rapport maakt deel uit van een serie achtergronddocumenten. Bij het opstellen van dit achtergrondrapport over geluid is relatief groot belang gehecht aan het reproduceerbaar maken van alle cijfers die zijn gebruikt voor de beschrijving van de ontwikkelingen op dit gebied. Daartoe wordt beschreven op welke wijze interne en externe gegevens zijn geïnterpreteerd en gebruikt in relatie tot het huidige en toekomstige beleid op het gebied van geluid, uitgaande van de randvoorwaarden die worden gesteld door de kwaliteit van de basisgegevens, de methodologische aanpak en de rekentechnische beperkingen. Als onderdelen van de berekeningsketen van geluidemissie, naar –belasting, - blootstelling en effecten, krijgen de geluidbelasting en –blootstelling hierbij de meeste aandacht. Voor de wijze waarop de omvang van het transport over de weg, het spoor en door de lucht, is afgeleid uit de economische scenario's, wordt verwezen naar een ander, apart achtergronddocument hierover (Ref. 1).

Bij de deels geautomatiseerde gegevensverwerking en de berekeningen is gebruik gemaakt van het modelleninstrumentarium het Landelijk Beeld van Verstoring (LBV). Dit model wordt al enige jaren toegepast om de omvang en effecten van omgevingsgeluid te berekenen en te analyseren. Het gebruik van het LBV voorziet al voor een deel in de gewenste reproduceerbaarheid. Impliciet ligt immers een deel van de aannames en de benaderingen vast en is, in kwalitatieve zin, bekend hoe de berekeningsresultaten kunnen worden geïnterpreteerd en gebruikt.

In de beschrijving die in dit rapport wordt gegeven van het berekeningsproces, wordt het model opgevat als een gegeven. Dit houdt in dat het model slechts summier wordt beschreven. Met betrekking tot de reproduceerbaarheid van de cijfers dient dan ook te worden opgemerkt dat het rapport hiertoe slechts kan dienen tezamen met het rapport dat het rekenmodel het Landelijk Beeld van Verstoring beschrijft (Ref. 2).

Inhoud

Samenvatting 7

1 Algemene uitgangspunten 8

2 Geluid van het wegverkeer 10

2.1 Scenario's en verkeersontwikkelingen 10

2.2 Uitgangspunten beleid 11

2.3 Emissies 12

2.3.1 Voertuigemissies 12

2.3.2 Bijdrage van de volumegroei 13

2.3.3 Totale emissie van het wegverkeer 14

2.4 Uitwerking 14

2.4.1 Geluidbelasting door buitenstedelijk wegverkeer 14

2.4.2 Geluidbelasting door binnenstedelijke wegverkeer 15

2.4.3 Toekomstige nieuwbouwwijken 16

2.5 Resultaten wegverkeer 17

3 Geluid van het treinverkeer 18

3.1 Scenario's en verkeersontwikkelingen 18

3.2 Uitgangspunten beleid 18

3.3 Emissies 19

3.4 Uitwerking 19

3.5 Resultaten treinverkeer 20

4 Geluid van de luchtvaart 21

4.1 Scenario's 21

4.2 Uitgangspunten beleid 23

4.2.1 Schiphol 23

4.2.2 Regionale luchthavens 24

4.2.3 Militaire luchtvaart 24

4.2.4 Terreinen voor kleine burgerluchtvaart 24

4.3 Emissies 24

4.3.1 Schiphol 25

4.3.2 Regionale luchthavens 27

4.3.3 Militaire luchtvaart 28

4.3.4 Terreinen voor kleine burgerluchtvaart 28

4.4 Uitwerking 28

4.4.1 Schiphol 28

4.4.2 Regionale luchthavens 30

4.4.3 Militaire luchtvaart 30

4.4.4 Terreinen voor kleine burgerluchtvaart 36

4.5 Resultaten luchtvaart 36

5 Vergelijking en aggregatie 38

5.1 Uniformering geluidmaten 38

5.2 Indicatoren 39

5.2.1 Blootstelling 39

5.2.2 Hinder 40

5.2.3 Ruimtebeslag 41

5.3 Resultaten 41

6 Onzekerheden 42

6.1 Weg- en railverkeer 42

6.1.1 Intensiteiten van het wegverkeer op binnenstedelijke wegen 45

6.1.2 Vergridding en schematisering 48

6.2 Luchtvaart 50

6.2.1 Het rekenvoorschrift voor luchtvaartgeluid 51

6.2.2 Berekeningen met het Integrated Noise Model 52

6.3 Berekening van de hinder 53

6.4 Resumé 54

7 Resultaten 55

7.1 Paragraaf 'Verstoring' 55

7.2 Paragraaf 'Milieukwaliteit en volksgezondheid' 58

7.3 Paragraaf 'Leefomgeving en leefbaarheid' 59

Literatuur 62

Appendix I: Overzicht gegevensbestanden 66

Appendix II: LBV-gebruik wegverkeer en railverkeer 69

Appendix III: Errata 72

Appendix IV: Verzendlijst 74

Samenvatting

Dit rapport geeft de achtergronden van hetgeen in de Vijfde Milieuverkenning (MV5) is berekend ten aanzien van de ontwikkeling van de omvang en effecten van transportgeluid in de periode 1995-2030.

Het hoofddoel is het reproduceerbaar maken van de berekeningsresultaten. Daartoe wordt de totstandkoming van de resultaten geschetst aan de hand van een gedetailleerde beschrijving van het gehele proces van gegevensverwerking en geluidberekening.

1 Algemene uitgangspunten

Om te komen tot een beeld van de ontwikkeling van het geluid door transport is gekeken naar het geluid van het wegverkeer, het rail(trein)verkeer en de luchtvaart. Voor deze vervoersvormen geldt dat gegevens beschikbaar zijn, of afgeleid kunnen worden, over:

- i) de omvang en samenstelling van het wagen- en treinenpark, respectievelijk de luchtvloot,
- ii) de huidige en toekomstige (akoestische) emissies daarvan,
- iii) de ligging van infrastructuur waarover het vervoer plaatsvindt.

Daarnaast dienen gegevens beschikbaar te zijn over:

- iv) het landgebruik, m.n. de ligging van woninglocaties en de ligging van stiltegebieden.

Een belangrijk deel van deze gegevens wordt in MV5-kader voor meerdere milieuthema's gebruikt. Onderstaand wordt daarom in hoofdlijnen weergegeven op welke wijze deze gegevens "MV5-breed" tot stand komen.

Ad i) De gegevens over de omvang en samenstelling van het weg-, rail- en luchtverkeer zijn afgeleid uit de economische scenario's European Coordination (EC) en Global Competition (GC). Deze worden gemaakt door het Centraal Plan Bureau (CPB) en vormen de basis voor de afleiding van de milieudruk.

De afleiding van de samenstelling van het wagenpark, de treinenpark dan wel de luchtvloot, gebeurt in alle gevallen met vervoersmodellen. In deze geschematiseerde modellen wordt een aantal aannames gedaan, o.a. over de levensduur van voertuigen. De wijze waarop dit is gebeurd wordt in dit rapport niet behandeld. Het staat beschreven in Ref.1.

Ad ii) De mate waarin voertuigen stiller worden is deels 'autonoom', d.w.z. treedt op doordat oude, lawaaiige voertuigen na de normale afschrijvingstermijn worden vervangen door nieuwe, stillere voertuigen, maar kan ook een gevolg zijn van beleid dat de toepassing van al bestaande 'stille' technologie kan versnellen en/of de ontwikkeling van nieuwe, stillere voertuigen kan uitlokken.

De afschatting van de mate waarin voertuigen stiller worden volgt dus deels uit het economische scenario, maar berust daarnaast ook op een inschatting van de effectiviteit van het beleid. Voor een beschrijving van de 'autonome' ontwikkeling wordt wederom verwezen naar Ref.1. De inschatting van de effectiviteit van (geluid)beleid komt deels in Ref. 1 en deels in dit rapport aan de orde.

Ad iii) De toekomstige uitbreiding van de vervoersinfrastructuur waarvoor het Rijk en de provincies verantwoordelijk zijn, ligt voor een belangrijk deel vast en zal nog maar in beperkte mate worden beïnvloed door de economische ontwikkeling. Dit geldt minder voor de gemeentelijke wegen, met name in die gebieden die zijn aangewezen als toekomstige woonlocaties. De wijze waarop hiermee is omgegaan staat beschreven in het hoofdstuk over wegverkeersgeluid.

Ad iv) In de periode tot 2030 wordt verwacht dat de bevolking in Nederland met minimaal 1,5 miljoen en maximaal 3 miljoen mensen toeneemt. De totale woningvoorraad neemt daarbij met ruim 30% toe tot 8-8,5 miljoen woningen. Bij de bepaling van de toekomstige blootstelling aan geluid, is gebruik gemaakt van kaarten met het toekomstige landgebruik

zoals die zijn gemaakt in het kader van Vijfde Nota voor de Ruimtelijke Ordening (VIJNO, RIVM compacte variant). Voor de berekening van de geluidbelasting in stiltegebieden is gebruik gemaakt van gegevens over de huidige (1995) stiltegebieden. Toekomstige ontwikkelingen in de omvang en ligging van stiltegebieden zijn niet meegenomen. Een deel van bovenstaande gegevens is verkregen en gebruikt in de vorm van bestanden. Een overzicht van alle gebruikte bestanden wordt gegeven in Appendix I.

2 Geluid van het wegverkeer

Het totale wegennetwerk in Nederland kent een lengte van ongeveer van meer dan 100.000 km. Het deel waarvoor het Rijk verantwoordelijk is, de Rijkswegen, heeft een totale lengte van circa 3200 km. De provinciale wegen kennen een totale lengte van ruim 9000 km. Het grootste deel van het wegennetwerk valt dus onder gemeentelijke verantwoordelijkheid.

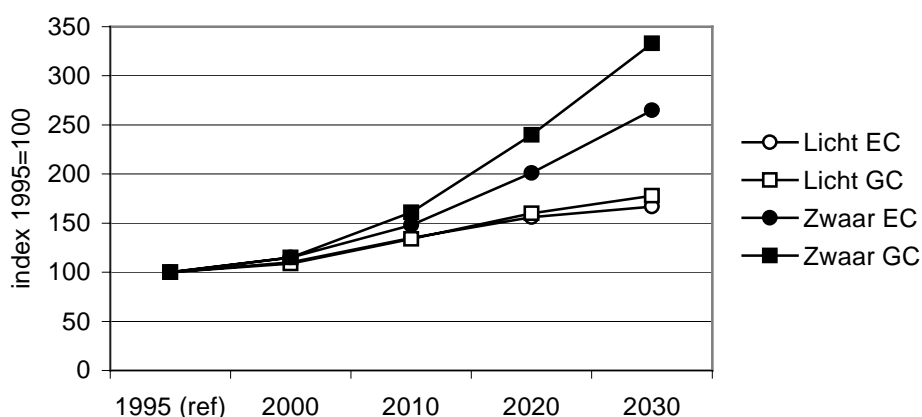
Bij de beoordeling van het geluid door het verkeer op de Rijkswegen en de provinciale wegen, is in belangrijke mate gebruik gemaakt van het bestaande LBV-rekenmodel. In Appendix II wordt een overzicht gegeven van de LBV-instellingen en berekeningsformules voor wegverkeer.

Voor de berekening van de bijdrage van het verkeer op de binnenstedelijke wegen is in de aanloop naar de MV5 een nieuwe methodiek ontwikkeld. Deze methodiek wordt in dit hoofdstuk nader beschreven. Allereerst wordt echter aandacht besteed aan het scenariogebruik, de interpretatie van het beleid en de gegevensverwerking.

Naast een toekomstprognose voor het geluid van het wegverkeer is ook getracht om een terugblik te maken tot het jaar 1970. Voor de berekening van de geluidssituatie in dat jaar is, vanwege het ontbreken van informatie over de ligging van wegen en de verkeersintensiteiten daarop, uiteindelijk geen volledige berekening met het LBV gemaakt. Om globaal inzicht te krijgen in de ontwikkeling tussen 1970 en 1995 is wel gekeken naar de ontwikkeling van de totale akoestische emissie.

2.1 Scenario's en verkeersontwikkelingen

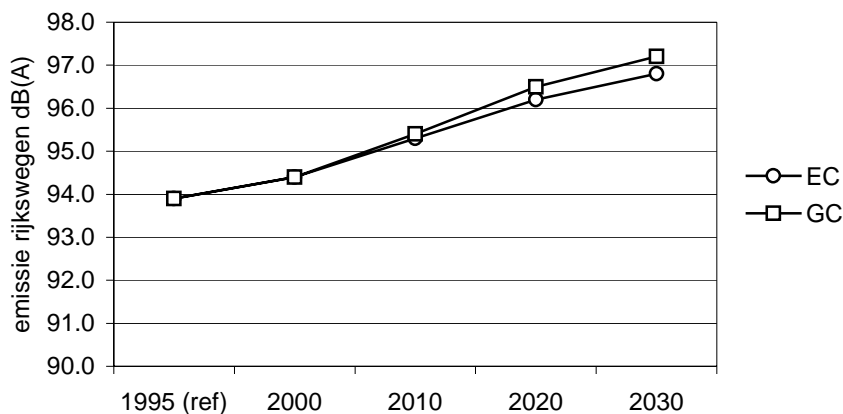
De verwachte ontwikkeling van de aantallen vervoerskilometers die uit het EC en het GC scenario volgt, staat, opgesplitst naar licht en zwaar verkeer, weergegeven in Figuur 2.1-1.



Figuur 2.1-1 Ontwikkeling voertuigkilometers licht en zwaar verkeer

Uitgaande van deze ontwikkeling is nagegaan in hoeverre de verschillen in het aantal voertuigkilometers tussen de scenario's van invloed zijn op de totale akoestische emissie. Daartoe is op basis van de bovenstaande groeicijfers de ontwikkeling van de totale emissie

afgeleid bij een percentage vrachtverkeer van 15% (van het totale verkeer op Rijks- en provinciale). Het resultaat is weergegeven in Figuur 2.1-2.



Figuur 2.1-2 Ontwikkeling totale emissie op Rijkswegen

Het verschil in de emissieontwikkeling tussen beide scenario's neemt weliswaar langzaam toe, maar blijft beperkt tot 0,4 dB(A) in 2030.

Doordat de groei van het verkeer op binnenstedelijke wegen geringer is dan op Rijkswegen, zal het verschil hier kleiner zijn dan 0,4 dB(A). Gezien deze geringe verschillen is ervoor gekozen om verder alleen de ontwikkeling van het EC scenario in beschouwing te nemen. De resultaten van het GC scenario zullen hier niet significant van afwijken.

2.2 Uitgangspunten beleid

In Tabel 2.2-1 wordt een overzicht gegeven van maatregelen gericht op beperking van het geluid van het wegverkeer. Hierbij is de (veronderstelde) effectiviteit vermeld en is aangegeven welke maatregelen als vastgesteld beleid kunnen worden aangemerkt.

Tabel 2.2-1 Overzicht maatregelen Rijkswegen

Maatregel	Effectiviteit in eindsituatie	Vastgesteld beleid
Aanleg ZOAB op Rijkswegen	2-3 dB(A)	Ja
Schermen (sanering bestaande situaties)	ca. 10 dB(A)	Ja
Schermen (nieuwbouwlocaties)	ca. 10 dB(A)	Ja
Gevelisolatie	ca. 10 dB(A)	Ja
Aanscherping typekeuringseisen	2 dB(A)	Nee
Dubbellaags ZOAB	6 dB(A)	Nee
Beperking rijsnelheid	2 dB(A)	Nee

Het voorzien van alle Rijkswegen van ZOAB en de aanwezigheid van de huidige schermen tot 2030 langs deze wegen, is verondersteld bij de berekening van de ontwikkeling van de geluidbelasting langs Rijkswegen. Hierbij is uitgegaan van 100 % ZOAB vanaf 2010. Dit geeft een reductie van 2 dB(A) ten opzichte van een standaardwegdek. De reductie die schermen geven is afhankelijk van de schermhoogte. 'Gemiddeld' is deze reductie circa 10 dB(A).

Voor toekomstige nieuwbouwlocaties nabij rijkswegen is ervan uitgegaan dat er schermen zullen worden geplaatst waardoor de geluidsbelasting onder de 55 dB(A) blijft (zie paragraaf 2.4.3). In Tabel 2.2-2 en Tabel 2.2-3 wordt een overzicht gegeven van de uitgangspunten die met betrekking tot de plaatsing van schermen, respectievelijk de aanleg van ZOAB zijn gehanteerd. Gevelisolatie en de maatregelen die niet kunnen worden aangemerkt als vastgesteld beleid geldt, zijn niet beschouwd.

Tabel 2.2-2 Uitgangspunten schermen

	1970	1995	2010-2030
Saneringsschermen	Geen	MB99 ¹	Idem
Nieuwbouwschermen	Geen	Geen	Alle nieuwbouw 1995-2030 met >55 dB(A) t.g.v. Rijks- en/of provinciale wegen begrensd op 55 dB(A)

Tabel 2.2-3 Uitgangspunten ZOAB (alleen voor rijkswegen)

	1970	1995	2010-2030
ZOAB locaties	Geen	MB99 ¹	Op alle Rijkswegen
Reductie op ZOAB locaties		- 2 dB(A)	- 2 dB(A)

¹ Feitelijke situatie 1995

2.3 Emissies

De ontwikkeling van de totale akoestische emissie van het verkeer kent twee tegengestelde bijdragen. Enerzijds neemt de emissie toe doordat de verkeersintensiteiten groter worden. Anderzijds wordt deze toename (deels) gecompenseerd als gevolg van nieuwe technologische ontwikkelingen waardoor de voertuigen stiller worden.

2.3.1 Voertuigemissies

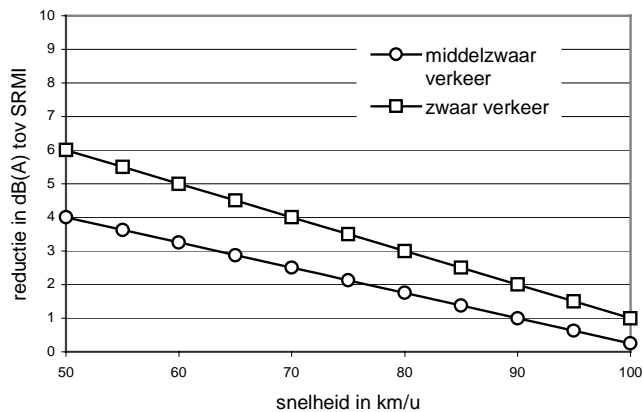
De berekening van de akoestische emissie van het wegverkeer, is uitgevoerd aan de hand van de berekeningsformules hiervoor uit het Rekenvoorschrift voor wegverkeerslawaai (Ref. 3).

Bij de berekening van de akoestische emissies van wegvoertuigen spelen naast de emissiefactoren, de snelheden en de intensiteiten van personenauto's, middelzware en zware vrachtwagens en van motorfietsen een rol.

De berekeningsformules uit het Rekenvoorschrift zijn gebaseerd op metingen aan wegvoertuigen uit de periode van voor 1975. In 1995 zijn deze metingen herhaald en is gebleken dat de emissies van met name het middelzware en zware vrachtverkeer waren afgenomen (Ref. 4). Deze afnamen bleken het grootst bij lagere rijsnelheden. In Figuur 2.3-1 wordt het verschil tussen de oorspronkelijke formules uit het rekenvoorschrift en de aangepaste formules uit 1995 weergegeven. Voor de MV5 berekeningen zijn voor het referentiejaar 1995 de aangepaste berekeningsformules voor licht en zwaar vrachtverkeer gehanteerd. De emissiegetallen voor personenauto's stemmen overeen met de emissiegetallen uit het standaard Rekenvoorschrift. In Appendix II wordt een overzicht gegeven van de gebruikte berekeningsformules.

Voor de ontwikkeling van de akoestische emissies is, op basis van meetgegevens over de

huidige ontwikkeling van de akoestische emissies van wegvoertuigen, geschat dat de emissie van personenauto's in de periode tot 2030 niet zal afnemen. Vanaf 2010 is voor middelzware vrachtwagens een afname van 1 dB(A) ten opzichte van 1995 aangehouden. Voor zware vrachtwagens is de afname 2 dB(A). Na 2010 is geen verdere daling verondersteld. De in Tabel 2.3-1 weergegeven emissiereducties zijn verondersteld bij alle snelheden in gelijke mate op te treden.



Figuur 2.3-1 Verskil berekeningsformules emissies vrachtauto's volgens Standaard Rekenvoorschrift (SRMI) en aanpassing n.a.v. metingen 1995 (Bron: M+P).

Tabel 2.3-1 Afname geluidemissie wegvoertuigen in dB(A)

	1975-1995	1995-2010	2010-2020
Personenauto's	0	0	0
Middelzware vrachtauto's	1	1	0
Zware vrachtauto's	1-2	2	0

2.3.2 Bijdrage van de volumegroei

Voor de ontwikkeling van de ruimtelijke verdeling van het wegverkeer op de hoofdwegen (Rijks- en provinciale wegen) in Nederland is gebruikt gemaakt van het LMS (Landelijk Model Systeem verkeer en vervoer) van de Adviesdienst voor Verkeer en Vervoer (AVV). Het LMS is geregionaliseerd verkeers- en vervoersmodel gekoppeld aan een wegenbestand. Uitgaande van het EC scenario is het LMS gebruikt om verkeersintensiteiten op Rijks- en provinciale wegen te berekenen. Deze berekeningen zijn uitgevoerd door AVV en in het kader van de MV5 geleverd aan het RIVM.

Over de huidige, ruimtelijke verdeling van het verkeer op binnenstedelijke, gemeentelijke wegen is alleen informatie beschikbaar in de vorm van Verkeers Milieu Kaarten (VMK's). Het RIVM beschikt over circa 20 (bruikbare) VMK's van middelgrote en grote gemeenten (het totale aantal gemeenten in Nederland bedraagt circa 500). De wijze waarop deze VMK's zijn gebruikt bij de totstandkoming van een landelijk wegennetwerk met intensiteiten wordt apart beschreven in de volgende paragraaf.

Over lokale ontwikkelingen van verkeer op gemeentelijke wegen is nauwelijks informatie beschikbaar. Om voor de MV5 toch te kunnen komen tot een bruikbare prognose is onderscheid gemaakt tussen grotere, doorgaande wegen (in het gebruikte wegenbestand aangeduid met type 1,3,5, en 7) en kleinere wegen die enkel de functie vervullen van ontsluiting van wijken (aangeduid met type 9 en 11) (zie paragraaf 2.4.2). Voor de eerste categorie zijn dezelfde groeicijfers aangehouden als voor de Rijks- en provinciale wegen. Voor de tweede categorie is een beduidend geringere toename en voor vrachtvervoer zelfs een afname verondersteld.

In Tabel 2.3-2 wordt een overzicht gegeven van de groeifactoren van het verkeer op alle wegen. De factoren voor het verkeer op de Rijkswegen en provinciale wegen zijn verkregen door het gemiddelde te nemen van de groei op alle Rijks- respectievelijk provinciale wegen (toename voertuigkilometers gecorrigeerd voor toename lengte wegennetwerken).

Tabel 2.3-2 Groeifactoren verkeer (1995=1)

Jaar	Rijkswegen, provinciale wegen, binnenstedelijke wegen, type 1,3,5,7			binnenstedelijke wegen, type 9 en 11		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Personen	1,34	1,49	1,65	1,04	1,06	1,04
Vracht	1,62	2,25	3,06	0,89	0,77	0,78

2.3.3 Totale emissie van het wegverkeer

In Tabel 2.3-3 zijn de ontwikkelingen op het gebied van verkeersintensiteit en voertuig-emissies ‘opgeteld’ (zonder het effect van ZOAB). Hierdoor ontstaat een totaalbeeld van de ontwikkeling van de emissie van het wegverkeer op de verschillende wegen.

Tabel 2.3-3: Ontwikkeling totale emissie wegverkeer (in dB(A)'s, exclusief ZOAB) t.o.v. 1995

Wegsoort	2010	2020	2030
Rijksweg	1,1	1,8	2,4
Provinciale weg	1,1	1,9	2,5
Binnenstedelijk, type 3	1,1	1,9	2,7
Binnenstedelijk, type 5	1,2	1,8	2,5
Binnenstedelijk, type 7	1,2	1,8	2,3
Binnenstedelijk, type 9 en 11	0,2	0,3	0,2

2.4 Uitwerking

2.4.1 Geluidbelasting door buitenstedelijk wegverkeer

Voor de het referentiejaar (1995) is gebruik gemaakt van het wegennetwerk VLN-GIS (voor Rijkswegen) en het ER-C (voor provinciale wegen) met telgegevens van het verkeer. Het VLN-GIS bevat de locaties van schermen en ZOAB en is voor het laatst aangepast en gebruikt in het kader van de Milieubalans over 1998 (MB99). Voor de MV5 zijn de ‘1998-verkeersintensiteiten’ vermenigvuldigd met 0,93 om de situatie in 1995 te verkrijgen (Ref. 1).

De telgegevens die op het ER-C zijn gezet, zijn in de jaren voor 1995 verzameld en vormen een voldoende afspiegeling van de verkeersintensiteiten in 1995 op deze wegen. Tenslotte zijn met het VLN-GIS en het ER-C netwerk met verkeersgegevens over 1995, LBV-berekeningen uitgevoerd van de geluidbelasting rond deze wegen.

Vanwege de voor geluidberekeningen matige geografische kwaliteit van het LMS en het feit dat het LMS geen informatie bevat over de locaties van schermen en de ligging van wegvakken met ZOAB, is het LMS niet (rechtstreeks) gebruikt voor de berekening van de geluidbelasting in de toekomstige jaren. Dit is gebeurd door de geluidbelasting voor 1995 te corrigeren met de waarden voor de verwachte emissieveranderingen uit Tabel 2.3-3. De LMS-intensiteiten zijn hierbij gebruikt om inzicht te krijgen in de mate waarin deze generieke ophoging mag worden toegepast. Een analyse heeft aangetoond dat de spreiding tussen provincies in de ontwikkeling van de verkeersintensiteiten slechts gering is (Ref. 1).

2.4.2 Geluidbelasting door binnenstedelijke wegverkeer

Voor de berekening van de geluidbelasting die wordt veroorzaakt door het binnenstedelijke wegverkeer (d.i. het verkeer op gemeentelijke wegen) is in de aanloop naar de MV5-studie een methodiek ontwikkeld die gebruik maakt van de aanwezige Verkeers Milieu Kaarten (VMK's) en een wegenbestand met alle gemeentelijke wegen met een 'stroomfunctie'.

Dit wegenbestand, met de gemeentelijke wegen is het basisnetwerk (verder aangeduid met BASNET). Dit is wegenbestand is geografisch voldoende nauwkeurig ($\pm 5\text{m}$) en kent een indeling van de wegen naar 6 (bruikbare) wegtypes, echter zonder informatie over verkeersintensiteiten. In Tabel 2.4-1 is aangegeven welke wegtypering in het BASNET is opgenomen.

Tabel 2.4-1 Aanduiding wegtypes in BASNET

Typenummer	Omschrijving
1	Hoofdwegen
3	Ontsluiting gebied 25.000-50.000 inwoners
5	Ontsluiting gebied 10.000-25.000 inwoners
7	Ontsluiting gebied 5.000-10.000 inwoners
9	Ontsluiting gebied 2.000-5.000 inwoners
11	Overige wegen met stroomfunctie

Van deze wegtypering is gebruik gemaakt bij het schatten van de verkeersintensiteiten op de binnenstedelijke wegen. Aangenomen is dat op basis van het wegtype en het inwoneraantal van een stad een redelijke schatting kan worden gemaakt van de verkeersintensiteit op het betreffende wegtype in die stad. Deze aanpak maakt gebruik van het feit dat de geluidemissie en dus ook de geluidbelasting relatief ongevoelig is voor de nauwkeurigheid van de schatting omdat de verkeersintensiteit logaritmisch bijdraagt aan de geluidemissie. Zo geldt voor de fout in dB(A)'s ten gevolge van een afwijking van de geschatte verkeersintensiteit ten opzichte van de werkelijke waarde:

$$f_{out} = 10 \cdot 10 \log \left(\frac{Q_{geschat}}{Q_{werkelijk}} \right) \quad (1),$$

waarin Q de verkeersintensiteit is. Een overschatting van de verkeersintensiteit met een factor 2 (verdubbeling) geeft derhalve een overschatting van het geluidsniveau van 3 dB(A).

In paragraaf 6.1 wordt nader ingegaan op de schatting van de verkeersintensiteiten op het BASNET en de daarmee samenhangende onzekerheid in de berekening van de geluidbelasting.

2.4.3 Toekomstige nieuwbouwwijken

Uitgaande van het EC-scenario en de bijbehorende demografische ontwikkeling, is door het RIVM in het kader van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening een ruimtelijke verdeling van het landgebruik vastgesteld (VIJNO, ‘RIVM compacte variant’ verder aangeduid met VIJNO-kaarten). In de VIJNO-kaarten is rekening gehouden met de uitbreiding van woonlocaties zoals vastgelegd in de VINEX-plannen.

Vanwege het ontbreken van informatie over de ligging van wegen in en rond deze toekomstige nieuwbouw, kan de geluidbelasting niet worden berekend op de wijze zoals beschreven in paragraaf 2.4.2. Voor de bepaling van de geluidbelasting in de toekomstige nieuwbouwwijken is daarom gekeken naar de geluidbelasting in ‘typische’, bestaande nieuwbouwwijken in Almere en Houten (circa 4000 inwoners per km², bebouwingshoogte circa 10 m). In Tabel 2.4-2 is het resultaat weergegeven.

Tabel 2.4-2 Verdeling geluidbelaste woningen in nieuwbouwwijken Almere en Houten

Klasse dB(A)	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	>65
%	0	4	32	28	17	19	0

Vervolgens is deze verdeling gebruikt om te komen tot een gestileerde, ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting in deze wijken. Deze is in Tabel 2.4-3 weergegeven op een gebied van 1 km² en is gebruikt voor de geluidbelasting in toekomstige nieuwbouwwijken. In deze verdeling is verondersteld dat de huidige grenswaarde 65 dB(A) voor binnenstedelijk wegverkeer (zonder aftrek ex. Art 103 Wet Geluidhinder) in acht zal worden genomen. Bij de berekening van de geluidbelasting in toekomstige nieuwbouwwijken die liggen in de ‘nabijheid’ van Rijks- dan wel provinciale wegen, is een bebouwingshoogte van 10 m aangehouden (LGN-klasse “matige stedelijk”). In het geval deze wegen in de nieuwbouwwijken daarbij leiden tot waarden voor de geluidbelasting boven 55 dB(A), is de geluidbelasting (ten gevolge van het verkeer op de Rijks- dan wel provinciale weg) “afgetopt” op 55 dB(A). Dit is gebeurd vanwege de verwachting dat bij de bouw van nieuwe wijken maatregelen zullen worden genomen om te voorkomen dat de geluidbelasting in de wijk boven 55 dB(A) uit zal komen.

Tabel 2.4-3 Gestileerde, ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting (in dB-etmaalwaarden) in toekomstige nieuwbouwwijken

65	62	62	62	62	62	62	62	62	62
62	53	51	51	51	57	51	51	51	53
62	51	47	46	48	56	48	46	47	51
62	51	46	45	47	56	47	45	46	51
62	51	48	47	48	56	48	47	48	51
62	57	56	56	56	58	56	56	56	57
62	51	48	47	48	56	48	47	48	51
62	51	46	45	47	56	47	45	46	51
62	51	47	46	48	56	48	46	47	51
62	53	51	51	51	57	51	51	51	53

2.5 Resultaten wegverkeer

In dit hoofdstuk ontbreekt een beschrijving van de wijze waarop de ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting door wegverkeer is geaggregeerd tot indicatoren voor de ontwikkeling ervan. Deze beschrijving wordt voor alle bronnen en in samenhang met cumulatie van bronnen, beschreven in hoofdstuk 5.

Om in dit hoofdstuk de beschrijving voor wegverkeer volledig te maken zijn in Tabel 2.5-1 de belangrijkste indicatoren gegeven voor de ontwikkeling van de geluidbelasting en –hinder door wegverkeer. Hieruit blijkt dat zowel de omvang als de effecten van het geluid van wegverkeer toenemen.

Tabel 2.5-1 Ontwikkeling omvang en effecten geluidbelasting wegverkeer

	1995	2010	2020	2030
% oppervlak > 50 dB(A) Letmaal	24	26	28	31
% inwoners 51-65 dB(A) Letmaal	59	62	63	66
% inwoners > 65 dB(A) Letmaal	2	3	3	4
% gehinderden	14	15	15	16
% ernstig gehinderden	3	4	4	5

Tot slot wordt onderstaand een samenvatting gegeven van hetgeen in de MV5 is opgemerkt ten aanzien van de ontwikkeling van het wegverkeer en de daarmee samenhangende geluidbelasting en –hinder:

Het aantal voertuigkilometers over de weg zal in de periode 1995-2020 binnen de bebouwde kom met 40% toenemen en buiten de bebouwde kom met 65%. Hierbij neemt het vrachtvervoer sterker toe dan het personenvervoer. Binnen de bebouwde kom nemen de intensiteiten op de hoofdwegen meer toe dan op de overige wegen.

Doordat personenauto's naar verwachting niet stiller worden en vrachtwagens maar in geringe mate, neemt de geluidbelasting door wegverkeer gemiddeld met 2 tot 3 dB(A) toe.

In 2030 is het aantal ernstig geluidhinderden door wegverkeer circa 50% hoger dan in 1995.

3 Geluid van het treinverkeer

Het totale spoorwegennetwerk in Nederland kent een lengte van ruim 3.000 km. Spoorlijnen lopen voor een belangrijk deel door het landelijke gebied. Vanwege de centrale ligging van stations worden echter ook drukbevolkte gebieden in (binnen)steden blootgesteld aan het spoorweglawaai.

Voor de berekening van de geluidbelasting en geluidhinder rond de spoorlijnen is uitgegaan van gegevens van NS Technisch Onderzoek. Het betreft een ruimtelijke verdeling van de jaargemiddelde akoestisch emissies van het treinverkeer, zoals dat plaatsvindt op alle trajecten van het Nederlandse spoorwegennet.

Voor de MV5 is voor wat betreft de berekening van het railverkeergeluid nauwelijks afgeweken van de gangbare aanpak. Het gebruik van het ‘emissiebestand’ van NS-TO voor de berekening van de geluidbelasting en – hinder met het LBV is vastgelegd in Ref. 2. Voor de MV5 is de totstandkoming van de emissiebestanden vastgelegd in een apart rapport Ref. 5. In dit rapport wordt daarom volstaan met een beknopte beschrijving.

Ook voor het railverkeergeluid is getracht om een terugblik te maken naar het jaar 1970. Hiertoe is een apart emissiebestand voor 1970 aangeleverd. De resultaten van de berekeningen zijn later niet opgenomen omdat voor wegverkeer en luchtvaart een dergelijke terugblik niet kon worden gemaakt (zie vorige hoofdstuk).

3.1 Scenario's en verkeersontwikkelingen

Bij railverkeer is gebruik gemaakt van een gemiddelde prognose (over EC en GC). In Refs. 1 en 5 en staat beschreven op welke wijze de scenario's zijn vertaald naar een prognose van de omvang van het personen- en goederenvervoer. In onderstaande tabel staat het resultaat weergegeven.

Tabel 3.1-1 Landelijke omvang van het personen- en goederenvervoer

	1970	1998	2010	2020	2030
Reizigerskilometers (*10 ⁹ km/jaar)	8.0	14.9	16.3	16.8	15.1
Goederenvervoer (*10 ⁹ ton km/jaar)	3.5	3.8	6.5	9.0	11.7

Bron: NS-TO

3.2 Uitgangspunten beleid

Het beleid op het gebied van railverkeergeluid is met name gericht op het terugdringen van de bronniveaus. Als instrument om dit te bereiken wordt gedacht aan de invoering van emissieplafonds. Dit houdt in dat per traject een norm voor de totale, jaarlijkse geluidemissie wordt vastgesteld en vergund. Volumegroei is dan alleen mogelijk als door het stiller worden van de treinen, binnen de vastgestelde emissiewaarde kan worden gebleven. De invoering van emissieplafonds is momenteel nog niet door het beleid vastgesteld. Met een limitering van de volumegroei daardoor is dan ook geen rekening gehouden.

Het verlagen van de bronniveaus is mogelijk door aanpassing van de (bovenbouw van de) sporen (o.a. betonnen dwarsliggers, voegloos spoor) en door verbetering en vernieuwing van het rijdend materieel. De aannames die zijn gemaakt met betrekking tot de vernieuwing van de bovenbouw en het rijdend materieel zijn uitgebreid beschreven in Ref. 5. Dit geldt ook voor de plaatsing van geluidschermen. Het totale aantal kilometers geluidscherm langs spoorwegen neemt hierbij toe van 111 in 1998 tot 385 in 2030 (waarvan 279 al is gerealiseerd in 2010).

Verder is uitgegaan van de realisatie van een aantal grote railinfraprojecten. Voor 2010 betreft dit de aanleg van de Betuweroute, de HSL Zuid (Schiphol – Rotterdam – Breda - Belgische grens) en de Hanzelijn (Zwolle - (Dronten) – Lelystad).

3.3 Emissies

De mate waarin de totale emissie per spoortraject afneemt is afhankelijk van de bovenbouw en de ontwikkeling van het materieel. Daar waar houten dwarsliggers worden vervangen door betonnen dwarsliggers en spoorstaven worden vervangen door voegloos spoor treedt een emissiedaling op van 2 dB(A). Verder is aangenomen dat in 2030 alle blokgeremd materieel voor personenvervoer is vervangen door schijfgeremd materieel. Dit geeft een emissieafname van 7 dB(A). Deze dalingen in de emissies zijn meer dan voldoende om de volumegroei te compenseren.

Door NS-TO wordt de exacte emissie bepaald aan de hand van het akoestisch spoorboekje (huidige situatie) waarin alle benodigde verkeersgegevens zijn opgeslagen. Hierbij wordt een indeling gemaakt naar de 10 categorieën van het Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai (Ref. 6). Voor de toekomstige jaren is de samenstelling van het materieelpark gebaseerd op prognoses van NS Reizigers en NS Cargo en vervolgens ingedeeld naar de categorieën van het Reken- en Meetvoorschrift. Bij de aanmaak van de emissiebestanden is een aftrek voor schermen gehanteerd. Deze aftrek wijkt af van de standaard LBV-aftrek. Het effect van deze afwijking plus de toepassing van de schermreductie op de emissiewaarden op de ontwikkeling van de geluidbelasting door het railverkeer is naar verwachting zeer gering.

3.4 Uitwerking

De emissiebestanden voor 1997, 2010, 2020 en 2030 zijn binnen het LBV bewerkt en gebruikt voor de berekening van de geluidbelasting en geluidhinder. Bij de berekening van de geluidbelasting in toekomstige nieuwbouwwijken die liggen in de ‘nabijheid’ van spoorwegen, is, net als bij het wegverkeer, een bebouwingshoogte van 10 m aangehouden (LGN-klasse “matige stedelijk”). In het geval deze spoorwegen in de nieuwbouwwijken leiden tot waarden voor de geluidbelasting boven 55 dB(A), is de geluidbelasting “afgetopt” op 55 dB(A). Dit is gebeurd vanwege de verwachting dat bij de bouw van nieuwe wijken maatregelen zullen worden genomen om te voorkomen dat de geluidbelasting in de wijk boven 55 dB(A) uit zal komen.

3.5 Resultaten treinverkeer

In dit hoofdstuk ontbreekt een beschrijving van de wijze waarop de ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting door treinverkeer is geaggregeerd tot indicatoren voor de ontwikkeling ervan. Deze beschrijving wordt voor alle bronnen en in samenhang met cumulatie van bronnen, beschreven in hoofdstuk 5.

Om in dit hoofdstuk de beschrijving voor wegverkeer volledig te maken zijn in Tabel 2.5-1 de belangrijkste indicatoren gegeven voor de ontwikkeling van de geluidbelasting en –hinder door treinverkeer. Hieruit blijkt dat zowel de omvang als de effecten van het geluid van treinverkeer, met name in de periode tot 2010, toenemen.

Tabel 3.5-1 Ontwikkeling omvang en effecten geluidbelasting treinverkeer

	1995	2010	2020	2030
% oppervlak > 50 dB(A) Letmaal	7	9	9	9
% inwoners 51-65 dB(A) Letmaal	14	17	17	16
% inwoners > 65 dB(A) Letmaal	1	1	1	1
% gehinderden	1	1	1	2
% ernstig gehinderden	0,4	0,5	0,5	0,5

Tot slot wordt onderstaand een samenvatting gegeven van hetgeen in de MV5 is opgemerkt ten aanzien van de ontwikkeling van het treinverkeer en de daarmee samenhangende geluidbelasting en –hinder:

Naar verwachting zal het aantal reizigerskilometers over het spoor nog maar nauwelijks toenemen. Dit in tegenstelling tot het aantal kilometers voor het goederenvervoer; verwacht wordt dat dit aantal in de periode 1998-2030 zal verdrievoudigen.

Tot 2010 zal de geluidbelasting door treinverkeer met enkele tientallen procenten toenemen. Na 2010 zal de geluidbelasting door railverkeer in stedelijk gebieden enigszins afnemen. Dit komt doordat nieuwe treintypen fors stiller zijn dan bestaande typen en door de verbeteringen aan het spoor en de aanleg van geluidschermen. Ook de ingebruikname van de Betuwelijn draagt positief bij aan de afname van de geluidbelasting in stedelijke gebieden. Dit komt doordat een geringer deel van het goederenvervoer door stedelijke gebieden afgewikkeld kan worden. Wel gaan deze en andere uitbreidingen van de railinfrastructuur ten koste van de ‘stilte’ in de landelijke gebieden waar de nieuwe spoorlijnen worden aangelegd.

4 Geluid van de luchtvaart

In Nederland wordt onderscheid gemaakt tussen grote burgerluchtvaart (turbofan aangedreven vliegtuigen met maximaal opstijggewicht van meer dan 6.000 kg), kleine burgerluchtvaart (turboprops en turbofan aangedreven vliegtuigen met maximaal opstijggewicht van minder dan 6.000 kg) en militaire luchtvaart.

In Nederland zijn op 27 locaties terreinen aangewezen waar vliegtuigen mogen opstijgen en/of landen. Een deel van deze terreinen kent een gemengd gebruik. Op Schiphol betreft het vrijwel uitsluitend grote burgerluchtvaart. Rotterdam, Maastricht, Eelde en Lelystad kennen een groot aantal bewegingen in de categorie 'kleine burgerluchtvaart'. Echter met name op Rotterdam, Maastricht en Eelde is ook een aanzienlijk deel grote burgerluchtvaart.

Terreinen nabij Leeuwarden, Enschede (Twenthe), Volkel, Den Helder (De Kooy), Leiden (Valkenburg), Soesterberg, Woensdrecht, Gilze-Rijen, Deelen, Eindhoven en de Peel zijn aangewezen voor de uitvoering van militaire luchtvaart. Daarbij kennen de luchthavens Twenthe, Eindhoven, Valkenburg en De Kooy civiel medegebruik. Op deze luchthavens vindt naast militaire luchtvaart ook grote en kleine burgerluchtvaart plaats. Een elftal zogenaamde 'groene' terreinen wordt uitsluitend gebruikt voor kleine burgerluchtvaart.

Al naar gelang de omvang en het soort vliegverkeer van en naar deze terreinen wordt het gebied rondom de luchthaven in meer of mindere mate belast met luchtvaartgeluid. Echter ook gebieden daarbuiten worden (meer incidenteel) belast met het geluid van vliegverkeer. Dit kan worden veroorzaakt door zogenaamde overland vluchten (van ene naar andere terrein over 'vaste' routes), militaire oefeningen boven terreinen of over routes die daarvoor zijn aangewezen dan wel door het vliegverkeer op net over de grens gelegen (militaire) luchtvaartterreinen.

In de MV5 is gekeken naar de geluidbelasting rondom de genoemde luchthavens en terreinen. Vanwege het 'slapende' karakter van de luchtmachtbasis de Peel en de zeer geringe starts en landingen op het militaire terrein nabij Deelen zijn deze terreinen niet beschouwd. Vanwege het ontbreken van gegevens over het 'groene' terrein nabij Drachten is ook dit terrein niet beschouwd. Van de militaire oefenroutes zijn alleen de twee in het noordoosten van het land gelegen laagvliegroutes voor jachtvliegtuigen beschouwd.

4.1 Scenario's

Voor de omvang van het luchtvervoer is uitgegaan van beide economische scenario's (EC en GC). Deze scenario's zijn al eerder vertaald naar een ontwikkeling van de omvang van het luchtvervoer over de periode 1995-2020 (zie Tabel 4.1-1). In de scenario's wordt niet aangegeven hoe passagiersaantallen en tonnen vracht zijn verdeeld over de nationale luchthaven Schiphol en de genoemde regionale luchthavens. Ook is niet bekend met welke luchtvloot en met welke aantallen vliegtuigen, het vervoer gerealiseerd zal worden.

Tabel 4.1-1 Verwachte omvang luchtvervoer in Nederland (1995-2020)

Jaar	Passagiers (miljoenen)		Vracht (miljoenen tonnen)	
1995	25		1,0	
	GC	EC	GC	EC
2000	39	34	1,8	1,7
2010	64	51	3,5	2,9
2020	97	70	5,1	4,6

Voor de bepaling van de ontwikkeling van de luchtvloot is gebruik gemaakt van het RIVM-model PROLIN (Ref. 7). Dit model gaat uit van de vervoersvolumina uit Tabel 4.1-1 en bepaalt aan de hand van een verdeling van het verkeer over verschillende mondiale regio's, de toekomstige omvang en de samenstelling van de Schipholvloot. Het resultaat is weergegeven in Tabel 4.1-2.

Het PROLIN-model komt tot hogere aantallen vliegbewegingen dan is becijferd met een luchtvaartmodel van de Rijksluchtvaartdienst (Ref. 1). Aan de PROLIN-aantallen is echter vastgehouden om consistent te kunnen blijven met de vlootsamenstelling. Alleen op basis van aantallen én de vlootsamenstelling kan de geluidbelasting worden berekend. Door het gebruik van PROLIN is de geluidbelasting per vliegbeweging lager dan die geweest zou zijn op basis van de vloot die past bij de 'RLD-aantallen'. Of dit per saldo ongunstiger is voor de totale geluidbelasting op de grond hangt af van de fractie vrachtluchten, de afstand tot de luchthaven en het feit of de totale geluidbelasting op een locatie met name door startende of door landende vliegtuigen wordt bepaald. Het effect op de totale geluidbelasting van dit hogere aantal vliegbewegingen is in alle zichtjaren en scenario's echter kleiner dan de bandbreedtes die resulteren uit het gebruik van verschillende veronderstellingen ten aanzien van het stiller worden van de vloot.

Tabel 4.1-2 Verwachte ontwikkeling vliegbewegingen Schiphol op basis van PROLIN

Jaar	EC				GC			
	Passagiers (mln.)	Vracht (mln. ton)	Bewegingen	PAX ¹	Passagiers (mln.)	Vracht (mln. ton)	Bewegingen	PAX ¹
1995	25	1,0	305.000	115	25	1,0	305.000	115
2010	51	2,9	577.000	139	64	3,5	758.000	131
2020	70	4,6	759.000	153	97	5,1	1.060.000	140
2030	100	7,8	1.050.000	170	158	8,7	1.590.000	154

¹ gemiddeld aantal passagiersequivalenten per vliegbeweging (1 passagier = 100 kg vracht = 1 PAX)

Vanwege het feit dat uit een eerste, ruwe afchatting bleek dat de ontwikkeling van de geluidbelasting rond Schiphol relatief sterk afhankelijk is van het economische scenario, is voor deze luchthaven zowel het GC als het EC scenario beschouwd.

Voor de regionale luchthavens is alleen gewerkt met het EC-scenario. Ook geldt dat voor deze luchthavens geen naar aantallen bewegingen, passagiers en tonnen vracht gedifferentieerde opsplitsing kon worden berekend. Voor de regionale luchthavens is daarom gewerkt met de (relatieve) toename in het aantal bewegingen uit Tabel 4.1-2.

4.2 Uitgangspunten beleid

4.2.1 Schiphol

Voor de beoordeling van Schiphol vormt de Planologische Kernbeslissing Schiphol en Omgeving (PKB, 1995) de basis. Deze PKB bespreekt de gevolgen van de uitbreiding van Schiphol in 2003 met een extra, vijfde, baan. Tot deze uitbreiding is begin jaren negentig besloten en is gericht op de accommodatie van de (destijds, vóór 1995) verwachte groei onder het gelijktijdig terugdringen van de overlast voor de omgeving. Om dit te bereiken zijn in de PKB de te stellen grenzen aan de milieubelasting aangegeven. Het gaat hierbij voor wat betreft geluid om een maximaal aantal hoogbelaste woningen in de directe omgeving en een maximaal aantal ernstig gehinderden in de ruimere omgeving van Schiphol.

Bij de vaststelling van de PKB werd uitgegaan van een groei met maximaal 6.000 bewegingen per jaar tot een totaal aantal van 440.000 in 2015. Vanaf begin jaren 90 was er echter een aanzienlijk hogere groei. Om overschrijding van de (huidige) milieunorm tegen te gaan, werd daarom in 1997 besloten om tot 2003 een jaarlijkse toename in het aantal bewegingen met 20.000 bewegingen toe te staan. Bij de ingebruikname van de vijfde baan zou het totale aantal dan maximaal 460.000 bewegingen mogen bedragen. Ondanks deze verruiming wordt nog steeds vastgehouden aan de milieurandvoorwaarden uit de PKB. Dit is gebeurd omdat niet alleen de groeiprognoses flink (naar boven) zijn bijgesteld maar tevens de verwachtingen ten aanzien van het stiller worden van de vloot.

Niet onbelangrijk is dat de huidige groeiprognoses al op de middellange termijn (2010-2020) aanleiding geven tot een fysieke beperking. Op het vijfbanenstelsel kunnen jaarlijks maximaal circa 600.000 – 700.000 bewegingen worden afgehandeld.

In de MV5 is er voor wat betreft Schiphol voor gekozen om allereerst de milieuruimte te schetsen die de PKB biedt. Vanwege de grote vraag naar luchtvaart is daarnaast gekeken naar de situatie waarin de milieunormen worden verruimd, zodanig dat een groter deel van de vraag kan worden geaccommodeerd. Hierbij is de fysieke capaciteit van het vijfbanenstelsel gehanteerd als een ‘harde rem’ op het maximale aantal bewegingen.

Tot slot zij vermeld dat het RIVM in 1998 een studie heeft uitgevoerd naar de groeimogelijkheden van Schiphol binnen de PKB-normen voor geluid, luchtverontreiniging en externe veiligheid (Ref. 8). Er is toen geconcludeerd dat bij de huidige ontwikkeling van de vloot, in 2010 circa 450.000 bewegingen kunnen worden geaccommodeerd binnen de PKB-norm voor geluid (“maximaal 10.000 woningen binnen 35 Ke”). Bij een maximale inzet van ‘stille’ technologie kan in 2010 een aantal van circa 520.000 bewegingen worden bereikt. Ook is destijds de geluidbelasting vastgesteld die hoort bij de norm. Vanwege het feit dat de milieuruimte hierbij volledig wordt opgevuld, is deze geluidbelasting als constant in de tijd verondersteld.

4.2.2 Regionale luchthavens

Belangrijk voor de beoordeling van de situatie rond de regionale luchthavens is het besluit dat de regionale velden geen overloopfunctie voor Schiphol zullen vervullen (Ref. 9). In het, tegen het eind van 1999 verschenen Structuurschema Regionale en Kleine Luchthavens (SRKL, Ref. 10) staan de beleidsvoornemens explicieter beschreven. Zo wordt aangegeven dat de besluitvorming over de kleine en regionale velden wordt “gedecentraliseerd naar de provincies, waarbij het Rijk de milieuruimte bevriest op het huidige niveau”.

Om verschillende redenen zijn de uitgangspunten van de SRKL in eerste instantie niet overgenomen. De voornaamste is dat de SRKL nog te open is op het punt van de (omvang van de) milieuruimte die wordt bevroren. Rond een aantal luchthavens lopen nog aanwijzingen, dan wel zijn maatregelen om de overlast te beperken, door de rechter verworpen (Rotterdam). Daarbij komt dat de SKRL pas na 1 januari 2000, op 30 maart, door de minister van Verkeer en Waterstaat is aangeboden aan de Tweede Kamer.

In de MV5 is gekozen voor een relatief eenvoudige, uniforme benadering van de genoemde regionale luchthavens. Dit is gebeurd door te kijken naar de situatie die ontstaat als de groei die volgt uit het EC-scenario, wordt geacommodeerd. Hierbij kan in tegenstelling tot Schiphol, niet exact worden aangegeven hoeveel vluchten nog binnen de norm (geluidszone) geacommodeerd kunnen worden, noch wat de geluidbelasting (in de wijde omgeving van de luchthavens) is die hoort bij dit aantal. Gelet op de omvang van de verwachte groei, zal echter op geen enkele luchthaven aan de huidige of toekomstige geluidsnormen kunnen worden voldaan. Op deze ‘worst case’ benadering en het beleidsvoornemen om de milieuruimte te bevroren op het huidige niveau, is in de hoofdtekst van de MV5 geweest.

4.2.3 Militaire luchtvaart

Ten aanzien van de militaire luchtvaart is voor de gehele periode tot 2030 een gelijkblijvend aantal bewegingen verondersteld. Met de in de Defensienota 2000 (Ref. 11) aangegeven vermindering van het aantal F16's op de luchtmachtbasis Volkel met één squadron is aldus geen rekening gehouden.

4.2.4 Terreinen voor kleine burgerluchtvaart

De kleine burgerluchtvaart is beoordeeld tegen de doelstelling van de –3 BKL-wet (Ref. 12). In deze wet is vastgelegd dat de zones rond de terreinen voor de kleine burgerluchtvaart per 1-1-2000 met 3 BKL (=3 dB(A)) verlaagd worden. Hierbij is de verwachting uitgesproken dat daarmee de geluidhinder rond deze terreinen tot een verwaarloosbaar niveau zal zijn teruggedrongen.

4.3 Emissies

De totale akoestische emissie van een luchtvloot wordt bepaald door het aantal bewegingen en de gemiddelde emissie per vliegtuig (verder: “vlootgemiddelde emissie”). De vlootgemiddelde emissie hangt sterk samen met de gemiddelde grootte van de vliegtuigen. Echter ook de gemiddelde leeftijd van de vloot speelt een belangrijke rol. De wijze waarop de

huidige en toekomstige emissie van de Schipholvloot is bepaald, wordt beschreven in Ref. 1.

Om de totale verandering in de emissie, ΔE_{totaal} , te krijgen, dient de toename die veroorzaakt wordt door de stijging in het aantal bewegingen, N , te worden opgeteld bij ontwikkeling van de vlootgemiddelde emissies, ΔE_{vloot} . Bij gebruik van een equivalente (LA_{eq}) maat voor de geluidbelasting volgt de totale verandering in de emissie uit:

$$\Delta E_{\text{totaal}} = \Delta E_{\text{vloot}} + 10 \cdot \log \left(\frac{N_{2000+}}{N_{\text{basisjaar}}} \right) \quad (2).$$

De toename in de emissie die uitsluitend het gevolg is van de groei in het aantal bewegingen, is weergegeven in Tabel 4.3-1. Hierbij is gebruik gemaakt van de ontwikkeling van het aantal bewegingen zoals weergegeven in Tabel 4.1-2.

Tabel 4.3-1 Toename emissie ten opzicht van 1995, enkel door groei aantal vliegtuigbewegingen (in dB(A))

Jaar	EC	GC
2010	+2.8	+4.0
2020	+4.0	+5.4
2030	+5.1	+6.7

De waarden in Tabel 4.3-1 zijn alleen van toepassing indien de verdeling van de vluchten over het etmaal niet verandert. Deze verdeling verschilt per luchthaven en is in de toekomst mede afhankelijk van de maximale uurcapaciteit van het banenstelsel van een luchthaven. Onderstaand wordt apart voor Schiphol, de regionale luchthavens, de militaire luchtvaart en de kleine velden, nader ingegaan op de ontwikkeling van de vlootgemiddelde emissies en op de verdeling van de vluchten over het etmaal.

4.3.1 Schiphol

De ontwikkeling van de gemiddelde emissie van de Schipholvloot is bepaald aan de hand van gegevens over de leeftijd en de emissie van de vliegtuigen die de huidige vloot opmaken, een veronderstelling over het tempo waarin oudere vliegtuigen worden vervangen en een naar grootte-klasse gedifferentieerde groei van de omvang van de vloot. Vanwege de grote invloed van de mate waarin toekomstige vliegtuigen ‘stiller’ zullen zijn dan de huidige, is hierbij gewerkt met een tweetal veronderstellingen t.a.v. de technologie-ontwikkeling. Bovendien is vanwege het (historische) verschil tussen de afname van de geluidemissies van vliegtuigen in de start- en landingsconfiguratie, ook met een verschillende ontwikkeling van de emissie van vliegtuigen tijdens start en nadering rekening gehouden. Deze aanpak is in belangrijke mate gemotiveerd om reden van consistentie met de in 1998 uitgevoerde studie naar de groeimogelijkheden van Schiphol (Ref. 8).

In de MV5 zijn t.o.v. deze studie, nieuwe gegevens over de samenstelling van de vloot gebruikt. Details over de wijze waarop de ontwikkeling van de vlootgemiddelde emissie is bepaald, zijn gegeven in Ref. 1.

De resultaten voor de ontwikkeling van de gemiddelde emissie van de Schipholvloot staan vermeld in Tabel 4.3-2. Uit de tabel blijkt dat de verschillen in vlootgemiddelde emissie tussen het EC en GC scenario, slechts gering zijn ten opzichte van de verschillen die worden veroorzaakt door de aannames over de techniek dan wel de configuratie.

Voor wat betreft Schiphol, wordt tussen 2010 (GC) en 2020 (EC) de maximale uurcapaciteit van het 5P-stelsel gedurende grote delen van de dag en avond bereikt. Vanwege de rekenkundige ophoging van de bewegingen die tijdens de avond- en nachtperiode plaatsvinden, heeft het bereiken van de maximale capaciteit gedurende de dag- en avonduren grote invloed op de berekende geluidbelasting.

Tabel 4.3-2 Afname vlootgemiddelde emissie Schiphol vanaf 1997 (in dB(A))

Economie	Techniek	Configuratie	2010	2020	2030
EC	Laag	Start	1.9	2.1	1.9
		Landing	0.5	0.5	0.4
EC	Hoog	Start	2.3	3.4	4.2
		Landing	0.9	1.8	2.6
GC	Laag	Start	2.0	2.2	2.0
		Landing	0.5	0.5	0.4
GC	Hoog	Start	2.4	3.4	4.3
		Landing	0.9	1.8	2.7

De werkwijze die is gehanteerd bij de verdeling van het totale aantallen bewegingen over de etmaalperiodes is als volgt:

- i) Tot aan het bereiken van fysieke capaciteit van het 5P-stelsel tijdens de dag- en avondperiode (bijna 700.000 bewegingen), is uitgegaan van een aantal van 40.000 nachtvluchten. De resterende vluchten zijn over de dag- en avondperiode naar verhouding hetzelfde verdeeld als in de TNLI berekening.
- ii) Na het bereiken van het fysieke plafond van 700.000 bewegingen is gewerkt met een tweetal deelscenario's. In het ene deelscenario is geen verdere groei en blijft de verdeling van het aantal vluchten gelijk aan de verdeling tijdens het bereiken van het fysieke plafond. In het andere deelscenario wordt de verdere groei geaccommodeerd in de nachtperiode.
- iii) In zowel het EC als het GC scenario biedt ook de volledige benutting van de capaciteit tijdens de nacht, nog niet voldoende ruimte voor volledige accommodatie van de verwachte vraag. Na het bereiken van het totale fysieke plafond (circa 1.000.000 bewegingen) is daarom wederom gewerkt met een tweetal deelscenario's. In het ene deelscenario is geen verdere groei en blijft de verdeling van het aantal vluchten gelijk aan de verdeling tijdens het bereiken van het totale fysieke plafond. In het andere deelscenario worden alle bewegingen

geacommodeerd en in gelijke mate over alle uren van het etmaal verdeeld. Deze laatste situatie kan alleen worden gerealiseerd als de maximale zijwindlimieten en de separatietijden tussen bewegingen, worden verruimd ten opzichte van de veronderstellingen in de TNLI berekening.

De wijze waarop de totale aantallen bewegingen zoals genoemd in Tabel 4.1-2, zijn verdeeld over de etmaalperiodes, staat weergegeven in Tabel 4.3-3 en Tabel 4.3-4. In 1997 vonden er circa 275.000, 65.000 en ruim 10.000 bewegingen plaats in de dag-, avond- respectievelijk de nachtperiode.

Er dient te worden aangetekend dat een doorgroei tot een aantal bewegingen dat ruim boven de fysieke capaciteit overdag ligt, onwaarschijnlijk wordt geacht. Deze deelscenario's zijn hier doorgerekend om i) de geluidbelasting aan te geven die kan ontstaan als het gebruik van de luchthaven tijdens de nacht wordt verruimd, en ii) deze situatie (later) te kunnen afzetten tegen de mogelijkheden die uitbreiding van de fysieke capaciteit biedt.

Tabel 4.3-3 Aantallen bewegingen per etmaalperiode bij EC scenario (x1000)

Jaar	Wijze van accommodatie van vraag			Tot aan fysieke plafond			Tot aan totale fysieke plafond			Geen fysiek plafond		
	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
2010	417	130	40									
2017	500	170	40									
2020	500	170	40	500	170	90						
2030	500	170	40	500	170	330	520	180	350			

Tabel 4.3-4 Aantallen bewegingen per etmaalperiode bij GC scenario (x1000)

Jaar	Wijze van accommodatie van vraag			Tot aan fysieke plafond			Tot aan totale fysieke plafond			Geen fysiek plafond		
	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
2008	500	170	40									
2010	500	170	40	500	170	90						
2018	500	170	40	500	170	330						
2020	500	170	40	500	170	330	530	180	350			
2030	500	170	40	500	170	330	800	270	520			

4.3.2 Regionale luchthavens

Voor de vlootgemiddelde emissie zijn voor elk zichtjaar de laagste en hoogste waarde van het EC scenario uit Tabel 4.3-1 genomen. Impliciet wordt hiermee verondersteld dat de ontwikkeling in de samenstelling van de vloot op de luchthavens vergelijkbaar zal zijn met de ontwikkeling op Schiphol. Het resultaat staat weergegeven in Tabel 4.3-5.

Tabel 4.3-5 Afname vlootgemiddelde emissie regionale luchthavens vanaf 1995 (in dB(A))

	2010	2020	2030
Bovengrens	0.5	0.5	0.4
Ondergrens	2.3	3.5	4.2

4.3.3 Militaire luchtvaart

Voor de militaire luchtvloot is een constante emissie verondersteld. Al eerder is aangegeven dat ook het aantal bewegingen constant is verondersteld.

4.3.4 Terreinen voor kleine burgerluchtvaart

Voor de kleine burgerluchtvaart is aangenomen dat de geluidbelasting na 2000 op de huidige zone met 3 dB(A) zal afnemen. In de praktijk zal dit voor een groot deel worden gerealiseerd door de vlootgemiddelde emissie te reduceren.

4.4 Uitwerking

Om te komen tot een prognose van de ontwikkeling van de geluidbelasting rond luchthavens is gebruik gemaakt van gegevens over de ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting rondom de luchthavens. Deze verdelingen zijn generiek opgehoogd met de waarden voor de verandering van de totale emissie.

4.4.1 Schiphol

Vanwege het feit dat de ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting rond Schiphol na de ingebruikname van de vijfde baan in 2003 belangrijk zal wijzigen, is gebruik gemaakt van een tweetal berekeningen.

Voor de bepaling van de huidige geluidbelasting rond Schiphol is gebruik gemaakt van de jaarberekening over 1998. Deze jaarberekening is in het kader van de Milieubalans voor 1999 geleverd door het NLR (Ref. 13). Het betreft de belasting in de geluidmaat LAeq voor de drie eerdergenoemde etmaalperiodes, op een studiegebied van circa 52x53 km². Vanwege het feit dat in de MV5 1995 als referentiejaar wordt gehanteerd, is gecorrigeerd voor de ontwikkeling van de geluidbelasting over de periode 1995 – 1998. Dit is gebeurd aan de hand van gegevens over de geluidbelasting in de geluidmaat Kosteneenheid.

Voor de bepaling van de toekomstige geluidbelasting is gebruik gemaakt van een berekening aan het 5P-stelsel voor 2010 die eerder in het kader van TNLI in 1998 is uitgevoerd. Ten behoeve van TNLI is destijds door diverse deskundigen (van KLM, RLD, NLR en AAS) in relatief groot detail gekeken naar alle aspecten van het luchthavengebruik (vlootomvang en –samenstelling, route structuur, land en luchtzijdige afhandeling) die van invloed zijn op de geluidbelasting in de omgeving van de luchthaven (Ref. 14). In deze berekening is een totaal aantal bewegingen van 590.000 beschouwd: 420.000 overdag, 130.000 ‘s avonds en ruim 40.000 ‘s nachts.

Voor de MV5 is door het NLR de geluidbelasting rond Schiphol met de TNLI invoersset opnieuw berekend in de equivalente geluidmaat LAeq. De berekening is uitgevoerd op een zo groot mogelijk studiegebied. De maximale omvang van dit gebied (84,5x83,5 km²) wordt bepaald door de lengte van de beschikbare routes (Ref. 15).

De geluidbelasting is hierbij wederom apart uitgerekend voor de etmaalperiodes dag (7-19 u), avond (19-23) en nacht (23-7). Deze opsplitsing van de geluidbelasting over de etmaalperiodes biedt de mogelijkheid om rekening te houden met een verandering in de verdeling van de bewegingen over de etmaalperiodes.

T.a.v. de introductie van ‘stille’ technologie, is de vlootgemiddelde emissie vergeleken met de gemiddelde emissie van de Schipholvloot in 1997. De wijze waarop dit is gebeurd wordt beschreven in Ref. 1. Hieruit blijkt dat in de TNLI-vloot voor 2010 een afname van de gemiddelde emissie ter grootte van 3,0 en 1,2 dB(A) is aangenomen voor startende respectievelijk landende vliegtuigen. Vergelijking met Tabel 4.3-2 leert dat in het TNLI-scenario aldus een 0,6 tot 1,1 dB(A), respectievelijk 0,3 tot 0,7 dB(A) gunstigere ontwikkeling van de vlootemissie is verondersteld dan in de MV5.

Door de NLR berekening op te hogen met 3,0 respectievelijk 1,2 dB(A), is de NLR berekening gecorrigeerd voor de (impliciete) TNLI verwachting over de ontwikkeling van de emissies. Vervolgens zijn de MV5 veronderstellingen ingebracht door het resultaat te verlagen met waarden uit Tabel 4.3-2. Tot slot is, per etmaalperiode, gecorrigeerd voor het verschil in het aantal bewegingen. Per periode volgt zodoende voor de geluidbelasting, B:

$$B = B_{TNLI} + \Delta E_{TNLI-vloot} - \Delta E_{RIVM-vloot} + 10 \cdot \log \left(\frac{N_{2000+}}{N_{TNLI}} \right) \quad (3).$$

Voor Schiphol is daarnaast gekeken naar de situatie die ontstaat als de norm voor de geluidblootstelling in de directe omgeving van de luchthaven wordt gehandhaafd die in de PKB voor de periode na 2003 is gesteld. De ruimte die de PKB norm van “maximaal 10.000 woningen binnen 35 Ke” biedt, is vorig jaar door het RIVM berekend (Ref. 8).

Met de ontwikkeling van de vlootemissie voor MV5, kunnen in 2010 tussen 390.000 (MV5 1,1 dB(A) ongunstiger dan TNLI) tot 450.000 (MV5 0,3 dB(A) ongunstiger dan TNLI) bewegingen binnen deze norm worden geacommodeerd. Voor 2020 ligt het aantal bewegingen dat past binnen de norm tussen de 400.000 en 520.000.

De aantallen die in 1998 werden ingeschat lagen voor 2010 tussen 350.000 en 520.000 en voor 2020 tussen 320.000 en 550.000 bewegingen (telkens op basis van autonome ontwikkeling). Deze ruimere marges worden verklaard door een grotere spreiding in de ontwikkeling van de vlootemissie in Ref. 8.

De geluidbelasting die past bij de geluidnorm is (gemiddeld over start en landing) circa 1,5 dB(A) lager dan de geluidbelasting van de TNLI berekening.

$$B_{PKB-norm} = B_{TNLI} - 1,5 \quad (4).$$

4.4.2 Regionale luchthavens

Voor de bepaling van de geluidbelasting rond de regionale luchthavens Rotterdam en Maastricht zijn de jaarberekeningen in Kosteneenheden op studiegebieden van ruim 40x30 km² rond deze luchthavens gebruikt. Deze zijn door het NLR geleverd.

Voor een exacte omrekening naar equivalente (LA_{eq}) waarden is voor deze luchthavens onvoldoende informatie over het luchthavengebruik beschikbaar. Om toch te komen tot LA_{eq} waarden is gebruik gemaakt van een aangepaste (van de LBV standaard afwijkende) omrekeningsformules (Ref. 16). Deze omrekeningsformule volgt uit een vergelijking van Ke en L_{den} contouren waaruit is gebleken dat de 35 Ke contour, qua oppervlakte en vorm, 'het meest lijkt' op de 58 dB(A) L_{den} contour. De omrekeningsformule luidt:

$$L_{den} = 0,5B + 41 \quad (5).$$

De ontwikkeling van de geluidbelasting is berekend aan de hand van vergelijking 2. Hierbij is gebruik gemaakt van de emissietoename ten gevolge van de groei in het aantal bewegingen zoals weergegeven in Tabel 4.3-1 en van de afname van de gemiddelde vlootemissie zoals weergegeven in Tabel 4.3-5. Impliciet is aangenomen dat er geen verschuiving van vluchten van de dag- naar de nachtperiode zal plaatsvinden.

De totale geluidbelasting door de regionale luchtvaart op de luchthavens Rotterdam, Maastricht, Eelde en Lelystad is berekend door de waarden zoals die voor Rotterdam en Maastricht zijn bepaald, op te schalen op basis van het aantal bewegingen dat op deze luchthavens wordt uitgevoerd met 'grote' vliegtuigen ('jets' en 'props met MTOW>6 ton').

$$B_{totaal} = B_{(MST + RDM)} \times \frac{N_{totaal}}{N_{MST + RDM}} \quad (6).$$

De verhouding van het totale aantal bewegingen en het aantal bewegingen op Maastricht en Rotterdam in de categorie 'grote burgerluchtvaart', bedraagt ongeveer 1,1.

Voor de presentatie van de geluidbelasting op de kaart zijn de Ke contouren van Eelde en de BKL contouren van Lelystad gebruikt. Voor de omrekening van de Ke waarden is gebruik gemaakt van vergelijking 5. Voor de omrekening van de BKL waarden is uitgegaan van de LBV standaard omrekeningsformule:

$$L_{den} = BKL - 7 \quad (7).$$

4.4.3 Militaire luchtvaart

Van de militaire luchthavens zijn alleen de jaarberekeningen over 1998 in Kosteneenheden beschikbaar. Deze berekeningen hebben betrekking op het gebied in de directe omgeving van een luchthaven en worden gemaakt in het kader van de beoordeling van de geluidbelasting rond luchtvaartterreinen conform de Luchtvaartwet. De resultaten van de jaarberekeningen

worden getoetst aan de vastgestelde zones rond de terreinen.

De jaarberekeningen zijn niet bedoeld om een compleet beeld te geven van de geluidbelasting rondom een terrein. Afhankelijk van de omvang en het soort vliegverkeer leidt het gebruik van de jaarberekeningen dan ook tot onderschatting van de totale geluidbelasting en geluidhinder. Om voor de belangrijkste terreinen te kunnen komen tot een completer beeld van de geluidbelasting in de bredere omgeving is met het Amerikaanse Integrated Noise Model (INM, versie 5.1, Ref. 17) gerekend aan een drietal terreinen en aan twee laagvliegroutes in het noordoosten van Nederland. De methodiek die hierbij is toegepast is eerder ontwikkeld en beschreven in Ref. 18. In volgende paragrafen wordt de toepassing binnen MV5 beschreven.

Voor de overige luchthavens is uitgegaan van de jaarberekening. De Ke-waarden voor de geluidbelasting zijn hierbij omgerekend in *L_{Aeq}* waarden volgens vergelijking 5.

4.4.3.1 Selectie van terreinen voor berekening met INM

Een berekening met het INM model vereist, net als alle andere modellen voor luchtvaartlawaai, relatief gedifferentieerde informatie over de vliegtypes waarmee wordt gevlogen, de start- en landingsprocedures en –routes. Deze gegevens zijn voor militaire luchtvaart, niet openbaar. Vanwege het ontbreken ervan is het niet mogelijk om de geluidbelasting rond alle terreinen met INM te berekenen. Bij selectie van de terreinen is gekeken naar de (vermoede) omvang van de geluidbelasting en de mate waarin het luchthavengebruik bij benadering kan worden afgeschat. De omvang van de geluidbelasting is hierbij afgeleid uit het aantal vliegtuigen en de vliegtuigtypes die op de bases bij de terreinen zijn gestationeerd. Er blijkt dan dat de bijdrage van het terrein nabij Woensdrecht zeer gering zal zijn aangezien hier alleen kleine (opleidings)vliegtuigen (Pilatus PC-7) zijn gestationeerd. In iets mindere mate geldt dit voor Valkenburg (13 Lockheed Orion P-3C) en Eindhoven (2 C-130H30 Hercules, 2 KDC10, 4 Fokker 60, 2 Fokker 50 en 1 Gulfstream IV). Deze terreinen zijn om deze reden niet geselecteerd. Voor het terrein nabij Eindhoven geldt bovendien dat het terrein civiel medegebruik kent, waardoor het lastig is om een schatting te maken van het aantal militaire vluchten.

Anderzijds zullen de bases Leeuwarden (36 F16 en drie helikopters), Twenthe (36 F16) en Volkel (48 F16) relatief veel overlast veroorzaken. Op de bases Gilze-Rijen, Soesterberg en De Kooy (nabij Den Helder) zijn helikopters gestationeerd (respectievelijk 12 AH-64 A Apaches plus 30 AH-64 D Apaches plus 27 Bolkow 105, 13 CH47 D Chinooks plus 8 Alouettes 3 plus 17 Cougars MK2 en 22 SH 14D Westland Lynx). Het gebruik van helikopterterreinen is eveneens lastig in te schatten. Helikopters hebben immers veel meer dan vaste-vleugeltoestellen de mogelijkheid om het overvliegen van woonbebouwing te vermijden. De helikopterbases zijn dan ook niet geselecteerd om de praktische reden dat niet bekend is, en ook niet met redelijke zekerheid kan worden afgeschat, van welke routes de helikopters in de nabijheid van de bases, gebruik maken.

Wat betreft de laagvliegroutes en de gebieden waar wordt geoefend, is eveneens gekeken

naar de aantallen vluchten en naar de vliegtuigtypes waar deze oefenvluchten mee worden uitgevoerd. Dit heeft geleid tot de selectie van twee laagvliegroutes voor straalvliegtuigen en luchtvaarttuigen anders dan helikopters en opleidingspropellervliegtuigen. Deze routes lopen over de provincies Groningen, Friesland, Drenthe, Overijssel en Gelderland. Het maximaal toegestane aantal vluchten per jaar bedraagt 2000. De minimum toegestane vlieghoogte is 75 meter (Ref. 19).

4.4.3.2 Werkwijze

Om met INM een afschatting te kunnen maken van de geluidbelasting rond de geselecteerde militaire terreinen en laagvliegroutes, heeft het RIVM bij het NLR recente jaarberekeningen (1998) opgevraagd. Hiervoor heeft het RIVM aan het ministerie van Defensie toestemming gevraagd. Door het ministerie van Defensie is aangegeven dat de geluidcontouren tot een geluidbelasting van 35 Ke voor het RIVM beschikbaar mogen worden gesteld (Ref. 20). De contouren uit de jaarberekeningen zijn in eerste instantie gebruikt om de routes en de verdeling van het verkeer te modelleren en vervolgens om de met INM berekende geluidbelasting in absolute zin te ijken op de jaarwaarden.

Voor de modellering van de routes zijn de contouren beschouwd in relatie tot de ligging van banen en bebouwing. In het bijzonder is gekeken naar asymmetrie in de contour ten opzichte van (het verlengde van) de banen. Het optreden van asymmetrie is een indicatie voor het gebruik van gekromde uitvliegroutes ter vermindering van het overvliegen van bebouwing. In het geval van Leeuwarden (aan zuidwestkant) en Twente (aan noordoostkant) is enige asymmetrie in de contouren zichtbaar. Voor de INM-berekening zijn voor deze luchthavens, naast de rechte hoofdroutes, een gekromde route op de hoofdbaan, dan wel een uitvliegroute op de secundaire baan, in de richting waar de contouren breder zijn, gemodelleerd.

Vervolgens zijn met verschillende verkeersfracties op de routes, berekeningen uitgevoerd om te onderzoeken of de asymmetrische vorm in de contouren kan worden nagerekend.

Het INM beschikt niet over de mogelijkheid om de geluidbelasting in Kosteneenheden te berekenen. Daarom is gewerkt met de equivalente geluidmaat *Ldn* (INM 5.1 beschikt standaard niet over de mogelijkheid om in de geluidmaat *Lden* te rekenen). Ook hier speelt het probleem dat *Ke*- en *Ldn*-contouren niet gelijkvormig zijn. Er is dan ook gezocht naar een *best match*. Deze *best match* treedt op bij een fractie van minder dan (< 5%) van het verkeer op de extra, gekromde route dan wel op de route van de secundaire baan. Vanwege deze geringe fractie, is in alle gevallen gekozen voor één rechte aan- en uitvliegroute aan beide zijden van de (hoofd)baan.

Op dezelfde wijze is vervolgens de verdeling van het verkeer over de uit- en aanvliegroutes aan beide kanten van de hoofdbaan bepaald. Het resultaat staat weergegeven in Tabel 4.1-1

Tot slot is het aantal vluchten bepaald door de *Ke*-geluidbelasting in absolute zin gelijk te maken aan de met INM berekende *Ldn*-geluidbelasting. Hier speelt wederom het probleem dat een geluidbelasting in *Ke*'s niet kan worden omgerekend in een *Ldn*-geluidbelasting, zonder gedetailleerde gegevens over het luchthavengebruik. Voor de omrekening van 35 Ke in dB(A)'s is gebruik gemaakt van vergelijking 5. Hieruit volgt een waarde van 58,5 dB(A)

Lden. Onder de aanname dat alleen vluchten plaatsvinden in de dagperiode is 35 *Ke* gelijk gesteld aan 58,5 dB(A) *Ldn*.

Tabel 4.4-1 Verdeling verkeer over routes

Basis	Route	Aandeel (%)
Leeuwarden	Start naar ZW	90
	Landing uit ZW	10
	Start naar NO	10
	Landing uit NO	90
Twenthe	Start naar ZW	75
	Landing uit ZW	42
	Start naar NO	25
	Landing uit NO	58
Volkel	Start naar ZW	60
	Landing uit ZW	40
	Start naar NO	40
	Landing uit NO	60

Voor Leeuwarden, Twenthe en Volkel werd de beste overeenkomst gevonden tussen 35 *Ke* en 58,5 dB(A) contouren bij respectievelijk 28, 24 en 20 vliegbewegingen (één beweging is één start of één landing) per dag (gedurende alle dagen van het jaar) (oftewel ruim 10.000, bijna 9.000 respectievelijk 7300 bewegingen per jaar). In de figuren 3.4. zijn de resultaten van de INM-berekeningen weergegeven. In deze figuren zijn de grootste (buitenste) contouren de 35 *Ke* contouren uit de jaarberekening 1998. Het gebied met een INM-geluidbelasting die hoger is dan 58 dB(A) is donker (paars) weergegeven; op het lichte (witte) gebied ligt de geluidbelasting tussen de 40 en de 58 dB(A) *Lden*.

Er is getracht het in de berekening gebruikte aantal vluchten voor Leeuwarden en Twenthe te verifiëren bij de provincies Friesland en Overijssel. Met name door de provincie Overijssel kon een redelijke schatting worden gegeven van het aantal vluchten. Omdat op vrijdag vrijwel niet, en in de weekenden al helemaal niet wordt gevlogen, leidt het aantal van 12 dagelijkse vluchten tot een aantal van 21 op de dagen dat wel wordt gevlogen. Dit aantal komt goed overeen met het aantal dat door de provincie hiervoor werd ingeschat.

Voor de laagvliegroutes is gerekend met een jaarlijks aantal vluchten van 1000 en een vlieghoogte van 100 meter. Deze berekening is uitgevoerd voor een vlucht over een recht traject met voldoende lengte en zonder rekening te houden met spreiding ten opzichte van de nominale route. In de praktijk mag niet worden gevlogen buiten het gebied op meer dan 1 nautische mijl (ca. 1,8 km) afstand van de nominaal. Het berekende patroon van de geluidbelasting tot aan een waarde van 40 dB(A) *L_{24-uur}* (maat voor de beoordeling van stiltegebieden) is vervolgens over de gehele lengte van de beide laagvliegroutes geprojecteerd.

Tot slot zij vermeld dat bij de INM-berekeningen de standaard F16-profielen uit INM voor vlieghoogte en snelheid zijn gehanteerd. Het is waarschijnlijk dat de werkelijke gevlogen hoogtes en snelheden hiervan afwijken. Daarnaast is er geen rekening gehouden met (afwijkende) flapstanden en is het motorvermogen (de ‘*thrust setting*’) gekozen dat standaard is gesteld voor de F16A. Bij het opstijgen kan de F16 gebruik maken van zogenaamde *after-burner*. Dit levert een forse toename van de geluidemissie op. Omdat niet bekend is waar dat gebeurt, is de *after-burner* niet opgenomen in de berekeningen.

4.4.3.3 Totaalberekening

De geluidbelasting rond alle militaire luchthavens is geschat middels een opschaling van de geluidbelasting die is gevonden voor Leeuwarden, Twenthe en Volkel. Voor het geluidbelast oppervlak, A , is deze opschaling uitgevoerd op basis van oppervlakte(verhouding) van de 35 *Ke* contouren. Voor het totale aantal geluidbelaste woningen, W , is dit gebeurd op basis van de verhouding van de aantallen woningen binnen deze contouren.

$$A_{\text{totaal}} = A_{(LWD + TWT + VLK)} \times \frac{A_{35 \text{ Ke } _{\text{totaal}}}}{A_{35 \text{ Ke } _{LWD + TWT + VLK}}} \quad (8).$$

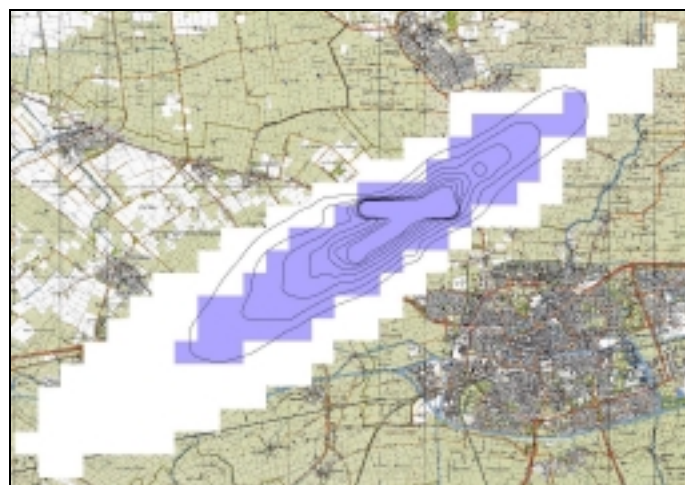
$$W_{\text{totaal}} = W_{(LWD + TWT + VLK)} \times \frac{W_{35 \text{ Ke } _{\text{totaal}}}}{W_{35 \text{ Ke } _{LWD + TWT + VLK}}} \quad (9).$$

De verhouding van de oppervlaktes van de 35 *Ke* contouren is circa 1,5. De verhouding van het aantal woningen circa 1,4. Het geluidbelast oppervlak en het aantal geluidbelaste woningen dat is berekend rond de noordelijke laagvliegroutes is bij deze totalen opgeteld.

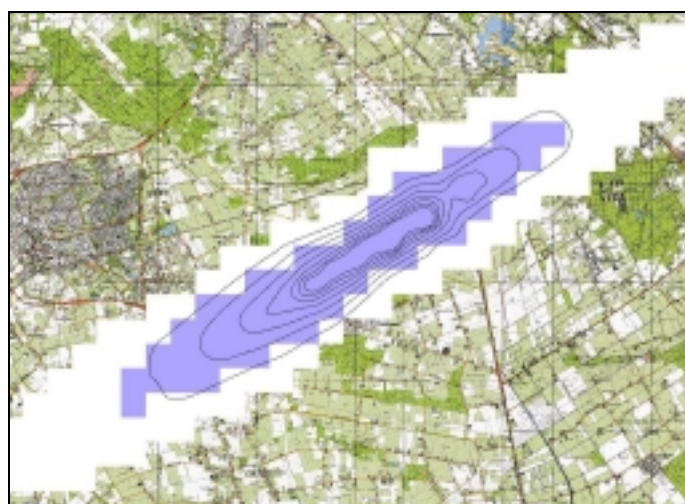
Vanwege het feit dat de vliegtuigen op de andere luchthavens, qua gebruik en qua geluidemissie, afwijken van de F16's op Leeuwarden, Twenthe en Volkel, is de berekening van de hinder (zie paragraaf 5.2.2) rond de overige militaire luchthavens beperkt tot het gebied binnen de 35 *Ke* contouren. De *Ke* waarden voor de geluidbelasting zijn hierbij op de eerder aangegeven (aangepaste) wijze omgerekend naar L_{etmaal} waarden (vergelijkingen 1 en 4). Voor de presentatie van de geluidbelasting op de kaart zijn de *Ke* contouren van de jaarberekeningen over 1998 van de luchtmachtterreinen Woensdrecht, Gilze Rijen, Soesterberg en Eindhoven en de 35 *Ke* zones van marinevliegkampen Valkenburg en De Kooy gebruikt. Deze zijn wederom op de eerder aangegeven wijze omgerekend naar L_{etmaal} waarden.



Figuur 4.4-1 Geluidsbelasting rond luchtmachtbasis Twenthe.



Figuur 4.4-2 Geluidsbelasting rond luchtmachtbasis Leeuwarden.



Figuur 4.4-3 Geluidsbelasting rond luchtmachtbasis Volkel

4.4.4 Terreinen voor kleine burgerluchtvaart

Voor de terreinen voor kleine burgerluchtvaart is gewerkt met eerder door het NLR aangeleverde *BKL* contouren. In alle gevallen betreft het slechts twee contouren (50 en 60 *BKL* contouren, ongeveer 46 en 56 dB(A) *L_{etmaal}*).

Voor de afschatting van de geluidbelasting en voor de presentatie op de kaart, zijn de contourwaarden op het gebied met een geluidbelasting groter dan 50 *BKL* omgerekend naar *L_{etmaal}* waarden volgens vergelijking 7. Het gebied binnen deze contouren is (net) te klein voor een compleet beeld van de hinder die optreedt rond deze terreinen.

Het aantal woningen binnen de huidige 50 *BKL* contouren is voor elk terrein apart bepaald. Voor de beoordeling van de effectiviteit van de verlaging van de zone waarde met 3 *BKL*, is tevens gekeken naar het aantal woningen binnen de (geïnterpoleerde) 53 *BKL* contour.

4.5 Resultaten luchtvaart

In dit hoofdstuk ontbreekt een beschrijving van de wijze waarop de ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting door luchtvaart is geaggregeerd tot indicatoren voor de ontwikkeling ervan. Deze beschrijving wordt voor alle bronnen en in samenhang met cumulatie van bronnen, beschreven in hoofdstuk 5.

Om in dit hoofdstuk de beschrijving voor luchtvaart volledig te maken zijn in Tabel 4.5-1 de belangrijkste indicatoren gegeven voor de ontwikkeling van de geluidbelasting en –hinder door luchtvaart. Voor de toekomstige jaren is hierbij de bandbreedte gegeven zoals die wordt ‘opgespannen’ door het scenario waarbij de PKB-doelstellingen voor geluid rond Schiphol worden gehaald en het scenario waarbij de vraag naar luchtvaart op Schiphol wordt geacommodeerd tot aan het aantal van 700.000 bewegingen.

Tabel 4.5-1 Ontwikkeling omvang en effecten geluidbelasting luchtvaart

	1995	2010	2020	2030
% oppervlak > 50 dB(A) Letmaal	7	5-8	5-8	5-8
% inwoners 51-65 dB(A) Letmaal	13	9-15	9-15	9-17
% inwoners > 65 dB(A) Letmaal	0,1	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2
% gehinderden	4	3-4	3-5	3-5
% ernstig gehinderden	0,8	0,5-0,9	0,5-1	0,5-1

Tot slot wordt onderstaand een samenvatting gegeven van hetgeen in de MV5 is opgemerkt ten aanzien van de ontwikkeling van de luchtvaart en de daarmee samenhangende geluidbelasting en –hinder:

Voor 2010 wordt ruim een verdubbeling van het aantal vliegtuigbewegingen ten opzichte van 1995 verwacht. Deze forse groei leidt tot een toename van de geluidbelasting door de luchtvaart, ook omdat het effect van de introductie van nieuwe, stillere vliegtuigtypes deels teniet wordt gedaan door het gebruik van grotere vliegtuigen die meer geluid produceren.

In de periode na 2010 zal de vraag naar luchtvervoer verder toenemen en in 2030 minimaal 4 maal groter zijn dan in 1995. Bij de huidige ontwikkeling van de vloot is de gemiddelde geluidemissie per vliegtuigbeweging dan maximaal 4 dB(A) lager.

De ontwikkeling van de geluidbelasting rond luchthavens is in belangrijke mate afhankelijk van de mate waarin beleidsvoornemens en -voorstellen voor 'nieuwe normen' worden uitgewerkt en gehandhaafd.

5 Vergelijking en aggregatie

In dit hoofdstuk wordt toegelicht op welke wijze de geluidbelasting van de verschillende bronnen vergelijkbaar is gemaakt en is samengebracht. Allereerst wordt de omrekening van verschillende geluidmaten in één geluidmaat toegelicht. Vervolgens wordt de aggregatie tot blootstellings- en effectindicatoren besproken.

5.1 Uniformering geluidmaten

In de wet Geluidhinder en de wet Milieubeheer wordt voor de beoordeling van weg- en railverkeerslawaai gebruik gemaakt van de geluidmaat L_{etmaal} . De L_{etmaal} is met name gekozen om een grens te kunnen stellen aan de (ernstige) geluidhinder en aan slaapverstoring.

Voor de L_{etmaal} -waarde geldt:

$$L_{etmaal} = \max(L_{dag}, L_{avond} + 5, L_{nacht} + 10) \quad (10),$$

waarbij L_{dag} , L_{avond} en L_{nacht} de zogenaamde equivalente niveaus zijn voor deze etmaalperiodes. Bij de berekening van een equivalent niveau wordt de totale energie-inhoud van alle geluidsgebeurtenissen gemiddeld over de berekeningsperiode. De eenheid waarin de waarde van alle equivalente niveaus wordt uitgedrukt is de decibel (dB). Met de eenheid dB(A) (“A-gewogen dB-niveau”) wordt aangegeven dat rekening is gehouden met het feit dat de gevoeligheid van het menselijk oor afhankelijk is van de toonhoogte (frequentie) van het geluid. In de L_{etmaal} wordt impliciet rekening gehouden met een groter effect van geluid op de mens in zijn woonomgeving (hinder en slaapverstoring) tijdens de avond- en nachtperiode. Dit gebeurt door het equivalente niveau voor de dag- en avondperiode op te hogen met 5 respectievelijk 10 dB(A).

In de geluidmaat L_{24-uur} , die in de MV5 is gebruikt voor de beoordeling van stiltegebieden vindt deze ophoging niet plaats. Deze geluidmaat weegt de bijdrage aan het totale niveau naar rato van duur van de etmaalperiode. Het niveau tijdens de dag (wanneer mensen verblijven in stiltegebieden) telt aldus net zo zwaar als de niveaus van de avond- en nachtperiode tezamen. Overigens is wettelijk (nog) geen geluidmaat vastgesteld voor de beoordeling van stiltegebieden. Voor L_{24-uur} geldt:

$$L_{24-uur} = 10 * \log\left(\left(\frac{1}{2} \cdot 10^{L_{dag}/10}\right) + \left(\frac{1}{6} \cdot 10^{L_{avond}/10}\right) + \left(\frac{1}{3} \cdot 10^{L_{nacht}/10}\right)\right) \quad (11).$$

In de methodiek voor de berekening van het weg- en railverkeersgeluid, wordt rekening gehouden met deze opdeling van het etmaal in periodes van 12, 4 respectievelijk 8 uur en worden, in een tussenstap van de berekening, L_{dag} , L_{avond} en L_{nacht} apart bepaald.

De L_{24-uur} -waarden zijn niet per weg- of spoorweg(vak) berekend. Dit is generiek gebeurd door uit te gaan van de L_{etmaal} -waarden.

Bij wegverkeer is dit gebeurd door deze met 5 dB(A) te verlagen. Bij railverkeer zijn de $L_{24\text{-uur}}$ -waarden afgeleid door 6 dB(A) van de etmaalwaarden af te trekken.

Zoals geschetst in het vorige hoofdstuk is de geluidbelasting van het vliegverkeer, afhankelijk van het 'type' luchthaven, bepaald in verschillende geluidmaten. Dit heeft te maken met het feit dat in de Luchtvaartwet afwijkende maten worden voorgeschreven. Een uitvoerige beschrijving van deze geluidmaten voert hier te ver. Belangrijk is dat met name de Kosteneenheid (Ke), belangrijk verschilt van de maten voor weg- en railverkeergeluid. In het vorige hoofdstuk is al aangegeven op welke wijze de Ke -waarde (voor de geluidbelasting rond regionale en militaire luchthavens), kan worden benaderd met een equivalente waarde, de $L_{\text{day-evening-night}}$ (de L_{den}).

De L_{den} is een combinatie van L_{etmaal} en $L_{24\text{-uur}}$. Alle drie de etmaalperiodes worden hierin beschouwd, waarbij de niveaus voor de avond- en nachtperiode worden opgehoogd (met 5 respectievelijk 10 dB(A)). De uitdrukking luidt:

$$L_{\text{den}} = 10 \cdot 10^{\log\left(\left(\frac{1}{2} \cdot 10^{L_{\text{dag}}/10}\right) + \left(\frac{1}{6} \cdot 10^{(L_{\text{avond}}+5)/10}\right) + \left(\frac{1}{3} \cdot 10^{(L_{\text{nacht}}+10)/10}\right)\right)} \quad (12).$$

Overigens zijn voor Schiphol de equivalente niveaus voor de etmaalperiodes (dag, avond en nacht) apart berekend waardoor de aangeduide omrekening niet nodig was.

Voor de omrekening van de L_{den} -waarden voor de geluidbelasting rond regionale en militaire luchthavens, de laagvliegroutes en *BKL* terreinen, is aangenomen dat alle bewegingen overdag (tussen 7 uur 's ochtends en 7 uur 's avonds) plaatsvinden. Er geldt dan

$$L_{\text{etmaal}} = L_{\text{den}} + 3 \quad (13),$$

respectievelijk

$$L_{24\text{-uur}} = L_{\text{den}} \quad (14).$$

5.2 Indicatoren

Om de omvang en de effecten van de huidige en toekomstige geluidbelasting in Nederland te kunnen weergeven is de blootstelling en de (ernstige) geluidhinder alsmede het ruimtebeslag door geluid uitgedrukt in ééngetalswaarden (indicatoren).

5.2.1 Blootstelling

De omvang van de blootstelling aan geluid is uitgedrukt in:

- Aantal inwoners met een geluidsbelasting L_{etmaal} van 0-50 dB(A).
- Aantal inwoners met een geluidsbelasting L_{etmaal} van 51-65 dB(A).
- Aantal inwoners met een geluidsbelasting L_{etmaal} van 66 dB(A) of hoger.

Deze indicatoren zijn berekend per bron en voor de gecumuleerde niveaus. Bij wegverkeer is een uitsplitsing is gemaakt naar het verkeer op de binnenstedelijke wegen, de provinciale wegen en de Rijkswegen. Bij luchtvaart is een uitsplitsing gemaakt naar Schiphol, de regionale luchthavens, militaire luchtvaart en de ‘groene’ terreinen. Voor de blootstelling is de cumulatie uitgevoerd op basis van de L_{etmaal} -waarden.

5.2.2 Hinder

De omvang van de hinder door het geluid is uitgedrukt in:

- Percentage inwoners met hinder.
- Percentage inwoners met ernstige hinder.

Ook deze indicatoren zijn zowel per bron als totalen berekend, waarbij aanvankelijk gebruik is gemaakt van de Milieu Kwaliteitsmaat (MKM). Bij de berekening van de MKM wordt de geluidbelasting van het rail- en vliegverkeer omgerekend naar de L_{etmaal} -waarde voor wegverkeer, die evenveel hinder zou veroorzaken als de betreffende geluidbelasting. De MKM houdt hierdoor rekening met het feit dat niet alle bronnen bij dezelfde geluidbelasting als even hinderlijk worden ervaren (zo wordt het geluid van de luchtvaart als hinderlijker ervaren dan het geluid van het wegverkeer; voor het geluid van het railverkeer geldt het omgekeerde). De omrekening van L_{etmaal} -waarden in MKM -waarden staat beschreven in Ref. 2 en is gebaseerd op dosis-respons relaties voor het geluid van het weg- en railverkeer en de luchtvaart (Refs. 22, 23). Voor enkelvoudige geluidbelastingen kan de MKM worden berekend aan de hand van:

$$MKM = a[L_{etmaal} - b] + 40 \quad (15).$$

De waarden van de coëfficiënten a en b zijn afhankelijk van de bron van het geluid. Deze waarden voor a luiden: 1,00 voor snelwegverkeer, 1,21 voor overig wegverkeer, 0,82 voor railverkeer en 1,31 voor luchtvaart. Voor transportbronnen is b gelijk aan 40.

Ten behoeve van de $MV5$ zijn van zowel van de d.e.-relaties als voor de MKM -omrekeningsfactoren *updates* gemaakt (Refs. 24, 25). Vanwege het feit dat het gebruik van de d.e.-relaties op basis van L_{etmaal} en de MKM leidden tot verschillende aantallen (ernstig) gehinderden is besloten om de (ernstige) hinder per bron te berekenen met de dosis-effectrelaties op basis van L_{etmaal} . Voor het percentage hinder ($A50$) geldt dan:

$$\begin{aligned} A50(\text{vliegverkeer}) &= 1,1678(L_{etmaal} - 40) + 0,0239(L_{etmaal} - 40)^2, \\ A50(\text{wegverkeer}) &= 0,5574(L_{etmaal} - 40) + 0,0347(L_{etmaal} - 40)^2, \\ A50(\text{railverkeer}) &= 0,0276(L_{etmaal} - 40)^2 \end{aligned} \quad (16).$$

Voor het percentage ernstige hinder ($A72$):

$$\begin{aligned}
 A72(\text{vliegverkeer}) &= 0,0541(L_{\text{etmaal}} - 45)^2, \\
 A72(\text{wegverkeer}) &= 0,0374(L_{\text{etmaal}} - 45)^2, \\
 A72(\text{railverkeer}) &= 0,0183(L_{\text{etmaal}} - 45)^2
 \end{aligned}
 \tag{17}.$$

De totale (ernstige) hinder door het geluid van het weg- en railverkeer en de luchtvaart kan alleen maar op basis van de *MKM* worden berekend. Hiertoe zijn de *MKM*-waarden berekend met de *geüpdate* coëfficiënten (Ref. 24). Voor *a* geldt nu: 1,00 voor alle wegverkeer, 0,75 voor railverkeer en 1,14 voor luchtvaart. Voor *b* geldt nog steeds de waarde 40.

5.2.3 Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag door geluid is uitgedrukt in:

- Geluidsbelast oppervlak (L_{etmaal} 51 dB(A) of hoger)
- Areaal stiltegebieden met normoverschrijding ($L_{24\text{-uur}}$ in stiltegebieden met 41 dB(A) of hoger)

In beide gevallen is gekeken naar het landoppervlak.

5.3 Resultaten

In tabel Tabel 5.3-1 worden de resultaten gegeven voor de totale geluidbelasting en –hinder door wegverkeer, treinverkeer en luchtvaart. Voor wat betreft luchtvaart is hierbij uitgegaan van het scenario waarbij de vraag naar luchtvaart op Schiphol wordt geacommodeerd tot aan het aantal van 700.000 bewegingen.

Tabel 5.3-1 Ontwikkeling omvang en effecten geluidbelasting door weg- en treinverkeer en luchtvaart

	1995	2010	2020	2030
% oppervlak > 50 dB(A) Letmaal	31	35	37	39
% oppervlak stiltegebied met normoverschrijding	19	24	26	27
% inwoners 51-65 dB(A) Letmaal	68	72	72	74
% inwoners > 65 dB(A) Letmaal	3	5	5	6
% gehinderden	17	19	19	20
% ernstig gehinderden	4	5	6	6

Uit de tabel blijkt dat de omvang en de effecten van omgevingsgeluid in de periode tot 2030 met enkele tientallen procenten tot 50% zullen toenemen. In de MV5 wordt op basis van deze toename geconcludeerd dat verstoring van de leefomgeving door geluid daarmee één van de hardnekkige milieuproblemen is.

6 Onzekerheden

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de onzekerheden in de berekeningsresultaten. Vanwege het grote aantal gegevens, elk met hun eigen nauwkeurigheid, en de onzekerheden die samenhangen met de gebruikte methodiek van gegevensbewerking, is het niet mogelijk om de onzekerheidsmarges van de eindresultaten exact te kwantificeren. De informatie die daarover desgevraagd, eerder is beschreven in de *factsheets* over de MV5-berekeningen, was gebaseerd op het inzicht van deskundigen.

Tijdens de voorbereiding van de MV5 zijn studies uitgevoerd om meer onderbouwing te krijgen voor deze deskundigen-schattingen. Deze studies geven geen totaalbeeld van de betrouwbaarheid van het model en de onzekerheid in de uitkomsten ervan. In het berekeningsproces van de blootstelling aan omgevingsgeluid spelen immers een groot aantal (soorten) onzekerheden een rol. In de uitgevoerde studies is gekeken naar i) incomplete en onnauwkeurige invoerdata in relatie tot de emissieberekening en ii) de onzekerheid die samenhangt met de schematisering van de omgeving. Niet bekend is of de verschillende soorten onzekerheden, elkaar positief beïnvloeden ('uitdoven') of negatief beïnvloeden ('versterken'). Vanwege dit feit mogen de genoemde onzekerheden, enkel als grove indicaties voor de totale betrouwbaarheidsmarge worden beschouwd. Aan de eventuele interacties tussen verschillende soorten onzekerheden wordt in de lopende studies nog verder aandacht besteed.

6.1 Weg- en railverkeer

In het kader van het MAP-project "Uitbouw en verbetering rekenmodel Verstoring" (M/725401) is een aantal validatie- en vergelijkingsstudies uitgevoerd. Ook zijn in het kader van het project "Ontwikkeling monitoringssysteem Geluid" (M/725201) eigenstandig metingen uitgevoerd aan de emissies van het wegverkeer.

Voor dit rapport zijn de volgende bevinden van belang:

- Vergelijking van het LBV-model met een 'exact' (numeriek en gevalideerd) model van TNO toont, afhankelijk van de gesteldheid van de bodem, een verschil van maximaal 2 dB(A) in de vrije-veld situatie (buitenedelijke, onbebouwde omgeving). Dit verschil geldt tot een afstand van 2 km tussen bron (weg) en ontvanger. De LBV-waarde voor de geluidbelasting, is bij vrijwel alle afstanden, hoger dan de TNO-waarde (Ref. 26).
- Uit een experimentele studie naar de betrouwbaarheid van de modellering van de geluidoverdracht in de gebouwde omgeving blijken, afhankelijk van de locatie, verschillen tussen berekende en gemeten waarden op te treden tot maximaal 3 dB(A). Tot een afstand van 500 m tussen bron- en immissiepunt is het gemiddelde verschil kleiner dan 2 dB(A). De LBV-modellering leidt op relatief kleine afstanden tot hogere waarden voor de geluidbelasting en op relatief grote afstanden tot lagere waarden voor de geluidbelasting (dan de gemeten waarden) (Ref. 27).
- Uit de metingen die gedurende enkele maanden zijn uitgevoerd aan de emissies van het (snelweg)verkeer blijkt een 'gemiddelde' afwijking van circa 1 dB(A), ten

opzichte van de berekende emissies (Ref. 28). Deze afwijking is kleiner is dan de (95%) betrouwbaarheidsmarge van de metingen.

Met betrekking tot het railverkeer is uit de literatuur bekend dat het verschil tussen berekende en gemeten geluidemissies sterk afhankelijk is van de ruwheid van de wielen en/of het spoor (Ref. 29). Doordat de wielruwheid sterk samenhangt met het type remsysteem (blokremmen versus schijfremmen) is in het rekenmodel rekening gehouden met de invloed van de wielruwheid door een onderverdeling te maken naar blokgeremd en schijfgeremd materieel. Met de ruwheid van het spoor wordt echter (nog) geen rekening gehouden. Hierdoor treden grote verschillen op tussen gemeten en berekende waarden (maximaal circa 5 dB(A)). Gemiddeld leidt dit tot meetwaarden die 1-2 dB(A) (afhankelijk van de rijsnelheid) hoger zijn dan de berekende waarden. Door de grote meetspreiding, zijn deze verschillen echter niet significant. Dit geldt niet voor locaties met extreme spoorruwheid (golfslijtage). Hier kunnen de berekeningen leiden tot onderschatting van de emissies met enkele dB(A)'s.

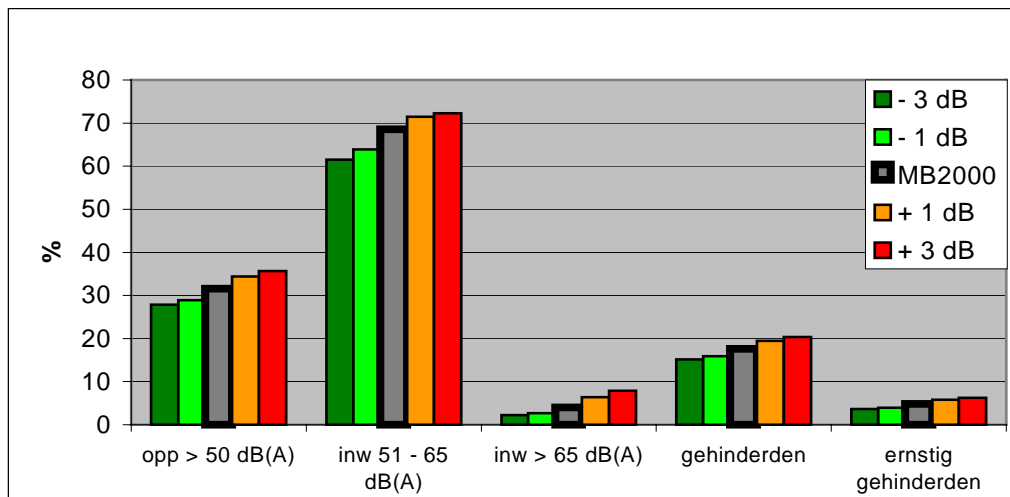
Bovenstaande bevindingen zijn gebruikt om een idee te krijgen van de totale betrouwbaarheid van de resultaten voor het geluid van het weg- en railverkeer. Dit is gebeurd aan de hand van een aantal berekeningen waarin de totale geluidbelasting 3 dB(A) is verlaagd dan wel verhoogd ten opzichte van de waarden die hiervoor in de studie voor de Milieubalans over 1999 (MB2000) zijn berekend. De waarde van 3 dB(A) is gekozen als som van een mogelijke maximale 'fout' van 1 dB(A) in de waarde voor de emissie en een veronderstelde 'fout' van 2 dB(A) in de waarde voor de geluidoverdracht. Deze optelling geeft een overschatting van het effect van een 'foutieve' modellering van de emissie en de overdracht. De tekens van de fouten in emissie en in overdracht zijn immers, op een groot aantal locaties, tegengesteld van teken.

Het resultaat van deze generieke veranderingen in de geluidbelasting, in het geluidbelaste oppervlak (> 50 dB(A)), het aantal blootgestelde inwoners (> 50 en > 65 dB(A)) en het aantal gehinderden en ernstig gehinderden (als percentage van het totale landoppervlak, c.q. inwoners) is weergegeven in Figuur 6.1-1. Het percentage inwoners blootgesteld aan meer dan 65 dB(A) is het gevoeligst voor 'fouten' in de berekende geluidbelasting. De gevoeligheid ligt bij fouten van (plus of min) 1 dB(A) tussen -0.3 en 0.4. Bij 3 dB(A) ligt de gevoeligheid tussen -0.5 en 1.0. De gevoeligheid, S , is gedefinieerd als:

$$S = \frac{B_{std} - B_{\Delta}}{B_{std}} \quad (18),$$

met, B_{std} de geluidbelasting zoals die wordt berekend met de 'standaard' invoergegevens en met de standaard LBV-instellingen. B_{Δ} is de geluidbelasting die wordt verkregen bij een variatie op het standaard gebruik van gegevens en instellingen.

Voorbeeld: Een gevoeligheid van het geluidbelast oppervlak van -0,3 voor een veronderstelde, te hoge inschatting van de emissie met 1 dB(A), houdt in dat bij verlaging van de geluidemissie met 1 dB(A), deze indicator voor geluidbelasting met 30% zal afnemen.



Figuur 6.1-1 Gevoeligheid modelindicatoren wegverkeer voor generieke veranderingen van de geluidbelasting (t.o.v. geluidbelasting wegverkeer 1999 (MB2000))

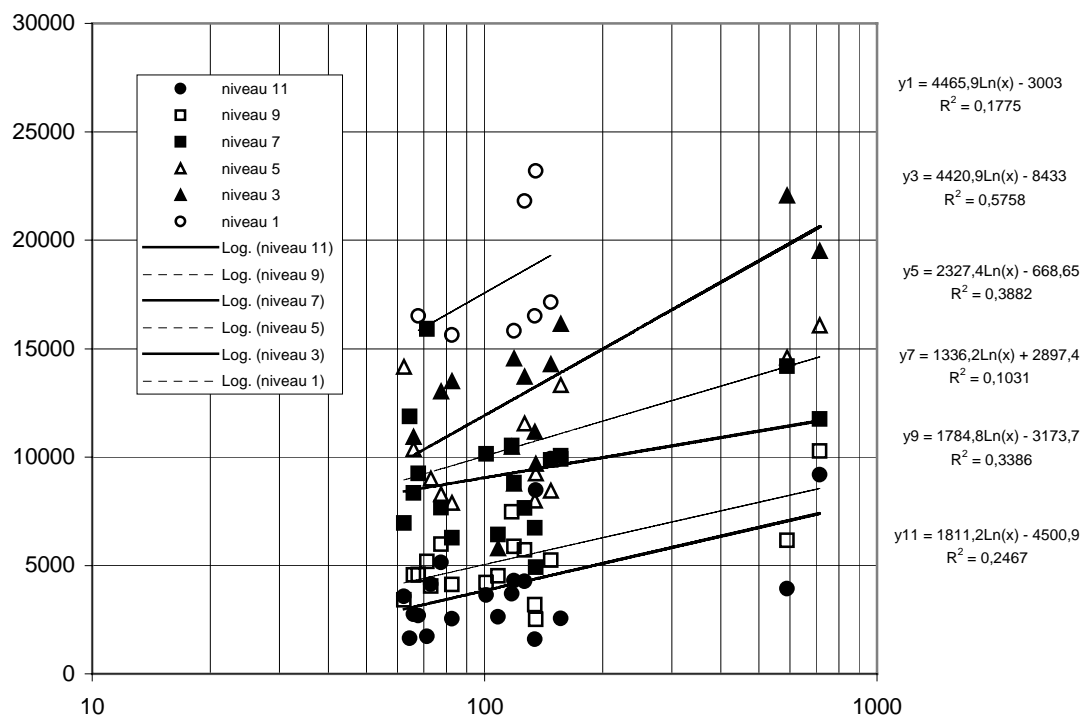
Voor het geluidbelast oppervlak bedragen de absolute waarden van deze relatieve gevoeligheden circa 0,1 respectievelijk 0,2; voor hinder ruim 0,1 respectievelijk 0,2 en voor ernstige hinder 0,2 respectievelijk 0,3. Voor het percentage inwoners dat is blootgesteld aan waarden tussen 50 en 65 dB(A) is de waarde voor de relatieve gevoeligheid zelfs bij een fout van 3 dB(A) kleiner dan 0,1.

In de fout van 1 dB(A) voor de emissie is geen rekening gehouden met een eventuele fout in de veronderstelde verkeersintensiteiten. Voor Rijks- en in iets minder mate voor provinciale wegen, mag worden aangenomen dat de fout in deze intensiteiten, geringer is dan 10%. Dit zou leiden tot een fout in de berekende emissie van minder dan 0,5 dB(A). De fout in de veronderstelde intensiteiten op binnenstedelijke wegen is mogelijk groter doordat uit is gegaan van een schatting op basis van VMK-gegevens. In de volgende paragraaf wordt hier nader aandacht aan besteed. Naar schatting is de (tel)fout in de intensiteiten van het railverkeer verwaarloosbaar.

Resumerend kan gesteld worden dat het percentage inwoners dat is blootgesteld aan een geluidbelasting van boven de 65 dB(A) het gevoeligst is voor fouten in de emissie dan wel de berekening van de overdracht. Als de geluidbelasting op alle locaties in Nederland 1 dB(A) te hoog zou worden berekend, zal dit percentage met circa 40% toenemen. Voor het geluidbelast oppervlak, de hinder en de ernstige hinder gelden lagere percentages. Opgemerkt wordt dat de gevoeligheid van de in de MV5 gegeven 'trends' voor deze fouten veel geringer is. Naar schatting zal de relatieve gevoeligheid van de berekende trend, bij een fout van 3 dB(A), geringer zijn dan 25% (d.w.z. als een toename met 40% van het aantal inwoners met een geluidbelasting van meer dan 65 dB(A) wordt berekend, dan zal, bij een fout van 3 dB(A) in de geluidbelasting op alle locaties in Nederland, de werkelijke toename liggen tussen de 30 en 50%).

6.1.1 Intensiteiten van het wegverkeer op binnenstedelijke wegen

In paragraaf 2.4.2 is al uitgelegd dat de wegtypering van het BASNET is gebruikt om te komen tot een landsdekkend bestand met gegevens over het verkeer op alle binnenstedelijke wegen. De waarden van de schattingen zijn hierbij geïjkt op gegevens uit VMK's van gemeenten met verschillende inwoneraantallen. Het resultaat hiervan staat voor de verschillende wegtypes weergegeven in Figuur 6.1-2.



Figuur 6.1-2 Voor elk wegtype gemiddelde verkeerintensiteit (aantal voertuigen/etmaal) uit de verkeersmilieukaarten en volgens de regressie geschatte waarde, afhankelijk van inwoneraantal (x 1000)

In dit figuur staat op de horizontale as het aantal inwoners en op de verticale as het aantal voertuigen. Deze horizontale as kent een logaritmische schaal. De symbolen geven telkens voor één gemeente het gemiddelde aantal voertuigen op één type weg aan. De lijnen geven voor de 6 wegtypes, het verband aan tussen inwoneraantal en voertuigintensiteit. Deze lijnen zijn een *best fit*, bepaald aan de hand van een kleinste-kwadraten methode. De uitdrukkingen die de weergegeven lijnen beschrijven staan rechts naast de grafiek weergegeven.

Uit het figuur blijkt dat er een verband is tussen wegtype en verkeersintensiteit en, zij het minder duidelijk, dat de gemiddelde verkeersintensiteit op alle wegtypes, enigszins toeneemt met het inwoneraantal¹.

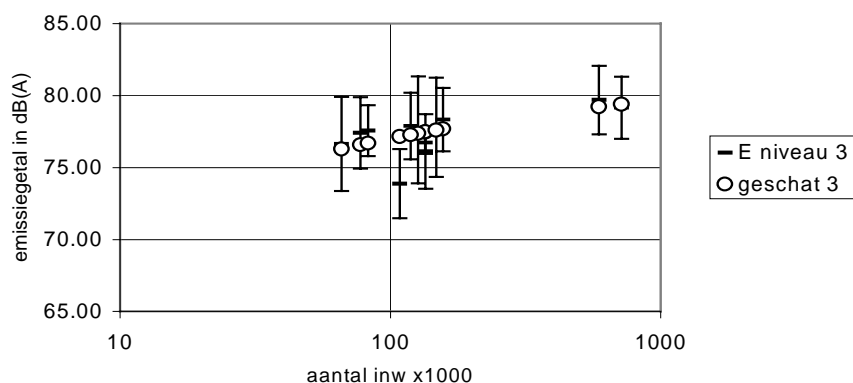
Voor beide verbanden geldt dat er een grote spreiding is t.o.v. de *best fit*. Om een idee te krijgen van de fout die op grond van de schatting wordt gemaakt met betrekking tot het emissiegetal van de wegen is aan de hand van de gevonden intensiteiten en spreidingen een emissiegetal en daarbij horende variaties vastgesteld. Het emissiegetal is bepaald volgens:

$$E = 36,25 + 10 \log(Q) \quad (19).$$

Dit emissiegetal komt niet geheel overeen met het emissiegetal zoals dit in het LBV wordt bepaald omdat daarbij ook het percentage vrachtverkeer van belang is, maar dit speelt hier geen rol omdat de uitdrukking enkel wordt gebruikt ter bepaling van de mogelijke afwijkingen die bij de bovenomschreven methoden kunnen optreden.

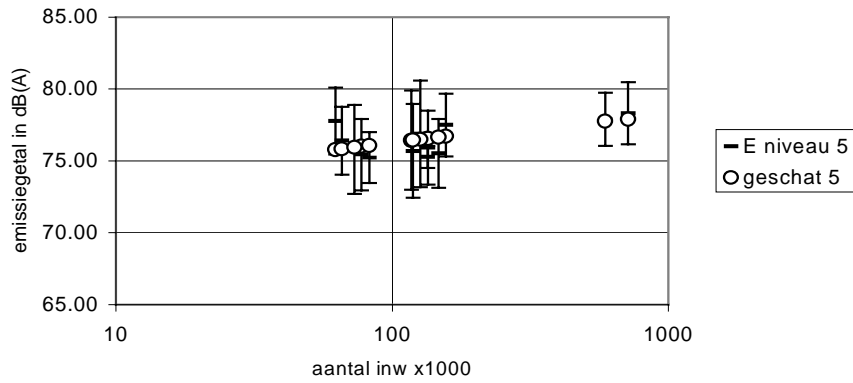
In Figuur 6.1-3 tot en met Figuur 6.1-7 zijn voor de verschillende wegtypes de VMK gemiddelden met hun standaarddeviaties weergegeven. Tevens zijn de waarden die volgen uit de *best fit* opgenomen (aangeduid met “geschat”). De spreiding in het emissiegetal is hierbij bepaald op basis van de spreiding in intensiteit volgens:

$$\Delta E = \pm 10 \log \left(1 + \frac{\Delta Q}{Q} \right) \quad (20).$$

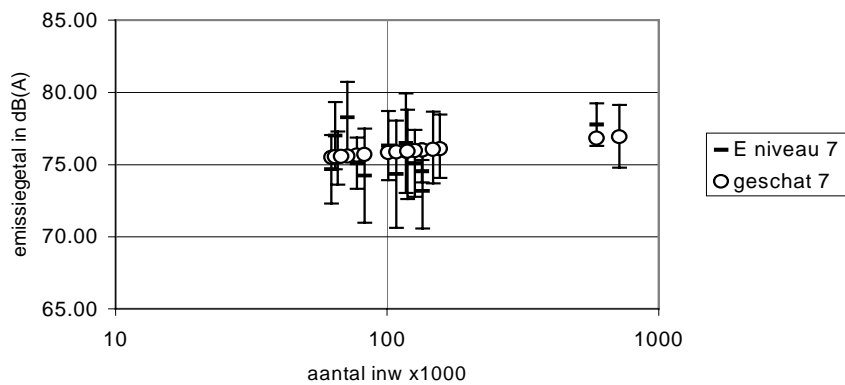


Figuur 6.1-3 Gemiddelde VMK-emissies (incl. standaarddeviatie) en emissies volgend uit de best fit voor wegniveau 3

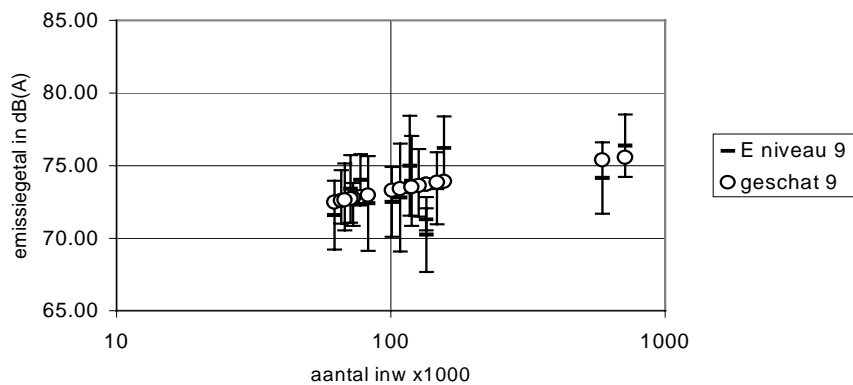
¹ Na uitvoering van de berekeningen zijn de resultaten van een onderzoek naar de ruimtelijke verdeling van verkeersstromen, beschikbaar gekomen. Hierin wordt gesteld dat er geen afhankelijkheid is tussen verkeersintensiteiten op lagere orde wegen en het inwoneraantal. (Harms, L.W.J., *Verkeer verdeeld. Een onderzoek naar de ruimtelijke verdeling van personen- en goederenverkeersstromen*, RIVM, Bilthoven, 2000). Uit Figuur 6.1.2. blijkt dat de veronderstelde afhankelijkheid van het inwoneraantal maximaal leidt tot een verdubbeling van de verkeersintensiteiten in de grootste gemeentes (t.o.v. de ‘kleinste’). Dit zou in de grootste gemeentes dan aanleiding geven tot een overschatting van de emissies met 3 dB.



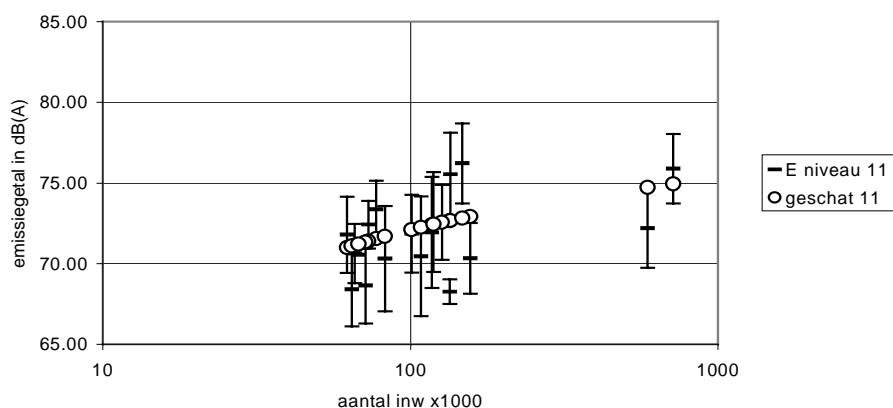
Figuur 6.1-4 Gemiddelde VMK-emissies (incl. standaarddeviatie) en emissies volgend uit de best fit voor wegniveau 5



Figuur 6.1-5 Gemiddelde VMK-emissies (incl. standaarddeviatie) en emissies volgend uit de best fit voor wegniveau 7



Figuur 6.1-6 Gemiddelde VMK-emissies (incl. standaarddeviatie) en emissies volgend uit de best fit voor wegniveau 9



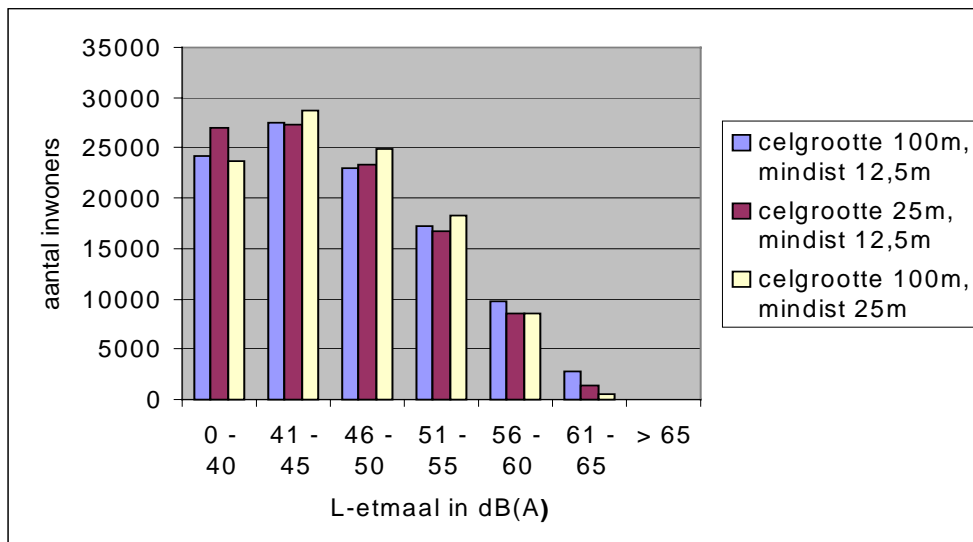
Figuur 6.1-7 Gemiddelde VMK-emissies (incl. standaarddeviatie) en emissies volgend uit de best fit voor wegniveau 11

Uit de figuren blijkt dat als de schatting op basis van het wegtype en het inwonertal wordt gehanteerd, de afwijkingen ten opzichte van de VMK-waarden, doorgaans beperkt blijven tot 1 a 2 dB(A). Dit betekent dat op de wegen van een bepaald wegtype binnen de 20 steden met VMK's de emissie ten gevolge van de gehanteerde methodiek, gemiddeld niet meer dan 1 tot 2 dB(A) van de “werkelijke” waarde zal afwijken. Lokaal, op één enkele weg, kunnen uiteraard grotere afwijkingen optreden. In de meeste gevallen blijven deze beperkt tot ± 3 dB(A). Incidenteel grotere afwijkingen zijn bij de gekozen methode echter niet te vermijden.

6.1.2 Vergridding en schematisering

Niet alleen ‘fouten’ in de berekening van de geluidemissie en -belasting van het weg- en railverkeer geven aanleiding tot onzekerheid in de resultaten. Ook de toegepaste LBV-methodiek draagt bij aan de totale onzekerheid. Eén van de aspecten is het gebruik van een rooster (d.w.z. vastliggende receptorpunten die op vaste afstand van elkaar zijn gelegen). De onzekerheid die samenhangt met de 'vergridding' moet hierbij worden onderscheiden van de onzekerheid die samenhangt met de modellering van de geluidemissie en de -overdracht. Een 'juist' berekende geluidbelasting op een ontvangtpunt hoeft immers nog niet de meest representatieve waarde te zijn voor de geluidbelasting van alle woningen binnen die cel. Met name op dicht bij de bron (een weg of spoor) gelegen (woon)locaties is de ruimtelijk spreiding in geluidbelasting erg groot (typisch 10 dB(A) over 100 m). De opdeling van geluidbelaste woningen naar geluidsklassen zal daardoor gevoelig zijn voor de grootte van de geluidsklassen en de aanname over de afstand tussen de weg en de eerste-bebouwingslijn. Voor deze afstand wordt een vaste waarde genomen als blijkt dat de gridcel waarin een weg is gelegen, bebouwd is (zie Appendix II).

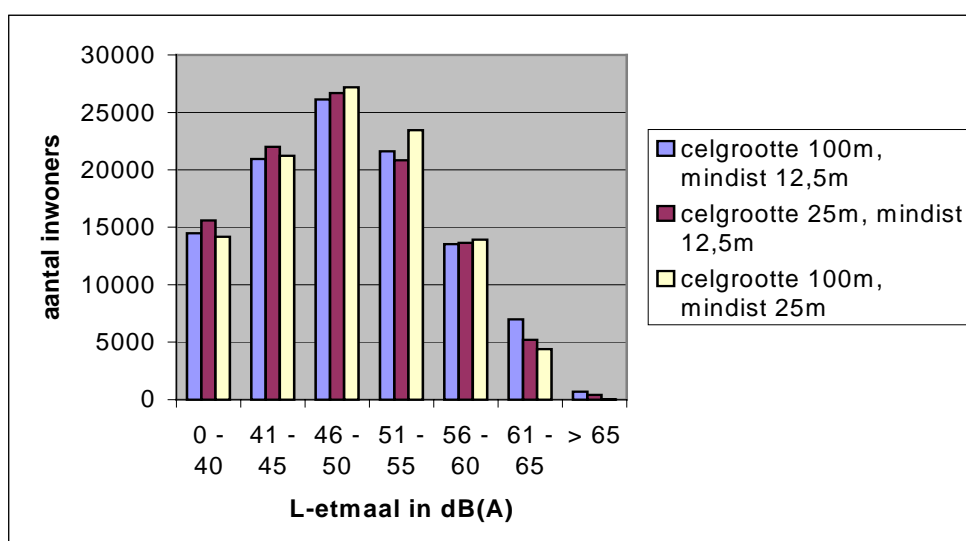
In Figuur 6.1-8 wordt de invloed van gridgrootte en de aanname over de afstand tot de eerste-bebouwingslijn getoond. Het betreft resultaten van een berekening van de geluidbelasting door het wegverkeer in Emmen waarbij in eerste instantie de gridgrootte is gevarieerd (100 m en 25 m) en daarna tevens de afstand tot de eerste-bebouwingslijn (*mindist*, 12,5 en 25 m).



Figuur 6.1-8 Verdeling geluidbelasting Emmen bij verschillende gridgroottes en afstanden tot eerste bebouwingslijn (normale verkeersintensiteiten)

De keuze van de gridgrootte dan wel de afstand tot de eerste bebouwingslijn, blijkt maar in beperkte mate van invloed op de verdeling van de geluidbelasting. Behalve in de twee hoogste klassen, zijn de verschillen kleiner dan 10%. Door het zeer gering aantal woningen in de klassen van 61 tot 65 dB(A) en van 66 dB(A) hoger (enkele duizenden, respectievelijk enkele tientallen) is met name de keuze van de afstand van grote invloed.

In de MV5 is de gevoeligheid van berekende ‘trends’ voor gridgrootte en afstand wellicht nog belangrijker dan de gevoeligheid hiervoor bij één bepaald zichtjaar of scenario. Om hier een indruk van te krijgen is de verdeling opnieuw bepaald bij verdubbeling van alle verkeersintensiteiten. Deze ‘generieke’ verhoging van de geluidbelasting met 3 dB(A) is groter dan de (binnenstedelijke) verhoging waarmee in MV5 voor welk zichtjaar of scenario dan ook is gerekend (zie Tabel 2.3-3). Het resultaat staat weergegeven in Figuur 6.1-9.



Figuur 6.1-9 Verdeling geluidbelasting Emmen bij verschillende celgroottes en afstanden tot eerste bebouwingslijn (mindist), bij generieke verdubbeling van de verkeersintensiteiten

Een samenvattende vergelijking van Figuur 6.1-8 en Figuur 6.1-9 wordt gegeven in Tabel 6.1-1. In deze tabel is voor de drie combinaties van gridgrootte en afstand de relatieve gevoeligheid weergegeven zoals die volgt uit verdubbeling van de verkeersintensiteiten (ophoging met 3 dB(A)). Hierbij is de klasse-indeling van de MV5 aangehouden. Vanwege de eerder aangegeven reden van te lage aantallen in de klasse boven 65 dB(A), konden voor deze klasse geen representatieve waarden worden bepaald.

Tabel 6.1-1 Vergelijking relatieve gevoeligheid bij verdubbeling verkeersintensiteiten

Geluidsklasse (dB(A) L_{etmaal})	Gridgrootte 100 m <i>Mindist</i> 12,5 m	Gridgrootte 25 m <i>Mindist</i> 12,5 m	Gridgrootte 100 m <i>Mindist</i> 25 m
0-50	-0,18	-0,17	-0,19
51-65	+0,42	+0,49	+0,54
> 65	>10	-	-

Uit de tabel blijkt dat het verschil tussen de geringste toename (bij een gridgrootte van 100 m en afstand van 12,5 m) en de grootste toename (bij een gridgrootte van 100 m en afstand van 25 m) optreedt in de klasse van 51 tot 65 dB(A) (42% om 54%). Voor deze klasse zou bovenstaande beschouwing leiden tot een onzekerheidsmarge van circa 25% op de getalswaarden voor de veranderingen in blootstelling (tussen 1995 en toekomst) die in de MV5 zijn genoemd.

De onzekerheidsmarge van de berekende blootstelling aan meer dan 65 dB(A) kan op basis van de analyse op Emmen niet worden aangegeven. De onzekerheidsmarge zal echter niet zo groot zijn als Figuur 6.1-8 en Figuur 6.1-9 doen vermoeden. De landelijke aantallen woningen met een geluidbelasting door het binnenstedelijke wegverkeer van meer dan 65 dB(A) liggen in alle gevallen boven 100.000. Dit aantal is circa driemaal het aantal woningen in Emmen met een geluidbelasting tussen 51 en 65 dB(A). Doordat de onzekerheidsmarges bij dergelijke, grote aantallen alleen nog worden bepaald doordat woningen van de ene klasse naar de andere klasse verschuiven, lijkt een onzekerheidsmarge van circa 25% voor deze klasse een redelijke schatting.

6.2 Luchtvaart

Bij de berekening van de geluidbelasting door de luchtvaart is uitgegaan van gegevens van het NLR. In tegenstelling tot de berekeningen aan weg- en railverkeergeluid, maakt dit een ‘volledige’ LBV-berekening overbodig.

Het NLR heeft in het kader van de MV5 of al eerder, gegevens aangeleverd over de geluidbelasting rond Schiphol, de regionale velden Zestienhoven, Maastricht en Eelde, de militaire luchtvaartterreinen Leeuwarden, Twenthe, Volkel, Soesterberg, de Kooy, Valkenburg, Eindhoven, Woensdrecht en Gilze-Rijen, 11 terreinen die uitsluitend zijn aangewezen voor de kleine burgerluchtvaart en luchtvaartterrein Lelystad waar zowel grote als kleine burgerluchtvaart plaatsvindt. Voor alle terreinen is bij de berekening van de

geluidbelasting het rekenvoorschrift voor luchtvaartgeluid gevolgd². In het geval van de F16-bases Leeuwarden, Twenthe en Volkel zijn de NLR berekeningen uitgebreid met eigen, INM-berekeningen. De berekeningen aan de militaire laagvliegroutes in het noorden van het land zijn volledig met INM uitgevoerd.

6.2.1 Het rekenvoorschrift voor luchtvaartgeluid

Het rekenvoorschrift voor luchtvaartgeluid staat momenteel ter discussie, o.a. vanwege het feit dat er sterke vermoedens bestaan dat de berekeningen leiden tot onderschatting van de werkelijke geluidbelasting. De onderzoeken die door OMEGAM en het NLR hiernaar zijn gedaan, bevestigen dit (Refs. 30 en 31). In deze onderzoeken worden aanzienlijke verschillen (tot 6 dB(A), afhankelijk van de meetlocatie) met de berekeningen gevonden. De oorzaak wordt gezocht in de indeling van de vliegtuigvloot naar categorieën, het gebruik van één representatief vliegtuig per categorie en het gebruik van fabrikantengegevens over de prestaties en de geluidbelasting van deze vliegtuigen.

Als de berekende geluidbelasting inderdaad gemiddeld lager is dan de werkelijke geluidbelasting, dan zal, bij gebruik van de L_{den} , de berekende ontwikkeling van de geluidbelasting niet significant afwijken van de verandering die werkelijk zou optreden. Dit, mits de vloot zich ontwikkelt als is aangenomen (zie hoofdstuk 4). Bij gebruik van de Ke , is dit vanwege de toepassing van een drempelwaarde in de berekening van de jaarlijkse geluidbelasting, wel het geval.

Bij de luchtvaart speelt waarschijnlijk meer (dan bij wegverkeer) dat veel minder nauwkeurig is in te schatten hoe de sector als geheel zich zal ontwikkelen. Hier wordt aangestipt dat niet alleen de macro-economische invloed groot lijkt, maar ook die van (internationale) wetgeving. Zo wordt verwacht dat door de internationale liberalisering een andere luchthaven-infrastructuur en hele andere vormen van bedrijfsvoering zullen ontstaan. Bij de voorspelling van de geluidbelasting geldt dat het vervoer door de lucht in mindere mate dan het verkeer over de weg, is gebonden aan fysieke begrenzings van routes en er op langere termijn, onder invloed van nieuwe technologieën (GPS) wellicht geluidarmere vluchtprocedures kunnen worden ingevoerd.

Met de onzekerheid in de macro-economische ontwikkeling en in de onzekerheid die samenhangt met de wijze waarop nieuwe netwerken en allianties zich ontwikkelen, is (deels) rekening gehouden door zowel het EC als het GC scenario te beschouwen. Voorts, is bij de uitwerking naar vlootsamenstellingen, een bandbreedte gehanteerd bij de invloed van de technologie en is daarnaast gekeken naar de grenzen die zowel milieunormen als fysieke beperkingen stellen.

² Voor geluidberekeningen in L_{den} , zoals die voor de luchthaven Schiphol zijn uitgevoerd, bestaat (nog) geen Rekenvoorschrift. De L_{den} -methodiek is echter slechts op details afwijkend van de $LAeq_{nacht}$ -methodiek. Deze methodiek is onderdeel van het Rekenvoorschrift voor de berekening van de nachtelijke geluidbelasting rond grote civiele luchthavens.

De bandbreedtes in de vlootemissies en de aantallen bewegingen die uit deze aanpak volgen, bevatten in alle gevallen de waarden die hiervoor in de besluitvorming (rond Schiphol) zijn gehanteerd.

6.2.2 Berekeningen met het Integrated Noise Model

Het Amerikaanse Integrated Noise Model (INM, versie 5.1) is gebruikt om de geluidbelasting rond de militaire F-16 bases en de militaire laagvliegroutes in het noorden van het land te berekenen. Net als het Nederlandse rekenmodel voor luchtvaartgeluid, maakt INM gebruik van een bestand met gegevens over de prestaties en geluidemissies van vliegtuigen. Ook deze gegevens zijn gebaseerd op metingen, die tijdens de certificatie door de vliegtuigfabrikant zijn uitgevoerd.

In het INM wordt niet gewerkt met een klasse-indeling en representatieve types. Voor alle (meer dan 100) vliegtuigen die in de database zijn opgenomen, zijn de prestatie- en geluidgegevens individueel beschikbaar. Vanwege dit feit zal de afwijking tussen berekende en werkelijk geluidbelasting waarschijnlijk geringer zijn dan bij het Nederlandse rekenmodel.

De onzekerheid in de berekeningen van de geluidbelasting schuilt niet zozeer in het gebruik van INM, maar in het grote aantal aannames dat moest worden gedaan om überhaupt te kunnen komen tot een berekening. Het betreft met name:

- i) het aantal vluchten, de verdeling ervan over het etmaal, het (exacte) type vliegtuig, de ligging van de routes (alleen rond de bases) en de wijze waarop hierover is gevlogen,
- ii) de omrekening van Ke - in L_{den} -waarden.

In paragraaf 4.4.3 is uitgelegd hoe de aannames met betrekking tot de operationele gegevens zijn geïjkt op de NLR-jaarberekeningen voor deze bases. Deze ijking is echter weer gebaseerd op een omrekening van (35) Ke in (58,5 dB(A)) L_{den} . Deze omrekening is feitelijk niet mogelijk zonder gedetailleerde gegevens over het operationele gebruik van een basis. De omrekening die is toegepast is gebaseerd op vergelijking van de Ke - en L_{den} -contouren rond Zestienhoven en Schiphol.

Alle aannames en de resultaten van de INM-berekeningen zijn voorgelegd en besproken met experts van het ministerie van Defensie (Refs .32 en 33). Hieruit is gebleken dat de aantallen bewegingen rond de bases conservatief zijn ingeschat. Als daarbij wordt opgeteld dat het gebruik van de zogenaamde F16-naverbranders, dat leidt tot een forse verhoging van de geluidemissie, in de berekeningen niet is meegenomen, dan kan worden geconstateerd dat de toegepaste omrekening van Ke naar L_{den} , leidt tot onderschatting van de geluidbelasting in L_{den} . Hoe groot deze onderschatting is, is niet exact aan te geven. Naar schatting is deze echter minder dan 5 dB(A).

Tot slot dient te worden opgemerkt dat de INM-berekeningen zijn geïjkt op de jaarberekeningen over 1998. In de praktijk verschilt het in Nederland uitgevoerde aantal bewegingen van jaar tot jaar behoorlijk. Dit is met name afhankelijk van de inzet van vliegend materieel in het buitenland.

6.3 Berekening van de hinder

Bij de berekening van de (ernstige) hinder wordt gebruik gemaakt van de dosis-effectrelaties van TNO Preventie en Gezondheid. Deze dosis-effectrelaties komen tot stand door datapooling op basis van internationale hindergegevens (Ref. 22). Daarnaast zijn de ernstige hindercijfers voor 1998 gebaseerd op resultaten afkomstig van een hinderenquête van TNO onder een representatieve steekproef van de Nederlandse bevolking van 16 jaar en ouder.

Uit eerdere vergelijkingen tussen berekende hindercijfers op basis van het LBV en 'gemeten' cijfers op basis van enquêtes blijken verschillen op te treden (Ref. 36). Hierbij wordt gewezen op:

- De geluidbelasting die wordt toegekend aan de ondervraagde personen is op andere wijze berekend (en in veel gevallen gemeten) en wijkt daardoor zeer waarschijnlijk af van de geluidbelasting die met het LBV wordt berekend.
- De indeling naar broncategorieën in de enquête wijkt af van de indeling die bij het LBV wordt gehanteerd. Zo wordt in de enquête gevraagd naar de overlast van het geluid van het (personen)autoverkeer, het vrachtwagenverkeer en het motorverkeer, maar ook van het geluid van bromfietsen. Zo wordt inzicht verkregen in de deelbronnen van het wegverkeer. De blootstelling aan deze deelbronnen wordt in het LBV-model niet altijd apart berekend en bovendien ontbreekt het aan gegevens over de blootstelling aan bijvoorbeeld bromfietsen. Daarom wordt gebruik gemaakt van de dosis-effectrelatie voor de geluidhinder door 'alle' wegverkeer.
- Een zelfde probleem doet zich voor bij spoorweglawaai (treinen, trams en spoorwegbellen) en luchtvaartlawaai (civiele grote en kleine luchtvaart, militaire luchtvaart, helikopters).
 - De enquête is gehouden onder een representatieve doorsnede van de totale Nederlandse bevolking van 18 jaar en ouder. Bij de berekening in het LBV-model wordt geen leeftijdsdrempel gehanteerd.
- Bij de vaststelling van de dosis-effectrelaties wordt gebruik gemaakt van buitenlandse enquêtes, naast de nationale enquête.

De berekening van de hinder met het LBV leidt tot beduidend lagere waarden voor de hinder dan die uit de enquêtes naar voren komen, mogelijk door redenen zoals hierboven genoemd. Met het LBV worden voor de ernstige hinder door weg- en railverkeer en door luchtvaart de percentages 8, 2, 1 berekend. De TNO-getallen uit de enquêtes luiden voor deze bronnen, 27%, 4% en 13% (MB2000).

Op dit moment is onvoldoende duidelijk waar deze grote verschillen door worden veroorzaakt. Verder onderzoek moet uitwijzen met welke betrouwbaarheidsmarges rekening moet worden gehouden bij de geschetste methodiek van hinderberekening met het LBV.

Bij de interpretatie van de in de MV5 geschetste ontwikkeling van de hinder, dient tot slot nog opgemerkt te worden dat niet-akoestische factoren een minstens zo belangrijke rol spelen bij de hinderbeleving als het niveau van de geluidbelasting. Bij niet-akoestische factoren kan gedacht worden aan persoonlijke eigenschappen, zoals de gevoeligheid voor geluid, angst

voor de geluidbron (bijv. het neerstorten bij vliegtuigen) maar ook het politiek-maatschappelijke debat over het nut en de noodzaak van een geluidbron (denk aan Schiphol). Deze factoren kunnen in de loop van de tijd (sneller en/of in sterkere mate) veranderen (dan de geluidbelasting). Een afname van de geluidbelasting betekent daarom niet automatisch een afname in hinder.

6.4 Resumé

Om een indruk te krijgen van de betrouwbaarheid van de berekeningsresultaten is een schatting gemaakt van de 'fouten' die kunnen optreden in de emissie- en overdrachtsberekeningen. Deze schatting is gedaan op basis van enkele gedane en lopende studies waarin LBV-berekeningen worden vergeleken met andere modellen dan wel met metingen.

De foutenschatting is gebruikt in combinatie met een studie naar de gevoeligheid van de resultaten voor een aantal modelparameters. Het betreft modelparameters waarvoor is ingeschat dat ze een relatief grote invloed hebben op de eindresultaten

Op basis van deze beperkte analyse is geschat dat de onzekerheidsmarges van de indicatorwaarden enkele tientallen procenten tot (bijna) een factor 2 bedragen. De onzekerheidsmarge in het aantal woningen met een geluidbelasting van meer dan 65 dB(A) is hierbij het grootst.

De onzekerheidsmarges in de resultaten voor hinder zijn waarschijnlijk groter dan de gevoeligheidsanalyse doet vermoeden. Dit mag worden geconcludeerd uit de vergelijking van berekende hinder met de hinder die uit de enquêtes naar voren komt.

De onzekerheidsmarges in de aangegeven trends voor de geluidbelasting- en hinder zijn over het algemeen kleiner. Naar schatting worden deze met een betrouwbaarheid van plus of min 20% berekend.

7 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken. Het betreft het deel van de resultaten van de in de vorige hoofdstukken beschreven studie, dat daadwerkelijk, cijfermatig dan wel tekstueel, is opgenomen in de hoofdtekst van de MV5. De resultaten die niet zijn opgenomen in de MV5 dan wel de niet-geaggregeerde cijfers, zijn opgenomen in diverse (digitale) bestanden. Voor een beschrijving en de locatie van deze bestanden wordt verwezen naar de MV5-explorer.

De bespreking is beperkt tot de cijfers en de ‘feiten’. Alleen daar waar concluderende opmerkingen zijn gemaakt, zonder onderbouwing door cijfers dan wel figuren, wordt hierop een korte toelichting gegeven.

Geluid komt in de MV5 aan bod in:

- hoofdstuk 4 (‘Milieu in Europa’), subparagrafen
 - 4.3.5 (‘Geluid’) en
 - 4.5.3 (‘Leefomgeving en leefbaarheid’),
- hoofdstuk 5 (‘Milieu in Nederland’), paragrafen
 - 5.6 (‘Verstoring’),
 - 5.9.3 (‘Met milieukwaliteit samenhangend gezondheidsverlies’)
 - 5.10 (‘Leefomgeving en leefbaarheid’),
- hoofdstuk 6 (‘Perspectieven op duurzame ontwikkeling’).

Ten aanzien van de opmerkingen over geluid in zowel hoofdstuk 4 als hoofdstuk 6, geldt dat deze enkel zijn gebaseerd op externe gegevens. Hierbij is geen gebruik gemaakt van LBV-berekeningen.

In hoofdstuk 4 wordt voor wat betreft geluidbelasting en – hinder, in de context van leefomgeving en leefbaarheid, een vergelijking gemaakt met andere Europese landen. Hierbij is geput uit een rapport van de EEA (Ref. 37). In 4.3.5. is een aparte tekstbox over Europese luchthavens en luchtvaartbeleid opgenomen. Hierbij is gebruik gemaakt van Ref. 38.

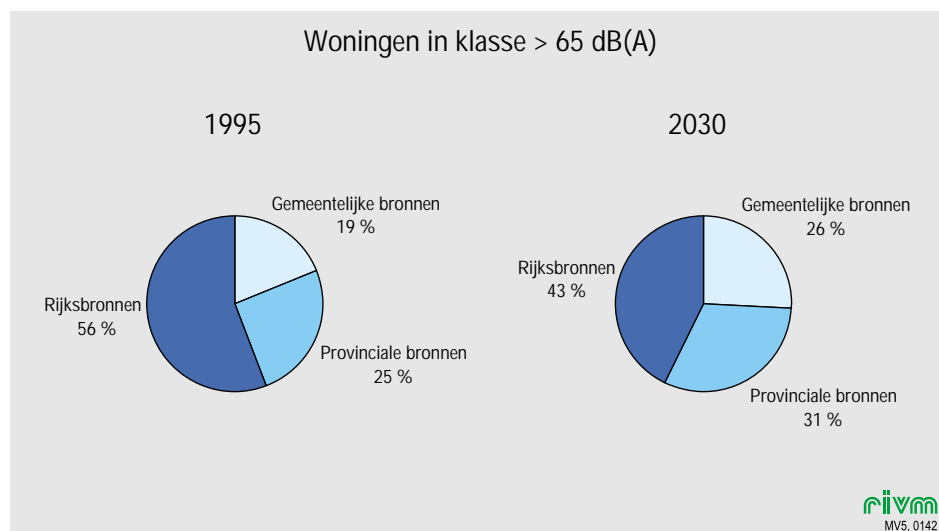
De opmerkingen die in hoofdstuk 6 zijn opgenomen over de mogelijkheden van de techniek om het vliegverkeer op de lange termijn (aanzienlijk) stiller te maken, zijn gebaseerd op Refs. 39 en 40.

Voor met name paragraaf 5.6 van hoofdstuk 5, maar ook voor de paragrafen 5.9 en 5.10 is gebruik gemaakt van de in dit rapport beschreven berekeningen van de geluidbelasting en – hinder. De resultaten die hier zijn gepresenteerd worden in dit hoofdstuk toegelicht.

7.1 Paragraaf ‘Verstoring’

In paragraaf 5.6 wordt allereerst gekeken naar de uitwerking van een ‘nieuwe’ beleidsaanpak, waarvan de invoering van nieuwe geluidswetgeving (MIG, Modernisering Instrumentarium Geluidbeleid), als belangrijkste wordt gezien. Vanwege de in het MIG beoogde decentralisatie van het geluidbeleid is bij het landelijke beeld allereerst gekeken naar

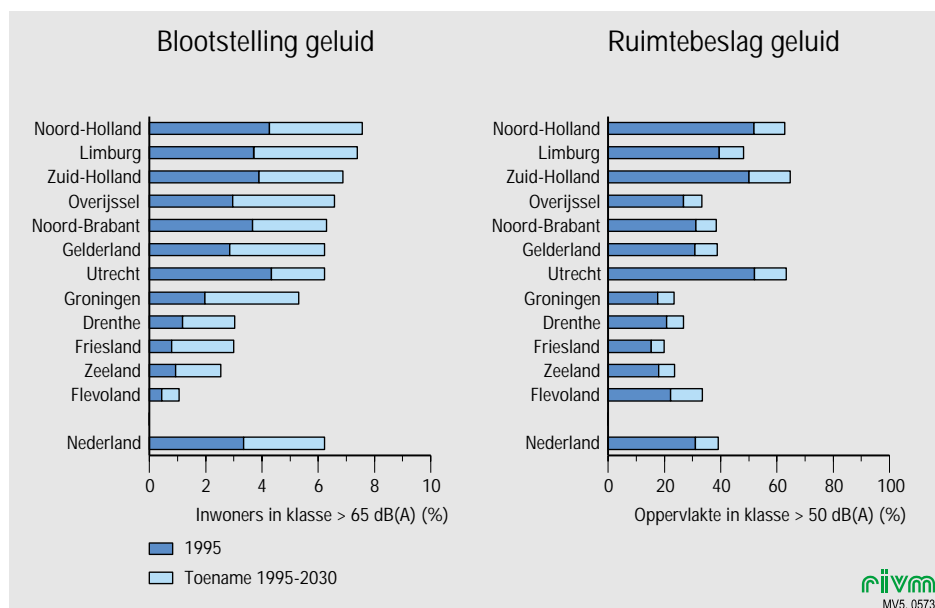
de verdeling over de verantwoordelijke overheidslagen. Het resultaat is weergegeven in Figuur 7.1-1 (Figuur 5.6.1 in de MV5). Dit figuur is verkregen door verschillende bronbijdragen te cumuleren en uit te splitsen naar bestuurslaag. De omvang van de geluidbelasting is hierbij uitgedrukt in het aantal woningen met een geluidbelasting (L_{etmaal}) van meer dan 65 dB(A). De bijdragen van het verkeer op de Rijkswegen, het spoor en het vliegverkeer op Schiphol zijn in deze berekening toegekend aan de Rijksoverheid; de bijdragen van het verkeer op de provinciale wegen, het vliegverkeer op de regionale luchthavens en de ‘groene’ terreinen zijn toebedeeld aan de provincies. De gemeentes worden verantwoordelijk gehouden voor het binnenstedelijk wegverkeer. Hierbij is uitgegaan van het EC-scenario en voor wat betreft het vliegverkeer op Schiphol is uitgegaan van maximaal 700.000 bewegingen. Het figuur toont aan dat in de geschetste verdeling naar bestuurslagen, de geluidbelasting door provinciale en gemeentelijke bronnen, en in het MIG dus ook de verantwoordelijkheid van provincies en gemeentes, met enkele tientallen procenten zal toenemen.



Figuur 7.1-1: Geluidbelasting naar bestuurslaag 1995 en 2030

Daarnaast is aangegeven hoe de geluidbelasting is verdeeld over de provincies. Het resultaat is weergegeven in Figuur 7.1-2 (Figuur 5.6.2 in MV5). Ook dit figuur is gebaseerd op de gecumuleerde bijdragen van het weg- en railverkeer en de luchtvaart aan de totale geluidbelasting (in L_{etmaal}). Het figuur toont aan dat de geluidbelasting in de periode tot 2030 met enkele tientallen procenten zal toenemen en dat de geluidbelasting het grootst is en blijft in de randstedelijke provincies en Limburg.

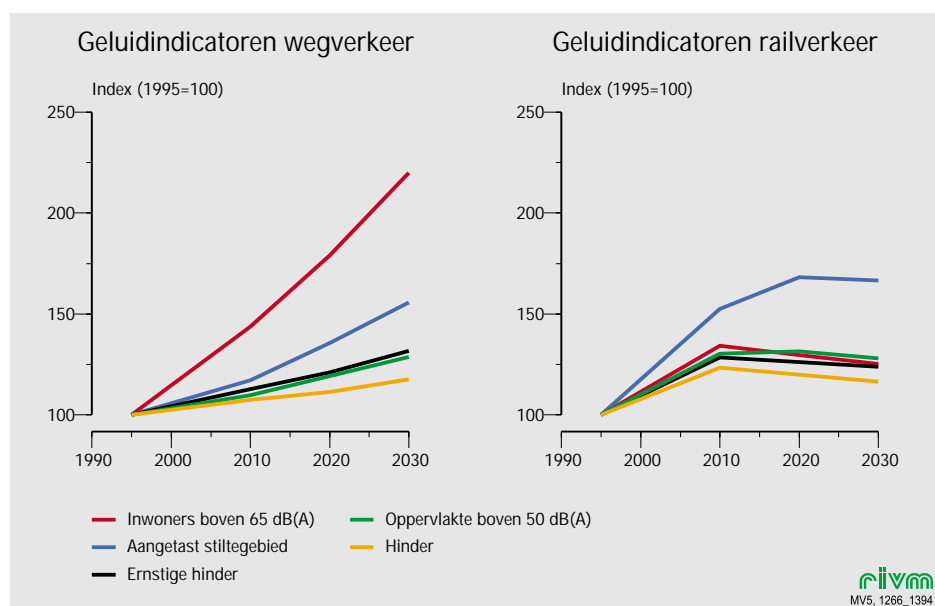
Vervolgens is gekeken naar de ontwikkeling per bron. Bij het wegverkeer is geconstateerd dat de geluidniveaus van het wegverkeer niet zozeer hoger zullen worden, maar vooral langer aanwezig zullen zijn. Deze verwachting wordt in de hoofdtekst niet toegelicht. Ze is afgeleid uit de toename in aantal voertuigkilometers per kilometer weglengte. Dit aantal zal in 2030 voor personenvervoer met ruim 30% toenemen. Voor het vrachtvervoer geldt zelfs een



Figuur 7.1-2: Indicatie van het percentage inwoners > 65 dB(A) en percentage geluidbelast gebied > 50 dB(A) in de periode 1995-2030

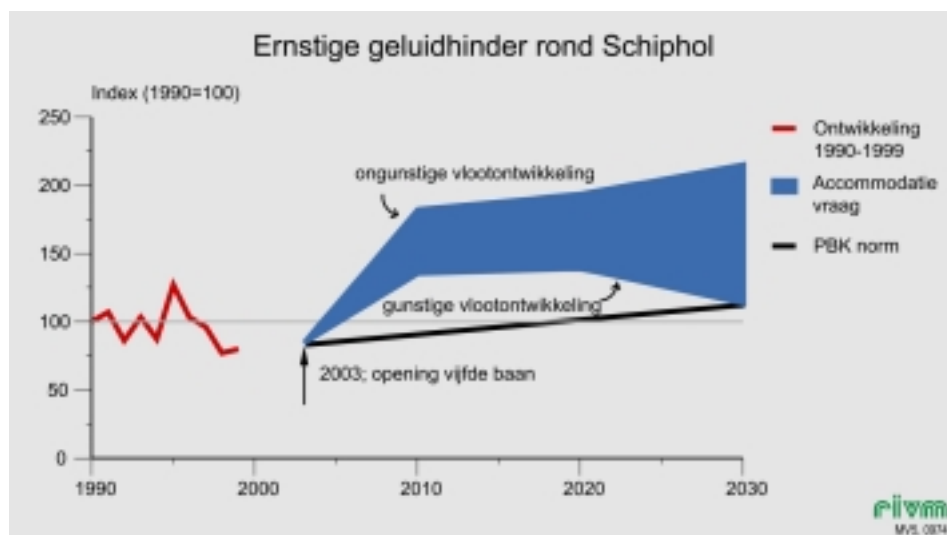
toename met meer dan 100% (alle wegen gemiddeld). Omdat in deze aantallen de uitbreiding van het wegennetwerk is verwerkt, is aangenomen dat deze vervoersstromen alleen kunnen worden verwerkt bij een verdere verspreiding van het verkeer over het etmaal.

De constatering over de toename van de geluidbelasting en geluidhinder door het weg- en railverkeer worden ondersteund door een figuur waarin voor deze beide bronnen de ontwikkelingen zijn weergegeven. Dit figuur is hier weergegeven als Figuur 7.1-3 (Figuur 5.6.3 in MV5).



Figuur 7.1-3: Ontwikkeling geluidsindicatoren weg- en railverkeer in 1995-2030 (EC-scenario)

Bij het geluid door vliegverkeer wordt opgemerkt dat de geluidbelasting rond grotere luchthavens sinds 1970 over het algemeen is afgenomen. Dit is afgeleid uit de jaarberekeningen aan de geluidbelasting rond Schiphol zoals die door het NLR sinds het begin van de 70-er jaren zijn uitgevoerd. Een samenvatting en analyse van deze berekeningen wordt gegeven in Ref. 34. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat de jaarberekeningen zijn uitgevoerd in de geluidmaat Ke en de daarbij toegepaste drempelwaarde van 65 dB(A) een versterkend effect heeft op de afname van de geluidbelasting.



Figuur 7.1-4: Ernstige geluidhinder rond Schiphol, bij accommodatie van de vraag naar luchtvaart tot 700.000 bewegingen en bij uitvoering van de PKB-norm (inclusief toename van de bevolking)

In de Milieubalans over 1999 (MB2000, Ref. 35) wordt apart aandacht geschonken aan de gewezen en toekomstige ontwikkeling van de geluidbelasting rond Schiphol bij verschillende geluidmaten. In de MB2000 wordt vastgesteld dat ook na correctie voor de 65 dB(A) afkap een duidelijke daling (zij het minder significant) van de geluidbelasting (vanaf 1990) is opgetreden. De ontwikkeling van de ernstige geluidhinder rond Schiphol is geschetst in Figuur 7.1-4 (Figuur 5.6.4 in MV5). Het figuur maakt de spanning duidelijk tussen vraag naar luchtvaart enerzijds en milieuruimte (en fysieke ruimte) anderzijds. Het figuur toont tevens aan dat zelfs bij handhaving van de PKB-normen voor Schiphol, bij verdere toename van het luchtverkeer, de ernstige hinder in de wijde omgeving weer zal toenemen en uiteindelijk zal uitkomen boven het niveau van 1990.

7.2 Paragraaf ‘Milieukwaliteit en volksgezondheid’

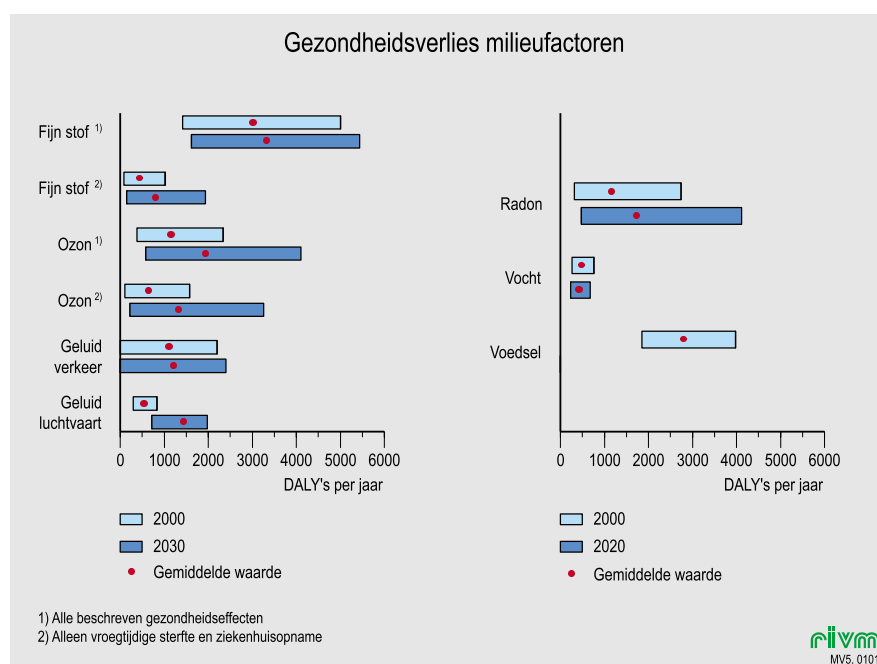
In paragraaf 5.9 van de milieuverkenning wordt ingegaan op de gezondheidseffecten van een aantal milieufactoren. Naast geluid zijn dit fijn stof en ozon en de binnenmilieufactoren radon, vocht en voedsel.

Hierbij wordt opgemerkt dat het aan (slechte) milieukwaliteit toe te schrijven gezondheidsverlies ligt in de orde van 2 tot 5% van de totale ziektelast in Nederland.

Het gezondheidsverlies door deze milieufactoren is uitgedrukt in ‘disability adjusted life years’ (DALY’s). Uitleg over de DALY-schatting wordt gegeven in de hoofdstuktekst en in Refs. 42 en 43. De wijze waarop de gezondheidseffecten van geluid die in de DALY zijn meegewogen, zijn vastgesteld wordt bericht in Ref. 44.

Bij de DALY-schatting voor geluid zijn blootstellingsverdelingen voor 1995, 2020 en 2030 gebruikt. De verdelingen zijn berekend op de in de vorige hoofdstukken beschreven wijze. Het resultaat van de DALY-schatting is hier opgenomen als Figuur 7.2-1. Op basis van de figuur wordt geconstateerd dat luchtverontreiniging, geluid en binnenmilieu een grote bijdrage leveren aan het gezondheidsverlies door milieukwaliteit.

In paragraaf 5.9 wordt tevens ingegaan op de ontwikkeling van de geluidhinder. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de berekeningen en resultaten die in dit rapport zijn beschreven.



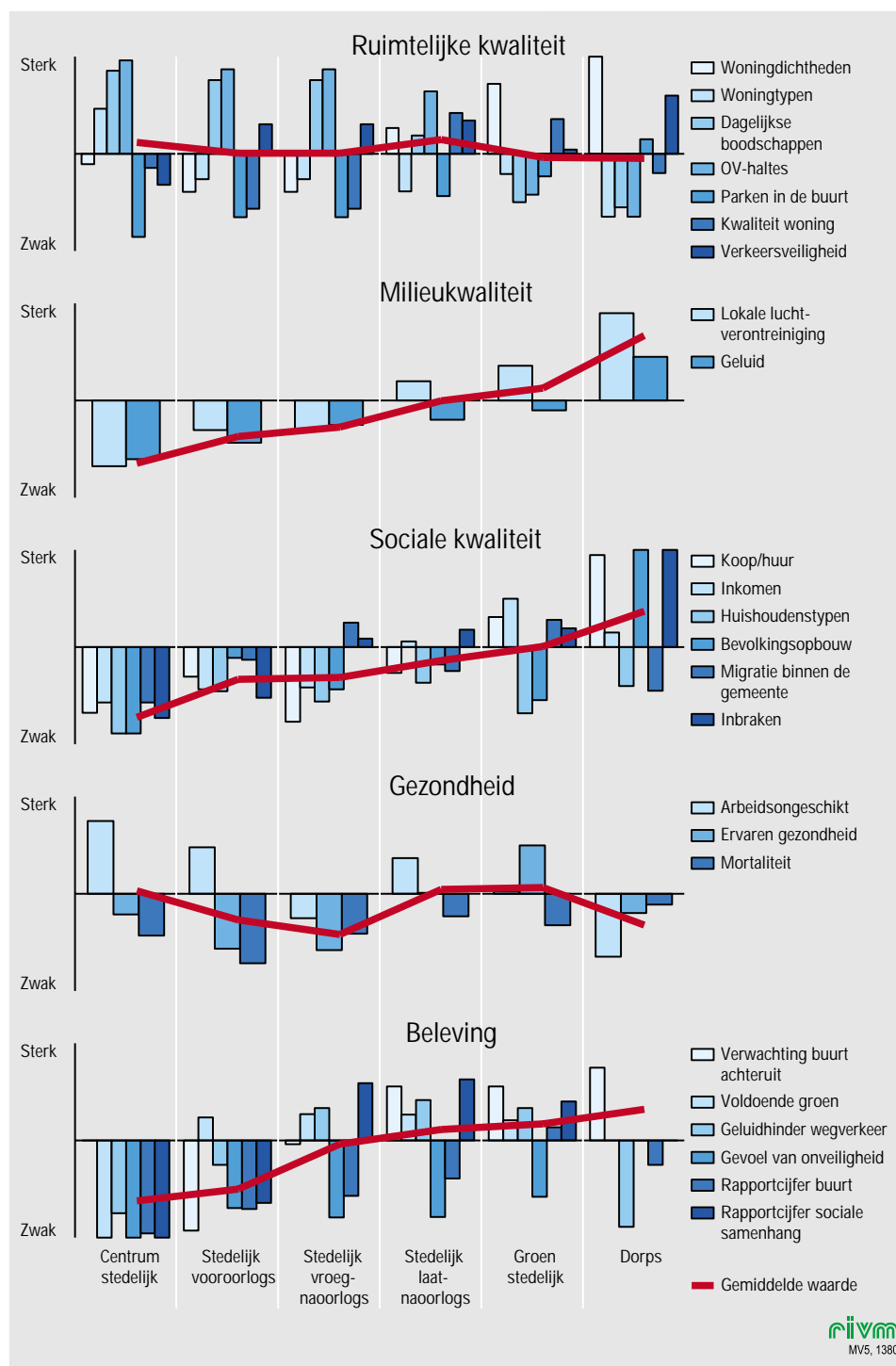
Figuur 7.2-1: Overzicht jaarlijks gezondheidsverlies (uitgedrukt in verloren gezonde levensjaren – DALY's) door enkele milieufactoren in 2000 en 2030 (of 2020)

7.3 Paragraaf ‘Leefomgeving en leefbaarheid’

In paragraaf 5.10 is gebruik gemaakt van een studie waarin op wijkniveau is gekeken naar de kwaliteit van de leefomgeving in een viertal voorbeeldsteden. Bij de beoordeling van de wijken op de aspecten ‘milieukwaliteit’ (naast ruimtelijke en sociale kwaliteit) en ‘beleving (naast gezondheid) is geluid, als het percentage oppervlak met geluidbelasting tussen 50 en 65 dB(A), respectievelijk als percentage geluidhinder door wegverkeer, meegenomen als één van de (vele) determinanten.

Zowel in de hoofdstuktekst als in een apart achtergrondrapport (Ref. 43) wordt aandacht besteed aan de uitvoering en de bevindingen van de studie.

Figuur 7.3-1 toont het resultaat er van (Figuur 5.10.2 in MV5). Bij het figuur wordt

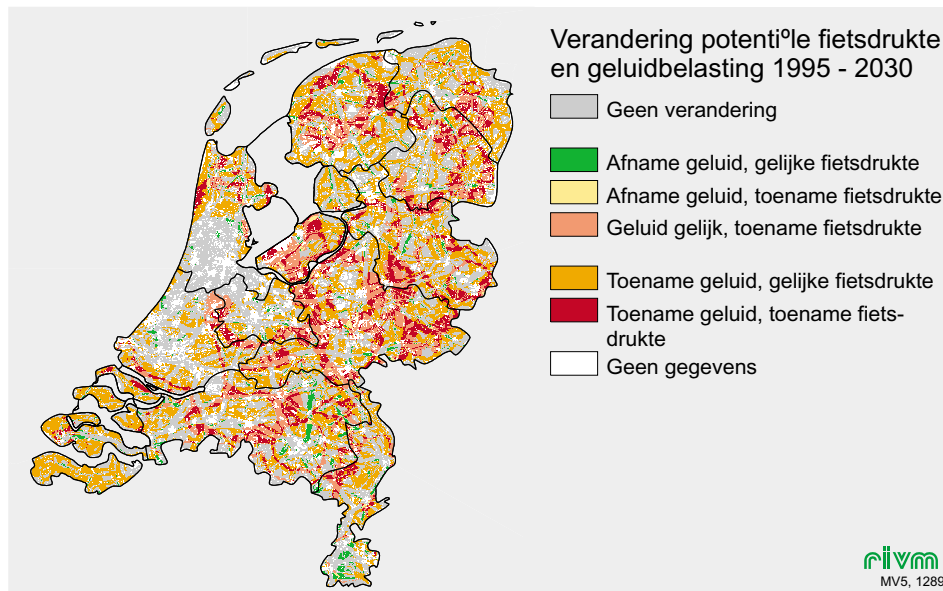


Figuur 7.3-1: Overzicht van scores voor afzonderlijke en geaggregeerde indicatoren binnen de verschillende domeinen naar woonmilieutype

geconstateerd dat de doorsnee Nederlander een voorkeur heeft voor groenstedelijke woonmilieus en dat de groei van groenstedelijke woonmilieus tot 2030 gunstig is voor de gemiddelde kwaliteit van de woonomgeving in Nederland.

Op leefomgeving en recreatie wordt apart ingegaan in subparagraaf 5.10.4. Hierbij wordt een (kaart)beeld gegeven van de verandering in potentiële fietsdrukke en geluidbelasting in de periode 1995-2030. Dit kaartbeeld is hier opgenomen als Figuur 7.3-2 (Figuur 5.10.4 in MV5). Voor dit kaartbeeld zijn de LBV-kaarten met de geluidbelasting geleverd aan DLO-

Staring Centrum. De integratie met fietsdrukte wordt beschreven in Ref. 45. Op basis van deze kaart is geconstateerd dat het aandeel lawaaierig landelijk gebied zal blijven toenemen en dat in 2030 in minder dan 10% van het landelijk gebied rustig en stil gerecreëerd zal kunnen worden.



Figuur 7.3-2: Fietsdrukte en geluidhinder

Literatuur

- 1 Feimann, P.F.L., Geurs, K.T., van den Brink, R.M.M., Annema, J.A., van Wee, G.P., *Verkeer en vervoer in de Nationale Milieuverkenning 5*, RIVM, augustus 2000
- 2 *Naar een Landelijk Beeld van Verstoring, Publicatiereeks Verstoring*, VROM-DGM, rapport nr. 12/97, 1997
- 3 *Reken- en Meetvoorschrift Verkeerslawaai, Wet Geluidhinder*, Staatsuitgeverij, Den Haag, 1981
- 4 *Level of driveline noise and tyre/road noise of passenger cars in urban and sub-urban driving, a pilot study*, M+P, rapport nr. MVM.95.3.1, juni 1997
- 5 Elbers, F.B.J., *Emissiebestanden railverkeersgeluid 1970, 2010, 2020 en 2030 voor de milieuverkenningen van RIVM*, NSTO, 9130031, december 1999
- 6 *Reken- en Meetvoorschriften Railverkeerslawaai '96*, Publicatiereeks Verstoring nr. 14/97, Ministerie van VROM
- 7 Boose, J.J.E.C, Gommers, F.M.C, Geurs, K.T, van Wee, G.P, *Geaggregeerd model voor volume ontwikkelingen in de luchtvaart*, RIVM, rapport nr. 773002006, 1998
- 8 *Schiphol binnen Milieugrenzen*, RIVM, rapport nr. 408130004, 1998
- 9 *Beleidsvisie Regionale luchtvaartinfrastructuur (RELI)*, Min. Verkeer en Waterstaat, 1997
- 10 *Structuurschema Regionale en Kleine Luchthavens (SRKL)*, Min. Verkeer en Waterstaat, november 1999
- 11 *Defensienota 2000*, Min. Defensie, januari 2000
- 12 *Beleidsvisie Kleine luchtvaartinfrastructuur (KLI)*, Min. Verkeer en Waterstaat, 1997
- 13 Busink, J.J., Dolderman, A.B, *Geluidbelastingberekeningen voor Schiphol in het kader van de Milieubalans 1999*, NLR, 1999
- 14 *Geluidbelasting en technisch fysieke capaciteit herconfiguratie Schiphol op basis van scenario "KLM 2010"*, Werkgroep Milieuberekeningen Toekomst Nederlandse Luchthaven Infrastructuur, L6-208, 1998
- 15 *Geluidbelastingberekeningen voor Schiphol in het kader van de vijfde Milieuverkenning*, NLR, 2000

- 16 *Strategisch onderzoek invoering uniforme dosismaat*, publikatiereeks Verstoring, VROM-DGM, nr. 4/1998, 1998
- 17 *INM Technical Manual 5.1*, Federal Aviation Authorities, 1998
- 18 Bouwman, A, *Geluidhinder militaire luchtmachtbases; Volkel, Leeuwarden, Twenthe*, RIVM intern, april 1999
- 19 *Regeling VFR-nachtvluchten en minimum vlieghoogten voor militaire luchtvaartuigen*, 29 december 1994, Staatscourant 1994, nr. 251
- 20 Brief van Kolonel J.A.J. van Dam met nr. STL 1999012765, dd. 01-09-99
- 21 *Reken- en Meetvoorschriften Railverkeerslawaaai '96*, Publicatiereeks Verstoring nr. 14/97, Ministerie van VROM
- 22 Miedema, H.M.E., Vos, H.J., *Exposure-response relationships for transportation noise*, Acoust. Soc. Am. 104(6), 1998, pp. 3432-3445
- 23 Miedema, H.M.E., Vos, H., *Supplement to J. Acoust. Soc. Am. December 1998*, "Exposure-response relationships for transportation noise", TNO report publ. nr. 99.043, 1999
- 24 Miedema, H.M.E., *Supplement II to J. Acoust. Soc. Am. December 1998*, "Exposure-response relationships for transportation noise", Bijlage bij brief aan RIVM PG/VGZ/2000.534/40697/HM/aw, 11 februari 2000
- 25 Aanvulling op brief aan RIVM PG/VGZ/2000.534/40697/HM/aw van 11 februari 2000, 20 maart 2000
- 26 Gerretsen, E, *Validatie overdrachtsmodel geluid voor LBV*, TNO-TPD, HAG-MEM-000008, januari 2000
- 27 van Leeuwen, J.A., Sturuss, L.P., *Metingen van de verzwakking van wegverkeerslawaaai in woonwijken voor validatie van het RIVM-model "het Landelijk Beeld van Verstoring*, JDGMR, L.99.1325.A, juni 2000 (concept)
- 28 Jabben, J., *Doelen en opties meetnet geluid, Haalbaarheidsstudie monitoren van geluidemissies wegverkeer op rijkswegen*, RIVM, rapport nr. 725201.201, maart 2000
- 29 *Rekenmodel goederentreinen ter goedertrouw, Achtergronden voor een zinvolle validatie van geluidsemissieformules*, Geluid nr. 1 maart 2000
- 30 Muchall, R.C., *De geluidbelasting door het vliegverkeer langs de Buitenveldertbaan te Amsterdam*, Rapportage 1998, Omegam, 25723730, augustus 1999

- 31 Jonkhart, S., *Vergelijking van gemeten en berekende geluidsniveaus*, NLR CR 97263 L, 1997
- 32 Dassen A.G.M., *Berekening geluid van militaire luchtvaart in kader van MV5, Voorlopige resultaten*, door N. D van Egmond overhandigd aan Gen. Maj. van de Rovaart, 24 januari 2000
- 33 Können, J., *Commentaar op het rapport van het RIVM betreffende militaire geluidbelasting*, Min. Defensie, 1 maart 2000
- 34 de Boer, E., *De ontwikkeling van de geluidbelasting op Schiphol in relatie tot de ontwikkeling van het verkeer en de klachten*, Proc. Nationaal Congres over Geluid en Trillingen, Ede, 9 november 1998
- 35 *Milieubalans 1999*, RIVM, 1999, pp. 130-134
- 36 Kruize, H., Staatsen, B.A.M., *Vergelijking nationale geluidhindergegevens*, RIVM, juli 1998
- 37 *Environment in the European Union at the turn of the century*, European Environmental Agency, 1999
- 38 Lanea Conner, M., februari 2000, *Airport noise regulation information*, Boeing, verkregen via: <http://www.boeing.com/assocproducts/noise/airports.html>
- 39 *Statistical Annual Review 1999*, Amsterdam Schiphol Airport, mei 2000
- 40 Brouwer, H.H., Dassen, A.G.M., Wijnen, R.A.A., *Het vliegtuig als geluidsbron; het onderzoek naar bronmechanismen en stille technologie en de betekenis voor de vermindering van het luchtvaartgeluid*, Colloquium 'Verkeer, Milieu en Techniek', RIVM, 29 juni 2000
- 41 Eerens, H., et al, *Grootschalige luchtverontreiniging en depositie in de Nationale Milieuverkenning 5*; achtergrond informatie, RIVM, rapport nr. 408129007, 2000
- 42 Maas, I.A.M., Gijzen, R., Lobbezoo, I.E., Poos, M.J.J.C., *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997, De gezondheidstoestand, een actualisatie*, RIVM, 1997
- 43 Hollander, A.E.M de, Bouwman, A.A., Kruize, H., *Achtergronddocument Dagelijkse leefomgeving in Milieuverkenning 5*, RIVM, rapport nr. 408129019 (in druk).
- 44 Kempen, E.E.M.N. van, *De invloed van blootstelling aan geluid op de gezondheid in Nederland*, RIVM, rapport nr. 408129.021 (in druk).

- 45 Goossen, C.M., Langers, F., Lous, J.F.A., *Indicatoren voor recreatieve kwaliteiten in het landelijke gebied*, Wageningen, DLO-Staring Centrum, 1997

Appendix I: Overzicht gegevensbestanden

Wegverkeer

Bestand: VLN-GIS

Datum: 1996

Leverancier: Adviesdienst Verkeer en Vervoer Rijkswaterstaat, AVV

Gebruik: Ligging en verkeersintensiteiten Rijkswegen

Opmerkingen: De verkeersintensiteiten zijn er in 1996 opgezet. Deze zijn in 1999 t.b.v. de MB98 opgehoogd.

Bewerkingen in kader MV5: Voor de berekening van 1995 is het tot 1998 opgehoogde bestand weer verlaagd door de verkeersintensiteiten met 0,931 te vermenigvuldigen.

Ophoging voor 2000+ is gebeurd op basis van gegevens van LAE.

Bestand: ER-C

Datum: 1995

Leverancier: Intern, Laboratorium voor Afvalstoffen en Emissies, LAE

Gebruik: Ligging en verkeersintensiteiten provinciale wegen

Opmerkingen: De verkeersintensiteiten zijn gebaseerd op verkeerstellingen uit begin jaren '90 zoals die door provincies zijn uitgevoerd.

Bewerkingen in kader MV5: De intensiteiten op het ER-C zijn gebruikt voor de berekening van 1995. Ophoging voor 2000+ is gebeurd op basis van gegevens van LAE.

Bestand: Resultaten LMS (Landelijk Model Systeem verkeer en vervoer)

Leveringsdatum: november 1999

Leverancier: Adviesdienst Verkeer en Vervoer Rijkswaterstaat, AVV

Gebruik: Toekomstige verkeersintensiteiten hoofdwegennet

Opmerkingen: Door AVV is het LMS gebruikt om de verkeersintensiteiten voor 2000+ te berekenen. Deze intensiteiten worden gepresenteerd op een wegennetwerk met onvoldoende ruimtelijke nauwkeurigheid voor akoestische berekeningen.

Bewerkingen in kader MV5: De verkeersintensiteiten uit LMS zijn gebruikt om de intensiteiten op het VLN-GIS en het ER-C op te hogen.

Bestand: BASNET (Basis Netwerk Nederland)

Datum: 1996

Leverancier: Adviesdienst Verkeer en Vervoer Rijkswaterstaat, AVV

Gebruik: Ligging en intensiteiten binnenstedelijke wegen

Opmerkingen: Op basis van de wegtypering van het BASNET zijn de verkeersintensiteiten op binnenstedelijke wegen geschat. Deze schattingen zijn gevalideerd met gegevens over de intensiteit van het binnenstedelijk verkeer zoals die in Verkeers Milieu Kaarten (VMK's) van circa 20 steden zijn opgeslagen.

Bewerkingen in kader MV5: Ophoging voor 2000+ is gebeurd op basis van gegevens van LAE.

Bestand: Schermen en ZOAB

Datum: 1995

Leverancier: Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rijkswaterstaat, DWW

Gebruik: Locaties wegschermen en ZOAB Rijkswegen

Opmerkingen: Geen

Bewerkingen in kader MV5: Standaard (zie Ref. 2).

Railverkeer**Bestand:** Emissiebestand railverkeer

Leveringsdatum: november 1999

Leverancier: NS Technisch Onderzoek

Gebruik: Ligging spoorwegen en emissies railverkeer op spoorwegen

Opmerkingen: Totstandkoming en inhoud is beschreven in Ref. 5.

Bewerkingen in kader MV5: Uitsluitend standaard bewerkingen binnen LBV.

Vliegverkeer**Bestand:** Jaarberekeningen luchtvaartterreinen (jaarberekeningen)

Leveringsdatum: mei 2000 (Schiphol 1999), november 1999 (Schiphol 2010), september 1999 (militaire terreinen, luchtmacht), 1999 (Maastricht), 1998 (Rotterdam), diverse data voor 1998 (BKL-terreinen)

Leverancier: Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, NLR

Gebruik: Bepaling L_{etmaal} -geluidbelasting luchtvaartOpmerkingen: Voor Schiphol, Maastricht en Rotterdam is de geluidbelasting op de standaard studiegebieden geleverd (voor Schiphol voor 2000+ op vergroot studiegebied). Voor de overige luchthavens betreft het contouren van de jaarberekening in Ke 's. Totstandkoming en inhoud is verder beschreven in Refs. 13 en 15Bewerkingen in kader MV5: Omrekening van Ke naar L_{etmaal} . De contouren zijn vergrid.**Bestand:** Zones luchtvaartterreinen

Leveringsdatum: 1996 (Eelde, de Kooy, Valkenburg)

Leverancier: Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, NLR

Gebruik: Bepaling L_{etmaal} -geluidbelasting luchtvaart

Opmerkingen: De zone van Eelde betreft de zone uit de MER-berekening

Bewerkingen in kader MV5: Omrekening van Ke naar L_{etmaal} . De zones zijn vergrid.**Landgebruik****Bestand:** LGN, Land Gebruik Nederland

Versie en datum: 3, 1997

Leverancier: DLO Staring Centrum

Gebruik: Bepaling variabelen die geluidoverdracht (D_{bodem} en D_{huis}) bepalen. Voor de benodigde differentiatie van het stedelijk gebied wordt gebruik gemaakt van Wijk- en Buurtregister (zie verder)

Opmerkingen: Voor 2000+ zijn de overdrachtsvariabelen bepaald op basis van 'huidig' landgebruik (zie 'errata', Appendix III).

Bewerkingen in kader MV5: Standaard (zie Ref. 2).

Bestand: Wijk- en Buurtregister

Datum: 1994

Leverancier: Centraal Bureau voor de Statistiek, CBS

Gebruik: Verdere differentiatie van stedelijk gebied (onderverdeling naar 4 graden van stedelijkheid) ter bepaling van de geluidoverdracht in stedelijk gebied.

Opmerkingen: Voor 2000+ is overdrachtsvariabelen bepaald op basis van 'huidig' bodemgebruik (zie 'errata', Appendix III).

Bewerkingen in kader MV5: Standaard (zie Ref. 2).

Bestand: Stiltegebieden

Versie en datum: 1994

Leverancier: Provincies

Gebruik: Bepaling aantasting (areaal met normoverschrijding in) stiltegebieden.

Opmerkingen: Geen

Bewerkingen in kader MV5: Voor MV5 is uitsnede van landelijke stiltegebieden gemaakt (bestand met uitsluitend op het land gelegen stiltegebieden).

Woningen en bevolking

Bestand: Woninggegevens Nederland per 6-posities postcode (PAP)

Versie en datum: 1995

Leverancier: Bridgis

Gebruik: Bepaling aantal woningen 1995, per gebied van 100x100 m².

Opmerkingen: Het PAP is gebruikt voor de woningtellingen voor 1995.

Bewerkingen in kader MV5: Standaard (zie Ref. 2).

Bestand: Woningen en bevolking Nederland 2000+

Leveringsdatum: januari 2000

Leverancier: RIVM intern

Gebruik: Bepaling aantal woningen 2000+, per gebied van 100x100 m².

Opmerkingen: Het betreft populatiegegevens op 500x500 m² voor heel Nederland die in het kader van de VIJNO door RIVM en RPD zijn aangemaakt voor de jaren 2010 en 2020. T.b.v. de MV5 is er door het RIVM een bestand voor 2030 aangemaakt. Bij LLO zijn deze bestanden, ten behoeve van de berekeningen aan luchtkwaliteit en geluid, verfijnd naar 100x100 m². De wijze waarop dit is gebeurd staat beschreven in Ref. 41.

Bewerkingen in kader MV5: Standaard (zie Ref. 2).

Appendix II: LBV-gebruik wegverkeer en railverkeer

Gebruikte versie: NOISTOL2a (lijnbronmodel)

Gridgrootte: 100 m

Invloedstraal

Binnenstedelijk : 500 m

Rijkswegen : 2500 m

Provinciale wegen: 1500 m

Spoorwegen: 2500 m

Ondergrens geluidsimmissieniveaus (achtergrondwaarde): 25 dB(A)

MINDIST (minimale afstand verkeersweg tot immissiepunt, in te stellen in NOISTOL)

Binnenstedelijk : 12,5 m

Rijkswegen : 25 m

Provinciale wegen: 20 m

Spoorwegen: 25 m

Weghoogten

Rijkswegen : 1 m

Overige wegen: maaiveld (0 m)

Spoorwegen: 2 m

Emissies

Emissieformules wegverkeer: zie Tabel II-A

Verdeling (weg)voertuigen: zie Tabel II-B

Emissieformules railverkeer: conform Rekenvoorschrift Railverkeer (Ref. 21)

Verdeling (rail)voertuigen: conform Akoestisch Spoorboekje

Afscherming

Schermen: Zie Tabel II-C

Op basis van schermtype en constante emissieafname volgens LBV rapport (Ref. 2) toegepast op lijnmissiebestanden. Door NS-TO is voor railverkeer enigszins afwijkende emissiecorrecties toegepast (Ref. 5).

Er is geen gebruik gemaakt van de nieuwe NOISTOL schermmodellering. De nieuwe modellering berekent de schermwerking bij de overdracht, (vrijwel) conform het Rekenvoorschrift.

Bebouwing: Op basis van het "2-stralen model" (wijkt af van Ref. 2, beschreven in Ref. 27)

Tabel II.A: Emissieformules gebruikt op alle wegen (rijkswegen VLN-GIS), provinciale wegen (ERC) en overige wegen (BASNET)

	1970 (geen berekening)	1995 (referentie)	2010	2020	2030
Licht	$e_{lv} = 0,832 \cdot 10^5 \cdot \frac{10^{\frac{0,21V_{lv}}{10}}}{V_{lv}}$	Als in 1970	Als in 1970	Als in 1970	Als in 1970
Middel	$e_{mv} = 43,65 \cdot 10^5 \cdot \frac{10^{\frac{0,09V_{mv}}{10}}}{V_{mv}}$	$e_{mv} = 7,33 \cdot 10^5 \cdot \frac{10^{\frac{0,165V_{mv}}{10}}}{V_{mv}}$	$e_{mv} = 7,33 \cdot 10^5 \cdot \frac{10^{\frac{0,165V_{mv}}{10}}}{V_{mv}} \cdot 10^{-0.1}$ noot 1)	Als in 2010	Als in 2010
Zwaar	$e_{zv} = 263 \cdot 10^5 \cdot \frac{10^{\frac{0,03V_{zv}}{10}}}{V_{zv}}$	$e_{zv} = 20,89 \cdot 10^5 \cdot \frac{10^{\frac{0,13V_{zv}}{10}}}{V_{zv}}$	$e_{zv} = 20,89 \cdot 10^5 \cdot \frac{10^{\frac{0,13V_{zv}}{10}}}{V_{zv}} \cdot 10^{-0.2}$ noot 1)	Als in 2010	Als in 2010
Motoren	$e_{mr} = 11,75 \cdot 10^5 \cdot \frac{10^{\frac{0,19V_{mr}}{10}}}{V_{mr}}$	Als in 1970	Als in 1970	Als in 1970	Als in 1970

1) de reductiefactoren zijn niet correct doorgevoerd, zie 'errata' (Appendix III)

Tabel II.B: Snelheden en verdeling over de voertuigcategoriën

	Rijkswegen				Provinciale wegen				Doorgaand binnenstedelijke wegen (BASNET typen 3, 5, 7)	Overig binnenst. Wegen (BASNET type 9, 11)		
Snelheid licht verkeer	110				80				50	50		
Snelheid middelzwaar	90				70				50	50		
Snelheid zwaar verkeer	85				70				50	50		
% dagdeelintensiteit	Licht	Middel	Zwaar	Motoren	Licht	Middel	Zwaar	Motoren	alle categorieën	alle categorieën		
Dag	78	81	76	79	78	81	76	79	77,8	77,8		
Avond	14	7	9	14	14	7	9	14	14,9	14,9		
Nacht	8	12	15	7	8	12	15	7	7,3	7,3		
									Type 3	Type 5	Type 7	Typen 9 en 11
Verhouding licht/vracht	Categorie afzonderlijk in bestand				Categorie afzonderlijk in bestand				90/10	95/5	98/2	100
Verh. Middel/zwaar vracht	45/55				75/25				75/25			75/25
Personen/motoren	991/9				991/9				988/12	969/31	969/31	969/31

Tabel II.C: Modellerings werking geluidschermen (wegverkeer)

Schermtypen uit VLN-GIS	Gemodelleerde schermhoogte	Emissiereductie in dB(A)
1	1m	1
2	2 m	10
4	3 m	11
3	≥ 4m	12

Appendix III: Errata

Voor de (gewenste) uitvoering van de berekeningen zijn de relevante delen van de beschrijving in dit rapport geoperationaliseerd in de vorm van ‘technische voorschriften’.

Aan de hand van deze voorschriften zijn de berekeningen uitgevoerd.

Tijdens of na de uitvoering is gebleken dat de voorschriften niet de juiste interpretatie gaven van de gewenste uitvoering dan wel dat ze bij de uitvoering van de berekeningen niet ‘exact’ zijn gevolgd. In enkele gevallen is toen besloten om de berekeningen niet opnieuw uit te voeren. Onderstaand wordt een overzicht gegeven van deze ‘errata’. Naar schatting zijn de consequenties voor de resultaten verwaarloosbaar.

Overzicht

afronding

Bij berekeningen voor Rijkswegen zijn alle geluidemissies naar beneden afgerond.

Bijvoorbeeld: 80,9 dB(A) wordt dan 80 dB(A). Dit geldt voor alle berekeningen.

emissiereducties middelzwaar en zwaar vrachtverkeer

Deze zijn niet correct ingevoerd en de reducties van 1 en 2 dB(A) voor middelzwaar en zwaar vrachtverkeer vanaf 2010 zijn niet meegenomen. Dit geldt voor de berekeningen voor zwaar en middelzwaar verkeer voor alle scenario’s.

verdeling voertuigcategorieën

De verdeling van verkeersintensiteiten tussen de voertuigcategorieën wijkt op sommige punten af van de verdeling volgens de uitgangspunten (Appendix II). Het gaat om de verhouding middelzwaar / zwaar verkeer (MV/ZV). Deze is als volgt:

Rijkswegen: 55:45 (had 45:55 moeten zijn)

Provinciale wegen: 55:45 (had 75:25 moeten zijn)

landgebruikbestanden:

De landgebruikbestanden (zie 2.2) die worden gebruikt om de immissie te berekenen zijn gecorrigeerd op plaatsen waar toekomstige nieuwbouwlocaties zijn gepland (niet-stedelijk wordt stedelijk). Deze correctie is gebaseerd op bevolkingsbestanden die afwijken van de VIJNO-bevolkingsgrids die voor de MV5 gebruikt zijn. Hierdoor wijkt de demping en daarmee de immissie op sommige plaatsen iets af van wat het had moeten zijn.

Dit geldt voor alle scenario’s zonder maatregelenpakket; bij de scenario’s met maatregelen is in alle gevallen een ongecorrigeerd landgebruikbestand (1997) gebruikt.

achtergrondwaarde $L_{-etmaal}$

Bij het berekenen van de immissies ($L_{-etmaal}$) is voor rijkswegen een achtergrondwaarde van 40 dB(A) in plaats van 25 dB(A) gebruikt. Dit geldt alleen voor de scenario’s 2010 en 2020. Deze afwijking werkt echter door in de cumulaties voor wegverkeer en cumulatie totaal.

Consequenties

Bovenstaande fouten hebben weinig effect op de uiteindelijke (landelijke) resultaten. Om dit te onderbouwen zijn een paar extra berekeningen uitgevoerd waarin i) de veronderstelde, toekomstige reducties van het middelzware en zware verkeer wel zijn doorgevoerd, ii) de afronding is aangepast, iii) het toekomstige landgebruik is meegenomen in de berekening van de geluidoverdracht en iv) apart, de achtergrondwaarde is ingesteld op 25 dB(A) i.p.v. 40 dB(A). De invloed van de afwijkende verhouding tussen voertuigcategorieën is niet nader onderzocht. In tabel III.A en III.B worden de resultaten hiervan gegeven.

Er blijkt dat de alleen de ondergrens van 40dB(A) bij rijkswegen in 2010 en 2020 invloed heeft op het resultaat waar het gaat om geluidbelasting in stiltegebieden. De invloed op van de fouten op andere indicatoren is verwaarloosbaar.

Tabel III.A: Invloed emissies wegverkeer, afronding en landgebruik op eindresultaten

Invloed afwijkende emissiegetallen en "route" landgebruiksbestanden op MV5 resultaten					
Rijkswegen 2010	% opp. > 50 dB(A)	% inw. 51 - 65 dB(A)	% inw. > 65 dB(A)	% geh.	% ernstig geh.
MV5*	13,14	17,95	0,52	6,29	1,35
Landuse 2010**	13,05	17,97	0,51	6,29	1,35
Landuse 1995***	13,08	18,17	0,53	6,35	1,37
Basnet 2020	% opp. > 50 dB(A)	% inw. 51 - 65 dB(A)	% inw. > 65 dB(A)	% geh.	% ernstig geh.
MV5*	7,01	45,81	5,23	13,17	3,67
Landuse 1995	7,04	45,98	5,23	13,2	3,68

*) voor MV5 is gerekend met energieformules zonder reductie, emissies naar beneden afgerond op hele dB(A)'s, met landuse 2010

***) nieuwe energieberekening met reductie voor ZV en MV, emissies op 2 decimalen, landuse 2010

****) nieuwe energieberekening met reductie voor ZV en MV, emissies op 2 decimalen, landuse 1995

Tabel III.B: Invloed achtergrondwaarde op eindresultaten

Vergelijking MV5 en MV5 correctie: resultaten voor gecumuleerd wegverkeer						
	% opp. > 50	% opp. stil > 40	% inw. 51-65 dB(A)	% inw. > 65 dB(A)	% geh.	% ernstig geh.
2010 MV5*	27,55	10,25	68,21	7,15	19,16	5,66
2010 correctie**	27,4	9,31	67,53	7,15	18,96	5,64
2020 MV5*	29,62	11,8	67,77	7,66	19,49	5,9
2020 correctie**	29,47	10,75	67,13	7,66	19,28	5,87

*) voor MV5 is een achtergrondwaarde van 40 dB(A) (LAEQ) i.p.v. 25 dB(A) gehanteerd.

***) nieuwe berekening met achtergrondwaarde van 25 dB(A)

Appendix IV: Verzendlijst

- 1 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman
- 2 Depot Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie
- 3 Directoraat- Generaal Milieubeheer, Directie Lokale Milieukwaliteit en Verkeer,
Dr. C.M. Plug
- 4 Drs. J. Swager - DGM
- 5 Drs. J.A. Verspoor - DGM
- 6 Ir. M. van den Berg - DGM
- 7 Ir. D. de Gruijter - DGM
- 8 Ir. A.W. Bezemer - DGM
- 9 Drs. T.C. Welkers - DGM
- 10 Ir. F.W.J. van Deventer - DGM
- 11 Ir. P.C.M. Polak – AVV, Rotterdam
- 12 Mw. Ir. A.J. van Beek - NS-TO, Utrecht
- 13 Ir. F.B.J. Elbers - NS-TO, Utrecht
- 14 Mw. Mr. Drs. A.J. Kolff - RLD, Den Haag
- 15 Drs. J.G. Veldhuis - RLD, Den Haag
- 16 A.J. Koppert - RLD, Den Haag
- 17 Ir. H. Pulles - RLD, Den Haag
- 18 Gen.-maj. J. van de Rovaart, Min. Defensie, Den Haag
- 19 Drs. Ing. J. Können, DGWT, Min. Defensie, Den Haag
- 20 Drs. J.J. van Gemeren - Interprovinciaal Overleg IPO
- 21 Drs. F. Bekhuis - Provincie Gelderland
- 22 Mw. Dr. Ir. M.E.S. Vogels - NLR, Amsterdam
- 23 Ir. J. Busink - NLR, Amsterdam
- 24 Ir. A. Hoekstra - NLR, Amsterdam
- 25 Prof. Ir. E. Gerretsen, TNO-TPD, Delft
- 26 Dr. H.M.E. Miedema, TNO-PG, Leiden
- 13 Directie RIVM
- 14 Prof. Ir. N.D. van Egmond
- 15 Ir. F. Langeweg
- 16 Dr. Ir. D. Van Lith
- 17 Dr. Ir. E. Lebret
- 18 Mw. Dr. J.A. Hoekstra
- 19 Dr. L.C. Braat
- 20 Drs. A.E.M. de Hollander
- 21 Mw. Drs. B.A.M. Staatsen
- 22 Drs. H.C. Eerens
- 23 Ir. R.A.W. Albers
- 24 Ir. H.S.M.A. Diederren
- 25 Dr. B.J. M. Ale
- 26 Ir. W. van Duijvenbooden

-
- 27 Mw. Ir. H. Kruize
 - 28 Mw. Drs. E. van Kempen
 - 29 Drs. G.P. Van Wee
 - 30 Ir. R. van den Brink
 - 31 Drs. Ing. K.T. Geurs
 - 32 Mw. Ir. P.F.L. Feimann
 - 33 Drs. J.A. Annema
 - 34 Drs. H.A. Nijland
 - 35 Drs. A.A. Bouwman
 - 36 Ir. J. Jabben
 - 37 Mw. Drs. N.A.R. Hamminga
 - 38 Ir. J.H.J. Dolmans
 - 39 Drs. W.H. Hoffmans
 - 40 Auteur
 - 41 SBD/Voorlichting & Public Relations
 - 42 Bureau Rapportenregistratie
 - 43 Bureau Rapportenbeheer (15x)
 - 44 Bibliotheek RIVM