

TNO-rapport  
96.030

## Ontwikkelingen in effecten van geluid en preventie door wet- en regelgeving

Achtergrondrapport bij een publikatie in Volksgezondheid  
Toekomst Verkenning 1997

TNO Preventie en Gezondheid  
Divisie Collectieve Preventie

Wassenaarseweg 56  
Postbus 2215  
2301 CE Leiden

Telefoon 071 5 18 18 18  
Fax 071 5 18 19 20

auteur:  
W. Passchier-Vermeer

datum:  
Juli 1996

Stamboeknummer

14595

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

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

© 1996 TNO

TNO Preventie en Gezondheid  
Gorterbibliotheek

25 JUL 1996

Postbus 2215 - 2301 CE Leiden



Passchier-Vermeer W.

ISBN 90-6743-431-0

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van *f* 27,85 (incl. BTW) op postbankrekeningnr. 99.889 ten name van TNO-PG te Leiden onder vermelding van bestelnummer 96.030.

---

INHOUD	pagina
SAMENVATTING	i
1. INLEIDING	1
2. DOELSTELLING EN BEPERKINGEN	2
3. WETGEVING EN BELEIDSPANNEN VAN DE OVERHEID	3
3.1 Wet- en regelgeving	3
3.2 Beleidsplannen en evaluatie beleid	4
4. GEZONDHEIDSEFFECTEN DOOR GELUID	5
5. TE BESCHOUWEN SCENARIO'S	9
6. DE WERKWIJZE IN GROTE LIJNEN	12
6.1 Werkwijze per leefmilieu	12
6.2 Samenvoegen van de resultaten voor de afzonderlijke leefmilieus	13
6.3 Kwalitatieve behandeling van vraag 4	13
7. BEREKENINGEN VOOR WEGVERKEERSGELUID	15
7.1 Werkwijze	15
7.2 Uitwerking	15
7.2.1 Berekening van de geluidbelasting in 1995 volgens het reëel geschiedenis-scenario	15
7.2.2 Berekening van de geluidbelasting in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario	18
7.2.3 Berekening gezondheidseffecten in 1995 volgens beide geschiedenis-scenario's	20

---

	pagina	
7.2.4	Berekening gezondheidseffecten volgens beide toekomst-scenario's	24
7.2.5	Vershil in de gezondheidswinsten in de periode van 1995 tot 2010 volgens beide toekomst-scenario's	25
8.	BEREKENINGEN VOOR LUCHTVAARTGELUID	27
8.1	Inleiding	27
8.2	Berekening van de gezondheidseffecten volgens het reëel geschiedenis-scenario	27
8.3	Berekening van de situatie in 1980	30
8.4	Situatie in 1995 volgens het nil-geschiedenis scenario	31
8.5	Gezondheidswinst in de periode van 1980 tot 1995	33
8.6	Schatting van de situatie in 2010 volgens het reëel toekomstscenario	34
8.7	Gezondheidswinst in 2010	35
9.	BEREKENINGEN VOOR RAILVERKEERSGELUID	37
9.1	Inleiding	37
9.2	Berekening van de situatie in 1980	37
9.3	Berekening van de situatie in 1995 volgens beide geschiedenis-scenario's	37
9.4	Schatting van de situatie in 2010 volgens beide toekomst-scenario's	39
9.5	Berekende gezondheidswinsten	40
10.	BEREKENINGEN VOOR GELUID VAN INDUSTRIËLE ACTIVITEITEN	41
11.	SAMENVOEGEN VAN DE RESULTATEN VOOR WOONOMGEVINGSGELUIDEN	43
12.	BEREKENINGEN VOOR HET RECREATIE-MILIEU	45
12.1	Beschikbare gegevens	45

---

12.2	Schatting van de gezondheidseffecten in 1995 volgens de beide geschiedenis-scenario's	47
12.3	Schatting van de gehoorschade in 2010 volgens de beide toekomst-scenario's	51
13.	<b>BEREKENINGEN VOOR GELUID OP DE ARBEIDSPLAATS</b>	54
13.1	Berekening van de situatie in 1995	54
13.2	Berekening van de situatie in 1975/1980	59
13.3	Schatting van de situatie in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario	59
13.4	Schattingen van de situatie in 2010 volgens het reëel en het theoretisch toekomst-scenario	61
13.5	Schattingen van de gezondheidswinst volgens de diverse scenario's	63
14.	<b>SAMENVOEGEN VAN DE RESULTATEN VOOR ALLE LEEFMILIEUS TEZAMEN</b>	64
15.	<b>FOUTENBESCHOUWING</b>	67
15.1	Inleiding	67
15.2	Woonmilieu	69
	15.2.1 Wegverkeersgeluid	69
	15.2.2 Luchtvaartgeluid	72
	15.2.3 Railverkeersgeluid	73
15.3	Recreatie-milieu	74
15.4	Arbeidsmilieu	74
15.5	Foutenmarges in de uitkomsten	75
	<b>LITERATUUR</b>	77
	<b>BIJLAGEN</b>	83

## SAMENVATTING

### Waarom dit rapport?

In het kader van de Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997 (VTV'97) behandelt TNO-PG onder meer het onderwerp 'ontwikkelingen in de effecten op de gezondheid van wet- en regelgeving die betrekking hebben op geluid'. Het betreft daarbij geluid als milieufactor in het woon-, werk- en recreatiemilieu. De bijdrage vanuit TNO-PG over dit onderwerp bestaat uit twee delen: een tekst van 7 à 8 pagina's die integraal in de VTV'97 zal worden opgenomen, en dit rapport met berekeningen en achterliggende gegevens. Dit rapport is derhalve beperkt tot een systematische analyse van gegevens over het onderwerp, terwijl meer beleidsmatige overwegingen gegeven worden in de tekst voor de VTV'97.

### Wat is het doel van de werkzaamheden?

Doel van de werkzaamheden voor dit rapport is een antwoord te geven op de volgende vragen, waarbij de antwoorden op de eerste drie vragen voor zover mogelijk kwantitatief dienen te zijn:

- 1- wat is de op het gebied van geluid door wet- en regelgeving behaalde gezondheidswinst in de afgelopen jaren;
- 2- wat is de theoretische op het gebied van geluid door wet- en regelgeving te behalen gezondheidswinst in de komende jaren;
- 3- wat is de op het gebied van geluid reëel te verwachten gezondheidswinst in de komende jaren;
- 4- wat verklaart een eventuele discrepantie tussen de volgens 2 bedoelde theoretisch te behalen en de volgens 3 te verwachten gezondheidswinst in de komende jaren.

### Wat is de inhoud van het rapport?

Gelet op de beschikbaarheid van gegevens worden de schattingen in dit rapport beperkt tot gezondheidseffecten van geluid:

- . in de woonomgeving. Geluid afkomstig van wegverkeer, vliegverkeer van en naar civiele luchthavens en militaire vliegbases, treinverkeer en industriële vestigingen. Dit zijn geluidbronnen, die gewoonlijk dagelijks in de woonomgeving geluid produceren en zodoende een voortdurende belasting voor de betreffende bewoners vormen. Geluidbronnen, waarvan bekend is dat ze meer incidenteel geluidhinder veroorzaken, zoals laagvliegende straaljagers, reclame-vliegtuigjes, auto- en motorcircuits, blijven in dit rapport buiten beschouwing;

- . in het werkmilieu. Met betrekking tot gehoorschade zijn de berekeningen beperkt tot werknemers in de industrie en bouwnijverheid en met betrekking tot geluidhinder zijn schattingen gemaakt voor de gehele beroepsbevolking;
- . in het recreatie-milieu. In dit geval zijn de berekeningen beperkt tot gehoorschade bij jongeren door diverse popmuziek-activiteiten. Geluidhinder tijdens recreatie, zoals in stilte-gebieden, blijft in dit rapport buiten beschouwing.

De gepresenteerde resultaten hebben over het algemeen betrekking op het volwassen deel van de Nederlandse bevolking. Dat is vooral het gevolg van het feit dat achterliggende expositie-effectrelaties zijn afgeleid uit onderzoek bij volwassenen en er weinig bekend is over effecten bij kinderen. Uitzonderingen daarop vormen het gehoorverlies bij ongeboren baby's waarvan de moeder tijdens de zwangerschap in een hoog geluidniveau werkt, en het effect van popmuziek op de gehoorscherpheid van jongeren.

#### **Welke wet- en regelgeving is van belang?**

In 1980 is de Wet geluidhinder ingevoerd. In deze wet en de daarop gebaseerde Ministeriële Besluiten zijn voor verschillende soorten omgevingsgeluiden (wegverkeers-, railverkeers- en industriegeluid) ondermeer grenswaarden opgenomen voor de maximaal toelaatbare geluidbelasting op de gevels van woningen. De in 1978 gewijzigde Luchtvaartwet en de daarop gebaseerde Ministeriële Besluiten geven voor de civiele luchtvaart maximaal toelaatbare geluidbelastingswaarden op de gevels van woningen. Ook met betrekking tot nachtelijk vliegtuiggeluid is regelgeving tot stand gekomen (1993) en geëvalueerd (1995).

Inzake arbeidsomstandigheden, waaronder blootstelling aan geluid, is in 1980 de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) ingevoerd. In de periode vóór de inwerkingtreding van de Arbowet was de regelgeving met betrekking tot schadelijk geluid op de arbeidsplaats geregeld in de Veiligheidswet 1934 en in diverse Besluiten. Artikel 179 van het Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen, een besluit dat is ingesteld volgens de Arbowet, en analoge artikelen in andere Besluiten, vormen de kern van de specifieke regelgeving inzake schadelijk geluid. In 1992 zijn deze artikelen enigszins aangepast in verband met regelgeving in EU-verband.

Er is geen wet- en regelgeving inzake het voorkomen van nadelige effecten op de gezondheid door geluid in de recreatieve sfeer, met uitzondering van regelgeving in de Hinderwet. Deze regelgeving beoogt overlast te voorkomen bij omwonenden (van bijvoorbeeld discotheken) en niet

noodzakelijkerwijs gezondheidseffecten (gehoorschade) bij de 'genieters' van geluid (bijvoorbeeld popmuziek).

### **Welke basis-gegevens zijn gebruikt?**

In het kader van het milieubeleid door de Nederlandse overheid is een aantal Nationale Milieubeleidsplannen (NMP, NMP-plus, NMP2) uitgebracht in de periode van 1989 tot 1995. Het huidige milieubeleid is gericht op het jaar 2010. Een van de thema's van het milieubeleid is verstoring, waarvan geluid een belangrijk onderdeel vormt. In de jaarlijks door de rijksoverheid uitgebrachte Milieuprogramma's wordt de voortgang van het milieubeleid op rijksniveau beschreven. In het kader van de nachtnormering vliegtuiggeluid is door VROM en Verkeer en Waterstaat in 1995 een studie over eventuele aanpassing van de nachtnorm gepubliceerd.

Door het RIVM zijn in de periode van 1988 tot 1995 drie Nationale Milieuverkenningen uitgebracht. In 1995 is voor het eerst een Milieubalans (Milieubalans 1995) van het RIVM verschenen (evenals 'Achtergronden bij de Milieubalans').

Van de gegevens uit deze documenten van de overheid en het RIVM is in dit rapport gebruik gemaakt, evenals van een aantal in dit kader relevante TNO-rapporten.

Met betrekking tot de evaluatie van het overheidsbeleid inzake geluid op de arbeidsplaats is een beleidsdocument in voorbereiding. Er is in dit rapport met name gebruik gemaakt van de door TNO in het verleden gegeven kwantitatieve schattingen over de geluidbelasting in de Nederlandse industrie en over de gehoorschade in de bouwnijverheid.

De informatie over gezondheidsschade door geluid in het recreatieve milieu is vooral afkomstig uit twee achtergrondstudies van de Gezondheidsraad (1989, 1993), het advies 'Geluid en Gezondheid' van deze Raad (1994) en een aantal TNO-rapporten.

### **Over welke gezondheidseffecten gaat het bij geluid?**

Op basis van het advies 'Geluid en Gezondheid' van de Gezondheidsraad (1994) zijn vijf categorieën effecten van blootstelling aan geluid op de gezondheid van de mens te onderscheiden. Deze categorieën kunnen onderverdeeld worden in meer specifieke effecten. In het onderstaande is die onderverdeling gegeven en wordt ook vermeld door welke geluidbronnen, hetzij in de woon-, de recreatie- en de werkomgeving, die specifieke effecten bij voldoende hoge geluidbelastingen optreden:



1. gehoorschade door geluid: een permanente vermindering van de gehoorscherpte die veroorzaakt wordt door blootstelling aan geluid op de werkplek en door het luisteren naar popmuziek in de recreatieve sfeer. Ook is er een verhoogde kans op een hoogfrequent gehoorverlies bij baby's waarvan de moeder tijdens de zwangerschap aan hoge geluidniveaus tijdens het werk blootstaat;
2. somatische stress-verschijnselen: lichamelijke veranderingen die zich in de loop van langere tijd (jaren) van blootstelling aan geluid manifesteren. Verhoogde kansen op hypertensie en op ischemische hartziekten treden op door geluid in de woonomgeving. Ook is er een verhoogde kans op hypertensie bij degenen die in hoge geluidniveaus werken en op zwangerschapshypertensie bij zwangere vrouwen die in veel lawaai werken;
3. geluidhinder: een effect dat te maken heeft met het geestelijk welbevinden van de mens en dat in grote mate voorkomt in het woon-, werk- en recreatie-milieu;
4. functionele effecten, vermindering van het prestatievermogen tijdens de blootstelling aan geluid. Het betreft hier taken waarbij een beroep gedaan wordt op het kortdurend geheugen. Een dergelijk effect is vastgesteld bij schoolkinderen die tijdens hun schooltijd aan hoge niveaus van verkeersgeluid worden blootgesteld. Over deze effecten kunnen geen schattingen van de omvang in de Nederlandse bevolking worden gemaakt en ze blijven in dit rapport verder buiten beschouwing;
5. slaapverstoring: effecten die optreden tijdens de slaap zoals tussentijds wakker worden, en effecten die blijken op dagen na de nachtelijke verstoring van de slaap door geluid (een slechter humeur en een slechtere beoordeling van de slaapkwaliteit).

### **Welke vorm hebben de resultaten van de berekeningen?**

In het rapport is voor elk van de betreffende geluidbronnen in elk van de leefmilieus een schatting gemaakt van het aantal personen in de Nederlandse bevolking met een bepaald gezondheids-effect dat (mede) door blootstelling aan geluid is veroorzaakt. Daarbij zijn de volgende situaties onderscheiden:

1. de werkelijk in 1995 opgetreden situatie. Dit is in het rapport omschreven met de situatie volgens het *reëel geschiedenis-scenario*;
2. de situatie in 1995 als er geen wet- en regelgeving op het gebied van geluid zou hebben plaatsgevonden in de periode vóór 1995 (van 1980 tot 1995). Dit is omschreven als de situatie in 1995 volgens het *nil geschiedenis-scenario*;
3. de situatie in 2010 als het theoretisch mogelijke aan wet- en regelgeving op het gebied van geluid en de uitvoering ervan zou hebben plaatsgevonden. Dit is omschreven als de situatie in

2010 volgens het *theoretisch toekomst-scenario*. De overheid heeft als beleidsdoelstelling voor 2010 geformuleerd dat de geluidbelastingen in de woonomgeving zo laag zijn dat er door deze belastingen geen ernstige geluidhinder meer optreedt. Dit is in dit rapport als uitgangspunt gekozen voor de theoretisch in de woonomgeving te bereiken situatie in 2010. Als theoretisch mogelijke situatie in 2010 met betrekking tot geluid op de arbeidsplaats is een situatie gedefinieerd waarbij geen voor het gehoororgaan schadelijke geluidniveaus meer voorkomen en waarbij de omvang van geluidhinder gelijk is aan die in 1995. Als theoretisch haalbare situatie in 2010 met betrekking tot het recreatie-milieu is gekozen voor een situatie waarin geen gehoorschade door popmuziek wordt veroorzaakt;

4. de reëel te verwachten situatie in 2010, als de thans voorgenomen beleidsmaatregelen geëffectueerd worden. Dit wordt de situatie in 2010 volgens het *reëel toekomst-scenario* genoemd.

Uit 1. en 2. is de in de periode van 1980 tot 1995 door wet- en regelgeving op het gebied van geluid behaalde gezondheidswinst geschat en uit 3. en 4. de theoretisch te behalen en reëel te verwachten gezondheidswinst in de periode van 1995 tot 2010 en de discrepantie daartussen.

### **Wat zijn de resultaten voor geluid in de woonomgeving?**

De resultaten zijn gegeven in tabel 1. In de eerste kolom is een korte omschrijving gegeven van een effect dat (mede) door blootstelling aan geluid in de woonomgeving ontstaat en een omschrijving van de beschouwde geluidbronnen. Het betreft de volgende dagelijks in de woonomgeving voorkomende geluidbronnen: wegverkeer, vliegverkeer van en naar civiele luchthavens en militaire vliegbases, railverkeer en industriële bedrijven. De resultaten voor de industrie zijn beperkt tot de gevolgen door het geluid van zogenoemde A-inrichtingen.

In de tweede kolom is een schatting gegeven van de omvang van de effecten in de Nederlandse bevolking. Deze omvang is weergegeven in de vorm van het aantal betrokken volwassenen (in duizendtallen) in 1995. In 1995 zijn er in Nederland ongeveer 11,5 miljoen volwassenen.

De daaropvolgende kolommen geven schattingen van de gezondheidswinst die door wet- en regelgeving in de periode van 1980 tot 1995 behaald is en schattingen van de theoretisch te behalen en reëel te verwachten gezondheidswinst in de komende periode van 1995 tot 2010 en de discrepantie daartussen. Veelal is in eerste instantie de omvang van een gezondheidseffect door blootstelling aan geluid in de Nederlandse bevolking berekend als een percentage van de Nederlanders waarbij dit effect door geluid optreedt. Vermenigvuldiging van zo'n percentage met het aantal personen in de relevante groep Nederlanders geeft dan de omvang in absolute aantallen

in Nederland. Bij deze vermenigvuldigingen voor de situaties in 1980 en 2010 is van hetzelfde aantal inwoners in Nederland uitgegaan als voor 1995 is vastgesteld.

**Tabel 1 Woonmilieu.** In de tweede kolom de situatie in 1995, in de vorm van het aantal volwassenen (in duizendtallen) met een bepaald gezondheidseffect (mede) door blootstelling aan geluid. In de derde kolom de door wet- en regelgeving in de periode van 1980 tot 1995 behaalde gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid (mede) door geluid afkomstig van dagelijks in de woonomgeving voorkomende geluidbronnen. In de laatste drie kolommen gegevens over de periode van 1995 tot 2010.

Omschrijving effect	Situatie in 1995	Gezondheidswinst (in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
		behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 2010 te behalen ten opzichte van 1995	reëel in 2010 te verwachten ten opzichte van 1995	verschil in theoretisch te behalen en reëel te verwachten in 2010
<u>ernstige geluidhinder</u>					
wegverkeer	1 790	280	1 790	530	1 260
luchtvaart					
. civiel	345	103	345	-205	550
. militair	138	1	138	1	137
railverkeer	92	3	92	34	58
industrie	345	10	345	0	345
<b>totaal</b>	<b>2 710</b>	<b>417</b>	<b>2 710</b>	<b>360</b>	<b>2 350</b>
<u>hypertensie</u>					
wegverkeer	78	55	78	50	28
luchtvaart					
. civiel	0	0	0	0	0
. militair	0	0	0	0	0
railverkeer	1	1	1	1	0
industrie	0	0	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>79</b>	<b>56</b>	<b>79</b>	<b>51</b>	<b>28</b>
<u>opnames per jaar</u>					
wegverkeer	3,9	2,8	3,9	2,5	1,4
luchtvaart					
. civiel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
. militair	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
railverkeer	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
industrie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>totaal</b>	<b>4,0</b>	<b>2,8</b>	<b>4,0</b>	<b>2,6</b>	<b>1,4</b>
<u>vaak in slaap gestoord</u>					
wegverkeer	1 300	420	1 300	600	700
luchtvaart					
. civiel	69	10	69	16	53
. militair	0	0	0	0	0
railverkeer	17	3	17	7	10
industrie	0	0	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>1 386</b>	<b>433</b>	<b>1 386</b>	<b>623</b>	<b>763</b>

\* aantal opnames per jaar in een ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten

### Wat zijn de resultaten voor geluid in de werkomgeving?

In tabel 2 zijn de resultaten gegeven over de gezondheidseffecten die door blootstelling aan geluid in de werkomgeving optreden. De extra prevalentie van een gehoorverlies van bijvoorbeeld 10 dB en meer bij 4000 Hz in een aan lawaai blootgestelde populatie is de werkelijk in deze populatie optredende prevalentie van zulke gehoorverliezen verminderd met de prevalentie van zulke gehoorverliezen in een niet aan lawaai op de arbeidsplaats blootgestelde referentie-populatie.

Tabel 2 **Werkmilieu**. Situatie in 1995 en gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid op de arbeidsplaats.

Omschrijving effect	Situatie in 1995	Gezondheidswinst (in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
		behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 2010 te behalen ten opzichte van 1995	reëel in 2010 te verwachten ten opzichte van 1995	verschil in theoretisch te behalen en reëel te verwachten in 2010
extra prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz in de industrie en de bouwnijverheid van 10 dB en meer**	272	131	272	69	203
van 20 dB en meer**	204	69	204	31	173
hypertensie	6,9	2,6	6,9	2,7	4,2
zwangerschaps-hypertensie***	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
gehoorverlies baby's***	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
tenminste enige geluidhinder	1 746	64	873	0	873

\* de omvang van de beroepsbevolking in Nederland is per 01-01-1995 4,014 miljoen mannen en 2,452 miljoen vrouwen. Er zijn 802 000 werknemers en 214 000 werkneemsters in de industrie en 330 000 werknemers en 23 000 werkneemsters in de bouwnijverheid

\*\* in de aantallen voor een gehoorverlies van 10 dB en meer zijn ook de gehoorverliezen van 20 dB en meer begrepen

\*\*\* In 1990 is P-blad 179 'Zwangerschap en arbeid' verschenen, hetgeen voor vrouwen sinds die tijd de mogelijkheid schept om tijdens de zwangerschap niet meer in hoge geluidniveaus te werken. Naar verwachting is in 1995 nog niet van die mogelijkheid gebruik gemaakt. Voor de toekomstige periode wordt verwacht dat dat wel gebeurt. Daarom zijn in de laatste drie kolommen nullen ingevuld

De resultaten over de extra prevalenties van gehoorverlies door werken in lawaai betreffen alleen de bouwnijverheid en de industrie. Hoewel dit ongetwijfeld de meest lawaaiige bedrijfstakken zijn, zijn er ook buiten deze bedrijfstakken lawaaiige werkplekken, zoals in het wegvervoer. Daarover konden echter geen berekeningen gegeven worden. De tabel geeft dus een (geringe) onderschatting van de werkelijke situatie.

De sociale gevolgen van gehoorverlies zijn in het rapport niet in beeld gebracht. Voor een goede beoordeling van de sociale consequenties van gehoorverlies zouden ook de gehoorverliezen bij

lagere frequenties dan 4000 Hz in ogenschouw genomen moeten worden. Om deze berekeningen te kunnen uitvoeren ontbraken echter de gegevens.

De resultaten over geluidhinder kunnen niet rechtstreeks vergeleken worden met die met betrekking tot de woonomgeving. In het werkmilieu gaat om personen met tenminste enige geluidhinder, overigens een in de betreffende literatuur zeer vaag omschreven begrip, en in de woonomgeving om personen met ernstige geluidhinder.

### Wat zijn de resultaten voor popmuziek in het recreatie-milieu?

In tabel 3 zijn de resultaten gegeven. Het betreft de extra prevalentie van gehoorverlies door popmuziek-activiteiten in de groep Nederlandse jongeren van 15 tot 25 jaar.

Tabel 3 **Recreatiemilieu**. Situatie in 1995 en gezondheidswinst, in termen van een vermindering van de prevalentie van jongeren met een bepaald gehoorverlies door popmuziek-activiteiten.

Omschrijving effect	Situatie in 1995	Gezondheidswinst (in aantal betrokken jongeren in Nederland in duizendtallen)			
		behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 2010 te behalen ten opzichte van 1995	reëel in 2010 te verwachten ten opzichte van 1995	verschil in theoretisch te behalen en reëel te verwachten in 2010
extra prevalenties van gehoorverlies bij 4000 Hz van					
10 dB en meer	125	0	125	63	63
20 dB en meer	77	0	77	39	39

\* het aantal jongeren van 15 - 25 jaar is in 1995 2,165 miljoen

Er moet voorzichtigheid betracht worden in het vergelijken van de extra prevalenties van gehoorverlies door popmuziek bij jongeren met die door een beroepsmatige expositie bij de beroepsbevolking van Nederland. Als deze aantallen worden gezien in het licht van de sociale consequenties van gehoorschade, dan moet niet alleen gekeken worden naar gehoorverlies bij 4000 Hz maar ook naar gehoorverlies in het lagere frequentiegebied. In dat frequentiegebied zal de gehoorschade bij de werkende bevolking groter zijn, omdat op de werkplek de blootstelling langduriger is en het gehoorverlies bij de lagere frequenties, met name 2000 Hz, veel meer toeneemt bij langere blootstelling dan het gehoorverlies bij 4000 Hz. Het gehoorverlies bij 4000 Hz heeft na 10 jaar al 77% van de waarde na 40 jaar bereikt en voor 2000 Hz is dit slechts 36%. De sociale gevolgen zijn dus voor gehoorschade door geluid in het werkmilieu verstrekkender dan voor gehoorschade door popmuziek.

### **Hoe nauwkeurig zijn de resultaten?**

Er is een apart hoofdstuk gewijd aan de foutenmarges die op kunnen treden in de berekende resultaten. In de uitgevoerde berekeningen over de omvang van de effecten van blootstelling aan geluid in het woon-, werk- en recreatiemilieu is uitgegaan van een aantal onzekerheden waardoor de betrouwbaarheid van de uitkomst wordt beïnvloedt. Deze onzekerheden worden in het rapport geïnventariseerd en er worden op basis daarvan schattingen gegeven van de foutenmarges.

Met betrekking tot de situatie in 1980 en in 1995 betreft het vooral onzekerheden ten gevolge van het toepassen van expositie-effectrelaties om uit geluidbelastingen de bijbehorende gezondheidsschade te schatten en onzekerheden in de resultaten van inventarisatie-onderzoeken over gezondheidseffecten. Ook zijn er voor de situaties in 1995 en 1980 aannames gedaan waarover enige onzekerheid heerst.

Met betrekking tot het theoretisch toekomst-scenario is veelal aangenomen dat een bepaald gezondheidseffect in 2010 geheel kan worden voorkomen. Deze hypothetische toestand is afgeleid uit beleidsmatige doelstellingen, zodat een foutenanalyse hiervoor niet van toepassing is. De grootste onzekerheden bestaan vanzelfsprekend bij het schatten van de situatie in 2010 volgens het reëel toekomst-scenario. Immers, bij het schatten van die situatie spelen een veelheid aan toekomstige politieke, economische en technologische ontwikkelingen een rol. Veelal is voor die situatie rekening gehouden met een foutenmarge die 2,5 maal zo groot is als die voor de huidige situatie in 1995.

In tabel 4 zijn afgeronde aantallen gegeven en de bijbehorende foutenmarges.

Tabel 4 Situatie in 1995 en de gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid volgens de diverse scenario's. Afgeronde aantallen. De foutenmarges zijn tussen haakjes aangegeven. (w), (a) en (r) betekenen woon-, arbeids- en recreatiemilieu.

Omschrijving effect	Situatie in 1995	Gezondheidswinst (in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
		behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen	reëel te verwachten in 1995 - 2010	verschil theoretisch en reëel te verwachten
ernstige geluidhinder (w)	2 700 (2 500 - 2 800)	400 (380 - 550)	2 700 (2 500 - 2 800)	350 (-150 - 750)	2 350 (1 750 - 2 9 50)
tenminste enige geluidhinder (a)	1 750 (1 300 - 2 300)	60 (30 - 90)	900 (600 - 1 200)	0 (-600 - 600)	900 (0 - 1 800)
hypertensie woonomgeving	80 (30 - 120)	60 (30 - 130)	80 (30 - 120)	50 (30 - 60)	30 (0 - 60)
arbeids- omgeving	7 (6 - 8)	3 (1 - 4)	7 (6 - 8)	3 (1 - 4)	4 (3 - 5)
opnames (w) ischemische hartziekten	4 (1,5 - 6)	3 (1,5 - 6,5)	4 (1,5 - 6)	3 (2 - 4)	1 (0,5 - 2)
extra prevalentie gehoorverlies (a) bij 4000 Hz van 10 dB en meer	270 (260 - 280)	130 (100 - 220)	270 (260 - 280)	70 (35 - 105)	200 (150 - 250)
20 dB en meer	200 (190 - 210)	70 (60 - 100)	200 (190 - 210)	30 (15 - 50)	170 (140 - 220)
extra prevalentie gehoorverlies (r) bij 4000 Hz van 10 dB en meer	125 (120 - 145)	0	125 (120 - 145)	63 (60 - 72)	63 (60 - 72)
20 dB en meer	80 (73 - 88)	0	80 (73 - 88)	40 (37 - 43)	40 (37 - 43)
vaak in slaap gestoord woonomgeving	1 400 (1 100 - 1 700)	400 (350 - 850)	1 400 (1 100 - 1 700)	600 (-50 - 1 250)	800 (450 - 1 150)

## Wat is de conclusie?

- . Van de geluidbronnen in de woonomgeving is het geluid van het wegverkeer de geluidbron die in 1995 verreweg de omvangrijkste gezondheidsschade veroorzaakt, ook al is de in de periode van 1980 tot 1995 behaalde gezondheidswinst door wet- en regelgeving aanzienlijk. Het geluid van de luchtvaart van en naar civiele en militaire luchthavens volgt, wat betreft de omvang van de gezondheidsschade in 1995, het geluid van het wegverkeer op geruime afstand.
- . Het omvangrijkste effect in de woonomgeving is ernstige geluidhinder, met als tweede effect slaapverstoring. Het aantal ernstig gehinderden is ongeveer twee maal zo groot als het aantal mensen dat vaak in de slaap wordt gestoord. De wet- en regelgeving op het gebied van het weg- en luchtverkeersgeluid in de periode van 1980 tot 1995 heeft tot gevolg gehad dat de op het gebied van ernstige geluidhinder behaalde gezondheidswinst ongeveer even groot is als die behaald op het gebied van slaapverstoring. Voor het wegverkeersgeluid is daarbij de behaalde gezondheidswinst op het gebied van slaapverstoring veel groter dan voor de (civiele) luchtvaart.
- . Naar berekening is in 1995 het aantal personen met hypertensie (inclusief degenen die wegens hypertensie onder medische behandeling zijn) die (mede) door blootstelling aan geluid in de woonomgeving is ontstaan, ruim 5% van het totaal aantal hypertensieven in Nederland. Eenzelfde percentage geldt ook voor opnames in een ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten. Mede daaruit blijkt dat geluid in de woonomgeving een belangrijk probleem is voor de volksgezondheid.
- . Er is voor vrijwel alle gezondheidseffecten en alle drie de leefmilieus een grote discrepantie tussen de in de periode van 1995 tot 2010 reëel te verwachten en theoretisch te behalen gezondheidswinst. De beoogde beleidsdoelstellingen, die alleen zijn geformuleerd met betrekking tot het woonmilieu, worden in de periode van 1995 tot 2010 niet gehaald. Dit hangt in grote mate samen met de groei van het wegverkeer en de civiele luchtvaart. Over het algemeen wordt deze toename van het verkeer tot 2010 niet voldoende gecompenseerd door stillere vervoermiddelen. Hoewel er in de komende periode voorzien is in een sterke groei van het railverkeer, mag voor dit middel van transport verwacht worden dat de omvang van de ernstige geluidhinder en die van de slaapverstoring in de komende periode ongeveer gehalveerd worden.
- . In het werkmilieu is een niet onaanzienlijke gezondheidswinst geboekt op het gebied van gehoorschade in de periode van 1975 tot 1995. Dit in tegenstelling tot de zeer geringe gezondheidswinst op het gebied van geluidhinder op de arbeidsplaats.



- . Over de gehele beroepsbevolking beschouwd is de toename van het aantal hypertensieven (mede) door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats gering.
- . Mede door de regelgeving op het gebied van zwangerschap en arbeid mag verwacht worden dat blootstelling van zwangere vrouwen aan lawaai op de arbeidsplaats in de toekomst voorkomen wordt en daarmee extra gevallen van zwangerschapshypertensie en baby's met een hoogfrequent gehoorverlies.
- . Met betrekking tot gehoorverlies door popmuziek bij jongeren is in de afgelopen periode geen gezondheidswinst geboekt en er lijken ook nog geen beleidsvoornemens te bestaan om in de toekomst deze oorzaak van gehoorverlies weg te nemen.

Al met al moet geconcludeerd worden dat, ondanks de in het kader van wet- en regelgeving gepleegde inspanningen van betrokkenen, geluid in het woon-, werk- en recreatiemilieu een belangrijke impact heeft op aspecten van de volksgezondheid en dat niet te verwachten is dat hierin in de komende periode een aanzienlijke verbetering zal optreden.

## 1. INLEIDING

In het kader van de Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997 (VTV'97) is aan TNO-PG opdracht verleend tot het schrijven van een hoofdstuk in die verkenning. Eén van de zeven thema's die ten behoeve van de VTV'97 uitgewerkt worden, is 'effecten van preventie', met als subonderwerp 'ontwikkelingen in de effecten op de gezondheid van wet- en regelgeving die betrekking hebben op milieufactoren'. De opdracht aan TNO-PG is beperkt tot geluid als milieufactor in het woon-, werk- en recreatiemilieu.

De bijdrage vanuit TNO-PG bestaat uit twee delen: een tekst van 7 à 8 pagina's die integraal in de VTV'97 zal worden opgenomen, en dit rapport met een verantwoording van de berekeningen en met achterliggende gegevens. Dit rapport is derhalve beperkt tot een systematische analyse van gegevens over het onderwerp, terwijl meer beleidsmatig inhoudelijke overwegingen gegeven worden in de genoemde tekst voor de VTV'97.

## 2. DOELSTELLING EN BEPERKINGEN

Doel van de werkzaamheden voor dit rapport is een antwoord te geven op de volgende vragen, waarbij de antwoorden op de eerste drie vragen voor zover mogelijk kwantitatief dienen te zijn:

- 1- wat is de op het gebied van geluid door wet- en regelgeving behaalde gezondheidswinst in de afgelopen jaren;
- 2- wat is de theoretische op het gebied van geluid door wet- en regelgeving te behalen gezondheidswinst in de komende jaren;
- 3- wat is de op het gebied van geluid reëel te verwachten gezondheidswinst in de komende jaren;
- 4- wat verklaart een eventuele discrepantie tussen de volgens 2 bedoelde theoretisch te behalen en de volgens 3 te verwachten gezondheidswinst in de komende jaren.

De resultaten van de berekeningen kennen enige beperkingen. *Met nadruk wordt er op gewezen dat bij de in het rapport uitgevoerde berekeningen in voorkomende gevallen schattingen gemaakt moesten worden.* Dat geldt niet alleen voor een aantal berekeningen over het jaar 1980 en over het jaar 2010, maar ook voor sommige berekeningen over de situatie in 1995. Soms zijn extrapolaties uitgevoerd uit onderzoeken met een beperkte omvang, waarbij niet altijd duidelijk is in hoeverre de resultaten representatief zijn voor de gehele Nederlandse bevolking. Tevens kan de gezondheidswinst voor het ene geluideffect betrouwbaarder worden ingeschat dan die voor een ander effect. Ook berusten de resultaten over gezondheidseffecten in het ene leefmilieu op veel betrouwbaarder gegevens dan die over het andere leefmilieu. Met name wordt door de overheid veel aandacht besteed aan het inventariseren van geluidbelastingen en van bepaalde gezondheidseffecten door blootstelling aan woon-omgevingsgeluiden. In dat kader kan het thans in uitvoering zijnde project 'Ruimtelijk Beeld Verstoringen' genoemd worden. In dat project, dat wordt uitgevoerd door het RIVM en een aantal TNO-instituten worden schattingen gemaakt van onder meer het aantal ernstig door woonomgevingsgeluid gehinderde personen in Nederland. Publikatie van de resultaten is in de loop van 1996 te verwachten.

In de berekeningen in dit rapport is voor zover mogelijk uit de geluidbelastingen met behulp van expositie-effectrelaties de omvang van een gezondheidseffect in de Nederlandse bevolking berekend. Inzichten over deze relaties kunnen zich in de loop van de tijd wijzigen en dat houdt dan in dat ook de berekende omvang van bepaalde effecten aan verandering onderhevig is.

In de foutenbeschouwing aan het eind van dit rapport wordt aan deze aspecten aandacht besteed.

### 3. WETGEVING EN BELEIDSPLANNEN VAN DE OVERHEID

#### 3.1 Wet- en regelgeving

De geluidproblematiek, zowel in het leef- als het werkmilieu krijgt al jaren lang beleidsmatig de aandacht. De Hinderwet regelde lange tijd overlast en hinder van diverse soorten verstoringen in de woonomgeving, waaronder geluid. Naast de Hinderwet is met betrekking tot geluid in 1980 de Wet geluidhinder ingevoerd. In deze wet en de daarop gebaseerde Besluiten zijn voor verschillende soorten geluiden in de woonomgeving (wegverkeers-, railverkeers- en industriegeluid) ondermeer grenswaarden opgenomen voor de maximaal toelaatbare geluidbelasting op de gevel van woningen en andere geluidgevoelige bestemmingen. De in 1978 gewijzigde Luchtvaartwet en de daarop gebaseerde Besluiten geven de maximaal toelaatbare geluidbelastingswaarden op de gevel van woningen voor de luchtvaart. Ook met betrekking tot nachtelijk vliegtuiggeluid is regelgeving tot stand gekomen (1993) en geëvalueerd (1995).

In het Bouwbesluit worden regelingen met betrekking tot de geluidisolatie van woningen gegeven. Deze regelingen zijn van belang met betrekking tot de overdracht van geluid tussen woningen en voor van buiten komend geluid.

Naast deze regelgevingen met betrekking tot de geluidbelasting van woningen bestaat er ook wetgeving op het gebied van zogenoemde stiltegebieden. Op het onderwerp van de stiltegebieden wordt hier verder niet ingegaan.

Verreweg de belangrijkste wetgeving inzake arbeidsomstandigheden, waaronder blootstelling aan geluid, is de Arbeidsomstandighedenwet uit 1980 (Stb 664), hierna te noemen Arbowet. In de periode vóór de inwerkingtreding van de Arbowet was de regelgeving met betrekking tot geluid op de arbeidsplaats geregeld in de Veiligheidswet 1934. Artikel 179 van het Veiligheidsbesluit voor fabrieken of werkplaatsen, en overeenkomstige artikelen in andere besluiten zoals het Landbouwveiligheidsbesluit dat ook is vastgesteld in het kader van de Arbowet, vormt de kern van de specifieke regelgeving inzake schadelijk geluid. In 1992 is dit artikel gewijzigd in verband met regelgeving in EU-verband.

### 3.2 Beleidsplannen en evaluatie beleid

Met betrekking tot het behoud van een gezond leefklimaat is er door de Nederlandse overheid een uitvoerig beleidsprogramma opgezet, waarvan ook de evaluatie van de resultaten van de genomen maatregelen deel uitmaakt. In een aantal Nationaal Milieubeleidsplannen (NMP, NMP-plus, NMP2), uitgebracht in de periode van 1989 tot 1995, is de strategie voor het milieubeleid voor de middellange termijn uiteengezet. Het huidige milieubeleid is ondermeer gericht op doelstellingen voor het jaar 2010. Een van de thema's van het milieubeleid is verstoring, waarvan geluid een belangrijk onderdeel vormt. Hoofddoel bij het thema verstoring is het voorkomen van hinder en andere overlast in de directe leefomgeving van de mens. In de jaarlijks door de rijksoverheid uitgebrachte Milieuprogramma's wordt de voortgang van het milieubeleid op nationaal niveau beschreven.

Het eerste NMP (1989) is het beleidsmatige antwoord op de door het RIVM in 1988 uitgebrachte milieuverkenning 'Zorgen voor Morgen'. Het NMP-plus bevat een aantal beleidsintensiveringen ten opzichte van het eerste NMP, waarbij wel de snelheid van het milieubeleid wordt verhoogd maar niet de richting die in het eerste NMP is aangegeven. In het NMP-plus worden met betrekking tot het onderwerp verstoring geen wijzigingen voorgesteld. Wel wordt enige aandacht geschonken aan een snellere automobilitaireductie. Het NMP2 geeft de tendens/verschuiving weer van regulering door de rijksoverheid naar zelfregulering door doelgroepen. Er wordt in het NMP2 aandacht besteed aan drie hoofdaspecten: de versterking van de uitvoering, aanvullende maatregelen daar waar doelstellingen met het beleid uit het eerste NMP niet gehaald worden en duurzaam produceren en consumeren in perspectief.

In 1995 is voor het eerst een Milieubalans (Milieubalans 1995) van het RIVM verschenen (zie ook Achtergronden bij de Milieubalans, die eveneens over het kalenderjaar 1995 door het RIVM is uitgebracht). In de Milieubalans wordt de actuele ontwikkeling van de milieukwaliteit in verband gebracht met het tot dusver gevoerde milieubeleid. De Milieubalans evalueert ook in welke mate maatschappelijke ontwikkelingen positief dan wel negatief hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de milieukwaliteit en de daarmee samenhangende veranderingen in ecosystemen en volksgezondheid.

De eveneens door het RIVM uit te brengen Nationale Milieuverkenningen beogen eens in de vier jaar een gedetailleerd beeld te geven van de resultaten van de inspanningen op het gebied van het milieubeleid.

#### 4. GEZONDHEIDSEFFECTEN DOOR GELUID

In 1994 heeft de Gezondheidsraad het advies 'Geluid en gezondheid' uitgebracht. In dat advies is aangegeven welke effecten er door blootstelling aan geluid op de gezondheid van mensen kunnen optreden en is een schatting gegeven van de effecten in de Nederlandse bevolking in 1994. Voor zover mogelijk zal bij de berekeningen in dit rapport van dezelfde methodiek gebruik gemaakt worden als in het genoemde advies is gehanteerd.

Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie is gezondheid niet alleen de afwezigheid van ziekten of gebreken, maar zijn ook andere fysieke, psychische en sociale aspecten in het geding. Als gezondheid zo wordt opgevat, dan zijn er volgens het advies van de Gezondheidsraad vijf categorieën effecten op de gezondheid van de mens te onderscheiden. Deze categorieën kunnen onderverdeeld worden in meer specifieke effecten. In het onderstaande is die onderverdeling gegeven zowel voor de woon-, de recreatie- als de werkomgeving, voor zover ingeschat wordt dat door de in Nederland optredende geluidbelastingen in verleden, heden en toekomst het gezondheidseffect in de betreffende omgeving optreedt:

1. gehoorschade door geluid: een permanente vermindering van de gehoorscherppte treedt op door blootstellingen aan geluid op de werkplek en door het luisteren naar popmuziek in de recreatieve sfeer;
2. somatische stress-verschijnselen: lichamelijke veranderingen die zich in de loop van langere tijd (jaren) van blootstelling aan geluid manifesteren. Verhoogde kansen op hypertensie en op ischemische hartziekten treden op door geluid in de woonomgeving. Ook zijn er verhoogde kansen op hypertensie bij mannen en vrouwen die in hoge geluidniveaus werken, op zwangerschapshypertensie bij zwangere vrouwen die in veel lawaai werken en op een hoog-frequent gehoorverlies bij baby's waarvan de moeder in de periode van de zwangerschap tijdens het werk aan hoge geluidniveaus bloot stond;
3. geluidhinder: een effect dat te maken heeft met het geestelijk welbevinden van de mens treedt op in het woon-, werk- en recreatiemilieu;
4. functionele effecten: vermindering van het prestatievermogen tijdens de blootstelling aan geluid. Het betreft hier taken waarbij een beroep gedaan wordt op het kortdurend geheugen. Een dergelijk effect is vastgesteld bij schoolkinderen die tijdens hun schooltijd aan hoge niveaus van verkeersgeluid worden blootgesteld;
5. slaapverstoring: effecten die optreden tijdens de slaap zoals tussentijds wakker worden, en effecten die blijken op dagen na de nachtelijke verstoring van de slaap door geluid. Dat betreft een slechtere stemming en een slechtere beoordeling van de slaapkwaliteit. Deze effecten

hebben alleen betrekking op geluid in de woonomgeving.

De gezondheidseffecten die in de Nederlandse bevolking optreden (mede) door blootstelling aan geluid, worden op basis van de in het genoemde advies van de Gezondheidsraad en elders gegeven expositie-effectrelaties als volgt uit de geluidbelasting berekend:

- . hypertensie (inclusief behandeling voor hypertensie) treedt op bij ongeveer 10 procent van de Nederlandse volwassen bevolking\*. De prevalentie van hypertensie is van vele factoren afhankelijk. In de berekeningen kon vrijwel nooit met deze factoren rekening gehouden worden. Een verhoogde kans op hypertensie mede door blootstelling aan woonomgevingsgeluid treedt op vanaf  $L_{Aeq,24h}$ \*\* gelijk aan 70 dB(A). Het relatief risico is 1,5 bij deze hogere geluidbelastingen;
- . het aantal ziekenhuisopname per jaar wegens ischemische hartziekten is in Nederland 5 per duizend volwassenen. Het relatief risico is 1,5 vanaf  $L_{Aeq,24h}$  gelijk aan 70 dB(A);
- . expositie-effectrelaties met betrekking tot ernstige geluidhinder zijn gegeven in Miedema (1992);
- . een expositie-effectrelatie met betrekking tot vaak gestoord worden in de slaap door vliegtuiggeluid is overgenomen uit het rapport 'Onderzoek nationale nachtnormering vliegtuiglawaai', gepubliceerd in 1995. Deze relatie is afgeleid uit Miedema (1993). Voor de overige woonomgevings-bronnen zijn de in Miedema (1993) gegeven, als zeer voorlopig te bestempelen, expositie-effectrelaties gebruikt;
- . met betrekking tot gehoorschade door blootstelling aan geluid zijn de in ISO 1999 (1990) gepresenteerde expositie-effectrelaties gebruikt, zowel voor beroepsmatige blootstelling aan geluid als voor blootstelling aan geluid in het recreatieve milieu;
- . een verhoogde kans op zwangerschapshypertensie en op een baby met een hoogfrequent gehoorverlies begint op te treden voor zwangere vrouwen die tijdens het werk aan lawaai-expositieniveaus zijn blootgesteld van meer dan 85 dB(A). Het relatief risico is daarbij respectievelijk 1,05 en 1,25.

---

\* Dit percentage hypertensieven in Nederland van 10% is inclusief het percentage dat mede door blootstelling aan geluid hypertensie heeft. Brengen we dit laatste percentage voor het jaar 1995 in vermindering op het percentage voor de gehele Nederlandse bevolking, dan is naar schatting het percentage volwassenen in Nederland met hypertensie die niet mede door blootstelling aan geluid is ontstaan gelijk aan 9,5%. Dit is afgerond 10% en mede gezien de onnauwkeurigheden in de diverse berekeningen is verder in het rapport van dit afgeronde percentage uitgegaan. Voor het aantal opnames in een ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten geldt een analoge redenering.

\*\* In bijlage A van dit rapport zijn begrippen uit de akoestiek en geluidmaten behandeld.

Met uitzondering van het effect op het gehoor van ongeboren baby's waarvan de moeder tijdens de zwangerschap in een hoog geluidniveau werkt, zijn alle andere expositie-effectrelaties afgeleid uit epidemiologisch onderzoek bij volwassenen. De berekeningen van de invloed van geluid op de gezondheid blijven derhalve beperkt tot het volwassen deel van de Nederlandse bevolking. Een uitzondering vormt daarbij de effecten van popmuziek op de gehoorscherpte, waarbij effecten in beschouwing worden genomen voor de leeftijdsgroep vanaf 15 jaar.

De bij de berekeningen gebruikte demografische en andere gegevens zijn (CBS, 1996):

- . het aantal inwoners in Nederland is per 01-01-1995 15,3 miljoen;
- . het aantal woningen in Nederland is per 01-01-1995 6,2 miljoen. Gemiddeld zijn er per 01-01-1995 2,47 personen per woning in Nederland;
- . de Nederlandse bevolking bestaat voor 25% uit personen die jonger zijn dan 20 jaar. Dat betekent 11,5 miljoen 'volwassenen' in Nederland per 01-01-1995;
- . het aantal jongeren van 15 - 25 jaar is per 01-01-1995 2,145 miljoen;
- . de omvang van de beroepsbevolking in Nederland is per 01-01-1995 4,014 miljoen mannen en 2,452 miljoen vrouwen. In de industrie zijn er 802 000 werknemers en 214 000 werkneemsters. Voor de bouwnijverheid is dit respectievelijk 330 000 en 23 000.

Veelal is in eerste instantie de omvang van een gezondheidseffect door blootstelling aan geluid in de Nederlandse bevolking berekend als een percentage van de Nederlanders waarbij dit effect (mede) door geluid optreedt. Vermenigvuldiging van zo'n percentage met het aantal personen in de relevante groep Nederlanders geeft dan de omvang in absolute aantallen in Nederland. Hierbij is voor de situaties in 1980 en 2010 uitgegaan van hetzelfde aantal inwoners in Nederland als in 1995.

Gelet op de beschikbaarheid van gegevens worden de berekeningen in dit rapport beperkt tot gezondheidseffecten van geluid:

- . in de woonomgeving. Geluid afkomstig van wegverkeer, vliegverkeer van en naar civiele en militaire luchtvaartterreinen, treinverkeer en industriële vestigingen. Dit zijn geluidbronnen, die gewoonlijk dagelijks in de woonomgeving geluid produceren en zodoende een voortdurende belasting voor de betreffende bewoners vormen. Geluidbronnen, waarvan bekend is dat ze ook aanzienlijke geluidhinder veroorzaken, zoals bijvoorbeeld laagvliegende straaljagers, schietterreinen, bouw- en sloopactiviteiten, en situaties in de buurt van stadions, auto- en motorcircuits en agrarische bedrijven, blijven in dit rapport buiten beschouwing;



- . in het werkmilieu. Met betrekking tot gehoorschade zijn de berekeningen beperkt tot werknemers in de industrie en in de bouwnijverheid en met betrekking tot geluidhinder zijn schattingen gemaakt voor de gehele beroepsbevolking;
- . in het recreatie-milieu. In dit geval zijn de berekeningen beperkt tot gehoorschade bij jongeren door diverse popmuziek-activiteiten. Geluidhinder tijdens recreatie, zoals in stilte-gebieden, blijft in dit rapport buiten beschouwing.

In het rapport wordt soms de term extra aantal personen met een bepaald gezondheidseffect in Nederland gebruikt. Hiermee wordt bedoeld de toename (mede) door blootstelling aan geluid van het aantal personen met een bepaald gezondheidseffect in Nederland.

## 5. TE BESCHOUWEN SCENARIO'S

Om de in de doelstelling genoemde vier vragen te beantwoorden is het noodzakelijk om uit te gaan van bepaalde scenario's. Allereerst moeten de vragen in de tijd geplaatst worden. Met betrekking tot het woonmilieu wordt 1980 als aanvangsjaar genomen, aangezien in 1980 de Wet geluidhinder in werking is getreden. De vóór dit tijdstip bereikte effecten door maatregelen getroffen in het kader van de Hinderwet zijn in het verleden niet systematisch geïnventariseerd en kunnen ook thans niet meer systematisch in kaart gebracht worden. Ook voor popmuziek is 1980 als aanvangsjaar gekozen. Met betrekking tot lawaai op de arbeidsplaats zijn er enige gegevens die dateren uit de periode vanaf 1975. Omdat op dat tijdstip reeds de Veiligheidwet en daarop gebaseerde Besluiten van kracht waren, wordt voor een beschouwing over het werkmilieu 1975 als aanvangstijdstip gekozen.

Om de huidige situatie te beschrijven worden de meest recente gegevens gebruikt. Veelal hebben deze betrekking op begin 1995 of 1994.

Als toekomstig peiljaar wordt 2010 aangehouden, omdat overheidsdoelstellingen met betrekking tot het milieubeleid voor de periode tot het jaar 2010 zijn geformuleerd.

Op basis van de diverse scenario's worden derhalve zo mogelijk de geluidssituaties, en de resulterende gezondheidseffecten, beschreven voor de volgende kalenderjaren:

- . 1980 voor woonomgevingsgeluid en popmuziek, en 1975 voor geluid op de arbeidsplaats;
- . 1994/1995;
- . 2010.

Scenario's voor de afgelopen 15 à 20 jaar (de periode vanaf het begin van de beoordelingsperiode (1975, 1980) tot heden (1994, 1995)):

- . nil geschiedenis-scenario  
Er heeft geen wet- en regelgeving en geen ontwikkeling op het gebied van de stille technologie plaatsgevonden. Er zijn geen geluidwerende maatregelen getroffen.
- . reëel geschiedenis-scenario  
Dit scenario is gebaseerd op de in de betrokken periode in werkelijkheid getroffen maatregelen die voortvloeien uit de in de betreffende periode gerealiseerde wet- en regelgeving, op de in die periode gerealiseerde technologische ontwikkelingen en op de in die periode getroffen geluidwerende voorzieningen.

Door een vergelijking van de huidige situatie volgens het reëel geschiedenis-scenario en die volgens het nil geschiedenis-scenario wordt antwoord gegeven op vraag 1.

Toekomstscenario's (voor de komende periode van ongeveer 15 jaar):

. reëel toekomst-scenario

In dit scenario worden de maatregelen volgens de thans geplande en gerealiseerde wet- en regelgeving, inclusief het effect van een ontwikkeling van de stille technologieën van het treffen van geluidwerende voorzieningen, in rekening gebracht.

. theoretisch toekomst-scenario

Dusdanige wet- en regelgeving en technologische ontwikkeling in de komende periode dat er in 2010 wordt voldaan aan de door de overheid gestelde milieu-doelstellingen. Dat houdt voor de geluidbelasting in de woonomgeving in dat deze belastingen zo laag zijn dat er daardoor geen ernstige geluidhinder optreedt. Er wordt verondersteld dat het ook een milieu-doelstelling van de overheid is dat de nachtelijke geluidbelastingen in 2010 zo laag zijn dat er geen slaapverstoring door woonomgevingsgeluiden optreedt. De overige gezondheidseffecten, die alle bij hogere geluidbelastingen beginnen op te treden dan ernstige geluidhinder, zijn dan eveneens verdwenen als effect door geluid in de woonomgeving. Voor geluid in het werkmilieu en bij recreatie zijn door de overheid geen doelstellingen voor de toekomst vastgelegd. In deze gevallen worden de betreffende doelstellingen en de daaruit volgende scenario's in de desbetreffende hoofdstukken omschreven.

Een vergelijking van de situatie volgens het theoretische toekomst-scenario en de huidige reële situatie geeft antwoord op vraag 2, terwijl een vergelijking van de situatie volgens het reële toekomst-scenario en de huidige reële situatie het rechtstreekse antwoord geeft op vraag 3. Er wordt aan vraag 4 aandacht geschonken door een vergelijking van de antwoorden op vraag 3 en 4.

Met betrekking tot popmuziek is er in het verleden geen wet- en regelgeving tot stand gekomen. De gerealiseerde gezondheidswinst over de afgelopen periode door wet- en regelgeving is derhalve dus nihil. Voor de periode van 1995 - 2010 zullen wel scenario's opgesteld worden, op basis waarvan de resulterende gezondheidswinst wordt ingeschat.

De diverse scenario's verschillen in de mate waarin bepaalde maatregelen ter bestrijding van geluid zijn getroffen. In het algemeen kan de bestrijding van geluid in de woon- werk- en recreatie-omgeving in twee categorieën worden ingedeeld: bron- en effectgerichte maatregelen.

1. Brongerichte maatregelen worden onderscheiden in:
  - 1.1 emissiegerichte maatregelen: toegevoegde 'stille' technologie waarmee emissies worden gereduceerd. Voorbeeld: aanscherping van typekeuringseisen voor b.v. personenauto's en vrachtwagens;
  - 1.2 volumegerichte maatregelen: juridische en organisatorische maatregelen om het volume van een activiteit te verkleinen. Voorbeeld: wering van vrachtauto's uit steden;
  - 1.3 structuurgerichte maatregelen: structurele wijzigingen van technologische aard (toepassing van andere technologie) of anderszins. Voorbeeld: ontwikkeling van de nieuwe technologie 'geruisloos heien' voor hei-installaties.
2. Effectgerichte maatregelen worden onderscheiden in :
  - 2.1 technische maatregelen in de overdrachtsweg van bron naar ontvanger. Voorbeelden: gevelisolatie van woningen en schermen langs wegen;
  - 2.2 organisatorische maatregelen om de overdracht van bron naar ontvanger te verkleinen. Voorbeeld: ruimtelijke scheiding door zonering;
  - 2.3 maatregelen bij de ontvanger. Voorbeeld: het beschikbaar stellen van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen ter voorkoming van gehoorschade.

De gevolgen van wet- en regelgeving voor de geluidbelasting worden aan de hand van deze mogelijke maatregelen in het vervolg van dit rapport in kaart gebracht.

## 6. DE WERKWIJZE IN GROTE LIJNEN

### 6.1 Werkwijze per leefmilieu

Afzonderlijk zal voor elk van de te beschouwen geluidbronnen in de woonomgeving zo mogelijk de geluidbelasting van de Nederlandse bevolking in 1995 worden berekend. Uit deze geluidbelasting zal met behulp van blootstelling-effectrelaties voor elk genoemd gezondheidseffect worden berekend wat de in 1995 opgetreden gezondheidsschade is. Dit levert dan de opgetreden gezondheidsschade in 1995 volgens het *reëel geschiedenis-scenario*. Vervolgens wordt berekend wat de werkelijk opgetreden geluidsituatie in 1980 is geweest en wordt nagegaan welke veranderingen er zijn opgetreden in de geluidbelasting en welke geluidwerende maatregelen er zijn getroffen in de periode van 1980 tot 1995. Vervolgens wordt voor 1995 de geluidsituatie ingeschat die zou zijn opgetreden als er geen beleidsmaatregelen, inclusief geluidwerende voorzieningen, zouden zijn getroffen. Voor deze geluidsituatie wordt de bijbehorende gezondheidsschade berekend en dit levert dan de gezondheidsschade in 1995 volgens het *nil geschiedenis-scenario*.

Daarna worden uit de in 2010 reëel te verwachten geluidsituatie en de in 2010 theoretisch te behalen geluidsituatie de bijbehorende gezondheidsschaden berekend en dit levert de uitkomsten respectievelijk volgens het *reëel toekomst-scenario* en volgens het *theoretisch toekomst-scenario*.

Deze werkwijze is met name gehanteerd voor wegverkeersgeluid en voor geluid van vliegverkeer van en naar civiele luchthavens en militaire vliegbases. Voor de overige beschouwde omgevingsgeluidbronnen (railverkeer en industriële vestigingen) is het niet mogelijk om op basis van alleen de geluidbelasting uitspraken te doen over de omvang van een bepaald gezondheidseffect. Daarom is in die gevallen ook gebruik gemaakt van gegevens over de omvang van ernstige geluidhinder in de Nederlandse bevolking door de betrokken geluidbron. Het betreft daarbij gegevens die zijn gepubliceerd door het RIVM in 'Zorgen voor Morgen'.

Nadat de berekeningen voor de diverse afzonderlijke geluidbronnen in het woonmilieu zijn gegeven, worden de resultaten samengevoegd om een totaalbeeld te schetsen. Er wordt geen rekening gehouden met cumulatie van effecten door blootstelling aan meer dan één geluidbron in de woonomgeving.

Met betrekking tot geluid in het arbeidsmilieu worden voor diverse gezondheidseffecten, die beginnen op te treden bij hogere geluidbelastingen (onder andere gehoorschade en hypertensie), berekeningen gegeven voor de industrie en voor de bouwnijverheid. Voor de industrie berusten deze berekeningen op informatie over de geluidbelasting in deze bedrijfstak en voor de bouwnijverheid berusten ze op de uitkomsten van onderzoek naar de prevalentie van gehoorschade in deze bedrijfstak. Nadat de afzonderlijke berekeningen voor de industrie en de bouwnijverheid zijn gemaakt, worden de resultaten samengevoegd om de gezondheidseffecten door hogere geluidbelastingen onder de gehele beroepsbevolking te berekenen. Daarbij wordt buiten beschouwing gelaten dat wellicht ook bij andere bedrijfstakken deze hogere geluidbelastingen in beperkte mate optreden.

De schattingen van geluidhinder volgens de diverse scenario's berusten wel op informatie over dit gezondheidseffect in de gehele beroepsbevolking.

De geluidbron in het recreatie-milieu die wordt beschouwd, is popmuziek en het te beschouwen effect is gehoorschade door blootstelling aan popmuziek. De mogelijke vormen van popmuziek-activiteiten (spelen in popgroep, luisteren naar popmuziek via walkmans, bezoeken van popconcerten en van discotheken) worden gecombineerd tot één geluidbelasting en uit deze geluidbelasting wordt de prevalentie van gehoorschade onder de Nederlandse jeugd van 15 tot 25 jaar geschat.

## **6.2 Samenvoegen van de resultaten voor de afzonderlijke leefmilieus**

Nadat alle gezondheidseffecten voor de drie afzonderlijke leefmilieus zijn geïnventariseerd, worden deze per effect samengevoegd. Er wordt daarbij geen rekening gehouden met eventuele interacties, omdat er over deze eventuele interacties vrijwel geen uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek bekend zijn. Er is evenmin iets bekend over de (cor)relatie van de diverse geluidbelastingen in de verschillende leefmilieus.

## **6.3 Kwalitatieve behandeling van vraag 4**

Bij het formuleren van zowel het reële toekomst-scenario als het theoretisch toekomst-scenario is het de vraag wat 'haalbaar' is. Daarbij kunnen een aantal spanningsvelden genoemd worden die de

theoretisch mogelijke gezondheidswinst onrealistisch maken. Spanningsvelden zijn:

#### Milieubeleid versus volumegroei/economische ontwikkeling

De volumegroei van activiteiten houdt veelal direct verband met economische ontwikkelingen. Er is een spanningsveld tussen de vermindering van de geluidbelasting door bronbestrijding en de toename van het volume van de activiteiten: pompen met de kraan open. De volumegroei van de activiteiten manifesteert zich in Nederland duidelijk bij het verkeer (Nederland-distributieland, Schiphol-mainport).

#### Nationaal versus lokaal besluitvormingsniveau

De beleidskeuzen worden veelal op nationaal niveau gemaakt, terwijl de (negatieve) gevolgen op lokaal niveau tot uitdrukking komen.

#### Milieubeleid versus ruimtelijk beleid

Het ruimtelijk beleid richt zich deels op concentratie van activiteiten en zuinig ruimtegebruik (compacte stad). Uit het oogpunt van het voorkomen van geluidhinder en andere negatieve gezondheidseffecten van geluid is het veelal nodig om afstand te scheppen tussen verkeer en woningen.

#### Spanningen binnen milieubeleid

Ook binnen het geluidbeleid zelf kunnen zich spanningen voordoen. Dit is het gevolg van het feit dat nationaal beleid op lokaal niveau negatieve gevolgen kan hebben. Zo wordt, om de vliegtuig- en automobiliteit te beperken, in een toename in het railverkeer voorzien, o.a. in de vorm van de HSL en de Betuwelijn.

## 7. BEREKENINGEN VOOR WEGVERKEERSGELUID

### 7.1 Werkwijze

Stapsgewijs is de voor wegverkeergeluid gevolgde werkwijze als volgt:

- stap 1. berekening van de 'effectieve geluidbelasting' in 1995. De 'effectieve geluidbelasting' is, voor woningen waaraan als gevolg van de Wet geluidhinder of de Luchtvaartwet bepaalde geluidreducerende maatregelen zijn getroffen, gelijk aan de werkelijk aan de gevel gemeten geluidbelasting verminderd met een aantal nader te bepalen dB(A)'s, waardoor rekening gehouden wordt met een door isolatie verminderde geluidbelasting binnen in de woning. Dit aantal dB(A)'s is kleiner dan de werkelijk gerealiseerde geluidreductie binnen in de woning, omdat niet aangenomen mag worden dat geluidreductie alleen binnen in de woning op dezelfde wijze doorwerkt op gezondheidseffecten als geluidvermindering buiten (en daardoor ook binnen);
- stap 2. berekening van de geluidbelasting in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario;
- stap 3. uit de resultaten van de stappen 1. en 2. berekeningen van de in beide situaties optredende gezondheidsschade en vergelijking van deze gezondheidsschades ter beantwoording van vraag 1;
- stap 4. schatting van de geluidbelasting in 2010 volgens het reëel toekomst-scenario en van de daaruit voortvloeiende gezondheidsschade;
- stap 5. schatting van de gezondheidsschade in 2010 volgens het theoretische toekomst-scenario en daaruit met behulp van de berekening van de huidige gezondheidsschade het antwoord op vraag 2;
- stap 6. uit 4. en 5. het antwoord op vraag 3: verschil tussen de theoretisch te behalen gezondheidswinst en de waarschijnlijk gerealiseerde gezondheidswinst in het jaar 2010.

### 7.2 Uitwerking

#### 7.2.1 Berekening van de geluidbelasting in 1995 volgens het reëel geschiedenis-scenario

De in de betreffende periode getroffen en voor dit scenario in rekening gebrachte maatregelen zijn:



## 1 bronmaatregelen

Er zijn twee mogelijkheden van bronbestrijding toegepast: aan het voertuig en aan het wegdek. Geluidproductie van het voertuig is geregeld in EU-verband (typekeuringseisen). Bandengeluid valt hier grotendeels buiten. Wat het wegdek betreft wordt op geringe schaal geluidreducerend asfalt (ZOAB) toegepast. Een eventueel effect daarvan op de geluidbelasting is niet in de berekeningen meegenomen. Er is rekening gehouden met een verlaging van de geluidemissie van vrachtwagens van 2,5 dB(A) en van personenauto's van 1 dB(A), hetgeen voor doorgaand verkeer op snelwegen en hoofdstraten een vermindering van de geluidbelasting van 1,5 dB(A) in de beoordelingsperiode van 1980 tot 1995 betekent. Deze waarden zijn overgenomen uit een rapport van de Duitse organisatie FIGE (Steven, 1995), waarin de resultaten zijn opgenomen van een zeer omvangrijk onderzoek naar de werkelijk opgetreden geluidvermindering in wegverkeerssituaties ten gevolge van een vermindering van de geluidemissie in het kader van de typekeuringseisen in EU-verband.

## 2 effectgerichte maatregelen

Voor gemeenten bestaat sinds 1982 de wettelijke verplichting om de akoestische aspecten bij ruimtelijke plannen te onderzoeken. Voor plannen waarbij de geluidbelasting op de gevel van woningen een bepaalde waarde overschrijdt, dient toestemming aan de provincie te worden gevraagd. Dit preventieve beleid heeft er toe geleid dat in nieuwe situaties betere akoestische plannen zijn gerealiseerd, waarbij aandacht is geschonken aan de akoestische aspecten van de verkeersontsluiting van nieuwbouwwijken, het plaatsen van geluidschermen en op de afstand van het verkeer tot de woningen. Als in de betrokken periode werd besloten tot het toelaten van hoge geluidbelastingen op de gevels van nieuwe woningen, werd het aanbrengen van adequate gevelisolatie geëist. Voor de berekeningen is uitgegaan van het gegeven (de Jong et al., 1993) dat 80% van de woningen sinds 1980 in 'stillere' omgevingen (woonerf en woonwijk) zijn gebouwd. Voor het nil geschiedenis-scenario wordt uitgegaan van het hypothetische percentage van 70%. Tevens wordt er van uitgegaan dat de doorwerking van de kwaliteitseisen voor nieuwbouwwoningen (in 1982) bij de bouw van 25% van de nieuwe woningen in de periode van 1984 tot 1995 extra geluidwerende voorzieningen in het kader van de Wet geluidhinder zijn getroffen. Het gaat dan om 350 000 woningen. *Met nadruk wordt er op gewezen dat het hiervoor genoemde percentage van 25 vrij willekeurig is gekozen.*

Met betrekking tot de geluidsanering als gevolg van een te hoge geluidbelasting op de gevel van bestaande woningen en andere geluidgevoelige bestemmingen zijn op rijkskosten voorzieningen getroffen ten behoeve van woningen met een te hoge geluidbelasting (meer dan 65 à 70 dB(A)). Deze voorzieningen zijn bepaalde verkeersmaatregelen, ingrepen in de lokale

verkeersstructuur, afscherming en gevelisolatie. Het aantal gesaneerde woningen met extra gevelisolatie bedraagt thans ongeveer 60 000. Met betrekking tot geluidwerende voorzieningen bij de bouw van nieuwe woningen is hiervoor het aantal van 350 000 genoemd. Het betreft dan in totaal 410 000 woningen, dat wil zeggen 6,5% van het huidige Nederlandse woningbestand. De effectieve geluidbelastingsreductie met het oog op gezondheidsschade wordt voor alle geluidbelastingen van meer dan 75 dB(A) ingeschat op 7,5 dB(A) en voor de geluidbelastingen tussen 70 en 75 dB(A) op 5 dB(A).

Bij de berekening van de huidige geluidbelasting door wegverkeersgeluid in Nederland is gebruik gemaakt van de in TNO-PG rapport 95.078 (Passchier-Vermeer W, 1995. Road traffic and noise-induced annoyance) gepresenteerde resultaten met betrekking tot het jaar 1995. De in dat rapport gehanteerde berekeningsmethode is het in het kader van de Wet geluidhinder ontwikkelde reken- en meetvoorschrift wegverkeerslawaai (VROM, 1981).

Voor de berekening van de effectieve geluidbelastingen van woningen is uitgegaan van tabel 7.2, die is afgeleid uit het TNO-PG rapport 95.078. In dat rapport zijn de geluidbelastingen buiten aan de gevel gegeven. Er is, zoals vermeld in genoemd rapport, niet met getroffen geluidwerende voorzieningen aan woningen rekening gehouden. Voor de berekeningen in dit rapport van de huidige geluidbelasting is het wel van belang om de geluidwerende voorzieningen in de beschouwingen te betrekken. De consequenties van de vermindering van de effectieve geluidbelasting door extra geluidwerende voorzieningen zijn als volgt berekend: de geluidbelastingen van meer dan 75 dB(A) zijn alle (4,4%) met gemiddeld 7,5 dB(A) verminderd. Daardoor komt de 0,2% met de hoogste geluidbelasting in de klasse 70 - 75 dB(A) en de 4,2% uit de oorspronkelijke klasse 75 - 80 dB(A) voor de helft in één klasse lager en voor de helft twee klassen lager. Het resterende percentage om tot een totaal van 6,5% te komen, dat wil zeggen  $6,5 - 4,4 = 2,1$  %, waarvan verondersteld wordt dat de oorspronkelijke geluidbelasting in de klasse 70 - 75 dB(A) valt, wordt effectief met 5 dB(A) verminderd en komt daardoor in de geluidbelastingsklasse van 65 - 70 dB(A). Het resultaat is opgenomen in tabel 7.1.

Tabel 7.1 Percentage woningen in Nederland op 01-01-1995 als functie van het equivalente geluidniveau, buiten aan de gevel gemeten, gedurende een etmaal voor de verschillende soorten wegen. Er is rekening gehouden met een verlaging van de geluidemissie van vrachtwagens van 2,5 dB(A) en van personenauto's van 1 dB(A), hetgeen voor doorgaand verkeer op snelwegen en hoofdstraten een vermindering van de geluidbelasting van 1,5 dB(A) in de beoordelingsperiode van 1980 tot 1995 betekent. Tevens is rekening gehouden met 80% bebouwing sinds 1980 in woonwijken en woonerven en met geluidwerende voorzieningen, waarbij een effectieve reductie van de geluidbelasting in verband met gezondheidschade is toegepast voor 410 000 woningen. Dit is het resultaat volgens het reëel geschiedenis-scenario.

L <sub>Aeq,24h</sub> in dB(A)	Soort weg/straat			
	woonstraat	hoofdweg	bovenlokale weg	totaal
40 - 45	0,2			0,2
45 - 50	3,6			3,6
50 - 55	31,5			31,5
55 - 60	30,7	0,3		31,0
60 - 65	5,8	0,6		6,4
65 - 70	0,4	10,8	2,2	13,4
70 - 75		11,3	2,6	13,9
75 - 80				
> 80				

\* Voor de woningen met geluidwerende voorzieningen zijn in de tabel de effectieve geluidbelasting verdisconteerd, dat wil zeggen de buiten gemeten waarden verminderd met het aantal dB(A)'s ten gevolge van die voorzieningen.

## 7.2.2 Berekening van de geluidbelasting in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario

Bij de berekening van de uitkomsten volgens het nil geschiedenis-scenario wordt in een aantal stappen teruggewerkt van de resultaten in tabel 7.2 over de huidige aan de gevel van woningen optredende geluidbelasting in Nederland naar een bepaling van de geluidssituatie die in Nederland aanwezig zou zijn geweest als in de periode van 1980 - 1995 het nil geschiedenis-scenario had plaatsgevonden. In tabel 7.3 is het resultaat van een berekening gegeven van de geluidbelasting, waarbij er van is uitgegaan dat er geen extra geluidwerende voorzieningen zijn getroffen en dat de emissiewaarden van de motorvoertuigen in de periode van 1980 - 1995 niet lager zijn geworden.

Tabel 7.2 Percentage woningen in Nederland op 01-01-1995 als functie van het equivalente geluidniveau, buiten aan de gevel, gedurende een etmaal voor de verschillende soorten wegen. Er is rekening gehouden met 80% bebouwing in woonwijken en woonerven en met een verlaging van de geluidemissie van vrachtwagens van 2,5 dB(A) en van personenauto's van 1 dB(A), hetgeen voor doorgaand verkeer op snelwegen en hoofdstraten een vermindering van de geluidbelasting van 1,5 dB(A) in de beoordelingsperiode van 1980 tot 1995 betekent.

L <sub>Aeq,24h</sub> in dB(A)	Soort weg/straat			
	woonstraat	hoofdweg	bovenlokale weg	totaal
40 - 45	0,2			0,2
45 - 50	3,6			3,6
50 - 55	31,5			31,5
55 - 60	30,7	0,3		31,0
60 - 65	5,8	0,6		6,4
65 - 70	0,4	7,2	1,5	9,1
70 - 75		11,1	2,7	13,8
75 - 80		3,7	0,5	4,2
> 80		0,1	0,1	0,2

Tabel 7.3 Percentage woningen in Nederland op 01-01-1995 als functie van het equivalente geluidniveau, buiten aan de gevel, gedurende een etmaal voor de verschillende soorten wegen. Er is geen rekening gehouden met verminderde emissiewaarden. Wel is uitgegaan van 80% bebouwing in woonwijken en erven.

L <sub>Aeq,24h</sub> in dB(A)	Soort weg/straat			
	woonstraat	hoofdweg	bovenlokale weg	totaal
40 - 45	0,2			0,2
45 - 50	3,6			3,6
50 - 55	31,5			31,5
55 - 60	30,7	0,1		30,8
60 - 65	5,8	0,3		6,1
65 - 70	0,4	4,7	1,0	6,1
70 - 75		10,2	2,5	12,7
75 - 80		7,0	1,0	8,0
> 80		0,7	0,3	1,0

In tabel 7.4 is het resultaat van een berekening gegeven van de geluidbelasting waarbij er van is uitgegaan dat er geen extra bebouwing in stillere woonwijken heeft plaatsgevonden op basis van de regelingen volgens de Wet geluidhinder. De omrekening van tabel 7.3 naar tabel 7.4 is als volgt. De woningvoorraad per 31-12-1993 is 6,1 miljoen woningen en de toename van het aantal nieuwe

woningen in 1980-1993 is 1,5 miljoen (CBS, Statistisch Jaarboek 1995). Sinds de totstandkoming van de Wet geluidhinder is het aantal woningen dus toegenomen van 4,6 miljoen tot 6,1 miljoen. Het aantal woningen in woonwijken per 31-12-1993 was ongeveer 4,40 miljoen, langs bovenlokale wegen 0,29 miljoen en in hoofdstraten 1,40 miljoen. Als 80% van de 1,5 miljoen nieuwe woningen (1,2 miljoen) is gebouwd tussen 1980 en 1995 in woonwijken, dan waren er in 1980 ( $4,4 - 1,2 =$ ) 3,2 miljoen woningen in woonwijken en 1,39 miljoen in doorgaande straten en langs snelwegen. Stel dat er sinds 1980 in plaats van een groei van 20/80% een groei van 30/70% zou hebben plaatsgevonden. Dan zouden er  $3,2 + 1,05$  miljoen woningen in woonwijken zijn en  $1,39 + 0,45 = 1,84$  miljoen woningen in hoofdstraten en langs bovenlokale wegen. Dan neemt ten opzichte van tabel 7.3 het aantal woningen in hoofdstraten en langs bovenlokale wegen toe met een factor  $1,86/1,69 = 1,089$  en het aantal woningen in woonwijken af met een factor  $4,25/4,40 = 0,966$ . Met deze factoren is tabel 7.4 afgeleid uit tabel 7.3.

Tabel 7.4 Percentage woningen in Nederland op 01-01-1995 als een functie van het equivalente geluidniveau gedurende een etmaal voor de verschillende soorten wegen, waarbij is uitgegaan van 70% bebouwing in woonwijken en erven. Dit is het resultaat volgens het nul geschiedenis-scenario.

L <sub>Aeq,24h</sub> in dB(A)	Soort weg/straat			
	woonstraat	hoofdweg	bovenlokale weg	totaal
40 - 45	0,2			0,2
45 - 50	3,5			3,5
50 - 55	30,4			30,4
55 - 60	29,7	0,1		29,8
60 - 65	5,6	0,3		5,9
65 - 70	0,4	5,1	1,1	6,6
70 - 75		11,1	2,7	13,8
75 - 80		7,6	1,1	8,7
> 80		0,8	0,3	1,1

### 7.2.3 Berekening gezondheidseffecten in 1995 volgens beide geschiedenis-scenario's

Met betrekking tot wegverkeersgeluid gaat het om de volgende vier gezondheidseffecten: (ernstige) geluidhinder, slaapverstoring, verhoogde kans op hypertensie, en verhoogde kans per jaar op opname in een ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten.

### Ernstige geluidhinder

In tabel 7.5 zijn de expositie-effectrelaties met betrekking tot ernstige geluidhinder gegeven (Miedema,1992). Deze relaties zijn vastgesteld voor volwassen personen. Met behulp van de gegevens in tabel 7.5 is uit tabel 7.1 het percentage ernstig gehinderden in Nederland berekend als functie van het soort weg en de geluidbelasting voor de reële situatie per 01-01-1995. In tabel 7.7 is het percentage ernstig gehinderden op 01-01-1995 gegeven, als in het verleden het nil geschiedenis-scenario had plaats gevonden.

Tabel 7.5 Percentage ernstig gehinderden als functie van het equivalente geluidniveau gedurende een etmaal voor de verschillende soorten wegen (Miedema, 1992).

L <sub>Aeq,24h</sub> in dB(A)	Soort weg/straat	
	woonstraat en hoofdweg	bovenlokale weg
40 - 45	0,0	0,4
45 - 50	2,0	3,4
50 - 55	5,4	9,4
55 - 60	10,6	18,4
60 - 65	17,5	30,4
65 - 70	26,2	45,4
70 - 75	36,5	63,4
75 - 80	42,4	84,4
> 80	42,4	84,4

Tabel 7.6 Reëel geschiedenis-scenario. Percentage ernstig gehinderden in Nederland op 01-01-1995 als functie van het equivalente geluidniveau gedurende een etmaal voor de verschillende soorten wegen.

L <sub>Aeq,24h</sub> in dB(A)	Soort weg/straat			
	woonstraat	hoofdweg	bovenlokale weg	totaal
40 - 45				0,00
45 - 50	0,07			0,07
50 - 55	1,70			1,70
55 - 60	3,25	0,03		3,28
60 - 65	1,01	0,11		1,12
65 - 70	0,11	2,83	1,00	3,94
70 - 75		4,12	1,65	5,77
75 - 80				
> 80				
totaal				15,88

Tabel 7.7 Nil geschiedenis-scenario. Percentage ernstig gehinderden in Nederland op 01-01-1995 als functie van het equivalente geluidniveau gedurende een etmaal voor de verschillende soorten wegen.

L <sub>Aeq,24h</sub> in dB(A)	Soort weg/straat			
	woonstraat	hoofdweg	bovenlokale weg	totaal
40 - 45				0,00
45 - 50	0,07			0,07
50 - 55	1,64			1,64
55 - 60	3,15	0,01		3,16
60 - 65	0,98	0,05		1,03
65 - 70	0,10	1,34	0,50	1,99
70 - 75		4,05	1,72	5,77
75 - 80		3,22	0,93	4,15
> 80		0,34	0,25	0,59
totaal				18,40

Het verschil in het totale percentage ernstig gehinderden door wegverkeer in de huidige situatie en in de situatie die zou zijn opgetreden als in het verleden het nil geschiedenis-scenario zou zijn gevolgd is  $18,40 - 15,88 = 2,52$ . In absolute aantallen is dit 283 500 volwassenen in Nederland.

### Slaapverstoring

In Miedema (1993) is een, als zeer voorlopig te bestempelen, verband gegeven tussen de nachtelijke geluidbelasting ten gevolge van diverse soorten verkeersgeluiden en het gestoord worden door deze geluiden tijdens de slaap. Analoog aan de aanpak voor structureel civiel luchtvaartgeluid in de studie naar de mogelijkheden van aanpassing van de nachtnorm (VROM en V & W, 1995) wordt in dit hoofdstuk over wegverkeersgeluid gebruik gemaakt van de relatie voor dit type geluidbron tussen het vaak in de slaap gestoord worden en de nachtelijke geluidbelasting<sup>\*\*\*</sup>. De aangepaste gegevens over het verband tussen slaapverstoring en geluidbelasting door wegverkeer is gegeven in tabel 7.8.

<sup>\*\*\*</sup> Er wordt daarbij van uitgegaan dat het equivalente geluidniveau 's nachts,  $L_{Aeq,23-07h}$ , 8 dB(A) onder het equivalente geluidniveau over het etmaal,  $L_{Aeq,24h}$ , ligt. De door Miedema gegeven relatie tussen  $L_{Aeq,23-07h}$  en slaapverstoring is omgezet in een relatie tussen  $L_{Aeq,24h}$  en slaapverstoring met inachtneming van de genoemde 8 dB(A).

Tabel 7.8 Percentage volwassenen vaak in de slaap gestoord als functie van het equivalente geluidniveau gedurende een etmaal voor wegverkeersgeluid (Miedema, 1993).

$L_{Aeq,24h}$ in dB(A) <sup>1</sup>	percentage volwassenen
< 60	0
60 - 65	14
65 - 70	31
70 - 75	45
> 75	60

Met behulp van de geluidbelastingen in de tabellen 7.1 en 7.4 kan het percentage vaak in de slaap gestoorde volwassenen in Nederland in 1995 volgens het reëel en het nil geschiedenis-scenario worden berekend. De betreffende absolute aantallen zijn dan 1,30 miljoen volwassenen volgens het reëel geschiedenis-scenario en 1,72 miljoen volgens het nil geschiedenis-scenario.

### Hypertensie

Zoals reeds werd aangegeven in hoofdstuk 4, treedt hypertensie ten gevolge van verkeersgeluid op vanaf een equivalent geluidniveau van 70 dB(A). Volgens het reëel geschiedenis-scenario wonen er 1,56 miljoen volwassenen in een equivalent geluidniveau over 24 uur van tenminste 70 dB(A). Met het in rekening brengen van de prevalentie en relatief risico op hypertensie betekent dit dat er mede door geluidbelasting aan wegverkeerslawaai 78 000 volwassenen met hypertensie meer zijn. Voor het nil geschiedenis-scenario betreft het 133 000 volwassenen. Het verschil is 55 000 volwassenen.

### Opnames per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten

Zoals hierboven vermeld, woont volgens het reëel geschiedenis-scenario 1,56 miljoen volwassenen in een equivalent geluidniveau over 24 uur van meer dan 70 dB(A). Gelet op het aantal ziekenhuisopname per jaar in de Nederlandse bevolking resulteert dit in een verhoging van het aantal opnames mede door geluidbelasting aan wegverkeersgeluid van 3 900 volwassenen per jaar. Volgens het nil geschiedenis-scenario zouden het 6 650 volwassenen per jaar zijn. Het verschil is dus 2 750 volwassenen per jaar.

### Samenvatting resultaat

In tabel 7.9 is het antwoord op vraag 1 met betrekking tot wegverkeersgeluid samengevat.



Tabel 7.9 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal volwassen personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid, door wet- en regelgeving op het gebied van wegverkeersgeluid in de periode van 1980 - 1995.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in Nederland (in duizendtallen)		Gezondheidswinst, in aantallen personen (in duizendtallen)
	volgens het nil geschiedenis scenario	volgens het reëel geschiedenis-scenario	
ernstige geluidhinder	2 070	1 790	280
vaak in slaap gestoord	1 720	1 300	420
hypertensie	133	78	55
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	6,65	3,9	2,75

#### 7.2.4 Berekening gezondheidseffecten volgens beide toekomst-scenario's

Het NMP2 verwacht in 2010 door geluid van wegverkeer 11% ernstig gehinderden. Dit percentage ernstig gehinderden wordt als uitkomst volgens het reëel toekomst-scenario genomen.

Met betrekking tot slaapverstoring en de overige gezondheidseffecten door wegverkeersgeluid is het van belang het percentage mensen te bepalen met een geluidbelasting door wegverkeersgeluid van meer dan 60 dB(A) en meer dan 70 dB(A) ( $L_{Aeq,24h}$ ). In tabel 7.6 is de situatie met 15,88% ernstig gehinderden in 1995 gegeven. Naar verwachting treedt de vermindering van het aantal ernstig gehinderden tussen 1995 en 2010 (4,88%) vooral op door extra geluidisolatie van woningen, die vooral zal plaatsvinden in de hoogste geluidbelastingsklassen. Daarbij wordt verondersteld dat de toename van de geluidniveaus door de groei van het wegverkeer gecompenseerd wordt door het stiller worden van de motorvoertuigen. Stel dat 75% van de te saneren woningen een geluidbelasting heeft in de klasse van 70 - 75 dB(A) en 25% in de klasse van 65 - 70 dB(A). Voor 2010 kan tabel 7.6 dan voor de twee hoogste geluidbelastingsklassen als volgt gewijzigd worden:

klasse 65 - 70 dB(A)  $3,94 - 1/4 \times 4,88 = 2,72$  % ernstig gehinderden;

klasse 70 - 75 dB(A)  $5,77 - 3/4 \times 4,88 = 2,11$ % ernstig gehinderden.

Het percentage ernstig gehinderden met een geluidbelasting van 70 - 75 dB(A) wordt daarmee gereduceerd met een factor  $2,11/5,77 = 0,366$  en voor de klasse 65 - 70 dB(A) met een factor  $2,72/3,94 = 0,690$ . Het percentage woningen wordt daarmee met dezelfde factor gereduceerd. Met deze factoren kan tabel 7.9 voor het jaar 2010 worden aangepast. Het resultaat is gegeven in tabel 7.10.

Tabel 7.10 Het aantal personen in Nederland in 2010 met een bepaald effect op de gezondheid door wegverkeersgeluid, waarbij is uitgegaan van het reëel toekomst-scenario.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in 2010 volgens het reëel toekomst-scenario (in duizendtallen)
ernstige geluidhinder	1 260
vaak in slaap gestoord	700
hypertensie	28,5
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	1,4

Volgens het NMP en NMP2 is het streven van de Nederlandse overheid er op gericht om in 2010 geen ernstige geluidhinder meer te hebben. Dit streven wordt als uitgangspunt van het theoretisch toekomst-scenario gekozen. Omdat er dan voor het jaar 2010 geen ernstige geluidhinder meer optreedt, is de geluidbelasting zo laag dat de andere drie genoemde gezondheidseffecten ook niet optreden. De gezondheidsschade is dan volgens het theoretisch toekomst-scenario voor alle vier effecten gelijk aan 0 personen. Het antwoord op vraag 2 (wat is de theoretisch in de toekomst te behalen gezondheidswinst) is derhalve daarmee gegeven in kolom 2 van tabel 7.9 met 1,79 miljoen ernstig door wegverkeersgeluid gehinderden, 1,30 miljoen vaak in de slaap gestoorde mensen, 78 000 personen die mede door blootstelling aan wegverkeersgeluid hypertensie hebben en 3 900 personen die in ziekenhuizen zijn opgenomen vanwege ischemische hartziekten.

#### 7.2.5 Verschil in de gezondheidswinsten in de periode van 1995 tot 2010 volgens beide toekomst-scenario's

Het antwoord op vraag 3 (wat is het verschil tussen de theoretisch te behalen gezondheidswinst en de waarschijnlijk gerealiseerde gezondheidswinst) is gegeven in tabel 7.11.

Tabel 7.11 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid, waarbij deze vermindering door wet- en regelgeving op het gebied van wegverkeersgeluid in de periode van 1995 - 2010 tot stand gekomen is.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in Nederland in 2010 (in duizendtallen)		Verskil in gezondheidswinsten, in aantallen personen (in duizendtallen)
	theoretisch te behalen gezondheidswinst volgens het theoretisch toekomst-scenario	te verwachten gezondheidswinst volgens het reëel toekomst-scenario	
ernstige geluidhinder	1 790	530	1 260
vaak in de slaap gestoord	1 300	600	700
hypertensie	78	49,5	28,5
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	3,9	2,5	1,4

## 8. BEREKENINGEN VOOR LUCHTVAARTGELUID

### 8.1 Inleiding

Zoals reeds in hoofdstuk 4 is opgemerkt worden de berekeningen met betrekking tot effecten van luchtvaartgeluid beperkt tot effecten van vliegverkeer van en naar civiele luchthavens en militaire bases. Dit zijn geluidbronnen die gewoonlijk dagelijks geluid produceren en zodoende een voortdurende belasting voor bewoners rond deze vliegvelden vormen. Ook andere vormen van vliegverkeer, zoals laagvliegende straaljagers en rondcirkelende reclamevliegtuigjes, veroorzaken ernstige geluidhinder. Het betreft daarbij, net zoals bij incidentele lawaaiige activiteiten door burens en bij lawaaiige evenementen (voetbalwedstrijden, auto- en motorraces) in of nabij woonbuurten, incidentele gebeurtenissen. Over die geluidgebeurtenissen zijn geen expositie-effectrelaties bekend en de door die incidentele gebeurtenissen gesignaleerde ernstige geluidhinder moet wellicht anders geëvalueerd worden dan de dagelijkse ernstige geluidhinder van wegverkeer en van vliegverkeer van en naar vliegvelden.

In principe worden weer de stappen gevolgd, zoals beschreven onder wegverkeersgeluid. Het is echter voor vliegtuiggeluid niet mogelijk om alle relevante gezondheidseffecten te berekenen uit geluidbelastingen, omdat niet alle daarvoor benodigde gegevens tot onze beschikking staan. Daarom zal meer dan bij wegverkeer het geval was, uitgegaan worden van schattingen en extrapolaties uit gegevens over ernstige geluidhinder.

### 8.2 Berekening van de gezondheidseffecten volgens het reëel geschiedenis-scenario

#### **Civiele luchtvaart: geluidhinder**

Volgens de Nationale Milieuverkenningen 1, 2, en 3 is in 1990 tot 1995 3,0% van de Nederlandse bevolking ernstig gehinderd door het geluid afkomstig van de grote en kleine burgerluchtvaart. Dit percentage is geheel in overeenstemming met de uitkomsten van het inventarisatie-onderzoek door de Jong et al. (1994). Het genoemde percentage, 3% ernstig door het geluid van de civiele luchtvaart gehinderde personen, wordt voor 1995 als resultaat van het reëel geschiedenis-scenario genomen. Drie procent van de volwassen Nederlandse bevolking is ongeveer 345 000 volwassenen. Terzijde kan hier worden opgemerkt dat in Passchier-Vermeer (1993) een schatting is gemaakt van

het aantal ernstig door vliegtuiggeluid gehinderde personen in de buurt van de luchthaven Schiphol. Volgens dat TNO-rapport is dat aantal 82 000. Dat aantal komt zeer goed overeen met de berekening uit de recente studie over aanpassing van de nachtnormering (VROM en V & W, 1995), waar een aantal van 81 000 wordt genoemd (uitgaande van scenario S4S2 en het peiljaar 1997). Het totaal aantal door civiel luchtverkeersgeluid ernstig gehinderden (345 000) ligt daarmee ongeveer een factor 4 hoger dan de genoemde aantallen rond de luchthaven Schiphol.

### **Civiele luchtvaart: overige gezondheidseffecten**

In de studie naar de aanpassing van de nachtnormering (VROM en V & W, 1995) is een berekening gemaakt van het aantal personen dat vaak in de slaap gestoord wordt door nachtelijk vliegtuiggeluid rond de luchthavens Schiphol en Zuid Limburg. Het gaat volgens dat rapport in het jaar 1997 om in totaal 69 000 personen ( 50 409 rond Schiphol bij de variant S4S2, basis, en om 18 481 personen rond de luchthaven Zuid Limburg bij de variant België open, Combi 50/50). Deze aantallen zijn geldig voor de situatie waarbij er in verband met nachtelijk vliegtuiggeluid geen speciale geluidwerende voorzieningen zijn getroffen. Dat laatste is het geval in het jaar 1995. Aangezien er in principe geen structureel nachtelijk luchtverkeer is bij de overige grote burger- en alle kleine burger luchthavens wordt voor 1995 een aantal van 69 000 vaak in de slaap gestoorde personen aangehouden voor het gehele civiele luchtverkeer.

Volgens het IMER-rapport 'Cumulatie van geluidhinder rond Schiphol' (PMMS, 1994) zijn er rond Schiphol 1032 woningen met een etmaalwaarde van meer dan 70 dB(A). Het equivalente geluidniveau over 24 uur ligt ongeveer 3 dB(A) onder de etmaalwaarde\*\*\*\*. Naar schatting gaat het rond Schiphol om ongeveer 500 woningen met een equivalent geluidniveau over 24 uur van meer dan 70 dB(A). Het aantal personen dat in de buurt van de luchthaven Schiphol (mede) door civiel luchtvaartgeluid hypertensie heeft wordt daarbij geschat 31 (daarbij is rekening gehouden met geluidwerende voorzieningen bij 50% van de woningen met meer dan 40 Ke). Het aantal woningen in de buurt van Schiphol dat binnen de 35 Ke-contouren ligt is ongeveer 15 000. Voor de gehele civiele luchtvaart betreft het volgens het NMP 2 ongeveer 35 000 woningen, die binnen de 35 Ke-contouren liggen, dat wil zeggen een factor 2,5 hoger. Nemen we aan dat deze factor ook geldt voor het aantal woningen met een equivalent geluidniveau over 24 uur, dan volgt uit de berekening

---

\*\*\*\* Volgens het jaarverslag van de Commissie Geluidhinder Schiphol zijn er in 1994 285 513 vliegbewegingen tussen 07.00 en 24.00 uur en 14 194 vliegbewegingen tussen 24.00 en 07.00 uur. Daaruit volgt dat gedurende de nachtperiode het equivalente geluidniveau per uur ongeveer 9 dB(A) lager ligt dan overdag. Daaruit kan het genoemde verschil tussen etmaalwaarde en equivalent geluidniveau over 24 uur berekend worden. Daarbij is er wel van uitgegaan dat er geen straffactor is toegepast voor het luchtverkeer gedurende de avond.

van de toename door vliegtuiggeluid van het aantal hypertensieven van 31 rond de luchthaven Schiphol een toename door civiel vliegtuiggeluid van het totaal aantal hypertensieven van  $2,5 \times 31 = 78$  personen in Nederland. De toename door civiel luchtvaartgeluid van het aantal opnames per jaar in een ziekenhuis ten gevolge van ischemische hartziekten is, op deze wijze berekend, gelijk aan ongeveer 4.

### **Luchtvaart van en naar militaire bases: geluidhinder**

Volgens het Structuurschema Militaire Terreinen 1981 (uitgegeven door Defensie en VROM) is het aantal woningen binnen de 35 Ke-contouren bijna 14 000 in het kalenderjaar 1981. Dit aantal is sinds 1981 vrijwel hetzelfde gebleven. Volgens de begroting van het Ministerie van Defensie voor 1995 zijn per 01-01-1995 aan ongeveer de helft van het aantal te isoleren woningen (7 000 in totaal) geluidwerende voorzieningen aangebracht. Dit is hetzelfde percentage als is aangehouden voor de berekeningen van het aantal ernstig gehinderden rond de luchthaven Schiphol (Passchier-Vermeer, 1993). Om het totaal aantal ernstig gehinderden door het geluid van vliegtuigen van en naar militaire bases te kunnen berekenen, is het noodzakelijk om niet alleen het aantal ernstig gehinderden te kennen dat binnen de 35 Ke-contouren woont, maar ook het aantal ernstig gehinderden dat buiten de 35 Ke-contouren woont. Omdat er over de verdeling van de geluidbelastingen buiten de 35 Ke-contouren van militaire vliegbases geen informatie beschikbaar is, worden schattingen gemaakt op basis van de gegevens over de civiele luchtvaart. *Er wordt aangenomen dat de verhouding tussen het totaal aantal ernstig gehinderden in Nederland en het totaal aantal woningen in Nederland binnen de 35 Ke-contouren voor civiel luchtvaartverkeer gelijk is aan die verhouding voor luchtvaartverkeer rond militaire bases.* Volgens het NMP 2 zijn er in 1995 35 000 woningen binnen de 35 Ke-contouren voor civiel luchtvaartverkeer en in totaal 345 000 ernstig gehinderden, volgens het Ministerie van Defensie 14 000 woningen binnen die contouren rond militaire bases (dat wil zeggen 40% van het aantal voor de civiele luchtvaart). Daaruit volgt dan dat het naar schatting gaat om 138 000 ernstig door militair vliegtuiggeluid gehinderde volwassenen.

### **Luchtvaart van en naar militaire bases: overige gezondheidseffecten**

Aangezien het percentage woningen binnen de 35 Ke-contouren rond militaire bases 40% is van die binnen deze contouren voor de civiele luchthavens wordt aangenomen dat met betrekking tot het extra aantal hypertensieven en het extra aantal opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten ook eenzelfde verhouding geldt. Daarbij kan worden opgemerkt dat in beide gevallen voor de werkelijke situatie in 1995 is uitgegaan van een percentage van 50% woningen binnen de

40 Ke-contouren waaraan geluidwerende voorzieningen zijn getroffen. Het extra aantal hypertensieven rond militaire bases is daarmee ongeveer 30 en het aantal extra opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten ongeveer 1, dat wil zeggen nihil.

Aangezien er geen structureel nachtelijk militair luchtverkeer is, is het aantal mensen dat vaak in de slaap wordt gestoord door structureel militair luchtverkeer rond militaire bases nihil.

Het resultaat van de berekeningen is gegeven in tabel 8.1.

Tabel 8.1 Het aantal personen in Nederland in 1995 met een bepaald gezondheidseffect door blootstelling aan luchtverkeer.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen (in duizendtallen) in Nederland in 1995 volgens het reëel geschiedenis-scenario		Totaal aantal personen (in duizendtallen)
	civiele luchthavens	militaire vliegbases	
ernstige geluidhinder	345	138	483
hypertensie	0,08	0,03	0,11
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0,00	0,00	0,00
vaak in de slaap gestoord	69	0	69

### 8.3 Berekening van de situatie in 1980

Volgens de Nationale Milieuverkenning 2 was in 1980 het percentage ernstig door civiel luchtvaartgeluid gehinderde personen 2,1%, dat wil zeggen 70% van het percentage in 1995. Als we voor de overige gezondheidseffecten dezelfde verhouding aannemen, dan kunnen de toenames van het percentage hypertensieven, van het aantal opnames per jaar vanwege ischemische hartziekten en van het aantal personen dat vaak in de slaap wordt gestoord uit de situatie in 1995 worden bepaald door vermenigvuldiging van de aantallen uit 1995 met een factor 0,7. Hierop dient echter nog een correctie te worden toegepast, omdat ervan uitgegaan moet worden dat er in 1980 nog geen geluidwerende voorzieningen waren getroffen bij de woningen met geluidbelastingen van meer dan 40 Ke. Uit Passchier-Vermeer (1993) kan voor luchthaven Schiphol berekend worden dat het aantal hypertensieven in de situatie zonder geluidwerende voorzieningen een factor 1,3 hoger zou liggen dan in de situatie waarin bij 50% van de woningen met een gevelbelasting van 40 Ke of meer de betreffende geluidwerende voorzieningen zouden zijn aangebracht. Voor de situatie in

1980 zonder geluidwerende voorzieningen geldt dan dat voor de twee genoemde effecten de aantallen uit 1995 met een factor  $0,7 \times 1,3 = 0,91$  moeten worden vermenigvuldigd.

In het aantal woningen met een bepaalde geluidbelasting van militair luchtverkeer rond militaire bases is in de periode van 1980 tot 1995 vrijwel geen verandering gekomen. Wel waren er in 1980 nog geen geluidwerende voorzieningen aangebracht. Dat betreft in 1995 ongeveer 3 500 woningen (waarin ongeveer 8 600 volwassenen wonen). Stel dat door de geluidwerende voorzieningen het percentage ernstig gehinderden in die woningen is afgenomen van 30 naar 20%, dan zijn er in de situatie zonder geluidwerende voorzieningen ongeveer 1 000 volwassenen meer die ernstig gehinderd zijn dan in de situatie met geluidwerende voorzieningen. Om het totaal aantal ernstig gehinderden in 1980 te berekenen moeten deze 1 000 ernstig gehinderden bij het totaal voor 1995 worden opgeteld.

Zoals reeds hiervoor voor civiel luchtverkeer is uiteengezet, neemt door de afwezigheid van geluidwerende voorzieningen in 50% van de woningen met meer dan 40 Ke het extra aantal hypertensieven en het extra aantal ziekenhuis-opnames toe met een factor 1,3. Deze factor is ook voor de situaties rond militaire bases gebruikt.

In tabel 8.2 is de situatie in 1980 weergegeven.

Tabel 8.2 Het aantal personen in Nederland in 1980 met een bepaald gezondheidseffect (mede) door blootstelling aan luchtverkeersgeluid.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen (in duizendtallen) in Nederland in 1980		Totaal aantal personen (in duizendtallen)
	civiele luchtvaartterreinen	militaire vliegbases	
ernstige geluidhinder	242	139	381
hypertensie	0,07	0,03	0,10
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0,00	0,00	0,00
vaak in de slaap gestoord	48	0	48

#### 8.4 Situatie in 1995 volgens het nil-geschiedenis scenario

In het reëel geschiedenis-scenario is er met betrekking tot civiel luchtverkeer rekening mee gehouden dat er bij een aantal woningen in de periode van 1980 tot 1995 geluidwerende



voorzieningen zijn aangebracht en dat het aantal vliegbewegingen is toegenomen en de gemiddeld per vliegtuig geproduceerde geluidbelasting is afgenomen, mede doordat in die periode een begin is gemaakt met het uitfaseren van de zogenoemde Hoofdstuk 2 vliegtuigen.

In de betrokken periode is het aantal vliegbewegingen naar en van de luchthaven Schiphol vrijwel verdubbeld (van 140 000 tot 270 000 vliegbewegingen per jaar). Voor het nil geschiedenis-scenario wordt aangenomen dat deze toename in aantal vliegbewegingen heeft plaatsgevonden in de periode van 1980 tot 1995, zonder dat de geluidproductie per vliegtuig is verminderd. Dat betekent een toename van de geluidbelasting van ongeveer 5 Ke. Uit de studie over de aanpassing van de nachtnormering (VROM en V & W, 1995) kan worden berekend hoe de geluidbelasting, wat betreft aantallen woningen in bepaalde geluidbelastingsklassen dan geweest zou zijn. Rekening houdend met een verschuiving van de geluidcontouren met 5 Ke, kan het aantal ernstig gehinderde personen rond de luchthaven Schiphol berekend worden op 124 500, dat wil zeggen een factor 1,5 maal het geschatte aantal in de reële huidige situatie. De groei van het aantal vliegbewegingen van en naar de overige burgerluchthavens (van 115 000 tot 165 000 vliegbewegingen per jaar, dat wil zeggen een factor 1,5 (CBS, 1985 en 1996)) is de helft van die voor de luchthaven Schiphol. Het lijkt aannemelijk om voor de overige burgerluchthavens een factor 1,25 in de toename van het aantal ernstig gehinderden aan te houden. Dat brengt het totaal aantal ernstig gehinderde personen door de burgerluchtvaart volgens het nil geschiedenis-scenario op  $124\ 500 + 323\ 500 = 448\ 000$  personen in 1995.

Voor de luchthaven Schiphol zou een toegenomen geluidbelasting van 5 Ke hebben betekend dat er in 1995 70 000 woningen zouden zijn geweest binnen de 35 Ke-contour, dat wil zeggen een factor 4,67 hoger dan in werkelijkheid in 1995. Met deze factor kan dan de toename in het aantal hypertensieven worden berekend, evenals de toename in het aantal mensen dat vanwege ischemische hartziekten in het ziekenhuis is opgenomen, waarbij er rekening mee gehouden moet worden dat het ongeïsoleerde woningen betreft. Het zou dan om 188 extra personen rond Schiphol met hypertensie zijn gegaan ( $4,67 \times 31 \times 1,3$ ), dat wil zeggen een factor 6 hoger dan in de situatie in 1995 volgens het reëel geschiedenis-scenario. Brengen we net als bij de berekening van ernstige geluidhinder een geringere toename van de geluidbelasting rond de overige burger vliegvelden in rekening (vermenigvuldiging met een factor  $1 + (1/2 \times 5) = 3,5$ ), dan wordt de toename in het totale aantal hypertensieven ten gevolge van de burgerluchtvaart 400 (188 (Schiphol) plus 214 (overige vliegvelden) ( $47 \times 1,3 \times 3,5 = 214$ )). De toename in het aantal opnames per jaar laat zich berekenen als 340.

Als wordt aangenomen dat het verschil tussen de geluidbelasting in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario en de in 1995 werkelijk opgetreden geluidbelasting gelijk is aan 5 Ke, dan lijkt het redelijk om te veronderstellen dat ook de nachtelijke geluidbelasting volgens het nil geschiedenis-scenario in 1995 hoger ligt dan de werkelijk in 1995 opgetreden nachtelijke geluidbelasting. Stel dat deze toename 3 dB(A) in  $L_{Aeq,7h}$  zou zijn geweest. Op basis van de gegevens in de studie over aanpassing van de nachtnormering (VROM en V & W, 1995) kan dan berekend worden wat het aantal mensen zou zijn geweest die vaak in hun slaap gestoord zouden zijn geworden. Dat aantal zou dan 57 500 voor luchthaven Schiphol en 21 400 voor luchthaven Zuid Limburg zijn geweest, dat wil zeggen in totaal ongeveer 79 000 personen.

Met betrekking tot gezondheidseffecten in 1995 ten gevolge van de luchtvaart rond militaire bases wordt voor het nil geschiedenis-scenario aangenomen dat er in de periode van 1980 tot 1995 geen geluidwerende voorzieningen zijn getroffen en dat er verder in die periode geen veranderingen in de geluidbelastingen zijn opgetreden. De toestand in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario is voor situaties rond militaire bases dan gelijk aan die in 1980.

In tabel 8.3 is het resultaat volgens het nil geschiedenis-scenario in beeld gebracht.

*Tabel 8.3* Het aantal personen in Nederland in 1995 met een bepaald gezondheidseffect door blootstelling aan luchtverkeer, als in de periode van 1980 tot 1995 het nil geschiedenis-scenario had gegolden.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen (in duizendtallen) in Nederland in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario		Totaal aantal personen (in duizendtallen)
	civiele luchthavens	militaire vliegbases	
ernstige geluidhinder	448	139	587
hypertensie	0,4	0,03	0,43
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0,02	0,00	0,02
vaak in de slaap gestoord	79	0	79

## 8.5 Gezondheidswinst in de periode van 1980 tot 1995

Om het antwoord op de eerste vraag te verkrijgen moeten de getallen uit de tabellen 8.1 en 8.3 van elkaar worden afgetrokken. Het resultaat is gegeven in tabel 8.4.

Tabel 8.4 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid, waarbij deze vermindering door wet- en regelgeving op het gebied van luchtverkeersgeluid in de periode van 1980 - 1995 tot stand gekomen is.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen (in duizendtallen) in Nederland		Totaal aantal personen (in duizendtallen)
	civiele luchthavens	militaire vliegbases	
ernstige geluidhinder	103	1	104
hypertensie	0,32	0,00	0,32
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0,02	0,00	0,02
vaak in de slaap gestoord	10	0	10

## 8.6 Schatting van de situatie in 2010 volgens het reëel toekomst-scenario

In de Nationale Milieuverkenning 2 wordt het percentage ernstig door civiel luchtverkeersgeluid gehinderde personen geschat op 5,0% in 2010, dat wil zeggen een factor 1,6 hoger dan berekend is voor 1995. Het percentage van 5 wordt in dit rapport aangehouden. Die toename is een weerspiegeling van een toename in de geluidbelasting in de periode van 1995 tot 2010 en van een toename in het aantal woningen met geluidwerende voorzieningen.

Met betrekking tot het extra aantal mensen met hypertensie en het aantal opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten in 2010 moet ten opzichte van de situatie in 1995 rekening gehouden worden met de verandering in de periode van 1995 tot 2010 in het aantal woningen met een equivalent geluidniveau over 24 uur van meer dan 70 dB(A) en met de toename van het aantal woningen waaraan geluidwerende voorzieningen zijn getroffen. Voor de luchthaven Schiphol is voor 2010 en voor 1995 in de studie naar de aanpassing van de nachtnormering (VROM en V & W, 1995) het aantal woningen binnen de 35 Ke-contour bepaald. Rekening houdend met eenzelfde relatieve verandering in het aantal woningen met een equivalent geluidniveau over 24 uur van tenminste 70 dB(A) rond Schiphol, met de eerder gebruikte omrekeningsfactor voor de overige civiele luchthavens en met de vermeerdering van het aantal woningen met geluidwerende voorzieningen binnen de 40 Ke-contouren, gaat het in de periode van 1995 tot 2010 om een toename met een factor 1,3 in het aantal hypertensieven (mede) door civiel luchtverkeersgeluid. Daarom zijn voor een schatting van de reële situatie in 2010 de gegevens over het aantal hypertensieven en het aantal opnames voor de werkelijke situatie in 1995 met een factor 1,3 vermenigvuldigd.

In de studie over de aanpassing van de nachtnormering (VROM en V & W, 1995) wordt met

betrekking tot het jaar 2015 een berekening gegeven van het aantal mensen dat in de buurt van Schiphol vaak in de slaap gestoord wordt door vliegtuiggeluid. Dat betreft, als er geluidwerende voorzieningen zijn getroffen, 38 500 personen, dat wil zeggen 76,4% van het aantal in 1995. Nemen we aan dat zo'n aantal ook geldt voor 2010 en nemen we aan dat voor de situatie rond de luchthaven Zuid-Limburg dezelfde procentuele afname geldt, dan gaat het in 2010 volgens het reële toekomst-scenario voor de burgerluchtvaart om 52 600 personen.

Met betrekking tot de situaties rond militaire vliegbases zal naar verwachting de geluidbelasting in de komende periode niet veranderen en zal het aantal woningen met geluidwerende voorzieningen binnen de 35 Ke-contouren in de komende periode toenemen met 3 500 tot 7 000.

Het resultaat van de berekeningen is gegeven in tabel 8.5.

Tabel 8.5 Het aantal personen in Nederland in 2010 met een bepaald gezondheidseffect door blootstelling aan luchtverkeer, als in de periode van 1995 tot 2010 het reële toekomst-scenario geldt.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen (in duizendtallen) in Nederland in 2010 volgens het reële toekomst-scenario		Totaal aantal personen (in duizendtallen)
	civiele luchthavens	militaire luchtbases	
ernstige geluidhinder	550	137	687
hypertensie	0,10	0,01	0,11
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0,00	0,00	0,00
vaak in de slaap gestoord	52,6	-	52,6

## 8.7 Gezondheidswinst in 2010

Volgens het NMP en NMP2 is het streven van de Nederlandse overheid er op gericht om in 2010 geen ernstige geluidhinder door luchtverkeer meer te hebben. Daarom wordt ook voor luchtverkeer dat streven als uitgangspunt van het theoretisch toekomst-scenario gekozen. Omdat er in dat geval in het jaar 2010 geen ernstige geluidhinder optreedt, is de geluidbelasting zo laag dat de twee gezondheidseffecten hypertensie en ischemische hartziekten ook niet optreden. De gezondheidsschade doet zich dan volgens het theoretisch toekomst-scenario voor alle drie effecten voor bij 0 personen. Met betrekking tot slaapverstoring wordt ook aangenomen dat theoretisch een situatie te bereiken is waarin geen slaapverstoring optreedt. Het antwoord op vraag 2 (wat is de theoretisch in de toekomst te behalen gezondheidswinst) is derhalve daarmee gegeven in tabel 8.1

met 483 000 ernstig geluidgehinderden, 1 800 hypertensieven, 80 opnames per jaar in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten en 69 000 mensen die vaak door vliegtuiggeluid in hun slaap gestoord worden.

Het antwoord op vraag 3 (wat is het verschil tussen de theoretisch te behalen gezondheidswinst en de waarschijnlijk gerealiseerde gezondheidswinst) is gegeven in tabel 8.6.

*Tabel 8.6* Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid, waarbij deze vermindering door wet- en regelgeving op het gebied van luchtverkeersgeluid in de periode van 1995 - 2010 tot stand gekomen is. Het eerste getal in elke cel geeft het resultaat voor civiel luchtverkeer, het tweede getal dat voor luchtverkeer rond militaire vliegbases en de som het resultaat van beide vormen van luchtverkeer.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in Nederland in 2010 (in duizendtallen)		Verschil in gezondheidswinsten, in aantallen personen (in duizendtallen)
	theoretisch te behalen gezondheidswinst volgens het theoretisch toekomst-scenario	te verwachten gezondheidswinst volgens het reëel toekomst-scenario	
ernstige geluidhinder	345 + 138 = 483	-205 + 1 = -204	550 + 137 = 687
hypertensie	0,08 + 0,03 = 0,11	-0,02 + 0,02 = 0,00	0,10 + 0,01 = 0,11
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0,00 + 0,00 = 0,00	0,00 + 0,00 = 0,00	0,00 + 0,00 = 0,00
vaak in de slaap gestoord	69,0	16,4	52,6

## 9. BEREKENINGEN VOOR RAILVERKEERSGELUID

### 9.1 Inleiding

Dit hoofdstuk is beperkt tot geluid van treinverkeer, omdat over het overige railverkeer (trams, metro) vrijwel geen gegevens beschikbaar zijn.

### 9.2 Berekening van de situatie in 1980

De situatie met betrekking tot geluidhinder door treinverkeersgeluid is volgens de gegevens uit Zorgen voor Morgen over de periode 1980 - 2010 vrij stabiel: 0,5% ernstig gehinderden in 1980 en hetzelfde percentage in 2010 met een stijging rond 1994 tot 0,8% (dat wil zeggen van 57 500 tot 92 000 volwassen personen). Het aantal woningen met een geluidbelasting van meer dan 70 dB(A) ( $L_{Aeq,24h}$ ) is in 1980 16 000 (0,3% van de woningvoorraad in Nederland in 1980). Er zijn met betrekking tot treinverkeersgeluid in 1980 geen geluidwerende voorzieningen getroffen. Uit deze gegevens kan berekend worden dat het dan in 1980 gaat om 2 000 volwassenen die (mede) door treinverkeersgeluid hypertensie hebben en om 100 extra opnames per jaar in een ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten.

### 9.3 Berekening van de situatie in 1995 volgens beide geschiedenis-scenario's

Het percentage ernstig gehinderden wordt voor 1995 gelijk gekozen aan het percentage gegeven in Zorgen voor Morgen (0,8%). Ook andere literatuurbronnen geven een dergelijk percentage (de Jong et al. (1994) en Rademaker et al. (1996) vermelden een (afgerond) percentage van 1). Dit is dan het percentage ernstig gehinderden volgens het *reëel geschiedenis-scenario*.

Met betrekking tot de bepaling van het extra aantal personen dat vaak in de slaap wordt gestoord, het extra aantal hypertensieven en het extra aantal opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten worden de gegevens over de huidige hogere geluidbelasting door treinverkeersgeluid gebruikt. De Jong (1996) geeft op basis van een steekproef, waarbij 2 000 adressen met treinverkeersgeluid zijn betrokken, voor het aantal woningen met een geluidbelasting ( $L_{em}$ ) door

treinverkeersgeluid in de klassen van 66 - 70 dB(A) en van meer dan 70 dB(A) afgeronde percentages van respectievelijk 1 en 0%. Het lijkt dus redelijk om aan te nemen dat het aantal woningen in 1995 met een gevelbelasting door treinverkeersgeluid van 70 dB(A) of meer gering is. Voor de berekening van de extra aantallen hypertensieven en opnames nemen we voor het *nil geschiedenis-scenario* aan dat het aantal situaties met een geluidbelasting van meer dan 70 dB(A) door het treinverkeer in 1995 gelijk is aan het aantal in 1980 (n.l. 0,3% van het aantal woningen in Nederland) en dat er geen geluidwerende voorzieningen zijn getroffen. De situatie in 1995 volgens het *nil geschiedenis-scenario* en de situatie in 1980 zijn dan identiek en het extra aantal hypertensieven en het extra aantal opnames in 1995 zijn dan gelijk aan die aantallen in 1980.

Voor slaapverstoring brengen we ook de geluidbelasting in de klasse van 66 - 70 dB(A) ( $L_{\text{stn}}$ ) in rekening. Het betreft dan in 1980 en in 1995 volgens het *nil geschiedenis-scenario* ongeveer 20 000 volwassenen\*\*\*\* die vaak in de slaap worden gestoord door treinverkeersgeluid.

Het extra aantal hypertensieven en het extra aantal opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten in 1995 volgens het *reëel geschiedenis-scenario* wordt berekend uit de uitkomsten voor 1995 volgens het *nil geschiedenis-scenario*. Daartoe is een berekening nodig van het effect van de in de periode van 1980 tot 1995 getroffen geluidwerende voorzieningen. Dit is voor de hogere geluidbelastingen immers het enige verschil tussen de werkelijke situatie in 1995 en die in 1995 volgens het *nil geschiedenis-scenario*. Volgens Dietz (1994) zijn er eind 1992 15 km schermen langs spoorlijnen aangebracht en zijn er ongeveer 2 300 woningen gesaneerd. Als we veronderstellen dat de schermen bij zo'n 3 000 woningen de geluidbelasting met 10 dB(A) of meer heeft gereduceerd, dan is bij een gelijkblijvend aantal situaties met meer dan 70 dB(A) in 1995 en in 1980 het extra aantal hypertensieven en het extra aantal opnames per jaar vanwege ischemische hartziekten gereduceerd in 1995 tot 2/3 (ongeveer gelijk aan  $(16\ 000 - 2\ 300 - 3\ 000) / 16\ 000$ ) van het aantal in de situatie in 1980. Het betreft dan 1 300 hypertensieven en 70 opnames per jaar extra door de belasting aan treinverkeersgeluid in 1995 volgens het *reëel geschiedenis-scenario*. Voor slaapverstoring houden we voor de hoogste geluidbelastingsklasse ook een factor 2/3 aan en een gelijkblijvend aantal in de lagere geluidbelastingsklasse. Dat reduceert het extra aantal personen dat vaak in de slaap wordt gestoord tot 17 000.

Om het aantal ernstig gehinderden in 1995 volgens het *nil geschiedenis-scenario* te berekenen uit het werkelijke aantal in 1995 is ook het enige waarmee rekening gehouden moet worden de

---

\*\*\*\* Het percentage vaak in de slaap gestoorden in de geluidbelastingsklasse van 66 - 70 dB(A) is ongeveer 9% en in de hogere klasse ongeveer 28%. Dat brengt het aantal betrokken personen op 9% van 11,5 miljoen personen + 28% van 0,3% van 11,5 miljoen personen =  $10\ 400 + 9\ 600 = 20\ 000$  personen

afwezigheid van geluidwerende voorzieningen volgens het nil geschiedenis-scenario. In de betreffende ruim 5 000 woningen bevinden zich volgens de expositie-effectrelaties (Miedema, 1992) ongeveer 4 000 ernstig gehinderden bij afwezigheid van geluidwerende voorzieningen en ongeveer 1 000 ernstig gehinderden als er geluidwerende voorzieningen zijn getroffen. Het verschil van 3 000 ernstig gehinderden moet dan bij het aantal volgens het reëel geschiedenis-scenario in 1995 opgeteld worden om de uitkomst voor 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario te verkrijgen.

De resultaten van de berekeningen zijn gegeven in tabel 9.1.

#### 9.4 Schatting van de situatie in 2010 volgens beide toekomst-scenario's

Met betrekking tot de werkelijke situatie in 2010 nemen we de schatting van het percentage ernstig door treinverkeersgeluid gehinderde personen van 0,5 uit Zorgen voor Morgen voor invulling van de uitkomsten in 2010 voor het *reëel toekomst-scenario* over. Naar verwachting zullen het geringe extra aantal hypertensieven en het geringe extra aantal opnames per jaar vanwege ischemische hartziekten in 1995 gereduceerd zijn tot 0 in 2010, gezien de verdergaande plannen voor geluidwerende voorzieningen. Deze voorzieningen zullen immers naar verwachting de gevelbelastingen door treinverkeersgeluid overal reduceren tot beneden 70 dB(A). Voor slaapverstoring wordt aangenomen dat het aantal personen in de geluidbelastingsklasse van 65 tot 70 dB(A) niet veranderd. In onderstaande tabel 9.1 zijn de berekeningen voor 2010 van de diverse effecten van treinverkeersgeluid opgenomen.

Als uitgangspunt van het *theoretisch toekomst-scenario* wordt ook voor de gevolgen van railverkeer in 2010 het streven van de overheid (0% ernstig gehinderde personen in 2010) gekozen. Dat houdt eveneens in dat volgens dit scenario er in 2010 door railverkeersgeluid geen slaapverstoring, hypertensie en opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten zullen zijn.



Tabel 9.1 Het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door railverkeersgeluid volgens diverse scenario's.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in Nederland (in duizendtallen)			
	in 1980	in 1995 volgens het reëel geschiedenis-scenario	in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario	in 2010 volgens het reëel toekomst-scenario
ernstige geluidhinder	58	92	95	58
vaak in de slaap gestoord	20	17	20	10
hypertensie	2,0	1,3	2,0	0,0
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0,10	0,07	0,10	0,00

## 9.5 Berekende gezondheidswinsten

In tabel 9.2 zijn de antwoorden gegeven op de drie vragen met betrekking tot de behaalde, te verwachten en theoretisch te behalen gezondheidswinst.

Tabel 9.2 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door railverkeersgeluid volgens de diverse scenario's.

Omschrijving effect	Gezondheidswinst ( in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen volgens het theoretisch toekomst-scenario	reëel te verwachten in 1995 - 2010 volgens het reëel toekomst-scenario	verschil tussen theoretisch te behalen en reëel te verwachten in 1995 - 2010
ernstige geluidhinder	3	92	34	58
vaak in de slaap gestoord	3	17	7	10
hypertensie	0,7	1,3	1,3	0,0
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0,03	0,07	0,07	0,00

## 10. BEREKENINGEN VOOR GELUID VAN INDUSTRIËLE ACTIVITEITEN

De berekeningen zijn beperkt tot geluid afkomstig van zogenoemde A-inrichtingen.

De situatie met betrekking tot ernstige geluidhinder door geluid van deze industriële activiteiten is over de periode 1980 - 2010 volgens *Zorgen voor Morgen* als volgt: 1% ernstig gehinderden in 1980, 5% in 1990, 1995 en 2000 en 3% in 2010. Volgens de resultaten van de onderzoeken door De Jong in 1977, 1987 en 1993 gaat het om respectievelijk 3, 2, en 2%. Deze schattingen lopen onderling zowel voor de huidige periode als voor de periode rond 1980 nogal uiteen. Voor de situatie in 1980 wordt als schatting 2% aangehouden en voor de situatie in 1995 3%. Dit laatste percentage is dus tevens de uitkomst volgens het *reëel geschiedenis-scenario*. Voor de reële situatie in 2010 wordt het percentage ernstig gehinderden volgens de schatting uit *Zorgen voor Morgen* aangehouden (3%). Dit is dan tevens de uitkomst volgens het *reëel toekomst-scenario*.

Om het aantal ernstig gehinderde personen te bepalen volgens het *nil geschiedenis-scenario* in 1995 moet rekening worden gehouden met de getroffen geluidwerende voorzieningen in de periode voor 1995. Of er relevante andere factoren zijn, die in beide geschiedenis-scenario's verschillen, is onbekend. Uit het Milieuprogramma 1996 kan worden afgeleid dat in 1995 ongeveer 30 000 woningen gesaneerd waren. In die woningen wonen ongeveer 74 000 volwassenen. Rekening houdend met een effectieve reductie van het percentage ernstig gehinderden van 13 (volgens de expositie-effectrelaties van Miedema, 1992) levert dat tussen de situatie volgens het *nil geschiedenis-scenario* in 1995 en die volgens het *reëel geschiedenis-scenario* in 1995 een verschil van ongeveer 10 000 ernstig gehinderde personen.

Met betrekking tot de berekeningen van het extra aantal vaak in de slaap gestoorde mensen, het extra aantal hypertensieven en het extra aantal opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten zijn de situaties in 1995 en 2010 wat betreft het aantal woningen met een hogere geluidbelasting door de industrie van belang. Volgens de Nationale Milieuverkenning 2 waren er in 1995 77 000 woningen met een geluidbelasting van ten minste 55 dB(A) ( $L_{\text{etm}}$ ) en volgens De Jong (1996) had in 1994 1% van de woningen een geluidbelasting van 56 - 60 dB(A) en (afgerond) 0% van de woningen viel in de klasse van 61 - 65 dB(A). Het lijkt dus redelijk om hier te verwaarlozen dat er in Nederland in 1995 door geluid van A-categorie industriële vestigingen geluidbelastingen van woningen van meer dan 60 dB(A) zijn. Daaruit kan worden geconcludeerd dat er in 1995 door deze vorm van woonomgevingsgeluid geen hypertensie is ontstaan, noch dat er een verhoogd aantal opnames per jaar in een ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten teweeg is

gebracht. In principe zou in een situatie met een etmaalwaarde van 56 - 60 dB(A) slaapverstoring kunnen optreden, omdat immers het equivalente geluidniveau 's nachts 46 - 50 dB(A) zou kunnen zijn. Het gaat daarbij echter waarschijnlijk om slechts weinig 's nachts werkende A-inrichtingen. Voor 1980 en 2010 wordt eenzelfde situatie verondersteld.

Als uitgangspunt van het *theoretisch toekomst-scenario* wordt ook voor industriële vestigingen in 2010 het streven van de overheid (0% ernstig gehinderde personen in 2010) gekozen.

In tabel 10.1 en 10.2 zijn de resultaten van de berekeningen gegeven.

Tabel 10.1 Het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid van industriële (A-categorie) vestigingen volgens diverse scenario's.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in Nederland (in duizendtallen)			
	in 1980	in 1995 volgens het reëel geschiedenis-scenario	in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario	in 2010 volgens het reëel toekomst-scenario
ernstige geluidhinder	230	345	355	345
vaak in de slaap gestoord	0	0	0	0
hypertensie	0	0	0	0
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0	0	0	0

Tabel 10.2 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid afkomstig van industriële (A-categorie) vestigingen volgens de diverse scenario's.

Omschrijving effect	Gezondheidswinst ( in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen volgens het theoretisch toekomst-scenario	reëel te verwachten in 1995 - 2010 volgens het reëel toekomst-scenario	verschil tussen theoretisch te behalen en reëel te verwachten in 1995 - 2010
ernstige geluidhinder	10	345	0	345
vaak in de slaap gestoord	0	0	0	0
hypertensie	0	0	0	0
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	0	0	0	0

## 11. SAMENVOEGEN VAN DE RESULTATEN VOOR WOONOMGEVINGS- GELUIDEN

In tabel 11.1 is een overzicht gegeven van de gezamenlijke resultaten. De opgenomen totalen zijn de sommen van de aantallen van de afzonderlijke geluidbronnen. Er is daarbij geen rekening gehouden met mogelijke extra aantallen door cumulatie van geluidbelastingen. Daardoor zijn de schattingen van de totalen in principe te laag. Anderzijds is er ook geen rekening mee gehouden dat personen door twee of meer verschillende soorten geluidbronnen hetzelfde gezondheidseffect kunnen hebben (bijvoorbeeld ernstige geluidhinder door wegverkeersgeluid en civiel luchtvaartgeluid). Daardoor zijn de schattingen van de totalen in principe te hoog. Of en in welke mate de beide effecten elkaar opheffen is niet in te schatten.

Tabel 11.1 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid afkomstig van verkeersbronnen en van industriële (A-categorie) vestigingen volgens de diverse scenario's.

Omschrijving effect	Gezondheidswinst ( in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen	reëel te verwachten in 1995 - 2010	verschil theoretisch en reëel te verwachten
<u>ernstige geluidhinder</u>				
wegverkeer	280	1 790	530	1 260
luchtvaart				
. civiel	103	345	-205	550
. militair	1	138	1	137
railverkeer	3	92	34	58
industrie	10	345	0	345
<b>totaal</b>	<b>417</b>	<b>2 710</b>	<b>360</b>	<b>2 350</b>
<u>hypertensie</u>				
wegverkeer	55	78	49,5	28,5
luchtvaart				
. civiel	5,5	1,3	-0,4	1,7
. militair	0,2	0,5	0,1	0,4
railverkeer	0,7	1,3	1,3	0,0
industrie	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>totaal</b>	<b>61,4</b>	<b>81,1</b>	<b>50,5</b>	<b>30,6</b>
<u>opnames per jaar vanwege ischemische hartziekten</u>				
wegverkeer	2,75	3,9	2,5	1,4
luchtvaart				
. civiel	0,28	0,06	-0,02	0,08
. militair	0,01	0,02	0,01	0,01
railverkeer	0,03	0,07	0,07	0,00
industrie	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>totaal</b>	<b>3,07</b>	<b>4,05</b>	<b>2,56</b>	<b>1,49</b>
<u>vaak in slaap gestoord</u>				
wegverkeer	420	1 300	600	700
luchtvaart				
. civiel	10	69	16	53
. militair	0	0	0	0
railverkeer	3	17	7	10
industrie	0	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>433</b>	<b>1 386</b>	<b>623</b>	<b>763</b>

## 12. BEREKENINGEN VOOR HET RECREATIE-MILIEU

### 12.1 Beschikbare gegevens

Op verzoek van de Gezondheidsraad is een achtergrondstudie (Passchier-Vermeer, 1989) verricht om de vraag te beantwoorden of geluid in de recreatieve sfeer schade toebrengt aan het gehoor van jongeren (met leeftijden tot zo'n 25 jaar). Aan de hand van de Nederlandse en internationale wetenschappelijke literatuur is nagegaan om welke luidruchtige activiteiten het ging en met welke geluidniveaus dergelijke activiteiten gepaard gingen. In tabel 12.1 is een globaal overzicht gegeven van de geluidniveaus waaraan jongeren in de jaren tachtig zijn blootgesteld. De getallen geven de hoogten van de equivalente geluidniveaus in dB(A) tijdens de activiteiten weer. In de tabel is ook aangegeven hoe vaak jongeren op kortere termijn gemiddeld aan een bepaalde bron van geluid waren blootgesteld. De vraag daarbij was of dergelijke exposities, gegeven de hoogte van de equivalente geluidniveaus en de blootstellingstijd op korte termijn, in principe gehoorschade\*\*\*\* teweeg zouden kunnen brengen. Ervan uitgaande dat ook voor de exposities van jongeren het model uit ISO 1999 (1990) gehanteerd mag worden, is in de laatste kolom van tabel 12.1 aangegeven of dit al dan niet het geval is.

Naast de gemiddelde blootstelling op korte termijn (per dag, per week, per maand of per jaar) is voor het bepalen van de omvang van de resulterende gehoorschade in een bepaalde populatie ook het totaal aantal jaren van blootstelling van belang. Het bleek dat informatie over de blootstelling op langere termijn veelal ontbrak, behalve in geval van het luisteren naar popmuziek\*\*\*\*\*. Daarom is het ook niet mogelijk om met enige betrouwbaarheid een eventuele gezondheidswinst door wet- en regelgeving met betrekking tot de andere activiteiten dan popmuziek in te schatten. Die andere activiteiten worden in dit rapport dan ook verder niet beschouwd.

---

\*\*\*\* Voor algemene informatie over de onderwerpen gehoorschade en gehoorschade door blootstelling aan geluid wordt verwezen naar bijlage B van dit rapport.

\*\*\*\*\* In de jaren tachtig ging de Nederlandse jeugd gemiddeld gedurende een periode van 7 jaar naar popconcerten en van 6 jaar naar discotheken en er werd gemiddeld gedurende 6 jaar met hoofdtelefoons naar popmuziek geluisterd.

Tabel 12.1 Samenvatting van de gegevens over blootstelling van jongeren aan diverse geluidbronnen bij diverse activiteiten. Het betreffen globale cijfers afkomstig uit onderzoek in de jaren tachtig. In de laatste kolom is opgenomen of de activiteit al dan niet gehoorschade bij jongeren zou kunnen veroorzaken (+ betekent dat er mogelijk gehoorschade door geluid optreedt; deze gehoorschade is niet voor elke activiteit te berekenen vanwege het ontbreken van blootstellingstijden; - betekent dat de geluidbelasting geen gehoorschade door geluid veroorzaakt als deze belasting geïsoleerd voorkomt; als er geen teken of getal is ingevuld, ontbreken voldoende gegevens over de blootstellingstijd om tot een conclusie te komen) (Bron: Passchier-Vermeer, 1989).

Activiteit/geluidbron	Equivalent geluidniveau (in dB(A) tijdens de activiteit	Gemiddelde blootstelling korte termijn	Activiteit zou gehoorschade kunnen veroorzaken
bezoek popconcert	100 - 110	4 x per jaar	+
bezoek discotheek	88 - 104	3 uur/week	+
gebruik hoofdtelefoons	83 ± 10*	4,3 uur/week	+
spelen in popgroep	100 - 110	18 x per jaar***	+
spelen klassieke muziek	tot 99	-	-
bezoeken klassieke concerten	79**	< 1 x per maand	-
verblijf in arcades	90	-	-
gebruik modelvliegtuigen	104 - 100	-	-
schieten/jagen	130 - 173 <sup>^</sup>	-	+
bezoeken auto/motorraces	90 - 100	-	-
verblijf in sportruimten	-	-	-
vervoermiddelen:			
personenauto	57 - 75	3 - 4 uur/week	-
autobussen	65 - 79	3 - 4 uur/week	-
motoren	63 - 120 <sup>^^</sup>	3 - 4 uur/week	+
bromfietsen	63 - 92 <sup>^^</sup>	3 - 4 uur/week	+ <sup>^^^</sup>
vliegtuigen	70 - 90	-	-
trams	69 - 77	3 - 4 uur/week	-
speedboten	92 - 99	-	-

\* standaarddeviatie  
 \*\* tijdens zeer luide stukken/passages maxima van 82 - 100 dB(A), gemiddeld 79 dB(A)  
 \*\*\* geldt voor het spelen in popgroepen als vrijetijdsbesteding en niet voor zuiver professionele bands  
 ^ geen equivalent niveau, maar piekniveau  
 ^^ afhankelijk van snelheid  
 ^^ gehoordschade is bij intensief gebruik (12 uur/week) waarschijnlijk en bij minder intensief gebruik (3 - 4 uur/week) niet waarschijnlijk

In het vervolg wordt allereerst de werkelijk in 1995 opgetreden situatie met betrekking tot de geluidbelasting door popmuziek en de resulterende gezondheidsschade in termen van extra gehoorverlies door popmuziek geschat. Die schatting levert daarmee het resultaat in 1995 volgens het *reëel geschiedenis-scenario*.

In de periode van 1980 tot 1995 heeft er op het gebied van blootstelling aan popmuziek geen wet- en regelgeving plaatsgevonden. Daarom is de situatie in 1995 volgens het *nil* en het *reëel geschiedenis-scenario* gelijk. Het is dus niet nodig om berekeningen te geven over 1980. De gezondheidswinst door wet- en regelgeving in die periode is immers nihil.

Vervolgens wordt ingeschat wat de volgens het *theoretisch toekomst-scenario* te behalen gezondheidswinst in de periode van 1995 tot 2010 zou kunnen zijn en wat naar schatting volgens het *reëel toekomst-scenario* de werkelijk te verwachten gezondheidswinst in die periode is.

## 12.2 Schatting van de gezondheidseffecten in 1995 volgens de beide geschiedenis-scenario's

### De geluidbelasting in 1995

In een achtergrondstudie uit 1993 (Passchier-Vermeer, 1993) zijn de in de inleiding van dit hoofdstuk gepresenteerde gegevens uit de achtergrondstudie van 1989 overgenomen met een aanpassing met betrekking tot de blootstelling aan popmuziek via walkmans. Er wordt gesteld dat het gebruik van walkmans gedurende de laatste jaren sterk is toegenomen: van 23% gebruikers van deze toestellen onder de jeugd in 1980 tot 50% bij dezelfde leeftijdscategorie in 1990. Het is niet duidelijk of de luisterniveaus van de Nederlandse jongeren de laatste jaren stabiel gebleven zijn of omhoog zijn gegaan. Een mogelijke toename van de luisterniveaus zou kunnen blijken uit een zeer omvangrijk Duits onderzoek (Ising et al., 1994). In de publikatie van Ising et al. wordt verslag gedaan van onderzoek naar het gebruik van walkmans door Duitse scholieren met leeftijden van 10 tot en met 19 jaar. Aan die scholieren werd gevraagd het door hen gewenste luisterniveau in te stellen en er werd gevraagd hoeveel uur ze per week van walkmans gebruik maken. Op die wijze werd voor elke leerling een gemiddeld equivalent geluidniveau over 24 uur vastgesteld. De verdeling van die equivalente geluidniveaus over 24 uur is gegeven in figuur 12.1. De verdeling is moeilijk interpreteerbaar, omdat niet duidelijk is wat de invloed is van de jongeren die in het dagelijkse leven nooit walkmans dragen. Die zijn in figuur 12.1 ingedeeld volgens een combinatie van hun gewenste luisterniveau en hun blootstellingstijd van minder dan 1 uur per week<sup>\*\*\*\*\*</sup>. In figuur 12.1 is ook weergegeven de schatting van de verdeling van de equivalente geluidniveaus over 24 uur ten gevolge van het luisteren naar popmuziek via walkmans die destijds door Passchier-Vermeer (1989) is gegeven. Die verdeling geldt voor de groep jongeren die van walkmans gebruik maken, dat wil zeggen in 1995 voor ongeveer 50% van de totale Nederlandse jeugd. Ook de verdeling van de equivalente geluidniveaus over 24 uur voor de gehele Nederlandse jeugd in 1995 is in de figuur opgenomen, evenals een theoretische verdeling voor de Duitse jeugd, waarbij ervan is uitgegaan dat er ook 50% van hen met walkmans naar popmuziek luistert<sup>\*\*\*\*\*</sup>.

---

\*\*\*\*\* Dat houdt in dat de geluidbelasting van deze jongeren in de verdeling is opgenomen als hun gewenste luisterniveau verminderd met 23 dB(A). Bij een luisterniveau van 100 dB(A) is die waarde dan 77 dB(A), terwijl de werkelijke blootstelling 0 dB(A) is. Dat geeft dus een onjuiste verdeling van de equivalente geluidniveaus over 24 uur.

\*\*\*\*\* Daarbij is aangenomen dat er in de geluidbelastingsklassen vanaf 85 dB(A) geen jongeren zijn die in het dagelijkse leven nooit naar walkmans luisteren. Hun gewenste luisterniveau zou dan immers hoger moeten liggen dan 108 dB(A) en dat is zeer onwaarschijnlijk. Voor de overige geluidbelastingsklassen van 70 tot 85 dB(A) is aangenomen dat het 50% jongeren betreft die in het dagelijkse leven nooit van walkmans gebruik



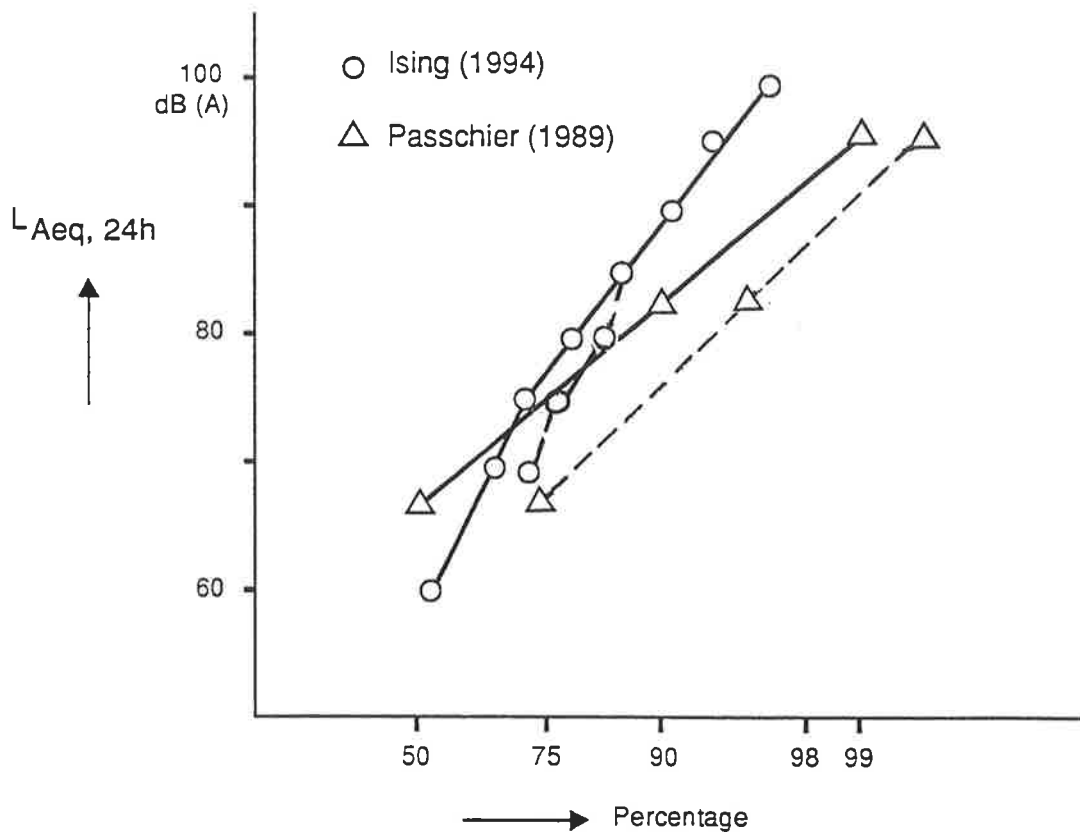
Het percentage jongeren met een geluidbelasting door het luisteren naar popmuziek via walkmans die niet schadelijk is voor het gehoororgaan ( $L_{Aeq,24h}$  van ten hoogste 70 dB(A)) is volgens de beide schattingen voor de gehele populatie jongeren ongeveer gelijk: 75% volgens de Duitse schatting en 80% volgens de Nederlandse schatting. Volgens de huidige Duitse studie liggen de hogere equivalente geluidniveaus hoger dan volgens de Nederlandse schattingen, waarbij de Nederlandse schattingen van de luisterniveaus dateren uit een periode van voor 1989. Het lijkt redelijk om te veronderstellen dat ook uit Nederlands onderzoek naar de huidige situatie hogere equivalente geluidniveaus zouden blijken. Bij de berekening van de gezondheidsschade uit de geluidbelasting houden we dan ook voor 1995 rekening met de volgende verdelingen van de equivalente geluidniveaus over 24 uur bij jongeren ten gevolge van het luisteren naar popmuziek via walkmans:

- . 80% heeft een geluidbelasting van ten hoogste 70 dB(A) (inclusief degenen die nooit van walkmans gebruik maken);
- . 7% heeft een geluidbelasting van 70 - 80 dB(A);
- . 3% heeft een geluidbelasting van 80 - 85 dB(A);
- . 5% heeft een geluidbelasting van 85 - 90 dB(A);
- . 5% heeft een geluidbelasting van meer dan 90 dB(A), met 1% hoger dan 100 dB(A).

De in Passchier-Vermeer (1989) gegeven schattingen van de percentages jongeren die in 1989 popconcerten en discotheken bezochten en die in een popgroep speelden, worden voor de berekeningen voor het jaar 1995 in dit rapport gebruikt, evenals de in dat rapport gegeven schattingen van de geluidbelastingen door deze popmuziek-activiteiten en van het aantal jaren dat aan die popmuziek-activiteiten werd deelgenomen.

In de berekeningen voor 1995 is uitgegaan van de groep 15- tot 25-jarige jongeren (de omvang van deze groep is in 1995 2 165 000 jongeren). Na het verstrijken van de periode waarin ze eventueel één of meer popmuziek-activiteiten hebben uitgevoerd hebben 40 000 jongeren in een popgroep gespeeld, 90 000 jongeren hebben discotheken bezocht en zijn 200 000 jongeren naar popconcerten geweest. Deze activiteiten zijn elk gemiddeld door de deelnemende jongeren gedurende 6 jaar uitgevoerd.

Figuur 12.1 Cumulatieve verdelingen van de equivalente geluidniveaus over 24 uur ten gevolge van blootstelling van jeugdigen aan popmuziek via walkmans. De cumulatieve verdelingen zijn afgeleid uit Ising (1994) en Passchier-Vermeer (1989). De ononderbroken curve, gegeven in Passchier-Vermeer (1989), heeft betrekking op walkmandragers en de onderbroken curve op de gehele Nederlandse jeugd in 1994. De ononderbroken curve, gegeven door Ising, betreft een weergave van zijn onderzoekresultaten en de onderbroken curve is een schatting voor de gehele Duitse jeugd.



### Omvang in 1995 van de gehoorschade door popmuziek

In dit rapport is het gehoorverlies bij 4000 Hz als kenmerk van de gehoorscherpte gekozen, omdat met betrekking tot beroepsmatige gehoorschade, die in hoofdstuk 13 ter sprake komt, de gegevens alleen zo voorhanden zijn \*\*\*\*\*.

Uit de geluidbelastingen door het spelen in een popgroep, het bezoeken van discotheken en het bezoeken van popconcerten met een  $L_{Aeq,24h}$  van respectievelijk 85, 78 en 76 dB(A)) en de eerder gegeven geluidbelastingen door het luisteren naar popmuziek via walkmans is met behulp van de

\*\*\*\*\* In een desbetreffend advies (Gezondheidsraad, 1994) worden ook schattingen met betrekking tot 1994 gegeven over de mate waarin gehoorschade in het kader van popmuziek voorkomt. Die schattingen hebben het gehoorverlies, gemiddeld over de frequenties 2000 en 4000 Hz, als basis. De cijfers in het betreffende advies en in dit rapport zullen dus over het algemeen van elkaar afwijken.

expositie-effectrelaties uit ISO 1999 (1990) het aantal jongeren berekend dat na het verstrijken van hun periode met popmuziek-activiteiten een gehoorverlies bij 4000 Hz heeft van 10 dB of meer en het aantal met een gehoorverlies van 20 dB of meer. Door vergelijking van deze uitkomsten met die van een referentie-populatie jongeren, dat wil zeggen jongeren die niet aan popmuziek-activiteiten hebben deelgenomen en verder overeenkomen met de aan popmuziek blootgestelde jongeren, wordt de toename in deze aantallen ten gevolge van popmuziek berekend. Voor de betreffende referentie-populatie jongeren is de prevalentie van een gehoorverlies van 10 dB of meer 21% en die van een gehoorverlies van 20 dB of meer 5%. Het resultaat is gegeven in tabel 12.2.

Tabel 12.2 Toename ten gevolge van deelname aan diverse popmuziek-activiteiten van het aantal jongeren in Nederland met een gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 en van 20 dB en meer. De aantallen zijn schattingen voor het jaar 1995. De aantallen hebben betrekking op jongeren waarvan de periode dat ze popmuziek-activiteiten uitvoerden is verstreken.

Popmuziekactiviteit	Toename door popmuziek van het aantal jongeren met een gehoorverlies bij 4000 Hz (in duizendtallen)	
	van 10 dB en meer	van 20 dB en meer
gebruik walkmans	11,5	8,1
spelen in popgroep	13,6	6,8
bezoek discotheken	8,1	3,6
bezoek popconcerten	8,0	2,0
combinatie van activiteiten	18,1	11,1

Het is niet geoorloofd om ter bepaling van het totaal resultaat met betrekking tot popmuziek de aantallen uit tabel 12.2 voor de diverse afzonderlijke popmuziek-activiteiten zonder meer bij elkaar op te tellen. Immers, het is zeer waarschijnlijk dat jongeren meer dan één popmuziek-activiteit uitvoeren en daardoor onder beide activiteiten voorkomen, waardoor hun gehoorverlies bij het optellen van de toenames in de prevalenties dubbel of zelfs driedubbel geteld wordt. Om het gecombineerde effect van popmuziek te bepalen is het in principe nodig om de samenhang tussen de diverse activiteiten te kennen. Helaas is die samenhang niet bekend. Om toch tot een conclusie te kunnen komen, wordt eerst verondersteld dat de jongeren een gecombineerde blootstelling hebben aan elk van de drie volgende activiteiten: concerten, discotheken en walkmans. Er zijn twee mogelijkheden doorgerekend:

- a. de hoogste geluidbelastingen van elk van de drie activiteiten komen bij een deel van jongeren gecombineerd voor, evenals de laagste geluidbelastingen (dat wil zeggen geen geluidbelasting) bij een ander deel (positieve correlatie tussen de geluidbelastingen);
- b. de hoogste geluidbelastingen door walkmans komen bij een deel van de jongeren voor in combinatie met de laagste geluidbelastingen bij popconcerten en discotheken en vice versa

(negatieve correlatie tussen de geluidbelastingen).

De resultaten van de twee mogelijkheden met betrekking tot de prevalentie van gehoorverliezen bij 4000 Hz in de gehele groep jongeren ten opzichte van de prevalenties voor blootstelling aan uitsluitend popmuziek via walkmans zijn dan als volgt:

- ad a. er zijn 500 jongeren meer met een gehoorverlies van 10 dB of meer en er zijn 1 600 jongeren meer met een gehoorverlies van 20 dB of meer;
- ad b. er zijn 1 200 jongeren meer met een gehoorverlies van 10 dB of meer en er zijn 400 jongeren meer met een gehoorverlies van 20 dB of meer.

Globaal kan dus gesteld worden dat de combinatie van de drie popmuziekactiviteiten een toename in de prevalenties veroorzaakt van 1 000 voor beide gehoorverlieswaarden ten opzichte van de prevalenties ten gevolge van alleen popmuziek via walkmans.

Vervolgens zijn de drie eerder beschouwde blootstellingen gecombineerd met het spelen in een popgroep. Het ligt daarbij in den rede om te veronderstellen dat de jongeren die in een popgroep spelen ook de andere activiteiten uitvoeren. Als alle activiteiten gecombineerd voorkomen, met een samengaan van de hogere geluidbelastingen, dan zijn de prevalenties van 10 dB gehoorverlies en meer en van 20 dB gehoorverlies en meer respectievelijk 16 400 en 10 200. Treden ze niet gecombineerd op, dan zijn deze prevalenties respectievelijk 25 100 en 14 900. Stel dat alle activiteiten bij 80% van de jongeren die in een popgroep spelen gecombineerd voorkomen, dan heeft dat als resultaat prevalenties van respectievelijk 18 100 en 11 100. Dit resultaat, dat representatief geacht wordt voor 1995 volgens het *reëel geschiedenis-scenario*, is in de laatste kolom van tabel 12.2 opgenomen.

### **De periode van 1980 tot 1995**

In de periode van 1980 tot 1995 heeft er op het gebied van blootstelling aan popmuziek geen wet- en regelgeving plaatsgevonden. Daarom is de situatie in 1995 volgens het *nil geschiedenis-scenario* en het reëel geschiedenis-scenario gelijk. De behaalde gezondheidswinst in de periode van 1980 tot 1995 door wet- en regelgeving op het gebied van popmuziek is dus nihil.

### **12.3 Schatting van de gehoorschade in 2010 volgens de beide toekomst-scenario's**

Theoretisch lijkt het haalbaar dat in de toekomst gehoorschade door blootstelling aan popmuziek bij jongeren voorkomen wordt. Volgens het *theoretisch toekomst-scenario* treedt er derhalve in

2010 geen gehoorschade door popmuziek bij jongeren op\*\*\*\*\*. De vraag daarbij is natuurlijk wel of een dergelijke toestand door middel van wet- en regelgeving te bewerkstelligen is. Immers, een verbod op elke vorm van (te) luidruchtige popmuziek lijkt maatschappelijk gezien niet haalbaar. Voor het grootste gedeelte zal een eventuele afname van de geluidbelastingen door popmuziek door middel van voorlichting en overleg verkregen moeten worden. Echter, regelgeving over de geluidproductie bij popconcerten en in discotheken zou de geluidbelasting in die situaties omlaag moeten kunnen brengen. En ook regelgeving over begrenzing van de maximale geluidsniveaus onder de hoofdtelefoons van walkmans zou in enige vermindering van de geluidbelasting kunnen resulteren. Nogal willekeurig wordt daarom verondersteld dat in de praktijk, dat wil zeggen volgens het *reëel toekomst-scenario*, de extra prevalentie van gehoorschade door popmuziek bij jongeren in 2010 tot de helft van die in 1995 gereduceerd is. Uit tabel 12.2 kunnen op basis hiervan de vragen over behaalde, theoretisch en reëel te behalen gezondheidswinst beantwoord worden. Het resultaat is gegeven in tabel 12.3.

*Tabel 12.3* Gezondheidswinst met betrekking tot gehoorverlies door popmuziek-activiteiten, volgens de diverse scenario's. Het betreft een schatting in termen van een toename ten gevolge van deelname aan diverse popmuziek-activiteiten van de prevalentie van het aantal jongeren in Nederland met een gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 dB en meer en van 20 dB en meer. De resultaten hebben betrekking op de jongeren waarbij de periode dat ze popmuziek-activiteiten uitvoerden verstreken is.

Omschrijving effect	Gezondheidswinst (in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen volgens het theoretisch toekomst-scenario	reëel te verwachten in 1995 - 2010 volgens het reëel toekomst-scenario	verschil tussen theoretisch te behalen en reëel te verwachten in 1995 - 2010
toename in de prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 dB of meer	0	18,1	9,1	9,1
toename in de prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van 20 dB of meer	0	11,1	5,6	5,6

In het volgende hoofdstuk worden resultaten gegeven over gehoorverlies door blootstelling aan geluid op de arbeidsplaats in de Nederlandse beroepsbevolking. Deze resultaten worden gegeven in termen van de toename in de beroepsbevolking van de prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 dB en meer en van 20 dB en meer, ten gevolge van blootstelling aan geluid tijdens het werk. Deze populatie omvat dus zowel mensen die al lang in lawaai werken als mensen die heel

\*\*\*\*\* Daarbij wordt verondersteld dat in een periode van 10 jaar voorafgaand aan het peiljaar 2010 geen schadelijke geluidbelastingen door popmuziek meer voorkomen.

kort in lawaai hebben gewerkt. Dat zijn gegevens van een iets ander type dan die in tabel 12.2 en 12.3 zijn opgenomen. In die tabellen gaat het immers om de toename van de prevalentie van gehoorschade bij dat deel van de jongeren dat hun popmuziek-activiteiten beëindigd heeft. Om in het vervolg de resultaten met betrekking tot de prevalentie van gehoorverlies in de beroepsbevolking en die in de populatie jongeren als gevolg van popmuziek te kunnen vergelijken, worden de gegevens over de gevolgen van popmuziek omgerekend. Uitgaande van een reële blootstellingstijd van gemiddeld 6 jaar, komt de extra prevalentie van gehoorverlies door popmuziek in een leeftijdsgroep jongeren van 15 - 25 jaar (2 165 000 jongeren in totaal in 1995) op 6,9\*\*\*\*\* maal de in tabel 12.2 en 12.3 gegeven aantallen. De aldus omgerekende tabel 12.3 is opgenomen als tabel 12.4.

Tabel 12.4 Gezondheidswinst met betrekking tot gehoorverlies door popmuziek-activiteiten, volgens de diverse scenario's. Het betreft een schatting in termen van een toename ten gevolge van deelname aan diverse popmuziek-activiteiten van de prevalentie van het aantal jongeren in Nederland met een gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 en meer en van 20 dB en meer. De resultaten hebben betrekking op alle jongeren in Nederland met leeftijden van 15 tot 25 jaar.

Omschrijving effect	Gezondheidswinst (aantallen in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen volgens het theoretisch toekomst- scenario	reëel te verwachten in 1995 - 2010 volgens het reëel toekomst- scenario	verschil tussen theoretisch te behalen en reëel te verwachten in 1995 - 2010
toename in de prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 dB of meer	0	125	63	63
toename in de prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van 20 dB of meer	0	77	39	39

\*\*\*\*\* Volgens de gegevens uit ISO 1999 (1990) is deze factor als volgt samengesteld. De leeftijdsgroep wordt ingedeeld in 10 deelgroepen met oplopende blootstellingstijden van 1, 2, 3, 4, 5, 6, 6, 6, 6, en 6 jaar. De deelgroep met één jaar blootstelling heeft een extra prevalentie van 0,29 maal de extra prevalentie, die in tabel 12.2 gegeven is. Voor de leeftijdsgroepen met de langere blootstellingstijden betreft het extra prevalenties van respectievelijk 0,46, 0,58, 0,67, 0,75, 0,82 (voor de 5 gedurende 6 jaar blootgestelde deelgroepen). De totale extra prevalentie in de leeftijdsgroep van 15 tot 25 jaar is dan de som van deze factoren en dat is dan gelijk aan 6,9 maal de extra prevalentie die is gegeven in tabel 12.2.

### 13. BEREKENINGEN VOOR GELUID OP DE ARBEIDSPLAATS

#### 13.1 Berekening van de situatie in 1995

##### Gehoorschade

In 1982 - 1984 is een omvangrijk onderzoek naar gehoorschade bij ruim 7 300 werknemers in de bouwnijverheid uitgevoerd (Passchier-Vermeer et al., 1991). In 1991 heeft een kleiner vervolgonderzoek plaatsgevonden bij ruim 1 250 werknemers in de bouwnijverheid (Passchier-Vermeer, 1992). Aangezien uit de vergelijking van de gehoorschade bij de diverse beroepsgroepen is gebleken dat de resultaten uit het eerste rapport zeer goed overeenstemmen met die uit het tweede rapport, wordt in het huidige rapport gebruik gemaakt van de resultaten van het omvangrijkere eerste onderzoek.

Uit de resultaten van de audiometrische onderzoeken bij de werknemers in de verschillende beroepsgroepen in de bouwnijverheid is de prevalentie van een gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 dB en meer en die van 20 dB en meer bepaald (de eerstgenoemde prevalentie is dus inclusief de tweede). Met leeftijdseffecten is rekening gehouden door resultaten voor (deel)populaties uit de bouwnijverheid te vergelijken met resultaten van referentie-populaties met dezelfde leeftijdsopbouw als de (deel)populaties uit de bouwnijverheid. Ook voor de gehele bouwnijverheid zijn de genoemde prevalenties berekend, evenals voor een referentie-populatie die gestandaardiseerd is naar leeftijd. Het resultaat is gegeven in tabel 13.1.

Tabel 13.1 Berekening van de prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz bij de gehele Nederlandse bouwnijverheid en bij een naar leeftijd gestandaardiseerde referentie-populatie. De prevalentie is in procenten gegeven. De gegevens hebben betrekking op de periode van 1982 - 1984 (Passchier-Vermeer, 1991).

Omschrijving populatie	Prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van	
	10 dB of meer	20 dB of meer
werknemers in de bouwnijverheid	53	35
referentie-populatie	25	12
verschil in prevalentie	28	23

In 1995 zijn in het TNO-PG rapport 'Slechthorendheid in Nederland' (Chorus et al., 1995) de prevalenties opnieuw berekend voor het jaar 1993, waarbij met wijzigingen in de bouwpopulatie met betrekking tot leeftijdsopbouw en beroepsgroepenopbouw rekening is gehouden. Voor dat jaar zijn de berekende prevalenties, die in dit rapport als maatgevend voor 1995 worden genomen, zoals

aangegeven in tabel 13.2. Er is vrijwel geen verschil tussen de resultaten voor 1993 en voor 1982 - 1984.

Tabel 13.2 Berekening van de prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz bij de gehele Nederlandse bouwnijverheid en bij een naar leeftijd gestandaardiseerde referentie-populatie. De prevalentie is in procenten gegeven. De gegevens hebben betrekking op 1993 (Chorus et al., 1995).

Omschrijving populatie	Prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van	
	10 dB of meer	20 dB of meer
werknemers in de bouwnijverheid	54	35
referentie-populatie	26	12
verschil in prevalentie	28	23

Met betrekking tot de industrie zijn er wel veel gegevens over de op de arbeidsplaatsen optredende equivalente geluidniveaus, maar er is geen onderzoek naar de gehoortoestand van de werknemers dat groot genoeg is om representatief te zijn voor de gehele industrie. De industrie bestaat immers uit een groot aantal geheel verschillende bedrijfspategorieën. In het meest omvangrijke gehooronderzoek in Nederland (Passchier-Vermeer, 1987) is de gehoorscherpthe van ruim 3 000 industriële werknemers vastgesteld. De omvang van deze populatie is echter niet groot genoeg om betrouwbare extrapolaties naar de gehele industrie toe te laten.

Om toch enig inzicht te verkrijgen in de gehoortoestand van de industriële werknemers in Nederland zijn uit de wel bekende verdelingen van de equivalente geluidniveaus gedurende de werkdag, die representatief zijn voor de gehele Nederlandse industrie in 1975 en in 1985, met behulp van de expositie-effectrelaties uit ISO 1999 (1990) de prevalenties van gehoorverliezen berekend. Daarbij is dezelfde leeftijdsverdeling als die van de werknemers in de bouwnijverheid aangehouden. Het resultaat van de berekeningen is gegeven in tabel 13.3, zowel voor het jaar 1985 als 1975. Deze laatste gegevens zullen in het vervolg van het rapport gebruikt worden\*\*\*\*\*.

\*\*\*\*\*

In de berekeningen met betrekking tot 1975 is ervan uitgegaan dat gedurende een geheel arbeidsleven vóór 1975, dat wil zeggen van 1935 - 1975, de verdeling van de equivalente geluidniveaus niet wezenlijk veranderd is. Voor de berekeningen met betrekking tot 1985 is geen verandering in de periode van 1945 - 1985 aangenomen.



Tabel 13.3 Berekening van de prevalenties van gehoorverlies bij 4000 Hz bij de gehele Nederlandse industrie en bij een naar leeftijd gestandaardiseerde referentie-populatie. De prevalenties zijn in procenten gegeven. De gegevens hebben betrekking op 1975 en op 1985.

Omschrijving populatie	Prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van	
	10 dB of meer	20 dB of meer
werknemers in de industrie		
1975	50	33
1985	43	24
referentie-populatie	25	12
verschil in prevalenties		
in 1975	25	21
in 1985	18	12

De prevalentie-cijfers over 1975 voor de industrie vertonen een grote overeenkomst met die voor de bouwnijverheid in het begin van de tachtiger jaren.

Naar verwachting is de toestand in de industrie en in de bouwnijverheid in de periode tussen 1985 en 1995 slechts licht verbeterd. Uit den Boer (1995) blijkt volgens interviews met geluiddeskundigen dat volgens hun kwalitatieve waarneming het percentage werknemers dat in een lawaaioxpositieniveau van meer dan 80 dB(A) werkt in de periode van 1985 tot 1995 iets is afgenomen. Gemiddeld leverde het de volgende schatting op:

- 80 - 85 dB(A):                geen toe- of afname;
- 85 - 90 dB(A):              relatieve afname 1 - 5% (absolute afname 0,2 - 1%);
- meer dan 90 dB(A):        relatieve afname 6 - 10% (absolute afname van 0,5 - 0,8%).

Met een dergelijke kleine verbetering wordt in het vervolg geen rekening gehouden.

De vraag is ook of bij de berekening van de situatie in 1995 in vergelijking tot die in 1985 rekening gehouden zou kunnen worden met het effect van het dragen van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen. Aangezien onbekend is hoeveel werknemers consequent persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen droegen in de periode tot 1995 (het aantal wordt niet hoog ingeschat) en ook niet bekend is of deze middelen in de praktijk gehoorschade voorkomen, is in het vervolg geen rekening gehouden met een eventueel gunstig effect van deze middelen op de gehoortoestand van de industriële werknemers.

In tabel 13.4 zijn de toenames in de prevalenties in absolute aantallen gegeven, waarbij is uitgegaan van 1 016 000 werknemers in de industrie in 1995 en 353 000 werknemers in de bouwnijverheid in hetzelfde jaar (CBS, 1996).

Tabel 13.4 Berekening van de toenames, door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats, van de prevalenties van gehoorverlies bij 4000 Hz bij de industrie en bij de bouwnijverheid. De prevalenties zijn in duizendtallen gegeven. De gegevens hebben betrekking op 1995.

Omschrijving populatie	Prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz van	
	10 dB of meer <sup>*</sup>	20 dB of meer <sup>*</sup>
werknemers in de industrie	173	122
werknemers in de bouwnijverheid	99	82
totaal	272	204

<sup>\*</sup> In het aantal met een gehoorverlies van 10 dB of meer is ook het aantal met gehoorverlies van 20 dB of meer begrepen.

Het gaat in totaal dus om 272 000 werknemers met een gehoorverlies van 10 dB of meer door het werken in lawaai, waarvan 204 000 met een toename van 20 dB of meer. Dit is de gedurende een periode van 40 jaar opgebouwde gezondheidsschade.

### Geluidhinder

Met betrekking tot de omvang van de geluidhinder op de arbeidsplaats heeft geen omvangrijk inventariserend onderzoek plaatsgevonden, zoals dat is gebeurd naar geluidhinder in de woonomgeving. Feijen (1994) heeft een onderzoek gedaan onder ruim 500 leden van een ondernemingsraad of VGW-commissie naar hun arbeidsomstandigheden. Het betreft voornamelijk grotere bedrijven. Hinderlijk/storend geluid en lawaai zijn als afzonderlijke factoren in het werkmilieu onderscheiden. Het onderzoek met betrekking tot hinderlijk/storend geluid laat zien dat hinderlijk geluid:

- . voor 47% geen probleem was;
- . voor 46% enigszins een probleem vormde;
- . voor 7% een groot probleem vormde.

Minder recent onderzoek (Dijkstra, 1981) toont aan dat 15 procent van werknemers in een kantooromgeving en 51% van de werknemers in de industrie hinder ondervindt van geluid op het werk. Volgens de uitkomsten van onderzoek door het CBS (1978) klaagde 52% van de werknemers en werknemers in de industrie, bouwbedrijven, het transport en de handel over hinder van lawaai op het werk.

Volgens een ander CBS-onderzoek, ook uit 1978, heeft 45% last van lawaai op het werk. Van Dijk (1984) concludeerde op basis van een secundaire analyse van de gegevens uit een CBS-onderzoek dat 31% van de Nederlandse beroepsbevolking klachten had over lawaai op het werk.

In 'De leefsituatie van de Nederlandse bevolking' (CBS, 1980, 1983, 1986, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993) zijn gegevens opgenomen over hoe werknemers hun arbeidsomstandigheden ervaren.

Tussen 1980 en 1993 vertoont het percentage werknemers dat last ondervindt van geluiden en lawaai op het werk een zeer lichte stijging (1980: 25%, 1983: 25%, 1986: 25%, 1989: 28%, 1990: 25%, 1991: 27%, 1992: 26%, 1993: 27%). Het is niet duidelijk naar welke mate van geluidhinder gevraagd werd. Anders dan bij de gegevens over geluidhinder in de woonomgeving heeft hierover met betrekking tot de werkomgeving (nog) geen standaardisatie van de begrippen hinder en ernstige hinder plaatsgevonden.

Op basis van deze gegevens kan geen betrouwbare schatting gegeven worden van de omvang van de hinder door geluid op de arbeidsplaats. Dat het om een zeer omvangrijk probleem gaat blijkt echter wel uit de gepresenteerde gegevens.

De cijfers uit het doorlopend leefsituatie-onderzoek van het CBS worden in dit rapport als maatgevend genomen voor de Nederlandse situatie, vooral omdat er dan vergelijkbare waarden zijn voor 1980 en 1995. De resultaten uit dat onderzoek worden in dit rapport omschreven als percentages werknemers met tenminste enige geluidhinder. Het percentage mensen met tenminste enige geluidhinder uit het onderzoek in 1993 (27%) wordt ook voor het jaar 1995 als maatgevend beschouwd. In absolute aantallen gaat het dan om 1,75 miljoen personen (27% van 6,466 miljoen). Voor een deel werken deze werknemers in schadelijk geluid, zodat onder deze 1,75 miljoen personen ook personen met gehoorschade door blootstelling aan lawaai op het werk voorkomen.

### **Overige gezondheidseffecten**

Gegeven het aantal werknemers in de industrie (1 016 000), het percentage daarvan dat in equivalente geluidniveaus van meer dan 90 dB(A) werkt (9%), de prevalentie van hypertensie in de Nederlandse bevolking jonger dan 65 jaar (8%), het relatief risico bij lawaai van meer dan 90 dB(A) (1,7), betekent dit een toename door lawaai in de industrie van 5 100 personen met hypertensie. Stel dat er in de bouwnijverheid eenzelfde geluidssituatie heerst als in de industrie, dan gaat het in de bouwnijverheid om 1 800 werknemers en in industrie en bouwnijverheid tezamen om 6 900 personen.

In het in 1990 verschenen P-blad 179 'Zwangerschap en arbeid' van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid is opgenomen dat zwangere vrouwen niet behoeven te werken in omstandigheden waar het geluidniveau boven 80 dB(A) uitkomt. Naar verwachting heeft dit echter geen enkel effect gehad op het aantal zwangere vrouwen, dat in 1995 in hoge geluidniveaus werkt. Met betrekking tot de verhoogde kans op zwangerschapshypertensie en de verhoogde kans op een baby met een hoogfrequent gehoorverlies kan dan ook de volgende berekening over het aantal betrokken zwangere vrouwen gemaakt worden. In de industrie werken 214 000 vrouwen. Uit de resultaten van het project preventie gehoorschade (Passchier-Vermeer, 1987) blijkt dat naar

schatting 7% van de vrouwen in equivalente geluidniveaus van 85 dB(A) of meer werkt. Het percentage vrouwen in de leeftijdsklasse van 18 tot 45 jaar dat in een bepaald jaar zwanger is, is 5,3%. Het gaat dan in de industrie om ongeveer 800 zwangere vrouwen die in hoge geluidniveaus werken. Gezien de relatieve risico's (van 1,05 voor zwangerschapshypertensie en van 1,25 voor een baby met een hoogfrequent gehoorverlies) betekent dit een toename van 40 vrouwen in de industrie met zwangerschapshypertensie en een toename van 200 baby's met een hoogfrequent gehoorverlies. Gezien het zeer geringe aantal vrouwen dat in de bouwnijverheid werkt (23 000) zijn deze effecten nauwelijks door lawaai in de bouwnijverheid te verwachten.

De resultaten over 1995 zijn opgenomen in tabel 13.5. Deze resultaten worden representatief geacht voor het *reëel geschiedenis-scenario*.

### 13.2 Berekening van de situatie in 1975/1980

In het advies van de Gezondheidsraad (1994) wordt de verdeling van de equivalente geluidniveaus in de industrie gegeven voor 1985 en voor 1975. Uitgaande van die verdelingen zijn in de vorige paragraaf reeds de effecten met betrekking tot gehoorschade gegeven. Voor de overige gezondheidseffecten kunnen dan de volgende berekeningen met betrekking tot 1980 gemaakt worden:

het aantal werknemers dat (mede) door blootstelling aan hoge geluidniveaus in de industrie en in de bouwnijverheid hypertensie heeft opgelopen is ongeveer 18 000. De toename van het aantal vrouwen met zwangerschapshypertensie is door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats toegenomen met 50 en het aantal baby's met een hoogfrequent gehoorverlies met 350.

Met betrekking tot tenminste enige geluidhinder wordt uit 'De leefsituatie van de Nederlandse bevolking' (CBS, 1980) voor 1980 het percentage van 25% aangehouden.

De resultaten zijn opgenomen in tabel 13.5.

### 13.3 Schatting van de situatie in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario

Als geen wet- en regelgeving op het gebied van schadelijk geluid zou zijn opgetreden moet verwacht worden dat de situatie in 1995 er niet beter zou hebben uitgezien dan in 1975. Zeer



#### 13.4 Schattingen van de situatie in 2010 volgens het reëel en het theoretisch toekomst-scenario

Met betrekking tot geluid op de arbeidsplaats zijn geen beleidsdoelstellingen voor de toekomst geformuleerd. Omdat in het in 1990 verschenen P-blad 179 'Zwangerschap en arbeid' van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid is opgenomen dat zwangere vrouwen niet behoeven te werken in omstandigheden waar het geluidniveau boven 80 dB(A) uitkomt, mag verwacht worden dat metterdaad wordt nageleefd in 2010.

In theorie zou het mogelijk moeten zijn om in de komende periode het geluid in alle huidige situaties met hoge equivalente geluidniveaus te reduceren tot beneden de voor het ontstaan van gehoorschade veilige grens (een equivalent geluidniveau van 75 dB(A) over 8 uur). Dat zou dan ook de overige gezondheidseffecten, met uitzondering van geluidhinder, voorkomen. Deze toestand zou kunnen worden bereikt door enerzijds lawaaibestrijding en anderzijds het gebruik van persoonlijke gehoorbeschermingsmiddelen in een beperkt aantal situaties. Dat zouden dan situaties zijn waarin de werknemers per werkdag slechts korte tijd aan bepaalde geluidbronnen blootstaan (inspectie-werkzaamheden) en geluidvermindering economisch gezien niet haalbaar wordt geacht en situaties die volgens de stand van de techniek nog niet voldoende stil gemaakt kunnen worden. Volgens het *theoretisch toekomst-scenario* wordt in 2010 (verdere) gehoorschade en overige gezondheidseffecten, met uitzondering van geluidhinder, voorkomen.

In werkelijkheid mag niet verwacht worden dat de situatie in 2010 er zo zal uitzien dat er nergens meer arbeidsplaatsen zijn waar werknemers (onbeschermd) niet aan hogere schadelijke geluidniveaus worden blootgesteld. Het lijkt redelijk realistisch om te veronderstellen dat een verdere reductie van schadelijke geluidniveaus met 3 dB(A) in de komende periode tot de mogelijkheden behoort. Voor het inschatten van de gezondheidseffecten in 2010 volgens het *reële toekomst-scenario* is van een dergelijke vermindering van de geluidbelasting in de industrie en in de bouwnijverheid uitgegaan. Wat betreft het extra aantal hypertensieven in 2010 door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats houdt dit een vermenigvuldiging in van het aantal in de reële situatie in 1995 met een factor 0,61.

Voor de afname van de extra prevalenties van gehoorverlies door blootstelling aan lawaai in de werkomgeving heeft een reductie met 3 dB(A) van de schadelijke geluidsituaties de volgende consequenties:

industrie:                    voor gehoorverlies van 10 dB en meer vermenigvuldiging met een factor 0,71 en voor gehoorverlies van 20 dB en meer vermenigvuldiging met een factor 0,81;

bouwnijverheid: voor gehoorverlies van 10 dB en meer vermenigvuldiging met een factor 0,81 en voor gehoorverlies van 20 dB en meer vermenigvuldiging met een factor 0,90.

Gegeven de regelgeving met betrekking tot de geluidbelasting van zwangere vrouwen mag verwacht worden dat er in 2010 ook volgens het reëel toekomst-scenario geen vrouwen met zwangerschapshypertensie en geen baby's met hoogfrequent gehoorverlies door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats voorkomen.

Met betrekking tot geluidhinder lijkt het niet realistisch om te veronderstellen dat elke vorm van geluidhinder in 2010 voorkomen kan worden. Immers, de belangrijkste bron van geluidhinder in kantoorachtige omgevingen betreft het spreken van anderen in de werkruimtes en gangen en dit verschijnsel zal ook met de grootste bouwtechnische inspanningen niet geheel te voorkomen zijn. Waarschijnlijk is voor tenminste enige geluidhinder het stand-still beginsel voor de periode van 1995 tot 2010 reëel juist haalbaar. Theoretisch is een halvering van het aantal door geluiden gehinderde personen denkbaar. Dit zou echter wel nog niet voorziene wet- en regelgeving op het terrein van hinderlijk geluid op de arbeidsplaats vergen. Niettemin wordt in dit rapport aangenomen dat volgens het *reëel toekomst-scenario* het stand-still beginsel voor hinderlijk geluid op de arbeidsplaats geldt en dat volgens het *theoretisch toekomst-scenario* een halvering van het aantal personen met tenminste enige geluidhinder optreedt.

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in tabel 13.5.

Tabel 13.5 Het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid op de arbeidsplaats volgens diverse scenario's.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in Nederland (in duizendtallen)			
	in 1980	in 1995 volgens het reëel geschiedenis-scenario	in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario	in 2010 volgens het reëel toekomst-scenario*
toename prevalentie gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 dB en meer	353	272	403	203
20 dB en meer	294	204	273	173
hypertensie	18,0	6,9	9,5	4,2
zwangerschapshypertensie	0,05	0,04	0,05	0,00
gehoorverlies baby's	0,4	0,2	0,2	0,0
tenminste enige geluidhinder	1 617	1 746	1 810	1 746

\* volgens het theoretisch toekomst-scenario zijn in 2010 alle effecten gelijk aan 0 personen, met uitzondering van tenminste enige geluidhinder. Dat aantal is 857 000.

### 13.5 Schattingen van de gezondheidswinst volgens de diverse scenario's

Uit de in 13.1 en 13.3 bepaalde resultaten over de gezondheidseffecten door blootstelling aan geluid op de arbeidsplaats volgens het reëel en het nil geschiedenis-scenario kan de in de periode van 1975/1980 behaalde gezondheidswinst door wet- en regelgeving berekend worden. Daarbij gaan we ervan uit dat de verminderingen van de geluidniveaus over de afgelopen periode geheel het gevolg zijn van de wet- en regelgeving op het gebied van schadelijk geluid, alhoewel deze regelgeving pas in de loop van de beschouwde periode in werking trad. Uit gesprekken met de leiding van industriële bedrijven in die periode in het kader van het project preventie gehoorschade is gebleken dat in veel gevallen geanticipeerd werd op de effectuering van de betreffende wetgeving en maatregelen op voorhand genomen werden. Het lijkt dus aannemelijk om de eventuele verbeteringen in de geluidssituaties op arbeidsplaatsen toe te wijzen aan (anticipatie op) de wet- en regelgeving. In tabel 13.6 is het resultaat gegeven.

Tabel 13.6 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid op de arbeidsplaats volgens de diverse scenario's\*.

Omschrijving effect	Gezondheidswinst (in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen	reëel te verwachten in 1995 - 2010	verschil theoretisch en reëel te verwachten
toename van de prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz in de industrie en de bouwnijverheid				
van 10 dB en meer	131	272	69	203
van 20 dB en meer	69	204	31	173
hypertensie	2,6	6,9	2,7	4,2
zwangerschapshypertensie	0,00	0,00	0,00	0,00
gehoorverlies baby's	0,0	0,0	0,0	0,0
tenminste enige geluidhinder	64	873	0	873

\* Bij de berekeningen van de prevalenties van gehoorverlies bij 4000 Hz is van een vereenvoudigd model uitgegaan. In dat model wordt aangenomen dat de geluidssituatie in een bepaald jaar volgens een bepaald scenario ook in de periode van 40 jaar voor het betreffende jaar is opgetreden.



## 14. SAMENVOEGEN VAN DE RESULTATEN VOOR ALLE LEEFMILIEUS TEZAMEN

In tabel 14.1 zijn alle effecten van geluid op de gezondheid van de Nederlandse bevolking samengevoegd. Er is geen rekening gehouden met eventuele interacties.

Er dient voorzichtigheid betracht te worden met het vergelijken van de resultaten voor de verschillende leefomgevingen. Zo wordt voor de woonomgeving de geluidhinder uitgedrukt in aantal volwassenen met ernstige geluidhinder en in de werkomgeving in aantal werknemers met enige geluidhinder. Zowel voor de werkomgeving als de recreatieve omgeving is de extra prevalentie van gehoorverlies bij 4000 Hz gegeven. Deze aantallen kunnen als zodanig wel met elkaar vergeleken worden. Worden deze aantallen echter gezien in het licht van de sociale consequenties van gehoorverlies, dan moet niet alleen gekeken worden naar gehoorverlies bij 4000 Hz maar ook naar gehoorverlies in het lagere frequentiegebied. In dat frequentiegebied zal de gehoorschade bij de werkende bevolking groter zijn, omdat op de werkplek de blootstelling langduriger is en het gehoorverlies bij de lagere frequenties, met name 2000 Hz, veel meer toeneemt bij langere blootstelling dan het gehoorverlies bij 4000 Hz. Het gehoorverlies bij 4000 Hz heeft na 10 jaar al 77% van de waarde na 40 jaar bereikt en voor 2000 Hz is dit slechts 36%. De sociale gevolgen zijn dus voor geluid in het werkmilieu verstrekkender dan voor popmuziek.

In tabel 14.2 is een samenvatting van tabel 14.1 opgenomen.

Tabel 14.1 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid volgens de diverse scenario's. (w), (a) en (r) betekenen respectievelijk woon-, arbeids- en recreatiemilieu.

Omschrijving effect	Gezondheidswinst (in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen	reëel te verwachten in 1995 - 2010	verschil theoretisch en reëel te verwachten
ernstige geluidhinder (w)				
wegverkeer	280	1 790	530	1 260
luchtvaart				
. civiel	103	345	-205	550
. militair	1	138	1	137
railverkeer	3	92	34	58
industrie	10	345	0	345
<b>totaal</b>	<b>417</b>	<b>2 710</b>	<b>360</b>	<b>2 350</b>
tenminste enige geluidhinder (a)	64	873	0	873
hypertensie (w)				
wegverkeer	55	78	49,5	28,5
luchtvaart				
. civiel	5,5	1,3	-0,4	1,7
. militair	0,2	0,5	0,1	0,4
railverkeer	0,7	1,3	1,3	0,0
industrie	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>totaal hypertensie (w)</b>	<b>61,4</b>	<b>81,1</b>	<b>50,5</b>	<b>30,6</b>
hypertensie (a)	2,6	6,9	2,7	4,2
zwangerschapshypertensie (a)	0,01	0,04	0,04	0,00
opnames ischemische hartziekten per jaar (w)				
wegverkeer	2,75	3,9	2,5	1,4
luchtvaart				
. civiel	0,28	0,06	-0,02	0,08
. militair	0,01	0,02	0,01	0,01
railverkeer	0,03	0,07	0,07	0,00
industrie	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>totaal</b>	<b>3,07</b>	<b>4,05</b>	<b>2,56</b>	<b>1,49</b>
gehoorverlies baby's (a)	0,2	0,2	0,2	0,0
toename prevalentie (a)				
gehoorverlies bij 4000 Hz van tenminste 10 dB	131	272	69	203
gehoorverlies bij 4000 Hz van tenminste 20 dB	69	204	31	173
toename prevalentie (r)				
gehoorverlies bij 4000 Hz van tenminste 10 dB	0	125	63	63
gehoorverlies bij 4000 Hz van tenminste 20 dB	0	77	39	39

Omschrijving effect	Gezondheidswinst (in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen	reëel te verwachten in 1995 - 2010	verschil theoretisch en reëel te verwachten
vaak in slaap gestoord (w)				
wegverkeer	420	1 300	600	700
luchtvaart				
. civiel	10	69	16	53
. militair	0	0	0	0
railverkeer	3	17	7	10
industrie	0	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>433</b>	<b>1 386</b>	<b>623</b>	<b>763</b>

Tabel 14.2 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid volgens de diverse scenario's.

Omschrijving effect	Gezondheidswinst (in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
	behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen	reëel te verwachten in 1995 - 2010	verschil theoretisch en reëel te verwachten
ernstige geluidhinder woonomgeving	417	2 710	360	2 350
tenminste enige geluidhinder werkomgeving	64	873	0	873
hypertensie woonomgeving	61,4	81,1	50,5	30,6
werkomgeving	2,6	6,9	2,7	4,2
zwangerschapshypertensie werkomgeving	0,01	0,04	0,04	0,00
opnames ischemische hartziekten woonomgeving	3,07	4,05	2,56	1,49
gehoorverlies baby's werkomgeving	0,2	0,2	0,2	0,0
toename prevalentie gehoorverlies bij 4000 Hz van tenminste 10 dB	131	272	69	203
tenminste 20 dB werkomgeving	69	204	31	173
toename prevalentie gehoorverlies bij 4000 Hz van tenminste 10 dB	0	125	63	63
tenminste 20 dB recreatiemilieu	0	77	39	39
vaak in slaap gestoord woonomgeving	433	1 386	623	763

## 15. FOUTENBESCHOUWING

### 15.1 Inleiding

In de hiervoor gaande hoofdstukken zijn berekeningen gemaakt over de omvang van de effecten van blootstelling aan geluid in het woon-, werk- en recreatiemilieu. In deze berekeningen is een aantal onzekerheden waardoor de betrouwbaarheid van een uitkomst wordt beïnvloedt. De berekende waarden, die als puntschattingen gegeven zijn in het rapport, hebben daarom een foutenmarge. In dit hoofdstuk wordt de foutenmarge weergegeven door een onderste en bovenste waarde. Deze waarden geven uitkomsten, in termen van omvang van een gezondheidseffect of gezondheidswinst, waarvoor het niet onwaarschijnlijk is dat ze volgens een bepaald scenario ook nog wel voor zouden kunnen komen\*\*\*\*\*.

Drie typen onzekerheden worden in het onderstaande kort omschreven.

1. In de in de hiervoor gaande hoofdstukken gemaakte berekeningen over de omvang van de effecten van blootstelling aan geluid in het woon-, werk- en recreatiemilieu is voor zover mogelijk op basis van kennis van de geluidbelasting in een bepaald jaar een schatting gemaakt van het percentage personen met een gezondheidseffect door de blootstelling aan geluid. Deze schatting is verricht door het toepassen van expositie-effectrelaties. Deze expositie-effectrelaties zijn ontleend aan diverse publikaties. In die publikaties is niet ingegaan op de betrouwbaarheid van deze relaties. Voor het inschatten van de foutenmarge van de uitkomsten van de berekeningen ten gevolge van onzekerheden in de expositie-effectrelaties moet derhalve een zo goed mogelijke inschatting van deze onzekerheden worden gemaakt.

Er is van de volgende nauwkeurigheid van de diverse expositie-effectrelaties uitgegaan:

- . het percentage personen dat ernstig door een bepaald woonomgevingsgeluid zijn gehinderd heeft een foutenmarge van 5%. Dat wil bijvoorbeeld zeggen dat een berekende uitkomst van 20% ligt tussen 19 en 21%;
- . in het geval van het extra aantal hypertensieven en het extra aantal opnames in een ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten is bij hoge geluidniveaus het relatief risico gesteld op 1,5. Dit zou eventueel ook 1,25 of 1,75 kunnen zijn. Het extra aantal gevallen komt daarmee te liggen tussen 0,25 en 0,75 maal een zeker aantal, terwijl in de berekeningen een factor 0,50 gebruikt

---

\*\*\*\*\*  
Gezien de vele onzekerheden waarmee een schatting van (sommige) foutenmarges gepaard gaat, is het niet mogelijk om een mathematisch gedefinieerde en uitgevoerde foutenbeschouwing over de berekeningen in dit rapport te houden.

- is. Dat betekent een foutenmarge van een factor 2 lager tot een factor 1,5 hoger dan de berekende aantallen;
- . het percentage mensen dat vaak in de slaap wordt gestoord. Het betreft voorlopige expositie-effectrelaties en grote afwijkingen zijn derhalve niet uitgesloten. De foutenmarge wordt ingeschat op 20%, dat wil zeggen dat bij een berekend percentage van bijvoorbeeld 40% de foutenmarge loopt van 32 tot 48%;
  - . gehoorschade door blootstelling aan popmuziek. Er bestaat enige onzekerheid of de expositie-effectrelaties, die zijn opgesteld voor beroepsmatige geluidbelastingen, ook toegepast mogen worden in het geval van popmuziek. Daarom zijn de relaties voor popmuziek onbetrouwbaarder dan die voor beroepsmatige blootstellingen. Er wordt in de berekende prevalenties een foutenmarge van 10% aangehouden;
  - . gehoorschade door blootstelling aan lawaai op de arbeidsplaats. Voor de prevalenties wordt een foutenmarge van 5% aangehouden;
  - . de percentages met betrekking tot zwangerschapshypertensie en hoogfrequent gehoorverlies bij baby's hebben beide een foutenmarge van 25% .

2. Als de geluidbelasting niet voldoende bekend was, is op basis van de resultaten van in Nederland verricht inventarisatie-onderzoek over gezondheidseffecten een schatting gemaakt van een bepaald gezondheidseffect in (een deel van) de Nederlandse bevolking (mede) door blootstelling aan geluid. Deze handelwijze is bijvoorbeeld gevolgd bij het bepalen van de gehoorschade in de bouwnijverheid. In het geval van hinder door het geluid in de woonomgeving zijn gegevens overgenomen uit 'Zorgen voor morgen', gegevens die voor het jaar 1980 berusten op de resultaten van een landelijke enquête naar geluidhinder. In de resultaten van die berekeningen moet rekening gehouden worden met onzekerheden in de steekproef en met onnauwkeurigheden bij de extrapolatie van de resultaten van de steekproef naar de gehele Nederlandse bevolking.

3. Een derde bron van mogelijke fouten in de uitkomsten van de berekeningen betreffen fouten die ontstaan door bepaalde aannames die gedaan zijn bij de berekeningen. Dat betreft dan aannames, die in een enkel geval gedaan zijn om de huidige situatie volgens het reëel geschiedenis-scenario te beschrijven, maar veelal betreft het aannames voor het nil geschiedenis- en de beide toekomst-scenario's. Immers, in die gevallen moeten situaties beschreven worden, die in werkelijkheid (nog) niet hebben bestaan of niet zullen bestaan. Met betrekking tot het theoretisch toekomst-scenario is veelal aangenomen dat een bepaald gezondheidseffect in 2010 geheel kan worden voorkomen. Deze hypothetische toestand is afgeleid uit beleidsmatige doelstellingen, zodat

een foutenanalyse hiervoor niet van toepassing is. De grootste onzekerheden bestaan vanzelfsprekend bij het schatten van de situatie in 2010 volgens het reëel toekomst-scenario. Immers, bij het schatten van die situatie spelen een veelheid aan toekomstige politieke, economische en technologische ontwikkelingen een rol. Voorzover mogelijk is daarom voor het schatten van de situatie in 2010 uitgegaan van de in 'Zorgen voor Morgen' door het RIVM geschatte situatie in 2010 met betrekking tot ernstige geluidhinder. De foutenmarge, die voor 1980 en 1995 is vastgelegd op 10% van de berekende uitkomsten voor ernstige geluidhinder, wordt voor het jaar 2010 gesteld op 25%. Met betrekking tot de overige gezondheidseffecten in de woonomgeving is voor alle geluidbronnen, behalve civiel luchtvaartgeluid, de situatie in 2010 ook afgeleid uit de gegevens uit Zorgen voor Morgen met betrekking tot ernstige geluidhinder. Ook voor deze uitkomsten is voor 2010 een foutenmarge van 25% gehanteerd. Met betrekking tot civiel luchtverkeersgeluid en de resulterende slaapverstoring zijn schattingen van de overheid over de toekomstige geluidbelastingen rond civiele luchthavens gebruikt. Voor 2010 wordt ten opzichte van 1995 daardoor een afname van de slaapverstoring door civiel luchtvaartverkeer voorzien. Bij het schatten van de foutenmarge van deze afname in de periode van 1995 tot 2010 wordt ervan uitgegaan dat het niet onredelijk is om te veronderstellen dat er ook een eventuele toename in deze periode van het aantal mensen met slaapverstoring door civiel luchtvaartverkeer zal kunnen optreden.

Alle berekeningen zijn op de drie hiervoor gegeven typen onzekerheden gecontroleerd en er zijn berekeningen uitgevoerd om de foutenmarges in de berekende gezondheidseffecten te schatten. Daarbij is in hoofdstuk 15.2 tot 15.4 allereerst nagegaan wat de consequenties zijn van het tweede en derde type onzekerheid en vervolgens zijn in hoofdstuk 15.5 de onzekerheden in de expositie-effectrelaties in rekening gebracht.

## **15.2 Woonmilieu**

### **15.2.1 Wegverkeersgeluid**

Er zijn bij de berekeningen van de gezondheidseffecten in 1995 volgens het nul geschiedenis-scenario twee aannames gedaan die het resultaat van de bepalingen van de gezondheidswinst in de periode van 1980 tot 1995 mede beïnvloed hebben, namelijk:

1. er zijn met betrekking tot de doorwerking van kwaliteitseisen voor nieuwbouwwoningen bij de

bouw van 25% van de woningen in de periode van 1984 tot 1995 extra geluidwerende voorzieningen in het kader van de Wet geluidhinder getroffen;

2. het percentage woningen dat in stillere woonwijken is gebouwd sinds 1982 is 70%.

Ad 1. Stel dat genoemd percentage een factor 1,5 hoger zou hebben gelegen. Dat zou dan ongeveer 175 000 woningen meer zijn met extra geluidwerende voorzieningen, dat wil zeggen 2,8% van het woningbestand in 1995. De effectieve geluidbelastingen van deze woningen zou dan anders gelegen hebben dan gegeven in tabel 7.1. In tabel 7.1 zou dan het totaal percentage woningen met een effectieve geluidbelasting van  $L_{Aeq,24h}$  tussen 65 en 70 dB(A) een factor 1,21 hoger zijn en het percentage met een effectieve  $L_{Aeq,24h}$  tussen 70 en 75 een factor 0,80 lager. Dat heeft als consequentie dat de getallen in de betreffende cellen in tabel 7.6 veranderen van 3,94 naar 4,77 en van 5,77 naar 4,61. Het totaal percentage ernstig gehinderden volgens het reëel geschiedenis-scenario in 1995 verandert hierdoor van 15,88 naar 15,55. Dat is in absolute aantallen een vermindering van 1 790 000 naar 1 750 000 ernstig gehinderden in Nederland volgens het reëel geschiedenis-scenario. Met betrekking tot het extra aantal hypertensieven en het aantal opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten moeten de aantallen met 0,8 vermenigvuldigd worden en dat levert in de betreffende cellen van tabel 7.9 een wijziging in de getallen van 78 000 naar 62 000 en van 3 900 naar 3 100. Voor slaapverstoring moeten de aantallen met een geluidbelasting van 65 - 70 dB(A) met 1,21 vermenigvuldigd worden en de aantallen met een geluidbelasting van 70 - 75 dB(A) met 0,80. Dat levert in tabel 7.9 voor het reëel geschiedenis-scenario in 1995 in totaal 1,154 miljoen personen ( $1,21 \times 478\ 000 + 0,80 \times 719\ 000$ ), dat wil zeggen afgerond 1,15 miljoen mensen. De resultaten zijn opgenomen in de tweede kolom van tabel 15.1.

Tabel 7.10 met betrekking tot de uitkomsten van het reëel toekomst-scenario moet dan als volgt gewijzigd worden. Het aantal ernstig gehinderden in 2010 hoeft niet gewijzigd te worden, omdat het rechtstreeks uit Zorgen voor Morgen is overgenomen. Het percentage woningen met een geluidbelasting in de klasse van 70 - 75 dB(A) wordt gereduceerd met een factor  $\{4,61 - 3/4 \times 4,55\}/4,61 = 0,26$  en het aantal hypertensieven en het aantal opnames in ziekenhuizen vanwege ischemische hartziekten met dezelfde factor. De aantallen volgens het reëel toekomst-scenario komen daarmee op  $0,26 \times 62\ 000 = 16\ 100$  en op  $0,26 \times 3\ 100 = 800$ . Het percentage woningen met een geluidbelasting van 65 - 70 dB(A) wordt gereduceerd met een factor  $\{4,77 - 1/4 \times 4,55\}/4,77 = 0,69$ . Het aantal personen met slaapverstoring wordt daardoor 549 000 ( $0,26$

x 575 000 + 0,69 x 579 000). Het resultaat is verwerkt in tabel 15.2.

Ad 2. Stel dat dit percentage in werkelijkheid 60% zou zijn geweest. Dat heeft dan de volgende consequenties. De aantallen in de laatste kolom van tabel 7.4 zouden dan 0,2, 3,4, 29,3, 28,8, 5,7, 7,1, 14,9, 9,2, en 1,2 zijn. Daarmee zouden de getallen in de laatste kolom van tabel 7.7 met betrekking tot het percentage ernstig gehinderden als volgt worden: 0,00, 0,07, 1,58, 3,05, 1,00, 2,14, 6,23, 4,48, 0,64, en als totaal 19,19. Dit laatste percentage komt overeen met 2 160 000 ernstig gehinderden in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario. In tabel 7.4 neemt het percentage woningen met een geluidbelasting van 70 dB(A) en meer toe van 23,6% naar 25,5%, dat wil zeggen met een factor 1,081. Met dezelfde factor nemen de betreffende aantallen hypertensieven en het aantal opnames in een ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten in tabel 7.9 toe (van 133 000 naar 144 000 en van 6 650 naar 7 190). Ook het percentage woningen met een geluidbelasting van 65 - 70 dB(A) neemt met een factor 1,081 toe. Het aantal mensen dat vaak in de slaap wordt gestoord neemt derhalve ook met een factor 1,081 toe. Het aantal komt daarmee volgens het nil geschiedenis-scenario te liggen op 1 860 000. Het resultaat is opgenomen in de eerste kolom van tabel 15.1. In de laatste kolom van tabel 15.1 is de gezondheidswinst berekend, waarbij met de wijzigingen door beide aannames rekening is gehouden.

Tabel 15.1 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid, door wet- en regelgeving op het gebied van wegverkeersgeluid in de periode van 1980 - 1995. Er is rekening gehouden met variaties in de uitkomsten van de berekeningen ten gevolge van twee aannames (voor de omschrijving van beide aannames, zie de tekst van deze paragraaf). Elke cel is als volgt opgebouwd: voor het pijltje is de waarde gegeven, zoals berekend in hoofdstuk 7 van het rapport en achter het pijltje is de waarde opgenomen bij gewijzigde aannames.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in Nederland (in duizendtallen)		Gezondheidswinst, in aantallen personen (in duizendtallen)
	volgens het nil geschiedenis scenario	volgens het reëel geschiedenis-scenario	
ernstige geluidhinder	2 070 → 2 160	1 790 → 1 750	280 → 410
vaak in slaap gestoord	1 720 → 1 860	1 300 → 1 150	420 → 710
hypertensie	133 → 144	78 → 62	55 → 71
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	6,65 → 7,19	3,9 → 3,1	2,75 → 3,55



Tabel 15.2 Gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid, waarbij deze vermindering door wet- en regelgeving op het gebied van wegverkeersgeluid in de periode van 1995 - 2010 tot stand gekomen is. Er is rekening gehouden met variaties in de uitkomsten van de berekeningen ten gevolge van twee aannames (voor de omschrijving van beide aannames, zie de tekst van deze paragraaf). Elke cel is als volgt opgebouwd: voor het pijltje is de waarde gegeven, zoals berekend in hoofdstuk 7 van het rapport en achter het pijltje is de waarde opgenomen bij gewijzigde aannames.

Omschrijving effect	Aantal betrokken personen in Nederland in 2010 (in duizendtallen)		Verschil in gezondheidswinsten, in aantallen personen (in duizendtallen)
	theoretisch te behalen gezondheidswinst volgens het theoretisch toekomst-scenario	te verwachten gezondheidswinst volgens het reëel toekomst-scenario	
ernstige geluidhinder	1 790 → 1 750	530 → 490	1 260 → 1 260
vaak in de slaap gestoord	1 300 → 1 150	600 → 550	700 → 600
hypertensie	78 → 62	49,5 → 45,9	28,5 → 16,1
opname per jaar in ziekenhuis vanwege ischemische hartziekten	3,9 → 3,1	2,5 → 2,3	1,4 → 0,8

### 15.2.2 Luchtvaartgeluid

Met betrekking tot de percentages ernstig gehinderden door het geluid van de civiele luchtvaart zijn de waarden uit *Zorgen voor Morgen* overgenomen. Er wordt aangenomen dat de gegeven percentages van 2,1 en 3,0 voor 1980 en 1995 een foutenmarge hebben van 10% (dat wil zeggen liggen tussen respectievelijk 1,9 en 2,3 en 2,7 en 3,3) en het percentage van 5,0% in 2010 een foutenmarge van 25% (dat wil zeggen ligt tussen 3,75 en 6,25%).

Voor de bepaling van het aantal ernstig gehinderden door het geluid van de militaire luchtvaart van en naar militaire vliegbases is aangenomen dat de verhouding, bepaald voor de civiele luchtvaart, van het aantal woningen binnen de 35 Ke-contouren en het totaal aantal ernstig gehinderde personen ook geldt voor de militaire luchtvaart. Dat levert een onzekerheid op in de berekende resultaten van het aantal ernstig gehinderden door militair vliegverkeer. Als de militaire vliegbases in een minder dicht bevolkt gedeelte van Nederland dan de civiele luchthavens gelokaliseerd zouden zijn, dan zou deze aanname een overschatting geven van het aantal door militair luchtverkeer ernstig gehinderde personen. Dit zou dan echter hoogstwaarschijnlijk zowel voor 1980, 1995 als 2010 gelden en daarom zouden de gezondheidswinsten niet of nauwelijks veranderen, omdat het aantal woningen binnen de 35 Ke-contouren voor militaire bases niet is veranderd in de periode van 1980 tot 2010. Met de onzekerheid in de berekende gezondheidswinsten door deze

aanname hoeft in deze foutenbeschouwing dus geen rekening gehouden te worden.

De overige gezondheidseffecten zijn alle geschat uit de geluidbelastingen en daarvoor zijn alleen de onzekerheden van de expositie-effectrelaties in aanmerking te nemen.

### 15.2.3 Railverkeersgeluid

De geluidbelastingen door railverkeer zijn nauwkeurig bekend. Ook de overeenstemming over het percentage ernstig gehinderden, gegeven in diverse literatuurbronnen, is groot. Tevens zijn er vrijwel geen aannames gemaakt, behalve dat de expositie-effectrelaties met betrekking tot hypertensie en ischemische hartziekten, die zijn afgeleid voor weg- en luchtvaartgeluid hetzelfde zijn als die voor railverkeersgeluid. Dat zou niet zo behoeven te zijn, omdat dat ook niet geldt voor ernstige geluidhinder. Immers, in het geval van ernstige geluidhinder veroorzaakt railverkeersgeluid bij eenzelfde geluidbelasting minder geluidhinder dan weg- en luchtvaartgeluid en het ligt in den rede dat ook voor de overige gezondheidseffecten aan te nemen. De thans berekende aantallen zijn echter zo laag, dat ten behoeve van deze foutenbeschouwing afgezien wordt van het berekenen van de eventueel gewijzigde aantallen.

## 15.3 Recreatie-milieu

De belangrijkste aanname die gemaakt is betreft het gecombineerd voorkomen van de diverse popmuziek-activiteiten. Er is gesteld dat alle activiteiten bij 80% van de jongeren gecombineerd voorkomen. Stel dat dit percentage in werkelijkheid ligt op 60%. Dan zouden de aantallen, gegeven voor 1995 in tabel 12.3 20,0 in plaats van 18,1, 10,0 in plaats van 9,1, 12,0 in plaats van 11,1 en 6,0 in plaats van 5,6 zijn geweest. Dat werkt als volgt in tabel 12.4 door:

125, 63, 63 worden 138, 69, 69;

77, 39, 39 worden 83, 39, 39.

## 15.4 Arbeidsmilieu

De berekeningen van de prevalentie van gehoorschade zowel in de bouwnijverheid als in de industrie berusten op redelijk betrouwbare gegevens. De maximale fout daarin wordt geschat in de orde van 5% van de berekende waarden, zowel voor 1980 als 1995.

Er moet een grote variatie geconstateerd worden in de schattingen van de omvang, zowel in 1980 als in 1995, van de geluidhinder. Daarbij worden ook diverse, in het geheel niet gedefinieerde, omschrijvingen van 'geluidhinder' in de diverse literatuurbronnen gehanteerd. De schattingen over de omvang van 'geluidhinder' variëren van 23% van de beroepsbevolking volgens Dijkstra, 27% volgens het CBS, 31% volgens Van Dijk en 45%, ook volgens het CBS. Voor 1995 is een percentage genomen van 27% (gegevens CBS), vooral omdat deze literatuurbron ook gegevens levert over de periode voor 1995. Het is echter niet onaannemelijk dat dat percentage ligt tussen 20 en 35, dat wil zeggen een factor 0,74 tot 1,30 van de aangenomen waarde.

Met betrekking tot de overige gezondheidseffecten berusten de berekeningen voor 1980 en 1995 over de industrie op kennis van de geluidbelastingen en is voor de bouwnijverheid een aanname gemaakt over de analogie met de situatie in de industrie bij de hogere geluidbelastingen. Daarom zijn de onzekerheden in de aantallen in de bouwnijverheid groter dan die in de industrie. Voor de industrie wordt een foutenmarge van 10% aangehouden en voor de bouwnijverheid een marge van 20%. Dat levert voor 1995 een foutenmarge in het extra aantal hypertensieven van 1 400 (10% van 5 100 + 20% van 6 900). Voor 1980 is de foutenmarge in het extra aantal hypertensieven (18 000) ongeveer 2 500.

Het aantal zwangere vrouwen dat in hoge geluidniveaus werkt is geschat op 800 in 1995. De nauwkeurigheid van dit aantal wordt geschat op 25%. Daarom is de foutenmarge, met betrekking tot 1995, van het aantal vrouwen met zwangerschapshypertensie en het aantal baby's met een hoogfrequent gehoorverlies ook in de orde van grootte van 25% van de berekende aantallen.

In de schattingen van de situatie in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario is uitgegaan van een toename van de hogere geluidbelastingen van 3 dB(A) ten opzichte van de situatie in 1995 volgens het reëel geschiedenis-scenario. Dat had als gevolg een toename van de prevalentie van een gehoorverlies van 10 dB of meer en van 20 dB en meer van respectievelijk 50 000 en 21 000. De toename van de geluidniveaus hogere geluidbelastingen had eventueel ook een factor twee meer (6 dB(A) of een factor 2 minder (1,5 dB(A)) kunnen zijn. Dat betekent dan een foutenmarge in de uitkomsten in 1995 volgens het nil geschiedenis-scenario in de prevalentie van een gehoorverlies

van 10 dB en meer en die van 20 dB en meer van respectievelijk 380 000 - 500 000 en van 260 000 - 310 000. Volgens een analoge redenering komt de foutenmarge voor hypertensie te liggen van 9 000 tot 10 000.

Wat betreft de toename van het percentage werknemers in de gehele beroepsbevolking met geluidhinder van 1% heeft naar schatting een foutenmarge van 0,5 tot 1,5%.

### **15.5 Foutenmarges in de uitkomsten**

In tabel 15.3 zijn de aantallen uit tabel 14.2 gereproduceerd en tevens de totale foutenmarges in deze aantallen gegeven, waarbij zowel met in hoofdstuk 15.2 tot 15.4 berekende foutenmarges rekening is gehouden, als met de onzekerheden in de expositie-effectrelaties. In de tabel zijn de foutenmarges tussen haakjes aangegeven. In het onderstaande voorbeeld is aangegeven op welke wijze deze foutenmarges zijn verkregen. In tabel 15.1 is voor ernstige geluidhinder door wegverkeer aangegeven dat de in 1980 tot 1995 behaalde gezondheidswinst veranderde van 280 000 personen naar 410 000 personen als er een variatie werd aangebracht in twee aannames. Op de totale foutenmarge te berekenen voor dit effect, moet met een foutenmarge van 5% in de expositie-effectrelaties rekening worden gehouden. Deze totale marge wordt dan van  $280\ 000 \times 0,95 = 266\ 000$  tot  $410\ 000 \times 1,05 = 430\ 000$ . Deze totale foutenmarge in het resultaat voor wegverkeer is bij de totale marges voor de andere woonomgevingsbronnen opgeteld om de totale foutenmarge te berekenen voor alle woonomgevingsgeluidbronnen tezamen. Dat resultaat is opgenomen in tabel 15.3, waarbij tevens een afronding van de aantallen is gemaakt.

Tabel 15.3 Situatie in 1995 en de gezondheidswinst, in termen van een vermindering van het aantal personen in Nederland met een bepaald effect op de gezondheid door geluid volgens de diverse scenario's. Afgeronde aantallen. De foutenmarges zijn tussen haakjes aangegeven. (w), (a) en (r) betekenen woon-, arbeids- en recreatiemilieu.

Omschrijving effect	Situatie in 1995	Gezondheidswinst (in aantal betrokken personen in Nederland in duizendtallen)			
		behaald in 1980 - 1995	theoretisch in 1995 - 2010 te behalen	reëel te verwachten in 1995 - 2010	verschil theoretisch en reëel te verwachten
ernstige geluidhinder (w)	2 700 (2 500 - 2 800)	400 (380 - 550)	2 700 (2 500 - 2 800)	350 (-150 - 750)	2 350 (1 750 - 2 9 50)
tenminste enige geluidhinder (a)	1 750 (1 300 - 2 300)	60 (30 - 90)	900 (600 - 1 200)	0 (-600 - 600)	900 (0 - 1 800)
hypertensie woonomgeving	80 (30 - 120)	60 (30 - 130)	80 (30 - 120)	50 (30 - 60)	30 (0 - 60)
arbeids-omgeving	7 (6 - 8)	3 (1 - 4)	7 (6 - 8)	3 (1 - 4)	4 (3 - 5)
opnames (w) ischemische hartziekten	4 (1,5 - 6)	3 (1,5 - 6,5)	4 (1,5 - 6)	3 (2 - 4)	1 (0,5 - 2)
extra prevalentie (a) gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 dB en meer	270 (260 - 280)	130 (100 - 220)	270 (260 - 280)	70 (35 - 105)	200 (150 - 250)
20 dB en meer	200 (190 - 210)	70 (60 - 100)	200 (190 - 210)	30 (15 - 50)	170 (140 - 220)
extra prevalentie (r) gehoorverlies bij 4000 Hz van 10 dB en meer	125 (120 - 145)	0	125 (120 - 145)	63 (60 - 72)	63 (60 - 72)
20 dB en meer	80 (73 - 88)	0	80 (73 - 88)	40 (37 - 43)	40 (37 - 43)
vaak in slaap gestoord woonomgeving	1 400 (1 100 - 1 700)	400 (350 - 850)	1 400 (1 100 - 1 700)	600 (-50 - 1 250)	800 (450 - 1 150)

## LITERATUUR

BOER P den, REUBSAET TH. Lawaai op de werkplek: een evaluatie van de wetgeving schadelijk geluid op de arbeidsplaats. Den Haag: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1995.

BUITENHUIS W, VELDHUIZEN JW van. Automatiseringsproject TYKETO, deel III. Ede: Stichting ABOMA, 1994.

CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK. De leefsituatie van de Nederlandse bevolking. Den Haag: CBS, kalenderjaren 1978, 1980, 1983, 1986, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993.

CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK. Statistisch Jaarboek 1995. Den Haag: CBS, 1995.

CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK. Statistisch Jaarboek 1996. Den Haag: CBS, 1996.

CHORUS AMJ, KREMER A, OORTWIJN WJ, SCHAAPVELD K. Slechthorendheid in Nederland. Leiden: TNO-PG, 1995. Publ.nr. 95.076.

DIETZ EJ. Vijftien jaar Rijksuitgaven geluidhinderbestrijding, 1979 - 1993. Den Haag: CBS, 1994. Kwartaalbericht Milieu 94/4, 4-9.

DONGEN JEF van, STEENBEKKERS JHM, MIEDEMA HME. Waardering van geluidwerende voorzieningen in woningen rond Schiphol: evaluatie door bewoners van voorzieningen uit de eerste fase van het Isolatieplan voor Schiphol. Leiden: TNO-PG, 1994. Publ.nr. 94.084.

DONGEN JEF van, VOS H, MIEDEMA HME. De zelf-gerapporteerde slaapkwaliteit in geluid-geïsoleerde woningen rond Schiphol. Leiden: TNO-PG, 1995. Publ.nr. 95.018.

DOLDERMAN AB. De geluidsbelasting rond de luchthaven Schiphol in 1994. Amsterdam: Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, 1995. Rapport nr. NLR CR 95258 L.

DIJK FJ van. Effecten van lawaai op de gezondheid en welzijn in de industrie. Proefschrift Universiteit van Amsterdam, 1984.

DIJKSTRA A, GRINTEN MP van der, SCHLATMANN Th. Functioneren in de arbeidssituatie. Leiden: NIPG-TNO, 1981.

EUROPEAN COMMUNITIES. Richtlijn 84/424/EEG betreffende het toegestane geluidsniveau van motorvoertuigen. Brussel: EEG, 1984. Publikatieblad nr L 238 van 6.9.1984, blz 31.

FEIJEN T. Arbeidsomstandigheden, arbozorg, en VGW-scholing. Utrecht: Stichting GBIO, 1994.

GEZONDHEIDSRAAD. Geluid en Gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad, 1994. Rapport 1994/15.

HEEMROOD JC, PERSOON LAM, LUDWIG JW. Ondergrens voor de zonering van wegen. Den Haag: VROM, 1987. Rapport GF-HR-58-01.

ISO. International Organization for Standardization. Acoustics - Measurement of noise emitted by vehicles. Geneva: ISO, 1964. ISO R 362.

ISO. International Organization for Standardization. Acoustics - Procedure for describing aircraft noise heard on the ground. Geneva: ISO, 1978. ISO 3891.

ISO. International Organization for Standardization. Acoustics - Description and measurement of environmental noise. Part 2: Acquisition of data pertinent to land use. Geneva: ISO, 1987. ISO R 1996-2.

ISO. International Organization for Standardization. Acoustics - Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes. Geneva: ISO, 1983. ISO-6189.

ISO. International Organization for Standardization. ISO-1999. Acoustics: determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced impairment. Geneva: ISO, 1990.

ISING H, HANEL J, PILGRAMM M et al. Gehörschadensrisiko durch Musikhören mit Kopfhörern. HNO 1994;42:764-8.

JONG RG de. Inventarisatie van geluidhinder in Nederland. Leidschendam: VROM, 1981. Rapport ICG-BG-18-01.

JONG RG de. Geluidhinder in Nederland: 10 jaar later. Leiden: NIPG-TNO, 1988. Rapport 88.050 (herdruk augustus 1994).

JONG RG de. Leiden: NIPG-TNO, 1989. Rapport NIPG-TNO 89.084.

JONG RG de, GROENEVELD Y, HALKES HJC. Geluidniveaus in Nederland. Leiden: NIPG-TNO, 1990. Rapport 90.065.

JONG RG de, OPMEER C, MIEDEMA HME. Hinder door milieuverontreiniging in Nederland: effecten van geluid, geur, trillingen, stof, verlichting en onveiligheid: peiling 1993. Leiden: TNO-PG, 1994. Publ.nr. 94.056.

JONG RG de, MIEDEMA HME, HENDRIKS H, BOOM A, VOS H. Geluid- en geurbelasting en lokale luchtverontreiniging in Nederland. Leiden: TNO-PG, 1996. Publ.nr. 96.011.

LAMBERT J, VALLET M. Study related to the preparation of a communication on a future EC noise policy. Cedex: INRETS, 1994. INRETS-LEN Report 9420.

LUDWIG JW, PERSON LAM. Evaluatie Wet geluidhinder. Den Haag: VROM, 1988. Rapport GF-HR 58-02.

MAK PM. Personal communication. Den Haag: Ministry for Transport, 1995.

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

MIEDEMA HME. Geluidmaten voor vliegverkeer. Leiden: NIPG-TNO, 1993. Publ.nr. 93.085 (in Dutch).

MIEDEMA HME, JONG RG de. Het aandeel van goederentransport in het treinverkeer en effecten van geluid en trillingen op omwonenden. Leiden: NIPG-TNO, 1993. Publ.nr. 93.013.

MINISTERIE VAN DEFENSIE. Milieu Uitvoerings Programma Centrale Organisatie 1995. Den Haag: Ministerie van Defensie, 1995.

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT. Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer. Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1988-1989, 20 922, nr. 1.

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, DG RIJKSWATERSTAAT. Verkeersgegevens, jaarrapport 1994. Rotterdam: V&W, 1995.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Reken- en meetvoorschrift wegverkeerslawai (1981). Den Haag: VROM, 1981.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Nationaal Milieubeleidsplan. Kiezen of verliezen. Tweede kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1988-1989, 21 137, nrs. 1-2.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Nationaal Milieubeleidsplan 2. Milieu als maatstaf. Tweede Kamer der Staten Generaal, vergaderjaar 1993-1994, 23 560, nrs. 1-2.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Thema-document verstoring. Den Haag: VROM, 1994. Publikatie nr. 7/1994 in de publikatiereeks verstoring.

MINISTERS VAN DEFENSIE EN VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Structuurschema Militaire Terreinen, deel a: beleidsvoornemens. Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1980-1981, 16 666, nrs. 1-2.

MINISTERS VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER, ECONOMISCHE ZAKEN, LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, VERKEER EN WATERSTAAT. Nationaal Milieubeleidsplan-plus. Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1989-1990, 21 137, nrs.20-21.

MINISTERS VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER, ECONOMISCHE ZAKEN, LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, VERKEER EN WATERSTAAT. Milieuprogramma 1995-1998. Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1994-1995, 23 905, nrs. 1-2.

MINISTERS VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER, ECONOMISCHE ZAKEN, LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, VERKEER EN WATERSTAAT. Milieuprogramma 1996-1999. Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1995-1996, 24 405, nrs. 1-2.

MINISTERS VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER EN VAN VERKEER EN WATERSTAAT. Wijziging van de Luchtvaartwet. Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1992-1993, 22 570, nr. 9.

MINISTERS VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER EN VAN VERKEER EN WATERSTAAT. Onderzoek Nationale Nachtnormering Vliegtuiglawaai. Studie naar de mogelijkheden van aanpassing van de nachtnorm. Den Haag, 1995.



NELSON PM. Transportation noise reference book. London (etc): Butterworth & Co, 1987.  
noise sources. J Sound Vibration 1980;70(3):333-41.

PASSCHIER-VERMEER W. Popmuziek en gehoorschade. Geluid en Omgeving 1982;2:92-7.

PASSCHIER-VERMEER W, BERG R van den, RÖVEKAMP AJM et al. Integrale gehoorbeschermingsprogramma's. Voorburg: Directoraat Generaal van de Arbeid, 1988. Studiereeks nr. S36.

PASSCHIER-VERMEER, W. Het gehoor van jongeren en blootstelling aan geluid. Leiden: NIPG-TNO, 1989. Publ.nr. 89007. Ook: s'Gravenhage: Gezondheidsraad, 1989. Rapport A89/4.

PASSCHIER-VERMEER W. Noise from toys and the hearing of children. Leiden: NIPG-TNO, 1991. Publ.nr. 91.032. (This report has been written by order of the EEG, Directorate General of Employment, Social Affairs and Education).

PASSCHIER-VERMEER W. Baby's, kinderen en jongeren: loopt hun gehoor gevaar door blootstelling aan geluid? Horen 1991;19:18-23.

PASSCHIER-VERMEER W, HOF W van, RÖVEKAMP AJM. Het gehoor van werknemers in de bouwnijverheid. Leiden, NIPG-TNO, 1991. Publ.nr. 90.135.

PASSCHIER-VERMEER W. Het gehoor van werknemers in de bouwnijverheid: onderzoek uit 1991. Leiden: NIPG-TNO, 1992. Publ.nr. 92.026.

PASSCHIER-VERMEER W. Het gekrakeel rond de walkman. Geluid 1992;3:100-6.

PASSCHIER-VERMEER W. Gehoorschade door lawaai bij baby's voor en na de geboorte, kinderen, pubers en jongeren tot 20 jaar. Lezing gehouden op seminar 1993-I van de Stichting Vakopleiding FIDA op 15-01-1993.

PASSCHIER-VERMEER W. Geluid en Gezondheid: achtergrondstudie. Den Haag: Gezondheidsraad, 1993. Publikatie nr A93/02.

PASSCHIER-VERMEER W. Noise and Health: review. Den Haag: Gezondheidsraad, 1993. Publication no A93/02E.

PASSCHIER-VERMEER W. Noise-induced hearing loss from daily occupational noise exposure: extrapolations to other exposure patterns and other populations. In: Vallet M, ed. Proceedings 6th International Congress on Noise as a Public Health. Volume 3. Nice: INRETS, 1993:99-105.

PASSCHIER-VERMEER W, JONG RG de, MIEDEMA HME. Geluid en gezondheid: schattingen gezondheidseffecten door vliegtuiglawaai rond Schiphol: tweede versie. Leiden, NIPG-TNO, 1993. Publ.nr. 93.086.

PASSCHIER-VERMEER W. Vliegtuiglawaai en gezondheid. In: Symposiumverslag 'Vliegtuiglawaai': lezingen gehouden tijdens de studiedag van Milieudefensie en de Stichting Natuur en Milieu; 1994 febr 18; Hoofddorp. Amsterdam: Milieudefensie en Stichting Natuur en Milieu, 1994.

PASSCHIER-VERMEER W. Slaapverstoring door nachtelijk vliegtuiglawaai. Leiden: TNO-PG, 1994. Publ.nr. 94.021.

- PASSCHIER-VERMEER W. Sleep disturbance due to nighttime aircraft noise. Leiden: TNO-PG, 1994. Publ.nr. 94.077.
- PASSCHIER-VERMEER W. Rating of helicopter noise with respect to annoyance. Leiden: TNO-PG, 1994. Publ.nr. 94.061.
- PASSCHIER-VERMEER W. Helikopters en geluidhinder. *Geluid* 1995;4:133-5.
- PASSCHIER-VERMEER W. Road traffic noise and noise-induced annoyance. Leiden: TNO-PG, 1995. Publ.nr. 95.078.
- RADEMAKER BC, SCHOTTEN CGJ, STAATSEN BAM. Berekening van het aantal geluidgehinderden door railverkeer in Nederland. Bilthoven: RIVM, 1996. Rapport nr 715101004.
- SCHOTTEN CGJ, REILING R. Verstoring, een nationaal ruimtelijk beeld. Bilthoven: RIVM, 1995. Rapport nr 715101002.
- RAI. Auto in cijfers 1995. Amsterdam: RAI Vereniging, 1995.
- RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu). Zorgen voor morgen: Nationale milieuverkenning 1985-2010. Alphen aan den Rijn: Samsom (etc.), 1988.
- RIVM. Nationale Milieuverkenning 3 1993-2015. Alphen aan den Rijn: Samsom (etc.), 1993.
- RIVM. Milieubalans 95. Alphen aan den Rijn: Samsom (etc.), 1995.
- RIVM. Achtergronden bij Milieubalans 95. Alphen aan den Rijn: Samsom (etc.), 1995.
- STEVEN H. Engine torque and speed distributions of commercial vehicles and its consideration in emission measurement according to EU Directive. 88/77/EEC resp. ECE Regulation R49. Herzogenrath: FiGE, 1994. Report no. 10405316.
- STEVEN H. Analysis of the effectiveness of vehicle noise limits according to 70/157/EEC with respect to the reduction of noise in real traffic. Herzogenrath: FiGE, 1995.
- WERKGROEP NACHTNORMERING. Geluidnormering nachtelijk vliegverkeer: rapportage van de werkgroep nachtnormering. Den Haag, 1993.



---

**BIJLAGEN**

---

	pagina
BIJLAGE A Definities en begrippen	67
BIJLAGE B Gehoorschade	71



## Bijlage A Definities en begrippen

## A.1 Geluid

Geluid bestaat uit verdichtingen en verdunningen in de lucht die zich vanaf een geluidbron in alle richtingen voortplanten. Op een bepaalde plaats gaat geluid gepaard met drukvariaties rond de atmosferische druk. Deze drukvariaties kunnen als functie van de tijd mathematisch beschreven worden als de som van een of meer sinusfuncties. Van een zuivere toon kan de variatie in de geluiddruk beschreven worden met één sinus als functie van de tijd.

## A.2 Frequentie

Het aantal geluiddrukvariaties per seconde is de frequentie van een geluid en wordt uitgedrukt in hertz (afgekort Hz). De frequentie is bepalend voor de toonhoogte: een hoge toon (bijvoorbeeld 4000 Hz) klinkt snerpend, piepend en een lage toon (bijvoorbeeld 200 Hz) klinkt als gebrom.

## A.3 Geluiddrukniveau

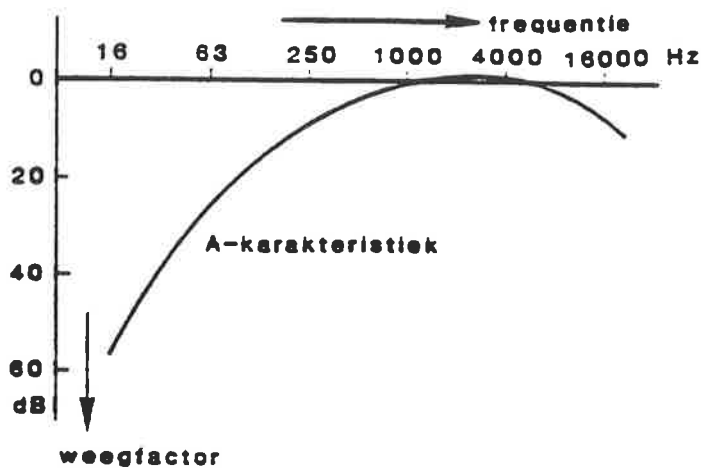
Behalve de frequentie kan men aan geluid de sterkte ( $L$ ) onderscheiden. Deze hangt samen met de geluiddruk ( $p$ ). In de praktijk lopen de waarden van de geluiddrukken uiteen van minder dan 20  $\mu\text{Pa}$  tot meer dan 200 Pa, dat wil zeggen met meer dan een factor 10 miljoen. Daarom gebruikt men in de akoestiek niet de geluiddruk, maar de logaritme ( $^{10}\log$ ) van deze druk ten opzichte van een referentiedruk ( $p_0$ ). De referentiegeluiddruk, die een waarde heeft van 20  $\mu\text{Pa}$ , heeft men zo gekozen dat een toon van 1000 Hz met een sterkte gelijk aan de referentiegeluiddruk gemiddeld juist gehoord wordt door iemand met een normaal gehoor. Het geluiddrukniveau wordt uitgedrukt in decibel (afgekort dB). In formule:

$$L = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} (\text{dB}) \quad (p_0 = 20 \mu \text{Pa})$$

#### A.4 Geluidniveau

Het gehoororgaan van de mens is niet even gevoelig voor geluiden met hetzelfde geluiddruk niveau die verschillende frequenties hebben. Om met deze gehoorgevoeligheid rekening te houden, maakt men bij het meten van geluid vaak gebruik van een filter dat de geluiddruk niveaus bij de verschillende frequenties ongeveer zo waardeert, als het gehoor doet. Dit is een filter met een zogenoemde A-karakteristiek. In figuur A.1 is deze karakteristiek grafisch weergegeven. Meet men het geluiddruk niveau van een geluid, terwijl men de A-weging toepast, dan noemt men het resultaat het geluidniveau in dB(A).

Figuur A1 Frequentieweging van geluid.



#### A.5 Equivalent geluidniveau

Varieert de sterkte van geluid in de loop van de tijd, dan bepaalt men in de akoestiek voor vele toepassingen het zogenoemde equivalente geluidniveau over een bepaalde periode. Dit kan in formule als volgt worden weergegeven:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \quad (dB(A))$$

- met  $p_A(t)$  de A-gewogen geluiddruk die op tijdstip  $t$  aanwezig is;
- $T$  de duur van de beschouwde periode.

Het equivalente geluidniveau kan ook als functie van de momentane geluidniveaus gedurende de beoordelingstijd worden weergegeven. Het equivalente geluidniveau kan dan als volgt worden geschreven:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)/10} dt \quad (dB(A))$$

- met  $L(t)$  het A-gewogen geluidniveau op tijdstip  $t$ ;
- $T$  de duur van de beschouwde periode.

Als voor  $T$  een periode van 24 uur gekozen wordt, wordt het resultaat ( $L_{Aeq,24h}$ ) het equivalente geluidniveau over het etmaal genoemd.

#### A.6 Etmaalwaarde van de geluidbelasting ( $L_{etm}$ )

$$L_{etm} = \max (L_{Aeq,d}, L_{Aeq,ev} + 5, L_{Aeq,n} + 10) \quad (dB(A))$$

De etmaalwaarde is het maximum van de equivalente geluidniveaus gedurende bepaalde gedeelten van het etmaal, waarbij het equivalente geluidniveau 's nachts met 10 dB(A) wordt verhoogd en bij sommige geluidbronnen gedurende de avond met 5 dB(A). De dag (d) is de periode van 7.00 - 19.00 uur. De avond (ev) is de periode van 19.00 - 23.00 uur en de nacht (n) de periode van 23.00 - 7.00 uur.



## A.7 Geluidbelasting B door vliegtuigen

$$B = 20 \log \sum_N (n_{ii} \times 10^{L_i/15}) - 157 \quad \text{Ke (Kosten-eenheden)}$$

waarbij:

- N het aantal overvluchten per jaar met een  $L_{A,max}$  waarde van tenminste 65 dB(A);
- $L_i$  het maximale geluidniveau tijdens overvlucht i;
- $n_{ii}$  een weegfactor, afhankelijk van de periode gedurende het etmaal (deze factor is 10 gedurende de nacht en 1 overdag).

## A.8 Sound exposure level van een geluidgebeurtenis

$$SEL = L_{Ax} = L_{Aeq,t} + 10 \log t \quad (\text{dB(A)})$$

waarbij:

- t de expositietijd in s.

A.9 Verband tussen SEL en  $L_{Aeq,T}$ 

Als er gedurende een periode van T uur n geluidgebeurtenissen optreden met elk dezelfde SEL-waarde, dan is het verband tussen SEL en  $L_{Aeq,T}$  als volgt:

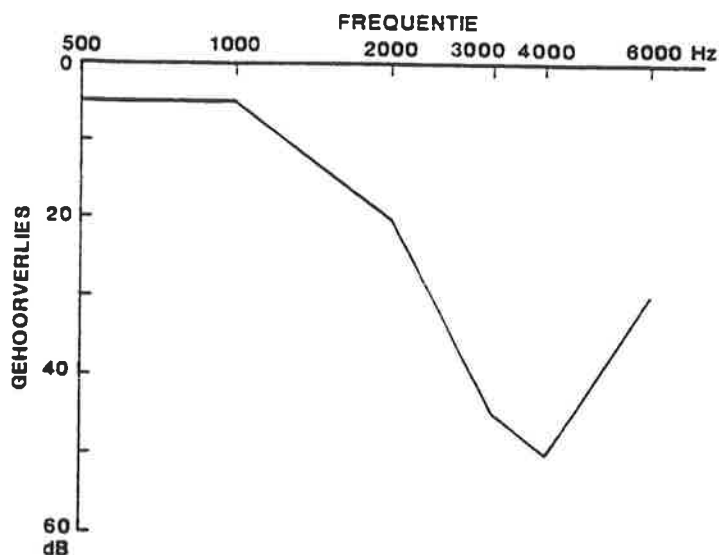
$$L_{Aeq,T} = SEL + 10 \log n/T - 35,6 \quad (\text{dB(A)})$$

## BIJLAGE B Gehoorschade

### B.1 Gehoorbeschadiging

Met behulp van een audiometer (audio=horen) kan worden bepaald of iemands gehoorscherpthe is afgenomen, dat wil zeggen of iemand een gehoorbeschadiging heeft opgelopen. Daartoe neemt men van de betreffende persoon een audiogram op, door hem via de hoofdtelefoon van de audiometer in een stille ruimte tonen van een aantal verschillende frequenties en met verschillende niveaus te laten horen, voor elk oor afzonderlijk. Bij de diverse frequenties wordt bepaald welk niveau door de persoon nog net gehoord kan worden. Deze niveaus, uiteengezet als functie van de frequentie, leveren tezamen een audiogram. In figuur B.1 is het audiogram weergegeven van een jonge werknemer die een jaar of tien in een hoog lawaai-expositieniveau heeft gewerkt.

Figuur B.1 Audiogram.

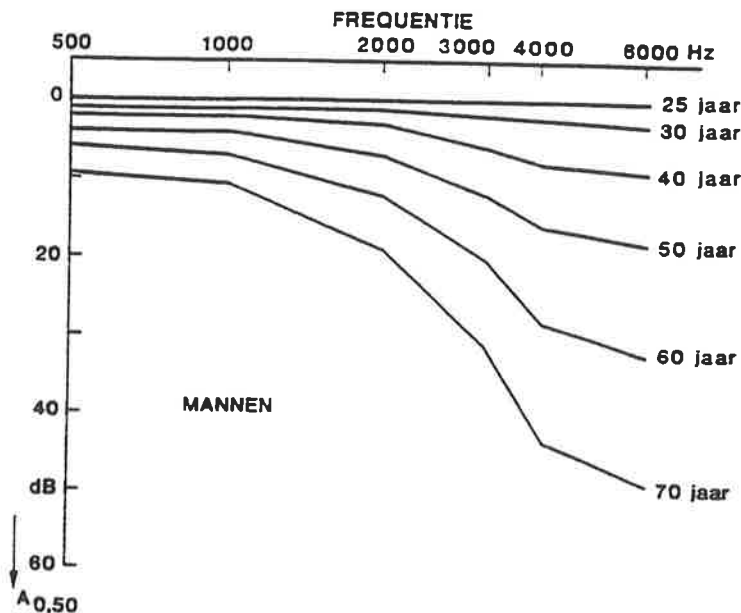


Gehoerverlies kan door verscheidene oorzaken ontstaan, bijvoorbeeld door het werken in hoge geluidsniveaus en door bepaalde ziekten, ongevallen, erfelijke factoren en medicijnen. Ook met het vorderen der jaren neemt de gehoorscherpthe af. Dit is een zeer geleidelijke proces en begint gemiddeld rond het dertigste levensjaar. In figuur B.2 zijn de mediane ouderdomsgehoerverliezen ( $A_{0,50}$ ) gegeven van groepen mannen. Deze waarden zijn overgenomen uit ISO 7029 (1984). De mediane waarde van een aantal waarnemingen is gedefinieerd als de waarde waarboven juist 50%

van de waarnemingen ligt. In het betrokken vakgebied wordt de mediane waarde aangegeven volgens de overeenkomstige fractie: 0,50.

Uit figuur B.2 blijkt dat het normale ouderdomsgehoorverlies begint met het afnemen van de gehoorscherpthe bij de hoogste frequenties en dat, naarmate men ouder wordt, ook de gehoorscherpthe vermindert bij de lagere frequenties. Vrouwen hebben op latere leeftijd gemiddeld een beter gehoor dan hun mannelijke leeftijdsgenoten. De waarden in figuur B.2 hebben betrekking op geselecteerde groepen mannen, dat wil zeggen mannen die tijdens hun werk niet aan hoge geluidniveaus hebben blootgestaan en waarbij ook geen andere oorzaken van gehoorverlies anders dan fysiologische veroudering bekend zijn.

Figuur B.2 Het mediane ouderdomsgehoorverlies als functie van de frequentie, met de gemiddelde leeftijd van de groep mannen als parameter (Bron: ISO 7029, 1984).



## B.2 Gehoorverlies door lawaai op de arbeidsplaats

Met betrekking tot groepen mensen die op hun arbeidsplaats in lawaai werken zijn relaties opgesteld tussen lawaai en gehoorschade die door het werken in lawaai wordt veroorzaakt. Deze relaties zijn gegeven in ISO 1999 (1990). Het lawaai wordt daarbij uitgedrukt in het lawaai-expositieniveau, d.w.z. het equivalente geluidniveau waaraan de werknemers gedurende een representatieve werkdag zijn geëxponeerd. In zo'n representatieve werkdag zijn alle relevante exposities aan lawaai evenredig verdisconteerd. Er wordt van uit gegaan dat de werkdag bestaat uit 8 werkuren. In ISO 1999 zijn relaties gegeven tussen de door blootstelling aan lawaai veroorzaakte

gehoorschade (N) bij de frequenties 500, 1000, 2000, 3000, 4000 en 6000 Hz en het lawaai-expositieniveau voor groepen werknemers die gedurende een aantal jaren (tussen één en veertig jaar) in lawaai werken. Bij de frequentie 4000 Hz is het gehoorverlies door lawaai het grootst, terwijl bij 3000 en 6000 Hz de gehoorschade iets geringer is. Dit is in figuur B.3 gedemonstreerd voor een groep mannen die 10 jaar in een lawaai-expositieniveau van 100 dB(A) hebben gewerkt. Daarbij wordt verondersteld dat hun gemiddelde leeftijd 30 jaar is. Het mediane normale ouderdomsverlies (de curve  $A_{0,50}$ ) is eveneens in de figuur opgenomen. De mediane gehoordrempel ( $H_{0,50}$ ) is het gevolg van het gecombineerde effect van lawaai en leeftijd. Dit gecombineerde effect is niet geheel gelijk aan de som van de twee afzonderlijke effecten\*\*\*\*\*. Dat wordt duidelijk als deze effecten worden beschouwd voor een groep mannen die 40 jaar in een lawaai-expositieniveau van 100 dB(A) hebben gewerkt en gemiddeld 60 jaar oud zijn (zie figuur B.4).

In ISO 1999 worden ook gehoorverliezen door lawaai gegeven voor andere percentielen dan 50 (de mediane waarde). Daaruit kunnen de verdelingen van de gehoordrempels worden afgeleid. In figuur B.5 is een resultaat gegeven, en wel voor een groep mannen van 60 jaar oud, die 40 jaar in een lawaai-expositieniveau van 100 dB(A) hebben gewerkt.

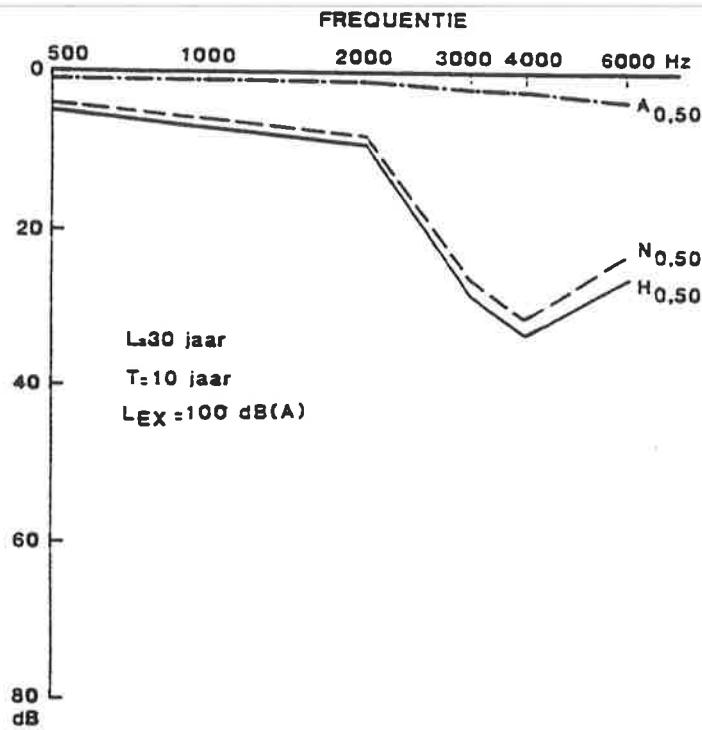
---

\*\*\*\*\* Volgens ISO 1999 (1990) geldt dat  $H = A + N - A \cdot N / 120$  (in dB), waarbij de waarden van H, A, en N bij dezelfde fractie horen, bijvoorbeeld:

$$H_{0,50} = A_{0,50} + N_{0,50} - A_{0,50} \cdot N_{0,50} / 120.$$

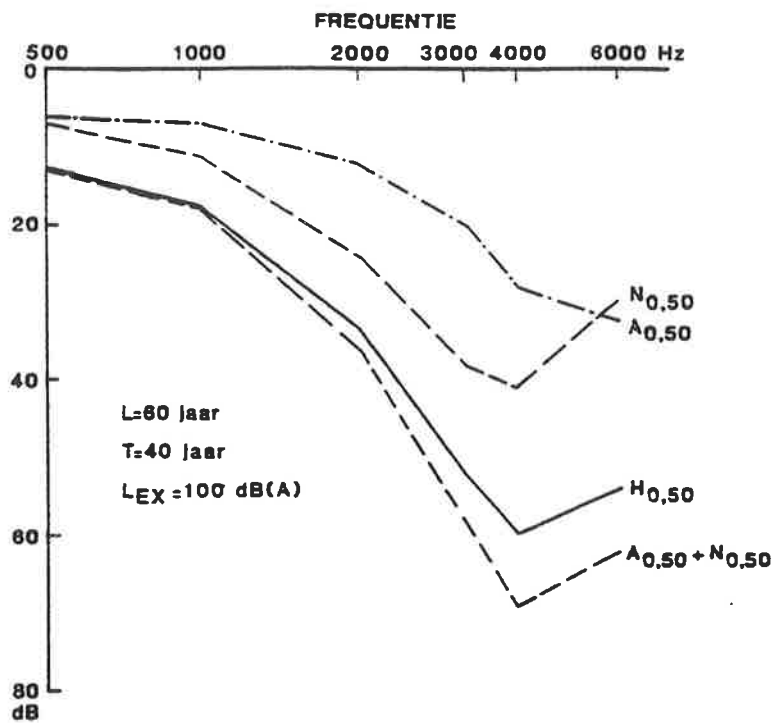
Figuur B.3

Voor groepen mannen, die gemiddeld 30 jaar oud zijn en 10 jaar in een lawaai-expositieniveau van 100 dB(A) hebben gewerkt, de mediane waarden van het normale ouderdomsgehoorverlies A, van het lawaai-effect N en van het gecombineerde effect H (Bron: ISO 1999, 1990).



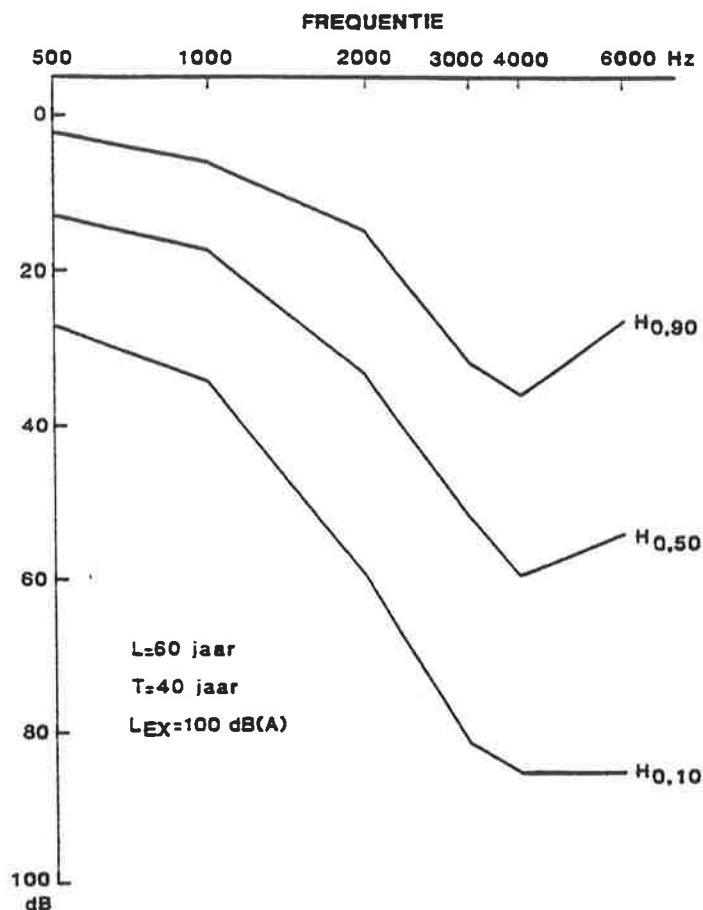
Figuur B.4

Voor groepen mannen, die gemiddeld 60 jaar oud zijn en 40 jaar in een lawaai-expositieniveau van 100 dB(A) hebben gewerkt, de mediane waarden van het normale ouderdomsgehoorverlies A, van het lawaai-effect N en van het gecombineerde effect H (Bron: ISO 1999, 1990).



Figuur B.5

De gehoordrempels van een groep mannen die gemiddeld 60 jaar oud zijn en 40 jaar in een lawaai-expositieniveau van 100 dB(A) hebben gewerkt. Het betreft de gehoordrempels die juist worden overschreden door 10% (onderste curve), 50% (middelste curve) en 90% (bovenste curve) van de waarden (Afgeleid uit ISO 1999, 1990).



### B.3 Waarnemingsniveau van gehoorschade door lawaai

Het waarnemingsniveau van een effect van geluid op een aspect van de gezondheid is gedefinieerd als het niveau waar vanaf in doorsnee populaties op basis van epidemiologisch onderzoek dat effect begint op te treden\*. Uit de in ISO 1999 gegeven relaties blijkt dat gehoorschade door lawaai begint op te treden vanaf een lawaai-expositieniveau van 75 dB(A) over een werkdag van 8 uur. Een beroepsjaar kan daarbij gelijk gesteld worden aan 2000 werkuren. Het is niet onwaarschijnlijk (Passchier-Vermeer, 1993) dat met het oog op het ontstaan van gehoorschade door lawaai een geluidbelasting met een equivalent geluidniveau van 70 dB(A) gedurende alle etmalen van een jaar overeenkomt met een beroepsmatige geluidbelasting met een lawaai-expositieniveau van 75 dB(A)

\* Bij de term 'waarnemingsniveau' gaat het dus om het waarnemen van gezondheidseffecten. Het begrip moet niet verward worden met het niveau waarbij geluid kan worden waargenomen (gehoord).

gedurende alle werkdagen. Dat betekent dus dat een equivalent geluidniveau van 70 dB(A) over een etmaal het waarnemingsniveau van gehoorschade door lawaai zou zijn.

#### **B.4           Expositie-effectrelaties in verband met blootstelling aan popmuziek**

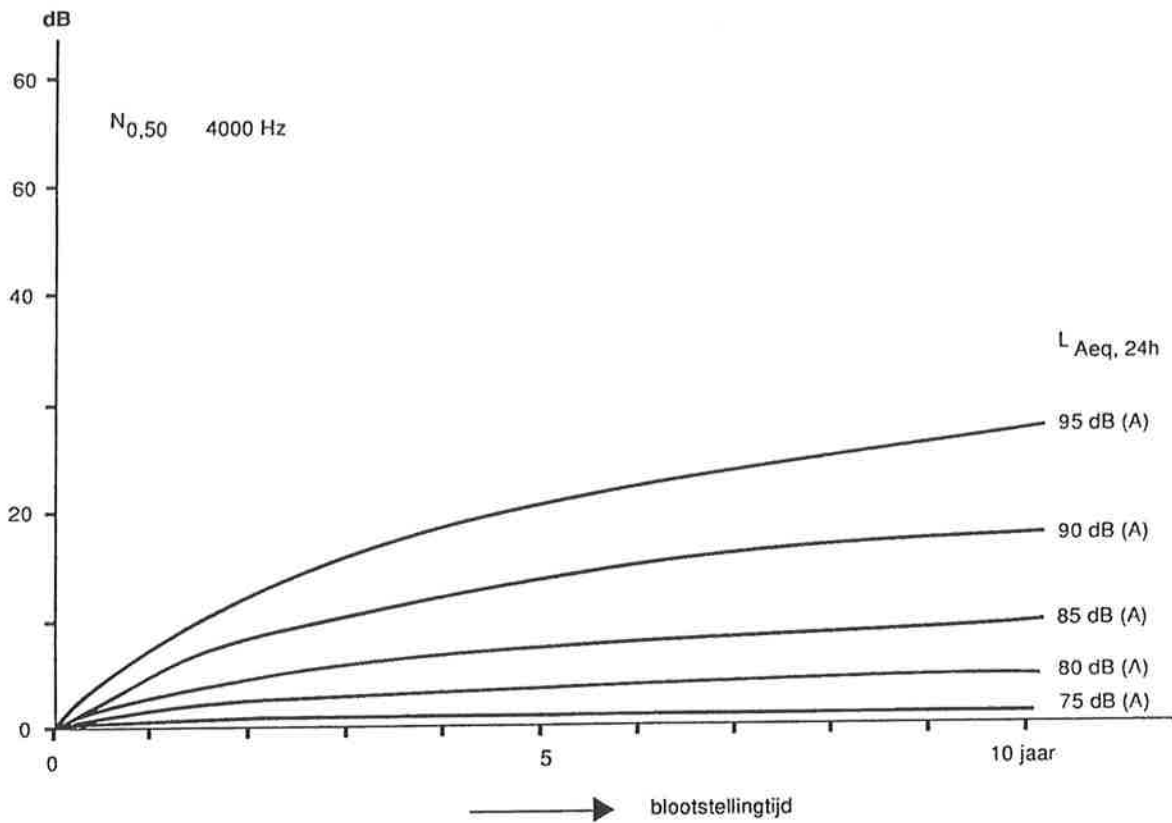
De belangrijkste vraag bij de inschatting van gehoorschade bij jeugdigen door popmuziek via walkmans is of de expositie-effectrelaties, gegeven in ISO 1999 (1990) voor beroepsmatige blootstelling, ook toepasbaar zijn voor deze geluidbelastingen. Hoewel dat aannemelijk is gemaakt (Passchier-Vermeer, 1993) en vele onderzoekers daarvan uitgaan, is er geen epidemiologisch onderzoek die die hypothese bevestigt. In het volgende gaan we er dan ook maar van uit dat ISO 1999 (1990) toepasbaar is op de geluidbelasting van jeugdigen aan popmuziek via walkmans.

Uit onderzoek in de tachtiger jaren is gebleken dat de gemiddelde periode dat jongeren naar popconcerten en disco's gaan en de periode dat ze met hoofdtelefoons naar popmuziek luisteren zo'n jaar of zeven is. Het gaat bij het popmuziek-fenomeen dus kennelijk niet om een levenslange activiteit, maar om een korter durende. Daarom zijn in het onderstaande expositie-effectrelaties gegeven voor kortere blootstellingstijden (tot 10 jaar).

In figuur B.6 is de uit ISO 1999 (1990) afgeleide toename van de mediane gehoordrempel bij 4000 Hz ten gevolge van blootstelling aan geluid gegeven als functie van de blootstellingstijd in jaren met het equivalente geluidniveau over een etmaal als parameter. Figuur B.7 geeft de toename van de gehoordrempel bij 4000 Hz, die juist wordt overschreden door 10% van de waarden, ten gevolge van blootstelling aan geluid. Door de waarden uit figuur B.6 op te tellen bij de mediane gehoordrempel van een niet aan geluid blootgestelde referentie-populatie wordt de mediane gehoordrempel verkregen van een aan geluid blootgestelde populatie. De gehoordrempel die juist niet wordt overschreden door 10% van de waarden uit die populatie wordt bepaald door de waarden uit figuur B.7 op te tellen bij de gehoordrempel van de referentiepopulatie, die door 10% van de waarden juist wordt overschreden.

Voor een jonge referentie-populatie, die otologisch niet is geselecteerd, is de mediane gehoordrempel bij 4000 Hz gelijk aan 2 dB en de waarde die door 10% van de gehoordrempels juist wordt overschreden gelijk aan  $11 + 6 = 17$  dB. De waarde die juist wordt overschreden door 90% van de waarden is gelijk aan -8 dB.

Figuur B.6 Toename van de mediane gehoordrempel door blootstelling aan geluid als functie van het aantal jaren van blootstelling. Het equivalente geluidsniveau over het etmaal is parameter. De relatie is afgeleid uit ISO 1999 (1990).





Figuur B.7

Toename van de gehoordrempel, die juist wordt overschreden door 10% van de waarden, door blootstelling aan geluid als functie van het aantal jaren van blootstelling. Het equivalente geluidniveau over het etmaal is parameter. De relatie is afgeleid uit ISO 1999 (1990).

