

TNO-Gezondheidsonderzoek

SC

SC2

Nederlands Instituut voor
Praeventieve Gezondheidszorg TNO

Wassaarseweg 56
2333 AL Leiden
Postbus 124
2300 AC Leiden

Fax 071 - 17 63 82
Telefoon 071 - 18 11 81

SB

m 63 (1)

TNO-rapport

GELUID, GEUR EN MILIEUKWALITEIT

- een samenvatting -

NIPG-publikatienummer
93.014

IBISSTAMBOEKNUMMER

10351

Maart 1993

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

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

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

© TNO

BIBLIOTHEEK NEDERLANDS INSTITUUT VOOR
PRAEVENTIEVE GEZONDHEIDSZORG TNO

24MRT 1993

POSTBUS 124, 2300 AC LEIDEN

H.M.E. Miedema

Nederlandse organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

TNO-Gezondheidsonderzoek stelt zich ten doel bij te dragen
aan de verbetering van preventie en behandeling van ziekten
en afwijkingen door het toepasbaar maken van kennis op
medisch biologisch, psychosociaal en epidemiologisch
gebied ten behoeve van de volksgezondheid en de
gezondheidszorg.



Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan TNO,
zoals gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank
en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

ROOV TUUTTWI ZONAJRSDI KSEHTOLIBI
OHT JROSDRHQHSOZ TNO
2 APR 1993
POSTBUS 124 2001 AC LEIDEN

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van f 21,-- (incl. BTW) op postbankrekeningnr. 99.889 ten name van TNO-Gezondheidsonderzoek te Leiden onder vermelding van bestelnummer 93.014.

INHOUD	pagina
1. INLEIDING	1
2. DOSIS-RESPONS ONDERZOEK VOOR GELUID OF GEUR	3
2.1 Dosis	3
2.2 Respons	5
2.3 Dosis-respons functie	5
3. GELUID PER BRON	7
4. GEUR PER BRON	10
5. VERGELIJKING VAN GELUID EN GEUR	12
6. AFLEIDING VAN DE MILIEUKWALITEIT MAAT VOOR GELUID EN GEUR	14
7. BESCHRIJVING VAN DE MILIEUKWALITEIT MAAT VOOR GELUID EN GEUR	16
8. TOEPASSING VAN DE MILIEUKWALITEIT MAAT VOOR GELUID EN GEUR	18
REFERENTIES	22

1. INLEIDING

Milieukwaliteit wordt onder meer bepaald door blootstellingen aan geluid en geur, kansen op calamiteiten, en blootstellingen aan toxische en carcinogene stoffen. In dit samenvattend rapport wordt ingegaan op de milieukwaliteit in relatie tot geluid en geur in de woonomgeving.

De samenvatting is gebaseerd op een geluid- en een geurstudie, op een studie naar de vergelijkbaarheid van de gegevens uit geluid- en geuronderzoeken en op een studie naar de beoordeling van gecombineerde geluid- en geurblootstellingen. Voor achtergronden en kwalificaties met betrekking tot het hier gestelde wordt verwezen naar de bijbehorende rapporten, waar deze samenvatting op gebaseerd is (zie Referenties).

De vier studies worden in deze inleiding eerst kort nader toegelicht. Daarna wordt de indeling van de rest van het rapport geschetst.

Recent zijn twee studies afgerond naar de relatie tussen de blootstelling aan geluid respectievelijk geur in de woonomgeving en de daardoor veroorzaakte hinder. Relaties zijn vastgesteld op basis van een groot aantal gegevens uit Nederlandse en buitenlandse onderzoeken, die in het kader van deze studies in één bestand bijeen zijn gebracht. Met de resultaten kan het geluid en de geur van individuele bronnen beoordeeld worden, en kan normstelling voor deze bronnen onderbouwd of geëvalueerd worden. Naar verwachting zal het bestand in de toekomst verder worden uitgebreid met gegevens over geluid en geur en daarnaast met gegevens over andere verstorende factoren, en zal periodiek over de analyses van deze gegevens gerapporteerd worden.

Tevens is een studie verricht naar de vergelijkbaarheid van de hindergegevens uit geluid- en uit geuronderzoeken.

Daarnaast wordt op dit moment een studie afgerond naar een methode voor de integrale beoordeling van gecombineerde blootstellingen aan geluid van diverse bronnen en, eventueel, aan geur. Een dergelijke methode is bijvoorbeeld van belang voor de invulling van de Wet geluidhinder (artikel 157) met betrekking tot meerdere bronnen, voor milieu-effect rapportages (MER's) en voor integrale milieuzoneringen (IMZ's) rond industrieterreinen.

In hoofdstuk 2 wordt het onderzoek naar de relatie tussen blootstelling aan geluid of geur enerzijds en hinder anderzijds eerst in het algemeen beschreven. Daarna wordt, in hoofdstuk 3, de genoemde geluidstudie specifiek beschreven en worden resultaten gepresenteerd. Hetzelfde gebeurt voor de geurstudie in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 wordt de hinderlijkheid van geluidblootstellingen vergeleken met de hinderlijkheid van geurblootstellingen. Hoofdstuk 6, 7 en 8 gaan over de integrale beoordeling van gecombineerde blootstellingen. In hoofdstuk 6 wordt de werkwijze geschetst, die gebruikt is om

tot een beoordelingsmethode te komen. De methode zelf wordt beschreven in hoofdstuk 7. Tenslotte wordt in hoofdstuk 8 aan de hand van gegevens uit een praktijksituatie getoond hoe de uitkomst van een integrale beoordeling in beeld gebracht kan worden.

2. DOSIS-RESPONS ONDERZOEK VOOR GELUID OF GEUR

Dosis-respons onderzoek voor geluid of geur heeft betrekking op de volgende, schematisch weergegeven keten:

EMISSIE → VERSPREIDING → IMMISSIE of DOSIS → EFFECT of RESPONS

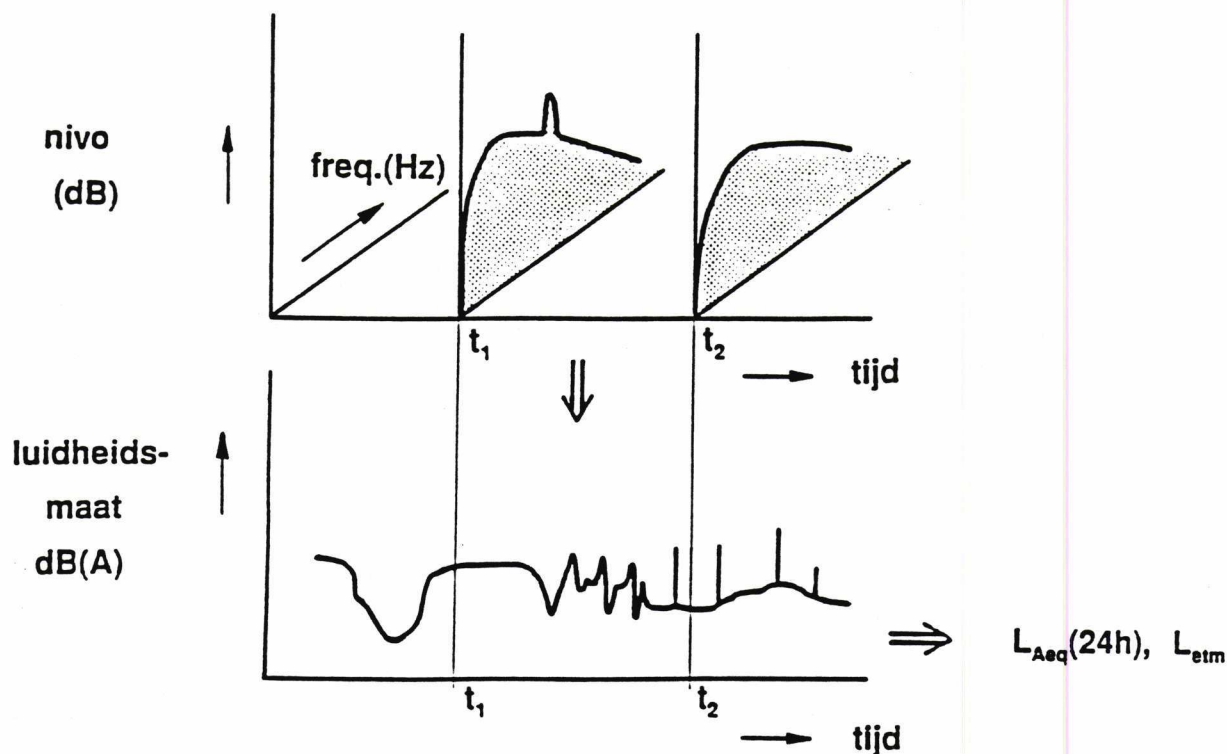
De emissie komt bijvoorbeeld van een verkeersweg (geluid, geur van uitlaatgassen) of een industrie. Bij de verspreiding treedt verdunning op en kan bijvoorbeeld ook absorptie optreden. De verontreiniging die een woning bereikt noemen we de immissie of dosis waaraan de bewoners worden blootgesteld. Hun reactie daarop is het effect of de respons.

Dosis-respons onderzoek heeft betrekking op de laatste schakel in bovenstaande keten. Doel van dit type onderzoek is het leveren van informatie, waarmee effectniveaus vertaald kunnen worden in de corresponderende immissie- of emissiewaarden. De (on)aanvaardbaarheid van effectniveaus kan hiermee dus vertaald worden in immissie- of emissienormen. Ten behoeve van deze vertaling worden de resultaten van het onderzoek vaak gepresenteerd als curven, die de respons weergeven als functie van de dosis. De volgende drie componenten zijn in dit type onderzoek te onderscheiden: de dosisbepaling, de responsbepaling en de analyse van de relatie tussen dosis en respons. Elk van deze drie componenten wordt nu nader toegelicht.

2.1 Dosis

De immissie wordt bepaald door emissiemetingen plus verspreidingsberekeningen, of door immissiemetingen. Beide benaderingen resulteren in principe in een veelheid aan gegevens over de immissie. Deze worden samengevat in één of enkele dosismaten. De wijze waarop dat gebeurt wordt hier toegelicht.

Figuur 1. Het samenvatten van basisgegevens over de geluidblootstelling. Het frequentie-tijd patroon (boven) wordt eerst gecompriemd tot een tijdspatroon (onder), en daarna tot één of enkele waarden zoals $L_{Aeq}(24h)$ of L_{etm} .



Op elk moment dragen geluidintensiteiten uit verschillende frequentiegebieden bij aan het totale geluid. Bovendien varieert het geluid bij een woning over de tijd. In figuur 1 is weergegeven hoe het totale frequentie-tijd patroon in twee stappen kan worden samengevat in een dosismaat.

In de eerste stap wordt per tijdstip het frequentiespectrum samengevat in één waarde. Wanneer de relatie met geluidhinder wordt onderzocht, wordt meestal het A-gewogen geluidniveau, uitgedrukt in dB(A), bepaald. Er resulteert dan een tijdspatroon van A-gewogen geluidniveaus. In een tweede stap wordt dit verder gecompriemd, bijvoorbeeld tot het 'gemiddelde' over 24 uur, het $L_{Aeq}(24h)$, of tot het maximum van een dergelijk gemiddelde voor de dag, voor de avond + 5dB(A) en voor nacht + 10 dB(A). Deze laatste dosismaat, L_{etm} , wordt in de Wet geluidhinder gebruikt.

Voor geur wordt de geurconcentratie bepaald. Dit is het aantal maal dat een luchtmonster met schone lucht verdund moet worden om de geursterkte te doen afnemen tot de waarnemingsdrempel. Ook de geurconcentratie bij een woning varieert over de tijd. Voor de verdeling van de geurconcentraties over een jaar worden bijvoorbeeld C_{98} of $C_{99,5}$ bepaald. C_{98} is de concentratie die 2 procent van de tijd wordt overschreden (175 uur per jaar), $C_{99,5}$ de concentratie die 0,5 procent van de tijd wordt overschreden (44 uur per jaar).

2.2 Respons

Om het effect op bewoners te bepalen worden enquêtes verricht. De daarbij gebruikte vragenlijst kan als volgt opgebouwd zijn. Er wordt begonnen met een korte introductie, gevolgd door enkele vragen over de woning en woonomgeving in het algemeen. Dan worden beoordelingen gevraagd van milieufactoren zoals het geluid van wegverkeer of de geur van een industrie. Er wordt afgesloten met vragen over demografische en andere relevante kenmerken van de ondervraagde persoon.

Hier zijn vooral de vragen naar geluid- en geurhinder van belang. Een voorbeeld van een dergelijke vraag is: In welke mate vindt u het geluid van vliegtuigen hier hinderlijk?. Voor het antwoord kan bijvoorbeeld gekozen worden uit de volgende alternatieven: niet hinderlijk, net hinderlijk, hinderlijk of erg hinderlijk.

Aan de hindercategorieën worden scores toegekend. Wanneer 0 als ondergrens van de eerste, en 100 als bovengrens van de laatste categorie wordt genomen, dan zijn de gebruikte scores voor het midden van de bovenstaande categorieën: 12,5 37,5 62,5 respectievelijk 87,5. De regel die in principe gebruikt wordt om categoriescores vast te stellen is: (score voor categorie i) = $100(i - \frac{1}{2}) / m$, waarbij m het aantal categorieën is en $i = 1, \dots, m$ het rangnummer van een categorie (1 voor de minste hinder, m voor de meeste hinder).

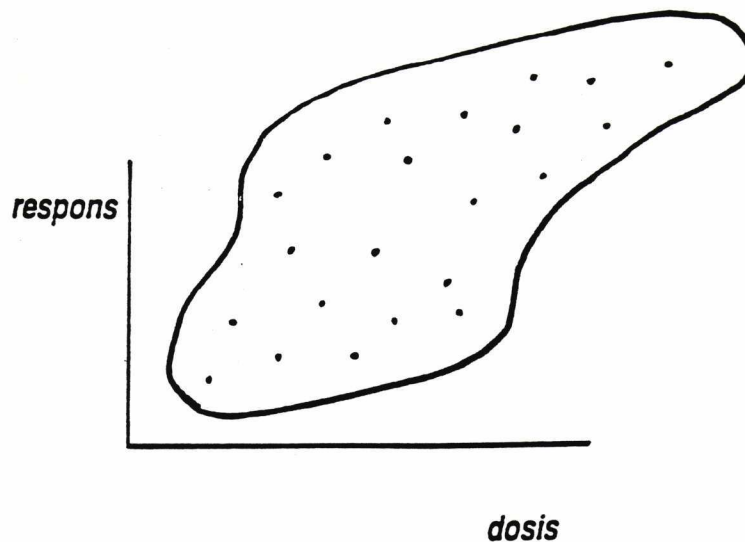
Ook worden aan de grenzen tussen hindercategorieën scores toegekend. De regel die in principe gebruikt wordt om deze scores vast te stellen is: (score binnengrens i) = $100i/m$, waarbij m het aantal categorieën is en $i = 1, \dots, m-1$ het rangnummer van een grens tussen twee categorieën beginnend bij lage hinder.

2.3 Dosis - respons functie

Er worden twee methodes gebruikt om de informatie over de gevonden dosis-respons combinaties samen te vatten. De methodes zijn alternatieve manieren om dezelfde data te verwerken en kunnen naast elkaar gebruikt worden.

De eerste methode gaat uit van de scores voor de hindercategorieën. De combinatie van een dosiswaarde en de score voor de gekozen hindercategorie kan worden weergegeven door een punt in het platte vlak. Door dit punt voor elke respondent te tekenen ontstaat een puntenwolk (figuur 2). Er kan een functie met een eenvoudig voorschrift gezocht worden, waar de punten 'gemiddeld' het dichtst bij liggen. Een rechte lijn, gevonden met behulp van lineaire regressie, is een voorbeeld van een dergelijke eenvoudige functie.

Figuur 2. Een puntenwolk, waarin ieder punt een dosis-respons combinatie weergeeft.



De tweede methode gaat uit van de scores voor de grenzen tussen de hindercategorieën. De dosiswaarden worden samengevoegd in klassen en per klasse wordt het percentage respondenten vastgesteld voor wie de hinder een bepaalde grens overschrijdt. Percentages verkregen met als grens 28, 50 en 72 worden aangeduid als het percentage dat 'minstens enige hinder', 'hinder' respectievelijk 'er(nsti)ge hinder' ondervindt. Deze grenzen stemmen niet altijd overeen met de scores voor de grenzen tussen de gebruikte hindercategorieën. Daarom moeten soms interpolaties uitgevoerd worden tussen de percentages voor de naastliggende lagere en hogere categoriegrens. Bijvoorbeeld, met vijf hindercategorieën zijn de scores voor de binnengrenzen volgens de in paragraaf 2.2 gegeven regel: 20, 40, 60 en 80. Het percentage dat 'hinder' ondervindt (grens 50) is dan $(P_{40} + P_{60})/2$, waarbij P_{40} en P_{60} de percentages respondenten zijn in de hoogste drie respectievelijk twee hindercategorieën.

3. GELUID PER BRON

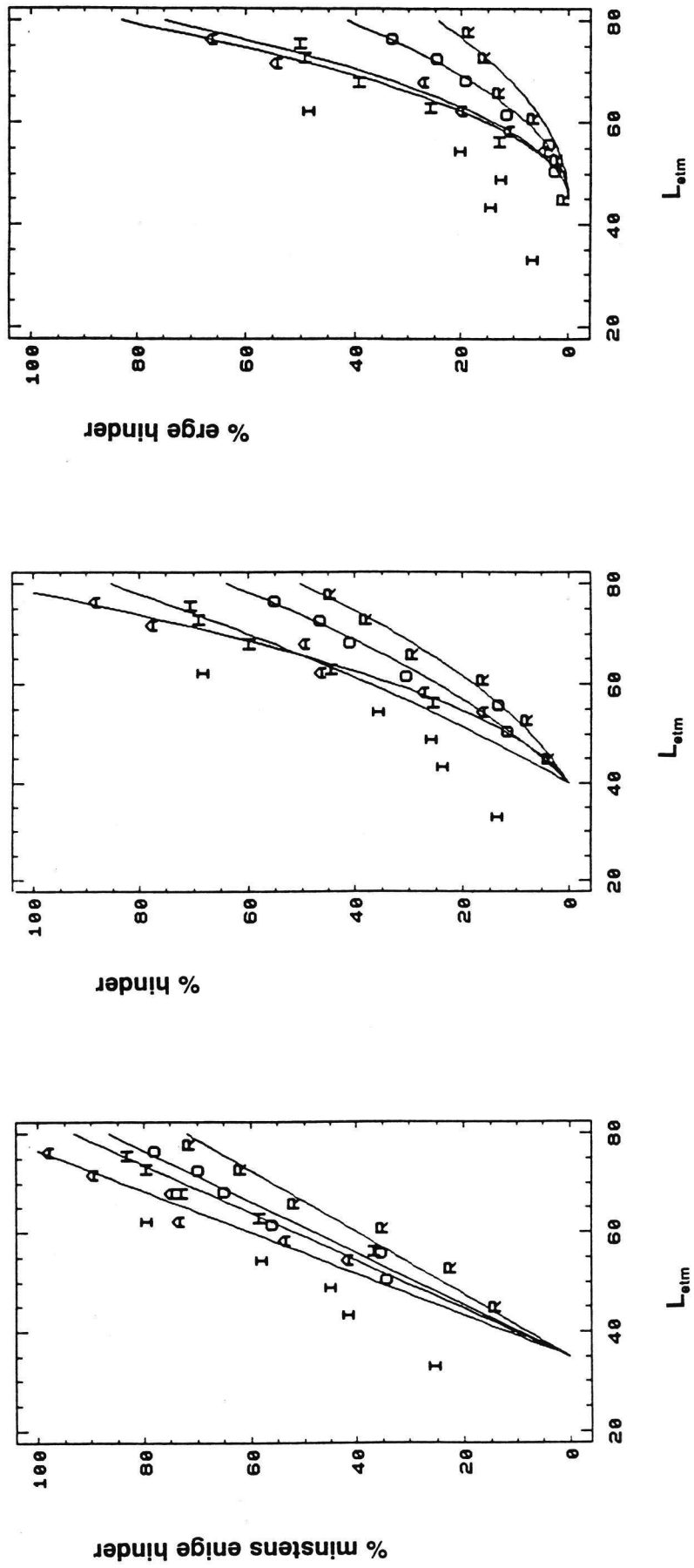
In Miedema (1992a) zijn de oorspronkelijke gegevens van een groot aantal Europese geluidhinderstudies gecompileerd en heranalyseerd. Er is hierbij speciaal aandacht besteed aan het voor de verschillende studies vergelijkbaar definiëren van dosismaten en van responsmaten. Waar nodig zijn correcties of herberekeningen uitgevoerd. Als dosismaat zijn ondermeer het $L_{Aeq}(24h)$ en het L_{etm} bepaald. In de analyses betrokken effecten zijn hinder, communicatie- en slaapverstoring, schrikken en trillen van de woning.

Er waren ongeveer 13.000 beoordelingen van de hinderlijkheid van geluid, die gekoppeld konden worden aan een L_{etm} waarde voor dat geluid. In figuur 3 is het percentage gehinderden weergegeven als functie van L_{etm} . De drie verschillende deelfiguren zijn verkregen door verschillende grenzen te nemen voor de hinder die meetelt bij het percentage. Links is het percentage uitgezet dat 'minstens enige hinder' ondervindt, midden het percentage dat 'hinder' ondervindt, en rechts het percentage erg gehinderden.

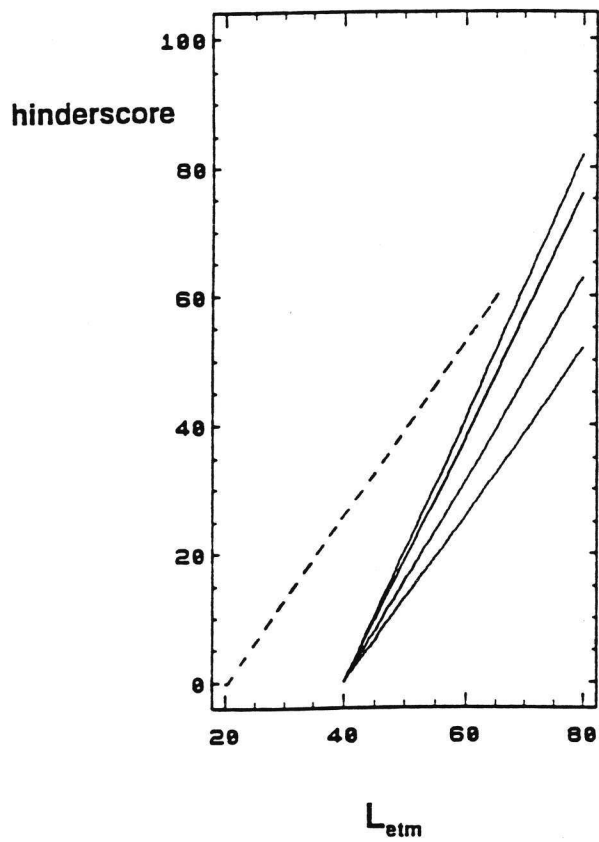
In figuur 4 is de hinderscore weergegeven als functie van L_{etm} . Een score van 0 duidt op geen hinder in de blootgestelde populatie, een score van 100 op extreme hinder bij elk individu in de blootgestelde populatie.

De figuren laten zien dat de hinder door verkeer nihil is bij L_{etm} waarden beneden 40 dB(A). Daarboven neemt voor alle bronnen de hinder toe met het niveau, maar voor vliegverkeer en snelwegverkeer sneller dan voor overig wegverkeer, treinen of trams. Impulsgeluid neemt een aparte positie in. Dat is, in het bijzonder bij lage niveaus, hinderlijker dan elk van de verkeersbronnen. Met het horen van impulsgeluid ondervindt men direct hinder.

Figuur 3 Geluidhinderpercentages als functie van $L_{e,im}$ (I = impulsgeluid, A = vliegverkeer, H = snelwegverkeer, O = overigen, R = railverkeer).



Figuur 4 Geluidhinderscore als functie van L_{etm} uitgedrukt in dB(A). De lijnen zijn, van boven naar beneden, voor impulsgeluid (gestreept), vliegverkeer, snelwegverkeer, overig wegverkeer en railverkeer.

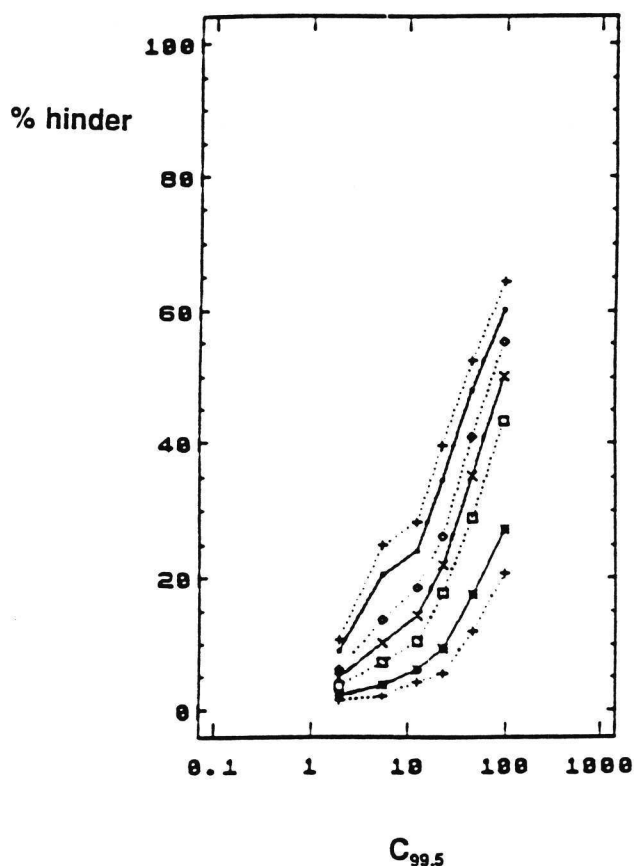


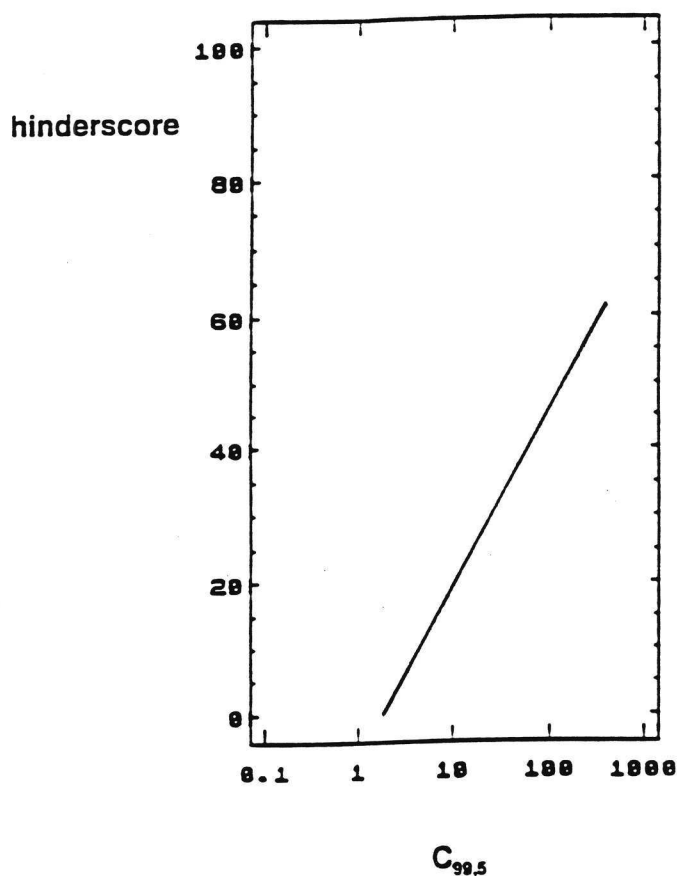
4. GEUR PER BRON

In Miedema (1992b) zijn de geurhinderstudies, waarin naast de hinder ook de blootstelling bepaald is, gecompileerd en heranalyseerd. Alle zijn dit Nederlandse studies. De onderzoeken zijn uitgevoerd rond zes zeer verschillende typen geurbronnen. In alle betrokken onderzoeken is de blootstelling op dezelfde wijze bepaald. De hindercategorieën en de grenzen daartussen zijn in de geurcompilatiestudie voor de verschillende onderzoeken op dezelfde wijze gescored als in de geluidcompilatiestudie.

Er waren ruim 3.000 beoordelingen van de hinderlijkheid van geur, die gekoppeld konden worden aan een $C_{99,5}$ waarde voor die geur. Het bleek dat de relatie tussen hinder en blootstelling voor vijf van de zes bronnen gelijk was. In figuur 5 is het percentage gehinderden weergegeven als functie van $C_{99,5}$. De curven zijn, van boven naar beneden, bepaald met de grenzen 20, 28, 40, 50, 60, 72 en 80. Dus de bovenste doorgetrokken lijn heeft betrekking op het percentage dat 'minstens enige hinder' ondervindt, de middelste doorgetrokken curve op het percentage dat 'hinder' ondervindt, en de onderste doorgetrokken curve op het percentage erg gehinderden.

Figuur 5 Geurhinderpercentages als functie van $C_{99,5}$ uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De doorgetrokken lijnen zijn, van boven naar beneden, voor het percentage dat 'minstens enige hinder ondervindt' het percentage dat 'hinder' ondervindt en het percentage erg gehinderden.



Figuur 6 Geurhinderscore als functie van $C_{99,5}$ uitgedrukt in ge/m^3 

In figuur 6 is de hinderscore weergegeven als functie van $C_{99,5}$. Een score van 0 duidt weer op geen hinder in de blootgestelde populatie, een score van 100 op extreme hinder bij elk individu in de blootgestelde populatie.

De figuren 5 en 6 laten zien dat de hinder bij $C_{99,5}$ waarden beneden de $2 \text{ ge}/\text{m}^3$ zeer gering is. In figuur 5 is te zien dat een beperkt percentage dan nog (enige) hinder opgeeft. In figuur 6, waar als het ware de curven uit figuur 5 worden samengevat, is er rekening mee gehouden dat er vrijwel altijd, ook beneden een hinderdrempel, enige hinderreacties geregistreerd worden. De rechte lijn in figuur 6 geeft aan dat de hinder 0 is voor $C_{99,5}$ waarden beneden de $2 \text{ ge}/\text{m}^3$.

Zoals opgemerkt hebben de curven betrekking op vijf van de zes onderzochte bronnen. De hinder voor de zesde bron was bij een gelijke blootstelling aanzienlijk hoger dan voor de overige bronnen. Dit geeft aan dat in een aantal gevallen de hinder aan de hand van de curven onderschat zou kunnen worden.

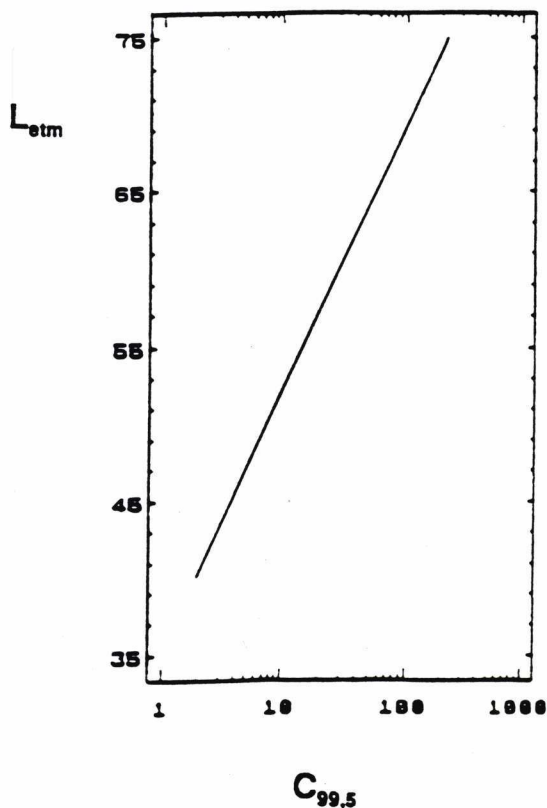
5. VERGELIJKING VAN GELUID EN GEUR

In de geluid- en geuronderzoeken, die zijn opgenomen in de eerder besproken compilaties, kon een respondent de mate van geluid- of geurhinder kenbaar maken door één van een beperkt aantal hindercategorieën te kiezen. Voor de vergelijking van de resultaten met betrekking tot geluid en geur is het belangrijk te weten of eenzelfde categorie, b.v. 'hinderlijk', bij geluid en bij geur dezelfde mate van aversie uitdrukt.

In Miedema (1993a) is dit nagegaan door een onderzoek uit te voeren onder personen, die waren blootgesteld aan geluid en geur van industrie en, in de meeste gevallen, van (weg)verkeer. Per bron is gevraagd naar de geluid- of geurhinder. Daarnaast werd gevraagd om bijvoorbeeld de geluidhinder van de ene bron te vergelijken met de geurhinder van de andere bron en aan te geven of de één hinderlijker is dan de ander en in welke mate.

Daarbij bleek bijvoorbeeld het volgende. Als voor een geluidbron en voor een geurbron dezelfde hindercategorie gekozen werd, dan werden de bronnen bij de vergelijking inderdaad even hinderlijk gevonden. Op grond van dergelijke resultaten is geconcludeerd dat eenzelfde categorie voor geluid en voor geur eenzelfde mate van hinder uitdrukt.

Figuur 7. De L_{etm} waarde (in dB(A)) van wegverkeer (niet snelweg) die even hinderlijk is als een $C_{99,5}$ waarde (in ge/m^3) voor een geurbron.



Met dit gegeven is het eenvoudig om uit de resultaten van de geluid- en van de geurcompilatiestudie af te leiden welke geluid- en geurblootstellingen dezelfde hinder veroorzaken. In figuur 7 is aangegeven welke L_{eqm} waarde voor 'overig wegverkeer' dezelfde hinder veroorzaakt als een $C_{99,5}$ waarde voor een geurbron.

Onderstaande tabel is gebaseerd op soortgelijke vergelijkingen. Er wordt voor de verschillende geluidbronnen en voor geur aangegeven welke blootstellingsklassen qua veroorzaakte hinder met elkaar corresponderen. Per klasse is een kwaliteitslabel gegeven, waarover uiteraard te discussiëren is. De motivatie voor de hier gebruikte benoemingen is als volgt gebaseerd op de relatie voor overig wegverkeer tussen L_{eqm} en hinder. Een situatie wordt als goed beschouwd tot aan het niveau waar hinder begint op te treden (overig wegverkeer $L_{\text{eqm}} = 40$ dB(A)). Wanneer een derde van de bevolking negatief beïnvloed wordt in de zin dat zij minstens enige hinder opgeven, tien procent gehinderd is en sommige mensen ernstig gehinderd worden, dan beschouwen we een situatie niet langer als goed of redelijk, maar beginnen we die matig te noemen (overig wegverkeer $L_{\text{eqm}} = 50$ dB(A)). Op het punt waar de meerderheid van de bevolking minstens enige hinder ondervindt, een kwart gehinderd is en vijf tot tien procent ernstig gehinderd beginnen we een situatie slecht te noemen (overig wegverkeer $L_{\text{eqm}} = 60$ dB(A)). Wanneer de ruime meerderheid (twee derde) negatief beïnvloed wordt in de zin dat ze minstens enige hinder rapporteren, de meerderheid gehinderd is en een kwart ernstig gehinderd is beginnen we een situatie extreem slecht te noemen (overig wegverkeer $L_{\text{eqm}} = 70$ dB(A)).

De laatste kolom van de tabel heeft betrekking op de integrale beoordeling van geluid- en geurbronnen. Deze integrale beoordeling komt in de nu volgende hoofdstukken aan de orde.

Tabel 1 Gelijk-hinderlijke blootstellingsklassen voor diverse individuele geluidbronnen, voor geur en voor gecombineerde blootstellingen.

beoordeling	L_{eqm}						$C_{99,5}$	MKM
	overig weg verkeer	snelweg verkeer	vlieg verkeer	rail verkeer	impuls	industrie (non-impuls)	Geur	Integraal
goed	< 40	< 40	< 40	< 40	< 20	< 40	< 1,9	< 40
tamelijk goed	40-45	40-44	40-44	40-46	20-26	40-44	1,9-3,8	40-45
redelijk	45-50	44-48	44-48	46-52	26-32	44-48	3,8-7,5	45-50
matig	50-55	48-52	48-51	52-58	32-38	48-52	7,5-15	50-55
tamelijk slecht	55-60	52-57	51-55	58-64	38-44	52-57	15-29	55-60
slecht	60-65	57-61	55-59	64-70	44-50	57-61	29-57	60-65
zeer slecht	65-70	61-65	59-63	70-77	50-56	61-65	57-113	65-70
extreem slecht	≥ 70	≥ 65	≥ 63	≥ 77	≥ 56	≥ 65	≥ 113	≥ 70

6. AFLEIDING VAN DE MILIEUKWALITEIT MAAT VOOR GELUID EN GEUR

Het voorgaande biedt informatie die gebruikt kan worden voor een consistente beoordeling van het gezondheidseffect, in casu hinder, van individuele geluid- of geurbronnen. Behalve op zichzelf voorkomende bronnen, komen ook combinaties van bronnen veelvuldig voor. In Nederland is blootstelling aan meer dan één bron eerder regel dan uitzondering. Dat aandacht voor de individuele bronnen in een combinatie niet voldoende is, wordt door Tesink in het volgende citaat aangegeven:

'Het dilemma (...) is dat het aan de ene kant inderdaad moeilijk is een wetenschappelijke onderbouwing te geven voor een dergelijke totaal-optelling (...) maar dat aan de andere kant iedereen intuïtief zal zeggen dat bij meer vormen van milieubelastingen de milieukwaliteit slechter is en dat derhalve verdergaande beperkingen, onder andere voor de woningbouw en de industrie, op zijn plaats zijn.'

In Miedema (1993b) wordt het in het citaat aangegeven probleem van de 'totaal-optelling' behandeld en wordt een maat voorgesteld, waarin het effect van de verschillende geluidbronnen en van geur op de milieukwaliteit tot uitdrukking komt. In het volgende hoofdstuk wordt deze maat beschreven en in het hoofdstuk daarna wordt de toepassing ervan geïllustreerd. In dit hoofdstuk wordt de onderbouwing geschetst.

Wat van een maat voor de milieukwaliteit verwacht wordt, kan als volgt gepreciseerd worden. Deze maat moet aan een situatie consequent een groter getal toekennen indien de milieukwaliteit slechter is. Consequent een kleiner getal zou natuurlijk ook kunnen: de essentie is een strict monotone relatie tussen de maat en de milieukwaliteit.

Daarnaast is aansluiting bij de bestaande praktijk gewenst. Voor veel geluidbronnen wordt het L_{etm} als expositiemaat gebruikt en voor geurbronnen, naast het C_{98} , het $C_{99,5}$. Deze maten hebben een duidelijke relatie met de hinder, waarop in hoofdstuk 3 respectievelijk 4 is ingegaan. Mede in verband met de aansluiting bij de praktijk zijn de volgende randvoorwaarden gesteld. De maat voor de milieukwaliteit moet berekend kunnen worden uit, per geluidbron, de L_{Aeq} 's voor de dag, avond en nacht (hierop is ook het L_{etm} voor een geluidbron is gebaseerd: zie paragraaf 2.1) en uit het $C_{99,5}$ voor de geur. Verder moet voor een situatie met één geluidbron de milieukwaliteit maat consequent toenemen als het L_{etm} voor die bron toeneemt. Voor alleen geur moet de maat consequent toenemen als het $C_{99,5}$ voor de geur stijgt.

De gezochte maat is te zien als een regel die één getal koppelt aan elke combinatie van de L_{Aeq} 's per geluidbron en per dagperiode en het $C_{99,5}$ voor de geur. Een belangrijk element van de gevolgde aanpak is dat de keuze van een combinatieregule in verband wordt gebracht met empirische eigenschappen. Het

* J. Tesink. Voordracht VROM Workshop Cumulatie van Bronnen en Milieubelastingen. Scheveningen, 26 april 1989.

wordt aangetoond dat bepaalde eigenschappen bepaalde regels impliceren. Het gaat in het bijzonder om eigenschappen van de ordening van situaties naar hun hinderlijkheid. Het resultaat is gebaseerd op een beperkt aantal eigenschappen, maar ze zijn niet alle zonder een meer gedetailleerde inleiding onder woorden te brengen. Een eigenschap waarvoor dit wel lukt is bijvoorbeeld transitiviteit: als situatie A hinderlijker is dan B, en B hinderlijker dan C, dan wordt aangenomen dat A hinderlijker is dan C. En een andere eenvoudige eigenschap is: voor twee situaties A en B geldt dat A hinderlijker is dan B of B is hinderlijker dan A, of A en B zijn even hinderlijk. Deze voorbeelden betreffen eigenschappen die nauwelijks ter discussie zullen staan.

Naar ons oordeel is één van de aangenomen eigenschappen kritisch. Deze wordt aangeduidt als A^* -onafhankelijkheid en er wordt in Miedema (1993b) uitgebreid op ingegaan. Hier kunnen we alleen een globaal idee geven van wat deze eigenschap inhoudt.

A^* -onafhankelijkheid is gerelateerd aan onafhankelijkheid, maar er wordt aanzienlijk minder mee aangenomen. Globaal betekent A^* -onafhankelijkheid dat (een deel van) de factoren die aan de hinder bijdragen zodanig in clusters onder te verdelen zijn, dat de factoren binnen een cluster de hinder onafhankelijk van elkaar beïnvloeden terwijl er geen onafhankelijkheid is ten opzichte van factoren buiten het cluster. Simpele onafhankelijkheid eist meer, namelijk dat er één dergelijk cluster is, bestaande uit alle factoren die de hinder beïnvloeden.

A^* -onafhankelijkheid betekent verder dat clusters en niet in eerste instantie geclusterde factoren weer op vergelijkbare wijze te clusteren zijn, enz., tot slechts één cluster overblijft.

De milieukwaliteit maat is verkregen door uit te gaan van genoemde en andere eigenschappen en door rekening te houden met de eerder gestelde randvoorwaarde ten aanzien van aansluiting bij de bestaande praktijk voor individuele bronnen. De maat is als volgt te beschrijven. Per dagdeel wordt een 'gewogen' combinatie vastgesteld van de L_{Aeq} 's voor de verschillende geluidbronnen. Van de resultaten voor de drie dagdelen wordt het maximum genomen. Dit wordt in een 'gewogen' combinatie samengenomen met het $C_{99,5}$ voor de geur. De 'gewichten' voor deze combinatie hangen voor een belangrijk deel af van de in hoofdstuk 3 en 4 gepresenteerde relaties voor geluid en geur. In het volgende hoofdstuk wordt de maat in stappen precies beschreven.

7. BESCHRIJVING VAN DE MILIEUKWALITEIT MAAT VOOR GELUID EN GEUR

De L_{ctm} waarde voor wegverkeer (niet-snelweg), die evenveel hinder veroorzaakt als een combinatie van geluidbronnen wordt hier de MKM(geluid) genoemd (Milieu Kwaliteit Maat voor geluid). Deze wordt verkregen door middel van de volgende stappen:

1. Bepaal voor snelwegverkeer, ander wegverkeer, railverkeer, vliegverkeer, industriegeluid zonder impulsen, en impulsgeluid $L_{\text{Aeq},i}(07-19)$, $L_{\text{Aeq},i}(19-23)$ en $L_{\text{Aeq},i}(23-07)$, waarbij i de index is voor het type bron.
2. Bereken voor elk van de drie periodes de som van de geluidbijdragen van de individuele bronnen. Voor de avond en nacht worden daarbij de straffactoren 5 en 10 dB(A) toegepast:

$$Y_{\text{geluid}}(07-19) = \sum_i \text{antilog } a_i [L_{\text{Aeq},i}(07-19) - b_i] / 10$$

$$Y_{\text{geluid}}(19-23) = \sum_i \text{antilog } a_i [L_{\text{Aeq},i}(19-23) + 5 - b_i] / 10$$

$$Y_{\text{geluid}}(23-07) = \sum_i \text{antilog } a_i [L_{\text{Aeq},i}(23-07) + 10 - b_i] / 10$$

Gebruik hierbij de volgende waarden voor a_i and b_i :

	a_i	b_i
snelweg	1,21	40
ander wegverkeer	1,00	40
railverkeer	0,82	40
vliegverkeer	1,31	40
industrie (\neq imp)	1,21	40
impuls	0,84	20

Deze parameters zijn in het geval van railverkeer van toepassing als er geen sprake is van bijzondere geluiden zoals piepen. Voor vliegverkeer zijn de parameters gebaseerd op onderzoek rond vliegvelden voor de grote burgerluchtvaart, zodat ze niet zonder meer gebruikt kunnen worden voor bijvoorbeeld vliegvelden die vooral gebruikt worden voor straaljagers, sportvliegtuigjes of helicopters.

3. Neem de hoogste van de drie resulterende waarden:

$$Y_{\text{geluid}} = \text{MAX} \{ Y_{\text{geluid}}(07-19), Y_{\text{geluid}}(19-23), Y_{\text{geluid}}(23-07) \}.$$

4. Bepaal het L_{ctm} voor wegverkeer (niet snelweg) dat even hinderlijk zou zijn als de te beoordelen combinatie van geluidbronnen:

$$\text{MKM}(\text{geluid}) = 10 \log Y_{\text{geluid}} + 40.$$

De L_{ctm} waarde voor wegverkeer (niet snelweg) die evenveel hinder zou veroorzaken als een combinatie van geluid- en geurbronnen wordt het MKM(geluid, geur) genoemd. Deze wordt verkregen door middel

van de volgende stappen (5 en 6 kunnen enigszins gesimplificeerd worden):

5. Bepaal voor geur:

$$Y_{\text{geur}} = (C_{99,5} / 1,93)^{1,7}.$$

6. Gebruik het resultaat van stap 3 en 5, en bepaal:

$$Y = [(Y_{\text{geluid}})^{1/1,7} + (Y_{\text{geur}})^{1/1,7}]^{1,7}.$$

7. Bepaal het wegverkeers L_{etm} (niet snelweg) dat even hinderlijk zou zijn als de te beoordelen combinatie van geluid- en geurbronnen:

$$\text{MKM}(\text{geluid, geur}) = 10 \log Y + 40.$$

Naar ons oordeel is de exacte waarde van de parameter in stap 6, die daar waarde 1,7 heeft, het onzekerste punt uit de procedure. In Miedema (1993b) wordt toegelicht dat een waarde tussen de 1 en 3 zeer waarschijnlijk is. De vaststelling op 1,7 wordt daar ook verder toegelicht.

8. TOEPASSING VAN DE MILIEUKWALITEIT MAAT VOOR GELUID EN GEUR

In hoofdstuk 6 is een indruk gegeven van de wijze van onderbouwing van de maat voor de milieukwaliteit voor wat betreft geluid en geur. In hoofdstuk 7 is een 'kookboek' procedure gegeven voor het vaststellen van de maat. Tabel 1 kan gebruikt worden om de waarden van deze maat te vergelijken met blootstellingen aan individuele factoren. Hier wordt geïllustreerd hoe de uitkomsten van onderzoek, waarin de maat wordt toegepast, visueel weergegeven kunnen worden. De illustratie heeft betrekking op een groot industrieterrein in Arnhem.

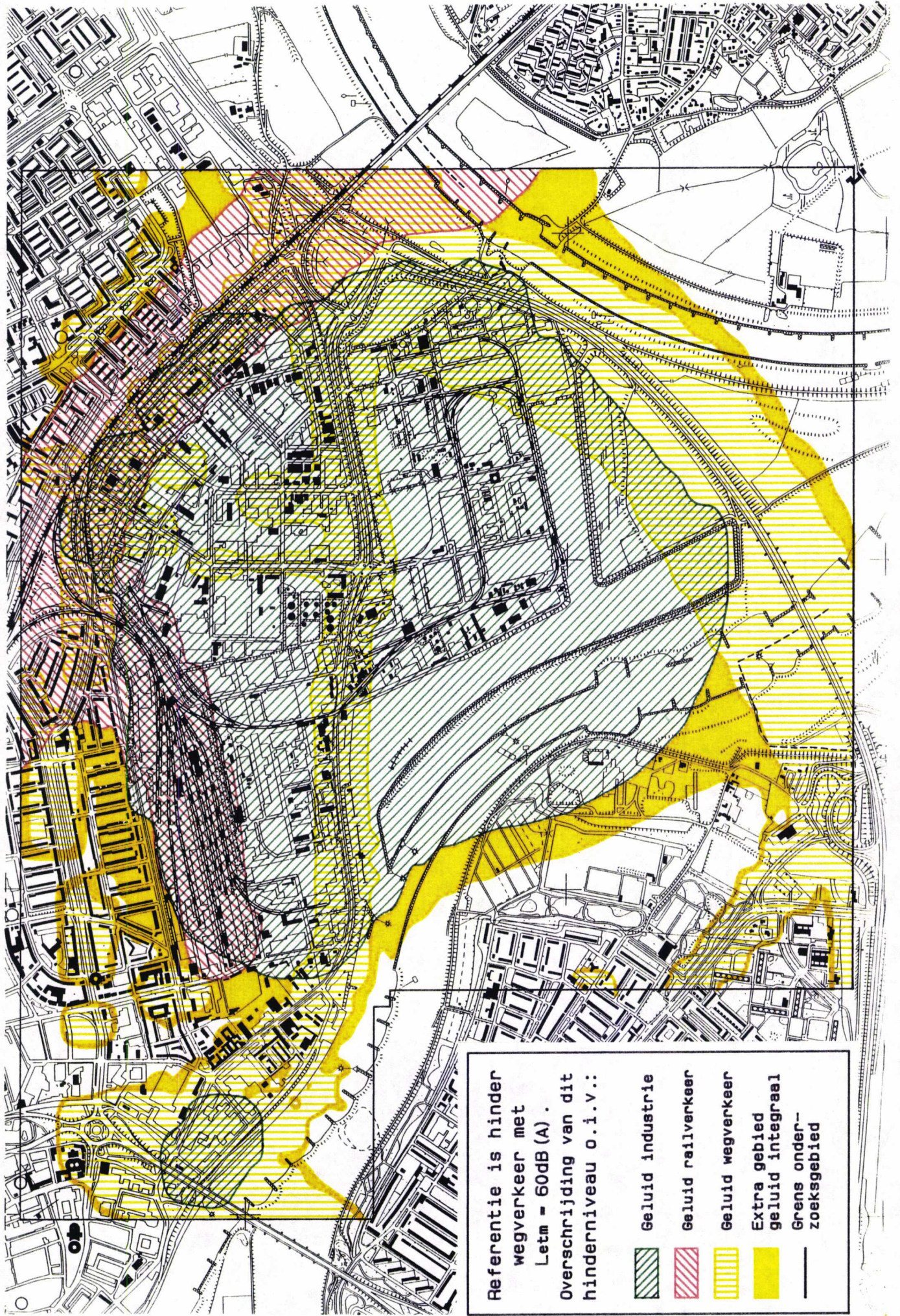
Voor deze illustratie is gebruik gemaakt van gegevens die in het kader van een IMZ-proefproject door onderzoeksbureaus DGMR (geluid) en Projectresearch Amsterdam (geur) zijn verzameld en waarover wij door medewerking van de gemeente Arnhem en de provincie Gelderland konden beschikken. Speciaal voor de onderhavige illustratie zijn door DGMR enige aanvullende berekeningen uitgevoerd. Om na te gaan waar de integrale beoordeling extra maatregelen suggereert in aanvulling op de maatregelen die afgestemd zijn op de individuele bronnen, is in de figuren 8 en 9 een aantal contouren vastgesteld.

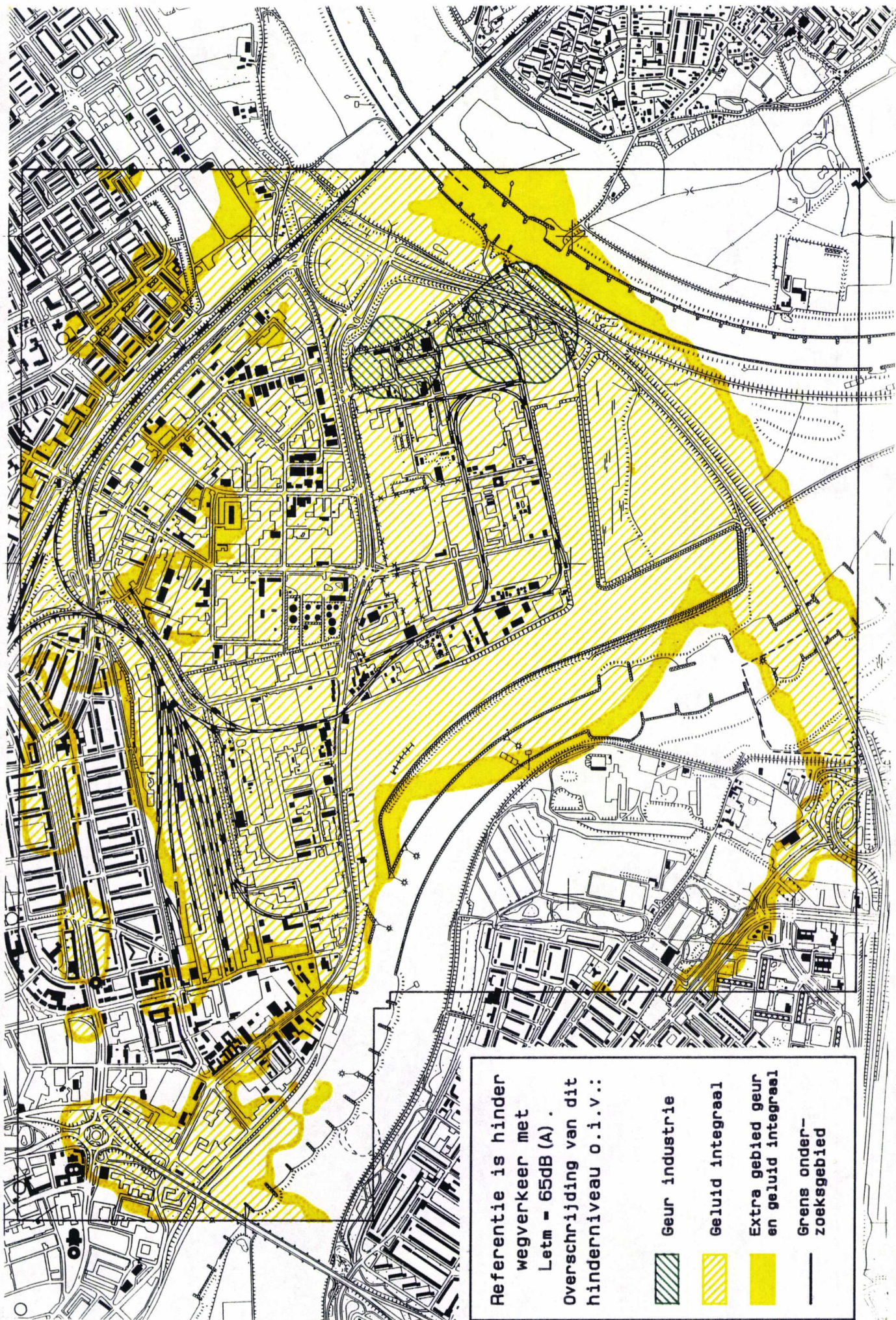
In figuur 8 zijn de gelijke-hinder contouren voor het geluid van de industrie, van het overig wegverkeer en van het treinverkeer getekend. Een contour omsluit het gebied (gearceerd), waar de desbetreffende bron een sterkere hinder veroorzaakt dan wegverkeer (niet snelweg) met een L_{eqm} van 60 dB(A) zou doen.

In figuur 8 is ook de gelijke-hinder contour getekend, die verkregen wordt bij een integrale beoordeling van de belasting door deze drie geluidbronnen. Het gebied dat buiten de contouren voor de individuele bronnen valt, maar binnen de integrale geluidcontour, is egaal geel ingekleurd. Dit is het gebied waar het bovengenoemde hinderniveau overschreden wordt onder invloed van de combinatie van geluidbronnen, terwijl elk van de bronnen individueel een lagere hinder veroorzaakt. Een deel van de woonbebouwing in het NW (linksboven) valt in dit gebied.

Met uitzondering van een zeer klein deel in de NW-hoek valt het totale onderzoeksgebied binnen de integrale contour voor de drie geluidbronnen plus geur (niet getekend). Volgens de kwalificatie uit tabel 1 betekent dit dat de milieukwaliteit wat betreft geluid en geur voor vrijwel het hele onderzoeksgebied 'slecht' of minder is.

>> *Figuur 8* Gelijke-hinder contouren voor industrie, wegverkeer, railverkeer en de integrale contour voor deze drie bronnen. De hinder op de contouren is gelijk aan de hinder die veroorzaakt zou worden door een L_{eqm} waarde van 60 dB(A) van wegverkeer (niet snelweg). Het gebied binnen elk van de individuele contouren is gearceerd. Het gebied dat buiten de individuele contouren valt, maar binnen de integrale contour is egaal geel gekleurd. (Het beschouwde gebied, waarvoor data beschikbaar waren, is met een zwart kader aangeduid.)





Referentie is hinder
 wegverkeer met
 Letm = 65dB (A).
 Overschrijding van dit
 hinderniveau o.i.v.:

-  Geur industrie
-  Geluid integraal
-  Extra gebied geur en geluid integraal
-  Grens onderzoekegebied

Waar de kwalificatie 'zeer slecht' van toepassing is, kan worden afgelezen uit figuur 9. Daar zijn de gelijke-hinder contouren getekend voor alleen geur, voor de drie geluidbronnen tezamen en voor deze geluidbronnen en geur tezamen. Het hinderniveau op deze contouren komt overeen met de hinder bij een L_{eqm} van 65 dB(A) van wegverkeer (niet snelweg). Het gebied dat buiten de integrale geluidcontour en buiten de geurcontour valt maar binnen de integrale contour voor geluid en geur is egaal geel ingekleurd. We zien dat de 'zeer slechte' kwaliteit in het NO (bijvoorbeeld langs de Bethaniënstraat) tot stand komt door cumulatie van geluid (weg- en railverkeer) en geur.

De bovenstaande contouren en beoordelingen zijn gebaseerd op de geluidbronnen en de geur waarvoor blootstellingsgegevens beschikbaar waren. Factoren of bronnen waar geen gegevens voor zijn beïnvloeden deze contouren en beoordelingen uiteraard niet. Voor de Arnhemse situatie lijkt vooral het snelwegverkeer een factor die hier niet meegenomen is maar waarschijnlijk wel een belangrijke invloed heeft.

<< *Figuur 9.* Gelijke-hinder contouren voor geur van industrie, de combinatie van de drie geluidbronnen en de integrale contour voor deze drie geluid bronnen en geur. De hinder op de contouren is gelijk aan de hinder die veroorzaakt zou worden door een L_{eqm} waarde van 65 dB(A) van wegverkeer (niet snelweg). Het gebied dat buiten de integrale geluidcontour valt, maar binnen de integrale contour voor geluid en geur is egaal geel gekleurd. (Het beschouwde gebied, waarvoor data beschikbaar waren, is met een zwart kader aangeduid.)

REFERENTIES

Dit rapport is een samenvatting van de volgende rapporten:

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

MIEDEMA HME. Response functions for environmental odour in residential areas. Leiden: NIPG-TNO, 1992b. Rapport 92.006.

MIEDEMA HME. Matching noise and odour annoyance. Leiden: NIPG-TNO, 1993a. (te publiceren als rapport 92.023).

MIEDEMA HME. Quantification of environmental quality: foundation and application with respect to noise and odour. Leiden: NIPG-TNO, 1993b. (te publiceren als rapport 92.022).



Reprografie: NIPG-TNO
Projectnummer: 3929