



Briefrapport 680300006/2008  
E. Verheijen | E. Schreurs | J. Jabben.

## Invloed hybride voertuigen op de geluidbelasting

RIVM Briefrapport 680300006/2008

## **Invloed hybride voertuigen op de geluidbelasting**

Edwin Verheijen  
Eric Schreurs  
Jan Jabben

Contact:  
Jan Jabben  
RIVM MEV/LVM  
Jan.Jabben@RIVM.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van VROM, in het kader van project M680300, Beleidsondersteuning Geluid.

© RIVM 2008

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

## Rapport in het kort

### Invloed hybride voertuigen op de geluidbelasting

Elektrische en hybride auto's zijn behalve energiezuinig en schoon ook stil. In stedelijk verkeer (tot 50 km per uur) zijn auto's met een hybride motor 1 tot 3 decibel stiller dan auto's met een benzine- of dieselmotor. Als alle motorvoertuigen met een hybride motor zouden zijn uitgerust, zou het aantal (ernstig) gehinderden door stedelijk verkeerslawaai met ongeveer 20 procent afnemen. Dit blijkt uit een verkennend onderzoek van het RIVM in opdracht van het ministerie van VROM.

Op rijks- en provinciale wegen zijn hybride of elektrische motorvoertuigen niet stiller dan reguliere. Dat komt doordat bij snelheden boven 50 km per uur het bandengeluid overheerst.

Bij een combinatie van hybride auto's en stille banden worden deze voertuigen nog iets stiller. Stille banden bij reguliere auto's leveren pas een geluidreductie op bij snelheden boven 50 km per uur. Hybride auto's met zulke banden zijn al bij lagere snelheden stiller. In stadsverkeer zou het geluid daardoor met 1 decibel extra verminderen.

De effecten van volledig elektrisch aangedreven voertuigen zijn in dit kader nog niet onderzocht. Verwacht wordt dat bij dit type de geluidreducties in stedelijk gebied nog wat groter zijn en dat dit type ook een gunstige invloed heeft op de lokale luchtkwaliteit.

Trefwoorden: geluidsmaatregelen, verkeer, hybride, geluidshinder

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Aanpak</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Conclusie</b>	<b>12</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>13</b>
	<b>Bijlage 1 Geluidemissie hybride voertuigen</b>	<b>14</b>
	<b>Bijlage 2 Implementatie van hybride voertuigen in rekenmodel</b>	<b>16</b>

# 1 Inleiding

Elektrisch aangedreven auto's zijn behalve energiezuinig en schoon ook stil. Een nadeel van volledig elektrisch aangedreven auto's is momenteel nog de beperkte actieradius. Dit probleem is met succes verholpen door de introductie van hybride aandrijfsystemen. Bij hybride auto's wordt de elektromotor doorgaans gecombineerd met een verbrandingsmotor. De energie die vrijkomt bij het remmen wordt opgeslagen en hergebruikt bij het accelereren. Terwijl reguliere wagens bij optrekken vanuit stilstand veel geluid maken, zijn hybride voertuigen dan juist opvallend stil. De verwachting is daarom dat naarmate het aandeel auto's met een hybride motor groeit, met name in het stadsverkeer de geluidemissie zal afnemen.

De onderhavige rapportage betreft de resultaten van een onderzoek naar de invloed van een toenemend gebruik van hybride auto's op geluidbelasting. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van de beleidsondersteuning van het RIVM aan de directie Ruimte, afdeling Leefomgevingskwaliteit van het ministerie van VROM.

## *Ontwikkeling hybride personenwagens*

Nadat enkele jaren geleden de eerste hybride personenauto's op de markt zijn geïntroduceerd, zien we nu dat vrijwel alle autofabrikanten zulke wagens in hun assortiment opnemen. De overheid stimuleert de verkoop en het gebruik met onder andere het schrappen van de BPM<sup>1</sup> en een lagere fiscale bijtelling voor hybride lease-auto's (14% tegen 25% normaal). Momenteel is 2% van de nieuw verkochte auto's uitgevoerd met een hybride motor [1]. Door de fiscale voordelen, het grotere aanbod en de stijgende brandstofprijzen zal dit percentage naar verwachting snel toenemen.

## *Ontwikkeling hybride vrachtwagens*

Bij vrachtwagens en bussen gaan de marktontwikkelingen minder snel. Sommige bedrijven laten bij wijze van proef enkele elektrische of hybride vrachtwagens rijden, maar van volwaardige producten is nog nauwelijks sprake. Voor lange afstandsvervoer hebben hybride motoren overigens geen voordelen ten opzichte van dieselmotoren. De hybride techniek is vooral lonend voor transport in stedelijke gebieden: lage snelheid, veel remmen en optrekken. Toepassingsgebieden zijn daardoor bijvoorbeeld busvervoer en levering van goederen aan de detailhandel.

Vermeldenswaardig zijn ontwikkelingen waarbij de lagere geluidemissie zelf als belangrijk voordeel gezien wordt, bijvoorbeeld bij hybride vuilniswagens en vrachtwagens van expeditiebedrijven die in de vroege ochtend actief zijn.

## *Toekomstige ontwikkelingen*

De industrie is volop bezig om nieuwe voertuigen te ontwikkelen die volledig elektrisch zijn aangedreven. Een doorbraak lijkt nu mogelijk door de sterke verbeteringen die zijn gerealiseerd aan accu's die een veel groter vermogen en actieradius leveren en die via elk normaal stopcontact kunnen worden opgeladen. Deze voertuigen zullen naar verwachting de komende vijf jaar een marktaandeel veroveren. Cruciaal is daarbij de mate waarin energiebedrijven in staat zullen zijn om in te spelen op de bijbehorende elektriciteitsbehoefte. De perspectieven lijken gunstig. Niet alleen bespaart de gebruiker van het elektrische voertuig fors op energiekosten ten opzichte van de kosten bij gebruik van benzine- of dieselveertuigen, maar indien een fors deel van het verkeer overgaat op elektrische aandrijving ontstaat een buffercapaciteit, die de energieleveranciers in staat stelt beter gebruik te maken van duurzame bronnen zoals windenergie. Fluctuaties in het aanbod zijn dan beter op te vangen. De gunstige invloed van volledig elektrisch aangedreven voertuigen is evident. De voertuigen zijn niet

---

<sup>1</sup> belasting van personenauto's en motorrijwielen.

alleen stiller, maar tevens vrij van belangrijke luchtverontreiniging in de vorm van fijn stof, stikstofdioxide en CO<sub>2</sub>.

De termijn waarop deze ontwikkeling zich doorzet en kan worden voorzien in een gewijzigde stroombehoefte is niet exact aan te geven, maar zal nog wel 10 tot 20 jaar op zich laten wachten. Het onderhavige onderzoek beperkt zich vooralsnog op hybride aangedreven voertuigen die nu al op de markt zijn, waarbij naast bandengeluid ook het motorgeluid nog van belang is. De effecten die daarbij zijn gevonden zullen naar verwachting nog hoger uitvallen indien voertuigen geheel elektrisch worden aangedreven. Dit zou eventueel in een vervolgonderzoek kunnen worden beoordeeld.

#### *Effect op verkeersgeluid*

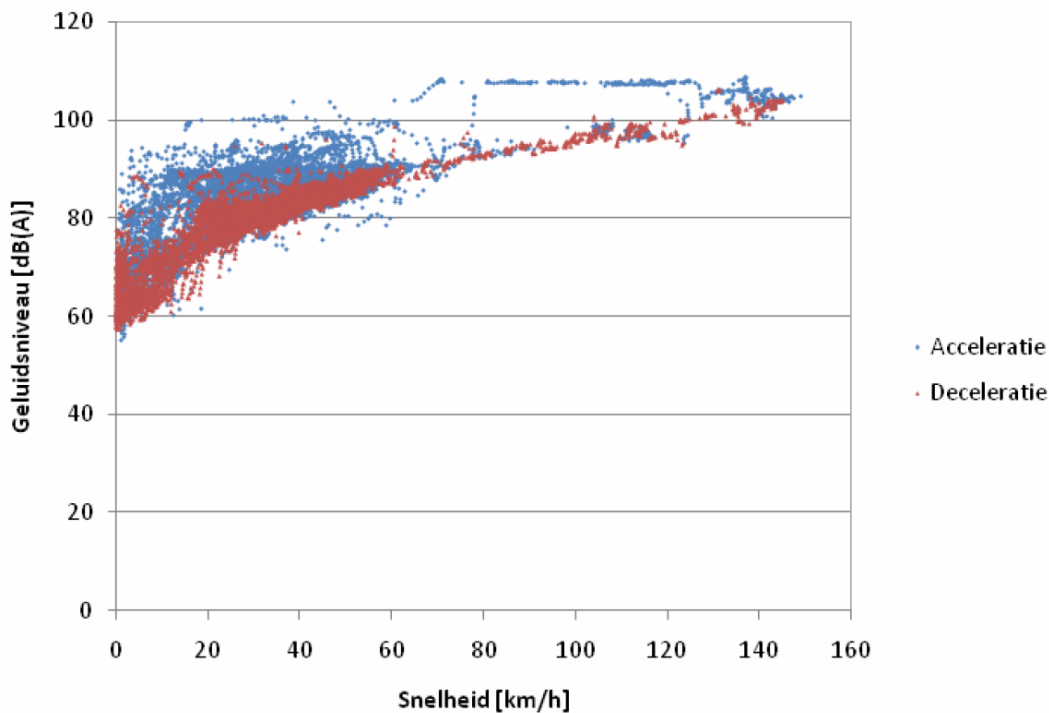
In deze verkenning onderzoeken we hoe sterk de geluidreductie is bij verschillende snelheden en in verschillende verkeerssituaties. Met een rekenmodel gaan we vervolgens na wat het maximale effect is van hybride voertuigen op de geluidproductie en op de geluidhinder. De resultaten worden besproken in het licht van de onzekerheden en van de aannames die zijn gedaan.

## 2 Aanpak

Over de geluidprestaties van hybride voertuigen is weinig of geen literatuur beschikbaar. Omdat slechts weinig verschillende merken en types op de markt zijn – bovendien alleen lichte voertuigen (personenwagens) – kan een representatieve geluidemissie van hybride voertuigen nog niet nauwkeurig worden bepaald. In het kader van dit onderzoek wordt volstaan met een combinatie van beperkte metingen en beredeneerde aannames voor de ontbrekende gegevens.

De bepaling van de geluidemissie van hybride voertuigen is in opdracht van het RIVM in 2008 uitgevoerd door ingenieursbureau DGMR [2]. De eerste stap is het splitsen van de geluidemissie in band-wegdekgeluid en motorgeluid. Dit is gebeurd met behulp van gegevens uit de Europese projecten Harmonoise en IMAGINE.

Het motorgeluid van hybride personenauto's heeft DGMR bepaald met eigen metingen. Hierbij is bij een Toyota Prius met een meetmicrofoon onder de motorkap een route door de stad en over de snelweg afgelegd. De meetresultaten, zie Figuur 1, kunnen worden gescheiden in band-wegdekgeluid (=ondergrens puntenwolk) en motorgeluid (= "gemiddelde" van puntenwolk, na energetische correctie voor het aanwezige band-wegdekgeluid).



Figuur 1 Geluid onder de motorkap bij een hybride personenauto. Uit [2].

Het emissieverschil tussen het motorgeluid van hybride en reguliere personenauto's bij verschillende snelheden is vervolgens gebruikt om het geluid van hybride motoren van middelzwaar en zwaar verkeer te schatten. Samen met het band-wegdekgeluid, dat gelijk is voor hybride en niet-hybride voertuigen, levert dit de totale geluidemissie voor lichte, middelzware en zware hybride voertuigen. Daarnaast is de invloed op de optrektoeslag (kruispuntcorrectie) geschat.

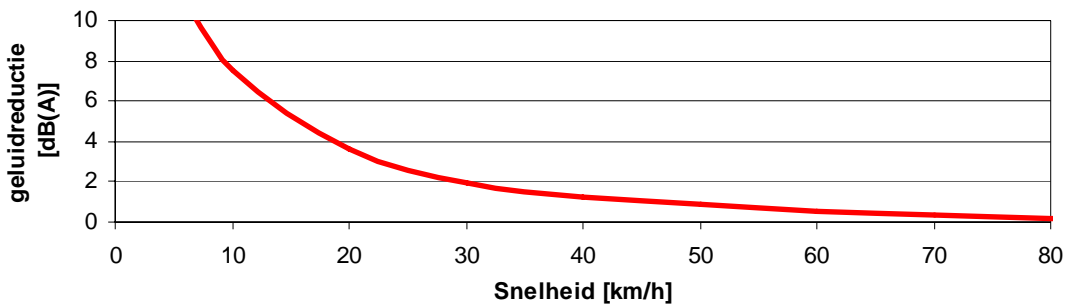


### *Scenariostudie*

Het effect van de lagere geluidemissie van hybride voertuigen hebben wij op landelijke schaal doorgerekend met het LVM-SRMII-rekenmodel. Het gaat hier om het maximale effect, dit wil zeggen de situatie waarin het gehele wagenpark uit stille hybride voertuigen bestaat. De afname van de geluidbelasting resulteert in een lager aantal gehinderden. Deze situatie is vergeleken met de referentiesituatie waarin alleen reguliere voertuigen (met diesel- en benzinemotoren) rijden.

### 3 Resultaten

Het verschil in geluidemissie tussen hybride en niet-hybride voertuigen neemt toe met afnemende snelheid. Figuur 2 geeft de geluidreductie bij lichte motorvoertuigen als voorbeeld. Het gaat hier om de totale geluidemissie van band-wegdekgeluid en motorgeluid. Bij stilstand staat de motor uit en is er helemaal geen geluid te horen. Bij 20 km/u is de reductie ruim 3 dB, afnemend tot 1 dB bij 50 km/u. Daarboven neemt de geluidreductie snel af tot nul, omdat daar het band-wegdekgeluid overheerst.



Figuur 2 Verschil in geluidemissie tussen hybride en niet-hybride personenauto's.

Hoewel niet rechtstreeks aan middelzware en zware voertuigen is gemeten, kunnen soortgelijke reducties (in bijlage 1) worden berekend als wordt aangenomen dat ook bij deze voertuigen de dieselmotor uit staat bij lage snelheden. Dit wordt bevestigd in verschillende beschrijvingen van prototypes<sup>2</sup>. Boven ca. 20 km/u schakelt een lichte dieselmotor bij op een relatief laag constant toerental, waardoor deze ook dan stiller dan reguliere voertuigen.

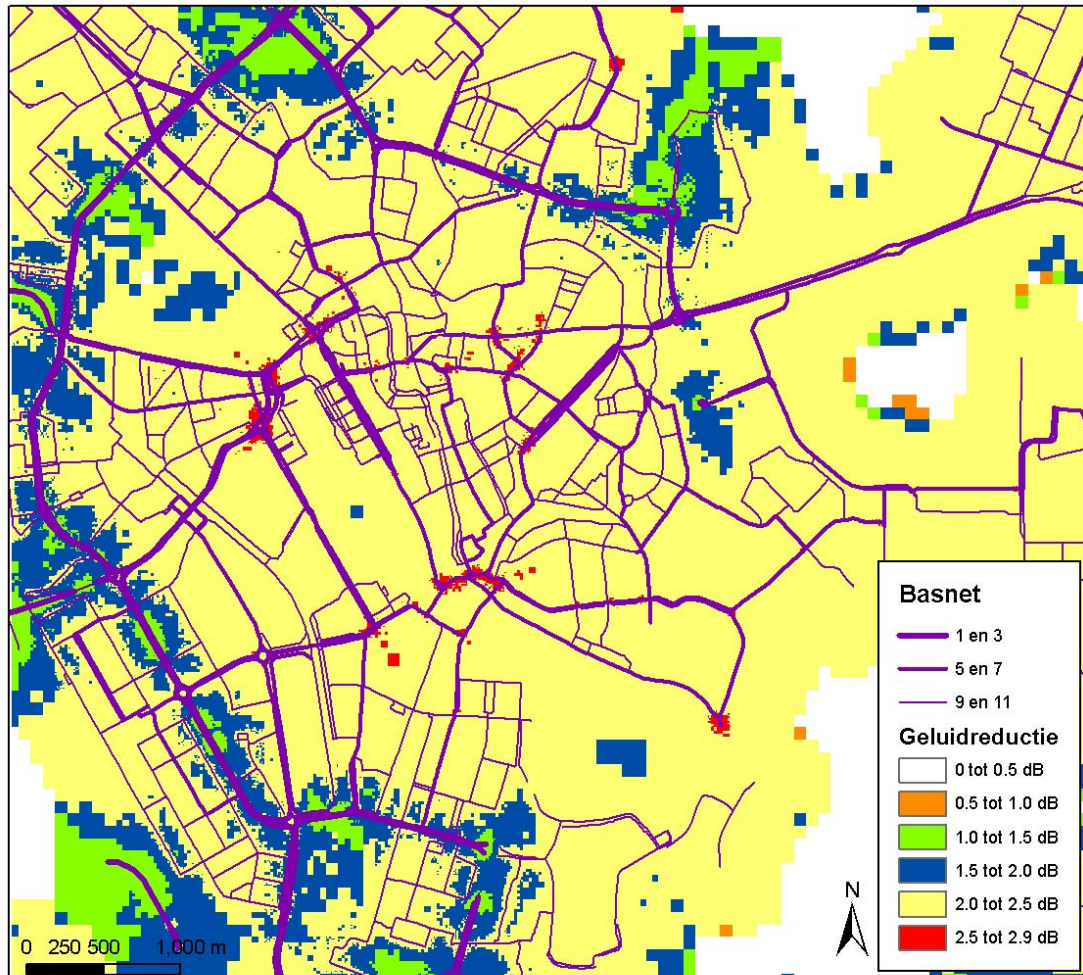
Uit de DGMR-studie blijkt dat in stadsverkeer een omschakeling naar een geheel hybride wagenpark reducties tussen 1 en 3 dB zou opleveren<sup>3</sup>. Bovendien vervalt de optrektoeslag (kruispuntcorrectie) voor vrachtverkeer op kruispunten. De grootste reducties treden daardoor op in de buurt van kruispunten. Op provinciale wegen en rijkswegen is vanwege de hoge rijnsnelheid geen reductie te verwachten. Het effect van hybride voertuigen hebben wij daarom alleen op gemeentelijke wegen doorgerekend. Daarvoor is in het LVM-SRMII rekenmodel de stad Utrecht als voorbeeld gebruikt. In dit rekenmodel zijn de intensiteiten en rijnsnelheden gebaseerd op het BASNET-wegenbestand [4]. Voor de rijnsnelheden zijn reële waarden per periode van de dag gebruikt, zie Bijlage 2. Daarmee kan een juister beeld worden verkregen van de vermindering van de geluidhinder dan met de maximum snelheid uit het Reken en Meetvoorschrift Geluidhinder.

In Figuur 3 is te zien dat in het grootste deel van de stad de geluidbelasting met circa 2 dB daalt. Alleen op de grote doorgaande wegen, waar hogere rijnsnelheden worden gerealiseerd, zijn de reducties iets lager. Bij belangrijke kruispunten worden juist hogere reducties van bijna 3 dB berekend, doordat hybride vrachtverkeer daar veel stiller optrekt en afremt dan niet-hybride vrachtverkeer. Op wegen met klinkerverharding zal de geluidreductie door het model worden overschat, omdat het band-wegdekgeluid daar aanzienlijk hoger ligt dan op de geasfalteerde wegen. Dit type weg maakt

<sup>2</sup> productbeschrijvingen van de hybride vuilniswagens Volvo FE en Renault Hybrys, en van hybride stadsbussen van type "LighTram" van de firma's Hess en Vossloh.

<sup>3</sup> Deze reducties worden bevestigd door een RIVM-studie uit 2003 waarin motorgeluid en band-wegdekgeluid gescheiden zijn gemeten [3].

echter maar een zeer klein deel van het wegennet uit. Deze – bovendien vaak verkeersluwe – wegen worden in het rekenmodel niet onderscheiden. De werkelijke reductie door hybride voertuigen zal daar nihil zijn.



Figuur 3 Geluidreductie van hybride wagens op gemeentelijke wegen in Utrecht.

Door de geluidreductie zal de hinder langs gemeentelijke wegen afnemen. De geluidhinder in het gebied van 7 bij 7 km uit figuur 3 is berekend voor de huidige situatie (reguliere voertuigen) en voor de situatie met een volledig hybride wagenpark<sup>4</sup>.

#### *Invloed op hoogbelaste woningen*

Hoewel de te behalen reductie beperkt is tot 1-3 dB is deze van groot belang voor de mogelijkheden voor de lokale overheid om een effectief geluidbeleid te voeren en in hun ruimtelijke ordening te kunnen voldoen aan grenswaarden. Ook bij actieplannen in het kader van de Europese richtlijn voor omgevingsgeluid is een reductie van de geluidemissie van het voertuigenpark van eminente betekenis. In Tabel 1 is het effect voor de  $L_{den}$ -geluidklassen weergegeven.

<sup>4</sup> De geluidbelasting van provinciale wegen en rijkswegen in het gebied is niet in beschouwing genomen. De geluid- en hinderreductie zal daarom plaatselijk iets minder zijn dan hier berekend.

Tabel 1 Aantal woningen per geluidbelastingsklasse bij regulier of hybride wagenpark in Utrecht.

Geluidbelastings-klasse	Regulier wagenpark		Hybride wagenpark	
	aantal	percentage*	aantal	percentage*
≤ 54 dB	53.600	48%	62.300	56%
55 – 59 dB	19.700	18%	20.500	18%
60 – 64 dB	22.300	20%	21.000	19%
65 – 69 dB	15.100	13%	8.100	7%
70 – 74 dB	1.500	1%	300	0%
≥ 75 dB	0	0%	0	0%

\* Percentage van het totaal aantal woningen in het gebied van Figuur 3 (totaal = 112.200 woningen).

#### *Invloed op geluidhinder*

De aantallen gehinderden zijn in Tabel 2 opgenomen.

Tabel 2 Geluidhinder in Utrecht bij regulier en hybride wagenpark (260.000 inw. in gebied Figuur 3).

Geluidbelastings-klasse	Gehinderde personen			Ernstig gehinderde personen		
	percentage*	regulier	hybride	percentage*	regulier	hybride
55 – 59 dB	21	3.800	3.900	8	1.500	1.500
60 – 64 dB	30	5.800	5.700	13	2.500	2.500
65 – 69 dB	41	6.300	3.600	20	3.100	1.700
70 – 74 dB	54	1.000	200	30	500	100
≥ 75 dB	61	0	0	37	0	0

\* Percentages gehinderden per geluidbelastingsklasse conform de *Regeling omgevingslawaaai*.

Het totale aantal gehinderden zal bij omschakeling op hybride motoren afnemen van 59.400 naar 46.300 inwoners (op 260.000 inwoners). Dit is een afname van ruim 20 procent<sup>5</sup>.

Hierbij wordt opgemerkt dat het rekenresultaat betrekking heeft op de  $L_{den}$ , dus een gemiddelde belasting over het etmaal. De ervaren hinder in de ochtend- en avondspits, naast geluid overigens ook vanwege luchtverontreiniging, zal bij een volledig hybride wagenpark waarschijnlijk sterker verminderen dan hier berekend.

#### *Stille banden*

Sinds 2007 voert de overheid een campagne om autorijders bewust te maken van de voordelen van stille banden. Met banden die 2 dB stiller zijn dan normaal, worden reguliere personenauto's vanaf 60 km/u zo'n 1,5 dB stiller. Onder die snelheid is het motorgeluid overheersend.

Doordat het motorgeluid van hybride auto's lager is, hebben stille banden bij zulke auto's al vanaf 30 km/u een effect van 1,5 dB ten opzichte van hybride auto's met normale banden. Dit betekent dat stille banden bij hybride auto's ook in het stadsverkeer al een relevant geluidsreducerend effect zullen hebben. Bij een wagenpark met enkel hybride voertuigen met stille banden is in het stadsverkeer een totale reductie van 3 tot 4 dB te realiseren t.o.v. de huidige situatie. Een beleid gericht op stimulering van stille banden zal derhalve tevens het reducerend effect van hybride voertuigen versterken en vice versa.

<sup>5</sup> De afname bij de ernstig gehinderden bedraagt 23% en bij de gehinderden 21%.

## 4 Conclusie

- Hybride motoren zijn zeer stil bij lage snelheden. In stadsverkeer levert dit reducties op van 1 tot 3 dB. Bij snelheden boven 50 km/u zijn hybride voertuigen echter nauwelijks stiller dan gewone motorvoertuigen, zodat op provinciale en rijkswegen geen geluidvoordeel te behalen is.
- De genoemde reducties worden overigens alleen gerealiseerd als vrijwel het gehele wagenpark hybride is. Zolang dit niet het geval is, overheerst de geluidemissie van reguliere voertuigen.
- Uit geluidberekeningen op beperkte schaal, voor de stad Utrecht, blijkt dat een omschakeling naar hybride auto's tot 20% reductie zal leiden van de binnenstedelijke geluidhinder op basis van dosis-effectrelaties voor de  $L_{den}$ . Mogelijk is de hinderreductie feitelijk nog hoger, omdat de hinderbeleving in de spitsperiodes vanwege het stagnerende verkeer sterker dan gemiddeld zal zijn, en juist dan zijn hybride voertuigen het stilst.
- De berekeningen zijn gebaseerd op gemeten geluidreducties aan slechts één type personenauto (Toyota Prius). Het aantal types hybride auto's is immers nog beperkt – voor hybride vrachtwagens en bussen is de prototypefase zelfs nog niet helemaal verlaten. Hoewel exacte cijfers over de geluidreductie van hybride voertuigen dus nog niet beschikbaar zijn, is wel duidelijk dat het stiller zijn in stadsverkeer een vast neveneffect is van (energiezuinige) hybride motortechniek.
- Een geheel elektrisch aangedreven wagenpark zou naar verwachting nog extra reductie kunnen opleveren ten opzichte van hybride aangedreven voertuigen. Een mogelijke invloed op ongevallen kans en verkeersveiligheid kan daarbij een belangrijker rol gaan spelen.
- Een beleid gericht op stimulering van stille banden zal derhalve tevens het reducerend effect van hybride en/of elektrisch aangedreven voertuigen stimuleren en vice versa.

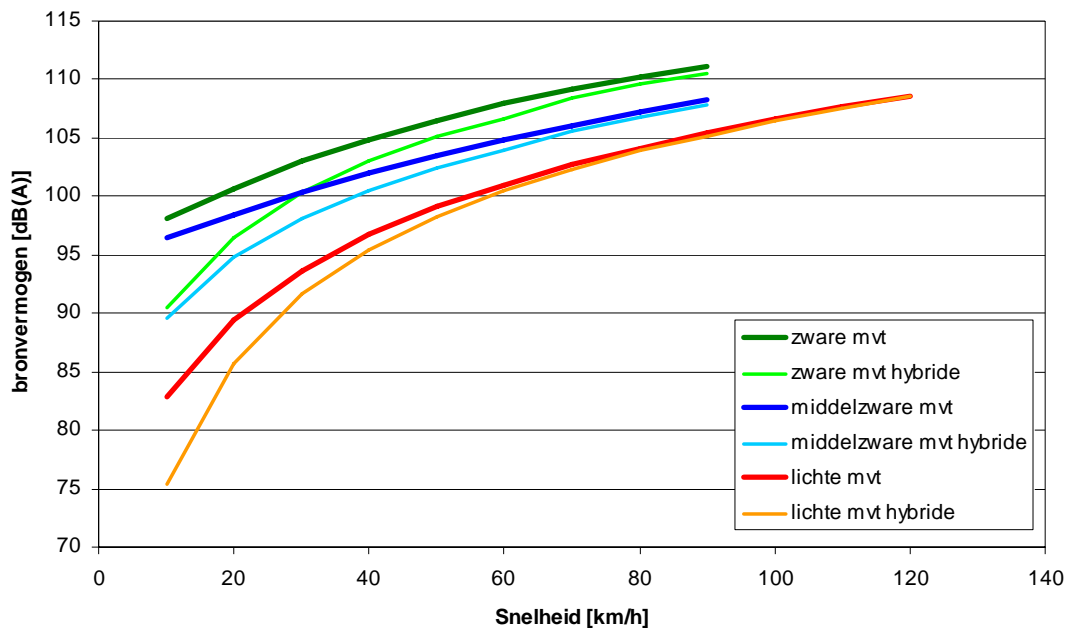
## **Literatuur**

- [1] Branchevereniging RAI, mededeling op website, september 2008.
- [2] Onderzoek geluidsemissie hybride voertuigen, Arnaud Kok, DGMR rapport V.2008.0726.00.R001, 27 oktober 2008.
- [3] Noise Emissions of Road Traffic and Urban Effects of Tightening Type Approval Limits, Jan Jabben (RIVM), 12. Konferenz Verkehrslärm, Dresden, oktober 2003.
- [4] Geluid in de vijfde Milieuverkenning, RIVM rapport 408129009, november 2000.

## Bijlage 1 Geluidemissie hybride voertuigen

De geluidemissie van hybride voertuigen is door DGMR bepaald in rapport [2]. Bij lage snelheden zijn hybride voertuigen enkele dB's stiller dan die van niet-hybride voertuigen, zie Figuur A1. Boven een snelheden van 50 km/u verdwijnt het verschil, omdat het band-wegdekgeluid daar een belangrijkere bijdrage aan het totale geluid geeft.

Vanwege het afwijkende verloop bij lage snelheden kan de emissie van hybride voertuigen niet door de formule  $a + b \log(v)$  worden beschreven. Om die reden zijn de bronvermogens in Tabel A2 opgenomen. Ter vergelijking zijn de bronvermogens van niet-hybride voertuigen in Tabel A1 weergegeven.



Figuur A1 Bronvermogens van niet-hybride voertuigen (SRMII) en hybride voertuigen (ref. [2]).

Tabel A1 Bronvermogen in dB(A) van niet-hybride motorvoertuigen. Het totale vermogen volgt uit SRMI/SRMII. De splitsing in motorgeluid en band-wegdekgeluid is gemaakt met gegevens uit Harmonoise en IMAGINE.

snelheid [km/u]	lichte mvt			middelzware mvt			zware mvt		
	motor	band	totaal	motor	band	totaal	motor	band	totaal
10	82.5	71.7	82.9	96.0	86.6	96.4	97.7	86.7	98.1
20	87.9	84.2	89.4	96.8	93.4	98.4	99.5	94.5	100.7
30	90.5	90.7	93.6	97.5	97.1	100.3	100.8	98.9	103.0
40	92.0	94.8	96.7	98.2	99.6	102.0	101.9	101.8	104.9
50	93.2	97.7	99.1	99.1	101.6	103.5	102.9	104.0	106.5
60	94.2	100.0	101.0	100.1	103.2	104.9	103.9	105.6	107.9
70	95.2	101.8	102.7	101.1	104.5	106.1	104.9	107.0	109.1
80	96.2	103.4	104.1	102.2	105.6	107.2	106.0	108.1	110.2
90	97.2	104.7	105.4	103.3	106.6	108.2	107.0	109.0	111.1
100	98.3	105.9	106.6	-	-	-	-	-	-
110	99.3	106.9	107.6	-	-	-	-	-	-
120	100.3	107.9	108.6	-	-	-	-	-	-

Tabel A2 Bronvermogen in dB(A) van hybride motorvoertuigen. Het band-wegdekgeluid komt overeen met dat uit Tabel A1. Het motorgeluid bevat een snelheidsafhankelijke maar voertuigcategorie-onafhankelijke correctie voor hybride motoren.

snelheid [km/u]	lichte mvt			middelzware mvt			zware mvt		
	motor	band	totaal	motor	band	totaal	motor	band	totaal
10	72.9	71.7	75.4	86.4	86.6	89.5	88.1	86.7	90.5
20	80.5	84.2	85.7	89.4	93.4	94.9	92.1	94.5	96.5
30	84.4	90.7	91.6	91.4	97.1	98.1	94.7	98.9	100.3
40	86.8	94.8	95.4	93.0	99.6	100.5	96.7	101.8	103.0
50	88.8	97.7	98.2	94.7	101.6	102.4	98.5	104.0	105.1
60	90.3	100.0	100.4	96.2	103.2	104.0	100.0	105.6	106.7
70	93.0	101.8	102.3	98.9	104.5	105.6	102.7	107.0	108.4
80	94.3	103.4	103.9	100.3	105.6	106.7	104.1	108.1	109.6
90	95.6	104.7	105.2	101.7	106.6	107.8	105.4	109.0	110.6
100	98.0	105.9	106.6	-	-	-	-	-	-
110	99.3	106.9	107.6	-	-	-	-	-	-
120	100.3	107.9	108.6	-	-	-	-	-	-

Op basis van bovenstaande gegevens kunnen correcties voor verschillende soorten van wegen, binnen en buitenstedelijk worden afgeleid, zie Tabel A3. Op provinciale wegen en op rijkswegen zijn geen reducties te verwachten.

Tabel A3 Emissiecorrecties [dB(A)] voor hybride stadsverkeer.

Wegtype	Basis snelheid	Licht	Middel	Zwaar
Stad-stagnerend	10	-8	-7	-8
Stad normaal	25	-3	-3	-3
Stad doorstromend	40	-1	-2	-2
Basis 50 km/u	50	-1	-1	-1
Provinciaal	80	0	0	0
Snelweg	110/90	0	0	0

#### *Kruispuntcorrectie*

Tot slot is de kruispuntcorrectie beschouwd. De toeslag voor geregelde kruispunten bedraagt in het Reken en Meetvoorschrift Geluidhinder maximaal 2,4 dB voor vrachtwagens. Voor personenauto's is er geen toeslag. De correctie is kleiner wanneer intensiteiten op de armen van het kruispunt ongelijkwaardig zijn.

DGMR stelt dat bij hybride voertuigen mogelijk sprake is van een kruispunt-af trek. Bij lage snelheden is er immers alleen elektrische aandrijving. De geluidemissie is dan aanmerkelijk lager dan die bij de snelheid van 50 km/u waarmee volgens de voorschriften moet worden gerekend op kruispunten. Zekerheidshalve wordt echter een correctie van 0 dB voorgesteld voor alle hybride voertuigen en voor alle kruispunten. Dit betekent dus feitelijk geen kruispuntcorrectie.



## Bijlage 2 Implementatie van hybride voertuigen in rekenmodel

Uit Tabel A3 van Bijlage 1 blijkt dat bij provinciale en rijkswegen geen reducties zijn te verwachten. Daar overheerst het band-wegdekgeluid. Bij een snelheid van 50 km/u is de reductie ongeveer 1 dB. De tabel laat verder zien dat op binnenstedelijke wegen, vanwege de gemiddeld lagere rijsnelheid dan het wettelijke maximum van 50 km/u, hogere reducties te behalen zijn. De grootte van het effect hangt af van de mate van doorstroming.

In het rekenmodel voor gemeentelijke wegen zijn de verkeerscijfers (dag-avond-nacht) en hun samenstelling (licht-middel-zwaar) gebaseerd op de wegtypes uit het BASNET bestand [4]. Deze types variëren van ontsluitingswegen (weinig verkeer) tot doorgaande hoofdwegen (veel verkeer). Met aannames over de mate van doorstroming in de verschillende periodes van de dag is het mogelijk om voor deze wegtypes een aftrek te berekenen op basis van Tabel A3.

Tabel B1 Koppeling van de BASNET-wegtypes aan de stadsverkeerssituaties uit Tabel A3.

BASNET-type	dag	avond	nacht
Type 1 en 3	Stad doorstromend (40 km/u)	Stad doorstromend (40 km/u)	basis 50 km/u
Type 5 en 7	Stad normaal (25 km/u)	Stad normaal (25 km/u)	basis 50 km/u
Type 9 en 11	Stad normaal (25 km/u)	Stad normaal (25 km/u)	Stad doorstromend (40 km/u)

Opmerkingen bij deze tabel:

- BASNET Type 1 en 3: dit zijn de doorgaande hoofdwegen, vaak ringwegen.  
Type 5 en 7: dit zijn doorgaande wegen, vaak tussen de wijken door.  
Type 9 en 11: dit zijn ontsluitende wegen, vaak in de wijken.
- Type 1 en 3 betreft ook wegen waar 70 km/u wordt gereden. Vandaar dat hier een iets hogere gemiddelde snelheid is aangehouden dan op de andere wegtypes.
- Type 9 en 11 betreft wegen met veel aantakkingen (verkeer van rechts) en geparkeerde auto's. Ondanks het feit dat congestie op deze wegen meestal geen rol van betekenis speelt, zijn daarom toch lagere snelheden aangehouden, ook 's nachts.
- De doorstroomsnelheid in de dagperiode is nadrukkelijk een gemiddelde. In de ochtend- en avondspits zullen aanzienlijk lagere snelheden gerealiseerd worden dan midden op de dag. Overigens betekent dit dat de hinderbeleving in de spitsperiodes bij hybride voertuigen waarschijnlijk sterker zal afnemen dan uit een vergelijking op basis van de  $L_{den}$  kan blijken.
- Op binnenstedelijke wegen wordt soms gebruikt gemaakt van klinkerverharding, een wegdektype waar hybride voertuigen geen reductie opleveren t.o.v. reguliere voertuigen. Op die wegen wordt de geluidemissie dus onderschat.

Combineren van Tabel A3 met Tabel B1 geeft Tabel B2.

Tabel B2 Correctie [dB] op emissie per voertuigcategorie, per periode, per BASNET-type.

af trek (dB)	Type 1 en 3	Type 5 en 7	Type 9 en 11
Licht dag	-1	-3	-3
Licht avond	-1	-3	-3
Licht nacht	-1	-1	-1
Middel dag	-2	-3	-3
Middel avond	-2	-3	-3
Middel nacht	-1	-1	-1
Zwaar dag	-2	-3	-3
Zwaar avond	-2	-3	-3
Zwaar nacht	-1	-1	-2

**RIVM**

Rijksinstituut  
voor Volksgezondheid  
en Milieu

Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)