



# Het meten van vliegtuiggeluid

Wat is mogelijk en wat doen we ermee?

Opdrachtgever

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

**NLR-TP-2014-037** - Januari 2014



**Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium**

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

Nederland

Tel 088 511 31 13

[www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)

# Het meten van vliegtuiggeluid

Wat is mogelijk en wat doen we ermee?



## Probleemstelling

Vliegtuiggeluidmetingen rondom luchthavens, wat is mogelijk en wat doen we ermee? In de afgelopen decennia zijn verschillende pogingen gedaan om *meer* te doen met meetresultaten binnen bestaande (milieu)beleidskaders. Dit artikel geeft inzicht in de inzetbaarheid van vliegtuiggeluidmetingen anno 2014.

## Resultaten en conclusies

Vooralsnog hebben de meetresultaten voornamelijk een informatief karakter. Tot op heden wordt het gebruik van metingen voor handhaving onwenselijk geacht. Hier liggen maatschappelijke, technische en juridische argumenten aan ten grondslag. Desondanks is het mogelijk om *meer* te doen met metingen, maar dan in het gebied tussen informeren en handhaven in. Voorbeelden hiervan zijn *aanspreken* en *trendvalidatie*. Deze voorbeelden zijn in dit artikel toegelicht.

**Rapportnummer**  
NLR-TP-2014-037

**Auteur(s)**  
D.H.T. Bergmans  
H.W. Veerbeek  
R.H. Hogenhuis

**Rubricering rapport**  
ONGERUBRICEERD

**Datum**  
Januari 2014

**Kennisgebied(en)**  
Vliegtuiggeluidseffecten op de omgeving

**Trefwoord(en)**  
vliegtuiggeluid  
meten  
handhaven

## Toepasbaarheid

Dit artikel geeft een overzicht van argumenten die relevant kunnen zijn in toekomstige beleidsdiscussies aangaande het *meer* doen met vliegtuiggeluidsmetingen binnen bestaande (milieu)beleidskaders.



# Het meten van vliegtuiggeluid

Wat is mogelijk en wat doen we ermee?

D.H.T. Bergmans, H.W. Veerbeek en R.H. Hogenhuis

Opdrachtgever

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Januari 2014




## Het meten van vliegtuiggeluid

Dit rapport is gebaseerd op een artikel in het blad "Geluid", gepubliceerd door Kluwer, maart 2014.

*Uit dit rapport mag worden geciteerd onder de voorwaarde dat volledige bronvermelding plaatsvindt.*

Opdrachtgever	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Contractnummer	---
Eigenaar	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NLR Divisie	Air Transport
Verspreiding	Onbeperkt
Rubricering titel	Ongerubriceerd
Datum	Januari 2014

Goedgekeurd door:

Auteur D.H.T. Bergmans 	Reviewer A.B. Dolderman 	Beherende afdeling R.W.A. Vercammen 
20 januari 2014	20 januari 2014	20 januari 2014

# Het meten van vliegtuiggeluid - Wat is mogelijk en wat doen we ermee?

**Auteurs: ir. D.H.T. Bergmans, ing. H.W. Veerbeek en ir. R.H. Hogenhuis**

De auteurs zijn werkzaam bij het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium; afdeling milieu en beleidsondersteuning. Vanuit hun functie zijn zij betrokken geweest bij verschillende onderzoeken die betrekking hebben op het onderwerp van dit artikel.

In de afgelopen decennia zijn verschillende pogingen gedaan om meer te doen met meetresultaten van vliegtuiggeluid binnen bestaande (milieu)beleidskaders. Vooralnog hebben de meetresultaten voornamelijk een informatief karakter. Dit artikel geeft inzicht in de inzetbaarheid van vliegtuiggeluidmetingen anno 2014.

## Inleiding

Het gebruik van luchthavens in Nederland vindt plaats binnen milieukaders. De regels met betrekking tot vliegtuiggeluid zijn gebaseerd op berekeningsresultaten en niet op meetresultaten.

Meetresultaten wijken af van de berekeningsresultaten. Omwonenden - die vaak meer vertrouwen hebben in meten - zouden graag zien dat binnen de beleidskaders *meer* wordt gedaan met meetgegevens dan tot nu toe het geval is. Rondom Schiphol zijn momenteel verschillende geluidmeetnetten operationeel, waaronder Sensornet<sup>1</sup> en het NOMOS geluidmeetsysteem<sup>2</sup>. De meetresultaten van deze meetnetten worden onder andere *real time* weergegeven via internet en hebben alleen een informatief karakter.

In het verleden is meerdere malen gezocht naar een invulling van het woordje *meer*. Gebleken is dat naast praktische en technische belemmeringen ook maatschappelijke elementen en juridische aspecten een rol spelen. Het gebruik van geluidmetingen binnen (milieu)beleidskaders is daardoor complex.

---

<sup>1</sup> Zie voor meer informatie [www.sensor.net.nl](http://www.sensor.net.nl)

<sup>2</sup> Zie voor meer informatie [nomos.schiphol.nl/nomos](http://nomos.schiphol.nl/nomos)

## De zoektocht naar *meer* met betrekking tot handhaven

### Het stelsel met een zoneringsystematiek

In de zoektocht naar *meer* zijn in het verleden verschillende stappen gezet. Zo heeft Isermann in 1995 is een *second opinion* uitgevoerd [ref.1] met als doel de door OMEGAM<sup>3</sup> geconstateerde verschillen te verklaren voor een aantal meetpunten in Amstelveen. Isermann gaf daarbij ook antwoord op de vraag of de geconstateerde verschillen andere inzichten geven in de toenmalige zoneringsystematiek. Kortom is er een noodzaak voor *meer* met metingen bij de gehanteerde handhavingsuitgangspunten?

Op basis van de meetresultaten wordt door Isermann geconcludeerd dat voor een aantal vliegtuigtypes een structurele afwijking is gevonden. Voor de toenmalige zoneringsystematiek concludeert Isermann dat de geconstateerde verschillen tussen meten en berekenen onvoldoende aanleiding zijn om vast te stellen dat de relatie tussen geluidbelasting en hinderbeleving onjuist zou zijn. De destijds in Nederland gehanteerde methode gebaseerd op de Kosteneenheid werd daarom als valide verondersteld. Dit kan mede verklaard worden doordat de hinder in dosis-effect-relaties gekoppeld is aan de berekende geluidbelasting en niet aan metingen. Deze koppeling is anno 2014 niet veranderd. Respondenten in een psychosociaal onderzoek (voor het bepalen van dosis-effect-relaties) worden nog steeds op de berekende geluidbelasting (tussen contourlijnen) ingedeeld. De eventuele verschillen tussen meten en berekenen zijn daardoor onderdeel van de gerapporteerde hinder.

### Het stelsel met handhavingspunten

In december 1999 is door het kabinet besloten om het stelsel van milieunormen voor Schiphol te herzien. Dit herziene stelsel is in 2003 in gebruik genomen en maakt gebruik van handhavingspunten waarvoor de berekende geluidbelasting wordt getoetst aan grenswaarden. De Kosteneenheid als dosismaat is toen vervangen door de  $L_{den}$  en het idee [ref.2] bestond om op termijn het stelsel geschikt te maken voor geluidmetingen of voor een combinatie van meten en berekenen. Galis [ref.3] heeft in 2000 een analyse uitgevoerd waarbij de verschillen tussen meten en berekenen zijn uitgedrukt in  $L_{den}$  waarden. Het rapport concludeert dat voor de beschouwde NOMOS netwerkpunten de  $L_{den}$  verschillen liggen tussen -5 en 2 dB(A). Galis gaat niet in op de inzetbaarheid van metingen binnen het stelsel. Het uiteindelijk in 2003 ingevoerde stelsel maakt geen gebruik van metingen.

---

<sup>3</sup>In 2003 is OMEGAM als onderzoeksdienst van de Gemeente Amsterdam opgeheven.



## Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid (CDV)

De roep om metingen in te zetten voor handhaving bleef bestaan. De berekeningsresultaten kwamen en komen namelijk niet altijd overeen met de beleving van omwonenden. In 2006 heeft de Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid in dit kader haar rapport *Luid maar duidelijk* [ref.4] uitgebracht. Hierin worden aanbevelingen gedaan om geluidmetingen niet te gebruiken voor handhaven, omwille van juridische en praktische bezwaren. De commissie raad wel aan *meer* te doen met metingen en adviseert voor andere doeleinden dan handhaving gebruik te maken van een methode die meten en rekenen combineert.

## Flitspalen



In april 2006 is in het kabinetsstandpunt Schiphol [ref.5] aangekondigd dat *Onderzoek wordt uitgevoerd naar het gebruik van flitspalen in aanvulling op de handhavingspunten in het Luchthavenverkeersbesluit (LVB), waarmee, liefst met behulp van metingen, de meest lawaaiige vliegtuigen beboet worden. De flitspalen staan hierbij bij voorkeur in het buitengebied*<sup>4</sup>. Het NLR heeft in 2008 onderzoek

gedaan naar de vraag of, en zo ja hoe, flitspalen vormgegeven kunnen worden in het buitengebied [ref. 6]. In deze context is een flitspaalsysteem onderzocht, waarmee wordt geconstateerd of tijdens een vliegtuigpassage een vooraf vastgestelde grenswaarde wordt overschreden. Wordt geconstateerd dat een grenswaarde is overschreden dan krijgt de overtreder een boete. Op het gemeten vliegtuiggeluid moet een meetmarge worden toegepast vanwege de onbetrouwbaarheid van het meten. De meetmarge wordt afgetrokken van het gemeten geluid, voordat toetsing aan de grenswaarde plaatsvindt (dit is vergelijkbaar met flitspalen voor het meten van snelheden voor wegverkeer). De toe te passen meetmarge is afhankelijk van de vereiste juridische betrouwbaarheid en was met de toenmalige inzichten dusdanig hoog, dat het systeem geen boetes zou genereren in het buitengebied. De gevraagde flitspalen systematiek is daardoor nutteloos gebleken.

## Belemmeringen bij de inpassing van *meer* met betrekking tot handhaving

Er zijn redenen die de inpassing van metingen voor handhaving lastig maakt. Op een aantal daarvan wordt hier ingegaan.

---

<sup>4</sup> Het buitengebied van Schiphol is het gebied dat zich buiten de 58 L<sub>den</sub> geluidcontour bevindt.

### Detectie

Met de huidige onbemande meetsystemen is het onmogelijk op elke locatie alle passerende vliegbewegingen te registreren. Metingen kunnen verstoord worden, of het vlieggeluid komt niet voldoende boven het achtergrondgeluid uit. Daarnaast worden metingen onder sommige weersomstandigheden – volgens internationale meetvoorschriften (bijvoorbeeld ref.7) - onbetrouwbaar, bijvoorbeeld als het regent. Handhaving is erop gericht het geluid en daarmee indirect het gebruik van een luchthaven te begrenzen gedurende een jaar. Het niet kunnen registreren van alle passages of het uitsluiten van periodes wordt daarom gezien als onwenselijk.

### Meetonzekerheid

Een andere praktische beperking is de meetonzekerheid. Bij een klasse één microfoon zou het gemeten geluid maximaal  $\pm 0.5$  dB afwijken van het daadwerkelijke geluidniveau. Indien deze afwijking als meetmarge bovenop een  $L_{den}$  normwaarde gehanteerd wordt, kan voor een luchthaven als Schiphol deze marge een speelruimte genereren van ongeveer 40.000 extra passages. Met dit grote aantal vluchten, wordt een normstelling ongeloofwaardig. Een norm met een dergelijke marge zal niet snel overschreden worden.

### Weersomstandigheden

De weersomstandigheden hebben niet alleen betrekking op de kwaliteit van de meting zelf, het geluid afkomstig van een vliegtuig wordt ook door de atmosferische omstandigheden beïnvloed. Bij het gebruik van metingen in een handhavingssysteem wordt hierdoor een extra variabele toegevoegd waarop geen controle kan worden uitgeoefend. Het plannen van de operaties wordt hierdoor bemoeilijkt, omdat de beschikbare geluidruimte afhankelijk wordt van de weersomstandigheden (indien de normen niet gecorrigeerd worden voor weerseffecten). Ook hier geldt dat een marge gehanteerd kan worden om het verschil in de atmosferische propagatie veroorzaakt door de weersomstandig te ondervangen. Wederom wordt een gestelde norm hierdoor minder strikt.

### Voordelen van berekenen

Bovengenoemde praktische bezwaren kunnen worden ondervangen bij het berekenen van het vliegtuiggeluid. De methode is uniform en geeft bij dezelfde invoer telkens hetzelfde resultaat. Onzekerheden zijn hierdoor niet aan de orde.

## Meer dan informeren maar niet in de context van handhaven

Zoals aangegeven, wordt het betrekken van metingen in het handhavingstelsel door de genoemde praktische en maatschappelijke bezwaren onwenselijk geacht. Is het dan toch niet mogelijk *meer* te doen met metingen dan alleen informeren? De CDV gaf hiervoor een denkrichting aan, namelijk een combinatie van meten en rekenen. Ook het convenant *hinderbeperking en ontwikkeling Schiphol middellange termijn* [ref.9] vroeg om een onderzoek in een dergelijke denkrichting.

## Aanspreken

In het bovengenoemde convenant zijn geluidmetingen voor monitoren (dus niet voor handhaving) met het NOMOS geluidmeetsysteem voorgesteld. Het uitgangspunt hierbij is dat maatschappijen aangesproken worden als zij met een bepaald vliegtuigtype stelselmatig significant meer (gemeten)geluid maken dan andere maatschappijen met hetzelfde vliegtuigtype (of een gelijkwaardig type). Dit is in grote lijnen de aanpak die ook rond de luchthaven Frankfurt wordt gebruikt.

Het NLR heeft in dit licht de technische mogelijkheden bestudeerd om maatschappijen aan te spreken op basis van geluidmetingen [ref.10]. Om te bepalen of een maatschappij aangesproken kan worden of niet, heeft het NLR samen met het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Amsterdam Airport Schiphol een procedure opgesteld. In deze procedure worden bruikbare NOMOS geluidmetingen geselecteerd op vliegtuigcategorie (indeling volgens ref.10), gerangschikt op het gemeten geluidniveau en vervolgens getoetst aan voorwaarden. Op basis van de uitgevoerde analyses zijn maatschappijen aan te wijzen die stelselmatig meer geluid maken.

Het is geen verassing dat bij het doorlopen van de procedure de vliegtuigen naar boven kwamen, die ook volgens de certificatiegegevens de luidruchtigste zijn binnen de categorie. Ondanks dit inzicht kan na het doorlopen van de procedure een dialoog gestart worden tussen de betreffende luchtvaartmaatschappijen en de autoriteiten om te bezien wat de mogelijkheden zijn om het aantal gemeten hoge geluidniveaus te verminderen. Het initiëren van deze dialoog wordt in deze context met *aanspreken* aangeduid en heeft niet het doel om maatschappijen in een kwaad daglicht te stellen. Het doel van het aanspreken is alle betrokkenen luchtvaartmaatschappijen bewust te maken van de door hen geproduceerde hoge geluidniveaus. Vooralnog is aanspreken niet geïmplementeerd, mede omdat de meetresultaten geen nieuwe inzichten opleverden.

### Gekalibreerd rekenen

In het verleden is op verzoek van de Commissie voor de m.e.r. [ref.8] gekeken naar het kalibreren van invoergegevens van het rekenmodel. Bij het berekenen van vliegtuiggeluid wordt gebruik gemaakt van geluidtabellen waarmee de geluidproductie van vliegtuigen wordt gemodelleerd als functie van de stuwkracht van het vliegtuig en de afstand tot het vliegtuig. Op basis van een grote hoeveelheid metingen kunnen correctiefactoren voor deze geluidtabellen bepaald worden. Het verschil tussen berekende en gemeten waarden wordt daardoor mogelijk kleiner.

Voor nieuwe vliegtuigtypen is de methode echter niet direct toepasbaar. Een nieuw type vliegtuig zal eerst een tijdje moeten vliegen, alvorens correctiefactoren kunnen worden vastgesteld. Dit betekent dat er periodes zijn, waarbij vliegtuigtypen op een verschillende manier worden beoordeeld. Om deze onwenselijke situatie te vermijden worden in de huidige handhavingsberekening de geluidinvoergegevens (in principe) gekoppeld aan geluidresultaten gemeten tijdens certificatievluchten. Op deze manier zijn alle invoergegevens onder gelijksoortige omstandigheden verkregen en vooraf beschikbaar.

Een ander punt van aandacht bij een gekalibreerd systeem is dat de mate van bescherming gelijk blijft indien bij de introductie ook de normen worden aangepast. Dit om te garanderen dat niet alleen het verschil tussen meten en berekenen wordt verkleind, maar ook de normstelling gelijkwaardig blijft in de situatie na de kalibratie. De normstelling is namelijk gebaseerd op een berekening met een referentiescenario waarvan het resultaat verandert als de geluidinvoergegevens veranderen.

### Trendvalidatie

Een andere vorm van *meer* dan informeren - maar niet in de context van handhaven - is trendvalidatie. Het doel van de validatie is om de trends in de berekenende geluidbelasting te vergelijken met trends in de geluidbelasting op basis van metingen. Deze methodiek is toegepast bij het invullen van de motie Neppérus-Jansen [ref.12]. De motie heeft betrekking op de geluidbelasting op Nederlands grondgebied nabij de vliegbasis Geilenkirchen (Duitsland) en verzocht om een validatieprocedure van een berekende geluidreductie die gebouwd is op een fundament van zoveel mogelijk meten. Het NLR heeft deze validatie uitgevoerd door trends in de berekende geluidbelasting te vergelijken met trends in de geluidbelasting op basis van metingen [ref.13]. Uit deze validatie bleek dat voor de zes beschouwde meetlocaties de berekende trend overeen kwam met de gemeten trend in de periode tussen 2008 en 2012.

## Conclusies en een mogelijke toekomstige invulling van *meer*

Vliegtuiggeluidmetingen, wat is mogelijk en wat doen we ermee? In de afgelopen decennia zijn verschillende pogingen gedaan om *meer* te doen met meetresultaten binnen bestaande (milieu)beleidskaders. Vooralnog hebben de meetresultaten voornamelijk een informatief karakter.

Het gebruik van metingen voor handhaving is tot op heden onwenselijk geacht. Hier liggen maatschappelijke, technische en juridische argumenten aan ten grondslag. In de toekomst zouden nieuwe inzichten ertoe kunnen leiden dat de huidige argumenten anders gewogen worden en of irrelevant worden.

Desondanks is het mogelijk om *meer* te doen met metingen, maar dan in het gebied tussen informeren en handhaven in. Aanspreken, gekalibreerd rekenen en trendvalidatie zijn hiervan voorbeelden. Een andere mogelijkheid is om elementen uit eerdere voorbeelden te combineren. Trendvalidatie kan continu zichtbaar worden gemaakt. Indien structurele trendafwijkingen worden geconstateerd kan een proces gestart worden (net als bij aanspreken) om te achterhalen waardoor deze afwijkingen zijn ontstaan en kan gezocht worden naar mogelijkheden om het werkelijke geluid te verminderen. Op deze manier wordt er dan *meer* gedaan met metingen.

## Referenties

1. Ullrich Isermann, *An investigation on the Differences between Noise Measurements and Calculations performed at Amsterdam Schiphol Airport for 1992*, DLR Institut für Strömungsmechanik, Göttingen, May 1995.
2. Kabinetsnota, *Toekomst van de Nationale Luchthaven (TNL)*, 17 december 1999.
3. S.P. Galis, *Vergelijking van gemeten en berekende geluidbelasting  $L_{den}$  rondom de luchthaven Amsterdam Airpot Schiphol (AAS) voor het jaar 1999*, NLR-CR-2000-647, december 2000.
4. H. Eversdijk *et al*, *Luid, maar Duidelijk*, commissie deskundigen vliegtuiggeluid, januari 2006.
5. Kabinetsstandpunt Schiphol, 26 april 2006.
6. D.H.T. Bergmans, H.M.M. van der Wal, H.W. Veerbeek, *Technische mogelijkheden van 'Flitspalen' voor vliegtuigen rond Schiphol*, NLR-CR-2007-767.
7. ISO-1996-2, *Description, measurement and assessment of environmental noise – Part2: Determination of environmental noise levels*, Second edition, 2007.
8. Dick Bergmans, Fred van Deventer en Adrie de Jong, *Voortgangsnotitie Verbetering kwaliteit modelberekeningen vliegtuiggeluid*, 30 januari 2009.
9. *Convenant Hinderbeperking en ontwikkeling Schiphol middellange termijn*, Alderstafel, 10 december 2008.
10. Appendices van de voorschriften voor de berekening van de geluidbelasting, NLR-CR-96950.
11. D.H.T. Bergmans, H.W. Veerbeek, *Luchtvaartmaatschappijen aanspreken? – op basis van geluidmetingen rondom Schiphol*, NLR-CR-2011-158 (concept).
12. Motie van de leden Neppérus en Jansen, Kamerstuk 32132 XI, nr. 70, 19 mei 2010.
13. R.H. Hogenhuis, *Validatie van geluidreductie Geilenkirchen – Beschrijving en uitkomsten van validatie met behulp van metingen*, NLR-CR-2013-198.



[www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)