



Programmatische Aanpak
Meten Vliegtuiggeluid:
Nationale Meetstrategie
Kaders en inventarisatie
meetsystemen



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Programmatische Aanpak Meten
Vliegtuiggeluid: Nationale Meetstrategie
Kaders en inventarisatie meetsystemen

RIVM-rapport 2021-0001



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Colofon

© RIVM 2021

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: RIVM, NLR en KNMI, de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2021-0001

A. Sahai (auteur), RIVM
R. Hogenhuis (auteur), NLR
S. Heblj (auteur), NLR
R. Smetsers (auteur), RIVM
G. Verver (auteur), KNMI
J. Assink (auteur), KNMI

Contact:
Abhishek Sahai
Centrum voor Milieukwaliteit
Abhishek.sahai@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van Programmatische Aanpak Meten Vliegtuiggeluid

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van haar producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Programmatische Aanpak Meten Vliegtuiggeluid: Nationale meetstrategie

Kaders en inventarisatie meetsystemen

Het RIVM, het NLR (Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum) en het KNMI hebben een nationale meetstrategie voor vliegtuiggeluid ontwikkeld. De meetstrategie richt zich op twee doelen: de huidige rekenmodellen valideren en omwonenden betrouwbare informatie geven.

De nationale meetstrategie bevat kaders voor het hele land. Op basis van deze kaders kunnen meetsystemen rondom Nederlandse luchthavens consistent worden ingericht. Op dit moment verschilt het van regio tot regio hoe vliegtuiggeluid wordt gemeten.

De kaders bevatten *eisen en criteria* voor de twee meetdoelen. De eisen en criteria gelden voor zowel afzonderlijke meetposten als voor de combinatie van meetposten (het meetsysteem). Voor het meetsysteem zijn handvatten bepaald over hoe de meetposten het beste rondom de luchthavens kunnen worden verspreid (de dekking van het meetsysteem).

Om de kwaliteit van meetposten te beoordelen zijn als onderdeel van de nationale meetstrategie 'kwaliteitsindicatoren' ontwikkeld. Hiermee kan worden beoordeeld in hoeverre een meetpost of meetsysteem voor beide meetdoelen aan de criteria voldoet.

De nationale meetstrategie zal in een volgende fase op regionaal niveau worden uitgewerkt. Ter voorbereiding op de regionale uitwerkingen is de meetinfrastructuur rond de luchthavens van nationale betekenis geïnventariseerd. Vervolgens zijn de kaders van de nationale meetstrategie als pilot op het meetsysteem rond Schiphol getest. Hieruit blijkt dat de kaders de meetkwaliteit en verschillen per meetpost goed zichtbaar maken. Met de kaders kan dus worden beoordeeld of meetsystemen voor de twee doelen geschikt zijn.

De nationale meetstrategie is ontwikkeld als onderdeel van de Programmatische Aanpak voor het Meten van Vliegtuiggeluid (PAMV). Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft dit programma ingesteld. De overheid wil hiermee metingen en berekeningen van vliegtuiggeluid beter op elkaar afstemmen. Zo vormen ze een solide basis voor informatie aan omwonenden en voor beleidsbeslissingen.

Kernwoorden: luchtvaart, geluid, meten, berekenen, meetstrategie, vliegtuiggeluid

Synopsis

Programmatic Approach for Measuring Aircraft Noise: National Measurement Strategy

Framework and inventory of measurement systems

The Dutch National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), the Royal Netherlands Aerospace Center (NLR) and the Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI) have developed a national measurement strategy for aircraft noise. The measurement strategy focuses on two main goals – validating the currently used aircraft noise models and providing local residents with reliable information.

The national measurement strategy contains a framework applicable for the whole country. Using this framework, measurement systems can be set up around Dutch airports using a consistent approach. How aircraft noise is measured differs currently from region to region.

The framework contains requirements and criteria for the two measurement goals. These requirements and criteria apply to individual measurement posts as well as combinations of measurement posts (i.e. the measurement system). Guidelines have been developed for the measurement system on how best to distribute the measurement posts in the surroundings of the airport (the so-called coverage of the measurement system).

In order to determine the quality of individual measurement posts, 'quality indicators' have been developed as part of the national measurement strategy. These indicators make it possible to determine how suitable a measurement post or measuring system is for carrying out measurements for both goals.

In a next phase, the national measurement strategy will be elaborated at a regional level. In preparation for the regional application of the national framework, an inventory was made of the current measurement systems around Dutch airports of national significance. The framework was then applied as a pilot for the measurement system around Schiphol airport. This pilot made it clear that the framework provides insight into the measurement quality as well as into the differences in measurement quality per measurement post. The framework therefore makes it possible to evaluate whether the measurement systems are suitable for both measurement goals.

The national measurement strategy has been developed as part of the Programmatic Approach for Measuring Aircraft Noise (PAMV). The Ministry of Infrastructure and Water Management ((I&W) has set up this program. Via this program, the Dutch government aims to better align the results of calculations and measurements of aircraft noise with each other so that they can both form a solid basis for informing local residents and making policy decisions.

Keywords: aviation, noise measurements, noise calculation, measurement strategy, aircraft noise

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 15

- 1.1 Programmatische Aanpak Meten Vliegtuiggeluid — 15
- 1.1.1 Aanleiding PAMV — 15
- 1.1.2 Resultaten verkenningsfase — 15
- 1.2 Nationale meetstrategie — 16
- 1.2.1 Meetdoelen en visie — 16
- 1.2.2 Nationale kaders en regionale uitwerkingen — 18
- 1.3 Opdrachtverlening — 18
- 1.4 Leeswijzer — 18

2 Eisen en criteria voor meetsystemen — 21

- 2.1 Eisen en criteria m.b.t. de techniek van het geluidmeetsysteem — 22
- 2.2 Eisen en criteria m.b.t. het beheer van de meetpost en de meetgegevens — 25
- 2.3 Eisen en criteria m.b.t. de locatie van de meetpost — 27
- 2.4 Eisen aan de dekking van het meetsysteem — 29
- 2.5 Kwaliteitsindicator ter beoordeling van meetsysteemkwaliteit — 32
- 2.5.1 Beschrijving kwaliteitsindicator — 32
- 2.5.2 Opbouw kwaliteitsindicator voor validatie — 34
- 2.5.3 Opbouw kwaliteitsindicator voor informatievoorziening — 35
- 2.6 Stappenplan voor transitie van de 'is'- naar de 'wordt'-situatie — 36
- 2.6.1 Toetsen en inrichten van meetsystemen voor validatie — 37
- 2.6.2 Toetsen en inrichten van meetsystemen voor informatievoorziening — 37

3 Inventarisatie meetsystemen rond luchthavens van nationale betekenis — 41

- 3.1 Meetsystemen Schiphol — 42
- 3.2 Meetsysteem Rotterdam The Hague Airport — 44
- 3.3 Meetsysteem Eindhoven Airport — 45
- 3.4 Meetsysteem Maastricht Aachen Airport — 46
- 3.5 Meetsysteem Lelystad Airport — 48

4 Voorbeeld toepassing kwaliteitsindicatoren — 51

- 4.1 Toepassing voor het NOMOS-meetsysteem t.b.v. validatie — 51
- 4.1.1 Beoordeling van de kwaliteit van de meetsysteemtechniek — 51
- 4.1.2 Beoordeling van de kwaliteit van het meetbeheer — 53
- 4.1.3 Beoordeling van de kwaliteit van meetlocaties — 53
- 4.2 Toepassing voor het NOMOS-meetsysteem t.b.v. informatievoorziening — 59
- 4.2.1 Beoordeling van de kwaliteit van de techniek van het NOMOS-meetsysteem — 59
- 4.2.2 Beoordeling van de kwaliteit van het meetbeheer — 60
- 4.2.3 Beoordeling van de kwaliteit van meetlocaties — 61

5 Conclusies en aanbevelingen — 63

Referenties — 67

Bijlage 1. Puntentoekening t.b.v. opbouw kwaliteitsindicator voor validatie en informatievoorziening – 69

Bijlage 2. Vragenlijst m.b.t. meetsystemen luchthavens van nationale betekenis – 77

Bijlage 3. Cijfers beoordeling NOMOS-meetsysteem per meetpost – 84

Bijlage 4. Invloed van het weer op gemeten vliegtuiggeluid onder Nederlandse omstandigheden – 86

Bijlage 5. Handreiking prioritering meetposten voor informatievoorziening – 92

Samenvatting

Aanleiding

Rondom diverse Nederlandse luchthavens wordt vliegtuiggeluid gemeten om omwonenden te informeren over de geluidniveaus in hun omgeving. Metingen van vliegtuiggeluid spelen geen rol bij de handhaving, maar vanuit de omgeving van luchthavens bestaat de wens om geluidmetingen een prominenter rol te geven in het luchtvaartbeleid. Deze wens vanuit de omgeving was aanleiding voor de minister van Infrastructuur en Waterstaat om een *Programmatische Aanpak van het Meten van Vliegtuiggeluid* (PAMV) op te starten. Met de programmatische aanpak is het streven om zowel berekeningen als metingen van vliegtuiggeluid te verbeteren en om beide methodes onderling te versterken (Min IenW 2018).

De PAMV bestaat uit een verkenningsfase en een uitwerk- en realisatiefase. De verkenningsfase heeft in 2019 plaatsgevonden, waarvan de resultaten eind 2019 zijn gerapporteerd (Smetsers, Siegmund et al. 2019). Hierbij zijn zeven aanbevelingen gedaan. In de beleidsreactie op het rapport heeft de minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) aangegeven dat alle zeven aanbevelingen zullen worden uitgevoerd (Min IenW 2019). De eerste aanbeveling uit de verkenning vraagt om de ontwikkeling van een nationale meetstrategie voor vliegtuiggeluid, die vervolgens op regionaal niveau kan worden uitgewerkt.

De nationale meetstrategie dient visies te geven omtrent de meetdoelen *validatie van rekenmodellen en informatievoorziening aan omwonenden*. In mei 2020 hebben de kennisinstituten RIVM en NLR van het ministerie van IenW opdracht gekregen om de nationale meetstrategie voor vliegtuiggeluid te ontwikkelen. Dit rapport gaat in op de ontwikkeling van deze nationale meetstrategie en het licht de doelen, kaders en een eerste toepassing van de kaders voor een regionale uitwerking toe. Deze eerste toepassing is uitgewerkt voor luchthaven Schiphol.

Meetdoelen en visie

Op dit moment bestaan er verschillende meetsystemen rond de diverse Nederlandse luchthavens. Met behulp van landelijke kaders kan een harmonisatie worden nagestreefd in de manier waarop vliegtuiggeluid voor verschillende meetdoelen wordt gemeten. Voor het meetdoel validatie is een landelijke harmonisatie essentieel, omdat het gaat om de validatie van landelijk voorgeschreven rekenmethoden. Voor informatievoorziening is meer harmonisatie in de wijze van meten ook gewenst, maar dan wel rekening houdend met lokale wensen en behoeften. Voor het behalen van deze harmonisatie is het van belang om niet alleen inzicht te hebben in de huidige 'is'-situatie, maar ook in de gewenste 'wordt'-situatie. Het streven is om de kaders van de nationale meetstrategie per regio toe te passen bij het inrichten van meetsystemen, om zo tot de gewenste situatie te komen.

Door het toetsen van meetsystemen aan de criteria en eisen voor validatie en informatievoorziening kan de kwaliteit van de meetsystemen worden bepaald. Voor het doel validatie zijn metingen

van een zeer hoge kwaliteit vereist. Voor informatievoorziening gelden minder strenge criteria. Als de benodigde kwaliteit met het huidige meetsysteem of met de huidige meetlocaties niet kan worden gehaald, dan zijn aanpassingen gewenst.

Voor beide meetdoelen zijn tevens handvatten opgesteld voor de benodigde hoeveelheid meetposten en voor het selecteren van locaties waar de meetposten rondom de luchthaven het beste geplaatst kunnen worden. Voor modelvalidatie dient een meetsysteem over een minimaal aantal meetposten te beschikken dat aan de eisen voor validatie voldoet. Voor informatievoorziening is het aan de regio om desgewenst meetposten op die locaties te plaatsen waar behoefte aan informatie over gemeten vliegtuiggeluid bestaat.

Nationale kaders voor het meten van vliegtuiggeluid

De eerste stap voor het bepalen van de nationale kaders is het vaststellen van meetcriteria voor beide meetdoelen. Hiervoor zijn zowel criteria voor individuele meetposten als voor een meetsysteem als geheel nodig. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen eisen en criteria. De eisen worden aan een meetsysteem gesteld om een bepaalde minimale kwaliteit te waarborgen. De criteria worden gebruikt om onderscheid te kunnen maken in de kwaliteit van verschillende meetposten en meetsystemen.

- *Meetcriteria*
De eisen en criteria die aan meetsystemen worden gesteld verschillen per meetdoel. De eisen en criteria voor validatie zijn strenger dan die voor informatievoorziening. Meetgegevens van systemen of meetlocaties die niet aan alle validatie-eisen voldoen, worden uitgesloten voor validatie. Voor informatievoorziening worden geen eisen gesteld die ertoe kunnen leiden dat meetgegevens worden uitgesloten. Daardoor bestaat een groter risico dat systemen onnauwkeurige en/of onbetrouwbare informatie leveren indien ze niet voldoen aan bepaalde eisen. Met name voor het meetdoel validatie is de ISO-norm voor het onbemand meten van vliegtuiggeluid het uitgangspunt (ISO-20906/TC 2009).
De eisen en criteria zijn onderverdeeld in drie meetcategorieën: de meetsysteemtechniek, het beheer van de meetpost en de meetgegevens, en de locatie van individuele meetposten.
- *Kwaliteitsindicatoren*
Op basis van de eisen en criteria is een beoordelingssystematiek ontwikkeld waarmee de kwaliteit van meetposten, onderdeel van een gegeven meetsysteem, voor beide doelen kan worden vastgesteld. Hiervoor zijn zogenoemde 'kwaliteitsindicatoren' ontwikkeld, die getalsmatig aangeven in hoeverre een meetpost aan de gestelde criteria voor een gegeven meetdoel voldoet. Alle relevante criteria worden hierbij met punten gescoord om tot een eindcijfer per meetpost te komen. Voor validatie wordt tevens gecontroleerd of aan de harde validatie-eisen wordt voldaan; voor informatievoorziening worden extra punten gegeven als aan een aantal basiseisen voor informatievoorziening wordt voldaan.
- *Eisen aan de dekkinggraad van een meetsysteem*
De opgestelde kwaliteitsindicatoren hebben betrekking op individuele meetposten. De koppeling tussen de kwaliteit van

individuele meetposten en het meetsysteem als geheel wordt door de eis aan de dekkingsgraad gelegd. Om voor een gegeven meetdoel geschikt te zijn, dient een meetsysteem over een voldoende aantal meetposten van de gewenste kwaliteit te beschikken. Op dit moment is er geen referentie of norm beschikbaar voor het bepalen van de eisen aan de dekkingsgraad van een meetsysteem voor verschillende doelen. Mede daarom worden de eisen aan de dekking van een meetsysteem voorlopig als *richtlijnen* beschouwd.

Voor het meetdoel validatie dient elk meetsysteem over een minimaal aantal meetposten te beschikken waarmee geluidmodellen kunnen worden gevalideerd. Hierbij is het meten van zowel starts als landingen van belang, zowel dichtbij als verder weg van de luchthaven. Wat betreft de dekking voor informatievoorziening geldt dat zowel het aantal meetlocaties als de ligging daarvan wordt bepaald door de betrokken regionale partijen. Ter ondersteuning bij het maken van deze keuze wordt een handreiking aan de regio's gegeven die kan helpen om tot objectieve locatiekeuzes te komen. De handreiking beschrijft hoe locaties kunnen worden gekozen op basis van vraag of budget. Verder wordt een voorstel gedaan om tot een prioritering te komen van potentiële meetlocaties voor informatievoorziening. Voor de prioritering wordt voorgesteld om naar het aantal ernstig gehinderde personen per woonplaats te kijken. De woonplaatsen met het hoogste aantal ernstig gehinderden zouden dan het eerst in aanmerking komen voor een meetlocatie. De uiteindelijke keuze voor de meetlocaties is echter altijd aan de regio.

Stappenplan voor transitie van de 'is'- naar de 'wordt'-situatie

De huidige 'is'-situatie kan per regio worden getoetst aan de nationale kaders. Dit kan richting geven aan het vaststellen van de gewenste 'wordt'-situatie. In dit rapport is een stappenplan gepresenteerd waarmee de transitie van de 'is'- naar de 'wordt'-situatie op termijn kan worden gerealiseerd volgens een consistente, landelijke aanpak.

Inventarisatie huidige meetsystemen rondom luchthavens van nationale betekenis

Om een basis te kunnen leggen voor de regionale uitwerkingen is een inventarisatie uitgevoerd van de bestaande meetinfrastructuur rondom de luchthavens van nationale betekenis (de 'is'-situatie). In de zomer van 2020 is een vragenlijst aan contactpersonen per regio gestuurd met als doel een overzicht te krijgen van de bestaande geluidmeetsystemen rondom deze luchthavens. Hierbij zijn vragen gesteld omtrent de meetsysteemtechniek, het beheerproces en de locaties en omgeving van elke meetpost binnen het meetsysteem. De huidige situatie is voor de volgende luchthavens in kaart gebracht: Schiphol, Rotterdam The Hague Airport, Eindhoven Airport, Maastricht Aachen Airport en Lelystad Airport. Voor zover bekend is er momenteel geen geluidmeetsysteem operationeel in de omgeving van Groningen Airport Eelde en zijn daar ook geen concrete plannen voor het opzetten van een geluidmeetsysteem.

Toepassing kwaliteitsindicatoren voor het NOMOS-meetsysteem rondom Schiphol

Om te toetsen of de kwaliteitsindicatoren in hun huidige vorm geschikt zijn voor het beoordelen van de kwaliteit van een meetsysteem en de meetposten die daarbij horen, is het NOMOS-meetsysteem rondom Schiphol als voorbeeld beoordeeld. Deze beoordeling is op basis van door Schiphol aangeleverde informatie uitgevoerd voor zowel validatie als informatievoorziening.

De beoordeling voor validatie laat zien dat het NOMOS-meetsysteem zeer goed presteert wat betreft de techniek van het meetsysteem en het meetbeheer. Voor de meetsysteemtechniek krijgt NOMOS, op een schaal van 1 tot 10, een cijfer van 9,5 en voor het meetbeheer een cijfer van 9. Met betrekking tot de meetlocatie voldoet een aantal NOMOS-meetposten niet aan één of meerdere validatie-eisen en wordt de locatie hierdoor als ongeschikt voor validatie beoordeeld (waarbij wordt opgemerkt dat validatie ook niet het doel is van het NOMOS-meetsysteem). Voor de resterende meetposten wordt voor de meetlocaties een duidelijk verschil in de mate van geschiktheid gevonden, met behaalde cijfers tussen de 2,5 en 6,5 uit maximaal 7.

De eindcijfers voor validatie zullen, in afwachting van een nadere radartrack-analyse voor de ligging van de meetposten, tussen de 6,6 en 9,6 liggen.

Ook presteert het NOMOS-meetsysteem wat betreft informatievoorziening zeer goed (dit is ook het doel waarmee NOMOS is opgezet). Op basis van de voorlopige beoordeling liggen alle eindcijfers voor informatievoorziening voor de meetposten tussen de 8,9 en 9,5. De toets voor NOMOS bevestigt dat de kaders van de nationale meetstrategie op bestaande meetsystemen toepasbaar zijn en duidelijke verschillen in de meetkwaliteit laten zien. De beoordeling gepresenteerd in dit rapport zal verder de basis vormen voor het bepalen van de 'wordt'-situatie voor Schiphol tijdens de regionale uitwerking.

Aanbevelingen en vervolgstappen

In diverse regio's zijn er plannen met betrekking tot het aanpassen van bestaande meetsystemen of het plaatsen van nieuwe meetsystemen voor informatievoorziening. Naast informatievoorziening dienen meetsystemen ook in staat te zijn om *waar nodig* meetgegevens ten behoeve van validatie te leveren. Validatie van rekenmodellen wordt hierbij als een landelijke verantwoordelijkheid beschouwd, waarbij het Rijk heeft aangegeven dat luchthavens de benodigde gegevens hiervoor dienen aan te leveren. Informatievoorziening wordt als een regionale verantwoordelijkheid beschouwd. Rekening houdend met deze rolverdeling, wordt aan het Rijk aanbevolen om de kaders voor validatie te gebruiken om vast te stellen in hoeverre reeds bestaande meetapparatuur en meetpostlocaties geschikt zijn voor het aanleveren van de meetgegevens ten behoeve van validatie. Aan de regio's wordt aanbevolen om de kaders voor informatievoorziening te gebruiken als uitgangspunt bij het uitwerken van de regionale meetplannen.

De opzet van de kwaliteitsindicatoren moet nog worden getoetst voor meetsystemen anders dan NOMOS. Bij toepassing op deze meetsystemen zou kunnen blijken dat het wenselijk is om de opzet van de indicatoren op

details nog te wijzigen. Hiernaast zal het in de praktijk uitvoeren van validatie van rekenmodellen ook beter inzicht geven in de werking van de kwaliteitsindicator voor validatie. Door een analyse tijdens de regionale uitwerking kan verder worden onderzocht of de richtlijnen voor de dekkingsgraad voor validatie haalbaar en zinvol zijn.

1 Inleiding

1.1 Programmatische Aanpak Meten Vliegtuiggeluid

1.1.1 *Aanleiding PAMV*

Rondom Nederlandse luchthavens worden al vele jaren *metingen* van vliegtuiggeluid uitgevoerd. Op basis daarvan worden omwonenden geïnformeerd over de geluidniveaus en de geluidbelasting in hun omgeving. In de regelgeving en handhaving van de luchtvaart wordt géén gebruik gemaakt van geluidmetingen.

De ondergeschikte rol van geluidmetingen in het luchtvaartdossier leidde in de afgelopen jaren tot veel discussie en maatschappelijke onvrede. Voor de minister van Infrastructuur en Waterstaat was dat aanleiding om een *Programmatische Aanpak van het Meten van Vliegtuiggeluid* (PAMV) op te starten. Met de PAMV wil de minister zowel berekeningen als metingen van vliegtuiggeluid verbeteren en beide methodes onderling versterken. Gegevens over de geluidbelasting door vliegverkeer moeten in de nieuwe situatie voor iedereen herkenbaar en betrouwbaar zijn en een solide basis vormen voor informatie voor omwonenden en beleidsbeslissingen (Min IenW 2018).

De PAMV bestaat uit een verkenningsfase en een uitwerk- en realisatiefase. De verkenningsfase is in 2019 door de kennisinstututen RIVM, NLR en KNMI uitgevoerd. Hierbij zijn mogelijkheden onderzocht om het stelsel van meten en berekenen van vliegtuiggeluid te verbeteren. De resultaten van deze verkenning zijn in december 2019 gerapporteerd (Smetsers, Siegmund et al. 2019). In de beleidsreactie op dat rapport, van 18 december 2019, heeft de minister toegezegd dat zij alle aanbevelingen uit dat rapport uit zal voeren (Min IenW 2019). In het voorjaar van 2020 is vervolgens een begin gemaakt met de uitwerk- en realisatiefase van de PAMV.

1.1.2 *Resultaten verkenningsfase*

Het rapport van de verkenningsfase doet zeven aanbevelingen, die hier kort worden herhaald en samengevat. Voor meer informatie omtrent de aanbevelingen en hoe ze tot stand kwamen wordt verwezen naar het eerdergenoemde verkenningsrapport. De aanbevelingen waren:

1. *Meetstrategie en nationale database*
Ontwikkel een nationale meetstrategie, met visies over de verschillende meetdoelen. Leg per meetdoel vast waaraan metingen moeten voldoen. Werk de nationale meetstrategie op regionaal niveau uit. Ontwikkel daarnaast een openbare nationale database waarin alle meetgegevens op termijn zullen worden opgeslagen.
2. *Signaalfunctie*
Ontwikkel een methodiek die op basis van meetgegevens kan signaleren of de resultaten van geluidberekeningen van de gewenste kwaliteit zijn.
3. *Modelontwikkeling*
Leg voor verschillende doeleinden de criteria vast waaraan modelberekeningen moeten voldoen. Start een structureel en

langjarig modelvalidatieprogramma, met de focus op berekeningen volgens de Doc29-methode (ECAC.CEAC 2016a).

4. *Publiekscommunicatie*
Verbeter de publiekscommunicatie over meten, rekenen, beleven en regelgeving van vliegtuiggeluid. Bied algemene informatie gecoördineerd aan, vanuit één goed vindbare weblocatie.
5. *Hinder en gezondheid*
Ga geluidhinder en slaapverstoring rond luchthavens systematisch monitoren volgens een wetenschappelijk verantwoorde standaardmethode. Gebruik deze gegevens onder meer om te onderzoeken of er aanvullende geluidindicatoren zijn die beter aansluiten bij de manier waarop omwonenden de effecten van vliegtuiggeluid ervaren.
6. *Citizen science*
Betrek de omgeving op een gestructureerde manier bij het opzetten van een aanvullend meetprogramma. Faciliteer citizen science-projecten voor hoog risico groepen, zoals burgers die dicht bij een start- of landingsbaan wonen of een verhoogde gevoeligheid voor omgevingsgeluid hebben.
7. *Wetenschappelijke aansturing*
Zorg voor onafhankelijke deskundigheid rond vliegtuiggeluid om de kwaliteit van de structurele werkzaamheden en het verbetertraject te toetsen en te borgen.

Dit rapport gaat in op de eerste aanbeveling voor de PAMV, de ontwikkeling van de nationale meetstrategie, met uitzondering van de nationale database, die in een separaat traject aan bod komt.

1.2 Nationale meetstrategie

1.2.1 Meetdoelen en visie

De eerste aanbeveling uit de PAMV-verkenningfase betreft de ontwikkeling van een nationale meetstrategie voor verschillende meetdoelen. Tijdens de verkenning zijn de meetdoelen validatie van rekenmodellen en informatievoorziening aan omwonenden als de twee belangrijkste meetdoelen aangemerkt. Hiermee wordt invulling gegeven aan de doelstellingen van de PAMV om berekeningen en metingen van vliegtuiggeluid elkaar onderling te laten versterken (validatie) en om te komen tot betrouwbare en herkenbare gegevens op basis waarvan burgers goed worden geïnformeerd (informatievoorziening) (Min IenW 2018).

Op dit moment bestaan er verschillende meetsystemen rond de diverse Nederlandse luchthavens. Deze situatie wordt gekenmerkt door bijvoorbeeld het gebruik van meetsystemen met hard- en software van verschillende kwaliteit en door verschillende onderhouds- en beheersprocessen. Bij het plaatsen van meetposten worden verder per luchthaven verschillende afwegingen gemaakt, grotendeels afhankelijk van de regionale informatiebehoefte. Voor het meetdoel validatie is landelijke harmonisatie van meetsystemen essentieel. Immers, alleen dan kunnen metingen die rond verschillende luchthavens worden gedaan op een vergelijkbare manier worden gebruikt voor het valideren van rekenmodellen. Structurele validatie van rekenmodellen van vliegtuiggeluid heeft tot nu toe in Nederland nooit plaatsgevonden. Het

te volgen proces voor het valideren van rekenmodellen en de stappen die hiervan deel zullen uitmaken moeten dus nog worden bepaald. Rekening houdend met dit feit kan het beste met één luchthaven worden begonnen in plaats van meerdere luchthavens tegelijk. Hiermee kan met het validatieproces eerst ervaring worden opgedaan alvorens het proces op andere luchthavens wordt toegepast. Gezien het uitgebreide meetsysteem en de diversiteit in operatie (bijvoorbeeld in vliegtuigtypes en procedures) zal de validatie van start gaan met meetgegevens van de luchthaven Schiphol. Aansluitend zal worden bepaald of en in hoeverre de andere luchthavens van nationale betekenis dienen bij te dragen aan het meten voor het doel validatie.

Ook voor informatievoorziening is harmonisatie in de wijze van meten wenselijk, om daarmee een bepaalde nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de geboden informatie na te streven. Verschillen in regionale behoefte aan informatie spelen echter een belangrijke rol bij het inrichten van meetsystemen. Het inrichten van meetsystemen voor informatievoorziening dient daarom in samenspraak door de betrokken partijen uit de regio gedaan te worden. Ter ondersteuning bij het inrichten van meetsystemen en het plaatsen van meetposten voor informatievoorziening worden aan de regio's handvatten gegeven om tot een objectieve locatiekeuze te komen.

Voor het bepalen van de kwaliteit van meetsystemen zijn criteria en eisen nodig, die samenhangen met onder andere de onderliggende techniek van het meetsysteem (hardware en software) en de meetlocatie waar de meetpost is geplaatst. Voor het doel validatie zijn metingen van een zeer hoge kwaliteit vereist. Voor informatievoorziening dienen metingen van een bekende en betrouwbare kwaliteit te zijn. Op basis van deze criteria en eisen zal de kwaliteit van elk meetsysteem per regio worden bepaald.

Daartoe kan op basis van informatie uit elke regio een overzicht worden gemaakt van bestaande meetlocaties en van de technische specificaties van het meetsysteem, de zogenaamde 'is'-situatie. Als de benodigde kwaliteit met het huidige meetsysteem of de huidige meetlocaties niet kan worden gehaald, dan zijn aanpassingen gewenst, bijvoorbeeld door het gebruik van een ander meetsysteem of de keuze van alternatieve of aanvullende meetlocaties. Op deze wijze kan de gewenste 'wordt'-situatie voor elke regio in beeld worden gebracht.

Naast de meetkwaliteit is het voor beide meetdoelen ook van belang om handvatten te bepalen voor de benodigde hoeveelheid meetposten en hoe deze het beste rondom de luchthaven kunnen worden verspreid (de dekking van het meetsysteem). Voor de nationale meetstrategie houdt dit in dat elk meetsysteem voor modelvalidatie over een minimaal aantal meetposten moet beschikken dat aan de eisen voor validatie voldoet. Voor informatievoorziening zal dit betekenen dat er meetposten op die locaties worden geplaatst waar er een regionale behoefte aan informatie over vliegtuiggeluid bestaat.

De eerste stap bij het realiseren van de nationale meetstrategie is het vaststellen van nationale kaders voor beide meetdoelen. Vervolgens kunnen deze kaders op regionaal niveau per luchthaven worden uitgewerkt.

1.2.2 *Nationale kaders en regionale uitwerkingen*

In dit rapport worden de nationale kaders van de meetstrategie uitgewerkt. Hierbij staan de volgende elementen centraal:

1. Het vaststellen van *criteria* voor validatie en informatievoorziening waar zowel individuele meetposten als meetsystemen als geheel aan moeten voldoen.
2. Het opstellen van *kwaliteitsindicatoren* gebaseerd op de vastgestelde criteria waarmee voor elke willekeurige meetpost, per meetdoel, op een objectieve manier kan worden aangegeven in welke mate die meetpost voor dat doel geschikt is.

Deze twee elementen vormen samen de landelijke kaders voor het meten van vliegtuiggeluid voor validatie en informatievoorziening en ze worden in dit rapport in detail behandeld.

Tevens is in dit rapport de huidige of 'is'-situatie in beeld gebracht. Dit vindt plaats op basis van een inventarisatie van de bestaande meetsystemen rond luchthavens van nationale betekenis. Bij het bepalen van de 'wordt'-situatie kunnen de nationale kaders per regio worden toegepast. Deze stap zal in een volgende fase worden uitgevoerd en zal afzonderlijk worden gerapporteerd. In dit rapport wordt niettemin een stappenplan gepresenteerd waarmee meetsystemen rond Nederlandse luchthavens volgens een consistente, landelijke aanpak kunnen worden ingericht. De stappen geven handvatten om van de 'is'- naar de 'wordt'-situatie te komen.

Als voorbeeld van een regionale toepassing van de kaders wordt een beoordeling voor het NOMOS-meetsysteem rond Schiphol gepresenteerd. Hiermee wordt getoetst of de kaders voor een bestaand meetsysteem praktisch toepasbaar zijn. De beoordeling zal verder de basis vormen voor het bepalen van de 'wordt'-situatie voor Schiphol tijdens de regionale uitwerking.

1.3 **Opdrachtverlening**

Als vervolg op de verkenningsfase van de PAMV is in 2020 de uitwerkfase gestart. In mei 2020 heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) aan het RIVM en aan het NLR een opdracht verstrekt om samen de nationale meetstrategie op te stellen en om alvast de eerste stappen te zetten in de regionale uitwerkingen daarvan. Aan het KNMI is gevraagd om informatie over de invloed van het weer op gemeten vliegtuiggeluid onder Nederlandse omstandigheden aan te leveren.

1.4 **Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 van dit rapport gaat, voor de doelen van validatie en informatievoorziening, in op de (technische) criteria die worden gesteld aan het meetsysteem, de meetlocatie en het technisch beheer. Hiernaast worden ook de eisen die worden gesteld aan de dekking van een meetsysteem – dat wil zeggen de aantallen en de ligging van meetposten – voor beide doeleinden toegelicht. Tevens wordt in hoofdstuk 2 de beoordelingssystematiek toegelicht waarmee de kwaliteit van meetvoorzieningen op een objectieve wijze kan worden getoetst. Deze aanpak resulteert in kwaliteitsindicatoren die getalsmatig vastleggen in

hoeverre een meetpost aan de gestelde criteria voldoet. Als afsluiting van hoofdstuk 2 wordt een stappenplan gepresenteerd waarmee invulling kan worden gegeven aan de doelen van de nationale meetstrategie.

Hoofdstuk 3 beschrijft de actuele status van meetsystemen voor vliegtuiggeluid rond de luchthavens van nationale betekenis, opgesteld op basis van informatie ontvangen van de luchthavenregio's.

In hoofdstuk 4 wordt een eerste aanzet gepresenteerd voor de toepassing van de kwaliteitsindicator voor validatie en informatievoorziening op het NOMOS-meetsysteem rondom Schiphol. Hiermee wordt getoond hoe de kwaliteitsindicatoren voor beide doeleinden uitwerken voor een bestaand meetsysteem.

Het rapport sluit af met een hoofdstuk over de conclusies van dit rapport en aanbevelingen voor de volgende fases.

2 Eisen en criteria voor meetsystemen

Zoals in hoofdstuk 1 toegelicht, heeft de PAMV het overkoepelende doel om geluidberekeningen en metingen van vliegtuiggeluid onderling te versterken. Vanuit de eerste aanbeveling uit de verkenningsfase wordt de nationale meetstrategie ontwikkeld. Binnen deze uitwerking worden criteria opgesteld waarmee de kwaliteit van vliegtuiggeluidmetingen in kaart kan worden gebracht. Daarnaast wordt een aantal eisen gesteld waaraan meetsystemen minimaal moeten voldoen. Op basis van deze set met eisen en criteria wordt duidelijk welke metingen voor welk meetdoel kunnen worden gebruikt.

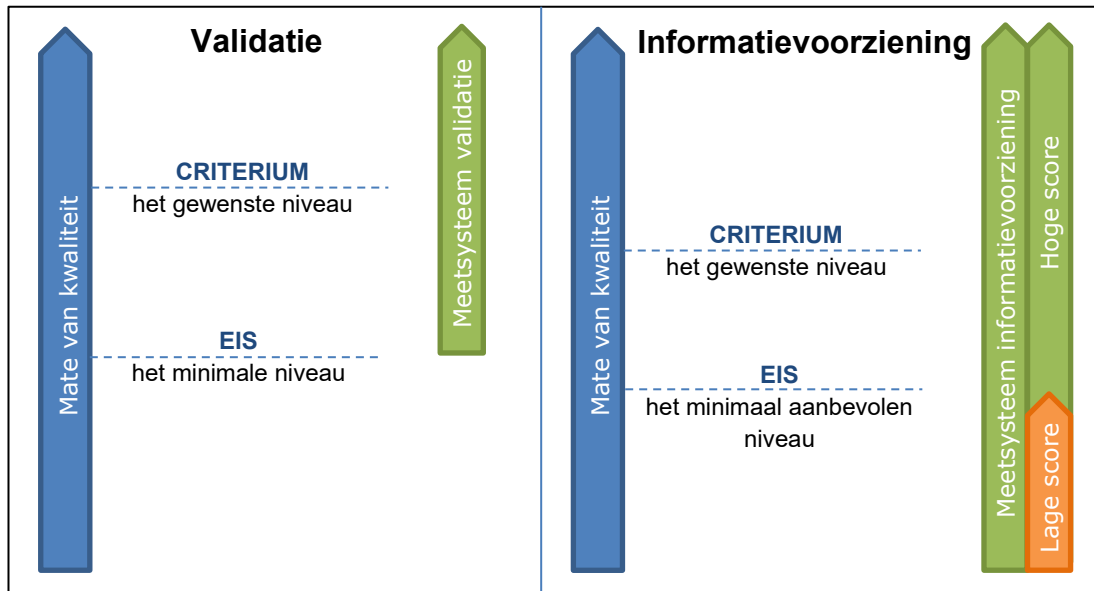
Het opstellen van de eisen en criteria is, in lijn met de aanbeveling uit de verkenningsfase, beperkt tot de meetdoelen validatie en informatievoorziening aan omwonenden. De eisen worden hierbij gesteld om een minimale kwaliteit te waarborgen. De criteria worden gebruikt om de gewenste kwaliteit te beschrijven. Tevens wordt een opzet gepresenteerd waarmee op basis van de eisen en criteria de geschiktheid van de meetkwaliteit voor een bepaald doel kan worden getoetst. Dit vindt plaats op basis van de zogenoemde 'kwaliteitsindicatoren', die na de toelichting van de eisen en criteria worden beschreven.

De eisen en criteria die aan meetsystemen worden gesteld verschillen per meetdoel. Dit onderscheid is ook te verwachten voor de twee meetdoelen van validatie en informatievoorziening. Meetgegevens die voor validatie worden gebruikt dienen van een zeer hoge kwaliteit te zijn. Hierdoor zijn de eisen en criteria aan meetsystemen voor validatie strenger dan die voor informatievoorziening. Met deze strenge eisen en criteria kunnen de vereiste nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van metingen voor validatie worden gewaarborgd.

Meetsystemen die technisch gezien geschikt zijn voor validatie voldoen automatisch ook aan de eisen voor informatievoorziening. Wel kan het zo zijn dat een systeem of een meetlocatie dat/die geschikt is voor validatie minder relevant is voor informatievoorziening, bijvoorbeeld omdat er rond de betreffende locatie weinig omwonenden zijn. Omdat de meeste meetsystemen rondom Nederlandse vliegvelden zijn ingericht voor het verstrekken van informatie aan omwonenden van luchthavens, is het niet te verwachten dat alle meetposten van een bestaand meetsysteem aan de eisen voor validatie zullen voldoen.

Wat betreft de eisen die worden gesteld is er een verschil in de implicatie van een eis voor validatie en voor informatievoorziening. Dit is ook grafisch weergegeven in Figuur 1. Voor het meetdoel validatie zijn de eisen hard. Dit betekent dat meetgegevens van systemen of meetlocaties die niet aan alle eisen voldoen, worden uitgesloten. Voor informatievoorziening worden de eisen gezien als aanbeveling. Systemen of meetlocaties die hieraan niet voldoen, worden echter niet bij voorbaat uitgesloten als bron van informatie. Wel is het risico groter dat dergelijke systemen onnauwkeurige en/of onbetrouwbare informatie leveren. Om een onderscheid te maken tussen systemen met hoge en lagere kwaliteit, is ook een kwaliteitsindicator ontwikkeld voor informatievoorziening (zie

paragraaf 2.5). Het niet-voldoen aan alle eisen heeft een relatief grote invloed op de uitkomst van de kwaliteitsindicatoren.



Figuur 1 Begrippen 'eisen en criteria' voor de meetdoelen validatie en informatievoorziening

De verschillende eisen en criteria zijn onderverdeeld in de volgende drie meetcategorieën:

1. eisen en criteria m.b.t. de techniek van het meetsysteem;
2. eisen en criteria m.b.t. het beheer van de meetpost en de meetgegevens;
3. eisen en criteria m.b.t. de locatie van meetposten.

Deze meetcategorieën worden hieronder verder uitgewerkt. Daarbij is met name voor het meetdoel validatie de ISO-norm voor het onbemand meten van vliegtuiggeluid het uitgangspunt (ISO-20906/TC 2009). Op een aantal punten wordt echter van deze norm afgeweken, om zo beter aan te sluiten bij de beoogde doelstelling. Daar waar in het vervolg van dit rapport over 'de ISO-norm' wordt gesproken, wordt bedoeld op de hierboven beschreven norm, tenzij anders gespecificeerd.

2.1 Eisen en criteria m.b.t. de techniek van het geluidmeetsysteem

Een deel van de eisen en criteria voor beide doelen heeft betrekking op de techniek van het meetsysteem: dit betreft de combinatie van individuele meetposten en de achterliggende infrastructuur, zoals een server waarop data wordt verwerkt, een database en eventueel een website. De infrastructuur van een meetsysteem heeft betrekking op alle meetposten die tot dat meetsysteem behoren. Hierbij is het mogelijk dat de achterliggende infrastructuur van een bepaald systeem in zijn geheel niet aan de eisen voor validatie voldoet; daarmee worden alle meetposten uit dit meetsysteem bij voorbaat ongeschikt voor validatie. Daarnaast is het mogelijk dat de achterliggende infrastructuur zelf wel geschikt is voor validatie, maar slechts een deel of zelfs geen van de meetposten voldoet aan de eisen voor validatie.

De eisen en criteria voor de techniek van het meetsysteem worden beschreven in Tabel 1.

Tabel 1 Eisen en criteria m.b.t. de techniek van het meetsysteem voor validatie en informatievoorziening

 criterium	Validatie	Informatievoorziening
<i>Robuustheid</i>	 Criterium Het systeem moet wat betreft locatiekeuze, financiering, weersbestendigheid, (on)gediertebescherming, energievoorziening, dataopslag, dataverwerking en datacommunicatie in staat zijn om minimaal 1 kalenderjaar te meten met een minimale beschikbaarheid van 98%.	 Criterium Het systeem moet wat betreft locatiekeuze, financiering, weersbestendigheid, (on)gediertebescherming, energievoorziening, dataopslag, dataverwerking en datacommunicatie in staat zijn om minimaal 3 maanden en bij voorkeur minimaal 1 jaar te meten.
<i>Norm</i>	 Eis Voldoet aan IEC 61672-1 Klasse 1 (NEN-EN-IEC 2014).	 Eis Voldoet aan IEC 61672-1 Klasse 2. Criterium Voldoet aan IEC 61672-1 Klasse 1.
<i>Frequentieweging</i>	 Eis A-weging, onder aanname van een 0 graden incidentie conform de ISO norm.	 Eis A-weging.
<i>Hulpapparatuur</i>	 Criterium Een eventueel benodigde bliksemafleider bevindt zich minimaal 0,5 meter van de microfoon. Criterium Heeft een windmeter die zich bevindt op minimaal 1 meter onder en minimaal 1,5 meter naast de microfoon.	 Criterium Heeft een windmeter die zich bevindt op minimaal 1 meter van de microfoon.
<i>Windbol of windscherm</i>	 Eis Er wordt een bij de microfoon behorende windbol of scherm gebruikt. Door de fabrikant van de microfoon en/of windbol dient te zijn aangetoond dat de geplaatste windbol leidt tot een L_{Aeq} van minder dan 65 dB(A) bij een continue wind van 10 m/s.	 Eis Er wordt een voor de microfoon geschikte windbol of equivalent gebruikt.
<i>Geluidmaten</i>	 Criterium Levert het maximale geluidniveau $L_{Amax,slow}$ van een event, het A-gewogen Sound Exposure Level (SEL) van een event en het L95 per uur.	 Criterium Levert het maximale geluidniveau $L_{Amax,slow}$ van een event.

 criterium	Validatie	Informatievoorziening
	<p> Criterium Levert audio (wav/mp3) files van events om naluisteren van deze events mogelijk te maken. De files zijn minimaal 15 maanden beschikbaar (deze audiofiles hoeven niet in de nationale database opgeslagen te worden).</p> <p> Criterium Levert de tijdreeks van het A-gewogen geluidniveau (Sound Pressure Level, SPL), minimaal 1 keer per seconde, bij voorkeur met de mogelijkheid om langere audio-opnames op te vragen (extra tijd voor en na event).</p>	<p> Criterium Levert de tijdreeks van het A-gewogen geluidniveau (Sound Pressure Level, SPL), minimaal 1 keer per seconde.</p>
<i>Tijdregistratie</i>	<p> Eis Alle gemeten geluidniveaus worden gekoppeld aan UTC (Coordinated Universal Time) tijd, met een <i>maximale afwijking van 2 seconden</i>. In situaties waarin deze maximale afwijking niet kan worden gegarandeerd, worden geen metingen verricht.</p>	<p> Criterium Alle gemeten geluidniveaus worden gekoppeld aan UTC-tijd of lokale tijd, met een maximale afwijking van <i>10 seconden</i>.</p>
<i>Meetbereik (A-gewogen)</i>	<p> Criterium Minimaal 30 tot 100 dB SPL met bij voorkeur een hogere bovengrens van meer dan 110 dB.</p> <p> Eis Metingen buiten het meetbereik worden gemarkeerd.</p>	<p> Criterium Minimaal 30 tot 100 dB SPL.</p> <p> Eis Metingen buiten het meetbereik worden gemarkeerd.</p>
<i>Kalibratiecontrole</i>	<p> Criterium Automatische kalibratiecontrole, minimaal 1 keer per 24 uur, bij voorkeur tijdens een periode met weinig vliegverkeer, op een frequentie van 1 kHz bij een SPL van minimaal 80 dB.</p> <p>Kalibratiecontrole leidt niet tot nieuwe events en wordt niet gestart tijdens een event.</p> <p> Criterium Resultaten van de kalibratiecontrole worden opgeslagen over een periode van minimaal 15 maanden.</p>	<p> Criterium Automatische kalibratiecontrole, minimaal 1 keer per 24 uur.</p>
<i>Eventdetectie</i>	<p> Criterium Het meetsysteem genereert events vanuit continue meetdata.</p>	<p> Criterium</p>

Criterium	Validatie	Informatievoorziening
	<p>Criterium De events worden gekoppeld aan specifieke vluchten (bijvoorbeeld op basis van vluchtgegevens en radarregistraties). De fabrikant beschrijft het gebruikte detectiesysteem en demonstreert ten behoeve van transparantie dat minimaal wordt voldaan aan de criteria uit de ISO norm.¹</p> <p>Criterium Indien de koppeling met radarregistraties plaatsvindt wordt ook de elevatiehoek bepaald en opgeslagen.</p>	<p>Het meetsysteem genereert events vanuit continue meetdata.</p> <p>Criterium De events worden gekoppeld aan specifieke vluchten (bijvoorbeeld op basis van vluchtgegevens en radarregistraties).</p>
<i>Dataverbinding</i>	<p>Criterium De meetpost heeft minimaal 1 keer per 24 uur verbinding met de achterliggende infrastructuur van het meetsysteem voor dataoverdracht en statusmeldingen.</p>	<p>Criterium De meetpost heeft continu verbinding met de achterliggende infrastructuur van het meetsysteem voor dataoverdracht.</p>

2.2 Eisen en criteria m.b.t. het beheer van de meetpost en de meetgegevens

Tabel 2 Eisen en criteria m.b.t. het meetbeheer voor validatie en informatievoorziening

Criterium	Validatie	Informatievoorziening
<i>Registratie locatie</i>	<p>Eis De locatie van alle meetposten is bepaald en vastgelegd met een <i>maximale afwijking van 5 meter</i>.</p>	<p>Eis De locatie van alle meetposten is bepaald en vastgelegd met een <i>maximale afwijking van 10 meter</i>.</p>
<i>Akoestische kalibratie</i>	<p>Eis Minimaal 1 keer per jaar een akoestische kalibratie op een frequentie van 1000 Hz, bij een SPL van 90 tot 125 dB, met een kalibrator die voldoet aan de NEN-EN-IEC 60942:2018 <i>klasse 1</i> norm.</p> <p>De gebruikte kalibrator dient in de afgelopen 12 maanden in een geaccrediteerd laboratorium te zijn gekalibreerd.</p>	<p>Eis Minimaal 1 keer per jaar een akoestische kalibratie op een frequentie tussen de 250 en 1000 Hz, bij een SPL van 90 tot 125 dB, met een kalibrator die voldoet aan de NEN-EN-IEC 60942:2018 <i>klasse 1 of 2</i> norm.</p> <p>De gebruikte kalibrator dient in de afgelopen</p>

¹ Momenteel zijn nieuwe systemen in ontwikkeling door fabrikanten van meetapparatuur met als doel om de eventdetectie aanzienlijk te verbeteren. Mochten dergelijke systemen beschikbaar komen en tot aantoonbaar betere resultaten leiden, dan kunnen de kwaliteitsindicatoren dusdanig worden aangepast dat dit tot een duidelijk hogere waardering leidt.

 criterium	Validatie	Informatievoorziening
		12 maanden in een geaccrediteerd laboratorium te zijn gekalibreerd.
<i>Systeemkalibratie</i>	Eis Minimaal 1 keer per 2 jaar controle van systeemeigenschappen aan IEC 61672-1 <i>klasse 1</i> volgens procedures in IEC 61672-3 (NEN-EN-IEC 2013) door een geaccrediteerd laboratorium.	Eis Minimaal 1 keer per 2 jaar controle van systeemeigenschappen aan IEC 61672-1 <i>klasse 1 of 2</i> volgens procedures in IEC 61672-3 (NEN-EN-IEC 2013) door een geaccrediteerd laboratorium.
<i>Controle hulpapparatuur</i>	Criterium Minimaal 1 keer per jaar controle van de juiste werking van hulpapparatuur (zie Tabel 1).	Criterium Minimaal 1 keer per jaar controle van de juiste werking van hulpapparatuur (zie Tabel 1).
<i>Databeveiliging</i>	Eis Het meetsysteem moet beveiligd zijn tegen het bewerken van meetgegevens door personen die daartoe niet bevoegd zijn.	Criterium Het meetsysteem moet beveiligd zijn tegen het bewerken van meetgegevens door personen die daartoe niet bevoegd zijn.
<i>Back-up</i>	Criterium Meetgegevens ouder dan 24 uur mogen niet onherstelbaar verloren gaan als gevolg van een specifieke gebeurtenis.	Criterium Meetgegevens ouder dan 24 uur mogen niet onherstelbaar verloren gaan als gevolg van een specifieke gebeurtenis.
<i>Storingsbeheer</i>	Criterium Storingen in apparatuur, hulpapparatuur, voeding en/of communicatie, dan wel een afwijking van 1.5 dB of meer bij kalibratiecontrole, worden onderzocht en verholpen <i>binnen 5 werkdagen</i> . Criterium Indien de storing naar inzicht van de beheerder van invloed kan zijn (geweest) op de meetwaarden, worden de metingen gemarkeerd als onbetrouwbaar. Criterium Daarnaast dient de meetpost meetgegevens voor minimaal 7 dagen lokaal op te kunnen slaan, zodat gegevens bewaard blijven indien de gegevensverbinding wegvalt. Deze	Criterium Storingen in apparatuur, hulpapparatuur, voeding en/of communicatie, dan wel een afwijking van 1.5 dB of meer bij kalibratiecontrole, worden onderzocht en verholpen <i>binnen 10 werkdagen</i> . Criterium Indien de storing naar inzicht van de beheerder van invloed kan zijn (geweest) op de meetwaarden, worden de metingen gemarkeerd als onbetrouwbaar. Criterium

Criterium	Validatie	Informatievoorziening
	gegevens worden vervolgens alsnog verstuurd zodra de verbinding is hersteld.	Daarnaast dient de meetpost meetgegevens voor minimaal 7 dagen lokaal op te kunnen slaan, zodat gegevens bewaard blijven indien de gegevensverbinding wegvalt. Deze gegevens worden vervolgens alsnog verstuurd zodra de verbinding is hersteld.

2.3 Eisen en criteria m.b.t. de locatie van de meetpost

In het geval van validatie is het doel om zo veel mogelijk aan te sluiten bij de condities en aannames die gelden voor de modellen voor de geluidberekeningen. De eisen aan de locatie zijn hiervan afgeleid. In het geval van informatievoorziening ligt het meer voor de hand om te kiezen voor locaties die voor omwonenden van vliegvelden relevant zijn, zoals hun eigen woonomgeving.

Tabel 3 Eisen en criteria m.b.t. de meetlocatie voor validatie en informatievoorziening

Criterium	Validatie	Informatievoorziening
<i>Binnen/Buiten</i>	Eis Metingen worden buiten uitgevoerd.	Eis Metingen worden buiten uitgevoerd.
<i>Hoogte boven maaiveld</i>	Criterium De microfoon bevindt zich bij voorkeur op 1,5 meter boven maaiveld boven een grasachtige bodem. Indien sprake is van een harde ondergrond wordt een hoogte van minimaal 5 meter boven een onderliggend oppervlak gewenst.	Criterium De microfoon bevindt zich minimaal 1 meter boven maaiveld of ander onderliggend oppervlak.
<i>Oriëntatie</i>	Eis Diafragma omhoog gericht, parallel aan de lokale ondergrond.	Criterium Diafragma omhoog gericht, parallel aan de lokale ondergrond.
<i>Ligging</i>	Criterium In nabijheid van luchthavens en/of vliegroutes met gemeten vliegverkeer volgens de richtlijnen gespecificeerd in de ISO-norm. Criterium Onjuiste koppelingen met simultaan plaatsvindende verkeersstromen worden via de locatiekeuze	Criterium Op voor de doelgroep relevante locaties. Hierbij zal het doorgaans woonomgevingen betreffen waar vliegtuiggeluid duidelijk hoorbaar is, maar het zou bijvoorbeeld ook een natuurgebied kunnen zijn als het doel is om daar te meten.

Criterium	Validatie	Informatievoorziening
	voorkomen, of achteraf geëlimineerd.	
<i>Ondergrond</i>	<p>Criterium Bij voorkeur gras of een zachte bodem om bij de modelaannames aan te sluiten.</p> <p>Als dat niet mogelijk is, wordt de invloed van bodemreflecties geminimaliseerd.</p>	<p>Criterium Het type ondergrond wordt omschreven.</p>
<i>Afscherming</i>	<p>Eis Geen obstakels in het gebied omgrensd tussen 70 graden links en rechts van het dichtstbijzijnde punt op de nominale verkeerswegen waarvoor de meetpost is bedoeld, en tussen 10 en 90 graden elevatie.</p>	<p>Criterium De omgeving van de meetpost wordt omschreven.</p>
<i>Reflecties</i>	<p>Eis Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de ondergrond) binnen 2 meter van de microfoon.</p> <p>Criterium Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de grond) binnen 10 meter van de microfoon.</p> <p>Daarbuiten geen oppervlakken waarvan de som van de hoogte en de breedte groter is dan de afstand tot de meetpost.</p>	<p>Criterium Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de ondergrond) binnen 2 meter en bij voorkeur binnen 5 meter van de microfoon.</p>
<i>Achtergrond-niveau</i>	<p>Eis Het achtergrondniveau L_{95}, eventueel per dagdeel, dient minimaal 10 dB(A) lager te zijn dan de $L_{Amax,slow}$ van een gegenereerd event.</p> <p>Criterium Het achtergrondniveau L_{95}, eventueel per dagdeel, dient minimaal 15 dB(A) lager te zijn dan de $L_{Amax,slow}$ van een gegenereerd event.</p> <p>Dit criterium zou ertoe kunnen leiden dat stillere vliegtuigtypes en/of procedures niet op alle locaties kunnen worden gemeten. Daarnaast is het aanbevolen om een locatie te kiezen waarbij (kortdurende) stoorgeluiden zo veel mogelijk worden voorkomen, omdat dergelijke</p>	<p>Criterium Er is een manier beschikbaar om vliegtuigeluid van andere geluidbronnen in de achtergrond op een consistente wijze te onderscheiden. Hiermee worden in elk geval events voorkomen die niet door vliegtuigen kunnen zijn veroorzaakt.</p>

criterium	Validatie	Informatievoorziening
	stoorgeluiden niet tot uitdrukking komen in het achtergrondniveau L ₉₅ .	
<i>Toegankelijkheid</i>	<p>Eis</p> <p>De meetpost is toegankelijk voor bevoegden en is fysiek afgeschermd tegen toegang door onbevoegde personen, ter voorkoming van beschadiging van de meetpost door vandalisme.</p> <p>Hierbij gaat het overigens niet alleen om de toegankelijkheid door mensen, maar ook dieren die in de nabijheid van een microfoon kunnen zorgen voor schade aan geluidmeetposten.</p>	<p>Criterium</p> <p>De meetpost is toegankelijk voor bevoegden en is fysiek afgeschermd tegen toegang door onbevoegde personen, ter voorkoming van beschadiging van de meetpost door vandalisme.</p>

2.4 Eisen aan de dekking van het meetsysteem

Naast de kwaliteit van de techniek en de beheerprocessen van een meetsysteem, is ook de dekkingsgraad van het meetsysteem van belang. Het meetsysteem moet voldoende relevante metingen van gewenste kwaliteit kunnen uitvoeren.

Net als voor de eisen aan de techniek van het meetsysteem, het beheer en de locatie, wordt eveneens voor de dekking onderscheid gemaakt naar de meetdoelen validatie en informatievoorziening. Voor het uitvoeren van validatie dienen meetposten aanwezig te zijn die zo veel mogelijk vliegverkeer op relevante locaties kunnen meten. Om de modellen voor vliegtuiggeluid te kunnen valideren, dienen de metingen op deze locaties van voldoende kwaliteit te zijn. Daarnaast is het belangrijk om zowel starts als landingen te meten, zowel dichtbij als verder weg van de luchthaven.

Op dit moment is er geen referentie of norm beschikbaar voor het bepalen van de eisen op de dekkingsgraad die het meetsysteem voor verschillende doelen moet kunnen aanbieden. Door onder andere deze overwegingen, worden de eisen aan de dekking van een meetsysteem voorlopig als *richtlijnen* beschouwd.

1. Dekkingsgraad voor validatie:

- Minimaal 80% van zowel het startende als het landende verkeer moet minimaal door één meetpost kunnen worden gemeten dichtbij de luchthaven. Voor Schiphol wordt voor het begrip 'dichtbij' aangesloten op de definitie van het binnengebied, tussen de grens van het luchthaventerrein en de 58 dB(A) L_{den} contour. Voor de overige luchthavens van nationale betekenis geldt een soortgelijke definitie, maar wordt niet de 58 maar de voor deze luchthavens meer relevante 56 dB(A) contour gehanteerd.
- Minimaal 40% van alle startende en landende vluchten moet minimaal door één meetpost kunnen worden gemeten in het gebied verder weg van de luchthaven. Voor Schiphol wordt hierbij aangesloten bij de definitie van het buitengebied

tussen de 48 en 58 dB(A) L_{den} contour. Voor de overige luchthavens van nationale betekenis gaat het om het gebied tussen de 56 en de 48 dB(A) contour.

- Metingen kunnen alleen worden verricht door meetposten die zijn beoordeeld als geschikt voor validatie.
- Alleen vluchten die met een elevatiehoek (tussen horizon en vliegtuig) van 60 graden of meer langs de meetpost komen worden meegeteld (Rhodes 2018).

De genoemde percentages kunnen al voorafgaand aan de plaatsing van een meetpost worden bepaald op basis van analyses van radargegevens. Hierbij hoeft geen rekening te worden gehouden met bijvoorbeeld de technische beschikbaarheid van de meetpost of ongeschikte meteorologische omstandigheden (zie ook Bijlage 4).

In een later stadium zou vanuit het PAMV-modelvalidatietraject kunnen blijken dat het wenselijk is om vluchten vaker dan minimaal 1 à 2 keer te kunnen meten. Ook inzicht in de effecten van specifieke omstandigheden kunnen zijn gewenst, zoals bij hoogterestricties voor starts of bij bochten met een grote koersverandering. Ten slotte zou in de toekomst kunnen blijken dat het wenselijk is om te meten buiten de 48 dB(A) L_{den} contouren. Op dit moment wordt het echter aanbevolen om eerst nader onderzoek naar het toepassingsbereik van meten en rekenen uit te voeren; en niet, vooruitlopend daarop, al extra meetlocaties in te richten.

Bij de bovenstaande aanbeveling wordt een aantal aanvullende opmerkingen geplaatst:

- Mede gezien het voorlopige karakter is het verstandig om de genoemde getallen te zien als richtlijn en niet als harde eis. Op het moment dat bijvoorbeeld een dekking van 79% kan worden behaald met een bepaalde configuratie van het meetsysteem, ligt het niet voor de hand om voor het laatste procentpunt nog een extra meetlocatie in te richten.
- In het rapport van de verkenningsfase van de PAMV (Smetsers, Siegmund et al. 2019) staat dat ervoor gekozen kan worden *om in eerste instantie verbeteringen te onderzoeken voor één luchthaven en om vervolgens na te gaan of deze verbeteringen ook voor de geluidmodellering rondom andere luchthavens van belang zijn. Desgewenst kan dit nader getoetst worden met een beperkt aantal meetposten bij één of meerdere andere luchthavens.*
- Zoals ook toegelicht in paragraaf 1.2.1, zal de validatie starten voor de luchthaven Schiphol. Aansluitend zal worden bepaald of en in hoeverre lokaal meten voor validatie op de overige luchthavens van nationale betekenis gewenst en/of nodig is.
- Bij de eerste luchthaven, Schiphol, wordt gekozen voor meetposten voor validatie zowel dichtbij als verder weg van de luchthaven, zodat de validatie wordt uitgevoerd voor starts en landingen en voor verschillende vluchtfases. Hiermee wordt een brede validatie uitgevoerd van het Doc29-model. Ervaringen met de eerste luchthaven kunnen vervolgens ook

worden toegepast op daarop volgende validatietrajecten bij andere luchthavens.

- Over het algemeen zal het weinig nut hebben om twee meetposten die achtereenvolgens dezelfde vluchten meten dicht bij elkaar te plaatsen, zoals op minder dan 1 kilometer afstand van elkaar. Dit geldt ook als de twee meetposten elk één van de twee hierboven gedefinieerde gebieden afdekken. Wel geldt in algemene zin dat als de geluidcontouren van een bepaalde luchthaven relatief klein zijn, dat meetposten ook dichter op elkaar zullen staan, omdat het oppervlak van de geluidcontouren dan kleiner is.

Bovenstaande wil zeggen dat het bij regionale luchthavens kan voorkomen dat het niet zinvol is om aparte meetposten te hanteren voor het gebied dichtbij en voor het gebied verder weg van de luchthaven. In die gevallen wordt wel aanbevolen om met een beperkt aantal meetposten metingen te doen aan een zo breed mogelijke dwarsdoorsnede van het verkeer (nabij vliegroutes van zowel starts als landingen, en zowel dichtbij als wat verder weg van de luchthaven).

2. *Dekkingsgraad voor informatievoorziening:*

Wat betreft de dekking van een meetsysteem voor informatievoorziening geldt dat de meetlocaties in samenspraak worden bepaald door de betrokken partijen uit de regio.

Ter ondersteuning bij het maken van deze keuze bevat paragraaf 2.6.2 een handreiking die kan helpen om tot een objectieve locatiekeuze te komen. De handreiking beschrijft hoe locaties kunnen worden gekozen op basis van vraag en budget. Bijlage 5 beschrijft verder een voorstel om tot een prioritering te komen van potentiële meetlocaties voor informatievoorziening. Hierbij wordt voorgesteld om naar het aantal ernstig gehinderde personen per woonplaats te kijken. Deze aantallen kunnen bijvoorbeeld worden bepaald op basis van een geluidberekening in combinatie met een dosis-effectrelatie. De woonplaatsen met het hoogste aantal ernstig gehinderden zouden op basis hiervan het eerst in aanmerking komen voor een meetlocatie. Door gebruik te maken van aantallen ernstig gehinderden, wordt een weging gemaakt van zowel het aantal mensen als van de geluidbelasting waaraan deze mensen worden blootgesteld.

Hierbij kan worden opgemerkt dat een meetpost naast informatievoorziening in een gebied met ernstig gehinderden ook een andere functie kan hebben. Zo kan een meetpost die slechts een zeer beperkt deel van het totale verkeer meet of die in dunbevolkt gebied ligt, door de omgeving toch als zeer relevant voor informatievoorziening worden beschouwd. Reden hiervoor kan bijvoorbeeld zijn dat de meetpost inzicht geeft in een specifiek vraagstuk dat in de omgeving leeft.

2.5 Kwaliteitsindicator ter beoordeling van meetsysteemkwaliteit

Om invulling te geven aan de doelstellingen van de nationale meetstrategie, is een beoordelingssystematiek nodig waarmee meetsystemen rond luchthavens van nationale betekenis voor hun beoogde doel geëvalueerd kunnen worden. In de voorafgaande paragrafen zijn criteria en eisen toegelicht waarmee de geschiktheid van meetsystemen voor validatie respectievelijk informatiedoeleinden kan worden getoetst. Deze criteria vormen een logisch startpunt voor het ontwerp van de genoemde systematiek.

De te realiseren beoordelingssystematiek dient aan een aantal eisen te voldoen om tot een vorm te komen die voor een praktische toepassing op bestaande en toekomstige meetsystemen adequaat is. Naast de eis dat de systematiek eenvoudig toepasbaar is, zijn andere eisen, zoals objectiviteit, consistentie, transparantie, eenduidigheid en reproduceerbaarheid, ook van belang. De eis van objectiviteit vergt een gekwantificeerde manier van evalueren, om de invloed van onbedoelde subjectiviteit te minimaliseren. Het streven is derhalve om tot een *numerieke* 'kwaliteitsindicator' te komen, die kwantificeert in hoeverre een gegeven meetpost, onderdeel van een gegeven meetsysteem, aan de gestelde criteria voor een meetdoel voldoet. De werking en opbouw van deze kwaliteitsindicator worden in deze sectie nader toegelicht.

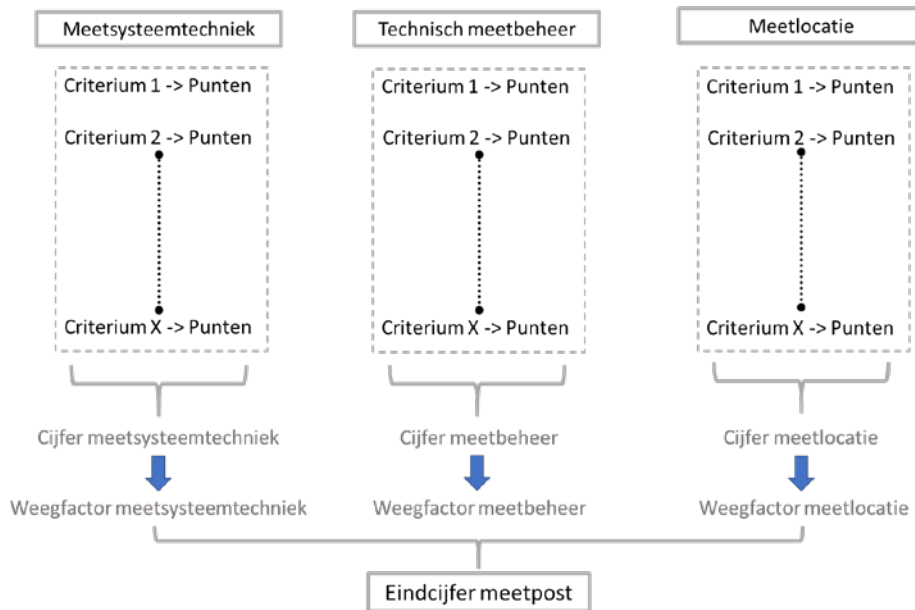
2.5.1 Beschrijving kwaliteitsindicator

Voor het ontwerp van de kwaliteitsindicator moeten enerzijds alle relevante criteria m.b.t. de meetsysteemtechniek, beheer en meetlocatie worden afgedekt, anderzijds moet de indicator ook eenvoudig en eenduidig, conform de eisen aan de indicator zelf, met punten gescoord kunnen worden. Om dit te realiseren krijgt elk criterium uit Tabel 1-Tabel 3 een maximaal haalbaar aantal punten toegekend. Dit maximaal aantal punten is afhankelijk van het belang en de relevantie van het betreffende criterium. De waarde hiervan kan verschillend zijn voor validatie of informatievoorziening.

Het bepalen van een numerieke waarde (cijfer) van de meetkwaliteit vindt in twee algemene stappen plaats (met een paar verschillen voor beide doeleinden uitgelegd in paragrafen 2.5.2 en 2.5.3):

1. Ten eerste wordt voor elk van de drie meetcategorieën de omvang van overeenkomst met de gestelde eisen en criteria getoetst. Dit leidt tot een score van een aantal punten per criterium, die bij elkaar opgeteld kunnen worden om tot een cijfer te komen per meetcategorie.
2. In een tweede stap worden de individuele cijfers per meetcategorie op een passende wijze gemiddeld, om tot een gezamenlijk eindcijfer voor elke meetpost van het meetsysteem te komen. De middeling van de cijfers uit de drie meetcategorieën wordt met weegfactoren gedaan, met elke weegfactor bepaald op basis van het relatieve belang van de meetcategorie in relatie tot de eindkwaliteit van het gemeten (vliegtuig)geluid.

Figuur 2 geeft de algemene werking van de voorgestelde kwaliteitsindicatoren schematisch weer.



Figuur 2 Schematische weergave van de werking van de kwaliteitsindicatoren voor het bepalen van een eindcijfer per meetpost

Zoals eerder toegelicht, worden aan het validatiedoel strengere eisen gesteld dan aan informatievoorziening. Met betrekking tot de kwaliteitsindicator houdt dit in dat een hoger validatiecijfer moeilijker zal zijn te behalen dan een vergelijkbaar cijfer voor informatievoorziening. Daarnaast zijn voor validatie bepaalde criteria als harde eisen gedefinieerd en ze beïnvloeden deze daarmee niet het cijfer (toegelicht in paragraaf 2.5.2). Voor informatievoorziening gelden de eisen als aanbeveling en ze zijn van invloed op het eindcijfer. Beide cijfers, voor validatie en informatievoorziening, dienen dan ook niet met elkaar te worden vergeleken.

Voor informatievoorziening wordt grotendeels dezelfde aanpak gevolgd als voor validatie. Hier geldt alleen dat de helft van het eindcijfer tot stand komt op basis van de systematiek zoals weergegeven in Figuur 2. Het andere deel van het cijfer wordt bepaald op basis van een controle of het meetsysteem aan de basiseisen voor informatievoorziening voldoet. Dit wordt in paragraaf 2.5.3 verder toegelicht.

Volledigheidshalve wordt hierbij nog opgemerkt dat voor elke meetpost in principe zowel de kwaliteitsindicator voor validatie als die voor informatievoorziening kan worden bepaald. Als gevolg van diverse eisen bij de kwaliteitsindicator voor validatie, is het mogelijk dat een meetpost uiteindelijk geen cijfer krijgt voor het doel validatie en daardoor alleen een cijfer voor informatievoorziening heeft. Het uitgangspunt voor de opgestelde kwaliteitsindicator voor validatie is dat een meetpost als geschikt voor validatie wordt beschouwd als deze aan de validatie-eisen voldoet. Een hoger validatiecijfer betekent dat de meetpost wel beter geschikt is voor het doel. Deze opzet van de kwaliteitsindicator voor validatie wordt tijdens de regionale uitwerkingen nader getoetst. Tevens zal het PAMV-validatietraject beter inzicht geven omtrent de werking en effectiviteit van de kwaliteitsindicator voor validatie.

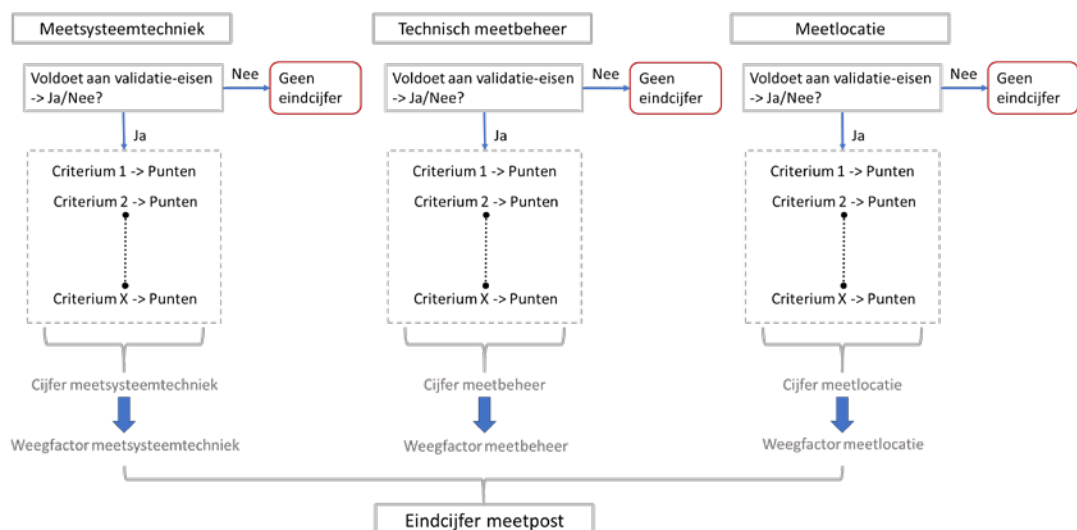
Het eindcijfer van de kwaliteitsindicator voor beide doelen dient een goed beeld te geven van de deugdelijkheid van de betreffende meetpost en de bijbehorende data afkomstig van die meetpost. Op basis van de mate van geschiktheid van meetposten voor beide doeleinden kan waar nodig advies aan luchthavenregio's worden uitgegeven omtrent het realiseren van nieuwe meetposten en het verplaatsen of zelfs verwijderen van bestaande meetposten (het behalen van de 'wordt'-situatie).

De opgestelde kwaliteitsindicatoren hebben betrekking op individuele meetposten. De kaders van de nationale meetstrategie dienen echter ook voor een meetsysteem als geheel te gelden. Om voor een gegeven meetdoel geschikt te zijn, dient een meetsysteem over een voldoende aantal meetposten van de gewenste kwaliteit te beschikken. De koppeling tussen de kwaliteit van individuele meetposten en het meetsysteem als geheel wordt door de eis aan de dekkinggraad gelegd. Bij het beoordelen van meetsystemen moeten daarom zowel de kwaliteitsindicatoren per meetpost als de dekkinggraad van het meetsysteem *in combinatie* worden beschouwd.

2.5.2 Opbouw kwaliteitsindicator voor validatie

Tabel B1.1-Tabel B1.3 in Bijlage 1 laten de opbouw van de kwaliteitsindicator voor validatie zien, voor het beoordelen van de kwaliteit van de drie meetcategorieën. Met de opbouw van de kwaliteitsindicator wordt hierbij vooral de puntentoe wijzing per meetcriterium en meetcategorie bedoeld.

Naast de puntentoe wijzing is in de tabellen ook herhaald of het een eis of een criterium voor validatie betreft. Het bepalen van een validatiecijfer wordt alleen voor die meetposten gedaan die aan alle validatie-eisen voldoen. Deze extra voorwaarde in de werking van de kwaliteitsindicator voor validatie is in Figuur 3 gevisualiseerd.



Figuur 3 Werking van de kwaliteitsindicator voor validatie

Het maximaal aantal te behalen punten in Tabel B1.1-Tabel B1.3 geeft het relatieve belang weer van het betreffende criterium voor het bepalen van de kwaliteit van de meting. De laatste kolom in elk van de drie

tabellen licht de toegepaste puntentoekening toe. Hier geldt in principe: hoe kleiner de afwijking ten opzichte van het gestelde criterium, hoe hoger per criterium kan worden gescoord. Per meetcategorie is een maximaal cijfer van 10 haalbaar.

Zoals eerder beschreven, krijgen de drie meetcategorieën verder een weegfactor die hun belang bij het bepalen van de kwaliteit van het hele meetsysteem weergeeft. Deze weegfactoren zijn in Tabel 4 samengevat. Daar is te zien dat de techniek van het meetsysteem en de meetlocatie als de twee belangrijkste meetcategorieën zijn aangemerkt en dat zij een even zware weging dragen. Deze twee meetcategorieën bepalen samen 80% van het eindcijfer van de kwaliteitsindicator; het meetbeheer bepaalt de resterende 20%. Deze verdeling is gebaseerd op het feit dat de kwaliteit van de meetsysteemtechniek en de keuze van de meetlocatie de grootste invloed hebben op de kwaliteit van metingen van vliegtuiggeluid.

Tabel 4 Weegfactoren per meetcategorie voor validatie en informatievoorziening

Weegfactor, W_x per meetcategorie	Waarde
$W_{techniek}$	0,4
W_{beheer}	0,2
$W_{locatie}$	0,4

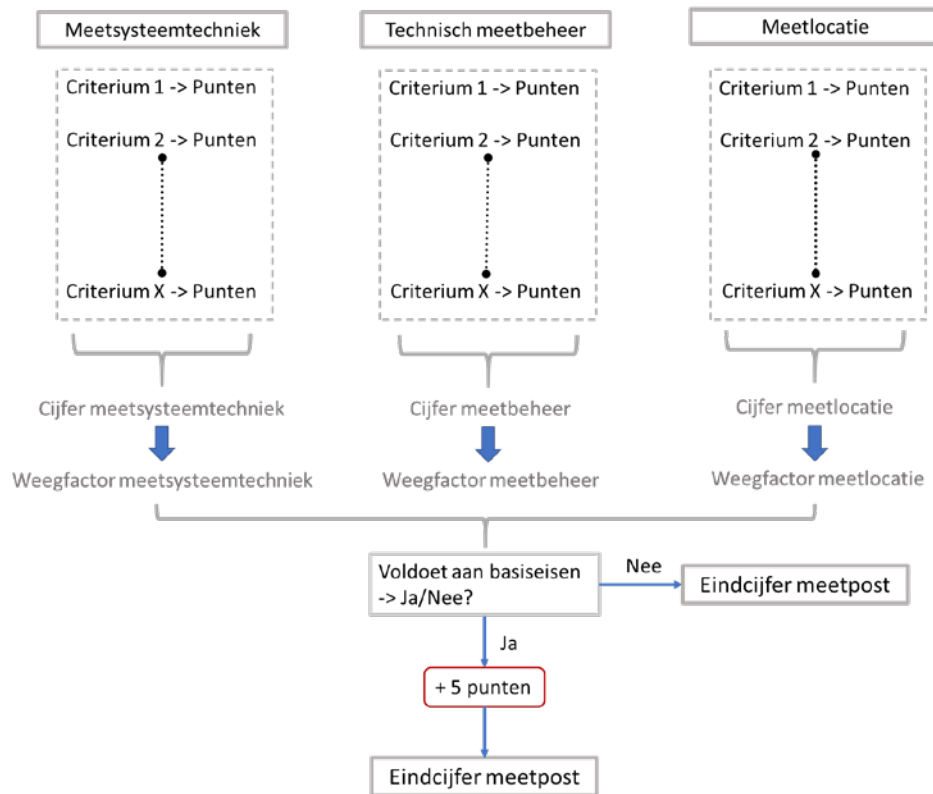
Het eindcijfer voor de kwaliteitsindicator voor validatie wordt als volgt berekend:

$$K_{val} = K_{val_techniek} * W_{techniek} + K_{val_beheer} * W_{beheer} + K_{val_locatie} * W_{locatie} \quad (1)$$

2.5.3

Opbouw kwaliteitsindicator voor informatievoorziening

De structuur van de kwaliteitsindicator voor informatievoorziening is op een vergelijkbare manier opgesteld als voor validatie, met enkele verschillen in de maximaal haalbare punten en de puntentoekening per criterium. Anders dan voor validatie zijn er geen harde eisen die een meetsysteem voor het verstrekken van informatie aan omwonenden diskwalificeren. Dit laat de mogelijkheid open tot het toevoegen van niet- of semiprofessionele metingen voor informatievoorziening (zoals metingen als onderdeel van citizen-science initiatieven die geen gebruikmaken van professionele meetapparatuur). In plaats van de harde eisen zoals gebruikt voor validatie, gelden voor informatievoorziening wel basiseisen (zie Tabel 1-Tabel 3 welke eisen dit betreft). Systemen die aan de (basis)eisen voor informatievoorziening voldoen, krijgen per definitie een hoger eindcijfer dan systemen die niet aan de (basis)eisen voldoen. De werking van de kwaliteitsindicator voor informatievoorziening is in Figuur 4 te zien.



Figuur 4 Werking van kwaliteitsindicator voor informatievoorziening

Tabel B1.4-Tabel B1.6 in Bijlage 1 geven de opbouw van de kwaliteitsindicator voor informatievoorziening weer. Daar is de voorgestelde puntentoekening per criterium te zien.

Het eindcijfer voor de kwaliteitsindicator voor informatievoorziening kan per meetpost worden berekend als:

$$K_{basis} = \begin{cases} 0, & \text{Voldoet niet aan alle (basis)eisen} \\ 5, & \text{Voldoet wel aan alle (basis)eisen} \end{cases} \quad (2)$$

$$K_{info} = K_{basis} + K_{info_techniek} * W_{techniek} + K_{info_beheer} * W_{beheer} + K_{info_locatie} * W_{locatie} \quad (3)$$

De aangegeven weegfactoren in vergelijking 3 zijn dezelfde als die gebruikt voor validatiedoelinden in Tabel 4. Dit komt door het feit dat het relatieve belang per meetcategorie voor informatievoorziening niet anders is dan voor validatie.

2.6 Stappenplan voor transitie van de 'is'- naar de 'wordt'-situatie

In paragraaf 1.2.1 is de visie beschreven omtrent de nationale meetstrategie en de meetdoelen die met behulp van de meetstrategie op termijn moeten worden behaald. Daarin staat dat de landelijke kaders handvatten dienen te bieden voor het inrichten van meetsystemen volgens een consistente aanpak. Dit geldt zowel voor het inrichten van nieuwe meetsystemen als voor het herinrichten van bestaande meetsystemen. In deze paragraaf worden de stappen toegelicht waarmee invulling kan worden gegeven aan dit streven van de nationale

meetstrategie. De aanpak wordt voor de verschillende meetdoelen apart beschreven. De voorgestelde stappen beginnen bij de huidige 'is'-situatie en geven handvatten om tot de gewenste 'wordt'-situatie te komen.

2.6.1 *Toetsen en inrichten van meetsystemen voor validatie*

Stappen toetsen en eventueel herinrichten van een bestaand meetsysteem voor validatie:

1. Toets of het meetsysteem voldoet aan de eisen voor validatie m.b.t. de techniek en het beheerproces.
 - Indien ja, dan wordt de geschiktheid voor validatie bepaald door de locaties van de meetposten.
 - Indien nee, dan moet een ander meetsysteem worden gekozen en/of moeten de beheersprocessen worden aangepast om aan de eisen te voldoen.
2. Bepaal of de locaties van bestaande meetposten voldoen aan de validatie-eisen voor de meetlocatie. Maak een overzicht van welke meetposten wel/niet geschikt zijn voor validatie.
3. Indien er geen meetposten zijn die voldoen aan de validatie-eisen, moeten meetposten worden aangepast of moeten nieuwe meetlocaties worden gevonden die wel aan de eisen voldoen. Bij beide mogelijkheden wordt gestreefd naar een zo hoog mogelijk validatiecijfer. Hiervoor kan van mobiele meetposten worden gebruikgemaakt voordat er definitieve keuzes worden gemaakt.
4. Bepaal of de voor validatie geschikte meetposten gezamenlijk voldoen aan de richtlijn voor de dekkingsgraad zowel dichtbij als verder weg van de luchthaven. Indien niet aan de dekkingseisen wordt voldaan, zijn aanvullende validatiemeetposten nodig.

De onderstaande stappen zijn van toepassing bij plaatsing van een meetsysteem ten behoeve van validatie nabij een luchthaven waar nog geen meetsysteem operationeel is:

1. Kies een meetsysteem dat voldoet aan de validatie-eisen m.b.t. de techniek en het beheerproces.
2. Kies met behulp van radaranalyses een set van locaties waarmee kan worden voldaan aan de eisen van de dekkingsgraad voor validatie, zowel dichtbij als verder weg van de luchthaven.
3. Voer met behulp van mobiele meetposten locatieanalyses uit om de geschiktheid van de meetlocaties te controleren volgens de validatie-eisen voor de meetlocatie. Optimaliseer waar mogelijk de meetlocaties, zodat ze een zo hoog mogelijk cijfer voor de meetlocatie halen.

2.6.2 *Toetsen en inrichten van meetsystemen voor informatievoorziening*

Zoals reeds in dit rapport aangegeven, ligt de uiteindelijke keuze voor meetlocaties voor informatievoorziening bij de regio's. Deze paragraaf geeft een handreiking die door de regio's kan worden gebruikt bij het selecteren van meetlocaties ten behoeve van informatievoorziening. De initiële aanpak kan hierbij zowel vraaggestuurd als budgetgestuurd zijn.

Vraaggestuurd:

Bepaal met de verschillende betrokken partijen in de regio op welke locaties er behoefte is aan meten voor informatievoorziening. Zoek waar mogelijk naar kosten-efficiënte oplossingen, bijvoorbeeld door het plaatsen van meetposten die twee woongebieden bedienen of

door mobiele meetposten in te zetten. Zorg voor financiering van de te plaatsen meetposten.

Budgetgestuurd:

Bepaal als regiopartijen welk budget er initieel en structureel beschikbaar is voor meetposten ten behoeve van informatievoorziening in de regio en bepaal op basis hiervan hoeveel meetposten er kunnen worden geplaatst. Bepaal als regiopartijen op welke locaties er behoefte is aan meten voor informatievoorziening en maak een *prioritering* van welke meetlocaties eerder in aanmerking komen voor een meetpost. Indien budget en behoefte niet overeenkomen, kan op basis van prioritering worden gekozen welke meetposten worden geplaatst, waarbij eventueel kosten-efficiënte opties kunnen worden overwogen om meer locaties te bedienen. Voor het vinden van relevante meetlocaties en voor het prioriteren van de meetlocaties, geeft Bijlage 5 een aanvullende handreiking die door de regio's voor dit doel kan worden gebruikt.

Voor beide aanpakken kunnen de volgende algemene stappen worden gevolgd bij het toetsen en het eventueel herinrichten van een bestaand meetsysteem voor informatievoorziening:

1. Bepaal de kwaliteit (cijfer) van het meetsysteem m.b.t. de techniek en het beheerproces. Als de kwaliteit laag is, wordt aan de regio geadviseerd om ofwel een ander meetsysteem te gebruiken en/of de beheersprocessen te verbeteren, ofwel om bij het verstrekken van informatie duidelijk aan te geven dat de kwaliteit beperkt is.
2. Bepaal de kwaliteit (cijfer) van alle meetlocaties. Als de kwaliteit van een meetlocatie laag is, wordt aan de regio geadviseerd om ofwel een andere meetlocatie te zoeken of om bij het verstrekken van informatie duidelijk aan te geven dat de kwaliteit beperkt is.
3. Bepaal als regiopartijen op welke locaties er behoefte is aan meten voor informatievoorziening en toets of de bestaande meetposten overeenkomen met deze locaties.
4. Indien er locaties zijn waar behoefte bestaat aan meten voor informatievoorziening die niet door bestaande meetposten worden afgedekt, zorg er dan voor dat financiering voor het plaatsen van de aanvullende meetposten beschikbaar is.
5. Indien het beschikbare budget niet toereikend is om alle aangemerkte meetposten te kunnen plaatsen, prioriteer dan de meetlocaties op basis van bijvoorbeeld de handreiking in Bijlage 5 van dit rapport en/of kies waar mogelijk voor een kosten-efficiënte oplossing, zoals het plaatsen van één meetpost die twee woongebieden bedient of het gebruik van mobiele meetposten.
6. Bepaal ten slotte in overleg met de omgeving of het voorziene meetsysteem voldoende dekking biedt en de informatiebehoefte van de omgeving afdekt.

De onderstaande stappen zijn van toepassing voor luchthavens waar nog geen meetsysteem operationeel is ten behoeve van informatievoorziening:

1. Kies een meetsysteem waarvan de kwaliteit aansluit bij de informatiebehoefte van de omgeving. Indien nodig dient helder

te worden gecommuniceerd dat een lage meetkwaliteit zich vertaalt in minder betrouwbare informatie.

2. Bepaal als regiopartijen op welke locaties er behoefte is aan metingen voor informatievoorziening. Zorg ervoor dat financiering van de te plaatsen meetposten beschikbaar is. Indien het beschikbare budget niet toereikend is om alle aangemerkte meetposten te kunnen plaatsen, prioriteer dan de meetlocaties op basis van bijvoorbeeld de handreiking in Bijlage 5 van dit rapport en/of zoek naar kostenefficiënte oplossingen.
3. Plaats op basis van het beschikbare budget en de prioritering de nodige meetposten. Voer een locatieanalyse per meetlocatie uit om de meetlocaties zodanig te optimaliseren dat ze een zo hoog mogelijk cijfer voor de meetlocatie kunnen halen.
4. Bepaal in overleg met de omgeving of het voorziene meetsysteem voldoende dekking biedt en de informatiebehoefte van de omgeving afdekt.

3 Inventarisatie meetsystemen rond luchthavens van nationale betekenis

De voor de PAMV ontworpen kwaliteitsindicatoren kunnen worden toegepast op bestaande meetsystemen en meetlocaties. Een initiële toepassing zal aangeven of de indicatoren in hun huidige vorm praktisch toepasbaar zijn en daadwerkelijk de verschillen tussen meetsystemen en meetposten zichtbaar maken. Voordat hiermee kan worden begonnen, dient de huidige 'is'-situatie in kaart te worden gebracht. Voor dit doel is een vragenlijst opgesteld, die is gebaseerd op een initiële versie van de criteria weergegeven in hoofdstuk 2. Met de informatie die dit oplevert kan worden beoordeeld of het betreffende meetsysteem en alle daarbij behorende meetposten aan de gestelde eisen en criteria per meetdoel voldoen. De opgestelde vragenlijst is in Bijlage 2 te vinden.

In de zomer van 2020 is deze vragenlijst aan de betreffende contactpersonen van de luchthavens van nationale betekenis gestuurd met als doel om een zo volledig mogelijk overzicht te krijgen van de bestaande geluidmeetsystemen rondom deze luchthavens. De antwoorden op de vragenlijst hebben de basis gelegd voor het toetsen van de nationale meetstrategie en de regionale uitwerkingen. Tevens hebben de antwoorden belangrijke informatie geleverd voor de ontwikkeling van de nationale database vliegtuiggeluid en nog andere onderdelen van de PAMV.

De huidige situatie is voor de volgende luchthavens in kaart gebracht:

- Schiphol;
- Rotterdam The Hague Airport;
- Eindhoven Airport;
- Maastricht Aachen Airport;
- Lelystad Airport;
- Groningen Airport Eelde.

Voor zover bekend is er momenteel geen meetsysteem operationeel in de omgeving van Groningen Airport Eelde en zijn daar ook geen concrete plannen voor het opzetten van een meetsysteem. Daarom is in deze rapportage geen nadere informatie opgenomen over Groningen Airport Eelde. Voor de vijf andere luchthavens geeft dit hoofdstuk een globaal overzicht van de meetsystemen.

Voor alle meetsystemen wordt de ligging van de meetposten getoond en wordt ingegaan op de volgende zaken:

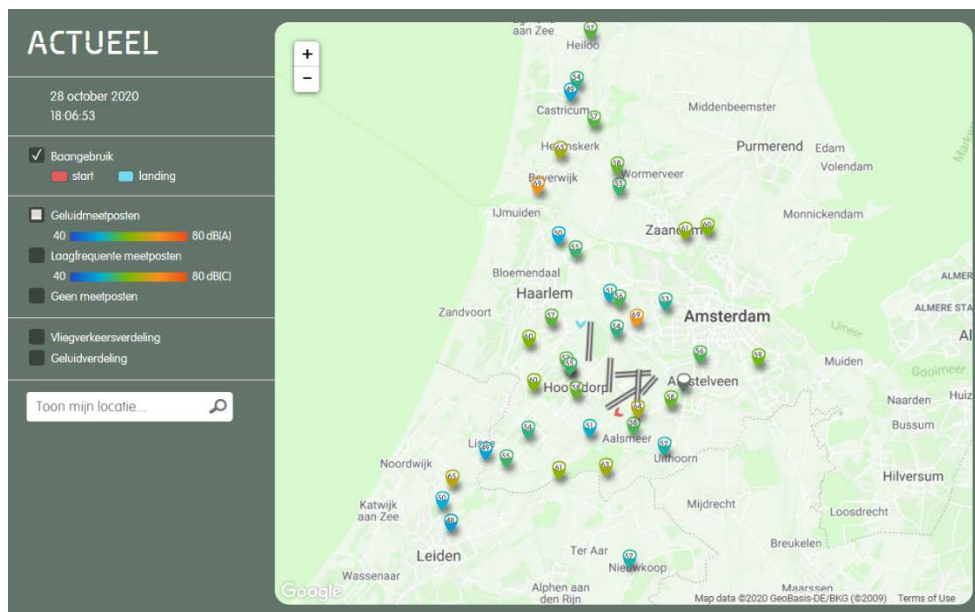
1. Aantal meetposten van het meetsysteem.
2. De geluidmaten die door het meetsysteem worden gemeten.
Voor een nadere toelichting over verschillende geluidmaten kan bijvoorbeeld het rapport van de verkenningsfase van de PAMV (Smetsers, Siegmund et al. 2019) worden geraadpleegd.
3. Het huidige doel van de metingen.
4. De detectie van vliegtuiggeluid: hiermee wordt de vraag beantwoord of het systeem in staat is om te bepalen wanneer er sprake is van vliegtuiggeluid.

5. De klasse van de gebruikte geluidmeters, waarmee wordt bedoeld op de kwaliteit van de geluidmeter. Geluidmetingen met een klasse 1 geluidmeter moeten voldoen aan strengere eisen en zijn daarmee nauwkeuriger dan metingen met een klasse 2 geluidmeter.
6. Periodieke controle en kalibraties die worden uitgevoerd om de juiste werking van het systeem te controleren.
7. Of meetdata veilig wordt gesteld; bijvoorbeeld het bewaren van de meetgegevens op minimaal twee onafhankelijke locaties.
8. Of er een website beschikbaar is waarop resultaten van de geluidmetingen beschikbaar worden gesteld. Dit kan in verschillende vormen, bijvoorbeeld door alleen 'live' meetgegevens te tonen, of door ook overzichten van geluidmetingen over een periode in het verleden aan te bieden. In dit hoofdstuk wordt echter alleen aangegeven of er een website beschikbaar is.
9. Of de luchthaven en de beheerder de intentie hebben om hun gegevens beschikbaar te stellen voor de PAMV nationale database met meetgegevens van vliegtuiggeluid.
10. Wie de leverancier van het meetsysteem is.

3.1 Meetsystemen Schiphol

Het officiële meetsysteem van Schiphol heet NOMOS, dat staat voor Noise Monitoring System en is geleverd door Envirosuite (voorheen EMS/Brüel & Kjær). Het systeem is geplaatst in opdracht van de luchthaven. De website waarop informatie van het meetsysteem wordt gepresenteerd is opgezet door Casper B.V. Het meetsysteem bestaat uit 41 meetposten uitgerust met klasse 1 microfoons. Het meetsysteem is voor informatievoorziening aan omwonenden ingericht en ter ondersteuning voor beleid over vliegtuiggeluid en hinder. Er is in opdracht van de Omgevingsraad Schiphol (ORS) een plan opgesteld voor een regionale meetstrategie waarin een mogelijke uitbreiding of aanpassing van het huidige meetsysteem wordt besproken. Vanuit de PAMV is op verzoek van de ORS een advies opgesteld over dit plan met het kader van de nationale meetstrategie als uitgangspunt. Dit advies is in november 2020 opgeleverd (RIVM/NLR/KNMI 2020). Op dit moment heeft echter nog geen besluitvorming plaatsgevonden over de toekomstige ontwikkeling van NOMOS.

Figuur 5 laat een overzicht zien van de NOMOS-metlocaties en Tabel 5 vat een aantal kenmerken van NOMOS samen.



Figuur 5 Geluidmeetsysteem NOMOS rondom Schiphol (Bron: <https://noiselab.casper.aero/ams/#page=actual>)

Tabel 5 Karakteristieken officieel meetsysteem NOMOS rondom Schiphol

Gevraagde informatie	Antwoord
<i>Aantal meetposten</i>	41
<i>Gemeten geluidmaten</i>	L_{Amax} en SEL^2 (A-gewogen en C-gewogen)
<i>Huidig doel metingen</i>	Informatievoorziening en ter ondersteuning van beleid voor hinderbeperking
<i>Detectie vliegtuiggeluid</i>	Ja
<i>Klasse geluidmeters</i>	1
<i>Periodieke controle en kalibratie</i>	Ja
<i>Meetdata veilig bewaard</i>	Ja
<i>Beschikbaarheid website</i>	https://noiselab.casper.aero/ams/
<i>Wens om deel te nemen aan nationale database</i>	Ja ³
<i>Leverancier meetsysteem</i>	Envirosuite

Naast het NOMOS-meetsysteem, dat door Schiphol zelf wordt bekostigd, bevinden zich in de omgeving van Schiphol ook meetposten waarvan gemeenten rondom de luchthaven de opdrachtgevers zijn. De meeste van deze meetposten zijn geleverd en worden beheerd door Sensornet. Ter illustratie toont Figuur 6 de ligging van verschillende Sensornet-meetposten rondom Schiphol. De figuur geeft echter geen volledig beeld van alle meetlocaties rondom Schiphol; er bestaan ook nog meetposten van leveranciers anders dan Envirosuite en Sensornet.

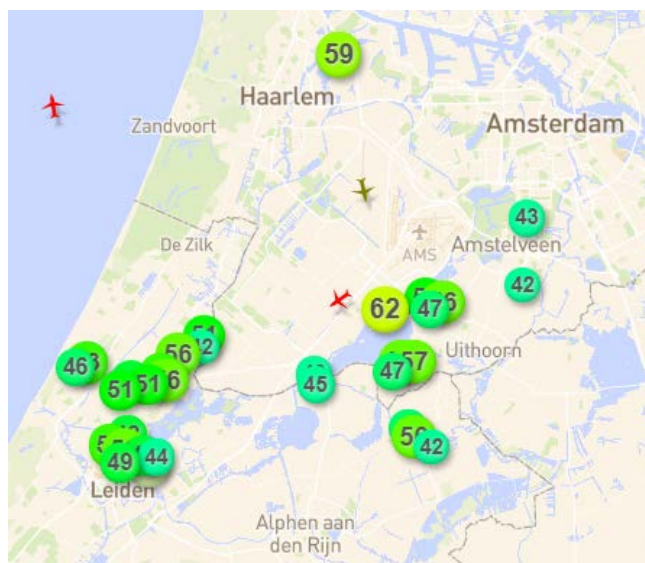
² De SEL wordt niet direct gemeten, maar wordt bepaald op basis van de meetgegevens nadat een event is gedetecteerd.

³ Op de vraag 'Zou u het wenselijk vinden om de gegevens uit de database in een openbare nationale database te integreren?' heeft de luchthaven Schiphol bevestigend geantwoord.

De ORS heeft aangegeven dat deze meetposten onderdeel uitmaken van de regionale meetstrategie voor Schiphol door het meetsysteem zo in te richten dat deze en eventuele andere meetposten kunnen aansluiten op het basisnet dat door NOMOS en mogelijk enkele aanvullende meetposten wordt gevormd. Voorwaarde hierbij is dat deze meetposten aan een aantal technische basisvereisten voldoen.

In de verdere uitrol van het regionale meetsysteem zullen de technische specificaties waaraan meetposten dienen te voldoen om te kunnen aansluiten bij het basisnet nader worden gedefinieerd. Dit kan onder andere worden gedaan op basis van deze rapportage.

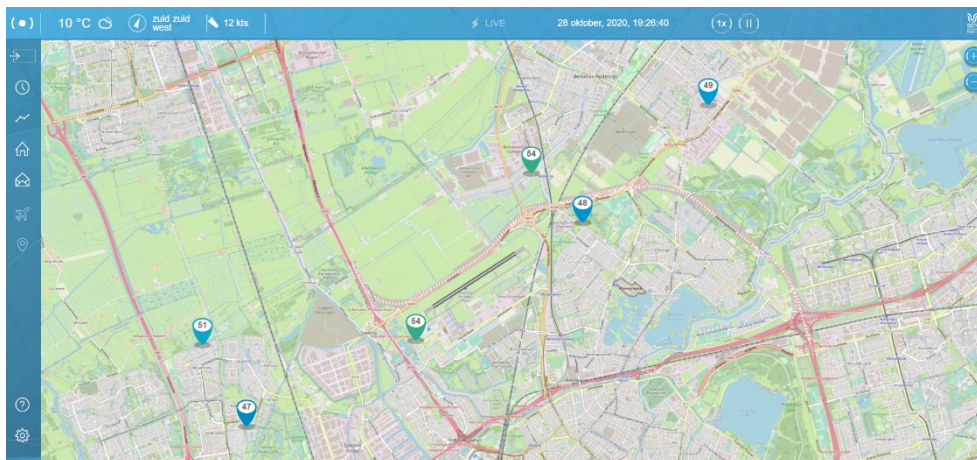
Op dit moment zijn door de regio geen gegevens over de overige meetposten verstrekt en bevat dit rapport daarom ook geen nadere informatie over deze meetposten. Indien deze gegevens op een later moment alsnog beschikbaar worden gemaakt voor de PAMV, kunnen deze meetposten ook worden beoordeeld op basis van de kwaliteitsindicatoren zoals beschreven in paragraaf 2.5.



Figuur 6 Aanvullende meetposten van Sensornet rondom Schiphol (Bron: <https://www.sensornet.nl/project/?filter=vliegtuigen>)

3.2 Meetsysteem Rotterdam The Hague Airport

Het meetsysteem van Rotterdam The Hague Airport maakt onderdeel uit van RANOMOS; dit staat voor Rotterdam Airport Noise Monitoring System. Dit systeem correleert radargegevens met meldingen van burgers over hinder ten gevolge van vliegtuigbewegingen en geluidmetingen (vliegtuiggeluid en omgevingsgeluid). Figuur 7 toont een overzicht van het meetsysteem ingericht in de omgeving van de luchthaven en is afkomstig van de website voor de informatievoorziening voor omwonenden die is gekoppeld aan RANOMOS. Tabel 6 vat een aantal kenmerken van het (RANOMOS-) meetsysteem samen.



Figuur 7 Geluidmeetsysteem rondom Rotterdam The Hague Airport (Bron: <https://rtm.flighttracking.casper.aero>)

Tabel 6 Karakteristieken meetsysteem rondom RTHA-RANOMOS

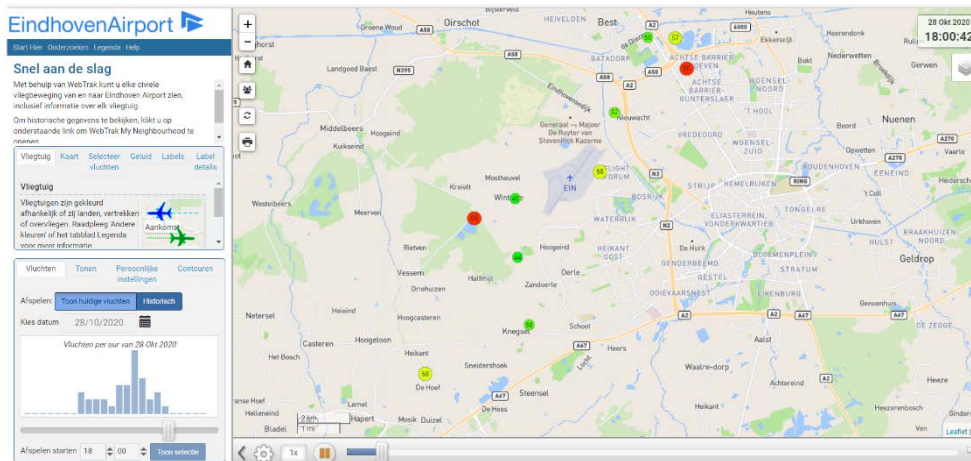
Gevraagde informatie	Antwoord
<i>Aantal meetposten</i>	6 vaste en 1 mobiele meetpost
<i>Gemeten geluidmaten</i>	Gemeten wordt L_{Amax} , SEL en diverse andere maten
<i>Huidig doel metingen</i>	Informatievoorziening, relateren metingen met klachten
<i>Detectie vliegtuiggeluid</i>	Ja
<i>Klasse geluidmeters</i>	1
<i>Periodieke controle en kalibratie</i>	Ja
<i>Meetdata veilig bewaard</i>	Ja
<i>Beschikbaarheid website</i>	Ja
<i>Wens om deel te nemen aan nationale database</i>	Ja (hierbij gaat het om geluidgegevens, niet om klagergegevens)
<i>Leverancier meetsysteem</i>	Casper BV

Het RANOMOS-meetsysteem is ingericht en wordt gehost door Casper BV. Het dagelijks beheer van RANOMOS en het eerstelijns onderhoud van het meetsysteem worden uitgevoerd door DCMR Milieudienst Rijnmond. Bij RANOMOS wordt ook gebruikgemaakt van een mobiele meetpost (niet in Figuur 7 te zien). Deze mobiele meetpost kan de geluidssituatie op een gekozen locatie voor een gewenste tijdsperiode weergeven, waarna deze naar behoefte steeds kan worden verplaatst naar een andere locatie. Er wordt gebruikgemaakt van klasse 1 meters. Momenteel wordt nagedacht over mogelijkheden voor een eventuele uitbreiding of aanpassing van het bestaande meetsysteem rondom Rotterdam The Hague Airport.

3.3 Meetsysteem Eindhoven Airport

Figuur 8 toont een overzicht van het meetsysteem in de omgeving van Eindhoven Airport. Dit meetsysteem bestaat uit negen vaste meetposten en een mobiele meetpost en is ingericht en wordt beheerd door Envirosuite. Het meetsysteem gebruikt bij Eindhoven Airport is hetzelfde als het NOMOS-systeem dat in gebruik is op Schiphol. Er is in 2020 een plan gepresenteerd voor een mogelijke uitbreiding van het

meetsysteem; hierover heeft nog geen besluitvorming plaatsgevonden. Tabel 7 vat een aantal kenmerken van het huidige meetsysteem in de omgeving van Eindhoven Airport samen.



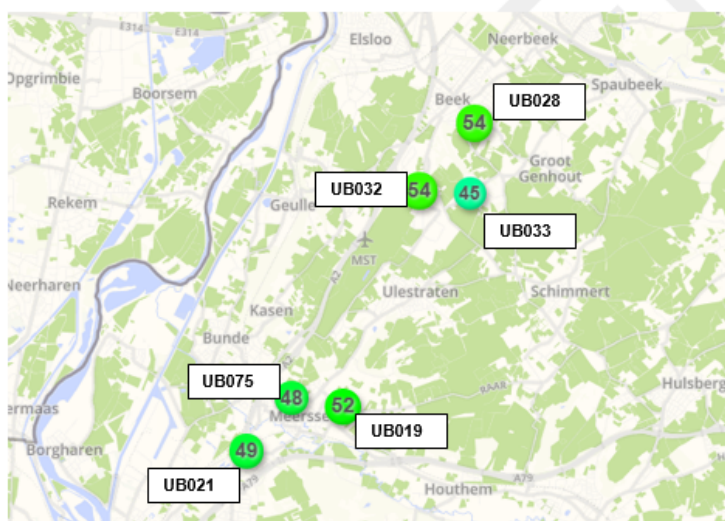
Figuur 8 Geluidmeetsysteem rondom Eindhoven Airport (Bron: <https://webtrak.emsbk.com/ein>)

Tabel 7 Karakteristieke meetsysteem rondom Eindhoven Airport

Gevraagde informatie	Antwoord
<i>Aantal meetposten</i>	9 vaste en 1 mobiele meetpost
<i>Gemeten geluidmaten</i>	SEL en L _{max}
<i>Huidig doel metingen</i>	Informatievoorziening
<i>Detectie vliegtuiggeluid</i>	Ja
<i>Klasse geluidmeters</i>	1
<i>Periodieke controle en kalibratie</i>	Ja
<i>Meetdata veilig bewaard</i>	Ja
<i>Beschikbaarheid website</i>	Ja
<i>Wens om deel te nemen aan nationale database</i>	Nader te bepalen
<i>Leverancier meetsysteem</i>	Envirosuite (voorheen Brüel & Kjær)

3.4 Meetsysteem Maastricht Aachen Airport

Figuur 9 toont een overzicht van het meetsysteem in de omgeving van Maastricht Aachen Airport. De meetposten van dit meetsysteem zijn door Sensornet geleverd. De geluidmeters, de bijbehorende apparatuur en alle meetgegevens gegenereerd door de meetposten worden tevens door Sensornet zelf beheerd. Hier gaat het primair om klasse 2 meters waarmee de omwonenden van de luchthaven over de geluidbelasting in hun omgeving worden geïnformeerd. Tabel 8 vat een aantal kenmerken van het meetsysteem in de omgeving van Maastricht Aachen Airport samen.



Figuur: Meetlocaties Maastricht Aachen Airport

Meetlocatie	Adres	Postcode	Gemeente
UB028	Op de Windhaspel	6191 LC	Beek
UB032	Geverikerstraat	6191 RR	Beek
UB033	Kelmonderstraat	6191 RE	Beek
UB075	Pastoor Dominicus Hexstraat	6231 HG	Meerssen
UB019	De Damiaan	6231 RN	Meerssen
UB021	Pastoor Geelenplein	6231 BP	Meerssen

Figuur 9 Geluidmeetsysteem rondom Maastricht Aachen Airport (Bron: http://www.sensornet.nl/project/nina_maastricht)

Tabel 8 Karakteristieken meetsysteem rondom Maastricht Aachen Airport

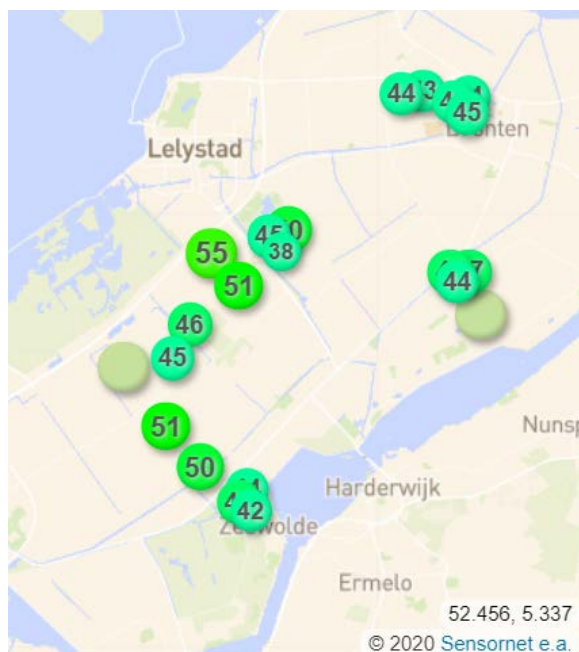
Gevraagde informatie	Antwoord
Aantal meetposten	6
Gemeten geluidmaten	L_{Amax} , SEL en diverse andere maten
Huidig doel metingen	Informatievoorziening
Detectie vliegtuiggeluid	Ja
Klasse geluidmeters	2; geldt eerste twee jaar na installatie, maar wordt momenteel niet conform ISO-norm onderhouden
Periodieke controle en kalibratie	Geen automatische dagelijkse kalibratiecontrole, wel halfjaarlijkse akoestische kalibratie en controle van hulpapparatuur
Meetdata veilig bewaard	Ja
Beschikbaarheid website	Ja
Wens om deel te nemen aan nationale database	Nee ⁴
Leverancier meetsysteem	Sensornet

⁴ Gebaseerd op antwoord van regio. De leverancier geeft hiernaast aan dat deze gegevens niet kosteloos beschikbaar zijn.

3.5 Meetsysteem Lelystad Airport

Rondom Lelystad Airport is ook een meetsysteem aangelegd. Hierbij dient te worden opgemerkt dat er op dit moment geen handelsverkeer van en naar dit vliegveld wordt gevlogen en dat het voorkomende vliegverkeer voornamelijk uit kleine vliegtuigen (General Aviation, GA) bestaat. Hierdoor worden dus ook nog geen metingen verricht aan grotere toestellen. Ter voorbereiding op de verwachte toename van het vliegverkeer na de opening van deze luchthaven voor handelsverkeer wordt onderzoek gedaan omtrent het uitbreiden van het bestaande meetsysteem met een aantal vaste en mobiele meetposten (O.R.P. Breugelmans 2019).

Figuur 10 toont een overzicht van het huidige meetsysteem in de omgeving van Lelystad Airport. Via een website kunnen de metingen worden gevolgd. De meetposten zijn door Sensornet geplaatst en beheerd en hebben vergelijkbare prestaties als de meetposten rondom Maastricht Aachen Airport. Tabel 9 vat een aantal kenmerken van het meetsysteem van Lelystad Airport samen.



Figuur 10 Geluidmeetsysteem rondom Lelystad Airport (Bron: <https://www.sensornet.nl/project/?filter=vliegtuigen>)

Tabel 9 Karakteristieken meetsysteem rondom Lelystad Airport

Gevraagde informatie	Antwoord
<i>Aantal meetposten</i>	23
<i>Gemeten geluidmaten</i>	L_{Amax} , SEL en diverse andere maten
<i>Huidig doel metingen</i>	Informatievoorziening
<i>Detectie vliegtuiggeluid</i>	Ja
<i>Klasse geluidmeters</i>	2; geldt eerste twee jaar na installatie, maar wordt momenteel niet conform ISO-norm onderhouden
<i>Periodieke controle en kalibratie</i>	Geen automatische dagelijkse kalibratiecontrole, wel halfjaarlijkse akoestische kalibratie en controle van hulpapparatuur
<i>Meetdata veilig bewaard</i>	Ja
<i>Beschikbaarheid website</i>	Ja
<i>Wens om deel te nemen aan nationale database</i>	Ja ⁵
<i>Leverancier meetsysteem</i>	Sensornet

⁵ Wens van de provincie Flevoland bestaat om deel te nemen aan de nationale database. De provincie geeft aan dat de vraag is of het opnemen van de meetresultaten in de database al meerwaarde heeft, aangezien de luchthaven momenteel slechts wordt gebruikt door klein verkeer. Daarnaast geeft de leverancier aan dat deze gegevens niet kosteloos beschikbaar zijn.

4 Voorbeeld toepassing kwaliteitsindicatoren

In dit hoofdstuk wordt een aanzet gepresenteerd voor de toepassing van de kwaliteitsindicatoren voor validatie en informatievoorziening. Het NOMOS-meetsysteem rondom Schiphol wordt hierbij als voorbeeld voor een initiële toepassing gebruikt. Het doel hierbij is om door de initiële toepassing voor een bestaand meetsysteem te toetsen of een verschil in meetkwaliteit van verschillende meetposten voor beide doeleinden te merken is. Het wordt ook getoetst of de berekende cijfers met behulp van de kwaliteitsindicatoren logisch uitlegbaar zijn en zinvolle resultaten opleveren. De resultaten van deze initiële toepassing geven inzicht in de effectiviteit van de criteria en van de indicatoren zoals deze op dit moment zijn opgesteld en opgebouwd. Op deze manier kan, indien nodig, verdere verbetering worden aangebracht voordat in de volgende fase de regionale uitwerkingen worden uitgevoerd.

De beoordeling wordt gedaan voor de techniek van het meetsysteem, het meetbeheer en de meetlocatie, conform de opbouw van de kwaliteitsindicatoren per meetdoel. Vooralsnog is er geen beoordeling uitgevoerd voor de dekkingsgraad. Voor het toetsen van de dekking aangeboden door het NOMOS-meetsysteem is namelijk nog een aanvullende radartrack-analyse nodig, die bij de regionale uitwerking zal worden uitgevoerd. De beoordeling zoals gepresenteerd in dit hoofdstuk zal de basis vormen voor het bepalen van de 'wordt'-situatie voor Schiphol tijdens de regionale uitwerking.

4.1 Toepassing voor het NOMOS-meetsysteem t.b.v. validatie

Op verzoek van de ORS en in overleg met het ministerie IenW is besloten om met de grootste luchthaven van Nederland te beginnen, die tevens de meest gehinderde mensen door vliegtuiggeluid veroorzaakt. Op basis van de informatie ontvangen van Schiphol, deels gepresenteerd in hoofdstuk 3, is een beoordeling van de geschiktheid van het NOMOS-meetsysteem voor validatie uitgevoerd. De cijfers voor de techniek van het meetsysteem en meetbeheer gelden (in het algemeen) voor alle meetposten die deel uitmaken van het NOMOS-meetsysteem. De cijfers per meetlocatie gelden alleen voor de individuele meetposten.

4.1.1 *Beoordeling van de kwaliteit van de meetsysteemtechniek*

Tabel 10 Scores voor het beoordelen van de kwaliteit van de techniek van het NOMOS-meetsysteem

Informatie omtrent NOMOS meetsysteemtechniek		Score/ Max Score
<i>Robuustheid</i>	Kan 1 jaar onafgebroken meten o.a. door lokale opslag als back-up	1/1
	Beschikbaarheid richting 100%	1/1
<i>Norm</i>	Alle meters klasse 1 - Voldoet aan validatie-eis	

Informatie omtrent NOMOS meetsysteemtechniek		Score/ Max Score
<i>Frequentieweging</i>	A-gewogen waarden geleverd - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Hulpapparatuur</i>	Slechts op enkele posten een windmeter aanwezig op minimaal 1 meter afstand ⁶	0/0,5
	Bliksemafleider aanwezig waar nodig	0,5/0,5
<i>Windbol of windscherm</i>	Aanwezig - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Geluidmaten</i>	L _{Amax} , SEL, L ₉₅ (L ₉₅ op verzoek)	1/1
	Wav-files 15 maanden opgeslagen	0,5/0,5
	A-gewogen SPL tijdreeks per seconde	0,5/0,5
<i>Tijdregistratie</i>	Tijdregistratie in UTC - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Meetbereik</i>	30-120 dB	1/1
<i>Kalibratiecontrole</i>	Automatisch, minimaal 1x per 24 h	0,5/0,5
	Resultaten kalibratiecontrole opgeslagen voor minimaal 15 maanden	0,5/0,5
<i>Eventdetectie</i>	Meetpost genereert event vanuit continue meetdata	0,5/0,5
	Events worden gekoppeld aan specifieke vluchten (door radardata van Luchtverkeersleiding, LVNL)	1/1
	Elevatiehoek wordt berekend	0,5/0,5
<i>Dataverbinding</i>	Continu	1/1
Cijfer meetsysteem techniek validatie, K_{val} techniek		9,5/10

⁶ Het aantal toegekende punten voor dit criterium kan per meetpost verschillen. Punten worden wel toegekend voor meetposten waar een windmeter aanwezig is. Meetposten 4, 10, 20 en 21 krijgen hierdoor een cijfer van 10 voor de meetsysteemtechniek.

4.1.2 Beoordeling van de kwaliteit van het meetbeheer

Tabel 11 Scores voor het beoordelen van de kwaliteit van het NOMOS-meetsysteembeheer.

Informatie omtrent NOMOS-meetbeheer		Score/ Max Score
<i>Registratielocatie</i>	Locatie van alle meetposten vastgelegd met afwijking kleiner dan 5 m - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Akoestische kalibratie</i>	1 keer per jaar akoestische kalibratie volgens gestelde criterium - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Systeemkalibratie</i>	1 keer per 2 jaar controle van systeemeigenschappen - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Controle hulpapparatuur</i>	1 keer per jaar controle van hulpapparatuur	2/2
<i>Databeveiliging</i>	ICT-systeem goed beveiligd - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Back-up</i>	Back-up van data 1 keer per dag	4/4
<i>Storingsbeheer</i>	Storingen of afwijkingen van 1.5 dB of meer bij kalibratiecontrole worden onderzocht en verholpen binnen 5 werkdagen	2/2
	Onbetrouwbare metingen worden niet gemarkeerd	0/1
	Meetgegevens worden minimaal 7 dagen lokaal opgeslagen	1/1
<i>Cijfer meetbeheer validatie, Kval. beheer</i>		9/10

Tabel 10 en Tabel 11 laten zien dat het NOMOS-meetsysteem wat betreft de techniek (cijfer van 9,5) en meetbeheer (cijfer van 9) zeer goed presteert. Het onderliggende technische systeem en het proces ten aanzien van beheer van de meetapparatuur en meetdata worden beoordeeld als van een hoge kwaliteit.

4.1.3 Beoordeling van de kwaliteit van meetlocaties

Doordat het NOMOS-meetsysteem zelf van hoge kwaliteit is, bepaalt de keuze van de meetlocatie grotendeels de geschiktheid van de meetpost voor het uitvoeren van validatie. Zoals vermeld in hoofdstuk 3, bestaat het NOMOS-meetsysteem uit 41 meetposten die over een groot gebied zijn verspreid. Door redenen van beknoptheid en leesbaarheid wordt de gedetailleerde beoordeling met puntentoekenning per criterium alleen voor twee meetlocaties als voorbeeld aangetoond. Voor de volledigheid zijn de voorlopige cijfers voor alle 41 meetlocaties in Bijlage 3 samengevat (zonder een score voor de ligging van de meetlocatie,

waarvoor nadere analyse nodig is omtrent het gemeten vliegverkeer per meetlocatie). Het doel van dit hoofdstuk is immers de toepasbaarheid van de opgestelde kwaliteitsindicatoren te demonstreren, wat ook met een paar duidelijk verschillende meetposten mogelijk is.

Nog een belangrijke kanttekening bij de beoordeling van het meetsysteem voor validatie is het feit dat het NOMOS-meetsysteem primair voor het doel informatievoorziening is ingericht en niet voor validatie. Wel is bij het plaatsen van nieuwe NOMOS-meetposten voor een deel rekening gehouden met de dekking en de kwaliteit van de te meten vliegtuigpassages.

i. Meetpost 14:

Eerst wordt meetpost 14 gelegen in Abbenes tussen Sassenheim en Nieuw-Vennep als voorbeeld geanalyseerd op geschiktheid voor validatie. Naast de antwoorden op de vragenlijst met betrekking tot technische informatie omtrent het meetsysteem, is door Schiphol ook fotomateriaal voor de beoordeling van elke meetlocatie beschikbaar gemaakt. Figuur 11 toont de foto van meetpost 14 en van de omgeving, zoals door Schiphol is aangeleverd. Tabel 12 geeft de beoordeling van deze meetpostlocatie weer, aan de hand van de voorgestelde kwaliteitsindicator voor validatie.



Figuur 11 Foto van meetpost 14 geleverd door luchthaven Schiphol

Tabel 12 Beoordeling locatie van NOMOS-meetpost 14 voor validatie

Informatie omtrent meetpost 14		Score/ Max Score
<i>Binnen/Buiten</i>	Buiten - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Hoogte boven maaiveld</i>	Grondlocatie met microfoonhoogte van 10 m, meer dan 5 m boven oppervlak om invloed van bodemreflecties te minimaliseren	0,5/1

Informatie omtrent meetpost 14		Score/ Max Score
<i>Oriëntatie</i>	Microfoon omhoog gericht - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Ligging</i>	Nadere radartrack-analyse nodig om te verduidelijken of gemeten hoeveelheid vliegverkeer op deze locatie conform de richtlijnen gespecificeerd is in de ISO-norm; ook nadere analyse benodigd om te bepalen of verkeer van andere simultane verkeersstromen tot onjuiste koppelingen kan leiden	Nader te bepalen
<i>Ondergrond</i>	Bodemtype is gras	1/1
<i>Afscherming</i>	Geen afscherpende objecten nabij - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Reflecties</i>	Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de grond) binnen 10 m van de microfoon; daarbuiten geen oppervlakken waarvan de som van de hoogte en de breedte groter is dan de afstand tot de meetpost	2/2
<i>Achtergrondniveau⁷</i>	Gemiddeld L ₉₅ per maand tussen 40-45 dB(A), met gemiddelde waarde per jaar van 42 dB(A). Op deze locatie werden in 2019 L _{Amax} waarden gemeten van 62 dB(A) en hoger. Marge tussen L _{Amax,slow} en L ₉₅ zal voor de meeste geregistreerde events hoger uitkomen dan 15 dB(A).	3/3
<i>Toegankelijkheid</i>	Toegankelijk alleen voor bevoegd personeel - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Cijfer meetsysteem validatie⁸, Kval_locatie</i>		6,5/7

De beoordeling voor meetpost 14 toont aan dat deze locatie, gebaseerd op alle criteria met uitzondering van de ligging van de meetpost, goed geschikt is voor validatie. De meetpost is geplaatst in een rustig gebied met gras als (zachte) bodem en er zijn geen afscherpende of reflecterende objecten nabij. Hierdoor krijgt deze meetpostlocatie een cijfer van 6,5 vanuit een maximaal haalbaar cijfer van 7 voor het uitvoeren van validatie. Tenzij uit de nog uit te voeren radartrack-

⁷ Informatie ontvangen van Schiphol omtrent het achtergrondniveau L₉₅ is gemiddeld op maandbasis.

⁸ Berekend cijfer in dit geval is uit een maximaal cijfer van 7, omdat geen punten kunnen worden toegekend voor de ligging van de meetpost.

analyse blijkt dat er op deze locatie te weinig vliegverkeer wordt gemeten of er te veel onjuiste koppelingen met andere verkeersstromen plaatsvinden, kan deze locatie als een validatie meetpost dienen.

Gebruikmakend van de weging voor de drie categorieën toegepast in vergelijking (1) in hoofdstuk 2, resulteert dit in een totaalcijfer voor meetpost 14 van tussen de 8,2 en 9,4 (afhankelijk van het resultaat van de radartrack-analyse).

ii. *Meetpost 30:*

Als een tweede voorbeeld wordt meetpost 30, geplaatst in de Westwijk in Amstelveen, geanalyseerd. Zoals in Figuur 12 te zien, is deze meetpost geplaatst op een daklocatie van een gebouw gelegen in een stedelijke omgeving. Tabel 13 geeft de gedetailleerde beoordeling van deze meetlocatie voor het validatiedoel weer.

Het gemiddelde achtergrondniveau op deze locatie ligt tussen 47-51 dB(A) L_{95} per maand. Op basis van NOMOS-metgegevens voor 2019 ontvangen van Schiphol is te zien dat er op deze meetlocatie maximale geluidniveaus van 65 dB(A) en hoger werden gemeten. Hierdoor zal de marge tussen L_{Amax} en L_{95} niet altijd 15 maar wel minimaal 12 dB(A) zijn (goed voor 1,5 punten maar niet de volle 3 punten). Er zijn verder geen afscherpende objecten in de buurt van de microfoon die de meetpost voor validatiedoelinden kunnen diskwalificeren. Wel bestaan er andere objecten binnen 5 m van de microfoon die een potentiële bron van reflecties kunnen worden. De meetpost heeft in dit geval geen gras als bodem en verliest ook voor dit criterium punten vergeleken met meetpost 14. Een harde bodem kan het effect van bodemreflecties versterken en kan het gemeten geluid beïnvloeden. Om dit negatieve effect te reduceren is te zien dat de microfoon op een hoge mast van meer dan 5 m is geplaatst. Alle effecten bij elkaar opgeteld krijgt meetpost 30 ten aanzien van de meetlocatie een cijfer van 3,5 op 7.

Gebruikmakend van de weging voor de drie categorieën volgens vergelijking (1), wordt een totaalcijfer voor meetpost 30 bepaald tussen de 6,8 en 8 (alweer afhankelijk van het resultaat van de radartrack-analyse).



Figuur 12 Foto van meetpost 30 geleverd door luchthaven Schiphol

Tabel 13 Beoordeling locatie van NOMOS-metpost 30 voor validatie

Informatie omtrent meetpost 30		Score/ Max Score
<i>Binnen/Buiten</i>	Buiten - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Hoogte boven maaiveld</i>	Daklocatie met microfoon meer dan 5 m boven harde bodem om invloed van bodemreflecties te minimaliseren	0,5/1
<i>Oriëntatie</i>	Microfoon omhoog gericht - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Ligging</i>	Nadere radartrack-analyse nodig om te verduidelijken of gemeten hoeveelheid vliegverkeer op deze locatie conform de richtlijnen is gespecificeerd in de ISO-norm; ook nadere analyse benodigd om te bepalen of verkeer van andere simultane verkeersstromen tot onjuiste koppelingen kan leiden	Nader te bepalen
<i>Ondergrond</i>	Geen gras als bodem; invloed van harde bodem op bodemreflecties verlaagd door microfoon hoger dan 5 m te plaatsen	0,5/1
<i>Afscherming</i>	Geen afschermende objecten nabij - Voldoet aan validatie-eis	

Informatie omtrent meetpost 30		Score/ Max Score
<i>Reflecties</i>	Reflecterende oppervlakken aanwezig binnen 5 m van de microfoon; daarbuiten geen oppervlakken waarvan de som van de hoogte en de breedte groter is dan de afstand tot de meetpost	1/2
<i>Achtergrondniveau</i>	Gemiddeld L_{95} per maand tussen 47-51 dB(A), met gemiddelde waarde per jaar van 48 dB(A). Op deze locatie werden in 2019 L_{Amax} waarden gemeten van 65 dB(A) en hoger. Marge tussen $L_{Amax,slow}$ en L_{95} zal niet altijd 15 maar wel minimaal 12 dB(A) zijn.	1,5/3
<i>Toegankelijkheid</i>	Toegankelijk alleen voor bevoegd personeel - Voldoet aan validatie-eis	
<i>Cijfer meetsysteem validatie⁹, K_{val}_locatie</i>		3,5/7

De bovengenoemde twee meetposten voldoen aan alle validatie-eisen en krijgen daarmee een validatiecijfer. Zeven individuele meetposten, namelijk meetposten 17, 19, 29, 42, 78, 80 en 94 lijken door de aanwezigheid van obstakels (zoals bomen) die het directe zicht van de microfoon tot het vliegtuig afschermen, ongeschikt voor validatie. Geen afscherming van de microfoon is een harde eis voor het uitvoeren van validatie. Hierbij wordt opgemerkt dat meetposten 78 en 80 voor het meten van laagfrequent geluid zijn bedoeld en zij komen ook hierdoor niet voor validatie in aanmerking. Bij de locatie van twee meetposten, namelijk meetposten 33 en 45, lijkt het niveau van het achtergrondgeluid vrij hoog te zijn vergeleken met de maximale geluidsniveaus die op die locaties worden gemeten. Hierdoor worden deze twee locaties ook als ongeschikt voor validatie beoordeeld.

De voorlopige analyse laat zien dat alle overige NOMOS-meetpostlocaties voldoen aan alle eisen voor validatie. Uit de analyse blijkt verder dat naast meetpost 14, meetposten 21, 34 en 44 het meest geschikt zijn voor het uitvoeren van validatie, met een cijfer van 8,2 tot 9,6. De validatiecijfers voor alle 41 meetposten uit het NOMOS-meetsysteem zijn in Bijlage 3 vermeld.

⁹ Berekend cijfer is in dit geval uit een maximaal cijfer van 7, door geen punten toegekend voor de ligging van de meetpost.

4.2 Toepassing voor het NOMOS-meetsysteem t.b.v. informatievoorziening

Het NOMOS-systeem is tevens beoordeeld tegen de kwaliteitsindicator voor informatievoorziening, zoals beschreven in paragraaf 2.5.3 en de puntentoe wijzing zoals weergegeven in Bijlage 1.

4.2.1 Beoordeling van de kwaliteit van de techniek van het NOMOS-meetsysteem

In Tabel 14 is de score bepaald voor de categorie meetsysteemtechniek. In de grijs gemarkeerde velden is daarbij tevens aangegeven of het systeem wel of niet voldoet aan de basiseisen voor het meetdoel informatievoorziening.

Tabel 14 Scores voor het beoordelen van de kwaliteit van de techniek van het NOMOS-meetsysteem

Informatie omtrent NOMOS-meetsysteemtechniek		Score/ Max Score
<i>Robuustheid</i>	Kan 1 jaar onafgebroken meten.	0,5/0,5
<i>Norm</i>	Alle meters klasse 1 – Voldoet (ruim) aan basiseis	0,5/0,5
<i>Frequentieweging</i>	A-gewogen waarden geleverd - Voldoet aan basiseis	
<i>Hulpapparatuur¹⁰</i>	Slechts op enkele posten een windmeter aanwezig op minimaal 1 m afstand	0/0,5
<i>Windbol of windscherm</i>	Aanwezig - Voldoet aan basiseis	
<i>Geluidmaten</i>	L _{Amax}	0,25/0,25
	A-gewogen SPL-tijdreeks per seconde	0,25/0,25
<i>Tijdregistratie</i>	Tijdregistratie in UTC met voorziening voor het voorkómen van afwijkingen	0,5/0,5
<i>Meetbereik</i>	Metingen buiten bereik worden gemarkeerd – Voldoet aan basiseis	
	Meetbereik 30-120 dB, hoger dan minimaal 30-100 dB	0,5/0,5
<i>Kalibratiecontrole</i>	Automatisch, minimaal 1x per 24 h	0,5/0,5
<i>Eventdetectie</i>	Meetpost genereert event vanuit continue meetdata	0,5/0,5
	Events worden gekoppeld aan specifieke vluchten (door radardata van Luchtverkeersleiding, LVNL)	0,5/0,5

¹⁰ Het aantal toegekende punten voor dit criterium kan per meetpost verschillen. Punten worden wel toegekend voor meetposten waar een windmeter aanwezig is. Meetposten 4, 10, 20 en 21 krijgen hierdoor een cijfer van 10 voor de meetsysteemtechniek.

Informatie omtrent NOMOS-meetsysteemtechniek		Score/ Max Score
<i>Dataverbinding</i>	Continu	0,5/0,5
Cijfer technisch meetsysteem informatie, Kinfo_systeem		4,5/5

4.2.2

Beoordeling van de kwaliteit van het meetbeheer

Tabel 15 Scores voor het beoordelen van de kwaliteit van het NOMOS-meetsysteembeheer.

Informatie omtrent NOMOS-meetbeheer		Score/ Max Score
<i>Registratielocatie</i>	Locatie van alle meetposten is vastgelegd met afwijking kleiner dan 5 m - Voldoet aan basiseis	
<i>Akoestische kalibratie</i>	1 keer per jaar akoestische kalibratie volgens gestelde criterium - Voldoet aan basiseis	
<i>Systeemkalibratie</i>	1 keer per 2 jaar controle van systeemeigenschappen - Voldoet aan basiseis	
<i>Controle hulpapparatuur</i>	1 keer per jaar controle van hulpapparatuur	1/1
<i>Databeveiliging</i>	ICT-systeem beveiligd	1/1
<i>Back-up</i>	Back-up van data 1 keer per dag	1/1
<i>Storingsbeheer</i>	Storingen of afwijkingen van 1.5 dB of meer bij kalibratiecontrole worden onderzocht en verholpen binnen 5 werkdagen	1/1
	Onbetrouwbare metingen worden niet gemarkeerd	0/0,5
	Meetgegevens worden minimaal 7 dagen lokaal opgeslagen	0,5/0,5
Cijfer meetbeheer informatie, Kinfo_beheer		4,5/5

Tabel 14 en Tabel 15 laten zien dat het NOMOS-meetsysteem wat betreft de techniek en meetbeheer zeer goed presteert, wat ook al was geconcludeerd bij het afleiden van de kwaliteitsindicator voor validatie. Het onderliggende technische systeem en het proces ten aanzien van beheer van de meetapparatuur en meetdata krijgen allebei een cijfer van 4,5 op 5.

4.2.3 Beoordeling van de kwaliteit van meetlocaties

Voor de beoordeling van de meetlocatie geldt net als bij de kwaliteitsindicator voor validatie dat de puntentoekenning per meetlocatie dient te gebeuren. In dit rapport is deze puntentoekenning voor één meetlocatie als voorbeeld uitgewerkt. In dit geval is gekozen voor meetpost 1, gelegen in een woonwijk aan de zuidkant van Zwanenburg. De meetpost en omgeving zijn weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13 Foto van meetpost 1 geleverd door luchthaven Schiphol

Tabel 16 Beoordeling locatie van NOMOS-metpost 1 voor informatievoorziening

Informatie omtrent meetpost 1		Score/Max Score
<i>Binnen/Buiten</i>	Buiten - Voldoet aan basiseis	
<i>Hoogte boven maaiveld</i>	Grondlocatie met microfoonhoogte van 10 m	0,5/0,5
<i>Oriëntatie</i>	Microfoon omhoog gericht	0,5/0,5
<i>Ligging</i>	In relevante omgeving (woonomgeving nabij vliegpaden)	0,5/0,5
<i>Ondergrond</i>	Type ondergrond is niet (volledig) omschreven in eigenschappen van de meetpost	0/0,5
<i>Afscherming</i>	De omgeving met mogelijke afschermende elementen is niet (volledig) omschreven in eigenschappen van de meetpost	0/0,5
<i>Reflecties</i>	Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de grond) binnen 5 m van de microfoon	1/1
<i>Achtergrondniveau</i>	De meetpost heeft een meetdrempel en algoritmes om vliegtuiggeluid te herkennen	1/1

Informatie omtrent meetpost 1		Score/Max Score
<i>Toegankelijkheid</i>	Toegankelijk alleen voor bevoegd personeel	0,5/0,5
<i>Cijfer meetsysteem informatie, Kinfo_locatie</i>		4/5¹¹

De meetsysteemtechniek, het meetbeheer en de meetlocatie voldoen aan alle gestelde basiseisen voor informatievoorziening. Daarmee haalt deze meetpost (conform de methodiek van paragraaf 2.5.3 en Figuur 4) de eerste 5 punten. Samen met de deelcijfers op de drie onderdelen en de weegfactoren uit Tabel 4 wordt het voorlopige eindcijfer van deze meetpost een 9,3 uit een maximum van 10.

Voor de overige meetposten van het NOMOS-netwerk gelden soortgelijke cijfers. Om dit rapport beknopt te houden zijn de overige meetposten dan ook niet in detail uitgewerkt. Op basis van de voorlopige beoordeling liggen alle eindcijfers tussen de 8,9 en 9,5. Met het uitvoeren van twee relatief eenvoudige administratieve handelingen kunnen de eindcijfers nog enkele tienden hoger worden.

De beoordeling zoals gepresenteerd in dit rapport, waarbij het NOMOS-systeem als voorbeeld dient, is in de eerste plaats bedoeld als praktijktoets van bruikbaarheid van de kwaliteitsindicator. De resultaten zullen echter ook de basis vormen voor het bepalen van de 'wordt'-situatie voor Schiphol tijdens de regionale uitwerking. Bij deze uitwerking voor Schiphol zal ook de dekkingsgraad van het meetsysteem worden beoordeeld.

¹¹ Met twee administratieve handelingen (het omschrijven van de ondergrond en de omgeving inclusief afscherpende elementen) kan de maximale score van 5/5 worden behaald.

5 Conclusies en aanbevelingen

Naar aanleiding van de eerste aanbeveling uit de verkenningsfase van de Programmatische Aanpak Meten Vliegtuiggeluid (PAMV) is een nationale meetstrategie ontwikkeld voor het meten van vliegtuiggeluid. De strategie geeft richtlijnen en handvatten voor het inrichten van meetsystemen rond luchthavens volgens een landelijke aanpak. Hierbij wordt ingegaan op de volgende twee meetdoelen:

1. validatie van rekenmodellen;
2. informatievoorziening aan omwonenden.

Bij het opstellen van de nationale meetstrategie zijn eisen en criteria vastgesteld voor beide bovengenoemde meetdoelen. De criteria hebben betrekking op zowel de meettechniek en het beheerproces van een meetsysteem als op individuele meetlocaties. Met name voor validatie is hierbij gebruikgemaakt van een internationaal gebruikte ISO-norm (ISO-20906/TC 2009) voor het onbemand meten van vliegtuiggeluid. Een deel van de criteria heeft hierbij een verplicht karakter en wordt als eisen beschouwd. Voor informatievoorziening zijn er geen harde eisen aan meetsystemen gesteld. De criteria hiervoor worden daarom als aanbeveling beschouwd.

Op basis van de criteria zijn kwaliteitsindicatoren opgezet waarmee meetsystemen rondom luchthavens op een objectieve manier voor beide doelen beoordeeld kunnen worden. Hiernaast zijn richtlijnen bepaald voor de vereiste dekkinggraad van een meetsysteem voor validatie, en is een handreiking gegeven voor de plaatsing van meetposten ten behoeve van informatievoorziening. De vastgestelde criteria, zowel voor individuele meetposten als voor het meetsysteem als geheel, vormen samen met de kwaliteitsindicatoren de kaders van de nationale meetstrategie.

De nationale kaders dienen in een volgende fase van de PAMV regionaal uitgewerkt te worden. Om handvatten te bieden voor de transitie van de huidige 'is'-situatie naar de gewenste 'wordt'-situatie is een stappenplan gepresenteerd waarmee meetsystemen volgens een consistente, landelijke aanpak kunnen worden ingericht. Het stappenplan geeft handvatten zowel voor het inrichten van nieuwe meetsystemen als voor het herinrichten van bestaande meetsystemen.

De huidige situatie is in beeld gebracht met behulp van informatie verzameld over bestaande meetsystemen rond luchthavens van nationale betekenis. Om te toetsen of de kwaliteitsindicatoren in hun huidige vorm geschikt zijn voor het beoordelen van de kwaliteit van een meetsysteem en van de meetposten die daarbij horen, is het NOMOS-meetsysteem rondom Schiphol als voorbeeld beoordeeld.

De beoordeling voor validatie laat hierbij zien dat het NOMOS-meetsysteem zeer goed presteert wat betreft de techniek van het meetsysteem en meetbeheer. De resultaten laten ook zien dat de kwaliteitsindicator duidelijk onderscheid kan maken in de geschiktheid van de huidige meetlocaties voor het meetdoel validatie. Een aantal NOMOS-meetposten wordt aangemerkt als ongeschikt, terwijl voor de

resterende meetposten de behaalde cijfers sterk verschillen. Ook voor informatievoorziening presteert het NOMOS-meetsysteem zeer goed. Het verschil tussen de verschillende locaties is in dit geval kleiner, met relatief hoge cijfers voor alle meetposten. De beoordeling zoals gepresenteerd in dit rapport zal de basis vormen voor het bepalen van de 'wordt'-situatie voor Schiphol tijdens de regionale uitwerking.

Aanbevelingen

In deze sectie staan de volgende aanbevelingen voor vervolgstappen en vervolgonderzoek:

1. toepassen van de nationale meetstrategie;
2. toetsen van de werking van de kwaliteitsindicatoren voor:
 - andere meetsystemen dan NOMOS;
 - validatie-analyses.

Deze aanbevelingen worden in het vervolg van deze sectie nader toegelicht.

Toepassen van de nationale meetstrategie

Een regionale meetstrategie of een regionaal meetsysteem is geen verplichting, maar komt voort uit de regionale behoefte aan informatievoorziening. In diverse regio's bestaan plannen met betrekking tot het aanpassen van bestaande meetsystemen of het plaatsen van nieuwe meetsystemen. Vanwege de twee doelen van de nationale meetstrategie, dienen meetsystemen naast informatievoorziening ook in staat te zijn om waar nodig meetgegevens ten behoeve van de validatie van rekenmodellen te leveren. De verantwoordelijkheid voor het uitvoeren van metingen voor beide doelen ligt echter bij verschillende partijen: de validatie van rekenmodellen wordt hierbij als een landelijke verantwoordelijkheid beschouwd, waarbij het Rijk heeft aangegeven dat luchthavens de benodigde gegevens hiervoor dienen aan te leveren. Informatievoorziening over de geluideffecten in een regio door het gebruik van een luchthaven wordt als een regionale verantwoordelijkheid beschouwd. Rekening houdend met deze rolverdeling worden twee aanbevelingen gedaan:

- Aan het Rijk wordt aanbevolen om de kaders voor validatie uit deze nationale meetstrategie te gebruiken bij het vaststellen van of de meetapparatuur en meetlocaties die de luchthavens gebruiken voor het aanleveren van de meetgegevens aan het Rijk ten behoeve van validatieanalyses ook daadwerkelijk geschikt zijn voor validatie.
- Aan de regio's wordt aanbevolen om de kaders voor informatievoorziening uit deze nationale meetstrategie te gebruiken als uitgangspunt bij het uitwerken van de regionale meetplannen. Een regionale meetstrategie kan hierbij behulpzaam zijn.

Toetsen van de werking van kwaliteitsindicatoren voor andere meetsystemen en voor het uitvoeren van validatie

De opzet van de kwaliteitsindicatoren is getoetst voor het NOMOS-meetsysteem. Dit is nog niet gedaan voor andere meetsystemen zoals rondom Rotterdam The Hague Airport of Maastricht Aachen Airport. In deze gevallen is sprake van andere meetsystemen, maar ook van een ander verkeersbeeld dan op Schiphol. Bij toepassing op deze

meetsystemen zou kunnen blijken dat het wenselijk is om de opzet van de indicatoren op details nog te wijzigen. Daarom wordt aanbevolen om op korte termijn de kwaliteitsindicatoren toe te gaan passen voor andere meetsystemen dan NOMOS.

Het in de praktijk uitvoeren van validatie van rekenmodellen zal beter inzicht geven in de werking van de kwaliteitsindicator voor validatie. Indien dit nieuwe inzichten geeft, zou dit op detailniveau nog kunnen leiden tot kleine verbeteringen aan de kwaliteitsindicator voor validatie.

Referenties

Assink, J. D. (2012). Infrasound as upper atmospheric monitor, University of Mississippi.

ECAC.CEAC (2016a). Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports, ECAC.CEAC Doc 29. Neuilly-sur-Seine, European Civil Aviation Conference. **Volume I: Applications Guide.**

Gilbert, K. (2016). "Eigenfunction approach to the Green's function parabolic equation in outdoor sound: A tutorial." The Journal of the Acoustical Society of America **139**(1071).

ISO-20906/TC (2009). Acoustics — Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports. Geneva, International Organization for Standardization.

Min IenW (2018). Kamerstuk - Over de rol die metingen van vliegtuiggeluid kunnen spelen in relatie tot berekeningen ervan. Den Haag, Tweede Kamer der Staten Generaal 2018–2019, 31936, nr. 518.

Min IenW (2019). Kamerstuk - Rapport verkenningsfase 'programmatische aanpak meten vliegtuiggeluid' en monitoring- en evaluatieprogramma Lelystad d.d. 18 december 2019. I. e. Waterstaat. Den Haag, Tweede Kamer der Staten Generaal 31936-711.

NEN-EN-IEC (2013). Electroacoustics - Sound level meters - Part 3: Periodic tests, NEN-EN-IEC.

NEN-EN-IEC (2014). Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications, NEN-EN-IEC.

O.R.P. Breugelmans, D. B., M.H. Voogt, E.E.M.M. van Kempen, A.Y. Kok, E.P. Weijers, B.M. Janssen-Stelder (2019). Integraal Monitorings- en Evaluatieprogramma Lelystad Airport: Voorstel voor geluid onder de routes, ultrafijn stof en hinderbeleving en gezondheid, RIVM: 84.

Rhodes, D. e. a. (2018). Guidance on comparing calculated aircraft noise levels with measurements, UK Civil Aviation Authority.

RIVM/NLR/KNMI (2020). Adviesnotitie uitbreiding NOMOS meetnet n.a.v. plan To70 in opdracht van de ORS Inclusief aanvulling: advies m.b.t. genereren LAmix informatie. ORS advies, RIVM, NLR, KNMI.

Smetsers, R., et al. (2019). Vliegtuiggeluid: meten, berekenen en beleven - Een verkenning van wensen en ontwikkelopties. Bilthoven, RIVM: 164.

Bijlage 1. Puntentoekenning t.b.v. opbouw kwaliteitsindicator voor validatie en informatievoorziening

Validatie:

Tabel 17 Opbouw van kwaliteitsindicator voor validatie ter beoordeling van de kwaliteit van de techniek van het meetsysteem

Criteria meetsysteem- techniek	Eis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekenning
<i>Robuustheid</i>	Nee	2	+1 punt - 1 jaar onafgebroken kunnen meten +1 punt - Beschikbaarheid 98% of hoger
<i>Norm</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Frequentieweging</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Hulpapparatuur</i>	Nee	1	+0,5 punt - Windmeter aanwezig en op voldoende afstand van microfoon +0,5 punt - Bliksemafleider aanwezig en op voldoende afstand van microfoon
<i>Windbol of scherm</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Geluidmaten</i>	Nee	2	+1 punt - $L_{Amax,slow}$, SEL en L95, +0,5 punt - Wav-files 15 maanden lokaal opgeslagen +0,5 punt - tijdreeks van A-gewogen SPL, minimaal 1 keer per seconde
<i>Tijdregistratie</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Meetbereik</i>	Deels, vlag voor metingen buiten meetbereik verplicht	1	0,5 punt - Meetbereik 30-100 dB SPL 0,75 punt - Meetbereik 30-110 dB SPL 1 punt - Hoger meetbereik dan 30-110 dB SPL
<i>Kalibratiecontrole</i>	Nee	1	+0,5 punt - Automatische kalibratiecontrole, minimaal 1 keer per 24 uur

Criteria meetsysteem- techniek	Eis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
			+0,5 punt - Resultaten van kalibratiecontrole worden opgeslagen voor minimaal 15 maanden
<i>Eventdetectie</i>	Nee	2	+0,5 punt - Meetpost en/of het meetsysteem genereren event vanuit de continue meetdata +1 punt - Events worden gekoppeld aan specifieke vluchten +0,5 punt - Elevatiehoek wordt bepaald en opgeslagen
<i>Dataverbinding</i>	Nee	1	1 punt - Minimaal 1 keer per 24 uur verbinding met het meetsysteem
<i>Kwaliteit meetsysteemtechniek, Kval_techniek</i>		10	

Tabel 18 Opbouw van kwaliteitsindicator voor validatie ter beoordeling van meetbeheerkwaliteit

	Eis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
<i>Registratielocatie</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Akoestische kalibratie</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Systeemkalibratie</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Controle hulpapparatuur</i>	Nee	2	2 punten - Minimaal 1 keer per jaar controle van hulpapparatuur
<i>Databeveiliging</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Back-up</i>	Nee	4	4 punten - Meetgegevens ouder dan 24 uur minimaal op twee onafhankelijke locaties opgeslagen
<i>Storingsbeheer</i>	Nee	4	+2 punten - Storingen of afwijkingen van 1.5 dB of

	Eis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
			meer bij kalibratiecontrole worden onderzocht en verholpen binnen 5 werkdagen +1 punt – Betreffende metingen gemarkeerd als onbetrouwbaar +1 punt – Meetgegevens worden minimaal 7 dagen lokaal opgeslagen
<i>Kwaliteit meetbeheer, Kval_beheer</i>		10	

Tabel 19 Opbouw van kwaliteitsindicator voor validatie ter beoordeling van meetlocatiekwaliteit

Criteria meetlocatie	Eis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
<i>Binnen/Buiten</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Hoogte boven maaiveld</i>	Nee	1	1 punt - Microfoon bevindt zich op 1,5 m boven maaiveld boven grasachtige bodem 0,5 punt – Indien sprake is van een harde ondergrond, microfoonhoogte is minimaal 5 m boven onderliggend oppervlak om invloed van bodemreflecties te minimaliseren
<i>Oriëntatie</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Ligging</i>	Nee	3	+1,5 punten – In nabijheid van luchthavens en/of vliegroutes met gemeten vliegverkeer volgens de richtlijnen gespecificeerd in de ISO-norm ISO-20906/TC 2009 +1,5 punten - Onjuiste koppelingen met simultaan

Criteria meetlocatie	Eis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
			plaatsvindende verkeersstromen worden met de locatiekeuze voorkomen dan wel achteraf geëlimineerd
<i>Ondergrond</i>	Nee	1	1 punt – Gras als bodem 0,5 punt – Invloed van type bodem op bodemreflecties geminimaliseerd als ondergrond anders dan gras
<i>Afscherming</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Reflecties</i>	Deels, minimaal afstand van oppervlak tot microfoon van 2 m verplicht	2	2 punten – Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de grond) binnen 10 m van de microfoon. Daarbuiten geen oppervlakken waarvan de som van de hoogte en de breedte groter is dan de afstand tot de meetpost 1 punt - Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de grond) binnen 5 m van de microfoon. Daarbuiten geen oppervlakken waarvan de som van de hoogte en de breedte groter is dan de afstand tot de meetpost.
<i>Achtergrondniveau</i>	Deels, L95 minimaal 10 dB lager dan $L_{Amax,slow}$ verplicht	3	3 punten – L95 (eventueel per dagdeel) minimaal 15 dB(A) lager dan $L_{Amax,slow}$ van een gegenereerd event 1,5 punten – L95 (eventueel per dagdeel) minimaal 12 dB(A) lager dan $L_{Amax,slow}$ van een gegenereerd event

Criteria meetlocatie	Eis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
<i>Toegankelijkheid</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Kwaliteit meetlocatie, Kval_locatie</i>		10	

A. Informatievoorziening

Tabel 20 Opbouw van kwaliteitsindicator voor informatievoorziening ter beoordeling van de kwaliteit van de techniek van het meetsysteem

Criterium meetsysteem- techniek	Basiseis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
<i>Robuustheid</i>	Nee	0,5	0,25 punt – Tot 3 maanden onafgebroken kunnen meten 0,5 punt – Tot 1 jaar onafgebroken kunnen meten
<i>Norm</i>	Minimaal klasse 2	0,5	0,5 punt – Klasse 1 meter
<i>Frequentieweging</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Hulpapparatuur</i>	Nee	0,5	0,5 punt – Windmeter aanwezig en minimaal op 1 m afstand van microfoon
<i>Windbol of scherm</i>	Ja	N.v.t.	N.v.t.
<i>Geluidmaten</i>	Nee	0,5	+0,25 punt – $L_{Amax,slow}$ wordt bepaald +0,25 punt – Tijdreeks van A-gewogen SPL, minimaal 1 keer per seconde beschikbaar
<i>Tijdregistratie</i>	Nee	0,5	0,5 punt – Op basis van UTC of lokale tijd, afwijkingen groter dan 10 seconden worden voorkomen
<i>Meetbereik</i>	Metingen buiten bereik worden gemarkeerd	0,5	0,5 punt – Meetbereik minimaal 30-100 dB SPL
<i>Kalibratiecontrole</i>	Nee	0,5	0,5 punt - Automatische kalibratiecontrole,

 criterium meetsysteem- techniek	Basiseis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekenning
			minimaal 1 keer per 24 uur
<i>Eventdetectie</i>	Nee	1	+0,5 punt - Meetpost en/of het meetsysteem genereren event vanuit de continue meetdata +0,5 punt - Events worden gekoppeld aan specifieke vluchten
<i>Dataverbinding</i>	Nee	0,5	0,5 punt - Continu verbinding met het meetsysteem
<i>Kwaliteit meetsysteemtechniek, K_{info} techniek</i>		5	

Tabel 21 Opbouw van kwaliteitsindicator voor informatievoorziening ter beoordeling van meetbeheerkwaliteit

Criteria Meetbeheer	Basiseis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekenning
<i>Registratielocatie</i>	Ja	N.v.t.	
<i>Akoestische kalibratie</i>	Ja	N.v.t.	
<i>Systeemkalibratie</i>	Ja	N.v.t.	
<i>Controle hulpapparatuur</i>	Nee	1	1 punt – Minimaal 1 keer per jaar controle van hulpapparatuur
<i>Databeveiliging</i>	Nee	1	1 punt – Meetsysteem beveiligd tegen het bewerken van meetgegevens door niet-bevoegde personen
<i>Back-up</i>	Nee	1	1 punt – Meetgegevens ouder dan 24 uur minimaal op twee onafhankelijke locaties opgeslagen
<i>Storingsbeheer</i>	Nee	2	+1 punt – Storingen of afwijkingen van 1.5 dB of meer bij kalibratiecontrole worden onderzocht en verholpen binnen 10 werkdagen

Criteria Meetbeheer	Basiseis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
			+0,5 punt – Betreffende metingen gemarkeerd als onbetrouwbaar +0,5 punt – Meetgegevens worden voor minimaal 7 dagen lokaal opgeslagen
<i>Kwaliteit meetbeheer, Kinfo_beheer</i>		5	

Tabel 22 Opbouw van kwaliteitsindicator voor informatievoorziening ter beoordeling van meetlocatiekwaliteit

Criteria Meetlocatie	Basiseis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
<i>Binnen/Buiten</i>	Ja	N.v.t.	
<i>Hoogte boven maaiveld</i>	Nee	0,5	0,5 punt - Microfoon bevindt zich op minimaal 1 m boven maaiveld of betreffend oppervlak
<i>Oriëntatie</i>	Nee	0,5	1 punt – Diafragma omhoog gericht
<i>Ligging</i>	Nee	0,5	0,5 punt – Op voor de doelgroep relevante locatie (bijvoorbeeld woonomgeving of natuurgebied)
<i>Ondergrond</i>	Nee	0,5	0,5 punt – Ondergrond beschreven
<i>Afscherming</i>	Nee	0,5	0,5 punt - De omgeving van de meetpost is beschreven
<i>Reflecties</i>	Nee	1	1 punt – Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de grond) binnen 5 m van de microfoon 0,5 punt - Geen reflecterende oppervlakken (anders dan de grond) binnen 2 m van de microfoon

Criteria <i>Meetlocatie</i>	Basiseis	Maximaal haalbare punten	Puntentoekening
<i>Achtergrondniveau</i>	Nee	1	1 punt – Er is een manier beschikbaar om vliegtuiggeluid van andere geluidbronnen in de achtergrond op een consistente wijze te onderscheiden
<i>Toegankelijkheid</i>	Nee	0,5	0,5 punt – Meetpost is voor bevoegden toegankelijk voor onderhoud, reparaties en het handmatig ophalen van relevante data (indien mogelijk), maar tevens fysiek afgeschermd tegen toegang ter voorkoming van vandalisme van meetsysteem en/of verstoring van meetdata
<i>Kwaliteit meetlocatie, Kinfo_locatie</i>		5	

Bijlage 2. Vragenlijst m.b.t. meetsystemen luchthavens van nationale betekenis

Deze bijlage toont de vragenlijst zoals die is verstuurd naar de contactpersonen van de verschillende vliegvelden (Schiphol, Rotterdam-The Hague Airport, Maastricht Aachen Airport, Eindhoven Airport, Lelystad Airport en Eelde).

Bijgevoegd treft u een vragenlijst aan waarin wij u om informatie verzoeken, die wij nodig hebben voor de uitwerking van een aantal deelproducten in het kader van de Programmatische Aanpak Meten Vliegtuiggeluid (PAMV).

In 2019 heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) aan de kennisinstellingen RIVM, NLR en KNMI gevraagd om een verkenning uit te voeren naar mogelijkheden om, rekening houdend met belevingsaspecten, verbeteringen door te voeren bij het meten en berekenen van vliegtuiggeluid. De resultaten van die verkenning, alsmede de daarop gebaseerde aanbevelingen, zijn in december 2019 gerapporteerd. In een beleidsreactie aan de Tweede Kamer (d.d. 18 december 2019) heeft de minister van IenW aangegeven dat alle aanbevelingen zullen worden opgevolgd. De uitwerking en realisatie hiervan vinden volgens plan plaats in de periode 2020-2021.

De PAMV-aanbevelingen hebben betrekking op een brede scope van activiteiten die onderling veel samenhang vertonen. Dat geldt bijvoorbeeld voor de onderwerpen nationale meetstrategie (inclusief regionale uitwerking) en nationale database vliegtuiggeluid. De vragenlijst die wij u hierbij toezenden heeft tot doel om een compleet overzicht te krijgen van bestaande geluidmeetnetten rondom Nederlandse vliegvelden. Deze informatie is van groot belang bij het opstellen van een nationale meetstrategie en dient als input bij het opzetten van een nationale database voor vliegtuiggeluidmetingen, maar de beantwoording daarvan levert ook belangrijke informatie op voor de uitwerking van andere onderdelen van de PAMV.

Voorafgaand aan de vragenlijst volgt nu enige praktische informatie die kan helpen bij het invullen van deze lijst:

- De antwoorden op de vragen kunnen worden ingevuld in het Excel-bestand dat u bij dit document heeft ontvangen. Dit bestand stelt ons in staat om een helder overzicht te creëren van alle ontvangen antwoorden. De vragen worden in enkele steekwoorden benoemd in het Excel-bestand, maar de daadwerkelijke vragen staan, in uitgebreide vorm, hieronder beschreven.
- De vragenlijst bestaat uit twee delen. In het Excel-bestand staat één werkblad met vragen met betrekking tot het 'geluidmeetsysteem'. Dit betreft het *meetsysteem als geheel* (het totaal aan meetposten, inclusief achterliggende hard- en software). Het tweede deel van de vragenlijst bevat vragen die *per meetpost* worden gesteld. Deze kunnen worden beantwoord

in het tweede tabblad van het Excel-bestand. Indien er in de nabije toekomst nieuwe meetlocaties zijn voorzien, of als bestaande locaties aangepast gaan worden, kunt u daarover ook informatie opnemen.

- Mocht er sprake zijn van meerdere geluidmeetsystemen (onder verschillende namen, van verschillende leveranciers, et cetera) dan zouden we het op prijs stellen om per meetsysteem een antwoordformulier te ontvangen.
- Wij beseffen dat het invullen van de vragenlijsten veel tijd kan kosten. U mag ook alvast het eerste deel naar ons terugsturen, terwijl u meer tijd neemt om het tweede deel af te maken.
- Indien het antwoord op bepaalde vragen bij u niet bekend is, kan het bijvoorbeeld zinvol zijn om deze door te sturen naar de leverancier van het meetnet. Anders verzoeken wij u om aan te geven dat de betreffende informatie bij u niet bekend is.
- Ten slotte, indien u beschikt over uitgebreide (technische) documentatie van het meetsysteem en/of de meetposten, zouden wij toezending van een kopie daarvan op prijs stellen.

Deel 1: Vragen met betrekking tot het geluidmeetsysteem

De eerste set met vragen is vrij algemeen en heeft betrekking op het totale meetsysteem, het totaal van meetposten en de achterliggende infrastructuur. Voor de beantwoording, zie het bijgevoegde Excel-sheet, tabblad 'meetsysteem'.

1. Wat is het doel van het geluidmeetsysteem?
2. Wie is de leverancier van het meetsysteem?
3. Sinds wanneer is het meetsysteem operationeel?
4. Hoeveel meetposten bevat het meetsysteem?
5. Hoe werd de keuze van een meetlocatie tot nu toe bepaald?
6. Is bekend hoeveel procent van de tijd de meetposten (gemiddeld gezien) volledig functioneren? Zo ja, welk percentage is dat?
7. Zijn alle meetposten met behulp van een dataverbinding verbonden met achterliggende infrastructuur (typisch een database en evt. een website van een meetnet)?
8. Zo ja, met welke frequentie worden de meetgegevens naar de centrale database verzonden? (bijvoorbeeld continu, 1x per uur, 1x per dag, et cetera)

De volgende vragen gaan over de gebruikte microfoons en geluidmeters:

9. Voldoen de geluidmeters aan de zogenaamde ISO klasse 1 of klasse 2 specificaties?
10. Zijn de gebruikte microfoons zogenaamde 'outdoor microphones', voorzien van windbol/scherm, regenbescherming en eventueel vogelwering?
11. Zijn de microfoons omni-directioneel, of worden richtmicrofoons gebruikt?
12. Zijn er typenummers van microfoons, geluidmeters en/of complete meetposten bekend? Zo ja, wat zijn deze?
13. Wat is het meetbereik (onder- en bovengrens) van de microfoons?
14. Worden eventuele metingen buiten het bereik van de microfoon gemarkeerd?
15. Wordt op de microfoons dagelijks een automatische kalibratiecontrole uitgevoerd?

De volgende vragen gaan over wat voor soort geluidmetingen worden uitgevoerd met het meetsysteem:

16. Wordt er uitsluitend buiten gemeten?
17. Welke geluidmaten worden door het systeem geregistreerd (denk hierbij aan LA_{max} , SEL, Lden, L95, et cetera).
18. Zijn alle bepaalde geluidmaten A-gewogen, of worden ook andere wegingen gebruikt (bijv. C-weging voor laagfrequent geluid)?
19. Wordt het tijdstip van een meting geregistreerd? Zo ja, wordt hiervoor de lokale tijd gebruikt of UTC?
20. Worden, op het moment dat er sprake is van eventdetectie, ook de begin- en eindtijd van het event geregistreerd?
21. Zijn ook geluidmeetwaarden per seconde (tijdreeks) beschikbaar?

22. Worden ook volledige audio-opnames van een event bewaard?
Zo ja, in welk bestandsformaat?
23. Detecteert het meetsysteem of een meting al dan niet door een vliegtuig wordt veroorzaakt (eventdetectie)? Zo ja, hoe wordt dit gedaan (wordt bijvoorbeeld gebruikgemaakt van radargegevens) en is bekend hoe goed de detectie werkt (bijvoorbeeld hoe vaak wordt een meting aan een vliegtuig toegeschreven (false positives) terwijl er geen vliegtuig in de buurt is of dat er een vliegtuigbeweging is gemist en niet correct gedetecteerd (false negatives)?
24. Als drempelwaarden voor de detectie van vliegtuigen worden gebruikt, welke marge (in dB) tussen het piekniveau en het achtergrondniveau leidt tot een potentiële detectie van een vliegtuig?
25. Is validatie van geluidberekeningen een beoogd doel van de uitgevoerde metingen? Zo ja, welke meetlocaties worden op dit moment als geschikt voor validatiedoeleinden beschouwd?

Vaak bestaat een meetpost uit meer dan alleen de geluidmeter. De volgende vragen gaan over deze hulpapparatuur:

26. Welke hulpapparatuur wordt gebruikt (windmeters, noodstroomvoorziening, thermometers, luchtvochtigheidsmeters, bliksemafleiders, et cetera)?
27. Welke lokale weersomstandigheden, zoals lokale temperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid en windrichting, worden samen met de meetgegevens opgeslagen?

Mogelijk zijn er ontwikkelingen rondom het meetnet voorzien. Daarover gaan de volgende vragen:

28. Zijn er plannen om meetposten af te stoten? Zo ja, wat is de aanleiding hiervan?
29. Zijn er plannen om extra meetposten te plaatsen? Zo ja, wat is de aanleiding hiervan?
30. Zijn er plannen om meetposten te vervangen (en eventueel daarbij van leverancier te veranderen)? Zo ja, wat is de aanleiding hiervan en is al bekend wie de nieuwe leverancier wordt?
31. Wordt het gebruik van mobiele meetposten door de regio overwogen?

De volgende vragen zijn gericht op het onderhoud van de meetpost, in verband met de betrouwbaarheid van de meetgegevens:

32. Worden naast de automatische kalibratiecontroles (zie vraag 15) de meetposten ook akoestisch gekalibreerd? Zo ja, hoe vaak en door wie?
33. Worden deze akoestische kalibraties uitgevoerd met een klasse 1 of 2 kalibrator, die zelf ook jaarlijks wordt gekalibreerd?
34. Wordt de volledige geluidmeter van een meetpost minimaal 1 keer per 2 jaar volledig gecontroleerd om te bepalen of deze nog voldoet aan de eisen van een klasse 1 of 2 systeem?

35. Wordt de werking van eventuele hulpapparatuur (windmeter, noodstroom, et cetera) ook op regelmatige basis gecontroleerd? Zo ja, hoe vaak?
36. Is er een vaste procedure in het geval van een storing? Zijn er afspraken om deze binnen een bepaalde termijn te verhelpen?

De volgende vragen hebben betrekking op het veiligstellen van de meetgegevens:

37. Welke ICT-maatregelen zijn genomen om de meetgegevens te beschermen tegen verwijdering en/of aanpassingen?
38. Worden back-ups gemaakt van meetgegevens?
39. Blijft, in het geval van een storing van de dataverbinding of netvoeding, de meetpost operationeel en blijven de meetgegevens beschikbaar op de meetpost totdat de storing is hersteld? Zo ja, hoe lang kan de meetpost op deze manier operationeel blijven?

De volgende set met vragen heeft betrekking op het opslaan van de meetgegevens in een database en de mogelijkheid om (een deel van) deze gegevens via een nationale database publiekelijk te ontsluiten:

40. Worden de meetgegevens opgeslagen in een centrale database?
41. Wie beheert de database?
42. Is er, op verzoek, een overzicht beschikbaar van de structuur van de database (welke tabellen met welke parameters?)
43. Voor welke periode is gemeten data beschikbaar? Zijn al deze gegevens uniform (op dezelfde manier opgeslagen)?
44. Heeft het geluidmeetsysteem ook toegang tot operationele vluchtgegevens? Zo ja, vanuit welk systeem zijn deze afkomstig?
45. Als er sprake is van het opslaan van vluchtgegevens, welke gegevens m.b.t. tot een (aan een geluidevent gekoppelde) vlucht worden opgeslagen in de database van het meetnet?
46. Zijn de gegevens in de database openbaar? Zo ja, geheel of gedeeltelijk?
47. Zou u het wenselijk vinden om de gegevens uit de database in een openbare nationale database te integreren?
48. Is er, bij het gebruik van een nationale database, vanuit de regio ook nog de behoefte de eigen database te behouden?
49. Zijn er al uitbreidingsplannen of veranderingen voor de database gepland? Zo ja, wat is de aanleiding hiervan?

De laatste vragen hebben betrekking op de huidige doelen van de database en de wensen voor de toekomst:

50. Is het vergelijken van meet- en rekengegevens (signaalfunctie, trendvalidatie) een doel van de huidige database? Zo nee, zou dat (eventueel via de nationale database) een gewenst doel zijn?
51. Vormen het opslaan en weergegeven van real-time meetgegevens een doel van de huidige database? Zo nee, zou dat (eventueel via de nationale database) een gewenst doel zijn?
52. Is het zelf kunnen opstellen van rapportages door omwonenden of andere geïnteresseerden een doel van de huidige database?

Zo nee, zou dat (eventueel via de nationale database) een gewenst doel zijn?

53. Zijn er bepaalde andere features of andere wensen voor een nationale database vanuit de regio gewenst?

Deel 2: Vragen met betrekking tot de individuele meetposten

Onderstaande vragen graag beantwoorden per individuele meetpost (zie tabblad meetposten):

- A. Wat zijn de coördinaten (in WGS84 lengte-/breedtegraad of Rijksdriehoek) van de meetpost? Graag zo precies mogelijk opgeven.
- B. Heeft de meetpost een permanent of tijdelijk karakter?
- C. Kan op nader verzoek fotomateriaal beschikbaar worden gemaakt van de omgeving van de meetpost waarop duidelijk te zien is hoe de omgeving van de meetpost eruitziet?
- D. Op welke hoogte staat de microfoon? Hierbij gaat het zowel om hoogte boven maaiveld als hoogte boven het montagevlak (zoals een plat dak)?
- E. Op welke ondergrond staat de microfoon? Denk bijvoorbeeld aan gras of bitumineuze dakbedekking.
- F. Is de microfoon omhoog gericht of heeft deze een andere oriëntatie?
- G. Bevinden zich grote objecten binnen 10 meter van de microfoon, zoals een gebouw, of bomen? Zo ja, om wat voor objecten gaat het?
- H. Is het achtergrondgeluidniveau per meetpost bekend? Is dit een gemiddelde waarde over de dag of zijn er ook waarden per uur of een andere periode bekend?
- I. Is de meetpost publiek toegankelijk of is deze (bijvoorbeeld met een hek) afgeschermd?
- J. Zijn er al bekende problemen m.b.t. het weer (bijv. regelmatig harde wind) of ander omgevingsgeluid die de meetresultaten van de meetpost beïnvloeden? Zo, ja wat zijn de bekende problemen?

Hartelijk dank voor het beantwoorden van de vragen. Zou u het antwoordformulier, samen met eventuele technische documentatie van het meetsysteem willen retourneren?

Bijlage 3. Cijfers beoordeling NOMOS-meetsysteem per meetpost

A. Validatie

Tabel 23 Bepaalde cijfers t.a.v. de kwaliteit van NOMOS-meetposten – per meetlocatie en voor het meetsysteem als geheel voor validatie (eindcijfers zijn indicatief in afwachting van een nadere radartrack-analyse)

Meetpost ID	Cijfer meetlocatie (uit maximaal 7)	Eindcijfer meetpost
EMU1	5	7,6 tot 8,8
EMU2	5	7,6 tot 8,8
EMU4*	5	7,8 tot 9
EMU7	3,5	7 tot 8,2
EMU10*	4,5	7,6 tot 8,8
EMU12	5	7,6 tot 8,8
EMU13	5	7,6 tot 8,8
EMU14	6,5	8,2 tot 9,4
EMU15	5	7,6 tot 8,8
EMU16	5	7,6 tot 8,8
EMU17	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	
EMU18	3	6,8 tot 8
EMU19	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	
EMU20*	3	7 tot 8,2
EMU21* ¹²	6,5	8,4 tot 9,6
EMU23	3,5	7 tot 8,2
EMU24	3,5	7 tot 8,2
EMU25	4,5	7,4 tot 8,6
EMU26	4,5	7,4 tot 8,6
EMU27	5	7,6 tot 8,8
EMU28	5	7,6 tot 8,8
EMU29	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	
EMU30	3	6,8 tot 8
EMU31	3	6,8 tot 8
EMU32	4,5	7,4 tot 8,6

¹² Meetposten 4, 10, 20 en 21 hebben een windmeter aanwezig en krijgen hierdoor 0,5 punt extra voor de hulpparaatuur. Hierdoor wordt het cijfer voor de meetsysteemtechniek voor deze meetposten een 10.

Meetpost ID	Cijfer meetlocatie (uit maximaal 7)	Eindcijfer meetpost
EMU33	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	
NMT34	6,5	8,2 tot 9,4
EMU35	3,5	7 tot 8,2
EMU38	3	6,8 tot 8
NMT39	4,5	7,4 tot 8,6
NMT40	4	7,2 tot 8,4
NMT41	3,5	7 tot 8,2
NMT42	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	
NMT43	4,5	7,4 tot 8,6
EMU44	6,5	8,2 tot 9,4
NMT45	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	
NMT46	4,5	7,4 tot 8,6
EMU51	2,5	6,6 tot 7,8
EMU78 (LF ¹³)	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	
EMU80 (LF)	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	
EMU94	Geen cijfer - Voldoet niet aan validatie-eis(en)	

B. Informatievoorziening

Zoals in paragraaf 4.1.2 vermeld, zijn alle NOMOS-meetposten voor informatievoorziening aan omwonenden goed geschikt en behalen ze een cijfer van tussen de 8,9 en 9,5 op 10.

¹³ Met de afkorting LF wordt hier Laagfrequent geluid bedoeld.

Bijlage 4. Invloed van het weer op gemeten vliegtuiggeluid onder Nederlandse omstandigheden

1. **Introductie**

De tekst van deze bijlage is technisch van aard en is met name bedoeld als achtergrondinformatie bij het hoofdrapport, voornamelijk gericht op een publiek dat technische verdieping zoekt over dit onderwerp.

De geluidsniveaus ten gevolge van vliegtuigen, zoals die op de grond hoorbaar zijn, worden door drie aspecten bepaald:

- het vliegtuig als geluidbron;
- de atmosfeer als medium waardoor het geluid reist;
- de situatie op de grond (ondergrond, aanwezigheid van reflecterende oppervlakken, et cetera.)

De mate waarin de atmosfeer en de situatie op de grond bijdragen aan het op de grond hoorbare geluid is onder andere afhankelijk van de frequentie van het geluid. Lage frequenties kunnen verder doordringen dan hoge frequenties, zoals bij een muziekfestival de bastonen over grotere afstand hoorbaar en soms voelbaar zijn vergeleken met de hogere tonen van gezang. Deze bijlage richt zich volledig op het tweede aspect en gaat in op de effecten van de atmosfeer op het geluid zoals dat hoorbaar is op de grond. Daar waar sprake is van een wisselwerking met de omstandigheden op de grond, wordt dit ook besproken.

De wind- en temperatuuropbouw van de atmosfeer bepalen hoe het geluid door de atmosfeer reist. Een wind-mee-situatie en sterke temperatuurcontrasten, zoals temperatuurinversies, kunnen de voortplanting van geluid beïnvloeden. De aanwezige wind- en temperatuurcondities in de lage atmosfeer spelen daarbij een rol. Deze laatste doordat ze het geluid kunnen doen terugbuigen naar het aardoppervlak. De samenstelling van de atmosfeer, waaronder het vochtgehalte, is bepalend voor de demping van het geluid. Ook de ondergrond speelt een rol: afhankelijk van het type ondergrond wordt het geluid in verschillende mate geabsorbeerd of gereflecteerd.

Het vervolg van deze bijlage gaat in op:

- De voortplanting van geluid door de atmosfeer, ook wel geluidpropagatie genoemd, inclusief richtingsafhankelijkheid van de voortplanting.
- Het effect van weersomstandigheden op geluidmetingen.

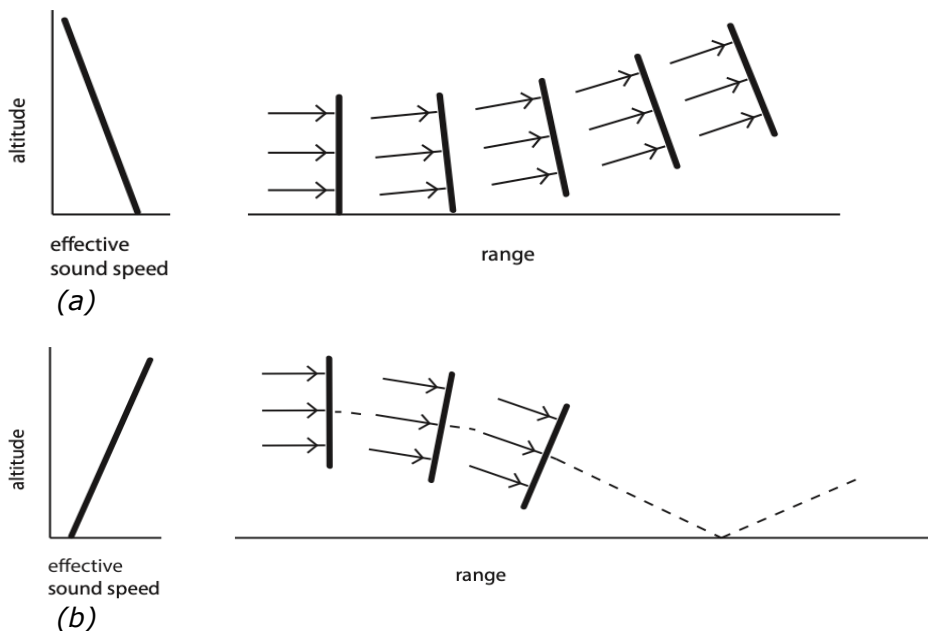
2. Geluidpropagatie

2.1

Invloed van de atmosfeer op geluidpaden

De geluidpropagatie wordt beïnvloed door de wind- en temperatuuropbouw en door de samenstelling van de atmosfeer (met name het vochtgehalte). Weermodellen bevatten doorgaans zulke gegevens en worden in Nederland gevoed met de continue metingen van KNMI-waarneemstations, weerballonnen en satellieten.

Variaties in temperatuur en wind kunnen zorgen voor afbuiging (*refractie*) en verstrooiing (*diffRACTIE*) van geluid, vergelijkbaar met de breking van licht in een prisma. Op- en neerwaartse afbuiging van een geluidsgolffront door variatie van de geluidsnelheid met hoogte is schematisch weergegeven in Figuur B4.1. In geval (a) buigt een golffront weg van de aarde, omhoog de lucht in. Dergelijke condities komen vaak overdag voor. In geval (b) buigt het geluid naar de aarde toe en reflecteert het op het oppervlak. Dergelijke condities komen vaak 's avonds en in de winter voor en faciliteren propagatie over lange afstand. Het geluidveld van een geluidbron (zoals een vliegtuig) bestaat uit een combinatie van op- en neerwaartse refracties. Aan een vlak aardoppervlak vindt spiegeling (reflectie) van het geluid plaats.



Figuur 14 Buiging (**refractie**) van een horizontaal propagerend golffront voor een atmosfeer wanneer de geluidsnelheid (a) afneemt en (b) toeneemt met hoogte (Assink 2012)

2.2

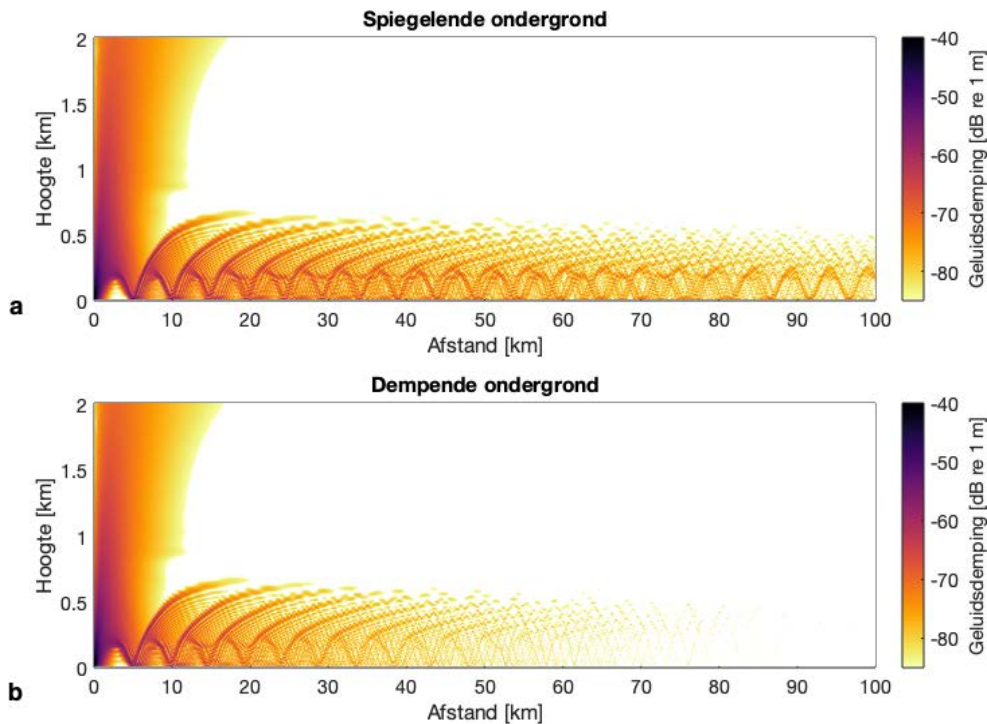
Modellering van de geluidpropagatie

Voor het modelleren van geluidpropagatie zijn verschillende technieken beschikbaar. Complexere modellen kunnen realistischere resultaten geven, maar tegen een langere berekeningstijd. Bij het modelleren van geluidpropagatie is het van belang om vast te stellen welke benadering het beste past bij de toepassing. Typisch kan de berekeningstijd sterk worden verminderd door enkele aannames te maken die in de praktijk verantwoord kunnen worden.

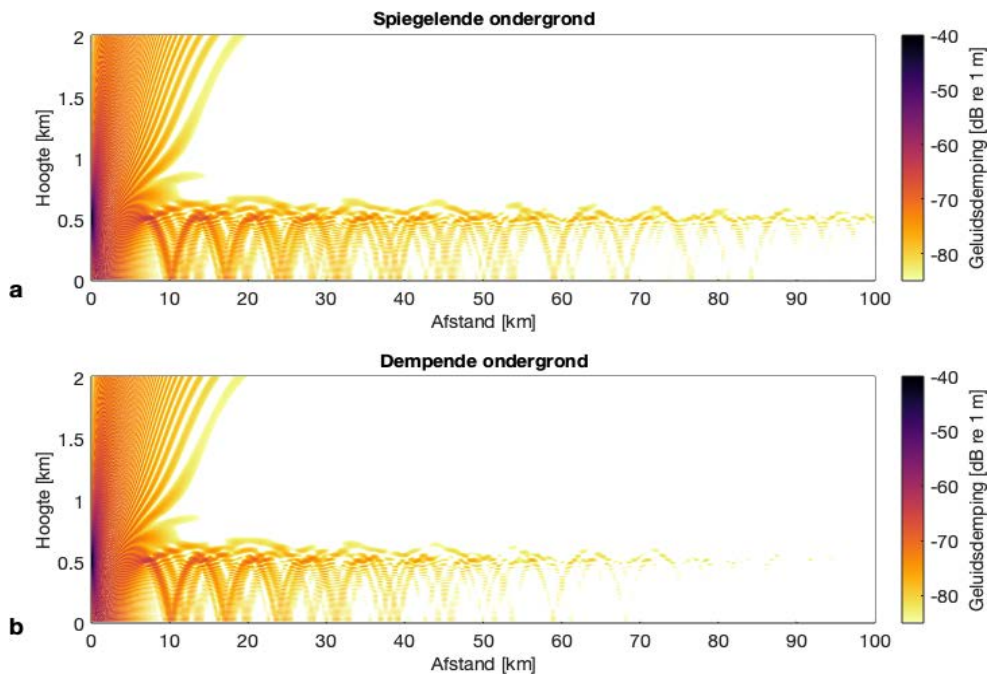
De mate waarin het geluid vanaf de bron naar de ontvanger wordt gedempt, wordt bepaald door een aantal verschijnselen, namelijk:

- geometrische spreiding;
- absorptie, mede afhankelijk van de relatieve luchtvochtigheid;
- interactie met de ondergrond;
- verstrooiing door interactie met turbulentie en bebouwing.

In de berekening van geluidvoortplanting wordt informatie over de ondergrond gebruikt (Gilbert 2016). Dit is statische informatie die weinig tot niet in de tijd varieert. Poreuze, ruwe bodems hebben een dempend effect op het geluid. Dit effect wordt geïllustreerd in Figuur B4.2, waar het geluidveld op 50 Hz is gemodelleerd voor een bron op de grond met (a) een perfect spiegelende bodem en (b) een absorberende bodem. Figuur 16 geeft een vergelijkbaar scenario weer, voor een bron op 500 meter hoogte. Hieruit volgt dat de koppeling van geluid naar de grond sterk afneemt voor bronnen op grotere hoogte.



Figuur 15 Voorbeeld van een geluidveld berekend voor een frequentie van 50 Hz als functie van afstand en hoogte voor een model waarbij de grond (a) perfect spiegelend is en (b) dempend (Gilbert 2016)

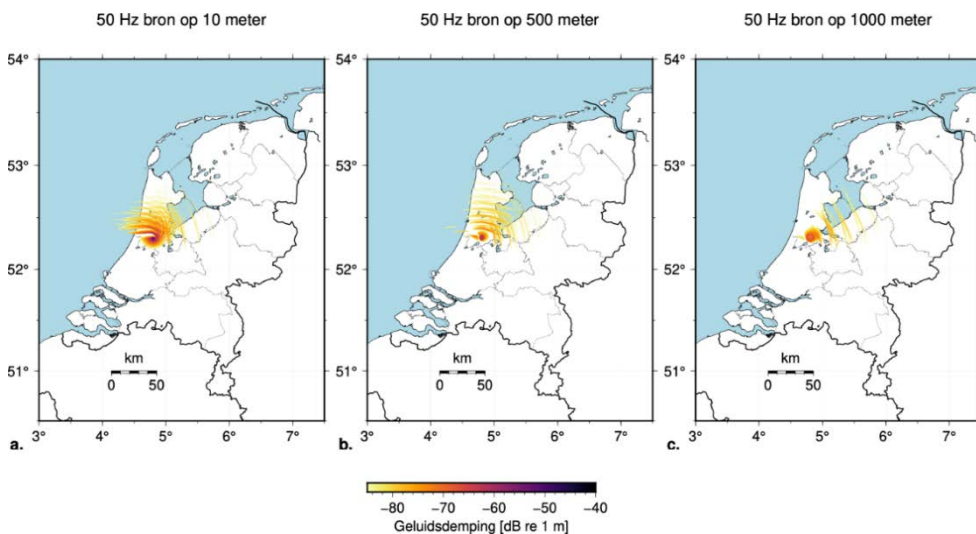


Figuur 16 Zoals Figuur B4.2 maar dan met een bron op 500 meter hoogte

2.3

Richtingsafhankelijkheid van het geluidveld

Omdat refractie van geluid sterk afhankelijk van de windrichting, is het geluidveld in de atmosfeer ook sterk richtingsafhankelijk. Dit is geïllustreerd in Figuur B4.3, waarin de geluidsdemping op de grond is gesimuleerd voor een bron met een frequentie van 50 Hz bij Schiphol op verschillende hoogtes. De simulaties zijn berekend met output van het HARMONIE-model voor de weerssituatie om 29 mei 2017 om 05:00 lokale tijd. Op dit tijdstip stond er een sterke zuidwestelijke wind op enkele honderd meters hoogte. De verwachte geluidsdemping op de grond is lager voor donkere kleuren.



Figuur 17 Voorbeeld van de gemodelleerde geluidsdemping op de grond, voor een bron met een frequentie van 50 Hz op (a) 10 meter, (b) 500 meter en (c) 1000 meter hoogte. De simulaties zijn berekend met behulp van een HARMONIE-model op 29 mei 2017 om 05:00 lokale tijd

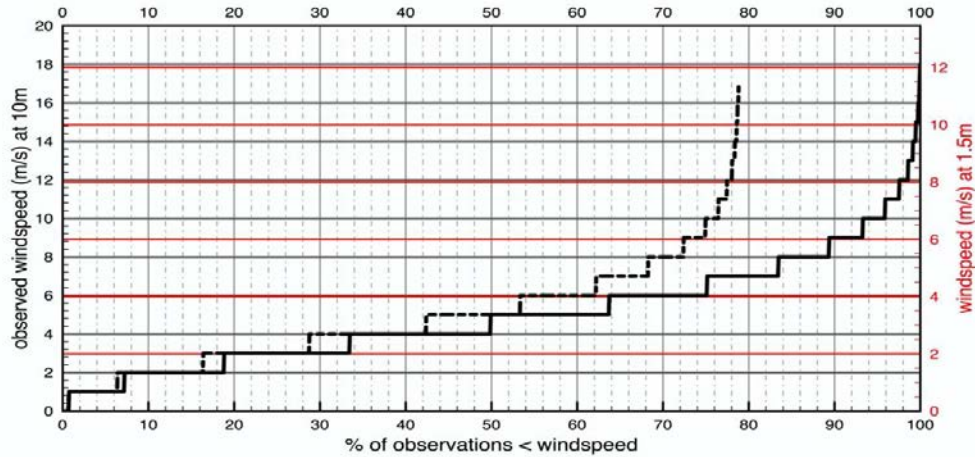
Figuur B4.3 toont aan dat de windcondities een grote invloed kunnen hebben op de geluidniveaus op de grond. In deze situatie vindt er aan de kant waar de wind vandaan komt (het zuidwesten) demping plaats, waardoor de geluidniveaus op de grond sterk afnemen, terwijl de geluidniveaus ten noorden en noordoosten van de bron juist hoger zijn dan in de situatie zonder wind. Daarnaast verandert dit effect met de hoogte van de bron, waardoor de demping van geluid van een vliegtuig op lage hoogte anders kan zijn dan de demping van geluid van een vliegtuig dat zich op grotere hoogte bevindt.

3. Invloed van weer op geluidmetingen

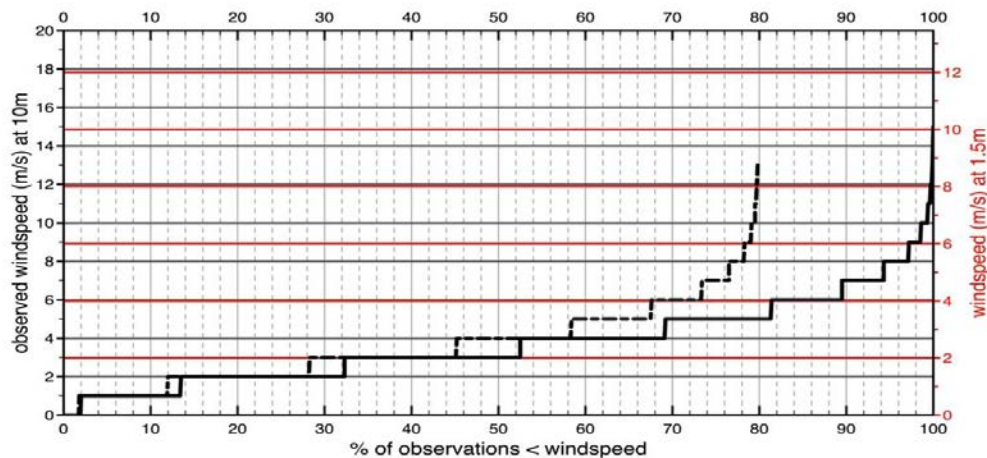
Metingen van vliegtuiggeluid kunnen worden verstoord door omgevingsgeluid, bijvoorbeeld afkomstig van ander verkeer, of door de weersomstandigheden. Geluid van (turbulente) wind rond de microfoon kan deels worden tegengegaan door een windbol of scherm over de microfoon te plaatsen. Desondanks kan boven een bepaalde windsnelheid de meting worden beïnvloed door windgeruis. Zo geeft de ISO-norm voor het onbemand meten van vliegtuiggeluid (ISO-20906/TC 2009) aan dat metingen bij een windsnelheid van meer dan 10 m/s gemarkeerd dienen te worden.

In Figuur B4.4 en Figuur B4.5 kan worden afgelezen hoe vaak een bepaalde windsnelheid wordt overschreden op Schiphol en op de luchthaven van Eindhoven, uitgaande van de standaard 10 m meethoogte van de windwaarneming, en omgerekend naar een hoogte van 1,5 m.

Uit de grafiek kan worden afgelezen dat de windsnelheid bij Schiphol ongeveer 89% van de tijd op een hoogte van 1,5 m kleiner is dan 6 m/s (snijpunt zwarte ononderbroken lijn met de rode horizontale lijn van 6 m/s). Als wordt vereist dat een verstoring van de meting door onweer, ijsvorming of regen moet worden uitgesloten, dan gelden lagere percentages. Een windsnelheid van meer dan 10 m/s op een hoogte van 1,5 m komt zelden voor (minder dan 1% van de tijd voor beide luchthavens). Op 10 m hoogte komt dit duidelijk vaker voor.



Figuur 18 Cumulatieve frequentie van windsnelheid op Schiphol (2000-2020, 10 min. gemiddelden). De ononderbroken lijn is gebaseerd op alle uurlijkse windwaarnemingen, de gestippelde lijn is gebaseerd op waarnemingen zonder melding van ijsvorming, regen of onweer tijdens of in het uur voor de waarneming. De schaalverdeling links is zoals waargenomen op 10 m hoogte; de schaalverdeling rechts in rood is na omrekening naar een hoogte van 1,5 m



Figuur 19 Idem voor station Eindhoven

Weersverschijnselen zoals ijsvorming en onweer kunnen geluidmetingen verstoren. Onderstaande tabel toont het percentage van de tijd dat het op Schiphol en Eindhoven regent (al dan niet in combinatie met onweer). Ijsvorming en sneeuw kunnen metingen verstoren, bijvoorbeeld door ijsvorming op de microfoon. Ook kan ijsvorming tot gevolg hebben dat de ondergrond veel harder wordt, met mogelijk hogere reflecties en dus ook hogere gemeten geluidniveaus tot gevolg, terwijl sneeuw juist kan zorgen voor een hogere mate van demping van de ondergrond. Sneeuw en ijsvorming treden echter in veel mindere mate op dan regen, waardoor ze veel minder vaak tot verstoring zullen leiden.

Tabel 24 Percentage van de tijd regen op Schiphol en Eindhoven

[% van de tijd]	Schiphol	Eindhoven
Regen	7%	8%

Bijlage 5. Handreiking prioritering meetposten voor informatievoorziening

Deze bijlage geeft een handreiking die kan worden gebruikt bij het selecteren en prioriteren van meetlocaties ten behoeve van informatievoorziening. Zoals reeds in het rapport aangegeven, is de uiteindelijke keuze voor meetlocaties voor informatievoorziening aan de regio's.

Voor het vinden van relevante meetlocaties en het prioriteren van de meetlocaties, kan de volgende optie worden toegepast:

- Prioriteer meetlocaties op basis van het aantal ernstig gehinderden binnen een woonplaats.
- Hierbij kan het behulpzaam zijn om een drempelwaarde te gebruiken op basis waarvan een woonplaats in aanmerking kan komen voor een meetpost voor informatievoorziening, vanaf een bepaald aantal ernstig gehinderde personen binnen een bepaalde geluidbelastingcontour. Een praktijktoets van de bestaande meetsystemen liet zien dat bijvoorbeeld 100 of meer ernstige gehinderden binnen de 45 dB(A) Lden-contour als ondergrens kunnen worden gekozen. Deze waarden zijn geen harde eis en staan maatwerk niet in de weg.
- Bij het bepalen van meetlocaties wordt aanbevolen om alleen op die locaties een meetpost te plaatsen waar vliegtuiggeluid zinvol kan worden gemeten. Dit zal bijvoorbeeld lastiger zijn op meetlocaties verder weg van de luchthaven, zoals buiten de voor handhavingsdoeleinden gebruikte 48 dB(A) Lden-contour. Hierbij kan een locatieonderzoek met een mobiele meetpost worden uitgevoerd alvorens een permanente meetpost wordt geplaatst.
- Indien op basis van de beschikbare middelen geen meetpost kan worden geplaatst voor alle geselecteerde woonplaatsen, kan worden gekozen voor de locaties met de hoogste aantallen ernstig gehinderden, of kan worden gekeken naar kosten-efficiënte oplossingen.
- Selecteer voor de locatie van de meetpost een representatieve locatie voor de gehinderden in de betreffende woonplaats. Hierbij dient ook te worden gekozen voor een locatie die technisch geschikt is om betrouwbare metingen uit te kunnen voeren.

Bij bovenstaande aanpak kunnen de volgende nuances worden gemaakt:

- De uiteindelijke keuze voor meetlocaties is te allen tijde aan de regio; bovenstaande aanpak is alleen bedoeld ter ondersteuning van dit keuzeprocess.
- Bij grotere woonplaatsen zal het niet altijd mogelijk zijn om met één meetpost een representatief beeld te geven van de situatie voor de gehele woonplaats.
- Andersom heeft het weinig nut om twee meetposten dicht bij elkaar te plaatsen. Met name op grotere afstand van de luchthaven kan één meetpost een representatief beeld geven voor een groter gebied.

- Indien bekend is dat op specifieke locaties buiten de 48 dB(A) Lden-contour ook sprake is van aanzienlijke overlast door vliegverkeer, kan worden overwogen om ook op deze locaties een meetpost te plaatsen (mits het op deze locaties mogelijk is om zinvolle metingen te doen). Hiervoor kan het gebruik van een mobiele meetpost worden overwogen, om eerst te toetsen of de meetposten de gewenste meetresultaten leveren alvorens een permanente meetpost wordt geplaatst.
- Indien er bij een vraaggestuurde aanpak onvoldoende budget blijkt te zijn voor het realiseren van de wensen, kan het rouleren van mobiele meetposten over verschillende locaties mogelijk uitkomst bieden.
- Waar mogelijk kan worden geprobeerd om een eventuele meetpost voor validatie te plaatsen in de nabijheid van een woonplaats die ook in aanmerking komt voor een meetpost voor informatievoorziening. Hierbij dient dan wel rekening te worden gehouden met de eisen voor validatie.
- In bepaalde gevallen kan het minder zinvol zijn om te meten op locaties die zijn bepaald op basis van het aantal ernstig gehinderden. Dit kan spelen op locaties vrijwel direct naast de baan van de luchthaven, maar ook op locaties ver weg van de luchthaven. Ver weg van de luchthaven passeren relatief veel vliegtuigen die relatief lage geluidniveaus produceren, waardoor ze slecht meetbaar zijn. Dit laatste aspect speelt vooral voor Schiphol, op grotere afstand van de luchthaven.

Er is gekozen voor het gebruik van aantallen ernstig gehinderden omdat de mate van impact van de geluidbelasting op de omgeving wordt meegenomen bij dit criterium. Hierbij wordt zowel rekening gehouden met het aantal inwoners van een woonplaats (meer inwoners geeft meer ernstig gehinderden) als met de waarde van de geluidbelasting (een hogere geluidbelasting geeft ook meer ernstig gehinderden).

Indien meetlocaties op basis van de budgetgestuurde aanpak worden gekozen, kan deze handreiking helpen bij het kiezen van relevante meetlocaties en bij de prioritering van de locaties. Indien de vraaggestuurde aanpak wordt gekozen, kan de methode helpen om inzicht te geven in de meest relevante meetlocaties en kan ze zorgen voor prioritering als op enig moment blijkt dat de financiering niet toereikend is.

.....
A. Sahai (auteur), RIVM | R. Hogenhuis (auteur), NLR | S. Heblj (auteur), NLR
R. Smetsers (auteur), RIVM | G. Verver (auteur), KNMI | J. Assink (auteur), KNMI
.....

RIVM-rapport 2021-0001



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

juni 2021