

Grondgeluid in Badhoevedorp

Een Quick scan met in achtneming van de verlegging van de
Rijksweg A9

Opdrachtgever
Gemeente Haarlemmermeer

NLR-CR-2013-309 - 6 december 2013



Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

Nederland

Tel 088 511 31 13

www.nlr.nl



Grondgeluid in Badhoevedorp

Een Quick scan met in achtneming van de verlegging van
de Rijksweg A9




D.H.T. Bergmans en H.W. Veerbeek

Opdrachtgever
Gemeente Haarlemmermeer
6 december 2013

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar.

Opdrachtgever Gemeente Haarlemmermeer
Contractnummer 92681007.5201
Eigenaar Gemeente Haarlemmermeer
NLR Divisie Air Transport
Verspreiding Beperkt
Rubricering titel Ongerubriceerd
Datum 6 december 2013

Goedgekeurd door:

Auteur "D.H.T. Bergmans" 	Reviewer "R.H. Hogenhuis" 	Beherende afdeling "R.W.A. Vercammen" 
6 december 2013	6 december 2013	6 december 2013

Samenvatting

Naar aanleiding van vragen in de gemeenteraad Haarlemmermeer heeft de dorpsraad Badhoevedorp haar zorgen geuit over de mate van grondgeluid in Badhoevedorp. De geplande gebiedsontwikkeling aan de zuidkant van Badhoevedorp, in combinatie met de verlegging van de Rijksweg A9, speelt hierbij een belangrijke rol.

In deze rapportage heeft het NLR, in opdracht van de gemeente Haarlemmermeer, middels een Quick scan de haalbaarheid van een aantal technische mogelijkheden geïnventariseerd om de luidheid van het grondgeluid in Badhoevedorp te verminderen. Onderstaande technische mogelijkheden zijn bekeken in relatie tot de Schiphol situatie, het plangebied en de herpositionering van de Rijksweg A9:

- Verstrooiing (in lijn met de ribbels zoals voorgesteld bij de Polderbaan)
- Inzet van absorberende materialen
- Afscherming (bijvoorbeeld door de A9).

Op basis van de scan is gebleken, dat de effectiviteit en inpassing van de technische mogelijkheden beperkt is. Als bewoner merk je niet of nauwelijks dat de luidheid van grondgeluid in Badhoevedorp onder invloed van de boven genoemde technische mogelijkheden zal afnemen.

Tevens is, als onderdeel van de scan, een doorkijk gegeven naar de toekomst toe. Bij vervanging van een oud luid vliegtuigtype (MD11) door een stiller type kan het geluid per event op Schiphol afnemen. Echter, wordt verwacht dat het percentage langeafstand vliegtuigen met 2 motoren op Schiphol (zoals de B777, A330, A350 en B787) gaat toenemen als oude typen vliegtuigen (B744) met 4 motoren vervangen worden. Gemiddeld wordt het aantal grondgeluidevents hierdoor iets luider, maar in dusdanige mate dat individuele verschillen tussen de grondgeluidevents voor omwonende nauwelijks waarneembaar zijn.

Het totaal geprognoseerde aantal starts, startend vanaf de Kaagbaan, Aalsmeerbaan en de Zwanenburgbaan, zal tijdens de Schiphol groei naar 510.000 vliegbewegingen in 2020 nauwelijks veranderen ten opzichte van 2012. De daadwerkelijke aantallen starts op deze banen kunnen echter per jaar sterk fluctueren door bijvoorbeeld de weersomstandigheden en het baanonderhoud. Het zijn voornamelijk deze fluctuaties die impact hebben op het toekomstige grondgeluidklimaat in Badhoevedorp, dit in tegenstelling tot de vlootvernieuwing en of de groei naar 510.000 vliegbewegingen zoals vastgelegd in de Alders-afspraken.

Wat is grondgeluid? Grondgeluid ontstaat als het vliegtuig stil staat op de baan, vol gas geeft, begint te rollen en bezig is de start uit te voeren. Grondgeluid kenmerkt zich doordat het een laagfrequent-geluidkarakter heeft (net als bij lage bastonen). Daarbij verplaatst grondgeluid zich voornamelijk horizontaal, tegengesteld aan de startrichting, onder een hoek van ongeveer 45%. Door dit laagfrequent-karakter wordt het geluid nauwelijks gedempt door de atmosfeer en kan het tot op een aantal kilometers vanaf de startbaan duidelijk hoorbaar en of voelbaar zijn. Uit onderzoeken is gebleken dat de weersinvloeden, zoals de windrichting en de omgevingstemperatuur sterk van invloed zijn op de luidheid van grondgeluid.

Inhoud

1	Inleiding	6
2	Aanpak Quick scan	7
3	Beschrijving van de uitgangssituatie	9
3.1	Ontbreken van normering voor grondgeluid	9
3.2	Status quo Grondgeluid Badhoevedorp	9
3.3	Luchthaven Schiphol - Facts & Figures	10
3.4	Huidige plannen verlegging A9	12
4	Resultaten Quick scan	14
4.1	Hoe verplaatst grondgeluid zich door de atmosfeer?	14
4.2	Waar komt het grondgeluid in Badhoevedorp vandaan?	15
4.3	Inventarisatie technische mogelijkheden	16
4.4	Doorkijk naar de toekomst	19
5	Conclusies	26
6	Aanbevelingen	28
	Referenties	29
	Appendix A Afkortingen	30
	Appendix B Onderbouwing rangschikking	31

1 Inleiding

Naar aanleiding van vragen in de gemeenteraad Haarlemmermeer heeft de dorpsraad Badhoevedorp haar zorgen geuit over de mate van grondgeluid in Badhoevedorp. De geplande gebiedsontwikkeling aan de zuidkant van Badhoevedorp, in combinatie met de verlegging van de Rijksweg A9, speelt hierbij een belangrijke rol.

De gemeente Haarlemmermeer is geïnteresseerd in de kansen die door de geplande gebiedsontwikkeling ontstaan om de hinder die veroorzaakt wordt door grondgeluid van startende vliegtuigen te verminderen. Zij heeft deze vraag bij het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) neergelegd. Tevens vraagt de gemeente het NLR naar een inventarisatie van mogelijke invloeden van wijzigingen in vlootsamenstelling en het effect daarvan op de leefbaarheid. Dit rapport van het NLR gaat in op bovengenoemde vraagstellingen en hanteert de Quick scan aanpak zoals geformuleerd in het volgende hoofdstuk.

Inhoudelijke doorkijk rapportage: Het grondgeluid van Schiphol richting Badhoevedorp is voornamelijk afkomstig van in zuidelijke richting startende vliegtuigen vanaf de Kaagbaan en de Aalsmeerbaan. De voortplantingsrichting van het grondgeluid doorsnijdt de nieuw voorgestelde ligging van de rijksweg A9. Technische oplossingen om het grondgeluid te verminderen zijn beperkt omdat grondgeluid zich niet gemakkelijk laat verminderen. Afscherming door bijvoorbeeld een verhoogde A9 hebben nauwelijks invloed op het grondgeluidniveau in Badhoevedorp. Dit wordt verder toegelicht in de rapportage. Van wijzigingen in de vlootontwikkeling (zoals het uitfasen van oude vliegtuigen) wordt een overall toename verwacht, omdat toekomstige vliegtuigen – voornamelijk langeafstand vliegtuigen met twee motoren – meer grondgeluid produceren. Naar verwachting wordt het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp hierdoor iets slechter.

2 Aanpak Quick scan

Deze Quick scan beoogt inzicht te geven in de leefbaarheid in Badhoevedorp in relatie tot grondgeluid. Ook wordt inzicht gegeven in het aantal keren dat een grondgeluidevent kan plaatsvinden. Om aan te sluiten bij de belevingen van (toekomstige) bewoners wordt in dit rapport aangeduid of iets hoorbaar is of juist meer gevoeld wordt. In tegenstelling tot de eerdere NLR rapportages [ref. 1&2] worden in deze rapportage geluid-technische termen (zoals decibellen) zo veel mogelijk vermeden. De Quick scan wordt hierdoor toegankelijk voor een breder (lezers-)publiek.

Afbakening: Geluid kan afkomstig zijn van vele bronnen die in een leefomgeving aanwezig zijn. Elke geluidbron heeft een eigen karakter en wordt door iedereen anders ervaren. Deze rapportage gaat alleen in op grondgeluid en gaat niet in op de leefbaarheid in relatie tot andere individuele bronnen of de accumulatie ervan. Vermindering van het grondgeluid betekent niet dat het stil is (wordt) in Badhoevedorp.

In het vervolg van deze rapportage worden eerst de gekozen uitgangspunten beschreven. Op basis van deze uitgangspunten heeft het NLR een Quick scan uitgevoerd waarbij de onderstaande aanpak is gehanteerd.

Inventarisatie van technische mogelijkheden: Onderstaande technische mogelijkheden voor reductie van grondgeluidniveaus worden bekeken in relatie tot de Schiphol situatie, het plangebied en de herpositionering van de Rijksweg A9:

- Verstrooiing (in lijn met de ribbels zoals voorgesteld bij de Polderbaan)
- Inzet van absorberende materialen
- Afscherming (bijvoorbeeld door de A9).

Doorkijk: In dit deel van de Quick scan wordt een doorkijk naar de toekomst gegeven. Recente meetgegevens zullen worden gecombineerd met de voorspelde ontwikkeling van de vlootsamenstelling om in te schatten of grondgeluid op termijn in Badhoevedorp toe- of afneemt. Hierbij wordt aangesloten op de bekende trends, waaronder de groei van het aantal bewegingen naar 510.000 vliegbewegingen in 2020 en uitstaande vliegtuig orders van de grootste luchtvaartmaatschappij op Schiphol (KLM).

Terminologie: In deze scan wordt onderscheid gemaakt tussen de termen *'events'* en *'grondgeluidklimaat'*. Events zijn individuele geluidgebeurtenissen. Het grondgeluidklimaat is het geluid van alle events gezamenlijk over een lange tijdsperiode (bijvoorbeeld een jaar).

3 Beschrijving van de uitgangssituatie

Wat is grondgeluid? Grondgeluid ontstaat als het vliegtuig stil staat op de baan, vol gas geeft, begint te rollen en bezig is de start uit te voeren. Grondgeluid kenmerkt zich doordat het een laagfrequent-geluidkarakter heeft (net als bij lage bastonen). Grondgeluid verplaatst zich voornamelijk horizontaal, tegengesteld aan de startrichting, onder een hoek van ongeveer 45%. Door het laagfrequent-karakter wordt het geluid nauwelijks gedempt door de atmosfeer en kan het tot op een aantal kilometers vanaf de startbaan duidelijk hoorbaar en of voelbaar zijn. Uit onderzoeken is gebleken dat weersinvloeden, zoals de windrichting en de omgevingstemperatuur, sterk van invloed zijn op de luidheid van grondgeluid.

3.1 Ontbreken van normering voor grondgeluid

In Nederland (en internationaal) kennen we vooralsnog geen geaccepteerde en wettelijk vastgelegde beoordelingsmethode voor laagfrequent geluid, en daardoor dus ook geen normering voor grondgeluid.

Door het ontbreken van Nederlandse of internationaal geaccepteerde beoordelingscriteria c.q. norm kan het NLR geen hard waardeoordeel geven over het grondgeluid in het nieuw te ontwikkelende gebied. Of er 'te veel' grondgeluid is of dat het voldoende leefbaar is voor een groep c.q. de (toekomstige) bewoners kan niet objectief (wetenschappelijk onderbouwd) worden vastgesteld. In de eerdere NLR rapportages werd daarom gesproken over het vinden van indicaties voor het optreden van hinder, waarbij de hinder kan voortkomen uit het voelen, horen of een combinatie van beide van het grondgeluid (zie kader).

Geluid en haar fysische sterkte wordt niet bij elke frequentie als hetzelfde ervaren. Het laagfrequent grondgeluid zit tegen de grens aan dat geluid als trillingen wordt ervaren. Trillingen worden minder gehoord maar meer gevoeld. Een voorbeeld van laagfrequent geluid zijn lage bastonen in muziek, die je voelt op je borst. Ook kennen we voorbeelden van kopjes die trillen in de kast. Laagfrequent geluid kan hiervan de oorzaak zijn; je hoort niets, maar voelt het wel.

3.2 Status quo Grondgeluid Badhoevedorp

3.2.1 Zomerse of winterse omstandigheden

Na het in gebruik nemen van de Polderbaan in 2003 steeg het aantal klachten in Hoofddorp Noord over 'gebulder' afkomstig van startende vliegtuigen. Sindsdien zijn er vele onderzoeken

Grondgeluid in Badhoevedorp

gedaan naar dit ‘gebulder’ dat in de volksmond met grondgeluid werd aangeduid – zie [ref. 3] voor een overzicht van onderzoeken tot 2008. Deze onderzoeken hadden niet alleen betrekking op Hoofddorp maar ook op andere gebieden rondom Schiphol, waaronder Badhoevedorp, Amsterdam-West en Amstelveen.

In 2011 heeft het NLR grondgeluidmetingen uitgevoerd in Badhoevedorp. Dit is gedaan in opdracht van Amsterdam Airport Schiphol (AAS), en in het kader van de werkgroep Hinder beperkende maatregelen van de Alderstafel. Metingen zijn uitgevoerd onder winterse omstandigheden [ref. 1] en zomerse omstandigheden [ref. 2]. Op basis van deze onderzoeken is gebleken dat er in Badhoevedorp sprake is van grondgeluid en dat onder winterse omstandigheden het gemeten grondgeluid luider was. Daarnaast heeft het NLR – op basis van een toets aan de hindercurve zoals gebruikt in [ref. 4] – indicaties gevonden dat bij de metingen onder winterse omstandigheden grondgeluid als hinderlijk kan worden ervaren.

3.2.2 Schuilhoeve

In het kader van de verlegging van de Rijksweg A9 en de ontwikkeling van de Schuilhoeve heeft Peutz in 2011 [ref. 5] een Quick scan naar het industrie geluid uitgevoerd. In de Quick scan van Peutz wordt ook stil gestaan bij het fenomeen grondgeluid. Peutz geeft aan dat het (citaat) *‘met de huidige kennis van het grondgeluid niet verstandig is zonder meer een willekeurige woonwijk op die locatie (De Schuilhoeve) te bouwen’*. Deze zinsnede heeft in de gemeenteraad van Haarlemmermeer tot vragen geleid, waarna in een notitie [ref. 6] is aangegeven hoe Peutz de zinsnede bedoelde. Volgens Peutz was de zinsnede bedoeld als aanzet tot een onderzoeksvraag, namelijk (citaat) *‘het ontwerp van die wijk en omgeving dienen nader te worden onderzocht’*. In voorliggende rapportage wordt mede invulling gegeven aan *‘nader te worden onderzocht’*.

3.3 Luchthaven Schiphol - Facts & Figures

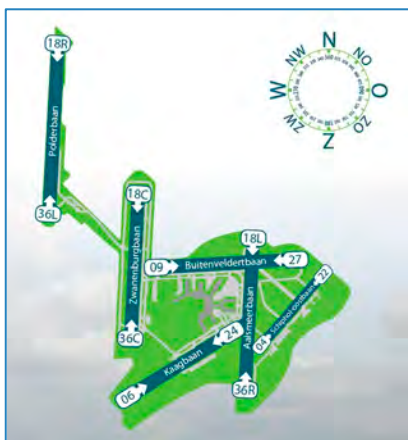
Voor de luchthaven Schiphol zijn de belangrijkste Facts & Figures in relatie tot het grondgeluid in Badhoevedorp in de navolgende paragrafen weergegeven.



Figuur 1 – Schiphol

3.3.1 Banenstelsel Schiphol

Schiphol beschikt over vijf hoofdbanen met een lengte van 3300 tot 3800 meter. Deze banen worden afwisselend gebruikt als start- of landingsbaan. Er is nog een zesde, kortere baan (2000 meter), de Schiphol-Oostbaan, die vooral door de kleine luchtvaart wordt gebruikt.



Figuur 2 – Banenstelsel Schiphol

Welke banen worden gebruikt hangt af van vele factoren, zoals het verkeersaanbod en de technische staat van banen en apparatuur. De belangrijkste factor is het weer en dan vooral windrichting, windsterkte en zicht.

3.3.2 Aantallen vliegbewegingen in relatie tot grondgeluid Badhoevedorp

Grondgeluid is, in dit onderzoek, gerelateerd aan startend verkeer. Een nadere uitsplitsing van het aantal starts per startbaan is gegeven in Tabel 1 [ref. 7].

Tabel 1 – Werkelijke aantal starts per baan (in 2010 t/m 2012)

Baan	2010	2011	2012
Buitenveldertbaan (09)	10.207	13.368	11.574
Zwanenburgbaan (18C)	707	5465	1648
Aalsmeerbaan (18L)	29.052	43.613	39.492
Kaagbaan (24)	78.793	82.310	95.044
Buitenveldertbaan (27)	444	1287	942
Zwanenburgbaan (36C)	15.813	11.994	14.029
Polderbaan (36L)	58.311	51.947	50.629
Overige	6954	6485	6553
Totaal (Schiphol)	200.281	216.469	219.911

Het grondgeluid richting Badhoevedorp is voornamelijk afkomstig van – in zuidelijke richting – startende vliegtuigen vanaf de Kaagbaan (24) en de Aalsmeerbaan (18L). Ook – in zuidelijke richting – startende vliegtuigen vanaf de Zwanenburgbaan (18C) kunnen grondgeluid veroorzaken in Badhoevedorp, maar hebben door de lage aantallen (zie Tabel 1) weinig invloed op het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp.

3.3.3 Grondgeluidmetingen rond Schiphol

Rondom Schiphol wordt vliegtuiggeluid voortdurend gemeten, ofwel gemonitord. Hiervoor zijn meerdere meetnetten operationeel rondom de luchthaven Schiphol. Alleen het NOMOS meetnet kent meetposten die specifiek gericht zijn op het monitoren van grondgeluid. Deze meetposten staan in Hoofddorp-Noord (zie voor meer informatie:

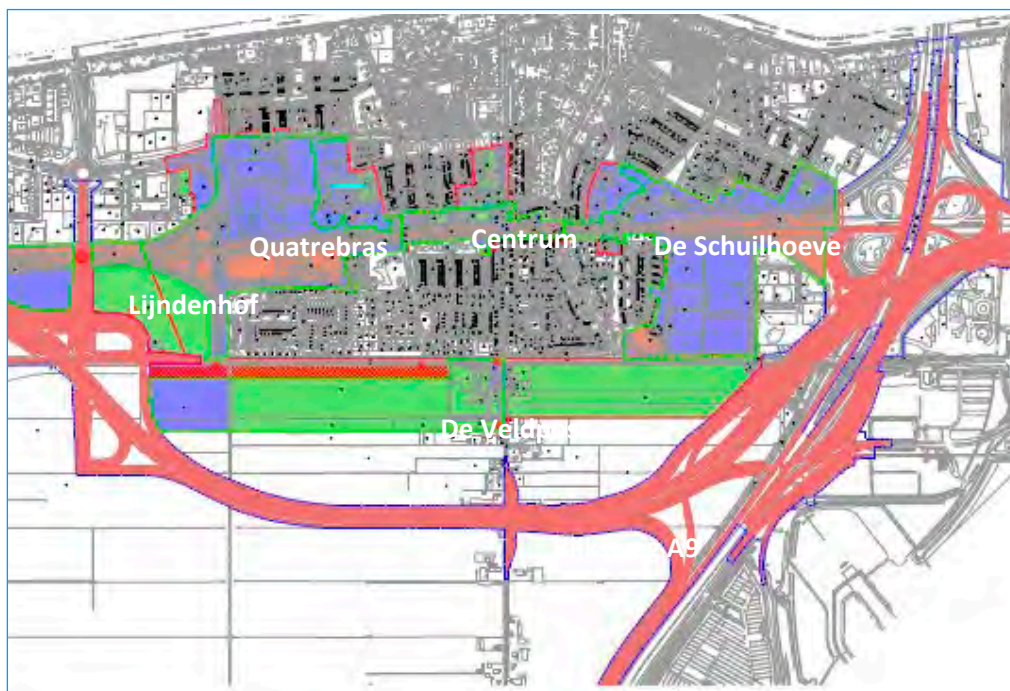
<http://nomos.schiphol.nl/nomos/main.mxml>).

Daarnaast zijn op projectbasis gedurende kortere tijd metingen verricht om grondgeluid in kaart te brengen; dit o.a. in Hoofddorp, Amstelveen en Badhoevedorp, door zowel het NLR als andere organisaties (waaronder TNO en Peutz).

3.4 Huidige plannen verlegging A9

Momenteel doorkruist de Rijksweg A9 Badhoevedorp en bevindt zich boven het maaiveld. Op meerdere plaatsen kan het verkeer zich via een onderdoorgang van Noord-Badhoevedorp naar Zuid-Badhoevedorp verplaatsen en vice versa. De Rijksweg kent aan beide zijde een relatief hoog geluidsscherm tegen verkeersgeluid en is daarmee een visueel obstakel.

Naar verwachting zal de Rijksweg in 2016 en 2018 (inclusief het verwijderen oude tracé) worden omgelegd waarna de bestaande A9 komt te vervallen. Het plan is om de Rijksweg A9 te verleggen naar de zuidkant van Badhoevedorp. Figuur 3 geeft het nieuwe tracé weer. Daarnaast bestaat het Masterplan Badhoevedorp-Centrum dat in samenhang met de verlegging van de A9 vijf deelgebieden bevat die (verder) ontwikkeld worden. Eén van die deelgebieden is Schuilhoeve, met als uitgangspunt het realiseren van 500 tot 700 nieuwe woningen.



Figuur 3 – Masterplan Badhoevedorp- Centrum

Badhoevedorp kent meerdere geluidbronnen, grondgeluid is hier één van. Naast een heroriëntatie van het verkeersgeluid in de nieuwe plannen wordt het geluidklimaat mede bepaald door industriegeluid afkomstig van Schiphol en spoorgeluid vanaf het traject Amsterdam-Schiphol. Dit rapport gaat niet in op andere geluidbronnen dan grondgeluid, hiervoor wordt verwezen naar het deelrapport geluid horend bij de MER gebiedsontwikkeling Badhoevedorp-Lijnden Oost [ref. 8].

4 Resultaten Quick scan

De mate van grondgeluid hangt af van een aantal aspecten:

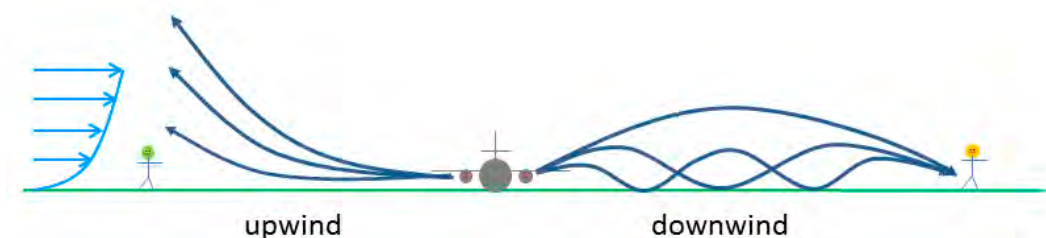
- Het type vliegtuig. Een MD11 produceert bijvoorbeeld meer grondgeluid dan een B777.
- Het benodigde motorvermogen voor de start kan bij een zelfde vliegtuigtype vanwege verschillende startgewichten variëren. Meer motorvermogen genereert meer grondgeluid.
- Het meeste grondgeluid wordt opgewekt als het vliegtuig vanaf stilstand start.
- Lokale weersomstandigheden beïnvloeden de geluidoverdracht.

Het is dus mogelijk dat de luidheid van een gelijksoortige start met een gelijksoortig vliegtuig vanaf dezelfde baan verschilt.

4.1 Hoe verplaatst grondgeluid zich door de atmosfeer?

Laagfrequent-geluid wordt slechter gedempt dan hoogfrequent-geluid wanneer het zich beweegt door de atmosfeer, dit is een fysisch verschijnsel. Hierdoor kan grondgeluid tot op grote afstand (enkele kilometers) waarneembaar zijn. De weersomstandigheden hebben (sterke) invloed op de luidheid van grondgeluid, waardoor er lokaal verschillen kunnen ontstaan in de luidheid van het grondgeluid.

In het geval het grondgeluid zich in dezelfde richting als de wind verplaatst zal het geluid naar beneden toe worden afgebogen. Tegen de wind in wordt het naar boven toe afgebogen (zie Figuur 4). Aan de downwind-zijde weerkaatst het geluid tegen de grond. Dit terugkaatsen wordt versterkt als de grond akoestisch 'hard' is, bijvoorbeeld als de grond nat of bevroren is (winterse omstandigheden). Door het afbuigen en het terugkaatsen is het grondgeluid aan de downwind-zijde tot op grote afstand van het vliegtuig hoorbaar c.q. voelbaar. Dit in tegenstelling tot de upwind-zijde, waar geen weerkaatsing plaatsvindt.



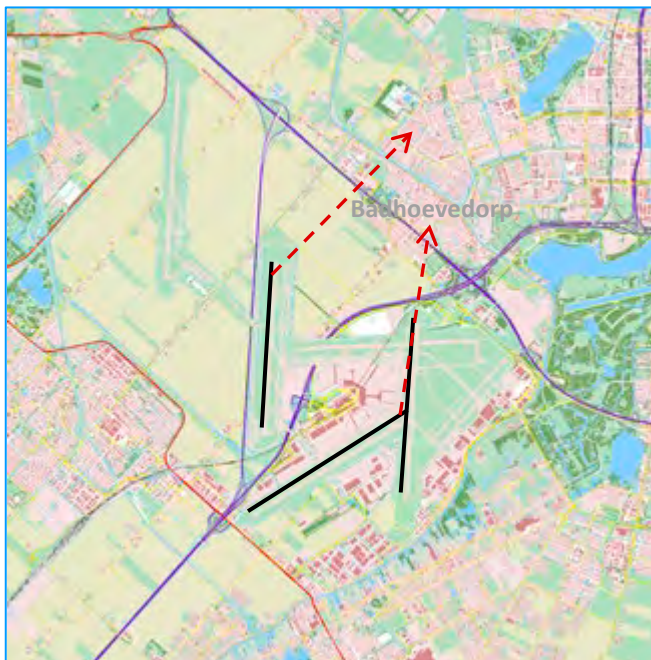
Figuur 4 – Grondgeluid door de atmosfeer onder upwind en downwind omstandigheden

Opwind omstandigheden zullen niet vaak voorkomen bij grondgeluid. Vliegtuigen starten normaliter tegen de wind in waardoor het grondgeluid – dat zich ten opzichte van het vliegtuig schuin naar achteren verplaatst – altijd met de wind mee waait (downwind). De mate van het afbuigen is afhankelijk van de windsnelheid en de temperaturen in de verschillende luchtlagen.

4.2 Waar komt het grondgeluid in Badhoevedorp vandaan?

In Figuur 5 zijn lijnen getekend die de dominante voortplantingsrichting van het grondgeluid richting Badhoevedorp aangeven voor starts vanaf Schiphol. Het betreft hier allereerst de Kaagbaan (24) en de Zwanenburgbaan (18C). Ten opzichte van het vliegtuig verplaatst grondgeluid zich voor deze banen voornamelijk onder een hoek van 45 graden tegengesteld aan de start richting.

Op de Aalsmeerbaan (18L) starten op relatief korte afstand van Badhoevedorp vliegtuigen richting het zuiden. Het aanverwante startgeluid recht achter het vliegtuig bevat voldoende laagfrequent geluid om in Badhoevedorp aangemerkt te worden als grondgeluid, aldus [ref. 1]. Desondanks verplaatst dit geluid zich niet onder de dominante voortplantingshoek van 45 graden en is daarom niet weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5 – Schematische weergave van de dominante voortplantingsrichting van het grondgeluid van startende vliegtuigen vanaf de startbanen Kaagbaan (24) en Zwanenburgbaan (18C) richting Badhoevedorp

Grondgeluid in Badhoevedorp

In deze inventarisatie laten we starts in zuidelijke richting vanaf de Zwanenburgbaan (18C) achterwege, omdat deze relatief weinig plaatsvinden (dit blijkt uit Tabel 1 hoofdstuk 0, waarin de aantallen starts per baan zijn weergegeven voor de afgelopen jaren).

4.3 Inventarisatie technische mogelijkheden

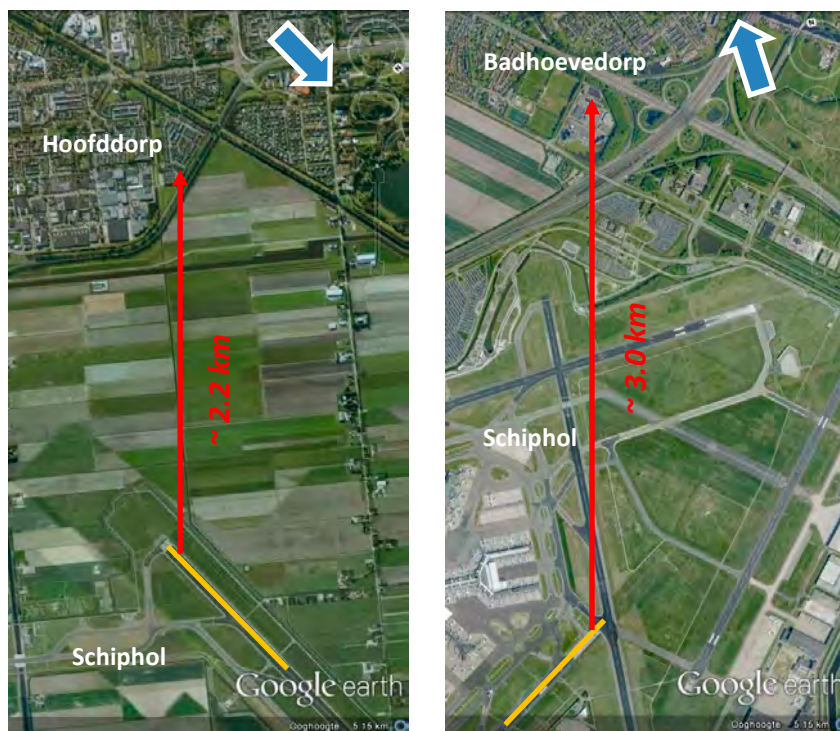
Zoals aangegeven in hoofdstuk 2 richt deze inventarisatie zich op de reductie van grondgeluid. Er wordt daarbij specifiek gekeken naar:

1. Verstrooiing (in lijn met de ribbels zoals voorgesteld bij de Polderbaan)
2. Inzet van absorberende materialen
3. Afscherming (bijvoorbeeld door de A9).

Bovenstaande technische mogelijkheden grijpen allemaal in op het pad dat het geluid aflegt tussen bron en ontvanger.

4.3.1 Verstrooiing

In Figuur 6 zijn de dominante voortplantingsrichtingen van beneden naar boven getekend voor grondgeluid vanaf de Polderbaan (36L) richting Hoofddorp en vanaf de Kaagbaan (24) naar Badhoevedorp.

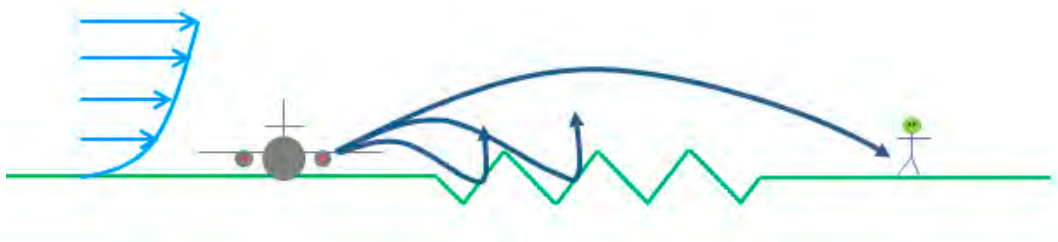


Polderbaan richting Hoofddorp

Kaagbaan richting Badhoevedorp

Figuur 6 – Dominante voortplantingsrichting (op schaal - kaarten hebben geen Noord oriëntatie)

Het overdrachtspad van het grondgeluid van de Kaagbaan naar Badhoevedorp bevindt zich voornamelijk op het luchtvaartterrein, dit in tegenstelling tot het pad van de Polderbaan naar Hoofddorp. Tevens is het overdrachtspad van de Kaagbaan naar Badhoevedorp langer dan van de Polderbaan naar Hoofddorp.



Figuur 7 – Verstrooiingsprincipe

In het graslandschap tussen de Polderbaan en Hoofddorp Noord zijn zogeheten ‘ribbels’ aangelegd om het grondgeluid te reduceren. Het kaatsen van het grondgeluid op de grond wordt hierdoor tegengegaan. De ribbels weerkaatsen het geluid naar boven toe (zie Figuur 7). Dit wordt ‘verstrooiing’ genoemd.

Om verstrooiing voldoende effectief te laten zijn – zodanig dat verschillen onder downwind omstandigheden waarneembaar zijn – zouden grote delen tussen de Kaagbaan en Badhoevedorp; en de Aalsmeerbaan en Badhoevedorp van ribbels moeten worden voorzien. Deze ruimte is er niet, omdat hier luchtvaartactiviteiten plaatsvinden (zoals taxiën, starten en landen, etc.) en zich hier snelwegen bevinden.

4.3.2 Absorptie

Bij de technische mogelijkheid *absorptie* wordt, net als bij verstrooiing, de mate waarin het grondgeluid onder downwind condities via de grond kan terugkaatsen beperkt. Daar waar in Figuur 7 ribbels zijn getekend bevinden zich nu geluidsabsorberende vlakken (zie Figuur 8 de paarse lijn). Het toepassen van absorberende vlakken is minder effectief dan verstrooiing.



Figuur 8 – Absorptie principe

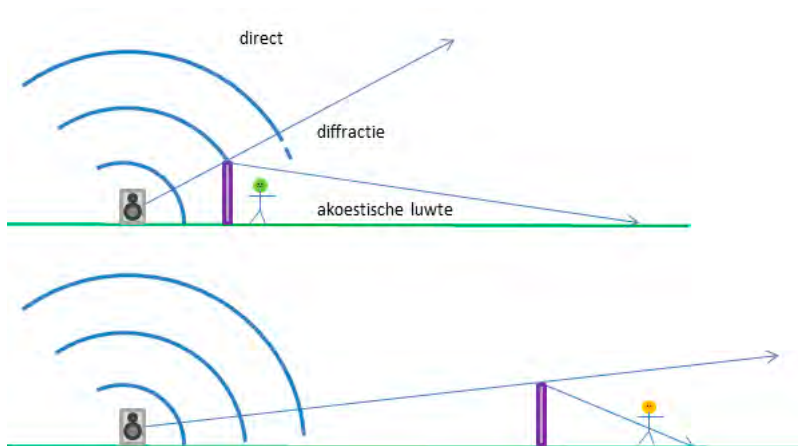
Bij verstrooiing verandert de richting van het overdrachtspad, dit in tegenstelling tot grondabsorptie. Verschillen kunnen desondanks toch hoorbaar en/of voelbaar zijn. Dit bleek uit de verschillen die geconstateerd zijn tussen meetresultaten onder zomerse en winterse omstandigheden in 2011 [ref. 1&2]. Onder de winterse omstandigheden is de grond akoestisch harder. De grond is dan natter, heeft minder hoge vegetatie en kan bevroren zijn. Ook speelt de luchtvochtigheid een rol. Onder winterse omstandigheden is de lucht droger dan bij zomerse omstandigheden waardoor het geluid minder door de atmosfeer gedempt wordt (dit is een fysisch verschijnsel).

Voor het realiseren van absorptievlakken valt te denken aan, grote volumes omsloten stilstaande lucht, bijvoorbeeld door kokers in de grond en of hoge vegetatie (zoals helmgras, struiken, bos, etc.). Het invallende grondgeluid drukt de stilstaande omsloten lucht (tussen de vegetaties of in de kokers) samen waardoor geluidsenergie afneemt (wordt geabsorbeerd). Het teruggekaatste geluid is hierdoor minder luid.

Om absorptie voldoende effectief te laten zijn – zodanig dat verschillen onder downwind omstandigheden continue waarneembaar zijn – moeten grote delen tussen de Kaagbaan en Badhoevedorp; en de Aalsmeerbaan en Badhoevedorp van kokers en of hoge vegetatie worden voorzien. Deze ruimte is er niet, omdat zich hier luchtvaartactiviteiten plaatsvinden (zoals taxiën, starten en landen, etc.) en zich hier snelwegen bevinden.

4.3.3 Afscherming

Het afschermen van geluid is het meest effectief als een scherm hoog, breed en aaneengesloten is en zich vlakbij de bron bevindt. Het meeste geluid van de bron zal dan meteen worden teruggekaatst. Indien een scherm zich verder weg van de bron bevindt, zal het (grond)geluid zich makkelijker om een scherm heen buigen. In Figuur 9 wordt dit principe weergegeven. Naarmate het scherm zich verder weg bevindt, neemt de akoestische luwte gecreëerd door het scherm af en dus ook de effectiviteit van het scherm.



Figuur 9 – Afschermingsprincipe

Uit paragraaf 4.1 volgt dat geluid naar de aarde buigt onder de downwind condities. Het geluid kan hierdoor over de wal heen buigen. Om dit te voorkomen en de geluidwal effectief te laten zijn moet de wal bij voorkeur hoog en dicht bij de bron worden geplaatst.

Op basis van het bovenstaande kan het grondgeluid vanaf de Kaagbaan richting Badhoevedorp niet effectief worden afgeschermd. Door de luchtvaartactiviteiten op het luchthaventerrein en omwille van de vliegveiligheid kan geen scherm nabij de startbaan worden gebouwd. Ook de A9 als geluidsschermbaan is ineffectief, omdat de Kaagbaan zich op meer dan 2,5 km van de A9 bevindt.

Voor de starts vanaf de Aalsmeerbaan lijkt de A9 als geluidsschermbaan effectiever. De afstand is kleiner maar nog steeds wel ruim 800 meter. Bij normale afschermingshoogtes (lager dan 20 meter) zal de akoestische luwte klein zijn voor het grondgeluid richting Badhoevedorp. Effectieve afscherming is alleen mogelijk bij extreme hoogtes. Tevens zal het geluid onder downwind omstandigheden zich nog steeds over de A9 heen buigen. Het afschermen van grondgeluid door de A9 is daardoor ineffectief. Als bewoner merk je dus niet zo veel van de A9 als geluidsschermbaan voor het grondgeluid.

4.4 Doorkijk naar de toekomst

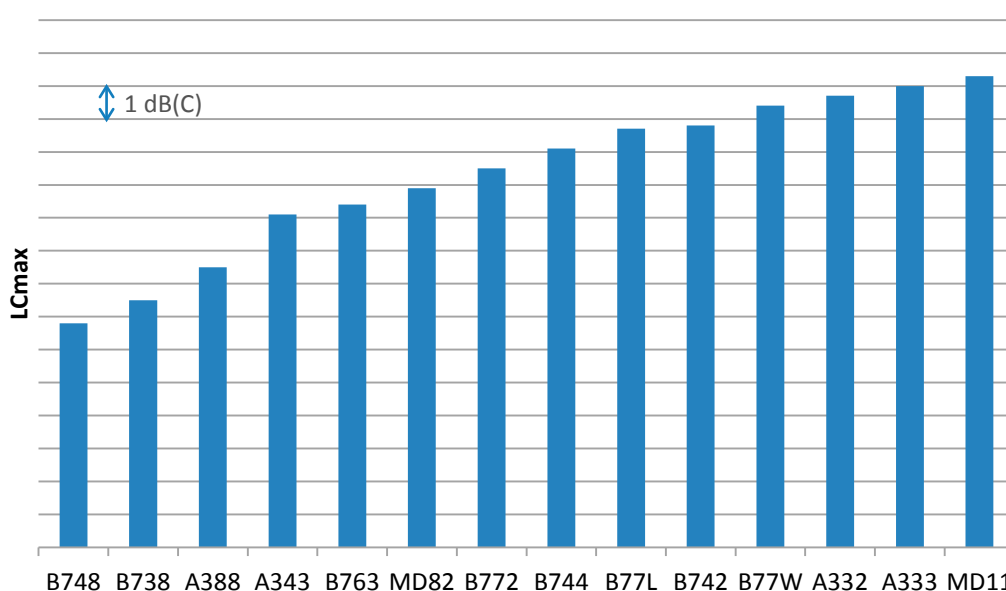
In dit deel van de Quick scan wordt een doorkijk naar de toekomst gegeven. Recente meetgegevens worden gecombineerd met de verwachte ontwikkeling van de vlootsamenstelling. Op basis hiervan wordt gekeken of in potentie het grondgeluid te Badhoevedorp op termijn toeneemt of afneemt.

Voor de doorkijk naar de toekomst wordt aangesloten bij de inzichten van de tafel van Alders. Deze tafel is vernoemd naar de voorzitter Hans Alders en adviseert, in nauwe samenspraak met

belanghebbenden, over de invulling van het toekomstige luchtvaartbeleid (voor meer informatie zie www.alderstafel.nl/schiphol). Eén van de uitkomsten van de Alderstafel Schiphol is dat er tot 2020 maximaal 510.000 mainport gebonden vliegtuigbewegingen per jaar op Schiphol afgehandeld mogen worden.

4.4.1 Rangschikken naar luidheid per vliegtuigtype

Uit eerder onderzoek [ref. 1&2] kan geconcludeerd worden dat het voornamelijk zwaardere oude vliegtuigen met oude motortechnologie zijn die het meeste grondgeluid produceren. Deze vliegtuigen kwamen structureel boven het heersende achtergrondgeluid in Badhoevedorp uit. Deze Quick scan richt zich daarom voornamelijk op deze vliegtuigtypen.



Figuur 10 – Luidheid van grondgeluid per vliegtuigtype gerangschikt van laag naar hoog

Een vliegtuigtype aanduiding A332 betekent dat het een Airbus 330-200 betreft; een A343 is een Airbus 340-300 etc. Een vliegtuigtype aanduiding B738 betekent dat het een Boeing 737-800 betreft; een B77L een Boeing 777-Long range etc. MD11 geeft aan dat het een McDonnell Douglas 11 betreft, etc. Zie voor een volledig overzicht Appendix A ICAO codes.

In Figuur 10 is, voor de verschillende vliegtuigtypen, de luidheid van grondgeluid per vliegtuigtype gerangschikt op basis van meetgegevens. Hoe tot deze rangschikking gekomen is, is onderbouwd in Appendix B. Op basis van de resultaten in Figuur 10, mag geconcludeerd worden dat een MD11 relatief veel grondgeluid veroorzaakt en een B748 relatief weinig. De stapgrootte op de verticale-as van Figuur 10 is 1 dB(C). Aangenomen wordt dat verschillen tussen events vanaf 3 dB(C) net waarneembaar zijn en dat verschillen van 5 dB(C) goed waarneembaar zijn. De

verschillen tussen een MD11 en een B772 zijn daarom maar net waarneembaar. Wanneer een event van een MD11 echter vervangen wordt door een event van een B748 geeft dat wel een merkbare verbetering.

In de rangschikking van Figuur 10 zien we dat er drie vliegtuigeigenschappen zijn die ervoor zorgen dat een type zich meer naar links of meer naar rechts op de horizontale-as bevindt. Deze drie eigenschappen zijn (vuistregels):

- Ontwerpleeftijd (oude versus nieuwe motortechnologie)
Typen met relatief oude motortechnologie zijn luider. Voorbeelden hiervan zijn de MD82, B744 en de MD11. Deze typen staan meer naar rechts en zijn luider dan gelijksoortige vliegtuigtypen, respectievelijk B738, B748 en de A330.
- Aantal motoren (2 of 4 motoren)
In de ranglijst staan de langeafstand vliegtuigen met 4 motoren, zoals de A388 en de B748, meer naar links en zijn dus stiller qua grondgeluid dan langeafstand vliegtuigen met 2 motoren, zoals de B777's en de A330. Dus voor langeafstand vliegtuigen met dezelfde technologie beter vier dan twee motoren.
- Zwaarte (lange- versus korteafstand vliegtuigen)
De verschillen qua zwaarte van het vliegtuig komen tot uiting in de verschillen tussen een B738 en bijvoorbeeld de B773. Beide hebben dezelfde generatie technologie, bevatten twee motoren, maar een B738 is een stuk lichter(korte afstandsvliegtuig). De B738 is hierdoor stiller dan een B773.

De werkelijke (grondgeluid) luidheid van een vliegtuig kan sterk verschillen. De gebruikte meetgegevens laten per vliegtuigtype (zie Appendix B) een behoorlijke spreiding zien. Deze verschillen worden onder andere veroorzaakt door de weersomstandigheden. Daarom is er voor gekozen om de ranking in figuur 10 te baseren op de middelste waarde uit alle metingen (uitschieters worden zo buiten de ranking gelaten).

4.4.2 Aantallen starts per baan

De aantallen starts zoals weergegeven in Tabel 1 (paragraaf 3.3.2) zijn overgenomen in Tabel 2. Echter, zijn alleen de startbanen weergegeven waarvandaan grondgeluid zich naar Badhoevedorp kan verplaatsen. Tevens zijn voor 2020 de gegevens toegevoegd zoals ze zijn bepaald voor het onderzoek naar de effecten van het nieuwe handhavingstelsel [ref. 9] – een scenario met 510.000 vliegtuigbewegingen per jaar.

Tabel 2 – Aantal starts per baan in 2010 t/m 2012 (gerealiseerd) en 2020 (prognose)

Baan	2010	2011	2012	2020
Zwanenburgbaan (18C)	707	5465	1648	2.000
Aalsmeerbaan (18L)	29.052	43.613	39.492	37.500
Kaagbaan (24)	78.793	82.310	95.044	92.000

De gegevens in Tabel 2 laten voor 2020 geen toename van het aantal starts zien op de getoonde startbanen. Dit betekent dat er volgens dit scenario geen extra grondgeluidevents worden verwacht in Badhoevedorp. De kanttekening hierbij is dat de prognose gebaseerd is op gemiddelde meteo-condities. De *gerealiseerde* aantallen voor 2010 t/m 2012 laten zien dat de werkelijke aantallen behoorlijk fluctueren. Oorzaken hiervoor zijn bijvoorbeeld weersomstandigheden en baanonderhoud. De fluctuaties die in de achterliggende jaren optraden in de gerealiseerde aantallen starts liepen op tot 25.000. Dergelijke fluctuaties kunnen ook voor de jaren na 2012 gelden.

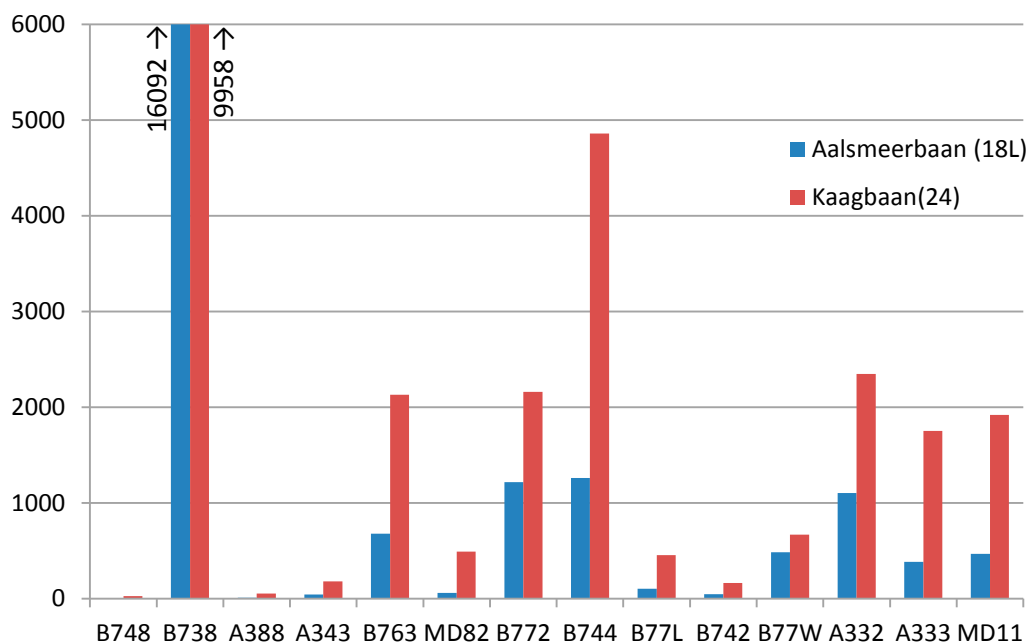
Ondanks dat de aantallen gebaseerd zijn op een verkeersscenario van het effectenonderzoek uit 2009, verwacht het NLR, ook met de nieuwste inzichten, dat de geprognostiseerde aantallen voor 2020 zoals weergegeven in Tabel 2 niet veel anders zullen uitvallen. De daadwerkelijke aantallen kunnen echter sterk afwijken door de genoemde fluctuaties. De fluctuaties hebben hiermee dus meer impact op het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp dan de Schiphol groei naar 510.000 vliegtuigbewegingen in 2020.

4.4.3 Verandering van de vlootsamenstelling

In de toekomst zal de vlootsamenstelling veranderen op Schiphol, simpelweg omdat oude typen vervangen zullen worden door nieuwe typen of omdat nieuwe typen aan de vloot worden toegevoegd. Het is echter moeilijk om precies aan te geven welk vliegtuig door welk nieuw type vliegtuig vervangen wordt. Vaak is de toekomstige vlootsamenstelling van een luchtvaartmaatschappij onderdeel van de concurrentiestrategie en wordt deze gevoelige informatie niet altijd gedeeld of volledig vrijgegeven voordat de daadwerkelijke bestelling wordt gedaan.

Toch zijn er logischerwijs algemene voorspellingen te doen. Zo is het de verwachting dat voornamelijk oude type vliegtuigen met relatief oude motortechnologie op termijn vervangen worden door nieuwere vliegtuigen met nieuwe motortechnologie. Met dit in het achterhoofd zijn er drie verschillende vliegtuigcategorieën te maken, namelijk:

- Oude generatie; niet meer in productie: A343, B742, B744, B763, MD82, MD11
- Huidige generatie; nog in productie: A338, A332, A333, B738, B772, B77L, B77W
- Nieuwe generatie; net of nog niet in productie: A359; B748, B788, B789.



Figuur 11 – Aantallen starts per vliegtuigtype per baan in het gebruiksjaar 2012

Toelichting bij Figuur 11: In Figuur 11 zijn de aantallen starts van 2012 per vliegtuigtype per baan weergegeven. De volgorde van de typen op de horizontale-as is gelijk aan de as in Figuur 10. Het meest luide type staat rechts en het minst luide links.

Oude generatie vliegtuigen wordt vervangen

Wat betekent het voor het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp als oude generatie vliegtuigen worden vervangen?

Voorals de vervanging van de MD11 (oude generatie vliegtuigen met relatief veel starts op Schiphol, zie Figuur 11) zal de meest luidruchtige starts doen laten vervallen. Als bewoner merkt

je daar echter niet veel van. De eerste optie ter vervanging is een keuze voor een nieuwe 2-motorige lange afstand type B777 of A333. Deze staan in Figuur 10 vlak naast de MD11 en het verschil in luidheid is dus klein. Ook bij een keuze voor de nieuwe generatie vliegtuigen, de A359, en B788 wordt geen significante verbetering verwacht in luidheid van grondgeluid. Deze zullen zich in de rangschikking (*'expert judgement'*) ergens tussen de B763 (middellange afstand, 2 motoren) en de A333 (lange afstand) bevinden. Kortom, de verschillen door de vervanging van de MD11 zullen per event nauwelijks waarneembaar zijn. Op het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp heeft het hierdoor een gering positief effect. Meerdere MD11 events – zie Figuur 11 – worden iets stiller.

Naast de MD11 zullen ook de B744's (lange afstand, 4 motoren) voornamelijk vervangen worden door langeafstand vliegtuigen met 2 motoren (bijvoorbeeld: B777's, A330's, A350's en B787's). De luchtvaartmaatschappij met de grootste B744-vloot op Schiphol (KLM) heeft namelijk voor zover bekend B787's en A350's in bestelling (beide lange afstand, 2 motoren) en geen B748 en of A388 (beide lange afstand, 4 motoren). De B787's en A350's zijn qua grondgeluid naar verwachting luider dan de B744. Door het relatief groot aantal B744 starts, zoals weergegeven in Figuur 11, zal het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp dus iets luider in plaats van stiller.

De vloot wordt uitgebreid met huidige generatie vliegtuigen:

Wat betekent het voor het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp als de vloot wordt uitgebreid met de huidige generatie vliegtuigen? Op Schiphol worden in dat geval in 2020 in totaal meer starts uitgevoerd met de A388, A332, A333, B738, B772, B77L, B77W.

Voor de Kaagbaan en de Aalsmeerbaan blijft het aantal starts in de groep huidige generatie vliegtuigen nagenoeg gelijk (zie paragraaf 4.4.2), Indien er als uitbreiding van de vloot meer A388's en B748's op Schiphol zullen komen zal het per event in Badhoevedorp merkbaar stiller zijn. Echter, de grootste luchtvaartmaatschappij (KLM) op Schiphol heeft deze vliegtuigen niet besteld, waardoor de verbetering ten aanzien van het grondgeluidklimaat – waarbij alle events gezamenlijk worden beschouwd – in 2020 beperkt zal zijn.

Voor de doorkijk kunnen de bovengenoemde voorspelde veranderingen in de vlootsamenstelling meer in perspectief geplaatst worden door de resultaten af te zetten tegen de huidige aantallen starts (2012) zoals weergegeven in Figuur 11 van paragraaf 4.4.2. Daarbij wordt aangenomen dat alleen vliegtuigen luider dan de B737 – zoals aangegeven in Figuur 10 – duidelijk opgemerkt kunnen worden en eventueel hinder kunnen veroorzaken in Badhoevedorp. Voor B737 starts of

andere stillere (grondgeluid)types is op basis van eerder onderzoek [1 & 2] een duidelijke opmerikbaarheid en dus het veroorzaken van hinder minder aannemelijk.

In het jaar 2012 waren er vanaf de Kaagbaan en de Aalsmeerbaan potentieel 23.000 grondgeluidevents in Badhoevedorp. Als in dat jaar alle MD11 events (ongeveer 2.400) iets stiller worden en alle B744 (ongeveer 6.100) iets luider worden, worden effectief gezien 3.700 starts luider. Ongeveer 16% van alle merkbare grondgeluidevents in Badhoevedorp worden dan – met in achtneming van alle aannamen – iets luider. Dit betekent een iets luider grondgeluidklimaat in Badhoevedorp, waarbij voor omwonende de verschillen tussen onderlinge events nauwelijks waarneembaar zijn.

5 Conclusies

In Nederland (en internationaal) kennen we vooralsnog geen geaccepteerde beoordelingsmethode voor laagfrequent geluid, en daardoor dus ook geen normering voor grondgeluid. Door het ontbreken van beoordelingscriteria c.q. normen kan het NLR geen hard waardeoordeel geven of er momenteel of in de toekomst 'te veel' grondgeluid is of dat het voldoende leefbaar is. De resultaten van de Quick scan zijn daarom een doorkijk.

Het grondgeluid van Schiphol richting Badhoevedorp is voornamelijk afkomstig van in zuidelijke richting startende vliegtuigen vanaf de Kaagbaan en de Aalsmeerbaan. De voortplantingsrichting van het grondgeluid doorsnijdt de nieuw voorgestelde ligging van de rijksweg A9. In deze Quick scan is voor de gemeente Haarlemmermeer geïnventariseerd of er technische mogelijkheden zijn om de hinder ten gevolge van het grondgeluid van startende vliegtuigen te verminderen. Tevens is geïnventariseerd of toekomstige wijzigingen in de vlootsamenstelling effect op het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp hebben.

Technische mogelijkheden

In deze Quick scan is de haalbaarheid van een aantal technische mogelijkheden geïnventariseerd om de luidheid van het grondgeluid in Badhoevedorp te verminderen. Gebleken is dat de technische mogelijkheden beperkt zijn. Als bewoner merk je niet of nauwelijks dat de luidheid in Badhoevedorp onder invloed van de technische mogelijkheden zal afnemen.

Er is onvoldoende ruimte om het terugkaatsende geluid via de grond – onder downwind omstandigheden – significant te verminderen met verstrooiing of absorptie, omdat tussen de Kaagbaan en Badhoevedorp en tussen de Aalsmeerbaan en Badhoevedorp luchtvaartactiviteiten plaatsvinden (zoals taxiën, starten en landen, etc.) en zich ook snelwegen bevinden.

Daarnaast blijkt het afschermen van het geluid door de A9 ineffectief. De afstand van de startende vliegtuigen vanaf de Kaagbaan en de Aalsmeerbaan tot de A9 is dusdanig groot dat het grondgeluid naar Badhoevedorp nauwelijks akoestisch effectief kan worden afgeschermd.

Doorkijk naar de toekomst

Bij het rangschikken van vliegtuigtypen van stil naar luid (grondgeluid) is gebleken dat er drie vliegtuigeigenschappen zijn die de ranking bepalen:

- Oude type vliegtuigen (met relatief oude motortechnologie) zijn luider
- Voor langeafstand vliegtuigen met dezelfde technologie beter 4 dan 2 motoren

- Zware vliegtuigen zijn luider dan lichte vliegtuigen (lange- versus korteafstand vliegtuigen)

Bij vervanging van een luid vliegtuigtype (MD11) door een stiller type kan het geluid per event op Schiphol afnemen. Echter, wordt naar de toekomst toe verwacht dat het percentage langeafstand vliegtuigen met 2 motoren op Schiphol (zoals de B777, A330, A350 en B787) gaat toenemen als oude type vliegtuigen (B744) met 4 motoren vervangen worden. Effectief betekent dit dat meerdere events iets luider worden, omdat er momenteel meer B744 starts zijn dan MD11 starts op Schiphol. De individuele verschillen van het grondgeluid tussen de huidige en vervangbare vliegtuigtypes zijn echter voor omwonende nauwelijks waarneembaar.

Het totaal geprognoseerde aantal starts, startend vanaf de Kaagbaan, Aalsmeerbaan en de Zwanenburgbaan, zal tijdens de Schiphol groei naar 510.000 vliegbewegingen nauwelijks veranderen. De daadwerkelijke aantallen starts op deze banen kunnen echter per jaar sterk fluctueren door bijvoorbeeld de weersomstandigheden en het baanonderhoud. Het zijn daarom voornamelijk deze fluctuaties die impact hebben op het toekomstige grondgeluidklimaat in Badhoevedorp, dit in tegenstelling tot de vlootvernieuwing en of de groei zoals vastgelegd in de Alders-afspraken.

6 Aanbevelingen

- In paragraaf 4.4.2 zijn aantallen starts per jaar weergegeven voor banen waarvandaan grondgeluid zich naar Badhoevedorp verplaatst. Voor 2020 betreffen het geprognoseerde getallen uit het effectenonderzoek uit 2009. Hieruit wordt geconcludeerd dat tijdens de Schiphol groei naar 510.000 vliegbewegingen de geprognoseerde aantallen nauwelijks veranderen. Hieraan gekoppeld wordt geconcludeerd dat fluctuaties veroorzaakt door bijvoorbeeld de weersomstandigheden en het baanonderhoud meer impact hebben op het grondgeluidklimaat dan de groei.

Zodra er concrete getallen uit nieuwere onderzoeken dan 2009 beschikbaar komen beveelt het NLR aan om de getallen uit deze rapportage daaraan te toetsen. Bij nieuwe inzichten in het geprognoseerde aantal starts op de Kaagbaan, Aalsmeerbaan en de Zwanenburgbaan zou ook de groei van Schiphol van invloed kunnen zijn op het grondgeluidklimaat in Badhoevedorp.

- Zoals aangegeven is de toekomstige vlootsamenstelling van een luchtvaartmaatschappij onderdeel van de concurrentiestrategie en wordt deze gevoelige informatie niet altijd gedeeld of volledig vrijgegeven voordat de daadwerkelijke bestelling wordt gedaan. Elk jaar komen er nieuwe orders bij van luchtvaartmaatschappijen die op Schiphol vliegen.

Het NLR beveelt aan dit te monitoren. Met de vuistregels zoals geformuleerd in deze Quick scan (of een vliegtuigtype luider dan wel stiller is) kan de doorkijk en daarmee de verwachting zoals geformuleerd in deze rapportage snel en simpel worden bijgesteld.

Referenties

1. *Grondgeluid Badhoevedorp, Amsterdam-West, Zuideramstel - Een inventarisatie op basis van metingen*, [NLR-CR-2011-059](#), D.H.T. Bergmans en H.W. Veerbeek, april 2011

2. *Grondgeluid Badhoevedorp en Amsterdam-West – Een inventarisatie op basis van metingen onder zomerse omstandigheden*, [NLR-CR-2011-059-Issue-2](#), D.H.T. Bergmans en H.W. Veerbeek, november 2011

3. *Grondgeluid rondom Schiphol*, [NLR-TP-2008-569](#), H.W. Veerbeek, J. Nijmeijer, D.H.T. Bergmans, september 2008

4. *Partner Low Frequency Noise Study*, [REPORT NO. PARTNER-COE-2007-001](#), K.Hogdon *et al*, April 2007

5. *Quickscan industrielawaai De Schuilhoeve te Badhoevedorp ten behoeve van mogelijke ontwikkeling woningbouw*, [Rapportnummer O 15207-1-RA](#), Peutz, 9 mei 2011

6. *Context van de “Quickscan industrielawaai De Schuilhoeve te badhoevedorp ten behoeve van mogelijke ontwikkelingen woningbouw” (rapport O 15207-1-RA van 9 mei 2011) door bureau Peutz is uitgevoerd*, [kenmerk 11.0438530\bp](#), gemeente Haarlemmermeer, 9 november 2011

7. *Jaarrapportages en baangebruik 2010 t/m2012*, [website Bewoners Aanspreekpunt Schiphol](#)

8. *MER gebiedsontwikkeling Badhoevedorp – Lijnden Oost Voorbeeld referentie*, [Deel rapport geluid, HLMM117-1/beub/014](#), Wittenveen&Bos, 15 februari 2012

9. *NLR-rapportage, Effectenonderzoek – Ex-ante onderzoek naar de effecten van het nieuwe handhavingstelsel – Volume 1: Geluid*. [NLR-CR-2009-613-VOL-1](#), NLR, april 2009

Appendix A Afkortingen

Tabel A1 – Afkortingen

Acronym	Omschrijving
AAS	Amsterdam Airport Schiphol
IenM	Het ministerie van Infrastructuur en Milieu
L _{Cmax}	Een geluidmaat die het piekniveau aangeeft van het C-gewogen geluid
NLR	National Aerospace Laboratory NLR
VROM	Het ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ontwikkeling en Milieu

Tabel A2 – ICAO codes

ICAO code	Vliegtuigtype	Motoren	Afstandsklasse
A330	Een Airbus uit de 330 serie	2	Lange afstand
A332	Airbus 330-200	2	Lange afstand
A333	Airbus 330-300	2	Lange afstand
A343	Airbus 340-300	4	Lange afstand
A350	Een Airbus uit de 350 serie	2	Lange afstand
A359	Airbus 350-900	2	Lange afstand
A388	Airbus 380-800	4	Lange afstand
B738	Boeing 737-800	2	Kort afstand
B742	Boeing 747-200	4	Lange afstand
B744	Boeing 747-400	4	Lange afstand
B748	Boeing 747-800	4	Lange afstand
B777	Een Boeing uit de 777 serie	2	Lange afstand
B763	Boeing 767-300	2	Middellange afstand
B772	Boeing 777-200	2	Lange afstand
B773	Boeing 777-300	2	Lange afstand
B77L	Boeing 777-Long range	2	Lange afstand
B77W	Boeing 777 –Wide body	2	Lange afstand
B787	Een Boeing uit de 787 serie (een Dreamliner)	2	Lange afstand
B788	Boeing 787-8 (Dreamliner srs 8)	2	Lange afstand
B789	Boeing 787-9 (Dreamliner srs 9)		Lange afstand
MD11	McDonnell Douglas 11	3	Lange afstand
MD82	McDonnell Douglas 82	2	Korte afstand

Appendix B Onderbouwing rangschikking

Rangschikken naar luidheid per vliegtuigtypen

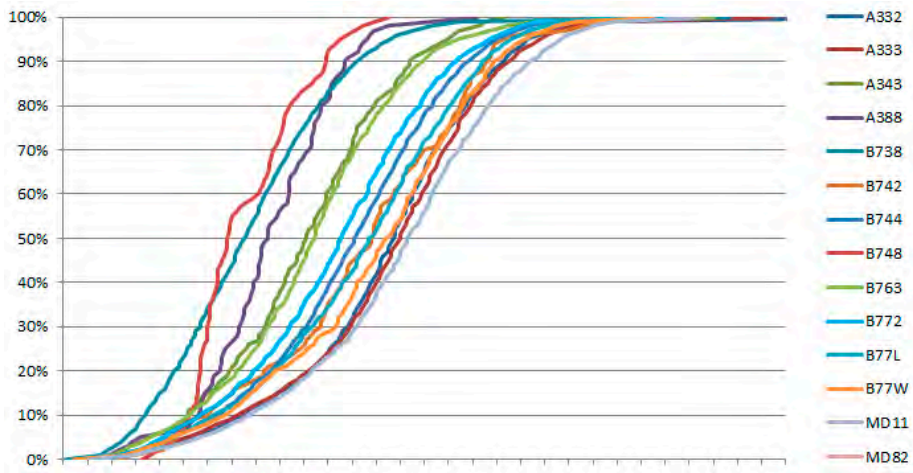
Tabel B1 geeft het aantal datapunten weer van grondgeluidmetingen verkregen uit NOMOS. Het betreffen hier grondgeluidmetingen voor start vanaf de polderbaan en gemeten door dezelfde meetpost te Hoofddorp-Noord.

Tabel B1 – Aantal datapunten NOMOS per vliegtuigtype

Vliegtuigtype	Aantal datapunten
B748	41
B738	13035
A388	91
A343	254
B763	2008
MD82	263
B772	1835
B744	4900
B77L	779
B742	148
B77W	648
A332	2256
A333	1990
MD11	1694

De NOMOS datapunten zijn vervolgens gerangschikt in Figuur B1. Figuur B1 geeft op de verticale-as het percentage van het aantal datapunten weer, dat zich onder een bepaalde geluidswaarde bevindt. De absolute waarden op de horizontale-as zijn weggelaten, omdat deze resultaten in Badhoevedorp anders zullen zijn dan in Hoofddorp-Noord. Desondanks, is hieruit – qua luidheid – een rangschikking per vliegtuigtype te herleiden. Deze rangschikking kan ook van toepassing zijn op Badhoevedorp. Indien bijvoorbeeld bij 50% een horizontale lijn door de curven wordt getrokken, ontstaat er een rangschikking per vliegtuig zoals weergegeven in Figuur 10 (in het hoofdrapport). Het is deze rangschikking (bij 50%) die de uitgangspunten voor de doorkijk naar de toekomst binnen deze Quick scan vormen.

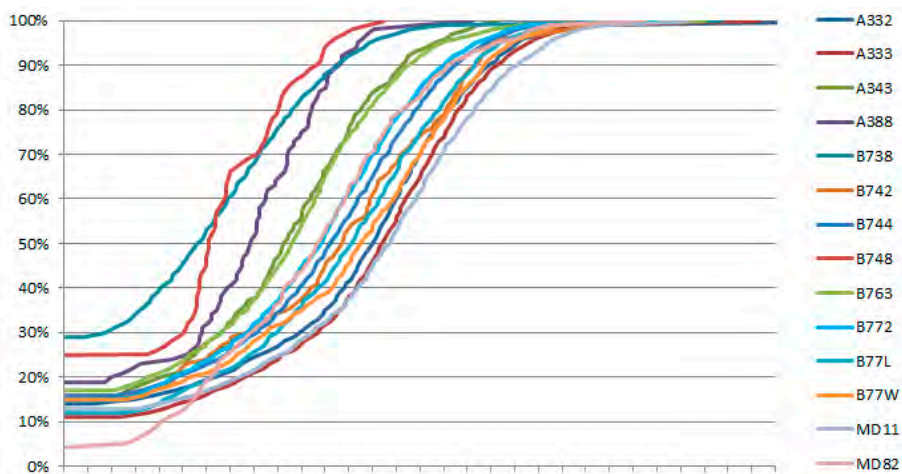
Grondgeluid in Badhoevedorp



Figuur B1 – Rangschikken NOMOS data L_{Cmax}

Bij deze uitgangspunten moet een kanttekening worden gemaakt. Het aantal gemeten grondgeluidevents voor de A388 en de B748 is klein ten opzichte van het aantal gemeten events voor de andere vliegtuigen en is er hierdoor niet onder alle verschillende meteo-condities gemeten. Dit kan van invloed zijn op de betrouwbaarheid van resultaten. Zo zien we Het verklaart ook het relatief grillig verloop van deze curves in Figuur B1.

Ook moet een kanttekening geplaatst worden bij het totaal aantal gemeten events. Zo zijn er starts die hebben plaatsgevonden, maar door NOMOS niet als grondgeluid zijn gedetecteerd. Dit zou zich bijvoorbeeld kunnen voordoen als het grondgeluid relatief stil is en niet boven de ingestelde drempelwaarde uitkomt. Indien voor de niet gedetecteerde events wordt gecorrigeerd veranderd Figuur B1 in Figuur B2. De beginpunten van de curven geeft aan wel percentage van de starts niet gedetecteerd is.

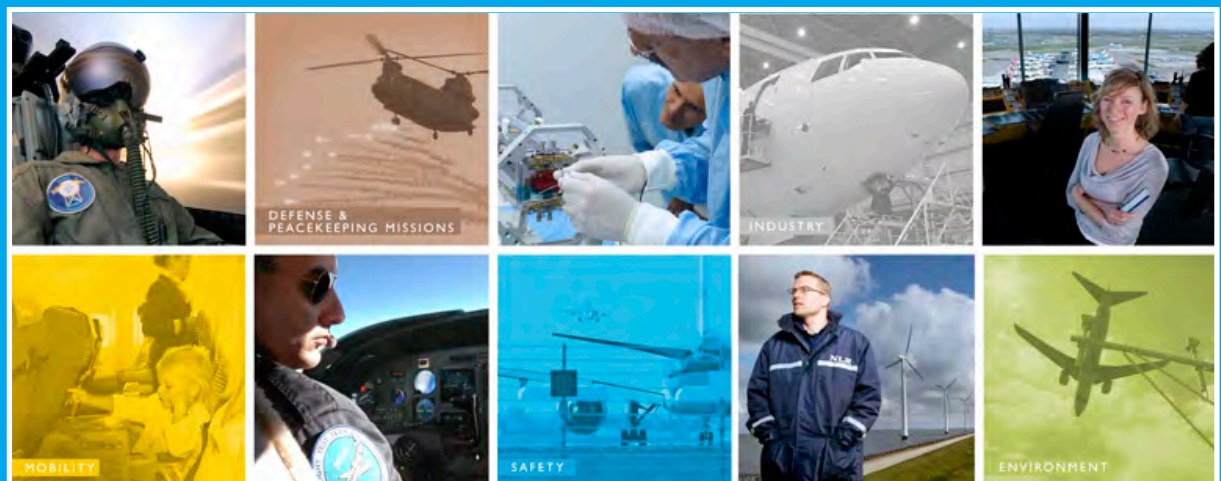


Figuur B2 – Rangschikken NOMOS data L_{Cmax}

WAT IS HET NLR?

Het NLR is de Nederlandse organisatie voor het identificeren, ontwikkelen en toepasbaar maken van hoogwaardige technologische kennis op het gebied van lucht- en ruimtevaart. De activiteiten van het NLR zijn maatschappelijk relevant, marktgericht en worden zonder winst oogmerk uitgevoerd. Hiermee versterkt het NLR het innovatieve en slagvaardig karakter van de overheid en bevordert het NLR het innoverende en concurrerend vermogen van het bedrijfsleven.

Het NLR kenmerkt zich door toonaangevende deskundigheid, professioneel optreden en onafhankelijke advisering. Medewerkers zijn goed opgeleid, werken klantgericht en werken voortdurend aan de ontwikkeling van hun competenties. Om zijn taken te verrichten houdt het NLR hoogwaardige faciliteiten beschikbaar



NLR – Dedicated to innovation in aerospace

www.nlr.nl