



Rapport 680555003

J. Jabben | E.N.G. Verheijen | B. du Pon

Monitoring luchtvaartgeluid

Trends in de geluidbelasting door luchtvaart

RIVM-rapport 680555003/2009

Monitoring Luchtvaartgeluid

Trends in de geluidbelasting door luchtvaart

J. Jabben
E.N.C. Verheijen
B. du Pon.

Contact:
Jan Jabben
Centrum MilieuMonitoring
jan.jabben@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van ministerie van VROM, in het kader van
Beleidsondersteuning Luchtvaart, projectnummer M/680300555/08/MO

© RIVM 2009

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Monitoring luchtvaartgeluid 2009'.

Rapport in het kort

Monitoring luchtvaartgeluid

Trends in de geluidbelasting door luchtvaart

De geluidbelasting van civiele luchtvaart rond de luchthaven Schiphol is sinds de jaren zestig van de vorige eeuw afgenomen. Hoewel het aantal vluchten sterk is toegenomen, hebben nieuwe stillere staalmotoren tot een lagere geluidbelasting geleid.

De invloed van verdere verkeersgroei op geluid door zal de komende jaren naar verwachting worden gecompenseerd door de autonome vervanging van oudere vliegtuigen en een versnelde uitfasering van de luidruchtigste toestellen. Daarnaast kunnen start- en landingsroutes worden geoptimaliseerd om de geluidbelasting te verminderen. Dit is niet alleen gunstig voor de woningen die vlakbij vliegvelden liggen, maar ook voor veraf gelegen woongebieden. Deze gebieden bevatten doorgaans meer woningen dan regio's vlakbij de vliegvelden waardoor meer woningen profiteren van een lagere geluidbelasting.

In dit onderzoek wordt een groepsgeluidbelasting (Gden) geïntroduceerd als maat waarin de geluidbelasting op alle woningen rondom luchthavens wordt meegenomen. De groepsgeluidbelasting is een indicatie voor de geaccumuleerde geluidbelasting van het vliegverkeer op alle betrokken woningen en kan worden gebruikt om luchthavens onderling met elkaar te vergelijken. De groepsgeluidbelasting van alle regionale en militaire luchthavens samen ligt slechts enkele decibellen lager dan die van Schiphol. Behalve van Schiphol komt de belangrijkste bijdrage van de zogeheten laagvliegroute 10 boven Oost-Nederland, Rotterdam Airport en de militaire vliegbases Geilenkirchen, Volkel (Drenthe) en Leeuwarden.

Dit zijn enkele bevindingen uit onderzoek van het RIVM. Het instituut heeft in opdracht van het ministerie van VROM de trendontwikkeling van de geluidssituatie van de belangrijkste luchthavens, zowel civiel als militair, in Nederland sinds de jaren zestig in kaart gebracht. De resultaten zijn gebaseerd op beschikbare geluidkaarten, verkeerscijfers en emissiegegevens van verschillende typen vliegtuigen.

Trefwoorden: geluid, luchtvaart, groepsgeluidbelasting, EPNdB, monitoren, decibel

Abstract

Monitoring Airport Noise

Trends in the noise exposure from air traffic

From the early years of civil jet aviation in the sixties, airport noise from Amsterdam Airport Schiphol (AAS) has reduced considerably. Although the number of flights has grown vastly, improved jet engines now produce much less noise and have amply compensated for traffic growth.

Further effect of traffic growth on noise is expected to be compensated by retirement of older airplanes and an advanced phase out of the noisiest airplanes. In addition optimization flight paths could be used to reduce the noise impact. These measures are not only important for nearby dwellings, but are also advantageous for populated areas further away from the airport. Although the noise levels here are lower, many more dwellings are involved that will profit from noise reduction.

In order to measure the total noise of an airport, in this study, the group noise level (Gden) is introduced. This indicator is a measure of the accumulation of noise levels on all dwellings in the surroundings of an airport and can be used to compare different airports.

As for other National airports, both civil and military, their joint group noise level is only a few decibels below the group noise level of AAS. Apart from AAS, the main contributions to the total airport group noise level in the Netherlands come from the military Low Flying Path 10 in the east of the country, Rotterdam Airport and the military airbases Geilenkirchen (Germany), Volkel and Leeuwarden.

These are the main findings of a RIVM study aimed at the current noise situation around Dutch airports and its development as commissioned by the Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. The study was based on noise maps, airport traffic development and data concerning noise emission of various airplanes.

Key words: noise, airport, group level, EPNdB, monitoring, decibel

Inhoud

Samenvatting	9
1 Inleiding	17
2 Methodiek en indicatoren	19
2.1 Geluidkartering en geluidmetingen	19
2.2 Indicatoren	20
3 Luchthaven Schiphol	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Groei luchtverkeer	24
3.3 Trendontwikkeling geluidbelasting	25
3.4 Resultaten en trends	28
3.4.1 Blootstelling	28
3.4.2 Relatie met ernstige hinder	30
3.4.3 Vergelijking Schiphol met Europese luchthavens	33
3.4.4 Ruimtebeslag	34
3.4.5 Doorkijk naar 2020	34
4 Regionale luchthavens	37
4.1 Rotterdam Airport	37
4.2 Eindhoven Airport	40
4.3 Maastricht-Aachen Airport	43
4.4 Lelystad Airport	45
4.5 Groningen Airport Eelde	47
4.6 Militaire luchtvaart	49
5 Conclusies	51
Literatuur	53
Bijlage 1 Trend geluidbelasting Schiphol vanaf 1960	55
Bijlage 2 Geluidemissies luchtvaart 1955-2000	57
Bijlage 3 Toelichting groepsgeluidbelasting Gden	65

Samenvatting

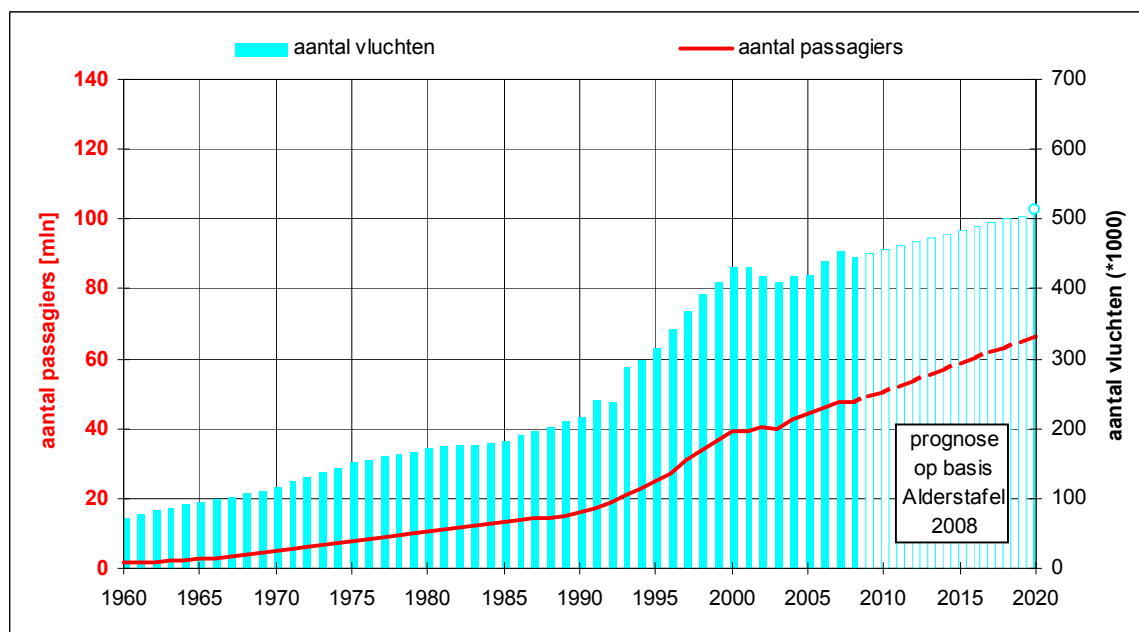
De onderhavige rapportage geeft een overzicht van de ontwikkeling van geluidbelasting door luchtvaart in Nederland door de Nationale Luchthaven Schiphol en de belangrijkste regionale luchthavens over de afgelopen jaren. Naast de geluidbelasting in de huidige situatie is tevens een trendbeeld van de ontwikkeling tot aan het heden bepaald. Tevens is een vooruitblik gemaakt naar de ontwikkeling voor de komende tien jaar.

De hier gepresenteerde resultaten zijn gebaseerd op geluidkaarten, verkeersomvang en gegevens over de geluidemissies van verschillende typen vliegtuigen voor verschillende jaren. Op basis daarvan is het aantal woningen binnen de 58 dB en 48 dB Lden-contouren en het oppervlak binnen deze contouren bepaald. Aanvullend is ook voor elke luchthaven een groepsgeluidbelasting vastgesteld, die een maat is voor de totale belasting op de woonomgeving in een bepaald jaar. De totale belasting door de verschillende de luchthavens kan daarmee onderling eenvoudig worden vergeleken. Navolgend worden de belangrijkste onderzoeksresultaten gegeven

1. Nationale Luchthaven Schiphol

Verkeer

Voor Schiphol is gekeken naar de periode 1960-2008. Vanaf 1960 is de omvang van het vliegverkeer sterk toegenomen. Het aantal woningen in de omgeving van de luchthaven is in die periode ongeveer verdubbelt. Figuur A toont het aantal vluchten en passagiers vanaf 1960 en een prognose naar 2020.



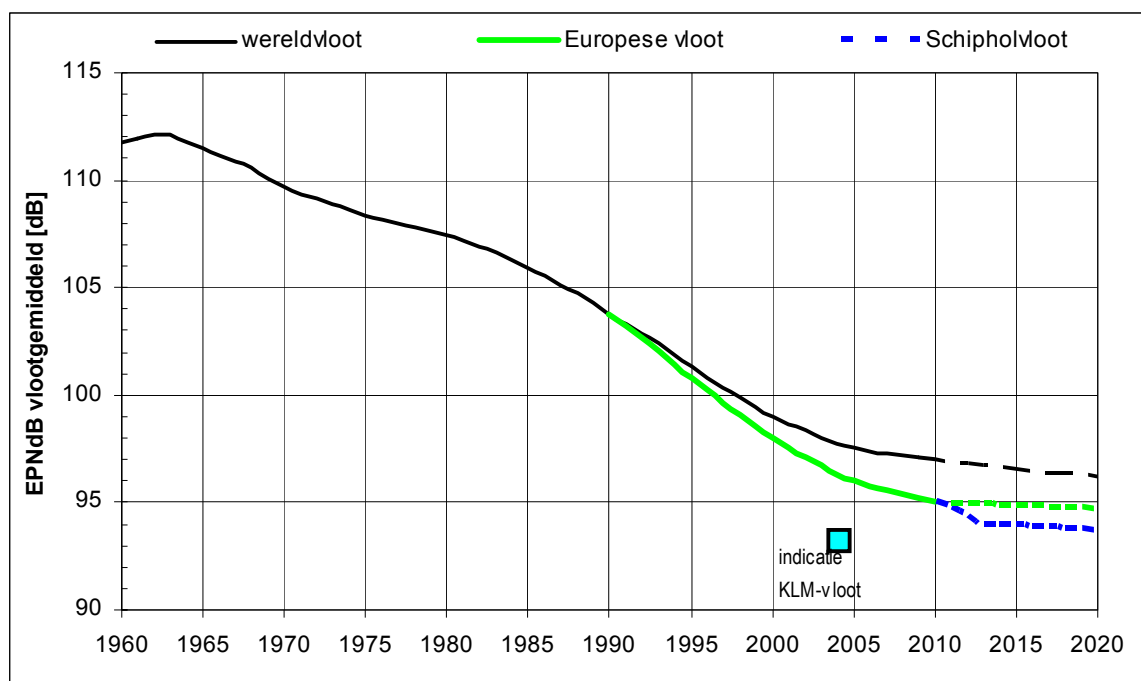
Figuur A: Aantal vliegbewegingen en passagiersaantallen van en naar Schiphol vanaf 1960.

Bron: [Schiphol 2009] en [Statline].

Voor de verkeersontwikkeling vanaf 2009 is hier een lineaire toename naar 510.000 vliegbewegingen in 2010 verondersteld, conform de Aldersadviezen [Staatscourant 2009]. Door de wereldwijde recessie is echter vanaf 2008 eerst een afvlakking van verdere groei te verwachten. Een nauwkeurige inschatting van de toekomstige ontwikkeling 2009-2020 vormt echter niet de primaire opgave van deze studie.

Geluidemissie vliegtuigen

Door de ontwikkeling van nieuwe stillere motoren is de gemiddelde geluidemissie per toestel vanaf 1960 sterk afgenomen. Figuur B geeft de gemiddelde geluidemissie van de verkeersvloot zoals we die representatief achten voor de meeste internationale luchthavens (wereldvloot). De afname verloopt aanzienlijk langzamer dan de technische vernieuwing, omdat het relatief lang duurt (~25 jaar) voordat oudere toestellen geheel uit de vloot zijn verdwenen. Europese luchtvaartmaatschappijen hebben na 1990 echter een sterkere vernieuwing van hun vloot gerealiseerd dan de Verenigde Staten [Veldman 1999]. Dit resulteert in een iets lagere gemiddelde vlootemissie (groene lijn). Figuur B geeft ook een indicatie van de gemiddelde geluidemissie van de KLM-vloot die in 2004, door het gebruik van moderne stille toestellen enkele dB lager was dan de Europese vloot [KLM 2004]. De figuur geeft tevens een schatting van het effect van een verbod op de lawaaiige 'onderkant hoofdstuk 3'-vliegtuigen (blauwe lijn). Schiphol werkt momenteel aan een volledig landings- en startverbod voor deze toestellen op basis van richtlijn 2002/30/EG. Schiphol verwacht per 31 december 2012 de laatste stap, de zogenaamde 'full ban', te kunnen voltooien [TK 2009].

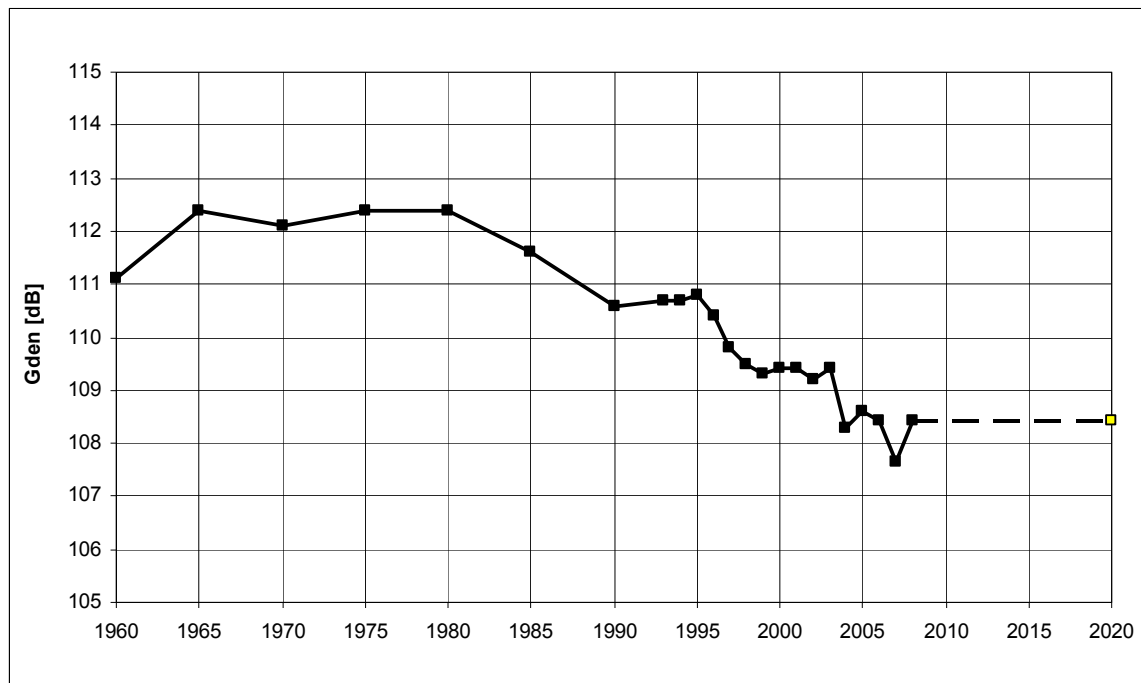


Figuur B: Ontwikkeling van geluidproductie van verkeersvliegtuigen vanaf 1960 tot 2010 en prognoses voor de periode 2010-2020 (zie Bijlage 2).

Trend groepsgeluidbelasting

Door de sterke afname van geluidemissie is, ondanks de toename van het aantal vluchten, een afnemende trend in de gemiddelde geluidbelasting van de woonomgeving gerealiseerd. Het aantal woningen binnen met een geluidbelasting van meer dan 58 en 48 dB is sinds de jaren 60/70 met een factor 7 afgenomen. Figuur C geeft een indicatie van het verloop van de groepsgeluidbelasting (Gden).

De groepsgeluidbelasting is een indicator voor de geaccumuleerde geluidbelasting over alle woningen in de omgeving van de luchthaven¹.



Figuur C: Historisch verloop van de groepsgeluidbelasting Gden voor luchthaven Schiphol.

Figuur C geeft een ook een indicatie van de groepsgeluidbelasting in 2020 op basis van de verwachte vlootontwikkeling op Schiphol. Indien de geluidemissie van de vliegtuigen van en naar Schiphol de autonome Europese ontwikkeling volgt, zal de groepsgeluidbelasting door een groei van 450.000 in 2008 naar 510.000 in 2020 vliegbewegingen toenemen. Door in te zetten op een *full ban* van ‘onderkant hoofdstuk 3’-vliegtuigen zal de geluidemissie van de vloot in deze periode iets afnemen. Netto wordt daarom tot 2020 een gelijkblijvende groepsgeluidbelasting verwacht². De trend in de groepsgeluidbelasting vinden we terug in de hinderbeleving: Het percentage ernstige hinder in een straal van 25 km rondom Schiphol daalde van 17% in 1996 naar 14% in 2002 en 11% in 2005.

Binnen, buiten en restgebied

De totale groepsgeluidbelasting wordt veroorzaakt in een deel waarvoor de geluidbelasting boven de 58 dB ligt (het binnengebied), een deel tussen 48 en 58 dB (buitengebied) en het deel onder de 48 dB (restgebied). Uit dit onderzoek blijkt dat het buiten- en restgebied aanzienlijk meer bijdragen aan de groepsgeluidbelasting dan het restgebied. Dit bevestigt soortgelijke bevindingen van het Planbureau van de Leefomgeving [PBL 2005] dat constateerde dat een geluidbeleid waarbij ten gunste van geluidreductie in het buiten- en restgebied, een lichte toename in het binnengebied wordt toegestaan, een netto verbetering van de geluidkwaliteit in de gehele omgeving kan opleveren.

¹ De groepsgeluidbelasting, Gden in dB(A), wordt verkregen door akoestische sommatie van alle individuele Lden geluidniveaus op de woningen in de omgeving van de luchthaven.

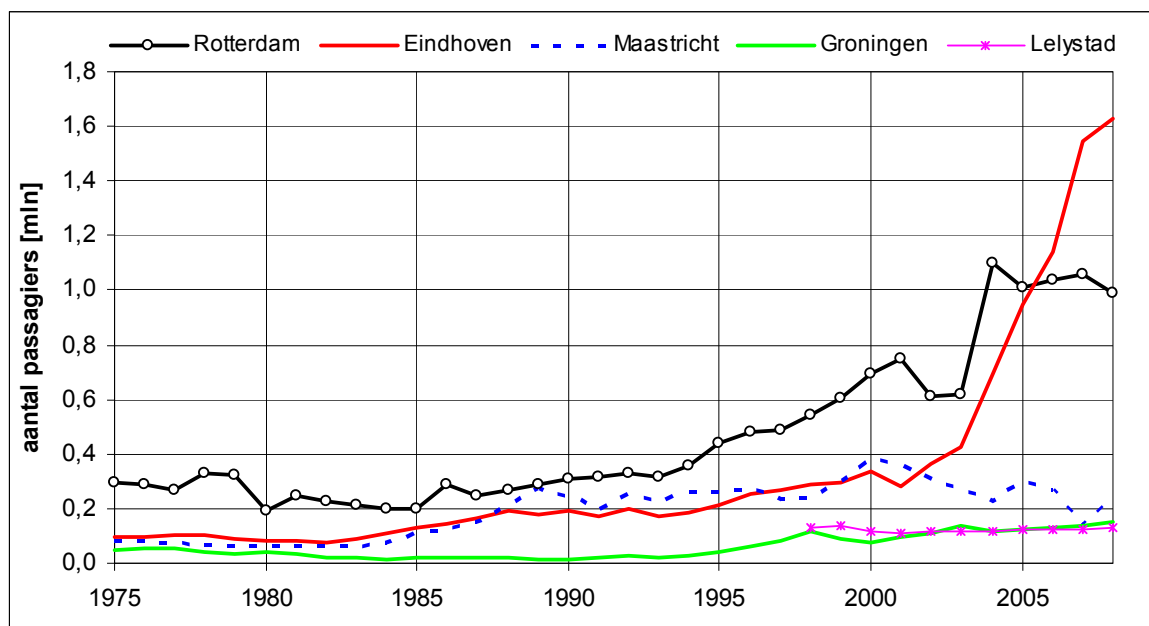
² In de periode na 2020 zal volgens de luchtvaartnota [L’nota 2009] het 50/50 beginsel worden doorgevoerd. Hierbij zal de geluidwinst die het door milieubeleid wordt gecreëerd voor de helft ten goede komen aan capaciteitsgroei en voor de andere helft aan de leefomgeving.

Schiphol in vergelijking met andere luchthavens

Vergelijking met gegevens die in het kader van de Europese Richtlijn voor omgevingsgeluid (EG/2002/49) voor andere luchthavens zijn vastgesteld laat zien dat Schiphol, in omvang de derde luchthaven van Europa, voor wat betreft geluidoverlast gunstig scoort als wordt gekeken naar woningen met een belasting van meer dan 55 dB. Op een ranking naar de totale groepsgeluidbelasting komt Schiphol dan op de elfde plaats en op een ranking naar de groepsgeluidbelasting per vlucht zelfs pas op de veertiende plaats. Berlijn Tegel (dat in 2011 gesloten zal worden) en London Heathrow hebben de hoogste groepsgeluidbelasting.

2. Regionale luchthavens

Bij de regionale luchthavens zijn er twee ontwikkelingen die tot minder geluid hebben geleid. Net als bij Schiphol zijn de vliegtuigen geleidelijk stiller geworden, zij het vanwege een andere vlootsamenstelling niet in dezelfde mate als op Schiphol. De tweede ontwikkeling is dat het aantal lesvluchten flink is afgenomen. Mede door de beperkte geluidruimte, zijn luchtvaartscholen de laatste tien jaar meer gebruik gaan maken van vluchtsimulators. Tevens hebben zij een deel van hun activiteiten naar het buitenland verplaatst. Dit betreft vooral Rotterdam Airport, Maastricht-Aachen Airport en Groningen Airport Eelde. Op Eindhoven Airport daarentegen spelen lesvluchten geen rol van betekenis en in Lelystad is het aandeel lesvluchten onverminderd hoog.



Figuur D: Overzicht passagiersaantallen van de belangrijkste regionale luchthavens.

Op Rotterdam Airport werd door deze ontwikkelingen een toename van passagiersvluchten door lowcost-carriers mogelijk, zonder dat de geluidruimte rond deze luchthaven werd overschreden. De grootste passagiersgroei vond plaats in Eindhoven, vooral in de periode vanaf 2003, zie Figuur D.

Nu het kabinet de adviezen van de Tafel van Alders grotendeels overneemt, kan Eindhoven rekenen op verdubbeling tot verdrievoudiging van het aantal vluchten in 2020. Ook Lelystad Airport mag vluchten van Schiphol overnemen. Hiertoe is een baanverlenging in voorbereiding.

De situatie rond de luchthaven in Maastricht is in enkele opzichten vergelijkbaar met die bij Rotterdam. Beide luchthavens liggen ingeklemd in een dichtbevolkt gebied en veroorzaken daar relatief veel geluidhinder. Hoewel beide luchthavens al sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw trachten uit te breiden, is dit er door de fysieke krapte en weerstand van omwonenden nooit van gekomen. Doordat de passagiersvluchten in Maastricht na 2000 geen sterke ontwikkeling hebben gekend, is het aantal hoogbelaste woningen daar in tegenstelling tot Rotterdam wel aanzienlijk gedaald.

Eindhoven Airport neemt een bijzondere positie in doordat het ‘medegebruiker’ is van de militaire Vliegbasis Eindhoven. Alleen de verkeerscijfers van de civiele luchtvaart zijn openbaar, waardoor de geluidssituatie slechts bekend is voor zover die betrekking heeft op de burgerluchtvaart. De totale vergunde geluidruimte (een oppervlak binnen de 35 Ke-contour van ruim 21 km²) staat overigens al enige tijd ter discussie in de regio, omdat in de praktijk slechts een fractie daarvan wordt gebruikt. Defensie claimt de volledige vergunde ruimte voor speciale operaties, onder andere in NAVO-verband, opdat deze niet door geluidbeperking onmogelijk worden. Omwonenden klagen meer over de lawaaiige militaire toestellen dan over de civiele verkeersvliegtuigen.

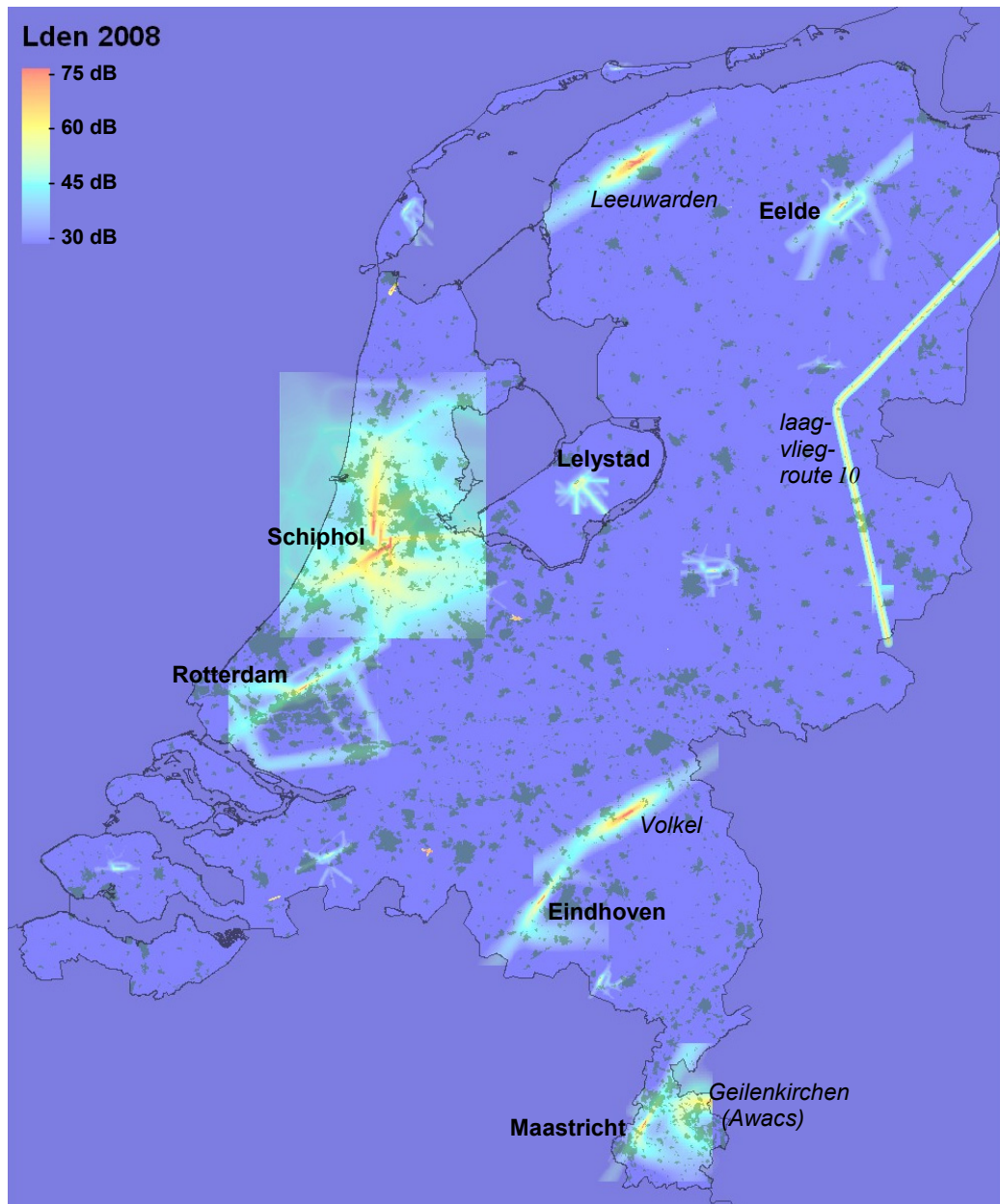
Bij Groningen en Lelystad is er relatief weinig bebouwing in de buurt van de luchthaven. Beide luchthavens hebben vergevorderde plannen voor een baanverlenging. Zodra deze zijn gerealiseerd kunnen grotere vliegtuigen landen en opstijgen. Deze plannen verwacht men binnen de beschikbare geluidruimte te kunnen uitvoeren. Hoe de overname van capaciteit van Schiphol door Lelystad in dit beeld past, is echter nog onduidelijk.

3. Militaire luchthavens

Over de geluidontwikkeling van militaire vliegbases door de jaren heen is weinig bekend, doordat de informatie daarover slechts beperkt in de openbaarheid wordt gebracht. Uit berekeningen blijkt dat de groepsgeluidbelasting van de vliegbases Geilenkirchen (met betrekking tot het Nederlands grondgebied), Volkel en Leeuwarden nauwelijks onder doet voor die van de civiele luchthavens Rotterdam of Maastricht. Anders dan bij de burgerluchtvaart zijn technologische vernieuwingen aan de straalmotoren hier minder van invloed geweest op de vlootemissie. Door het sluiten van enkele vliegbases kregen de overgebleven vliegbases bovendien meer vluchten te verwerken.

4. Overzicht

In Figuur E wordt een overzicht gegeven van de belasting door verschillende luchthavens in Nederland. Ook de belasting door militaire luchthavens en laagvliegroute 10 is aangegeven. Tabel A geeft voor elke luchthaven het aantal woningen binnen de 58 en 48 dB geluidcontouren en de groepsgeluidbelasting.



Figuur E: Overzichtskartaal met de geluidbelasting door luchtverkeer in 2008. Bron: Geluidkaarten NLR/RIVM.

Tabel A: Groepsgeluidbelasting, Gden in dB(A), voor luchtvaartterreinen in Nederland.

Bron	jaar	Woningen Lden>58	Lden 48 tot 58 dB	Groepsgeluidbelasting Gden [dB(A)]
Schiphol	2008	6.145	233.159	108,5
Rotterdam	2008	36	7.510	97,1
Maastricht	2008	330	9.685	95,6
Eindhoven (civiel)	2008	1	214	87,3
Lelystad	2008	0	24	81
Eelde	2008	7	426	83,9
Laagvliegroute LR10	2005	5.704	9.811	100,2
Geilenkirchen (Awacs*)	2007	560	9.540	96,5
Volkel	2005	1.211	722	95,5
Leeuwarden	2005	953	3.673	95,1
Totaal		15.481	293.242	110,1

* Dit betreft alleen het Nederlandse deel

De Nationale Luchthaven Schiphol levert door haar omvang de grootste bijdrage aan de totale groepsgeluidbelasting³. De gezamenlijke bijdrage van de overige luchthavens (civiel en militair, groepsgeluidbelasting 104,9) benadert echter die van Schiphol. Het is in de toekomst van daarom van belang dat ook voor de overige luchthavens een adequaat geluidbeleid van kracht blijft, opdat de overlast voor de Nederlandse bevolking door luchtvaart zoveel mogelijk beperkt kan worden.

³ De totale groepsgeluidbelasting volgt uit akoestische sommatie van de groepsgeluidbelasting van elke luchthaven

1 Inleiding

Binnen het programma beleidsondersteuning Milieu voor de directie Leefomgevingskwaliteit van het ministerie van VROM door het RIVM is medio 2008 een project van start gegaan waarin een aantal kennisvragen op het gebied van luchtvaartgeluid opgenomen. Een van de deelprojecten hiervan is het onderdeel 'Monitoring'. Dit heeft als doel een overzicht te bieden van de geluidbelasting door luchtvaartgeluid en de ontwikkeling daarvan in Nederland als veroorzaakt door de belangrijkste luchthavens. Het onderhavige rapport richt zich op de Nationale luchthaven Schiphol en de belangrijkste regionale luchthavens Rotterdam, Maastricht, Eindhoven, Lelystad en Eelde.

De geluidbelasting door luchtvaart in Nederland heeft maatschappelijke gevolgen. In de nationale hinderinventarisatie in 2003 gaf 4% van de Nederlandse bevolking boven de 16 jaar aan ernstige hinder door passagiers- en vrachtvliegtuigen te ondervinden [Franssen et al. 2003]. Op 1 oktober 2008 heeft de commissie Alders advies uitgebracht aan het kabinet [Alders 2008], waarin voor de luchthaven Schiphol een capaciteit wordt voorgesteld van maximaal 510.000 vliegtuigbewegingen tot en met 2020. Afhankelijk van de marktvraag kunnen tevens voor circa 70.000 vliegtuigbewegingen door het Rijk extra mogelijkheden worden gecreëerd op andere luchthavens. Hierbij wordt in de eerste plaats gedacht aan een vergroting van het aandeel burgerverkeer op de militaire luchthaven Eindhoven en aan de verdere ontwikkeling van Lelystad Airport. Het huidige handhavingssysteem met grenswaarden op 35 locaties gelegen op de 35 Ke-geluidcontour voor het vijfbanenstelsel zal komen te vervallen.

Nu al is er sprake van een sterk toegenomen verkeersdruk op de regionale vliegvelden. Het aantal passagiers van en naar regionale luchthavens verdubbelde van 1,5 miljoen in 2003 tot 3 miljoen in 2008. Vooral Eindhoven Airport heeft een sterke groei doorgemaakt: van 0,4 naar 1,6 miljoen reizigers in 2008. Daarmee vervoert deze luchthaven inmiddels meer passagiers dan Rotterdam Airport.

De recessie die in 2008 haar intrede deed zal deze ontwikkelingen op korte termijn afremmen. Voor de langere termijn wordt echter nog steeds een toename verwacht [TK 2009]. Het kabinet gaat ervan uit daarvoor nog steeds een capaciteit van 580.000 vluchten nodig is. Deze capaciteit zal afhankelijk van de economische ontwikkelingen later of eerder dan 2020 bereikt worden.

In het licht van deze capaciteitsdoelstellingen is het van belang de omvang van de geluidbelasting de komende jaren nauwgezet te monitoren. Beleidsmakers en bestuurders dienen te beschikken over een compleet en actueel beeld van de huidige geluidbelasting, de ontwikkeling daarvan en de consequenties van het nieuwe beleid voor de Nederlandse bevolking.

De onderhavige rapportage vormt een aanzet tot monitoring van deze ontwikkelingen. Een compleet beeld van de geluidbelasting tengevolge van alle vliegactiviteiten in Nederland, voor zowel de grote burgerluchtvaart, de militaire luchtvaart, helihavens en de kleine luchtvaart valt buiten het bestek van de onderhavige inventarisatie. De rapportage beperkt zich daarom tot de geluidssituatie rondom de belangrijkste civiele luchthavens. Dit zijn Schiphol, Rotterdam, Maastricht, Eindhoven, Lelystad en Eelde. Voor deze luchthavens wordt een aantal trends in beeld gebracht, deels op basis van bestaand onderzoek en deels op basis van aanvullend onderzoek.

De opzet van de rapportage is als volgt: hoofdstuk 2 geeft de algemene methodiek. Hoofdstuk 3 is gewijd aan de ontwikkeling van de geluidbelasting door en rondom de grootste Nederlandse luchthaven Schiphol. Naast de recente ontwikkeling wordt daarbij tevens een terugblik gemaakt naar de

ontwikkeling vanaf de jaren 60. De trendontwikkeling is gebaseerd op de verkeersomvang en op een set geluidkaarten opgesteld door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR). Het hoofdstuk bevat tevens een vergelijking van Schiphol ten opzichte van andere internationale luchthavens. In hoofdstuk 4 worden vervolgens de ontwikkelingen in de omgeving van de regionale vliegvelden in beeld gebracht. Dit zijn de luchthavens Rotterdam, Eindhoven, Maastricht, Lelystad en Eelde. In dit hoofdstuk is tevens een beknopte paragraaf opgenomen met daarin een indicatie van de huidige geluidbelasting door de belangrijkste militaire luchthavens (Geilenkirchen, Volkel en Leeuwarden). Voor de militaire luchthaven Eindhoven beschrijft dit onderzoek alleen de geluidbelasting veroorzaakt door het civiele gebruik. Voor de geluidbelasting rondom de regionale luchthavens zijn veel minder gegevens beschikbaar dan voor luchthaven Schiphol en de beschrijving is beknopter van opzet. Dit geldt nog in sterkere mate voor de militaire luchthavens. Het onderzoek geeft geen volledig beeld van alle luchtvaartterreinen in Nederland. Zo zijn helihavens (civiel of militair) en de klein luchtvaartterreinen (sport- en reclamevluchten) niet meegenomen.

De trendontwikkeling voor de civiele luchthavens wordt in beeld gebracht aan de hand van een aantal indicatoren. Dit zijn:

- het aantal woningen met meer dan 58 dB Lden aan geluidbelasting (binnengebied);
- het aantal woningen met een geluidbelasting tussen 48 en 58 dB (buitengebied);
- het grondoppervlak binnen deze contouren;
- de groepsgeluidbelasting, een ééngetalsmaat die wordt verkregen door accumulatie van elke geluidbelasting in Lden op de omliggende woningen. De groepsgeluidbelasting is een generalisatie van de Lden, waarbij in plaats van één woning een groep woningen wordt beschouwd. Hiermee kunnen luchthavens onderling met elkaar kunnen worden vergeleken naar de mate waarin zij hun omgeving met geluid belasten.

In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste conclusies uit deze inventarisatie samengevat.

2 Methodiek en indicatoren

2.1 Geluidkartering en geluidmetingen

Voor het monitoren en het in kaart brengen van de geluidbelasting rondom geluidbronnen zijn twee mogelijkheden beschikbaar die beide voor- en nadelen met zich mee brengen:

De meest toegepaste methode houdt in dat aan de hand van routegegevens en brongegevens (geluidemissies) met behulp van een rekenmodel, dat deze gegevens als invoer gebruikt, digitale geluidkaarten worden opgesteld. Deze kaarten kunnen vervolgens met adresbestanden worden gecombineerd om de mate van blootstelling op de woonbebouwing te bepalen. Voordeel van deze methode is dat daarbij een compleet ruimtelijk beeld ontstaat zodat de belasting van de omgeving integraal kan worden beoordeeld. Nadeel is dat men moet vertrouwen op een groot aantal aannamen (geluidvermogen-niveaus, aantal vliegbewegingen, routes en vliegprofielen, overdracht et cetera) die impliciet in het model zijn opgenomen en die een aantal onzekerheden met zich meebrengen.

Een alternatief voor geluidkartering bestaat in het uitvoeren van metingen. Mits deze over een voldoende representatieve periode worden uitgevoerd en andersoortig geluid voldoende kan worden onderdrukt of uitgefilterd, bieden metingen op een specifieke locatie een gedetailleerder tijdsbeeld dat dichterbij de ter plaatse werkelijk optredende geluidbelasting staat dan een berekende waarde. Een nadeel van metingen is echter dat deze alleen lokale, ruimtelijk beperkte informatie leveren en dat, om een enigszins dekkend ruimtelijk beeld te verkrijgen, doorgaans een zeer groot meetnet nodig is met de daarbij horende inspanning en kosten. Elk meetsysteem heeft daarnaast een onzekerheidsmarge en zal af en toe niet registreren in verband met bijvoorbeeld onderhoud of perioden met te veel wind.

In de onderhavige inventarisatie wordt gebruikgemaakt van onderzoeksresultaten die aan de hand van berekende geluidkaarten en contouren zijn verkregen. Voor studies verricht op basis van metingen wordt verwezen naar validaties, zoals deze bijvoorbeeld door TNO, NLR en RIVM zijn verricht.

2.2 Indicatoren

Naast de vraag *hoe* te monitoren is vooral ook van belang de vraag *wat* men wil monitoren. Hiervoor zijn diverse mogelijkheden, die alle voor- en nadelen hebben. Deze studie heeft als primair doel om de ontwikkeling van de feitelijke geluidbelasting in beeld te brengen. Men kan zich daarbij richten op het aantal woningen waar de geluidbelasting een bepaalde drempelwaarde overschrijdt. Daarnaast kunnen ook indicatoren die het tijd- en frequentiekarakter beschrijven (piekniveaus, L95⁴ of Nax-waarden⁵, laagfrequent geluid, et cetera) van belang zijn. Een indicator als het aantal woningen boven een bepaalde drempelwaarde wordt veel gebruikt in bijvoorbeeld MER-studies voor routewijzigingen of de aanleg van nieuwe landingsbanen.

In deze rapportage is gekozen voor het gebruik van drie indicatoren, die steeds voor de verschillende jaren worden bepaald. Dit zijn:

1. Het aantal woningen met een geluidbelasting in Lden van meer dan 58 dB (binnengebied);
2. Het aantal woningen met een geluidbelasting in Lden van meer dan 48 en kleiner of gelijk aan 58 dB (buitengebied);
3. De groepsgeluidbelasting Gden die wordt verkregen door accumulatie van elke geluidbelasting in Lden op de omliggende woningen. De groepsgeluidbelasting Gden is een generalisatie van de Lden, waarbij in plaats van de geluidbelasting op één woning de geaccumuleerde belasting van een groep woningen wordt bepaald.

Ad 1.

De contour waarop de geluidbelasting Lden 58 dB bedraagt, komt voor de luchthaven Schiphol bij benadering overeen met de vroegere 35 KE-geluidcontour (Kosten Eenheid). Een van de criteria uit het gelijkwaardigheidsbeginsel uit de PKB Schiphol [PKB 1995] was dat er zich niet meer dan 12.300 woningen in deze contour zouden mogen bevinden [TK 2007]. Uit enquêtes in het kader van de Gezondheidskundige Evaluaties Schiphol in 1996, 2002 en 2005 werd bij een Lden van 58 dB een percentage van ongeveer 40% vastgesteld [TNO/RIVM 1998], [Breugelmans et al. 2004], [RIVM/RIGO 2005].

Ad 2.

Hoewel de geluidbelasting in het buitengebied lager is dan in het binnengebied en de kans op ernstige hinder kleiner, bevinden zich in het buitengebied aanzienlijk meer woningen. In absolute zin leidt dit in het buitengebied tot meer ernstig gehinderden dan in het binnengebied. Bij verdere groei van het luchtvaartverkeer zal de omvang van het buitengebied sterker toenemen dan van het binnengebied. Voor het gebied onder de 48 dB geldt vanwege de grote inwonersaantallen dat het aantal ernstig gehinderden in absolute zin groter is dan in het binnen- en buitengebied samen. Het is daarom van belang om de ontwikkeling van geluidproblematiek in het buitengebied en in het restgebied onder de 48 dB te blijven volgen.

⁴ Het niveau dat gedurende 95% van de beoordelingsperiode wordt overschreden

⁵ Het aantal maal gedurende een beoordelingsperiode dat de drempelwaarde 'x' wordt overschreden

Ad 3.

Naast de hiervoor genoemde indicatoren is gekeken naar de integrale, akoestische som van Lden waarden over elke woning: de *groepsgeluidbelasting* die voor een aantal luchthavens over geheel Nederland al dan niet over een reeks van jaren is bepaald. De groepsgeluidbelasting is gedefinieerd als:

$$G_{den} = 10 \log \left(\sum_i n_i \cdot 10^{\frac{Lden_i}{10}} \right) \quad (1)$$

waarin

G_{den} = groepsgeluidbelasting (weging conform Lden) in dB op jaarbasis

n_i = aantal woningen met een geluidbelasting $Lden_i$

$Lden_i$ = gemiddelde jaarbelasting in dBA

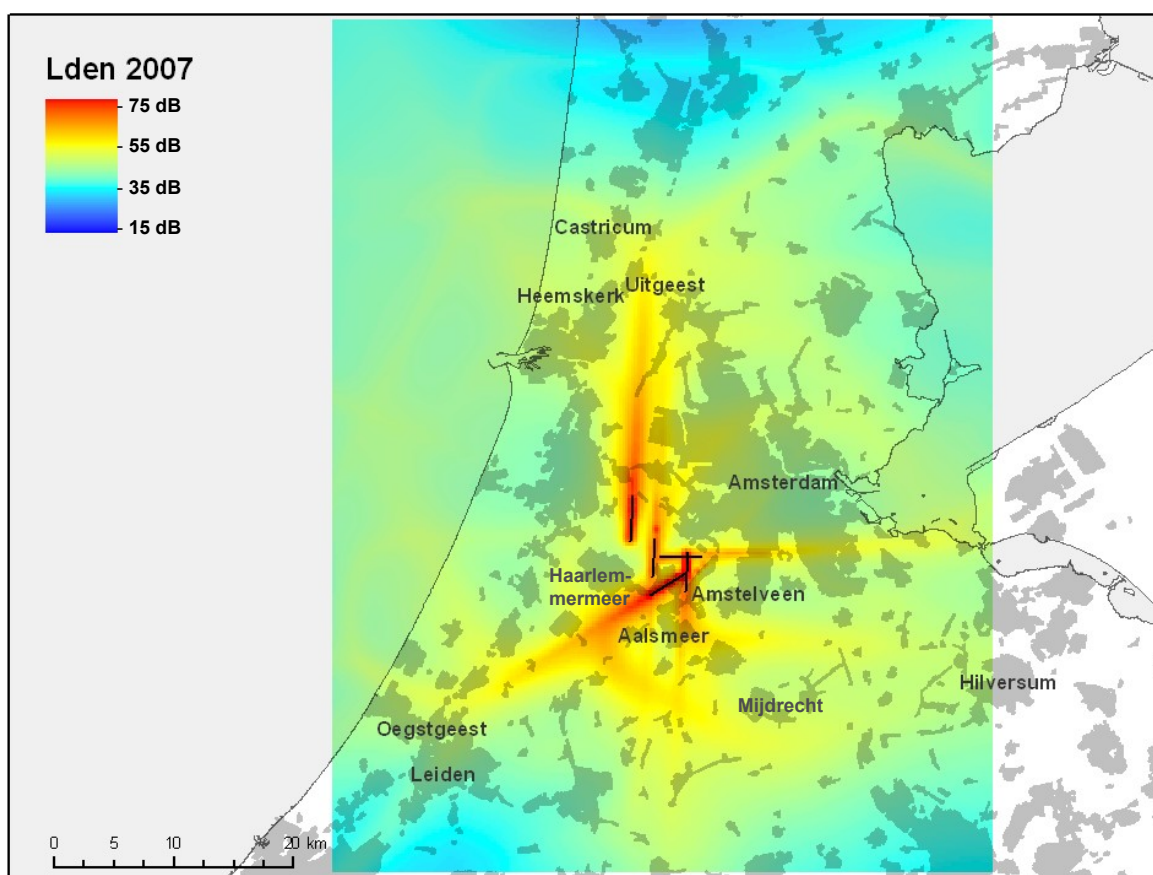
i = indexwaarde over alle voorkomende Lden waarden

De groepsgeluidbelasting G_{den} wordt nader toegelicht in Bijlage 3. Deze indicator is tevens geschikt om de mate waarin verschillende luchthavens op de omliggende woonomgeving met geluid belasten onderling met elkaar te vergelijken. In hoofdstuk 3 is dit bijvoorbeeld gedaan voor luchthaven Schiphol in vergelijking met een aantal internationale luchthavens.

3 Luchthaven Schiphol

3.1 Inleiding

Figuur 1 geeft een beeld van de geluidbelasting (Lden in dB) in een gebied van ongeveer 55 × 70 kilometer rondom luchthaven Schiphol⁶.



Figuur 1: Lden-waarden rondom Schiphol in 2007, Bron: NLR.

De vijfde baan of Polderbaan werd in 2003 in gebruik genomen. In het binnengebied (geluidbelasting groter dan 58 dB) zijn veel woningen in de Haarlemmermeer (onder andere Hoofddorp, Amstelveen, en Aalsmeer) blootgesteld. In het buitengebied (Lden groter dan 48 dB en kleiner of gelijk aan 58 dB) ondervinden onder andere de regio's Leiden/Oegstgeest, Castricum/Heemskerk/Uitgeest en Mijdrecht/Hilversum geluidoverlast.

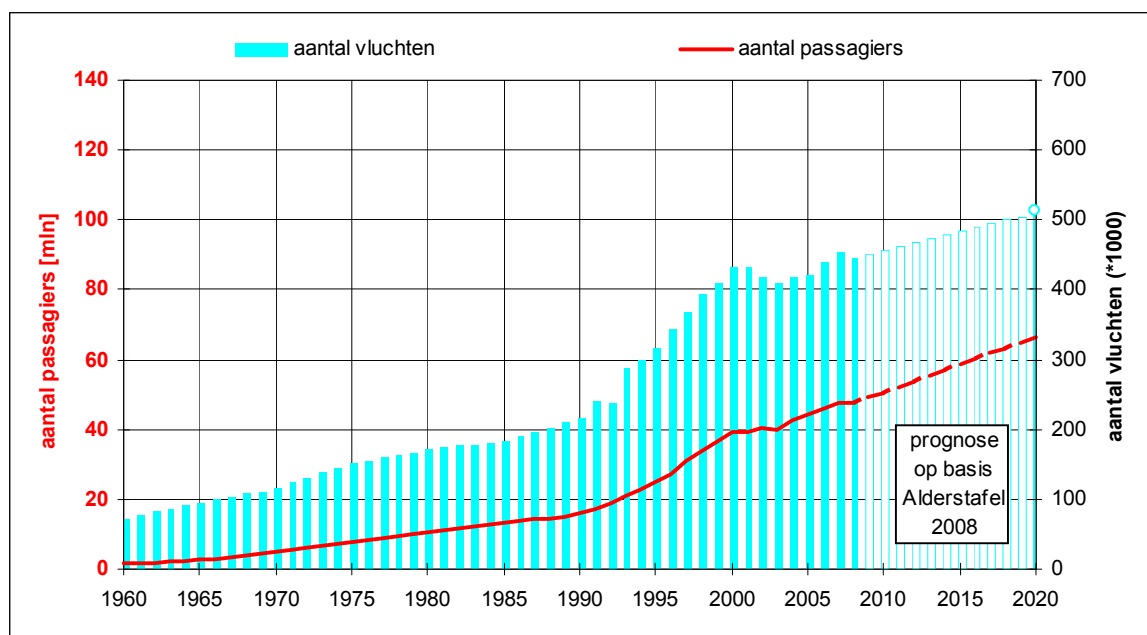
Over de ontwikkeling van de geluidbelasting rondom Schiphol in de periode 1993-2005 heeft het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium in 2006 een uitgebreid onderzoek gepubliceerd. Dit

⁶ Dit is het rekengebied dat NLR hanteert. Voor een volledig beeld zou dit gebied naar het oosten moeten worden uitgebreid.

onderzoek biedt een beeld van de ontwikkelingen voor wat betreft verkeersontwikkelingen, geluidbelasting en belaste woningen in deze periode. Dit hoofdstuk vat de belangrijkste resultaten van genoemd onderzoek samen en bevat daarnaast een aanvulling voor de periode 2005-2008 en een terugblik naar de periode voor 1960-1990. Voor de laatstgenoemde periode zijn helaas minder uitgebreide gegevens beschikbaar. Ook van de verkeerssamenstelling en het type vliegtuigen zijn voor 1990 minder gegevens beschikbaar. Van de ontwikkeling van de geluidssituatie voor 1990 kan dan ook slechts bij indicatie een beeld worden geschetst.

3.2 Groei luchtverkeer

Het aantal vliegbewegingen van en naar Schiphol is in de periode 1993-2005 sterk gegroeid. Het aantal vluchten en het aantal passagiers is weergegeven in Figuur 2, deels gebaseerd op gegevens van Schiphol Group [Schiphol 2009] en deels ontleend aan CBS-jaarstatistieken [Statline]. De figuur toont het aantal jaarlijkse vliegbewegingen en passagiersaantallen vanaf 1960. Ook is de toekomstige ontwikkeling tot 2020 ingetekend, zoals die in de Luchtvaartnota en het advies van de Alderstafel uit 2008 zijn voorzien. Overigens leidt de huidige recessie tot een terugval. Hierdoor kan het enige tijd duren voordat de groei weer aantrekt.

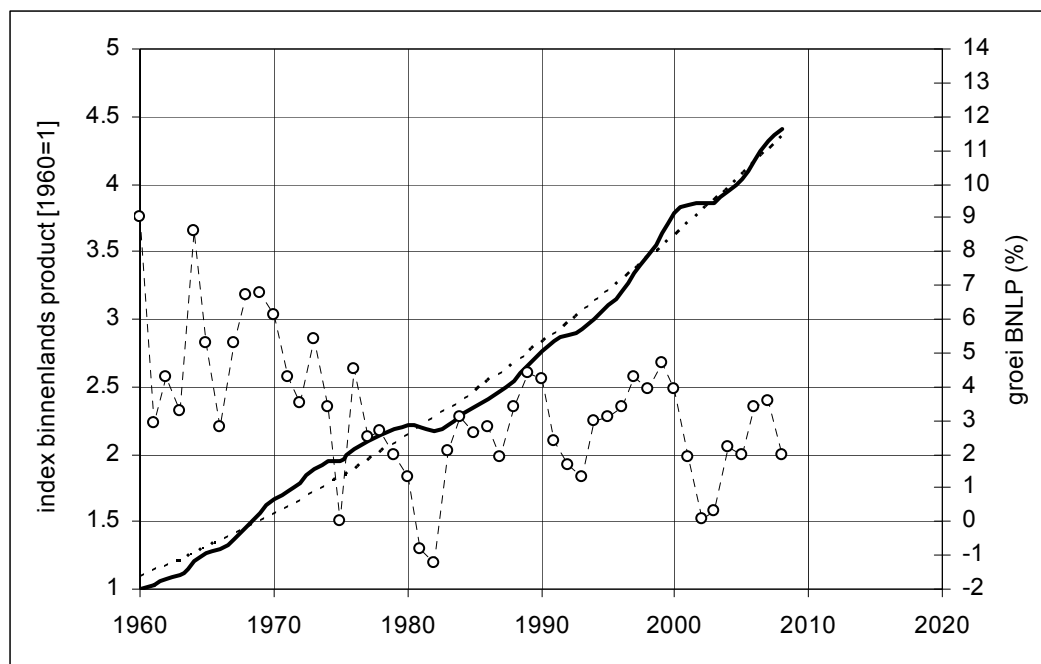


Figuur 2: Aantal vliegbewegingen en passagiersaantallen van en naar Schiphol vanaf 1960. Bron: [Schiphol 2009] en [Statline].

Voor de verkeersontwikkeling vanaf 2009 is hier een lineair verloop naar de omvang van 510.000 vliegbewegingen in 2010 verondersteld, conform de Aldersadviezen [Alders 2008, Staatscourant 2009]. Door de wereldwijde recessie is echter vanaf 2008 eerst een afvlakking van verdere groei te verwachten. Een nauwkeurig inschatting van de toekomstige ontwikkeling 2009-2020 vormt echter niet de primaire opgave van deze studie.

Te zien is hoe het aantal vluchten van en naar Schiphol twee groeiperioden heeft doorgemaakt. De eerste met een geleidelijk karakter tot aan circa 1990. Vanaf 1990 treedt een sterkere groei op die in

2000 afvlakt en na de opening van de vijfde baan weer een lichte stijging laat zien. De groei van het aantal passagiers laat een wat constanter verloop zien, te verklaren uit een toename in het aantal passagiers per vlucht door ingebruikname van modernere toestellen met meer capaciteit. De groei van het vliegverkeer heeft een parallel met de ontwikkeling van het binnenlands product, zie Figuur 3.



Figuur 3: Ontwikkeling binnenlands product (cumulatief en procentueel) vanaf 1960-2008. Bron: [Statline].

Recessies hebben zich voorgedaan rond 1980, begin jaren 90, rond 2002. Vanaf 2008 speelt de wereldwijde economische crisis. Deze perioden zijn terug te vinden in de ontwikkeling van het aantal vluchten, waarbij zich een afvlakking van de groei voordoet.

3.3 Trendontwikkeling geluidbelasting

Alleen op basis van het aantal vliegbewegingen en de groei daarvan kan nog geen getrouw beeld van de ontwikkeling van de geluidbelasting en het aantal daaraan blootgestelde omwonenden worden bepaald. Factoren die hier mede bepalend in zijn luiden:

- De ontwikkeling van de geluidemissie van de toestellen. Moderne toestellen zijn aanzienlijk stiller dan de toestellen uit de jaren 50 en 60;
- De wijze waarop en de tijden waarin de routes worden gevlogen. Aangezien de luchthaven in het huidige stelsel wordt afgerekend op geluidoverlast wordt er bij de afhandeling van het verkeer beter rekening gehouden met onderliggende woonbebouwing en de geluidgevoelige perioden dan vroeger;
- Ook de ruimtelijke ontwikkelingen op de grond hebben een sterke ontwikkeling doorgemaakt. Het aantal belaste woningen is niet alleen gegroeid door meer luchtverkeer, maar tevens doordat er veel woningen in de regio van de luchthaven zijn bijgebouwd.

Al deze factoren zijn uitvoerig onderzocht in verwerkt in het onderzoek van het NLR uit 2006, dat de ontwikkeling over de periode 1993-2005 beschrijft. Het beeld in de periode daarvoor vanaf 1960-1993 is in deze inventarisatie op globale wijze gereconstrueerd, uitgaande van een aantal aannamen:

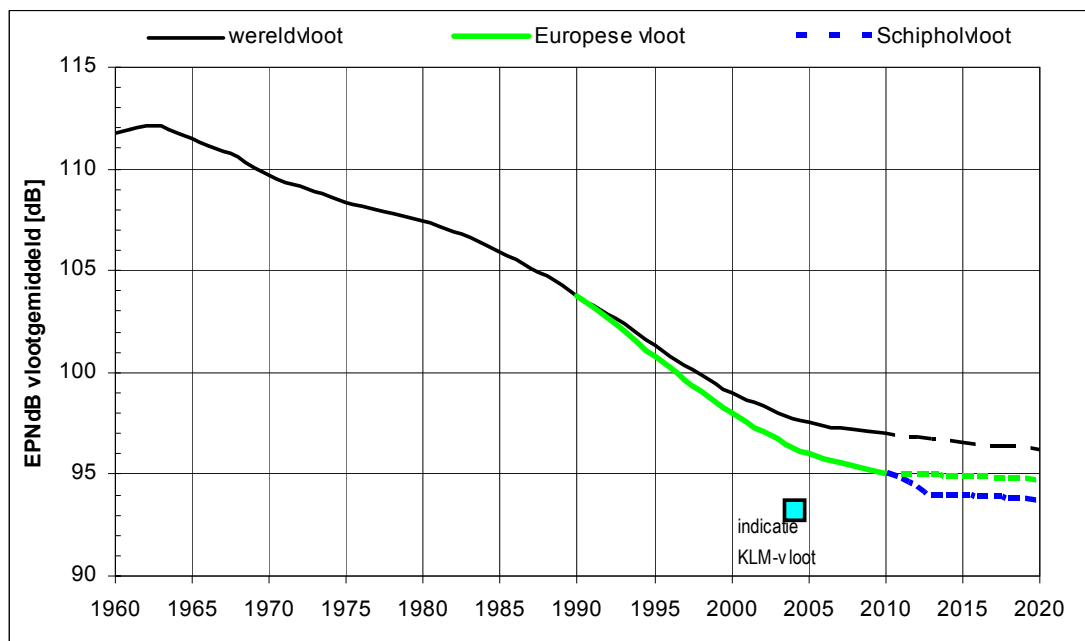
1. Routes.

Aangenomen is dat vliegtuigen in de periode vanaf 1960 globaal dezelfde routes volgden als in 1993, gebruikmakend van het vierbanenstelsel (Kaagbaan, Zwanenburgbaan, Buitenveldert en Aalsmeerbaan). Tevens is hierbij de verdeling van vluchten in de verschillende perioden (dag, avond en nacht) als constant verondersteld.

2. Geluidemissie

In Bijlage 1 wordt op basis van de geluidemissies van verschillende typen verkeersvliegtuigen volgens Rienstra [2000] vanaf 1960 een trendbeeld van een gemiddelde vlootemissie geraamd. Het gaat dan niet specifiek om de vlootemissies voor Schiphol, maar om een indicatie van de gemiddelde vlootemissie zoals geldig voor een algemene luchthaven met internationale vluchten. Dit beeld is weergegeven in Figuur 4.

De gemiddelde geluidemissie van moderne verkeersvliegtuigen is fors afgenomen ten opzichte van de straalvliegtuigen in de beginjaren van de civiele luchtvaart. De invloed van nieuwere stillere typen doet zich echter pas na relatief lange periode gelden, omdat oudere typen lang in bedrijf zijn en een relatief groot aandeel aan de emissie leveren. In Bijlage 1 is behalve de gemiddelde geluidemissie van de 'wereldvloot' ook de gemiddelde emissie van de KLM-vloot op Schiphol geraamd, gebaseerd op [KLM 2004]. Deze bedroeg in 2004 ongeveer 93 dB en is daarmee 4 dB stiller dan de gemiddelde waarde 97 dB, uit Figuur 2 in 2009. Doordat het merendeel van alle vluchten van en naar Schiphol door het totaal van alle andere maatschappijen wordt uitgevoerd, ligt de actuele Schiphol-emissie echter hoger. Op basis van de ontwikkeling in Figuur 2 zijn gemiddelde emissiewaarden vanaf 1960-1990 ten opzichte van het jaar 1993 bepaald.



Figuur 4: Ontwikkeling van geluidproductie van verkeersvliegtuigen (wereldvloot) vanaf 1960 tot 2008 en een prognose voor de periode 2008-2020 (zie Bijlage 1).

Tevens is uit de verkeersgegevens de afname in geluidbelasting bij reconstructie naar 1960 bepaald. De toename in emissie, de afname door lagere verkeersomvang en het netto effect zijn samengevat in Tabel 1.

Tabel 1: Correctiewaarden voor reconstructie van de geluidbelasting in de jaren voor 1993.

Jaar	Enrg. gem. EPN [dB]*	Emissieverschil t.o.v. 1993 [dB]	Correctie t.o.v. 1993 voor minder verkeer [dB]	Netto verschil geluidbelasting tov 1993 [dB]	Index aantal woningen** (1993=100)
1960	111,7	9,4	-6,0	3,4	50
1965	111,5	9,1	-4,8	4,3	55
1970	109,7	7,3	-3,9	3,4	63
1975	108,4	6,0	-2,8	3,2	72
1980	107,4	5,0	-2,3	2,7	79
1985	105,9	3,5	-2,0	1,5	88
1990	103,8	1,4	-1,3	0,1	95

* Dit is de energetisch gemiddelde waarde voor het betreffende jaar, ** gebaseerd op [Statline].

De verdeling van het aantal woningen voor het jaar 1993 over de geluidbelasting is ontleend aan (van Engelen 2006) en is weergegeven in Bijlage 2. Met behulp van deze verdeling, het netto verschil in geluidbelasting en de index uit Tabel 1 is een reconstructie gemaakt van het aantal woningen binnen de 58 dB en 48 dB Lden-contouren en de doses in de periode 1960-1990. De verdeling schuift daarbij naar hogere waarden als het netto verschil uit Tabel 1 positief is en de hoogte neemt voor alle klassen volgens de index af. In 1960 was het aantal woningen uit de verdeling nog de helft van dat in 1993. Daarbij is impliciet aangenomen dat de groei vanaf 1960 zich in ruimtelijke zin min of meer uniform heeft voorgedaan. Een aanpak waarbij geluidkaarten en woonbestanden worden gebruikt is niet goed mogelijk omdat voor de eerdere jaren de laatste niet in geschikte geografische digitale bestanden beschikbaar zijn die met geluidkaarten kunnen worden gecombineerd.

Onzekerheden

De hier gehanteerde methode voor het schatten van de trendontwikkeling voor 1990 is een grove benadering van de werkelijke ontwikkeling. De aanname dat de gemiddelde geluidemissie van de vloot in een bepaald jaar gelijk is verlopen aan het beeld in Figuur 2 bevat al een bepaalde mate van onzekerheid in de zin dat niet precies bekend is hoe lang vliegtuigen worden gebruikt voor dat zij worden vervangen (retirement). In Bijlage 1 is hiervoor een gemiddelde van 25 jaar als aanname gehanteerd, gebaseerd op Veldman [1999]. Daarnaast is aangenomen dat de ruimtelijke verdeling van de vliegtuigen vanaf 1960 tot en met 2003 bij opening van de vijfde baan min of meer gelijk is gebleven. De Buitenveldertbaan en de Zwanenburgbaan zijn echter pas in 1967 en 1968 geopend, zodat vóór deze jaren het vliegverkeer een andere verdeling moet hebben gehad. Ten slotte zijn van de periode 1960-1990 geen geografische adresbestanden in modern elektronisch formaat beschikbaar. Daarom is impliciet verondersteld dat de groei vanaf 1960 zich in ruimtelijke zin min of meer uniform heeft voorgedaan⁷, zodat de verdelingen vanaf 1960, via combinatie met de netto geluidemissie en bevolkingsomvang, uit de verdeling in 1993 konden worden gereconstrueerd. Wij zijn ons ervan bewust dat deze werkwijze een relatief grote onzekerheid met zich meebrengt. Een meer grondige studie zou echter veel grootschaliger aanpak vereisen, waarbij vluchtinformatie (routes/hogten tijden

⁷ Het huidige beperkingengebied is in de basis afkomstig uit de PKB Schiphol en Omgeving uit 1995 en heeft in de periode 1960-1990 geen invloed gehad op de woonverdichting.

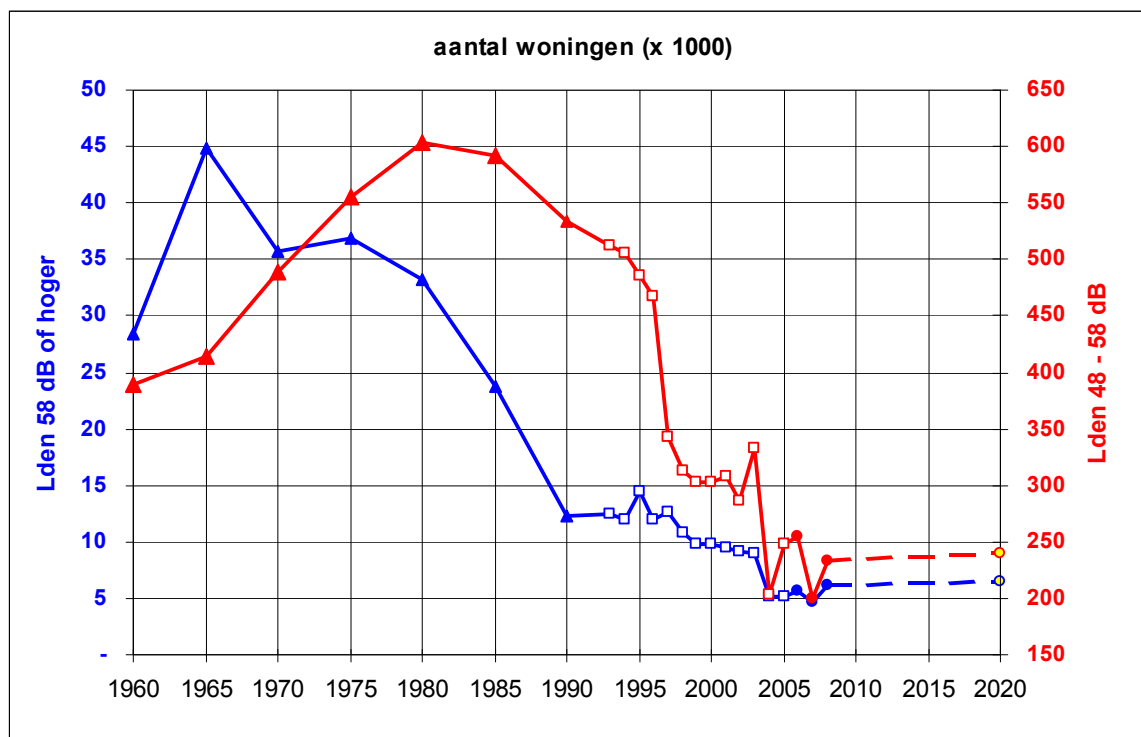
en aantallen), exacte vlootinformatie (emissies) en samenstelling) en geografische databases (vanaf 1960) met de locaties van woningen nodig zijn. Een dergelijke aanpak valt buiten het bestek van dit onderzoek en overstijgt de doelstelling die beperkt is tot een indicatief trendbeeld.

Ondanks deze factoren zal het resultaat naar verwachting in grote lijnen overeenkomen met de werkelijke trendontwikkeling. De totale aantallen vliegbewegingen vanaf 1960 zijn goed bekend en het verloop van de gemiddelde geluidemissie weergegeven in Figuur 2 is goed onderbouwd door feitelijk cijfermateriaal over de omvang en periode waarin verschillende vliegtuigtypen onderdeel van de vloot uitmaken (zie uitgebreide Bijlage 1). Ook in 1960 werd al een fors aantal vluchten (70.000) afgehandeld, wat een grote mate van statistische ruimtelijke spreiding langs de routes met zich meebrengt. Het resultaat is, zolang de totale aantallen goed gekozen zijn, daardoor minder gevoelig voor de exacte ruimtelijke verdeling van vliegroutes en woningen.

3.4 Resultaten en trends

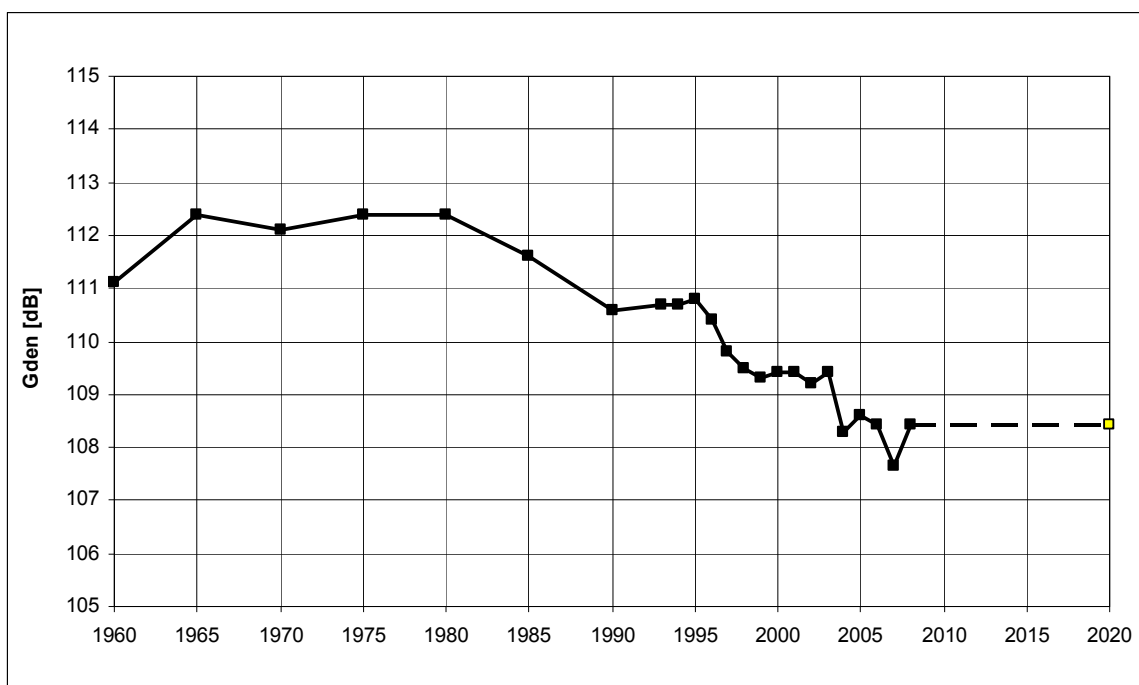
3.4.1 Blootstelling

De resultaten zijn in tabelvorm weergegeven in Bijlage 1. Het aantal woningen binnen de Lden 58 en 48-dB contouren zijn voor de verschillende jaren weergegeven in Figuur 5. De groepsgeluidbelasting Gden vanaf 1960 is weergegeven in Figuur 6.



Figuur 5: Weergave trendontwikkeling geluidbelaste woningen Schiphol 1960-2008. Bron: RIVM (▲ 1960-1990 en ● 2006-2008) en NLR (□ 1993-2005).

Figuur 6 laat zien dat in de jaren 60 en 70 van de vorige eeuw aanvankelijk sprake moet zijn geweest van een relatief hoge geluidbelasting rondom Schiphol. Motoren van oudere toestellen zoals de Boeing 707-100 en de DC8 waren nog zonder 'bypass' ontworpen waardoor een veel sterkere verstoring (turbulentie) van de uitlaatstroom en daarmee gepaarde hogere geluidemissie ontstond. De industrie voerde al snel toestellen met zuiniger en stillere motoren in. Het heeft echter tot eind van de vorige eeuw geduurd voordat de invloed van de oudere toestellen (met name de B707 en DC8) op de totale geluidemissie verdween (zie Bijlage 2). Het effect van de stillere toestellen op de blootstelling van de bevolking is verder beperkt doordat de verkeersomvang van de luchtvaart vooral in de periode 1980-1995 sterk is toegenomen. Vanaf 1995 zien we het aantal belaste woningen en de groeps geluidbelasting door betere handhaving en de opening van de Polderbaan weer enigszins afnemen. Wanneer de toestellen de komende jaren niet stiller worden kan in 2020 bij 510.000 vliegbewegingen weer een lichte toename worden verwacht. De groeps geluidbelasting Gden zal dan ongeveer op 109 dB komen te liggen.



Figuur 6: Weergave trendontwikkeling Groeps geluidbelasting Gden Schiphol 1960-2008.
Brongegevens: RIVM (▲ 1960-1990 en ● 2006 -2008) en NLR (□ 1993-2005).

Bij Figuur 6 moet nog opgemerkt worden dat de groeps geluidbelasting in de periode 1965-1980 weliswaar zo'n 3 dB hoger was dan tegenwoordig, het betrof destijds echter een totaal ander tijdsbeeld van geluidsevents. In 1965 ging het om relatief weinig passages (~ 3 per uur) met zeer hoge piekniveaus (~ 90-100 dB), terwijl het beeld later overging naar relatief veel passages (~ 20 per uur) met aanzienlijk lagere piekniveaus (~ 70-80 dB).

3.4.2 Relatie met ernstige hinder

De eerste signalen dat de groei van de luchtvaart duidelijk een geluidprobleem kent dateren van rond 1955 en komen vanuit Engeland en Amerika. De eerste civiele straalvliegtuigen worden in 1956 in Nederland in gebruik genomen. In Nederland wordt in 1961 de commissie Kosten in het leven geroepen die zich nader buigt over de te verwachten geluidhinder rondom Schiphol, de mogelijkheden om deze in kaart te brengen en te beperken. Als indicator voor hinder wordt de Kosteneenheid (Ke) gedefinieerd, waarvan de waarde minus 10 het percentage gehinderden voorspelt. De commissie adviseert een maximaal toelaatbare grens van 45 Ke in te stellen⁸

Figuur 7 is de trend over de periode 1993-2008 weergegeven in het percentage ernstige gehinderden in een gebied met een straal van 25 km rond de luchthaven. In dit gebied vonden de eerder genoemde vragenlijstonderzoeken plaats. Op basis van de onderzoeksresultaten zijn blootstelling-respons relaties voor de situatie rond Schiphol opgesteld. Door populatiebestanden te combineren met geluidgrids afkomstig van het NLR en de blootstellingresponsrelaties uit de onderzoeken toe te passen is de trend over de periode 1993-2008 berekend [Houthuijs et al. 2010]. Tevens zijn in Figuur 7 de percentages weergegeven die in de onderzoeken zijn vastgesteld.



Figuur 7: Gemodelleerde en gemeten trend in het percentage ernstige hinder rond Schiphol (bron: Houthuijs et al. 2010).

Het percentage ernstige hinder daalde van 17% in 1996, naar 14% in 2002 en 11% in 2005 [RIVM en RIGO, 2005]. De afnemende trend in de groepsgeluidbelasting door Schiphol vanaf 1995 in Figuur 6 is terug te vinden in de trend in het percentage ernstig gehinderden.

⁸ 45 Ke ~ Lden 65 dB, volgens de toenmalige inzichten ondervindt dan ongeveer 1/3 van het aantal blootgestellten ernstige geluidhinder,

Aandeel binnen/buiten/restgebied

Ruim voor de inwerkingtreding van de huidige Luchtvaartwet uit 2003 werd in 1995 de Planologische Kernbeslissing Schiphol en Omgeving van kracht [PKB 1995]. Hierin werden doelstellingen opgenomen voor de beperking van geluidhinder en de externe veiligheidsrisico's, ondermeer vertaald naar maximaal toelaatbare aantallen woningen binnen de meest belaste gebieden. Het nieuwe stelsel uit 2003 met opening van een vijfde baan moest voldoen aan de eisen die in de PKB werden gesteld. Voor geluid betreft dit onder andere het maximaal toelaatbare aantal woningen (woonsituatie 1990) binnen de 35 Ke-contour. Op deze contour liggen de huidige handhavingspunten. In een studie uit 2005 van het Planbureau voor de Leefomgeving [PBL 2005] werd geconcludeerd dat de bescherming die voortvloeide uit de PKB de ontwikkeling van totale geluidoverlast in de ruimere omgeving van Schiphol onvoldoende begrenst. Ook het zogenaamde Totaal Volume Geluid (TVG) biedt geen effectieve bescherming, met name in het restgebied buiten de 48 dB Lden.

In dit kader is in deze studie in aanvulling op de trendontwikkeling als hiervoor gegeven voor de situatie 2008 een uitsplitsing gemaakt naar de geluidbelasting en gemodelleerde hinderomvang in drie gebieden:

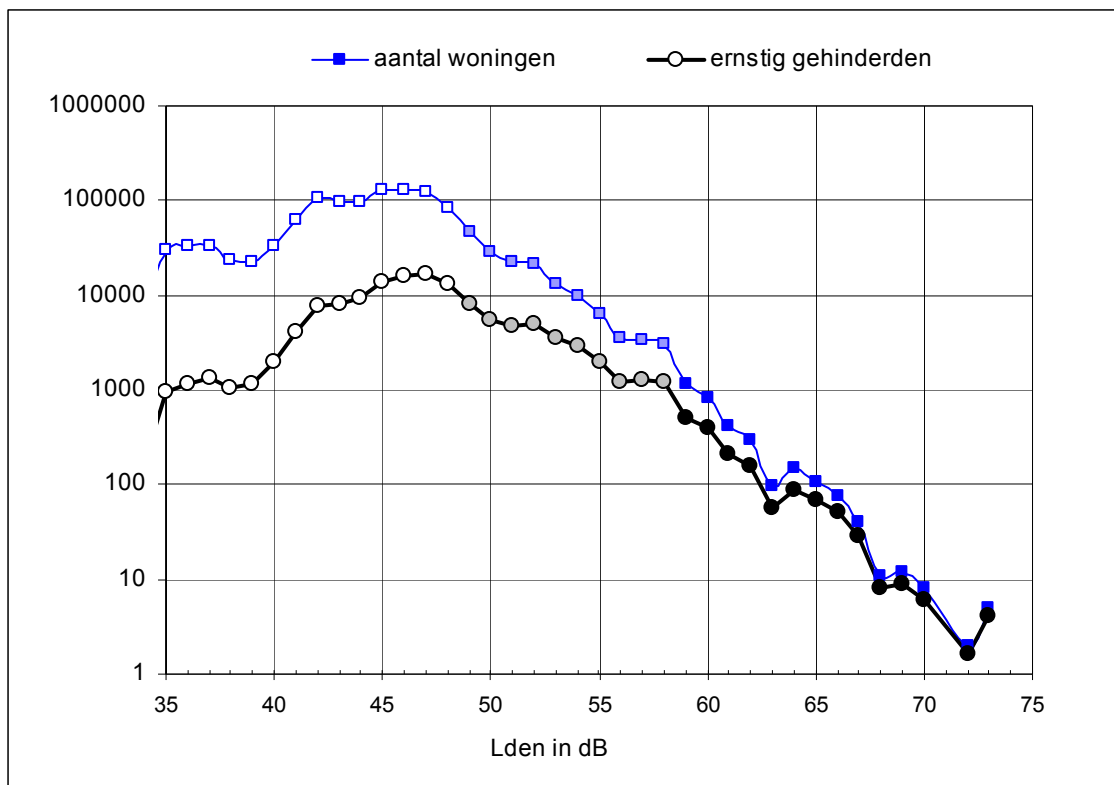
1. het binnengebied: het gebied met een geluidbelasting $L_{den} > 58$ dB
2. het buitengebied: het gebied met een geluidbelasting $48 < L_{den} \leq 58$ dB
3. het restgebied: het gebied met een geluidbelasting $L_{den} \leq 48$ ⁹

Ad 1. De waarde L_{den} 58 dB komt in benadering overeen met 35 KE (Kosten Eenheden)

Ad 3. Voor dit gebied biedt het huidige stelsel geen wettelijke bescherming. Hindereffecten kunnen echter ook optreden bij L_{den} waarden lager dan 48 dB L_{den} , zodat ook het restgebied nog bijdraagt aan de totale hinder.

Figuur 8 geeft het aantal woningen belast met opeenvolgende L_{den} -waarden lopend van 30 tot 75 dB voor de situatie rondom Schiphol in 2007.

⁹ voor zover gelegen binnen het gebied waarvoor de geluidbelasting en hinderbeleving zijn berekend: 55 bij 71 km rondom Schiphol



Figuur 8: Schiphol 2007: Aantal woningen bij opeenvolgende Lden waarden en het aantal ernstig gehinderden geraamd volgens [Breugelmans et al. 2004] in binnen- (> 58 dB), buiten- (48-58 dB) en restgebied (<48 dB).

In Tabel 2 is de groepsgeluidbelasting en de omvang van het aantal ernstige gehinderden ruimtelijk uitgesplitst naar het binnen-, buiten en restgebied.

Tabel 2: Onderverdeling van dosis en hinderbeleving, geraamd volgens [Breugelmans et al. 2004] in het deel in binnengebied ($L_{den} > 58$ dB), buitengebied ($48 < L_{den} \leq 58$ dB) en restgebied ($L_{den} \leq 48$ dB).

Schiphol 2007	Dosis Dden in dB	Aantal ernstig gehinderden (x 1000)
binnengebied	96,6	4
buitengebied	103,9	81
restgebied	104,6	223
Totaal	107,7	308

Uit Tabel 2 blijkt dat de raming volgens [Breugelmans et al. 2004] in het restgebied de grootste omvang in het aantal ernstige gehinderden voorspelt. Het gebied met de hoogste geluidbelasting, het binnengebied, draagt voor een relatief beperkt deel bij aan de totale omvang van het berekende aantal ernstig gehinderden. De oorzaak ligt hierin dat het ruimtelijke oppervlak van het restgebied en het buitengebied en daarmee het ook aantal woningen veel groter is dan dat van het binnengebied. In het restgebied en het buitengebied is de geluidbelasting weliswaar lager, maar het *aantal* woningen dat wordt belast neemt sterk toe. Het beeld bevestigt de eerdere bevindingen van het RIVM [Staatsen et al. 1993], TNO/RIVM [1998] en PBL [2005] en duidt erop dat in het toekomstige beleid niet alleen aandacht voor het binnen- en buitengebied nodig is, maar ook voor de woonkernen die hier juist buiten.

Mogelijkheden hiertoe liggen in onder andere in verdere optimalisatie van de vliegroutes [Jabben et al 2009].

3.4.3 Vergelijking Schiphol met Europese luchthavens

Met de resultaten uit de eerste tranche (2007) van de Europese karteringsrichtlijn voor omgevingslawaai EG/2002/49 is nu ook een aantal blootstellingsgegevens beschikbaar van andere Europese Luchthavens. Met behulp van gegevens volgens [LNE 2007] en gegevens uit de eerste tranche van de EU-geluidkartering (zie [CIRCA 2007]) zijn voor een aantal luchthavens de groepsgeluidbelastingwaarden met elkaar vergeleken. Het betreft daarbij alleen de woningen met een geluidbelasting (Lden) groter dan 55 dB, aangezien de richtlijn dit als ondergrens voor de karteringsplicht stelt. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3. De waarden vormen een onderschatting van de totale groepsgeluidbelasting omdat alleen het deel binnen de 55 dB-contour kan worden bepaald¹⁰. Het gaat echter alleen om een onderlinge vergelijking.

Tabel 3: Onderlinge vergelijking van de groepsgeluidbelasting Gden van Europese luchthavens (2004). Alleen het deel binnen de Lden 55 dB-contour is meegenomen.

	2004	aant. vluchten	Gden ⁵⁵⁺	Gden ⁵⁵⁺ per vlucht*
1	Berlijn-Tegel (sluit in 2011)	131.833	115,4	64,2
2	Londen-Heathrow	476.000	115,3	58,6
3	Lissabon	120.496	110,8	60,0
4	Parijs Orly	222.545	109,9	56,4
5	Brussel-Nationaal	253.257	109,3	55,3
6	Henry Coanda Bucharest	55.430	108,7	61,3
7	Athene	233.016	108,4	54,7
8	Glasgow Internationaal	107.095	106,8	56,5
9	Parijs Charles de Gaulle	525.660	106,0	48,8
10	Madrid Barajas	401.503	103,0	47,0
11	Schiphol	418.613	102,5	46,3
12	Malaga	116.047	101,1	50,4
13	Frankfurt am Main	477.475	98,5	41,7
14	Edinburg Turnhouse	124.597	96,9	45,9
15	Valencia	72.679	95,6	47,0
16	Alicante	71.387	95,5	47,0
17	Dublin Airport	173.110	93,5	41,1
18	München	355.602	92,3	36,8
19	Kopenhagen	268.655	90,3	36,0
20	Helsinki-Vantaa	173.000	83,9	31,5

*Gden per vlucht= Gden - 10log(aantal vluchten)

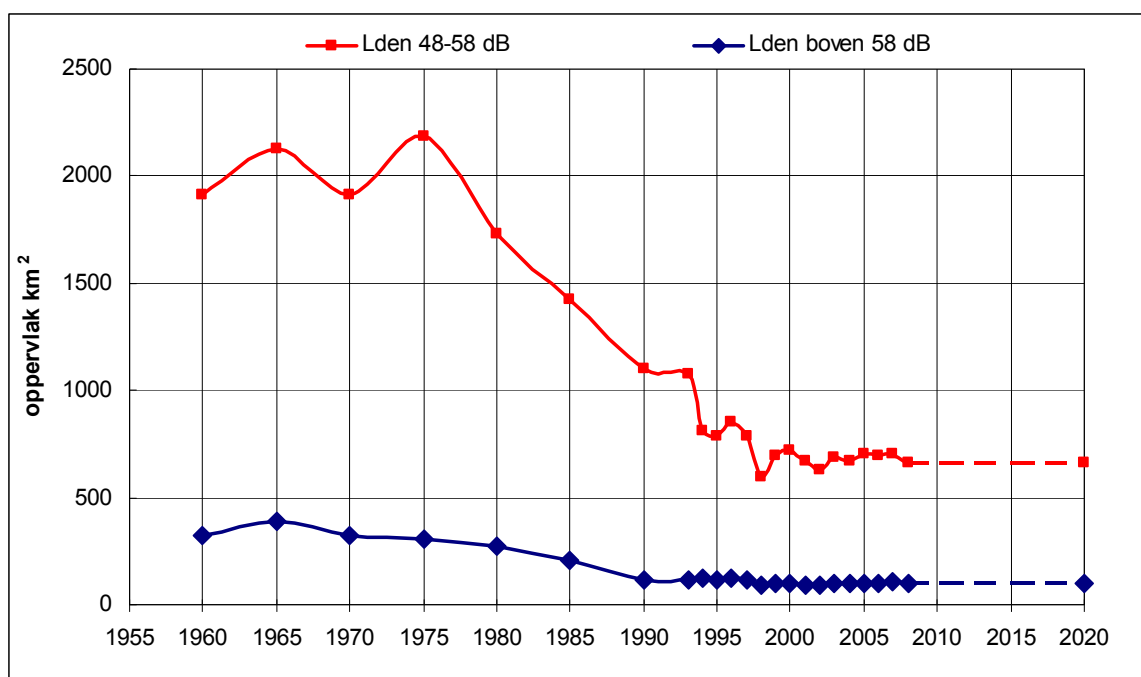
De groepsgeluidbelasting voor Schiphol inclusief het deel onder Lden 55 dB is ongeveer 108,4 dB. Het deel binnen de 55 dB-contour komt op 102,5 dB. Het blijkt dat Schiphol met deze groepsgeluidbelasting en 420.000 vluchten per jaar (2004) zich iets onder de Europese middenmoot bevindt. Wordt echter naar bijdrage aan de groepsgeluidbelasting per vlucht gekeken, dan steekt

¹⁰ Een rapportage over de effecten van de geluidbelasting in een groter gebied rond Europese luchthavens zal in het kader van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol plaatsvinden. Dit kan mogelijk tot bijstelling van het beeld over Schiphol leiden.

Schiphol gunstig af tegenover veel andere luchthavens. Dat duidt erop dat het huidige vijfbanenstelsel in hoge mate benut wordt om de woonbebouwing zoveel mogelijk te ontzien van de hoogste geluidbelastingen. Ter vergelijking, de groeps geluidbelasting per vlucht voor Berlijn-Tegel ligt ruim 8 dB hoger. Kopenhagen en Helsinki laten de laagste groeps geluidbelasting per vlucht zien. Helsinki Airport ligt op ruim 6 km ten noorden van de stad in zeer dun bebouwd gebied. Kopenhagen Airport ligt als het ware op een schiereiland ten zuiden van de stad, waardoor de aan- en vertrekroutes overwegend over zee lopen en de bebouwing wordt ontzien.

3.4.4 Ruimtebeslag

Het oppervlak binnen de 58 en 48 Lden-contouren uit Bijlage 1 is weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9: Weergave geluidbelast oppervlak Schiphol 1960-2008 en prognose 2020.

Het landoppervlak van de provincies Zuid-Holland (3403 km²), Noord-Holland (2671 km²) en Utrecht (1391 km²) samen bedraagt 7465 km². Het ruimtebeslag door Schiphol binnen de 58 Lden en 48_58 Lden contouren in 2008 bedroeg respectievelijk 1,4% en 8,8% hiervan. Het trendbeeld laat een relatief groot belast oppervlak in de periode 1960-1980 zien, daarna een geleidelijke afname tot 1995. Sinds dat jaar is het oppervlak ongeveer gelijk gebleven. De gevoeligheid van het oppervlak binnen de 48 Lden contour voor een toename in geluidbelasting door verkeersgroei is hoog. Een toename met 0,5 dB van de geluidbelasting in 2008, zou dit oppervlak (762 km² in 2008) met ongeveer 14% vergroten.

3.4.5 Doorkijk naar 2020

Het huidige beleidsvoornemen ten aanzien van de luchthaven Schiphol is om de luchthaven als mainport verder te laten groeien tot maximaal 510.000 vluchten in 2020. Het niet 'mainport-gebonden' verkeer, dat geraamd wordt op 70.000 vluchten per jaar, zal via regionale luchthavens worden afgehandeld (Aldersadvies). Hierbij wordt in de eerste plaats gedacht aan een vergroting van het

aandeel burgerverkeer op de militaire luchthaven Eindhoven en aan de verdere ontwikkeling van Lelystad. In 2008 bedroeg het aantal vluchten van en naar Schiphol circa 450.000. Het CPB verwacht een toename van het aantal huishoudens van 7,2 miljoen in 2008 naar 8 miljoen in 2020. Een groei naar 510.000 vluchten zou dan een toename van de groepsgeluidbelasting Gden van 108,4 dB naar 109,4 dB veroorzaken¹¹, vergelijkbaar met de situatie vóór de opening van de vijfde baan in 2003. In de periode 2010-2020 zal de gemiddelde vlootemissie echter nog (beperkt) afnemen (zie Bijlage 2). Dit komt omdat het aandeel stille 'next-generation' toestellen ten opzichte van de oudere toestellen zal toenemen. Dit zal een afname in de orde van 0,9 dB kunnen veroorzaken (zie Bijlage 2). Los van de ontwikkelingen op de regionale vliegvelden in deze periode zal een doorgroei van Schiphol naar 510.000 vluchten in 2020 daarom nauwelijks toename van de geluidbelasting veroorzaken (1 dB verkeersgroei en 0,9 dB emissieafname). Schiphol streeft op basis van richtlijn 2002/30/EC naar een uitfasering van de 'onderkant hoofdstuk 3'-vliegtuigen per 31 december 2012 [TK 2009]. Dit zijn lawaaiige vliegtuigen die maar juist voldoen aan hoofdstuk 3 van Annex 16 van het verdrag van Chicago. Op dit moment worden al nachtelijke vliegbeperkingen en tariefdifferentiatie toegepast.

Overigens ligt het potentieel voor verdere bronreductie nog een stuk hoger. De gemiddelde EPNdB (wereldvloot) ligt momenteel rond de 97 dB. Door uitsluitend gebruik te maken van de stilste toestellen die nu al op de markt zijn is op termijn een gemiddelde vlootwaarde van 92 dB haalbaar. Een dergelijk versneld scenario kan echter niet eigenstandig door Schiphol of nationale regelgeving worden afgedwongen, maar zou een aangescherpt internationaal (ICAO/EU) luchtvaartbeleid vereisen.

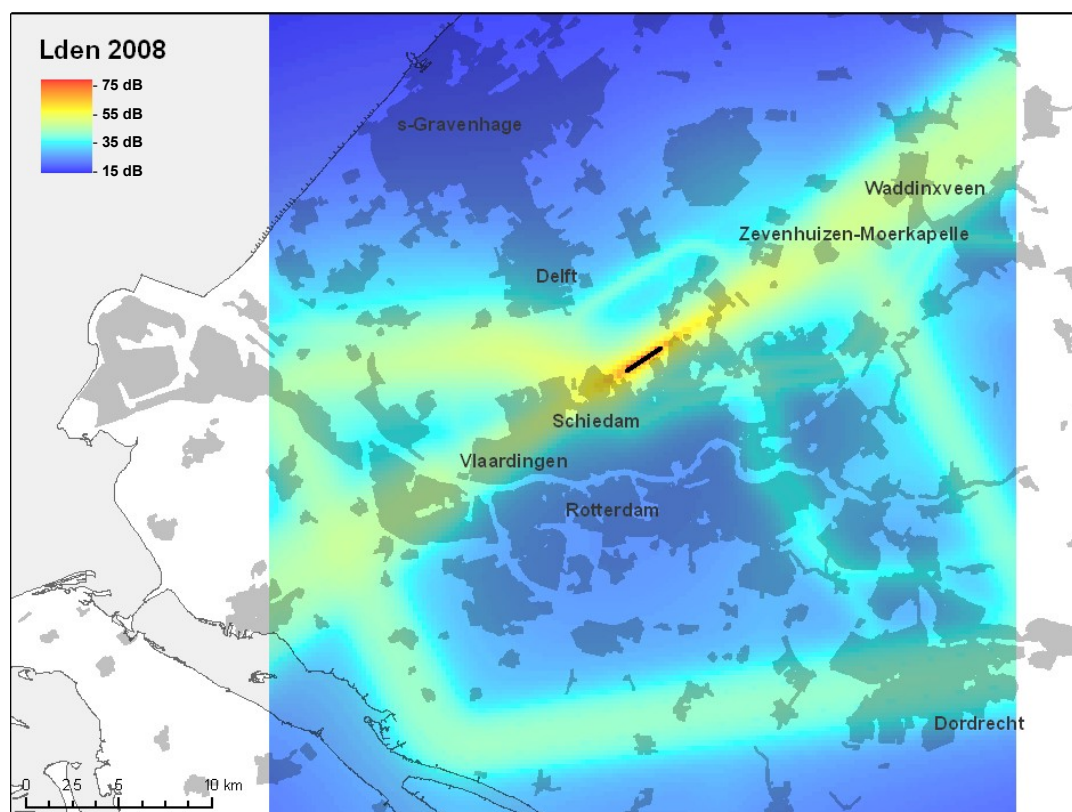
¹¹ toename Groepsgeluidbelasting $\Delta G_{den} \approx 10\log(510/450) + 10\log(8/7.2)$

4 Regionale luchthavens

4.1 Rotterdam Airport

Inleiding

Rotterdam Airport was al vroeg de grootste regionale luchthaven in Nederland. De luchthaven, die in 1956 als Vliegveld Zestienhoven in de gelijknamige polder werd aangelegd, verwerkte in 1971 al een half miljoen passagiers. Vanwege de korte reistijd is de luchthaven uitstekend bereikbaar voor de inwoners uit de agglomeraties Den Haag en Rotterdam. Daar staat tegenover dat de luchthaven dicht op woonwijken van Rotterdam, Berkel en Rodenrijs ligt. Plannen om de luchthaven te verplaatsen hebben tot in de jaren 90 verdere ontwikkelingen geremd. Het duurde dan ook tot eind jaren 90 voordat het recordaantal passagiers uit 1971 weer werd geëvenaard.

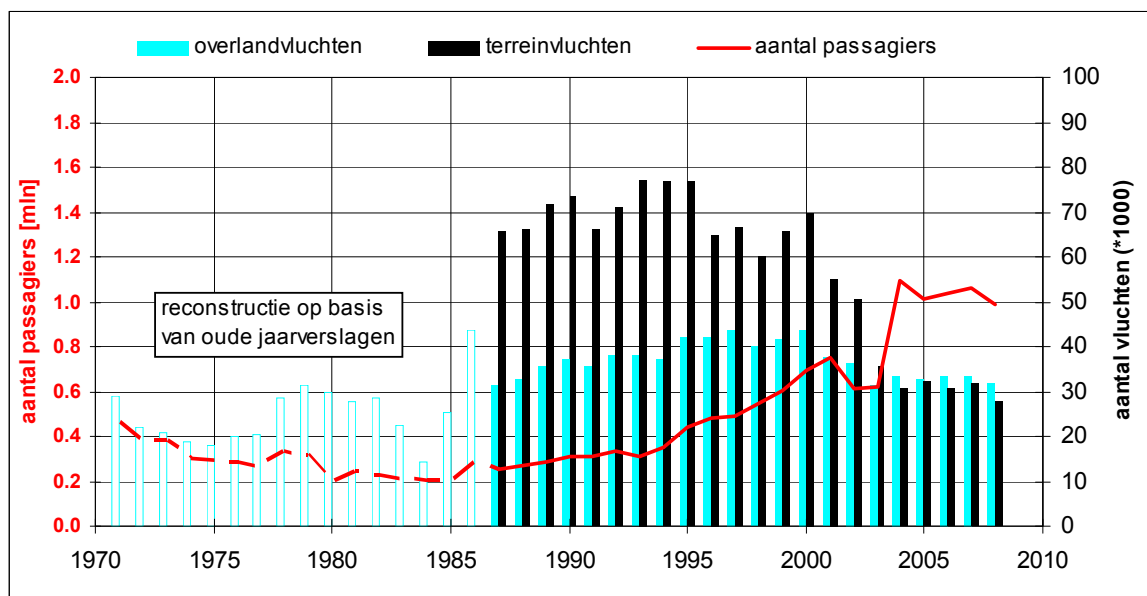


Figuur 10: Geluidbelasting rondom Rotterdam Airport in 2008. Bron: NLR.

Met de komst van prijsvechter Basiqair (nu Transavia) in 2004 stegen de passagiersaantallen vervolgens tot bijna 1,2 miljoen. Omdat de geluidruimte al jaren vrijwel volledig benut is, kon de stijging van vluchten met middelgrote toestellen (B737-800) alleen worden gefaciliteerd door het gelijktijdig verdwijnen van tienduizenden lesvluchten. Een verdere volumevergroting lijkt onmogelijk. Luchthaven Eindhoven heeft daardoor de status van 'grootste regionale luchthaven' kunnen overnemen in 2006.

Groei luchtverkeer

Het aantal vliegbewegingen en het aantal passagiers vanaf 1970 zijn weergegeven in Figuur 11. De vliegbewegingen zijn uitgesplitst in terreinvluchten en overlandvluchten. Bij terreinvluchten is het vertrek en aankomst op dezelfde luchthaven, bij overlandvluchten betreft het verschillende luchthavens. De afname van het aantal terreinvluchten in de figuur komt vrijwel geheel op conto van een afname van lesvluchten. De 30.000 overlandvluchten bestaan grotendeels uit lijn- en zakenvluchten. Vrachtverkeer speelt geen rol van betekenis op Rotterdam Airport. Over heel 2008 waren er niet meer dan vijf vrachtluchten.



Figuur 11: Aantal vluchten en passagiers Rotterdam Airport. Bron: [Statline] en oude jaarverslagen [Forum 2004].

Vloot

De vlootsamenstelling in Rotterdam wijkt af van de internationale mainports. Vanwege de kortere landingsbaan (2200 m) kunnen grote vliegtuigen zoals de B747 niet volbeladen opstijgen. De laatste jaren bestaan de overlandvluchten uit 35% propellervliegtuigen met meer dan 40 stoelen, zoals de Fokker 50, en voor nog eens 35% uit middelgrote straalvliegtuigen, zoals B737-700 en B737-800. Zakenjets maken 20% van de overlandvluchten uit (onder andere Piaggio Avanti, Falcon 900) [MER 2006].

Geluidbelasting

Op basis van geluidkaarten die zijn opgesteld door het NLR is gekeken naar een aantal geluidindicatoren voor een aantal verschillende zichtjaren. Deze zijn weergegeven in Tabel 4. De totale groepsgeluidbelasting Gden in 2008 ligt ongeveer 11 dB lager als de totale groepsgeluidbelasting van Schiphol.

Vanaf 2000 tot 2005 is de geluidbelasting van Rotterdam Airport afgenomen. De afname is vooral te danken aan een strenger nachtregime dat in 2002 werd geïntroduceerd, waarbij avond- en nachtluchten niet meer zijn toegestaan.

De stationering van Basiqair in 2004, waarbij het aantal passagiers fors is toegenomen, heeft niet direct tot een hogere groepsgeluidbelasting geleid doordat daarbij relatief stille B737-800's werden ingezet.

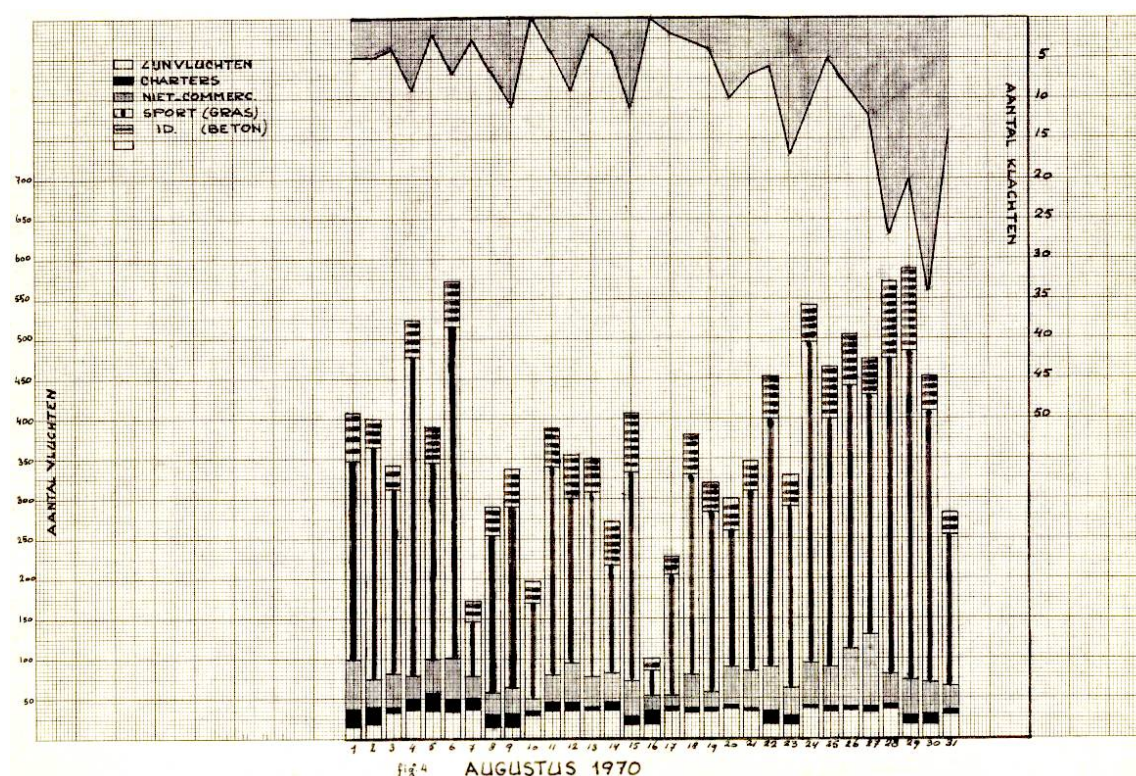
Wel zien we in 2005-2008 weer een toename in het aantal woningen binnen de 48 en 58 dB Lden-contouren en de groepsgeluidbelasting Gden. In deze periode is het aantal vluchten niet sterk toegenomen. Wel is het strikte nachtregime enigszins losgelaten: naast vertraagde vluchten mogen ook regeringsvliegtuigen landen.

Tabel 4: Geluidbelaste woningen, groepsgeluidbelasting en geluidbelast oppervlak.

	Lden>58 dB	48< Lden <= 58 dB	Gden [dB]	Opp. 58 dB [km ²]	Opp. 48-58 dB [km ²]
1997	50	11.000	98,5		
1998	40	9.200	98,1		
1999	45	10.000	98,4		
2000	50	13.000	98,6	3,7	38,9
2002	50	9.700	97,6	3,1	28,2
2005	5	3.500	96,0	1,9	14,9
2008	35	7.500	97,1	2,4	24,0

Klachten

De klachten over geluid afkomstig van de luchthaven worden sinds jaar en dag geanalyseerd (Figuur 12). De laatste jaren gebeurt dat door DCMR [DCMR 2006]. In de klachtenanalyse valt op dat vooral aan het begin en einde van de nachtperiode (23:00 en 7:00) veel klachten binnenkomen.



Figuur 12: Klachtenhistorie van Vliegveld Zestienhoven. Grafiek met aantallen vluchten en klachten in de maand augustus 1970. Bron: www.geschiedenisvanzuidholland.nl

Historisch ontwikkeling groepsgeluidbelasting

Op een vergelijkbare wijze als bij Schiphol is voor luchthaven Rotterdam een emissiereconstructie gemaakt. Daarbij als uitgangspunt genomen dat de huidige Fokker 50 en 100 sinds de jaren zestig van de vorige eeuw vooraf werden gegaan door toestellen als Fokker 27 en 28. Voor de huidige middelgrotere machines van caliber B737 zijn oudere hoofdstuk 2-types genomen. Tevens is aangenomen dat destijds een vergelijkbare verhouding tussen propellor- en straalvliegtuigen bestond als nu. De General Aviation toestellen zijn buiten beschouwing gelaten bij de geluidproductie.

Tabel 5 laat zien dat de op deze wijze gereconstrueerde emissie rond 1970 zo'n 7 dB hoger was dan tegenwoordig. De rechter kolom geeft de groepsgeluidbelasting Gden. Vanwege de afnemende emissie en de toenemende bevolkingsdichtheid bleef deze enkele decennia vrij constant, circa 101 dB. Pas de laatste tien jaar is deze afgenomen tot 97 dB.

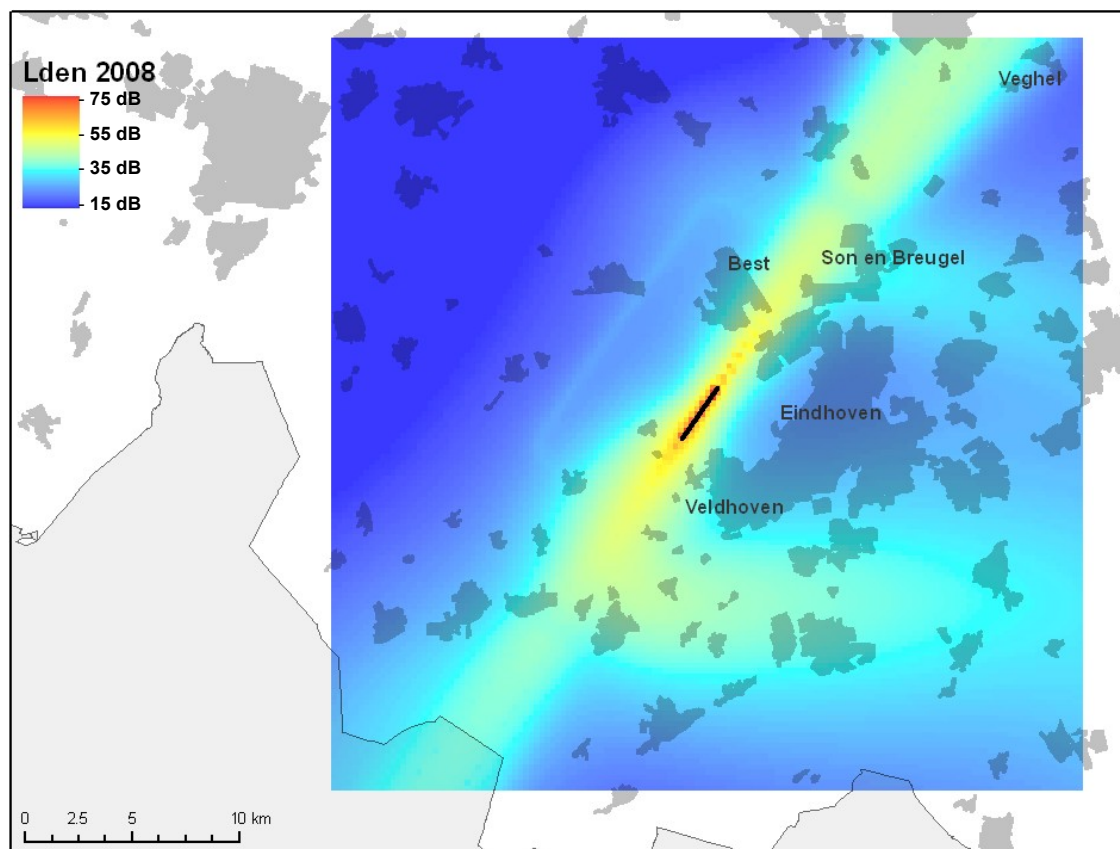
Tabel 5: Correctiewaarden voor reconstructie van de geluidbelasting in de jaren voor 2002.

Jaar	Enrg. gemiddeld EPN [dB]*	Emissieverschil tov 2002 [dB]	Correctie tov 2002 voor verkeer [dB]	Netto verschil geluidbelasting tov 2002 [dB]	Groeps- geluidbelasting [dB]
1970	102,7	6,7	0,3	6,9	102
1975	102,2	6,1	-3,0	3,1	99
1980	101,6	5,5	-0,8	4,7	101
1985	100,9	4,8	-1,5	3,3	100
1990	100,2	4,1	0,1	4,2	101
1995	99,3	3,3	0,6	3,9	101

4.2 Eindhoven Airport

Eindhoven Airport neemt een bijzondere positie in doordat het een militaire luchthaven is met medegebruik door de civiele luchtvaart. Alleen de verkeerscijfers van de civiele luchtvaart zijn openbaar, waardoor de hier gepresenteerde geluidbelasting slechts betrekking heeft op de burgerluchtvaart. De gemeente Veldhoven, die in het verlengde van de startrichting ligt, neemt aan dat de militaire vluchten (transport- en jachtvliegtuigen) momenteel een vergelijkbare geluidruimte in beslag nemen als de civiele vluchten. De totale geluidbelasting vanwege de luchthaven ligt daardoor zo'n 3 dB hoger is dan die van de burgerluchtvaart. Begin jaren 90, na overheveling van een jachtsquadron uit Soesterberg, legden de militaire activiteiten echter een aanzienlijk groter beslag op de vergunde geluidruimte. De totale vergunde geluidruimte (circa 22 km²) staat overigens al enige tijd ter discussie in de regio, omdat in de praktijk slechts een fractie daarvan wordt gebruikt. Defensie wil echter ruimte houden zodat zij ook bij speciale operaties, onder andere in NAVO-verband, geen last heeft van de geluidgrenzen.

In het advies van de Alderstafel is een aanzienlijke toename van vluchten voorzien voor de luchthaven Eindhoven in 2020: twee- tot driemaal de huidige omvang van 17.000 vluchten.

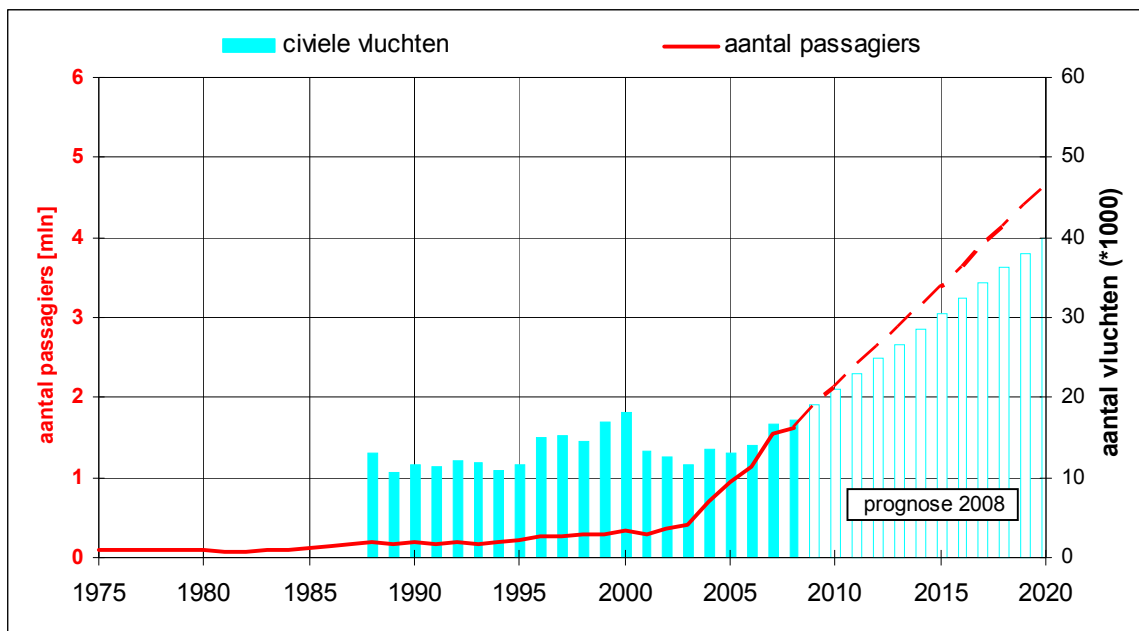


Figuur 13: Geluidbelasting van civiele luchtvaart rondom Eindhoven Airport in 2008. Bron: NLR.

Figuur 13 toont de Lden-kaart van 2008. De stad Eindhoven heeft een Lden van minder dan 30 dB. Delen van de plaatsen Veldhoven, Best en Veghel liggen boven de 40 dB.

Verkeersontwikkeling

Figuur 14 geeft de passagiersaantallen vanaf 1975 en de aantallen vluchten vanaf 1988 weer. Het betreft hier alleen de civiele vluchten met meer dan 6000 kg startgewicht. De prognose voor de toekomstige ontwikkelingen in deze figuur is gebaseerd op de uitkomst van de Alderstafel Schiphol uit 2008. De Alderstafel Eindhoven zal in de loop van 2009 met een advies en een bijbehorende prognose komen. Overigens leidt de huidige recessie tot een afname van de groei. Hierdoor kan het enige tijd duren voordat de groei weer aantrekt. Dit is nog niet verwerkt in de prognose.



Figuur 14: Aantal vluchten (startgewicht > 6 ton) en passagiers Eindhoven. Bron: [EA 2009, Mols 2009] en [TK 1996].

Ontwikkeling geluid

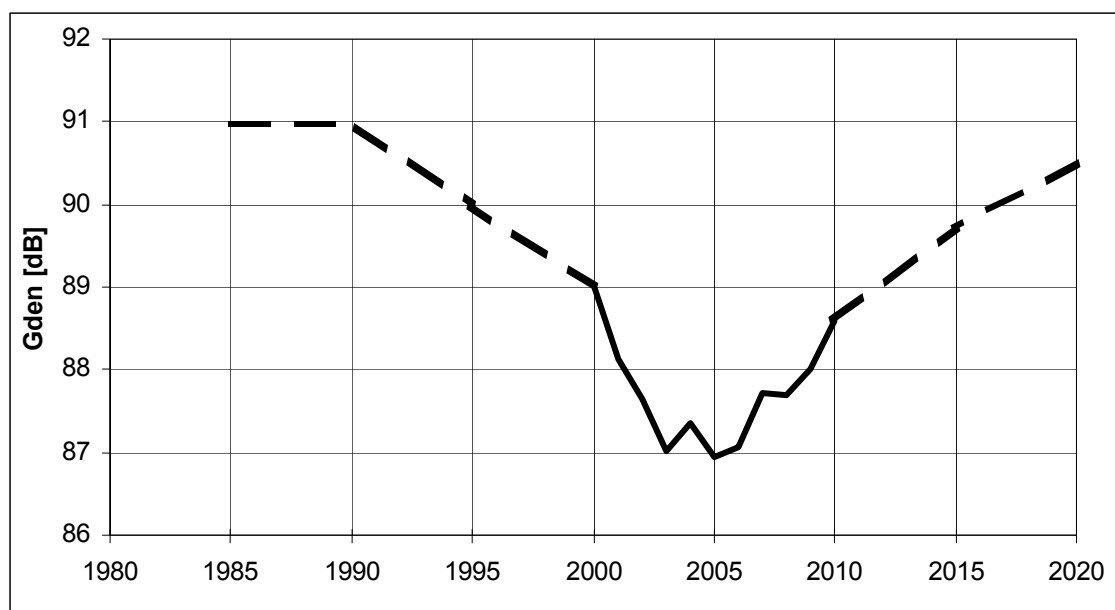
Op basis van de geluidkaarten van het NLR hebben wij het aantal geluidbelaste woningen berekend voor 2005 en 2008. Voor de overige jaren na 2002 is een berekening gemaakt met behulp van de gebruikte geluidruimte¹² zoals die vanaf dan gepubliceerd wordt door de luchthaven. Voor de jaren voor 2002 is een reconstructie op basis van het aantal vluchten gemaakt. Daarbij is in zoverre rekening gehouden met de demografische ontwikkelingen dat er gecorrigeerd is voor de toename van het aantal woningen in Nederland door de jaren heen (dus geen regionale cijfers). Tabel 6 en Figuur 15 geven de berekeningen en schattingen. Zoals eerder vermeld betreft het hier alleen de civiele vluchten.

In vergelijking met Rotterdam ligt de groeps geluidbelasting bij Eindhoven ongeveer 10 dB lager. De reden is deels dat de omgeving veel minder dicht bebouwd is en deels om dat hier alleen de bijdrage van het civiele verkeer is meegenomen. Als het advies van de Alderstafel wordt gerealiseerd, zal de groeps geluidbelasting ten gevolge van de civiele luchtvaart in 2020 weer op het niveau liggen van begin jaren 90.

¹² de geluidruimte is het oppervlak van de civiele 35 Ke-contour [EA 2009].

Tabel 6: Geluidbelaste woningen en groepsgeluidbelasting Eindhoven Airport (exclusief België).

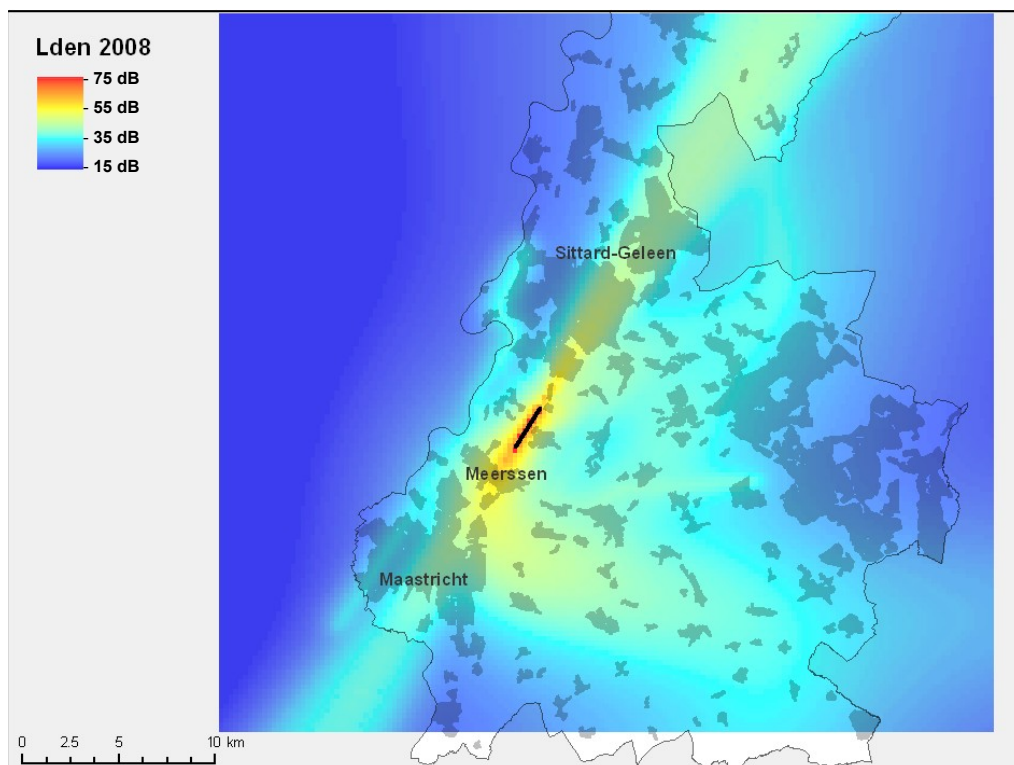
Jaar	Lden>58 dB	48< Lden <= 58 dB	Gden [dB]	Opmerking	Nauwkeurigheid
1985			91		* (schatting uit vliegtuigbewegingen en afnemend aandeel lawaaiige vliegtuigen)
1990			91		
1995			90		
2000	3	400	89	meer vluchten wegens EK2000	** (schatting uit vliegtuigbewegingen)
2001	0	150	88		*** (op basis van geluidruimte)
2002	0	120	88		
2003	0	120	87	begin Ryanair	
2004	0	150	86	indicatie	*** (berekening)
2005	0	180	87		
2006	0	180	87	begin Transavia	*** (op basis van geluidruimte)
2007	0	200	88		
2008	1	210	88		*** (berekening)
2020			90	prognose	* (prognose)



Figuur 15: Historisch ontwikkeling en prognose groepsgeluidbelasting Gden, Eindhoven Airport 1985-2020.

4.3 Maastricht-Aachen Airport

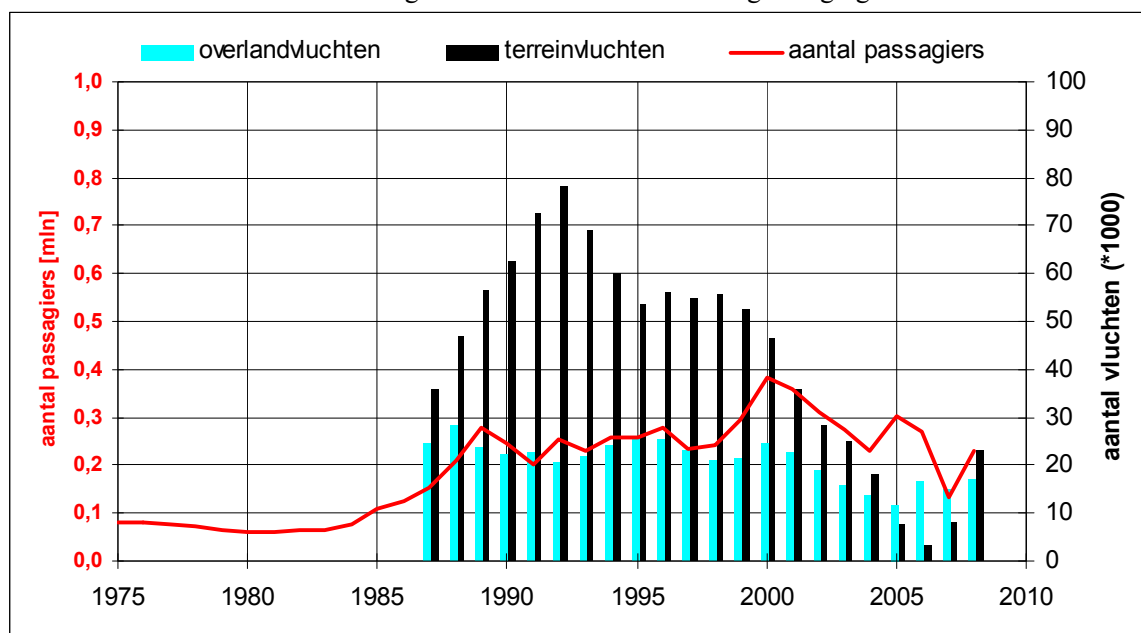
Maastricht-Aachen Airport ligt in vergelijking met Eindhoven en Eelde in een drukbevolkte omgeving, zie Figuur 16. Maastricht, Geleen en Sittard hebben een geluidbelasting van 40 tot 45 dB. De plaatsen Beek en Meerssen liggen boven 50 dB.



Figuur 16: Geluidbelasting rondom Maastricht-Aachen Airport in 2008. Bron: NLR.

Verkeersontwikkeling

De cijfers over vluchten zijn opgenomen in Figuur 17. Het leeuwendeel van de vliegbewegingen in de periode voor 2004 kwam op conto van de luchtvaartschool. Met de verplaatsing van de luchtvaartschool na 2005 naar Portugal is ook het totale aantal vliegbewegingen sterk verminderd.



Figuur 17: Aantal vluchten en passagiers Maastricht-Aachen Airport. Bron: [Statline] en [TK 1996].

Ontwikkeling geluid

Voor Maastricht-Aachen Airport zijn geluidberekeningen beschikbaar van 2005 en 2008, zie Tabel 7. Weliswaar is de groeps geluidbelasting iets afgenomen van 2005 naar 2008, toch waren er meer woningen met een hoge geluidbelasting in 2005 dan in 2008. Dit komt doordat de 58 dB-contour toen iets meer woongebieden omvatte (Meerssen en Beek). Voor het jaar 2000 is de groeps geluidbelasting gereconstrueerd op basis van het aantal vluchten en een schatting voor de toenmalige vlootsamenstelling. De groeps geluidbelasting van Maastricht-Aachen Airport is iets lager dan die van Rotterdam Airport.

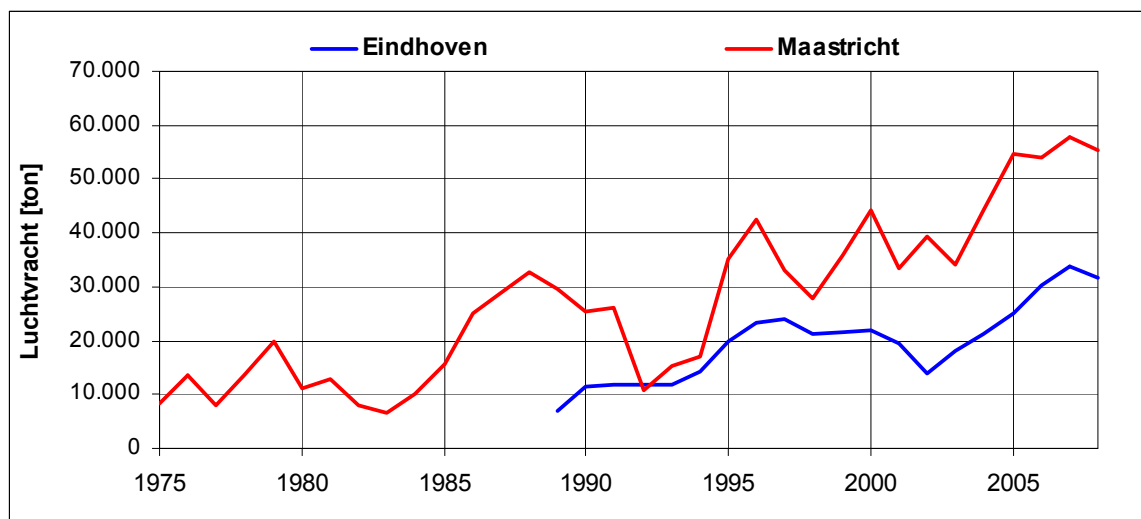
Tabel 7: Geluidbelaste woningen en groeps geluidbelasting Gden Maastricht-Aachen Airport (exclusief België).

Jaar	Lden > 58 dB	48 < Lden ≤ 58 dB	Gden [dB]
2000	1778*	-	100
2005	624	8945	95
2008	330	9685	96

*Bron: [MAA 2004].

Vrachtverkeer

Naast personenvervoer is ook het vrachtvervoer belangrijk in Maastricht. De luchthaven is op dit gebied groter dan Eindhoven, zie Figuur 18. Overigens is het vrachtvolume op het nabijgelegen vliegveld Luik tienmaal zo groot en op Schiphol twintigmaal zo groot als in Maastricht.

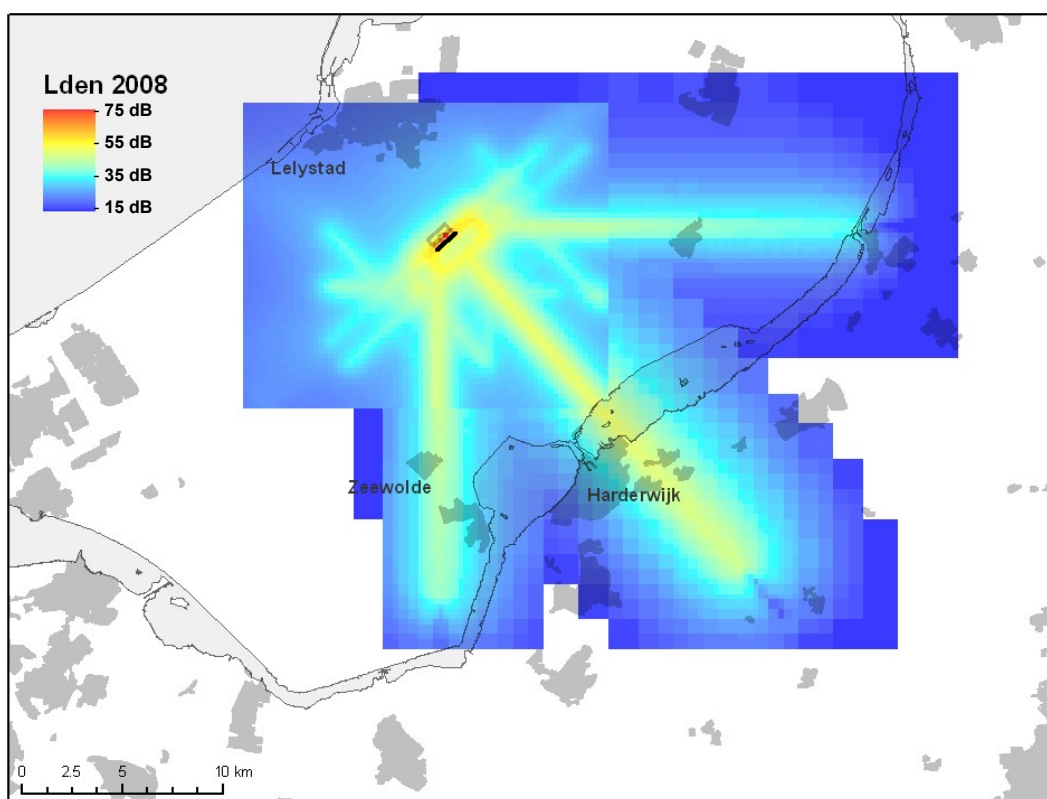


Figuur 18: Ontwikkeling vrachtverkeer luchthavens Maastricht en Eindhoven. Bron: [Statline] en [TK 1996].

4.4 Lelystad Airport

Lelystad Airport is de grootste 'General-aviation' luchthaven. General aviation is het overige verkeer anders dan militaire vliegtuigen en gereguleerd civiel verkeer. In Lelystad bestaat 70% van het verkeer uit kleine lesvliegtuigen. Kenmerkend voor deze luchthaven is verder de relatief dunbevolkte omgeving in vergelijking met andere luchthavens. Het vliegveld is met de huidige baanlengte van 1300 m en het

ontbreken van een verkeersleiding slechts beperkt geschikt voor zakenjets (1% van alle vluchten). In de PKB van 2004 voor Lelystad Airport wordt in de nabije toekomst een baanverlenging naar 2100 m voorzien. De PKB geeft daarbij een aantal randvoorwaarden aan. In dit kader heeft de luchthaven in mei 2008 een aanwijzingsverzoek ingediend bij de minister van Verkeer en Waterstaat. Dit houdt in dat Lelystad in de toekomst ook het general aviation verkeer van Schiphol geheel kan afwikkelen, en daarnaast ook ruimte biedt voor de narrow-body verkeersvliegtuigen (zoals A320 en B737). Samen met Eindhoven Airport moet Lelystad 70.000 vluchten van Schiphol kunnen overnemen in 2020. Geschat wordt dat de luchthaven in de toekomst ongeveer 2 miljoen passagiers kan vervoeren van en naar Europese bestemmingen. Figuur 19 geeft een beeld van de huidige geluidbelasting rondom het vliegveld.

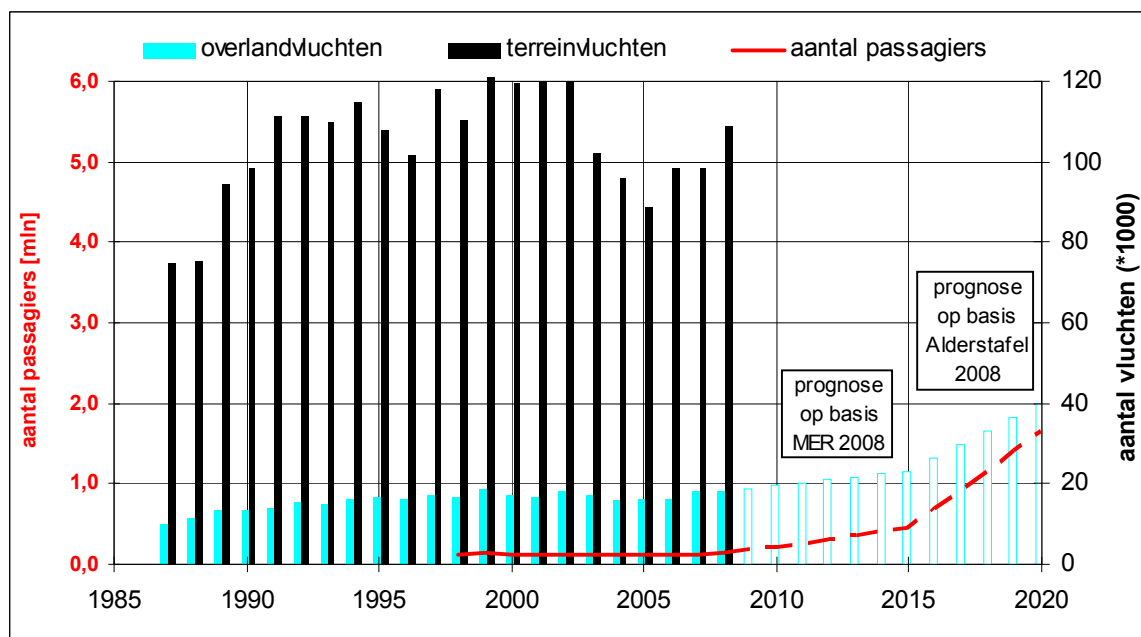


Figuur 19: Geluidbelasting rondom Luchthaven Lelystad in 2008. Bron: NLR/ extensie RIVM.

De figuur laat zien dat de stad Lelystad geheel buiten het belaste gebied valt ($L_{den} < 30$ dB). Ten zuiden en zuidoosten liggen de gemeenten Zeewolde en Harderwijk en ten oosten ligt Biddinghuizen. Het kader (18 x 15 km) van het gekarteerde gebied is te klein om deze plaatsen mee te nemen. Om toch een indruk te verkrijgen van de geluidbelasting buiten het kader zijn de waarden geëxtrapoleerd. De geluidbelasting in de noordelijkste woonwijken van Harderwijk bedraagt ongeveer 45 dB.

Verkeersontwikkeling

Figuur 20 geeft een overzicht van de passagiersaantallen (lijn+charter) en van de overland- en terreinvluchten. De prognose voor de toekomstige ontwikkelingen in deze figuur is gebaseerd op de Alderstafel Schiphol uit 2008. De Alderstafel Lelystad zal in de loop van 2009 met een advies en een bijbehorende prognose komen.



Figuur 20: Aantal vluchten en passagiers Lelystad Airport. Bron: [Statline].

Het aantal vluchten ligt fors hoger dan dat op Rotterdam en Maastricht. Het gaat daarbij echter om vliegtuigen met een veel geringer motorvermogen (geen jets) en lagere geluidemissie.

Ontwikkeling geluid

Op basis van de geluidkaarten van het NLR, geëxtrapoleerd naar gemeente Harderwijk zijn de volgende indicatoren uit Tabel 8 bepaald:

Tabel 8: Geluidbelaste woningen en groepsgeluidbelasting Groningen Airport Eelde.

Jaar	Nwon >58 dB	Nwon 49-58 dB	Nwon 40-48 dB	Gden [dB]
2005	0	7	2280	79
2008	0	24	3612	81

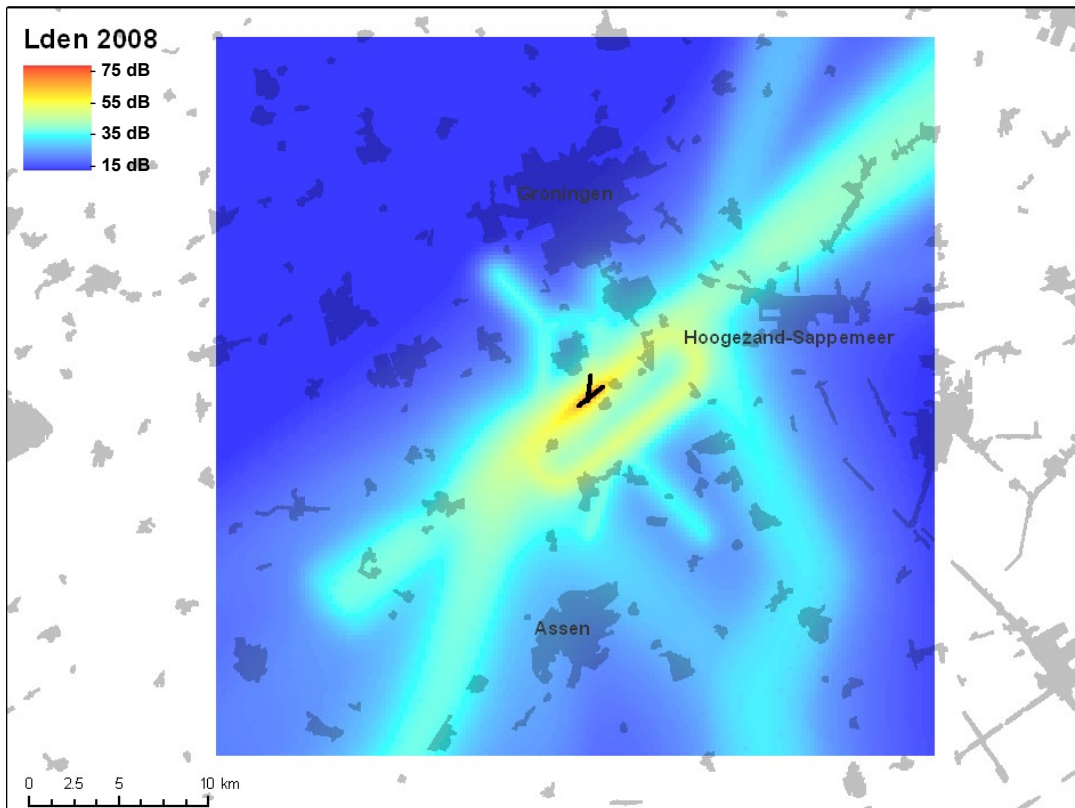
In overeenstemming met de toename van het aantal vluchten is de geluidbelasting toegenomen. Deze blijft echter ruim onder die van Rotterdam en Maastricht omdat er nauwelijks jets aanwezig zijn.

4.5 Groningen Airport Eelde

Groningen Airport Eelde ligt tien kilometer ten zuiden van de stad Groningen. De luchthaven is belangrijk voor de general-aviation maar heeft ook passagiersdiensten (iets meer dan Lelystad). Het grootste deel dan de vluchten, circa 65%, betreft lesvluchten met kleinere vliegtuigen.

De luchthaven heeft banen van 1500 en 1800 m lengte. Deze laatste baan zal waarschijnlijk rond 2011 verlengd worden tot 2500 m. Hierdoor komen ook bestemmingen buiten Europa in beeld. De baanverlenging betekent overigens niet dat er tevens meer geluidruimte wordt aangevraagd. De luchthaven denkt binnen de vergunde ruimte te blijven door minder lesvluchten te realiseren (het

gebruik van vluchtsimulators neemt toe).

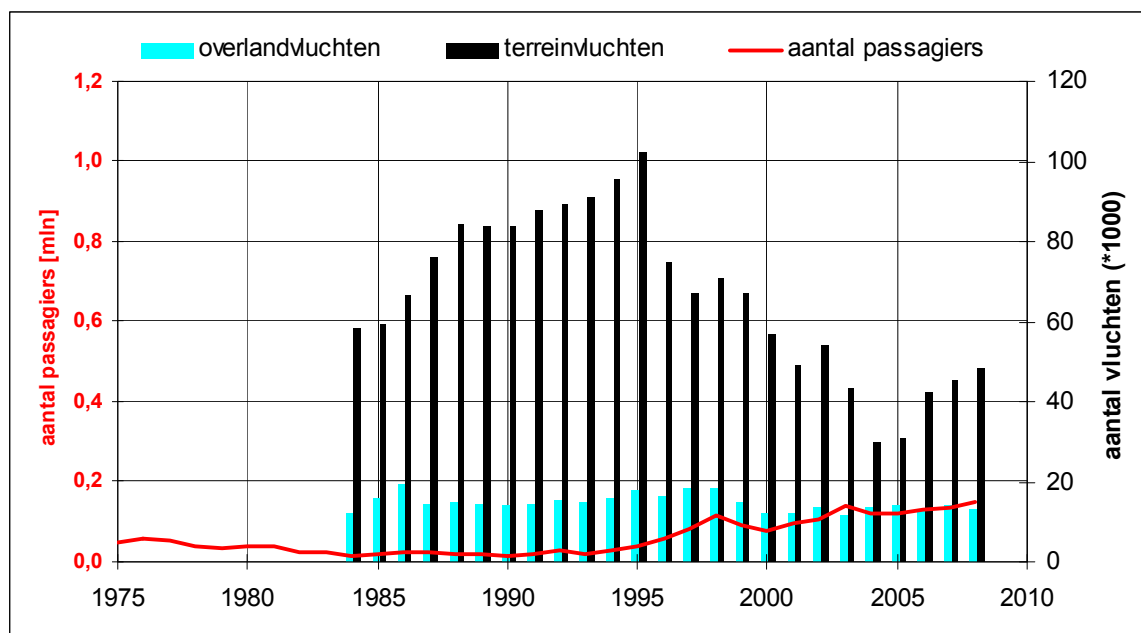


Figuur 21: Geluidbelasting rondom Groningen Airport Eelde in 2008. Bron: NLR.

Verkeersontwikkeling

De ontwikkeling van aantallen passagiers en vluchten is afgebeeld in Figuur 22. Vanaf 1995 begon het aantal passagiers toe te nemen en het aantal lesvluchten (meestal terreinvluchten) af te nemen. De groei van het aantal passagiers is de laatste jaren minder gestaag dan in Eindhoven maar wel stabiel dan in Maastricht. Hoewel Groningen Airport Eelde geen deel uit maakt van het advies van de Alderstafel, verwacht de luchthaven na de baanverlenging ook een deel van de groeipotentie van Schiphol over te kunnen nemen.

Op Groningen zijn Transavia, VLM en BMI de belangrijkste aanbieders van commerciële vluchten.



Figuur 22: Aantal vluchten en passagiers Groningen Airport Eelde. Bron: [Statline] en [TK 1996].

Ontwikkeling geluid

Op basis van de geluidkaarten van het NLR zijn de indicatoren van Tabel 9 bepaald. De groeps geluidbelasting Gden van deze luchthaven is enkele dB's hoger dan van Lelystad.

Tabel 9: Geluidbelaste woningen en groeps geluidbelasting Groningen Airport Eelde.

Jaar	Lden > 58 dB	48 < Lden ≤ 58 dB	Gden [dB]
2005	4	173	82,6
2008	7	426	83,9

4.6 Militaire luchtvaart

Dit onderzoek richt zich primair op de geluidbelasting door het civiele verkeer en de ontwikkeling daarvan over de afgelopen jaren. Niettemin mag een beknopte paragraaf over het belang van militair luchtverkeer niet ontbreken. Hoewel het percentage ernstige hinder door militair vliegverkeer (exclusief helicopters) in Nederland sinds 1987 (15% ernstige hinder) geleidelijk is afgenomen, veroorzaakte deze bron in 2003 bij 6% van de Nederlanders boven 16 jaar ernstige hinder [Franssen et al. 2003]. Daarom is voor de belangrijkste militaire luchtvaartterreinen ook een raming van het aantal belaste woningen (boven Lden 58 en 48 dB) en de groeps geluidbelasting gemaakt. De resultaten zijn opgenomen in Tabel 10.

Tabel 10: Aantal geluidbelaste woningen en groepsgeluidbelasting Gden door militaire luchtvaart.

Bron	Jaar	Woningen Lden > 58 dB	Woningen 48 < Lden ≤ 58 dB	Groepsgeluidbelasting Gden [dB]
Laagvliegroute LR10	2005	5.704	9.811	100,2
Geilenkirchen (Awacs)*	2007	560	9.540	96,5
Volkel	2005	1.211	722	95,5
Leeuwarden	2005	953	3.673	95,1
Totaal		8.938	38.636	103,3

* gebaseerd op [Lania 2008]

De totale groepsgeluidbelasting van 103 dB ligt nog ruim onder die van Schiphol, maar het aantal woningen binnen de 58 dB geluidcontour is hoger. Dit wordt vooral veroorzaakt door de laagvliegroute LR10. De staatssecretaris van Defensie heeft in 2002 het gebruik van één van de twee laagvliegroutes in Noordoost-Nederland opgeschort, omdat deze te veel hinder veroorzaakte. Het gaat om de laagvliegroute 'noord-zuid', die vanuit de provincie Friesland langs Zwolle en Deventer tot Winterswijk loopt (LR10A). De andere laagvliegroute 'zuid-noord' (LR10) langs Almelo en Sleen blijft wel in gebruik.

De geluidsdoses van Geilenkirchen, Volkel en Leeuwarden afzonderlijk zijn vergelijkbaar met die van de regionale luchthavens Rotterdam en Maastricht.

5 Conclusies

- De verkeersontwikkeling van de luchtvaart heeft een sterke groei doorgemaakt vanaf de jaren 60. Deze ontwikkeling kent een parallel met de ontwikkeling van het binnenlandsproduct, waarbij in perioden van recessies afvlakking van groei optreedt. In relatie met de huidige mondiale recessie is de komende jaren nauwelijks groei te verwachten.
- Ondanks de sterke groei vanaf 1960 is de geluidbelasting rondom de Nationale Luchthaven Schiphol vanaf de beginjaren van het straaltijdperk geleidelijk afgenomen.
- De afname houdt verband met de ontwikkeling van moderne, stillere straalmotoren en een verbetering van vliegprocedures. De afname verloopt echter langzamer dan de technologische ontwikkeling, omdat oudere luidruchtige vliegtuigen over een relatief lange periode (~25 jaar) in gebruik blijven.
- Door uitfasering van de lawaaiigste toestellen ('onderkant hoofdstuk 3' of MCC3 genoemd) is nog een potentieel van ongeveer 2 dB aan geluidreductie aanwezig bij de Europese vloot (en 5 dB bij de wereldvloot). Dit potentieel zou worden gerealiseerd als uitsluitend met de stilste toestellen uit de huidige vloot zou worden gevlogen. Bij autonome ontwikkeling zal dit niet voor 2020 bereikt worden.
- Door groei van 450.000 vluchten in 2008 naar 510.000 vluchten in 2010 en groei van het aantal huishoudens van 7,2 naar 8 miljoen in 2020 zal de gemiddelde geluidbelasting in de omgeving met ongeveer 1 dB toenemen. Deze toename is groter dan de te verwachten geluidreductie door de autonome vlootontwikkeling in Europa. Schiphol heeft ingezet op het weren van 'onderkant hoofdstuk 3'-vliegtuigen, met als doelstelling een 'full ban' per 31 december 2012. Bij realisatie daarvan kan een constante geluidbelasting tot aan 2020 worden verwacht.
- Bij de regionale luchthavens zijn er twee ontwikkelingen die de verkeersgroei hebben gecompenseerd. Net als bij Schiphol zijn de vliegtuigen geleidelijk stiller geworden, zij het vanwege een andere vlootsamenstelling niet in dezelfde mate als op Schiphol. De tweede ontwikkeling is dat het aantal lesvluchten flink is afgenomen door uitplaatsing naar het buitenland.
- Over de geluidontwikkeling van militaire vliegbases door de jaren heen is weinig bekend, doordat de informatie daarover slechts zeer beperkt in de openbaarheid wordt gebracht. De huidige belasting door de militaire vliegbases Geilenkirchen, Volkel en Leeuwarden is vergelijkbaar met die van Rotterdam of Maastricht. De belasting vanwege Laagvliegroute 10 in het oosten van Nederland ligt nog enkele decibellen hoger.
- De gezamenlijke geluidbelasting van de regionale luchthavens (Rotterdam, Maastricht, Eindhoven, Lelystad en Eelde) en militaire luchtvaart (Volkel, Leeuwarden, Geilenkirchen, laagvliegroute 10) ligt slechts enkele decibellen lager dan die door Schiphol. Zij dragen in daarom belangrijke mate mede bij aan het percentage Nederlanders, dat ernstige hinder ondervindt van passagiers- en vrachtvliegtuigen (4% in 2003) en van militaire vliegtuigen (6%). Het is daarom in de toekomst van belang dat ook voor de overige luchthavens een adequaat geluidbeleid van kracht blijft, om de overlast door de Nederlandse bevolking door luchtvaart zoveel mogelijk te beperken.

- Rondom Schiphol is de omvang van het aantal ernstig gehinderden in het buitengebied (48-58 dB Lden) en het restgebied (minder dan 48 dB Lden) het grootst. Het gebied met de hoogste geluidbelasting, het binnengebied (met meer dan 58 dB Lden) draagt voor een kleiner deel bij aan de omvang van de ernstige hinder. De oorzaak ligt hierin dat het ruimtelijke oppervlak van het buitengebied en het restgebied veel groter is dan dat van het binnengebied. In het restgebied en het buitengebied is de geluidbelasting weliswaar lager, maar het aantal woningen dat wordt belast neemt sterk toe.

Literatuur

- Alders (2008). Brief van Hans Alders aan de ministers van V&W en VROM, Groningen, 1 oktober 2008, http://www.alderstafel.nl/filelib/file/Advies_Alders_MLT.pdf
- Breugelmans O.R.P. et al. (2004) Gezondheid en beleving van de omgevingskwaliteit in de regio Schiphol: 2002, , RIVM-rapport 630100001.
- CIRCA (2007). http://circa.europa.eu/Public/irc/env/d_2002_49/library
- DCMR (2006). Jaarverslag 2006, Vliegtuigklachten rondom Rotterdam Airport.
- EA (2009). Eindhoven Airport, jaarverslag 2009.
- van Engelen, J.A.J. et al. (2006, Evaluatie Schipholbeleid, Trends milieu-effecten Schiphol Historische ontwikkelingen 1993 – 2005, NLR-CR-2005-551, januari 2006.
- Forum (2004). eindrapport van het Vlaams Forum Luchtvaart, advies aan de Vlaamse Overheid, via www.wiloo.be
- Franssen E.A.M. et al. (2003). Hinder door milieufactoren en de beoordeling van de leefomgeving in Nederland. Inventarisatie verstoringen 2003. RIVM-rapport 815120001, TNO Inro-rapport no.2004-34.
- Houthuijs D. et al. (2010). Gezondheidskundie Evaluatie Schiphol. Monitoringsprogramma 2006-2009. RIVM rapport (in voorbereiding).
- Jabben J. et al. (2009). Geluidoptimalisatie van luchtvaartroutes, RIVM rapport 680555001, 2009.
- KLM (2004) ‘Toelichting op de cijfers bij het KLM Duurzaamheidsverslag 2003/2004’, website KLM.
- Lania H.A. (2008). Berekening van de geluidsbelasting op Nederlands grondgebied nabij de vliegbasis Geilenkirchen in 2007. Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium NLR-CR-2008-180, 2008.
- LNE (2007). Ruimtelijke ordening en geluidbeheer rond Europese luchthavens, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (LNE) van de Vlaamse overheid, december 2007.
- Luchtvaartnota (2009). – Concurrerende en duurzame luchtvaart voor een sterke economie, Rijksoverheid, april 2009.
- MER (2006) MER zoneaanpassing Rotterdam Airport, mei 2006, Advanced Airinfra BV
- Mols G. (2009). Communicatie G. Mols (Eindhoven Airport) aan RIVM, juni 2009
- PKB (1995). Planologische Kernbeslissing Schiphol en Omgeving, Ministeries van V&W, VROM en EZ, december 1995.
- PBL (2005). Het milieu rond Schiphol 1990 – 2010, Feiten & cijfers, Milieu en Natuur Planbureau (thans: Planbureau voor de Leefomgeving), 2005.

Rienstra (2000). Memo Schiphol en het geluid, Technische Universiteit Eindhoven, januari 2000.

RIVM en RIGO (2005). Evaluatie Schipholbeleid. Schiphol beleefd door omwonenden. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2005.

Schiphol (2009). Website Schiphol Group, periode 1960-1990 afkomstig uit factsheet 'Feiten & Cijfers 2004', periode 1992-2008 afkomstig uit tabel 'Maandelijks Verkeer & Vervoer cijfers', beide via <http://www.schipholgroup.nl/Onderneming/Informatie/FeitenCijfers.htm>

Staatscourant (2009) STAATSCOURANT Nr. 1393317 september 2009
<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2009-13933.html>

Staatsen B.A.M. et al. (1993). Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol. RIVM-rapport 441520001.

Statline CBS StatLine databank, <http://statline.cbs.nl/statweb/>

TK (1996). Regionale-luchthavenstrategie, nota nr. 2, vergaderjaar Tweede Kamer 1996-1997.

TK (2007). tkkst nr29 665-46 Evaluatie Schipholbeleid.

TK (2009). Beantwoording van kamervragen over de Luchtvaartnota door de ministers van VenW en van VROM, VenW/DGLM-2009/2793, 28 juli 2009.

TNO en RIVM (1998). Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten in de regio Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. RIVM-rapport 441520010.

Veldman (1999). rapport RE99.004 Vlootontwikkeling, RAND Europe, februari 1999.

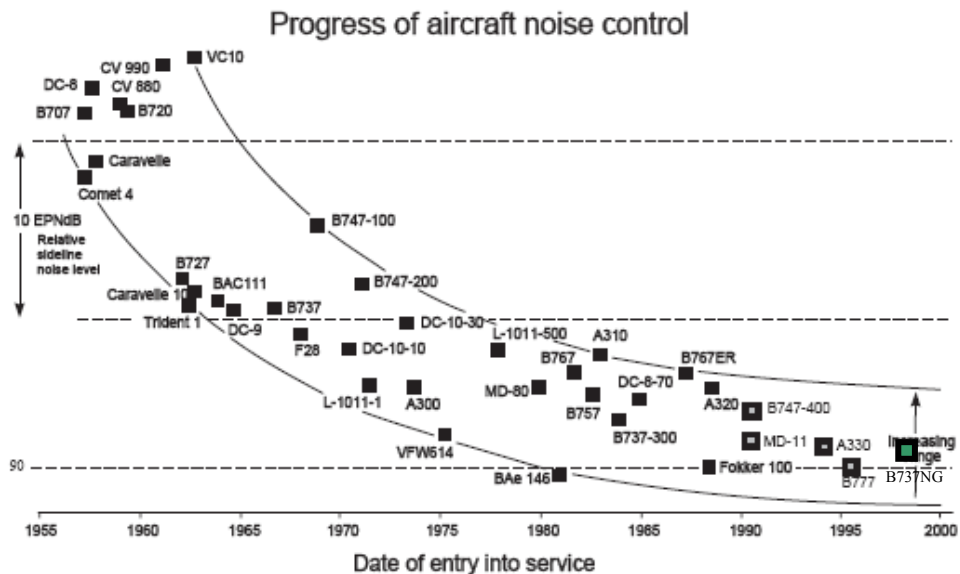
Bijlage 1 Trend geluidbelasting Schiphol vanaf 1960

Tabel B1.1: Resultaat trendraming. Bron: RIVM (<1993 en >2005); overig [van Engelen 2006].

	Woningen Lden>58 dB	Woningen 48< Lden <= 58 dB	Opp [km ²] Lden>58	Opp [km ²] 48<Lden<=58	Groepsgeluid- belasting Gden[dB]	Opmerking
1960	28.351	389.127	321	1.913	111,1	Gereconstru- eerd uit Lden 1993
1965	44.857	414.786	392	2.126	112,4	
1970	35.638	489.139	321	1.913	112,1	
1975	36.880	555.871	306	2.184	112,4	
1980	33.208	603.858	273	1.734	112,4	
1985	23.821	591.552	203	1.427	111,6	
1990	12.216	533.848	116	1.099	110,6	
1993	12.458	511.331	113	1.073	110,7	[Van Engelen 2006]
1994	11.971	505.505	122	809	110,7	
1995	14.505	486.202	120	786	110,8	
1996	11.973	466.544	125	856	110,4	
1997	12.548	342.657	114	788	109,8	
1998	10.819	312.774	90	600	109,5	
1999	9.749	303.403	98	699	109,3	
2000	9.744	303.066	100	718	109,4	
2001	9.516	308.512	95	673	109,4	
2002	9.124	285.435	89	626	109,2	
2003	8.911	332.929	102	690	109,4	
2004	5.181	203.628	97	668	108,3	
2005	5.138	248.073	102	705	108,6	
2006	5.715	254.418	102	692	108,4	
2007	4.733	199.568	106	700	107,7	Aanvullende analyse RIVM
2008	6.145	233.159	102	660	108,4	
2020	6.500	240.000	113	736	108,5	

Bijlage 2 Geluidemissies luchtvaart 1955-2000

Een inventarisatie van EPN-geluidemissies van de meest voorkomende civiele verkeersvliegtuigen is gemaakt door Rienstra [2000]. Zijn resultaten zijn weergegeven in Figuur B2.1.



Figuur B2.1: Ontwikkeling geluidemissies voor diverse typen verkeersvliegtuigen in sideline EPNdB¹³ vanaf 1955 tot 2000 volgens Rienstra [2000].

Het beeld in Figuur B2.1 geeft echter alleen de emissies weer van de verschillende typen op het moment van introductie. Om een schatting te kunnen maken van de ontwikkeling van de geluidemissie van de vloot als geheel is het nodig na te gaan hoeveel toestellen van elk type zijn geproduceerd en hoe lang zij in gebruik zijn geweest. De ontwikkeling van de geluidemissie van de ‘gemiddelde’ vloot zal een veel langzamer afname laten zien dan Figuur B2.1. De levensduur van een toestel bedraagt in veel gevallen minstens 25 jaar, zodat een toestel met een relatief hoge geluidemissie uit de begin jaren 60 over tot ver in de jaren 80 de geluidemissie kan beïnvloeden. Tabel B2.1 geeft een overzicht van aantallen en productieperiode ontleend aan Wikipedia.

¹³ EPNdB, staat voor ‘Effective Perceived Noise’ in decibels. Dit niveau wordt volgens internationale standaard gemeten als een gemiddelde over drie vliegtrajecten: approach, lateral en flyover, zie voor een uitgebreide beschrijving http://www.icao.int/icao/en/env/NoiseCertification_06/Presentations/Depitre_4.pdf

Tabel B2.1 Productieperioden en aantallen bij verschillende typen verkeersvliegtuigen vanaf 1955, volgens Wikipedia.

Type	van	tot	aantal	EPNdB*
B707	1958	1979	1.010	112
Convair 990	1961	1963	37	113
Convair 880	1959	1962	65	113
Caravelle	1955	1965	282	109
DC8	1958	1972	556	114
B727	1963	1984	1.832	102
B747-100	1966	1970	167	106
B747-200	1968	1991	393	102
B737	1968	heden	6.000	101
DC9	1965	1982	976	101
BAC111	1963	1982	244	101
B747-200	1968	1991	393	102
Fokker 28	1967	1987	241	99
A300	1974	2007	561	96
DC10	1970	1989	446	99
MD-80	1979	1999	1.191	96
L-1011-500	1968	1984	250	98
B767	1982	heden	975	97
A310	1983	2007	255	98
B737-300	1981	2000	1.998	93
B757	1982	2004	1.050	95
BAe 146	1978	2003	221	89
Fokker 100	1986	1997	283	90
MD-11	1988	2000	200	92
A320	1988	2000	3.893	96
B747-400	1989	2005	800	94
A330	1992	2000	615	92
B777	1993	2000	792	90
B737 next generation**	1998	heden	6.000	92

* Volgens Rienstra [2000], **aanvulling RIVM

Om tot een gemiddelde vlootemissie te komen is aangenomen dat het aantal toestellen van een bepaald type over de productieperiode lineair oploopt tot het totaal aantal geproduceerd. Tevens is voor alle typen een gemiddelde levensduur van 25 jaar aangenomen, gebaseerd op [Veldman 1999]. De 'retirement' verloopt echter geleidelijk. Sommige vliegtuigen gaan langer mee en sommige vliegtuig worden eerder uit bedrijf genomen. Dit kan goed beschreven worden met behulp van de volgende functie:

$$f_{\text{bedrijf}}(t) = \frac{e^{-(t-25)}}{1 + e^{-(t-25)}} \quad (\text{B1.1})$$

waarin f_{bedrijf} de kans dat een vliegtuig na t jaar nog in bedrijf is. Na 25 jaar is deze gelijk aan 50%. Van een bepaald type waarvan, vanaf t_o gedurende Δ jaren, N vliegtuigen worden geproduceerd zullen er na verloop van tijd nog $n(t)$ in de wereldvloot voorkomen, gegeven door:

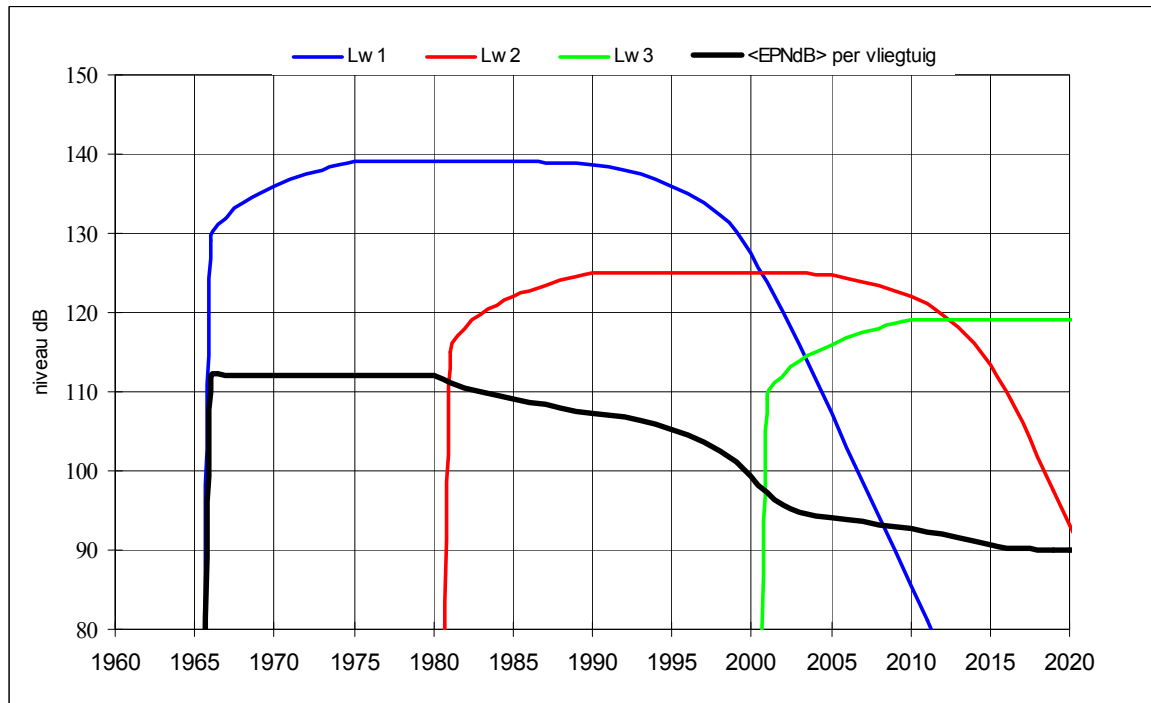
$$n(t) = \frac{N}{\Delta} \int_{t_o}^{\min(t, t_o + \Delta)} f_{\text{bedrijf}}(t - \tau) d\tau = \begin{cases} \frac{N}{\Delta} \cdot \ln \left(\frac{1 + e^{(t - \min(t, t_o + \Delta) - 25)}}{1 + e^{(t - t_o - 25)}} \right) \\ 0, t \leq t_o \end{cases} \quad (\text{B1.2})$$

Het tijdsverloop van de gemiddelde vlootemissie kan daarna worden bepaald door energetische middeling over alle typen uit Tabel B2.1 :

$$\langle \text{EPNdB} \rangle(t) = 10 \cdot \log \left(\sum_i n_i(t) \cdot 10^{\frac{\text{EPNdB}_i}{10}} \right) - 10 \cdot \log \left(\sum_i n_i(t) \right) \quad (\text{B1.3})$$

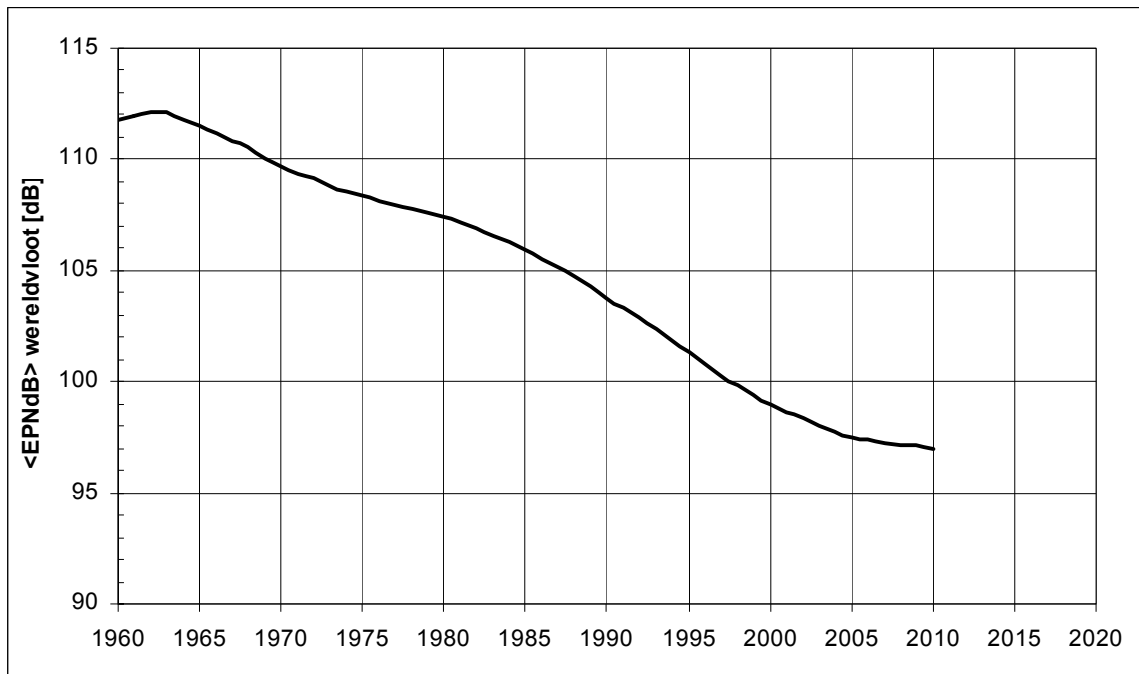
waarin de index i over alle vliegtuigtypen uit Tabel B2.1 loopt.

Een eenvoudig voorbeeld van de manier waarop de gemiddelde geluidemissie zich ontwikkelt is weergegeven in Figuur B2.2. Er worden drie typen vliegtuigen in verschillende jaren op de marktgebracht, in aantal respectievelijk 500, 1000 en 800 toestellen en in EPNdB-waarde respectievelijk 112, 95 en 90 dB. De figuur laat zien dat de type 1, door het hoge geluidniveau vanaf 1965 tot ongeveer 2000 dominant is, ondanks dat het stillere toestel 2 dan allang is geïntroduceerd. Het stilste toestel 3 dat in 2000 wordt geïntroduceerd is pas in 2020 bepalend voor de gemiddelde EPNdB-waarde.



Figuur B2.2: Voorbeeld van de ontwikkeling van de gemiddelde EPNdB-waarde bij de introductie van drie typen vliegtuigen 1, 2 en 3 in 1965, 1980 en 2000 met emissies van respectievelijk 112, 95 en 80 dB.

Op die manier is het verloop van de gemiddelde wereldvlootemissie, geraamd uitgaande van de gegevens uit Tabel B2.1. Het resultaat is weergegeven in Figuur B2.3 en Tabel B2.2.

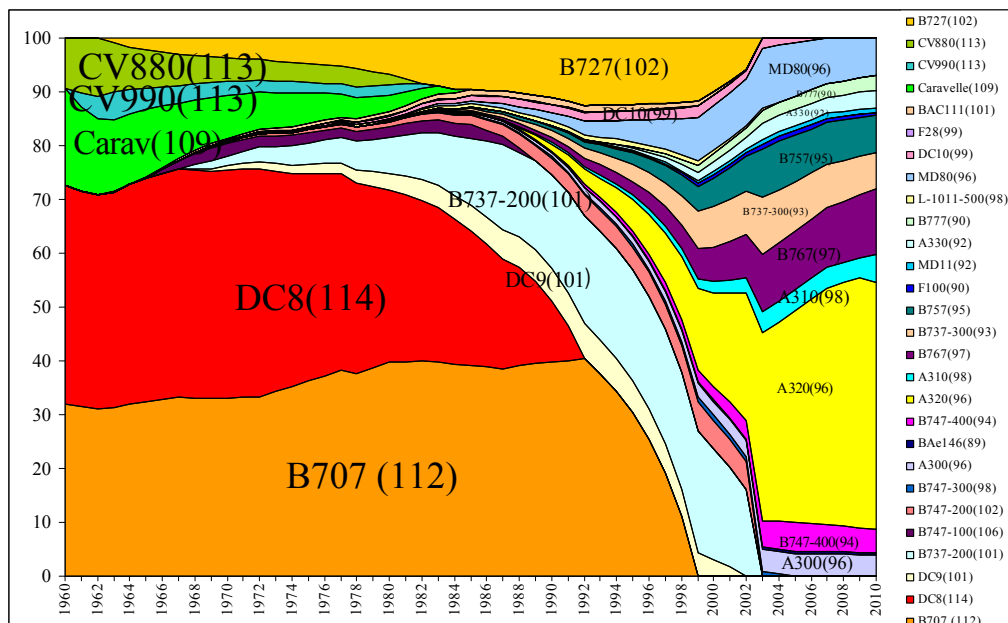


Figuur B2.3: Ontwikkeling van de gemiddelde wereldvlootemissie vanaf 1960 tot heden. Zie tevens Tabel B2.2.

Tabel B2.2 Ontwikkeling gemiddelde wereldvlootemissie EPNdB .

jaar	<EPNdB>	jaar	<EPNdB>	jaar	<EPNdB>	jaar	<EPNdB>	jaar	<EPNdB>
1960	111,7	1970	109,7	1980	107,4	1990	103,8	2000	99,0
1961	112,0	1971	109,4	1981	107,2	1991	103,3	2001	98,7
1962	112,1	1972	109,1	1982	106,9	1992	102,9	2002	98,3
1963	112,2	1973	108,8	1983	106,6	1993	102,4	2003	98,0
1964	111,8	1974	108,6	1984	106,3	1994	101,9	2004	97,7
1965	111,5	1975	108,4	1985	105,9	1995	101,3	2005	97,5
1966	111,2	1976	108,2	1986	105,5	1996	100,8	2006	97,4
1967	110,8	1977	108,0	1987	105,1	1997	100,3	2007	97,3
1968	110,6	1978	107,8	1988	104,8	1998	99,9	2008	97,2
1969	110,1	1979	107,6	1989	104,3	1999	99,4	2009	97,1

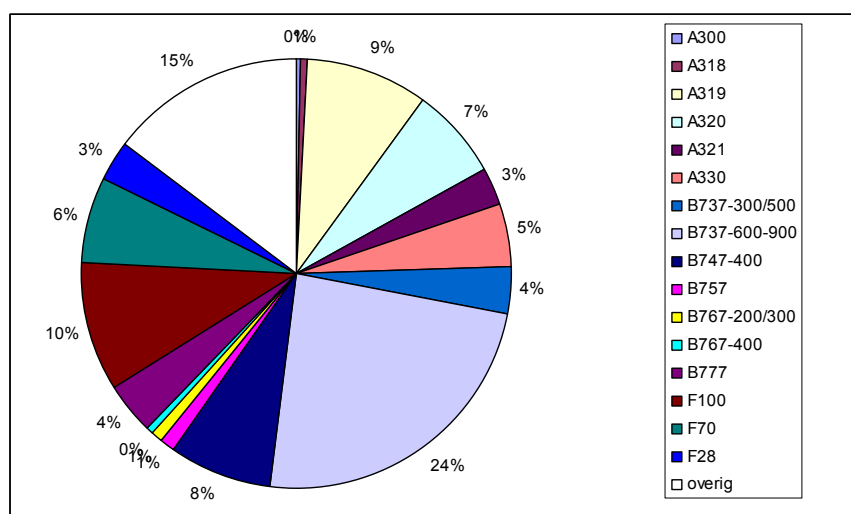
In Figuur B2.4 is de relatieve bijdrage van verschillende typen aan de totale vlootemissie over de periode 1960-2010 weergegeven. Te zien is hoe de eerste typen straalverkeersvliegtuigen uit de begin jaren 60, zoals de B707 en de DC8, bijna tot 2000 de grootste bijdrage aan de totale geluidemissie hebben geleverd.



Figuur B2.4: Procentuele bijdrage aan de totale vlootemissie van verschillende typen verkeersvliegtuigen over de periode 1960-2010.

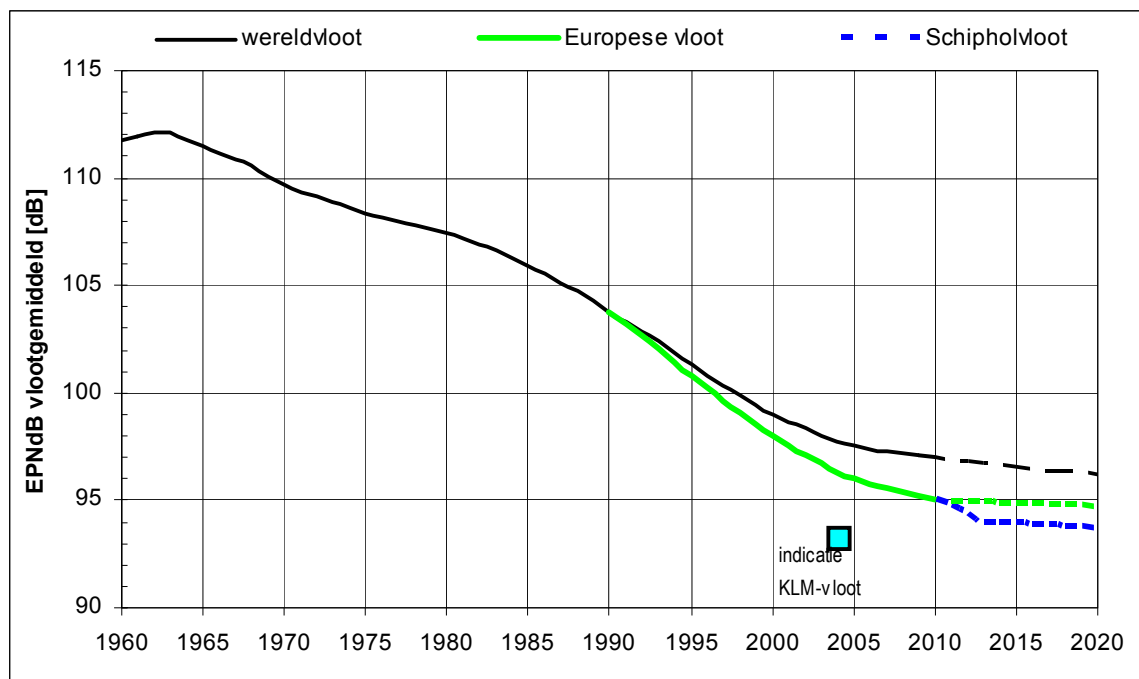
Gemiddelde geluidemissie Schipholvloot

De vliegtuigen die Europese luchthavens aandoen zijn jonger dan gemiddeld. Volgens Veldman [1999] was er in 1988 nog nauwelijks verschil tussen de Amerikaanse en Europese vlootopbouw: 60% lawaaiige ‘stage 2’-vliegtuigen in de VS versus 53% in de EU. Tien jaar later zijn die cijfers: 25% in de VS versus 10% in de EU. De vlootsamenstelling op Schiphol, die gedomineerd wordt door Europese vliegmaatschappijen, zal na 1990 zijn gaan afwijken van de wereldvloot. In 2008 bedroeg het vlootgemiddelde op Schiphol circa 95 dB. Dat blijkt uit een analyse van vliegtuigtypes die in april van dat jaar landden en opstegen van Schiphol, zie Figuur B2.4.



Figuur B2.5: Schiphol-vloot april 2008. Bron: Transpondergegevens via Geluidsnet.

Met deze informatie kan de emissieontwikkeling van de Schiphol-vloot worden gereconstrueerd. Tot 1990 volgt deze de wereldvloot van Figuur B2.3. Daarna volgt deze de Europese vloot. Voor de toekomst wordt op Schiphol nog een verdere daling verwacht door de vervroegde uitfasering van de MCC3-vliegtuigen ('onderkant hoofdstuk 3 vliegtuigen', zoals hieronder beschreven. Ook de emissie van de KLM-vloot in 2004 is hieronder berekend.



Figuur B2.6: Ontwikkeling van de gemiddelde vlootemissie vanaf 1960.

Gemiddelde geluidemissie KLM-vloot

Volgens KLM [2004] was de vlootsamenstelling van KLM op Schiphol in 2004 per 31 maart 2004 opgebouwd als weergegeven in Tabel B2.3.

Tabel B2.3 Vlootmix KLM.

merk	type	aantal	EPNdB
Boeing	777-200	6	90
Boeing	747-400	5	94
Boeing	747-400	17	94
Boeing	747-400	3	94
MD	11	10	92
Boeing	767-300	12	92
Boeing	737-900	4	92
Boeing	737-800	13	92
Boeing	737-400	14	92
Boeing	737-300	15	93

Dit geeft een energetische gemiddelde EPNdB-waarde van ongeveer 93 dB. Dit is dus ongeveer 4 dB stiller dan de gemiddelde (wereld)vlootemissie 97 dB in 2008.

Effect van versnelde uitfasering lawaaiigste vliegtuigen

De ICAO en de EU staan een restrictiebeleid toe voor de lawaaiigste vliegtuigen, de zogenoemde ‘onderkant hoofdstuk 3’-vliegtuigen (*marginally compliant Chapter 3 aircraft*). Luchthavens mogen stapsgewijs beperkingen opleggen, die na een aantal jaren uiteindelijk tot een volledig verbod (‘full ban’) leiden voor het landen en opstijgen van deze vliegtuigen.

Het effect hiervan op de gemiddelde emissie van de wereldvloot kan worden gemodelleerd door voor deze vliegtuigen vanaf het moment dat de restricties van kracht worden een zeer steile afnemende flank te hanteren, die binnen enkele jaren tot nul is gereduceerd.

Bijlage 3 Toelichting groepsgeluidbelasting Gden

Definitie

In deze studie wordt voor de verschillende luchthavens een groepsgeluidbelasting gehanteerd, die een maat is voor de totale geluidimpact op de woonomgeving van de luchthavens. De groepsgeluidbelasting Gden kan worden vastgesteld als bij elke geluidwaarde Lden het aantal woningen bekend is. Deze informatie volgt uit het combineren van een Lden geluidkaart met een onderliggend woningbestand. Hierbij wordt bij opeenvolgende Lden-waarden het aantal belaste woningen geteld. De bepaling van de groepsgeluidbelasting resulteert in een ééngetalsmaat voor de totale door alle betrokken woningen ontvangen jaarhoeveelheid geluid. De maat is dus afhankelijk van zowel de door alle vliegtuigen veroorzaakte geluidbelasting als de hoeveelheid bebouwing waar men overheen vliegt. Gden vervangt niet de huidige systematiek met geluidscontouren op basis van Lden, maar sluit hier juist goed bij aan en maakt er gebruik van. De groepsgeluidbelasting Gden wordt logaritmisch uitgedrukt in dB(A) en is gedefinieerd als¹⁴

$$G_{den} = 10 \log \left(\sum_i n_i \cdot 10^{\frac{Lden_i}{10}} \right) \quad (B3.1)$$

waarbij de index over de opeenvolgende Lden waarden loopt en n_i het aantal woningen met een geluidbelasting $Lden_i$ aangeeft. Deze indicator heeft als voordelen dat met één getalswaarde een indicatie van de geluidimpact van de belasting wordt verkregen en dat verschillende luchthavens hierop onderling kunnen worden vergeleken. Tevens kan een energetische som als maat voor de gezamenlijke totale geluidimpact van verschillende luchthavens worden bepaald. Tabel B3.1 geeft een overzicht van de doses die in dit onderzoek voor verschillende luchthavens zijn bepaald.

Tabel B3.1: Geluidsdoses per bron.

Bron	Jaar	Groepsgeluidbelasting Gden [dB]
Schiphol	2008	108,5
Rotterdam	2008	97,0
Maastricht	2008	95,5
Eindhoven (civiel)	2008	87,5
Lelystad	2008	81,0
Eelde	2008	84,0
Laagvliegroute LR10	2005	100,0
Geilenkirchen (Awacs)	2007	96,5
Volkel	2005	95,5
Leeuwarden	2005	95,0
Totaal		110,0

¹⁴ Dit kan ook worden geschreven als $G_{den} = 10 \log \left(\sum_w 10^{\frac{Lden_w}{10}} \right)$, waar bij de sommatieindex w over elke woning

afzonderlijk loopt. De groepsgeluidbelasting Gden is dus de akoestische sommatie van de geluidbelasting Lden over alle woningen uit een groep onder beschouwing.

Er is voorts een eenvoudig verband tussen de groepsgeluidbelasting en de (energetisch) gemiddelde geluidbelasting $\langle L_{den} \rangle$ over alle woningen binnen een bepaald gebied. Dit luidt:

$$\langle L_{den} \rangle = G_{den} - 10 \log(N_{won}), \quad (B3.2)$$

waarin N_{won} het totaal aantal woningen in het gebied is en G_{den} de groepsgeluidbelasting van deze woningen.

Toepassingsmogelijkheden

De groepsgeluidbelasting neemt toe indien het aantal vliegtuigbewegingen stijgt of zwaardere toestellen worden ingezet. Dit is vergelijkbaar met de grenswaarde voor het TVG. In tegenstelling tot het TVG neemt G_{den} ook toe indien woongebieden zwaarder worden belast, bijvoorbeeld doordat meer over bebouwd gebied wordt gevlogen. Indien de gehele vliegoperatie boven onbebouwd gebied zou plaatsvinden is verdwijnt de groepsgeluidbelasting: geluidbelasting telt alleen mee voor zover deze op een woning neerslaat. Limitering van de groepsgeluidbelasting stimuleert zo het vermijden van bebouwing en het gebruik van stillere vliegtuigen.

De groepsgeluidbelasting heeft een aantal nuttige eigenschappen:

- De groepsgeluidbelasting G_{den} maakt gebruik van reeds bekende en beschikbare informatie, waaronder de Europese standaard geluidmaat L_{den} die ook in het huidige stelsel wordt toegepast;
- Er is een directe relatie met zowel de geluidemissie van het luchtverkeer als de geluidbelasting op de onderliggende woonbebouwing;
- Milieuwinst door hinderbeperkende maatregelen en vlootvernieuwing komt direct tot uiting in de groepsgeluidbelasting;
- Naast de groepsgeluidbelasting voor het gehele gebied rond de luchthaven is het ook mogelijk deelbelastingen op te stellen voor bijvoorbeeld binnen- en buitengebied of per gemeente;
- Ook kunnen deelbelastingen van de verschillende banen, van alle starts of landingen, of zelfs van één vlucht worden berekend;
- Een zelfde maat G_{night} is mogelijk voor de groepsgeluidbelasting in de nacht, op basis van L_{night} .

Door de eenvoudige definitie en eenvoud van toepassing is deze indicator mogelijk ook geschikt om bijvoorbeeld toekomstige afspraken in het kader van het nieuwe Alders-stelsel op transparante wijze vorm te geven. Er dient dan nog nader onderzoek plaats te vinden naar de relatie tussen G_{den} en de criteria voor gelijkwaardige bescherming. Daarnaast moet worden gekeken naar de gevoeligheid voor variatie in de weersomstandigheden, zoals die ook optreedt bij de aantalsnormen. Naar verwachting geldt dit vooral voor een afzonderlijke maat voor het binnengebied. Door G_{den} voor een groter gebied te berekenen kan dit probleem worden voorkomen. Groepsgeluidbelasting en Totaal Volume Geluid (TVG) worden op dat punt dan vergelijkbaar, waarbij G_{den} ook de situatie in de bebouwde omgeving meeneemt.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl