



Onderzoek m.b.t. het nieuwe stelsel van milieu- en veiligheidsnormen

Samenvattende rapportage bij de nota
'Toekomst van de Nationale Luchthaven'

Onderzoek m.b.t. het nieuwe stelsel van milieu- en veiligheidsnormen

Samenvattende rapportage bij de nota
'Toekomst van de Nationale Luchthaven'

1	Inleiding	5
1.1	Kader van de onderzoeksrapportage	
1.2	Doel en opzet van deze rapportage	
2	Geluid	7
2.1	Inleiding	
2.2	Een standpunt over de validiteit van het hanteren van een drempelwaarde in de Ke-berekeningsmethodiek	
2.3	De validiteit van de 65 dB(A) drempelwaarde in Ke-berekeningsmethodiek, technisch onderzoek	
2.4	Dosis-responsrelaties luchtvaartgeluid	
2.5	Inzicht in de verschillen tussen het meten en berekenen van vliegtuiggeluid	
3	Externe veiligheid	17
3.1	Inleiding	
3.2	Model update voor groepsrisico en individueel risico rond luchthavens	
3.3	Haalbaarheidsonderzoek naar de ontwikkeling van een causaal model voor externe veiligheid	
3.4	Rekenmodel voor de handhaving van externe veiligheid	
3.5	De botsingskans rond Schiphol, nu en in de toekomst	
3.6	Bestuurlijke en maatschappelijke haalbaarheid van een causaal model van het externe risico van de luchtvaart	
3.7	De ongevalslocaties ten opzichte van de langste start- en landingsbaan van Schiphol	
3.8	Arbitrage externe veiligheid	
4	Luchtverontreiniging en geur	31
4.1	Inleiding	
4.2	ONL-scenarioberekeningen luchtkwaliteit (2003, 2010 en herberekening 1990) inclusief effect van maatregelen	
4.3	Onderzoek stelsel geurkwaliteit	

1 Inleiding

1.1 Kader van de onderzoeksrapportage

Het kabinet heeft in december 1999 een besluit genomen over de ontwikkeling van de nationale luchthaven voor de periode vanaf 2003. Dit besluit is vastgelegd in de nota Toekomst van de Nationale Luchthaven (TNL). Onderdeel van het kabinetsbesluit is een nieuw stelsel van milieu- en veiligheidsnormen, dat gelijkwaardig is aan de huidige normen, maar beter handhaafbaar en beter meetbaar. Binnen dit nieuwe stelsel moet de luchtvaartsector zelf tot een bedrijfsvoering komen die de beschikbare capaciteit optimaal benut.

In overleg met de betrokken departementen, de luchtvaartsector, de regionale overheden en de milieubeweging is gewerkt aan het nieuwe normenstelsel. Het stelsel heeft betrekking op geluid, externe veiligheid, luchtverontreiniging en geur. Ten behoeve van de ontwikkeling van het nieuwe normenstelsel zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd. In deze onderzoeksrapportage zijn de hoofdlijnen van deze onderzoeken weergegeven. De conclusies komen voor rekening van de onderzoekers.

1.2 Doel en opzet van deze rapportage

Doel van deze onderzoeksrapportage is een overzicht te geven van de verschillende onderzoeken die ten grondslag liggen aan het nieuwe normenstelsel, in een vorm die toegankelijk is voor niet-deskundigen. De rapportage geeft een globaal beeld van de resultaten van de onderzoeken en de context ervan. Voor de meer gedetailleerde onderzoeksresultaten wordt daarom verwezen naar de onderzoeksrapporten zelf.

Het rapport is ingedeeld naar de thema's geluid (hoofdstuk 2), externe veiligheid (hoofdstuk 3) en luchtverontreiniging en geur (hoofdstuk 4). Elk hoofdstuk start met een inleiding waarin is aangegeven in welk kader de onderzoeken geplaatst moeten worden en wat de onderlinge samenhang is. Elke samenvatting is daarbij volgens het volgende stramien opgebouwd:

- algemene gegevens (titel, auteur, datum);
- doel van het onderzoek;
- beknopte beschrijving van het onderzoek;
- resultaten;
- conclusies en aanbevelingen;
- woordenlijst (indien noodzakelijk).

Het betreft samenvattingen van de volgende onderzoeken:

Paragraaf	Titel	Onderwerp	Status
2 Geluid			
2.2	Integrale rapportage Werkgroep drempelwaarde	Standpunt formuleren over het hanteren van een drempelwaarde in de Ke-berekeningsmethodiek, voornamelijk door te inventariseren of en zo ja, hoe in andere Europese landen een drempelwaarde wordt gehanteerd	gereed
2.3	Validiteit 65 dB(A) drempelwaarde in Ke-berekeningsmethodiek	Technisch onderzoek naar de noodzaak van een drempelwaarde in de Ke-berekeningsmethodiek	gereed
2.4	Dosis-responsrelaties luchtvaartgeluid	Inzicht verschaffen in de dosis-responsrelaties voor de verschillende dosismaten voor vliegtuiggeluid	gereed
2.5	Vergelijking van NOMOS-geluidsmetingen met FANOMOS-geluidsberekeningen	Inzicht verschaffen in de verschillen tussen het meten en het berekenen van geluidsbelasting in de omgeving van Schiphol, om aan te kunnen geven dat er wel informatie is over het verschil maar dat deze onvoldoende is om de eventuele rol van metingen in de toekomstige handhaving te kunnen vervullen	loopt
3 Externe veiligheid			
3.2	The model update of a method for the analysis of societal and individual risk due to aircraft accidents in the vicinity of airports	In het onderzoek zijn de wijzigingen beschreven die zijn aangebracht in het huidige model om de externe veiligheid te berekenen. Daarnaast zijn de consequenties van de nieuwe methodiek beschreven.	gereed
3.3	Feasibility of the development of a causal model for the assessment of third party risk around airports	Het onderzoek geeft antwoord op de vraag of het mogelijk is een causaal model te ontwikkelen om externe veiligheid in kaart te brengen. Daarnaast wordt aangegeven hoe een dergelijk model eruit zou moeten zien.	gereed
3.4	Algoritme bronhandhaving externe veiligheidseffecten Schiphol	De doelstelling van dit technische onderzoek is een algoritme te ontwikkelen waarmee het mogelijk moet zijn om op een eenvoudige wijze te toetsen of de actuele situatie (nog) past binnen de berekende grenzen van de eindsituatie	gereed
3.5	De botsingskans rond Schiphol nu en in de toekomst, een kwalitatieve beschouwing	Dit onderzoek geeft inzicht in de botsingskans van vliegtuigen rond Schiphol.	gereed
3.6	Bestuurlijke en maatschappelijke haalbaarheid van een causaal model van het externe risico van de luchtvaart	De meeste aandacht gaat in het onderzoek uit naar de vraag of verschillende belanghebbenden een causaal model acceptabel vinden en de criteria waaraan een dergelijk model volgens hen zou moeten voldoen	gereed
3.7	Crash locations	De onderzoekers hebben de ongevalslocaties in beeld gebracht ten opzichte van de langste start- en landingsbaan van Schiphol	gereed
3.8	Arbitrage vermeende tekortkomingen in de berekeningen van de externe veiligheid Schiphol voor de situatie 1990	Het doel van het arbitrage-onderzoek is het bekijken en beoordelen van de vermeende fouten in het huidige risicomodel	gereed
4 Luchtverontreiniging en geur			
4.2	ONL-scenarioberekeningen luchtkwaliteit (2003, 2010 en herberekening 1990) inclusief effect van maatregelen	Het onderzoek heeft tot doel informatie te leveren over geur en luchtkwaliteit in de omgeving van Schiphol. De situatie is onderzocht voor 2003 en 2010. Tevens is de situatie in 1990 herberekend.	gereed
4.3	Onderzoek onderbouwing nieuw normenstelsel geur voor de nationale luchthaven	Doel van het onderzoek was inzicht te krijgen in de activiteiten op Schiphol die leiden tot geurhinder. Daarnaast is een methodiek ontwikkeld voor het vaststellen van de effectiviteit van geurreducerende maatregelen.	gereed

2 Geluid

2.1 Inleiding

De onderzoeken met betrekking tot geluid spitsen zich toe op de effecten van het al of niet gebruiken van een drempelwaarde in geluidsbelastingsberekeningen en de hinder ten gevolge van de geluidsbelasting door vliegverkeer.

Drempelwaarde in berekening van geluidsbelasting

In de berekeningsmethodiek voor de geluidsbelasting wordt een minimale waarde gehanteerd voor vliegtuiggeluid dat nog wordt meegenomen om de totale geluidsbelasting op een punt te berekenen, de zogenaamde drempelwaarde.

Beneden de drempelwaarde wordt het geluid van vliegtuigpassages niet meegenomen in de berekeningen van de geluidsbelasting. Deze benadering is altijd al gebruikt in Nederland, maar stuit in toenemende mate op kritiek: door het niet meenemen van lage geluidsniveaus zou sprake kunnen zijn van een onderschatting van het geluid dat in de omgeving van de luchthaven wordt veroorzaakt. Het afschaffen of verlagen van de drempelwaarde stuit echter op knelpunten die met name betrekking hebben op reken-technische onnauwkeurigheden. In de eerste 2 onderzoeken, waarvan de samenvatting in paragraaf 2.2 en 2.3 is weergegeven, wordt nader ingegaan op de aspecten van het wel of niet hanteren van een drempelwaarde.

Dit onderzoek richt zich op de K_e , de dosismaat voor geluidsbelasting van luchtvaartgeluid die momenteel in Nederland gebruikt wordt. De resultaten van het onderzoek zijn echter ook relevant voor andere dosismaten van geluidsbelasting.

Hinder in relatie tot vliegtuiglawaai

Voorts is een belangrijke vraag wat de hinder is van vliegtuiglawaai bij een bepaalde (berekende) geluidsbelasting. De vraag is of de K_e beschouwd kan worden als een betrouwbare dosismaat voor het beschrijven van hindereffecten, of dat andere dosismaten daarvoor te prefereren zijn. De vraag is of actuele gegevens andere inzichten geven in de relatie tussen geluidsbelasting en hinder. Hierop wordt ingegaan in paragraaf 2.4.

In 2.5 tenslotte wordt inzicht verschaft in de verschillen tussen het meten en het berekenen van geluidsbelasting in de omgeving van Schiphol.

2.2 Een standpunt over de validiteit van het hanteren van een drempelwaarde in de K_e -berekeningsmethodiek

Algemene gegevens

Titel	Integrale rapportage Werkgroep drempelwaarde (CONCEPT)
Auteur	Werkgroep drempelwaarde (interdepartementale werkgroep)
Datum	19 november 1999

Doel van het onderzoek

Bij de berekening van de geluidsbelasting door vliegverkeer wordt een zogenaamde drempelwaarde van 65 dB(A) gehanteerd. Dit houdt in dat bij de berekening van de totale geluidsbelasting op een bepaald (waarneem)punt een vliegtuigpassage niet meer bijdraagt als het geluidsniveau van dat vliegtuig op het betreffende punt lager is dan 65 dB(A).

In Nederland worden de laatste tijd door diverse organisaties vraagtekens geplaatst bij het hanteren van deze drempelwaarde en wordt gepleit voor het afschaffen ervan, dan wel voor het hanteren van een lagere drempelwaarde. Een belangrijke reden hiervoor is dat tegenwoordig de geluidsbelasting wordt veroorzaakt door veel meer vliegtuigen die een lager gemiddeld geluidsniveau hebben dan ten tijde van het ontwikkelen van de berekeningsmethodiek. Hierdoor zou het effect van het weglaten van vliegbewegingen onder 65 dB(A) niet meer verwaarloosbaar zijn.

Doelstelling van de werkgroep was een duidelijk, onderbouwd en gemeenschappelijk gedragen standpunt te formuleren over de validiteit van het hanteren van een drempelwaarde in het algemeen en de 65 dB(A) drempelwaarde in het bijzonder.

Korte beschrijving van het onderzoek

In het onderzoek zijn de volgende vragen aan de orde geweest. In hoeverre hanteren ander EU-lidstaten een drempelwaarde? Tot welk geluidsniveau zijn betrouwbare geluidsgegevens beschikbaar? In welke mate zijn bij welke drempelwaarde extrapolaties in geluidsgegevens noodzakelijk, welke onzekerheden worden als gevolg daarvan geïntroduceerd en hoe ernstig zijn die onzekerheden? Daarnaast is de vraag aan de orde in hoeverre achtergrondniveaus onder een bepaalde drempelwaarde een rol spelen bij de hinderbeleving. Voorts is stilgestaan bij de vraag wat de wenselijke en haalbare mate van nauwkeurigheid van metingen van geluidsniveaus is, in relatie tot het kunnen onderscheiden van vliegtuiggeluid van geluid afkomstig van andere bronnen van achtergrondgeluid. Tenslotte is aan de orde wat de relatie is tussen het hanteren van een drempelwaarde in de berekeningsmethodiek en de bijbehorende normering.

De vragen zijn beantwoord door het vergaren van achtergrondinformatie zoals beschikbaar binnen de betrokken departementen, internationale overheden en het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium.

In de rapportage wordt een overzicht gegeven van de op dit moment beschikbare informatie en van de resultaten van werkzaamheden en onderzoeken die uitgevoerd zijn om de ontbrekende informatie te vergaren. Op basis daarvan is separaat een interdepartementaal gedragen standpunt geformuleerd ten aanzien van de validiteit van het hanteren van een drempelwaarde in het algemeen en het hanteren van de 65 dB(A) drempelwaarde in de Ke-berekeningsmethodiek in het bijzonder. Tevens worden er beleidsadviezen gegeven die relevant zijn in het kader van de totstandkoming van een nieuwe berekeningsmethodiek als onderdeel van een nieuw geïntegreerd stelsel van milieunormen voor luchtvaartterrein Schiphol.

Resultaten

Wordt in andere Europese landen een drempelwaarde gehanteerd?

In diverse landen wordt bij het berekenen van de geluidsbelasting door vliegtuiggeluid een drempelwaarde gehanteerd. Het al dan niet hanteren van een drempelwaarde hangt onder andere af van de gehanteerde geluidsbelastingsmaat. De belangrijkste reden voor het hanteren van een drempelwaarde is dat er onder een bepaald geluidsniveau geen geluidsgegevens (van vliegtuigen) beschikbaar zijn.

Ierland en Zwitserland (tot 1999) gebruiken de NNI (Noise and Number Index)-methode. Deze hanteert een drempelwaarde van 80 PNdB (komt ongeveer overeen met 66 à 67 dB(A)). Duitsland, Oostenrijk en Luxemburg maken gebruik van de Stör-index-methode. Deze hanteert een drempelwaarde van 55 dB(A). Het Verenigd Koninkrijk gebruikt de $L_{Aeq, 16h}$ -methode, de minimum SEL-waarde is 65 dB(A). Zweden gebruikt de SVERM-methode, met een drempelwaarde van 60 dB(A).

De overige EU-landen hanteren geen drempelwaarde of van deze landen zijn geen gegevens beschikbaar.

Wat is de relatie tussen een drempelwaarde en hinderbeleving?

Bij totstandkoming van de Ke-berekeningsmethodiek en de keuze voor de drempelwaarde van 65 dB(A) is destijds uitgegaan van de aanname dat er uit belevingsoogpunt geen redenen waren om rekening te houden met lagere piekniveaus buitenshuis in verband met een aanvaardbare woonsituatie.

De 65 dB(A) drempelwaarde is een piekgeluidsniveau gekoppeld aan het maximaal optredende geluidsniveau bij een enkele vliegtuigpassage in een bepaald (waarneem)punt. Voor gezondheidseffecten gaat het echter om lange termijn effecten; een gemiddelde geluidsbelasting over een lange periode. Uit literatuur blijkt dat het niet mogelijk is aan te geven bij welke piekgeluidsniveau, lager dan 65 dB(A), gezondheidseffecten een rol gaan spelen.

Diverse rapporten van de Gezondheidsraad geven aan dat ernstige hinder begint op te treden van af $L_{dn} = 40$ dB(A), hinder vanaf 37 dB(A) en enige mate van hinder vanaf 32 dB(A). Het onderzoek "Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol" (GES. 1998), geeft geen oordeel over welke geluidsmaat het beste de relatie tussen hinder en gezondheids/belevingseffecten beschrijft.

Geconcludeerd wordt dat indien een Ke-geluidsbelasting met een lagere drempelwaarde dan 65 dB(A) op een voldoende betrouwbare en nauwkeurige wijze de feitelijke geluidsbelasting zou weergeven het nog niet per definitie zo is dat de ervaren hinder beter wordt weergegeven.

Wat is de relatie tussen drempelwaarde en het meten van geluidsniveaus?

De belangrijkste onderzoeksvraag betreft de wenselijke en haalbare mate van nauwkeurigheid van metingen van geluidsniveaus in relatie tot het kunnen onderscheiden van vliegtuiggeluid van geluid afkomstig van andere bronnen en achtergrondgeluid.

In het onderzoek 'Validiteit 65 dB(A) drempelwaarde in Ke-berekeningsmethodiek' (uitgevoerd door het NLR), dat in paragraaf 2.3 wordt besproken zijn de resultaten weergegeven.

Wat is de relatie tussen drempelwaarde en normstelling?

Het vaststellen van de waarde van 35 Ke als grenswaarde voor de maximaal toelaatbare geluidsbelasting (en daarvan afgeleid het vaststellen van het maximum aantal woningen binnen geluidszones rondom Schiphol) is rechtstreeks gekoppeld aan de wijze waarop de geluidsbelasting in Ke wordt berekend en daarmee aan het hanteren van de 65 dB(A) drempelwaarde.

Voor het bepalen van de relatie tussen het hanteren van een drempelwaarde in de berekeningsmethodiek en de bijbehorende normering is voor Schiphol een aantal verkennende zoneberekeningen uitgevoerd. Hieruit blijkt dat het hanteren van een lagere drempelwaarde, met handhaving van de huidige grenswaarden, een gering effect zal hebben op het oppervlak binnen de geluidscontouren met een hogere waarde dan 35 Ke. Voor de contouren met een lagere waarde dan 35 Ke zal het oppervlak worden vergroot.

Uitgaande van handhaving van de omvang en ligging van de huidige geluidszones voor Schiphol, hoort bij het hanteren van een lagere drempelwaarde een verruiming van de grenswaarde van 35 Ke naar een hogere waarde.

Wat is de relatie tussen de drempelwaarde en extrapolatie?

Rekentechnisch gezien is het mogelijk om een lagere waarde dan de huidige 65 dB(A) in het huidige berekeningsmodel te hanteren. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van betrouwbare gegevens onder een bepaald geluidsniveau moet er dan wel worden geëxtrapolerd, gebaseerd op de wel beschikbare gegevens.

De volgende onderzoeksvragen zijn daarbij aan de orde.

- Tot welk niveau zijn geluidgegevens beschikbaar?
- In welke mate zijn bij welke drempelwaarde extrapolaties in geluidgegevens noodzakelijk?
- Welke onzekerheden worden als gevolg daarvan geïntroduceerd?
- Hoe verhouden deze onzekerheden zich tot de onzekerheden die het gevolg zijn van de overige extrapolaties?

In het onderzoek 'Validiteit 65 dB(A) drempelwaarde in Ke-berekeningsmethodiek' (uitgevoerd door het NLR) dat in paragraaf 2.3 wordt besproken zijn de resultaten op deze vraag weergegeven.

Conclusies

Uit het onderzoek komt naar voren dat naast Nederland ook enkele andere landen in hun berekeningsmethodiek een drempelwaarde hanteren. De hoogte van de waarde is afhankelijk van de gebruikte geluidsmaat en niet altijd te vergelijken met de 65 dB(A) drempelwaarde van de Ke-berekeningsmethodiek.

Ten aanzien van de relatie tussen de drempelwaarde en de hinderbeleving blijkt uit de onderzochte literatuur dat lagere geluidsniveaus wel relevant zijn, maar dat het niet goed mogelijk is om aan te geven vanaf welk piekgeluidsniveau, lager dan 65 dB(A), hinder een rol gaat spelen. Ook is het onduidelijk welke geluidsbelastingsmaat het beste de relatie tussen hinder en gezondheidsaspecten beschrijft.

Uit onderzoek blijkt dat het hanteren van een lagere drempelwaarde dan 65 dB(A) in de berekeningen en tegelijk het handhaven van de 35 Ke als grenswaarde een aanscherping van de normering betekent. Een lagere drempelwaarde of een nieuwe berekeningsmethodiek zonder drempelwaarde heeft milieuhygiënische, maatschappelijke, ruimtelijk en financiële consequenties. De criteria in de PKB met betrekking tot het maximum aantal woningen binnen de Ke-geluidzones zouden dan moeten worden herzien

Voor de conclusies ten aanzien van de relaties tussen drempelwaarde en het meten van geluidsniveaus en de relatie tussen drempelwaarde en extrapolatie wordt verwezen naar de bevindingen in de samenvatting van het NLR-onderzoek (NLR-CR-99477) 11 - 1999 (zie hierna).

Woordenlijst

- 1 Ke De kosten eenheid (Ke) is een maat voor de geluidsbelasting van vliegtuig-geluid die gerelateerd is aan de door omwonende ondervonden ernstige hinder. De Ke wordt in Nederland voor geluidszonering rond vliegvelden gebruikt. De Ke heeft betrekking op het vliegverkeer gedurende het hele etmaal. Voor de avond, nacht en ochtend worden zwaardere weegfactoren gehanteerd. In de Ke worden geluidsniveaus beneden de 65 dB(A) niet meegerekend.
- 2 L_{Amax} Maximaal waargenomen geluidsniveau ten gevolge van een vliegtuigpassage.
- 3 L_{Aeq} Geluidmaat voor nachtelijk vliegtuiglawaai binnen de woning.
- 4 $L_{d(e)n}$ $L_{d(e)n}$ staat voor 'day (evening) night level'. In L_{den} worden alle geluidsniveaus meegerekend, ook die onder de 65 dB(A).

2.3 De validiteit van de 65 dB(A) drempelwaarde in Ke-berekeningsmethodiek, technisch onderzoek

Algemene gegevens

Titel	Validiteit 65 dB(A) drempelwaarde in Ke-berekeningsmethodiek
Subtitel	Relatie drempelwaarde en mate van extrapolatie in geluidsgegevens Relatie drempelwaarde en geluidsbelasting op basis van metingen
Auteur	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (F.J.M. Wubben en R. de Jong)
Reg.	NLR-CR-99477
Datum	november 1999

Doel van het onderzoek

In paragraaf 2.2 is de doelstelling van de interdepartementale Werkgroep drempelwaarde beschreven. Het betreft het invullen van een standpunt over de validiteit van de drempelwaarde in het algemeen en de 65 dB(A) drempelwaarde in het bijzonder in de Ke-berekeningsmethodiek. Dit onderzoek van het NLR gaat in op onderzoeksvragen betreffende de drempelwaarde.

Korte beschrijving van het onderzoek

In het onderzoek zijn twee vragen aan de orde. Dit betreft ten eerste de vraag wat de relatie is tussen het gebruik van een drempelwaarde in de berekeningsmethodiek (voor de geluidsbelasting in Ke) en de extrapolatie van geluidsgegevens. Bij het hanteren van een lagere drempelwaarde, of helemaal geen drempelwaarde is het van belang dat in de berekeningen ook lage geluidsniveaus ingevoerd kunnen worden. Die worden vaak verkregen uit extrapolatie. Vervolgens is de vraag wat de relatie is tussen de drempelwaarde en nauwkeurigheid van de geluidsbelasting gebaseerd op metingen (wel of niet kunnen detecteren van geluid veroorzaakt door vliegtuigen tegen het heersende achtergrondgeluid).

In de eerste fase van het onderzoek is per vliegtuigcategorie een inventarisatie gemaakt van de minimale geluidsniveaus die voorkomen in de input data voor berekeningen. Dit is vastgelegd in de Appendices van de berekeningsvoorschriften. Daarnaast is de vliegtuigfabrikanten gevraagd tot welke geluidsniveaus betrouwbare geluidsgegevens beschikbaar zijn. Voor een representatief aantal vliegtuigen is door simulatie onderzocht in hoeverre extrapolaties van geluidsgegevens noodzakelijk zijn als er een lagere drempelwaarde wordt gehanteerd.

Om de tweede vraag te beantwoorden is ter plaatse van de NOMOS1 meetposten de Ke-geluidsbelasting berekend op basis van gegevens van 1 maand van geregistreerde feitelijk gevlogen routes en vliegtuigtypen. Als het geluidsniveau van een passerend vliegtuig onder het achtergrondgeluidsniveau ligt dan wordt de passage niet geregistreerd. Hierdoor wordt de feitelijke geluidsbelasting onderschat. Daarnaast is op basis van berekeningen, ter plaatse van de NOMOS1 meetposten onderzocht welke geluidsniveaus gedetecteerd zouden moeten worden en welke onderschatting er optreedt bij een bepaald minimaal waarneemniveau.

Resultaten

Uit het eerste deel van het onderzoek komt naar voren dat vliegtuigfabrikanten geluidsgegevens kunnen verstrekken die meer informatie geven, met name voor grotere afstanden, dan gegeven in de Appendices bij berekeningsvoorschriften. Deze gegevens corresponderen met standaard atmosferische omstandigheden. In de huidige berekeningsmodellen wordt geen rekening gehouden met de werkelijke atmosferische omstandigheden. Met name op grotere afstanden worden de geluidsgegevens hierdoor onnauwkeurig. Voorts blijkt dat het bereik van de gegevens desondanks zo beperkt is dat extrapolatie in veel berekeningen noodzakelijk is. Ook met een drempelwaarde van 65 dB(A) zijn extrapolaties noodzakelijk.

Het tweede deel van het onderzoek toont ten eerste aan dat onderschatting van de feitelijke geluidsbelasting ten gevolge van het niet kunnen registreren van geluidsniveaus van vliegtuigen het kleinst is bij locaties waar een hogere geluidsbelasting heerst en waar sprake is van een lagere "triggergrens". Dit is de grens, dat wil zeggen het geluidsniveau, waarboven vliegtuigeluid wordt geregistreerd. Deze grens is gerelateerd aan het ter plaatse heersende achtergrondgeluidsniveau. Tevens blijkt dat tussen de onderschatting en de hoogte van de geluidsbelasting geen eenduidig verband is aan te geven.

De kwalitatieve conclusies zijn ook geldig als gebruik gemaakt wordt van andere dosismaten zoals de L_{Aeq} -nacht, de BKL of de toekomstige L_{den} .

Conclusies en aanbevelingen

In het onderzoek wordt geconcludeerd dat, op basis van de onderzoeksresultaten, de drempelwaarde in de Kostensystematiek niet afgeschaft dient te worden of verlaagd te worden naar een lager geluidsniveau. De reden hiervoor is ten eerste dat de huidige geluidstabellen in de Appendices bij de berekeningsvoorschriften geluidsgegevens bevatten die corresponderen met beperkte bereiken in afstand en stuwkracht, waardoor met name bij lage geluidsniveaus extrapolatie noodzakelijk is, die verdere onnauwkeurigheid tot gevolg heeft.

Daarnaast wordt op grotere afstanden tussen de bron en waarnemer (dus bij lagere geluidsniveaus) de juiste modellering van de atmosfeer essentieel voor het berekende geluidsniveau. Op dit moment zijn er geen geluidsmodellen beschikbaar die de atmosferische omstandigheden op adequate wijze modelleren.

Woordenlijst

1	Appendices	overzicht van geluids- en presentatiegegevens voor een groot aantal vliegtuigen welke worden gebruikt als invoer voor geluidsbelastingberekeningen.
2	FANOMOS	Het systeem waarmee de Rijksluchtvaartdienst de feitelijk gevlogen routes monitort en de geluidsbelasting berekent.
3	Footprints	een footprint bevat lijnen van een constant geluidsniveau op het aardoppervlak ten gevolge van één vlucht voor een zekere vliegtuigcategorie en voor een zekere vliegprocedure.
4	L_{Amax}	Maximaal waargenomen geluidsniveau ten gevolge van een vliegtuigpassage.
5	L_{Aeq}	Geluidmaat voor nachtelijk vliegtuiglawaai binnen de woning.
6	$L_{d(e)n}$	$L_{d(e)n}$ staat voor 'day (evening) night level'. In L_{den} worden alle geluidsniveaus meegerekend, ook die onder de 65 dB(A).
7	NOMOS	Noise Monitoring System.

2.4 Dosis-responsrelaties luchtvaartgeluid

Algemene gegevens

Titel	Dosis-responsrelaties luchtvaartgeluid Analyses in het kader van ONL
Auteurs	R.G. de Jong, H.M.E. Miedema, H. Vos
Datum	februari 2000

Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is in beeld te brengen wat er bekend is over de verschillende dosis-responsrelaties voor de verschillende dosismaten voor vliegtuiggeluid en welke inzichten in beoordeling betrokken moeten worden als wordt overgestapt op een andere dosismaat, in casu L_{den} in plaats van K_e .

Subdoelen van het onderzoek zijn:

- het opstellen van de dosis-responsrelaties tussen L_{dn} of L_{den} enerzijds en de percentages gehinderden of ernstig gehinderden anderzijds;
- het opstellen, indien dit op basis van bekende gegevens mogelijk is, van de dosis-responsrelaties tussen L_{dn} of L_{den} enerzijds en de percentages mensen met slaapverstoring of ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid anderzijds;
- het geven van een overzicht van de factoren die van invloed zijn op de relatie tussen geluidsbelasting door vliegtuigen en hinder;
- het kwantificeren van de verschillen in ervaren hinder voor de verschillende perioden van het etmaal.

Korte beschrijving van het onderzoek

Er zijn voor dit onderzoek analyses uitgevoerd aan de hand van de meest uitgebreide databank met gegevens waaruit momenteel de benodigde relaties kunnen worden afgeleid. Dit is enerzijds het Kennisbestand Verstoring (KBV) van TNO-PG, waarin de resultaten van 20 studies uit 9 landen over (effecten van) luchtvaartgeluid zijn opgenomen (34 214 cases; een case is een respondent van wie zowel de geluidsbelasting als de daardoor ondervonden hinder bekend zijn).

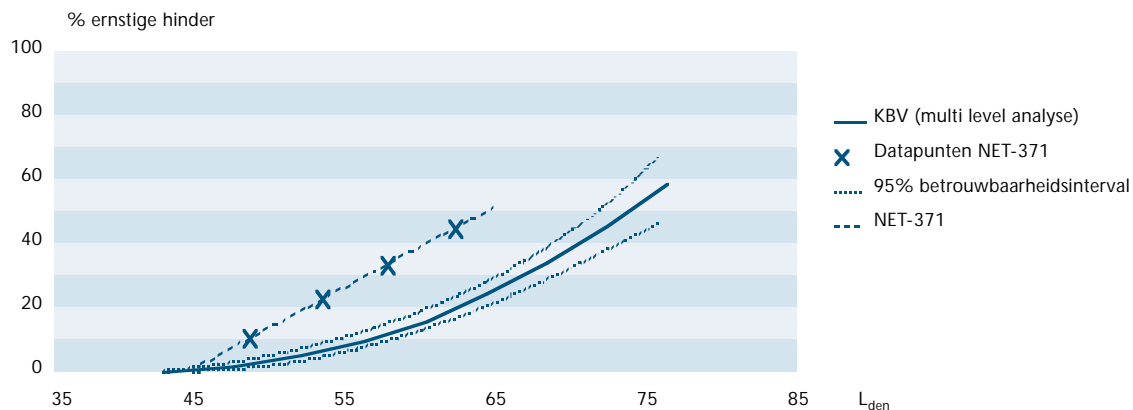
Anderzijds is dat het bestand uit de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol, verder aangeduid als GES. Recentelijk is in het kader van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol een grootschalig onderzoek (11.812 cases) uitgevoerd naar hinder en andere zelf-gerapporteerde effecten ten gevolge van geluid van luchtvaart en andere bronnen in de regio Schiphol (TNO-PG en RIVM, 1998).

In dit onderzoek zijn de dosis-responsrelaties opgesteld tussen L_{den} en de percentages (ernstig) gehinderden op basis van het KBV en het GES-onderzoek Schiphol afzonderlijk. Deze resultaten zijn ook vergeleken met de dosis-respons relatie van de K_e die gevonden is in eerder onderzoek. Deze is weergegeven als de "Gemiddelde Relatieve Hinderscore" (= de Bitter-index) ten opzichte van de geluidsbelasting "B" (in K_e).

Conclusies

Een belangrijke conclusie is dat geluidsmaten die zijn gebaseerd een zogeheten equivalente middeling van het geluidsniveau, zoals $L_{Aeq}(24h)$, L_{den} en L_{dn} alle geschikt zijn om de hinder, ook van vliegtuiggeluid, te voorspellen. Zij zijn in dit opzicht echter niet beter dan B (in K_e). Een voordeel van deze dosismaten is dat ze bruikbaar zijn voor vele geluidsoorten terwijl de toepassing van K_e beperkt is tot vliegtuiggeluid.

In het GES-onderzoek liggen de curves van de relaties tussen L_{den} en (erge) hinder hoger dan de curves die gebaseerd zijn op het KBV-luchtvaart. Dat wil zeggen dat in het GES-onderzoek dus meer hinder wordt gerapporteerd dan in de onderzoeken naar de hinder van vliegtuiggeluid in andere situaties, waaronder buitenlandse onderzoeken. Ook uit de relatie met B (in K_e) blijkt de curve voor de Bitter-index in het GES-onderzoek hoger dan het geval was in eerdere onderzoeken rond Schiphol. De hinderrespons in het GES-onderzoek van 1998 is dus ook hoger dan in vroegere onderzoeken van Schiphol is gevonden.



KBV: kennisbestand verstoring
NET-371: GES-onderzoek 1998

Figuur 1 Percentage ernstige hinder als functie van L_{den}

Ten dele wordt de hogere hinderscore in het GES-onderzoek waarschijnlijk veroorzaakt door onderschatting van de geluidsbelasting bij lage geluidsniveaus. De berekeningsmethodiek neemt een deel van de lagere geluidsniveaus niet mee, waardoor – ten opzichte van vergelijkbare onderzoeken – de geluidsbelasting mogelijk te laag is ingeschat. De feitelijke geluidsbelasting van de respondenten zou daardoor hoger zijn dan nu aangenomen. De daling van de curves bij hoge geluidsbelasting wordt vooral bepaald door de mindere hinder in woningen die in speciale saneringsprogramma's extra geïsoleerd zijn tegen vliegtuiggeluid.

Onderzoek naar de invloed op hinder van andere determinanten dan geluid leidt niet tot een eenduidige uitkomst, in de zin van een hogere of lagere hinder-respons. Deze determinanten, zoals leeftijd, huisbezit, economische betrokkenheid, verklaren in ieder geval niet de hogere hinder-respons in het GES-onderzoek.

Het is niet mogelijk gebleken in dit onderzoek de slaapverstoring, zoals gemeten in het GES-onderzoek te vergelijken met de slaapverstoring uit andere onderzoeken in het KBV. De gegevens uit het GES-onderzoek bieden voorts geen aanknopingspunt om na te gaan of een straffactor voor de avond, zoals verwerkt in L_{den} , aan te bevelen is.

Aanbevelingen

Indien mogelijk zouden ook de dosis-responsrelaties worden opgesteld tussen L_{dn} of L_{den} enerzijds en de percentages mensen met slaapverstoring of ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid anderzijds, evenals bij de hinder op basis van het KBV en het GES-onderzoek afzonderlijk. Bij screening van de 20 datasets in het KBV bleken vragen naar slaapverstoring die in de beschikbare onderzoeken zijn gesteld, niet rechtstreeks vergelijkbaar met de vragen naar slaapverstoring uit het GES-onderzoek. Hierdoor konden er geen vergelijkbare dosis-responsrelaties worden opgesteld. In een bijlage bij het rapport is een volledig overzicht gegeven van alle vragen naar slaapverstoring die in de beschikbare onderzoeken zijn gesteld.

2.5 Inzicht in de verschillen tussen het meten en berekenen van vliegtuiggeluid

Algemene gegevens

Titel Vergelijking van NOMOS-geluidsmetingen met
 FANOMOS-geluidsberekeningen
Auteurs NLR (F.J.M. Wubben en A.C. Hoekstra)
Datum april 2000

Doel van het onderzoek

Inzicht verschaffen in de verschillen tussen het meten en het berekenen van geluidsbelasting in de omgeving van Schiphol, om aan te kunnen geven dat er wel informatie is over het verschil maar dat deze onvoldoende is om de eventuele rol van metingen in de toekomstige handhaving te kunnen vervullen.

Korte beschrijving van het onderzoek

Er is een beperkte vingeroefening uitgevoerd om de verschillen tussen het meten en het berekenen van de geluidsbelasting rondom Schiphol te laten zien. Deze oefening was bedoeld om aan te geven dat er wel informatie is over het verschil tussen meten en rekenen, maar dat deze onvoldoende is om de eventuele rol van metingen in de toekomstige handhaving in te vullen. Het doel was uitdrukkelijk niet het verschaffen van informatie ten behoeve van beleidsmatige afwegingen.

Dat er slechts sprake is van een vingeroefening blijkt uit de volgende beperkingen.

- Er is gekeken naar gegevens uit augustus 1998. Het is niet duidelijk in hoeverre dit representatief is voor een langere periode. Dit geldt voor het aantal vliegbewegingen en voor de meteorologische omstandigheden.
- Er zijn geen voorschriften voor het bepalen van de geluidsbelasting in L_{den} en K_e aan de hand van geluidsmetingen.
- Er is geen voorschrift voor het berekenen van de geluidsbelasting in L_{den} voor vliegverkeer.
- Bij geluidsmetingen is er in de praktijk altijd sprake van een drempelwaarde of ondergrens van een zinvol te meten geluidsgebeurtenis. Bovendien kunnen er geluidsgebeurtenissen ontbreken vanwege tijdelijke verhogingen van het achtergrondniveau (bijvoorbeeld vanwege wind, regen of andere invloeden). Hiermee is in het onderzoek geen rekening gehouden. Wanneer hiermee rekening gehouden wordt, zal de gemeten geluidsbelasting hoger worden.

Conclusies

Zoals verwacht is er een verschil tussen gemeten en berekende geluidsbelasting. De vergelijking tussen gemeten en berekende geluidsbelasting wordt gemaakt op basis van 17 locaties. Hoewel er globale trends zijn gevonden, kunnen de bevindingen per locatie hier van afwijken.

- De berekening van de K_e levert een lagere geluidsbelasting op dan de gemeten geluidsbelasting, onafhankelijk van de hoogte van de K_e -waarde.
- Bij lage L_{den} -waarden vallen berekeningen hoger uit dan metingen, bij hoge L_{den} -waarden vallen berekeningen lager uit dan metingen (zie plaatje).
- Analooq aan de verschillen tussen K_e met- en zonder 65 dB(A) afkap wordt verwacht dat het snijpunt naar lagere L_{den} waarden verschuift wanneer ontbrekende geluidsgebeurtenissen (uitgangspunt 4) een kleinere rol zouden spelen.

Aanbevelingen

Om geschiktheid van metingen voor handhaving te bepalen worden de volgende aanbevelingen gedaan.

- Voer een onderzoek uit met gegevens voor een langere (=meer representatieve) periode, bijvoorbeeld 1 jaar.
- Onderzoek de oorzaken (en hun invloed) voor verschillen tussen metingen en berekeningen.
- Ontwikkel voorschriften voor zowel metingen als berekeningen van vliegtuiggeluid (in L_{den}).
- Onderzoek de invloed van ontbrekende geluidsgebeurtenissen (uitgangspunt 4) op de gemeten geluidsbelasting.
- Onderzoek of een correctie van de ontbrekende geluidsgebeurtenissen noodzakelijk en mogelijk is. Hierbij moet rekening worden gehouden met de vereiste nauwkeurigheid voor handhaving van geluidsnormen.
- Bereidt de handhavingssystematiek in het nieuwe normenstelsel voor op een eventuele overgang van berekeningen naar metingen: wat te doen met verschillen tussen de metingen en de berekeningen? Zijn marges noodzakelijk? Hoe om te gaan met eventuele lokale verschillen?

3 Externe veiligheid

3.1 Inleiding

Ondanks het feit dat vervoer per vliegtuig een relatief veilige vorm van transport is blijft de kans op een ongeval aanwezig. In de nabijheid van de luchthaven bevinden vliegtuigen zich in de start- of landingsfase van de vlucht; deze vluchtfasen dragen een hogere kans op een ongeval met zich mee dan de overige vluchtfasen. Personen die zich in de nabijheid van een vliegveld bevinden lopen dus meer risico het slachtoffer te worden van een vliegtuigongeval, dan personen die zich verder van de luchthaven bevinden.

In 1992 heeft het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) een model ontwikkeld om de veiligheidsrisico's te kunnen bepalen. Het model is destijds op korte termijn ontwikkeld om alternatieven voor de ontwikkeling van Schiphol af te kunnen wegen en de effecten van (veiligheids)maatregelen te kunnen beoordelen. Het model gaat uit van bepaalde aannames. Overigens gaat het hier eigenlijk om drie modellen: een ongevalskans-, ongevalslocatie- en ongevalsgevolgmodel.

In het kader van de voorbereiding van de nota TNL is het risicomodel van het NLR herzien en aangepast. Hierbij zijn de nieuwste wetenschappelijke inzichten in het model verwerkt. Met name het ongevalskans- en het ongevalsgevolgmodel zijn hierdoor aanzienlijk aangepast. Dit was het gevolg van het beschikbaar komen van meer data over vliegtuigongevallen en de toegenomen ervaring met risicoberekeningen.

De ontwikkeling van modellen voor externe veiligheid is momenteel tweeledig. Enerzijds wordt het huidige model verder ontwikkeld, anderzijds wordt veel energie gestoken in de ontwikkeling van een nieuw 'causaal model'. De onderzoeken die in het kader van het ONL-project Normering hebben plaatsgevonden zijn hoofdzakelijk gericht op het nieuwe causale model. De meeste aandacht gaat uit naar de vraag of verschillende belanghebbenden een causaal model acceptabel vinden en de criteria waaraan een dergelijk model volgens hen zou moeten voldoen. Daarnaast zijn samenvattingen opgenomen van een aantal technische onderzoeken die input moeten leveren voor het nieuwe model.

3.2 Model update voor groepsrisico en individueel risico rond luchthavens

Algemene gegevens

Titel	The model update of a method for the analysis of societal and individual risk due to aircraft accidents in the vicinity of airports
Auteur	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (A.J. Pikaar en C.J.M. de Jong)
Datum	februari 2000

Doel van het onderzoek

In 1992 heeft het NLR het eerste risicomodel voor Schiphol ontwikkeld. Het model bestaat uit drie sub-modellen, namelijk:

- het ongevalskansmodel;
- het ongevalslocatiemodel;
- het ongevalsgevolgmodel.

In 1998 is een aangepaste versie van het model gebruikt om berekeningen uit te voeren in het kader van de studie Toekomstige Nederlandse Luchtvaart Infrastructuur (TNLI). In 1999 is het risicomodel grondig herzien. Er zijn wijzigingen aangebracht in modelparameters en in de berekeningsmethodiek. Deze wijzigingen zijn het gevolg van het beschikbaar komen van verbeterde historische gegevens en ervaring die is opgedaan in de modellering voor diverse andere vliegvelden.

In het onderzoek zijn de wijzigingen beschreven die zijn aangebracht in het risicomodel. Daarnaast zijn de consequenties van de nieuwe methodiek beschreven.

Korte beschrijving van het onderzoek

De onderzoekers hebben in de eerste plaats een overzicht gemaakt van de drie submodellen die samen het risicomodel vormen. Van elk van de modellen zijn de belangrijkste parameters beschreven. Vervolgens zijn het oude model (IMER), het TNLI-model en het nieuwe model inhoudelijk met elkaar vergeleken. Tenslotte zijn de resultaten van het nieuwe model gepresenteerd en vergeleken met de resultaten van de oude modellen.

Resultaten

Ongevalskansmodel

Met behulp van het ongevalsmodel wordt de kans op een ongeval berekend. De ongevals-kans is afhankelijk van het type vliegtuig en de vluchtfase. De ongevals-kansen worden afgeleid uit gegevens over ongevallen die wereldwijd in het verleden zijn gebeurd. Niet alle ongevallen zouden op Schiphol kunnen gebeuren. Het is daarom van belang een selectie te maken van gegevens die wel en niet gebruikt kunnen worden.

Er dient een selectie gemaakt te worden van.

- Vliegvelden die vergelijkbaar zijn met Schiphol. Hiervoor zijn een aantal criteria opgesteld, waaronder de aanwezigheid van een Terminal Approach Radar (TAR) en Automatic Terminal Information System (ATIS).
- Ongevallen die op Schiphol zouden kunnen voorkomen; zo zijn bijvoorbeeld ongevallen met helicopters, militaire vliegtuigen e.d. niet in de bepaling van de ongevals-kans meegenomen.
- Vliegbewegingen.

Ongevalslocatiemodel

Het ongevalslocatiemodel berekent de spreiding van ongevalslocaties. De onderzoekers nemen aan dat de spreiding van de ongevalslocaties afhankelijk is van de vluchtfase. In het ongevalslocatiemodel wordt gebruik gemaakt van vijf datasets. Sommige ongevallen worden in meer dan één dataset genoemd. Dubbele ongevallen zijn niet in het model meegenomen. Alle ongevallen zijn ingedeeld in vijf categorieën:

- overshoot;
- take-off overrun;
- undershoot;
- landing overrun;
- veer-off.

Voor elk van de fasen is een relatie afgeleid waarmee ongevalslocaties voor die fase berekend worden. Er zijn drie verschillende wiskundige relaties gebruikt (Weibull-, Laplace- en Gauss functie).

Ongevalsconsequentiemodel

Het ongevalsconsequentiemodel wordt gebruikt om de lethaliteit ten gevolge van een ongeval te berekenen en om het oppervlak van het ongevalsgebied te bepalen.

Deze informatie kan vervolgens gekoppeld worden aan de personendichtheid in het betreffende gebied om het aantal betrokkenen te bepalen.

Het oppervlak van het 'gevolgsgebied' hangt af van de omvang van een vliegtuig. Grote vliegtuigen hebben een groter 'gevolgsgebied' dan kleinere vliegtuigen. De omvang van het vliegtuig wordt in dit model uitgedrukt in Maximum Take Off Weight (MTOW).

De lethaliteit is de kans op ongevallen met dodelijke afloop in het 'gevolgsgebied' en wordt bepaald als de verhouding tussen het aantal doden (uitgezonderd: inzittenden van het vliegtuig) en het totale aantal mensen in het 'gevolgsgebied'. De lethaliteit (0,278) is bepaald door de som van alle ongevallen met dodelijke afloop te delen door de som van alle personen in het 'gevolgsgebied'. De lethaliteit blijkt voor 50% te worden bepaald door slechts drie ongevallen.

Modelvergelijking

Het nieuwe, zogenaamde IMU-model, is vervolgens vergeleken met het IMER-model en het TNLI-model. De belangrijkste verschillen tussen de drie modellen zijn samengevat in het onderstaand kader.

	IMER	TNLI	IMU
MTOW (m ² /ton)	150-250	130-160	83
lethaliteit	0,3	0,3	0,278
ongevalskansen 1990	0,568	0,483	0,270
1997	0,554	0,248	0,168
2010	0,531	0,248	0,148

De verschillen tussen TNLI en IMU worden onder andere veroorzaakt door:

- een betere selectie van te beschouwen ongevallen;
- een betere inschatting van het effect van business jets (dit type vliegtuig veroorzaakt 50% van alle ongevallen, maar komt op Schiphol nauwelijks voor).

Modelresultaten

In het onderzoek zijn modelresultaten van het nieuwe model (IR, GR en GGR) gepresenteerd voor de banenstelsels S4S1 (1990) en S5P (2010). Voor S5P (2010) is gerekend met twee verschillende bevolkingsbestanden, namelijk van de Meetkundige Dienst en van ADECS. De resultaten voor S5P laten met de ADECS gegevens een piek zien bij groepen van 100 personen; de MD gegevens laten een piek zien bij groepen van 400 personen.

Woordenlijst

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1 IR | Individueel Risico. Het IR van een bepaalde activiteit is de kans per jaar op een bepaalde plaats, dat een continu daar aanwezige persoon die onbeschermd is, komt te overlijden als gevolg van een mogelijk ongeluk met die activiteit; |
| 2 GR | Groepsrisico. Het GR is de kans per jaar dat in één keer een groep mensen komt te overlijden bij een ongeval met gevaarlijke stoffen. Het is onder meer afhankelijk van de bevolkingsdichtheid; |
| 3 Het ongevalskansmodel | Met behulp van het ongevalskans model wordt de kans op een ongeval berekend; |
| 4 Het ongevalslocatiemodel | De kans op een ongeval op een bepaalde locatie is afhankelijk van de positie van het vliegtuig ten opzichte van de luchthaven en de strat en landingsroutes. Deze afhankelijkheid wordt weergegeven in het ongevalslocatiemodel; |
| 5 Het ongevalsgevolgenmodel | Met behulp van het ongevalsgevolgen model wordt bepaald hoe groot het ongevalsgebied zal zijn en hoe groot de kans zal zijn dat iemand overlijdt in het gebied; |
| 6 MTOW | Maximum Take Off Weight. |

3.3 Haalbaarheidsonderzoek naar de ontwikkeling van een causaal model voor externe veiligheid.

Algemene gegevens

Titel Feasibility of the development of a causal model for the assessment of third party risk around airports
Auteur Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (A.L.C. Roelen et al)
Datum januari 2000

Doel van het onderzoek

Het onderzoek geeft antwoord op de vraag of het mogelijk is een causaal model te ontwikkelen om externe veiligheid in kaart te brengen. Daarnaast wordt aangegeven hoe een dergelijk model eruit zou moeten zien.

Korte beschrijving van het onderzoek

Uitgangspunt van de onderzoekers is dat het beleid ten aanzien van externe veiligheid in de toekomst niet fundamenteel verandert. Groepsrisico (GR) en individueel risico (IR) blijven de basiselementen van het beleid. Verder is aangenomen dat er geen grote wijzigingen optreden in berekeningssystematiek van het IR en het GR.

De onderzoekers beantwoorden achtereenvolgens de volgende vragen.

- 1 Wat is externe veiligheid (EV)?
- 2 Hoe worden IR en GR momenteel berekend?
- 3 Welke wijzigingen zijn in 1999 aangebracht in de oorspronkelijke berekeningsmethodiek voor EV rondom Schiphol?
- 4 Welke typen causale modellen bestaan er?
- 5 Welk type causaal model is geschikt om de veiligheid rondom Schiphol in kaart te brengen?
- 6 Welke keuzes moeten worden gemaakt bij de ontwikkeling van het causale model?
- 7 Aan welke criteria moet het causale model voldoen?

Resultaten

Externe veiligheid rondom Schiphol wordt beschreven met behulp van een veiligheidsmodel. Hiermee worden IR en GR berekend. Dit model bestaat uit drie sub-modellen:

- 1 het ongevalskansenmodel;
- 2 het ongevalslocatiemodel;
- 3 het ongevalsgevolgenmodel.

Het model is in 1993 door het NLR ontwikkeld. In 1999 zijn de volgende verbeteringen aangebracht.

- De ongevalskans is met meer dan 50% verlaagd. Dit is mogelijk omdat de ongevalskans is afgenomen door verbetering van de vliegveiligheid.
- De ongevalskansen worden apart berekend voor 6 vluchtfasen (take-off veer-off, take-off overrun, take-off overshoot, landing undershoot, landing veer-off, landing overrun).
- De verdeling van ongevalslocaties over het gebied rondom de luchthaven is herzien op basis van een grotere dataset.
- De afmetingen van het effectgebied zijn opnieuw vastgesteld en blijken 45-65% kleiner te zijn dan in het oorspronkelijke model.
- De lethaliteit is herzien en kleiner dan in het oorspronkelijke model.

Het huidige model is geschikt om de bestaande veiligheidssituatie in kaart te brengen. Omdat het model uitgaat van historische feiten is het model niet geschikt om het effect van toekomstige veiligheidsmaatregelen op de veiligheidssituatie te berekenen. Een model dat hiervoor wel geschikt is, is een zogenaamd pro-actief causaal model.

Er zijn drie typen causale modellen.

- 1 Een statisch causaal-statistisch. Een dergelijk model is gebaseerd op statistische relaties, afgeleid uit historische gegevens en is daarom niet goed geschikt voor het maken van voorspellingen;
- 2 Een statisch causaal-probabilistisch model. Een dergelijk model is niet alleen gebaseerd op historische gegevens, maar ook mogelijkheden om de invloed van managementfactoren te bepalen. Dit type model is daarom ook geschikt om voorspellingen te doen;
- 3 Een dynamisch causaal-probabilistisch model. Een dergelijk model is vergelijkbaar met een statisch causaal probabilistisch model, maar bevat tevens simulatietechnieken, waardoor tijd-gerelateerde effecten in beeld kunnen worden gebracht. Een nadeel is dat de ontwikkeling van dit type model erg veel tijd en geld kost.

Een statisch causaal-probabilistisch model is een goede basis voor een nieuw risicomodel voor Schiphol. Voorwaarde is dat er vooraf een grondige analyse wordt gemaakt van ongevallen en incidenten.

Bij het opzetten van een nieuw model moeten de volgende keuzes worden gemaakt:

- het detailniveau van de beslissingenboom;
- de randvoorwaarden van het model;
- de wijze waarop managementfactoren worden meegenomen in het model.

Het nieuwe model zou moeten bestaan uit een basismodel in de vorm van een beslissingenboom. Deze beslissingenboom kan vervolgens zowel in de breedte als in de diepte uitgebreid worden. Om dit te doen is het handig om het model op te splitsen in een aantal elementen, bijvoorbeeld.

- 1 'Flight' de vluchtfase van een vliegtuig (o.a. taxiën en take-off).
- 2 'Pre-flight' alle kenmerken van het vliegtuig en de bemanning, zoals technische staat van het vliegtuig en opleiding van de bemanning.
- 3 'Flight-support' hieronder worden die factoren verstaan die van invloed zijn op de vliegbeweging, maar die niet gerelateerd zijn aan het vliegtuig zelf. Het belangrijkste element hierin is Air Traffic Control.
- 4 'External factors' hieronder worden alle factoren verstaan die niet zijn gerelateerd aan de vlucht zelf, maar die wel direct de vliegbeweging kunnen beïnvloeden, zoals het weer, terrein en vogels.

Het model kan vervolgens worden uitgebreid in de diepte. Hierbij zijn de volgende drie aspecten van belang:

- de wijze waarop managementfactoren in het model worden opgenomen;
- het gewenste detailniveau;
- de dynamica van het model.

De keuzes moeten worden gebaseerd op een aantal criteria:

- 1 de technische mogelijkheden, zoals de mogelijkheden tot validatie, de complexiteit en de ontwikkelingskosten;
- 2 de waarde van het model voor het beleid, zoals de helderheid en voorspellend vermogen van het model;
- 3 afstemming met lopende projecten, zoals de ongevalsanalyses en de ontwikkeling van een causaal model voor interne veiligheid.

3.4 Rekenmodel voor de handhaving van externe veiligheid

Algemene gegevens

Titel Algoritme bronhandhaving externe veiligheidseffecten Schiphol
Auteur AVIV (G.A.M. Golbach)
Datum december 1999

Doel van het onderzoek

In het huidige normenstelsel voor Schiphol worden de risico's en risicocontouren berekend met een complex model. In het toekomstige stelsel zullen met dit ingewikkelde model éénmalig de zones worden vastgesteld (situatie 2010). Vervolgens wordt een eenvoudiger model gebruikt om te toetsen of de actuele situatie (bijvoorbeeld in 2005) nog past binnen de gestelde grenzen.

De doelstelling van dit technische onderzoek is een algoritme, een rekenmodel te ontwikkelen waarmee het mogelijk moet zijn op een eenvoudige wijze te toetsen of de actuele situatie (nog) past binnen de berekende grenzen van de eindsituatie.

Korte beschrijving van het onderzoek

Om te komen tot het algoritme hebben de onderzoekers de volgende stappen doorlopen.

- 1 Het vaststellen hoe de berekende risico's afhangen van de brongegevens, zoals bijvoorbeeld het aantal en type vliegtuigen.
- 2 Het definiëren van een maat waarin het risico kan worden uitgedrukt; de zogenaamde risicomassa. De risicomassa kan dienen als handhavinginstrument en is een maat voor de hoogte van het individueel risico en de verwachtingswaarde van het jaarlijks door ongevallen getroffen gebied.
- 3 Het definiëren van de verwachtingswaarde.
- 4 Het vaststellen van de wijze waarop het oppervlak van de risicozone berekend kan worden.

Resultaten

De invoergegevens die in het huidige risicomodel worden gebruikt zijn de onveiligheidsratio, ofwel de kans op een ongeval, het gebruik van de vijf banen, de routestructuur, de afmetingen van het ongevalsgebied, die afhankelijk zijn van het maximaal startgewicht.

Er is een verband tussen het individueel risico (IR) en de risicomassa. Een grotere risicomassa leidt tot een groter IR. De risicomassa voor de luchthaven kan worden gedefinieerd als:

$$RM = n * o * g$$

Hierin is 'RM' de risicomassa in ton per jaar; 'n' het totale aantal starts en landingen (vliegbewegingen per jaar); 'o' de onveiligheidsratio gemiddeld voor starts en landingen; 'g' het maximum startgewicht (MTOW in ton).

Het begrip risicomassa kan worden gebruikt als indicator voor de ontwikkeling van het individueel risico rondom Schiphol. Voorwaarde voor het gebruik is dat de routestructuur en het relatieve gebruik van de verschillende banen niet verandert ten opzichte van 2010.

Wanneer het oppervlak van een ongevalsgebied wordt vermenigvuldigd met de risicomassa, kan de verwachtingswaarde van de omvang van het oppervlak dat jaarlijks door een ongeval wordt getroffen worden berekend. De risicomassa in een actuele situatie kan vervolgens worden vergeleken met de situatie in 2010 om te toetsen of aan de grenzen wordt voldaan.

Ook de verwachtingswaarde van het ongevalsgebied kan worden gebruikt voor toetsing. Als de verwachtingswaarde in de actuele situatie kleiner is dan voor 2010 past de actuele

situatie nog binnen de grenzen. De verwachtingswaarde is door de onderzoekers gedefinieerd als:

$$VW = n * o * g * a$$

Hierin is 'a' het gemiddelde oppervlak van het ongevalsgebied in vierkante meters per ton.

Bij overschrijding van de grenzen kan het risico (i.c. de risicomassa) worden verkleind door te sturen op bijvoorbeeld het maximum aantal vliegbewegingen.

3.5 De botsingskans rond Schiphol nu en in de toekomst

Algemene gegevens

Titel De botsingskans rond Schiphol nu en in de toekomst, een kwalitatieve beschouwing
Auteur Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (E.A.C. Kruijssen, R.B.H.J. Jansen, M.A. Piers)
Datum oktober 1999

Doel van het onderzoek

Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium berekent de risico's voor omwonenden van Schiphol met behulp van een model. In dit model speelt de zogenaamde ongevalskans een belangrijke rol.

De ongevalskans voor luchtverkeer op en rond Schiphol is niet bekend en ook niet meetbaar, gezien het geringe aantal ongelukken rond Schiphol. Daarom wordt de ongevalskans geschat op basis van ongevalsgegevens van vliegvelden die vergelijkbaar zijn met Schiphol. De kans per vliegbeweging op botsingen tussen vliegtuigen in de lucht is onderdeel van de totale ongevalskans.

Uit statistische gegevens blijkt dat minder dan 2% van alle luchtvaartongevallen bestaat uit botsingen in de lucht. In de discussie over de Toekomstige Nederlandse Luchtvaart Infrastructuur (TNLI) is echter de zorg geuit dat Schiphol misschien gevoeliger is voor botsingen in de lucht dan andere luchthavens met een vergelijkbare verkeersdrukte en vlootsamenstelling. Schiphol zou gevoeliger kunnen zijn door het 'ongewone' banenstelsel en het complexe systeem van naderings- en vertrekroutes.

In het onderzoek van het NLR wordt beoordeeld of de bezorgdheid terecht is. Tevens verschaft het rapport inzicht in hoe de botsingskansen op Schiphol zich verhouden tot die op andere luchthavens en in de ontwikkeling van de botsingskans per vliegbeweging in de periode tot 2010.

Korte beschrijving van het onderzoek

In het rapport wordt door het NLR een kwalitatieve inschatting gegeven van de huidige botsingskansen op Schiphol en de toekomstige ontwikkelingen. De inschatting is gebaseerd op kennis waarover het NLR beschikt. De inschatting is gerecenseerd door vijf buitenlandse deskundigen op het gebied van luchtvaartveiligheid en luchtverkeersleiding. De inschatting is gebaseerd op een beschouwing van de praktijk van het vermijden van botsingen en van specifieke aspecten van Schiphol die de botsingskans beïnvloeden. Het onderzoek is gericht op het verkeer in de lucht rond Schiphol. Botsingen tussen vliegtuigen op de grond zijn niet meegenomen.

Het onderzoek naar de botsingskans rond Schiphol in vergelijking tot andere luchthavens richt zich op de volgende aspecten:

- 1 de wijze waarop in de praktijk botsingen worden voorkomen door technische maatregelen en menselijk handelen;
- 2 de complexe geometrie van het banenstelsel Schiphol;
- 3 het kleine naderingsverkeersleidingsgebied (Dit gebied is een stuk luchtruim dat zich ongeveer 45 kilometer in (bijna) alle richtingen rond Schiphol uitstrekt);
- 4 de ingewikkelde standaard vertekroutes;
- 5 het feit dat vliegen zonder begeleiding van de luchtverkeersleiding niet is toegestaan;
- 6 de werkdruk van verkeersleiders.

Het onderzoek naar de ontwikkeling van de botsingskans rond Schiphol in de komende tien jaar richt zich op de volgende aspecten:

- 1 technische innovaties van het verkeersleidingssysteem op Schiphol;
- 2 het zogenaamde Traffic alert and collision avoidance system (TCAS);
- 3 de nieuwe vijfde baan en de daarbij behorende herinrichting van het naderingsverkeersleidingsgebied van Schiphol;
4. toepassing van zogenaamde basic area navigation in het naderingsverkeersleidingsgebied;
- 5 privatisering van de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL).

Resultaten

Huidige botsingskansen

Volgens het NLR zijn er geen redenen om aan te nemen dat op dit moment de botsingskans per vliegbeweging rond Schiphol significant verschilt van de botsingskans per beweging rond andere vergelijkbare vliegvelden.

Het vermijden van botsingen blijkt rond grotere luchthavens de taak te zijn van verkeersleiders en in mindere mate van de vliegers. De effectiviteit van hun inspanning hangt nauw samen met de werkdruk. De werkdruk van de verkeersleiders is goed onder controle. De capaciteit van Schiphol wordt namelijk aangepast aan de werkdruk van de verkeersleiders.

Vanuit de cockpit bezien is Schiphol een 'moeilijk' vliegveld met een hoge werkdruk door de ingewikkelde routes die de vliegers moeten volgen. Het verbod op vliegen zonder begeleiding van de luchtverkeersleiding wordt door de onderzoekers echter als voldoende compensatie voor de hoge werklast beschouwd. Met andere woorden de botsingskans op Schiphol is niet groter dan op vergelijkbare luchthavens ten gevolge van de complexe structuur.

Toekomstige botsingskansen

Naar verwachting van het NLR zal de botsingskans per vliegbeweging rond Schiphol niet toenemen in de komende tien jaar.

In de afgelopen jaren is de botsingskans per vliegbeweging afgenomen, maar de botsingskans per vliegbeweging vermenigvuldigd met het aantal vliegbewegingen per jaar is wel toegenomen. De dalende trend kan niet zomaar doorgetrokken worden naar de toekomst, omdat congestie in het luchtruim en ontwikkelingen in de civiele luchtvaart de trend beïnvloeden. De onderzoekers signaleren vier ontwikkelingen die een significante invloed hebben op de botsingskans per vliegbeweging.

- 1 Door technische innovaties van het verkeersleidingssysteem op Schiphol zal de werkdruk voor de verkeersleiders per vliegbeweging afnemen. De botsingskans neemt hierdoor af.
- 2 De invoering van het zogenaamde traffic alert and collision avoidance system kan leiden tot een verlaging van de botsingskans per beweging. Voorwaarde is wel dat het systeem op de juiste wijze wordt geïmplementeerd en gebruikt.
- 3 Bij de ingebruikname van de nieuwe vijfde baan wordt het naderingsverkeersleidingsgebied opnieuw ingericht en gaan vliegtuigen hun eigen navigatieprestaties controleren. De botsingskans per beweging neemt hierdoor af.

- 4 De LNVL zal worden geprivatiseerd. Op de vraag of de privatisering van de LVNL geen nadelige invloed heeft op de botsingskans kan door het NLR geen gegarandeerd antwoord worden gegeven. De verwachting is echter dat de botsingskans hierdoor niet omhoog gaat.

3.6 Bestuurlijke en maatschappelijke haalbaarheid van een causaal model van het externe risico van de luchtvaart

Algemene gegevens

Titel	Bestuurlijke en maatschappelijke haalbaarheid van een causaal model van het externe risico van de luchtvaart
Auteur	RAND Europe (B.S. van de Kerke, M. van het Loo, J.P. Kahan)
Datum	februari 2000

Doel van het onderzoek

Het huidige model waarmee risico's worden berekend heeft een aantal tekortkomingen in zich. Een belangrijke tekortkoming is dat het model is gebaseerd op beperkte historische gegevens. Er worden weliswaar naast gegevens over ongevallen op Schiphol, ook gegevens over ongevallen op vergelijkbare luchthavens meegenomen. Maar in het huidige model wordt alleen de kans meegenomen dat een bepaald vliegtuigtype neerstort en niet de causale relatie tussen andere factoren en veiligheid. Dit heeft tot gevolg dat effecten van veranderingen zoals bijvoorbeeld een nieuw veiligheidsmanagementsysteem pas zichtbaar worden als deze tot uitdrukking komen in de historische gegevens.

Deze tekortkomingen kunnen mogelijk met een zogenaamd 'causaal model' worden ondervangen. Het nieuwe model zou het mogelijk moeten maken om de zwakke schakels in het veiligheidsmanagementsysteem te identificeren en om de effecten van verschillende beleidsalternatieven voor bijvoorbeeld het veiligheidsmanagementsysteem door te rekenen. Belangrijk daarbij is de vraag of verschillende belanghebbenden het nieuwe model steunen. De meeste aandacht gaat in het onderzoek uit naar de vraag of verschillende belanghebbenden een causaal model acceptabel vinden en de criteria waaraan een dergelijk model volgens hen zou moeten voldoen.

De vraagstelling is opgesplitst in de volgende deelvragen.

- Welke factoren moeten worden meegenomen in het causale model?
- Welke kenmerken moet het model hebben?
- Welke informatie moet het model opleveren?
- Op welke manier kunnen het model en de uitkomsten daarvan het best in de besluitvorming worden gebruikt?
- In hoeverre is de ontwikkeling van een causaal model organisatorisch en financieel haalbaar?

Het eindresultaat van het onderzoek is een inventarisatie van criteria die verschillende belanghebbenden formuleren ten aanzien van een nieuw te ontwikkelen model.

Korte beschrijving van het onderzoek

Om antwoord te krijgen op hun vragen hebben de onderzoekers zes groepsinterviews afgenomen. Een groepsinterview is een interview met een homogeen samengestelde groep mensen die gedurende een bepaalde tijd wordt gevraagd naar hun visie op vooraf bepaalde onderwerpen. De interviews zijn bijgewoond door minimaal twee en maximaal acht personen. In het kader van dit onderzoek zijn deelnemers uit de volgende organisaties en instellingen geïnterviewd:

- Nationale overheid (ministeries): Verkeer en Waterstaat, Binnenlandse Zaken - Economische Zaken - Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu - Sociale Zaken en Werkgelegenheid;
- Nationale overheid (raden en commissies): Commissie MER en Raad voor de Transportveiligheid (Kamer Lucht);

- Provinciale en lokale overheid: Provincie Noord-Holland, Gemeente Amsterdam, Gemeente Amstelveen;
- Luchtvaartsector: KLM, Martinair, Schiphol Groep, Fokker Services, VNV;
- Actiegroepen, Stichting Natuur en Milieu, Milieudefensie, Vereniging GEUS, Schiphol Werkgroep Amstelveen Buitenveldert, Platform Leefmilieu Regio Schiphol;
- Omwonenden: Dorpsraad Abbenes, Dorpsraad Rijsenhout, Dorpsvereniging Zwanenburg/Halfweg, Dorpsraad Badhoevedorp, Bewonersvereniging Kelbergen, Werkgroep Vliegverkeer Bijlmermeer, Schiphol Werkgroep Amstelveen Buitenveldert.

De interviews kenden alle dezelfde opzet:

- 1 voorstelronde en toelichting op de achtergrond van de deelnemers;
- 2 uiteenzetting van de definities die tijdens de discussie zouden worden gebruikt door de voorzitter;
- 3 discussie en afsluitende vragenronde: in de discussie kwamen in ieder geval de volgende onderwerpen aan de orde: (a) de plaats van modellen in beleid op het gebied van externe veiligheid; (b) de factoren die in het model moeten worden meegenomen; (c) de gewenste informatie die het model oplevert.

Resultaten

Uit de groepsinterviews is een lijst met factoren gekomen die volgens de geïnterviewden meegenomen moeten worden in een nieuw causaal model. Het betreft factoren die door verschillende groepen werden genoemd (+) en factoren die slechts één keer genoemd werden:

- lading van het toestel (+);
- vullingsgraad van de tanks van het toestel bij vertrek (+);
- uitvoerende luchtvaartmaatschappij (+);
- atmosferische omstandigheden;
- baangebruik op het moment dat zich problemen voordoen;
- drukte in de lucht;
- invloed van het gebruik van draagbare computers en mobiele telefoons op het besturingssysteem;
- kwaliteit van de apparatuur;
- menselijke factor bij de luchtverkeersbegeleiding (werkdruk);
- menselijke factor in het vliegtuig (o.a. vermoeidheid);
- onderhoudsprotocollen;
- technologische ontwikkelingen op het gebied van luchtvaart;
- trainingsniveau van de piloten;
- vliegprocedures;
- vogels.

Volgens de meeste deelnemers is het gebruik van expert judgement in een causaal model onontkoombaar. De keuzes moeten breed getoetst worden en goed worden gecommuniceerd naar het publiek.

Uit de interviews komen daarnaast de volgende aandachtspunten naar voren.

- Bij de ontwikkeling van een causaal model moet voorkomen worden dat het model ondoorzichtig wordt.
- De grens tussen interne en externe veiligheid is voor veel mensen onduidelijk. In vier van de zes groepen geïnterviewden werd gesuggereerd om interne en externe veiligheid integraal te benaderen. De sector is van mening dat externe veiligheid een afgeleide is van interne veiligheid en wil vooral de interne veiligheid verbeteren. Omwonenden en actiegroepen hechten met name waarde aan een goede modellering van externe veiligheid.
- Door vier van de zes groepen wordt voorgesteld de ontwikkeling van een nieuw model te laten uitvoeren door onafhankelijk deskundigen om de onafhankelijkheid van het model te waarborgen.
- Het nieuwe model zou zo gebouwd moeten worden dat niet over een paar jaar weer kritiek ontstaat en opnieuw een nieuw model zou moeten worden ontwikkeld.

- In de berekeningen zouden de daadwerkelijk gevlogen routes meegenomen moeten worden.
- Voor de berekening van het groepsrisico zal een compleet en up-to-date woningbestand moeten worden gebruikt.

Bijna alle geïnterviewden zijn van mening dat het een goed idee is het huidige model dat de externe risico's van de luchtvaart berekent te vervangen door een nieuw model (los van de vraag of dit een causaal model moet zijn).

De vertegenwoordigers van de overheden en de actoren binnen de luchtvaartsector geven in het algemeen de voorkeur aan een causaal model. De actiegroepen hebben benadrukt dat het in feite gaat om een statistisch model, waaraan causale elementen worden toegevoegd. In alle groepen is een aantal kanttekeningen geplaatst bij de mogelijkheid een causaal model te ontwikkelen.

Vanuit een bestuurlijk oogpunt lijkt de ontwikkeling van een causaal model haalbaar mits aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan. Deze voorwaarden zijn onder andere: transparantie, inzicht in de luchtvaartveiligheid, basis voor beslissingen, vergelijkbaarheid met de situatie in 1990, objectiviteit, onafhankelijkheid, betrokkenheid van veel partijen bij de ontwikkeling van het model.

Het nieuwe model is tevens vanuit maatschappelijk oogpunt haalbaar als met het model het vertrouwen van de burger in de overheid en de luchtvaartsector wordt hersteld. Dit pleit er volgens de onderzoekers voor om naast de ontwikkeling van een nieuw model ook in te zetten op ander beleid om het vertrouwen van de burger terug te winnen door onder andere:

- open en eerlijke communicatie van de overheid richting de burgers over de veiligheid op Schiphol;
- handhaving van de normen en het afdwingen van maatregelen als de normen worden overschreden.

Conclusies

De onderzoekers concluderen dat de ontwikkeling van een causaal model wenselijk is. Het nieuwe model zou het oude model moeten vervangen. Voorkomen moet worden dat twee of meer modellen naast elkaar bestaan. Verder zou de bouw van een nieuw model samen moeten gaan met het tonen van bereidheid om aanvullend beleid op het gebied van externe veiligheid van de luchtvaart in te voeren. Tevens zou overwogen moeten worden om de ontwikkeling van een causaal model in internationaal verband aan te pakken en openheid te betrachten.

3.7 De ongevalslocaties ten opzichte van de langste start- en landingsbaan van Schiphol

Algemene gegevens

Titel Plots of crash locations undertaken on behalf of Amsterdam Airport Schiphol
 Auteur NATS (P.G. Cowell, P.B. Foot, D. Kent)
 Datum februari 2000

Doel van het onderzoek

Het Britse 'Departement of Operational Research and Analysis, National Air Traffic Services' (NATS) heeft een (empirische) methode ontwikkeld om de risico's nabij vliegvelden in te schatten. Deze methode is gebaseerd op drie parameters:

- 1 een set 'crash rates' (ongevallen per vliegbeweging) voor verschillende typen vliegtuigen;
- 2 een ongevalslocatiemodel;
- 3 een ongevalsgevolgenmodel.

Amsterdam Airport Schiphol (AAS) heeft NATS gevraagd om figuren te maken van de locatie van ongevallen vlakbij de uiteinden van start- en landingsbanen. Daarnaast heeft AAS gevraagd om figuren van de gebieden waarbinnen 90% van alle ongevallen rondom luchthavens plaatsvindt. Ongevallen tijdens het taxiën zijn niet beschouwd.

Het rapport beschrijft op welke wijze de figuren zijn gemaakt en welke aannamen zijn gedaan.

Korte beschrijving van het onderzoek

De database van NATS bevat met name ongevallen (65%) die hebben plaatsgevonden in Noord-Amerika, West-Europa en Australië. In het onderzoek zijn alleen die gegevens meegenomen die betrekking hebben op ongevallen in de 'nabijheid van luchthavens'. Hieronder worden ongevallen tijdens het stijgen (van 'take-off roll' tot en met het voltooiën van de climb) en ongevallen tijdens het landen (van de aanvang van het dalen tot en met het afronden van de 'landing roll') verstaan.

Er zijn vier typen ongevallen beschouwd:

- 1 landing overruns;
- 2 ongevallen in de lucht tijdens het landen;
- 3 take-off overruns;
- 4 ongevallen in de lucht tijdens het stijgen.

Onder overruns worden ongevallen verstaan waarbij een vliegtuig van de start- en landingsbaan afraakt en dus naast de baan terechtkomt.

Verder zijn alleen vliegtuigen beschouwd met een MTOW van 4 ton of meer, omdat de meerderheid van alle commerciële vliegtuigen in deze categorie valt. Voor elk ongeval is zowel de locatie van het eerste contact met de grond als de uiteindelijke locatie van het wrak weergegeven. Alle locaties zijn weergegeven ten opzicht van het middelpunt van de start- of landingsbaan voor ongevallen tijdens respectievelijk stijgen en landen. Tenslotte is geen rekening gehouden met de vluchtroutes van de vliegtuigen. Volgens de onderzoekers is er namelijk geen betrouwbare relatie tussen de ongevalslocatie en de vluchtroute. Voorafgaand aan ongevallen wordt immers veelal afgeweken van de oorspronkelijke vluchtroute.

Conclusies

De onderzoekers hebben de ongevalslocaties in beeld gebracht ten opzichte van de langste start-en landingsbaan van Schiphol. Uit de resultaten blijkt dat veel ongevalslocaties op de middenlijn van de start- of landingsbaan liggen. De ongevalslocaties zijn weergegeven in twee figuren. Hierbij zijn alle locaties weergegeven aan één kant van de baan.

Daarnaast is de ongevalsdichtheid weergegeven in aantallen ongevallen per vierkante kilometer. Hiertoe zijn alle ongevallen binnen een vierkante kilometer gesommeerd.

Tenslotte is het gebied waarbinnen 90% van alle ongevallen plaatsvindt weergegeven in de vorm van een contour.

Het gebied waarbinnen 90% van de ongevallen plaatsvindt is veel groter dan het gebied binnen de huidige IR-contouren. Toepassing van het 90%-gebied in het externe veiligheidsbeleid voor Schiphol, zou betekenen dat het strenge regiem op een veel groter gebied van toepassing wordt.

Het voordeel van een dergelijke benadering van de externe veiligheid is dat het gebied onafhankelijk wordt van het aantal vluchten. Het gebied waarbinnen 90% van alle ongevallen plaatsvindt is immers afgeleid uit een ongevallendatabase en is daarom niet afhankelijk van het aantal vluchten op Schiphol.

3.8 Arbitrage externe veiligheid

Algemene gegevens

Titel	Arbitrage vermeende tekortkomingen in de berekeningen van de externe veiligheid Schiphol voor de situatie 1990
Auteur	Resource Analysis (G. Baarse, J. Boelens)
Datum	september 1999

Doel van het onderzoek

Het NLR heeft een methodiek ontwikkeld om berekeningen voor externe veiligheid voor de luchthaven Schiphol te maken. Enige jaren later heeft NLR gemeld dat er tekortkomingen in de uitgangssituatie 1990 zijn. Dit zou kunnen betekenen dat de PKB Schiphol en Omgeving destijds op foute berekeningen voor het basisjaar 1990 genomen is. De RLD besloot de problematiek door een onafhankelijke derde partij te laten beoordelen.

Het doel van het arbitrage-onderzoek is het bekijken en beoordelen van de vermeende fouten. Eerst worden de kwantitatieve en kwalitatieve effecten van de tekortkomingen op de berekeningsresultaten bekeken. De ernst van de effecten op de toepassing van de verkregen resultaten wordt gewogen en tenslotte wordt geadviseerd hoe effecten beperkt of teniet gedaan kunnen worden.

Het onderzoek is begeleid door een begeleidingsgroep uit VROM en de werkgroep "Reparatie 1990" (NLR, ADECS en RLD).

Korte beschrijving van het onderzoek

De negen tekortkomingen die het NLR heeft gesignaleerd worden beschouwd als afwijkingen tussen de werkelijke en berekende externe veiligheidssituatie. De tekortkomingen zijn gerelateerd aan ofwel de invoergegevens ofwel de uitvoering van de externe veiligheidsberekeningen. Aan deze tekortkomingen liggen zowel praktische randvoorwaarden als budget, menskracht en tijd ten grondslag, als beperkte beschikking over kennis en gegevens vanwege het experimentele en innovatieve karakter van het model. Het belangrijkste zijn echter de verschillen tussen wijze waarop berekeningen feitelijk uitgevoerd zijn en de wijze waarop ze uitgevoerd hadden moeten zijn dan wel gedacht waren te worden uitgevoerd. Dit wordt aangemerkt als fout en is een vermijdbare tekortkoming.

Er zijn 5 fouten geconstateerd. De effecten van de tekortkomingen op het IR, het GR en het GGR zijn in de onderstaande tabel weergegeven.

Tekortkomingen	Effect op		
	Individueel Risico	Groeps Risico	Gesommeerd Gewogen Risico
niet dekkend woningbestand binnen 10 ⁻⁶ contour	geen	geen	-4%
populatie op luchthaventerrein achtergebleven	geen	+ 7%	geen
te laag gem. startgewicht (MTOW) in berekeningen	-10%	-10%	-15%
fouten in inlezen terreinbestand	-10%	+20%	-10%
fout in invoering accident rate	±1-2%	±1-2%	±1-2%

De methodiek en de gegevensgrondslag voor de berekeningen voor externe veiligheid worden momenteel door het NLR geëvalueerd en verbeterd. De directe effecten voor het beleid zijn gebaseerd op de analyse van de gesignaleerde fouten, waarbij rekening is gehouden met de verbeteringen bij NLR en ontwikkelingen in het externe veiligheidsbeleid.

Resultaten

De conclusies zijn onderverdeeld in een beoordeling vanuit korte termijn en lange termijn perspectief. Daarnaast is rekening gehouden met de verwachte ontwikkelingen in het externe-veiligheidsbeleid.

Ontwikkeling externe-veiligheidsbeleid

Het GGR kan gehandhaafd worden met luchtvaartgebonden maatregelen. Voor het GR geldt een stand still principe, waardoor er geen nieuwe woningen en nieuwe bedrijven gevestigd mogen worden in de omliggende zones. De methodiek en toepassing van de externe-veiligheidsberekeningsmethodiek worden in een nog lopend evaluatieproject verbeterd. De normdiscussie eind 1999 kan leiden tot aanvullingen en aanpassingen op het externe-veiligheidsbeleid, die tevens in het verbeteringsproces van kennis en methoden meegenomen kunnen worden.

Korte-termijnperspectief

- Tekortkomingen (fouten) hebben geen directe consequenties voor beleid PKB Schiphol en Omgeving.
- Fouten geven vanuit beleidsmatig perspectief een niet-toelaatbare afwijking van de berekende situatie.
- Tijdsdruk en het door elkaar heen lopen van opeenvolgende processen in relatie tot het vernieuwende en experimentele karakter van de analyses hebben geleid tot de tekortkomingen.

Lang-termijnperspectief

- Verschillen tussen werkelijke en berekende situatie kunnen groot zijn, maar zijn vaak niet goed bekend.
- Door ontwikkelingen in kennis is de benadering van de werkelijkheid onderhevig aan voortdurende veranderingen; hierdoor worden de verschillen tussen berekende en werkelijke situatie verkleind.

Aanbevelingen

- Op korte termijn moeten duidelijke werkprocedures worden ontwikkeld voor methodiekontwikkeling en analyses. Er moeten uitvoerbare randvoorwaarden zijn om een verantwoord resultaat te waarborgen. Tenslotte kan de nauwkeurigheid en kwaliteit van de terreinbestanden (inputgegevens) verbeterd worden.
- Op langere termijn is waarborging nodig van de inpassing van de ontwikkeling van de externe-veiligheidsmodellering en berekeningsmethodiek in het proces van beleidsvorming en beleidshandhaving. Flexibiliteit bij de ontwikkeling en gebruik van analysemethoden is gewenst. Dit kan met zorgvuldige protocollen voor beheer, controle en accordering van de in te zetten analyse-instrumenten.

Woordenlijst

- 1 GGR Gesommeerd Gewogen risico; Individueel risico gewogen met bevolkingsdichtheden van Groepsrisico.

4 Luchtverontreiniging en geur

4.1 Inleiding

Als bronnen van luchtverontreiniging in de luchtvaart kunnen onder andere worden aangemerkt:

- het vliegverkeer (inclusief starten, opstijgen, naderen en taxiën op de luchthaven);
- de op- en overslag van vliegtuigbrandstof;
- het proefdraaien van de vliegtuigmotoren.

Naast deze 'primaire' bronnen zijn er nog andere aan het luchtverkeer gerelateerde bronnen zoals:

- het dienstverkeer op de luchthaven;
- het bestemmingsverkeer.

De mate waarin sprake is van luchtverontreiniging kan worden uitgedrukt in enerzijds de emissie van stoffen door bronnen en anderzijds de concentratie (immissie) van stoffen op een bepaalde plaats. In het algemeen is luchtverontreiniging niet merkbaar. Dit wordt anders indien de lucht duidelijk waar te nemen is omdat deze 'ruikt' of zichtbaar is. Indien de geur van de lucht als hinderlijk wordt ervaren spreekt men van stank of geurhinder.

In het kader van het nieuwe normenstelsel zijn een aantal onderzoeken verricht naar de emissies en immissies van (luchtverontreinigende) stoffen. Deze onderzoeken dragen informatie aan zodat het normenstelsel ten aanzien van geur en luchtkwaliteit zo realistisch mogelijk kan worden vormgegeven.

Het onderzoek van TNO (4.2) heeft tot doel informatie te leveren over geur en luchtkwaliteit in de omgeving van Schiphol. De situatie is onderzocht voor 2003 en 2010. Tevens is de situatie in 1990 herberekend. Het onderzoek van buro Blauw (4.3) heeft tot doel inzicht te krijgen in de activiteiten op Schiphol die leiden tot geurhinder. Daarnaast is een methodiek ontwikkeld voor het vaststellen van de effectiviteit van geurreducerende maatregelen.

4.2 ONL-scenarioberekeningen luchtkwaliteit (2003, 2010 en herberekening 1990) inclusief effect van maatregelen

Algemene gegevens

Titel	ONL-scenarioberekeningen luchtkwaliteit (2003, 2010 en herberekening 1990) inclusief effect van maatregelen (CONCEPT)
Auteur	TNO (J. den Boeft)
Datum	maart 2000

Doel van het onderzoek

Het onderzoek van TNO heeft tot doel informatie te leveren over geur en luchtkwaliteit in de omgeving van Schiphol. De situatie is onderzocht voor 2003 en 2010. Tevens is de situatie in 1990 herberekend. De onderzochte aspecten zijn:

- 1 de emissies (= uitstoot) van de belangrijkste luchtverontreinigende stoffen door de activiteiten op de luchthaven zelf en door andere activiteiten in de regio Schiphol, te weten koolmonoxide (CO), stikstofoxiden (NO_x), vluchtige organische koolwaterstoffen (VOS), zwaveldioxide (SO₂), fijn stof en zwarte rook;
- 2 de concentraties van luchtverontreiniging op leefniveau in de omgeving van Schiphol;

- 3 de geuremissies door de luchthaven;
- 4 de geurconcentratie in de omgeving van Schiphol;
- 5 de effecten van emissiereducerende maatregelen.

Korte beschrijving van het onderzoek

De onderzoekers hebben dezelfde onderzoeksmethode gehanteerd als in voorgaande luchtkwaliteitsstudies (bijvoorbeeld de IMER en de UMER).

Emissies

De emissies van luchtverontreinigende stoffen door wegverkeer en door de luchthaven zijn berekend door aantallen vlieg- en wegverkeersbewegingen te vermenigvuldigen met de bijbehorende emissiefactoren.

Bij de bepaling van de emissies door vliegbewegingen is onderscheid gemaakt tussen de verschillende vluchtfasen en verschillende typen motoren. Daarnaast zijn de emissies ten gevolge van de op- en overslag van kerosine, de energieopwekking op de platforms en het dienstverkeer op de luchthaven meegenomen in de totale emissies van de luchthaven.

De berekeningswijze van de luchtvaartemissies is gewijzigd ten opzichte van 1990. In de herberekening van 1990 is voor een aantal activiteiten en typen vliegtuigmotoren gerekend met aangepaste emissiefactoren. Voor de berekening van emissies door wegverkeer is gebruik gemaakt van gegevens van het RIVM. Bij de berekening van de emissies van wegverkeer is een andere berekeningswijze gehanteerd dan in voorgaande onderzoeken. In plaats van de emissies van het wegverkeer in een gebied van 5 kilometer rondom Schiphol, inclusief delen van het onderliggende wegennet, zijn de emissies van de autosnelwegen tot aan de grenzen van het studiegebied berekend. De emissie van andere bronnen, zoals industrie, zijn afgeleid uit de "Nationale Milieuverkenning 1997-2010 (MV4)". De totale emissies van luchtverontreiniging in het studiegebied zijn bepaald door alle emissies van de verschillende bronnen te sommeren. Voor de herberekening van de situatie in 1990 zijn de emissies op basis van de huidige inzichten (MV4) naar het 1990-niveau geschaald.

Luchtkwaliteit

Voor de berekening van concentraties van luchtverontreiniging op leefniveau is gebruik gemaakt van het 'Nationaal Model' en de bijbehorende aanbevelingen van de Commissie Onderzoek Luchtverontreiniging. Voor de berekening van de concentraties van stikstofdioxide is gebruik gemaakt van de methode van Huygen. In de berekening is rekening gehouden met de verdeling van emissies over een etmaal. Verder zijn zes situaties voor het baangebruik onderscheiden. Aangenomen is dat de bijdragen van andere bronnen dan de luchthaven en het wegverkeer onderdeel van de achtergrondconcentraties zijn. De achtergrondconcentratie is het luchtverontreinigingsniveau in het gebied als gevolg van alle andere bronnen dan het landen en opstijgen van het wegverkeer op de hoofdwegen rond Schiphol. De achtergrondconcentraties in het studiegebied rond Schiphol zijn gebaseerd op meetresultaten van het Nationale Meetnet Luchtverontreiniging van het RIVM. De totale concentraties van luchtverontreiniging zijn getoetst aan de grens-, richt- en/of streefwaarden van de betreffende stof.

Geur

De emissies van geur zijn met een verhoudingsgetal bepaald uit de emissies van VOS. De geurconcentraties op leefniveau zijn op dezelfde wijze berekend als de concentraties van andere luchtverontreiniging met dat verschil dat wegverkeer en overige bronnen geen bijdrage leveren aan de totale geurconcentraties. De aantallen personen binnen de geurcontouren zijn bepaald met behulp van een woningbestand van ADECS en met behulp van tellingen door de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat.

Maatregelen

Voor de emissies van de luchthaven is op basis van een beperkt aantal gegevens bepaald welke emissiereductie kan worden behaald door het nemen van een aantal maatregelen, namelijk:

- 1 taxiën op één motor;
- 2 APU/GPU vervangen door walstroom;
- 3 het elektrificeren van het platformverkeer;
- 4 ondergrondse opslag van kerosine en aflevering van kerosine via dispensers bij de pieren.

Conclusies

Emissies

De totale emissies in het studiegebied vertonen voor alle stoffen een dalende trend voor de jaren 1990, 2003 en 2010. Dit is met name het gevolg van een dalende emissie door wegverkeer en overige bronnen. De emissies van het vliegverkeer nemen in 2003 en 2010 toe ten opzichte van 1990. De relatieve bijdrage van emissies van het vliegverkeer aan de totale emissies in het studiegebied neemt daardoor eveneens toe.

De herberekening van 1990 levert voor de stoffen koolmonoxide, stikstofdioxide, VOS en geur grotere emissies op dan de oorspronkelijke berekening.

Luchtkwaliteit

Van geen van de onderzochte stoffen worden de luchtkwaliteitsgrenswaarden overschreden. De toekomstige EU-richtlijn voor stikstofdioxide wordt wel overschreden; namelijk in een zone van 1 à 2 kilometer ter hoogte van Schiphol en aan weerszijden van het overige deel van de rijkswegen A4 en A9. Dit geldt voor alle onderzochte jaren.

Geur

De geurconcentraties op leefniveau vertonen tussen 1990 en 2003 een stijgend verloop. Door de aanleg van de vijfde baan treedt er een vereffening op van de geurconcentraties. Mede daardoor en door de verwachte vlootvernieuwing vertonen de geurconcentraties tussen 2003 en 2010 een dalende trend. Hetzelfde stijgende en dalende verloop is terug te vinden in de aantallen inwoners binnen de geurcontouren. Tussen 1990 en 2003 neemt dit aantal toe; tussen 2003 en 2010 neemt dit aantal af.

Herberekening van de situatie in 1990 leidt tot een ruim 30% grotere geuremissie en een 2,5 maal zo groot oppervlak binnen de geurcontouren ten opzichte van de oorspronkelijke berekening. Deze forse toename van het aantal inwoners is het gevolg van de uitbreiding van de contour in nooroostelijke richting naar een gebied met hoge inwoneraantallen (Amsterdam zuidwest).

Maatregelen

Met de onderzochte maatregelen is volgens de onderzoekers maximaal een reductie van 20% te behalen voor de emissies van het vliegverkeer. De bijdrage van de maatregelen aan verbetering van de luchtkwaliteit in de omgeving is klein.

Woordenlijst

- | | |
|------------------------------|---|
| 1 Concentratie op leefniveau | de concentratie aan luchtverontreinigende stoffen in de woon- en leefomgeving. |
| 2 Achtergrondconcentraties | de concentratie veroorzaakt door andere bronnen dan vliegtuigverkeer. |
| 3 IMER/UMER | Integraal Milieu-effectrapport/Uitvoerings Milieu-effectrapport |
| 4 Suffelploeg | een getrainde groep van waarnemers, die volgens een vast protocol geurwaarnemingen verricht op emissieniveau. |
| 5 Emissiefactoren | maat voor de uitstoot van luchtverontreiniging per auto of vliegtuig per afgelegde kilometer. |
| 6 Studiegebied | gebied van ongeveer 20x20 kilometer rondom Schiphol. |
| 7 APU/GPU | installatie voor de energievoorziening van stilstaande vliegtuigen. |
| 8 PU | power unit. |

4.3 Onderzoek stelsel geurkwaliteit

Algemene gegevens

Titel	Onderzoek onderbouwing nieuw normenstelsel geur voor de nationale luchthaven
Auteur	Buro Blauw B.V. (F.H.B de Bree)
Datum	januari 2000

Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek was inzicht te krijgen in de activiteiten op Schiphol die leiden tot geurhinder. Daarnaast is een methodiek ontwikkeld voor het vaststellen van de effectiviteit van geurreducerende maatregelen.

In het onderzoek wordt antwoord gegeven op de volgende vragen.

- Welke activiteiten op Schiphol veroorzaken geurklachten?
- Wat zijn de belangrijkste geurbronnen?
- Wat is de omvang van het gebied rondom Schiphol waarbinnen geurhinder wordt ervaren?
- Welke factoren zijn van invloed op de ervaren geurhinder?
- Wat is de relatie tussen ervaren hinder en het klachtenpatroon?
- Wat is de invloed van weersomstandigheden?

Korte beschrijving van het onderzoek

Het onderzoek is opgesplitst in een aantal activiteiten:

- 1 een literatuuronderzoek naar de geurbelasting door vliegvelden;
- 2 een literatuuronderzoek naar de geurhinder door vliegvelden;
- 3 een klachtenanalyse, waarin het klachtenbestand van de Provincie Noord-Holland en van de Commissie Geluidhinder Schiphol voor de periode januari 1998 tot en met juli 1999 is onderzocht;
- 4 fase 1: metingen met Schiphol als black-box;
- 5 fase 2: brongerichte metingen.

De eerste drie activiteiten spreken voor zich. De twee fasen vragen om een toelichting.

In fase 1 is de geurhinder door de activiteiten op Schiphol in beeld gebracht door Schiphol als black-box te beschouwen. Dit betekent dat alleen de geurbelasting op leefniveau is onderzocht. De bron van de geur (bijvoorbeeld taxiën of landen) is in deze fase niet bestudeerd. De geurbelasting is in kaart gebracht met behulp van zogenaamde snuffelploegmetingen. Een gecertificeerd panel van geurwaarnemers heeft in het veld vastgesteld tot op welke afstand vanaf Schiphol geur kan worden waargenomen. Daarnaast is de mate van hinder beoordeeld.

In fase 2 zijn brongerichte metingen uitgevoerd. Opnieuw zijn snuffelploegmetingen uitgevoerd, met dat verschil dat de metingen nu tijdens specifieke activiteiten zijn uitgevoerd, namelijk tijdens landen, stijgen of taxiën. Met behulp van de metingen is per activiteit de afstand vastgesteld waarop de geur van die activiteit nog kon worden waargenomen. Met behulp van verspreidingsberekeningen zijn vervolgens de geuremissies per activiteit berekend.

Conclusies

Op meer dan de helft van alle dagen wordt geklaagd over stankoverlast door Schiphol. Het aantal klachten per dag varieert van 1 tot 23 klachten. Gemiddeld wordt er 2 maal per 'klaagdag' geklaagd. Schiphol is daarmee een van de grootste bronnen van geurklachten in de provincie Noord-Holland.

Alle klagers omschrijven de geur als een 'kerosine-lucht'. Verder geven de klagers aan dat ze gehinderd of bezorgd zijn over de geuroverlast van Schiphol.

De onderzoekers komen tot de conclusie dat het merendeel van de klagers over geurhinder woont binnen een straal van 5 tot 7 kilometer vanaf het centrum van

Schiphol. In dit gebied treedt ernstige geurhinder op. Over de absolute omvang van de hinder wordt in het onderzoek geen uitspraak gedaan.

Geurhinder ten gevolge van overvliegende vliegtuigen op afstanden groter dan 10 kilometer van de luchthaven kan door de onderzoekers niet worden verklaard.

Belangrijke bronnen van geuroverlast zijn landen, stijgen en taxiën. Het optreden van geurhinder in een bepaald woongebied blijkt afhankelijk te zijn van de heersende windrichting. Amstelveen ligt ten oosten van Schiphol. In Amstelveen treden bijvoorbeeld veel geurklachten op bij westelijke windrichtingen. Het landen en stijgen van vliegtuigen is afhankelijk van de windrichting. Taxibewegingen zijn veel minder afhankelijk van de windrichting. Hieruit wordt door de onderzoekers geconcludeerd dat het optreden van klachten in een bepaald woongebied samenhangt met stijgen en landen en in mindere mate met taxibewegingen.

De geuremissie wordt uitgedrukt in snuffeleenheden per voertuigbeweging (se/VB).

Van de drie belangrijkste bronnen treedt de relatief grootste geuremissie - 122 miljoen se/VB - op tijdens het landen. Daarna volgt het stijgen - 45 miljoen se/VB. En tenslotte het taxiën - 7 miljoen se/VB. Omdat taxiën veel meer tijd in beslag neemt dan landen of stijgen kan de geuremissie van taxiën toch een aanzienlijk aandeel hebben in de totale geurbelasting van de omgeving.

Tenslotte wordt door de onderzoekers geconcludeerd dat het snuffelploegonderzoek betrouwbare resultaten oplevert om de effectiviteit van geurreducerende maatregelen te kunnen bepalen.

Colofon

© april 2000

De rapportage "Onderzoek m.b.t. het nieuwe stelsel van milieu- en veiligheidsnormen. Samenvattende rapportage bij de nota 'Toekomst van de nationale luchthaven' " is een uitgave van het ministerie van Verkeer en Waterstaat in samenwerking met de ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Economische Zaken.

Redactie

DHV

Eindredactie

Jos Stumpe

Ontwerp en vormgeving

Toon van Lieshout

Drukwerk

Kwak & Van Daalen & Runday, Zaandam

Bestelnummer

RLD 092

Bestellen

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

telefoon 070 - 351 7086

fax 070 - 351 6308