



Milieu en Leefomgeving

Princetonlaan 6
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 30 256 42 56

F +31 30 256 44 75

wegwijzer@tno.nl

TNO-rapport

TNO-034-UT-2010-01767_RPT-ML

**Bijdragen militaire vliegactiviteiten aan
stikstofdepositie op Natura-2000 gebieden**

Datum	7 oktober 2010
Auteur(s)	Michiel Roemer
Opdrachtgever	Ministerie van Defensie Directie Ruimte, Milieu en Vastgoedbeleid T.a.v. mevrouw Drs. M.M.B. Kiphardt MPC 58 B Postbus 20701 2500 ES DEN HAAG
Projectnummer	034.22295
Aantal pagina's	20 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Management Samenvatting

Voor activiteiten die bijdragen aan de stikstofdepositie boven verzuringgevoelige Natura-2000 gebieden, kan een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 nodig zijn. Het Ministerie van Defensie is verantwoordelijk voor de uitstoot van stikstofoxiden van vliegend materieel (o.a. helikopters en jachtvliegtuigen) boven en in de buurt van Natura-2000 gebieden. Het Ministerie van Defensie bereidt een vergunningaanvraag voor met betrekking tot militaire vliegactiviteiten boven of nabij Natura 2000-gebieden. De stikstofemissie en -depositie als gevolg van die activiteiten is één aspect dat daarbij bekeken wordt en aan TNO is gevraagd om dit aspect inzichtelijk te maken.

Het Ministerie van Defensie heeft de volgende vragen:

1. Welke bijdrage levert militaire luchtvaart aan de landelijke stikstofemissie en -depositie in Nederland?
2. Is de stikstofuitstoot tijdens een individuele vlucht redelijkerwijs toe te kennen aan een individuele locatie?
3. Om welke bijdrage gaat het in verhouding tot de achtergronddepositie?

TNO heeft daarop de volgende antwoorden:

1. Op grond van de door het Ministerie van Defensie verstrekte gegevens is berekend dat de uitstoot boven de Veluwe (helikopters) maximaal 3550 kg/jr bedraagt (op basis van de meest vervuilende motoren) en boven de Vliehors (F16) de stikstofemissie ten hoogste 84300 kg/jr bedraagt. Ter vergelijking: de totale Nederlandse stikstofemissie in 2007 bedroeg 300 miljoen kg/jr.
2. De verspreiding van de uitstoot van stikstofoxiden door (laagvliegende) vliegtuigen kan goed berekend worden door de meteorologische condities in aanmerking te nemen. Het antwoord op deze vraag is ja.
3. Voor de Veluwe wordt een maximale bijdrage door helikopters aan de stikstofdepositie van niet meer dan 0,08 mol/ha/jr berekend. Voor de Vliehors is de maximale bijdrage uit F16's niet meer dan 0,62 mol/ha/jr. Ter vergelijking: de totale stikstofdepositie op deze gebieden uit overige binnen- en buitenlandse bronnen bedraagt in 2010 tenminste respectievelijk 1400 en 400 mol/ha/jr. De fluctuaties van jaar tot jaar in de bijdragen uit de overige bronnen bedragen circa 40-80 mol/ha/jr (Vliehors) en 140-280 mol/ha/jr (Veluwe).

Technische samenvatting

In opdracht van het Ministerie van Defensie heeft TNO een studie uitgevoerd naar de bijdrage van helikopters en F16's aan de stikstofdepositie op de Veluwe en de Vliehors, twee gebieden waar relatief veel gevlogen wordt en waar de bijdragen van andere bronnen geringer zijn dan elders in Nederland.

Onderzocht is wat de emissies van helikopters en F16's in deze gebieden zijn, en in welke mate ze bijdragen aan de stikstofdepositie ter plekke. De depositiebijdragen zijn voor een aantal varianten (o.a. de vlieghoogte) berekend met het zogenaamde OPS4.1-Pro model, een model van het RIVM dat een beschrijving geeft van de belangrijkste processen (emissies, verspreiding, depositie, chemie) in de atmosfeer.

De berekende emissies en depositie zijn vergeleken met de totale stikstofemissies in Nederland en met de totale stikstofdepositie in de studiegebieden door andere bronnen in binnen- en buitenland. Tabel S.1 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten.

Tabel S.1.a Overzicht van resultaten. Depositie is maximum depositie.

	Emissie (kg/jr)	Depositie (mol/ha/jr) 5 m hoogte	Depositie (mol/ha/jr) 25 m hoogte	Depositie (mol/ha/jr) 75 m hoogte
Helikopters Veluwe	3550	0,080	0,041	0,019
F16 Vliehors	84300	-	0,622	0,355
Nederlandse bronnen	300.E06	-	-	-

Tabel S.1.b Overzicht van de bijdragen uit overige bronnen (binnen- en buitenland). Depositie is laagste depositie in het gebied (roostercellen van 1x1 km).

	Depositie (mol/ha/jr)
Veluwe	1400
Vliehors	400
Variatie Veluwe	140-280
Variatie Vliehors	40-80

Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde cijfers voor wat betreft het militair vliegverkeer in diverse opzichten de bovengrens van wat mogelijk is weergeven. Voor helikopters is gekozen voor de Chinook helikopter die een hogere emissiefactor heeft dan andere helikopters. Voor de verspreiding is gekozen voor een gelijkmatige verdeling van de emissies over het etmaal wat een ongunstig effect op de verspreiding heeft ten opzichte van toedeling van de emissies over alleen de daguren.

Geconcludeerd wordt dat de bijdrage aan de stikstofdepositie boven de Veluwe van militaire helikopters ten hoogste 0,006% bedraagt van de stikstofdepositie van alle nationale en internationale bronnen (de verhouding van 0,080 op 1400). Voor de Vliehors is de bijdrage van F16's ten hoogste 0,16% van de totale stikstofdepositie. (De verhouding van 0,62 op 400).

Ten opzichte van de jaarlijkse fluctuaties bedraagt de bijdrage van helikopters op de Veluwe ten hoogste 0,06% (0,080 op 140). Voor de Vliehors is dat ten hoogste 1,6 % (0,62 op 40).

Inhoudsopgave

	Management Samenvatting.....	2
	Technische samenvatting	3
1	Inleiding.....	5
2	Methode/Aanpak.....	7
2.1	Emissies	7
2.2	OPS model	8
2.3	Brongebieden en receptorgebieden.....	8
3	Resultaten	9
3.1	Emissies	9
3.2	Depositieberekeningen OPS	9
3.3	Depositie andere bronnen	11
4	Bespreking en conclusies	12
5	Ondertekening.....	16
	Bijlage(n)	
	A Figuren	

1 Inleiding

Voor activiteiten die bijdragen aan de stikstofdepositie boven verzuringgevoelige Natura-2000 gebieden, kan een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 nodig zijn. Het Ministerie van Defensie is verantwoordelijk voor de uitstoot van stikstofoxiden van vliegend materieel (o.a. helikopters en jachtvliegtuigen) boven en in de buurt van Natura-2000 gebieden. Het Ministerie van Defensie bereidt een vergunningaanvraag voor met betrekking tot militaire vliegactiviteiten boven of nabij Natura 2000-gebieden. De stikstofemissie en -depositie als gevolg van die activiteiten is één aspect dat daarbij bekeken wordt en aan TNO is gevraagd om dit aspect inzichtelijk te maken.

Het Ministerie van Defensie wil specifiek de volgende vragen beantwoord zien:

1. welke bijdrage levert militaire luchtvaart aan de landelijke stikstofemissie en –depositie in Nederland?
2. is de stikstofuitstoot tijdens een individuele vlucht redelijkerwijs toe te kennen aan een individuele locatie?
3. en zo ja (uit 2), in welke gevallen kan dat? En om welke bijdrage gaat het in verhouding tot de achtergronddepositie?

In Nederland valt een groot aantal gebieden onder Natura-2000; een paar grote aaneengesloten gebieden, zoals de Veluwe en het Waddengebied, een groot aantal kleine gebieden met een oppervlak van enkele km².

Er wordt door de Defensie laag en/of intensief gevlogen boven of binnen 5 km van 57 Natura 2000-gebieden in Nederland met helikopters en jachtvliegtuigen.

Gegeven de verwachte kleine bijdrage door helikopters en jachtvliegtuigen aan de totale stikstofdepositie boven de Nederlandse Natura-2000 gebieden is het niet zinvol om de bijdragen voor alle combinaties van Natura-2000 gebieden en vlieggebieden te berekenen.

Om die verwachting m.b.t. de bijdrage te toetsen zijn berekeningen uitgevoerd voor twee Natura-2000 gebieden, de Veluwe en de Duinen van Vlieland, waar de stikstofdepositie als gevolg van het intensieve gebruik door helikopters en jachtvliegtuigen relatief hoog zal zijn, in absolute zin (mol/ha/jaar) en in verhouding (%) tot de bijdragen uit andere bronnen.

Voor de Veluwe is gekozen omdat dit het Natura 2000-gebied is dat binnen Nederland het meest intensief wordt gebruikt door helikopters, zodat militaire vliegactiviteiten hier in absolute zin een grote bijdrage aan de depositie kunnen leveren. Voor Duinen Vlieland is gekozen zowel omdat de daarbinnen gelegen Vliehors zeer intensief wordt gebruikt door jachtvliegtuigen en helikopters als omdat de achtergronddepositie in dit gebied relatief laag is, zodat militaire vliegactiviteiten zowel in absolute als in relatieve zin een grote bijdrage aan de depositie kunnen leveren.

Aangenomen mag worden dat voor andere Natura-2000 gebieden de absolute en relatieve stikstofdepositie lager zal zijn, met andere woorden: als voor de gekozen gebieden de bijdrage van vliegend materieel aan de totale stikstofdepositie verwaarloosbaar laag is, zal het voor de andere gebieden ook verwaarloosbaar laag zijn.

Doel van het project is om de stikstofdepositie door helikopters en F16's boven deze twee Natura-2000 gebieden vast te stellen, en om deze bijdrage te vergelijken met die uit de overige antropogene bronnen.

Stikstofdepositie bestaat voor een deel uit depositie van geoxideerd stikstof (NO, NO₂, NO₃) en voor een deel uit depositie van gereduceerd stikstof (NH₃, NH₄). De eerste vorm is een gevolg van verbranding (van fossiele brandstoffen) bij hoge temperatuur (zoals bij vliegtuigen en helikopters), de tweede vorm heeft als voornaamste bron mest van vee. Voor de belasting van natuurgebieden is de som van beide van belang. In de tekst over de bronbijdragen wordt met stikstofdepositie de depositie van geoxideerd stikstof bedoeld. In de tekst over de stikstofdepositie uit alle bronnen (binnen en buiten Nederland) wordt de som van geoxideerd en gereduceerd stikstof bedoeld.

2 Methode/Aanpak

Verbrandingsmotoren zoals die door vliegtuigen en helikopters worden gebruikt stoten stikstofoxiden uit in de vorm van NO en NO₂. Deze stoffen verspreiden zich in de lucht, ondergaan chemische reacties, lossen eventueel op in waterdruppels en komen op de grond terecht. Om de depositie van stikstofoxiden ruimtelijk te kwantificeren wordt een rekenmodel gebruikt dat bovengenoemde processen beschrijft.

Het OPS model van het RIVM (en waarover TNO ook beschikt) is een model dat hiervoor geschikt is. (OPS: Onderzoek Prioritaire Stoffen.) Het model berekent de jaargemiddelde concentratie en depositie van o.a. stikstofoxiden op een door de gebruiker te definiëren ondergrond als functie van de te onderzoeken emissies.

Het onderzoek bestaat uit drie onderdelen:

1. vaststellen emissies helikopters en F16's;
2. vaststellen bijdragen overige bronnen (uit de literatuur);
3. depositieberekeningen door F16's en helikopters boven Veluwe en Duinen van Vlieland.

Vaststelling van de emissies van helikopters en F16's geschiedt, zoals in H3.1 wordt toegelicht, door middel van informatie over motorvermogen, vliegfasen, emissiefactoren en type motoren. Hieruit volgen de emissies boven de twee studiegebieden, die vervolgens op een bepaalde wijze aan locatie en vlieghoogte worden toegekend. De informatie over emissies, vlieglocatie en vlieghoogte wordt gekoppeld aan het verspreidingsmodel (H3.2).

Gesteld wordt dat vlieghoogte (in de verspreidingsberekening) en bv motorvermogen of vliegfase niet aan elkaar gekoppeld zijn.

2.1 Emissies

Om de emissies te berekenen is de volgende informatie gebruikt:

1. keuze van type motoren;
2. vlieggebied en aantal uren dat er met een bepaald toestel gevlogen wordt, uitgesplitst naar vermogen en/of brandstofgebruik;
3. emissiefactoren.

In deze studie worden twee vlieggebieden bekeken: Veluwe en Vliehors. Meer specifiek zijn de bronnengebieden¹ op de Veluwe: LV14+LV17, en op de Vliehors: a) LV22 en b) LV33+LV34+LV35 (zie figuur A1). De per gebied uitgerekenende emissie wordt vervolgens homogeen verdeeld over roostercellen van 1x1 km² die behoren tot de hierboven gegeven LV-gebieden. Voor de Vliehors zijn twee varianten gemaakt: één waarbij alle emissies zijn toegedeeld aan gebied LV22, en één waarbij alle emissies zijn toegedeeld aan de gebieden LV33, LV34 en LV35.

¹ Zoals gedefinieerd in het rapport "Voortoets landelijke Natuurbeschermingswetvergunning militaire vliegactiviteiten: vogels" van Sovon Vogelonderzoek Nederland (2009). De bronnengebieden LV14 en LV17 corresponderen met de helikopterlaagvlieggebieden GLV-IV (Ginkelse Hei) en GLV-VII (Veluwe). De bronnengebieden LV22 en LV33-35 corresponderen met het laagvlieggebied boven de Noordzee (Navy Area Charlie) en de aanvliegroute van de Vliehors.

De volgende gegevens zijn door het Ministerie van Defensie aangeleverd (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 aantal vliegreuren per jaar per vermogensklasse voor de Veluwe en de Vliehors

motorvermogen	Veluwe	Vliehors
10-30%	25	0
30-85%	175	500
85-100%	50	50

De emissiefactoren van de P&W 100-PW-220E in de F16 zijn gebaseerd op de F110 motoren uit Spicer (table 20), 1990.

Voor de helikopters is gekozen voor de Chinook CH47 met Honeywell T55-L-714A motoren waarbij de emissiefactoren gebaseerd zijn op de T58-GE-5 motoren (zie: uit EPA, 1980). De Chinook helikopters zijn de meest vervuilende (per gevlogen km) van alle helikopters in de Nederlandse militaire vloot.

2.2 OPS model

Het OPS model is een door het RIVM ontwikkeld model dat de concentratie en depositie in en op Nederland van een aantal stoffen berekent ten gevolge van bronnen in Nederland en de rest van Europa (van Jaarsveld, 1995). In deze studie is gerekend met OPS4.1-Pro een door het RIVM vrijgegeven versie (van Jaarsveld, 2004).

Het OPS model is een model dat op lokale en nationale schaal de atmosferische verspreiding van stoffen simuleert aan de hand van actuele meteorologische gegevens. Het model beschrijft de belangrijkste processen in de atmosfeer: emissies, droge en natte depositie, verspreiding door advection en diffusie, en chemie. Eerdere versies van het model worden al sinds 1989 gebruikt voor berekeningen in het kader van periodieke Milieubalansen en -verkenningen. Een uitgebreide vergelijking van modelresultaten met metingen van het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging laat een goede overeenstemming in ruimtelijke verdeling zien voor o.a. NO₂. In absolute zin komen de berekende NO₂ concentraties goed overeen met de gemeten concentraties (van Jaarsveld, 2004).

2.3 Brongebieden en receptorgebieden

Er zijn 3 brongebieden gebruikt, te weten: LV14+LV17 voor de vliegbewegingen boven de Veluwe en twee varianten boven het Waddengebied, te weten: LV22 en LV33+LV34+LV35 (zie voetnoot 1).

Voor de Veluwe zijn berekeningen uitgevoerd voor drie vlieghoogten, te weten: 5, 25 en 75 meter. Voor de Vliehors zijn dezelfde drie vlieghoogten doorerekend, te weten: 5, 25 en 75 meter, waarvan alleen de laatste twee gepresenteerd worden.

In deze studie zijn twee zogenaamde receptorgebieden gebruikt, nl.: de Vliehors en de Veluwe. Beide gebieden zijn gedefinieerd op basis van het zogenaamde Amersfoortse coördinatensysteem. Beide receptorgebieden omvatten de brongebieden en omvatten de voor die gebieden gevoelige ecosystemen. In deze studie is voor zowel de receptorgebieden als de brongebieden een ruimtelijke resolutie van 1x1 km² aangehouden.

De locaties van de receptorgebieden zijn weergegeven in de figuren A.2-A.4.

3 Resultaten

3.1 Emissies

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de gegevens waarop de berekende emissies zijn gebaseerd. Er wordt verondersteld dat boven de Veluwe alleen met Chinook CH47 helikopters gevlogen wordt. Boven de Vliehors zijn het alleen F16's.

Tabel 3.1. Brongegevens en emissies (g/jr) voor vliegbewegingen boven de Veluwe en de Vliehors in deze studie. AP: APproach; CO: Climb-Out; ID: IDle; TO: Take-Off

Veluwe (Chinook CH47)								
Motoren	ID_ Engine	Engine_ Name	ID_LTO Phase	ID_ Comp	Emission			
					Factor (g/kg)	FuelRate (kg/s)	Aantal vlieguren	Emissie in kg
2	327	T58-GE-5	AP	3	7.22	0.1116	25	145
2	327	T58-GE-5	CO	3	7.22	0.2015	175	1833
2	327	T58-GE-5	ID	3	1.5	0.0168	0	0
2	327	T58-GE-5	TO	3	14.44	0.3023	50	1571
								3550
Vliehors (F16)								
Motoren	ID _Engine	Engine_ Name	ID_LTO Phase	ID_ Comp	Emission			
					Factor (g/kg)	FuelRate (kg/s)	aantal vlieguren	Emissie in kg
1	381	F100-PW-100	AP	3	9.4	0.378	0	0
1	381	F100-PW-100	CO	3	20.1	1.3104	500	47410
1	381	F100-PW-100	ID	3	6.6	0.1336	0	0
1	381	F100-PW-100	TO	3	36.8	5.5691	50	36889
								84300

De totale NOx emissie boven de Veluwe bedraagt dus 3550 kg en boven de Vliehors 84300 kg.

3.2 Depositieberekeningen OPS

De concentratie- en depositieberekeningen worden grotendeels gedefinieerd door de bron- en receptorgebieden en door de keuze van het meteorologisch jaar. In deze studie is gerekend met 2005 als meteorologisch jaar, een jaar dat noch in de zomer, noch in de winter uitschieters kent.

Tabel 3.2 Depositie van stikstofoxiden (mol/ha/jr) voor de verschillende brongebieden en vlieghoogten. Gemiddelde: de depositie gemiddeld over het betreffende receptorgebied; maximum: de hoogste depositie op een roostercel van 1x1 km² in het betreffende roostergebied.

gebied		Meteo-jaar	Vlieg-hoogte (m)	Gemiddelde (mol/ha/jr)	Maximum (mol/ha/jr)
Vliehors	LV22	2005	25	0,081	0,237
Vliehors	LV22	2005	75	0,057	0,141
Vliehors	LV333435	2005	25	0,086	0,622
Vliehors	LV333435	2005	75	0,058	0,355
Vliehors	LV333435	2003	05	0,135	1,465
Vliehors	LV333435	1990-1999	05	0,135	1,351
Veluwe	LV1417	2005	05	0,010	0,080
Veluwe	LV1417	2005	25	0,007	0,041
Veluwe	LV1417	2005	75	0,004	0,019

* LV22, LV333435 en LV1417: aanduiding van bronnengebied (zie figuur A.1)

Vliehors

Uit deze tabel blijkt, logischerwijs, dat de depositie hoger wordt naarmate de vliegtuigen en helikopters lager vliegen. Voor de variant op 25 meter hoogte blijkt dat de gemiddelde depositie op en rondom de Vliehors ongeveer 0,08 mol/ha/jr bedraagt. Dit komt overeen met een stikstoflast voor het totale receptorgebied van ongeveer 3700 kg. Vergelijkend met een emissie van 84300 kg kan gesteld worden dat slechts een klein gedeelte (4,3%) van de uitstoot op het receptorgebied terecht komt. Het grootste gedeelte verwaait naar verder gelegen gebieden. Voor de variant op 75 meter is dit percentage nog geringer, namelijk: 3,1%.

Voor de gemiddelde depositie is het nauwelijks van belang of de emissies plaatsvinden in LV22 dan wel in het iets kleinere gebied LV33+34+35. Voor de maximum concentratie is dat wel van belang. In kleinere gebieden zijn de emissies per roostercel van 1x1 km² hoger en aangezien de hoogste concentraties in het bronnengebied worden gevonden is dan ook de maximum concentratie in het kleinere gebied iets hoger.

Van belang is te weten dat de depositie boven land hoger is dan boven zee. In LV333435 ligt een deel van het bronnengebied boven Vlieland en boven de zandplaat Griend. Daar worden ook de hoogste deposities berekend. Het bronnengebied LV22 ligt geheel boven zee waardoor de maximum depositie in deze variant lager is.

Er zijn twee aanvullende berekeningen uitgevoerd voor de variant LV333435 en 5 meter vlieghoogte, namelijk om het effect van verandering van meteorologie te onderzoeken. Dat is gedaan door een 10-jarig gemiddelde meteorologie aan te bieden (1990-1999) en de meteorologie van een uitschieterend jaar, te weten: 2003. (Het jaar 2003 kenmerkte zich door een buitengewoon warme zomer met een groot aantal zomerse en tropische dagen; het bleek dat de concentraties van een aantal secundair (in de atmosfeer) gevormde stoffen zeer hoog waren).

Uit de tabel blijkt dat voor de gemiddelde depositie de keuze van meteorologie niet van belang is, maar dat voor de maximum depositie er enig effect waarneembaar is. De maximum depositie in 2003 is bijna 8% hoger dan in 2005.

Veluwe

De gemiddelde depositie op de Veluwe is circa een factor 10 lager dan voor de vergelijkbare varianten boven de Vliehors. Het verschil in emissie is bijna een factor 25, echter de depositie boven het bos van de Veluwe is relatief veel hoger dan boven water bij de Vliehors.

De maximum depositie voor de variant op 25 meter hoogte bedraagt 0,041 mol/ha/jr en voor de variant op 5 meter hoogte 0,08 mol/ha/jr.

Andere (niet doorgerekende) varianten

Varianten waaraan gedacht kan worden betreffen een andere verdeling over de ruimte (binnen een LV-gebied) en over de tijd.

De emissies zijn in deze studie homogeen over de LV-gebieden verdeeld. Wanneer de emissies echter worden verdeeld over bepaalde voorkeursroutes (indien die bestaan) zal het bronnengebied vernauwen en daarmee neemt de kans op hogere maximum concentraties toe. Het zal echter in de praktijk niet gebeuren dat F16's en helikopters precies over een nauw gedefinieerde route zullen vliegen. Met de hoge snelheden van in het bijzonder F16's zal de ruimtelijke spreiding van waar gevlogen wordt aanzienlijk zijn.

De emissies zijn ook homogeen over de tijd verdeeld, dwz over alle 8760 uur binnen een jaar. In werkelijkheid wordt voornamelijk in daglicht gevlogen, met zelfs een voorkeur voor de uren midden op de dag. Indien hier rekening mee gehouden zou worden zou het effect zijn dat de in tabel 4.2 berekende deposities iets lager uitvallen. Overdag is de verspreiding in het algemeen iets effectiever dan 's nachts en zal dus een (nog) groter deel van de uitgestoten NO_x het gebied uitwaaien dan wanneer de uitstoot over een geheel etmaal verdeeld wordt.

3.3 Depositie andere bronnen

De depositie van o.a. stikstof ten gevolge van alle bronnen in Europa en daarbuiten wordt jaarlijks door het PBL in de zogenaamde GCN-kaarten gepresenteerd (<http://geoservice.pbl.nl/website/gcndepos/Totaalstikstof/2010>).

Zelfs op achtergrondgebieden in het noordwesten van Nederland is er sprake van aanzienlijke lokale variatie. De totale stikstofdepositie voor 2010 varieert als volgt:

1. Waddenzee/Noordzee rondom Vlieland: 400-500 mol/ha/j
2. Vlieland: 480-880 mol/ha/j
3. Texel: 800-1440 mol/ha/j

De laagst berekende depositie in dit gebied bedraagt dus 400 mol/ha/j.

Op de Veluwe zijn de variaties veel groter. De laagste waarde van stikstofdepositie in 2010 op de Veluwe bedraagt 1400 mol/ha/j.

De variatie van jaar tot jaar in de berekende stikstofdepositie bedraagt 10-20% (EMEP 2009b). Dit houdt in dat de interjaarlijkse fluctuatie circa 40-80 mol/ha/jr voor de Vliehors bedraagt en 140-280 mol/ha/jr voor de Veluwe.

4 Bespreking en conclusies

De studie heeft inzicht gegeven in de emissies van helikopters en F16's in de studiegebieden, en in hun bijdrage aan de stikstofdepositie op de studiegebieden.

Het Ministerie van Defensie heeft in deze studie TNO de volgende vragen gesteld:

1. Welke bijdrage levert militaire luchtvaart aan de landelijke stikstofemissie en -depositie in Nederland?
2. Is de stikstofuitstoot tijdens een individuele vlucht redelijkerwijs toe te kennen aan een individuele locatie?
3. Om welke bijdrage gaat het in verhouding tot de achtergronddepositie?

De antwoorden zijn als volgt:

Vraag 1

De NOx emissies door helikopters en F16's boven de Veluwe en de Vliehors zijn respectievelijk 3550 en 84300 kg/jr. De totale NOx emissie in Nederland in 2007 is 300 miljoen kg (EEA, 2009). Het aandeel van militair vliegverkeer boven de Vliehors is dus 0,028% van de totale Nederlandse NOx emissie.

De maximum depositie in de "laagst-vliegende" variant bedraagt circa 0,622 mol/ha/jr voor de Vliehors (voor vluchten vanaf een vlieghoogte van 25 m en hoger) en 0,080 mol/ha/jr voor de Veluwe (op 5 meter hoogte).

Voor deze gebieden is de bijdrage aan de (totale) stikstofdepositie door alle binnenlandse en buitenlandse bronnen afgeleid uit de zogenaamde GCN/GDN-kaarten van het PBL. Gekozen is voor de cellen (van 1x1 km) met de laagste depositie in de studiegebieden. Die bedraagt 400 en 1400 mol/ha/jr voor respectievelijk de Vliehors en de Veluwe (Tabel 4.1a).

Tabel 4.1a Overzicht van resultaten. Depositie is maximum depositie.

	Emissie (kg/jr)	Depositie (mol/ha/jr) 5 m hoogte	Depositie (mol/ha/jr) 25 m hoogte	Depositie (mol/ha/jr) 75 m hoogte
Helikopters Veluwe	3550	0,080	0,041	0,019
F16 Vliehors	84300	-	0,622	0,355
Nederlandse bronnen	300.E06	-	-	-

Vraag 2

Jazeker, de stikstofuitstoot van een individuele vlucht is toe te kennen aan individuele locaties. De stikstofuitstoot en de daarbij behorende depositie van stikstof van een individuele vlucht kan door middel van verspreidingsmodellen die de meteorologische condities van uur tot uur beschrijven aan individuele locaties gekoppeld worden. Dat zijn andere modellen dan OPS. Wanneer de uitkomsten van deze modellen geaggregeerd worden tot jaargemiddelden (zoals OPS dat doet) dan zijn de uitkomsten van die modellen goed vergelijkbaar met die van OPS.

Vraag 3

Tabel 4.1b geeft een overzicht van de minimale stikstofbelasting door overige bronnen. Voor deze gebieden is de bijdrage aan de (totale) stikstofdepositie door alle binnenlandse en buitenlandse bronnen afgeleid uit de zogenaamde GCN/GDN-kaarten van het PBL. Gekozen is voor de cellen (van 1x1 km) met de laagste depositie in de studiegebieden. Die bedraagt 400 en 1400 mol/ha/jr voor respectievelijk de Vliehors en de Veluwe.

Tabel 4.1.b Overzicht van de bijdragen uit overige bronnen (binnen- en buitenland). Depositie is laagste depositie in het gebied.

	Depositie (mol/ha/jr)
Veluwe	1400
Vliehors	400
Variatie Veluwe	140-280
Variatie Vliehors	40-80

Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde cijfers voor wat betreft het militair vliegverkeer in diverse opzichten de bovengrens van wat mogelijk is weergeeft. Voor helikopters is gekozen voor de Chinook helikopter die een hogere emissiefactor heeft dan andere helikopters. Voor de verspreiding is gekozen voor een gelijkmatige verdeling van de emissies over het etmaal wat een ongunstig effect op de verspreiding heeft ten opzichte van toedeling van de emissies over alleen de daguren.

Geconcludeerd wordt dat de bijdrage aan de stikstofdepositie boven de Veluwe van militaire helikopters ten hoogste 0,006% bedraagt van de stikstofdepositie van alle nationale en internationale bronnen (de verhouding van 0,080 op 1400). Voor de Vliehors is de bijdrage van F16's ten hoogste 0,16% van de totale stikstofdepositie (de verhouding van 0,62 op 400).

Ten opzichte van de jaarlijkse fluctuaties bedraagt de bijdrage van helikopters op de Veluwe ten hoogste 0,06% (0,080 op 140). Voor de Vliehors is dat ten hoogste 1,6 % (0,62 op 40).

Tenslotte wordt opgemerkt dat de gepresenteerde cijfers van bijdragen aan depositie lineair zijn met de emissies. Een twee keer zo hoge emissie geeft een twee keer zo hoge bijdrage aan de stikstofdepositie onder verder gelijkblijvende condities.

Referenties

EEA 2009, NEC Directive status report 2008. Reporting by the Member States under Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants. EEA Technical report No 11/2009

ISSN 1725-2237, ISBN 978-92-9213-033-6, Copenhagen 2009.

EMEP 2009a, Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O₃) and PM. – Netherlands. Data Note MSC-W 1/2009, Oslo, Norway.

EMEP 2009b, Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2007. Status report 2009/1, MSC-W, Oslo, Norway.

EPA 1980, AP42, Supplement 10, february 1980 Nadere precisering van referentie volgt nog.

Ham van J. 1998, Nieuw Nationaal Model, Verslag van het onderzoek van de projectgroep Revisie Nationaal Model; ISBN: 90-76323-00-3, Infomil, Den Haag.

Spicer C.W., M.W. Holdren, D.L. Smith, S.E. Miller, R.N. Smith, D.P. 1990, Hughes Aircraft Emissions N Characterization: f1101And F110 Engines. BATTELLE COLUMBUS DIVISION 505 KING AVENUE COLUMBUS OH 43201-2693, USA

Van Jaarsveld J. A. 1995, Modelling the long-term atmospheric behaviour of pollutants on various spatial scales. Ph.D. Thesis, Utrecht Universiteit, the Netherlands

Van Jaarsveld 2004. Description and validation of OPS-Pro 4.1 RIVM report 500045001/2004, Bilthoven.

Dankbetuiging

Het RIVM wordt bedankt voor het ter beschikking stellen van het OPS model.

Afkortingen

EMEP: Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe

GCN: Grootschalige Concentratiekaart Nederland

GDN: Grootschalige Depositiekaart Nederland

MSC: Meteorological Synthesizing Centre; onderscheid W:West en E:East

NO: stikstofmonoxide

NO₂: stikstofdioxide

NO₃: nitraat

NO_x: stikstofoxiden zijnde NO+NO₂

NO_y: totaal geoxideerd stikstof zijnde NO+NO₂+NO₃

NH₃: ammoniak

NH₄: ammonium
NH_x: totaal gereduceerd stikstof zijnde NH₃+NH₄
OPS: Onderzoek Prioritaire Stoffen
PBL: Planbureau voor de Leefomgeving

EMEP is een programma dat wordt uitgevoerd onder de “ United Nations Convention on Long-range Transboundary Air Pollution”. MSC-W is het centrum dat zich bezighoudt met de modellering van verzurende en vermestende stoffen, ozon en fijnstof. MSC-W valt onder het Noorse meteorologisch instituut in Oslo.

5 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

Ministerie van Defensie
Directie Ruimte, Milieu en Vastgoedbeleid
T.a.v. mevrouw Drs. M.M.B. Kiphardt
MPC 58 B
Postbus 20701
2500 ES DEN HAAG

Namen van de projectmedewerkers:

Jan Hulskotte
Sander Jonkers
Sjoerd van Ratingen
Michiel Roemer
Henk Verhagen

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

-

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

november 2009 – augustus 2010



Naam en paraaf tweede lezer:

Dr. ing. J.H. Duyzer



Ondertekening:

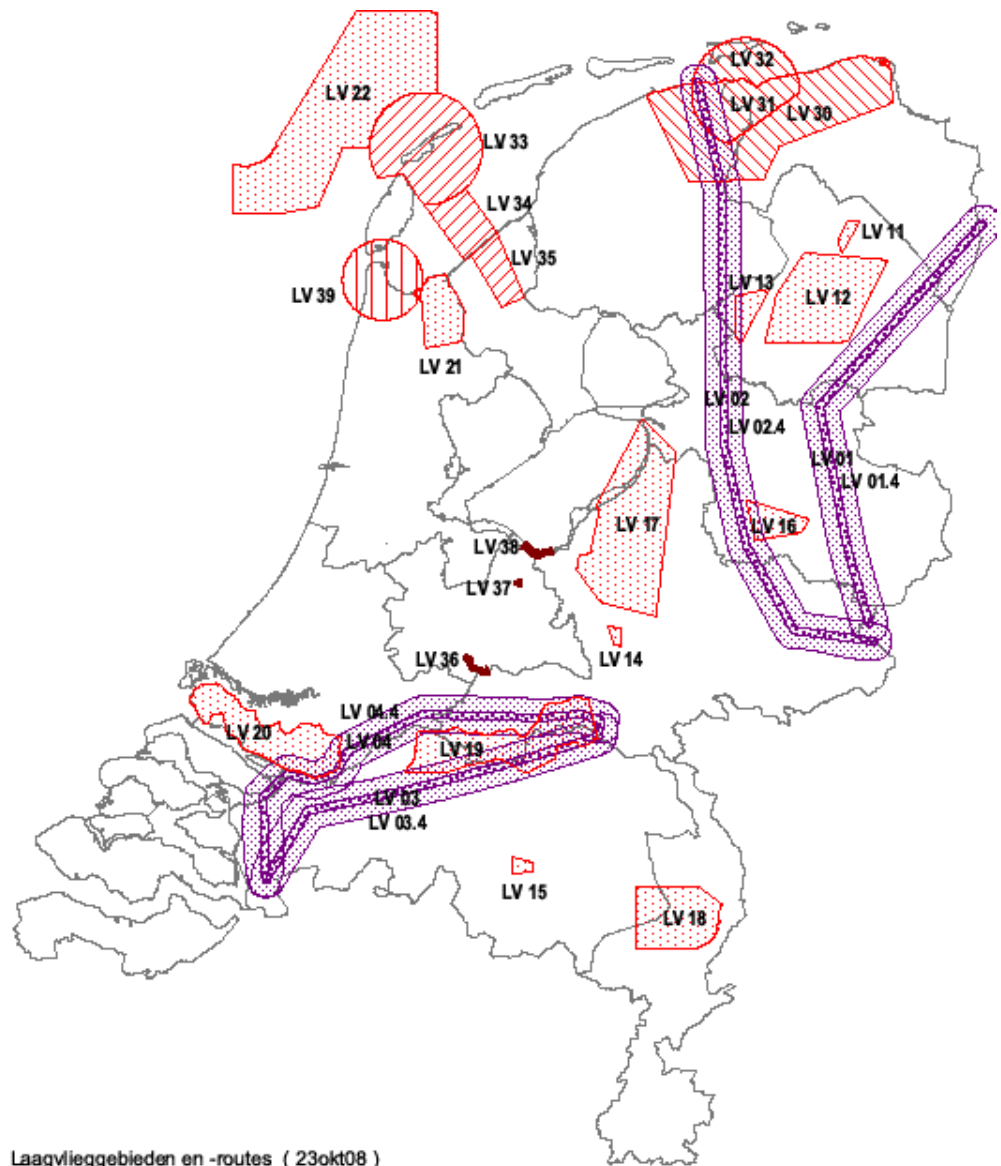
Dr. M.G.M. Roemer



Autorisatie vrijgave:

Dr. H.C. Borst

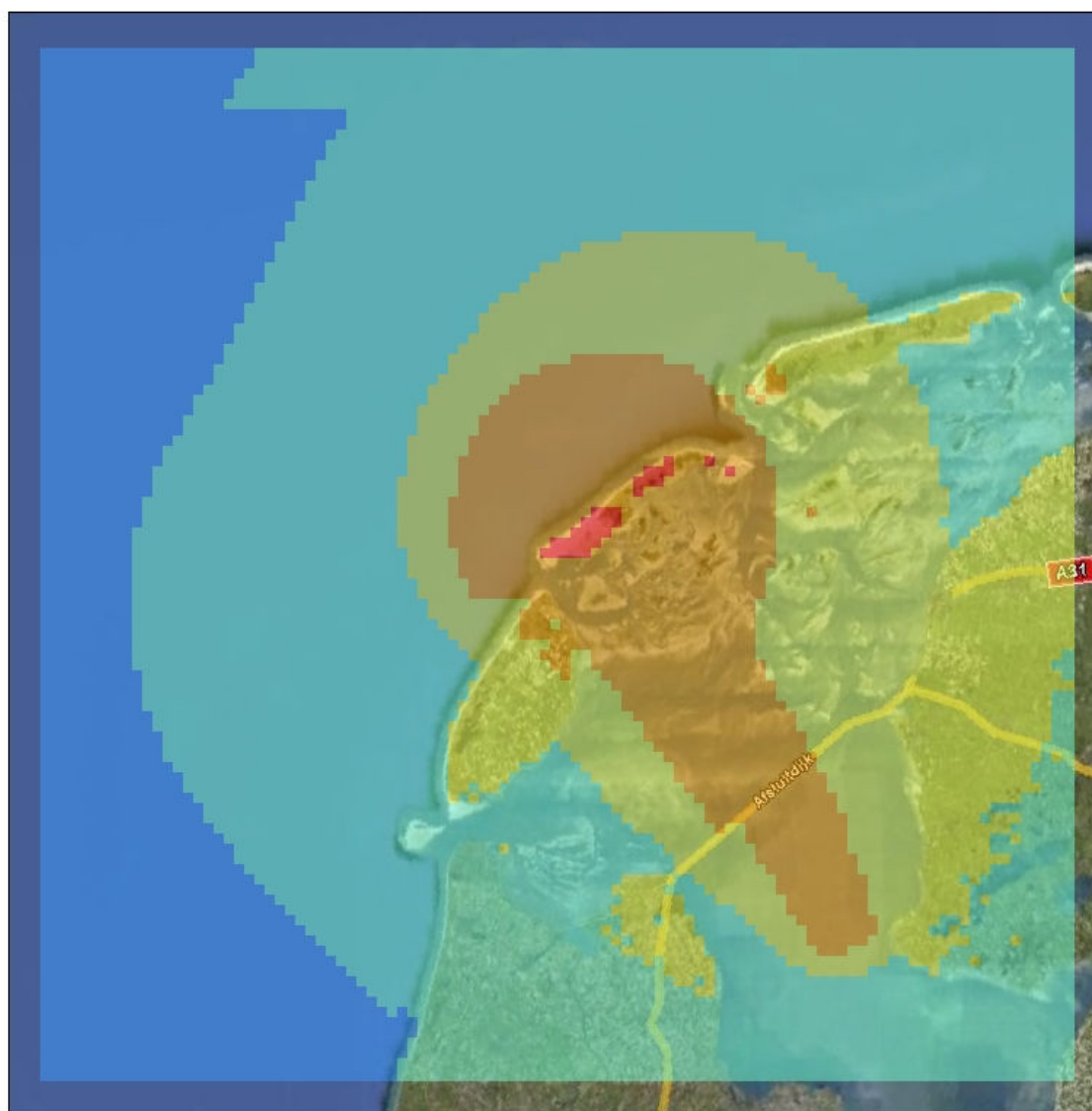
A Figuren



Laagvlieggebieden en -routes (23okt08)

	1 Route A 2km		11 GLV-I		30 Marnewaard B
	2 Route B 2km		12 GLV-II		31 Marnewaard A
	3 Route D 2km		13 GLV-III		32 Marnewaard C
	4 Route C 2km		14 GLV-IV		33 Vliehors A
	1.4 Route A 10km		15 GLV-V		34 Vliehors B
	2.4 Route B 10km		16 GLV-VI		35 Vliehors C
	3.4 Route D 10km		17 GLV-VII		36 Lek (Bambi Bucket 1)
	4.4 Route C 10km		18 GLV-VIII		38 Nijkerkemaauw (Bambi Bucket 3)
			19 Maaswaal		37 Eem (Bambi Bucket 2)
			20 Voorne-Putten/Hoekse Waard		39 De Kooy eo (11km)
			21 Wieringermeerpolder		
			22 Noordzee		

Figuur A1. Overzicht van de vlieggebieden

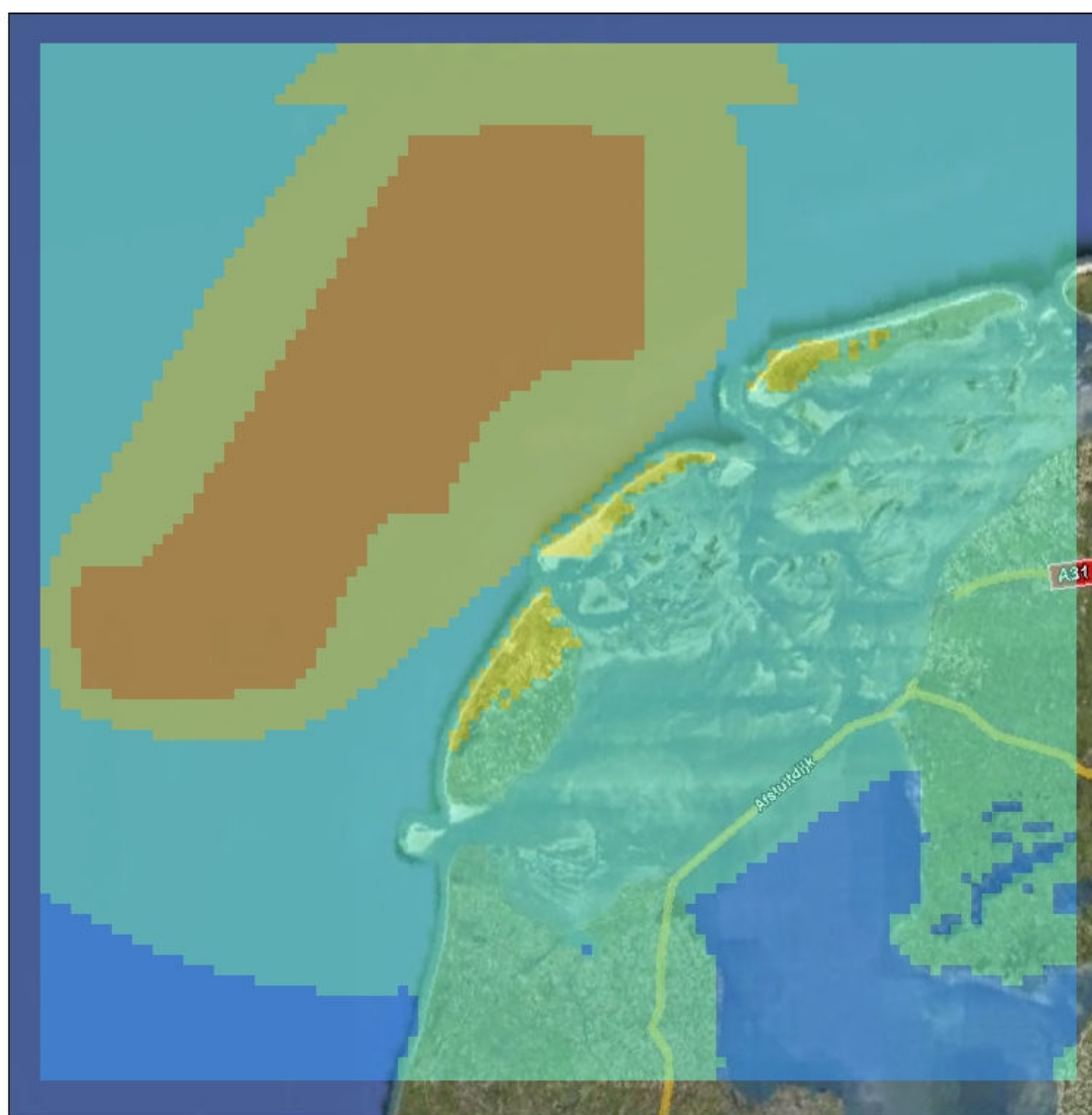


Vliehors-LV33435

NOy-depositie

- 0.00 - 0.01
- 0.01 - 0.03
- 0.03 - 0.10
- 0.10 - 0.30
- 0.30 - 1.00
- 1.00 - 3.00

Figuur A2. Stikstofdepositie (mol/ha/jr) op en rondom de Vliehors.
Bronnengebied: LV33, LV34 en LV35. Vlieghoogte: 5 meter; meteorologie: 2005

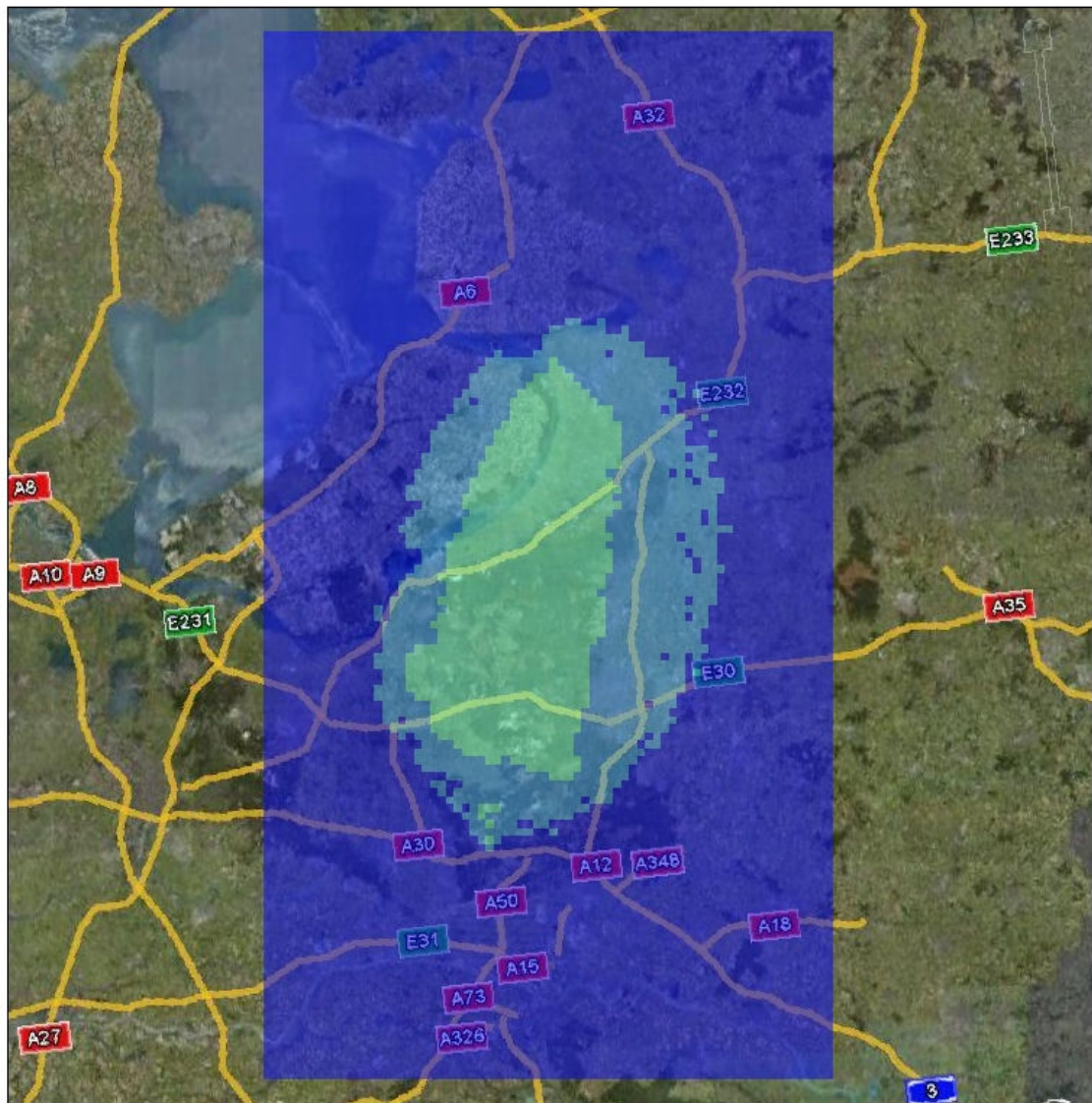


Vliehors-LV22

NO_y-depositie

■	0.00 - 0.01
■	0.01 - 0.03
■	0.03 - 0.10
■	0.10 - 0.30
■	0.30 - 1.00
■	1.00 - 3.00

Figuur A3. Stikstofdepositie (mol/ha/jr) op en rondom de Vliehors.
Bronnengebied: LV22. Vlieghoogte: 5 meter; meteorologie: 2005.



Veluwe-LV1417

NO_y-depositie

- 0.00 - 0.01
- 0.01 - 0.03
- 0.03 - 0.10
- 0.10 - 0.30
- 0.30 - 1.00
- 1.00 - 3.00

Figuur A4. Stikstofdepositie (mol/ha/jr) op en rondom de Veluwe.
Bronnengebied: LV14 en LV17. Vlieghoogte: 5 meter; meteorologie: 2005.