

Earth, Life & Social SciencesPrincetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrechtwww.tno.nlT +31 88 866 42 56
F +31 88 866 44 75**TNO-rapport****TNO 2016 R11376 (vs2)****Onderzoek naar de luchtkwaliteit rondom de
Vliegbasis Leeuwarden tijdens de
Luchtmachtdagen gehouden op 10 juni 2016.**

Datum	27 oktober 2016
Auteur(s)	Marc M.G. Houtzager Henk L.M. Verhagen
Aantal pagina's	18
Aantal bijlagen	-
Opdrachtgever	Staf Commando Luchtstrijdkrachten, Afdeling C4ISR T.a.v. Lt Kolonel vlieger A.J.P. Hardenbol
Projectnaam	CLSK, luchtmetingen Vlb LWD
Projectnummer	060.23215

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande 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 opdrachten 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.

© 2016 TNO

Samenvatting

Vliegbasis Leeuwarden (Vlb LWD) is één van de twee Main Operation Bases (MOB's) van de Koninklijke Luchtmacht. De vliegbasis ligt enkele kilometers ten noordwesten van de Friese hoofdstad Leeuwarden, ten zuidwesten van Jelsum en Cornjum en ten noordoosten van Marssum. Naar aanleiding van zorgen over de buitenluchtkwaliteit door omwonenden in de nabijheid van Vlb LWD heeft de Staf Commando Luchtstrijdkrachten aan TNO gevraagd een oriënterend onderzoek uit te voeren naar de buitenluchtkwaliteit rondom Vlb LWD.

Op 10 en 11 juni 2016 vonden de Luchtmachtdagen 2016 plaats op Vliegbasis Leeuwarden. Door de Staf Commando Luchtstrijdkrachten is het verzoek gedaan oriënterende luchtmetingen uit te voeren voor en tijdens één van deze dagen. Uitgangspunt hierbij was buitenluchtmetingen uit te voeren bij omstandigheden met verhoogde intensiteit aan vliegbewegingen.

TNO heeft op 9 en 10 juni 2016 een monitoring van de luchtkwaliteit uitgevoerd rondom Vlb LWD op locaties in Marssum, Jelsum en Cornjum.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek zijn de volgende conclusies geformuleerd.

- De gemiddelde UFP concentratie gemeten op achtergrondniveau voor de drie locaties zijn in ordegruote vergelijkbaar en variëren tussen 2719 deeltjes/cm³ tot 3207 deeltjes/cm³.
- Tijdens de luchtmachtdag neemt het gemiddelde aantal deeltjes op de belaste locaties in Marssum en Jelsum duidelijk toe met respectievelijk een factor 3 tot 6 ten opzichte van de achtergrondlocatie Cornjum, wat is toe te schrijven aan het aantal vliegbewegingen.
- De gemeten achtergrondconcentraties van UFP rondom Vlb LWD liggen grofweg een factor 3 lager dan de jaargemiddelde UFP concentratie zoals gemeten op stadsachtergrond in Amsterdam en op regionale achtergrond in Cabauw.
- De gemiddelde UFP concentratie gemeten tijdens de Luchtmachtdag op locatie Jelsum is vergelijkbaar met jaargemiddelde waarden zoals voor een stadsachtergrond in Amsterdam. De gemiddelde UFP concentratie gemeten tijdens de Luchtmachtdag op locatie Marssum is verhoogd (factor 1,8) ten opzichte van deze jaargemiddelde waarde. Opgemerkt dient te worden dat over de potentiële gezondheidseffecten van de blootstelling aan UFP emissies onvoldoende bekend is, vanwege het ontbreken van betrouwbare respons functies voor deeltjesaantallen. De resultaten van de vluchtige organische componenten (VOC) metingen op zowel achtergrondniveau als op de locaties nabij de start- en landingsbaan zijn laag. De resultaten van de metingen kunnen worden vergeleken met concentraties elders gemeten in Nederland.
- De metingen voor benzeen wijzen uit dat voor- en tijdens de luchtmachtdag geen detecteerbare hoeveelheden aan benzeen zijn gemeten. Alleen tijdens de kortdurende metingen bij zeer intensieve vliegbewegingen is een concentratie gemeten van 1,4 µg/m³. De gemeten concentratie benzeen ligt beneden de Europese wettelijke grenswaarde van 5 µg/m³.
- De concentraties toluen gemeten tijdens de luchtmachtdag liggen afgerond een factor 3 lager dan de jaargemiddelde concentratie toluen op de straatlocatie in Amsterdam.

- Voor de gemeten stoffen ethylbenzeen, p,m xyleen en styreen zijn geen buitenluchtreferenties voorhanden.
- Op basis van de gemeten concentraties aan aldehyden kan worden gesteld dat vliegbewegingen nauwelijks bijdragen aan verhoging van achtergrondconcentraties in de lucht.
- De gemeten concentraties aan oliedeeltjes in de lucht is duidelijk verhoogd tijdens de luchtmachtdag ten opzichte van de achtergrondmetingen. De achtergrondmeting van 9 en 10 juni geeft geen detecteerbare hoeveelheden aan oliedeeltjes, terwijl de achtergrondmeting van 10 juni op locatie Cornjum en op de locatie Marssum tijdens de vliegshow verhoogd is als gevolg van nabij vliegverkeer. Er zijn geen buitenluchtreferenties voor oliedeeltjes in lucht.
- Er is een toename van UFP en oliedeeltjes in concentratie in de lucht, die is toe te schrijven aan intensieve vliegbewegingen tijdens de luchtmachtdag op 10 juni 2016.
- De metingen zijn uitgevoerd bij een worst-case scenario voor een situatie met intensieve aantallen vliegbewegingen gedurende een aantal dagen per jaar. Jaargemiddelde concentraties van gemeten stoffen zullen daardoor met een hoge mate van waarschijnlijkheid lager zijn dan gemeten concentraties verkregen op basis van 2 meetdagen.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	5
2	Doel en reikwijdte van het onderzoek	6
3	Uitvoering onderzoek	7
3.1	Meetlocaties	7
3.2	Uitgevoerde monsternemingen	8
3.3	Meteo omstandigheden tijdens de monsterneming	8
3.4	Toegepaste analyse methodieken	8
3.5	Traceerbaarheid, transport en opslag monsters	9
4	Resultaten en discussie	10
4.1	Ultrafijne deeltjes	10
4.2	Vluchtige organische stoffen (VOCs) en aldehyden	11
4.3	Minerale olie	14
5	Conclusies	15
6	Literatuur	17
7	Ondertekening	18

1 Inleiding

Vliegbasis Leeuwarden (Vlb LWD) is één van twee Main Operation Bases (MOB's) van de Koninklijke Luchtmacht. De basis ligt enkele kilometers ten noordwesten van de Friese hoofdstad Leeuwarden, ten zuidwesten van Jelsum en Cornjum en ten noordoosten van Marssum. Naar aanleiding van door omwonenden geuite zorgen over de buitenluchtkwaliteit in de nabijheid van Vlb LWD heeft de Staf Commando Luchtstrijdkrachten TNO gevraagd een oriënterend onderzoek uit te voeren naar de buitenluchtkwaliteit rondom Vlb LWD.

Op 10 en 11 juni 2016 vonden de Luchtmachtdagen 2016 plaats op Vliegbasis Leeuwarden. Door de Staf Commando Luchtstrijdkrachten is het verzoek gedaan oriënterende luchtmetingen uit te voeren voor- en tijdens één van de luchtmachtdagen. Uitgangspunt hierbij was om buitenluchtmetingen uit te voeren bij omstandigheden met verhoogde intensiteit aan vliegbewegingen.

TNO heeft op 9 en 10 juni 2016 een monitoring van de luchtkwaliteit uitgevoerd rondom Vlb LWD op locaties in Marssum, Jelsum en Cornjum.

Onderhavig rapport beschrijft het volledige onderzoek zoals uitgevoerd op 9 en 10 juni 2016.

2 Doel en reikwijdte van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om de concentraties aan luchtverontreinigende stoffen vast te stellen, tijdens verhoogde intensiteit aan vliegbewegingen op één van de Luchtmachtdagen 2016 op Vlb LWD.

De concentraties van de gemeten stoffen op de luchtmachtdag van 10 juni 2016 worden vergeleken met concentratieniveaus zoals, die zijn gemeten voorafgaand aan de luchtmachtdag in de namiddag van 9 juni doorlopend tot aan de ochtend van 10 juni 2016. Tevens is onderzocht in hoeverre de gemeten concentraties rondom Vlb LWD zich onderscheiden van concentratieniveaus zoals elders wordt aangetroffen in Nederland.

De reikwijdte van het onderzoek beslaat de metingen naar een breed scala aan vluchtige stoffen en ultrafijne deeltjes in de lucht rondom Vlb LWD, rekening houdende met emissies van vliegtuigen.

Geuronderzoek, chemische samenstelling van luchtstofdeeltjes en onderzoek naar gekleurde rookemissies valt buiten het bestek van de opdracht. De metingen zijn uitgevoerd op twee opeenvolgende dagen en zijn daarmee niet bruikbaar om uitspraken te doen over concentratieniveaus rondom Vlb LWD voor de langere termijn. Seizoensinvloeden, windrichting en activiteiten rondom Vlb LWD die direct van invloed zijn op jaargemiddelde concentraties van stoffen zijn dus niet afleidbaar. Het aantal waarnemingen is statistisch zeer beperkt waardoor de onzekerheid in de meetresultaten hoog is.

3 Uitvoering onderzoek

3.1 Meetlocaties

In overleg met Staf Commando Luchtstrijdkrachten en de Gemeente Leeuwarden is een drietal meetlocaties rondom de vliegbasis Leeuwarden gekozen. Voor de keuze van de locaties is rekening gehouden met de verwachte windrichting. Eén locatie bevond zich bovenwinds op enige afstand (circa 1500 meter van start- en landingsbaan) ten opzichte van Vlb LWD aan de Nijlandsdyk in Cornjum. Deze locatie is gekozen omdat hier de invloed van vliegtuigemissies laag wordt verwacht.

De tweede locatie bevindt zich op korte afstand (circa 400 meter van start- en landingsbaan)) in de aanvliegeroute naar de start- en landingsbaan aan de Bitgummerdyk in Marssum. Deze locatie is gekozen omdat bij de huidige windrichting de invloed van vliegtuigemissies hoog wordt verwacht. Nabij deze locatie zetten vliegtuigen bij een windrichting noordwest de landing in.

De derde locatie bevindt zich op enige afstand (circa 1300 meter van start- en landingsbaan) in het verlengde van de start- en landingsbaan aan de Skierhusterwei in Jelsum.

De meetlocaties staan weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Ligging van de meetlocaties ten opzichte van de vliegbasis Leeuwarden.

3.2 Uitgevoerde monsternemingen

Op donderdagmiddag 9 juni 2016 zijn in de namiddag de drie meetlocaties voorzien van diverse monsternemingsapparatuur. De apparatuur is direct na installatie aangezet tussen 16:30 en 19:15 uur, en de volgende ochtend van de luchtmachtdag uitgezet tussen 9:00-10:45 uur. Deze metingen gelden als een achtergrondmeting van de buitenlucht verkregen bij zeer minimale vliegbewegingen in de namiddag van 9 juni doorlopend tot aan vrijdagochtend 10 juni 2016.

Rond de start van de luchtmachtdag rond 10 uur in de ochtend op 10 juni 2016 zijn op de drie locaties nieuwe monsternemingen gestart doorlopend tot aan het einde van de vliegshow rond het tijdstip tussen 16:00-17:00 in de namiddag.

In tabel 1 staan de metingen weergegeven zoals zijn uitgevoerd op de verschillende locaties.

Tabel 1 Metingen op de diverse locatie.

Type metingen	Nijlansdijk Cornjum	Bitgumerdijk Marssum	Nijlansdijk Cornjum	Bitgumerdijk Marssum	Skierhusterwei Jelsum
	9-10 juni achtergrond voor start vliegshow	9-10 juni achtergrond voor start vliegshow	10-jun achtergrond tijdens vliegshow	10 juni Tijdens vliegshow	10 juni Tijdens vliegshow
Ultrafijne deeltjes aantallen (UFP)		x	x	x	x
Aldehyden	x	x	x	x	x
Vluchtige organische koolwaterstoffen (VOCs)	x	x	x	x	x
Kortdurende meting VOCs				x	x
Minerale olie		x	x	x	

Voor de monitoring is gekozen voor het meten van een breed scala aan stoffen die een relevantie hebben met emissies veroorzaakt door het vliegverkeer. Veel van deze stoffen worden ook uitgestoten door wegverkeer en andere activiteiten waarbij brandstoffen worden verbruikt.

3.3 Meteo omstandigheden tijdens de monsterneming

Tijdens aanvang van de metingen op donderdag 9 juni 2016 tot aan het eind van de metingen op vrijdag 10 juni is de windrichting redelijk stabiel gebleken. De gemiddelde windrichting over de gehele meetcampagne bedroeg 329 graden (windrichting noord- noordwest). De windsnelheid over de gehele meetcampagne bedroeg gemiddeld 3 m/sec met een minimum waarde van 1 m/sec en een maximum waarde van 5 m/sec. Temperaturen overdag varieerden van minimaal 12°C tot maximaal 16 °C. Temperaturen 's nachts varieerden van minimaal 8°C tot 12°C. Tijdens de meetcampagne is er geen neerslag gevallen. Overdag was het licht bewolkt en zonnig.

3.4 Toegepaste analyse methodieken

Ultrafijn deeltjes aantallen (UFP)

De ultrafijne deeltjes aantallen zijn continue online gemeten met Condensed Particle Counters (CPC) type CPC 3007. Het meetbereik van de monitor ligt voor UFP in een aerodynamische deeltjes diameterbereik van 10 nm tot 1000 nm. De monitor levert continue data bij een tijdsinterval van 5 seconde.

Vluchtige organische koolwaterstoffen (VOCs)

VOCs zijn bemonsterd met behulp van canisters bestaande uit inert silcostaal. De canisters zijn voorafgaand aan de monsterneming op vacuüm gebracht en vullen zich gedurende circa 8 uur met buitenlucht via een gekalibreerde restrictor. Na monsterneming worden de canisters geanalyseerd met behulp van GC/MS thermische desorptie. Identificatie van stoffen vindt plaats op basis van vergelijking van massaspectra met massaspectra uit een NIST databestand en op basis van retentieindices. Kwantificering geschiedt op basis van een gecertificeerde externe standaard. Voor die stoffen die zijn geïdentificeerd maar waar geen kalibratiestandaard voorhanden is, wordt het gehalte semi-kwantitatief berekend op basis van de respons van toluen in de referentie standaard. De monsterneming en analyse van VOC's is uitgevoerd volgens EPA TO15 methode [1].

Kortdurende metingen naar VOCs zijn uitgevoerd met behulp van tenax^{GR} adsorptietubes. Gedurende 30 minuten wordt een bekende hoeveelheid lucht actief door de buis geleid. De bemonsterde buis wordt vervolgens geanalyseerd zoals beschreven voor de canisters. De monsterneming en analyse van VOC's is uitgevoerd volgens ISO 16017-1:2000 [2].

Aldehyden en ketonen

De monsterneming en analyse van aldehyden is uitgevoerd volgens ISO 16000-3 [3]. Gedurende een bepaalde tijd wordt bij een vooraf ingesteld debiet actief lucht aangezogen door een DiNitroPhenylHydrazine cartridge (DNPH). De aanwezige aldehyden reageren met het hydrazine tot het overeenkomstig hydrazoncomplex. Na desorptie van de cartridge is het hydrazoncomplex geanalyseerd met behulp van HPLC op basis van UV detectie. Identificatie en kwantificering is uitgevoerd op basis van een externe standaard.

Minerale olie

De monsterneming van minerale olie is uitgevoerd NIOSH 5026 [4] en de analysemethode is uitgevoerd volgens NEN 6984. Gedurende een bepaalde tijd wordt bij een vooraf ingesteld debiet actief lucht aangezogen over een filter in combinatie met een adsorptiebuis voorzien van XAD-2. Na extractie van het filter en XAD-2 is een préconcentratie stap uitgevoerd, gevolgd door een clean-up over florisil. De analyse is uitgevoerd met behulp van GC/FID.

3.5 Traceerbaarheid, transport en opslag monsters

Voorafgaand aan de metingen zijn de filters en adsorptiebuisen bij TNO in Utrecht voorzien van unieke traceerbare monstercodes. De registratie van de monstercodes en omschrijving zijn vervolgens opgeslagen in een speciaal daarvoor ontwikkeld dossiersysteem. Na afronding van elke meting zijn adsorptiebuisen voorzien van afsluitdoppen en de filters opgeborgen in een daarvoor bestemde cassette en afgeschermd van licht getransporteerd. Na aankomst in het laboratorium van TNO in Utrecht zijn de monsters tot aan de opwerking en analyse opgeslagen in een vriezer bij -20 (aldehyden), en koelkast bij -4°C (minerale olie). De VOC's monsters zijn volgens voorschrift opgeslagen bij kamertemperatuur.

4 Resultaten en discussie

Op donderdag 9 juni 2016 en vrijdag 10 juni 2016 tijdens de luchtmachtdagen heeft rondom Vlb LWD een oriënterend luchtkwaliteitsonderzoek plaatsgevonden. In onderstaande paragrafen worden de resultaten en beschouwingen hiervan weergegeven.

4.1 Ultrafijne deeltjes

Ultrafijne deeltjes (UFP: ultrafine particles) zijn deeltjes met een aerodynamische diameter kleiner dan 100nm. De UFP deeltjes aantallen zijn tijdens de meetcampagne vastgesteld om de bijdrage van vliegtuigemissies op de luchtkwaliteit in de directe omgeving van EHLW vast te stellen. Van vliegtuigemissies is bekend dat het, UFP bevat. Over de potentiële gezondheidseffecten van de blootstelling aan UFP emissies is onvoldoende bekend vanwege het ontbreken van betrouwbare responsfuncties voor deeltjesaantallen [5]. Wel kan een vergelijking worden gemaakt tussen de gemeten aantallen deeltjes bij Vlb LWD en op achtergrondniveau rondom Vlb LWD. De gemeten concentraties kunnen worden vergeleken met concentraties elders in Nederland gemeten. De resultaten van de UFP metingen staan weergegeven in tabel 2. De gemiddelde, minimale en maximale waarden zijn berekend op basis van uurgemiddelden. Het aantal meetpunten per uur bedroeg 720.

Tabel 2 Resultaten UFP metingen voor en tijdens de vliegshow op 10 juni 2016.

Omschrijving	Bitgumerdijk	Skierhusterwei	Nijlansdijk	Bitgumerdijk	Skierhusterwei
	Marssum	Jelsum	Cornjum	Marssum	Jelsum
	9-10 juni	9-10 juni	10 juni	10 juni	10 juni
	achtergrond	achtergrond	achtergrond	Tijdens vliegshow	
	voor start vliegshow				
Gemiddelde aantal deeltjes/cm ³	3100	2719	3207	18978	9100
Minimum aantal deeltjes/cm ³	2491	1545	830	11131	3245
Maximum aantal deeltjes/cm ³	4031	4215	38071	26056	65055

Gemiddelde, min en max aantallen deeltjes zijn berekend op basis van uurgemiddelden

Uit de resultaten blijkt dat de gemiddelde UFP aantallen gemeten op achtergrondniveau voor de drie locaties onderling redelijk vergelijkbaar zijn en variëren tussen 2719 deeltjes/cm³ tot 3207 deeltjes/cm³. Tijdens de metingen op 9 en 10 juni werden maximum aantallen deeltjes gemeten van respectievelijk 4031 en 4215 deeltjes/cm³. Op de achtergrondlocatie Cornjum werd op 10 juni, tijdens de luchtmachtdag, in een zeer kort tijdsbestek een maximum aantal deeltjes gemeten van 38071 vermoedelijk veroorzaakt door vliegbewegingen in de nabijheid van de locatie. Op de locatie Cornjum werd op 10 juni vrijwel dezelfde orde grootte aan gemiddelde deeltjesaantallen gemeten als op de locaties Marssum en Jelsum op 9/10 juni 2016.

Tijdens de luchtmachtdag neemt het gemiddelde aantal deeltjes op de locaties in Marssum en Jelsum duidelijk toe met respectievelijk een factor 3 tot 6 ten opzichte van de achtergrondlocatie Cornjum wat duidelijk is toe te schrijven aan het aantal vliegbewegingen.

De UFP concentraties vertonen een sterke fluctuatie in de tijd als gevolg van intensiteit van vliegbewegingen. De hoogste concentraties worden gemeten tijdens de vliegshow op de locaties nabij de start- en landingsbaan. De resultaten zijn verkregen onder omstandigheden waarbij het aantal vliegbewegingen tijdens de vliegshow uitzonderlijk hoog was in vergelijking met het gemiddelde aantal vliegbewegingen op reguliere vliegdagen.

Bovenwinds op relatief korte afstand van Vlb LWD worden achtergrondwaarden gemeten die vergelijkbaar zijn met situaties waarbij geen vliegbewegingen zijn.

In Nederland wordt UFP gemeten op het meetstation Vondelpark ter hoogte van de Overtoom in Amsterdam. Op deze locatie wonen veel mensen en er zijn geen drukke wegen, havens of industriegebieden in de buurt. De Overtoom ligt op ongeveer 64 meter van het meetstation met gemiddeld 15.000 voertuigen per dag. De jaargemiddelde aantallen deeltjes/cm³ bedroeg in 2015 circa 10.000 deeltjes/cm³.

Op regionaal achtergrondniveau wordt op de locatie Cabauw in Utrecht, UFP aantallen deeltjes gemeten. De jaargemiddelde UFP concentratie bedroeg in 2012 circa 9.500 aantallen deeltjes/cm³ [6].

De gemeten achtergrondconcentraties rondom Vlb LWD liggen grofweg een factor 3 lager dan de jaargemiddelde UFP concentratie zoals gemeten op stadsachtergrond in Amsterdam (2015) en Cabauw (2012).

De resultaten voor Vlb LWD zijn verkregen op twee dagen onder omstandigheden waarbij het aantal vliegbewegingen tijdens de luchtmachtdag uitzonderlijk hoog is in vergelijking met het gemiddelde aantal vliegbewegingen op reguliere vliegdagen. De gemiddelde aantallen deeltjes tijdens de luchtmachtdag zijn in de aanvliegeroute ter hoogte van de locatie Marsum grofweg een factor 2 verhoogd ten opzichte van jaargemiddelde waarden zoals gemeten op meetpunt Vondelpark en Cabauw.

4.2 Vluchtige organische stoffen (VOCs) en aldehyden

De resultaten van de metingen voor VOC's staan vermeld in tabel 3 en 4. Tabel 3 geeft de resultaten weer van daggemiddelde concentraties aan gemeten stoffen. Tabel 4 geeft de resultaten weer van 30 minuten gemiddelde metingen uitgevoerd tijdens de luchtmachtdag met intensieve vliegbewegingen.

Tabel 3 Resultaten dag gemiddelde concentraties van vluchtige koolwaterstoffen voor- en tijdens de gehele luchtmachttag op 10 juni 2016.

Locatie	Nijlansdijk Cornjum	Nijlansdijk Cornjum	Bitgumerdijk Marssum	Bitgumerdijk Marssum	Skierhusterwei Jelsum
Datum monsterneming	9-10 juni achtergrond	10 juni achtergrond	9-10 juni	10 juni vliegshow	10 juni vliegshow
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aromaten					
benzeen	<1	<1	<1	<1	<1
tolueen	<1	<1	1.3	2.4	<1
ethylbenzeen	<1	<1	<1	<1	<1
p,m-xyleen	<1	<1	3.4	1.2	<1
o-xyleen	<1	<1	<1	<1	<1
styreen	<1	<1	<1	<1	1.5
iso-propylbenzeen	<1	<1	<1	<1	<1
n-propylbenzeen	<1	<1	<1	<1	<1
4-ethyltolueen	<1	<1	<1	<1	<1
1,2,4-trimethylbenzeen	<1	<1	<1	<1	<1
1,3,5-trimethylbenzeen	<1	<1	<1	<1	<1
naftaleen	<1	<1	<1	<1	<1
Som aromaten	<1	<1	4.7	3.5	1.5

Tabel 4 Resultaten 30 minuten gemiddelde concentraties van vluchtige koolwaterstoffen bij zeer intensieve vliegbewegingen tijdens de vliegshow op 10 juni 2016.

Locatie	Bitgumerdijk Marssum	Skierhusterwei Jelsum
Datum monsterneming	10 juni vliegshow	10 juni vliegshow
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aromaten		
benzeen	1.4	<1
tolueen	2.1	1.0
ethylbenzeen	<1	<1
p,m-xyleen	1.6	1.0
o-xyleen	<1	<1
styreen	<1	<1
iso-propylbenzeen	<1	<1
n-propylbenzeen	<1	<1
4-ethyltolueen	<1	<1
1,2,4-trimethylbenzeen	<1	<1
1,3,5-trimethylbenzeen	<1	<1
naftaleen	<1	<1
Som aromaten	5	2

Sinds juni 2008 is de luchtkwaliteitsrichtlijn 2008/50/EG van de Europese Unie van kracht. Deze richtlijn bevat grenswaarden voor de concentraties van een aantal stoffen in de buitenlucht. De grenswaarde geeft het niveau aan wat op basis van wetenschappelijke kennis is vastgesteld teneinde schadelijke gevolgen voor de gezondheid van mens en natuur in zijn geheel te voorkomen of te verminderen.

Voor de grote groep van vluchtige koolwaterstoffen is benzeen opgenomen in de regelgeving als markerstof. De wettelijke norm voor benzeen bedraagt $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op basis van jaargemiddelde waarden. Voor de overige gemeten stoffen zijn geen Europese luchtkwaliteitsgrenswaarden opgesteld.

De resultaten van de metingen van zowel achtergrondniveau als op de locaties nabij de start- en landingsbaan zijn laag. De resultaten van de metingen kunnen worden vergeleken met concentraties elders gemeten in Nederland.

De metingen voor benzeen wijzen uit dat voor- en tijdens de luchtmachtdag geen detecteerbare hoeveelheden aan benzeen zijn gemeten. Alleen tijdens de kortdurende metingen bij zeer intensieve vliegbewegingen is een concentratie van $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten.

Tolueen is gemeten in concentraties van minimaal $1,0$ en maximaal $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op de Stadhouderskade in Amsterdam is een meetpunt ingericht voor tolueen. Deze locatie typeert een straatstation met grofweg 22000 voertuigen per dag. Op deze locatie wordt de luchtkwaliteit voor een belangrijk deel bepaald door de uitstoot van het wegverkeer. In 2015 bedroeg de jaargemiddelde concentratie voor tolueen $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentraties tolueen gemeten tijdens de luchtmachtdag liggen afgerond een factor 3 lager dan de jaargemiddelde concentratie tolueen op de straatlocatie in Amsterdam. Voor de gemeten stoffen ethylbenzeen, p,m xyleen en styreen zijn geen buitenluchtreferenties voorhanden.

De resultaten van de aldehyden staan vermeld in tabel 5.

Tabel 5 Gemiddelde concentraties van aldehyden in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor en tijdens de luchtmachtdag gehouden op 10 juni 2016.

Locatie	Nijlansdijk	Bitgumerdijk	Nijlansdijk	Bitgumerdijk	Skierhusterwei
	Cornjum	Marssum	Cornjum	Marssum	Jelsum
Datum monsterneming	9-10 juni	9-10 juni	10 juni	10 juni	10 juni
Eenheid	achtergrond	achtergrond	achtergrond	vliegshow	vliegshow
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
formaldehyde	1.8	1.2	1.4	1.5	analyse
aceetaldehyde	1.2	0.32	0.54	0.70	gecrashed
aceton	< 0,10	< 0,10	1.2	1.5	
propionaldehyde	1.2	< 0,10	0.37	0.30	
Som aldehyden	4.2	1.6	3.5	3.9	

Uit de resultaten van de aldehyde metingen blijkt dat voor de verschillende locaties geen significante verschillen in concentraties is gemeten met uitzondering van aceetaldehyde op locatie Cornjum. Op basis van de gemeten concentraties kan worden gesteld dat vliegbewegingen nauwelijks bijdragen aan verhoging van achtergrondconcentraties in de lucht. Voor formaldehyde is een streefwaarde afgeleid die wordt bepaald door de natuurlijke achtergrondconcentratie van $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en een jaargemiddelde grenswaarde van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [bron: Road-map Normstelling Luchtnormen FMW de Jong, PCJM Jansen rapport 601782026/2010).

4.3 Minerale olie

Kerosine is een lichte brandstof bestaande uit alkaanketens in de range van C6-C18. Met behulp van een minerale olie analyse is het mogelijk om karakterisering en kwantificering te krijgen van mogelijke oliedeeltjes in de lucht.

In tabel 6 staan de resultaten weergegeven van de oliemetingen voor en tijdens de luchtmachtdag van 10 juni 2016

Tabel 6 Gemiddelde concentraties van olie deeltjes in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor en tijdens de luchtmachtdag gehouden op 10 juni 2016.

Locatie	Nijlansdijk Cornjum	Bitgumerdijk Marssum	Bitgumerdijk Marssum
Datum monsterneming	10 juni 2016 achtergrond tijdens vliegshow	9-10 juni 2016 achtergrond	10 juni 2016 vliegshow
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Olie range (C6-C22)	3.0	<	7.2

De gemeten concentraties aan oliedeeltjes in de lucht is duidelijk verhoogd tijdens de luchtmachtdag ten opzichte van de achtergrondmetingen. De achtergrondmeting van 9 en 10 juni geeft geen detecteerbare hoeveelheden aan oliedeeltjes, terwijl de metingen op locatie Cornjum en Marssum tijdens de vliegshow verhoogd is als gevolg van nabij vliegverkeer. Er zijn geen buitenluchtreferenties voor oliedeeltjes.

5 Conclusies

In het kader van het onderzoek naar de luchtkwaliteit rondom Vlb LWD, is de opdracht geformuleerd om inzicht te krijgen in de luchtkwaliteit rondom de luchtmachtbasis voor- en tijdens de luchtmachttag gehouden op 10 juni 2016. Op basis van de resultaten van het onderzoek zijn de volgende conclusies geformuleerd.

- De gemiddelde UFP concentratie gemeten op achtergrondniveau voor de drie locaties zijn qua ordegrrootte vergelijkbaar en variëren tussen 2719 deeltjes/cm³ tot 3207 deeltjes/cm³.
- Tijdens de luchtmachttag neemt het gemiddelde aantal deeltjes op de belaste locaties in Marssum en Jelsum duidelijk toe met respectievelijk een factor 3 tot 6 ten opzichte van de achtergrondlocatie Cornjum, wat is toe te schrijven aan het aantal vliegbewegingen.
- De gemeten achtergrondconcentraties van UFP rondom Vlb LWD liggen grofweg een factor 3 lager dan de jaargemiddelde UFP concentratie zoals gemeten op stadsachtergrond in Amsterdam en op regionale achtergrond in Cabauw.
- De gemiddelde UFP concentratie gemeten tijdens de Luchtmachttag op locatie Jelsum is vergelijkbaar met jaargemiddelde waarden zoals voor een stadsachtergrond in Amsterdam. De gemiddelde UFP concentratie gemeten tijdens de Luchtmachttag op locatie Marssum is verhoogd (factor 1,8) ten opzichte van deze jaargemiddelde waarde. Opgemerkt dient te worden dat over de potentiële gezondheidseffecten van de blootstelling aan UFP emissies onvoldoende bekend is, vanwege het ontbreken van betrouwbare response functies voor deeltjesaantallen. De resultaten van de vluchtige organische componenten (VOC) metingen op zowel achtergrondniveau als op de locaties nabij de start- en landingsbaan zijn laag. De resultaten van de metingen kunnen worden vergeleken met concentraties elders gemeten in Nederland.
- De metingen voor benzeen wijzen uit dat voor- en tijdens de luchtmachttag geen detecteerbare hoeveelheden aan benzeen zijn gemeten. Alleen tijdens de kortdurende metingen bij zeer intensieve vliegbewegingen is een concentratie gemeten van 1,4 µg/m³. De gemeten concentratie benzeen ligt beneden de Europese wettelijke grenswaarde van 5 µg/m³.
- De concentraties toluen gemeten tijdens de luchtmachttag liggen afgerond een factor 3 lager dan de jaargemiddelde concentratie toluen op de straatlocatie in Amsterdam.
- Voor de gemeten stoffen ethylbenzeen, p,m xyleen en styreen zijn geen buitenluchtreferenties voorhanden.
- Op basis van de gemeten concentraties aan aldehyden kan worden gesteld dat vliegbewegingen nauwelijks bijdragen aan verhoging van achtergrondconcentraties in de lucht.
- De gemeten concentraties aan oliedeeltjes in de lucht is duidelijk verhoogd tijdens de luchtmachttag ten opzichte van de achtergrondmetingen. De achtergrondmeting van 9 en 10 juni geeft geen detecteerbare hoeveelheden aan oliedeeltjes, terwijl de achtergrondmeting van 10 juni op locatie Cornjum en op de locatie Marssum tijdens de vliegshow verhoogd is als gevolg van nabij vliegverkeer. Er zijn geen buitenluchtreferenties voor oliedeeltjes in lucht.

- Er is een toename van UFP en oliedeeltjes in concentratie in de lucht , die is toe te schrijven aan intensieve vliegbewegingen tijdens de luchtmachtdag op 10 juni 2016.
- De metingen zijn uitgevoerd bij een worst-case scenario voor een situatie met intensieve aantallen vliegbewegingen gedurende een aantal dagen per jaar. Jaargemiddelde concentraties van gemeten stoffen zullen daardoor met een hoge mate van waarschijnlijkheid lager zijn dan gemeten concentraties verkregen op basis van 2 meetdagen.

6 Literatuur

- [1] EPA TO15, Determination of volatile organic compounds (VOCs) in air collected in specially-prepared canisters and analysed by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), Version 2 December 2006
- [2] ISO 16017-1:2000 Workplace air quality – Sampling and analysis of volatile organic compounds in ambient air, indoor air and workplace air by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography – Part 1: Pumped sampling.
- [3] Binnenlucht - Deel 3: Bepaling van formaldehyde en andere carbonylverbindingen in binnenlucht en testkamers - Actieve monsterneming, ISO 16000-3, 2011
- [4] NIOSH 5026, Oil mist, Mineral, Issue 2 Rev.: May 1996
- [5] Peters, J., Berghmans, P., Van Laer, J., Frijns, E., UFP-en BC metingen rondom de luchthaven van Zaventem, VITO rapport 2016/MRG/R/0493, mei 2016
- [6] Keuken, M.P., Moerman, M., Zandveld, P., Henzing, J.S., Hoek, G., Total and size-resolved particle number and black carbon concentrations in urban areas near Schiphol airport (the Netherlands), Atmospheric Environment, 104 (2015) 132-142

7 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

Staf Commando Luchtstrijdkrachten,
Afdeling C4ISR
T.a.v. Lt Kolonel vlieger A.J.P. Hardenbol
Postbus 8762
4820 BB Breda

Naam en functies van medewerkers:

H.L.M. Verhagen, experimenteel veldwerker
J.A.D. van Renesse van Duivenbode, analist
S.A.C.M. Walraven, analist

Datum waarop of tijdsbestek waarin het onderzoek heeft plaatsgehad:

Juni 2016 - oktober 2016

Naam en paraaf tweede lezer:

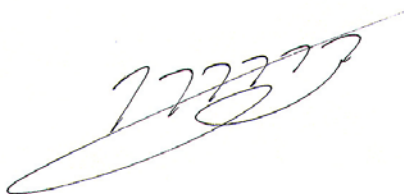


i.a.

H.L.M. Verhagen

Ondertekening:

Autorisatie vrijgave:



Marc M.G. Houtzager
Auteur



Dr. B. Bos
Research Manager