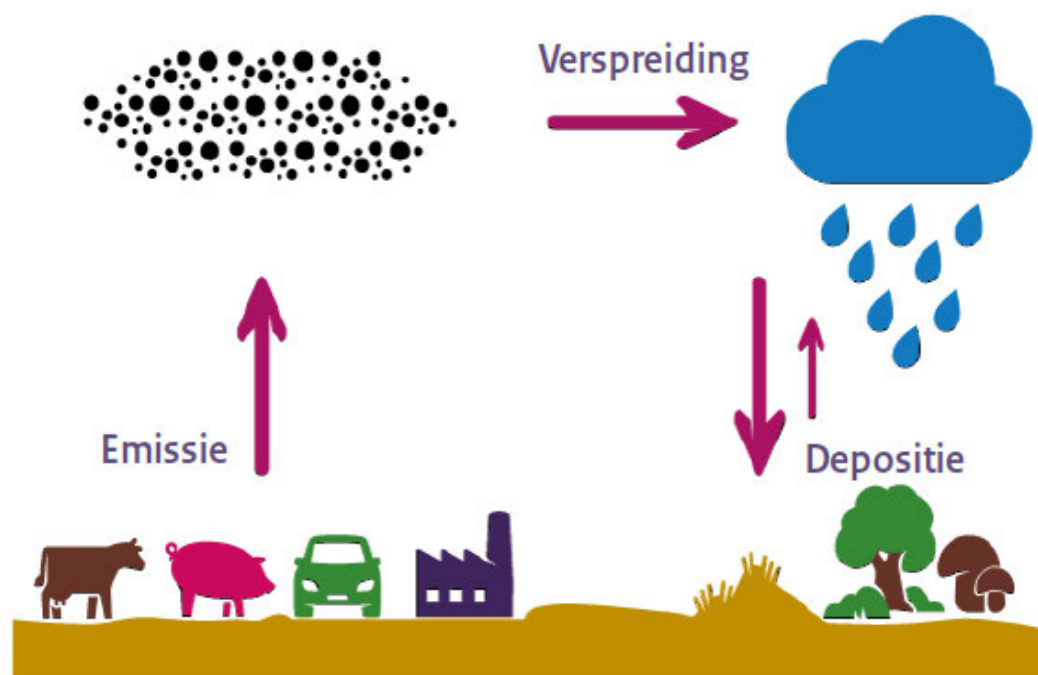


Handboek Onderzoek Emissies Versie 1.1

Project Referentiewaarden Stikstof



Stuurgroep: [REDACTED]

Auteurs: [REDACTED]

Auteursinstructie:

- Koppentekst: gebruik van Kop 1 (Hoofdstukniveau), Kop 2 (paragraafniveau) en Kop 3 (sub-paragraafniveau);
- Hoofdttekst: Calibri (Light), lettertype 11;
- Annotaties en toelichtingen figuren en tabellen: Calibri (Light), lettertype 8.

WIJZIGINGEN

Van aangebrachte wijzigingen moet in onderstaande tabel aantekening worden gehouden.
(Versiewijziging vindt plaats op basis van significante aanpassingen in het handboek.)

Wijzigingsblad		Aangebrachte wijziging	Gewijzigd door	Paraaf
Nr.	Datum			
1	XXXX	XXXXXX		

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	4
1.1 STIKSTOFPROBLEMATIEK BIJ DEFENSIE	4
1.2 STIKSTOFOXIDEN EN AMMONIAK	4
1.3 STIKSTOFONDERZOEK: OBJECTONDERZOEK EN EMISSIEONDERZOEK	4
1.3.1 Wat vind ik waar?	4
1.4 GEBRUIK HANDBOEK ONDERZOEK EMISSIES	6
2. METHODIEK	6
2.1 DOEL VAN HET EMISSIEONDERZOEK	6
2.2 VERZAMELEN VAN GEGEVENS	6
2.2.1 Stappenplan verzamelen gegevens op objectniveau	7
2.2.2 Kwaliteit van de gegevens	8
2.3 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN OP OBJECTNIVEAU	8
2.3.1 Aantallen werknemers	8
2.3.2 Wegennet object en aanzuigende werking	9
2.3.3 Uren van de activiteiten	9
2.3.4 Uren verwarming gebouwen	9
2.3.5 Dagen per jaar actief maximaal vergund en realistisch	9
2.3.6 Plausibiliteitscheck op basis van brandstofverbruik voor gebouwverwarming	10
2.4 ONTLENEN VAN STIKSTOFRUIMTE VAN VERKEER AAN GELUIDSRAPPORTEN	10
2.5 INVULBLAD KENGETALLEN	10
2.6 MAXIMAAL VERGUNDE RUIMTE EN REALISTISCHE RUIMTE: TWEE SCENARIO'S	10
2.6.1 Omgang met onbekende data	11
2.6.2 Referentievoertuigen en installaties	11
3. STATIONAIRE BRONNEN	11
3.1 VERWARMING VAN GEBOUWEN	12
3.1.1 CV-installaties, luchtverhitters en kachels	12
3.1.2 Brandbestrijdingsoefeningen	12
3.2 AGGREGATEN	13
4. VERKEER	14
4.1 CATEGORISATIE	14
4.2 KENGETALLEN WEGVERKEER	14
4.2.1 Indexering en lineaire afname uitstoot (middel)zware voertuigen	15
4.2.2 Verkeersbewegingen binnen en buiten het object	15
4.2.3 Licht personenverkeer	15
4.2.4 Middelzwaar vrachtverkeer	16
4.2.5 Zwaar vrachtverkeer	16
4.3 DEFENSIE SPECIFIEKE VERVOERSMIDDELEN	16
4.4 LUCHTVERKEER	18
4.4.1 Helikopters	18
5. MOBIELE WERKTUIGEN	18
5.1 LIEBHERR LTM-KRAANWAGEN	19
5.2 WIELLAADSCHOP/UNIVERSELE BOUWMACHINE	19
5.3 GROENONDERHOUD	19
5.4 REACHSTACKER	19
5.5 LOCOMOTIEF	20
5.6 HEFTRUCK & TRACTOR	20
5.7 VAARTUIGEN	20
6. VASTE INSTALLATIES	20
6.1 REMMENTESTBANK	20

6.2	LASSEN.....	21
7.	SCHIETFACILITEITEN.....	21
7.1	CATEGORISATIE	21
7.2	KENGETALLEN MUNITIE.....	21
7.3	METHODIEK EMISSIEBEREKENINGEN	23
7.3.1	<i>Realistisch scenario en filtering.....</i>	23
7.4	SCHIETBANEN BUITEN	23
7.5	SCHIETBANEN BINNEN	23
8.	AFWEGING EN AFBAKENING VAN HET ONDERZOEK.....	23
9.	REFERENTIELIJST	24
10.	BIJLAGEN.....	25
10.1	BIJLAGE A. VALIDATIE OPGESTELD VERMOGEN (UITSTOOT NO _x) VERSUS GASVERBRUIK.....	25

1. Inleiding

1.1 Stikstofproblematiek bij Defensie

Naar aanleiding van de uitspraak van de Raad van State op 29 mei 2019, over het Programma Aanpak Stikstof (hierna: PAS) als toestemmingsbasis voor activiteiten, is veel onduidelijkheid ontstaan over de toekomstbestendigheid van defensieprojecten. Nederland kent een groot aantal Natura 2000-gebieden dat grotendeels over de zgn. *kritieke drempelwaarde* (hierna: KDW) – een waarde die de hoeveelheid stikstof die een natuurgebied aankan, aangeeft – heen is. Voor Defensie, een organisatie die van oudsher zeer actief is op en rondom natuurgebieden, vormt het wegvallen van het PAS een systeemrisico. In het Project Referentiewaarden wordt gezocht naar mogelijkheden om dit systeemrisico voor defensieobjecten (bijvoorbeeld een gehele kazerne, een magazijnencomplex, een haven of een luchthaven) waarvoor geen vergunning op basis van de Wet natuurbescherming bestaat, te verkleinen en toekomstige ontwikkelingen mogelijk te maken. Dit Handboek Onderzoek Emissies bespreekt de aanpak die wij daarvoor hebben gekozen.

1.2 Stikstofoxiden en ammoniak

Stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH₃) zijn schadelijk voor de natuur als er te veel van in de lucht, de bodem of het water terechtkomt. Planten als bramen, brandnetels en gras gaan er harder door groeien en overwoekeren zo andere planten. Daardoor verdwijnen ook insecten, vlinders en vogels. Stikstofdioxide is bovendien ongezond voor mensen. Op defensieobjecten staan verschillende bronnen die NO_x en NH₃ emitteren. Denk daarbij met name aan verkeer (waaronder defensievoertuigen) en verwarmingsinstallaties. Verwarmingsinstallaties veroorzaken enkel stikstofoxiden, maar grote motoren stoten ook ammoniak uit. Wanneer gesproken wordt over ‘stikstof’, wordt daarmee een combinatie van deze twee stoffen bedoeld. Ook in vergunningsverleningsprocedures is – op moment van schrijven – slechts ‘stikstof’ relevant.¹

1.3 Stikstofonderzoek: objectonderzoek en emissieonderzoek

1.3.1 Wat vind ik waar?

Het Stikstofonderzoek Referentiewaarden is opgebouwd uit een (1) objectonderzoek per defensieobject, (2) een emissieonderzoek (voor alle objecten gezamenlijk), een (3) Handboek Onderzoek Emissies en ten slotte (4) een archief.

¹ Hoewel door de Onderzoekscommissie Remkes wordt geadviseerd het onderscheid tussen stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH₃) wél te maken. Zie Remkes, J. W., van Dijk, J. J., Dijkgraaf, E., Freriks, A., Gerbrandy, G. J., Maij, W. H., ... & Vet, L. E. M. (2020). *Niet alles kan overal: Eindadvies over structurele aanpak op lange termijn*. Adviescollege Stikstofproblematiek.

- (1) Het objectonderzoek bevat de (zo niet alle) object-specifieke informatie van een defensieobject. Hieronder valt het gebruik van een object alsmede de onderzochte vergunningen met – op paginaniveau – verwijzingen naar deze vergunningen. Doorgaans zijn dit milieuvergunningen, revisievergunningen, bouw- en sloopvergunningen en (regelmatig) de bij deze vergunningen behorende rapporten (zoals geluidsrapporten met voertuigbewegingen). Uit het totaalbeeld van deze vergunningen is het mogelijk om een ‘vergunde situatie’ te schetsen.
Hiermee wordt bedoeld op een soort ‘foto’ van de vergunde situatie op een moment in tijd. Het moment in tijd is onder andere het aanwijzen van het natuurgebied als Natura 2000-gebied (de referentiedatum). De vergunde situatie en het moment in tijd is van belang, omdat de toegestane stikstofemissie ten tijde van de referentiedatum moet worden onderzocht, waarna bepaald moet worden of sindsdien en per wanneer beperkende voorwaarden aan de toegestane stikstofemissie zijn opgelegd, om zo de referentiesituatie te kunnen bepalen.²
- (2) Het emissieonderzoek bevat de daadwerkelijke formules en berekeningen voor het bepalen van de stikstofemissievracht. Het eindresultaat in dit emissieonderzoek is een beeld van de emissievracht in kilogrammen per jaar. In dit emissieonderzoek zijn alle relevante emissiebronnen per object genoemd, ingedeeld op hoofdonderwerpen (1) opgesteld vermogen (Hoofdstuk 3), (2) verkeer (Hoofdstuk 4) en (3) overige bronnen (vanaf Hoofdstuk 5). Onder de hoofdcategorie verkeer vallen alle verkeersbewegingen, dus inclusief operationele voertuigen. Bij de laatste hoofdcategorie gaat het met name over zaken als aggregaten, groenonderhoud en testinstallaties. Het emissieonderzoek heeft als doel de juiste gegevens aan te leveren voor het uitvoeren van een AERIUS-berekening; met behulp van de wettelijk³ voorgeschreven AERIUS-Calculator kan de stikstofdepositie (de hoeveelheid stikstof die neerslaat op Natura 2000-gebieden) worden berekend.⁴ De berekeningen in dit emissieonderzoek hebben als doel de realiteit zo dicht mogelijk te benaderen en zijn daartoe ook voorgelegd en gevalideerd door Royal Haskoning DHV⁵ en TNO.⁶
- (3) Het Handboek Onderzoek Emissies bevat de achtergrondinformatie die nodig is om het emissieonderzoek goed te kunnen doorgronden. Hierin staat per stikstof-emitterende bron weergegeven hoe de emissievracht van een bron is uitgewerkt. Tevens worden hierin de gebruikte formules en berekeningen besproken en worden de gebruikte kengetallen toegelicht. Daarmee verschaft het Handboek Onderzoek Emissies meer gedetailleerde achtergrondinformatie voor de liefhebber.
- (4) Het archief bevat oude versies van de bevindingen uit het objectonderzoek en de verouderde versies van het Handboek Onderzoek Emissies. Ook bevat het archief de vergunningen en de routekaarten van objecten, alsmede de overzichten van deze objecten uit systemen als het VIPS van het Rijksvastgoedbedrijf. In het archief staan de bronnen weergegeven tot in de hoogste mate van gedetailleerdheid.

De hierboven genoemde onderdelen schetsen gezamenlijk een duidelijk beeld van het stikstofonderzoek van het Project Referentiewaarden Stikstof. Het onderstaande schema bevat een overzicht van de hierboven besproken documentatiesystematiek.

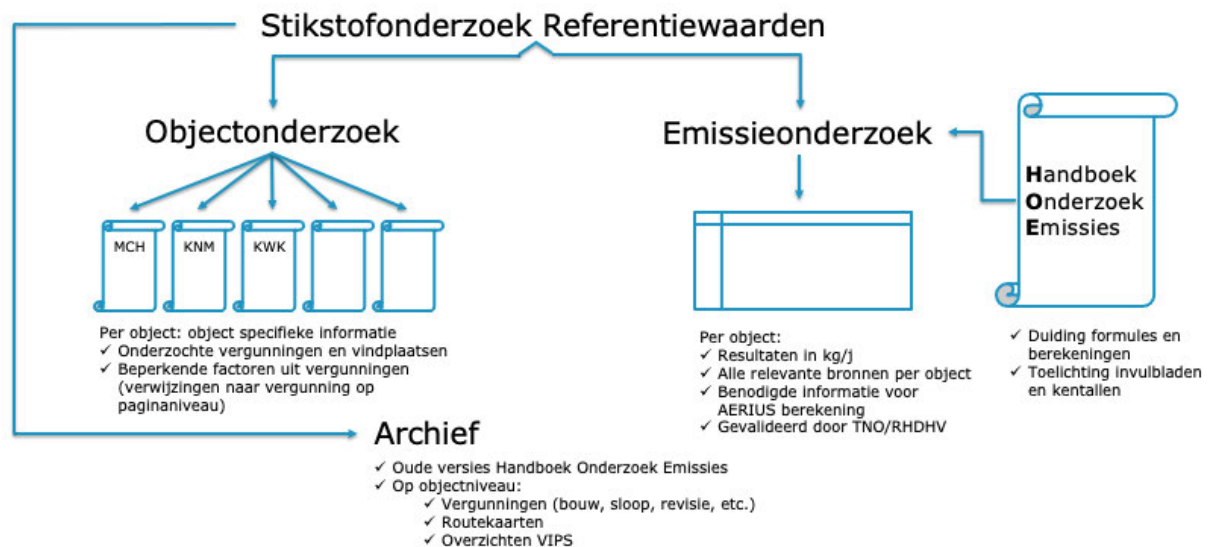
² Zie voor een uitgebreide toelichting op deze uitgangspunten en een overzichtelijk schema de uitleg van BII12 over het bepalen van de referentiesituatie op de website van BII12 over vergunningen en toestemmingsbesluiten (<https://www.bij12.nl/onderwerpen/stikstof-en-natura2000/vergunningen-en-toestemmingsbesluiten/wat-is-mijn-referentiesituatie/>).

³ Om het gebruik van de nieuwe AERIUS-versie verplicht te kunnen stellen, is de Regeling natuurbescherming met ingang van 15 oktober 2020 gewijzigd.³ In artikel 2.1 lid 1 van de Regeling natuurbescherming wordt de versie 2020 verplicht voorgeschreven

⁴ Te vinden via <https://calculator.aerius.nl/calculator/?locale=nl>.

⁵ Royal Haskoning DHV, rapport “Validatie emissieonderzoek” met referentienummer BH4371-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0002. (notitie van J. Hendrix d.d. 16 maart 2021)

⁶ TNO, rapport “Review Stikstof rekenmodel Ministerie van Defensie” met referentie nummer 060.40675/01.08 (notitie van P. Coenen d.d. 23 februari 2021)



Figuur 1: Overzicht van de documentatiesystematiek in het Project Referentiewaarden Stikstof.

1.4 Gebruik Handboek Onderzoek Emissies

Het Handboek Onderzoek Emissies (hierna: Handboek) is een middel om de benaderingen en berekeningen uit het emissieonderzoek beter te begrijpen en te kunnen doorgronden. Wanneer in het Handboek wijzigingen worden doorgevoerd, hebben deze hun uitwerking in alle emissieberekeningen. Wanneer b.v. kentallen veranderen kan dit in het standaard “invulblad” van het Emissieonderzoek in Excel worden aangepast zodat bij alle berekende objecten de uitstoot wordt aangepast. Indien de lezer geïnteresseerd is in de benaderingen en berekeningen van een specifieke stikstof-emitterende bron, kan hij direct doorgaan naar de sub-paragraaf die deze bron bespreekt. Het tweede hoofdstuk (Methodiek) kan daarentegen wel apart worden gelezen. Dit hoofdstuk bespreekt de belangrijkste algemene uitgangspunten en benaderingswijzen bij het beoordelen van stikstofemissievracht op basis van informatie uit de (laagst) vergunde situatie. In de rapporten “object en vergunningen onderzoek” van de verschillende objecten staat wat deze uitgangspunten in de praktijk voor het object met zich meebrengen.

2. Methodiek

2.1 Doel van het emissieonderzoek

Het doel van het onderzoek valt uiteen in 1) de juiste gegevens beschikbaar stellen voor het uitvoeren van een AERIUS-berekening en 2) inzichtelijk maken van wat de (latente) stikstofruimte is. Daarom wordt gewerkt met een emissieberekening in kilogrammen stikstof per jaar.

2.2 Verzamelen van gegevens

Om een berekening van de stikstofemissie van een defensieobject te kunnen maken, moeten verschillende bronnen worden onderzocht. Zo zijn via het programma ‘Registratie Bouwdelen en Installaties’ (RBI) van het Rijksvastgoedbedrijf per defensieobject overzichten onderzocht van alle aanwezige verwarmingsinstallaties op de objecten. Ook kunnen via dit systeem de plattegronden en bouwjaaren van alle aanwezige gebouwen en installaties worden opgevraagd. Zo is met een hoge mate van zekerheid vast te stellen welke objecten en installaties op welk moment in tijd op een specifiek defensieobject aanwezig waren. Hiervoor kan ook naar de bouw- en sloopvergunningen worden gekeken. Tot slot bevatten vergunningen zelf vaak ook de benodigde informatie om tot een emissieberekening te komen. Milieuvergunningen bevatten met enige regelmaat (zoals bij grote kazernes) geluidsrapporten waarin verkeers- en poortbewegingen zijn opgenomen.

2.2.1 Stappenplan verzamelen gegevens op objectniveau

Grofweg kan bij het onderzoeken van een object het volgende stroomschema worden gebruikt voor het stikstofonderzoek:

Voor het vaststellen van de referentiesituatie zijn de stappen:

Stap 1: vast stellen referentiedatum;

Stap 2: vast stellen toegestane emissie op referentiedatum;

Stap 3: Nagaan of er sindsdien wijzigingen zijn opgetreden in de toegestane emissie;

Stap 4: Laagst vergunde emissie berekenen;

Stap 5: vast stellen Referentiesituatie;

Stap 6: vast stellen huidige situatie;

Stap 7: vaststellen verschil referentie, huidige of eventueel toekomstige situatie.

Om deze stappen te doorlopen worden de onderstaande acties uitgevoerd.

- Vaststellen vergund object en de daarbij betrokken Natura 2000-gebieden (hierna: N2000). Wanneer onduidelijkheid bestaat over de bij een project betrokken N2000-gebieden, kan via AERIUS een proefberekening worden gemaakt. Vervolgens wordt voor het object ten opzichte van de relevante N2000-gebieden bepaald welke data van toepassing zijn. Hierbij kunnen de aanwijzingsdata van N2000-gebieden, Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn anders zijn;⁷
- Plattegronden van het object op referentiedata (bijvoorbeeld in de periode 2000 - 2004) en huidige plattegronden naast elkaar leggen en de verschillen bepalen. Huidige plattegronden zijn te verkrijgen in systeem VIPS (Vastgoed Informatie en Presentatie Systeem), oudere plattegronden zijn te vinden in vergunningen en te verkrijgen via contacten binnen het Rijksvastgoedbedrijf en Defensie;
- Verzamelen van informatie over verwarmingsinstallaties via VIPS en RBI (Registratie Bouwdelen en Installaties) en onderzoeken en benoemen van verschillen tussen referentiesituatie en het heden en bepalen of nieuwbouw of sloop invloed heeft op aanwezigheid in één van beide periodes;
- Verzamelen informatie vergunningen. Op de SWR van Project Referentiewaarden staat het Excel-overzicht van alle verleende vergunningen op objectniveau. Deze vergunningen selecteren en vervolgens:
 - i. Gearchiveerde vergunningen eruit filteren;
 - ii. Overtollige projectvergunningen (zoals aanpassingen brandveilig gebruik) eruit filteren;
 - iii. Kritisch bezien welke vergunningen relevant zijn voor uitbreiding dan wel beperking van de stikstofemissie.
- Eventueel plannen van een bezoek aan het object om een beeld te krijgen van het object in zijn omgeving en de activiteiten die daar plaatsvinden. Hierbij uit netwerk contact leggen met mensen ter plaatse die er al langer werken;
- Uitwerken van alle verleende vergunningen:
 - i. Vaststellen wat vanuit de referentiedatum de revisie- dan wel oprichtingsvergunning is van een object;
 - ii. Vergunning screenen op activiteiten met relevantie voor stikstofemissie;
 - iii. Eventueel aanwezig geluidsrapport screenen op:
 - a. Poortbewegingen voertuigen;
 - b. Routes op het terrein;
 - c. Stationaire bronnen zoals aggregaten, ketels, lasdampen en andere relevante installaties;
 - d. Overige relevante uitstoot bepalen (grasmaaiers, mobiele werktuigen, helikopters etc.);

⁷ Hiervoor worden de Excel tool en het overzicht gebruikt, te vinden via BIJ12.nl op <https://www.bij12.nl/onderwerpen/stikstof-en-natura2000/vergunningen-en-toestemmingsbesluiten/wat-is-mijn-referentiesituatie/>.

- iv. Indien nodig bepalen welke aanvullende beperkingen uit latere vergunningen of meldingen na de vigerende vergunning op aanwijdsdatum er op de milieu- of natuurtoestemming van het object van toepassing zijn.
- Routes van voertuigen uitwerken en omzetten naar gereden kilometers en deze informatie samen met de informatie over emissie per gereden kilometer, draaiuren van stationaire bronnen, met de relevante omrekengetallen in stikstofemissies opnemen in het Excel rekenblad emissieonderzoek;

Voor het vaststellen van de stikstofemissies op een andere datum dan de referentiesituatie (huidig en gewenst gebruik):

- (1) Vaststellen huidige uitstoot door middel van:
 - i. Bepalen of poortbewegingen en/of routes zijn veranderd ten opzichte van de referentiesituatie (eventueel vergezeld door een onderzoek naar poortbewegingen);
 - ii. Bepalen welke activiteiten t.o.v. de referentiesituatie zijn gestaakt of gewijzigd, of bepalen in hoeverre er nieuwe activiteiten (wel of niet vergund) op het object bij zijn gekomen;
 - iii. Bepalen welke installaties ten opzichte van de referentiesituatie veranderd zijn;
 - iv. Vaststellen welke standaardemissiecijfers kunnen worden gebruikt voor de te onderzoeken periode ten opzichte van de referentiesituatie.⁸

Algemeen:

- (2) Onderzoekresultaten verwerken in het objectonderzoek en het emissieonderzoek.

2.2.2 Kwaliteit van de gegevens

Bij het verzamelen van gegevens over de uitstoot in de referentiesituatie wordt gebruikgemaakt van registratiesystemen van het Rijksvastgoedbedrijf, zoals het eerdergenoemde VIPS en RBI. Deze systemen worden continu gemonitord en, in geval van infraprojecten, via mutaties aangevuld. De kwaliteit wordt gecontroleerd en zowel in- als extern onderworpen aan audits volgens de ISO 9001-systematiek. Het RVB is volgens deze systematiek gecertificeerd. Er kan dus worden uitgegaan van een hoge mate van betrouwbaarheid.

2.3 Algemene uitgangspunten op objectniveau

Om tot een benadering van de emissievracht te komen is ook op objectniveau algemene informatie nodig. Deze informatie wordt vaak secundair uit de vergunningen verkregen en wordt op verschillende plaatsen in de berekeningen gebruikt. Hierna wordt daarom op groter detailniveau stilgestaan bij (1) de aantallen werknemers, (2) de totale afgelegde afstand op een object inclusief het deel van de openbare weg dat toegeschreven wordt aan het defensie object, (3) het aantal uren waarbinnen de activiteiten plaatsvinden en (4) het aantal uren dat nodig is voor het verwarmen van gebouwen.

2.3.1 Aantallen werknemers

Het is voor de meeste defensieobjecten mogelijk om het aantal werknemers dat op een defensieobject is geplaatst, te achterhalen. Het aantal werknemers dat daadwerkelijk geplaatst is, kan afwijken van het maximumaantal personeelsleden dat op grond van de vergunning en/of een geluidsrapport op het object werkzaam mag zijn. Hoewel dit gegeven een beperkt toepassingsbereik heeft, kan het onder bepaalde omstandigheden toch relevant zijn bij het doen van een benadering; er kan een inschatting worden gemaakt van een afname van verkeersbewegingen door een afname van het aantal geplaatste werknemers.

⁸ Zie hiervoor in nader detail de gebruikte omrekengetallen voor individuele stikstof emitterende activiteiten.

2.3.2 Wegennet object en aanzuigende werking

Een object is logischerwijs opgebouwd uit een netwerk van verschillende straten rondom de gebouwen. Hier vallen ook straten onder die niet per definitie binnen de fysieke grenzen van het object liggen, maar bijvoorbeeld wel de enige toegangsweg vormen naar een object. Denk daarbij aan provinciale wegen. Wanneer over een weg uitsluitend voertuigen rijden richting een defensieobject, spreekt men van de aanzuigende werking van het object. Onder sommige omstandigheden dienen deze wegen ook te worden meegenomen in de berekening van de emissievracht van het object. In een dergelijk geval is met name relevant of de verkeersbewegingen aan de inrichting kunnen worden toegerekend. Dit toerekenen vindt zijn grens op het punt waar het aan- en afrijdende verkeer zich door zijn snelheid en rij- en stopgedrag niet meer onderscheidt van het overige verkeer.⁹

Alle wegen die bij het object betrokken zijn, inclusief de wegen die op grond van de aanzuigende werking in de berekening van de emissievracht van het object dienen te worden opgenomen, kunnen worden gebruikt bij het bepalen van routes indien er geen geluidsrapport beschikbaar is.¹⁰

2.3.3 Uren van de activiteiten

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is het bevoegd gezag dat vergunningsaanvragen van het ministerie van Defensie beoordeelt. Omdat het niet mogelijk is om uit een vergunde situatie af te leiden welke activiteiten precies plaatsvonden op het defensieobject, hanteert het ministerie van LNV de regel dat er mag worden uitgegaan van wat plaats had kunnen vinden; de situatie die zou zijn ontstaan wanneer de vergunning maximaal zou zijn gebruikt.

Om een inschatting te kunnen maken van het aantal uren waarin er daadwerkelijk activiteiten op het defensieobject werden uitgevoerd, kan dus in de vergunning worden gezocht naar de hierboven genoemde 'bovengrens'. Ter illustratie, in een vergunning komt de volgende passage voor: *"De activiteiten vinden normaal gesproken dagelijks plaats tussen 06:00 en 19:00 uur. Incidenteel in weekenden en tijdens avonduren."* Deze tijden leiden tot een mogelijke activiteit van dertien uur per dag, wat vermenigvuldigd met het aantal dagen per jaar (plus een inschatting van de incidentele uren van 10%), leidt tot een totaal aantal uren van 3718. De bovengrens voor het aantal actieve uren is daarmee 3718 uren per jaar. Met deze bovengrens moet echter wel voorzichtig worden omgegaan. In sommige gevallen is het niet realistisch dat een installatie elke dag daadwerkelijk in bedrijf is. De specifieke omstandigheden zullen per geval moeten worden beoordeeld.

2.3.4 Uren verwarming gebouwen

In het geval van een verwarmingsinstallatie die gedurende de hierboven berekende 3718 uren aan zou 'kunnen' staan, worden de uren van de activiteiten direct gekoppeld aan de draaiuren van verwarmingsinstallaties. Verder wordt het gebruik van verwarmingsinstallaties immers niet in de vergunningen beperkt. Uiteraard is het ook mogelijk om te zoeken naar andere benaderingen voor draaiuren van verwarmingsinstallaties. Zo'n andere benadering is onder andere gebruikt in de berekening voor de realistische benadering van de stikstofemissievracht. Zie ook paragraaf 2.5 over de verschillen in benadering van de maximaal vergunde en realistische ruimte. In het emissieonderzoek wordt veelal gerekend met een aantal draaiuren van 1232. In deze benadering wordt onder andere rekening gehouden met stookmaanden (zomer- en winterperioden).¹¹ Ook bij gebruik van dit aantal uren zal rekening moeten worden gehouden met de unieke omstandigheden van elk specifieke geval.

2.3.5 Dagen per jaar actief maximaal vergund en realistisch

Naast de uren die een installatie kan draaien, ligt het in sommige gevallen meer voor de hand om te rekenen met het aantal dagen waarop activiteiten plaatsvinden op de kazerne. Deze factoren zijn in de berekeningen aangeduid met 'dagen per jaar actief maximaal' en 'dagen per jaar realistisch'.

⁹ Zie ABRS 20 juni 2001, zaaknummer E03.99.0110 en ABRS 8 februari 2012, zaaknummer 201010565/1/T1/A4.

¹⁰ Zie het object MC Harskamp als voorbeeld.

¹¹ Om precies te zijn betreft het hier 7 ('koude' maanden) * 22 (dagen in een maand, zonder weekenden) * 8 (uur per dag) = 1232.

In een deel van de vergunningen staat aangegeven dat activiteiten op defensieobjecten elke doordeweekse dag plaatsvinden, met incidenteel in de vakantie of in de weekenden. Dit brengt het aantal actieve dagen tot een totaal van 286.¹² Voor het realistisch aantal actieve werkdagen per jaar is gerekend met 235.¹³

2.3.6 Plausibiliteitscheck op basis van brandstofverbruik voor gebouwverwarming

Niet van alle defensieobjecten is bekend wat het daadwerkelijke brandstofverbruik voor verwarmingsinstallaties is. Indien dit te achterhalen is voor een kazerne, voor zowel de referentiedatum en referentiesituatie als op een ander moment, kan worden beoordeeld in hoeverre de verwarmingsinstallaties op een object een logische hoeveelheid emissie laten zien. Middels Bijlage A is een validatie document bijgevoegd welke uitwijst dat de berekenmethodiek en de gebruikte aannames voor draaiuren representatief blijken.

2.4 Ontlenen van stikstofruimte van verkeer aan geluidsrapporten

De bij revisievergunningen gevoegde geluidsrapporten zijn een belangrijke bron voor gestelde beperkingen aan de vergunde ruimte in het kader van milieu en omgeving. In groot detail staan in deze rapporten de maximaal toegestane verkeersbewegingen over de defensieobjecten. In sommige dossiers wordt direct gewerkt met routes en aantallen van voertuigen, in sommige dossiers wordt gewerkt met een maximaal aantal toegestane poortbewegingen. In beide gevallen zijn, voor het bepalen van de toegestane emissies ten tijde van de referentiedatum en ten tijde van de referentiesituatie, de verkeersbewegingen omgezet in routes met de daarbij horende afstanden.

2.5 Invulblad kengetallen

In het emissieonderzoek wordt gewerkt met algemeen beschikbare categorisaties en gemiddelden van emissiegegevens van de stikstof-emitterende bronnen op de defensielocaties. Zo bestaan er organisaties in Nederland die onderzoeken hoeveel NOx en NH3 voertuigen, mobiele werktuigen¹⁴ en verwarmingsinstallaties¹⁵ uitstoten. Hiervan is veelvuldig gebruikgemaakt bij het berekenen van emissievracht van defensiemateriaal. De gebruikte getallen zijn onder het tabblad 'Invulblad' te vinden in het emissieonderzoek. De berekeningen voor individuele stikstof-emitterende bronnen worden automatisch gegenereerd op basis van informatie uit het Invulblad. Het is mogelijk om deze efficiënt te wijzigen bij andere inzichten omtrent emissie. Bij wijziging van kentallen worden automatisch de uitstoot gegevens geactualiseerd in alle verschillende Excel tabbladen.

2.6 Maximaal vergunde ruimte en realistische ruimte: twee scenario's

In het emissieonderzoek wordt per object van de meeste stikstof-emitterende bronnen één scenario uitgerekend wat in die gevallen – en in kilogrammen per jaar- de emissie van een stikstof- emitterende bron betreft. In sommige gevallen binnen de categorie 'verkeer' worden echter twee scenario's uitgewerkt. Het betreft in deze gevallen scenario's om een 1) 'maximaal vergund' en een 2) 'realistisch scenario' weer te geven. Per scenario zijn verschillende uitgangspunten van toepassing, die daarbij van invloed zijn. In een aantal gevallen zijn deze uitgangspunten inwisselbaar en moet per specifiek geval een strategische beslissing worden genomen over de keuze voor de best bij de situatie passende uitgangspunten. Een oplossing voor het ene object kan voor een ander object bijvoorbeeld een te hoge emissie geven waardoor maatwerk nodig is. Indien door gebrek aan data niet bekend is wat een realistische benadering is voor de stikstof-emitterende bron, is bij enkele stikstof-emitterende bronnen gewerkt met een correctiefactor om de realiteit beter te benaderen.

¹² Het aantal weken in een jaar keer het aantal doordeweekse dagen in een week, bij een inschatting van het aantal incidentele dagen van 10%, maakt $52 * 5 * 110\% = 286$ dagen.

¹³ Dit is het aantal werkdagen per jaar min het gemiddeld aantal vakantiedagen van 25; $52 * 5 - 25 = 235$ werkdagen.

¹⁴ Voor wegverkeer en mobiele werktuigen, TNO, (2020), Onderbouwing AERIUS emissiefactoren voor wegverkeer, mobiele werktuigen, binnenvaart en zeevaart, R11528.

¹⁵ Voor verwarmingsinstallaties, PBL et al. (2020), Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen. Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2019. Den Haag: PBL.

Zo is dit bijvoorbeeld in sommige situaties het geval bij ‘personenverkeer’. Hier kan tevens de te gebruiken factor per locatie verschillen. Deze factor wordt namelijk bepaald op basis van geplaatste personele eenheden op het Defensieobject (VTE geplaatst ten opzichte van VTE vergund/aanwezig ten tijde van de referentiesituatie) Per stikstof-emitterende bron is getracht om via een model een zo realistisch mogelijke uitkomst te verkrijgen.

2.6.1 Omgang met onbekende data

In het onderzoek komt het voor dat het daadwerkelijke vermogen van een installatie, zoals een CV-installatie in 2000, ten tijde van de aanwijzing van een N2000-gebied, onbekend is. In de regel mag voor dit soort installaties ook de meest vervuilende installatie als referentie worden genomen. Dit leidt echter niet altijd tot realistische uitkomsten. In sommige defensiegebouwen staan zeer grote CV-installaties met een vermogen van meer dan 800 kW. Daarom is ervoor gekozen om de installaties te beperken tot de vermogens van vandaag de dag echter wel met een andere rendementsklasse. Dit uitgangspunt berust op de gedachte dat een vergelijkbaar hedendaags gebouw grofweg een vergelijkbare hoeveelheid vermogen nodig heeft voor verwarming.

2.6.2 Referentievoertuigen en installaties

Defensie heeft in het emissieonderzoek, net als andere rijkspartijen, gezocht naar categorieën van voertuigen en stationaire installaties waarmee eigen emissie-omrekenfactoren bepaald kunnen worden. In dit onderzoek is gezocht naar referentievoertuigen in de onderbouwende TNO-rapporten van AERIUS.¹⁶ In de navolgende hoofdstukken wordt verder toegelicht welke referentievoertuigen en installaties voor welke voertuigcategorieën en stationaire bronnen zijn gebruikt.

3. Stationaire bronnen

Voor het maken van berekeningen van emissies van stationaire bronnen, waaronder verwarmingsinstallaties en noodstroomaggregaten is gewerkt met algemene uitgangspunten betreffende draaiuren voor het verwarmen van gebouwen, kilowattages van de installaties, kengetallen uit metingen van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en de onderbouwing van AERIUS van TNO (voor de noodstroomaggregaten). Indien voor een verwarmingsinstallatie geen vermogen bekend is op de referentiedatum, wordt gewerkt met het huidige vermogen en rendementscategorie van de installatie zoals deze nu aanwezig is. Echter wordt t.o.v. een huidige installatie wel met een andere stikstofuitstoot gerekend die gangbaar was ten tijde van de referentiedatum (2000/2004). Een oudere installatie met hetzelfde vermogen en dezelfde rendementscategorie kende destijds namelijk een hogere stikstof uitstoot per verbruikt GJ brandstof. Gasketels met een vermogen boven de 1 MW vormen hierop de uitzondering.

In Tabel 3.1 kunnen de gebruikte categorisatie van de verwarmingsinstallaties en de daarbij behorende kengetallen teruggevonden worden.¹⁷

Stationaire bronnen (1)	NOx in gram NOx/GJ		
	Referentiedatum 2000	Huidig gebruik 2020	Rendement
<i>Woningen (<400 kW)</i>			
CV en combiketel (conventioneel en VR)	44	39	80% en 90%
CV en combiketel (HR)	28	13	107%
HBO gestookt ¹⁸	50	39,1	
<i>Grote gebouwen (400 kW – 1 MW)</i>			
Gasketel	43	25	
HBO gestookt ¹⁸	50	39,5	
<i>Flats en industrieterreinen (> 1 MW)</i>			
Gasketel	20	20	
HBO gestookt ¹⁸	50	34,4	

Tabel 3.1: Gebruikte emissiekengetallen voor de verschillende typen verwarmingsinstallaties.

¹⁶ TNO, (2020), Onderbouwing AERIUS emissiefactoren voor wegverkeer, mobiele werktuigen, binnenvaart en zeevaart, R11528.

¹⁷ PBL et al. (2020), Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen. Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2019. Den Haag: PBL.

¹⁸ De NOx-emissies door het stoken van huisbrandolie in verwarmingsketels. Pieter Kroon TNO, 12 oktober 2021

3.1 Verwarming van gebouwen

In de interne defensiesystemen worden CV-installaties en luchtverhitters onafhankelijk van elkaar gedocumenteerd. Om die reden hebben wij ervoor gekozen om deze scheiding in installaties ook te hanteren.

3.1.1 CV-installaties, luchtverhitters en kachels

In het door het RIVM gebruikte AERIUS-programma dienen stikstof-emitterende bronnen op de daarbij horende locatie ingevoerd te worden. Het emissieonderzoek beziet daardoor de bronnen op de plek waar zij staan. Met de hiervoor behandelde uitgangspunten en methodieken, kan voor de verwarmingsinstallaties een emissievracht op jaarbasis berekend worden. Hiervoor moet per onderzocht Defensieobject de opgetelde uitstoot van de aanwezige installaties bepaald worden.

Per installatie wordt de volgende formule gebruikt:

$$\text{Uitstoot NOx in g/GJ} * \text{KW nominaal vermogen} / (\text{rendement}/100\%) * \text{draaiuren (realistisch)} * 0,0036 / 1000 = \text{kg/j}^{19}$$

De omrekenfactor van 0,0036 is gebruikt om GJ-aardgas om te rekenen naar kW. De deling door 1000 is om van grammen tot kilogrammen per jaar te komen. Hierbij vormt bij CV-installaties het nominale vermogen de output van de installatie bij een rendement 107% bij een HR-ketel, 90% bij een VR-ketel en 80% bij een oude conventionele ketel. Voor luchtverhitters geldt geen correctie voor het rendement.

3.1.2 Brandbestrijdingsoefeningen

Op diverse defensielocaties worden periodiek brandbestrijdingsoefeningen gehouden op de hiervoor ingerichte voorzieningen. Afhankelijk van het type oefening worden daarbij verschillende brandstoffen²⁰ gebruikt die uiteindelijk resulteren in stikstofemissie.

Aangezien de betreffende stoffen een eigen stookwaarde kennen en onderling kunnen afwijken wat betreft de stikstofemissie per liter, kuub (m³) of kilogram (kg), volgt hieronder een overzicht. Opgemerkt moet worden dat we bij dergelijke branden spreken van open vuur en de reductiefactor hierdoor op het getal 2 is gesteld.

Toegepaste brandstoffen		
	Stookwaarde GJ/l (m ³ /kg)	NOx in gram NOx/GJ
<i>Vloeistoffen (l)</i>		
Benzine	0,033	73,8 ²¹
Diesel	0,036	50
HBO	0,035,9	50
<i>Gassen (m³)</i>		
Aardgas	0,03517	25
Propaan	0,09777	39,5
<i>Vaste stoffen (kg)</i>		
EUR pallets (25kg, loofhout, luchtdroog)	0,152 ²²	11,05 ²³

Tabel 3.1.2: Gebruikte kengetallen voor de verschillende typen brandstof bij brandbestrijdingsoefeningen.

¹⁹ Al dan niet tezamen met de in par. 2.6 genoemde uitgangspunten .

²⁰ De NOx-emissies door het stoken van huisbrandolie in verwarmingsketels. Pieter Kroon TNO, 12 oktober 2021

²¹ Bijlage TNO, *toelichting bepaling emissie stikstof van benzine bij een open vuur*, Dr. N.E. Ligtering 12 april 2022

²² Bijlage uit Aperting och Virkeskannedom; SLU info/Skog. Garpenberg (1995)

²³ Bijlage TNO, 2016R10318 Vernieuwd Emissiemodel Houtkachels, B.I. Jansen (2016)

Voor het berekenen van de betreffende emissie kunnen de waarden uit deze staat worden toegepast in de volgende formule:

$$\text{Uitstoot NO}_x \text{ in g/GJ} * (\text{Stookwaarde brandstof in GJ/liter(m}^3\text{/kg)} * \text{liters (m}^3\text{/kg) brandstof}) / \text{verbrandingshitte reductiefactor}^{24} / 1000 = \text{kg/j}$$

3.2 Aggregaten

Op defensielocaties zijn verschillende aggregaten actief. Grofweg vallen de aggregaten uiteen in noodstroomaggregaten en mobiele aggregaten. Noodstroomaggregaten zijn – zoals de naam al zegt – motoren die gebouwen van stroom voorzien wanneer de normale voorzieningen uitvallen. Deze aggregaten worden doorgaans een aantal keer per jaar getest. Veelal kan in de milieuvergunning worden teruggevonden hoe vaak dit is toegestaan.

Mobiele aggregaten zijn motoren die worden ingezet tijdens oefeningen. Omdat deze oefeningen plaatsvinden op oefenterreinen, is het gebruik van mobiele aggregaten op defensielocaties beperkt. In sommige gevallen worden deze mobiele aggregaten op defensielocaties wel onderhouden. Daarbij kan proefdraaien nodig zijn. In deze gevallen kan in de milieuvergunning een aanknopingspunt gevonden worden voor de duur en intensiteit van het gebruik.

In Tabel 3.2 hieronder is weergegeven welke kengetallen voor aggregaten worden gebruikt. Voor noodstroomaggregaten en mobiele aggregaten wordt, met uitzondering van verschillen in vermogens, met dezelfde kengetallen gewerkt. Het enige verschil is dat noodstroomaggregaten worden gecategoriseerd als stationaire bronnen en mobiele aggregaten als mobiele werktuigen.

Stationaire bronnen (2)	Referentiedatum		Huidig gebruik	
	NO _x (g/kW)	NH ₃ (g/kW)	NO _x (g/kW)	NH ₃ (g/kW)
Representatief type/categorie				
Aggregaat (klein) (1-99 kW)	7,2	0,003	7,7	0,0028
Aggregaat (middel, 100-600 kW)	8,4	0,0028	1,0	0,0026
Aggregaat (groot, >600 kW)	8,4	0,003	3,9	0,003

Tabel 3.2: Gebruikte emissiekengetallen voor (noodstroom)aggregaten.²⁵

Voor de berekening van de emissievracht van (noodstroom)aggregaten is per stikstof-emitterende bron gewerkt met de volgende formule:

$$\text{Uitstoot NO}_x \text{ of NH}_3 \text{ in g/kW} * \text{kW nominaal vermogen} * \text{draaiuren (realistisch)}^{26} / 1000 = \text{kg/j}^{27}$$

Voor het gebruik van aggregaten wordt niet gewerkt met rendementsklassen, maar wordt uitgegaan van een gebruik van 100% rendement.

²⁴ Bijlage TNO, *toelichting bepaling emissie stikstof van benzine bij een open vuur*, Dr. N.E. Ligtering 12 april 2022

²⁵ Bijlage TNO, *Getallen voor AERIUS*, 2020 V3, bij mobiele werktuigen, regels (1540/1541; 1544/1545) (1552/1553; 1562/1563) en (1570/1571; 1580/1581)

²⁶ Zie ook par. 2.2.4 en par. 2.2.5.

²⁷ Al dan niet tezamen met de in par. 2.6 genoemde uitgangspunten.

4. Verkeer

4.1 Categorisatie

De verkeersemissies in het emissieonderzoek zijn benaderd in vijf verschillende categorieën voertuigen waarbij er 3 hoofdcategorieën zijn voor regulier verkeer welke zijn ontleend aan de instructie gegevensinvoer AERIUS 2020 en in onderstaande tabel weergegeven.²⁸ Categorie vier en vijf betreft vervolgens Defensie specifiek verkeer en luchtverkeer welke nader zijn uitgewerkt in paragraaf 4.3 en paragraaf 4.4.

Categorie	Omschrijving uit besluit	Alledaagse omschrijving
Lichte motorvoertuigen	Motorvoertuigen op 3 of meer wielen, met uitzondering van de voertuigen uit de categorieën 'middelzware' en 'zware' voertuigen.	Alle personenauto's, de meeste bestelauto's en vrachtwagens met 4 wielen
Middelzware motorvoertuigen	Gelede en ongelede autobussen, en andere motorvoertuigen die ongeleed zijn en voorzien van 1 achteras met 4 banden.	Alle autobussen, vrachtwagens met 2 assen en 4 achterwielen
Zware motorvoertuigen	Gelede motorvoertuigen en motorvoertuigen met een dubbele achteras, met uitzondering van autobussen.	Vrachtwagens met 3 of meer assen, vrachtwagens met aanhanger en trekkers met oplegger

Tabel 4.1: Schematische weergaven van voertuigcategorieën zoals weergegeven in Figuur 7.1 van de Instructie gegevensinvoer voor AERIUS-Calculator 2019-A.

Om tot een berekening van de totale emissievracht van verkeersbewegingen te komen zijn de routes ingedeeld in de hiervoor genoemde categorieën.

4.2 Kengetallen wegverkeer

De verkeersemissies in het emissieonderzoek zijn parkgemiddelden van het Nederlandse wegverkeer bij de snelheidscategorie stad doorstromend en gebaseerd op onderzoek van RIVM.²⁹

Verkeer	2020		2021	
	NOx (g/km)	NH ₃ (g/km)	NOx (g/km)	NH ₃ (g/km)
Lichte motorvoertuigen	0,335	0,022	0,317	0,022
Middelzware motorvoertuigen	2,913	0,044	2,737	0,046
Zware motorvoertuigen	4,353	0,066	4,238	0,068

Tabel 4.2: Kengetallen wagenpark stikstofemissie (NOx en NH₃) van voertuigcategorieën in emissieonderzoek in 2020 en 2021.

²⁸ Bommel, van, R. & Verhees L. (2020). Instructie gegevensinvoer AERIUS Calculator 2020, BIJ12, TAUW: Uitgangspunten AERIUS 2020 omtrent motorvoertuigen (Figuur 7.1 van Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2019A).

²⁹ RIVM, Emissiefactoren NOx en NH₃ voor snelwegen en niet snelwegen, 15 oktober 2020 (online beschikbaar via [RIVM.nl/emissiefactoren](https://www.rivm.nl/emissiefactoren)).

4.2.1 Indexering en lineaire afname uitstoot (middel)zware voertuigen

In bovenstaande paragraaf is weergegeven welke kengetallen in het emissieonderzoek gebruikt worden. Om de wagenparkgemiddelden te berekenen van voorgaande jaren wordt een indexering gebruikt. De kengetallen van het huidig wagenparkgemiddelden worden met de indexering uit het te onderzoeken jaar vermenigvuldigd.

Indexering parkgemiddelden		1990	1995	2000	2004	2021	2022
NH ₃	Zwaar	4%	5%	5%	7%	100%	-
	Licht	23%	56%	114%	131%	100%	-
NO _x	Zwaar	313%	284%	248%	227%	100%	-
	Licht	352%	237%	177%	139%	100%	-

Tabel 4.3: Indexering van kengetallen in relevante referentie jaren (1990, 1995, 2000, 2004 en 2021). TNO heeft verklaard dat ivm de effecten van Covid de kengetallen van 2019 representatief zijn voor 2020 en 2021. (mail Dr. N.E. Ligterink 19/3 2022.)

Voor middelzwaar en zwaar vrachtverkeer worden dezelfde indexeringen gebruikt.

Voor middelzware en zware Defensie specifieke voertuigen wordt de uitstoot NO_x in g/km berekend op de navolgende wijze: Verbruik (0.5 liter per ton voertuiggewicht/100km + 0.05 liter per kW vermogen/100 km) /100 km = verbruik l/km * NO_x in g/L.

Hierbij dient te worden vermeld dat bij rupsvoertuigen de uitkomst dient te worden vermenigvuldigd met een factor 2³⁰. In verband met rolweerstand.

Oude zware en middelzware dieselmotoren produceren per liter brandstof 30 g NO_x (geen NH₃), dit is vanaf 1991 tot 2014 lineair afgenomen met ongeveer 1 g NO_x per liter per jaar, en nu op een constant niveau van ongeveer 2 g NO_x per liter. Dit resulteert in de navolgende tabel:

< 1991	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
30 g/l	30 g/l	29 g/l	28 g/l	27 g/l	26 g/l	25 g/l	24 g/l	23 g/l	22 g/l	21 g/l	20 g/l	19 g/l

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
18 g/l	17 g/l	16 g/l	15 g/l	14 g/l	13 g/l	12 g/l	11 g/l	10 g/l	9 g/l	8 g/l	7 g/l	5 g/l

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
4 g/l	2 g/l	2 g/l	2 g/l	2 g/l	2 g/l		

Tabel 4.4: Uitstoot middelzware en zware oude dieselmotoren sinds 1991

4.2.2 Verkeersbewegingen binnen en buiten het object

Er kan op verschillende manieren gekeken worden naar de stikstofemissie van verkeersbewegingen van en naar de inrichting (i.c. het defensieobject). In milieuonderzoeken is het gebruikelijk om verkeersbewegingen (zowel rij- als vaarbewegingen) van en naar de inrichting mee te nemen, ook al vinden deze bewegingen buiten de inrichtingsgrens plaats. Waar het om gaat is of deze verkeersbewegingen aan de inrichting kunnen worden toegerekend. Dit toerekenen vindt zijn grens op het punt waar het aan- en afrijdende verkeer zich door zijn snelheid en rij- en stopgedrag niet meer onderscheidt van het overige verkeer op de betrokken weg.³¹

4.2.3 Licht personenverkeer

De formule voor licht personenverkeer benzine in het maximaal vergunde scenario, is:

*Uitstoot NO_x of NH₃ in g/km (bij indexering) * het aantal voertuigen per route * het aantal dagen actief per jaar * de afstand per route per dag / 1000 = kg/j*

³⁰ Toelichting Dr. N.E. Ligterink TNO, review NO_x model Defensie voertuigen en mobiele werktuigen 19 januari 2021.

³¹ Zie ABR 20 juni 2001, zaaknummer E03.99.0110 en ABR 8 februari 2012, zaaknummer 201010565/1/T1/A4.

De formule voor licht personenverkeer benzine in het realistisch scenario, is:

*Uitstoot NO_x of NH₃ in g/km (bij indexering) * het aantal voertuigen per route * het aantal dagen actief per jaar * de afstand per route per dag * correctie gerelateerd aan aantal geplaatst vs. vergund VTE / 1000 = kg/j*

4.2.4 Middelzwaar vrachtverkeer

De formule voor middelzwaar vrachtverkeer in het maximaal vergunde scenario, is:

*Uitstoot NO_x of NH₃ in g/km (bij indexering) * het aantal voertuigen per route * het aantal dagen actief per jaar * de afstand per route per dag / 1000 = kg/j*

De formule voor middelzwaar vrachtverkeer in het realistisch scenario, is:

*Uitstoot NO_x of NH₃ in g/km (bij indexering) * het aantal voertuigen per route * het aantal dagen actief per jaar * de afstand per route per dag / 1000 * gewenste correctie = kg/j*

4.2.5 Zwaar vrachtverkeer

De formule voor zwaar vrachtverkeer is gelijk aan de formule voor middelzwaar vrachtverkeer.

4.3 Defensie specifieke vervoersmiddelen

Het brandstoffenverbruik van Defensie specifieke voertuigen op de verharde weg is hieronder beschreven in Tabel 4.3. Hier is weergegeven welke kengetallen voor defensie specifieke voertuigen gebruikt worden. Bij stationair draaien is het brandstofverbruik typisch 5% van het maximaal vermogen en 10% van het maximaal vermogen wanneer hydraulische installaties op druk worden gehouden. Voor lichte Defensie specifieke voertuigen (<3,5 ton) wordt de categorisatie licht personenverkeer (par 4.2.3) van toepassing verklaart.

Defensie-specifieke voertuigen	Verbruik	Referentiedatum (2004)		Huidig gebruik		Vermogen motor in kW	Gewicht in 1000 kg	Snelheid max. vermogen Km/h	Brandstof verbruik 'stationair'
	L/km	NOx (g/L)	NH ₃ (g/L)	NOx (g/L)	NH ₃ (g/L)				
<u>Voertuigen>3,5 ton</u>									
YPR-765	0,315	30	0	30	0	195	12	65	10%
Leopard-I/II	1,800	30	0	30	0	1103,25	70	72	10%
Fennek	0,145	NVT	0	20	0	177	10.4	90	10%
CV-90	0,950	NVT	NVT	20	0	600	35	72	10%
Viking Bandvagn S10	0,294	20	0	20	0	184	11	65	10%
BV-206	0,202	30	0	30	0	135	6,72	50	10%
Boxer	0,483	NVT	NVT	12	0	600	36,5	103	10%
IVECO	0,164	NVT	NVT	2	0	207	12	90	10%
Bushmaster	0,179	NVT	NVT	24	0	225	13,2	120	10%
PzH2000 Houwitser	1,291	NVT	NVT	23	0	736	55,5	62	10%
M109 Houwitser	0,563	30	0	NVT	NVT	298	26,5	56	10%
M577	0,305	30	0	NVT	NVT	195	11	68	10%
MLRS	0,562	30	0	NVT	NVT	368	19,41	64	10%
Patria	0,216	25	0	25	0	202	23	95	10%
PRTL	1,110	30	0	NVT	NVT	640	47	80	10%
Fuchs	0,203	30	0	30	0	235	17	80	10%
DAF 4T (zie methode middelzwaar vrachtverkeer)	0,104	30	0	30	0	132,5	7,6	80	10%
DAF 10T (zie methode zwaar vrachtverkeer)	0,155	30	0	30	0	180	13	87	10%
<u>Voertuigen < 3,5 ton</u>									
MDQ	0,040	NVT	NVT	7,5	0	42,1	0,7	100	5%
Vector	0,133	NVT	NVT	NTB	NTB	160	3,34	130	5%
LSV	0,040	5,98	0	5,98	0	51	2,25	70	5%
MB (zie methode licht personenverkeer)	0,050	29	0	29	0	80	2,1	138	5%
Moto Guzzi V50 NATO	0,063	30	0	NVT	NVT	35,7	0,0139	120	5%
KTM 400 LSE	0,059	NVT	NVT	18	0	25	0.0148	130	5%

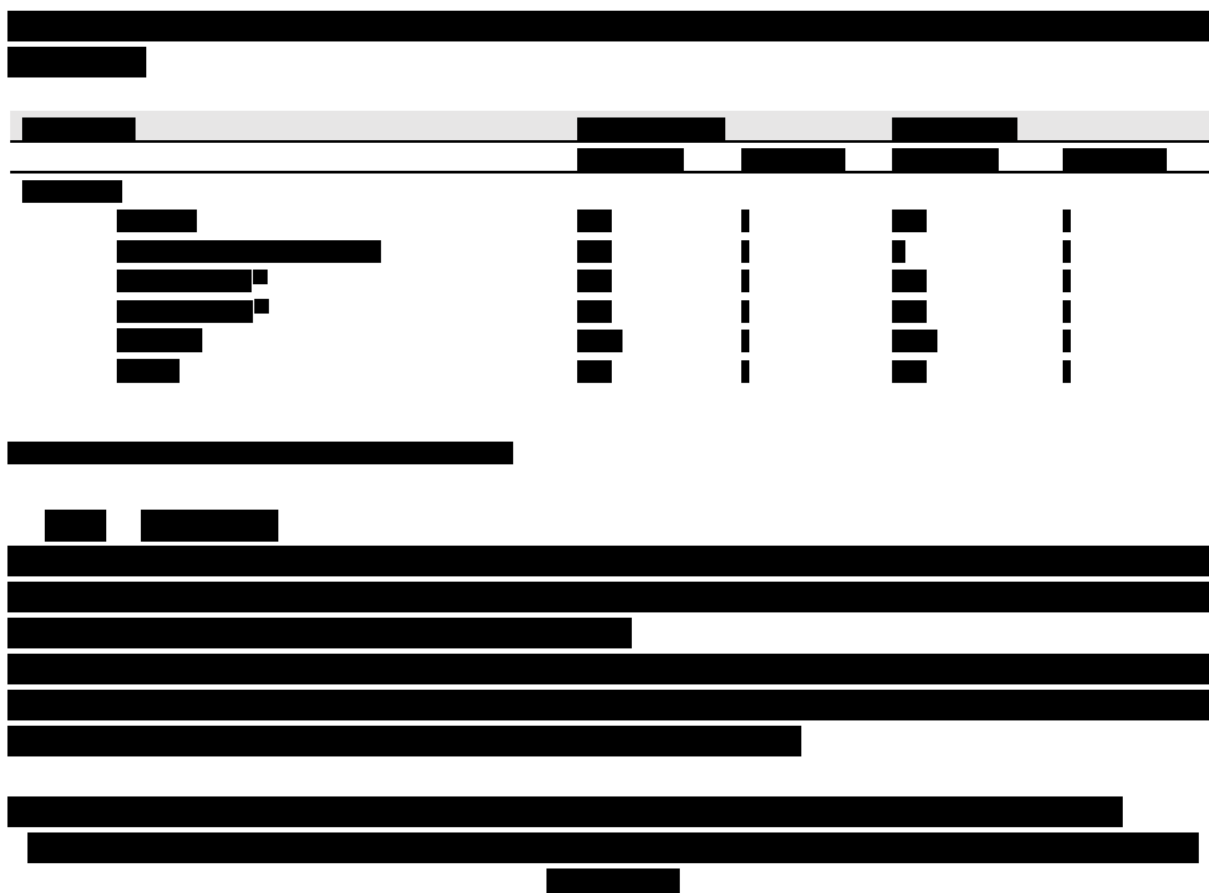
Tabel 4.5: Gebruikte emissiekengetallen bij defensie-specifieke voertuigen.

Voor de berekening van de emissievracht van rijdende Defensie specifieke voertuigen met een gewicht zwaarder dan 3,5 ton is gewerkt met de volgende formule:

$$\text{Uitstoot NOx in g/km (l/km} \cdot \text{g/l)} \cdot \text{afstand (km/dag)} \cdot \text{aantal voertuigen} \cdot (\text{draaiuren in uren/jaar} \cdot \text{voertuigaantal}) / 1000 = \text{kg/j}$$

Ten aanzien van het stationair draaien van motoren zoals dat het geval is bij het warmdraaien of testen van alle middelzware en zware Defensie specifieke voertuigen, (> 3,5 ton) geldt de volgende formule:
 Uitstoot NOx in g/uur * verbruik in liter/ km * snelheid max. vermogen in (km/h) * percentage typisch verbruik stationair * het aantal uren actief per jaar / 1000 = kg/j

4.4 Luchtverkeer



5. Mobiele werktuigen

In Tabel 5.1 hieronder is weergegeven welke kengetallen voor mobiele werktuigen gebruikt worden.

Mobiele werktuigen	Referentiedatum		Huidig gebruik nieuwe voertuigen		Eenheid
	NOx	NH ₃	NOx	NH ₃	
Kranen					
Liebherr LTM-kraanwagen 125 kW	7,7	0	0,9	0,00231	g/kWh
Wiellaadschoppen/universele bouwmaschinen					
Wiellaadschop 200 kW	8	0,0028	0,9	0,00256	g/kWh
Werklust universele bouwmaschine 121 kW	8,5	0,0029	0,9	0,0026	g/kWh
Groenonderhoud					
Zitmaaier pro 10 kW ³⁵	2,9	0,0005	2,3	0,0005	g/kWh
Reachstacker (verrijker)					
15 kN 61,6 kW (2004)	7,3	0,00265	0,9	0,00239	g/kWh
7,5 kN (37,5 kW)	7,3	0,00265	0,9	0,00239	g/kWh
Vorkheftruck Qx25D	middelzwaar	middelzwaar	middelzwaar	middelzwaar	g/kWh
Tractor 743XL International	middelzwaar	middelzwaar	middelzwaar	middelzwaar	g/kWh
Scheepslift	zwaar	zwaar	zwaar	zwaar	g/kWh

Tabel 5.1: Gebruikte emissiekengetallen voor mobiele werktuigen.

³² Bijlage *Helicopter Emissions Table* Regel 63 bij Rindlisbacher, T. (2009). Guidance on the determination of helicopter emissions. *Federal office of civil aviation FOCA*. Referentiedatum is gelijk aan huidig gebruik.

³³ NLR informatie op basis van FOCA methode, mail Ab Hoolhorst 29/12/2021

³⁴ NLR informatie op basis van FOCA methode, mail Ab Hoolhorst 25/1/2022

³⁵ Bijlage TNO, *Getallen voor AERIUS*, 2020 V3, bij mobiele werktuigen, regel 1673.

5.1 Liebherr LTM-kraanwagens

Voor de emissievracht van een Liebherr LTM-kraanwagen is gerekend met de emissiegetallen van een zwaar motorvoertuig. Dit komt doordat de kraan op het defensieobject, op een uitzondering na, zelf beperkt ingezet wordt. Slechts de route van de poort tot de opstelplaats veroorzaakt emissies. Omdat geen specifieke emissiegetallen voor het rijden en parkeren van de kraan bekend zijn (alleen emissies per kWh), gaat het dit onderzoek te boven tot een meer specifieke emissievracht te komen.

De formule voor een rijdende Liebherr LTM-kraanwagen is gelijkgesteld aan de formule voor zwaar vrachtverkeer.

De formule voor een opgestelde LTM-kraanwagen is:

$$\text{Uitstoot NOx of NH}_3 \text{ in g/kW} * \text{aantal installaties per locatie} * \text{kW van die installaties} * \text{uren actief} \\ (\text{max of realistisch})^{36} / 1000 = \text{kg/j}$$

5.2 Wiellaadschop/universele bouwmaschine

Voor de emissievracht van een Wiellaadschop 200 kW/Uni bouwmaschine is gerekend met de emissiegetallen van een middelzwaar motorvoertuig. Dit komt doordat de wiellaadschop/Uni bouwmaschine op het defensieobject, op een uitzondering na, zelf niet actief ingezet wordt. Daar waar het wel gebeurt (b.v. bij de Genie) wordt een berekening op maat gemaakt.

De formule voor de onbelaste rijdende Wiellaadschop/Uni bouwmaschine is gelijk aan de formule voor middelzwaar vrachtverkeer.

De formule voor een belaste Laadschop/Uni bouwmaschine is:

$$\text{Uitstoot NOx of NH}_3 \text{ in g/kW} * \text{aantal installaties per locatie} * \text{kW van die installaties} * \text{uren actief} \\ (\text{max of realistisch})^{37} / 1000 = \text{kg/j}$$

5.3 Groenonderhoud

Op een aantal representatieve locaties wordt het gras circa dertig keer per jaar gemaaid. Dit vindt met name plaats in het groeiseizoen van april tot oktober.

Het maaien van een sportveld neemt gemiddeld een uur in beslag, en het maaien van gazons gemiddeld vijf tot tien minuten per locatie. Afhankelijk van het object kan met de emissiegetallen uit Tabel 5.1 gekomen worden tot een emissievracht voor het groenonderhoud.

Voor de berekening van de emissievracht van groenonderhoud is gewerkt met de volgende formule:

$$\text{Uitstoot NOx of NH}_3 \text{ in g/kW} * \text{aantal installaties per locatie} * \text{kW van die installaties} * \text{uren actief} \\ (\text{max of realistisch})^{38} / 1000 = \text{kg/j}$$

5.4 Reachstacker

Op sommige defensielocaties is sprake van op- en overslag van containers. Het op- en afladen van containers op vrachtwagens gebeurt door middel van een reachstacker. Op defensielocaties wordt dit mobiele werktuig op 'gemiddelde belasting'³⁹ gebruikt. Dit betekend een correctiefactor van 84% ten opzichte van 'vollast' gebruik. De emissie vindt alleen plaats op de containeroverslaglocatie.

De formule voor de berekening van stikstofemissie van de reachstacker, is:

$$\text{Uitstoot NOx in g/kW} * \text{draaiuren per jaar} * \text{het vermogen in kW} / 1000 = \text{kg/j} * 84\%$$

De formule voor het realistisch scenario is gelijk aan het maximaal vergunde scenario.

³⁶ Zie ook par. 2.2.4 en par. 2.2.5.

³⁷ Zie ook par. 2.2.4 en par. 2.2.5.

³⁸ Zie ook par. 2.2.4 en par. 2.2.5.

³⁹ Bijlage TNO, Getallen voor AERIUS, 2020 V3, bij mobiele werktuigen, regel 11528.

5.5 Locomotief

Het vervoer van defensiematerieel vindt onder andere plaats via het spoor. Om de logistieke verplaatsingen via het spoor mogelijk te maken, beschikt Defensie over verschillende raccordementen in het land. Ten behoeve van de mogelijkheid om zelfstandig te kunnen rangeren op deze raccordementen heeft Defensie diverse ter plaatse aanwezige diesellocomotieven tot haar beschikking. De diesellocomotieven in gebruik bij Defensie zijn voertuigen waarvan geen specifieke emissiegegevens bekend zijn. Voor het doel van dit onderzoek, namelijk het vaststellen van de referentiewaarde van een Defensie object, is het gezien de beperkte inzet van dit voertuig op de raccordementen niet rendabel om de specifieke emissie te berekenen van ieder type locomotief. Er wordt daarom gewerkt met een generieke rekenmethode die van toepassing is op zware dieselmotoren van voor 1990. Bij dergelijke Pré-Euroklasse motoren is sprake van een emissie van 30g NOx per verbruikte liter diesel.

Voor een locomotief met een dieselmotor van na 1990 geldt de rekenmethode (inclusief indexering) zoals deze ook voor zwaar verkeer (par. 4.2.5) van toepassing is.

De formule voor de berekening van stikstofemissie van de locomotief (<1990), is:

$$\text{Uitstoot NOx in g/liter} * \text{verbruikte liters diesel per jaar} / 1000 = \text{kg/j}$$

5.6 Heftruck & Tractor

Voor de emissievracht van een heftruck of tractor is gerekend met de emissiegetallen van een middelzwaar motorvoertuig. Dit komt doordat deze voertuigen op het defensieobject, op een uitzondering na, beperkt ingezet wordt. Daar waar het wel gebeurt wordt een berekening op maat gemaakt.

De formule voor de onbelaste rijdende heftruck of tractor is gelijk aan de formule voor middelzwaar vrachtverkeer.

De formule voor een belaste heftruck of tractor is:

$$\text{Uitstoot NOx of NH}_3 \text{ in g/kW} * \text{aantal installaties per locatie} * \text{kW van die installaties} * \text{uren actief} \\ (\text{max of realistisch})^{40} / 1000 = \text{kg/j}$$

5.7 Vaartuigen

6. Vaste installaties

--

⁴⁰ Zie ook par. 2.2.4 en par. 2.2.5.

⁴¹ Notitie Stikstof emissies Marinevaartuigen Marinehaven Den Helder, TNO 20/06/2022

6.2 Lassen

Er is bij de specialisten van AirProducts geen informatie bekend over stikstof emissie bij het lassen met een vlamboog.

De beschermgassen die bij het Booglassen gebruikt worden, bevatten geen stikstof aangezien dit in de meeste gevallen ook een negatieve invloed heeft op het te lassen materiaal.

Tijdens het lasproces wordt door het beschermgas de omgevingen lucht (78% stikstof, 21% zuurstof en 2% Argon) verdreven, en gaat dan ook geen reactie aan met de vlamboog en het materiaal. Gelet op deze toelichting laten wij bij het emissieonderzoek eventuele stikstofemissie van lasactiviteiten buiten beschouwing.

7. Schietfaciliteiten

[REDACTED]

[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]

[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			
■ ■ ■ ■			
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			
■ ■ ■			
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			

■ ■ United States Environmental Protection Agency, Air Emissions Factors and Quantification, AP-42, Fifth Edition, Volume 1, Draft, Chapter 13 & 15: Ordnance Detonation, February 2008.

7.3 Methodiek emissieberekeningen

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

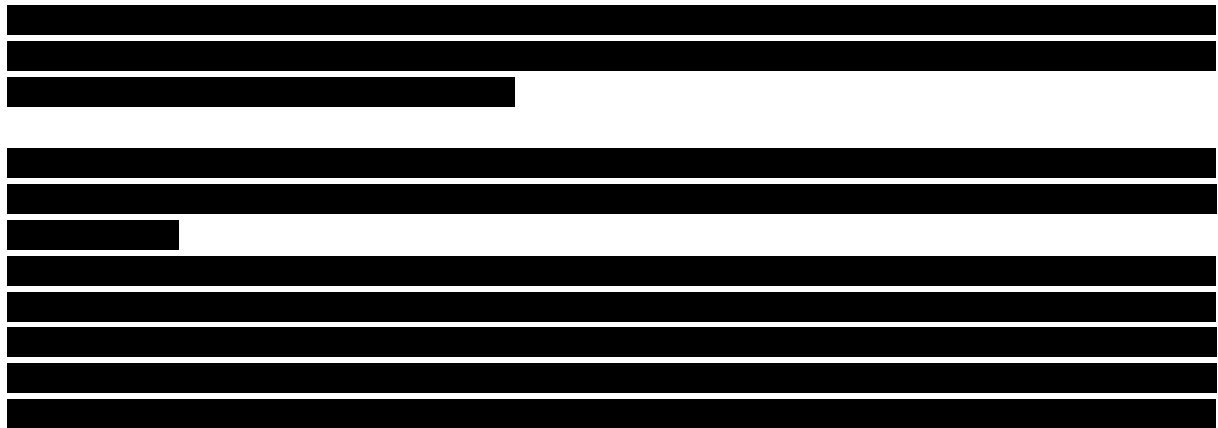
[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

■ [REDACTED] bedrijven als Autron, producent van schietfaciliteiten, bestaat de mogelijkheid om emissie tot 15% te reduceren.



9. Referentielijst

Bommel, van, R. & Verhees L. (2019). Instructie gegevensinvoer AERIUS Calculator 2019A, BIJ12, TAUW: Uitgangspunten AERIUS 2019A omtrent motovoertuigen (Figuur 7.1 van Instructie gegevensinvoer voor AERIUS Calculator 2019A).

Commandant Explosieve Opruimingsdienst Defensie (2020). Technische Handleiding Munitietechniek, 1^e druk, 4 maart 2020.

PBL et al. (2020). Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen. Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2019. Den Haag: PBL.

Rindlisbacher, T. (2009). Guidance on the determination of helicopter emissions. *Federal office of civil aviation FOCA*. Referentiedatum is gelijk aan huidig gebruik.

TNO, (2020). Onderbouwing AERIUS emissiefactoren voor wegverkeer, mobiele werktuigen, binnenvaart en zeevaart, R11528.

United States Environmental Protection Agency, (2020). Air Emissions Factors and Quantification, AP-42, Fifth Edition, Volume 1, Chapter 13 & 15: Ordnance Detonation, February 2008.

RIVM, Emissiefactoren NO_x en NH₃ voor snelwegen en niet snelwegen, 15 oktober 2020 (online beschikbaar via [RIVM.nl/emissiefactoren](https://www.rivm.nl/emissiefactoren))

Getallen voor AERIUS, 2020 V3, bij mobiele werktuigen, regels (1540/1541; 1544/1545) (1552/1553; 1562/1563) en (1570/1571; 1580/1581)

Aperting och Virkeskannedom; SLU info/Skog. Garpenberg (1995)

TNO, 2016R10318 Vernieuwd *Emissiemodel Houtkachels*, B.I. Jansen (2016)

10. Bijlagen

10.1 Bijlage A. Validatie opgesteld vermogen (uitstoot NOx) versus gasverbruik.

In onderstaande tekst en berekening wordt -voor een aantal kazernes waar het gasverbruik bekend is- de uitstoot van stikstof berekend over het opgesteld vermogen en het gemiddeld aantal draaiuren versus het gasverbruik en de gemiddelde uitstoot per GJ energie.

Bij het opgesteld vermogen wordt gerekend met een uitstoot NOx per GJ die verschilt per type ketel en bouwjaar, afhankelijk van het object zal met verschillende factoren worden gewerkt. Bij het berekenen van een object zal specifiek naar de bouwjaar van ketels worden gekeken die gehouden wordt tegen onderstaande kentallen.

CV-installaties	NOx (g NOx/ GJ aardgas)	
	2000	2020
Woningen		
<i>CV en combi ketel (convent. en VR)</i>	44	39
<i>CV en combi ketel (HR)</i>	28	13
Grote gebouwen		
<i>Gasketel 400 kW-1 MW</i>	43	25
Flats, industrie terreinen		
<i>GasKetel > 1 MW</i>	20	20

Legerplaats Stroe:

Gasverbruik over de jaren 2015-2018 = gemiddeld 1.893.089 m3 gas

Er is 31,65 m3 nodig voor 1 GJ en volgens bovenstaande tabel van TNO bron kun je op de Lpl Stroe met een variatie van verschillende type ketels van verschillende jaartallen rekenen met een uitstoot van 22 gr NOx per GJ.

Uitstoot is dan: $1.893.089 / 31,65 = 59.813 \cdot 22 / 1000 = \underline{1315}$ kg stikstof.

De berekende uitstoot van de aanwezige ketels en luchtverhitters (Excel) is 1356,16 kg.

Dit komt op een verschil van circa 3%.

LC Huijbergen:

Gasverbruik over 3 gemiddelde jaren is 405.000 m3 gas

Er is 31,65 m3 nodig voor 1 GJ en volgens TNO bron (bron) kun je op LC Huijbergen waar veel oudere ketels staan met een variatie van verschillende type ketels van verschillende jaartallen rekenen met een uitstoot van 32 gr NOx per GJ.

Uitstoot is dan: $405.000 / 31,65 = 12.796 \cdot 32 / 1000 = \underline{409}$ kg stikstof.

De berekende uitstoot van de aanwezige ketels en luchtverhitters (Excel) is 403 kg

Dit komt op een verschil van circa 1%.

Conclusie:

Gezien het beperkte procentuele verschil tussen de stikstofuitstoot die is berekend op basis van het gerealiseerde gasverbruik op beide onderzochte objecten en de uitstoot die is berekend aan de hand van het theoretisch model uit het Handboek, kan worden geconcludeerd dat de uitwerking van het theoretisch model een plausibel resultaat oplevert. De methodiek kan dus worden toegepast bij het berekenen van andere objecten binnen het project referentiewaarden stikstof.