

Handboek

Werken met AERIUS Calculator 2021.2

Versie 2021.2



Handboek

Werken met AERIUS Calculator 2021.2

29 september 2022

Versiebeheer

April 2021	Syllabus module 5, aan de slag met AERIUS, Opleiding Luchtverontreiniging, luchtkwaliteit en depositie, PAO/VVM
December 2021	Concept syllabus, Werken met AERIUS Calculator
Januari 2022	Handboek: Werken met AERIUS Calculator 2021 - v1.0
Februari 2022	Handboek: Werken met AERIUS Calculator 2021 - v1.1
Juni 2022	Handboek: Werken met AERIUS Calculator 2021.1 - v1
September 2022	Handboek: Werken met AERIUS Calculator 2021.2 - v1
September 2022	Handboek: Werken met AERIUS Calculator 2021.2 - v2

In AERIUS Calculator 2021 zijn de volgende versies van toepassing:

Omschrijving	Versie
OPS	5.0.1.0
preSRM	2.103
IMAER	4.0 (Calculator 2021.0) 5.0 (Calculator 2021.1)

Samenstellers

Christa Fung-A-Loi
Liesbeth Maltha
Maurits Mink
Paul Romeijn
Vera de Vlieger
Mark Wilmot

Wijzigingen handboek

Wijzigingen tussen 2021.2 - v1 / 2021.2 - v2

Correctie onjuistheden

- Paragraaf 7.5.2. Wat zie ik? : een typefout in het genoemde getal bij de gebieden die missen in de lijst omdat de Projectberekening nergens boven de 0,05 mol/ha/jaar uitkomt; dit dient 0,005 mol/ha/jaar te zijn

Wijzigingen tussen 2021.1 - v1 / 2021.2 - v1

Aanpassingen in verband met nieuwe functionaliteiten in 2021.2

- Schuiffunctie kaartbeeld in 6.7.3
- Aanpassing sneltoetsen in 6.7.4 (navigatie via toetsenbord)
- Nieuwe paragraaf 6.9 over de weergave van getallen, met uitleg welke afrondingen wanneer worden gebruikt en waarom. Dit naar aanleiding van de nieuwe werkwijze waarbij kleinere emissies in gram worden getoond.
- Toevoeging in 7.2.15 (algemene aandachtspunten) in verband met het actief uitgedragen advies geen persoonlijke informatie op te nemen in naamvelden en dergelijke.
- In paragraaf 7.5.3 is toegevoegd dat onder tabblad 'markers' nu ook het doorgerekend oppervlak per gebied is opgenomen.
- Uitbreiding Bijlage 11: Validatie overzicht AERIUS met de nieuwe / aangepaste validaties

Tekstuele verduidelijkingen en aanpassingen

- 2.2: 5e bullet (over PDF en mogelijke toekomstige bijlagen): tekst verduidelijkt
- 3.1: bij bullet over berekenen totale depositie, toevoeging 'door AERIUS' verwijderd voor meer duidelijkheid (gaat om de onderliggende berekening en niet zozeer om AERIUS)
- 4.2.2: titel in kader aangepast (passend bij uitleg in kader)
- 4.2.3: extra 'let op' toegevoegd om te benadrukken dat de AERIUS berekening geen oordeel geeft over de hexagonen met mogelijk randeffect, maar alleen een visualisatie ter ondersteuning.
- 7.3: TIP toegevoegd hoe je via een sneltoetscombinatie makkelijker meerdere eigen rekenpunten achter elkaar aanmaakt, door te klikken op de kaart.
- 7.5.3: bij kopje 'tabblad 'habitattype' stond 'max%KDW', terwijl dit in de applicatie 'hoogste %KDW' heet. Dit is aangepast.

Correctie onjuistheden

- Bijlage 11: Validatie overzicht AERIUS: er stond onterecht dat weghoogte een positief geheel getal moet zijn, maar het mag ook negatief zijn.

Wijzigingen tussen 2021 - v1.1 / 2021.1 - v1

Inhoudelijke aanpassingen en updates

- In verband met het toevoegen functionaliteit 'hexagonen met mogelijk randeffect' in AERIUS:
 - o Nieuwe paragraaf 4.2.3 over bepaling 'hexagonen met mogelijk randeffect' in AERIUS
 - o Uitbreiding paragraaf 7.5 over weergave van resultaten
- In verband met uitbreidingen bij Resultaten, is paragraaf 7.5 uitgebreid:
 - o KDW per habitattype zien bij resultaten, plus '%KDW'
 - o Toevoeging van gebieden die >0,005 mol/ha/jaar in Beoogd hebben, maar onder de 0,005 mol/ha/jaar
 - o Je kan onder Resultaten de kaart nu uitklappen (tip toegevoegd)
- In verband met aanpassingen rondom wegverkeer (verplaatsing van wegtypes):
 - o In paragraaf 5.6 'sectoren' vervangen door 'wegtypen' (inhoudelijk geen verandering, maar wat je eerst als Sector koos heet nu een Wegtype en wordt op een andere plek gekozen)
 - o In paragraaf 7.2 is Tabel 3 bijgewerkt (geen sectoren meer binnen sectorgroep wegverkeer)
 - o In paragraaf 7.2 is de tekst over emissiebepaling wegverkeer aangepast (in plaats van de sector wordt nu gekozen wegtype gebruikt om te bepalen welke set emissiefactoren wordt gebruikt)
 - o Figuur 28 is aangepast
 - o Bijlage 22: IMAER - Sector Verkeer en Vervoer is aangepast (IMAER wegverkeer)
 - o Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML is aangepast (geen onderliggende sectoren meer bij wegverkeer)
- In verband met algemene verbeteringen en aanpassingen:
 - o Paragraaf 6.6 is geactualiseerd (omgaan met grote hoeveelheden emissiebronnen)
 - o Paragraaf 7.1 is uitgebreid met informatie over de default bron type (puntbron, lijnbron of vlakbron)
 - o In paragraaf 7.2 is een tip toegevoegd, met betrekking tot multi-select en kopiëren van bronnen/gebouwen naar dezelfde situatie
 - o In paragraaf 7.4 is een 'let op' toegevoegd, nu je niet meer 2x dezelfde berekening kan uitvoeren
 - o Bijlage 25: Backwards compatibility is aangepast voor onderdeel wegverkeer, i.v.m. nieuwe IMAER 5.0

Tekstuele verduidelijkingen en aanvullingen

- Uitbreiding van paragraaf 4.10 over chemie, actuele versus geprognosticeerde chemie
- In paragraaf 6.7 is een tip toegevoegd hoe je op coördinaten kan zoeken.
- In paragraaf 7.1 is een verduidelijking toegevoegd of invloed gekozen rekenjaar op doorgerekende chemie

- In paragraaf 7.2 is een tip toegevoegd voor tekenen en aanpassen lijnbronnen.
- In paragraaf 7.4 is verduidelijkt welke berekeningen nu precies uitgevoerd worden.
- In paragraaf 7.5 is een tip toegevoegd m.b.t. zoomen naar een gebied toe.
- In paragraaf 8.1 is de link naar de documentatiepagina Connect aangepast.
- In paragraaf 8.2 is de rol en functie van de IMAER plugin voor QGIS tekstueel verduidelijkt.

Correctie onjuistheden

- Bijlage 9: Wegverkeer – bepalen depositiesnelheden fout in tekst hersteld: er stond dat depositiesnelheid (Vd) is berekend door de berekende concentratie op de receptor te delen door de berekende droge depositie, maar dit moet andersom zijn (conform de formule die eronder staat).

Wijzigingen tussen 2021 - v1.0 / 2021 - v1.1

Typefouten en opmaak

- '2' ipv '3' bij deel 2 'technische beschrijving'
- Opmaak 7.2.4 hersteld

Tekstuele aanpassingen (hoofdtekst en bijlagen)

De terminologie omtrent 'lijnbronnen' en 'segmenten' is gelijkgetrokken voor meer duidelijkheid en consistentie: **Lijnbron** = een door gebruiker getekende lijn en in AERIUS zichtbaar als 1 bron in de bronnenlijst; **Segment** = recht stuk *binnen* een lijnbron, liggend tussen twee punten in de 'linestring' die de lijnbron definieert. Afhankelijk van hoe een lijn getekend is, heeft een lijnbron 1 of meerdere segmenten.

De aanpassingen zijn terug te vinden in:

- 3.6: Aanpassing m.b.t. subreceptoren bij diameter>100m
- 4.4: term 'segmenten' is hier verwijderd: OPS deelt namelijk de gehele lijnbron op in puntbronnen, en kijkt daarbij niet naar tussenliggende punten in de linestring. Gebruik van term 'segment' hier was wat verwarrend.
- 5.4.1 en 5.4.2: verduidelijkt dat het opdelen in puntbronnen in SRM2 per segment plaatsvindt (anders gezegd, SRM2 ziet ieder segment van de lijnbron als aparte bron)
- Hoofdstuk 7: een tip toegevoegd met betrekking tot het bewerken (verleggen of inkorten) van reeds getekende lijnbronnen.
- Bijlage 8: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator: hier werd in eerdere versie het woord 'lijnbron' of 'bron' gebruikt, waar we nu segment aanhouden. Dit kwam omdat de bijlage gaat over SRM2, en SRM2 ieder segment in feite als een losse bron ziet. De tekst is nu aangepast zodat hij beter aansluit bij de context van de applicatie en de rest van het handboek. Waar eerst 'lijnbron' stond, staat nu meestal

- 'wegsegment', en waar 'wegsegment' stond, staat nu meestal 'puntbron' of 'stuk van wegsegment'
- Bijlage 29: Emissieberekening wegverkeer – standaard en Bijlage 30: Emissieberekening wegverkeer – eigen specificatie: toelichting toegevoegd die bovenstaande termen verduidelijkt en ook het verschil tussen OPS en SRM2 verduidelijkt

Aanpassingen aan bijlagen

- Bijlage 11: Validatie overzicht AERIUS: validatie overzicht. In januari 2022 is de maximale oppervlakte die vlakbronnen mogen hebben, in AERIUS verruimd van 1.000 naar 5.000 ha. Dit is ook bijgewerkt in het validatieoverzicht in de bijlage.

Overige tekstuele aanvullingen

- 6.7.3 De mogelijkheid om inzoomen met shift en muis toegevoegd.
- 7.2.9 De weergave van (totaal)emissies in overzichten binnen de gebruikersschil en in de pdf beschreven in het handboek. In februari 2022 is dit aangepast
- 7.2.13 De BWL-code heeft geen effect op de depositieberekening toegevoegd.

INHOUDSOPGAVE

Wijzigingen handboek.....	5
Wijzigingen tussen 2021 - v1.1 / 2021.1 - v1	5
Wijzigingen tussen 2021 - v1.0 / 2021 - v1.1	8
INHOUDSOPGAVE	10
DEEL 1 - ALGEMEEN	16
1. Methodiek beschrijving	17
1.1. Doel en opzet handboek AERIUS Calculator.....	17
1.2. Wat is AERIUS Calculator?	17
1.3. Calculator in relatie met andere AERIUS-producten	18
1.4. Milieukundige context	19
1.5. Historie AERIUS	21
1.6. Relatie huidig handboek met het vroegere handboek en factsheets	22
2. Ontwerprincipes AERIUS Calculator.....	23
2.1. Calculator is een rekenmachine.....	23
2.2. Calculator is gericht op proces van toestemmingsverlening	23
2.3. Calculator is gebruiksvriendelijk, robuust en navolgbaar	25
DEEL 2 – TECHNISCHE BESCHRIJVING AERIUS CALCULATOR	27
3. Modellering in AERIUS Calculator.....	28
3.1. Modelleren in relatie met meten.....	28
3.2. Modellering in een notendop: relevante processen	30
3.3. Rekenmodellen AERIUS: OPS en SRM-2	32
3.4. Rekenen per sector.....	33
3.4.1. Wegverkeer	33
3.4.2. Scheepvaart	34
3.4.3. Mobiele werktuigen	35
3.4.4. Landbouw	35
3.4.5. Industrie, Wonen & Werken, Railverkeer en Luchtverkeer	35
3.4.6. Energie en Anders.....	36
3.5. Schaalniveau en keuze voor hexagonen.....	36

3.6.	Rekenen dicht bij de bron: ‘bron in receptor methode’	38
3.7.	Betrouwbaarheid modellering in AERIUS.....	39
4.	Implementatie OPS in AERIUS	40
4.1.	Wat is OPS?.....	40
4.2.	Toepassingsbereik OPS.....	40
4.2.1.	Rekenbereik in AERIUS: geografische grondslag.....	41
4.2.2.	Maximale rekenafstand in Calculator	41
4.2.3.	‘Hexagonen met mogelijk randeffect’ door maximale rekenafstand..	42
4.3.	Rekenen met OPS: schematische weergave	43
4.4.	Punt-, lijn- en vlakbronnen	44
4.5.	Meteorologische gegevens	45
4.6.	Terreinruwheid en landgebruik.....	46
4.7.	Bronkenmerken: hoogte en pluimstijging.....	46
4.7.1.	Bepalen van de pluimstijging	47
4.7.2.	Wanneer kan pluimstijging berekend worden?	48
4.8.	Bronkenmerken: gebouwinvloed.....	49
4.8.1.	Wanneer is er sprake van gebouwinvloed?	49
4.8.2.	Hoe wordt de gebouwinvloed berekend?	49
4.8.3.	Geldigheid gebouwinvloed in OPS	52
4.9.	Overige bronkenmerken in OPS	55
4.10.	Chemische omzetting in OPS.....	55
5.	Implementatie SRM-2 in AERIUS Calculator.....	57
5.1.	Wat is SRM-2?	57
5.2.	Toepassingsbereik SRM-2 en toepassing in AERIUS.....	57
5.3.	Rekenen met SRM-2 in AERIUS: schematische weergave	59
5.4.	Belangrijkste parameters SRM-2 kort toegelicht	60
5.4.1.	Emissiebepaling SRM-2	60
5.4.2.	Invloed wegkenmerken SRM-2	61
5.4.3.	Meteorologische gegevens en terreinruwheid: PreSRM	62
5.5.	Van concentratie naar depositie: depletie en depositiesnelheid	63
5.5.1.	Depletiefactor	63
5.5.2.	Depositiesnelheid	63
5.6.	SRM-2 in relatie met beschikbare wegtypen in AERIUS	64
	DEEL 3 –AERIUS CALCULATOR ALS GEBRUIKER.....	65

6.	Introductie op werken met AERIUS Calculator	66
6.1.	Waarvoor gebruik je de applicatie?	66
6.2.	Actualisatie en versiebeheer.....	66
6.3.	Bestanden importeren in Calculator	67
6.3.1.	Welke bestandstypen kan je importeren in AERIUS Calculator?	67
6.3.2.	Importeren bij het openen van de applicatie (start importeerscherm)	
	67	
6.3.3.	Importeren vanuit de applicatie (als je al in een situatie zit)	68
6.4.	IMAER (Informatie Model AERIUS) en GML	69
6.4.1.	Wat is GML?.....	69
6.4.2.	Wat is IMAER?.....	69
6.4.3.	IMAER verzameling.....	70
6.4.4.	IMAER applicatieschema	71
6.4.5.	'Backwards compatibility'	71
6.5.	Validatie in AERIUS	72
6.5.1.	Soorten validaties	72
6.5.2.	Valide invoer, maar toch een waarschuwing.....	73
6.6.	Omgaan met grote aantallen emissiebronnen.....	74
6.6.1.	Rekenen met veel emissiebronnen	74
6.6.2.	Importeren en exporteren met veel emissiebronnen	75
6.6.3.	Aanmaken en bewerken van veel emissiebronnen.....	75
6.7.	Overige functionaliteiten in AERIUS.....	76
6.7.1.	Functies via menubalk links	76
6.7.2.	Functies via toolbar rechts	76
6.7.3.	Interactie tussen bronnenlijst en kaart	77
6.7.4.	Navigatie via toetsenbord.....	78
6.8.	Gebruik van data in AERIUS Calculator	79
6.8.1.	Soorten data in AERIUS.....	79
6.8.2.	Actualisatie gebruikte data in AERIUS.....	80
7.	Calculator stap voor stap.....	81
7.1.	Stap 1: Bepalen welke situatie(s) door te rekenen.....	83
7.1.1.	Beoogde situatie	83
7.1.2.	Referentiesituatie.....	84
7.1.3.	Salderingssituatie	84

7.1.4.	Tijdelijke situatie	85
7.1.5.	Rekenjaar: per situatie.....	87
7.2.	Stap 2: Definiëren invoer per situatie	88
7.2.1.	Gebouwen aanmaken.....	89
7.2.2.	Algemene gegevens emissiebron.....	90
7.2.3.	Locatie en type emissiebron	93
7.2.4.	Bronkenmerken – generieke bronnen.....	95
7.2.5.	Bronkenmerken - wegverkeer	98
7.2.6.	Bronkenmerken – scheepvaart	99
7.2.7.	Bronkenmerken – stallen.....	100
7.2.8.	Bronkenmerken - mobiele werktuigen.....	100
7.2.9.	Emissies – algemeen.....	101
7.2.10.	Emissies - wegverkeer.....	101
7.2.11.	Emissies – binnenvaart.....	104
7.2.12.	Emissies – zeevaart	105
7.2.13.	Emissies – stallen.....	107
7.2.14.	Emissies - mobiele werktuigen.....	108
7.2.15.	Aandachtspunten.....	109
7.3.	Stap 3: Eigen rekenpunten (indien relevant).....	110
7.4.	Stap 4: Berekenen.....	111
7.4.1.	Wat wordt doorgerekend?.....	111
7.4.2.	Waar wordt gerekend?	112
7.5.	Stap 5: Bekijken en beoordelen resultaat.....	114
7.5.1.	Wat kies ik om te bekijken?	114
7.5.2.	Wat zie ik?	115
7.5.3.	De verschillende tabbladen met bijbehorend kaartbeeld	117
7.6.	Stap 6: Exporteren	118
7.6.1.	Wanneer kan je wat exporteren?	118
7.6.2.	Verschil GML en PDF	119
8.	Aanvullende mogelijkheden: Connect API en QGIS plugin	120
8.1.	Rekenen met de AERIUS Connect API.....	120
8.1.1.	Wat is een API?	120
8.1.2.	Wanneer een API gebruiken?	121
8.2.	Ondersteunende functionaliteit: QGIS plugin.....	121

8.3. Wanneer wat gebruiken?	122
DEEL 4 – BIJLAGEN	125
Bijlage 1: Overzicht voormalige factsheets (handboek Calculator)	126
Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS.....	132
Bijlage 3: Bepalen gekarteerd oppervlakte.....	140
Bijlage 4: Kenmerken emissiebronnen in OPS.....	142
Bijlage 5: Omzetten oppervlakte- en lijnbronnen voor OPS	143
Bijlage 6: Berekening warmte-inhoud en thermische pluimstijging	146
Bijlage 7: Landgebruik en terreinruwheid in AERIUS	149
Bijlage 8: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator.....	151
Bijlage 9: Wegverkeer – bepalen depositiesnelheden.....	164
Bijlage 10: Importeren bestanden in Calculator.....	168
Bijlage 11: Validatie overzicht AERIUS.....	171
Bijlage 12: Introductie InformatieModel AERIUS.....	174
Bijlage 13: IMAER - Beschrijving Model	176
Bijlage 14: GML definities	180
Bijlage 15: Domeintabellen	182
Bijlage 16: Metadata	183
Bijlage 17: IMAER – Resultaten.....	185
Bijlage 18: IMAER - Sector Landbouw.....	186
Bijlage 19: IMAER - Generieke Emissiebronnen.....	187
Bijlage 20: IMAER - Sector Mobiele Werktuigen.....	188
Bijlage 21: IMAER - Sector Scheepvaart.....	189
Bijlage 22: IMAER - Sector Verkeer en Vervoer.....	191
Bijlage 23: IMAER - Sectoren Industrie, Energie, Wonen en werken, Spoor, Luchtvaart	193
Bijlage 24: IMAER - Termen, afkortingen en schema-presentatie	194
Bijlage 25: Backwards compatibility	196
Bijlage 26: Rekenen met AERIUS in de jaren 2031 t/m 2035	202
Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML	224
Bijlage 28: Bronkenmerken sectoren AERIUS Calculator	227
Bijlage 29: Emissieberekening wegverkeer – standaard	230
Bijlage 30: Emissieberekening wegverkeer – eigen specificatie.....	232
Bijlage 31: Bepalen stroomrichting in relatie tot vaarrichting binnenvaart.....	233

Bijlage 32: Emissieberekening binnenvaartschepen	235
Bijlage 33: Emissieberekening zeeschepen.....	237
Bijlage 34: Emissieberekening stallen.....	240
Bijlage 35: Emissieberekening mobiele werktuigen.....	242
Bijlage 36: Bepalen relevante hexagonen en (bijna) overbelaste hexagonen.....	245

DEEL 1 - ALGEMEEN

1. Methodiek beschrijving

1.1. Doel en opzet handboek AERIUS Calculator

AERIUS is een overkoepelend rekeninstrument voor de leefomgeving, met onderscheid naar:

- AERIUS 'lucht', voor luchtkwaliteitsberekeningen in het kader van het Wet Milieu Beheer, het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) en het Schone Lucht Akkoord (SLA)
- AERIUS 'Natuur', voor stikstofdepositieberekeningen in het kader van de Wet natuurbescherming (Wnb), werkprogramma monitoring en evaluatie stikstofstofreductie en natuurverbetering

Dit handboek is alleen gericht op de Calculator voor stikstofdepositieberekeningen. Het doel van dit handboek is om de gebruiker inzicht te geven in het toepassingsbereik, de werking van de AERIUS Calculator en onderliggende uitgangspunten. Om dit te bereiken bestaat de syllabus uit vier delen:

1. Inleidend deel: achtergrond en context (H1) en een toelichting op de algemene ontwerpkeuzes die ten grondslag liggen aan AERIUS Calculator (H2)
2. Technische beschrijving: uitleg over modellering in AERIUS, specifieke implementatiekeuzes (H3) en over de onderliggende rekenmodellen (H4 en H5)
3. De rol van de gebruiker: algemene informatie over Calculator, die handig is om te weten als je aan de slag gaat met Calculator (H6); 'stap voor stap' informatie gericht op de verschillende stappen die de gebruiker doorloopt, de keuzes die de gebruiker heeft en de afwegingen die gemaakt moeten worden (H7) en tot slot uitleg over extra ondersteunende functionaliteiten buiten Calculator om (H8).
4. Bijlagen: deze geven extra inzicht, detailgegevens en achtergrondinformatie.

1.2. Wat is AERIUS Calculator?

AERIUS Calculator is het 'online rekeninstrument' wat wordt toegepast voor toestemmingverlening voor de Wet Natuurbescherming (Wnb), en de initiatiefnemer en het bevoegd gezag ondersteunt bij het bepalen van de stikstofbelasting op stikstofgevoelige natuur in Nederland en net over de grens.

AERIUS Calculator is in de basis een geavanceerde maar gebruiksvriendelijke applicatie, die toegang geeft tot goedgekeurde rekenmodellen en relevante

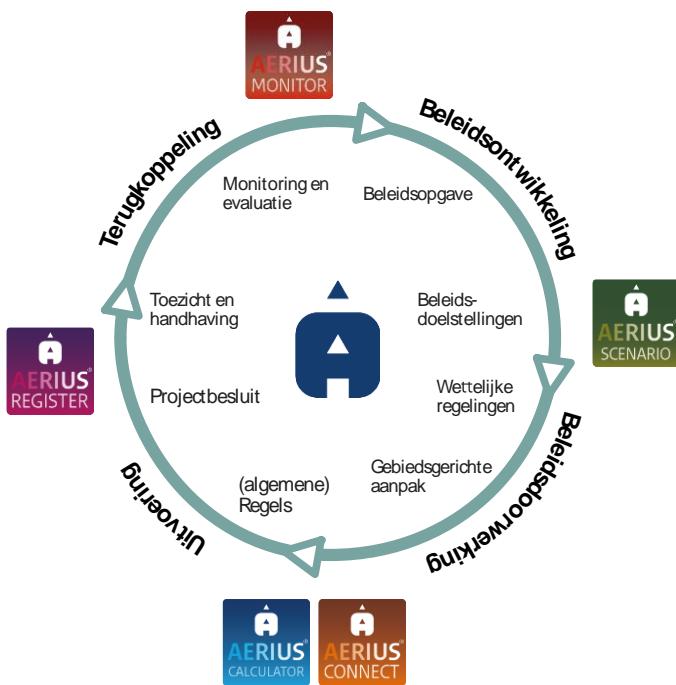
data - zoals emissiefactoren en habitattypen/leefgebieden - die noodzakelijk zijn voor het beoordelen van de impact van stikstofdepositie voor plannen en projecten op stikstofgevoelige natuur.

AERIUS Calculator stelt de gebruiker in staat om activiteiten te definiëren waarbij (stikstof) emissies ontstaan en berekent de verspreiding van die stikstofemissies door de atmosfeer. De gebruiker krijgt inzicht in de stikstofdepositiebijdrage van de ingevoerde activiteiten/emissiebronnen op een vast hexagonengrid binnen Natura 2000-gebieden, eventueel aangevuld met resultaten op rekenpunten die de gebruiker zelf heeft gedefinieerd. Voor verschillende situaties is de gebruiker in staat de stikstofdepositie in de (kwetsbare) natuurgebieden te analyseren en een eventuele vergunningaanvraag voor te bereiden.

1.3. Calculator in relatie met andere AERIUS-producten

Naast AERIUS Calculator is er een aantal andere, samenhangende AERIUS-producten (Figuur 1):

- *AERIUS Connect* is nauw verbonden met Calculator: het is het rekenhart dat wordt aangestuurd vanuit de applicatie van Calculator. Het is voor de gevorderde gebruiker ook mogelijk om met zelf voorbereide invoerbestanden direct een berekening te starten en de resultaten via een downloadlink te downloaden, zonder tussenkomst van de applicatie. Connect biedt daarbij extra rekenmogelijkheden t.o.v. Calculator (zie 8.1).
- *AERIUS Register* is het registratiesysteem voor de stikstofmaatregelen. Hierin wordt voor ontwikkeldoeleinden bestemde stikstofruimte geregistreerd die is vrijgekomen als gevolg van maatregelen zoals bijvoorbeeld de snelheidsmaatregel. Vervolgens worden, voor het verlenen van toestemming, ook activiteiten geregistreerd die deze stikstofruimte nodig hebben en wordt zo bijgehouden dat er niet meer ruimte wordt uitgegeven dan er is vrijgemaakt. Dit product ondersteunt de processen van de bevoegde gezagen die zich bezighouden met het vergunnen van activiteiten en is daarom alleen voor hen toegankelijk.
- *AERIUS Monitor* geeft inzicht in de huidige situatie van stikstofdepositie in Nederland en projecties voor toekomstige jaren. Aan de hand van verhaallijnen wordt de gebruiker geïnformeerd over stikstofgevoelige habitattypen binnen Natura 2000-gebieden, de hoeveelheid stikstofdepositie binnen Natura 2000-gebieden en de relatie tussen stikstofgevoelige habitattypen en depositie. Monitor geeft zo inzicht in gegevens vanuit verschillende schaalniveaus en vanuit verschillende perspectieven.



Figuur 1: De AERIUS-suite bestaat uit verschillende producten.

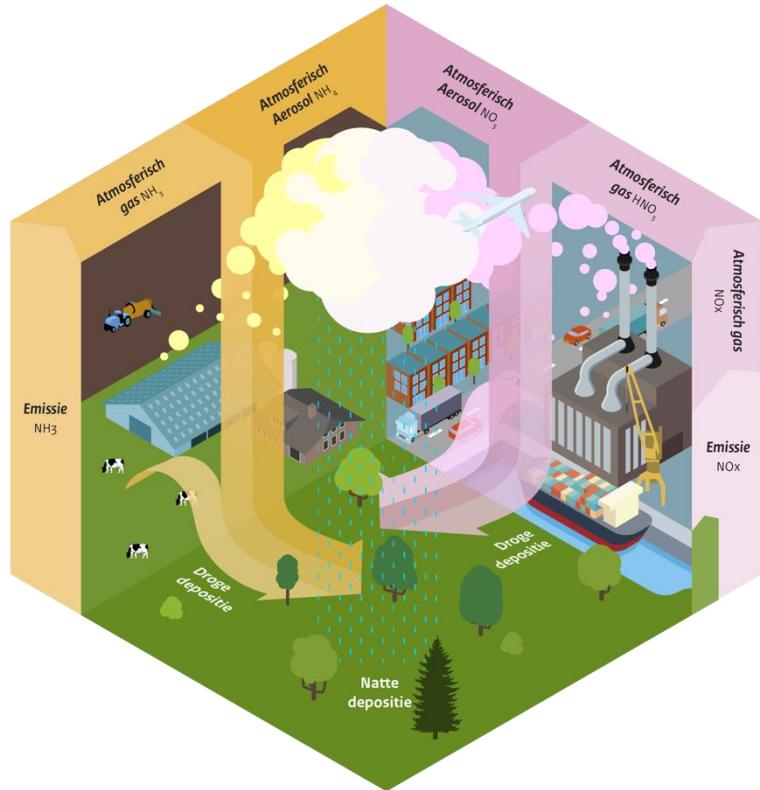
1.4. Milieukundige context

Economische activiteiten kunnen leiden tot luchtverontreiniging: een atmosferische conditie waarin stoffen in een concentratie boven het natuurlijke achtergrondniveau aanwezig zijn waardoor meetbare effecten aan mens, dier, vegetatie of materialen kunnen optreden. Onder stoffen verstaat men in dit geval alle natuurlijke en door de mens geproduceerde chemische verbindingen die in de lucht aanwezig kunnen zijn.

Een belangrijke groep luchtverontreinigende componenten betreft de stikstofhoudende componenten: stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3). Emissies van ammoniak en stikstofoxiden zijn het gevolg van onder andere landbouw, transport en industrie. De verspreiding van ammoniak en stikstofoxiden leidt tot concentraties op leefniveau en resulteert uiteindelijk ook in de depositie van die stikstof op bodem en vegetatie. Het betreft de droge depositie van gassen en aerosolen (deeltjes), die direct vanuit de atmosfeer op de bodem of de vegetatie terechtkomen, en een natte depositie waarbij stoffen via regen uit de atmosfeer worden gespoeld en op de bodem terechtkomen (zie Figuur 2).

Met AERIUS wordt berekend wat het effect is van activiteiten met (stikstof) emissies op de stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur. De omvang van de depositie van stikstof is afhankelijk van de concentratie in de lucht en de effectieve depositiesnelheid van de betreffende stof. De depositiesnelheid is

daarbij sterk afhankelijk van het grondgebruik (bijvoorbeeld gras, loofbos, naaldbos) en van de stof.



Figuur 2: Schematisch overzicht van het transport van stikstof door de lucht en de natte en droge depositie ervan. (Bron: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Ontwikkelingen in de stikstofdepositie, 2018)

Hoe schadelijk een bepaalde (toename in) depositie voor de natuur is, hangt af van meerdere factoren: bijvoorbeeld hoe gevoelig de natuur is voor stikstof, of er reeds sprake is van een (ernstige) stikstofoverbelasting of nog niet, welke andere ontwikkelingen leiden tot depositie (cumulatie) en of er al dan niet sprake is van herstelmaatregelen die de natuur weerbaarder maken voor een teveel aan stikstof. Resultaten van een stikstofdepositierekening moeten daarom altijd binnen een ecologische context beoordeeld worden.

De effecten van stikstof op bodem en vegetatie zijn divers en kunnen optreden op een verschillend tijdschaal. Bij lage concentratieniveaus bevordert de depositie van stikstof de groei van alle plantensoorten (bemesting). In deze fase wordt de gedeponeerde stikstof volledig door het ecosysteem vastgelegd. Bij verhoogde concentraties stimuleert zij de groei van enkele plantensoorten ten koste van andere. Door deze eutrofering raakt het ecosysteem verzadigd met stikstof. Bij nog hogere concentraties is er sprake van een overmaat aan stikstof. Dit leidt tot uitspoeling van nitraat en aluminium naar bodem (verzuring) en grondwater. Eutrofering en verzuring resulteren in verlies aan biodiversiteit. Op dit moment is in veel (beschermde) natuurgebieden, de

Natura 2000-gebieden, in Nederland sprake van een overschat aan stikstofdepositie.

De 'stikstofproblematiek' in Nederland is actueel en complex:

- Er is een grote diversiteit aan effecten van milieuverontreiniging op milieu, natuur en gezondheid. De vertaalslag van concentraties in de lucht naar bepaalde effecten is niet eenvoudig en behept met diverse onzekerheden.
- Luchtverontreiniging is een grensoverschrijdend thema. Beleid, wet- en regelgeving worden op verschillende schaalniveaus ontwikkeld (internationaal/mondiaal, Europees, nationaal, lokaal).
- Er is een zeer grote verscheidenheid aan bronnen (type en aantal). Er is sprake van cumulatieve effecten, die op verschillende schaalniveaus hun doorwerking hebben.
- De luchtkwaliteit en depositie op een bepaalde plek variëren voortdurend. Om te weten wat de feitelijke situatie is zijn metingen nodig, maar metingen vragen om een lange tijdsreeks en geven bovendien alleen specifieke informatie over de totale luchtkwaliteit en depositie op die bepaalde plek (zie 3.1). Modellering is nodig om het effect van een specifieke bron of bepaald beleid in beeld te krijgen of om te bepalen wat een nieuwe activiteit zal doen, maar berekeningen kennen net als metingen een grote onzekerheid.
- De besluitvorming die nodig is, wordt steeds gedetailleerder en complexer.

Het rekeninstrument AERIUS is geschikt om te gebruiken bij een integrale aanpak van de stikstofproblematiek. Dit hangt samen met de historie van AERIUS, waarbij een integrale aanpak altijd centraal heeft gestaan. Nu AERIUS na de PAS-periode (Programma Aanpak Stikstof) nog steeds het wettelijk voorgeschreven rekeninstrument is voor stikstofdepositie, blijft het een belangrijk onderdeel van deze integrale aanpak en essentieel voor de beleidsmakers en de bevoegde gezagen om hun proces van vergunningverlening en monitoring te ondersteunen.

1.5. Historie AERIUS

AERIUS is oorspronkelijk ontwikkeld als instrumentarium voor het Programma Aanpak Stikstof (PAS). Het PAS trad in 2015 in werking, maar is buiten werking gezet na een uitspraak van de Raad van State in 2019. Het PAS had als doel om economische ontwikkeling en bescherming van kwetsbare natuur met elkaar te verbinden in één programma. Het AERIUS instrumentarium voor het PAS bestond destijds uit meerdere modules: AERIUS Calculator en Connect voor het rekenen; AERIUS Register voor de boekhouding van verleende vergunningen en gedane meldingen onder het PAS; AERIUS Scenario voor beleidontwikkeling en ruimtelijke plannen en AERIUS Monitor voor het in kaart brengen en kunnen monitoren van de situatie rondom de stikstofdepositie in het verleden en toekomst als ook de effecten van emissie reducerende maatregelen.

Na de uitspraak van de Raad van State in 2019 is AERIUS verder blijven bestaan om de stikstofwetgeving te ondersteunen. Hoewel de wetgeving rondom stikstof nog aan vele veranderingen onderhevig is, blijft AERIUS Calculator in gebruik als het rekeninstrument om stikstofdepositie van activiteiten te berekenen. AERIUS Monitor is nu vernieuwd en geeft inzicht in de actuele situaties per natuurgebied om zo ondersteuning te bieden bij monitoring van stikstofbeleid. AERIUS Register heeft in een nieuwe vorm de taak om vrijgemaakte stikstofruimte als gevolg van maatregelen te registreren zodat op basis daarvan nieuwe activiteitenruimte toegedeeld kunnen krijgen door bevoegde gezagen.

Wat de rekenresultaten uit AERIUS concreet *betekenen* voor bijvoorbeeld een individuele ondernemer of een beleidsmaker, kan veranderen als het beleidskader of de kennis over de stikstofgevoelige natuur verandert. De wetenschappelijke basis van het rekenen met AERIUS zelf is echter onafhankelijk van beleidsmatige keuzes of gebruikte kennis over natuurgegevens.

1.6. Relatie huidig handboek met het vroegere handboek en factsheets

Uitleg en uitgebreide achtergrondinformatie met betrekking tot de methodiek van AERIUS Calculator werd voorheen aangeboden door middel van een systeem van factsheets. Deze factsheets waren te vinden op de website van AERIUS en werden ook aangeboden in de vorm van een formeel handboek, waarbij de ter zake doende factsheets gebundeld waren opgenomen.

Omdat de wijze waarop dit handboek beschikbaar was minder context bood dan oorspronkelijk beoogd en gewenst, zijn de factsheets uit het voormalige handboek van AERIUS Calculator nu opgenomen in dit handboek. Een deel van de teksten uit de voormalige factsheets heeft een plek gekregen in de hoofdtekst, binnen hoofdstukken waar de informatie passend is in de context. Op andere plaatsen, waar het bijvoorbeeld meer uitgebreide technische uitleg betreft, zijn de voormalige factsheets als bijlagen bij dit handboek opgenomen waarnaar vanuit de hoofdtekst wordt verwezen. In Bijlage 1: Overzicht voormalige factsheets (handboek Calculator) is een overzicht opgenomen van alle factsheets uit het voormalige handboek met een toelichting waar in dit handboek de inhoud is opgenomen.

Factsheets die geen onderdeel waren van het handboek Calculator, zoals factsheets met betrekking tot data of de factsheets die bijvoorbeeld alleen betrekking hebben op AERIUS Monitor, vallen buiten de context van dit nieuwe handboek Calculator en zijn hier dus niet in opgenomen. Er is echter wel een overzicht van databronnen opgenomen die worden gebruikt in AERIUS met verwijzingen waar de data vindbaar is in Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS.

2. Ontwerpprincipes AERIUS Calculator

Dit hoofdstuk gaat in op een aantal ontwerpprincipes waarop AERIUS Calculator is gebaseerd en legt uit wat deze keuzes praktisch betekenen.

2.1. Calculator is een rekenmachine

Het basisprincipe voor het ontwerp van AERIUS Calculator is dat het in feite niets meer en niets minder is dan een rekenmachine. Echter, het is wel een ‘slimme’ rekenmachine, in die zin dat de Calculator kennis heeft van de context waarbinnen de berekening wordt uitgevoerd.

Dit uitgangspunt van de Calculator heeft de volgende implicaties:

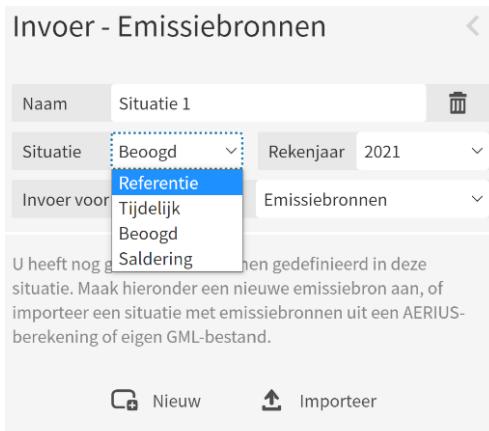
- Berekeningen met Calculator zijn ‘vluchtig’. Bij het afsluiten van de browser, verdwijnen de gegevens. Echter, de e-mailfunctionaliteit zorgt dat de gewenste export vanzelf bij het opgegeven emailadres terechtkomt. De export uit AERIUS is bruikbaar als bijlage bij een aanvraag (de PDF) en daarnaast altijd weer direct in te lezen in AERIUS. De exportbestanden van AERIUS bevatten altijd de volledige invoer waarmee gerekend is. In het geval van een PDF zijn deze gegevens besloten in het bestand en kunnen in de PDF zelf niet worden aangepast (niet manipuleerbaar).
- Calculator doet geen inhoudelijke uitspraak over de invoer, maar er wordt wel gevalideerd op de geldigheid van de invoer. Met meldingen krijgt de gebruiker feedback (zie 6.5).
- Calculator doet geen uitspraak over de conclusies van een berekening (geen beoordeling), maar geeft wel inzicht in het relevante resultaat door rekenresultaten in de betreffende context te presenteren.
- Calculator rekent altijd volgens de actuele inzichten (rekenmodellen, emissiefactoren en natuurgegevens), maar is wel ‘backwards compatible’, wat betekent dat oude bestanden kunnen worden ingelezen in nieuwe versies van Calculator (zie 6.4.5).
- Calculator biedt geen ‘GIS-pakket’ om diverse bewerkingen op (berekende) data mee te doen. De data zijn echter wel uniform en uitwisselbaar en de IMAER plugin voor QGIS is beschikbaar voor analyses (zie 8.2).

2.2. Calculator is gericht op proces van toestemmingsverlening

Calculator is primair gericht op het ondersteunen van het proces van toestemmingsverlening in het kader van de Wet natuurbescherming. De toetsing van de berekeningen moet dus plaatsvinden conform dat wettelijk kader. Echter, het toetsingskader rondom stikstof is complex en in beweging. Daarnaast kan soms aanvullende informatie gewenst zijn om de resultaten goed te kunnen beoordelen (context en uitlegbaarheid).

Op basis van dit uitgangspunt zijn daarom de volgende keuzes gemaakt:

- Het mogelijk maken om meerdere situaties door te rekenen, inclusief salderingssituaties (zie Figuur hieronder). Hiermee wordt aangesloten op de huidige toestemmingsverlening waarbij salderen een belangrijke rol speelt.



- Het bieden van invoermogelijkheden die zo goed mogelijk aansluiten bij de feitelijke situatie die wordt aangevraagd. Zo zijn gebouwen in Calculator bijvoorbeeld losse objecten die worden ingetekend en eigen kenmerken hebben, in plaats van dat het gebouw een kenmerk is van een specifieke emissiebron.
- Het rekenen zelf is zo generiek mogelijk opgezet. Iedere aangemaakte situatie wordt individueel doorgerekend, en daarnaast worden vaste combinatieberekeningen uitgevoerd op basis van de typen situaties (bijvoorbeeld standaard een verschilberekening bij een Beoogde en een Referentiesituatie). Bij nieuwe inzichten of wensen, kan een nieuwe combinatieberekening gedefinieerd en geïmplementeerd worden.
- Het toetsingskader is flexibel ingebouwd, als beoordelingslaag over de rekenresultaten heen. Bij nieuw beleid over hoe of waar te toetsen kan dit doorgevoerd worden zonder dat er aanpassingen nodig zijn aan het rekenen.
- De PDF export is bondig en eenvoudig gehouden, gericht op wat relevant is voor de aanvraag in relatie met de stikstofregistratie. Dit houdt de PDF leesbaar en uitlegbaar. Met de nieuwe Calculator is het ook mogelijk om in de toekomst bijlagen te ontwikkelen voor bij de PDF. In bijlagen zou dan extra informatie rondom de berekeningen kunnen worden opgenomen, die gebruikt kan worden voor meer context rondom de aanvraag. Deze informatie hoeft dan niet in de PDF zelf opgenomen te worden.
- Resultaten die rekenkundig niet relevant zijn voor de toestemmingsverlening, worden ook niet beschouwd in de applicatie en de PDF export die als bijlage bij een aanvraag kan worden gevoegd. Resultaten onder de rekengrens of voorbij de maximale rekenafstand zie je hier niet terug.

2.3. Calculator is gebruiksvriendelijk, robuust en navolgbaar

Het uitgangspunt is om AERIUS Calculator zo intuïtief en makkelijk mogelijk in gebruik te houden, om zo het proces van toestemmingsverlening zo goed en uitlegbaar mogelijk te ondersteunen. Tegelijkertijd moet de Calculator veel kunnen en is het een complex dossier waarbinnen de berekeningen uitgevoerd worden. Beheerbaarheid, robuustheid en uitlegbaarheid, zijn van groot belang.

Dit uitgangspunt heeft daarom geleid tot de volgende keuzes:

- Het ontwerp van de applicatie is gericht op het ondersteunen van de toestemmingsverlening:
 - Het hoofdmenu links (zie Figuur hiernaast) volgt de logische stappen van invoer→berekenen→resultaten→exporteren.
 - Default keuzes leiden je zo effectief mogelijk door de applicatie heen, maar worden tegelijkertijd zoveel mogelijk zichtbaar gemaakt (transparantie).
- Voorkomen van onnodige complexiteit: er is gekozen voor het werken met koppelingen tussen objecten (gebouwen aan emissiebronnen, aanlegplaatsen aan vaarroutes), als alternatief voor het maken van objecten-in-objecten.
 - Dit houdt het overzichtelijk en uitlegbaar
 - Het is eenvoudiger in code en dus beheer
 - Het biedt meer mogelijkheden aan de gebruiker, denk aan:
 - Het kunnen koppelen van één gebouw aan meerdere emissiebronnen.
 - Het intekenen van een vaarroute waarbij schepen langs meerdere aanlegplaatsen varen ('hoppen').
 - Een aanlegplaats los kunnen doorrekenen zonder het effect van varend scheepsverkeer (netto-effect aanlegplaats).
- Consistentie in zowel de invoer als de weergave van resultaten, en in gedrag van de applicatie.
- Aansluiting van gepresenteerde resultaten op de zogenoemde omgevingswaarde die in het kader van monitoring wordt gebruikt, door resultaten op basis van 'gekarteerd oppervlak' te tonen. Dit betekent dat AERIUS alleen berekende hectares weergeeft waarop daadwerkelijk relevante natuur aanwezig is, zoals dat ook beschouwd wordt bij de omgevingswaarde. Dit houdt in dat een resultaat op een hexagoon van 1 hectare groot, soms meedoet in de oppervlakteberekening voor *minder* dan 1 ha, als niet het volledige hexagoon bedekt is met relevante natuur (zie ook Bijlage 3: Bepalen gekarteerd oppervlakte).
- Opnemen van de 'ruwe' rekenresultaten per situatie in de GML exports, dus óók de resultaten onder de voor de vergunning geldende rekengrens van 0,005 mol/ha/jaar. Deze resultaten worden opgenomen in de GML export, zodat de resultaten van combinatieberekeningen die Calculator uitvoert reproduceerbaar blijven (transparantie).



- Stel dat de berekende bijdrage in de Beoogde situatie 0,006 mol/ha/jaar is (boven de rekengrens) en de bijdrage in de referentiesituatie is 0,004 mol/ha/jaar (onder de rekengrens). Het verschil is dan 0,002 mol/ha/jaar, dus kleiner dan 0,005 mol/ha/jaar, en Calculator zal teruggegeven dat er *geen* resultaat is voor de projectberekening (de verschilberekening). Echter, om dit resultaat te kunnen reproduceren, is het nodig dat de waarde van 0,004 mol/ha/jaar in de Referentiesituatie niet weggegooid wordt in de resultaten GML. Als de waarde van 0,004 mol/ha/jaar immers al afgerond zou worden naar 0 en niet opgenomen zou worden in de GML, lijkt het alsof het verschil tussen de twee situaties 0,006 mol/ha/jaar is, als iemand de som wil narekenen.

DEEL 2 – TECHNISCHE BESCHRIJVING AERIUS CALCULATOR

3. Modellering in AERIUS Calculator

AERIUS maakt gebruik van vastgestelde modellen om stikstofdepositie te berekenen. AERIUS rekent daarbij altijd in overeenstemming met de gepubliceerde rekenwijze van de betreffende modellen. Dit hoofdstuk begint met een toelichting op de rol van modelleren in relatie met meten en op de relevante processen die een plek hebben in de modellering. Vervolgens wordt kort ingegaan op de rekenmodellen die AERIUS gebruikt en wat relevante parameters zijn bij deze modellen. Daarna komen de specifieke (implementatie)keuzes binnen AERIUS aan bod. De hoofdstukken hierna gaan dieper in op de afzonderlijke rekenmodellen.

3.1. Modelleren in relatie met meten

AERIUS Calculator bepaalt de depositie ten gevolge van activiteiten op basis van een modelberekening. Concentraties en depositie kan je echter ook meten, mits de concentraties hoog genoeg zijn. Meten en modelleren hebben beide hun eigen voor- en nadelen en toepassingen: het is geen keuze tussen modelleren of meten, maar altijd een keuze voor een bepaalde combinatie van modelleren én meten. Het optimale resultaat wordt bereikt door beide technieken in te zetten.

- Het meten van concentraties en depositie is noodzakelijk als je wilt weten wat op een bepaald moment en bepaalde plek daadwerkelijk de situatie was. Reeksen van metingen worden gebruikt om ontwikkelingen (trends) in de concentraties van stoffen goed in beeld te hebben (terugkijken).
- Metingen worden ook gebruikt om de modelberekeningen te valideren en waar mogelijk te ijken. Meetresultaten spelen dus ook een rol bij het modelleren. Er zijn verschillende soorten meetmethoden.
- Modelleren is noodzakelijk als je inzicht wil hebben in effecten van toekomstige activiteiten, als je prognoses wilt geven voor de toekomst, als je een dekkend ruimtelijk beeld wilt krijgen of als je wilt 'spelen' met scenario's. De kwaliteit van berekeningen hangt af van de kwaliteit en mogelijkheden van het model en van de kwaliteit van de invoergegevens.
- Modelleren is ook nodig om individuele activiteiten in beeld te krijgen. Metingen zijn daar vaak niet gevoelig genoeg voor en meten bovendien altijd de totale situatie op een bepaald moment.

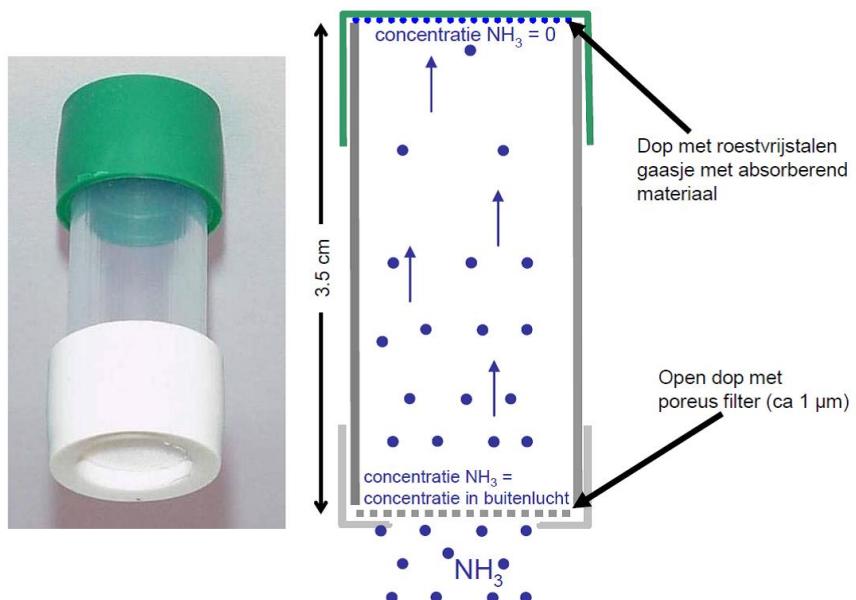
Specifiek voor de modelberekeningen met AERIUS, geldt dat metingen op twee manieren een rol spelen:

- 1) Het rekenmodel OPS als zodanig, waar AERIUS mee rekent, wordt jaarlijks gevalideerd aan de hand van metingen¹. De validatie gebeurt door

¹ Validatie OPS: <https://www.rivm.nl/operationele-prioritaire-stoffen-model/modelbeschrijving/validatie>

berekeningen met OPS te vergelijken met metingen afkomstig van het Landelijk Meetnetwerk Luchtkwaliteit² (LML), het Meetnetwerk Ammoniak³ (MAN) en andere metingen⁴. De metingen zijn een combinatie van uurgemiddelde luchtconcentraties en weekgemiddelde concentraties. In het LML wordt de concentratie en de natte depositie van stikstofoxiden en ammoniak gemeten. De weekgemiddelde concentraties van ammoniak en stikstofdioxide worden door het MAN gemeten met diffusiebuizen (Gradko meetbuisjes – zie Figuur 3) in natuurgebieden verspreid door Nederland. In het Bargerveen (hoogveen), in de Oostelijke Vechtplassen (laagveen) en op de Hoge Veluwe (heide) wordt ook de droge depositie van ammoniak gemeten, wat in de toekomst wordt uitgebreid naar meer gebieden.

2) Bij het bepalen van de totale depositie in Nederland (doorrekening van alle emissiebronnen ten behoeve van monitoring), wordt de berekende depositie gekalibreerd om de uiteindelijke kaart zo goed mogelijk bij gemeten waarden aan te laten sluiten. Het gaat om de achtergronddepositie zoals die is opgenomen in AERIUS Calculator, die is berekend met OPS en die in meer detail is in te zien via AERIUS Monitor. Het gaat hier dus *niet* om een kalibratie op individuele projectberekeningen. De achtergronddepositie is relevant bij rekenen met AERIUS, omdat ermee bepaald wordt of, en zo ja, in welke mate er sprake is van een overbelaste situatie voor stikstof op een bepaalde plek. Dit is van belang bij de beoordeling van het rekenresultaat.



Figuur 3: Een Gradko-meetbuisje, ook wel passieve sampler genoemd. Deze metingen worden samen met het LML gebruikt om maandgemiddelde ammoniakconcentraties te verkrijgen. Bron: <https://www.rivm.nl/stikstof/meten>

² LML: <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-luchtkwaliteit>

³ MAN: <https://man.rivm.nl>

⁴ Zie voor meer informatie: <https://www.rivm.nl/stikstof/meten>

Voor de kalibratie van de totale depositieresultaten (punt 2) wordt gebruik gemaakt van de metingen, zoals in punt 1 beschreven, van het MAN en het LML over de periode van de vijf afgelopen jaren. Met deze kalibratie wordt gecorrigeerd voor het gemiddelde verschil tussen berekende en gemeten concentraties over deze vijf jaren. Per component van de depositie is gekozen voor de methode die het beste aansluit bij het aantal beschikbare metingen per component. Een ruimtelijke correctiekaart wordt toegepast op de droge depositie van ammoniak, op basis van concentratiemetingen van het MAN. De natte depositie van zowel ammoniak als van stikstofoxiden is gekalibreerd op basis van een constante correctiefactor op basis van metingen van het LML. De droge depositie van stikstofoxiden wordt niet gekalibreerd naar metingen. Bovenstaande kalibraties zijn hetzelfde als de kalibraties in de Grootschalige Depositiekaart Nederland (GDN) prognosekaarten (jaarlijkse ronde GCN-GDN). Achtergrondinformatie over de gebruikte kalibratiemethoden staat beschreven in de GCN-GDN rapportage⁵.

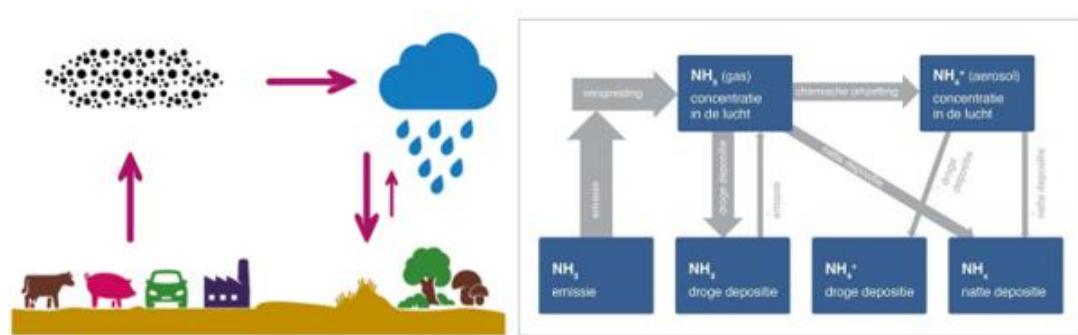
3.2. Modellering in een notendop: relevante processen

Bij modelleren wordt getracht met een meer of minder complexe beschrijving (lees: wiskundige vergelijkingen) de werkelijkheid zo goed mogelijk te benaderen. Om luchtkwaliteit- en depositieberekeningen te kunnen uitvoeren, moeten de relevante processen die hierbij een rol spelen beschreven worden. Figuur 4 illustreert deze processen:

- Emissies (wat er vrijkomt aan stoffen bij de emissiebron/activiteit)
- Verspreiding (hoe emissies zich verspreiden en leiden tot bepaalde concentratie in de lucht)
- Chemische omzetting (processen in atmosfeer die concentratie beïnvloeden)
- Depositie (het weer neerdalen van de stoffen op de grond via droge en natte depositie)
- 'Natuurlijke' emissie (het weer in de vorm van emissie vrijkomen van een deel van de neergeslagen depositie op de grond)

⁵ Zie onderdeel 'Publicaties' op <https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten>.

Versie 2021 is bijvoorbeeld te vinden onder <https://www.rivm.nl/publicaties/grootschalige-concentratie-en-depositiekaarten-nederland-rapportage-2021>



Figuur 4: Schematisch overzicht van de belangrijkste processen die een rol spelen in de luchtkwaliteit; links algemeen en rechts in detail geïllustreerd aan de hand van ammoniak. In het rechterdeel van de figuur zijn de fysische grootheden zoals concentratie en depositieflux vermeld in de blauwe blokken en geven de grijze pijlen de processen weer. De dikte van de pijlen is een (ruwe) maat voor het belang van het proces in de ammoniakketten; voor andere componenten kunnen de verhoudingen anders liggen.

Emissie

Tijdens het proces van emissie stoot een bron een bepaalde stof in de atmosfeer uit. De omvang van emissie is natuurlijk van invloed op de omvang van de concentratie- en depositiebijdrage. Echter, de bronkenmerken zijn van groot belang hoe de emissie wordt uitgestoten. Een 'rustige' emissie (bijvoorbeeld een koe in de wei) zal minder hoog de atmosfeer in worden geforceerd, vergeleken met een schoorsteen waaruit een zeer warme pluim omhoog wordt uitgestoten. Voor de modellering worden verschillende eigenschappen meegenomen in de berekening, zoals de warmteinhoud, de uitstootrichting en -snelheid en de hoogte waarop de emissie wordt uitgestoten.

Verspreiding

Na de emissie zal de stof zich verspreiden. Processen in de atmosfeer spelen een belangrijke rol bij het verspreidingsproces. Vanaf het aardoppervlak tot op een gemiddelde hoogte van ongeveer tien kilometer, spreekt men over de troposfeer. Verontreinigende stoffen van economische activiteiten blijven over het algemeen in de onderste paar honderd meter van de troposfeer hangen, wat de grenslaag wordt genoemd⁶.

Bij de verspreiding van luchtverontreinigende stoffen in de grenslaag, spelen de volgende processen een rol:

- Transport door de wind
- Verdunning door turbulente wervelingen
- Chemische omzetting
- Depositie op vegetatie

De eerste twee processen zijn afhankelijk van de meteorologische omstandigheden. Belangrijke meteorologische factoren zijn: de windrichting, de windsnelheid, de atmosferische turbulentie en de atmosferische menghoogte.

⁶ <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/dampkring>

Hogere windsnelheden en wervelingen dragen bij aan een snellere ver menging met hogere luchtlagen.

Chemische omzetting

De chemische omzetting wordt bepaald door de concentraties van de andere stoffen in de troposfeer waarmee de reactie plaatsvindt. Omzetting van gas naar stikstofhoudend fijnstof is daar een voorbeeld van. Met de omzettingen wordt rekening gehouden, omdat deze van invloed zijn op de concentratie in de lucht en de depositiesnelheid.

Depositie

Verontreinigingen worden uit de atmosfeer verwijderd door depositieprocessen. De depositie op de vegetatie hangt af van het grondgebruik: op 'ruw' terrein (gekwantificeerd aan de hand van de ruwheidslengte; denk aan bossen) vindt meer depositie plaats dan op een open veld, met een lage ruwheidslengte. Hoe meer er onderweg deponeert, hoe lager de concentratie in de atmosfeer. Over het algemeen deponeert ammoniak dichter bij de bron dan NO_x. Daarnaast hangt de depositie van ammoniak ook af van de concentratie van ammoniak die al aanwezig is (de achtergrondconcentratie).

3.3. Rekenmodellen AERIUS: OPS en SRM-2

Bij de modellering van de effecten van activiteiten op de stikstofdepositie in een natuurgebied moeten deze processen een plaats krijgen. AERIUS Calculator gebruikt daarbij de volgende twee modellen:

- OPS (Operationeel Prioritaire Stoffenmodel)
- SRM-2 (standaardrekenmethode 2)

OPS is de facto het rekenhart van AERIUS. Het is een Gaussisch pluimmodel, gecombineerd met een trajectoriemodel dat over zowel korte als lange afstand de atmosferische verspreiding en depositie van stoffen kan modelleren. Met OPS wordt de depositie van alle bronnen berekend, met uitzondering van wegverkeer tot een afstand van 5 km van de weg.

SRM-2 is een standaardrekenmethode om de concentraties van wegverkeer emissies op leefniveau te berekenen, tot een afstand van 5 km van de weg. In AERIUS wordt SRM-2 gebruikt voor het berekenen van de concentraties ten gevolge van wegverkeer tot deze afstand van 5 km; de berekende concentraties worden vervolgens omgezet naar depositiebijdragen door rekening te houden met brondepotie en de effectieve depositiesnelheid. Zowel de brondepotie als effectieve depositiesnelheid worden berekend met OPS. Dit wordt verder toegelicht in hoofdstuk 5. Op grotere afstand van de weg (vanaf 5 km) maakt AERIUS gebruik van OPS om zowel de concentratie- als de depositiebijdrage door wegverkeer te berekenen. OPS rekent daarbij tot een maximale rekenafstand van 25 km van de bron (zie hoofdstuk 4).

3.4. Rekenen per sector

Omdat iedere (economische) sector andere bronkarakteristieken heeft die van invloed zijn op emissie en verspreiding, wordt daar in AERIUS en de onderliggende modellen rekening mee gehouden. AERIUS Calculator biedt de gebruiker een gestandaardiseerde manier om brongegevens in te voeren en gebruikt de data vervolgens om de emissie en depositie te berekenen. Per sector wordt de bijdrage berekend en de resultaten worden opgeteld om te komen tot een totale bijdrage van de doorgerekende situatie.

Onderstaand is een korte toelichting gegeven per sector. Verderop in dit handboek wordt dieper ingegaan op zowel de wijze van modelleren met OPS en SRM-2 (hoofdstuk 4 en 5) als de rol van de gebruiker bij het modelleren (hoofdstuk 7).

3.4.1. Wegverkeer

Een weg moet in AERIUS als een lijnbron worden ingevoerd. De gebruiker geeft de verkeersgegevens (intensiteiten, samenstelling, snelheid en mate van congestie) en kenmerken per wegvak op. Op basis van deze invoer en emissiefactoren uit de database berekent AERIUS de emissie per meter wegvak voor het gekozen rekenjaar, voor stikstofoxiden (NO_x en NO_2) en ammoniak (NH_3). AERIUS verdeelt de lijnbron vervolgens in gelijke stukken en bepaalt de emissie per stuk weg. De gebruiker kan er ook voor kiezen om eigen emissiefactoren op te geven, in plaats van vaste emissiefactoren uit de database.

Ieder stuk weg wordt als een puntbron doorgerekend met zowel SRM-2 (tot 5 km) als met OPS (vanaf 5 km). Bij de verspreidingsberekening gaat AERIUS uit van bronkenmerken die deels door de gebruiker zijn ingevoerd en deels overeenkomen met de bronkenmerken die RIVM hanteert bij het opstellen van de GCN/GDN kaarten.



3.4.2. Scheepvaart

Voor berekeningen voor scheepvaart maakt AERIUS onderscheid tussen emissies van stilliggende schepen (aanlegplaats binnenvaart of zeevaart) en emissies van varende schepen (binnenvaart, zeevaart binnengaats of zeeroute). De varende schepen moeten als lijnbron worden gemodelleerd, net als wegverkeer.

Bij een aanlegplaats geeft de gebruiker aan hoeveel schepen er aanleggen, van welke scheepstype, hoe lang ze aanleggen en welk deel van de tijd ze walstroom gebruiken. Bij een aanlegplaats voor binnenvaart is de mate van belading ook relevant. AERIUS berekent de emissie NO_x en bepaalt de kenmerken voor de verspreiding op basis van de ingevoerde gegevens en emissiefactoren uit de database en rekent de bron door met OPS.

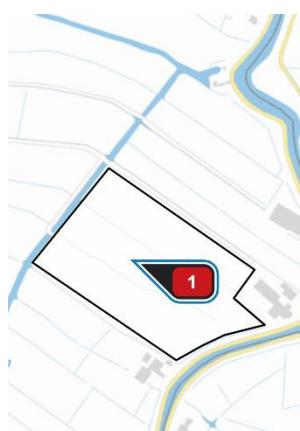


Bij vaarroutes geeft de gebruiker op hoeveel schepen er varen van welk scheepstype. Bij *binnenvaart* moet ook het vaarwater gekozen worden en kan het aantal schepen per scheepstype en de beladingstoestand per vaarrichting worden aangegeven. Specifiek voor *binnengaats zeevaart* kan een gebruiker het begin- en/of eindpunt van de vaarlijn koppelen aan een aanlegplaats voor zeevaart. Koppeling van de vaarroute aan een aanlegplaats zorgt ervoor dat bij de emissiebepaling rekening wordt gehouden met een ophoogfactor voor het manoeuvreren in de buurt van de aanlegplaats (zie ook paragrafen 7.2.11 en 7.2.12).

AERIUS berekent op basis van de ingevoerde gegevens en emissiefactoren uit de database de emissie NO_x en rekent de bron door met OPS, op basis van bronkenmerken die ook uit de database komen. De emissiefactoren en bronkenmerken in de database zijn afkomstig van TNO (zie Binnenvaart/Zeescheepvaart – emissiefactoren/bronkenmerken in Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS). Daarnaast is het mogelijk om via Connect een eigen scheepstype met emissiefactoren en bronkenmerken door te rekenen. Deze optie wordt nog niet ondersteund in de applicatie van Calculator.

3.4.3. Mobiele werktuigen

Mobiele werktuigen definieer je in AERIUS Calculator als een bepaald type werktuig, op basis van stage klasse, in combinatie met draaiuren, brandstofverbruik en gebruik van AdBlue (indien van toepassing). AERIUS berekent dan op basis van emissiefactoren, aangeleverd door TNO,⁷ in de database de emissie NO_x en NH₃ en rekent de bron door met OPS. Bij het doorrekenen gebruikt Calculator vaste defaultwaarden voor de hoogte, spreiding, warmte-inhoud en etmaalvariatie. Deze waarden komen overeen met de gemiddelde waarden voor bronnen binnen deze sector die RIVM hanteert bij het opstellen van de GCN/GDN kaarten en zijn niet aanpasbaar.



3.4.4. Landbouw

Binnen de sectorgroep landbouw is onderscheid in enerzijds stallen, waarbij de emissie op basis van emissiefactoren wordt bepaald (uit de database of een door de gebruiker aangeleverde emissiefactor), en overige landbouwsectoren waarbij de emissie direct ingevuld wordt door de gebruiker. Het direct invullen van de emissie geldt voor de sectoren Mestopslag, Vuurhaarden en overig, Glastuinbouw en Landbouwgrond. Bij die laatste sector moet de gebruiker aanvullend de categorie kiezen waarbinnen de emissie plaatsvindt (bijvoorbeeld Beweiden).

Bij stallen berekent AERIUS de NH₃-emissie op basis van ingevulde gegevens over dieraantallen, in combinatie met emissiefactoren die per door de gebruiker opgegeven stalsysteem uit de database gehaald worden. Het is ook mogelijk om effecten van stalmaatregelen mee te nemen in de emissiebepaling of om eigen emissiefactoren aan te geven. Alle landbouwemissies worden doorgerekend met OPS.

3.4.5. Industrie, Wonen & Werken, Railverkeer en Luchtverkeer

Binnen de sectorgroepen Industrie, Wonen & Werken, Railverkeer en Luchtverkeer maakt AERIUS onderscheid tussen verschillende sectoren, zoals 'Chemische industrie' of 'Kantoren'. Voor alle sectoren bij deze sectorgroepen geeft de gebruiker zelf de bronnenmerken en emissie op, maar de defaultwaarden voor bronnenmerken kunnen wel variëren tussen de sectoren.

Bij de sectorgroep Railverkeer bijvoorbeeld is het mogelijk om emplacementen (vlakbronnen) en spoorwegen (lijnbronnen) in te voeren. De emissies van deze bronnen moeten door de gebruiker zelf bepaald worden, maar in AERIUS Calculator zijn bronnenmerken als hoogte, spreiding, warmte-inhoud en

⁷ Ligterink et al., 2021. AUB een robuuste schatting van NO_x en NH₃ uitstoot van mobiele werktuigen. TNO_2021_R12305

temporele variatie opgenomen voor treinen. De bronnen worden doorgerekend met OPS.

3.4.6. Energie en Anders

De sectorgroepen Energie en Anders hebben geen nader onderscheid in sectoren. Bij beide sectorgroepen geeft de gebruiker zelf de bronnenmerken en emissie op. De bronnen worden doorgerekend met OPS.

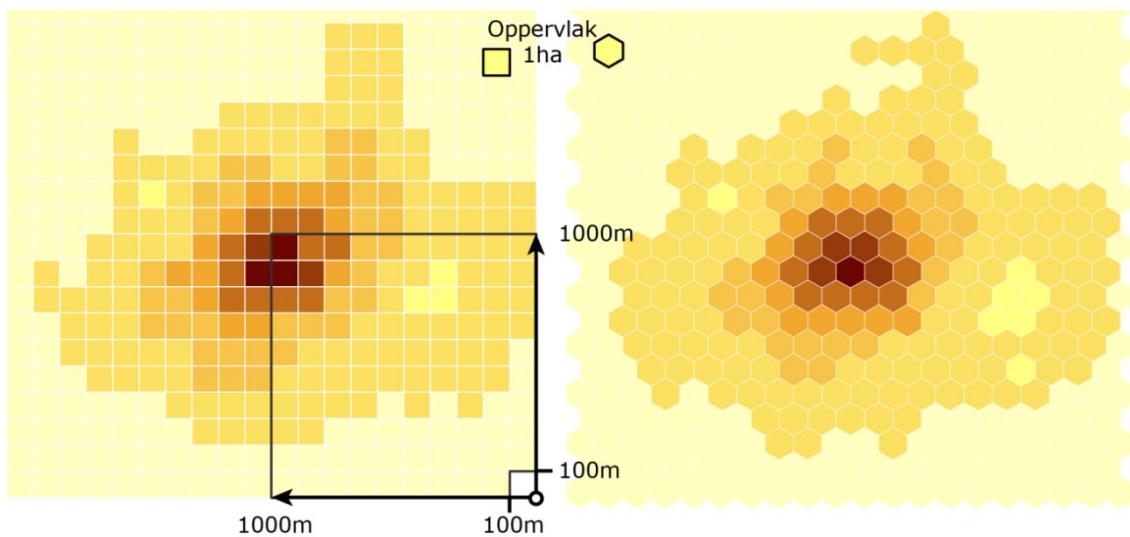
3.5. Schaalniveau en keuze voor hexagonen

AERIUS berekent de depositie op vaste rekenpunten, waarbij het rekenresultaat wordt toegeschreven aan een oppervlakte van één hectare rondom dat rekenpunt (10.000 m^2 of $0,01 \text{ km}^2$). De keuze voor een uitvoerresolutie van 1 ha in AERIUS is destijds bewust gemaakt. Tijdens het kiezen daarvan werd overwogen dat het schaalniveau van de Grootschalige achtergrond Concentratie en - Depositiekaarten (GCN/GDN) Nederland - een vierkant grid met vakken van 1 km^2 (1000 bij 1000 meter) - te grof was voor het kunnen beoordelen van effecten op habitatgebieden. Vanuit ecologisch perspectief zou een rekenresolutie van 100 m^2 (10 bij 10 meter) gewenst zijn om habitatgebieden zo gedetailleerd mogelijk door te kunnen rekenen; dit werd echter als te fijn gezien om te kunnen waarmaken met de onderliggende rekenmodellen.⁸

De hectares worden in AERIUS gevisualiseerd in de vorm van een hexagoon, waarbij een hexagoon van 1 ha zijdes heeft met een lengte van ongeveer 62,04 meter en een lange diameter van ongeveer 124,08 meter. Er is een aantal redenen waarom gekozen is voor hexagonen:

- Het hexagonale grid heeft als voordeel ten opzichte van een vierkant grid, dat alle afstanden binnen het grid equidistant zijn. Dat betekent dat ieder midden van een gridcel altijd even ver verwijderd is van het midden van een andere gridcel. Hierdoor is de verspreiding van een stof beter in beeld te brengen. Figuur 5 illustreert de doorwerking van de emissies uit een puntbron bij een vierkant en bij een hexagonaal grid.
- Een hexagoon is de geometrische vorm die het dichtst een cirkel benadert en toch nog een sluitend grid kan vormen. Daardoor is er een betere verhouding tussen rand en oppervlak en dus een betere overgang tussen verschillende gridcellen.
- Het gebruik van een hexagonaal grid sluit beter aan bij de natuurlijke geometrieën en ontwikkelingen daarin die binnen het natuurdossier belangrijk zijn, zoals vegetatie en dierenpopulaties.

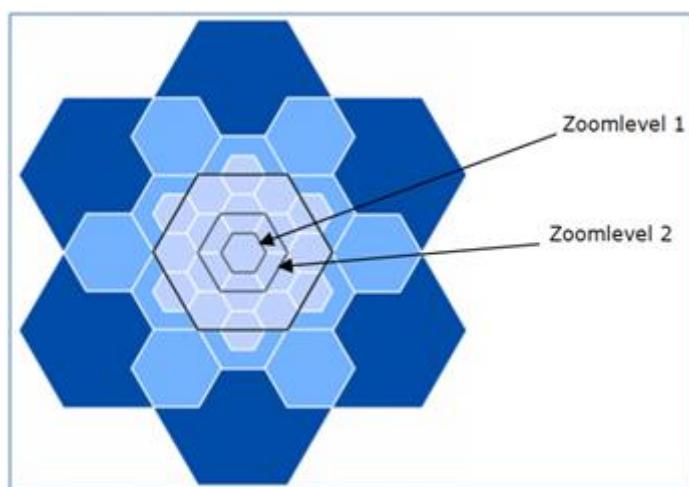
⁸ <https://www.rivm.nl/relevante-ruimtelijke-schaal-van-droge-depositiemodellering-in-kader-van-programmatische-aanpak>



Figuur 5: Het verschil tussen een rechthoekig-grid en een hexagonaal-grid.

Een hexagonaal grid biedt voor visualisatie op kaart nog een praktische handigheid. AERIUS visualiseert rekenresultaten op verschillende zoomlevels. Als je uitzoomt, zie je nog steeds hexagonen, maar deze hebben bij bepaalde zoomniveaus een groter oppervlak dan 1 ha (Figuur 6).

Het rekenresultaat dat je ziet bij een hexagoon, is altijd het resultaat dat hoort bij het rekenpunt in het midden van het hexagoon. Met een hexagonaal grid blijft het centrumpunt van het hexagoon gelijk bij het uitzoomen, en is het midden van het grotere hexagoon dus gelijk aan het midden van het kleinste hexagoon van 1 ha. Bij het uitzoomen blijft het rekenresultaat dus gelijk, zolang het middelpunt van het hexagoon gelijk blijft.



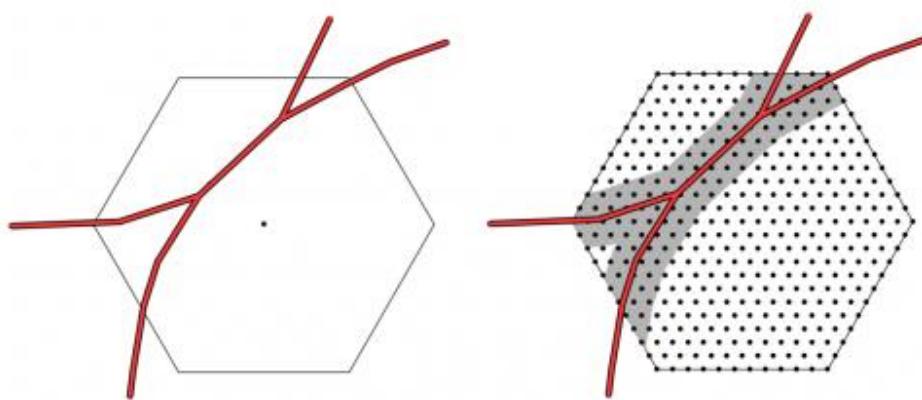
Figuur 6: Weergave van verschillende zoomniveaus ten opzichte van elkaar. Een hoger zoomniveau geeft dus dezelfde waarde, omdat deze de waarde is van het middelpunt van alle zoomniveaus op dat punt.

3.6. Rekenen dicht bij de bron: 'bron in receptor methode'

Zoals toegelicht hierboven berekent AERIUS de deposities per hexagoon met een oppervlakte van 1 hectare. Het rekenpunt ligt in het midden van de hexagoon. De berekende depositie op het rekenpunt wordt toegekend aan de gehele hexagoon van 1 hectare. Bij toepassing van eigen rekenpunten wordt ook een fictief hexagoon van 1 ha om het rekenpunt gelegd.

Als de afstand tussen de emissiebron en het rekenpunt (midden hexagoon) relatief kort is, kan de modelberekening een waarde opleveren die niet representatief is voor de depositiebijdrage op dit rekenpunt en hexagoon. Om dit te voorkomen werkt AERIUS met de methode vanubreceptoren:

- Wanneer een OPS bron binnen 20 meter van een rekenpunt (midden hexagoon) valt, definieert AERIUS in het desbetreffende hexagoon 397ubrekenpunten. De bijdrage van de OPS bron wordt berekend op alleubrekenpunten die *verder* dan 20 meter van de bron liggen en de resultaten op dezeubrekenpunten worden gemiddeld. Wanneer de bron een oppervlaktebron is, dan wordt 20m gerekend vanaf de rand van de bron. Wanneer de diameter van de bron groter is dan 100m wordt er geenubreceptor berekening uitgevoerd.
- Wanneer een wegsegment (een deel van een SRM-2 lijnbron) een hexagoon ergens doorkruist, definieert AERIUS in het desbetreffende hexagoon 397ubrekenpunten. De bijdrage van het betreffende wegsegment wordt dan berekend op alleubrekenpunten die *verder* dan 20 meter van het segment liggen en de resultaten op deubrekenpunten worden gemiddeld.



Figuur 7: Voorbeeld van het toepassen vanubrekenpunten bij een lijnbron. De lijn doorkruist het hexagoon, en dus wordt deubreceptorenmethode toegepast. Het grijsgearceerde gedeelte is de buffer van 20 meter:ubreceptoren binnen deze buffer worden door hun nabijheid niet meegenomen in de berekening. Voor een puntbron gaat dit op een vergelijkbare manier: als de puntbron binnen 20 meter van het midden van het hexagoon ligt, wordt gerekend metubreceptoren, waarbij alleubreceptoren binnen 20 meter van de bron niet meedoen.

3.7. Betrouwbaarheid modellering in AERIUS

Elke meting, net als een berekening met een model, kent een bepaalde onzekerheid⁹. De modellen die in AERIUS worden toegepast zijn uitgebreid gevalideerd aan de hand van wereldwijd beschikbare meet experimenten, waarmee de fysische werking van de modellen kan worden vastgesteld.

Desondanks kennen de modellen altijd een onzekerheid. In 2011 heeft het RIVM een notitie¹⁰ opgesteld waarin de onzekerheden zijn beschreven voor depositie berekeningen met AERIUS op lokale schaal.

- De onzekerheid in de berekende *absolute* waarde van de lokale achtergronddepositie bedraagt 70%. Deze onzekerheid hangt samen met onzekerheden in de emissies, het landgebruik, de verspreidingsberekening en de depositie flux berekening. De onzekerheid in de berekende deposities op hectare niveau (10.000 m^2) is niet *a priori* in te schatten, maar is van dezelfde orde grootte.
- De onzekerheid in de absolute bijdrage wordt grotendeels bepaald door de onzekerheden in broneigenschappen en in mindere mate door de wijze van verspreiding- en depositieberkening. Daarom wordt in AERIUS veel aandacht besteed aan ruimtelijke verfijning en detailinformatie van emissiebronnen dichtbij natuurgebieden. Desondanks zal de onzekerheid nog steeds enkele tientallen procenten blijven.
- In veel berekeningen met AERIUS Calculator gaat het echter om het verschil tussen twee of meerdere situaties waarin veel van de onzekerheden hetzelfde zijn en dus wegvalLEN. Over de toe- of afname van een project kan dus wel degelijk een zekerdere uitspraak worden gedaan. De berekende verschillen ontstaan dan door voornamelijk de verandering in emissies en eventueel bronkarakteristieken.
- Bij het vergelijken van absolute uitkomsten van een depositie berekeningen met bijvoorbeeld met een kritische depositiewaarde (KDW) is het van belang bewust te zijn van de onzekerheden aan beide kanten van de waarden.

⁹ Onzekerheid wordt in spreektaal ook wel vaak ‘fout’ genoemd; ‘onzekerheid’ is echter correcter omdat fouten opgelost kunnen worden maar een bepaalde mate van onzekerheid onvermijdelijk is in metingen en modelberekeningen.

¹⁰ RIVM. Guus Velders et al. [Toelichting depositieberkeningen AERIUS](#). 23 september 2011.

4. Implementatie OPS in AERIUS

De rekenkern van AERIUS wordt gevormd door het Operationeel Prioritaire Stoffen (OPS) model. Het OPS model is bedoeld om concentraties en deposities in Nederland te berekenen van zwaveldioxide, stikstofdioxiden en ammoniak (SO_2 , NO_x en NH_3). Naast deze primaire stoffen wordt ook de verspreiding en depositie van secundaire vormen (SO_4^{2-} , NO_3^- en NH_4^+) gemodelleerd. Bij AERIUS Calculator ligt de focus op stikstof (emissies van NO_x en NH_3).

Omdat OPS een groot toepassingsbereik heeft, wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de belangrijkste modelkenmerken en hoe deze in AERIUS zijn geïmplementeerd. Voor uitgebreide beschrijvingen van OPS en ook verwijzingen naar relevante rapporten wordt de lezer doorverwezen naar de website van het RIVM¹¹.

4.1. Wat is OPS?

Het OPS model is een analytisch model, dat voor de lokale schaal gebruik maakt van de Gaussische dispersieformule. Voor transport over grote afstand werkt het model als een trajectoriemodel. Bij tussenliggende situaties is het een combinatie van beide. Omdat Gaussische dispersiemodellen over het algemeen te grote onzekerheden met zich meebrengen op grotere afstanden van de bron, wordt er gebruik gemaakt van een combinatie met een trajectoriemodel, dat feitelijk de Gaussische pluim een trajectorie kan geven. Op deze manier kan OPS bijdragen van lokale, regionale en buitenlandse bronnen in één berekening combineren. Hierdoor is het bijvoorbeeld ook mogelijk om uitkomsten direct met metingen te vergelijken. Uiteindelijk berekent OPS een jaargemiddelde concentratie of depositie door meteoklassen door te rekenen en die te wegen met de frequentie van voorkomen van iedere klasse.

4.2. Toepassingsbereik OPS

Het emissiedomein van OPS is in principe geheel Europa. Dat betekent dat met OPS bronnen in binnen- en buitenland kunnen worden doorgerekend. OPS kan daarbij rekenen met punt en vlak- en lijnbronnen. Wat een zinvolle uitvoerresolutie is, hangt mede af van de detaillering van de ingevoerde emissies. Denk aan de ruimtelijke verdeling en omvang van de emissies, maar ook om kenmerken van het emissiepunt, zoals uitstoothoogte, snelheid van uittreding en temperatuur. Deze aspecten zijn van invloed op hoe de emissies zich verspreiden in de atmosfeer. Net als bij alle modelberekeningen, geldt ook voor berekeningen met OPS dat deze nauwkeuriger worden bij een kwalitatieve en gedetailleerde invoer.

¹¹ <http://www.rivm.nl/ops>

4.2.1. Rekenbereik in AERIUS: geografische grondslag

Binnen AERIUS Calculator wordt voor de locatie van de bronnen en de rekenpunten gebruik gemaakt van het RijksDriehoeksStelsel (RDS). In de praktijk leidt dit tot een formeel rekenbereik van AERIUS zoals weergegeven in Figuur 8. In Calculator is deze begrenzing te visualiseren door de kaartlaag 'Geografische rekengrondslag' aan te zetten. Buiten de Geografische rekengrondslag kunnen er afwijkingen optreden in de exacte locatie, omdat het lineair doortrekken binnen het RDS stelsel door de boling van de aarde minder nauwkeurig wordt. De echte locatie van emissiepunten kan dan anders zijn dan de locatie waarmee gerekend wordt.



Figuur 8: de kaartlaag Geografische rekengrondslag in AERIUS Calculator, te vinden onder 'Kaartlagen'. De stippe lijn geeft de begrenzing aan.

4.2.2. Maximale rekenafstand in Calculator

AERIUS Calculator rekent met OPS tot een maximale afstand van 25 km van een emissiebron. Bij wegverkeer rekent OPS de bijdrage vanaf 5 km van de weg; tot een afstand van 5 km wordt gebruik gemaakt van SRM-2. De maximale rekenafstand betekent dat voor elk rekenpunt alleen emissies worden meegenomen van bronnen die binnen 25 km van dat rekenpunt liggen. In het geval van lijn- of vlakbronnen, wordt alleen het deel van de lijn of het vlak meegenomen dat binnen 25 km ligt (de deelbronnen).

Maximale rekenafstand van 25 km geldt alleen voor individuele projectberekeningen

De maximale rekenafstand van 25 km wordt toegepast binnen AERIUS Calculator en Connect wanneer een berekening wordt uitgevoerd voor Wnb-toestemmingsverlening. Het gaat dan om individuele projectberekeningen. Bij het berekenen van de totale deposities, ten behoeve van de monitoring van stikstof in Nederland, past het RIVM geen maximale rekenafstand toe.

4.2.3. 'Hexagonen met mogelijk randeffect' door maximale rekenafstand

Omdat de maximale rekenafstand per (deel)emissiebron wordt toegepast, kan het voorkomen dat er rekenpunten zijn waar wel een resultaat voor is, maar waar niet voor *alle* ingevoerde emissiebronnen een bijdrage is berekend. Immers, de maximale rekenafstand zorgt ervoor dat alleen voor de (deel)bronnen die binnen 25 km liggen van het rekenpunt, een bijdrage wordt berekend.

Dit gegeven heeft als gevolg dat - met name bij verschilberekeningen - er sprake kan zijn van zogeheten 'hexagonen met een mogelijk randeffect'. Er kan bijvoorbeeld een toename in depositie worden berekend op een rekenpunt, alleen omdat in de nieuwe situatie de emissiebronnen anders liggen. Het kan dan gebeuren dat op een bepaald rekenpunt (een deel van) de bronnen in de bestaande situatie *niet* meer worden meegenomen in de berekening, terwijl voor de nieuwe situatie *wél* alle bronnen zijn doorgerekend. Een dergelijke berekende depositie toename noemt men dan een randeffect: de toename wordt namelijk niet zozeer veroorzaakt omdat de bijdrage in de nieuwe situatie aantoonbaar hoger is dan in oude situatie, maar omdat de bijdrage in de oude situatie niet of niet volledig berekend is op het hexagon, vanwege de rekenafstand.

In AERIUS worden deze 'hexagonen met mogelijk randeffect' ook wel afgekort tot 'randhexagonen' (in de applicatie). De 'randhexagonen' in AERIUS zijn gedefinieerd als **hexagonen waarvan het middelpunt (receptor) op grotere afstand dan 25 km ligt van tenminste 1 puntbron of (deel van) een vlakbron.**

- Of een hexagon wel of niet een 'mogelijk randeffect' heeft, wordt per situatie vastgelegd en is ook terug te vinden in de GML met resultaten, als kenmerk bij ieder hexagon ('edge effect true/false').
- Het in beeld brengen van de resultaten zonder de hexagonen met mogelijk randeffect en de resultaten op alléén de hexagonen met mogelijk randeffect, gebeurt in de AERIUS applicatie alleen bij verschilberekeningen waar sprake is van een Referentiesituatie.
 - Dit betekent dat niet bij alle berekeningen, 'randhexagonen' in beeld gebracht worden: je krijgt de optie alleen als er sprake is van een Referentiesituatie én je naar een verschilberekening kijkt.
 - Voor deze uitwerking is gekozen, vanwege de wens de hexagonen met mogelijk randeffect in beeld te brengen voor 'projecten met intern salderen'. In AERIUS wordt intern salderen berekend door middel van het invoeren van een Referentiesituatie.
 - In een verschilberekening zijn de 'randhexagonen' alle hexagonen, die in minimaal 1 van de te vergelijken situaties gelden als 'hexagon met mogelijk randeffect'. Dit is zelf na te rekenen, door

de GML's met resultaten van de betreffende situaties te vergelijken op het kenmerk 'edge effect true/false'.

- Let op: 'Salderingssituaties' (extern salderen) vallen buiten de scope van de huidige implementatie van 'hexagonen met mogelijk randeffect'. Dat betekent dat bij berekeningen waar (ook) een salderingssituatie in zit, dit geen invloed heeft op welke hexagonen tellen als 'hexagoon met mogelijk randeffect'. Het is daardoor mogelijk dat er randeffecten van het extern salderen optreden binnen de set 'zonder hexagonen met mogelijk randeffect'.
- Let op: uit de AERIUS berekening volgt geen oordeel of conclusie met betrekking tot de hexagonen met mogelijk randeffect. Het betreft alleen een visualisatie, als ondersteuning om te kunnen komen tot een oordeel.

Geen rol voor lijnbronnen bij bepalen 'hexagonen met mogelijk randeffect'

Bij het definiëren van 'randhexagonen' in AERIUS is bewust gekozen voor 'hexagonen waarvan het middelpunt (receptor) op grotere afstand dan 25 km ligt van tenminste 1 *puntbron* of (deel van) een *vlakbron*'. Oftewel, het wel of niet hebben van lijnbronnen in je berekening heeft geen effect op de keuze of een hexagoon als 'hexagoon met mogelijk randeffect' wordt gezien.

Dit betekent:

- Dat het voor de selectie *welke* van de doorgerekende hexagonen tellen als 'hexagoon met mogelijk randeffect' in AERIUS, niet uitmaakt of je lijnbronnen toevoegt, verwijdert of aanpast
- Dat het daardoor mogelijk is dat binnen de set 'hexagonen zonder mogelijk randeffect', wél nog randeffecten optreden die worden veroorzaakt door lijnbronnen.

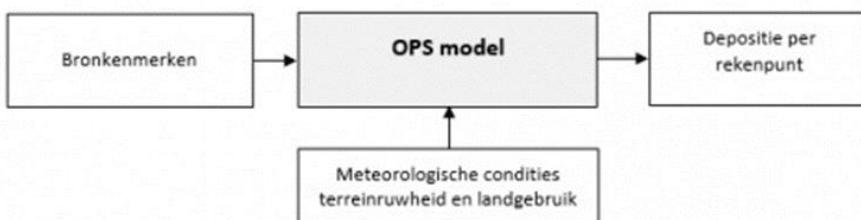
Er is gekozen voor het uitsluiten van lijnbronnen bij de bepaling om de volgende redenen:

- De daadwerkelijke randeffecten die kunnen optreden bij lijnbronnen zijn meestal beperkt, omdat een lijnbron voor de berekening wordt opgesplitst in meerdere puntbronnen. Het is dus meestal niet de bijdrage van de hele lijnbron die wegvalt als een receptor iets verder weg ligt, maar alleen het stukje van de lijnbron dat buiten de 25 km valt. De keuze om lijnbronnen niet mee te nemen in de bepaling, leidt daarom naar verwachting niet grote (resterende) randeffecten.
- Andersom zou bij het wél meenemen van lijnbronnen, de set 'hexagonen met mogelijk randeffect' heel veranderlijk worden: door het iets verlengen of verkorten van een lijnbron zou een hexagoon al kunnen wisselen van 'geen mogelijk randeffect' naar 'wel mogelijk randeffect'. Zeker bij lijnbronnen die buiten de grens van inrichtingen worden getekend werd dit niet als wenselijk gezien, met name in combinatie met het eerste punt.

4.3. Rekenen met OPS: schematische weergave

Figuur 9 geeft schematisch weer hoe rekenen met OPS werkt. Vanuit de gebruiker worden - default of eigen - bronnenmerken inclusief emissies ingevoerd. Het OPS model berekent op basis van deze invoer én

brononafhankelijke parameters als meteorologische omstandigheden, terreinruwheid en landgebruik, de verspreiding van de emissies in de lucht (concentraties) en hoeveel van die stoffen per hectare op bodem of gewas terechtkomt (depositie).



Figuur 9: schematische weergave berekening OPS

Een overzicht van de kenmerken waarmee emissiebronnen beschreven worden in OPS, is opgenomen in Bijlage 4: Kenmerken emissiebronnen in OPS.

4.4. Punt-, lijn- en vlakbronnen

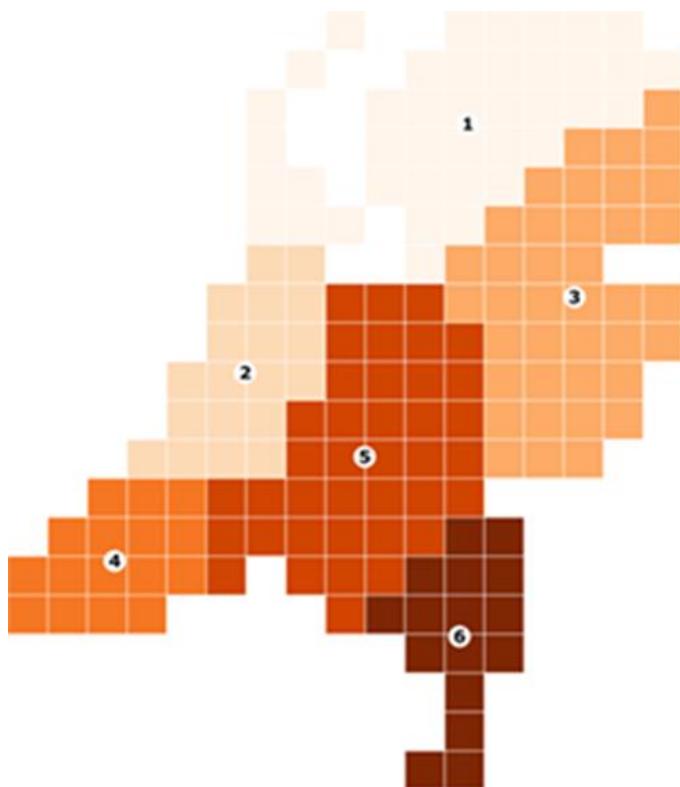
Met AERIUS kunnen puntbronnen, vlakbronnen en lijnbronnen worden doorgerekend. Vlak- en lijnbronnen worden bij doorrekening opgedeeld in deelbronnen:

- Een lijnbron in AERIUS wordt vastgelegd als een 'linestring': een lijn die is opgebouwd uit een aantal punten. Iedere lijnbron die wordt doorgerekend met OPS - dat geldt voor alle lijnbronnen, met uitzondering van lijnbronnen voor wegverkeer gelegen binnen 5 km van een rekenpunt - wordt verdeeld in een aantal gelijke stukken, met een maximale lengte per stuk (max 25 meter). Het maakt hierbij niet uit of de linestring uit twee of meer punten bestaat. In het midden van ieder stuk van de lijn wordt vervolgens een puntbron neergelegd. De emissie die op de gehele lijnbron optreedt, wordt gelijkmatig verdeeld over de puntbronnen, welke door OPS doorgerekend worden.
- Een vlakbron kan met OPS alleen doorgerekend worden als de vorm een cirkel of vierkant is. AERIUS deelt een complexe oppervlaktebron op in één of meerdere vierkante deeloppervlaktebronnen, die elk een deel van de totale oppervlakte en emissie representeren. Om de middelpunten van deze deelbronnen te bepalen, wordt een complexe bron eerst verrasterd. Vervolgens wordt met behulp van overlapfactoren bepaald wat de weegfactor is per deelbron en aan de hand daarvan wordt de emissie verdeeld over de deelbronnen.

Voor nadere uitwerking hoe lijn- en vlakbronnen worden omgezet naar deelbronnen, zie: Bijlage 5: Omzetten oppervlakte- en lijnbronnen .

4.5. Meteorologische gegevens

Een belangrijke parameter bij het OPS model zijn de meteorologische gegevens waarmee wordt gerekend. Zoals in het vorige hoofdstuk al kort genoemd, zijn deze van invloed op de berekende verspreiding van de emissies en de chemische omzetting. OPS onderscheidt zes regio's (zie Figuur 10). De gegevens per regio zijn afgeleid van de metingen op 19 KNMI meetstations.



Figuur 10 De zes meteorologische regio's in Nederland binnen het OPS model.

In OPS worden meteorologische waarnemingen van het KNMI op een statistische manier gebruikt. Dat betekent dat de verschillende mogelijke verspreidingssituaties vooraf in een 'preprocessor-stap' verdeeld worden over een aantal klassen (indeling op basis van KNMI-meteostations). Bij iedere klasse hoort een bepaalde transportrichting, atmosferische stabilitet en transportschaal. De bijbehorende verspreidingsparameters (relevant voor de doorrekening) worden bepaald aan de hand van de eigenschappen van alle trajectoriën die binnen de klasse vallen.

Een jaargemiddelde concentratie of depositie wordt bepaald door het doorrekenen van alle klassen en door weging achteraf met de frequentie van voorkomen. De middelingstijd wordt bepaald door de meteorologische dataset die voor de berekening wordt gebruikt; jaarstatistieken zijn hierbij de standaard.

In AERIUS Calculator worden alle berekeningen met OPS standaard uitgevoerd met meerjarige meteorologische gegevens. Op die manier kunnen verschillende situaties goed met elkaar vergeleken worden en kan het effect van specifieke meteorologische omstandigheden in een bepaald jaar niet bepalend worden voor de conclusie van een vergunningaanvraag. OPS maakt momenteel voor de meerjarige meteorologie gebruik van meetgegevens over de periode 2005-2014.

4.6. Terreinruwheid en landgebruik

De terreinruwheid en het landgebruik bepalen de snelheid waarmee stoffen neerslaan, oftewel de droge depositiesnelheid. De terreinruwheid beïnvloedt de grootte van de wervels in de luchtlagen boven het aardoppervlak. Een hogere ruwheid leidt tot meer grotere wervels die ervoor zorgen dat stoffen sneller het aardoppervlak bereiken. Niet alleen de terreinruwheid ter plekke van het rekenpunt zelf is bij de modelberekening relevant, maar ook het verloop in terreinruwheid op het traject tussen de emissie en het rekenpunt. De biologische en fysische kenmerken van het oppervlak ('landgebruik') bepalen hoe makkelijk de stoffen worden opgenomen of geadsorbeerd.

De gegevensset ruwheid en landgebruik in AERIUS bevat de gemiddelde ruwheidslengte, en dominante en het gewogen landgebruik, voor alle rekenpunten in AERIUS. Het landgebruik is afgeleid van het Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland. Zie voor meer informatie over het bepalen van de landgebruiksklasse in AERIUS Bijlage 7: Landgebruik en terreinruwheid in AERIUS.

4.7. Bronkenmerken: hoogte en pluimstijging

Een voor de verspreiding relevant kenmerk is de **hoogte** waarop de emissie plaatsvindt. Bij hoge bronnen (met een zekere warme emissie) wordt de emissie beter gemengd in de atmosfeer (ook wel verdunning genaamd). Een tweede relevant kenmerk is de pluimstijging: dit is de **extra hoogte** die de emissie kan winnen, nadat het is geëmitteerd. Bij een bron met een grote pluimstijging zal de pluim over een groter gebied verspreiden. Het duurt dan ook langer voordat de pluim de grond bereikt. Hierdoor kan de lokale concentratie en depositie van een project op kortere afstand van de bron afnemen.

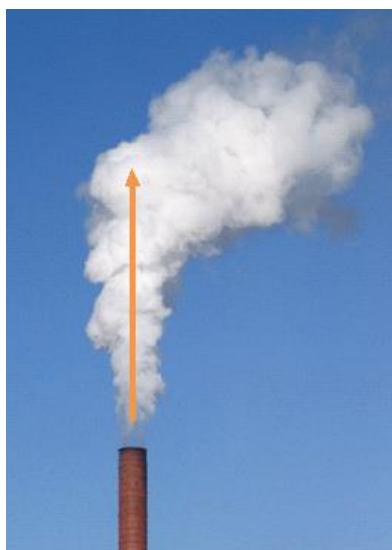
In modelberekeningen wordt met deze aspecten rekening gehouden, door te rekenen met een effectieve uittreedhoogte, die gelijk is aan de uittreedhoogte plus de pluimstijging. Pluimstijging kan het gevolg zijn van:

- Warmte-inhoud van het rookgas: dit heet thermische pluimstijging. Hiervan is sprake van wanneer het rookgas, bij het verlaten van het emissiepunt, een hogere temperatuur heeft dan zijn omgeving. Dit kan bijvoorbeeld bij

ventilatieroosters, open deuren en luiken, maar ook bij industriële bronnen en schepen. Thermische pluimstijging kan ook optreden bij rookgas die in horizontale emissie geforceerd wordt uitgestoten, bijvoorbeeld bij een uitblaasopening op de gevel van een gebouw

- Snelheid van het rookgas: dit heet impulsstijging. Dit is het gevolg van de verticale snelheid die het rookgas meekrijgt wanneer het geforceerd uitgestoten wordt, bijvoorbeeld bij luchtwassers en andere industriële bronnen.

Figuur 11 toont een voorbeeld van rookgasemissie uit een schoorsteen waarbij sprake is van pluimstijging. In de praktijk zal de pluimstijging vaak minder duidelijk zichtbaar zijn. Tot en met AERIUS Calculator 2019.0 werd in de berekeningen alleen met thermische pluimstijging rekening gehouden. Vanaf AERIUS Calculator 2019A wordt ook de impuls pluimstijging berekend.



Figuur 11: Indicatie van de pluimstijging, aangegeven met de pijl. De emissie vindt plaats ter hoogte van de bovenkant van de schoorsteen. De emissie stijgt echter op ten gevolge van de pluimstijging. De effectieve uittreedhoogte ligt hierdoor ter hoogte van de bovenkant van de pijl.

4.7.1. Bepalen van de pluimstijging

De pluimstijging wordt berekend in het OPS model. De berekening in OPS vindt plaats in de volgende stappen:

1. De pluimstijging door impuls wordt berekend volgens de formulering van Briggs¹² en van Turner¹³. Deze berekening komt overeen met de berekening in het Nieuw Nationaal Model (NNM)^{14,15}.
2. De thermische pluimstijging wordt berekend zoals beschreven in de handleiding van OPS¹⁶. Zie ook Bijlage 6: Berekening warmte-inhoud en thermische pluimstijging.
3. De uiteindelijke pluimstijging is gelijk aan het maximum van 1 en 2.

Hierbij wordt benadrukt dat de pluimstijging ten gevolge van impuls dus niet wordt *opgeteld* bij de thermische pluimstijging. De uiteindelijke pluimstijging is gelijk aan het *maximum* van deze afzonderlijk waarden. Bij uitstoot in horizontale richting is alleen sprake van thermische pluimstijging. Voor industriele bronnen is de thermische pluimstijging in de meeste gevallen dominant boven pluimstijging door impuls.

4.7.2. Wanneer kan pluimstijging berekend worden?

Pluimstijging kan in ieder geval berekend worden voor alle puntbronnen zonder gebouwinvloed. De gebruiker geeft of de warmte-inhoud (bij ongeforceerde uitstoot) of de temperatuur van de uittredende emissies op (bij geforceerde uitstoot).

Wanneer er wel sprake is van gebouwinvloed bij een emissiebron, dan wordt default gerekend met een warmte-inhoud van 0 MW. Evenzo zal in de berekening de emissie temperatuur op 11,85°C -de gemiddelde omgevingstemperatuur- blijven staan. Voor bronnen met warmte-inhoud én gebouwinvloed kan de BIJ12 Handreiking gebouwinvloed¹⁷ worden gevolgd.

¹² Briggs G.A. (1969) Plume Rise. U.S. Atomic Energy Commission Critical Review Series, TID-25075. Air Resources Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory, Environmental Science Services Administration, Oak Ridge, Tennessee.

¹³ Turner DB, Chico T, Catalano JA (1986). Tupos, a multiple source gaussian dispersion algorithm using on-site turbulence data. Contract No. EPA 68-02-3750. Atmospheric sciences research laboratory, office of research and development, US Environmental protection agency, Research Triangle park, NC.

¹⁴ Sauter F, van Ratingen S. (2019) Simulating the effect of a building in OPS , <https://www.rivm.nl/documenten/building-effectops>, RIVM.

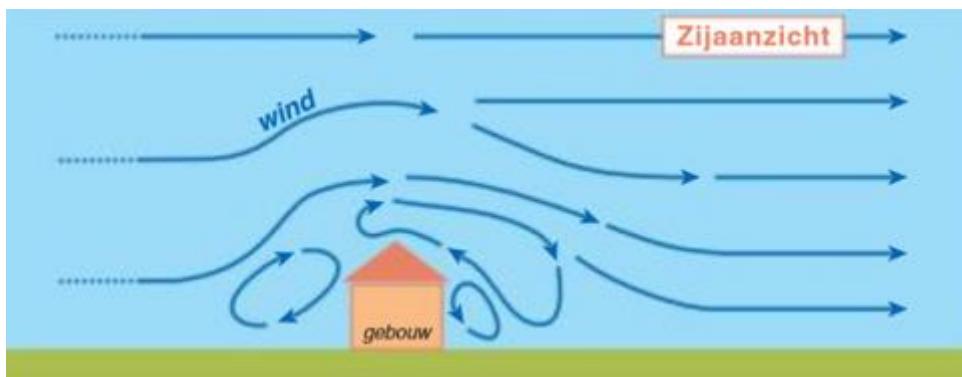
¹⁵ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/koppeling/nieuw-nationaal/paarse-boekje/>

¹⁶ <https://www.rivm.nl/operationele-prioritaire-stoffen-model/documentatie>

¹⁷ Bij12 'Handreiking gebouwinvloed'. <https://www.bij12.nl/onderwerpen/stikstof-en-natura2000/helpdesk/>

4.8. Bronkenmerken: gebouwinvloed

Gebouwen in de buurt van het emissiepunt kunnen effect hebben op de lokale depositie, door beïnvloeding van het windpatroon. Een gebouw vormt namelijk een obstakel in het windveld. Hierdoor ontstaan wervelingen in de stroming rondom het gebouw. Figuur 12 geeft het gebouweffect - op vereenvoudigde wijze - weer. De figuur illustreert hoe de wervelingen de verspreiding van emissies die vrijkomen op of in de nabijheid van het gebouw beïnvloeden, waarmee ze een effect hebben op de bijdrage aan de concentratie en de depositie.



Figuur 12: Vereenvoudigde weergave van het effect van een gebouw op het windveld. Rondom het gebouw ontstaat (versterkte) turbulente werveling.

4.8.1. Wanneer is er sprake van gebouwinvloed?

Er is sprake van gebouwinvloed als het gebouw een relatief groot obstakel vormt in zijn omgeving en er in de nabijheid van het gebouw emissie vrij komt. In de "Instructie gegevensinvoer AERIUS Calculator"¹⁸ is in detail beschreven in welke situaties de gebouwinvloed van toepassing is.

Algemeen uitgangspunt is dat gebouwinvloed géén rol speelt wanneer:

- De schoorsteen meer dan 2,5 keer hoger is dan het gebouw
- Het middelpunt van het gebouw meer dan 3 km van het rekenpunt ligt

4.8.2. Hoe wordt de gebouwinvloed berekend?

In de OPS berekening van AERIUS wordt de gebouwinvloed op de depositie berekend door een (standaard) OPS berekening te combineren met ISL3a berekeningen, respectievelijk met en zonder gebouwinvloed. ISL3a is een implementatie van het Nieuw Nationaal Model ¹⁹. Hiervoor geldt de volgende formule:

$$D = D_{OPS} * C_{ISL3a} (\text{met gebouw}) / C_{ISL3a} (\text{zonder gebouw}) \quad (1)$$

¹⁸ Bij12 'Instructie gegevensinvoer' AERIUS Calculator,
<https://www.bij12.nl/onderwerpen/stikstof-en-natura2000/helpdesk/>

¹⁹ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/koppeling/nieuw-nationaal/paarse-boekje/>

Met:

DOPS: De depositiebijdrage, berekend met OPS

CISL3a (met gebouw): De concentratiebijdrage, met gebouwinvloed, berekend met ISL3a

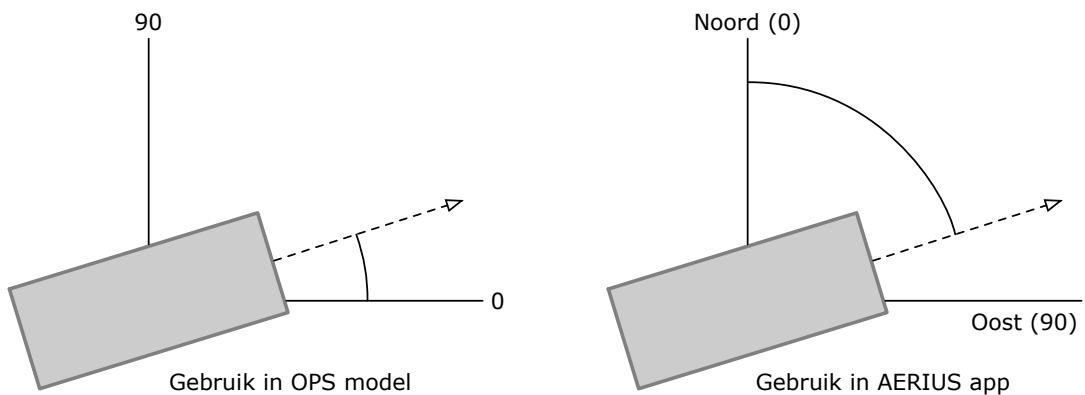
CISL3a (zonder gebouw): De concentratiebijdrage, zonder gebouwinvloed, berekend met ISL3a

De waardes van CISL3a - toegepast in formule (1) - zijn vooraf voor een aantal gebouwconfiguraties/lassen berekend en opgeslagen in een tabel. De gebouwconfiguratie wordt beschreven met de variabelen uit Tabel 1.

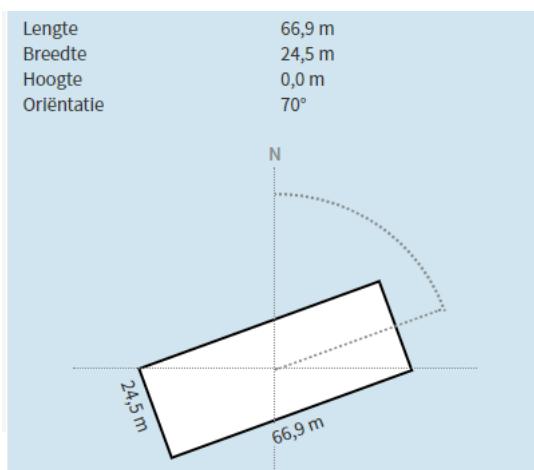
Tabel 1. Variabelen die de gebouwinvloed bepalen.

Variabele:	Toelichting
Bronhoogte	Hoogte waarop de emissie vrij komt, ten opzichte van het maaiveld.
Uitreeeddiameter	Diameter van de schoorsteen of uitlaat.
Uitreedsnelheid	Snelheid waarmee de emissie uitgestoten wordt.
Gebouw Hoogte	Representatieve ²⁰ hoogte van het gebouw boven het maaiveld.
Gebouw Breedte/Lengte verhouding [-]	Representatieve breedte gedeeld door de representatieve lengte van het gebouw.
Gebouw Lengte	Representatieve lengte van het gebouw boven het maaiveld.
Gebouw Oriëntatie	Gebouworiëntatie is van belang omdat deze het frontaal oppervlak van het gebouw ten opzichte van de windrichting bepaalt. <ul style="list-style-type: none">- In OPS wordt de getalswaarde voor oriëntatie gegeven door de hoek tussen de lange zijde van het gebouw en de west-oost lijn (x-as). In Figuur 13 is een voorbeeld gegeven.- In de applicatie van AERIUS wordt de getalswaarde voor oriëntatie gegeven door de hoek tussen de lange zijde en de noord-zuid lijn (Y-as), zoals bij een kompas (zie Figuur 14).

²⁰ Een representatieve gebouw lengte, breedte of hoogte zal meestal goed bepaald kunnen worden door het gemiddelde.



Figuur 13: Oriëntatie gebouw zoals toegepast in OPS model en in de app



Figuur 14: oriëntatie gebouw zoals weergegeven in applicatie AERIUS

Wanneer in AERIUS Calculator een gebouwconfiguratie wordt ingevoerd, dan volgt de waarde van C_ISL3a die gebruikt wordt in (1), uit een lineaire interpolatie tussen de twee meest nabijgelegen configuratieklassen. De methode voor het bepalen van de gebouwinvloed, inclusief de uitgangspunten en de grenzen van deze configuratieklassen worden beschreven in Sauter²¹ en in het 'paarse boekje'²².

Het gebouweffect in OPS wordt tot 3.000 meter (3km) afstand van het gebouw meegenomen. Tot op 70 meter afstand van het midden van het gebouw, is het

²¹ Sauter F, van Ratingen S. (2019) Simulating the effect of a building in OPS, <https://www.rivm.nl/documenten/building-effectops>, RIVM.

²² <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/koppeling/nieuw-nationaal/paarse-boekje/>

gebouweffect constant en gelijk aan het gebouweffect op 70 meter afstand²³. Hier is voor gekozen omdat de berekende gebouweffecten dicht bij het gebouw steeds onzekerder worden.

4.8.3. Geldigheid gebouwinvloed in OPS

De gebouwinvloed in OPS is bepaald op basis van ISL3a berekeningen. Het modelbereik van OPS waarbinnen gebouwinvloed kan worden berekend, is dus begrensd door het geldigheidsdomein van de NNM gebouwmodule. Dit is gegeven in hoofdstuk 7 van Scholten et al²⁴. Eén van de voorwaarden is dat het gebouw geïsoleerd in een verder ongestoorde omgeving staat. In de praktijk van luchtkwaliteitsonderzoek wordt pragmatisch omgegaan met deze strikte voorwaarde^{25,26,27}. Hier volgen we deze praktijk, beschreven in het instructiedocument gegevensinvoer²⁸.

Het volgende kan gezegd worden over het toepassingsbereik van gebouwinvloed bij een OPS berekening in AERIUS:

Positie bron ten opzichte van het gebouw: De correctiefactoren voor gebouwinvloed in AERIUS Calculator zijn gebaseerd op situaties waarbij de bron zich op het midden van het gebouw bevindt. Dit betekent, dat in de OPS berekening het emissiepunt wordt gezien als het middelpunt van het gebouw. De correctiefactoren zijn echter ook toepasbaar in andere situaties (onderzocht in Briggs et al²⁹):

- De bron bevindt zich op het gebouw, maar niet precies in het midden.

²³ Binnen 70 m van (het midden van) het gebouw is de correctiefactor constant en gelijkgesteld aan de correctiefactor op 70m. De reden hiervoor is dat de hier gevolgde benadering om de ratio van concentraties met en zonder gebouw te nemen, de berekening heel onzeker maakt. Dicht bij het gebouw is de pluim nog in de wervel, waarvoor de gebouwmodule beperkt geschikt is. In de situatie zonder gebouw is de pluim in de meeste situaties nog grotendeels boven de grond, wat de berekening nog eens extra onzeker maakt.

²⁴ R.D.A. Scholten, J.J. Erbrink en A. van Melle, KEMA Sustainable, Beschrijving rekenmodule voor de invloed van een gebouw op de verspreiding van een rookpluim. Deelrapport IV, Project Revisie Nationaal Model <https://www.infomil.nl/publish/pages/67563/pb30.pdf>

²⁵ https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/koppeling/nieuw-national/handreiking-nieuw/handreiking-nieuw-0/1_samenvatting/

²⁶ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/regelgeving/wet-milieubeheer/beoordelen/koppeling/nieuw-national/handreiking-nieuw/handreiking-nieuw-0/10-3-keuze-invoer/5-3-1/>

²⁷ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/slag/isl3a/>

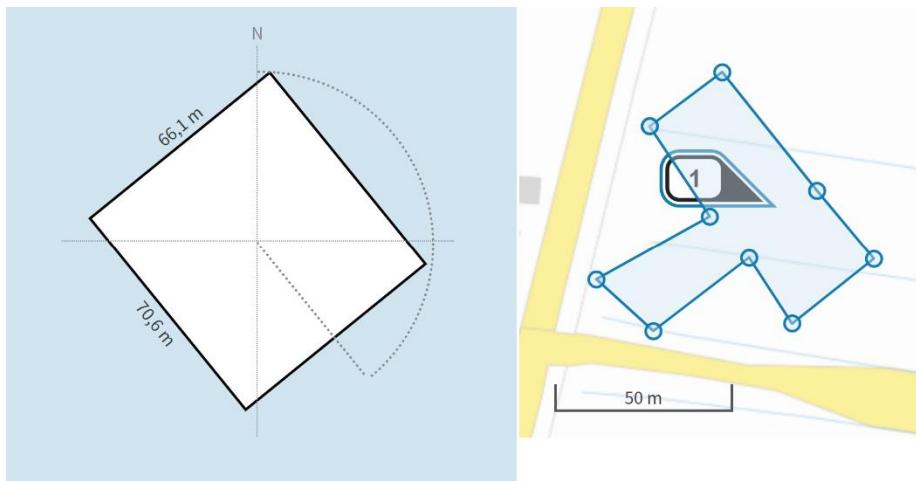
²⁸ Bij12 'Instructie gegevensinvoer' AERIUS Calculator, <https://www.bij12.nl/onderwerpen/stikstof-en-natura2000/helpdesk/>

²⁹ Briggs G.A. (1969) Plume Rise. U.S. Atomic Energy Commission Critical Review Series, TID-25075. Air Resources Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory, Environmental Science Services Administration, Oak Ridge, Tennessee

- De bron bevindt zich op de gevel, zoals bij een luchtwasser van een stal

Wanneer de bron zich op een grotere afstand dan 10 maal de grootste gebouwmaat van het gebouw bevindt, dan is de gebouwinvloed in veel gevallen te verwaarlozen. Voor overige situaties is het advies om de handreiking bijzondere gebouwen toe te passen³⁰.

Vorm gebouw: het gebouweffect kan alleen meegenomen worden voor rechthoekige gebouwen omdat het gebouw in OPS is gedefinieerd met een lengte, breedte en hoogte. In de AERIUS applicatie zijn gebouwen echter gedefinieerd als een polygoon met een hoogte. Om van een polygoon te komen tot een rechthoek om mee te rekenen, wordt gebruik gemaakt van een 'envelop' rondom de polygoon: de beste benadering van een rechthoek rondom het polygoon (zie Figuur 15). In AERIUS Calculator wordt de 'envelop' van een aangemaakte gebouw gevisualiseerd en in de PDF export wordt de lengte, breedte, hoogte en oriëntatie weergegeven, zodat duidelijk is welke gebouwdimensies gebruikt worden bij de OPS berekening.



Figuur 15: Weergave van de envelop van een gebouw in AERIUS Calculator. De ingevoerde contouren (rechts) worden in de OPS berekening geïnterpreteerd als een rechthoekig gebouw (envelop) (links).

Gebouw- en brondimensies: het gebouweffect kan met OPS alleen meegenomen worden voor gebouwen en bronnen waarbij de dimensies binnen een bepaald bereik vallen. Als het gebouw en/of de bron dimensies hebben die buiten dit bereik vallen, en de gebouwinvloed wordt door de gebruiker wél aangevinkt als relevant voor de berekening, dan zullen de ingevulde waarden ten behoeve van het rekenen aangepast worden naar de dichtstbijzijnde waarden binnen het bereik.

³⁰ Bij12 'Handreiking gebouwinvloed', <https://www.bij12.nl/onderwerpen/stikstof-en-natura2000/helpdesk/>

Het bereik voor de gebouwdimensies is:

- Een lengte tussen de 10-105 meter
- Een hoogte van maximaal 20 meter
- Een verhouding Breedte/Lengte tussen de 0,15 en 1

Het bereik voor de kenmerken van een emissiebron die wordt doorgerekend met gebouwinvloed, zijn:

- een uitreedhoogte van maximaal 20 meter
- een uitreedsnelheid van maximaal 8,4 m/s
- een uitreeddiameter tussen de 0,01 en 5 meter
- een warmte-inhoud van 0 MW

Tabel 2 vat het dimensiebereik samen. Als de bron- en/of gebouwenmerken *buiten* de minimale/maximale waarden van Tabel 2 vallen, dan:

- Zal in veel gevallen ook geen sprake zijn van gebouwinvloed, als de bronhoogte minimaal 2,5 maal groter is dan de gebouwhoogte.
- Is gebouwinvloed wél relevant wanneer de schoorsteen (uitreedhoogte) *lager* dan 2,5 maal de gebouwhoogte is:
 - Als het (samengestelde) gebouw zelf groter is dan de dimensies in Tabel 2, maar maximaal 250 meter lang, en het middelpunt van het (samengestelde) gebouw ligt op 300 meter of meer van het dichtstbijzijnde rekenpunt, dan kan alsnog de gebouwmodule van OPS gebruikt worden. In dergelijke situaties is het rekenen met een gebouw met de maximale dimensies uit Tabel 2 een voldoende benadering gebleken.
 - Voor overige situaties kan de gebouwinvloed niet met OPS berekend worden en is het advies om de Handreiking bijzondere gebouwen toe te passen³¹.

³¹ Bij12 'Handreiking gebouwinvloed', <https://www.bij12.nl/onderwerpen/stikstof-en-natura2000/helpdesk/>

Tabel 2: Bereik gebouwmodule in OPS

Gebouwdimensies	Min	Max
Lengte gebouw	10 meter	105 meter
Hoogte gebouw	0 meter	20 meter
Verhouding Breedte/Lengte	0,15	1
Kenmerken emissiebron	Min	Max
Uitreedhoogte	0 meter	20 meter
Uitreedsnelheid	0 m/s	8,4 m/s
Uitreeddiameter	0,01 meter	5 meter
Warmte inhoud	0 MW	0 MW
Uitreedtemperatuur	11,85 °C	11,85 °C

4.9. Overige bronkenmerken in OPS

Overige kenmerken die mede een bron in OPS beschrijven (zie ook Bijlage 4: Kenmerken emissiebronnen in OPS) en die van invloed zin op de verspreiding, zijn:

- De **dagelijkse variatie** van de emissie. Deze is in AERIUS gekoppeld aan het brontype en zichtbaar als 'temporele variatie'. De gebruiker kan dit niet wijzigen
- De **deeltjesgrootte verdeling**. Deze is gekoppeld aan de component waarvoor gerekend wordt. De gebruiker kan dit niet aanpassen

4.10. Chemische omzetting in OPS

Chemische omzetting van stikstofhoudende verbindingen is een belangrijke factor om rekening mee te houden tijdens verspreiding. Een deel van de uitgestoten stof zal daardoor niet in oorspronkelijke vorm het punt van depositie bereiken en is het noodzakelijk om dit mee te nemen in de modellering. De chemie bepaalt bijvoorbeeld welk deel van NO_y wordt omgezet in NO₃ en daarnaast is de NH₃ achtergrondkaart van invloed op de depositiesnelheid van NH₃.

In OPS worden chemische omzettingen meegenomen op basis van berekeningen met een eendimensionaal model dat de relevante chemische reacties bevat. De omzetting van gas naar stikstofhoudend aerosol (fijnstof) is

één van deze reacties. Sinds OPS versie 5 wordt gebruik gemaakt van chemische omzettingssnelheden die van tevoren zijn berekend met het EMEP model³². Het is namelijk gebleken dat het officiële EMEP model (vanaf versie 4.103), beter presteert in het doorrekenen van deze chemische reacties. Dit komt onder andere doordat in het EMEP model de variatie in ruimte en tijd van chemische samenstelling en meteorologie beter gerepresenteerd worden. Hierdoor wordt vanaf OPS 5.0.0.0 de atmosferische samenstelling van stikstofhoudend aerosol beter berekend vergeleken met eerdere versies.

OPS maakt bij het bepalen van de chemische omzettingen gebruik van achtergrondchemiekaarten. Voor gepasseerde jaren wordt berekend met 'actuele chemie': dit zijn de chemische omstandigheden in het rekenjaar zelf. Voor toekomstige jaren (in Calculator 2021 alle jaren vanaf 2021), wordt berekend met 'prognostische chemie'. Deze is representatief voor het gemiddelde over meerdere jaren.

Door het gebruik van actuele of juist prognostische chemie, kan de met AERIUS berekende verdeling van depositie tussen jaren verschillen, ook al is de emissie in beide jaren gelijk.

³² The Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe; <https://emep.int/>

5. Implementatie SRM-2 in AERIUS Calculator

AERIUS berekent de depositiebijdrage van wegverkeer tot op 5 km van een wegsegment op basis van een concentratieberekening volgens standaardrekenmethode 2 (SRM-2).

In de concentratieberekening met SRM-2 wordt onder andere gebruik gemaakt van de emissie, de weg- en omgevingskenmerken, de meteorologische condities en terreinruwheid. De depositiebijdrage wordt berekend door de concentratiebijdragen te corrigeren voor bronndepletie en te vermenigvuldigen met de effectieve droge depositiesnelheid. De waarden voor de depletie en depositiesnelheid zijn afgeleid met het rekenmodel OPS. De bronndepletie brengt de afname van de concentratie ten gevolge van de depositie in rekening.

Vanaf een afstand van 5 km wordt de bijdrage van wegverkeer volledig berekend met OPS (zowel de concentratie als de depositie).

5.1. Wat is SRM-2?

SRM-2 staat voor standaardrekenmethode 2 en is een rekenmethode vastgelegd in de Ministeriële Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (Rbl 2007)³³. SRM-2 is bedoeld voor het berekenen van de concentratiebijdrage van wegverkeer op wegen in een open terrein, gewoonlijk buiten de bebouwde kom. Dit betekent dat er in de omgeving van de weg niet of nauwelijks obstakels zijn die van invloed zijn op de verspreiding van de emissies.

AERIUS berekent de bijdrage van wegverkeer tot 5 km afstand op basis van een eigen implementatie van SRM-2 uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007.

5.2. Toepassingsbereik SRM-2 en toepassing in AERIUS

Het toepassingsbereik van SRM-2 staat vermeld in bijlage 2 in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (Rbl 2007). Wegen door een open, gewoonlijk buitenstedelijk gebied, waar de bebouwing relatief ver van de weg staat, vallen binnen het toepassingsbereik van SRM-2: de afstand van de bebouwing tot de wegrand dient minimaal drie keer de hoogte van eventuele bebouwing naast de weg te zijn. Figuur 16 illustreert dit. SRM-2 kan daarnaast ook worden toegepast bij wegen waarbij sprake is van een hoogteverschil tussen weg en

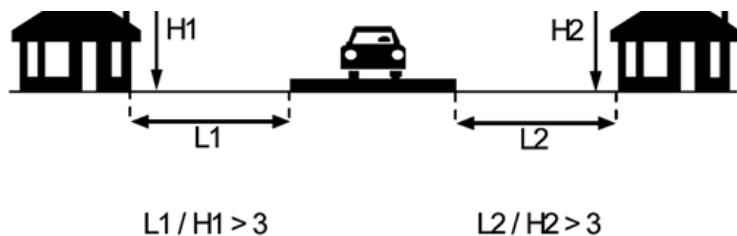
³³ <https://wetten.overheid.nl/jci1.3:c:BWBR0022817&z=2021-04-03&g=2021-04-03>

maaveld of bij wegen waarlangs sprake is van de aanwezigheid van schermen of wallen.

In de praktijk gaat het bij SRM-2 wegen meestal om (rijks)snelwegen en provinciale wegen. Het gros van de wegen binnen bebouwd gebied ligt in de bebouwde kom en valt - vanuit het domein luchtkwaliteit - binnen het toepassingsbereik standaardrekenmethode 1 (SRM-1). Snelwegen door bebouwd gebied vallen meestal wel binnen het toepassingsbereik van SRM-2.

Wanneer in AERIUS gekozen wordt voor een weg binnen de bebouwde kom, wordt de emissie van het verkeer op deze weg berekend op basis van emissiefactoren die zijn vastgesteld voor binnenstedelijke wegen. De verspreiding van deze emissie naar de omgeving wordt wel op basis van de implementatie van SRM-2 berekend.

SRM-2 is meestal een veilige benadering voor doorrekening van wegen in bebouwd gebied. AERIUS berekent de depositie in natuurgebieden. Voor wegen in de stad ligt het dichtstbijzijnde natuurgebied in het algemeen op grotere afstand. De verspreiding conform SRM-1 is niet geschikt voor dergelijke situaties, want deze rekent alleen op korte afstand van de weg. De SRM-2-methode houdt geen rekening met het effect van de bebouwing direct langs de weg, en is daardoor minder nauwkeurig voor rekenen dichtbij deze weg. Op grotere afstanden neemt kwaliteit van de benadering met SRM-2 toe en leidt tot (kleine) overschattingen, waardoor de huidige implementatie voor grotere afstanden tot de bron als worst case kan worden beschouwd. Dit vormt voor grotere afstanden tot de betreffende weg een veilige benadering die recht doet aan het domein stikstofdepositie. Alleen in de situaties waar het natuurgebied dichtbij de betreffende bron ligt, is SRM-2 geen veilige benadering. Voor dergelijke specifieke situaties moet contact opgenomen worden met het bevoegd gezag.



H1, H2 = Hoogte bebouwing
L1, L2 = Afstand bebouwing tot wegrand

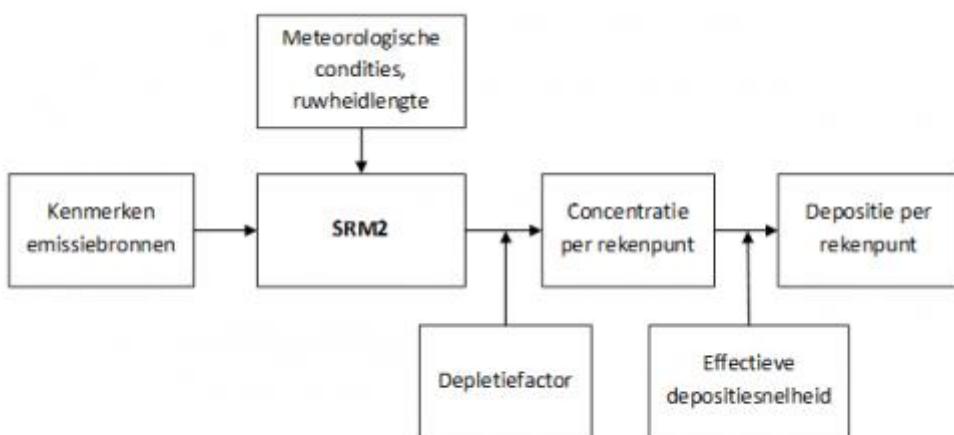
Figuur 16: Schematisch overzicht toepassingsbereik SRM-2.

5.3. Rekenen met SRM-2 in AERIUS: schematische weergave

Figuur 17 illustreert schematisch hoe het rekenen met SRM-2 in AERIUS in zijn werk gaat. De concentratieberekening met SRM-2 (tot een afstand van 5 km van de weg), maakt gebruik van door de gebruiker ingevoerde wegkenmerken inclusief intensiteiten (emissies) en van gegevens omtrent meteorologische condities en terreinruwheid. De aldus berekende concentraties worden vervolgens gecorrigeerd voor depletie (afname concentratie ten gevolge van depositie onderweg) en vermenigvuldigd met de effectieve droge depositiesnelheid, om te komen tot een depositiebijdrage. Zowel de effectieve droge depositiesnelheid als de brondepletie worden bepaald met het OPS model.

De belangrijkste parameters in een SRM-2 berekening zijn de volgende:

- Emissies: deze worden niet direct ingevoerd, maar berekend per wegsegment en per stof. De emissieberekening gebeurt op basis van kenmerken van het wegsegment die de gebruiker invoert (o.a. weglengte, wegtype en snelheid), in combinatie met de verkeersgegevens en een set emissiefactoren die de gebruiker kiest (voorgeschreven emissiefactoren, of een eigen specificatie).
- Omgevingskenmerken of wegkenmerken: De verspreiding van de berekende emissies in de atmosfeer wordt beïnvloed door bepaalde omgevingskenmerken van de weg (wegkenmerken), zoals de aanwezigheid van schermen of een verhoogde of verdiepte ligging. Deze kenmerken worden door de gebruiker meegegeven.
- Meteorologische condities: De heersende achtergrondconcentratie van ozon op een bepaalde plek en de meteorologische omstandigheden zijn van invloed op de berekende concentraties in de lucht. SRM-2 haalt deze gegevens op uit de zogeheten preSRM preprocessorg. Bij een ander rekenjaar, wordt een andere achtergrondwaarde opgehaald.



Figuur 17. Schematisch overzicht van de in- en uitvoer bij berekeningen met SRM-2

5.4. Belangrijkste parameters SRM-2 kort toegelicht

In Bijlage 8: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator is in detail terug te vinden hoe de concentratieberekening met SRM-2 uitgevoerd wordt. De belangrijkste aspecten komen hieronder op hoofdlijn aan bod.

5.4.1. Emissiebepaling SRM-2

Een weg of wegvak in AERIUS is altijd een lijnbron, en deze wordt in AERIUS vastgelegd als een 'linestring': een lijn die is opgebouwd uit een aantal punten. Een getekende lijn of linestring is in AERIUS één emissiebron en wordt ook als zodanig getoond. Elk stuk tussen twee punten (vertex) binnen de lijn, wordt een wegsegment genoemd. Een weg of wegvak in AERIUS bestaat dus altijd uit 1 of meer wegsegmenten. Figuur 18 illustreert dit.

In SRM2 wordt elk wegsegment gezien als losse emissiebron. Ten behoeve van de SRM2 berekening wordt elk wegsegment opgedeeld in gelijke stukken van maximaal 2 meter lang. De emissie van ieder wegsegment in microgram/seconde wordt gelijk verdeeld over deze stukken, en ieder stuk wordt vervolgens doorgerekend als losse puntbron. De emissie van alle puntbronnen opgeteld is altijd gelijk aan de totale emissie voor het wegsegment, die berekend wordt op basis van invoer van de gebruiker (aantal voertuigen per tijdseenheid x emissiefactor). De emissie van alle wegsegmenten samen, is weer gelijk aan de totale emissie van de weg of wegvak (de bron in AERIUS).



Figuur 18. Het wegvak als geheel (de lijnbron of linestring) is 60 meter lang en bestaat uit 6 wegsegmenten. SRM2 knipt ieder van de zes wegsegmenten op in gelijke delen van maximaal 2 meter lang. In het midden van die gelijke delen worden de puntbronnen neergelegd.

In Bijlage 8: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator is de emissiebepaling in meer detail opgenomen. De emissieberekening voor wegverkeer is beschreven in:

- Bijlage 29: Emissieberekening wegverkeer – standaard
- Bijlage 30: Emissieberekening wegverkeer – eigen specificatie

5.4.2. Invloed wegkenmerken SRM-2

Een weg of wegvak wordt in AERIUS aangemaakt als een lijnbron. Afhankelijk van hoe de lijnbron getekend is, kan deze bestaan uit 1 of meerdere wegsegmenten, zoals hierboven toegelicht. Dit is voor het vastleggen van de wegkenmerken echter niet relevant.

Binnen één lijnbron geldt een set van wegkenmerken, die van invloed is op het verspreidingsgedrag. De gebruiker geeft deze wegkenmerken zelf aan. Als sprake is van een weg waar de wegkenmerken niet overal gelijk zijn, kan de gebruiker de weg opsplitsen in meerdere, aan elkaar grenzende lijnbronnen en per lijnbron andere kenmerken meegeven.

Het type weg (de gekozen wegsector in AERIUS), bepaalt de zogeheten 'initiële verticale dispersie': de verspreiding van de emissies in verticale richting. Deze is bij Buitenwegen en Wegen binnen de bebouwde kom anders dan bij Snelwegen. De verticale dispersie wordt vervolgens beïnvloed door de wegkenmerken die de gebruiker meegeeft aan een weg:

- Type hoogteligging (normaal, normale dijk, steile dijk, viaduct of tunnel)
- Hoogte van de weg (alleen van invloed als type hoogteligging anders dan 'normaal' is)
- Wel of geen afschermende constructie en bijbehorende kenmerken

Bij een type hoogteligging die anders is dan 'normaal' en/of bij de keuze voor een afschermende constructie, wordt een correctie toegepast op de initiële dispersie.

- De correctie op de dispersie bij een afwijkend type hoogteligging, is afhankelijk van de hoogte van de weg. Deze kan zowel een negatieve (verdiepte ligging) als een positieve waarde (verhoogde ligging) hebben. Handig om te weten: SRM-2 rekent alleen binnen een bereik van -6m tot +12m. Hoogtes die buiten dit bereik vallen worden doorgerekend met de dichtstbijzijnde waarde binnen het bereik. Een weg op 15 meter hoogte zal hetzelfde rekenresultaat geven als een weg op 12 meter hoogte.
- Het effect van afschermende constructies hangt af van het type constructie, de hoogte en de afstand tot de wegrand. Ook hierbij geldt een bepaald bereik binnen SRM-2. Afschermende constructies hebben geen effect meer in de SRM-2 berekening als de afstand meer dan 50 meter is of als het scherm lager dan 1 meter is. Schermen hoger dan 6 meter worden doorgerekend alsof de hoogte 6 meter is.

Zie voor meer informatie over hoe de wegkenmerken de verspreiding beïnvloeden Bijlage 8: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator.

Tunnelfactor is niet hetzelfde als weghoogte-type 'tunnel'

Naast de keuze voor 'tunnel' bij het type weghoogte, kent SRM-2 ook een zogeheten tunnelfactor als kenmerk van een SRM-2 wegvak. Dit is bedoeld om dichte tunnels zonder mechanische ventilatie te kunnen modelleren in SRM-2. De door te rekenen emissies op een wegvak, worden vermenigvuldigd met de tunnelfactor voordat gerekend wordt.

- Standaard geldt tunnelfactor 1: geen tunneleffect
- Een tunnelfactor van 0 is bedoeld voor de overdekte tunnel zelf: het wegvak waar geen emissie vrijkomt door de overkapping (emissies x 0).
- Een tunnelfactor >1 kan worden gebruikt voor de wegvakken die bij de tunneluitgangen liggen: daar komt de emissie die in de tunnel is vrijgekomen alsnog vrij in de buitenlucht.

De bedoeling van de tunnelfactor is te zorgen dat de emissies die in de tunnel zijn vrijgekomen, meegenomen worden als extra emissie op de wegvakken bij de tunnelmond. Daartoe worden de emissies van die wegvakken opgehoogd via de tunnelfactor. De gebruiker moet zelf berekenen wat de juiste tunnelfactor moet zijn, zodat alle tunnelemissies meegenomen worden en de tunnelfactor juist wordt toegepast.³⁴

5.4.3. Meteorologische gegevens en terreinruwheid: PreSRM

Voorbewerkingen benodigd voor SRM-2-berekeningen zijn geheel geautomatiseerd en opgenomen in een hulpprogramma voor luchtkwaliteitsberekeningen, de zogenaamde PreSRM. PreSRM staat voor: Preprocessor Standaard Rekenmethoden. Voor alle modelimplementaties van het Nieuw Nationaal Model (NNM) is voorgescreven³⁵ dat gebruik moet worden gemaakt van dit hulpprogramma om de grootschalige concentraties, de dubbelstellingscorrecties voor snelwegen, alle benodigde meteorologisch parameters en de terreinruwheid aan het model te koppelen.

³⁴ Wesseling, J. & van Velze, K., 2015. Technische beschrijving van standaardrekenmethode 2 (SRM-2) voor luchtkwaliteitsberekeningen. RIVM Rapport 2014-0109.

<https://www.rivm.nl/publicaties/technische-beschrijving-van-standaardrekenmethode-2-srm-2-voor>

³⁵ Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit, Artikel 67, Lid 1;

https://wetten.overheid.nl/BWBR0022817/2021-04-03#Hoofdstuk4_Paragraaf4.1_Artikel67

5.5. Van concentratie naar depositie: depletie en depositiesnelheid

Om van een berekende concentratie naar een depositiebijdrage te komen, maakt AERIUS gebruik van een ‘depletiefactor’ en een ‘droge depositiesnelheid’. Deze twee factoren worden beiden afgeleid aan de hand van berekeningen met OPS. De bepaling van de depositiebijdrage is feitelijk een nabewerking op de met SRM-2 berekende concentraties. Omdat de depletiefactor en depositiesnelheid bepaald worden met OPS, moeten deze opnieuw worden afgeleid op het moment dat er aanpassingen zijn in de depositiemodellering van OPS.

5.5.1. Depletiefactor

Bij de berekening van de concentraties in SRM-2, wordt geen rekening gehouden met de verwijdering van de desbetreffende stof in het gebied tussen bron en rekenpunt als gevolg van depositie en chemische omzetting. Dit proces heet depletie. Door de met SRM-2 berekende concentratie te vermenigvuldigen met een depletiefactor, wordt dit effect van tussenliggende omzetting en depositie op de concentratie in de lucht wel meegenomen.

De depletie is afhankelijk van:

- De afstand tussen de bron en het rekenpunt
- De ruwheid ter hoogte van het rekenpunt (z_0)
- De achtergrondconcentratie van NH_3 ter hoogte van het rekenpunt.

De depletie wordt vooraf afgeleid uit OPS berekeningen en is verschillend voor verschillende afstanden tot de bron, ruwheidslengteklassen en achtergrondconcentratieklassen (NH_3). De te kiezen ruwheidslengteklas wordt bepaald op basis van het landgebruik op het rekenpunt, zoals dat binnen SRM-2 bekend is. Het gaat om de Z_0 waarde die is opgenomen in de preSRM module, waar ook de achtergrondconcentratie ozon en de meteorologische gegevens uit worden gehaald bij de SRM-2 concentratieberekening. De afstand tussen bron en rekenpunt bepaalt de schaal van de ruwheidskaart die wordt toegepast:

- Voor afstanden kleiner dan 500 meter wordt een 250×250 meter kaart gebruikt
- Voor afstanden tussen 500 meter en 1500 meter wordt een 1×1 km kaart gebruikt
- Voor afstanden groter dan 1500 meter wordt de 4×4 km kaart gebruikt.

5.5.2. Depositiesnelheid

De voor depletie gecorrigeerde concentratie wordt in AERIUS vermenigvuldigd met de droge depositiesnelheid op het rekenpunt om de lokale bijdrage aan de depositie te bepalen. De toegepaste effectieve depositiesnelheid is vooral afhankelijk van de ruwheid ter plekke van het rekenpunt. Dit wordt vooraf met OPS bepaald op basis van de landgebruik kaart die AERIUS hanteert. Daarnaast is de effectieve depositiesnelheid afhankelijk van de afstand tussen de bron en het rekenpunt. Om rekening te kunnen houden met deze

afstandsafhankelijkheid, wordt de depositiesbijdrage per wegsegment nog vermenigvuldigd met een factor die afhangt van de afstand tussen het wegsegment en het rekenpunt. De depositie wordt bepaald voor NO_y en NH_x afzonderlijk en vervolgens opgeteld.

In Bijlage 8: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator is een uitgebreide beschrijving opgenomen hoe de depletiefactor en de depositiesnelheid bepaald worden. Vervolgens wordt in Bijlage 9: Wegverkeer – bepalen depositiesnelheden toegelicht hoe depositiesnelheden voor wegverkeer worden bepaald.

5.6. SRM-2 in relatie met beschikbare wegtypen in AERIUS

AERIUS Calculator berekent de depositiebijdrage van alle ingevoerde wegbronnen op basis van concentratieberekeningen met SRM-2. Er is echter wel een subtiel verschil tussen de beschikbare wegtypen:

- 'Binnen bebouwde kom (doorstromend)' wegen worden doorgerekend als een normale, niet verhoogde SRM-2 weg zonder afscherming, met een initiële verticale dispersie – de startwaarde voor de verspreiding in verticale richting - van een buitenweg ($\sigma_{z,0}$ van 2,5 meter). De emissie wordt bepaald op basis van de 'emissiefactoren voor niet-snelwegen', en dan de variant 'doorstromend stadsverkeer'. De gebruiker kan daarnaast stagnatie invullen. Bij 100% stagnatie wordt effectief gerekend met de emissiefactoren voor stagnerend verkeer.
- 'Buitenwegen' zijn SRM-2 buitenwegen, met een initiële verticale dispersie – de startwaarde voor de verspreiding in verticale richting - $\sigma_{z,0}$ van 2,5 meter. De overige SRM-2 wegkenmerken kan de gebruiker zelf aangeven. Buitenwegen worden doorgerekend met de emissiefactoren voor Buitenwegen uit de set 'Emissiefactoren voor niet-snelwegen'. Bij deze emissies is geen onderscheid in maximum snelheid; dit hoeft de gebruiker dan ook niet te kiezen. Stagnatie kan wel ingevuld worden, maar heeft in de praktijk geen effect omdat de emissiefactoren voor stagnerend buitenverkeer niet afwijken van de normale emissiefactoren.
- 'Snelwegen' zijn SRM-2 wegen die worden doorgerekend met een initiële verticale dispersie – de startwaarde voor de verspreiding in verticale richting - $\sigma_{z,0}$ van 3 meter. De overige SRM-2 wegkenmerken kan de gebruiker zelf aangeven. Snelwegen worden doorgerekend op basis van de emissiefactoren uit de set 'Emissiefactoren voor snelwegen'. Deze emissiefactoren zijn afhankelijk van de maximum snelheid op de snelweg: deze moet de gebruiker aangeven.

DEEL 3 –AERIUS CALCULATOR ALS GEBRUIKER

6. Introductie op werken met AERIUS Calculator

6.1. Waarvoor gebruik je de applicatie?

Via de online beschikbare applicatie AERIUS Calculator kan iedereen eenvoudig berekeningen aanmaken. AERIUS neemt je aan de hand bij het vastleggen van de invoergegevens voor de berekeningen:

- Je maakt **situaties** en de bijbehorende **invoer** aan
- Je kan vervolgens de **berekening aanzetten** en
- Je kan de **resultaten inzien** via de applicatie

Het is ook mogelijk de gegevens direct te **exporteren** (PDF bestand of GML): je krijgt dan een bestand dat je weer kan inlezen. Bij het exporteren van bestanden met resultaten, hoef je de applicatie niet open te houden als de export eenmaal gestart is. Je krijgt vanzelf een e-mail met een downloadlink als de berekening klaar is.

Als je een geëxporteerde AERIUS-bestand weer inleest, toont AERIUS Calculator de invoergegevens automatisch en kan je deze aanpassen en opnieuw doorrekenen. Eerdere rekenresultaten worden niet mee ingelezen: de Calculator is immers een rekenmachine, waarbij het gaat om het importeren van invoergegevens. Overigens is het wel mogelijk met de zogeheten IMAER plug-in voor QGIS-resultaten uit AERIUS in te lezen en in te zien. Zie daarvoor hoofdstuk 8.

6.2. Actualisatie en versiebeheer

Er is altijd één actuele versie van AERIUS Calculator geldig, waarmee je berekeningen kan (en moet) uitvoeren in het kader van toestemmingsverlening. Dit is de versie die rekent met de meest actuele (vastgestelde) inzichten met betrekking tot rekenmethoden, emissiefactoren en natuurdelen. In principe wordt AERIUS Calculator eens per jaar geactualiseerd. Op het moment dat AERIUS Calculator geactualiseerd wordt met nieuwe inzichten, kan dezelfde invoer leiden tot andere resultaten.

Exportbestanden uit een oudere AERIUS versie kunnen in principe altijd weer ingelezen worden in een nieuwe versie: zie de paragraaf 6.4 over IMAER en ‘backwards compatibility’ verderop in dit hoofdstuk.

6.3. Bestanden importeren in Calculator

In AERIUS kan je invoer (emissiebronnen en gebouwen) en eigen rekenpunten aanmaken (en bewerken of kopiëren) via de applicatie, maar je kan ook eerder gemaakte bestanden importeren. Importeren kan eigenlijk op elk moment: bij het opstarten van de applicatie, maar ook als je al bezig bent in een situatie. In dat geval worden de geïmporteerde gegevens samengevoegd met de reeds aangemaakte invoer.



6.3.1. Welke bestandstypen kan je importeren in AERIUS Calculator?

Je kan in AERIUS diverse bestandstypen inlezen met gegevens over emissiebronnen, gebouwen en rekenpunten. De bestanden moeten voldoen aan bepaalde voorwaarden. Formeel ondersteunt de importfunctie van AERIUS de volgende bestandstypen:

- GML-bestanden (**.gml**), op basis van IMAER (InfomatieModelAERIUS). Iedere gebruiker kan zelf eenvoudig een GML maken, door gegevens in de Calculator in te vullen en vervolgens te kiezen voor GML export. De GML kan je vervolgens weer inlezen.
- PAA-bestanden (**.pdf**), gecreëerd door de PDF exportfunctie van AERIUS. Dit is de 'AERIUS PDF', die weer ingelezen kan worden in AERIUS
- OPS-receptorbestanden (**.rcp**). Deze kan gebruikt worden om eigen rekenpunten los in te lezen
- ZIP-bestanden (**.zip**), die één of twee van de voorgaande bestanden gecomprimeerd bevatten.

AERIUS herkent ook OPS-bronbestanden (.brn), maar dit wordt niet formeel ondersteund of onderhouden. In Bijlage 10: Importeren bestanden in Calculator is meer informatie opgenomen hoe AERIUS verschillende bestandstypen verwerkt en welke eisen gelden voor OPS bestanden.

6.3.2. Importeren bij het openen van de applicatie (start importeerscherm)

Als je de applicatie opstart, kan je kiezen tussen 'Nieuw' of 'Importeer'. Als je kiest voor 'Nieuw' opent de applicatie direct en kan je vanuit de applicatie invoer aanmaken. Hoofdstuk 7 gaat hier uitgebreid op in.

Bij de keuze voor **importeren** verschijnt het start importeerscherm en kan je eerder gemaakte invoerbestanden inlezen. Handig om te weten over het start importeerscherm:

- Iedere GML wordt bij het importeren als een afzonderlijke situatie gezien en zo ook ingelezen. Bij het importeren van een PDF of zip-bestand met meerdere GML's, worden deze daarom apart weergegeven in het importeerscherm
- Situaties kunnen weer verwijderd worden uit het importeerscherm. Tevens is het mogelijk in het importeerscherm het type situatie te veranderen

- Als de GML's meerdere soorten objecten bevatten (bijvoorbeeld emissiebronnen en gebouwen), dan kan je in het importeerscherm aangeven of je alles wilt importeren, of bijvoorbeeld alleen de emissiebronnen
- Bij het importeren van eigen rekenpunten, zullen deze nooit dubbel geïmporteerd worden. Als de geometrie van twee rekenpunten (afgerond naar meters) gelijk is, wordt het rekenpunt maar eenmaal ingelezen. Eigen rekenpunten behoren in Calculator namelijk niet bij 1 specifieke situatie, maar bij de berekening algemeen. De check op geometrie is opgenomen om te zorgen dat de set eigen rekenpunten niet verdubbeld (of nog meer) wordt, bij importeren van een PDF of zip met meerdere GML's die allemaal dezelfde set rekenpunten bevatten.

6.3.3. Importeren vanuit de applicatie (als je al in een situatie zit)

Als je in de applicatie zit en er is een situatie aangemaakt, kan je vanuit de menuknoppen 'Invoer' en 'Rekenpunten', kiezen voor 'Nieuw' of 'Importeer'. 'Nieuw' zorgt dat je vanuit de applicatie een nieuwe bron, gebouw of rekenpunt kan aanmaken. Hoofdstuk 7 gaat hier uitgebreid op in.

Bij keuze voor **importeren** verschijnt het importeerscherm weer, maar nu toegespits op importeren in een reeds bestaande situatie. Handig om te weten over het importeerscherm als je al in de applicatie zit:

- Onder 'Invoer' kan er maar één GML tegelijk worden geïmporteerd in een al bestaande situatie. Bij het importeren van een PDF of zip bestand met meerdere GML's, moet de gebruiker aangeven welk bestand geïmporteerd moet worden. Het is immers niet voor de hand liggend om twee situaties (zoals Beoogd en Referentie) samen te voegen in één situatie. Als dat wel de bedoeling is, kan je twee keer achter elkaar kiezen voor importeren.
- Onder 'Invoer' kunnen alleen invoergegevens behorende bij een situatie geïmporteerd worden, dus emissiebronnen en gebouwen. Als een GML beide bevat, kan je kiezen welke gegevens je wilt (allebei of bijvoorbeeld alleen de gebouwen).
- In het geval gekoppelde objecten geïmporteerd worden onder 'Invoer' (bijvoorbeeld een bron en een gebouw), kan het gebeuren dat het GML-ID hernoemd wordt, om te voorkomen dat er een onjuiste koppeling wordt gemaakt met reeds bestaande bronnen/gebouwen in de situatie. Hier heb je als gebruiker verder geen last van.
- Het type situatie en het rekenjaar van de te importeren situatie worden *niet* overgenomen. Immers, je importeert binnen een al aangemaakte situatie, en die heeft al een type en rekenjaar.

- Emissiebronnen en gebouwen worden altijd *toegevoegd* aan de bestaande situatie. Er wordt niet gecontroleerd of de emissiebronnen of gebouwen al bestaan in de situatie en de gebruiker krijgt daar ook geen melding van.
- Rekenpunten zijn niet afhankelijk van een situatie en kunnen alleen geïmporteerd worden onder de menuknop ‘Rekenpunten’.
- Rekenpunten worden – in tegenstelling tot gebouwen en emissiebronnen – nooit dubbel geïmporteerd: als de geometrie van nieuw te importeren rekenpunten (afgerond naar meters) gelijk is aan die van reeds bestaande rekenpunten, dan wordt het nieuwe rekenpunt effectief niet ingelezen.

6.4. IMAER (Informatie Model AERIUS) en GML

Binnen AERIUS wordt het openstandaardenbeleid van de Nederlandse overheid gevuld. Het gebruik van open standaarden draagt bij aan interoperabiliteit en leveranciersonafhankelijkheid bij toepassing van ICT-systemen.

Voor uitwisseling van digitale gegevens (interoperabiliteit) is gekozen voor GML (Geography Markup Language). De gebruiksmogelijkheden van GML zijn enorm. Daarom is de GML ingeperkt tot een specifiek GML profiel voor IMAER (InformatieModelAERIUS). IMAER is conform NEN3610 als geostandaard gepubliceerd bij GeoNovum³⁶.

6.4.1. Wat is GML?

GML is de taal waarmee informatie wordt uitgewisseld. Het importeren van brongegevens en rekenresultaten in de applicatie of uitwisseling van gegevens met de API wordt gedaan met GML. Ook bij het importeren of exporteren van een AERIUS PDF, wordt alleen de GML informatie in de PDF gebruikt. Een GML is leesbaar voor computers, maar ook voor mensen (bijvoorbeeld met Notepad++).

6.4.2. Wat is IMAER?

In IMAER is vastgelegd welke gegevens een GML voor AERIUS moet bevatten en op welke wijze verschillende gegevens samenhangen. Zo is in IMAER vastgelegd op welke wijze geometrische objecten (punten, lijnen, vlakken) moeten worden gedefinieerd en in welk coördinaatsysteem. Daarnaast bevat IMAER een set van verplichte en optionele velden waarmee emissiebronnen, rekenpunten en rekenresultaten kunnen worden gedefinieerd.

Voor meer informatie over IMAER en GML in het algemeen, zie:

- Bijlage 12: Introductie InformatieModel AERIUS
- Bijlage 13: IMAER - Beschrijving Model
- Bijlage 14: GML definities
- Bijlage 15: Domeintabellen

³⁶ <https://www.geonovum.nl/geo-standaarden/informatiemodellen-nen3610-familie/informatiemodel-aerius-imaer-milieuberekeningen>

6.4.3. IMAER verzameling

De IMAER GML bevat een beschrijving van objecten (elementen met eigenschappen), opgenomen in een verzameling (lijstje). Een GML beschrijft altijd maar één situatie in AERIUS. Bij meerdere situaties, worden meerdere GML's geëxporteerd of geïmporteerd. De verzameling van objecten is vastgelegd in featureCollectionCalculator. In de verzameling zitten o.a.:

- **Metadata** (aeriusCalculatorMetaData). De meeste metadata komen in elke IMAER GML terug, sommige metadata is optioneel. De volgende metadata wordt vastgelegd:
 - VersionMetadata: welke versie van de software en onderliggende basisgegevens de GML is gegenereerd (indien aangemaakt met Calculator) dan wel doorgerekend is
 - CalculationMetadata: welke instellingen gebruikt zijn voor berekeningen en de rekenresultaten (bijv. welke rekenset) – alleen bij GML met rekenresultaten
 - ProjectMetadata: het vastgelegde project (rekenjaar, maar ook bijv. rechtspersoon, projectnaam, beschrijving, als je als gebruiker kiest voor 'extra informatie opnemen' of voor PDF export)
 - SituationMetadata: de vastgelegde situatie (bijv. situatietype, IMAER reference, situatienaam)
- **Geodata** (featureMembers). Een emissiebron, gebouw of rekenpunt heeft eigenschappen die in de GML opgeslagen zijn.
 - Emissiebronnen (EmissionSource): Specifiek voor emissiebronnen is in de GML bestanden met een sector_ID aangegeven op welke sector de brongegevens van toepassing zijn. Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML in GML geeft een overzicht van de sectoren die AERIUS onderscheidt. De emissies van een bron kunnen op twee manieren aangeleverd worden. Enerzijds door zelf emissies op te voeren in EmissionSource. Anderzijds door sectorspecifieke eigenschappen op te geven op basis waarvan Calculator de emissie zal berekenen. Dus bijv. bij stalemissies de klasse FarmLodgingEmissionSource of bij binnenvaart de klasse InlandShippingEmissionSource.
 - Gebouwen (Buildings). Een gebouw is een polygoon met een hoogte.
 - Rekenpunten (Receptorpoint of Calculationpoint). Een rekenpunt bestaat uit een punt (WKT coördinaten), een representatie van het punt (polygoon, bijvoorbeeld een hexagoon, optioneel) en eventueel een rekenresultaat (bij GML met resultaten). Er is onderscheid tussen Receptorpoints (de Wnb rekenpunten uit het vaste hexagonengrid van AERIUS) en Calculationpoints (eigen rekenpunten).
- **Definities** (xdefinitions). 'Definitions' zijn een nieuw object in IMAER waarbinnen lijsten bijgehouden kunnen worden die je als gebruiker definieert, waarnaar dan verwezen wordt vanuit andere objecten. Deze functionaliteit wordt nu nog niet gebruikt, maar biedt mogelijkheden voor de toekomst.

Zie Bijlage 16: Metadata voor meer informatie over de metadata. Meer informatie over resultaten in IMAER is te vinden in Bijlage 17: IMAER – Resultaten. Hoe IMAER per sector in de praktijk het best gebruikt kan worden is terug te vinden in aparte bijlagen:

- Bijlage 18: IMAER - Sector Landbouw
- Bijlage 19: IMAER - Generieke Emissiebronnen
- Bijlage 20: IMAER - Sector Mobiele Werktuigen
- Bijlage 21: IMAER - Sector Scheepvaart
- Bijlage 22: IMAER - Sector Verkeer en Vervoer
- Bijlage 23: IMAER - Sectoren Industrie, Energie, Wonen en werken, Spoor, Luchtvaart
- Bijlage 24: IMAER - Termen, afkortingen en schema-presentatie

6.4.4. IMAER applicatieschema

De IMAER.xsd is een GML Application Schema van het InformatieModel AERIUS. Het beschrijft de data en de datastructuur. Hierdoor is het om automatische uitwisselingsprocessen. Ontwikkelaars kunnen de IMAER.xsd gebruiken als basis voor de implementatie van IMAER in hun producten. De laatste beschikbare versie is vermeld op het voorblad van dit handboek. Een beschrijving van het informatiemodel is te vinden in het Technisch register voor geo-standaarden in Nederland³⁷, waar ook alle versies³⁸ van het schema zijn te vinden.

6.4.5. 'Backwards compatibility'

Als bij doorontwikkeling van AERIUS nieuwe of andere mogelijkheden beschikbaar komen, of op andere wijze de benodigde vastlegging van invoergegevens en resultaten verandert of uitgebreid wordt, leidt dat tot veranderingen in de GML en IMAER. Om deze reden zijn er meerdere IMAER versies beschikbaar. Bij een vrijgave van een nieuwe AERIUS versie, hoort ook een publicatie van een nieuwe IMAER versie.

De actuele Calculator die geldt op een bepaald moment, genereert vanzelf GML's volgens de actuele IMAER-versie. Echter, uitgangspunt is dat je oude GML's op basis van een oudere IMAER versie, ook nog kan importeren voor zover dit redelijkerwijs te ondersteunen is. Dit wordt '*backwards compatibility*' genoemd. Bijlage 25: Backwards compatibility geeft een overzicht van de meest relevante automatische omzettingen bij overgang van IMAER 3 naar IMAER 4 en 5.

Bij het inladen van een GML op basis van een verouderde IMAER versie, gebeurt er het volgende:

³⁷ <https://register.geostandaarden.nl/?url=imaer/index.html>

³⁸ <https://register.geostandaarden.nl/gmlapplicatieschema/imaer/>

1. Je krijgt een waarschuwing dat de GML niet conform de meest actuele IMAER versie is en dat deze omgezet zal worden naar de nieuwste IMAER versie.
2. Invoergegevens worden automatisch omgezet naar het nieuwe IMAER formaat; een nieuwe export levert dus een bestand op basis van het meest recente formaat.
3. In sommige gevallen krijg je een expliciete melding van een omzetting die inhoudelijke gevolgen heeft of kan hebben. Denk aan een rekenjaar dat niet meer beschikbaar is, en dat automatisch wordt omgezet naar het eerstvolgende wel beschikbare rekenjaar.

6.5. Validatie in AERIUS

Basis uitgangspunt is dat in AERIUS alleen valide waarden kunnen worden ingevuld en doorgerekend. Bij een invalide waarde, bijvoorbeeld een negatieve emissie of verkeerintensiteit, komt er een **foutmelding**. In dat geval kan je niet verder, je kan bijvoorbeeld de bron niet opslaan of doorrekenen. Daarnaast geeft AERIUS **waarschuwingen** bij waarden die wel valide zijn, maar waar je als gebruiker wel extra moet opletten of de waarde inderdaad zo klopt, en/of waar het goed is om te weten wat er 'onder water' zal gebeuren met je invoer. In dat geval kan je wel verder, maar moet je extra bevestigen dat je de waarschuwing hebt gezien en toch door wil.



6.5.1. Soorten validaties

AERIUS kent de volgende soorten validaties:

1. **Validatie op toegestane geometrie.** Dit speelt bij wegverkeer en scheepvaart vaarroutes, waar alleen een lijnbron toegestaan is. Daarnaast mogen gebouwen alleen een polygoon zijn. Een andere geometrie levert een foutmelding op
2. **Validatie op volledigheid van de invoer.** Als je niet alle waarden hebt ingevuld, bijvoorbeeld je hebt geen subbron aangemaakt waar dat wel hoort of de locatie is niet gekozen, levert dit een foutmelding op.
3. **Validatie op invalide invoerwaarden.** Denk aan negatieve emissies of negatieve intensiteiten. Dit levert foutmeldingen op.



4. **Validaties op handelingen die niet kunnen of mogen.** Bijvoorbeeld, meer dan 1 referentiesituatie aanmaken, of een PDF exporteren zonder dat er een Beoogde situatie is, of een PDF of GML met rekenresultaten willen exporteren terwijl er geen emissies aanwezig zijn. Dit levert foutmeldingen op.
5. **Validaties bij het verwijderen van gekoppelde objecten.** Bij het verwijderen van een object dat aan een ander object is gekoppeld, word je gewaarschuwd dat de koppeling ook verwijderd zal worden. Dit is alleen een waarschuwing, geen foutmelding.
6. **Validatie op waardebereik.** Denk aan een warmte-inhoud die tussen bepaalde waarden moet vallen of een minimale lengte voor een wegvak. Deze validaties zijn sectorafhankelijk. Waarden buiten het bereik kunnen een foutmelding of een waarschuwing geven, afhankelijk van de reden voor het waardebereik. Een waarde die echt niet kan of mag, zal een foutmelding geven. Een waarde die wel kan voorkomen, maar die ten behoeve van de berekening zal worden aangepast omdat het buiten het bereik van het model valt, zal alleen een waarschuwing geven (zie ook hieronder).

Beoogde situaties

Maak tenminste 1 beoogde situatie aan

Dit gebouw (1 - Gebouw 1) is gekoppeld aan bron 1 (Bron 1). Door dit gebouw te verwijderen, verdwijnt de koppeling.

OK

Cancel

Uittreedhoogte

40

m

Uittreedhoogte valt buiten de standaardwaarden (0,0 - 20,0) waarmee AERIUS Calculator de invloed van het gebouw bepaalt (zie syllabus). Er zal worden gerekend met de dichtstbijzijnde waarde.

Bijlage 11: Validatie overzicht AERIUS geeft, voor het beeld, een overzicht van de belangrijkste validaties op het moment van schrijven. Validaties kunnen in de loop der tijd uitgebreid of aangepast worden.

6.5.2. Valide invoer, maar toch een waarschuwing

In sommige gevallen kunnen ingevulde waarden wel valide zijn, maar kan er niet mee gerekend worden in de onderliggende rekenmodellen. AERIUS accepteert dan wel de invoer, omdat dit wel de feitelijke situatie kan zijn. Om je erop te wijzen dat je waarde buiten het bereik van de rekenmodellen valt, komt er een waarschuwing. Als gebruiker kan je dan zelf de afweging maken: pas ik de waarde aan naar een waarde binnen het bereik van de berekening, maak ik een andere keuze met betrekking tot mijn invoer, of laat ik het zo en accepteer ik wat er 'onder water' gebeurt? In het laatste geval kan je zowel in de applicatie als in de PDF (bij broninformatie) zien wat je hebt ingevuld als waarde, en tussen haakjes waar het model mee rekent.

Op dit moment geldt het bovenstaande in de volgende gevallen:

Gebouwinvloed: Als een gebouw hoger of langer is dan het bereik van de huidige gebouwmodule in OPS (zie paragraaf 4.8), dan krijg je een

waarschuwing en komt tussen haakjes te staan met welke waarde - die wel binnen bereik valt - zal worden gerekend. Hetzelfde geldt voor emissiebronnen met kenmerken die buiten het bereik van de gebouwmodule in OPS vallen (bijvoorbeeld omdat ze een emissiepunt hebben dat hoger dan 20 meter is), terwijl ze wel 'met gebouwinvloed' doorgerekend worden. Bij de bronkenmerken verdwijnt de waarschuwing weer als je de optie 'rekenen met gebouwinvloed' voor de betreffende bron weer uitzet.

Weghoogte wegvak: deze mag zowel negatief als positief zijn (verdieping of verhoging). Echter, in SRM-2 is het bereik waarmee gerekend wordt afgebakend (zie paragraaf 5.4.2). Bij een waarde buiten dit rekenbereik krijg je een waarschuwing en zal worden gerekend met de dichtstbijzijnde waarde in het bereik. Tussen haakjes verschijnt dan de waarde waarmee gerekend wordt.

Afschermende constructies wegverkeer: Ook voor rekenen met afschermende constructies, geldt een afgebakend rekenbereik in SRM-2 (zie paragraaf 5.4.2). Bij een waarde buiten dit rekenbereik krijg je een waarschuwing en zal worden gerekend met de dichtstbijzijnde waarde in het bereik. Tussen haakjes verschijnt dan de waarde waarmee gerekend wordt. Als de afstand van het scherm tot aan de wegrand volgens de invoer meer dan de rekengrens is, wordt gewaarschuwd dat er geen schermeffect zal worden berekend (te ver weg) en verschijnt er een (-) tussen haakjes.

6.6. Omgaan met grote aantallen emissiebronnen

De nieuwe Calculator kan met veel grotere hoeveelheden emissiebronnen omgaan dan de oude versie: de ordegrootte is verschoven van ordegrootte 'maximaal 250 emissiebronnen' naar ordegrootte 'duizenden bronnen'. De mogelijkheden zijn hierdoor enorm toegenomen. Bij het werken met grote aantallen emissiebronnen is onderscheid te maken in wat je nog kan doorrekenen via de applicatie, en wat je kan inzien, aanmaken en bewerken via de applicatie.

6.6.1. Rekenen met veel emissiebronnen

Omdat iedereen direct en anoniem kan rekenen met AERIUS Calculator, schuilt er een potentieel risico voor het systeem in het helemaal loslaten van een maximaal aantal bronnen dat via de applicatie doorgerekend kan worden. Gebruikers van Calculator kunnen niet geblokkeerd worden. Om te voorkomen dat onnodig grote berekeningen worden gedaan en het systeem daardoor overbelast raakt, is ervoor gekozen om het laagdrempelige en anoniem rekenen/exporteren met resultaten via de applicatie, te beperken tot maximaal 5.000 emissiebronnen.

In het geval je als gebruiker meer dan 5.000 emissiebronnen hebt om door te rekenen, moet je een zogeheten API-key aanvragen. Rekenen met de API key kan via AERIUS Connect: je stuurt je invoer dan direct naar het rekenhart van

AERIUS, zonder tussenkomst van de applicatie. Voor meer informatie over rekenen met een API key via Connect, zie hoofdstuk 8.

6.6.2. Importeren en exporteren met veel emissiebronnen

Exporteren vanuit de applicatie mét rekenresultaten (GML met resultaten of een PDF), kan tot een maximum van 5.000 emissiebronnen. Voor deze exports moet immers gerekend worden en rekenen via de applicatie is gelimiteerd op maximaal 5.000 emissiebronnen. Bij meer dan 5.000 emissiebronnen kan alleen via de Connect API gerekend worden.

Let op: bij het exporteren van een PDF worden gegevens over emissiebronnen tot een maximum van 250 emissiebronnen per situatie weergegeven in de overzichtstabellen. Bij meer dan 250 emissiebronnen in een situatie, wordt de informatie over de emissiebronnen *niet* meer getoond in de PDF; de gebruiker zal de PDF dan moeten importeren in de applicatie om de bronnen in te kunnen zien. Hier is voor gekozen als (tijdelijke) oplossing, voor het probleem dat sommige berekeningen anders teveel bronnen bevatten om nog een PDF te kunnen exporteren. Bij heel veel bronnen zijn het simpelweg te veel gegevens om op die manier te visualiseren en dan blijft het genereren van de PDF 'hangen'. Daarnaast draagt een te groot aantal bladzijden niet bij aan de leesbaarheid van de PDF. De wens is om voor berekeningen met veel emissiebronnen, in de toekomst een alternatief uit te denken voor het toch zinvol kunnen presenteren van de emissiegegevens.

Wat betreft het importeren: bestanden met meer dan 5.000 emissiebronnen kunnen gewoon ingelezen worden. Op de kaart worden de bronnen ook allemaal getoond en de invoer kan ook weer geëxporteerd worden als GML met alleen bronnen. Echter, het is goed om aan te tekenen dat de browser wel gelimiteerd is in hoeveel gevisualiseerd kan worden in de *lijst*. Weergave in de lijst is in AERIUS daarom gelimiteerd op maximaal 5.000 bronnen (of gebouwen). Dit beperkt de mogelijkheden voor aanmaken en bewerken. Zie volgende paragraaf.

6.6.3. Aanmaken en bewerken van veel emissiebronnen

Het aanmaken en bewerken van emissiebronnen (en gebouwen) in de applicatie verloopt via de weergave in een bronnenlijst of gebouwenlijst. De bronnenlijst of gebouwenlijst is per situatie gelimiteerd op maximaal 5.000 emissiebronnen of gebouwen, simpelweg omdat je browser langere lijsten niet meer kan verwerken. Dit betekent, dat het praktisch gezien niet mogelijk is om meer dan 5.000 emissiebronnen/gebouwen per situatie aan te maken of te bewerken via de applicatie, omdat de lijst gewoon niet meer weergegeven wordt. De bronnen zijn dus wel ingeladen, en ook zichtbaar op de kaart, maar ze kunnen niet meer getoond worden in de lijst en daarom ook niet meer bewerkt worden.

Enige uitzondering is wegverkeer. Bij wegverkeer is het mogelijk om *alle* wegvakken uit je netwerk in te zien en te bewerken, ook bij meer dan 5.000

wegvakken. Dit komt omdat wegverkeer als 1 verkeersnetwerk in de bronnenlijst wordt weergegeven en je als gebruiker zelf kan bepalen welke van de onderliggende wegvakken je wilt bewerken. Dit kan je bepalen door wegvakken op de kaart aan te klikken: de op kaart geselecteerde wegvakken zullen bovenin de lijst komen en zijn dan bewerkbaar. Zie voor meer informatie hierover paragraaf 7.2.2.

6.7. Overige functionaliteiten in AERIUS

Onderstaand een kort overzicht van enkele algemene functionaliteiten in AERIUS.

6.7.1. Functies via menubalk links

In de menubalk links zijn onderaan twee knoppen met extra functionaliteit beschikbaar:

-  **Handboek** (menubalk links): dit brengt je naar het onderhavige nieuwe handboek van AERIUS Calculator.
-  **Taalwissel** (menubalk links): hiermee kan je wisselen tussen Engelstalig (inclusief weergave decimalen met een komma) en Nederlandstalig. Let op: wisselen van taal start de applicatie opnieuw op, dus ingevoerde gegevens raak je dan kwijt.

6.7.2. Functies via toolbar rechts

In de toolbar zijn de volgende generieke functies beschikbaar:

-  **Meldingen**: hier verschijnen meldingen en updates over je berekeningen, evenals eventuele systeem errors. Bij de keuze voor Exporteren, vind je hier ook de links naar de downloadbestanden terug als het exporteren klaar is. Deze download links komen ook vanzelf in je mailbox.
-  **Kaartlagenpaneel**: hiermee kan je de beschikbare kaartlagen inzien en aan- of uitzetten. Kaarten met rekenresultaten zijn pas beschikbaar na het rekenen. Het kaartlagenpaneel kan je verschuiven over de kaart. Als je het paneel uitzet en daarna weer aanzet, opent hij op de laatst gebruikte plek. Aanklikken met shift ingedrukt, zorgt ervoor dat de marker weer opent op de default plek.
-  **Infomarker**: deze kan je gebruiken om informatie op te halen over een specifieke locatie/hexagoon. Klikken op de infomarker en dan op de kaart, zorgt ervoor dat de informatie over gebied, habitattypen en depositie zichtbaar worden. Weer klikken op het icoontje zet de extra informatie weer uit. Het scherm met de locatie informatie kan verschoven worden over de kaart. Als je de infomarker uitzet en daarna weer aanzet, opent hij op de

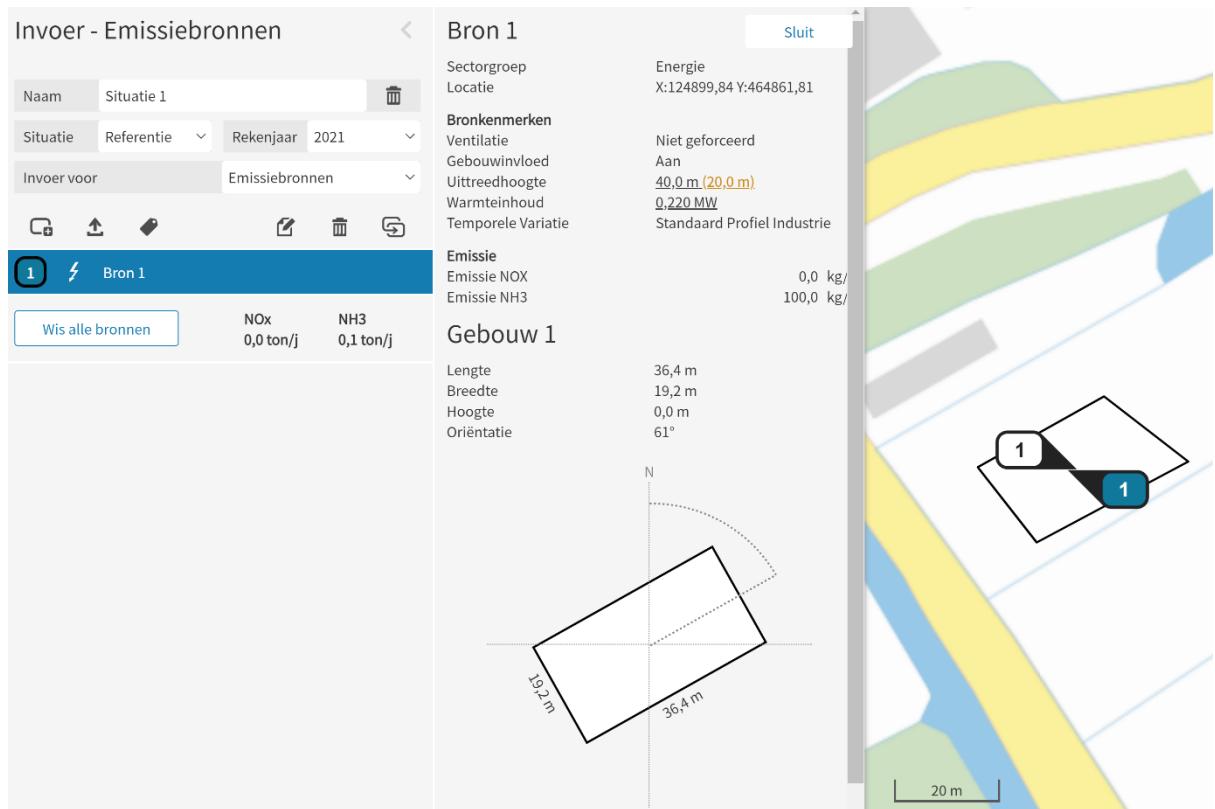
laatst gebruikte plek. Aanklikken met shift ingedrukt, zorgt ervoor dat de marker weer opent op de default plek.

-  **Zoekfunctie:** hiermee kan je op de kaart zoeken, op postcode, plaatsnamen, adressen en natuurgebieden. Tip: je kan ook op coördinaten zoeken. Gebruik dan de weergave x:193168 y:471901
-  **Liniaal:** hiermee kan je op kaart afstanden meten. Het is mogelijk meerdere afstanden te meten en zichtbaar te hebben. Nog een keer klikken op de liniaal wist de meetwaarden weer.

6.7.3. Interactie tussen bronnenlijst en kaart

In AERIUS is sprake van interactie tussen de kaart en de bronnenlijst, en op beide kan je klikken:

- Klikken op kaart en zoomen:
 - Bij uitzoomen op kaart, worden labels van gebouwen en emissiebronnen samengevoegd voor de leesbaarheid. Bij weer inzoomen worden ze weer los zichtbaar. Inzoomen kan via zoombalk in de toolbar, maar het kan ook door te dubbelklikken op de (samengevoegde) labels. Hij zoomt dan steeds een vast interval verder in. De gebruiker kan ook inzoomen door shift in te drukken en met de linkermuisknop ingedrukt over het scherm te slepen.
 - Bij dubbelklikken op een ingezoomde (los zichtbare) bron, opent de betreffende bron in de bronnenlijst. Let op: dit werkt alleen als je ook de bronnenlijst open hebt staan binnen menu Invoer en niet de gebouwenlijst.
 - Via een schuif functie kan het kaartbeeld groter of kleiner worden gemaakt. Als je het middenpaneel groter maakt, wordt het rechterpaneel vanzelf kleiner, en andersom. De functie geeft meer flexibiliteit bij het bekijken van bijvoorbeeld de resultaten. Verder kun je onder "Resultaten" ook met sneltoets 'f' de verdeling van het kaartbeeld en rechterpaneel aanpassen naar 20% om 80%, 50% om 50% en 80% om 20%.
- Klikken in bronnenlijst of gebouwenlijst met opgeslagen gebouwen/bronnen (zie Figuur 19):
 - Hooveren over de lijst toont de detailinformatie in een extra paneel, die over de kaart heen schuift.
 - Klikken zet de detailinformatie in het extra paneel vast, over de kaart heen. De bron of het gebouw wordt bewerkbaar.
 - Dubbelklikken zet de detailinformatie in het extra paneel vast, en tegelijk schuift de kaart op en centreert rond de betreffende emissiebron/gebouw. De bron/het gebouw wordt bewerkbaar.



Figuur 19: Detailinformatie van de emissiebron. Het informatievenster is uitgeklapt zichtbaar na dubbelklikken.

6.7.4. Navigatie via toetsenbord

Vanaf Calculator 2021 is de toegankelijkheid van de applicatie verder verbeterd door de navigatiemogelijkheden via het toetsenbord uit te breiden. Met tab kan je door de applicatie heen, maar vanwege het grote aantal velden kan dit omslachtig zijn. Het is ook mogelijk gebruik te maken van vaste toetsencombinaties als snelkoppeling ('hot keys'). Figuur 20 geeft overzicht van de beschikbare snelkoppelingen. Dit overzicht is te allen tijde op te vragen in de applicatie, simpelweg door een vraagteken te typen.

Toetsenbordbediening

X

Sneltoetsen zijn ingeschakeld

Uitschakelen

Navigatie

- Shift + 1** Navigeer naar Invoer
- Shift + 2** Navigeer naar Rekenpunten
- Shift + 3** Navigeer naar Berekenen
- Shift + 4** Navigeer naar Resultaten
- Shift + 5** Navigeer naar Exporteren

Selecties en acties

- 1-9** Selecteer object [nummer]
- q** en dan **1-9** Selecteer situatie [nummer]
- c** en dan **c** Maak een nieuw object
- c** en dan **s** Maak nieuwe Situatie
- c** en dan **e** Maak nieuwe Emissiebron
- c** en dan **a** Maak nieuw Rekenpunt
- c** en dan **b** Maak nieuw Gebouw
 - e** Wijzig het geselecteerde object
 - v** Dupliceer het geselecteerde object
 - d** Verwijder het geselecteerde object
 - z** Zoom in naar het geselecteerde object
 - w** Deselecteer alle bronnen

Hulpmiddelen en informatie

- n** Toon/verberg berichtencentrum
- l** Toon/verberg kaartlagen popup
- i** Toon/verberg informatie popup
- s** Toon/verberg zoekveld
- m** Meetlat aan/uit
- f** Toon/verberg linkerpaneel
- ?** Toon/verberg keyboard sneltoetsen

Ctrl + Escape Focus hoofdvenster

Ctrl + ? Sneltoetsen inschakelen/uitschakelen

Kaartbediening

- +** Zoom in
- Zoom uit
- ←** Beweeg naar het westen
- Beweeg naar het oosten
- ↓** Beweeg naar het zuiden
- ↑** Beweeg naar het noorden

Shift + t Toon/verberg kaartlabels

Figuur 20. Overzicht van de sneltoetsen binnen AERIUS Calculator.

6.8. Gebruik van data in AERIUS Calculator

In Calculator wordt niet alleen gebruik gemaakt van onderliggende rekenmodellen en bijbehorende gegevens, maar ook van veel verschillende data die periodiek geactualiseerd wordt. Daarnaast produceert AERIUS ook data die als open data beschikbaar wordt gesteld.

6.8.1. Soorten data in AERIUS

Op hoofdlijnen is er onderscheid te maken in de volgende soorten data:

- Natuurgegevens
- Depositiegegevens (achtergronddepositie)
- Emissiefactoren

De **natuurgegevens** bepalen de context waarbinnen de rekenresultaten beoordeeld moeten worden. Het gaat bijvoorbeeld om de begrenzingen van natuurgebieden, de kartering van de habitattypen en leefgebieden binnen de natuurgebieden, lijsten met alle aangewezen habitattypen, soorten en vogels, de koppelingen tussen vogels en soorten enerzijds en habitattypen en leefgebieden anderzijds, en een overzicht van alle Kritische Depositie Waarden.

De **depositiegegevens** worden in Calculator gebruikt als achtergronddepositie. Dit is de waarde die - in combinatie met de natuurgegevens - bepaalt of er überhaupt sprake is van een (bijna) overbelaste situatie op een hexagon. Tevens wordt de achtergronddepositie opgeteld bij de berekende projectbijdrage om een totale depositie te tonen bij de rekenresultaten. Voor de achtergronddepositie in Calculator wordt altijd uitgegaan van de huidige situatie (meest recente jaar in AERIUS Monitor).

- De achtergronddepositie binnen de Natura 2000-gebieden is op hectareniveau berekend met AERIUS Monitor. De huidige achtergronddepositie is een berekening van de depositie vanuit de meest recente inzichten in emissies bij gemiddelde meteorologische omstandigheden en gekalibreerd op basis van vijf jaar aan metingen. Zo geeft de achtergrondkaart een actueel beeld van het depositieniveau zonder de fluctuaties door de weersomstandigheden. Voor het meest recente jaar geldt dat de achtergronddepositie is berekend op basis van de meest recente emissietotalen per stof per sector vanuit de emissieregistratie (ER)³⁹. Over het algemeen is er twee jaar verschil met het jaar van Calculator; de achtergronddepositie in AERIUS Calculator en Monitor 2021 bevatte bij publicatie bijvoorbeeld de meest recente inzichten vanuit de ER voor het jaar 2019.
- Buiten de natuurgebieden wordt uitgegaan van de GDN (Grootschalige Depositiekaarten Nederland).

De **emissiefactoren** in AERIUS worden gebruikt om de emissie van ingevoerde emissiebronnen te berekenen, voor sectoren waar de emissie niet direct wordt ingevoerd door de gebruiker maar bepaald wordt door activiteit x emissiefactor te doen. Er zijn emissiefactoren voor wegverkeer, scheepvaart, stalsystemen en mobiele werktuigen.

6.8.2. Actualisatie gebruikte data in AERIUS

Als de achterliggende data in AERIUS wijzigt, heeft dat gevolgen voor de (beoordeling van) de rekenresultaten:

- Als de *natuurgegevens* wijzigen, kan het zijn dat een rekenpunt dat eerst niet relevant was om op te rekenen dat wel wordt, of andersom. Ook kan het zijn dat een hexagon waar eerst géén sprake was van een overbelaste situatie, dat wel wordt (of andersom), als de meest kritische depositiewaarde die op een hexagon geldt wijzigt. Oftewel, de 'labels' die

³⁹ Emissieregistratie: <http://emissieregistratie.nl>

de hexagonen krijgen, kunnen veranderen. Dit heeft gevolgen voor waar gerekend wordt en of het hexagoon relevant is voor de stikstofregistratie.

- Als de *depositiegegevens (achtergrond)* wijzigt, kan het zijn dat een rekenpunt dat eerst als overbelast werd gezien, dat niet meer is, of andersom. Ook dit heeft dus gevolgen voor het 'label' van het hexagoon
- Als de *emissiefactoren* wijzigen, dan kan dezelfde invoer van een gebruiker (gegevens omtrent de activiteit) leiden tot een andere emissie en daarmee tot een andere depositie. Het rekenresultaat kan hier dus door veranderen.

Bij een nieuwe release van AERIUS, wordt ook de data geactualiseerd. Voor een nadere toelichting welke data in AERIUS zit, zie Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS.

6.9. Weergave getallen in AERIUS

Getallen in AERIUS worden, afhankelijk van het doel, op verschillende manieren weergegeven. De volgende uitgangspunten gelden:

- Algemeen geldt: als er géén gegevens zijn om te presenteren, wordt een '-' getoond in de applicatie en de PDF. Dit zie je bijvoorbeeld bij het emissieoverzicht van je bron, als je voor een bepaalde stof niets hebt ingevuld. Of bij resultaten, als er geen rekenresultaten zijn binnen het toepassingsbereik van de Calculator.
- Emissies worden in de overzichten in de applicatie en PDF standaard afgerond op 1 cijfer achter de komma. Let op: je kan wel meer cijfers achter de komma invullen! Deze worden dan weer zichtbaar als je de bron bewerkt in de applicatie, of in de GML.
- Emissies worden altijd ingevoerd in kg/jaar. Echter, bij het weergeven van emissies in overzichten in de applicatie en PDF, wordt de eenheid afgestemd op de omvang van de emissies. Grote getallen worden in ton getoond, en heel kleine emissies juist in gram. Op die manier blijven de overzichten informatief, met name als het gaat om verschillen tussen situaties.
- Rekenresultaten (zowel doorgerekend oppervlak in ha als depositie in mol/ha/jaar) worden standaard afgerond op twee decimalen in de applicatie en de PDF.

7. Calculator stap voor stap

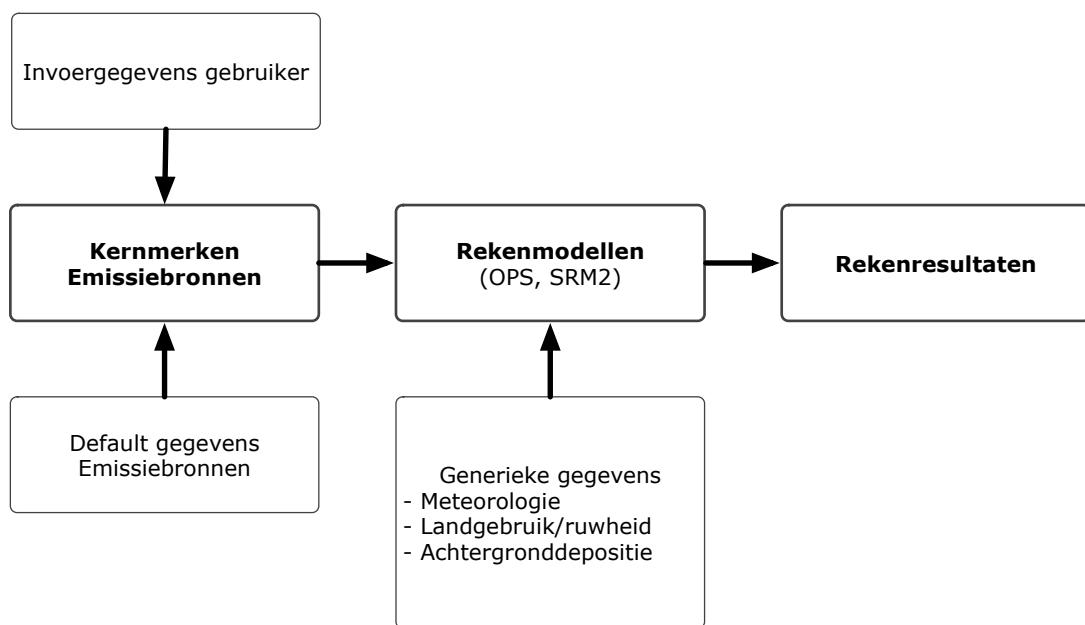
Het vorige hoofdstuk gaf een algemene introductie op AERIUS Calculator, met een overzicht van zaken die handig zijn om te weten over de Calculator. Dit hoofdstuk gaat in op de inhoudelijke stappen die je als gebruiker moet

doorlopen als je een berekening in het kader van een vergunningaanvraag gaat uitvoeren, en wat de bijbehorende stappen in Calculator zijn.

Het gaat om de volgende stappen, die één voor één aan bod komen:

1. Bepalen welke situatie of situaties je wilt doorrekenen
2. Definiëren van de invoergegevens voor elke situatie (invoergegevens gebruiker)
3. *Definiëren van eigen rekenpunten, indien aan de orde*
4. Berekenen (via de onderliggende rekenmodellen)
5. Inzien en beoordelen rekenresultaten
6. Exporteren

Figuur 21 geeft een schematisch overzicht van de rol van de gebruikersinvoer in het proces van doorrekening.



Figuur 21: Schematisch overzicht van de stappen om tot een rekenresultaat te komen met AERIUS Calculator.

7.1. Stap 1: Bepalen welke situatie(s) door te rekenen

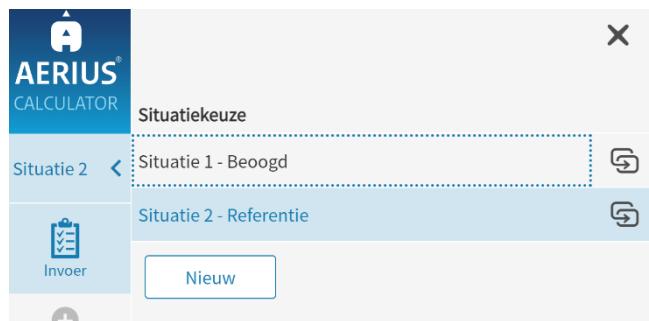
De eerste stap is het bepalen van de situatie of situaties die je wilt gaan doorrekenen. In Calculator kan je maximaal 6 situaties aanmaken of invoeren.

Calculator maakt onderscheid in 4 typen situaties:

1. Beoogde situatie
2. Referentiesituatie (max 1)
3. Salderingssituatie (max 1)
4. Tijdelijke situatie

Bij het aanmaken of importeren van een situatie geef je als gebruiker aan wat voor type situatie het is. Default is het type 'Beoogd'. Bij het doorrekenen, worden alle aangemaakte situaties altijd individueel doorgerekend. Dit levert voor iedere situatie een 'situatieresultaat' op. Daarnaast worden voor sommige typen situaties, automatisch bepaalde combinatieberekeningen uitgevoerd.

Tip: Om te wisselen tussen situaties of om nieuwe situaties aan te maken, gebruik je de wisselknop in het linkermenu. Daar kan je kiezen voor een andere situatie, een bestaande situatie **kopiëren** of kiezen voor een **nieuwe situatie** aanmaken. Als je onder de wisselknop op een andere situatie klikt, kom je automatisch bij de invoer van die situatie terecht.



7.1.1. Beoogde situatie

Een Beoogde situatie geldt in AERIUS als de aan te vragen / de geplande situatie. Voor elke Beoogde situatie voert Calculator automatisch een **Projectberekening** uit. Bij de projectberekening wordt op ieder rekenpunt de depositie ten gevolge van de Referentiesituatie (indien aanwezig) en de afgeroomde depositie van de Salderingsituatie (indien aanwezig), *afgetrokken* van de depositie in de Beoogde situatie zelf. Op die manier wordt per rekenpunt de netto bijdrage van het project in kaart gebracht, rekening houdend met intern en extern salderen. Het resultaat van de projectberekening kan dan ook zowel positief als negatief zijn.

In het geval er géén Referentie en Salderingssituatie zijn, maar alleen de Beoogde situatie zelf, dan zal het resultaat van de Projectberekening rekenkundig gelijk zijn aan het individuele situatieresultaat van de Beoogde situatie.

Voor iedere Beoogde situatie kan een PDF export gemaakt worden. Dit kan gebruikt worden als bijlage bij de vergunningaanvraag. In de PDF export zijn de resultaten van de Projectberekening samengevat. Het is tevens een gegevensdrager: 'onder water' bevat de PDF de GML's van de betrokken situaties (Beoogd, en indien aan de orde ook Referentie en Saldering). Bij het weer inlezen van een PDF in AERIUS, worden deze GML's uitgelezen.

7.1.2. Referentiesituatie

De Referentiesituatie is bedoeld voor de situatie zoals die reeds vergund / aanwezig is op het terrein/projectgebied. Voor de Referentiesituatie zelf is in AERIUS alleen het situatieresultaat beschikbaar. De berekende depositie in de Referentiesituatie wordt daarnaast gebruikt in de Projectberekening van een Beoogde situatie (zie bij Beoogde situatie).

7.1.3. Salderingssituatie

De Salderingssituatie is bedoeld voor het opnemen van emissiebronnen die op een andere plek liggen dan de voorgenomen ontwikkeling zelf, en waarmee (extern) gesaldeerd mag worden. Stel dat er twee bedrijven worden uitgekocht om een bepaalde activiteit mogelijk te maken, dan neem je de emissiebronnen van deze twee bedrijven op in de Salderingssituatie. Bij een salderingssituatie geef je als gebruiker altijd aan welke 'afroomfactor' gehanteerd moet worden: dit is het deel van de **depositie** dat *niet* beschikbaar is voor saldering maar bedoeld is om af te romen. De berekende depositie in de salderingssituatie wordt automatisch 'afgeroomd' op basis van deze factor en het netto resultaat wordt zichtbaar als situatieresultaat. Bij een afroomfactor van 1 (=100% afromen), komen er dus géén resultaten.

Naam	Situatie 3	
Situatie	Saldering	Rekenjaar 2021
Afroomfactor	0.3	
<input type="button" value="Annuleer"/>		<input type="button" value="Bewaar"/>

Voor de Salderingssituatie zelf is in AERIUS alleen het afgeroomde situatieresultaat beschikbaar. De afgeroomde depositie in de Salderingssituatie wordt daarnaast gebruikt in de Projectberekening van een Beoogde situatie (zie bij Beoogde situatie).

Let op: afromen gebeurde in de praktijk voorheen ook al zonder afroomfactor in Calculator, door de emissie aan te passen (aanpassen van de invoer). Dit kan natuurlijk nog steeds; zorg dan dat de afroomfactor in Calculator op '0' staat (standaard staat deze op 0,3 om zo 30% af te romen).

7.1.4. Tijdelijke situatie

Een tijdelijke situatie is bedoeld voor tussentijdse situaties, oftewel, situaties die in de tijd gezien plaatsvinden tussen de Referentie en de Beoogde situatie. Tijdelijke emissies kunnen extra zijn, boven op de emissies in de Referentiesituatie, of een tijdelijke vervanging van de Referentiesituatie.

The screenshot shows the AERIUS Calculator interface. On the left, there's a sidebar with icons for Situatie 5, Invoer, Rekenpunten, Berekenen, Resultaten, and Exporteren. The main area has a title 'Berekenen' and a sub-section 'Bereken'. It lists several scenarios: Referentiesituatie (Situatie 1), Salderingsituatie (Situatie 5), Rekenmethode (Wet Natuurbescherming), Inclusief situaties (Situatie 2, Situatie 3, Situatie 4). A 'Bereken' button is at the bottom right of this section. To the right is a table titled 'Overzicht van situaties' with columns for #, Naam, Situatie soort, Jaar, Afroomfactor, Emissiebronnen, Emissie NOx, and Emissie NH3. The data is as follows:

#	Naam	Situatie soort	Jaar	Afroomfactor	Emissiebronnen	Emissie NOx	Emissie NH3
1	Situatie 1	Referentie	2022		1	10,0 ton/j	0,0 ton/j
2	Situatie 2	Tijdelijk	2023		2	12,0 ton/j	< 0,1 ton/j
3	Situatie 3	Beoogd	2024		2	20,0 ton/j	0,0 ton/j
4	Situatie 4	Tijdelijk	2023		3	12,7 ton/j	< 0,1 ton/j
5	Situatie 5	Saldering	2023	0,30	1	6,0 ton/j	0,0 ton/j

Figuur 22. Voorbeeld van meerdere situaties, waarvan ook meerdere tijdelijke, binnen één berekening. Ook is er een salderingssituatie opgegeven met een afroomfactor van 0,30.

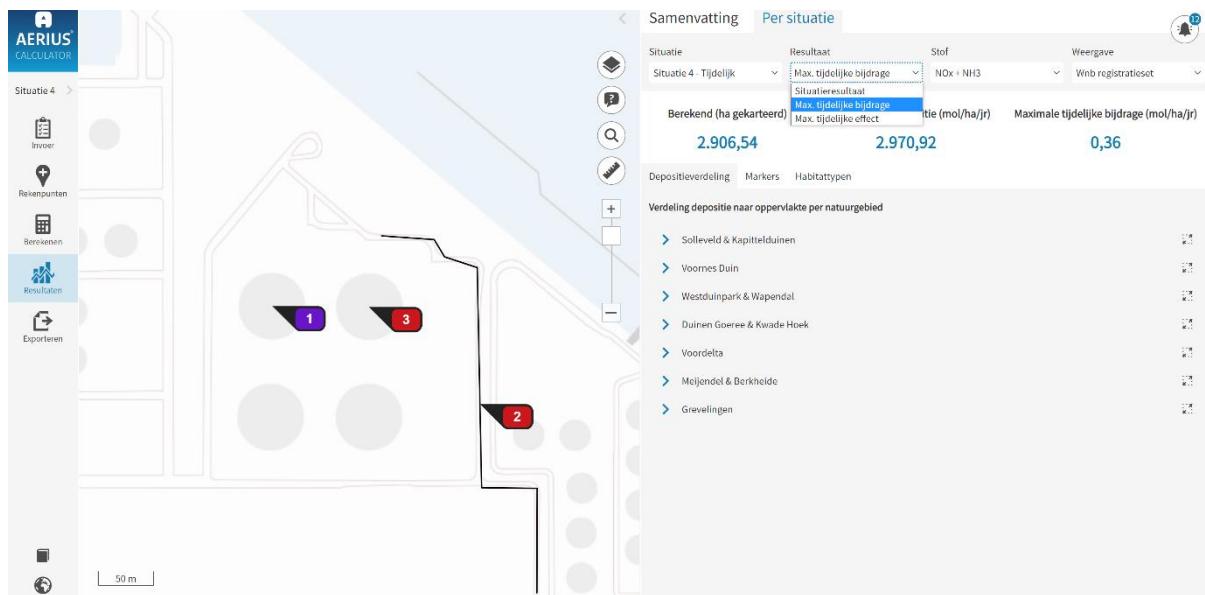
In Calculator kan de gebruiker één of meerdere tijdelijke situaties definiëren en doorrekenen (Figuur 22). Calculator berekent vervolgens naast de situatiebijdrage, standaard twee sommen:

De maximale tijdelijke bijdrage

Dit is per rekenpunt de hoogste depositie, als de verschillende tijdelijke situaties worden vergeleken. Bij 1 tijdelijke situatie is dit dus gelijk aan het situatieresultaat van deze situatie.

Deze berekening kan handig zijn, als er meerdere tijdelijke situaties zijn, die achter elkaar plaatsvinden (niet gelijktijdig) en die allemaal extra emissies bovenop de Referentie veroorzaken. De maximale tijdelijke bijdrage geeft dan per rekenpunt inzicht in wat er maximaal aan tijdelijke extra depositie plaatsvindt (Figuur 23).

De maximale tijdelijke bijdrage kan bekijken worden voor iedere doorgerekende tijdelijke situatie, maar is natuurlijk bij elke tijdelijke situatie hetzelfde, omdat het gaat om het maximum van alle tijdelijke situaties.



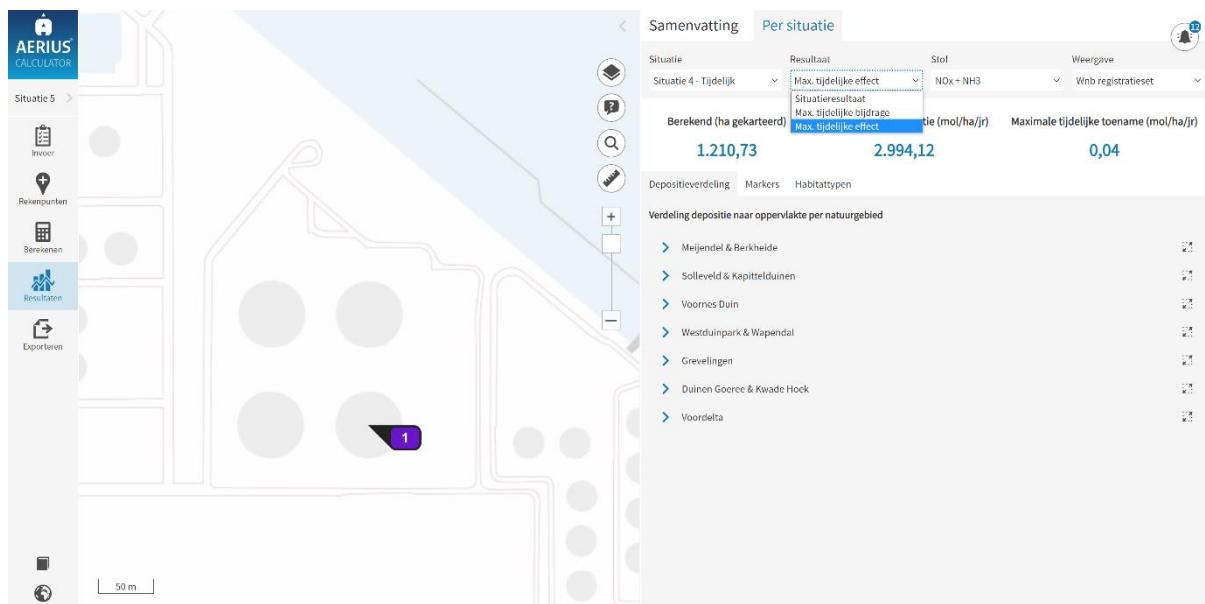
Figuur 23. Voorbeeld van de resultaten van een berekening met meerdere tijdelijke situaties. De maximale tijdelijke bijdrage kan worden uitgelicht en is dus de hoogste bijdrage van de twee.

Het maximale tijdelijke effect

Dit is de maximale tijdelijke bijdrage, maar dan minus de depositie in de Referentiesituatie (indien aanwezig) en minus de afgeroomde depositie in de Salderingssituatie (indien aanwezig). De resultaten van deze berekening kunnen dus ook negatief zijn.

Deze berekening kan handig zijn, als er één of meerdere tijdelijke situaties zijn, die achter elkaar plaatsvinden als *tijdelijke vervanging* van de Referentiesituatie. Het maximale tijdelijke effect geeft dan per rekenpunt inzicht of de tijdelijke situatie leidt tot *meer* of *minder* depositie dan wat al vergund was in de Referentiesituatie.

Het maximale tijdelijke effect kan bekijken worden voor iedere doorgerekende tijdelijke situatie, maar is natuurlijk bij elke tijdelijke situatie hetzelfde, omdat het gaat om het maximum effect van alle tijdelijke situaties (Figuur 24).



Figuur 24. Wanneer het maximale tijdelijke effect wordt getoond, dan is daar de weergegeven salderingssituatie van afgetrokken. Het maximale tijdelijke effect is daarom lager dan de maximale tijdelijke bijdrage.

7.1.5. Rekenjaar: per situatie

Voor iedere situatie apart geef je als gebruiker het rekenjaar op, waarbij er gekozen moet worden uit een lijst beschikbare rekenjaren. Bij het importeren van een bestand met een rekenjaar dat niet (meer) beschikbaar is, zal dit automatisch omgezet worden naar het dichtstbijzijnde wel beschikbare rekenjaar. Het rekenjaar is op de volgende manieren van invloed op je berekening:

- Het rekenjaar wordt gebruikt bij het ophalen van emissiefactoren uit de database. Hiermee is het van invloed op de berekening van de emissies en dus ook de depositie, maar alléén voor sectoren waarbij de emissie wordt bepaald aan de hand van standaard emissiefactoren die jaargebonden zijn. Denk aan wegverkeer of scheepvaart. De emissiefactoren bij deze bronnen zijn verschillend per jaar, omdat de verwachting is dat de emissie in de tijd zal veranderen.
- Het rekenjaar bepaalt ook welke achtergrondgegevens uit preSRM worden gebruikt in de SRM-2 berekening (zie ook paragraaf 5.3). Een ander rekenjaar betekent een andere achtergrondwaarde en dat heeft in de SRM-2 berekening effect op de berekende concentratiebijdrage. Dit speelt dus alleen bij wegverkeer tot een afstand van 5 km (daarna wordt met OPS gerekend).
- Het rekenjaar bepaalt of gerekend wordt met chemische gegevens van dat betreffende jaar (bij rekenjaren in het verleden, dat zijn in Calculator 2021 alle rekenjaren t/m 2020), of dat wordt gerekend met prognostische chemie

Overzicht van situaties

#	Naam	Situatie soort	Jaar
1	Situatie 1	Referentie	2022
2	Situatie 2	Tijdelijk	2023
3	Situatie 3	Beoogd	2024
4	Situatie 4	Tijdelijk	2023
5	Situatie 5	Saldering	2023

(bij alle toekomstige rekenjaren, in Calculator 2021 zijn dat alle jaren vanaf 2021).

Het ingevoerde rekenjaar heeft géén effect op de gebruikte meteorologische omstandigheden, die worden gebruikt om de verspreiding te berekenen. Calculator rekent altijd met meerjarige meteorologie (zie ook paragraaf 4.5), zodat resultaten van verschillende situaties en jaren goed vergelijkbaar zijn en berekende (project-) effecten niet beïnvloed worden door het effect van de specifieke weersomstandigheden in een bepaald jaar.

Het rekenjaar heeft ook géén effect op de achtergronddepositie zoals die wordt getoond bij de resultaten en die wordt opgeteld bij de (project)bijdrage. Hiervoor wordt altijd de huidige achtergronddepositie gebruikt (zie ook paragraaf 6.8.1).

Beschikbare rekenjaren

De beschikbare rekenjaren in een bepaalde versie van AERIUS Calculator hangen af van voor welke rekenjaren emissiefactoren beschikbaar zijn. In Calculator 2021 kan gerekend worden voor alle jaren tussen 2019 en 2035. Default staat de rekeninstelling op 2022 als 'huidig jaar'.

Voor het rekenen na 2030 geldt dat alleen voor wegverkeer de emissiefactoren nog wijzigen. Dat betekent dat voor alle sectoren behalve wegverkeer, rekenen na 2030 hetzelfde resultaat geeft als rekenen voor 2030. Zie Bijlage 26: Rekenen met AERIUS in de jaren 2031 t/m 2035 voor een nadere toelichting op het rekenen na 2030.

7.2. Stap 2: Definiëren invoer per situatie

Als je als gebruiker helder hebt welke situaties je door gaat rekenen, is de volgende stap het vastleggen van de invoer per situatie. Hiervoor klik je op de menuknop 'Invoer'. De invoer per situatie bestaat uit Emissiebronnen en Gebouwen. Het gaat voor het thema stikstofdepositie om emissiebronnen met een relevante uitstoot van stikstofoxiden (NOx) en/of ammoniak (NH₃).

De emissiebronnen en de gebouwen die aangemaakt of geïmporteerd worden, komen te staan in twee aparte lijsten in je situatie, die beide terug te vinden zijn onder het menu 'Invoer'. Je kan wisselen tussen deze twee lijsten. In de lijst zie je dus altijd of alle emissiebronnen, of alle gebouwen uit een bepaalde situatie. Als je als gebruiker bij een emissiebron uit de lijst aangeeft dat er sprake is van 'gebouwinvloed', dan kies je uit de lijst met gebouwen welk gebouw gekoppeld moet worden aan de emissiebron. Dit komt verderop nog terug.

Zowel bronnen als gebouwen zijn ook zichtbaar op de kaart. Door te klikken op een label in de kaart, ga je vanzelf naar die bron of dat gebouw toe in de lijst. Andersom kan je in de lijst dubbelklikken op een bron of gebouw en dan zoom je erheen op de kaart.

Let op: per situatie is het niet mogelijk om meer dan 5.000 emissiebronnen of gebouwen te visualiseren in de lijst. Als er meer zijn, worden deze niet meer getoond in de lijst. Op de kaart zijn wel veel meer dan 5.000 emissiebronnen / gebouwen te visualiseren.

Let op: Om met je invoer te kunnen rekenen, moet er minimaal één emissiebron beschikbaar zijn met een emissie groter dan nul. Meer dan 5.000 emissiebronnen kunnen niet meer doorgerekend worden via de applicatie (zie ook paragraaf 8.1).

Tip: Je kan één of een selectie van emissiebronnen of gebouwen in de lijst via multi-select (ctrl-klik) selecteren en dan verwijderen of kopiëren in dezelfde situatie. Het kopiëren van één of meer bronnen/gebouwen naar een *andere* situatie is (nog) niet mogelijk: dan moet je de hele situatie kopiëren (zie paragraaf 7.1).

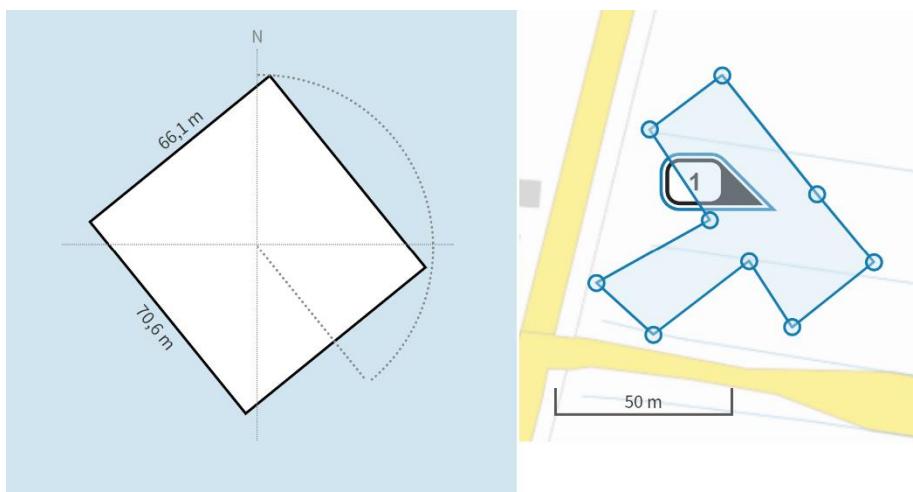
7.2.1. Gebouwen aanmaken

Een gebruiker kan binnen een situatie 1 of meerdere gebouwen aanmaken, die in een lijst komen te staan en daarnaast op kaart gevisualiseerd worden. Een gebouw maak je aan door binnen de menuknop ‘invoer’ te kiezen voor ‘gebouwen’ in de dropdown en dan op het plusje te drukken. Importeren van eerder aangemaakte gebouwen kan ook.

Een gebouw is gedefinieerd als een polygoon (vlak) met een hoogte. Je kan de vorm van het gebouw intekenen op de kaart: de polygoon wordt dan opgeslagen en de bijbehorende WKT-string⁴⁰ wordt zichtbaar. Het is ook mogelijk direct een WKT-string van een polygoon in te voeren. De hoogte voer je apart in.

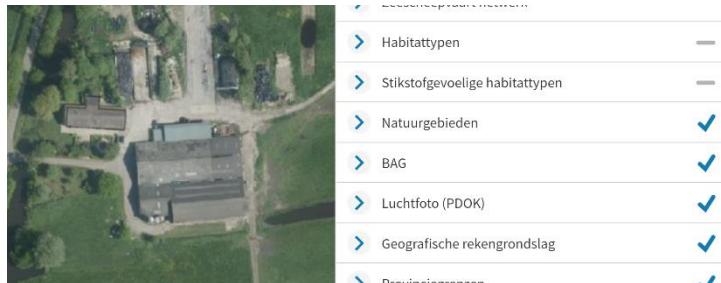
Tip: om te zien van welke gebouwdimensies OPS gebruikmaakt in de berekening, wordt de ‘rechthoek variant’ van de ingetekende polygoon weergegeven, zie Figuur 25 (zie ook paragraaf 4.8).

⁴⁰WKT - well known text: https://en.wikipedia.org/wiki/Well-known_text_representation_of_geometry



Figuur 25: Weergave van de envelop van een gebouw in AERIUS Calculator. De ingevoerde contouren worden geïnterpreteerd als de envelop (links) rondom het door de gebruiker getekende polygoon (rechts).

Tip: Je kan de kaartlaag BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen) aanzetten om de contouren van de gebouwen zoals bekend in de BAG op de kaart te zien, als hulpmiddel bij het tekenen. Een andere mogelijkheid is om bij de kaartlagen te kiezen voor Luchtfoto (PDOK), als hulpmiddel bij het tekenen.



Let op: Een gebouw aanmaken of importeren heeft op zich (nog) geen effect op de berekening. Pas als je een gebouw koppelt aan een emissiebron, wordt er met het betreffende gebouw gerekend. Het koppelen van gebouwen aan emissiebronnen, wordt nader toegelicht bij de paragraaf 7.2.4 over het invoeren van de bronnenmerken van generieke bronnen (waaronder gebouwinvloed).

Let op: De oriëntatie van het gebouw, die relevant is voor de doorrekening met OPS, wordt in AERIUS weergegeven als hoek van de lange zijde ten opzichte van de noord zuid lijn (verticale as), zoals bij een kompas. Zie Figuur 25 hierboven. Dit wijkt af van de weergave voor oriëntatie in OPS (zie paragraaf 4.8).

7.2.2. Algemene gegevens emissiebron

Voor iedere emissiebron die je als gebruiker aanmaakt, geef je eerst algemene gegevens op:

- Naam emissiebron: kies je zelf als gebruiker
- Sectorgroep en daarna sector (indien aan de orde): keuze via dropdowns.

De sectorkeuze is relevant voor de berekening, want deze heeft invloed op een aantal zaken:

5. Met welk onderliggend rekenmodel gerekend zal worden. In principe is dit altijd OPS, met uitzondering van de concentraties voor wegverkeer tot een afstand van 5 km (SRM-2)
6. Welke bronkenmerken je in kan invullen, welke default waarden AERIUS daarbij hanteert en of deze wel of niet aanpasbaar zijn. Welke waarden worden gehanteerd per sector, staat vermeld in Bijlage 28: Bronkenmerken sectoren AERIUS Calculator.
7. De wijze waarop je later de emissiegegevens kan invullen/bepalen en de stoffen waarvoor dat kan (bepaalt ook de invoervelden)

Het selecteren van de juiste sector (eerste stap), zorgt er dus voor dat AERIUS de juiste karakteristieken meeneemt. Op deze manier kan AERIUS de invoer aan het model aanbieden volgens een gestandaardiseerde manier. Het is belangrijk om als gebruiker altijd te verifiëren of de karakteristieken en waarden inderdaad goed passen bij de te modelleren situatie.

Tabel 3 geeft de sectorgroepen en onderliggende sectoren waaruit je kan kiezen in de applicatie. Voor een totaaloverzicht van de sectoren en bijbehorend sector-ID (zoals opgenomen in de GML), zie Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML.

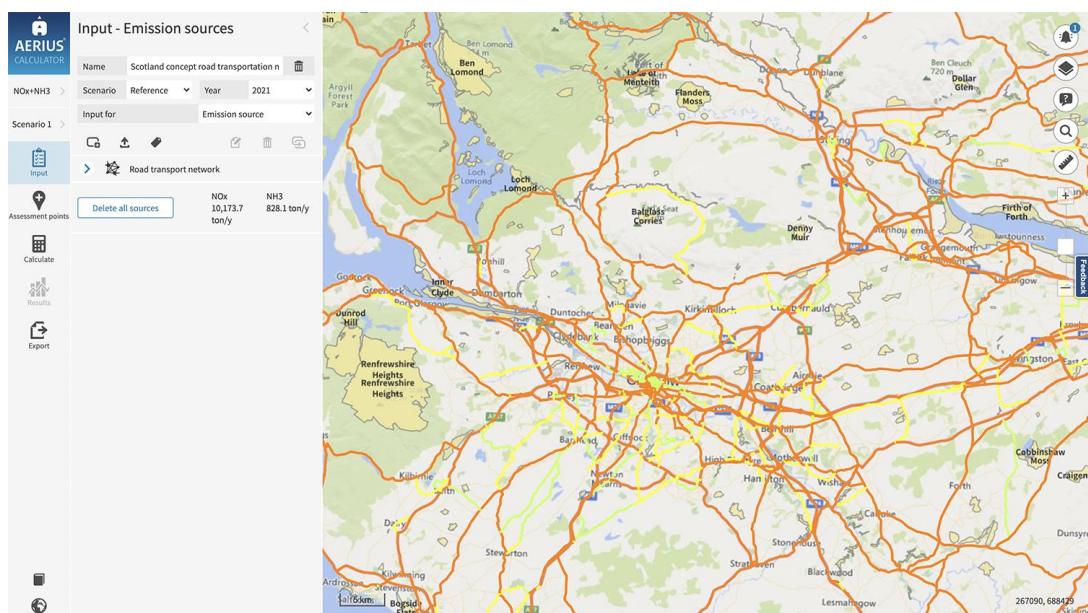
Tabel 3: De sectorgroepen in Calculator en de onderliggende sectoren. In Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML is Voor alle sectoren is terug te vinden wat het ID is (wat wordt opgeslagen in de GML).

Sectorgroep	Onderliggende sectoren
Energie	-
Landbouw	Stalemissies; Mestopslag; Landbouwgrond; Glastuinbouw; Vuurhaarden en overig
Wonen & Werken	Woningen; Recreatie; Kantoren en Winkels
Industrie	Afvalverwerking; Voedings- en Genotmiddelen; Chemische industrie; Bouwmateriaal; Basismetaal; Metaalbewerkingsindustrie; Overig
Mobiele werktuigen	Landbouw; Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning; Consumenten mobiele werktuigen
Railverkeer	Emplacement; Spoorweg
Luchtverkeer	Stijgen; Landen; Taxiën; Bronnen luchthaventerrein

Wegverkeer	-
Scheepvaart	Zeescheepvaart: aanlegplaats; Zeescheepvaart: binnengaats route; Zeescheepvaart: zeeroute; Binnenvaart: aanlegplaats; Binnenvaart: vaarroute
Anders	-

Wegverkeer als netwerk

Een bijzondere sectorgroep binnen de bronnenlijst, is het Wegverkeer. Alle wegvakken in de sectorgroep Wegverkeer zijn aparte bronnen, maar ze worden automatisch ondergebracht onder één verkeersnetwerk: het verkeersnetwerk van die situatie (Figuur 26). Het verkeersnetwerk is wat getoond wordt in de bronnenlijst. Groot voordeel is dat de bronnenlijst hierdoor overzichtelijk blijft.



Figuur 26: Weergave van wegverkeersbronnen onder één verkeersnetwerk in AERIUS Calculator.

Tips:

- Het verkeersnetwerk als geheel is altijd volledig zichtbaar op de kaart, via de automatisch geactiveerde kaartlaag 'verkeersnetwerk'. Binnen deze kaartlaag kan je kiezen wat gevisualiseerd wordt van de wegen in het netwerk: de sector (binnen bebouwde kom, buitenwegen of snelwegen), de intensiteiten of bijvoorbeeld de maximum snelheid. Op die manier kan je de kaartlaag gebruiken om 'hoogover' (op netwerkniveau) te controleren of de invoer er logisch uitziet in verloop.
- Bij het aanklikken van een individueel wegvak op de kaart, opent het aangeklikte wegvak in de bronnenlijst (onder het verkeersnetwerk) en dan

kan je het wegvak bewerken. Je kan ook meerdere wegvakken op de kaart selecteren: deze verschijnen dan allemaal onder de bronnenlijst en door erop te klikken daar kan je ze bewerken. Je kiest zelf vanuit de kaart welke wegvakken in de lijst getoond worden (en bewerkbaar worden).

- Het is ook mogelijk om wegvakken in de bronnenlijst te openen *zonder* eerst op de kaart te klikken, door het verkeersnetwerk vanuit de bronnenlijst te openen. In dat geval openen in de lijst de eerste 100 wegvakken uit het netwerk. Eventueel via de kaart geselecteerde wegvakken blijven altijd bovenin zichtbaar, totdat ze weer uitgeklikt worden op de kaart.
- De bronnenlijst in AERIUS kan maximaal 5.000 emissiebronnen tonen. Bij wegverkeer is dit echter geen probleem, omdat je zelf kan bepalen *welke* wegvakken in de lijst getoond worden. Het is dus altijd mogelijk alle wegvakken te bewerken in de applicatie, ook bij netwerken met meer dan 5.000 emissiebronnen. De applicatie AERIUS Calculator kan berekeningen met meer dan 5000 bronnen echter niet doorrekenen.

7.2.3. Locatie en type emissiebron

De locatie en het type bron (puntbron, vlakbron of lijnbron) bepaal je door de bron te tekenen op kaart of door het direct invullen van een WKT-string. Een geografische gridfunctie selecteert op basis van deze locatie de rekenpunten die relevant zijn voor de berekening. Elk rekenpunt heeft daarvoor een uniek nummer (ID) dat overeenkomt met het ID van het bijbehorende hexagon.

De keuze voor het *type bron* (punt, vlak of lijnbron) maak je als gebruiker in principe zelf. Default staat brontype op 'puntbron'. Alleen wegverkeer en vaarroutes bij scheepvaart, moeten altijd lijnbronnen zijn. Daarom staat de default bij deze sectoren op 'lijnbron' ingesteld.

Bij het kiezen van het type bron is het volgende relevant om te overwegen:

Een **puntbron** is een duidelijk aanwijsbare emissiebron op één bepaalde plaats.

Puntbron



- Een puntbron heeft geen significante horizontale afmetingen. Voorbeelden van puntbronnen zijn: (industriële) schoorstenen, zowel laag als hoog; ventilatieopeningen bij bijvoorbeeld stallen⁴¹ afgassen-pijpen, fakkels, etc.
- Een bron kan niet als een puntbron worden beschreven als de ruimtelijke uitgestrektheid te groot wordt. Als indicatie voor deze overgang wordt een diameter van 30 meter gegeven. In de praktijk en daarmee ook in de berekening is de schoorsteendiameter dus relevant. Bronnen met een

⁴¹ Bij een stal kan sprake zijn van meerdere openingen waaruit emissies vrijkomen. Ook is het mogelijk dat de emissies vrijkomen over een groter oppervlak (zijventilatie). Bij dergelijke stallen worden de verschillende emissiebronnen beschouwd als één puntbron waaraan alle stalemmissies zijn toegekend.

grotere diameter dan 30 meter kunnen dus het beste worden getypeerd als vlakbronnen.

Een **vlakbron** is een bron waarbij de emissies niet plaatsvinden op een bepaalde plaats, maar in een gebied met een relatief groot oppervlak. De emissie is als het ware uitgesmeerd over dat gebied.

Vlakbron



- Bij de verspreiding vanuit een vlakbron is de ruimtelijke uitgestrektheid kenmerkend. Indien andere aspecten dominant zijn, kan het de voorkeur verdienen om het karakter van een vlakbron los te laten en toch te kiezen voor een puntbron. Bij de keuze van het brontype moet worden ingeschat welk proces dominant is bij verspreiding.
- Kenmerken van vlakbronnen zijn: een zekere uitgestrektheid, een zekere gelijkmatige verdeling over het oppervlak, het plaatsvinden van de emissie op grondniveau (standaard op 1,5 m), het ontbreken van obstakels (zoals gebouwen) rondom of in het oppervlak en het ontbreken van pluimstijging door warmte-inhoud of impuls.
- Voorbeelden van vlakbronnen zijn waterzuiveringsinstallaties of stortplaatsen, of bijvoorbeeld landbouwgrond (bemesting). Ook industrieterreinen, waarbij nog niet vaststaat hoe de activiteiten die emissies veroorzaken verdeeld zijn over het terrein, kunnen worden beschouwd als vlakbron.

Een **lijnbron** is een emissiebron met een constante uitstoot over een bepaalde horizontale lengte. Voorbeelden hiervan zijn verkeerswegen, spoorrails en vaarwegen.

Lijnbron



Tip: een aangemaakte lijnbron kan je weer bewerken door te klikken op het 'potloodje' en dan kan je de lijn aanpassen. Als je klikt op een bolletje (een node) op de kaart kan je deze verslepen en daardoor de weg verplaatsen. Een weg inkorten kan door alt-klik te doen op een bolletje: de node wordt dan verwijderd. Dit laatste is alleen mogelijk als er minimaal twee nodes overblijven als begin- en eindpunt van de lijn.

Tip: Bij het aanmaken van een lijnbron voor zeescheepvaart, kan je de kaartlagen Scheepvaart netwerk en Zeescheepvaart gebruiken als hulpmiddel. De kaartlaag Scheepvaart netwerk geeft met rode blokjes aan waar binnengaats zeevaart overgaat in zeeroutes. Dit is dus de locatie waar je wisselt tussen de sectoren Zeescheepvaart binnengaats en Zeescheepvaart zeeroute. De kaartlaag Zeescheepvaart netwerk is een hulpmiddel voor het intekenen van zeeroutes: het geeft aan waar je rekening mee moet houden bij de routering (Figuur 27).



Figuur 27: De kaartlaag Zeescheepvaart netwerk in Calculator laat vaarroutes en ankerplaatsen zien voor de Nederlandse kust.

7.2.4. Bronkenmerken – generieke bronnen

Als je de algemene gegevens van je bron hebt ingevoerd, dan kan je verder naar de volgende stap: het invullen van de bronkenmerken. Deze zijn van invloed op de verspreiding van de emissies in de atmosfeer en dus op de rekenresultaten. Welke bronkenmerken je moet invullen, hangt af van de sectorkeuze. Deze bepaalt ook welke defaultwaarden AERIUS aanhoudt en of deze wel of niet aanpasbaar zijn.

Deze paragraaf gaat specifiek over de bronkenmerken bij *generieke bronnen*. Bij de volgende sectorgroepen is sprake van generieke bronnen:

- Energie
- Landbouw – alle sectoren behalve stallen
- Industrie
- Wonen en werken
- Railverkeer
- Luchtverkeer

- Anders

Bij alle generieke bronnen moet je de volgende bronkenmerken invullen:

- Wel of geen gebouwinvloed:
 - Gebouwinvloed in AERIUS wordt berekend met behulp van de gebouwmodule in OPS. Deze heeft een beperkt toepassingsbereik: zie voor een toelichting wanneer gebouwinvloed relevant is, hoe de gebouwmodule in OPS werkt en wanneer je hem wel of niet kan gebruiken, paragraaf 4.8.3.
 - Goed om te weten: gebouwinvloed wordt doorgerekend tot maximaal 3 km
 - Je bent als gebruiker zelf verantwoordelijk voor de keuze om wel of niet met gebouwinvloed te rekenen bij een bepaalde emissiebron.
 - Indien je gebouwinvloed aanvinkt, dan moet je ook aangeven om welk gebouw het gaat. Per bron kan je 1 dominant gebouw koppelen.
- Uittreedhoogte (in meter):
 - De uittreedhoogte is een belangrijke parameter voor de verspreiding van emissies en dus voor de berekende concentratie en depositie. Bij een hogere uittreedhoogte, verspreiden emissies zich verder. Dit is zeker belangrijk bij grote industriële installaties waarbij de schoorsteen hoog is. Zie ook paragraaf 4.7.
 - AERIUS hanteert defaultwaarden voor de uittreedhoogte per sector, maar je kan dit als gebruiker aanpassen.
 - Goed om te weten: gebouwinvloed kan in OPS alleen doorgerekend worden in combinatie met uittreedhoogtes van maximaal 20 meter (zie paragraaf 4.8). Bij rekenen met gebouwinvloed wordt daarom, in het geval van een hogere emissiebron, gerekend met 20 meter.
- Wijze van ventilatie (geforceerd of niet geforceerd):
 - De wijze van ventilatie heeft invloed op de pluimstijging, en de pluimstijging is een relevant aspect bij de verspreiding en dus voor de berekende concentratie en depositie.
 - Bij 'niet geforceerde ventilatie' moet je als gebruiker de warmte-inhoud (MW) invullen. Deze is relevant voor de thermische pluimstijging (zie ook paragraaf 4.7.1).
 - Bij 'geforceerde ventilatie' moet je als gebruiker de Temperatuur van de emissie (in °C), de uittreeddiameter (in m), de uittreedrichting (verticaal of horizontaal) en de uitreedsnelheid (in m/s) invullen. Daarmee wordt zowel de thermische als de impulspluimstijging berekend. De hoogste van de twee bepaalt de pluimstijging waar mee gerekend wordt. Zie 4.7.2.
 - Goed om te weten: gebouwinvloed kan in OPS alleen doorgerekend worden bij emissiebronnen zonder warmte-inhoud (zie paragraaf 4.7). Bij rekenen met gebouwinvloed wordt daarom, in het geval van een ingevulde warmte-inhoud van >0 (of een temperatuur van >11,85 °C), toch gerekend zonder thermische pluimstijging.

- Alleen bij vlakbronnen: spreiding (in meter). Het gaat in de spreiding in de uitreedhoogte van de emissie, omdat binnen een vlakbron de emissies op verschillende hoogtes kunnen plaatsvinden. Dit is bijvoorbeeld van toepassing als de emissiehoogte niet exact bekend is of als het om een groep bronnen gaat.

Bronkenmerken		Bronkenmerken	
Gebouwinvloed	<input type="checkbox"/>	Ventilatie	Niet geforceerd
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd	Gebouwinvloed	Uit
Uitreedhoogte	40	Uitreedhoogte	<u>40,0 m</u>
Warmteinhoud	0,22	Warmteinhoud	<u>0,220 MW</u>
Temporele Variatie	Standaard Profiel Industrie	Temporele Variatie	Standaard Profiel Industrie
Emissie		Emissie	
Emissie NOX		0,0 kg/j	
Emissie NH3		0,0 kg/j	

Tip: defaultwaarden worden in AERIUS getoond als onderstreepte waarden, zowel bij het weergeven van detailinformatie in de applicatie als in de PDF export. Zo is direct te zien of een gebruiker de defaultwaarden heeft aangepast.

Tip: als onder water gerekend wordt met andere waarden dan je hebt ingevoerd, dan is de waarde waarmee gerekend wordt zichtbaar tussen haakjes in de applicatie en in de PDF export. Je eigen waarde blijft zichtbaar en bewaard als zijnde je invoer.

Temporele variatie

Behalve de boven genoemde bronkenmerken die je als gebruiker moet invullen, toont AERIUS ook de temporele variatie waar mee gerekend wordt voor de betreffende sector. De temporele variatie geeft aan hoe de emissies in de tijd verdeeld worden uitgestoten. De temporele variatie is sectorafhankelijk en kan je als gebruiker niet aanpassen in de applicatie. De waarde wordt aangegeven met etmaalvariatie en is gepubliceerd in de gegevensset met bronkenmerken GCN/GDN-kaarten (zie Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS). De waarde correspondeert met de variatie zoals in onderstaande Tabel 4 is weergegeven.

Tabel 4 Temporele variatie voor verschillende onderdelen in AERIUS

Temporele variatie	Omschrijving
0	Continue emissie
1	Standaard profiel industrie
2	Verwarming van ruimten
3	Transport
4	Dierverblijven
5	Meststoffen
7	Verwarming van ruimten (zonder seizoenscorrectie)
31	Licht verkeer
32	Zwaar verkeer
33	Bussen

7.2.5. Bronkenmerken - wegverkeer

Bij wegverkeer ziet het invulschermd onder ‘bronkenmerken’ er anders uit dan bij een generieke bron. Voor wegverkeer kan je hier de SRM-2-kenmerken van de weg (de lijnbron) definiëren:

- Tunnelfactor. ‘Tunnelfactor toepassen’ leidt ertoe dat de berekende emissies voor het wegvak vermenigvuldigd worden met de ingevulde factor, alvorens ze doorgerekend worden. De tunnelfactor wordt momenteel gebruikt om een overdekte, ongeventileerde tunnel van minimaal 100 meter lang door te kunnen rekenen.
 - Default is de tunnelfactor 1, dat geldt voor alle wegvakken die niet in of aangrenzend aan een tunnel liggen. Als je het hokje ‘tunnelfactor toepassen’ niet aanvinkt, betekent dit effectief een factor van 1.
 - Voor een tunnel zelf gebruik je tunnelfactor 0, waardoor er effectief geen emissies worden doorgerekend (‘emissies × 0’). Immers, ter plaatse van de tunnel komen geen emissies vrij naar de buitenlucht dus dit is gewenst gedrag.
 - De aangrenzende wegvakken bij de tunneluitgangen (tunnelmonden waar de emissie uit de tunnel alsnog vrijkomen), krijgen een tunnelfactor groter dan 1, waardoor voor deze wegvakken een grotere emissie wordt doorgerekend (‘emissies × factor’). Op die manier kan je de emissies die in de tunnel zijn vrijgekomen, alsnog meenemen in de modellering op de wegvakken net buiten de tunnel. De tunnelfactor groter dan 1 moet je zo kiezen, dat precies de ‘missende’ emissies in de tunnel zelf alsnog meegenomen worden bij de tunneluitgangen.

- Goed om te weten: rekenen met een tunnelfactor is bedoeld voor tunnels met een weglengte van minimaal 100 meter, en de tunnelfactoren moet je als gebruiker zelf correct berekenen (zie bladzijde 20 van de Technische beschrijving SRM-2 handleiding⁴²).
- Type weghoogte en weghoogte. Het type weghoogte is een wegkenmerk in de SRM-2 berekening, dat van invloed is op de verspreidingsberekening.
 - Bij type 'normaal' wordt een standaard verspreiding uitgerekend en gebeurt er niets in de berekening met de ingevulde weghoogte.
 - Bij alle andere typen (normale dijk, steile dijk, viaduct of tunnel) wordt op basis van de ingevulde hoogte, de verticale dispersie aangepast. Zie Hoofdstuk 5 voor een uitwerking wat het effect is van welke keuze op de berekening.
- Afscherming. In SRM-2 kan gerekend worden met het effect van afschermende constructies langs de weg, zoals een (geluids)scherf of een wal. De gebruiker kan per kant van de weg kiezen voor 'Geen afscherming'(default), 'Scherm' en 'Wal'.
 - Zie paragraaf 5.4.2 voor nadere toelichting wat er modelmatig gebeurt bij het rekenen met afscherming.
 - Goed om te weten: 'Links' en 'Rechts' in de applicatie is altijd ten opzichte van de *tekenrichting* van de lijnbron. Oftewel, 'links' is aan de linkerkant als je de getekende lijn volgt van A (beginpunt lijn) naar B (eindpunt lijn). Bij het bewerken van een lijnbron worden de A en B zichtbaar op de kaart

Tip: Eenmaal aangemaakte afschermende constructies kan je visualiseren op de kaart, door bij het kaartlagenpaneel de kaartlaag 'verkeersnetwerk' aan te zetten en binnen die kaartlaag te kiezen voor de laag 'afschermende constructies'. Zo kan je ook direct zien of het scherm inderdaad aan de goede kant van de weg staat.

7.2.6. Bronkenmerken – scheepvaart

Bij scheepvaart is er verschil tussen aanlegplaatsen en vaarroutes:

- Zowel bij **Aanlegplaatsen** als bij **Vaarroutes**, is er géén blok 'bronkenmerken' onder de hoofdbron beschikbaar. Dat komt omdat de bronkenmerken zoals warmte en uitreedhoogte voor scheepvaart afhankelijk zijn van het gekozen scheepstype en - bij binnenvaart – van de beladingstoestand. Dit wordt op het niveau van onderliggende subbronnen bepaald, waar ook de emissie wordt berekend. De gebruiker kan dit niet zelf aanpassen. Zie verder de paragraaf over emissiebepaling bij scheepvaart.
- Bij Vaarroute voor **Binnengaatse Zeevaart**, is er wél een extra blok om in te vullen, geheten 'Aanlegplaatsen'. Onder dit blok kan de binnengaatse zeevaart route gekoppeld worden aan eerder aangemaakte of ingelezen Aanlegplaatsen Zeevaart. De gebruiker kan kant A en/of kant B van de vaaroute aan een aanlegplaats koppelen. Bij het bewerken van de bron

⁴² <https://rivm.openrepository.com/bitstream/handle/10029/576049/2014-0109.pdf>

wordt zichtbaar wat kant A en B van de lijnbron zijn. Het koppelen van de vaarroute aan een aanlegplaats zorgt ervoor dat de emissie van de varend scheepen wordt opgehoogd met een manoeuvreerfactor, indien aan de orde. Zie verder onder paragraaf 7.2.11.

Let op: In de oude Calculator waren aanlegplaatsen altijd gekoppeld aan vaarroutes, dus ook bij aanlegplaatsen binnenvaart waar geen sprake is van een manoeuvreer ophoogfactor. Bij het inlezen van oude GML's is het daarom mogelijk dat óók bij binnenvaart een tabblad 'aanlegplaats' zichtbaar wordt met een koppeling, omdat deze koppeling nu eenmaal bestond in de oude GML. Deze koppeling heeft geen rekenkundig effect. Bij het aanmaken van bronnen via de applicatie is het bij binnenvaart of bij zeeroutes niet mogelijk om aanlegplaatsen te koppelen.

7.2.7. Bronkenmerken – stallen

Bij stallen kan je onder het blok 'bronkenmerken' dezelfde gegevens invullen als bij generieke bronnen in paragraaf 7.2.4. De default waarden zijn standaard voor sector stallen. Het enige extra is dat bij stallen *optioneel* de datum dierverblijf opgenomen kan worden. Dit veld mag ook leeg blijven en heeft geen effect op de berekening. Het veld is opgenomen omdat het vanuit een aanvraag voor een Wnb-vergunning relevante informatie is bij salderen: de datum oprichting bepaalt van welke periode en dus welke emissie je mag uitgaan (Besluit emissiearme huisvesting artikel 3, artikel 4, artikel 5 en artikel 8 lid 2 gaan over de datum oprichting).

7.2.8. Bronkenmerken - mobiele werktuigen

Bij mobiele werktuigen is er géén blok 'bronkenmerken' beschikbaar. AERIUS rekent default met de waarden zoals opgenomen in Tabel 5. Deze waarden zijn vooralsnog niet wijzigbaar.

Tabel 5: Gehanteerde bronkenmerken bij specifieke sectoren binnen sectorgroep 'Mobiele werktuigen'.

Sector ID	Sector	Warmte-inhoud (MW)	Hoogte (m)	Spreiding (m)
3210	Landbouw	0	3,5	3,5
3220	Bouw, industrie en delfstoffenwinning	0	4	4
3530	Consumenten	0	0,3	0,3

7.2.9. Emissies – algemeen

Een belangrijke variabele bij de berekening is de omvang van de emissies.

Globaal zijn er twee manieren om emissies in AERIUS in te voeren:

- Direct de emissie zelf invoeren
- Gegevens over de activiteit invoeren, in combinatie met bepaalde set emissiefactoren

Bij het opgeven van een emissie of een emissiefactor in de gebruikersschil van AERIUS staat altijd de eenheid, waarin de waarde moet worden opgegeven. In overzichten van het emissietotaal of de emissie per (sub)bron in de gebruikersschil of de pdf wordt de emissie uitgedrukt in kilogram per jaar of in ton (= 1000 kg) per jaar met 1 cijfer achter de komma. De overgang van kilogram naar ton hangt af van de grootte van de emissie. Tot 10000 kilogram is de weergave in kilogram per jaar en vanaf 10000 kilogram is de weergave in ton per jaar.

Het zelf invullen van emissies (NOx en/of NH₃) moet je doen bij de sectoren met generieke bronnen (zie paragraaf 7.2.4). Omdat het gaat om handmatig ingevoerde emissies, worden deze waarden ook niet geactualiseerd als een bronbestand in een nieuwe AERIUS versie wordt ingelezen. Je bent te allen tijde als gebruiker verantwoordelijk voor de motivatie voor de gekozen emissieomvang.

Bij de overige sectoren (wegverkeer, scheepvaart, landbouw stallen en mobiele werktuigen) vul je als gebruiker niet direct de emissies in, maar berekent AERIUS de emissie. Dit gebeurt op basis van gegevens die je invult over de omvang en soort activiteiten, in combinatie met emissiefactoren voor de sector. De emissiefactoren komen uit de database en worden bij een nieuwe AERIUS versie automatisch geactualiseerd. Bij sommige sectoren is het ook mogelijk je eigen emissiefactoren mee te geven (eigen specificatie emissiefactoren). In onderstaande paragrafen wordt nader ingegaan op de emissiebepaling bij deze sectoren.

7.2.10. Emissies - wegverkeer

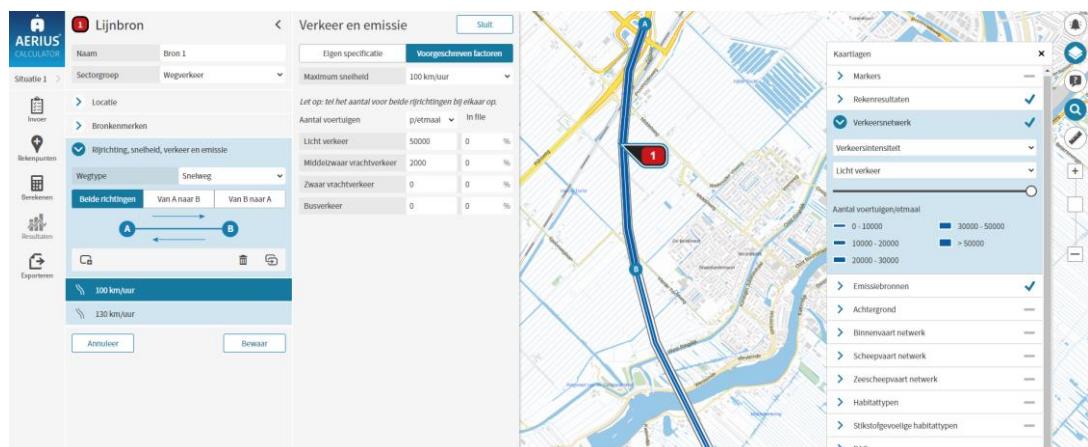
Bij wegverkeer wordt de emissie bepaald op basis van verkeersintensiteiten die op de weg rijden, in combinatie met een bepaalde set emissiefactoren. Daarbij heb je de keuze tussen Voorgeschreven emissiefactoren en Eigen specificatie.

Om te komen tot een emissie voor de weg, kies je als gebruiker eerst het wegtype (snelweg, buitenweg of binnen bebouwde kom) en vervolgens voeg je één of meer ‘intensiteiten’ toe. Bij elke intensiteit kies je welke emissiefactoren gebruikt moeten worden (voorgeschreven voor dat wegtype, of eigen specificatie). Het is mogelijk om binnen één wegvak te rekenen met verschillende emissiefactoren, door meerdere ‘intensiteiten’ op te voeren en per intensiteit een andere keuze voor emissiefactoren te maken. Dit kan bijvoorbeeld handig zijn bij snelwegen met een dynamische snelheid: de intensiteit gedurende de dag en de nacht kunnen dan als twee aparte

intensiteiten worden ingevoerd met ieder hun eigen maximum snelheid. Een ander voorbeeld is als er ergens extra schone bussen rijden. Speciaal voor de bussen kan je dan een aparte 'intensiteit' aanmaken, met een eigen specificatie emissie, terwijl je de andere voertuigcategorieën met de voorgeschreven emissiefactoren doorrekent. Uiteindelijk wordt de emissie van alle intensiteiten opgeteld en dat is de emissie die voor de wegvakbron wordt doorgerekend.

Voordat je als de gebruiker de intensiteiten gaat opgeven, moet je aangeven of jouw intensiteit geldt voor 1 rijrichting, of dat je de intensiteiten voor beide rijrichtingen hebt opgeteld. Het eerste kies je als je per rijrichting een aparte lijnbron aanmaakt; het tweede als je juist 1 lijnbron aanmaakt voor beide rijrichtingen samen. De rijrichting wordt aangegeven ten opzichte van de tekenrichting van de lijn ('van A naar B' of 'van B naar A', of 'beide richtingen'). A is hierbij het beginpunt van de lijn en B het eindpunt. Bij het bewerken van het wegvak zijn A en B op de kaart zichtbaar.

Handig om te weten: de rijrichting als zodanig heeft geen invloed op de berekening of het rekenresultaat. Echter, als je als gebruiker aangeeft dat het gaat om een wegvak met maar 1 rijrichting, dan worden de intensiteiten op de kaart ook alleen gevisualiseerd aan de betreffende kant van de weg. Bij keuze voor 2 rijrichtingen, worden de intensiteiten gevisualiseerd aan beide zijden van de lijn. De intensiteiten zijn te visualiseren door in het kaartlagen paneel de kaartlaag 'verkeersnetwerk' aan te zetten en de betreffende kaartlaag 'verkeersintensiteit' te kiezen (Figuur 28).



Figuur 28: Voorbeeld van de invoer van meerdere bronnen op één enkel wegsegment (links). Aan de rechterkant is te zien hoe intensiteiten kunnen worden gevisualiseerd. Er zijn twee wegsegmenten getekend. Het bovenste segment heeft een hogere verkeersintensiteit en daarom een dikkere lijn, volgens de legenda rechts.

Voor iedere aangemaakte intensiteit geeft je als gebruiker vervolgens aan of de emissie berekend moet worden op basis van 'voorgeschreven emissiefactoren', of op basis van 'eigen specificatie'.

Bij keuze voor 'voorgeschreven emissiefactoren' geef je per voertuigtype (licht, middelzwaar, zwaar en bussen) aan hoeveel voertuigen er rijden op de weg. In het geval van Snelwegen, moet je ook de maximum snelheid kiezen. Op basis van de ingevulde gegevens en de emissiefactoren in de database wordt de emissie NOx en NH₃ berekend. Welke emissiefactor gebruikt wordt bij de emissieberekening, hangt af van:

- Het **wegtype** dat je hebt gekozen voor je wegvak (binnen bebouwde kom, buitenweg of snelweg)
 - Binnen bebouwde kom (doorstromend): emissiefactoren voor niet-snelwegen (variant 'doorstromend stadsverkeer')
 - Buitenwegen: emissiefactoren voor niet-snelwegen (variant 'buitenweg')
 - Snelwegen: emissiefactoren voor snelwegen
- Het **rekenjaar** van de situatie (de emissiefactoren worden per jaar vastgesteld)
- De gekozen **maximale snelheid** (alleen bij snelwegen van invloed)
- De eventueel ingevulde **stagnatie** ('% in file') per voertuigtype
 - Bij Snelwegen wordt voor het percentage 'in file' gerekend met de emissiefactoren voor snelwegen 'in file'
 - Bij Binnen Bebouwde Kom wordt voor het percentage 'in file' gerekend met de emissiefactoren voor 'stagnerend stadsverkeer'
 - Bij Buitenwegen zijn geen aparte emissiefactoren voor file rijden en heeft het percentage stagnatie geen effect op de berekening

De voorgeschreven emissiefactoren voor wegverkeer worden bepaald door TNO. De emissiefactoren voor stikstofoxiden (NO_x en NO₂) worden beschikbaar gesteld in de publicatie door de Minister van IenW,⁴³ conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. De emissiefactoren voor ammoniak -eveneens bepaald door TNO- worden gepubliceerd door het RIVM. De emissiefactoren voor beide stoffen zijn opgenomen in AERIUS. Bij een nieuwe AERIUS versie worden deze emissiefactoren geactualiseerd.

Bij keuze voor 'eigen specificatie' hangt de emissie alleen af van het aantal voertuigen dat onder intensiteit is opgegeven en van de zelf opgegeven emissiefactor voor NOx en NH₃ voor deze voertuigen. Je geeft als gebruiker hier dus maar 1 keer het aantal voertuigen op (niet per voertuigtype), met 2 bijbehorende emissiefactoren (NOx en NH₃) die worden toegepast op de ingevulde aantallen. Voor de emissiefactor kan je kiezen voor een emissiefactor behorende bij een bepaalde **Euroklasse** (selecteren in lijst), of voor een zelf ingevulde emissiefactor. De emissiefactoren behorende bij een Euroklasse worden automatisch geactualiseerd. In het geval je de Euroklasse op 'Anders' laat staan en een eigen waarde invult, of wel een Euroklasse kiest maar vervolgens de waarden zelf overschrijft, dan wordt de emissiefactor *niet* automatisch geactualiseerd. Het gaat dan echt om een eigen emissiefactor en je bent als gebruiker dan zelf verantwoordelijk voor de onderbouwing ervan.

⁴³ <https://www.rivm.nl/documenten/2020-emissiefactoren-voor-snelwegen-en-niet-snelwegen>

Tip: via de kaartlaag ‘verkeersnetwerk’ in het kaartlagenpaneel, kan je de verkeersintensiteiten (of de maximum snelheid) in je verkeersnetwerk visualiseren op de kaart.

Voor een uitgebreide omschrijving van de methoden voor emissieberekening wegverkeer, zie ook de volgende bijlagen:

- Bijlage 29: Emissieberekening wegverkeer – standaard - hoe emissie wordt berekend volgens de standaard emissiefactoren.
- Bijlage 30: Emissieberekening wegverkeer – eigen specificatie - hoe emissie wordt berekend in AERIUS wanneer een eigen specificatie wordt opgegeven.

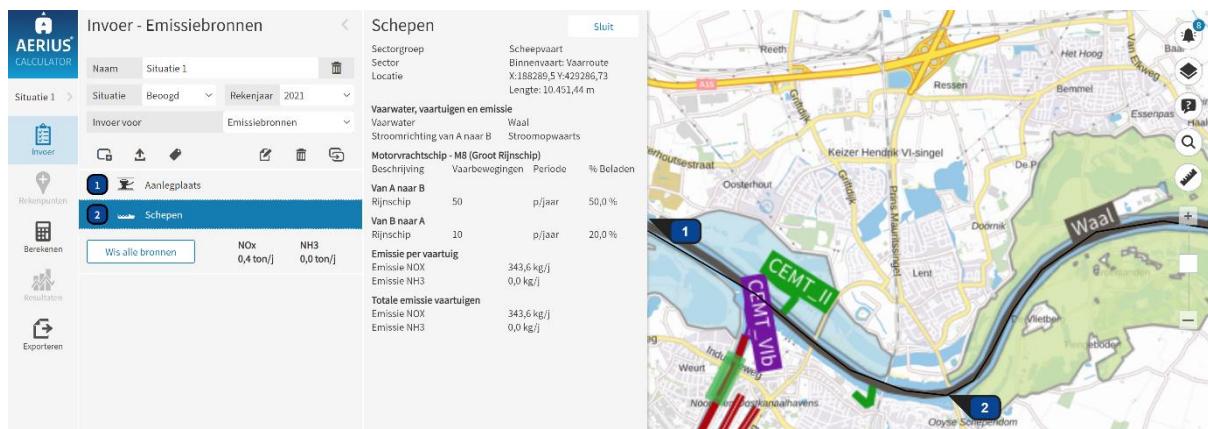
7.2.11. Emissies – binnenvaart

Bij binnenvaart wordt de emissie bepaald op het niveau van scheepvaartbewegingen (vaarroute) of scheepvaartbezoeken (aanlegplaatsen) per scheepvaarttype, in combinatie met extra gegevens over de schepen en een bepaalde set emissiefactoren.

Bij een **binnenvaart aanlegplaats** maak je ‘bezoeken’ aan per scheepvaarttype. Je geeft een eigen omschrijving, kiest het scheepvaarttype en vult het aantal bezoeken in voor dat type. Voor elk bezoek geef je aan wat de verblijfstijd is, welk deel van de tijd de schepen aan de walstroom liggen (geen emissie) en wat de beladingsgraad is van de schepen. Op basis van deze gegevens en emissiefactoren in de database, berekent AERIUS de emissie. Als er meerdere scheepstypen aanliggen, kan een volgend scheepstype op dezelfde manier worden aangemaakt. De totale emissie van de bron is de som van alle scheepstypen. Echter, ieder scheepstype wordt apart doorgerekend, want de bronkenmerken waarmee gerekend wordt zijn ook afhankelijk van het scheepstype.

Bij een **binnenvaart vaarroute** moet je altijd eerst het vaarwater kiezen. AERIUS doet daarvoor een suggestie, maar je moet dit als gebruiker controleren en je kan ook zelf een andere keuze uit de dropdown maken. Als hulpmiddel kan je de kaartlaag ‘binnenvaart netwerk’ aanzetten: deze toont de binnenvaart vaarwateren op kaart (Figuur 29).

Bij de keuze voor IJssel, Lek of Waal, speelt de stroomrichting een rol in de emissiebepaling. Stroomopwaarts is het brandstofverbruik en dus de emissie hoger dan stroomafwaarts. AERIUS geeft de stroomrichting voor de ingevoerde vaarroute aan op basis van het begin- en eindpunt van de getekende lijn (A en B), maar ook deze moet je als gebruiker controleren en indien aan de orde aanpassen, bijvoorbeeld in een bocht waar de stroomrichting net anders is dan automatisch bepaald wordt. Bij het bewerken van een vaarroute zijn de A en B zichtbaar op de kaart om je te helpen bij je controle.



Figuur 29: Voorbeeld van een aanlegplaats en vaarroute waarbij rekening is gehouden met stroomrichting, type vaartuig en intensiteit per vaarrichting. Op de achtergrondkaart is de kaartlaag 'Binnenvaart netwerk' te zien, waarbij het vaarwater kan worden afgelezen.

Als de vaarroute en eventueel de stroomrichting gedefinieerd zijn, kan je vervolgens per scheepstype intensiteiten opgeven. Dit is het niveau waarop de emissie bepaald wordt. Je geeft een eigen beschrijving (naam), kiest het vaartuigtype en geeft aan hoeveel schepen van A naar B en hoeveel andersom varen. Ook de beladingsgraad moet je weer opgeven: dit heeft invloed op de verspreidingsberekening. Op basis van deze ingevulde gegevens en emissiefactoren in de database, wordt de emissie berekend. Als er meerdere scheepstypen varen, kan je een volgend scheepstype op dezelfde manier aanmaken. De totale emissie van de bron is de som van alle scheepstypen. Ieder scheepstype wordt wel apart doorgerekend, want de bronkenmerken waarmee gerekend wordt zijn afhankelijk van het scheepstype en de beladingstoestand.

Let op: bij sommige binnenvaart wateren wordt ter hoogte van sluizen gerekend met een sluisophoogfactor op de emissies. Dit kan je als gebruiker niet aanpassen. Waar sprake is van sluisophoogfactoren is te zien in de kaartlaag Binnenvaart netwerk (groen blokje met de ophoogfactor (factor waarmee de emissie vermenigvuldigd wordt)).

Meer informatie over het bepalen van de stroomrichting en de berekening van de scheepvaartemissie is opgenomen in de onderstaande bijlagen:

- Bijlage 31: Bepalen stroomrichting in relatie tot vaarrichting binnenvaart
- Bijlage 32: Emissieberekening binnenvaartschepen

7.2.12. Emissies – zeevaart

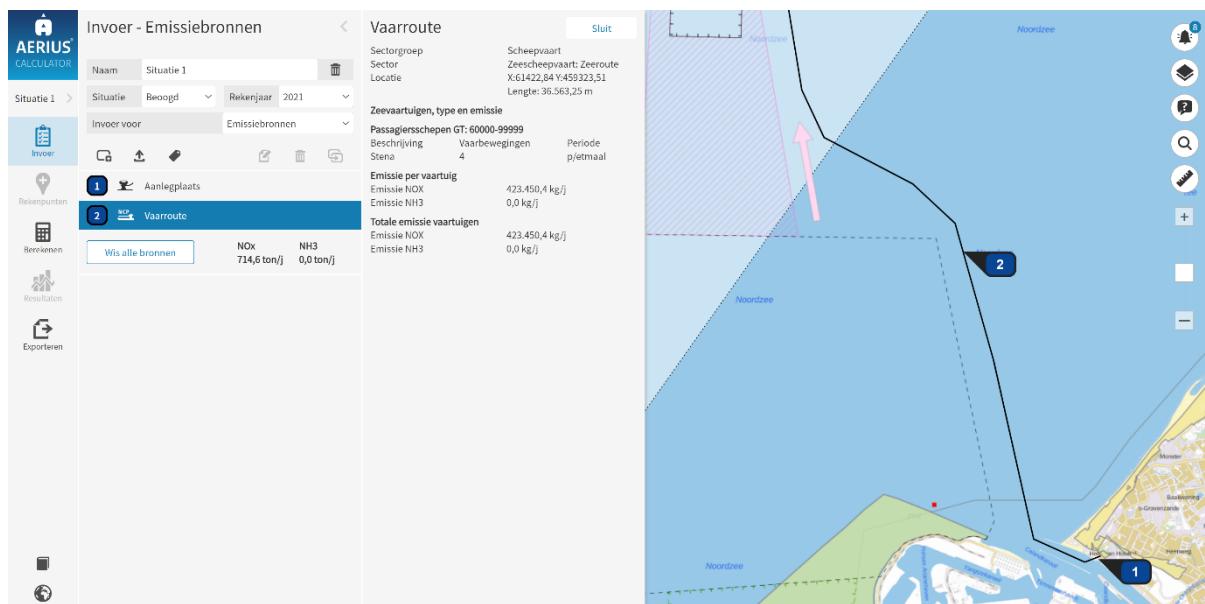
Bij zeevaart wordt de emissie bepaald op het niveau van scheepvaartbewegingen (vaarroute) of scheepvaartbezoeken (aanlegplaatsen) per scheepvaarttype, in combinatie met extra gegevens over de schepen en een bepaalde set emissiefactoren.

Bij een **zeescheepvaart aanlegplaats** maak je 'bezoeken' aan per scheepvaarttype. Je geeft een eigen omschrijving, kiest het scheepvaarttype en vult het aantal bezoeken in voor dat type. Voor elk bezoek geef je aan wat de verblijfstijd is en welk deel van de tijd de schepen aan de walstroom liggen (geen emissie). Op basis van deze gegevens en emissiefactoren in de database, berekent AERIUS de emissie. Als er meerdere scheepstypen aanliggen, kan je een volgend scheepstype op dezelfde manier aanmaken. De totale emissie van de bron is de som van alle scheepstypen. Echter, ieder scheepstype wordt apart doorgerekend, want de bronnenmerken waarmee gerekend wordt zijn ook afhankelijk van het scheepstype.

Bij een **zeescheepvaart zeeroute** of een **zeescheepvaart binnengaatse route** wordt de emissie bepaald op het niveau van vaartuigbewegingen per scheeptype (Figuur 30). Je geeft per scheeptype een eigen beschrijving (naam), kiest het vaartuigtype en geeft aan hoeveel schepen van A naar B en hoeveel andersom varen. Op basis van deze ingevulde gegevens en emissiefactoren in de database, wordt de emissie berekend. Als er meerdere scheepstypen varen, kan je een volgend scheepstype op dezelfde manier aanmaken. De totale emissie van de bron is de som van alle scheepstypen. Echter, ieder scheepstype wordt apart doorgerekend, want de bronnenmerken waarmee gerekend wordt zijn ook afhankelijk van het scheepstype.

Let op. Een zeescheepvaart binnengaatse route kan je koppelen aan een aanlegplaats zeevaart. In dat geval zal bij de emissieberekening van de varende schepen, aanvullend rekening gehouden worden met een ophoogfactor voor het manoeuvreren. De omvang van de afstand waarop deze ophoogfactor geldt en de omvang van de ophoogfactor, zijn scheepstype afhankelijk. De ophoogfactor voor manoeuvreren speelt niet bij binnenvaart of zeeroutes.

De methode voor berekening van emissie van de zeescheepvaart is nader toegelicht in Bijlage 33: Emissieberekening zeeschepen.



Figuur 30: Voorbeeld van een invoer voor zeescheepvaart. Emissiebron 1 is de aanlegplaats en bron 2 is de vaarroute. Op de achtergrond is de kaartlaag 'Zeescheepvaart netwerk' weergegeven.

7.2.13. Emissies – stallen

Bij stallen wordt de emissie bepaald op het niveau van het onderliggende stalsysteem. Bij iedere stal voeg je als gebruiker daarom 1 of meerdere stalsystemen toe (Figuur 31). Per stalsysteem geef je aan wat voor emissiefactor er geldt en hoeveel dieren erin staan en dit leidt tot een bepaalde emissie behorende bij dat stalsysteem. Bij meerdere stalsystemen in één stal, worden de emissies per stalsysteem opgeteld en in zijn geheel doorgerekend.

Een stalsysteem binnen een stal kan je op twee manieren definiëren:

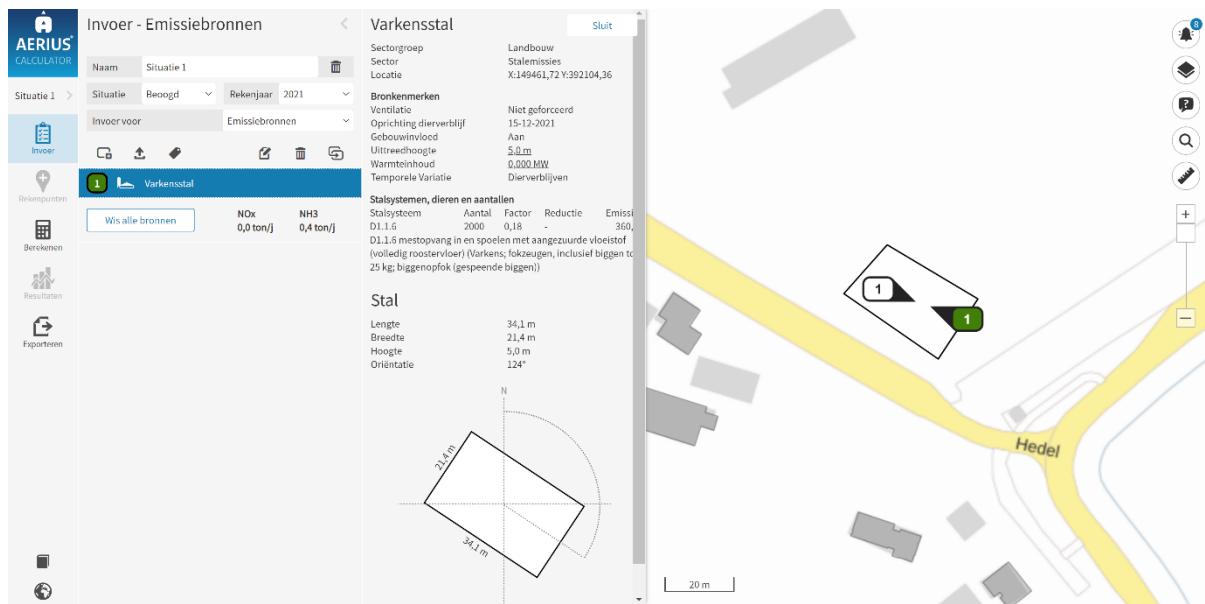
- Op basis van de RAV
- Op basis van eigen specificatie

Bij een stalsysteem op basis van de RAV, kies je de gewenste RAV-code uit een dropdown, vul je het aantal dieren in en kan je BWL code zien en kiezen. De opgegeven BWL-code heeft geen invloed op de depositieberekening binnen AERIUS, maar is verplicht bij een vergunningsaanvraag. Aanvullend kan je kiezen voor maatregelen of technieken (additionele techniek, emissiereducerende techniek of voer- en managementmaatregel), waarbij deze als extra regel worden toegevoegd bij het stalsysteem. Deze maatregelen verlagen de emissie. De uiteindelijke emissie wordt vervolgens automatisch berekend op basis van de ingevulde gegevens en emissiefactoren uit de database, die bij een nieuwe AERIUS versie geactualiseerd worden.

Bij een stalsysteem op basis van eigen specificatie, geef je als gebruiker een omschrijving en kies je de diersoort. Vervolgens geef je aan om hoeveel dieren het gaat en wat de emissiefactor moet zijn (in kg/dierplaats/jaar). Op basis van de ingevulde gegevens wordt de emissie berekend. Let wel: een eigen

emissiefactor wordt niet automatisch geactualiseerd bij inlezen in een nieuwe AERIUS versie. Het is immers een eigen gekozen waarde waar je als gebruiker de onderbouwing/afweging voor hebt.

Hoe de emissieberekening voor stallen vervolgens in zijn werk gaat in AERIUS is toegelicht in Bijlage 34: Emissieberekening stallen.



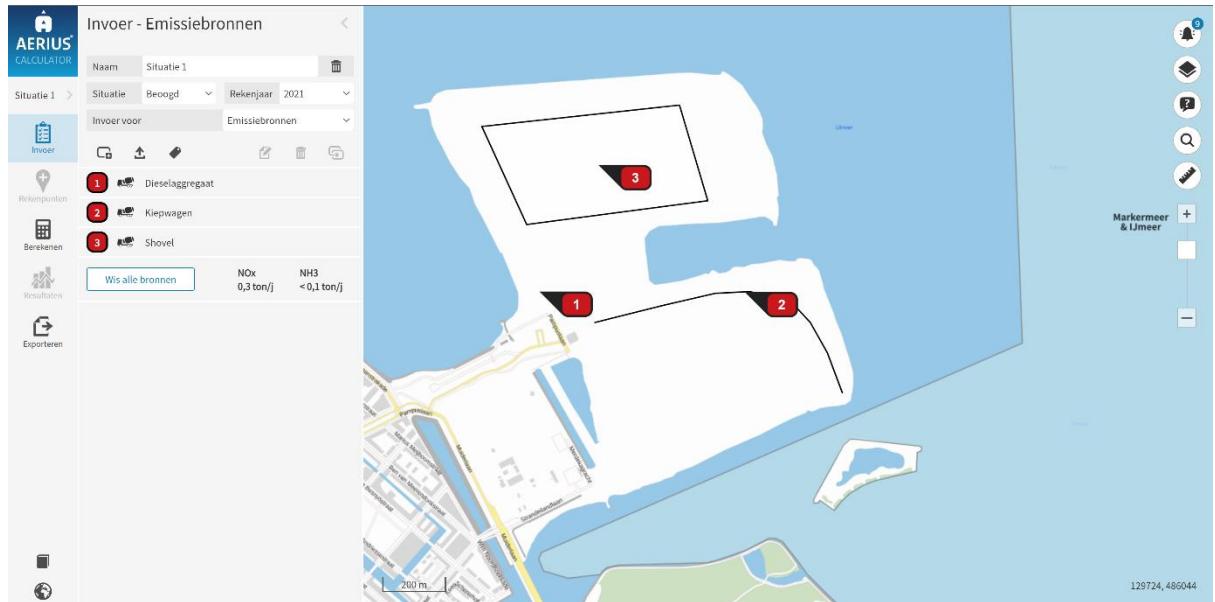
Figuur 31: Voorbeeld van een invoer van stalemisies, gekoppeld aan een gebouw waar gebouwinvloed voor kan worden berekend. De gebouwen op de achtergrondkaart die donkergrijs zijn getekend zijn afkomstig van de kaartlaag 'BAG'. De emissie wordt in dit voorbeeld berekend op basis van de emissiefactoren van de opgegeven RAV-code (D1.1.6).

7.2.14. Emissies - mobiele werktuigen

Mobiele werktuigen zijn machines of voertuigen die geen gebruik maken van de openbare weg en bijvoorbeeld worden ingezet in de industrie, landbouw of bij bouwprojecten. Voorbeelden van mobiele werktuigen zijn tractoren en landbouwwerktuigen, graafmachines, bulldozers, shovels, heftrucks, hijskranen en ook statische bronnen zoals generatoren en aggregaten. Omdat deze een relatieve hoge emissie kennen ten opzichte van voertuigen op de weg, hebben deze een aparte categorie (Figuur 32).

Bij een mobiele werktuigen-bron worden de emissies bepaald per stageklasse. Bij iedere bron voeg je als gebruiker daarom één of meer stageklassen toe. Per aangemaakte stageklasse geef je een eigen beschrijving (naam) en geef je aan om welke stage klasse het gaat (dropdown). Vervolgens vul je het brandstofverbruik, het aantal draaiuren en – indien aan de orde – het AdBlue verbruik in. Op basis van deze gegevens en emissiefactoren uit de database, wordt de emissie per stageklasse berekend. Als er meerdere stageklassen worden aangemaakt, wordt de emissie opgeteld om te komen tot de totale emissie van de bron. De emissiefactoren worden geactualiseerd bij een nieuwe AERIUS versie.

Het is (nog) niet mogelijk om mobiele werktuigen te kunnen doorrekenen op basis van een eigen emissiefactor. De methode voor emissieberekening van mobiele werktuigen in AERIUS is toegelicht in Bijlage 35: Emissieberekening mobiele werktuigen.



Figuur 32: Voorbeeld van de invoer van mobiele werktuigen als emissiebron. Er zijn drie voorbeelden gegeven: een puntbron, een lijnbron en een vlakbron. De drie typen bronnen kunnen opgegeven worden afhankelijk van welke het beste past bij het type beweging (statisch, vaste route of over een vast terrein).

7.2.15. Aandachtspunten

Onderstaand nog een kort overzicht met (niet uitputtend) een paar aandachtspunten bij het aanmaken van je invoer:

- Algemeen geldt het advies om geen persoonsgegevens of persoonlijke informatie op te nemen in naamvelden, bijvoorbeeld bij de naam van een scenario of van een emissiebron
- Algemeen geldt dat je als gebruiker altijd goed moet opletten of de defaultwaarden die AERIUS hanteert wel kloppen met je eigen situatie. Dit geldt zeker voor bijvoorbeeld een sectorgroep als industrie, waarbinnen meerdere sectoren met eigen kenmerken zijn opgenomen. Je bent als gebruiker ook zelf verantwoordelijk voor de juiste emissie (bij generieke bronnen) of de juiste invoer van activiteiten (bij rekenen met standaard emissiefactoren)
- Algemeen geldt ook het advies om dicht bij een Natura 2000 gebied de bronnen zo nauwkeurig mogelijk te modelleren
- Voor het wel of niet rekenen met gebouwinvloed, is van belang dat je als gebruiker eerst de afweging maakt of gebouwinvloed relevant is voor je specifieke situatie, en daarna of dit via de gebouwmodule in AERIUS gemodelleerd kan worden. Zie voor meer informatie paragraaf 4.8 over gebouwinvloed.

- Specifiek voor scheepvaart geldt dat je zelf goed moet opletten of de aantallen en typen schepen bij een aanlegplaats, overeenkomen met de aantallen op de vaarwegen die de aanlegplaats aandoen. De vaartuigtypen op de vaarweg kunnen (nog) niet automatisch worden overgenomen bij de aanlegplaats
- Specifiek voor binnenvaart geldt dat je goed moet controleren of het gekozen vaarwater en eventueel de stroomrichting kloppen, omdat dit van invloed is op de berekende emissie
- De sector luchtverkeer vereist specialistische kennis. Emissie kan volgens de wensen van de gebruiker gemodelleerd worden
- Bij mobiele werktuigen kunnen alle typen bron aan de orde zijn. Bij een vaste standplaats is keuze voor een puntbron logisch. Als het werktuig langs een vaste route beweegt kan je kiezen voor een lijnbron. Bij beweging verspreid over een bepaald (deel van het) terrein kan je een vlakbron gebruiken.

7.3. Stap 3: Eigen rekenpunten (indien relevant)



AERIUS rekent automatisch op een vaste set rekenpunten, relevant voor een aanvraag in het kader van de Wet natuurbescherming (Wnb). Je hoeft dit als gebruiker niet zelf in te voeren. Het is echter mogelijk deze set rekenpunten *uit te breiden* met eigen rekenpunten, als je bijvoorbeeld voor je aanvraag ook in het buitenland moet rekenen. Dit is optioneel. Eigen rekenpunten kan je intekenen op de kaart of importeren.

De berekening voor eigen rekenpunten gaat op dezelfde wijze als op rekenen op het vaste rekengrid. Dat betekent dat OPS ook voor eigen rekenpunten tot maximaal 25 km rekent in AERIUS, en dus geen bijdrage zal berekenen voor emissiebronnen die verder weg liggen.

Goed om te weten:

- De eigen rekenpunten zijn niet situatie-specifiek: ze gelden voor de berekening als geheel en dus voor alle situaties. Daarom zijn ze onder een aparte menuknop opgenomen en niet onder 'Invoer' van een situatie. Bij het exporteren van een GML per situatie, worden eigen rekenpunten automatisch opgenomen onder de invoergegevens. Bij het weer inladen van een GML laad je dus ook de rekenpunten opnieuw in.
- AERIUS gaat er vanuit dat eigen rekenpunten onderdeel zijn van de berekening voor de Wnb- aanvraag en worden daarom altijd automatisch mee doorgerekend, indien aanwezig
- Voor de OPS berekening wordt gekeken in welk 'AERIUS hexagoon' het eigen rekenpunt ligt. Bij de doorrekening wordt het grondgebruik en terreinruwheid van dat AERIUS hexagon gebruikt. Let op: dit is niet beperkt tot hexagonen in natuurgebieden in Nederland; informatie op

hexagoonniveau over grondgebruik en terreinruwheid is beschikbaar voor het gehele gebied van de geografische rekengrondslag (zie paragraaf 4.2.1). Bij SRM-2 speelt dit niet: daar wordt preSRM gebruikt en die haalt informatie op basis van de coördinaten van een rekenpunt op.

- Bij het weergeven van resultaten voor het eigen rekenpunt, wordt de achtergronddepositie getoond behorende bij het AERIUS hexagon waar het eigen rekenpunt aan is gekoppeld
- De methode van subreceptoren (bij rekenen dichtbij de bron), wordt ook bij eigen rekenpunten gebruikt (zie paragraaf 3.6). Ten behoeve van deze methode wordt een fictief hexagon van 1 ha precies om het eigen rekenpunt heen gelegd.

Tip: het is mogelijk snel rekenpunten achter elkaar aan te plaatsen op de kaart, door gebruik te maken van de sneltoetscombinatie 'c en dan a' en dan op de kaart te klikken. Het is dan niet nodig steeds 'nieuw' te doen. Op het moment dat je 'bewaar' klikt, zijn alle rekenpunten ineens opgeslagen.

7.4. Stap 4: Berekenen

Als je de situaties hebt gedefinieerd en de invoer (emissiebronnen en gebouwen) binnen de situaties hebt vastgesteld, dan kan je gaan rekenen. Hiervoor ga je als gebruiker naar de menuknop 'Berekenen'. Deze menuknop wordt actief zodra er sprake is van minimaal 1 emissiebron met een emissie anders dan 0.

7.4.1. Wat wordt doorgerekend?

AERIUS Calculator bepaalt op basis van ingevulde emissies van de stikstofverbindingen NO_x (stikstofoxides) en of NH₃ (ammoniak) de totaal-stikstofdepositie. Onder de menuknop 'Berekenen' is een **overzicht** te vinden welke situaties doorgerekend zullen gaan worden:

- De Referentiesituatie, indien aanwezig
- De Salderingssituatie, indien aanwezig
- De Rekenset: default staat deze op 'alle Wnb rekenpunten', inclusief eventuele eigen rekenpunten. Indien sprake is van eigen rekenpunten kan je hier ook kiezen om alleen de eigen rekenpunten door te rekenen (voor een snellere berekening)
- Overzicht overige situaties die meegaan in de berekening (anders dan Referentie en Salderingssituatie)

De volgende berekeningen worden automatisch uitgevoerd, zodra je op 'bereken' klikt:

- De individuele situaties ('situatieresultaat' voor elke situatie)
- De 'Projectberekening', voor elke Beoogde situatie:
 - [Beoogd] – [Referentie] – afgeroomd [Saldering]
- De 'maximale tijdelijke bijdrage', voor elke Tijdelijke situatie:
 - Max [tijdelijke situaties]

- Het ‘maximaal tijdelijk effect’, voor elke Tijdelijke situatie:
 - Max [tijdelijke situaties] – [Referentie] – afgeroomd [Saldering]

Onder het rekenoverzicht is de **Bereken** knop, waarmee je de berekeningen start.

The screenshot shows the AERIUS Calculator interface. On the left, the 'Berekenen' (Calculate) screen has a checked 'Bereken' (Calculate) button. It includes dropdown menus for 'Referentiesituatie' (Referentie situation) set to 'Situatie 1', 'Salderingsituatie' (Balancing situation) set to 'Beoogd', 'Rekenmethode' (Calculation method) set to 'Wet Natuurbescherming', and 'Inclusief situaties' (Including situations) with 'Situatie 2' checked. At the bottom is a 'Bereken' (Calculate) button. On the right, the 'Overzicht van situaties' (Overview of situations) table displays two rows of data:

#	Naam	Situatie soort	Jaar	Afroomfactor	Emissiebronnen	Emissie NOx	Emissie NH3
1	Situatie 1	Referentie	2021		1	0,0 ton/j	1,0 ton/j
2	Situatie 2	Beoogd	2021		1	0,0 ton/j	2,0 ton/j

Let op: Berekeningen met meer dan 5.000 emissiebronnen kunnen niet doorgerekend worden via de applicatie van Calculator. Hiervoor is een API-key nodig (zie ook paragraaf 8.1: Rekenen met de AERIUS Connect API).

Let op: Een berekening kan maar 1 keer gestart worden. Dat wil zeggen, dat als een identieke berekening al uitgevoerd is, je een melding zal krijgen dat de berekening die je wil doen, al uitgevoerd is. Je kan dan niet opnieuw rekenen (maar de resultaten onder Resultaten menu, zullen ook gewoon nog actueel zijn).

Tip: Naast het rekenoverzicht in de 2^e kolom, geeft AERIUS in het rechterdeel van het scherm ook een samenvatting van alle situaties, via een tabel waarin naast naam en type situatie ook te zien is hoeveel emissiebronnen en emissie iedere situatie bevat. Dit geeft je als gebruiker de mogelijkheid het totaal nog te controleren op hoofdlijnen.

7.4.2. Waar wordt gerekend?

AERIUS Calculator rekent in het kader van de Wet Natuurbescherming (Wnb) en voert de berekeningen uit op een vooraf vastgelegd vast rekengrid, aangevuld met eigen rekenpunten van de gebruiker zelf (indien aanwezig). Daarbij verdeelt AERIUS de berekening in een aantal rekenslagen met een constante rekentijd. Per rekenslag is het product van het aantal bronnen en het aantal rekenpunten een constante. De opdeling in rekenslagen maakt het ook mogelijk om berekeningen van verschillende gebruikers parallel uit te voeren.

Het vaste rekengrid in AERIUS bestaat in de basis uit een raster van regelmatig neergelegde rekenpunten dat alle Natura2000 gebieden dekt en als het ware over de kaart van Nederland wordt gelegd. Ieder rekenpunt in het vaste rekengrid wordt als representatief beschouwd voor een oppervlakte van 1 ha rondom dat rekenpunt (een AERIUS hexagon). Zie paragraaf 3.5 voor meer uitleg over de schaal van de berekeningen en de keuze voor hexagonen.

De berekening in Calculator vindt niet plaats op alle rekenpunten in het vaste rekengrid, omdat niet alle rekenpunten relevant zijn in het kader van de Wnb. Welke hexagonen relevant zijn bij een stikstofdepositieberekening met AERIUS Calculator, wordt bepaald door de onderliggende natuurgegevens in AERIUS en is ook toegelicht in Bijlage 36: Bepalen relevante hexagonen en (bijna) overbelaste hexagonen. Op hoofdlijnen werkt dit als volgt:

- Voor ieder Natura2000 gebied is op kaart ingetekend *waar* bepaalde habitattypen en leefgebieden liggen. De ingetekende habitattypen en leefgebieden kunnen worden getoond als polygonen (vlakken) op kaart
- Van elk habitattype is ook bekend of het aangewezen is om te beschermen, of gekoppeld aan een aangewezen soort of vogel die beschermd moet worden, en hoe stikstofgevoelig het is (welke Kritische Depositie Waarde of KDW geldt)
- Ieder hexagon van 1 hectare dat (deels) overlapt met één of meerdere polygonen met relevante stikstofgevoelige natuur die beschermd moet worden, doet mee als '**relevant hexagoon**' bij een stikstofdepositieberekening in AERIUS Calculator. Ook ingetekende gebieden die als 'onbekend maar naar verwachting relevant' zijn aangeleverd, worden als 'relevant' beschouwd
- Voor alle relevante hexagonen binnen de maximale rekenafstand in OPS wordt gerekend en is het mogelijk depositieresultaten te zien in Calculator (gebruiker kan dit kiezen).
- Voor de stikstofregistratie zijn alleen de relevante hexagonen van belang waar ook sprake is van een (dreigende) overschrijding van een KDW (minder dan 70 mol/ha/jaar onder de meest kritische KDW). Immers, zonder (dreigende) KDW overschrijding op een hectare is er ook geen stikstofprobleem.
- In Calculator worden default de resultaten getoond op de '**stikstofregistratie set**', de hexagonen die vanuit het oogpunt van stikstofregistratie (Register) relevant zijn en waarop ook de PDF bijlage (projectberekening) gebaseerd is. Het gaat om relevante hexagonen waar tevens sprake is van een (naderende) overbelasting van de meest kritische KDW. Let op: omdat hierbij wordt uitgegaan van de meest strenge KDW *op een hexagoon*, kunnen er hexagonen in de registratieset zitten waar meerdere relevante habitattypen op voorkomen, die niet allemaal daadwerkelijk (bijna) overbelast hoeven te zijn.

Uit bovenstaande volgt dat het rekengrid van AERIUS als zodanig vaststaat - de rekenpunten liggen op vaste plekken -, maar dat de selectie *relevante* hexagonen waarop daadwerkelijk gerekend wordt kan veranderen wanneer de natuurgegevens in AERIUS gewijzigd worden. Daarnaast volgt eruit dat als de natuurgegevens en/of de totale depositietallen veranderen, een relevant hexagon kan wisselen van wel (bijna) overbelast naar niet (bijna) overbelast, of vice versa. Dit kan ertoe leiden dat een hexagon dat eerst niet in de

'stikstofregistratieset' zat, bij actualisatie van de gegevens daar wel in terecht komt, of andersom.

Oftewel, het zijn de **natuurgegevens** en de gegevens omtrent **totale depositie** in AERIUS, die aan een hexagon al dan niet *relevantie* geven in het kader van de Wet natuurbescherming.

Bijlage 36: Bepalen relevante hexagonen en (bijna) overbelaste hexagonen geeft nadere info over het bepalen van de relevante hexagonen.

7.5. Stap 5: Bekijken en beoordelen resultaat

In de nieuwe Calculator kunnen meerdere situaties doorgerekend worden. Daarnaast zijn er ook nog de verschillende type situatie en type berekeningen. Ook kan je resultaten op verschillende niveaus beschouwen. Dit alles kan - na het rekenen - bekijken worden onder de menuknop Resultaten. Onderstaand wordt toegelicht welke keuzes je kan maken om te bepalen waar je naar kijkt, wat je dan eigenlijk ziet en wat het verschil is tussen de verschillende tabbladen met resultaten.

7.5.1. Wat kies ik om te bekijken?

Na het rekenen kan je bovenin het scherm via vier dropdowns de volgende keuzes maken:

- 1) Van **welke situatie** je rekenresultaten wilt zien (keuze tussen je situaties)
- 2) Welk **type resultaat** je wilt zien voor die situatie (afhankelijk van type situatie - zie paragraaf 7.4.1)
 - Voor iedere situatie is een Situatieresultaat beschikbaar
 - Bij Beoogde situaties is behalve een situatieresultaat, altijd een Projectberekening beschikbaar
 - Bij Tijdelijke situaties is behalve een situatieresultaat, altijd een Maximale tijdelijke bijdrage en Maximale tijdelijk effect beschikbaar
- 3) Voor welke **stof** je de resultaten wilt zien (is altijd totale stikstofdepositie NOx + NH₃)
- 4) Welke **weergave** je wilt zien. Dit bepaalt welke rekenpunten worden beschouwd bij de resultaten en getoond op de kaart:
 - Default kijk je naar de Wnb registratieset: de hexagonen die ook gebruikt wordt bij de stikstofregistratie in Register en de set die de basis vormt voor de PDF export. Het gaat om de relevante hexagonen waar ook daadwerkelijk sprake is van stikstofoverbelasting of waar deze dreigt (minder dan 70 mol onder KDW)
 - Het is mogelijk te wisselen naar weergave op 'alle relevante hexagonen' (dus ook de hexagonen zonder (naderende) overbelasting) of naar 'eigen rekenpunten' (indien aanwezig)

Let op: in het geval je kijkt naar een Projectberekening, of naar een Maximaal tijdelijk effect berekening, EN je hebt een Referentiesituatie in je berekening, dan zie je **extra weergave opties** voor de Wnb registratieset en voor de Relevant hexagonen:

- Weergave zonder de hexagonen met mogelijk randeffect
- Weergave op alleen de hexagonen met mogelijk randeffect

Let op: Bij het wisselen van situatie, type resultaat of weergave, veranderen de resultaten die je ziet. Immers je kijkt dan naar een andere situatie, een ander soort resultaat of naar een andere set rekenpunten. Als je onverwachte resultaten ziet, is het daarom altijd zinvol eerst de dropdowns te controleren: kijk je wel naar hetgeen je denkt?

Let op: als je wisselt van situatie, krijg je dus resultaten van een andere situatie te zien. Echter, dit is niet gekoppeld aan de situatieselectie in het linkermenue. Die bepaalt van welke situatie je de *invoer* ziet, als je naar menu Invoer gaat.

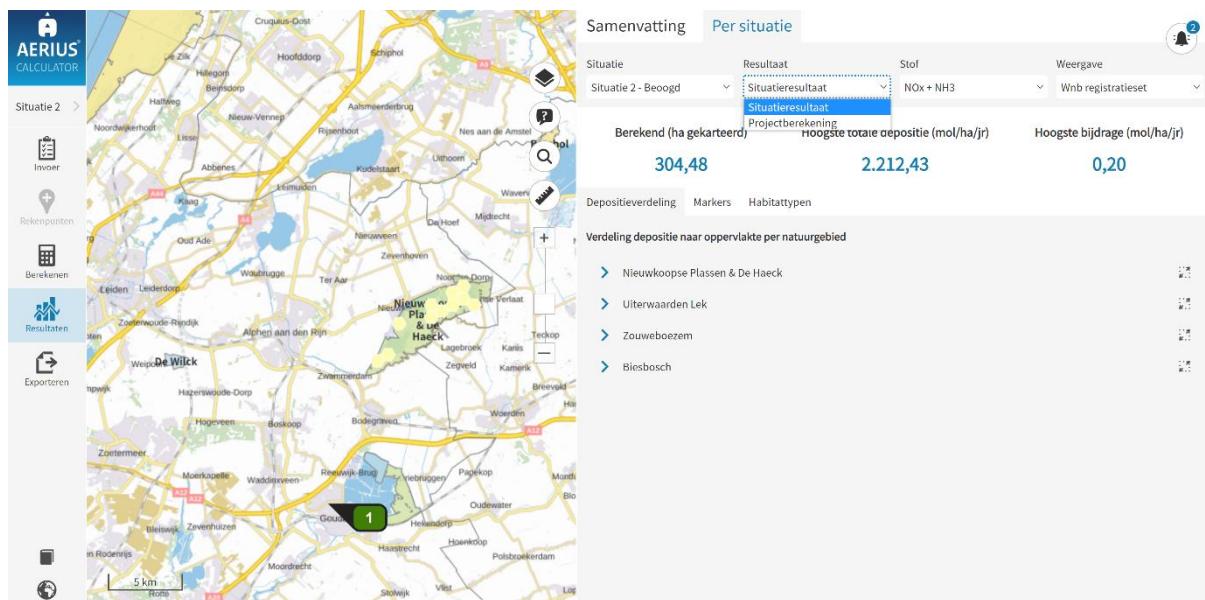
7.5.2. Wat zie ik?

Onder resultaten is het volgende te zien (Figuur 33):

- Een hoofdtabel met samenvattende resultaten. Bij een andere keuze bij de dropdowns, verandert de inhoud van de hoofdtabel mee.
- 1 of meerdere tabbladen, met een bepaald perspectief op de resultaten. Ieder tabblad heeft bijbehorend kaartbeeld. Wisseling van tabblad, geeft automatisch ander kaartbeeld. Bij een andere keuze bij de dropdowns, verandert de inhoud van de resultaten onder de tabbladen mee.

Tip: je kan met de pijltjes midden bovenin in het scherm, de kaart wegklappen (rechterpaneel wordt dan groter) of juist het rechterpaneel met de resultaten wegklappen (het kaartbeeld wordt dan groter).

Tip: om snel naar een gebied toe te zoomen op de kaart, klik je op het uitklaptekentje achter een gebiedsnaam in het tabblad 'depositieverdeling'. De kaart beweegt dan naar het betreffende gebied toe. Je kan ook handmatig de kaart bewegen en in- en uitzoomen.



Figuur 33: Scherm met resultaten van de doorgerekende situaties. De gebruiker kan verschillende resultaten tonen. Ook kan er een samenvatting worden weergegeven in het andere tabblad.

De hoofdtabel geeft het aantal doorgerekende hectares / aantal doorgerekende eigen rekenpunten en de maximale rekenresultaten, behorende bij het type resultaat dat gekozen is. Bij een projectberekening is bijvoorbeeld de maximale toename gegeven, en bij een situatieresultaat juist de maximale situatiebijdrage. Zie paragraaf 7.1 voor een overzicht van de mogelijke berekeningen.

Let op: De doorgerekende hectares of aantal rekenpunten die getoond worden, betreffen altijd hectares of rekenpunten met rekenresultaten groter dan 0,00 mol/ha/jaar. Als alle rekenresultaten kleiner zijn dan 0,005 mol/ha/jaar, dan zal er dus staan '0 hectare' / '0 rekenpunten'.

- Specifiek bij de Projectberekening (bij Beoogde situaties), is onder de lijst gebieden met resultaten te zien welke gebieden weliswaar missen in de lijst omdat de Projectberekening nergens boven de 0,005 mol/ha/jaar uitkomt, maar die in de Beoogde situatie zelf wél boven de 0,005 mol/ha/jaar uitkomen. Dit is in lijn met de weergave in de PDF export.

Let op: De doorgerekende hectares betreffen altijd *gekarteerd* oppervlak. Er is gekozen voor gekarteerd oppervlak, omdat dat is waar het uiteindelijk bij de Wnb om gaat: het oppervlak aan natuur die beschermd moet worden.

Gekarteerd oppervlak sluit ook aan bij de wijze waarop de monitoring van de omgevingswaarde plaatsvindt. De keuze voor gekarteerd oppervlak betekent dat een hexagoon van 1 hectare, voor minder dan 1 ha kan meetellen in de resultaten. Het kan immers voorkomen dat niet het gehele oppervlak van het hexagoon gekarteerd oppervlak betreft. Voor meer informatie zie Bijlage 3: Bepalen gekarteerd oppervlakte.

7.5.3. De verschillende tabbladen met bijbehorend kaartbeeld

Onder de overzichtstabel is een aantal tabbladen zichtbaar:

- Depositieverdeling
- Markers
- Habitattypen

Tabblad 'Depositieverdeling'

Bij openen van het tabblad 'Depositieverdeling' verschijnt de kaartlaag met rekenresultaten per hexagoon (depositie). Goed om te weten: de kleurstelling van de kaartlaag hangt af van het type resultaat. Een Situatieresultaat (1 situatie) heeft een andere kleurstelling dan een Projectberekening (verschilberekening). Dit betekent, dat als je maar 1 Beoogde Situatie hebt doorgerekend, de rekenresultaten onder Situatieresultaat en Projectberekening weliswaar inhoudelijk gelijk zijn, maar dat de kleurstelling op de kaart wel anders is.

Onder het tabblad 'Depositieverdeling' is per gebied ook een grafiek opgenomen die de verdeling van de depositiebijdrage in dat gebied illustreert. Door bij de grafiek te klikken op de knop rechts van een gebied, zoom je naar het betreffende gebied toe op de kaart. Kaart en grafiek geven dus dezelfde informatie, maar in een andere vorm.

Tabblad 'Markers'

Bij openen van het tabblad 'Markers' verdwijnt de kaartlaag met rekenresultaten per hexagoon en worden de markers per gebied zichtbaar op de kaart. De markers laten snel zien waar in een gebied een maximale waarde is berekend. Welke markers getoond worden, hangt af van het resultaattype. De markerwaarden en het gekarteerd oppervlak per gebied zijn opgenomen in de tabel onder het tabblad.

Tabblad 'Habitattypen'

Bij het openen van het tabblad 'Habitattypen' worden er geen rekenresultaten meer op kaart getoond, maar wordt in de plaats daarvan de kaartlaag 'Stikstofgevoelige habitattypen' geopend. Zo wordt direct zichtbaar waar de stikstofgevoelige natuur ligt. In de tabel onder het tabblad zijn vervolgens per gebied EN per habitattype de markerwaarden weergegeven. Zo kan je zien wat per habitattype de hoogste rekenwaarden zijn. Ook is de KDW van elk habitattype opgenomen in de tabel én kan je kiezen voor resultaat 'hoogste %KDW', om zo per HT te zien wat de hoogste relatieve bijdrage is die is berekend.

Je kan over de habitattypen in de tabel hoven of ze aanklikken, om op kaart te zien waar een bepaald habitattype ligt.

Let op. De tabel Habitattypen toont altijd alle relevante habitattypen en het bijbehorende gekarteerde oppervlak *binnen* de gekozen weergave (welke

hexagonen), ongeacht of het betreffende habitattype zelf (bijna) overbelast is of niet.

7.6. Stap 6: Exporteren

Zodra je de invoer klaar hebt, kan je door naar 'Exporteren'. Daar kan je kiezen tussen het exporteren van **GML bestanden** (met of zonder rekenresultaten) of het exporteren van een **PDF** (voor de Projectberekening). Beide typen bestanden zijn altijd weer direct inleesbaar in AERIUS.

Bij de PDF moeten enkele extra gegevens ingevoerd worden, zoals de rechtspersoon, adresgegevens en een omschrijving van de activiteit. Deze gegevens worden in de PDF vastgelegd omdat dit gebruikt wordt als formele bijlage bij een vergunningaanvraag en voor de registratie in AERIUS Register.

Tip: Bij de GML optie is de extra informatie niet nodig. Je kan als gebruiker er echter wel voor kiezen om de extra informatie op te nemen: het is een optie bij exporteren. Dat kan makkelijk zijn omdat de extra informatie dan ook besloten ligt in de GML, waardoor deze in AERIUS Register is in te laden.

7.6.1. Wanneer kan je wat exporteren?

Scenario	Exporteer	Inclusief resultaat
Situatie 1	✓	✓
Situatie 2	✓	✓

E-mailadres: gebruiker@aerius.nl

Export

- Een **GML zonder rekenresultaten** kan geëxporteerd worden zodra er minimaal iets onder Invoer is aangemaakt of ingelezen. Het is dus ook mogelijk een GML met alleen gebouwen te exporteren. De GML bevat alle relevante invoergegevens en – indien aanwezig – de eigen rekenpunten. Je krijgt een een zip met voor iedere situatie 1 GML. Zowel de zip als geheel als de losse GML's kunnen weer ingelezen worden.
- Een **GML met rekenresultaten** kan alleen geëxporteerd worden als er minimaal 1 bron is met een emissie groter dan 0. Bij deze keuze zal onder

water de berekening gestart worden conform de rekeninstellingen die je hebt gekozen (bv, 'alleen eigen rekenpunten'), en het resultaat is een GML met de invoer én de rekenresultaten. Je krijgt een zip met voor iedere situatie 1 GML. Een GML met resultaten kan niet geëxporteerd worden als er meer dan 5.000 emissiebronnen zijn, omdat in dat geval niet gerekend kan worden via de applicatie.

- Een **PDF Projectberekening** kan alleen geëxporteerd worden voor een Beoogde situatie, en als er minimaal 1 bron is met een emissie groter dan 0. Bij deze keuze zal onder water de berekening *altijd* gestart worden conform de wettelijke Wnb rekeninstellingen (altijd de Wnb rekenset plus eventuele eigen rekenpunten). Het resultaat is een PDF bestand dat als bijlage kan worden gebruikt bij een vergunningaanvraag. Je krijgt een zip met voor iedere Beoogde situatie 1 PDF. Een PDF kan niet geëxporteerd worden als er meer dan 5.000 emissiebronnen zijn, omdat in dat geval niet gerekend kan worden via de applicatie.

Je krijgt als gebruiker vanzelf een bericht in je mailbox als de export klaar is en dan kan je via de link in de mail de export downloaden. De download link komt ook in de applicatie zelf beschikbaar, maar daar hoef je niet op te wachten als gebruiker. Je kan de browser afsluiten zodra de export succesvol is gestart.

7.6.2. Verschil GML en PDF

Een GML is altijd een uitvoerbestand behorende bij 1 situatie. In het geval van rekenresultaten, zijn het ook de (niet-afgeronde) rekenresultaten van die ene situatie, conform je eigen gekozen rekeninstellingen. De GML is een bestand dat leesbaar en ook aanpasbaar is. Als je een GML inleest in Calculator, wordt het als een situatie ingelezen (en eventueel aanvullend de eigen rekenpunten). Dat betekent dat alleen de brongegevens worden ingelezen.

Een PDF is een niet-manipuleerbare gegevensdrager van 1 of meerdere GML's, die *altijd* doorgerekend is volgens de default Wnb rekeninstellingen. De projectgegevens en GML-bestanden worden bij een PDF in de code van het PDF-bestand zelf opgeslagen. Bij meerdere situaties, worden er meerdere GML's in de code van de PDF geplaatst. Door de GML's op deze manier op te nemen, is het niet mogelijk vanuit de PDF de GML's aan te passen (vandaar: niet manipuleerbaar). Om toch een wijziging aan te brengen kan het PDF-bestand opnieuw worden ingeladen in Calculator en opnieuw geëxporteerd worden met een nieuw uniek referentienummer.

Een andere manier om de GML-data uit de PDF te halen is met behulp van de IMAER plugin voor QGIS (zie paragraaf 8.2). Echter, op deze manier kan een wijziging niet terug worden opgeslagen naar de PDF toe; er kan vanuit de plugin alleen een nieuw GML-bestand worden gegenereerd.

8. Aanvullende mogelijkheden: Connect API en QGIS plugin

Het grootste deel van de gebruikers van AERIUS zal aan AERIUS Calculator genoeg hebben om hun berekeningen uit te voeren. De applicatie is uitgebreid genoeg om ervaren en minder ervaren gebruikers door het proces heen te looden en tot een resultaat te komen. Toch kan het voorkomen dat je als gebruiker niet voldoende uit de voeten kan met de applicatie:

- Als je meer dan 5.000 emissiebronnen wilt doorrekenen
- Als je wilt rekenen met specifieke rekeninstellingen die niet via de applicatie ondersteund worden
- Als je eigen werkprocessen wilt automatiseren waarbij het wenselijk is om eigen systemen direct aan het rekenhart van AERIUS te kunnen koppelen
- Als je rekenresultaten wilt bewerken, zonder betaald GIS pakket

Voor deze gebruikers zijn de Connect API en de IMAER plugin voor QGIS beschikbaar.

8.1. Rekenen met de AERIUS Connect API

AERIUS stelt een API (Application Programming Interface) beschikbaar, waarmee je via een computer interface (API) opdrachten kan uitvoeren op de AERIUS Calculator, zonder gebruik te maken van een gebruikersomgeving (GUI). Voor de AERIUS Connect API betreft het opdrachten voor het valideren, converteren en rekenen met AERIUS Calculator. De webservice gaat uit van het HTTP REST protocol. Het formaat voor de gegevensuitwisseling is JSON. De verschillende API functies worden op de AERIUS Connect API documentatie pagina verder toegelicht: <https://connect.aerius.nl/api>

8.1.1. Wat is een API?

API staat voor Application Programming Interface. Een API maakt het mogelijk om afzonderlijke softwareprogramma's of -onderdelen met elkaar te laten communiceren. Het is een software-naar-software interface, onzichtbaar voor gebruikers, en biedt daarom per definitie geen gebruikersomgeving (GUI).

Softwareontwikkelaars kunnen met behulp van een API programmeercode en/of gegevens uitwisselen. De benodigde code wordt uitgevoerd op de server van de AERIUS, die het resultaat vervolgens naar de client stuurt. Op het internet hebben API's meestal als doel om gebruikers (zoals web-ontwikkelaars) toegang te geven tot een aantal voorgedefinieerde procedures, zoals het ophalen, bewerken of opslaan van bepaalde gegevens.

8.1.2. Wanneer een API gebruiken?

Het gebruik van de API voor AERIUS Calculator biedt o.a. voordelen in de volgende situaties. Dit zijn slechts enkele voorbeelden en zeker niet uitputtend:

- Rekenen via de API heeft geen limiet op het aantal emissiebronnen, waardoor ook berekeningen met meer dan 5.000 emissiebronnen uitgevoerd kunnen worden
- Rekenen met de API maakt het mogelijk om direct vanuit eigen client applicatie (bijvoorbeeld eigen GIS) te communiceren met de AERIUS Calculator
- Rekenen met de API maakt het mogelijk om een intern werkproces in te richten voor het uitvoeren van AERIUS berekeningen en voor het verwerken van de resultaten in de organisatie-eigen applicatie architectuur
- Rekenen met de API maakt het mogelijk te kiezen voor de 'Analyse optie' in plaats van de WNb-optie, en dan eigen instellingen / variabelen mee te geven aan de berekening. Denk bijvoorbeeld aan het meegeven van eigen landgebruik / terreinruwheid voor een eigen rekenpunt. Dit is voor de geavanceerde gebruiker en niet geschikt voor berekeningen in het kader van toestemmingsverlening
- Web services zijn eenvoudig en te gebruiken door softwareontwikkelaars

8.2. Ondersteunende functionaliteit: QGIS plugin

AERIUS Calculator werkt met GML als uitwisselingsformaat en wordt niet ontworpen en onderhouden als instrument voor datatransformatie. Om echter gebruikers wel te ondersteunen bij de transformatie naar en van GIS formaat, is een IMAER plugin ontwikkeld voor QGIS⁴⁴. In de basis kan je hiermee:

- Resultaten in GML formaat (export AERIUS) importeren en vervolgens inzien, bewerken, analyseren en exporteren in GIS formaat.
- Invoergegevens in GIS formaat importeren, en omzetten naar een bronbestand voor AERIUS (GML). Dit werkt voor generieke bronnen en wegverkeer.
- GML informatie uit PDF halen

Aanvullend is het mogelijk een in de plugin aangemaakte bron GML direct door te laten rekenen met AERIUS Connect. Daarnaast is het ook mogelijk om een geïmporteerde GML met resultaten ook weer te exporteren als GML.

De plugin bestond eerder voor QGIS 2, en is momenteel opnieuw ontwikkeld voor QGIS versie 3. Hoewel deze plugin niet officieel bij de AERIUS-producten hoort, is het een handige aanvulling als je als gebruiker de resultaten verder wilt bewerken of op een andere manier in je eigen workflow wilt integreren.

⁴⁴ <https://qgis.org/nl/site/forusers/index.html>



Onderstaand een overzicht van de totale huidige functionaliteit van de plugin, in volgorde van de getoonde knoppenbalk:

- 1) Openen AERIUS Calculator resultaten GML ('Import Calculator Results')
- 2) Exporteren van (bewerkte) resultaten naar resultaten GML ('Export Calculator Results')
- 3) GML data uit AERIUS PDF bestanden halen ('Extract GML from AERIUS PDF')
- 4) Zelf GML met brongegevens maken, voor generieke bronnen of wegverkeer ('Generate Calculator Input')
- 5) Bewerken van resultaten met standaard handelingen (verschil, som, max) ('Relate Calculator Results')
- 6) Toevoegen open data lagen (*nog niet werkzaam*)
- 7) Toevoegen eigen rekenpunten Connect - Receptor Sets
- 8) Berekeningen aanzetten en voortgang zien
- 9) De plugin configuratie (o.a. API-key en emailadres)
- 10) Verwijzing naar Github met alle uitleg

De volledige documentatie over hoe te werken met de QGIS plugin is (in het Engels) ook direct te vinden op Github⁴⁵.

Installatie

De IMAER plugin voor QGIS wordt gepubliceerd in de QGIS plugin repository, dus de eenvoudige manier om te installeren is met behulp van de Plugin Manager binnen QGIS. Voorheen was de status nog in ontwikkeling en moest de instelling 'experimentele plugins' ingeschakeld worden om deze te vinden. Vanaf de release van Calculator 2021 is de plugin formeel beschikbaar binnen QGIS. Voor de gevorderde gebruiker is het uiteraard ook mogelijk om de code te clonen vanuit de Github repository en deze handmatig te installeren.

8.3. Wanneer wat gebruiken?

Hieronder volgt een schematisch overzicht van het toepassingsbereik van AERIUS Calculator vs de AERIUS Connect API en de IMAER plugin voor QGIS (Tabel 6). Onder de tabel staat een nadere toelichting.

Tabel 6 Toepassingsbereik van Calculator, Connect en IMAER plugin

⁴⁵ https://github.com/opengeogroep/AERIUS-QGIS-plugins/blob/v3new/documentation/01_import_calc_results.md

Calculator vs. Connect	Calculator (via UI)	Connect API	QGIS plug-in
Grootschalige projecten	Max 5.000 bronnen doorrekenen	> 5.000 bronnen doorrekenen	Ja, door berekening via Connect aan te zetten
Rekenresultaat opgesplitst naar sector	Nee	Ja	Nee
Bepalen hoogste bijdrage van twee doorgerekend bronbestanden	Ja, maar alleen voor 'tijdelijke situaties'	Nee	Ja, via max
IMAESR validatie-service	Ja	Ja	Nee
IMAESR conversie-service	Ja	Ja	Nee
GML's combineren en als 1 situatie doorrekenen	Ja	Ja	Nee
GML terugkrijgen uit AERIUS PDF	Ja, maar wel altijd obv actuele IMAESR en EF	Ja	Nee
Eerder berekende resultaten inzien	Nee	Nee	Ja
Directe communicatie vanuit eigen IT-systeem met rekenhart AERIUS Calculator	Nee	Ja	Nee

- **Grootschalige projecten:** er is voor gekozen om berekeningen met meer dan 5.000 emissiebronnen, niet toe te staan via de applicatie van AERIUS Calculator. Bij dergelijke grote berekeningen is het gewenst dat je als gebruiker bewust een API aanvraagt, en dit is momenteel alleen via Connect mogelijk. Een Connect berekening kan ook via de IMAESR plugin voor QGIS worden aangezet.
- **Rekenresultaat opgesplitst naar sector.** De rekenresultaten kan je via Connect (analysevariant) ook per sector opvragen en worden dan als zodanig in de GML opgenomen.
- **Bepalen hoogste bijdrage van twee of meer bronbestanden.** In de Calculator applicatie wordt automatisch een maximum berekend voor alle 'tijdelijke situaties'. Voor het bepalen van een maximum bij 2 tot 5 willekeurige situaties, kan je ook de IMAESR plugin voor QGIS gebruiken. Op basis van meerdere resultaatbestanden wordt een nieuw resultaatbestand

gemaakt door van elke gevonden resultaat punt de hoogste waarde te nemen.

- **IMAER Validatie-service.** Bij inlezen van één of meerdere bestanden in Calculator, wordt automatisch gevalideerd of de invoer voldoet aan IMAER. Via de Connect API validatie service is het mogelijk ook te valideren, zonder dat je de applicatie nodig hebt.
- **IMAER Conversie-service:** Oudere versies (vanaf 1.0) van IMAER GML's worden omgezet naar de meest actuele IMAER versie. Dat gebeurt ook als je een GML importeert in AERIUS Calculator. Voordeel van de Connect API is dat je die zodanig kunt aansturen dat je meerdere GML's kunt converteren. Bij de nieuwe Calculator kan je tot 6 GML's tegelijk invoeren en converteren.
- **GML's combineren tot 1 set van bronnen** en dan in 1 keer doorrekenen: meerdere GML's kunnen samengevoegd worden tot 1 situatie, door in Calculator in een bestaande situatie nieuwe GML's toe te voegen. In Connect kan dit ook door meerdere GML's als één berekening aan te bieden: ze worden dan samengevoegd en als 1 situatie doorgerekend. Als resultaat ontvang je vervolgens één GML met alle bronnen uit de verschillende invoer GML's en de daarbij horende totale emissies van alle bronnen
- **GML terugkrijgen uit AERIUS PDF.** Het converteren van een AERIUS PDF – via de conversie service- resulteert in een losse IMAER GML. Op die manier is het mogelijk om op eenvoudige wijze losse GML's te genereren die zijn opgenomen in een AERIUS PDF. Die GML kan je vervolgens weer bewerken en opnieuw aanbieden. Bij het inlezen van een PDF in de applicatie van Calculator, kan je ook eenvoudig de onderliggende GML's weer exporteren. In dat geval is de GML wel automatisch omgezet naar de nieuwe IMAER en worden emissies automatisch berekend op basis van nieuwe emissiefactoren.
- **Eerder berekende resultaten inzien.** Calculator en Connect zijn 'rekenmachine' en bieden niet de mogelijkheid om op kaart eerder uitgevoerde berekeningen te visualiseren. Dan moet altijd eerst opnieuw berekend worden. Met de IMAER plugin voor QGIS is het wel mogelijk om resultaten uit AERIUS in te zien.
- **Directe communicatie vanuit eigen client applicatie** (bijv. eigen GIS) communiceren met het rekenhart van AERIUS Calculator. Resultaten van een AERIUS validatie, conversie, en berekening kan je direct in het eigen IT-Systeem bekijken, analyseren en combineren met eigen databronnen.

DEEL 4 – BIJLAGEN

Bijlage 1: Overzicht voormalige factsheets (handboek Calculator)

Categorie	Naam factsheet (methode)	Wat is er mee gedaan?
Algemeen	Calculator in het kort	Vervangen door uitgebreidere tekst (hoofdtekst)
	Gebruik hexagonen in AERIUS	3.5 Schaalniveau en keuze voor hexagonen
Verkeer en vervoer	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Luchtverkeer	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek.</i>
	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Railverkeer	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek.</i>
	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Verkeer en vervoer	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek.</i>
	Berekeningen langs SRM1 wegen	Inhoud is verwerkt in de hoofdtekst, paragraaf 5.2.
	Emissieberekening wegverkeer - eigen specificatie	Bijlage 30: Emissieberekening wegverkeer – eigen specificatie (GEACTUALISEERD).
	Emissieberekening wegverkeer - euroklassen	Niet meer van toepassing in deze vorm; euroklassen als hulpmiddel bij eigen specificatie emissiefactoren wordt toegelicht in 7.2.10 en in Bijlage 30: Emissieberekening wegverkeer – eigen specificatie.
	Emissieberekening wegverkeer - standaard	Bijlage 29: Emissieberekening wegverkeer – standaard (ingekort vanwege dubbelingen met hoofdtekst)
	Wegverkeer – bepalen depositiesnelheden	Bijlage 9: Wegverkeer – bepalen depositiesnelheden (ongewijzigd)

Scheepvaart	Bepalen stroomrichting in relatie tot vaarrichting binnenvaart	Bijlage 31: Bepalen stroomrichting in relatie tot vaarrichting binnenvaart (ongewijzigd)
	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Scheepvaart	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek</i>
	Emissieberekening binnenvaartschepen	Bijlage 32: Emissieberekening binnenvaartschepen (GEACTUALISEERD)
	Emissieberekening zeeschepen	Bijlage 33: Emissieberekening zeeschepen. (GEACTUALISEERD)
Wonen & werken	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Wonen en werken	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek</i>
Natuurkenmerken	Bepalen relevante hexagonen	Bijlage 36: Bepalen relevante hexagonen en (bijna) overbelaste hexagonen.
Industrie & energie	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Energie	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek</i>
	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Industrie	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek</i>
Mobiele werktuigen	Emissieberekening mobiele werktuigen	Bijlage 35: Emissieberekening mobiele werktuigen (GEACTUALISEERD).
	Berekening depositiebijdrage bronnen mobiele werktuigen	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek</i>
Landbouw	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Landbouw	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek</i>

	Emissieberekening stallen	Bijlage 34: Emissieberekening stallen (ongewijzigd)
Plannen	Berekening depositiebijdrage bronnen sector Plannen	Nee, Plan als sector is komen te vervallen.
	Emissieberekening ruimtelijke plannen	Nee, Plan als sector is komen te vervallen.
Handreiking	Importeren bestanden	Verdeeld over hoofdtekst paragraaf 6.3 en Bijlage 10: Importeren bestanden in Calculator (GEACTUALISEERD)
	Concentratieberekeningen met SRM-2 (https://www.aerius.nl/files/SRM-2_implementatie_in_aerius_calculator_-beschrijving_-_15_oktober_2020.pdf)	Bijlage 8: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator.
	Depletiefactor en snelheid (uit: https://www.aerius.nl/files/SRM-2_implementatie_in_aerius_calculator_-beschrijving_-_15_oktober_2020.pdf)	Opgenomen in hoofdtekst paragraaf 5.5.1
Overig	Berekening depositiebijdrage bronnen op korte afstand van het rekenpunt	Opgenomen in hoofdtekst paragraaf 3.6.
	Berekening verspreiding en deposities met OPS	Grotendeels opgenomen in Hoofdstuk 4 en deels in Bijlage 4: Kenmerken emissiebronnen in OPS.
	Berekening warmteinhoud	Bijlage 6: Berekening warmte-inhoud en thermische pluimstijging, aangevuld met informatie

		uit https://www.aerius.nl/files/achtergrond_document_warmte_inhoud_en_pluimstijging_10032021.pdf
	Bronkenmerken sectoren GCN/GDN	Zie verwijzing in Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS
	Gebouwinvloed en pluimstijging	Opgegenomen in hoofdtekst 4.7 en 4.8.
	Lijnbron omzetten naar puntbronnen	Samengevoegd in Bijlage 5: Omzetten oppervlakte- en lijnbronnen voor OPS.
	Oppervlaktebron omzetten naar deelbronnen	Samengevoegd in Bijlage 5: Omzetten oppervlakte- en lijnbronnen voor OPS.
	Verschil tussen vaste rekenpunten en eigen rekenpunten	Opgegenomen in hoofdtekst paragraaf 7.3.
Overig – niet in handboek Calculator	Sectoren en sector_ID in GML	Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML.
	Bepalen relevante hexagonen en (bijna) overbelaste hexagonen	Bijlage 36: Bepalen relevante hexagonen en (bijna) overbelaste hexagonen.
	Bepalen gekarteerde oppervlakte	Bijlage 3: Bepalen gekarteerd oppervlakte (ongewijzigd)
	Bepalen aantal rekenpunten per rekenslag	Opgegenomen in hoofdtekst paragraaf 7.4.2.
	Geografische gridfuncties	Verwerkt in hoofdtekst paragraaf 7.2.3.
	Toepassingsbereik Calculator	<i>Is in deze vorm vervallen met opzet nieuw handboek.</i>
IMAER factsheets	Introductie InformatieModel AERIUS	Bijlage 12: Introductie InformatieModel AERIUS.

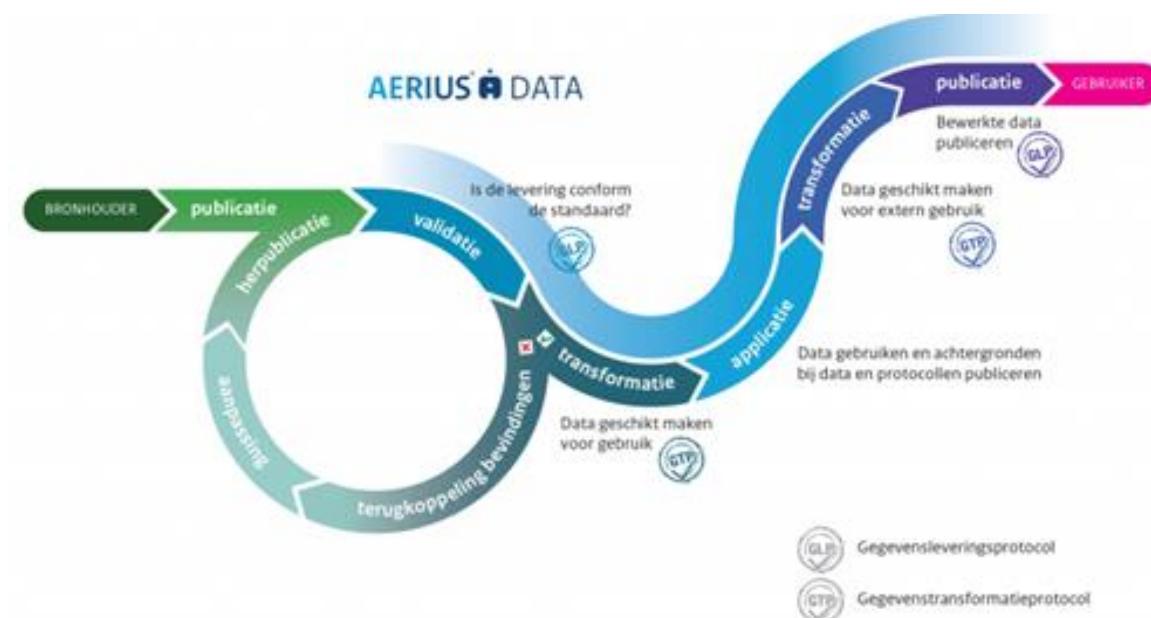
	In het kort	Algemeen beschreven in paragraaf 6.4
	Beschrijving model	Bijlage 13: IMAER - Beschrijving Model
	GML Definities	Bijlage 14: GML definities.
	Domeintabellen	Bijlage 15: Domeintabellen (GEACTUALISEERD)
	Metadata	Bijlage 16: Metadata (GEACTUALISEERD)
	Resultaten	Bijlage 17: IMAER – Resultaten.
	IMAER – Sector Landbouw	Bijlage 18: IMAER - Sector Landbouw (GEACTUALISEERD)
	IMAER – Generieke emissiebronnen	Bijlage 19: IMAER - Generieke Emissiebronnen
	IMAER – Sector Mobiele werktuigen	Bijlage 20: IMAER - Sector Mobiele Werk具igen (GEACTUALISEERD)
	IMAER – Sector scheepvaart	Bijlage 21: IMAER - Sector Scheepvaart (GEACTUALISEERD)
	IMAER – Sector verkeer en vervoer	Bijlage 22: IMAER - Sector Verkeer en Vervoer (GEACTUALISEERD)
	IMAER – Sectoren Industrie, Energie, Wonen en werken, Spoor, Luchtvaart	Bijlage 23: IMAER - Sectoren Industrie, Energie, Wonen en werken, Spoor, Luchtvaart
	IMAER - Sector Plannen	Vervallen
	Application Schema	Vervallen en verwerkt in paragraaf 6.4
	Rekenpunten	Vervallen en verwerkt in paragraaf 7.4.2

	Valideren van een GML	Algemeen beschreven in paragraaf 6.5
	Invoerverschillen t.o.v. Calculator	Vervallen en verwerkt in paragraaf 6.4.
	IMAER – Termen, afkortingen en schema-presentatie	Bijlage 24: IMAER - Termen, afkortingen en schema-presentatie

Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS

Gegevensbeheer gebruikte data in AERIUS

Gegevensbeheer vormt een belangrijk onderdeel van de actualisatie van AERIUS. Het gegevensbeheer ziet toe op kwaliteit, actualiteit en continuïteit van de gegevens in AERIUS zodat het instrumentarium geschikt blijft voor het ondersteunen van de werkprocessen. De manier van uitwisseling van benodigde data met dataleveranciers is vastgelegd in gegevensleveringsovereenkomsten (GLO's). De vorm van uitwisseling van benodigde data en de eisen daaraan is vastgelegd in gegevensleveringsprotocollen (GLP's). De benodigde transformaties van gegevens zijn vastgelegd in gegevenstransformatieprotocollen (GTP's), inhoudelijke aanpassingen van gegevens vinden zo veel mogelijk bij de leverancier plaats. De correcte werking van de applicatie is grotendeels gewaarborgd doordat met databases wordt gewerkt waarin de datastructuur is vastgelegd.



Figuur 34: Stroomschema gegevensbeheer in AERIUS

Actualisatieprincipes gebruikte data in AERIUS

Het uitgangspunt bij de actualisatie van AERIUS is dat gebruikte gegevens en inzichten reproduceerbaar en verifieerbaar zijn. Dat betekent dat bij het gebruik van bestaande gegevens (zoals emissiefactoren) zorgvuldig gegevensbeheer van toepassing is met duidelijke verantwoordelijkheden voor de bronhouders. Voor een deel van de gegevens is RIVM zelf bronhouder en verantwoordelijk voor de kwaliteit en onderhoud.

Een belangrijk uitgangspunt van de actualisatie is dat er zoveel mogelijk wordt aangedrongen dat bronhouders zelf de gegevens en toelichtingen publiceren. In

het actualisatieproces worden gegevens verwerkt, maar ook gecontroleerd. In overleg met bronhouders wordt de kwaliteit van de data gecontroleerd. Het RIVM legt in data-factsheets vast welke gegevens bij welke versie van AERIUS zijn gebruikt.

Voor gegevens die specifiek binnen het actualisatieproces worden gemaakt (zoals depositiekaarten) bestaan factsheets die de gehanteerde methoden beschrijven. Ook deze 'eigen gegevens' worden op kwaliteit getoetst. Gegevens die nodig zijn om berekeningen met AERIUS Calculator uit te voeren, en geen onderdeel zijn van het OPS-model, publiceert het RIVM als open-data. Met deze gegevens zijn indien gewenst buiten AERIUS Calculator om berekeningen te reproduceren.

Na update van de AERIUS-producten blijft de vorige versie van Calculator en de Open-Data nog een ronde publiek beschikbaar. Data uit voorgaande versies is op verzoek beschikbaar.

In Tabel 7 is een overzicht opgenomen van de relevante data-factsheets voor AERIUS Calculator 2021. Deze zijn terug te vinden in het [Handboek AERIUS Calculator 2021 Data](#).

Tabel 7: Overzicht van relevante data-factsheets in AERIUS 2021

<u>Titel</u>	<u>Laatst bijgewerkt</u>
Landbouw	
<u>Stalsystemen - aandeel ammoniakemissies vloer en mestkelder</u>	17-03-2017
<u>Stalsystemen - additionele technieken</u>	13-01-2022
<u>Stalsystemen - diercategorieën</u>	13-01-2022

<u>Titel</u>	<u>Laatst bijgewerkt</u>
<u>Stalsystemen - emissiefactoren</u>	13-01-2022
<u>Stalsystemen - gerelateerd traditioneel huisvestingssysteem</u>	13-01-2022
<u>Stalsystemen - huisvestingssystemen</u>	13-01-2022
<u>Stalsystemen - reducerende systemen</u>	13-01-2022
<u>Stalsystemen - reductiepercentages maatregelen</u>	17-03-2017
<u>Stalsystemen - stalbeschrijvingen</u>	13-01-2022
<u>Stalsystemen - voer- en managementmaatregelen</u>	17-03-2017
Mobiele werktuigen	
<u>Mobiele werktuigen - stage klasse categorieën</u>	13-01-2022

<u>Titel</u>	<u>Laatst bijgewerkt</u>
<u>Mobiele werktuigen - stage klasse emissiefactoren</u>	13-01-2022
Natuurkenmerken	
<u>Bevoegd gezag</u>	14-01-2020
<u>Habitatkartering</u>	13-01-2022
<u>Habitattypen - doelstellingen</u>	15-10-2020
<u>Habitattypen - relaties</u>	15-10-2020
<u>Habitattypen</u>	15-10-2020
<u>Natura 2000 - deelgebieden</u>	15-10-2020
<u>Natura 2000 - gebieden</u>	15-10-2020

<u>Titel</u>	<u>Laatst bijgewerkt</u>
<u>Natura 2000 - kenmerken</u>	15-10-2020
<u>Soorten - doelstellingen</u>	15-10-2020
<u>Soorten - relatie leefgebied</u>	15-10-2020
<u>Soorten</u>	15-10-2020
Overig	
<u>Bronkenmerken sectoren GCN/GDN</u>	17-03-2017
Referentiekaartlagen	
<u>Achtergronddepositie Natura 2000-gebieden</u>	13-01-2022
<u>Gemeenten</u>	16-09-2019

<u>Titel</u>	<u>Laatst bijgewerkt</u>
<u>Grootschalige deposities GDN</u>	13-01-2022
<u>Hexagonen</u>	16-09-2019
<u>Kilometergrid</u>	04-06-2014
<u>Luchtfoto</u>	16-06-2015
<u>Plaatsen</u>	16-09-2019
<u>Provincies</u>	13-01-2022
<u>Terreinruwheid en landgebruik</u>	17-03-2017
Scheepvaart	
<u>Binnenvaart - bronkenmerken stilliggend</u>	13-01-2022

<u>Titel</u>	<u>Laatst bijgewerkt</u>
<u>Binnenvaart - bronkenmerken varend</u>	13-01-2022
<u>Binnenvaart - categorieën</u>	13-01-2022
<u>Binnenvaart - emissiefactoren stilliggend</u>	13-01-2022
<u>Binnenvaart - emissiefactoren varend</u>	13-01-2022
<u>Binnenvaart - ophoogfactor sluizen</u>	13-01-2022
<u>Binnenvaart - vaarwegen</u>	13-01-2022
<u>Zeescheepvaart - bronkenmerken</u>	13-01-2022
<u>Zeescheepvaart - categorieën</u>	13-01-2022
<u>Zeescheepvaart - emissiefactoren</u>	13-01-2022

<u>Titel</u>	<u>Laatst bijgewerkt</u>
<u>Zeescheepvaart - manoeuvreigenschappen</u>	17-03-2017
<u>Zeescheepvaart - ophoogfactor sluizen</u>	17-03-2017
<hr/>	
Verkeer en vervoer	
<u>Wegverkeer - categorieën euroklassen</u>	13-01-2022
<u>Wegverkeer - categorieën standaard</u>	13-01-2022
<u>Wegverkeer - emissiefactoren euroklassen</u>	13-01-2022
<u>Wegverkeer - emissiefactoren standaard</u>	13-01-2022
<u>Wegverkeer - snelheidsprofielen</u>	13-01-2022

Bijlage 3: Bepalen gekarteerd oppervlakte

De habitatkaart in AERIUS bestaat uit oppervlaktes waarin habitats (stikstofgevoelige habitattypen en leefgebiedtypen) voorkomen in Nederlandse Natura 2000-gebieden. De gekarteerde oppervlakte wordt onder andere gebruikt bij het vaststellen van de omgevingswaarde.

Gekarteerde oppervlakte

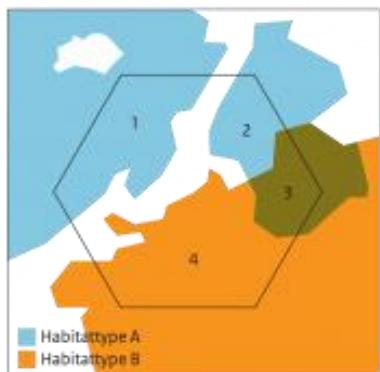
Provincies en rijk (voortouwnemers) zijn verantwoordelijk voor het vaststellen van de habitatkartering. De oppervlakte waar een habitat voorkomt definiëren we als de *ingetekende oppervlakte* (surface). De mate waarin een habitat voorkomt binnen een ingetekende oppervlakte noemen we de *dekkingsgraad* (coverage). Binnen één ingetekende oppervlakte kunnen meerdere habitats voorkomen. Binnen één ingetekende oppervlakte is de dekkingsgraad constant per habitat en wordt uitgegaan van een homogene verdeling. Als meerdere habitats in één ingetekende oppervlakte voorkomen, kan de dekkingsgraad per habitat wel verschillen.

Door het ingetekend oppervlak te vermenigvuldigen met de dekkingsgraad verkrijgen we de *gekarteerde oppervlakte* of de *ecologisch relevante oppervlakte*. De gekarteerde oppervlakte is dus het daadwerkelijke oppervlak (in ha) waar een habitat voorkomt. Per hexagoon wordt de gekarteerde oppervlakte per habitat berekend.

Rekenvoorbeeld



Ligging en oppervlakte van habitattypen



Op de habitatkaart zijn vier oppervlakten ingetekend. In oppervlakten 1 en 2 komt uitsluitend habitattype A voor. In oppervlakte 4 komt uitsluitend habitattype B voor. In oppervlakte 3 komen habitattypen A en B allebei voor. De dekkingsgraad per habitattype per oppervlakte is in onderstaande tabel samengevat. Het gekarteerde oppervlakte binnen dit hexagon is in totaal 5.600 m². Van de hexagon wordt dus 56% bedekt door de aanwezige habitattypen, maar de ingetekende oppervlakte bedekt 80% van de hexagon.

Habitatgebied	Ingetekende oppervlakte (m ²)	Dekkingsgraad	Gekarteerde oppervlakte (m ²)
1	2.000	x	1.200
2	1.000	x	700
3	1.000	x	400
Totaal habitattype A			2.300
Totaal habitattype B			5.000
		=	3.300

* De gezamenlijke dekkingsgraad van beide habitattypen in habitatgebied 3 kan niet meer dan 1,0 (100%) zijn.

Gemiddelde dekkingsgraad binnen de hexagon

$$\text{Habitattype A} = \frac{\text{Gekarteerd}}{\text{Ingetekend}} = \frac{2.300}{4.000} = 0,575$$

$$\text{Habitattype B} = \frac{\text{Gekarteerd}}{\text{Ingetekend}} = \frac{3.300}{5.000} = 0,66$$

Bijlage 4: Kenmerken emissiebronnen in OPS

Kenmerken emissiebronnen

De volgende kenmerken beschrijven de bronnen in het OPS model. Meer informatie hierover is te vinden in de documentatie van het OPS model⁴⁶ en in Bijlage 10: Importeren bestanden in Calculator.

- locatie van de (punt)bron, in x,y-rijksdriehoekcoördinaten (m)
- emissiesterkte (g/s)
- warmte-inhoud (MW)
- de gemiddelde uitstoothoogte van de bron (m)
- diameter van de oppervlaktebron (m) (0m betekent een puntbron)
- spreiding in de uitstoothoogte (m)
- diameter van de uitstroomopening / schoorsteen (m)
- uitstroomsnelheid (m/s)
- uitstroomtemperatuur (graden C)
- code voor dagelijkse variatie van de emissie (-)
- categorie van de bron
- regiocode van de regio waarin de bron staat
- code voor deeltjesgrootteverdeling (0 is gasvormig)
- gebouwlengte(m)
- gebouwbreedte(m)
- gebouwhoogte(m)
- gebouw orientatie(graden)
- component (-)

De waarden voor deze bronkenmerken zijn afhankelijk van de gegevens die de gebruiker invoert. Afhankelijk van het type bron en de sector hanteert AERIUS voor een deel van de bovenstaande kenmerken defaultwaarden.

⁴⁶ <http://www.rivm.nl/ops>

Bijlage 5: Omzetten oppervlakte- en lijnbronnen voor OPS

Oppervlaktebronnen omzetten naar deelbronnen

Het OPS rekenmodel dat in AERIUS wordt toegepast, kan een oppervlaktebron alleen doorrekenen wanneer deze de vorm van een cirkel of een vierkant heeft. AERIUS deelt een complexe oppervlaktebron daarom op in meerdere vierkante deeloppervlaktebronnen die elk een deel van de oppervlakte en emissie van de totale vlakbron representeren. Om de middelpunten van deze deelbronnen te lokaliseren, wordt een complexe bron eerst verrasterd.

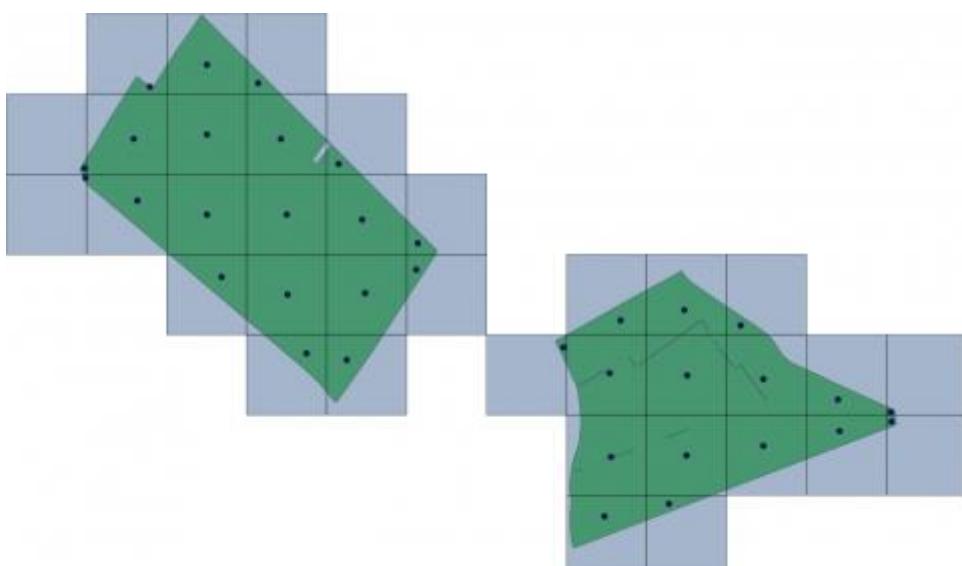
Hoe verdeelt AERIUS een complexe oppervlaktebron in deeloppervlaktebronnen?

De stappen die AERIUS volgt om te komen van een complexe oppervlaktebron tot een verzameling deeloppervlaktebronnen zijn:

1. vlak verrasteren en middelpunten van deeloppervlaktebronnen lokaliseren
2. overlap factoren toekennen
3. totale emissie verdelen

1. Vlak verrasteren en middelpunten lokaliseren

Van het complexe oppervlak (groen in onderstaande Figuur 35) bepaalt AERIUS eerst het middelpunt. AERIUS legt hier vervolgens een raster van vierkanten van 100m overheen (blauw), zodat het gehele complexe oppervlak verdeeld is in deelvlakken. AERIUS kent hierna aan elke rastercel een middelpunt van een nieuwe deeloppervlaktebron toe. Het middelpunt van de nieuwe deeloppervlaktebron valt samen met het zwaartepunt van het deelvlak (van de complexe bron) binnen de rastercel.



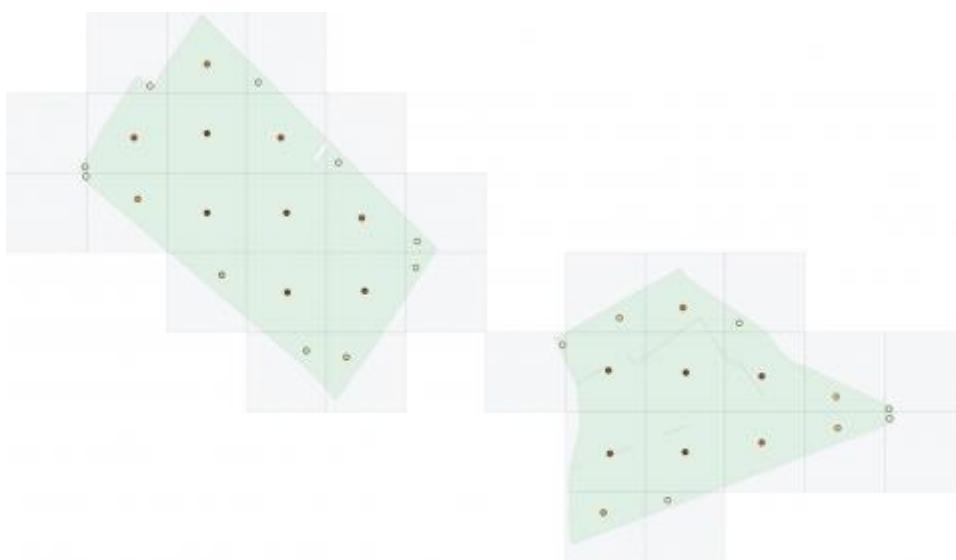
Figuur 35: Voorbeeld van verrastering van een complex oppervlak in AERIUS.

2. Overlap factoren toekennen

Per rastercel (blauw) berekent AERIUS de mate van overlap tussen het deelvlak (groen) en de rastercel. Iedere nieuwe deelbron krijgt zo een factor tussen 0 en 1 toegewezen, die de mate van overlap weergeeft. Een rastercel die volledig groen is, krijgt factor 1. Door de som van de overlap factoren te normaliseren op 1 wordt vervolgens per nieuwe deelbron een weegfactor verkregen.

3. Totale emissie verdelen over deelbronnen

Als laatste verdeelt AERIUS de totale bronemissie op basis van de oppervlakte per deelbron. De hoeveelheid emissie per nieuwe deelbron wordt berekend uit het product van de weegfactor en de totale emissie. In onderstaande Figuur 36 is het resultaat weergegeven. De kleur van de stippen geeft de hoeveelheid emissie per nieuwe deelbron weer. Hoe donkerder de kleur, hoe groter het oppervlak dat hoort bij de deelbron en hoe meer emissie dus is toegekend.



Figuur 36: Voorbeeld van totale emissie verdelen over deelbronnen in AERIUS.

Lijnbronnen omzetten naar puntbronnen

Naast punt- en oppervlaktebronnen kan een gebruiker in AERIUS een lijnbron invoeren. De rekenkern van AERIUS (OPS) beschouwt een lijnbron als een verzameling puntbronnen. AERIUS zet de lijnbron daarom om naar puntbronnen die elk een deel van de emissie representeren.

Hoe zet AERIUS de lijnbron om naar puntbronnen?

Om tot een verzameling puntbronnen op de lijn te komen, volgt AERIUS de volgende stappen:

1. Lijn opdelen in aantal segmenten met gelijk lengtes
2. Puntbronnen lokaliseren

1. Lijn opdelen in aantal segmenten met gelijke lengtes

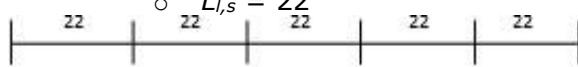
AERIUS verdeelt een lijnbron met een specifieke lengte (L_l) in een aantal gelijke segmenten (N_l) met een maximale lengte per segment (L_{MAX}). Deze maximale lengte is 25 meter voor lijnbronnen.

Het streven is om het aantal segmenten zo klein mogelijk te houden door de maximale lengte zo dicht mogelijk te benaderen. Hiertoe berekent AERIUS eerst het aantal segmenten (gebroken getal) door de lengte van de lijn (L_l) te delen door de maximale segmentlengte (L_{MAX}). De berekende waarde wordt vervolgens naar boven afgerond. Vervolgens kan AERIUS de nieuwe segmentlengte berekenen door de totale lijnlengte te delen door het afgeronde aantal segmenten.

Rekenvoorbeeld

$$N_{l,ab} = \left\lceil \frac{L_l}{L_{MAX}} \right\rceil$$
$$L_{l,8} = \frac{L_l}{N_l}$$

- $N_{l,ab}$ = Aantal segmenten van lijnbron l , naar boven afgerond naar een geheel getal
- L_l = Lengte van lijnbron l
- L_{MAX} = Maximale lengte van een segment
- $L_{l,s}$ = Lengte van een segment op lijnstuk l
 - $N_{l,ab} = 5$
 - $L_l = 110$
 - $L_{MAX} = 25$
 - $L_{l,s} = 22$



In bovenstaande voorbeelden is de lijn recht. Voor gebogen lijnen (polylines) is de wijze van opdeling hetzelfde, uitgaande van de lengte van de lijn.

2. Puntbronnen lokaliseren

Tenslotte plaatst AERIUS de puntbronnen op het midden van elk segment.



Bijlage 6: Berekening warmte-inhoud en thermische pluimstijging

De warmte-inhoud van een emissiebron beïnvloedt de stijging van de emissies en is daarmee relevant voor de verspreiding en depositie. Een gebruiker kan in AERIUS de warmte-inhoud invoeren op twee methodes, horende bij de volgende situaties:

1. Geforceerde uitstoot: uitreedtemperatuur, -snelheid en brondiameter worden opgegeven.
2. Ongeforceerde uitstoot: alleen de warmte-inhoud (Q) van het rookgas wordt opgegeven.

In het geval van geforceerde uitstoot kan er ook sprake zijn van pluimstijging, doordat het rookgas een verticale impuls heeft. In het tweede geval heeft het rookgas geen impuls.

Berekening warmte-inhoud bij geforceerde uitstoot

Wanneer voor de rekenoptie geforceerde uitstoot wordt gekozen, dan vult de gebruiker de volgende gegevens in:

1. temperatuur van de emissie (K)
2. uitreeddiameter (m)
3. uitstroom snelheid en richting (m/s) en horizontaal danwel verticaal.

De uitreedhoogte wordt eveneens ingevuld, maar deze doet niet mee in de berekening van de warmte-inhoud. Vervolgens worden deze gegevens doorgestuurd naar het OPS model, dat de referentie warmte-inhoud uitrekent, met onderstaande formule:

$$Q_{mo} = \rho_0 * C_{po} * V_0 * (T_s - T_a) * 10^{-6} \quad (1a)$$

$$V_0 = A * v_s * T_0 / T_s \quad (1b)$$

met:

- T_0 = referentitemperatuur (273,15°K ofwel 0°C)
- ρ_0 = referentiedruk (1 atmosfeer ofwel 101,325 kPa)
- ρ_0 = referentiedichtheid van lucht bij druk P_0 en temperatuur T_0 (1,293 kg/m³)
- $C_{p,0}$ = referentie specifieke warmte van lucht bij druk P_0 en temperatuur T_0 (1005 J/kg/K)
- A = uitstroom oppervlakte [m²] ; berekend uit de uitstroom diameter
- v_s = uitstroom snelheid [m/s]
- V_0 = referentie ('normaal') volumedebiet [m³/s] bij druk P_0 en temperatuur T_0
- T_s = temperatuur van de emissie [K]
- T_a = temperatuur van de omgevingslucht [K] per meteoklasse. Gemiddeld is deze 285°K

In het OPS model wordt vervolgens de pluimstijging ten gevolge van warmteinhoud vergeleken met de pluimstijging door impuls (zie Hoofdstuk 4, paragrafen 4.7 en 4.8). De hoogste van beide waardes wordt toegepast als pluimstijging. Tenslotte wordt hier nog de uittreedhoogte bij op geteld. Invullen van de bovenstaande constanten levert de volgende vergelijking op:

$$Q_{mo} = 1,299465 * V_0 * (T_s - T_a) * 10^{-3} \quad (2)$$

Berekening warmte-inhoud bij ongeforceerde uitstoot

Een belangrijk verschil met geforceerde uitstoot is dat er sowieso geen sprake is van pluimstijging door impuls en dat in deze methode gerekend wordt met een vaste waarde van de warmte-inhoud. In deze methode wordt de waarde van Q direct doorgegeven aan het OPS model. De gebruiker zal deze zelf moeten uitrekenen. Voor de juiste toepassing van deze methode is het van belang dat de van te voren berekende warmte-inhoud is berekend met dezelfde formule als geforceerde uitstoot, dus op basis van de referentie dichtheid ρ_0 , referentie specifieke warmte $C_{p,0}$ en het normaal debiet. Wanneer de warmteinhoud op een andere wijze wordt berekend, dan ontstaat er een inconsistentie in de berekening van de pluimstijging.

Toelichting op berekening warmte-inhoud en pluimstijging

Waarom twee methodes?

Een belangrijke reden dat er twee methodes worden aangehouden voor het berekenen van de warmte-inhoud is dat in veel projectberekeningen (tot nu toe) enkel de waarde voor warmte-inhoud is opgegeven. Om ook deze projecten te kunnen doorrekenen wordt methode "ongeforceerde uitstoot" nog steeds ondersteund.

Toelichting berekening pluimstijging bij geforceerde uitstoot

Wanneer de warmte-inhoud bepaald wordt volgens methode "geforceerde uitstoot", dan vindt de berekening van de pluimstijging plaats door:

1. In OPS de warmte-inhoud te berekenen met vergelijking 1.
2. Uit de warmte-inhoud de buoyancy flux F_b [m^4/s^3] te berekenen met vergelijking 3
3. Uit de buoyancy flux (en in stabiele situaties ook de rookgastemperatuur) de pluimstijging te berekenen met vergelijking 5.

De formulering van de buoyancy flux is gegeven in Briggs 1971⁴⁷, 1982 en luidt:

$$F_b = g \nu_s d_s^2 \left(\frac{\Delta T}{4T_s} \right) = \frac{g V_s}{\pi} \left(\frac{\Delta T}{T_0} \right) = \frac{g}{T_0 \rho_0 C_{p,0} \pi 10^{-6}} \rho_0 C_{p,0} V_0 \Delta T 10^{-6} = c_{en,0} Q_0 \quad (3)$$

met:

⁴⁷ Briggs, G. A. (1971). Some recent analyses of plume rise observations. In Proceedings of the Second International Clean Air Congress. Englund, Berry, eds. Academic Press, NY.

- $C_0 = \frac{g}{T_0 \rho_0 C_{p,0} \pi 10^{-6}}$
- g = versnelling zwaartekracht [m/s²]
- v_s = uittreesnelheid [m/s]
- d_s = schoorsteendiameter (binnendiameter) [m]
- $\Delta T = T_s - T_a$ [K]
- V_s = bedrijfs-volumedebiet = $\pi * (d_s/2)^2 * v_s$ [m³/s]

Hierbij wordt het bedrijfsdebiet, V_s (het product van v_s en het schoorsteen oppervlak), berekend aan de hand van de algemene gaswet met:

$$V_s = V_0 * T_s / T_0 \quad (4)$$

Afhankelijk van de atmosferische stabiliteit volgt vervolgens de waarde van de pluimstijging dh (m). Bijvoorbeeld in neutrale condities bij waarden van $F_b >= 55$ [m⁴/s³], dan geldt de volgende formule :

$$dh = 38,8 * F_b ** 0,6 / u_{pluim} \quad (5)$$

met:

u_{pluim} = de windsnelheid op de hoogte van de pluim [m/s]

Voor niet-neutrale situaties en lage warmte-inhoud is de vorm van formule 5 anders. In stabiele situaties is daarnaast de waarde van de omgevingstemperatuur van invloed. Een belangrijk punt hier is dat de buoyancy flux in al deze gevallen niet afhangt van de gekozen waarde van de dichtheid en de specifieke warmte. Het maakt in deze berekening derhalve ook niet uit welke waarde voor de dichtheid en specifieke warmte gekozen wordt.

Een belangrijk punt in deze rekenwijze is dat Ta, de temperatuur van de omgevingslucht, niet kan worden opgegeven door de gebruiker. De omgevingstemperatuur wordt bepaald in het OPS model en hangt af van de meteoklasse. De gedachte is dat dit een realistischere berekening van de warmte-inhoud geeft dan bij een constante waarde van de omgevingstemperatuur. Doordat de berekening van de warmte-inhoud plaats vindt in OPS, kan deze waarde niet eenvoudig getoond worden in AERIUS Calculator.

Ongeforceerde uitstoot

Wanneer methode "ongeforceerde uitstoot" wordt toegepast, dan wordt de waarde van Q0 direct doorgegeven aan het OPS model. De pluimstijging door warmte-inhoud wordt vervolgens berekend met formules 3..5. Een belangrijk verschil met de andere methode is dat in deze methode gerekend wordt met een vaste waarde van de warmte-inhoud. Voor de juiste toepassing van deze methode is het dus van belang dat de van te voren berekende warmte-inhoud is berekend met formule 1, dus op basis van de referentie dichtheid p0 , referentie specifieke warmte Cp,0 en het normaal debiet. Wanneer de warmte-inhoud op een andere wijze wordt berekend, dan ontstaat een inconsistentie in de berekening van de pluimstijging. Het is aan de gebruiker om na te gaan of de waarde van Q0 consistent met OPS is berekend.

Bijlage 7: Landgebruik en terreinruwheid in AERIUS

Per rekenpunt (hexagoon) is de terreinruwheid en het landgebruik bepaald voor een cirkelvormig gebied van 6,25 ha rond het rekenpunt. Daarbij is uitgegaan van de volgende variabelen:

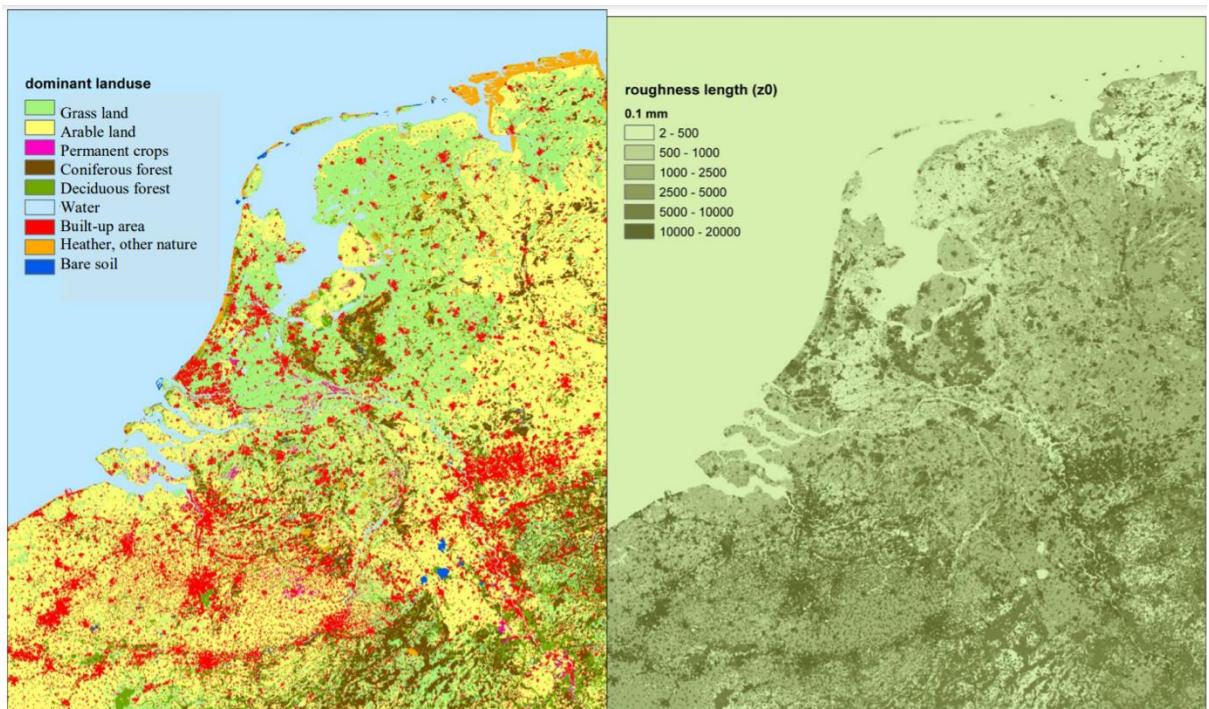
- a. de gemiddelde ruwheidslengte z_0 (grootheid waarin de terreinruwheid wordt uitgedrukt, in meter of millimeter), en
- b. het dominante landgebruik, volgens de DEPAC-classificatie.⁴⁸

Op moment van schrijven zijn deze gegevens afgeleid van het Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland versie 7 (LGN7)⁴⁹. LGN7 beschrijft het landgebruik op een resolutie van 25x25 meter en maakt daarbij onderscheid tussen 39 klassen van landgebruik. Voor elk van deze klassen is de z_0 -waarde bekend.

DEPAC is een onderdeel van het OPS model en beschrijft voor 9 klassen van landgebruik hoe makkelijk de stikstof bij het proces van droge depositie wordt opgenomen of geadsorbeerd. In deze module wordt de het droge depositieproces gemodelleerd. Droge depositie van ammoniak vormt de grootste bijdrage aan stikstofdepositie. De module gaat ervan uit dat er van nature ammoniak in vegetatie, wateroppervlakken en de bodem aanwezig is. De vegetatie geeft, onder bepaalde omstandigheden, ook ammoniak af en neemt dit niet alleen op. Ook zaken als jaarlijkse variatie in lichtinval in bossen wordt meegenomen, evenals het jaarlijkse verloop van het bladoppervlak van de vegetatie.

⁴⁸ Van Zanten et al., 2010. Description of the DEPAC module : Dry deposition modelling with DEPAC_GCN2010 <https://www.rivm.nl/publicaties/description-of-depac-module-dry-deposition-modelling-with-depacgcn2010>

⁴⁹ <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstiututen/Environmental-Research/Faciliteiten-tools/Kaarten-en-GIS-bestanden/Landelijk-Grondgebruik-Nederland/Versies-bestanden/LGN7.htm>



Figuur 37: Dominant landgebruik (volgens DEPAC) en ruwheidslengte op 250 bij 250 m², afgeleid van LGN7 voor Nederland n CLC2006 voor België en Duitsland (volgens handleiding OPS).

Bij de bepaling van het dominante landgebruik gaat AERIUS uit van de klassen van landgebruik in DEPAC. Hiertoe worden de 39 klassen van LGN7 geaggregeerd naar de 9 klassen in DEPAC. Het LGN7 raster is alleen beschikbaar voor het Nederlandse grondgebied, terwijl rekenpunten ook buiten Nederland kunnen liggen. De Nederlandse kaarten voor ruwheid en landgebruik zijn uitgebreid tot over de grens naar aanliggende gebieden in Duitsland en Frankrijk (Figuur 37). Voor de rekenpunten die buiten Nederland liggen maar binnen het kaartgebied zoals in de figuur, wordt een raster gebruikt dat is afgeleid uit de CORINE Land Cover (CLC) dataset⁵⁰. Voor de rekenpunten buiten het kaartgebied worden nog steeds ruwheidslengtes gebruikt van de Europese z0-kaart en wordt landgebruik aangenomen als zijnde gras.

De DEPAC-module wordt tweemaal gebruikt tijdens een berekening: eenmaal voor de depositie tijdens verspreiding (de trajectorie) en nogmaals voor de depositie op de locatie van de receptor. Voor depositie tijdens de verspreiding wordt de gemiddelde ruwheid berekend over 20 punten langs de trajectorie.

⁵⁰ <https://www.wur.nl/nl/product/Land-Cover-in-the-Netherlands-for-2012-according-to-European-CORINE-standard.htm>

Bijlage 8: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator

1. Inleiding

AERIUS berekent de depositiebijdrage van het wegverkeer op basis van een concentratieberekening volgens standaardrekenmethode 2 (SRM-2). Dit wordt door AERIUS op de achtergrond automatisch gekozen en is niet door de gebruiker zelf in te stellen. In de concentratieberekening wordt onder andere gebruik gemaakt van de emissie, de weg- en omgevingskenmerken, de meteorologische condities en terreinruwheid. De depositiebijdrage wordt berekend door de concentratiebijdragen te corrigeren voor brondepotie en te vermenigvuldigen met de effectieve droge depositiesnelheid. Deze brondepotie en depositiesnelheden zijn bepaald met het OPS model. De brondepotie brengt de afname van de concentratie ten gevolge van de depositie in rekening. Dit onderdeel beschrijft de rekenregels die zijn geïmplementeerd in AERIUS om de depositiebijdrage van wegverkeer te berekenen. De beschrijving van de concentratieberekening in AERIUS sluit aan op de technische beschrijving van SRM-2. Dit onderdeel beschrijft naast de concentratieberekening ook de depositieberekening in de implementatie van SRM-2 in AERIUS. Bij deze implementatie heeft afstemming plaatsgevonden met modeldeskundigen bij het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN). Ook is aangegeven van welke (generieke) gegevens in de berekeningen is uitgegaan (zoals gegevens over de meteorologische condities en de terreinruwheid).

2. Invoer SRM-2 implementatie

Voor een berekening op basis van SRM-2 wordt onderstaande input verwacht:

- een set van (lijn-)bronnen
- een set van rekenpunten
- het rekenjaar (van belang bij de selectie van de meteorologie en achtergrond concentratie)
- de stoffen waarvoor gerekend moet worden.

Een weg of wegvak wordt in AERIUS ingevoerd als een lijnbron. In AERIUS is een *lijnbron* gedefinieerd als een *linestring*: een lijn die bestaat uit meerdere punten. De eigenschappen van de bron wijzigen niet over de lengte van de lijn. In Figuur 38 is dit weergegeven als de blauwe lijn.

Een *wegsegment* is een deel van de in AERIUS ingetekende lijnbron: een recht stuk tussen twee punten in de linestring. In figuur 37 zijn dit de stukjes tussen de rode bollen. Afhankelijk van hoe de lijn getekend is, bestaat een weg of wegvak in AERIUS dus uit 1 of meer segmenten.

Bij een berekening met SRM2, wordt niet de totale lijnbron in AERIUS, maar ieder wegsegment *binnen* die lijnbron als een lijnbron beschouwd. De 'set

lijnbronnen' die aan SRM2 aangeboden wordt, is dus eigenlijk een 'set wegsegmenten'.

Een *rekenpunt* is aangeduid met x,y rijksdriehoek-coördinaten en een hoogte van 1,5 m. Voor stikstofdepositie zijn de emissies van de volgende stoffen relevant: stikstofdioxide (NO_2), stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3).

Voor iedere lijnbron in de SRM2 berekening- oftewel voor ieder wegsegment in figuur 37 - zijn de volgende invoergegevens relevant:

- het begin en eindpunt (x, y) in meter (m) (rijksdriehoek-coördinaten)
- de gemiddelde hoogte (h_b) in m
- de emissie (E) in gram/meter/seconde (g/m/s)
- de startwaarde voor de verticale dispersie van het segment (σ_{z0}) in m.



Figuur 38 De blauwe lijn is de weg of wegvak; dit is 1 linestring. De weg is bij het tekenen opgedeeld in afzonderlijke segmenten, welke in de figuur begrensd worden door de rode bollen. SRM2 ziet elk wegsegment apart.

2.1 Bepalen emissiesterkte van de lijnbron in SRM2 (wegsegment)

Per wegsegment berekent AERIUS de emissiesterkte door het wegverkeer (E_b) met onderstaande formule:

$$E_b = \left(\left((1 - F_{l,s}) \cdot E_{l,d} + F_{l,s} \cdot E_{l,s} \right) \cdot N_l + \left((1 - F_{mz,s}) \cdot E_{mz,s} + F_{mz,d} \cdot E_{mz,s} \right) \cdot N_{mz} \right) * \frac{1}{1000} \\ + \left((1 - F_{z,s}) \cdot E_{z,d} + F_{z,s} \cdot E_{z,s} \right) * N_z + \left((1 - F_{b,s}) \cdot E_{b,d} + F_{b,s} \cdot E_{b,s} \right) * N_b \\ \cdot \frac{1}{C \cdot 60 \cdot 60}$$

Met:

- E_b = Emissie per meter (gram/meter/seconde)
 N_l = Aantal lichte personenvoertuigen per tijdseenheid
(weekdaggemiddelde)
 N_{mz} = Aantal middelzware vrachtauto's per tijdseenheid
(weekdaggemiddelde)
 N_z = Aantal zware vrachtauto's per tijdseenheid
(weekdaggemiddelde)
 N_b = Aantal autobussen per tijdseenheid (weekdaggemiddelde)
 C = Omrekeningsfactor van de opgegeven tijdseenheid naar de emissie per seconde
 $E_{l,d}$ = Emissiefactor voor lichte personenvoertuigen, doorstromend
(g/km)
 $E_{mz,d}$ = Emissiefactor voor middelzware vrachtauto's, doorstromend
(g/km)
 $E_{z,d}$ = Emissiefactor voor zware vrachtauto's, doorstromend (g/km)
 $E_{b,d}$ = Emissiefactor voor bussen, doorstromend (g/km)
 $E_{l,s}$ = Emissiefactor voor lichte personen voertuigen, stagnerend (g/km)
 $E_{mz,s}$ = Emissiefactor voor middelzware vrachtauto's, stagnerend
(g/km)
 $E_{z,s}$ = Emissiefactor voor zware vrachtauto's, stagnerend (g/km)
 $E_{b,s}$ = Emissiefactor voor bussen, stagnerend (g/km)
 $F_{l,s}$ = Fractie stagnerend lichte personenvoertuigen [-]
 $F_{mz,s}$ = Fractie stagnerend middelzwaar vrachtverkeer [-]
 $F_{z,s}$ = Fractie stagnerend zwaar vrachtverkeer [-]
 $F_{b,s}$ = Fractie stagnerend bussen [-]

De tijdseenheid van de opgegeven verkeersintensiteit is ofwel uren, etmaal, maand of jaar. De waarde voor C is dan respectievelijk 1,24,730 of 8760. Bij intensiteit per uur of etmaal wordt het weekdaggemiddelde opgegeven.

De emissiefactoren wegverkeer worden bepaald door TNO. De emissiefactoren voor stikstofoxiden (NO_x en NO_2) worden beschikbaar gesteld in de publicatie door de Minister van IenW,⁵¹ conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. De emissiefactoren voor ammoniak -eveneens bepaald door TNO- worden gepubliceerd door het RIVM. De emissiefactoren voor beide stoffen zijn opgenomen in AERIUS. Een gebruiker kan eveneens zelf een emissiefactor opgeven.

2.2 Bepalen startwaarde verticale dispersie

De emissie wordt door het verkeer op de weg direct in verticale richting verspreid. Dit wordt initiële verticale dispersie genoemd. De waarde van de

⁵¹ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen>

initiële verticale dispersie $\sigma_{z,0}$ is relevant voor de berekening van de concentratiebijdrage (zie ook paragraaf 0) en hangt af van het type weg:

- voor wegen binnen de bebouwde kom en buitenwegen geldt: $\sigma_{z,0} = 2,5$ (meter)
- voor snelwegen geldt: $\sigma_{z,0} = 3$ (meter).

2.3 Invloed van weghoogte en afscherming op verticale dispersie

Op het moment dat het wegvak verhoogd of verdiept ligt ten opzichte van het maaiveld, wordt $\sigma_{z,0}$ gecorrigeerd. De correctie is afhankelijk van het type verhoging of verdieping, zoals hieronder wordt aangegeven. De aangegeven hoogte is steeds in meter.

- dijk of wal met zeer vlakke zijkanten (hoek kleiner dan 20°): de waarde voor $\sigma_{z,0}$ wordt niet gecorrigeerd
- dijk of wal met vlakke zijkanten (hoek groter of gelijk aan 20° maar kleiner dan 45°): er wordt $h/4$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van de dijk is
- dijk of wal met scherpe zijkanten (hoek groter dan of gelijk aan 45°): er wordt $h/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van de dijk is
- viaduct: Er wordt h bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van het viaduct is;
- tunnelbak: Er wordt $d/4$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij d de diepte van de tunnelbak is.

De hoogte van de weg wordt alleen in rekening gebracht wanneer het type verhoging opgegeven is. De gebruiker kan hierbij kiezen uit: NORMAL_DYKE, STEEP_DYKE, VIADUCT of TUNNEL. Bij de doorrekening in AERIUS is de h gemaximaliseerd op 12 meter (bij verhoogde ligging: positieve hoogte). Bij een verdiepte ligging (negatieve hoogte) is de h geminimaliseerd op -6 meter.

Op het moment dat er aan één of twee zijden op een afstand kleiner dan 50 meter van de wegrand een geluidsscherm of dijk/wal met een hoogte van ten minste 1 meter aanwezig is, wordt $\sigma_{z,0}$ nogmaals gecorrigeerd, afhankelijk van de configuratie:

- aan één zijde van de weg een scherm: er wordt $h/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van het scherm is
- aan beide zijden van de weg een scherm: er wordt $(h_1+h_2)/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h_1 en h_2 de hoogten van de schermen zijn
- aan één zijde van de weg een wal: Er wordt $h/4$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h de hoogte van de wal is
- aan beide zijden van de weg een wal: Er wordt $(h_1+h_2)/4$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld, waarbij h_1 en h_2 de hoogten van de wallen zijn
- aan één zijde van de weg een wal met hoogte h_1 en aan de andere zijde een scherm met hoogte h_2 : Er wordt $h_1/4+h_2/2$ bij $\sigma_{z,0}$ opgeteld.

Bij de doorrekening in AERIUS is de hoogte voor een wal of scherm gemaximaliseerd op 6 meter. Dit betekent dat een scherm met een invoerhoogte van 8 meter in AERIUS wordt doorgerekend als een scherm van 6 meter hoog. Deze maximalisering op 6 meter is in lijn met de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007.

3. Opdelen wegsegmenten

Bij het bepalen van de emissie per stukje weg dat uiteindelijk wordt doorgerekend als een puntbron, worden de volgende stappen doorlopen:

1. selecteren relevante wegen per rekenpunt
2. bepalen aantal door te rekenen puntbronnen per wegsegment
3. berekenen emissie per puntbron

1. Selecteren relevante wegen per rekenpunt

Voor alle segmenten van de door de gebruiker ingevoerde lijnbron, wordt de minimale afstand tot de rekenpunten bepaald. Indien het segment in zijn geheel op meer dan 5 km ligt, dan wordt deze niet meegenomen in de berekeningen. Als het segment geheel of gedeeltelijk binnen 5 km van het rekenpunt ligt, dan wordt alleen het gedeelte meegenomen dat daadwerkelijk binnen 5 km afstand ligt. Hiervoor wordt het wegsegment opgedeeld in kleinere stukken; zie 2.

Motivatie rekenafstand van 5 km

De bijdrage van de weg wordt tot 5 km van de weg berekend. Het hanteren van een maximale rekenafstand van 5 kilometer in SRM-2 is een beleidskeuze bij het berekenen van een projectbijdrage. De overweging hierbij is dat de bijdrage op grotere afstand dan 5km niet meer te onderscheiden is van de achtergrondconcentratie en daarmee niet meer is toe te kennen aan het project. Ook in de technische beschrijving van SRM-2 van het RIVM is aangegeven dat voor wegverkeer op basis van SRM-2 niet tot willekeurig grote afstanden mag worden gerekend. Door uit te gaan van een maximale rekenafstand van 5 km bij de doorrekening van individuele projecten, wordt hieraan invulling gegeven in AERIUS Calculator. Bij de implementatie van SRM-2 in AERIUS Calculator is aangesloten op de maximale rekenafstand die ook wordt gehanteerd in AERIUS Lucht (voorheen NSL Rekentool) die wordt gebruikt voor projectspecifieke berekeningen van de luchtkwaliteit.
(<https://www.nslmonitoring.nl/rekenen/nsl-rekentool/>).

2. Bepalen aantal puntbronnen per wegsegment

De segmenten die (deels) binnen de rekenafstand van 5 kilometer liggen, worden opgedeeld in gelijke stukjes met een maximale lengte van 2 meter per stuk. In het midden van ieder stukje van maximaal 2 meter wordt een puntbron neergelegd.

Hiertoe berekent AERIUS eerst het aantal puntbronnen per wegsegment (gebroken getal), door de lengte van het wegsegment (L_i) te delen door de

maximale lengte van een stukje waarvoor de puntbron van toepassing is (2 meter) (L_{MAX}). De berekende waarde wordt vervolgens naar boven afgerond om te komen tot een geheel aantal puntbronnen. Vervolgens kan AERIUS de nieuwe lengte van ieder stukje weg waarbinnen een puntbron wordt neergelegd berekenen ($L_{l,s}$), door de totale lengte van het wegsegment te delen door het afgeronde aantal puntbronnen. Door het aantal puntbronnen eerst naar boven af te ronden, wordt voorkomen dat de lengte van een stukje weg dat als puntbron wordt doorgerekend, hoger wordt dan de maximale lengte van 2 meter.

$$N_l = \left\lceil \frac{L_l}{L_{MAX}} \right\rceil$$

$$L_{l,s} = \frac{L_l}{N_l}$$

Met:

N_l = Aantal puntbronnen voor lijnbron l , naar boven afgerond naar een geheel getal

L_l = Lengte van lijnbron l (wegsegment) (meters)

L_{MAX} = Maximale lengte van een stuk weg waarvoor de puntbron geldt (2 meter)

$L_{l,s}$ = Lengte van een stuk weg op lijnbron l (segment) waarvoor de puntbron geldt (meters)

3. Berekenen emissie per wegsegment

De emissiesterkte voor de bron (wegsegment) (E_b) in gram/meter/seconde wordt omgerekend naar een waarde in microgram/meter/seconde. Deze waarde wordt vervolgens vermenigvuldigd met de lengte van het stuk weg waarvoor de puntbron geldt ($L_{l,s}$). Dat levert een totale emissie op per puntbron (e_s) in microgram/seconde.

$$e_s = E_b \cdot 100000 \cdot L_{l,s}$$

Met:

e_s = Emissie per puntbron ($\mu\text{g}/\text{s}$)

E_b = Emissiesterkte voor het hele segment ($\text{g}/\text{m}/\text{s}$)

$L_{l,s}$ = Lengte van het stuk weg op het wegsegment l waarvoor de puntbron geldt (meters)

4. Berekening jaargemiddelde concentratiebijdrage NO_x en NH₃

Per rekenpunt wordt per wegsegment en per windsector de jaargemiddelde concentratiebijdrage van NO_x en NH₃ bepaald op basis van de onderstaande formule. Om de bijdrage aan NO₂ te bepalen wordt de chemische omzetting van NO_x naar NO₂, onder invloed van ozon berekend.

$$C_{w,i} = \frac{e_s}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_z \cdot C \cdot u_i} \cdot \frac{1}{\pi \cdot \frac{R_B}{n}} \cdot \exp \left[\frac{-(z - h_b)^2}{2 \cdot \sigma_z^2} \right]$$

Met:

$C_{w,i}$ = Concentratiebijdrage puntbron uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

e_s = Emissie per puntbron ($\mu\text{g}/\text{s}$)

R_B = Afstand tussen de puntbron en het rekenpunt: rekenafstand (meters)

σ_z = Verticale verspreidingscoëfficiënt (meters)

z = Hoogte van het rekenpunt (meters): er wordt default uitgegaan van een hoogte van **1,5 meter**

C = Ruwheidafhankelijke correctiefactor (-)

u_i = Windsnelheid voor de desbetreffende windsector

n = Aantal windsectoren

h_b = hoogte van de bron: er wordt default uitgegaan van een bronhoogte van **0 meter**

Vervolgens worden per rekenpunt de jaargemiddelde concentratiebijdragen van de wegsegmenten binnen een windsector vermenigvuldigd met de fractie van de tijd dat de wind uit die sector komt. De zo berekende concentratiebijdragen worden bij elkaar opgeteld om te komen tot een totale jaargemiddelde concentratiebijdrage NOx of NH₃ van de ingevoerde bronnen op een rekenpunt.

$$C_b = \sum_{i=1}^{36} f_i \cdot C_{w,i}$$

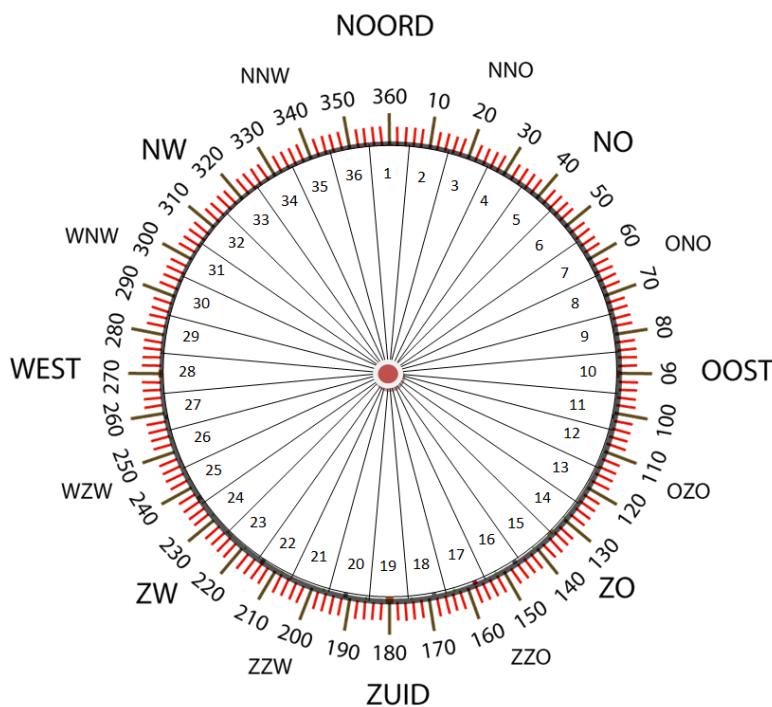
Met:

C_b = Concentratiebijdrage bronnen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

f_i = fractie van de tijd dat de wind uit de desbetreffende windsector komt

4.1 Windsectoren, windsnelheid en fractie

Bij de berekening van de jaargemiddelde concentratie gaat SRM-2 uit van 36 windsectoren (zie Figuur 39). Elke combinatie van rekenpunt en puntbron valt binnen 1 windsector. Elke windsector omvat 10 graden. Zo loopt 'windsector 1' bijvoorbeeld van 355° tot 5°. Bij het bepalen van de windsector wordt gekeken naar de ligging van de puntbron ten opzichte van het rekenpunt. Wanneer de puntbron bijvoorbeeld loodrecht onder het rekenpunt ligt is de hoek 180° en is windsector 19 van toepassing.



Figuur 39. De mogelijk voorkomende windrichtingen zijn ingedeeld in 36 windsectoren. Let op de oriëntatie van de windrichting in graden. Een windrichting van 0 graden komt overeen met noordenwind. Windrichting van 90 graden komt overeen met oostenwind.

In AERIUS wordt uitgegaan van een windrooskaart op een schaal van 1×1 km die is bepaald met de preSRM preprocesser. Deze applicatie genereert inputdata voor de meteorologie, achtergrondconcentratie en ruwheidslengte. Bij het bepalen van de windrooskaart is voor het middelpunt van elk kilometervak voor elke windsector bepaald:

- de windsnelheid (U_i)
- de fractie (f_i): de fractie van de tijd dat de wind vanuit de desbetreffende windsector komt.
- de concentratie ozon ($C_i[O_3]$): relevant bij de berekening concentratiebijdrage NO_2 (zie paragraaf 0).

Bij het aanmaken van de windrooskaart is PreSRM zo geïnstrueerd dat de meteorologische informatie op een schaal van 1×1 km, per blok van 25×25 km wordt opgehaald.

4.2 Verticale verspreidingscoëfficiënt

De verticale verspreidingscoëfficiënt wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$\sigma_z = \frac{a \cdot R_B^b}{1 + 0.5 \cdot (1 - e^{-(\frac{R_B}{2800})^2})} + \sigma_{z,0}$$

De waarden voor de paramters 'a' en 'b' zijn afhankelijk van de ruwheidsklasse:

Ruwheidsklasse (m)	Afbakening ruwheidsklasse, op basis van waarden voor ruwheidslengtes (m)	a	b
0,03	< 0,055	0,2221	0,6574
0,10	≥ 0,055 en < 0,17	0,2745	0,6688
0,30	≥ 0,17 en < 0,55	0,3613	0,6680
1,00	≥ 0,55	0,7054	0,6207

De geldende ruwheidsklasse wordt afgeleid van de x,y coördinaat van het wegsegment. Er wordt uitgegaan van de ruwheidskaart die onderdeel is van preSRM.

4.3 Ruwheidafhankelijke correctiefactor

De correctiefactor (c) verdisconteert het effect van de locatie afhankelijke windsnelheid en de temporele variatie van het verkeer. De waarde wordt berekend met de volgende formule:

$$C = C_{wind} \cdot C_{meteo} \cdot C_{etmaal}$$

C_{etmaal} is een constante: 1,15. De waarde voor C_{wind} wordt berekend met de volgende formule:

$$C_{wind} = \frac{\ln\left(\frac{z_p}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_p}{L}\right) + \Psi\left(\frac{z_0}{L}\right)}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_{10}}{L}\right) + \Psi\left(\frac{z_0}{L}\right)}$$

Met:

$$z_p = 0,75 \cdot \sigma_z$$

$$\Psi(z) = -17 \cdot \left(1 - e^{-0.29 \frac{z}{L}}\right)$$

z_0 is de waarde voor de ruwheidslengte die geldt voor de gridcel van 1x1 km waarin de puntbron ligt en waarvoor de ruwheidlengtes volgen uit de ruwheidskaart die onderdeel is van preSRM. De waarde voor de te hanteren Monin-Obukhov lengte (L) is afhankelijk van de ruwheidsklasse die van toepassing is op de puntbron:

Ruwheidsklasse (m)	Afbakening ruwheidsklasse, op basis van waarden voor ruwheidslengtes (m)	L
0,03	< 0,055	60
0,10	≥ 0,055 en < 0,17	60
0,30	≥ 0,17 en < 0,55	100
1,00	≥ 0,55	400

De waarde voor C_{meteo} voor de puntbron (x,y coördinaat) wordt afgeleid van de waarden voor de C_{meteo} van Schiphol en Eindhoven. Hierbij is uitgegaan van twee parallelle lijnen die de meteolocatie Schiphol en de meteolocatie Eindhoven snijden, en de gemiddelde gradiënt van de wind volgen (van zuidwest naar noordoost). De waarde voor C_{meteo} op een bepaalde locatie is afhankelijk van de locatie ten opzichte van deze twee parallelle lijnen:

- voor locaties ten noordwesten van Schiphol geldt de waarde voor de C_{meteo} van Schiphol
- voor locaties ten zuidoosten van Eindhoven geldt de waarde voor de C_{meteo} van Eindhoven

- voor locaties tussen beide lijnen wordt de waarde voor C_{meteo} bepaald op basis van interpolatie.

Bij de interpolatie wordt de volgende formule toegepast:

$$C_{meteo(x,y)} = C_{meteo,schiphol} \cdot \frac{\frac{As_punt - As_eindhoven}{As_schiphol - As_eindhoven}}{\frac{As_schiphol - As_punt}{As_schiphol - As_eindhoven}} + C_{meteo,eindhoven}$$

Met:

$$As_punt = Y_punt - 1,21 \cdot X_punt$$

$$As_eindhoven = Y_eindhoven - 1,21 \cdot X_eindhoven$$

$$As_schiphol = Y_schiphol - 1,21 \cdot X_schiphol$$

De coördinaten van meteolocatie Schiphol zijn: X=114500, Y=481000

De coördinaten van meteolocatie Eindhoven zijn: X=154500, Y=384500

De C_{meteo} van Schiphol en Eindhoven zijn afhankelijk van de ruwheidsklasse die van toepassing is op de puntbron:

Ruwheidsklasse (m)	Afbakening ruwheidsklasse, op basis van waarden voor ruwheidslengtes (m)	C_{meteo} Schiphol	C_{meteo} Eindhoven
0,03	< 0,055	0,7000	0,7000 x 0,9
0,10	$\geq 0,055$ en < 0,17	0,7050	0,7050 x 0,9
0,30	$\geq 0,17$ en < 0,55	0,6525	0,6525 x 0,9
1,00	$\geq 0,55$	0,7400	0,7400 x 0,9

De methode voor bepaling van C_{meteo} komt overeen met de methode zoals beschreven in het rapport Aanvullende afspraken NNM (oktober 2010).⁵²

5. Berekening jaargemiddelde concentratiebijdrage NO₂

De jaargemiddelde concentratiebijdrage NO₂ wordt berekend met de volgende formule:

$$C_{b,i}[NO_2] = f_{NO2,i} \cdot C_{b,i}[NO_X] + \frac{C_{a,i}[O_3] \cdot C_{b,i}[NO_X] \cdot (1 - f_{NO2,i})}{C_{b,i}[NO_X] \cdot (1 - f_{NO2,i}) + K}$$

waarbij

$$f_{NO2,i} = \frac{C_{b,i}[directe\ NO_2]}{C_{b,i}[NO_X]}$$

52

https://www.infomil.nl/publish/pages/67563/rapport_aanvullende_afspraken_nnm_maart_2016.pdf

Met:

$C_{b,i}[NO_2]$ = NO₂ concentratiebijdrage bronnen uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$f_{NO2,i}$ = fractie direct uitgestoten NO₂ ten opzichte van NO_x van alle bronnen uit windsector i [-]

$C_{b,i}[NO_x]$ = NO_x concentratiebijdrage bronnen uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$C_{a,i}[O_3]$ = jaargemiddelde achtergrondconcentratie O₃ uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) die van toepassing is op de locatie van het rekenpunt: zie paragraaf 4.1

K = empirisch bepaalde parameter voor de omzetting van NO naar NO₂ = 100 [-]

$C_{b,i}[directe NO_2]$ = NO₂ concentratiebijdrage bronnen uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) als gevolg van de directe NO₂ emissies van alle bronnen uit windsector i. Deze concentratiebijdrage is berekend op basis van de formules in paragraaf 4.

Bij de berekening van de NO₂ bijdrage per windsector wordt uitgegaan van de gesommeerde NO_x bijdrage van alle doorgerekende puntbronnen, ongeacht of dit punten zijn op een snelweg, buitenweg of weg binnen de bebouwde kom, binnen de desbetreffende windsector. Dit betekent dat de berekende NO₂ concentratiebijdrage per windsector betrekking heeft op alle puntbronnen binnen de desbetreffende windsector. Vervolgens worden per rekenpunt de jaargemiddelde NO₂ concentratiebijdragen van de puntbronnen binnen een windsector vermenigvuldigd met de fractie van de tijd dat de wind uit die sector komt.

$$C_b[NO_2] = \sum_{i=1}^{36} f_i \cdot C_{b,i}[NO_2]$$

Met:

$C_b[NO_2]$ = Jaargemiddelde NO₂ concentratiebijdrage bronnen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

f_i = fractie van de tijd dat de wind uit de desbetreffende windsector komt

6. Berekening depletie en depositiebijdrage

De depositie leidt ertoe dat er minder stikstof in de lucht over blijft. Dit proces heeft depletie en is wordt meegenomen in de berekening van de SRM-2 depositiebijdrage. Het proces van depositie en depletie worden in deze paragraaf beschreven.

Depositie

Berekening per component

De depositiebijdrage van de bronnen op een rekenpunt wordt berekend door de concentratiebijdragen NO₂ en NH₃ te vermenigvuldigen met de effectieve depositiesnelheid, bepaald met het OPS model. Belangrijk punt hierbij is dat de effectieve depositiesnelheid van te voren eenmalig is bepaald en dus niet per afzonderlijke AERIUS berekening opnieuw berekend wordt. Deze methode is verder toegelicht in Bijlage 9: Wegverkeer – bepalen depositiesnelheden.

De depositie wordt vervolgens bepaald voor NO_y en NH_x afzonderlijk en vervolgens opgeteld. De component NO_y bestaat naast de som van NO en NO₂ uit salpeterzuur (HNO₂), Nitraat (NO₃) en peroxyacetyl nitraat (C₂H₃NO₅). De NH_x component bestaat uit ammoniak (NH₃) en ammonium (NH₄). De effectieve depositiesnelheid kwantificeert de snelheid waarmee gassen of deeltjes via afzetting of adsorptie aan het oppervlak uit de atmosfeer worden verwijderd.

Bij het bepalen van de depositie wordt de volgende formule toegepast:

$$D_{w,i} = C_{w,i(d)} \cdot V_d$$

Met:

$D_{w,i}$ = depositiebijdrage puntbron uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)

$C_{w,i(d)}$ = concentratiebijdrage puntbron uit windsector i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$),

gecorrigeerd voor depletie (zie volgende paragraaf over correctie voor depletie)

V_d = effectieve depositiesnelheid (m/s)

De depositiebijdrage die bovenstaande formule oplevert is uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$. Om te komen tot een depositiebijdrage in mol/ha/jaar wordt de volgende formule toegepast:

$$D_{w,i}[\text{mol}/\text{ha}/\text{jaar}] = D_{w,i}[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}] \cdot \frac{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{M \cdot 100}$$

Met:

M = molaire massa (g/mol); deze is voor NO₂ 46 g/mol , en voor NH₃ 17 g/mol .

Effectieve depositiesnelheid op basis van NO_x, depositie op basis van NO₂

De effectieve depositiesnelheid van NO_y is in OPS bepaald door de NO_y depositie te delen op de NO_x concentratie. De SRM-2 depositie wordt bepaald door deze effectieve depositiesnelheid te vermenigvuldigen met de NO₂ concentratie volgens SRM-2. Dit leidt tot een lagere depositie dan wanneer vermenigvuldigd zou zijn met de SRM-2 NO_x concentratie. Dit is gedaan om te compenseren voor de overschatting van de NO_y depositiesnelheid die OPS maakt in de nabijheid van autowegen. Wanneer met de SRM-2 NO_x concentratie zou worden vermenigvuldigd, dan zou de SRM-2 depositie te hoog uitvallen.

Afstandsafhankelijkheid

De toegepaste effectieve depositiesnelheid is vooral afhankelijk van de ruwheid, ter plekke van het rekenpunt. Daarnaast is deze afhankelijk van de afstand tussen de bron en het rekenpunt. Om rekening te kunnen houden met deze afstandsafhankelijkheid wordt de depositiesbijdrage per puntbron vermenigvuldigd met een factor die afhangt van de afstand tussen het wegsegment en het rekenpunt. Dit is eveneens toegelicht in Bijlage 9: Wegverkeer – bepalen depositiesnelheden.

Voor NH₃ is de depositiesbijdrage per puntbron bekend. In het geval van NO₂ is alleen de totale depositiesbijdrage per windsector berekend, conform de formules in paragraaf 5. Om per rekenpunt te komen tot een NO₂ depositiesbijdrage per puntbron is in AERIUS de berekende gezamenlijke NO₂ concentratiebijdrage per windsector verdeeld over de afzonderlijke puntbronnen

binnen die windsector, naar rato van de NO_x concentratiebijdrage van elk van deze wegsegmenten. De NO_x concentratiebijdrage is namelijk wel berekend per puntbron.

Correctie voor depletie

Ten gevolge van de depositie neemt de concentratie tussen de bron en de receptor af met de afstand. Dit proces heet depletie en wordt voor de depositiebijdrage van NO₂ en NH₃ afzonderlijk in rekening gebracht. Het SRM-2 model berekent geen depletie, dus deze correctie wordt met het OPS model bepaald. Net als bij de berekening van de effectieve depositiesnelheid is deze berekening eenmalig uitgevoerd. Voor elke afzonderlijke AERIUS berekening wordt gebruik gemaakt van dezelfde bron-depletieberekening.

De depletie is afhankelijk van:

- de afstand tussen de bron en het rekenpunt
- de ruwheid ter hoogte van het rekenpunt (z_0): zie 'Toegepaste ruwheidskaart'
- de achtergrondconcentratie van NH₃ ter hoogte van het rekenpunt.

De depletie is derhalve bepaald voor verschillende afstanden tot de bron, ruwheidslengteklassen en verschillende achtergrondconcentratieklassen. Per AERIUS-berekening wordt de concentratie van NO_x en NH_x bepaald. Vervolgens wordt de depletiefactor – die bij de betreffende ruwheidslengteklas, afstand tot de bron en achtergrondconcentratieklas (in het geval van NH₃) van toepassing is – in rekening gebracht.

Toegepaste ruwheidskaart

Bij de selectie van de depletiefactor wordt uitgegaan van de ruwheid die representatief is voor het gebied tussen de puntbron en het rekenpunt. Hiertoe wordt een ruwheidskaart gebruikt met een resolutie die afhankelijk is van de afstand tussen de puntbron en het rekenpunt:

- voor afstanden kleiner dan 500 meter wordt een 250×250 meter kaart gebruikt
- voor afstanden tussen 500 meter en 1500 meter wordt een 1×1 km kaart gebruikt
- voor afstanden groter dan 1500 meter wordt de 4×4 km kaart gebruikt.

Bij de ruwheid die volgt uit bovenstaande kaarten wordt de zogenoemde 'orografische ruwheid' opgeteld, wat de ruwheid is door hoogteverschil in het landschap (oftewel de ruwheid ten gevolge van de variatie van het maaiveld t.o.v. NAP).

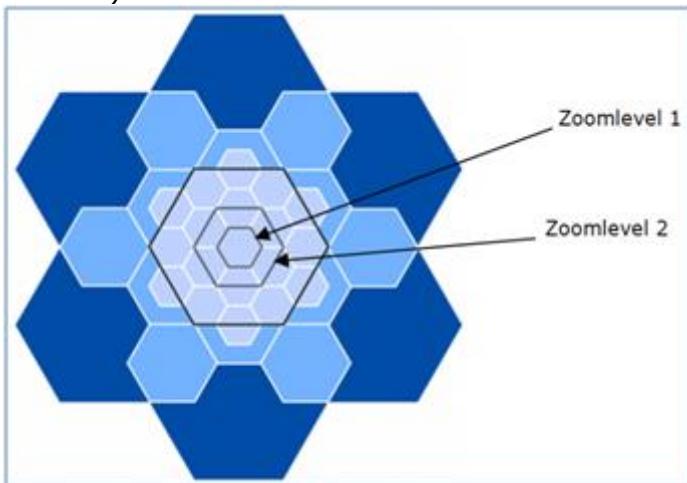
Bijlage 9: Wegverkeer – bepalen depositiesnelheden

AERIUS berekent de depositiebijdrage van NO_x en NH₃ van verkeersbronnen met een concentratieberekening volgens standaardrekenmethode 2 (SRM-2)⁵³. De depositiesnelheid is een maat voor de snelheid waarmee gassen of deeltjes via afzetting of adsorptie aan het oppervlak uit de atmosfeer worden verwijderd. De depositiebijdrage wordt berekend door de concentratiebijdrage te vermenigvuldigen met de effectieve droge depositiesnelheid en te corrigeren voor brondepletie. De brondepletie brengt de vermindering van de concentratie ten gevolge van de depositie in rekening. Zowel de effectieve droge depositiesnelheid als de brondepletie zijn bepaald met het OPS model.

Hoe worden de depositiesnelheden per hexagoon bepaald?

Per rekenpunt in het midden van een hexagon is met het rekenmodel OPS een waarde berekend voor de depositiesnelheid NO_x en NH₃:

1. Er is uitgegaan van de zoomlevel 2 hexagonen (zie onderstaande figuur). Het oppervlak van een zoomlevel 2 hexagon heeft een oppervlak van ongeveer 4 hectare. Dat sluit het meeste aan bij een gridgrootte van 250x250 meter, die beschouwd wordt als de minimale rekenresolutie behorende bij de depositiesnelheid (Zie ook RIVM notitie⁵⁴).



2. Per zoomlevel 2 hexagon zijn de concentraties en droge deposities in het midden van het hexagon berekend. De effectieve depositiesnelheid volgt door de droge depositie te delen op de concentratie. De effectieve

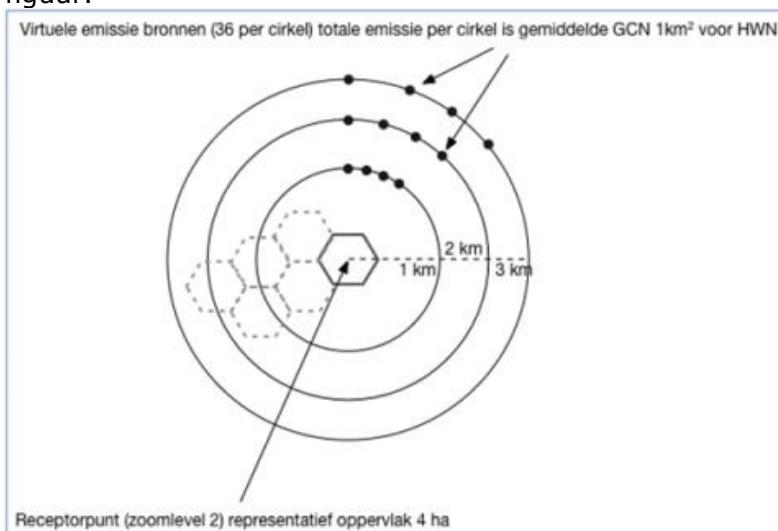
⁵³ Wesseling, J., van Velze, K. Technische beschrijving van standaardrekenmethode 2 (SRM-2) voor luchtkwaliteitsberekeningen. RIVM Briefrapport 2014-0109.

<https://www.rivm.nl/publicaties/technische-beschrijving-van-standaardrekenmethode-2-srm-2-voor>

⁵⁴ https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/schaalnotitie_tbv_ELM.pdf

depositie snelheid hangt af van de stof. Deze is daarom voor NO_x en NH₃ afzonderlijk bepaald.

3. De emissiesterkte is voor de bepaling van de effectieve depositiesnelheid willekeurig. De emissie is verdeeld over punten, verspreid over drie cirkels rondom het rekenpunt, op 1, 2 en 3 km van het middelpunt van het hexagoon. De keuze om emissies tot een afstand van 3 km aan te houden is ingegeven door de methode voor dubbeltellingcorrectie op het hoofdwegennet waarbij de correctie in een kilometervak is bepaald op basis van de emissiebijdragen in de omringende kilometervakken tot 3 km. Per cirkel zijn de emissies van die cirkel vervolgens verdeeld over 36 punten op die cirkel (hoek tussen 2 punten: 10°). Zie onderstaand figuur.



4. De depositiesnelheid (V_d) is berekend door de berekende droge depositie op de receptor te delen door de berekende concentratie. Deze waarde geldt dus voor de receptoren op zoomlevel 2. Hierbij is de volgende formule gebruikt:

$$V_d = \frac{(\Phi \frac{m}{t \cdot A})}{C}$$

met:

- V_d = effectieve depositiesnelheid (m/s)
- Φ = flux (=deposities berekend met OPS)
- m = molmassa NH₃ = 17 (g/mol) en NO₂ = 46 (g/mol)
- t = omrekenfactor voor de tijd (s)
- A = omrekenfactor voor oppervlak (m²)
- C = concentratie (µg/m³)

5. De rekenpunten op zoomlevel 2 vallen samen met een deel van de rekenpunten op zoomlevel 1. De waarden voor de depositiesnelheid voor de overige hexagonen op zoomlevel 1 zijn bepaald door te middelen.

Resultaat is een tabel met depositiesnelheden NOx en NH₃ per hexagoon van 1 hectare.

Hoe vindt schaling plaats van de depositiesnelheden?

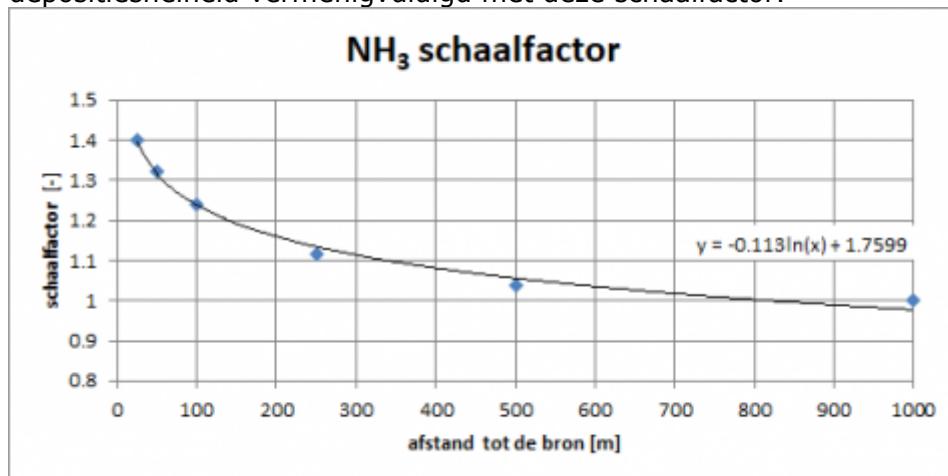
Er is een relatie tussen de afstand van de weg en de depositiesnelheid. Er is daarom voor gekozen om de depositiesnelheid voor een hexagoon te schalen wanneer de hexagoon zich op korte afstand (<1000m) van de bron bevindt. Deze schaling vindt plaats aan de hand van onderstaande functies, en zijn van toepassing op situaties met afstanden tussen het wegsegment en het middelpunt van de hexagoon tot en met 1000 meter. De ondergrens is 25 meter: bij afstanden korter dan 25 meter gaat onderstaande functie uit van 25 meter. Bij afstanden groter dan 1000 meter vindt geen schaling plaats en gaat AERIUS uit van de depositiesnelheid van de desbetreffende hexagoen.

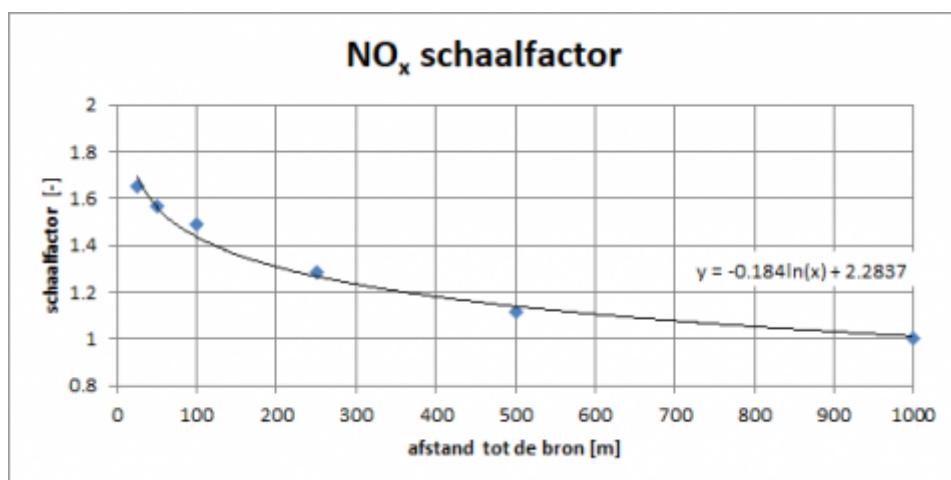
- $V_{d,NH_3} = V_{d,NH_3} | 0 * (-0,113 * \ln(X) + 1,7599)$
- $V_{d,NOX} = V_{d,NOX} | 0 * (-0,184 * \ln(X) + 2,2837)$

Met:

- $V_{d,stof}$ = effectieve depositie snelheid (m/s)
- $V_{d,stof} | 0$ = effectieve depositie snelheid (m/s) op 0 meter afstand tot de bron
- X = afstand van de hexagoon tot het wegsegment (m)

De bovenstaande functies zijn afgeleid van gemiddelde waarden van de depositiesnelheden voor een selectie van 1300 landsdekkende hexagonen. Bij de selectie van de hexagonen is ervoor gezorgd dat de verschillende windsectoren en klassen van landgebruik evenredig vertegenwoordigd zijn. Onderstaande figuren tonen voor NH₃ en NOx de resulterende schaalfactor. Afhankelijk van de afstand tussen het wegsegment en rekenpunt wordt de depositiesnelheid vermenigvuldigd met deze schaalfactor.





Bijlage 10: Importeren bestanden in Calculator

AERIUS kan diverse bestandstypen inlezen met gegevens over emissiebronnen en rekenpunten. Dit betreft onder meer OPS-bestanden. De bestanden moeten voldoen aan bepaalde voorwaarden.

Het bestandstype ('extensie') bepaalt hoe AERIUS het bestand verwerkt:

- OPS-bronbestanden worden omgezet in AERIUS emissiebronnen. Bij het importeren moet worden aangegeven op welke stof de emissiewaarden betrekking hebben. Wanneer een tweede bestand wordt geïmporteerd met dezelfde coördinaten, maar met een andere stof, dan worden de gegevens, op basis van de coördinaten, samengevoegd.
- OPS-receptorbestanden worden omgezet in AERIUS rekenpunten.
- GML-bestanden met een AERIUS namespace worden omgezet in AERIUS emissiebronnen en/of rekenpunten. De structuur hiervan is vastgelegd in een XSD-bestand. Vooralsnog kan AERIUS geen andere GML-bestanden importeren.
- PAA-bestanden worden gecontroleerd op authenticiteit en vervolgens omgezet in AERIUS emissiebronnen.
- ZIP-bestanden worden gecontroleerd op de aanwezigheid van voorgaande bestanden. Bevat het ZIP bestand één van deze bestanden, dan wordt dit bestand geïmporteerd. Wanneer een GML bestand aanwezig is, wordt gekeken in hoeverre ook een tweede GML bestand aanwezig is. Indien twee GML bestanden aanwezig zijn, dan worden deze twee bestanden als een vergelijking geïmporteerd.

Welke eisen gelden voor OPS bestanden om geïmporteerd te kunnen worden in AERIUS?

De OPS import kan twee bestandstypen inlezen, te weten:

- OPS-bronbestanden (.brn)
- OPS-receptorbestanden (.rcp)

Voor deze bestanden zijn eisen gesteld aan het formaat van de inhoud en gelden minimale en maximale waarden voor de variabelen in het bestand.

Formaat van de inhoud

Voor beide typen geldt dat het bestand 1 header-regel heeft (die standaard genegeerd wordt).

Voor elke regel in het OPS-bronbestand geldt dat deze moet voldoen aan een fixed-width formaat (dit is nader toegelicht in de OPS documentatie).

Aan het formaat van het OPS-receptorbestand zijn minder eisen gesteld.

Wanneer dit bestanden bestaat uit 'spatiegescheiden data', dan kan AERIUS het ook inlezen.

Minimale en maximale waarden OPS-bronbestand

De verschillende variabelen met de bijbehorende minimale en/of maximale waarde staan hieronder vermeld. De waarden mogen decimalen of alleen gehele getallen zijn, afhankelijk van de kolom.

Variabele	Min	Max	Opmerking
Source emission (q)	0	-	Decimalen. Veld wordt niet gebruikt (alleen voor initiële naamgeving bij import).
Coordinates (x, y)	-9999999	9999999	Gehele getallen. Coördinaten zijn in het Rijksdriehoeksmeting stelsel.
Source emission (q)	0	-	Decimalen
Source heat content (hc)	0	999	Decimalen
Source height (h)	0	9999	Decimalen
Source diameter (d)	-999999	999999	Gehele getallen. Negatieve waarden worden gebruikt voor cirkelvormige bronnen, 0 wordt gebruikt voor puntbronnen en positieve waarden voor vierkante bronnen.
Source spread (s)	0	9999	Decimalen. Dit wordt begrensd door de Source height. Is spread > height, dan wordt automatisch spread = height gebruikt.
Source diurnal variation (tb of dv)	0	5	Gehele getallen. 4 en 5 worden alleen gebruikt voor NH ₃ . Wordt 1 van deze opties toch gebruikt voor NOx, dan wordt 0 gebruikt als optie.
Source category number (cat)	1	9999	Gehele getallen. Wordt gebruikt voor het bepalen van sector (verwacht AERIUS sector Ids). Is deze onbekend, dan wordt een standaard industrie sector genomen.
Source area (area)	1	9999	Gehele getallen. Let wel: dit niet de oppervlakte, maar een gebiedsnummer. 1 is hierbij bijvoorbeeld Nederland. Wordt genegeerd bij importeren.
Source particle distribution (psd)	-999	3	Gehele getallen. Negatieve waarden worden gereserveerd voor bestanden op maat. Wordt

			(vooral snog) genegeerd bij importeren, standaard wordt 0 gebruikt.
Source component name (comp)	-	12 karakters	Vrije invoer (incl. letters, spaties etc). Veld wordt niet gebruikt (alleen voor initiële naamgeving bij import).

Minimale en maximale waarden OPS-receptorpuntbestand

De verschillende variabelen met de bijbehorende minimale en/of maximale waarden staan hieronder vermeld. De waarden mogen decimalen of alleen gehele getallen zijn, afhankelijk van de kolom.

Variabele	Min	Max	Opmerking
nr (q)	0	-	Gehele getallen. Veld wordt niet gebruikt.
Name	-	-	Vrije invoer (geen spaties). Wordt gebruikt in de naamgeving van het rekenpunt.
Coordinates (X-coor, Y-coor)	-9999999	9999999	Gehele getallen. Coördinaten zijn in het Rijksdriehoeksmeting stelsel.
Ruwheid (z0)	0	-	Optioneel. Decimalen. Indien niet ingevuld wordt dit door AERIUS bepaald aan de hand van coördinaten. [m]
Landgebruik (Landuse)	1	9	Optioneel. Gehele getallen. Indien niet ingevuld wordt dit door AERIUS bepaald aan de hand van coördinaten. De waarde correspondeert met RIVM DEPAC klasse (1 is bijvoorbeeld grasland)

Indien het bestand gegevens bevat over de ruwheidslengte en het landgebruik, dan dienen deze gegevens voor alle receptoren te zijn opgenomen.

Bijlage 11: Validatie overzicht AERIUS

Type bron – bronstype moet valide zijn voor gekozen sector

- Wegverkeer mag geen vlak- of puntbron zijn (foutmelding)
- Scheepvaart vaarroutes mogen geen vlak- of puntbron zijn (foutmelding)
- Gebouwen mag geen punt – of lijnbron zijn (foutmelding)

Volledigheid - invoer door gebruiker moeten volledig zijn:

- Algemeen: alle verplichte velden moeten een waarde hebben, ook naamvelden (foutmelding). *Voorbeeld van niet verplicht veld is datum oprichting dierverblijf bij een stal*
- Wegverkeer: iedere bron (wegvak) moet minimaal 1 'intensiteit' hebben (foutmelding)
- Landbouw stallen: iedere bron (stal) moet minimaal 1 'stalsysteem' hebben (foutmelding)
- Scheepvaart: iedere bron moet minimaal 1 subbron hebben (foutmelding)
- Mobiele werktuigen: iedere bron moet minimaal 1 subbron hebben (foutmelding)
- Exporteren: e-mailadres moet ingevuld zijn
- Exporteren: aanvullende informatie moet volledig ingevuld zijn (bij PDF of bij keuze voor extra info in GML)

Validiteit invoer – ingevulde waarden moeten valide zijn:

Geometrieën:

- Emissiebronnen en rekenpunten moeten een geldige WKT-string zijn
- Gebouwen zijn een polygoon (WKT string)
- Lijnbronnen mogen niet langer dan 25 km zijn
- Oppervlaktebronnen mogen niet groter dan 5.000 ha zijn (50 km²)
- Eigen rekenpunten moeten een unieke geometrie hebben

Invoer - generiek:

- Bij Salderingssituatie – afroomfactor: een decimaal getal tussen 0-1
- Uittreedhoogte: een decimaal getal tussen de 0-4999 meter
- Uittreedtemperatuur: een decimaal getal tussen 0 -2000 °C, of -999
- Uittreeddiameter: een decimaal getal tussen 0,1 - 4999 meter
- Uitreedsnelheid: een decimaal getal tussen de 0-50 meter/seconde
- Warmte-inhoud: een decimaal getal tussen de 0-999 MW of -999

- Hoogte gebouw: positief decimaal getal (minimaal 0). Bij een waarde van 0 wordt overigens wel een waarschuwing gegeven.

Invoer – activiteiten en emissies

- Emissie / emissiefactoren algemeen: een positief decimaal getal (minimaal 0)
- Landbouw stallen
 1. Aantal dieren: een positief geheel getal (minimaal 0)
- Mobiele werktuigen:
 1. Aantal draaiuren en brandstofverbruik: een positief geheel getal, >0
 2. AdBlue: indien relevant, een positief geheel getal (minimaal 0), plus gemaximaliseerd op basis van verhouding totale brandstofverbruik
- Scheepvaart:
 1. Aantal bezoeken / vaarbewegingen: positief geheel getal (minimaal 0)
 2. Verblijftijd (aanlegplaatsen): positief geheel getal (minimaal 0)
 3. Walstroombeweging (aanlegplaatsen): een decimaal getal tussen 0-100 (percentage)
 4. Belading (binnenvaart): een decimaal getal tussen 0-100 (percentage)
- Wegverkeer:
 1. Aantal voertuigbewegingen: een positief decimaal getal (minimaal 0)
 2. Tunnelfactor: een decimaal getal tussen 0-999,9
 3. Weghoogte: een geheel getal (minimaal 0)
 4. Schermhoogte: een positief decimaal getal (minimaal 0)
 5. Afstand scherm: een positief decimaal getal (minimaal 0)
 6. Stagnatiefactor ('in file'): een decimaal getal tussen 0-100 (procenten)

Validiteit van handelingen: wat niet kan of mag, of een 'let op'

- Meer dan 6 situaties inlezen of aanmaken kan niet (foutmelding)
- Meer dan 1 Referentiesituatie inlezen of aanmaken kan niet (foutmelding)
- Meer dan 1 Salderingssituatie inlezen of aanmaken kan niet (foutmelding)
- Meer dan 5.000 emissiebronnen doorrekenen kan niet via applicatie (foutmelding)
- GML met resultaten of PDF exporteren zonder minimaal 1 emissiebron met emissie >0 kan niet

- Aanlegplaats of gebouw verwijderen dat gekoppeld was:
waarschuwing dat de koppeling ook verwijderd wordt

Validatie IMAER (waar deze afwijkt van UI-validatie):

- Factoren zijn altijd een decimaal getal tussen 0 en 1

Bijlage 12: Introductie InformatieModel AERIUS

IMAER is een toepassing van Basismodel Geo-Informatie (NEN 3610) voor het beleidsveld van stikstofdepositieberekeningen. Het is hiermee één van de bestaande toepassingen van deze norm. In IMAER wordt, zoals ook bij NEN3610, voor het uitwisselingsformaat van bestanden (het technische formaat voor uitwisseling) gerefereerd aan GML 3.2.1 Simple Features Profile 2 (GML-SF2). In deze bijlage worden volgende zaken toegelicht:

- wat is IMAER;
- wat is een informatiemodel,
- wat is de NEN3610 standaard;
- wat is UML;
- waarom Open Standaarden; en
- waarom en wat is een GML.

De beschrijving van het Informatiemodel IMAER staat in Bijlage 13: IMAER - Beschrijving Model.

Wat is IMAER?

- Staat voor InformatieModel AERius
- Is een Informatiemodel (semantiek)
- Is technisch vertaald naar een het uitwisselingsformaat⁵⁵ GML (vorm of syntax waarin geo-informatie op basis van een bepaald informatiemodel wordt uitgewisseld)
- Voldoet aan overheidsbeleid omtrent Open Standaarden.

Wat is een Informatiemodel?

- Zet schematisch afspraken over begrippen en definities binnen domein op een rij. Dit vereenvoudigt de uitwisseling van informatie
- Vereenvoudigt de uitwisseling van informatie tussen organisaties
- Nederland kent vele sectorale of domein specifieke informatiemodellen
- Meesten gebaseerd op het Algemeen Basismodel Geo-Informatie (NEN3610)⁵⁶
- IMAER kan in die context gezien worden als het sectormodel voor stikstofdepositieberekeningen.

Wat is het Basismodel Geo-informatie: NEN3610?

- NEN 3610:2011 is het basismodel voor Geo-Informatie. Termen, definities, relaties en algemene regels voor de uitwisseling van informatie over aan het aardoppervlak gerelateerde ruimtelijke objecten worden hierin beschreven.

⁵⁵ <https://www.geonovum.nl/geo-standaarden/uitwisselformaten>

⁵⁶ <https://www.geonovum.nl/geo-standaarden/nen-3610-basismodel-voor-informatiemodellen>

- NEN 3610:2011 vervult als algemeen geldende norm een paraplufunctie voor bestaande of nog te ontwikkelen informatiemodellen voor specifieke beleidsvelden.
- Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om beleidsveld-eigen registraties van geo-informatie via de algemene overlappende classificatie van NEN 3610 met andere beleidsvelden uit te wisselen.
- IMAER is een toepassing van Basismodel Geo-Informatie (NEN 3610) voor het beleidsveld van stikstofdepositieberekeningen.

De structuur van het Basismodel Geo-informatie

- Het basismodel Geo-informatie is objectgericht. Dat betekent dat de werkelijkheid is beschreven door individueel te onderscheiden objecten. De informatie kan per object worden opgevraagd. De kenmerken van objecten in de werkelijkheid worden beschreven door attributen. De waarden van deze attributen kunnen worden gespecificeerd door domeinen en enumeraties.
- Het Basismodel geo-informatie (NEN3610:2011) is te downloaden via de website van geonovum⁵⁷.

Wat is UML?

- Voor het beschrijven van het informatiemodel wordt gebruik gemaakt van de grafische modelleertaal UML (Unified Modelling Language).
- UML vindt zijn oorsprong in de objectoriëntatie en is door de Object Management Groep (OMG) ontwikkeld als een standaard voor het beschrijven van objectgeoriënteerde modellen.
- Het UML klassendiagram is één van de mogelijkheden die UML biedt en wordt gebruikt voor het beschrijven van IMAER.

Waarom Open Standaarden?

- College en Forum Standaardisatie⁵⁸
 - Bevorderen van elektronische gegevensuitwisseling tussen overheden onderling en tussen overheden, bedrijven en burgers
 - Dus gegevensuitwisseling over organisatiegrenzen heen
- Kabinet stelt Open Standaard als norm
 - Dragen bij aan interoperabiliteit – verbetering digitale gegevensuitwisseling
 - Keuzevrijheid – Open Standaarden zijn niet software specifiek
- Leidt tot kwalitatief hoogwaardige en kosten-efficiënte informatie-uitwisseling

⁵⁷ <https://www.geonovum.nl/geo-standaarden/nen-3610-basismodel-voor-informatiemodellen/basismodel-geo-informatie-nen36102011>

⁵⁸ <https://www.forumstandaardisatie.nl/>

Waarom GML?

- GML is een uitgebreide standaard en biedt oplossingen voor een groot aantal situaties en variaties in het uitwisselen van geo-informatie. Variaties zijn er bijvoorbeeld in geometrietypen, maar ook in complexiteit van datastructuren. GML is daarmee een geschikt uitwisselingsformaat voor AERIUS.
- Zowel GML als het Basismodel geo-informatie (NEN3610:2011) valt onder de Basisset Geo-standaarden en is door het College Standaardisatie op de Pas-toe-of-leg-uit-lijst⁵⁹ geplaatst. Dit betekent dat alle (semi-)overheidsorganisaties verplicht zijn deze standaarden toe te passen, als zij een ICT-dienst of -product aanschaffen. Alleen bij onoverkomelijke problemen, mag de organisatie ervoor kiezen om deze standaard niet te gebruiken.

Wat is een GML?

- GML staat voor Geography Markup Language
- Ontwikkeld door Open Spatial Consortium (OGC)⁶⁰
- Op XML gebaseerde standaard voor uitwisselen van geo-informatie
- Standaard voor platform- en vendoronafhankelijk bestandsformaat
- Uitwisseling van geo-informatie (bestanden) gebeurt middels GML

GML is het uitwissel formaat behorend bij NEN 3610⁵⁶. In Nederland hanteren we als profiel op de GML-standaard het GML Simple Feature Profile level 2.⁶¹

Bijlage 13: IMAER - Beschrijving Model

IMAER staat voor het InformatieModel AERius. IMAER is het standaard gegevens uitwisselingsformaat van AERIUS en wordt gebruikt voor het importeren, exporteren en uitwisselen van gegevens met en tussen de verschillende AERIUS producten (o.a. Calculator en Connect).

In IMAER zijn de objecten opgenomen die nodig zijn voor het berekenen van emissie en depositie van verschillende stoffen. In het model zijn de beschrijvingen van de objecten, de relaties tussen de objecten en de attributen opgenomen.

IMAER is een toepassing van Basismodel Geo-Informatie (NEN 3610) voor het beleidsveld van stikstofdepositieberekeningen. Het is hiermee één van de bestaande toepassingen van deze norm. In IMAER wordt, zoals ook bij NEN3610, voor het uitwisselingsformaat van bestanden (het technische formaat voor uitwisseling) gerefereerd aan GML 3.2.1 Simple Features Profile 2 (GML-

⁵⁹ <https://www.geonovum.nl/over-geonovum/actueel/geo-standaarden-op-pas-toe-of-leg-uit-lijst>

⁶⁰ <https://www.ogc.org/>

⁶¹ <https://www.geonovum.nl/geo-standaarden/geography-markup-language-gml/gml-simple-features-profile>

SF2). Naast onderstaande locatie is IMAER ook gedocumenteerd op het Technisch register van informatiemodellen⁶² van Geonovum.

In de volgende bijlagen lees je meer over IMAER. Op Github kun je het volledige UML model⁶³ van de meest recente versie van IMAER bekijken.

Beschrijving van het informatiemodel

De algemene concepten van het informatiemodel en de relatie met bestaande normen en standaarden (o.a. NEN3610, UML, GML) zijn beschreven in Bijlage 12: Introductie InformatieModel AERIUS.

In deze bijlage wordt inhoudelijk ingegaan op het informatiemodel zelf. De klassen worden aan elkaar gerelateerd, attributen worden gedefinieerd, attribuutdomeinen toegekend en daarbij ontstaat het model IMAER. Doormiddel van een UML klassendiagram worden de objecten, de attributen en de relaties tussen objecten weergegeven. In de Objectcatalogus zijn de details van het objectmodel verder uitgewerkt. Tot slot komen nog de aanvullende IMAER GML specificaties aan bod, wordt verwezen naar termen en afkortingen, en de domeintabellen.

Format modelbeschrijving

Het volgende format wordt gebruikt voor de beschrijving van de klassen van IMAER.

Klassenaam
+attribuutnaam : <attribuutdomein> [multipliciteit]

Uit figuur:

- ‘Klassenaam’: de naam van de geo-objectklasse;
- ‘attribuutnaam’: de attributen die gedefinieerd zijn voor deze objectklasse;
- <attribuutdomein>: een referentie naar de verzameling van toegestane attribuutwaarden, het domein;
- [multipliciteit]: de cardinaliteit van het attribuut weergegeven in het aantal keren (multipliciteit) dat een attribuut kan of moet voorkomen. De multipliciteit wordt aangegeven als een bereik [van..tot]. Het standaard-bereik is [1..1] oftewel [1] wat inhoudt dat een attribuut precies één maal moet voorkomen.

Voor de multipliciteit van attributen komen de volgende mogelijkheden voor:

- **Verplicht attribuut** moet ingevuld zijn. De multipliciteit is dus [1];
- **Conditioneel verplicht**: moet ingevuld zijn indien bij de toelichting van het attribuut een nadere omschrijving van de conditie opgenomen is. De multipliciteit is dus [0..1] of [0..*];

⁶² <http://register.geostandaarden.nl/>

⁶³ <https://github.com/aerius/IMAER/tree/master/informatiemodel>

- **Optioneel attribuut** hoeft niet maar kan wel ingevuld worden. De multipliciteit is dus [0..1] of [0..*].

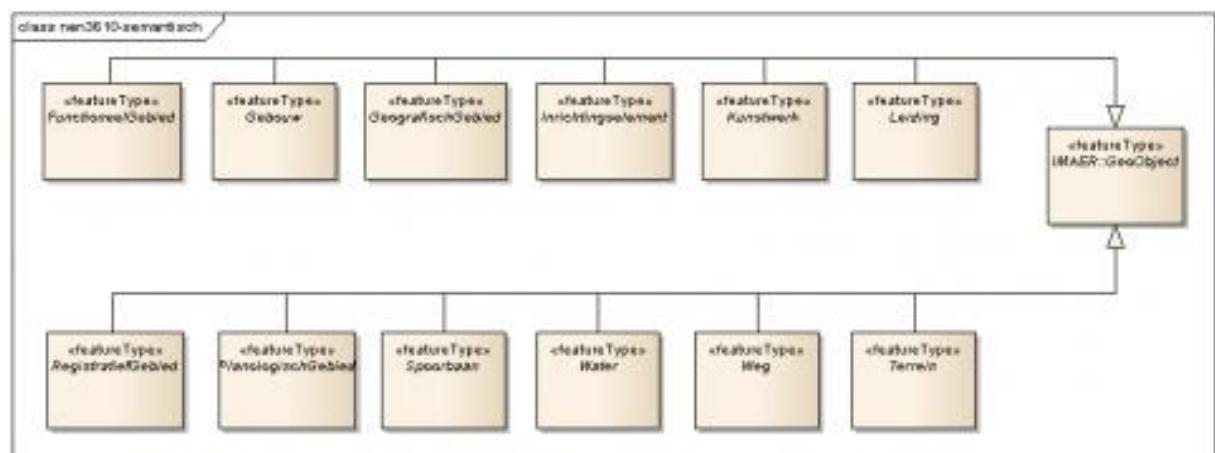
Bij elke objectklasse is een tabel opgenomen waarin de definitie en andere informatie wordt gegeven. De tabel heeft de volgende indeling:

Klasse <type>	Klassenaam
Definition	Definitie van de klasse
Description	Omschrijving en toelichting van de klasse
Source	Herkomst of bron van de definitie
Subtype of	De klasse is een subtype van deze klasse
Supertype of	De klasse is een supertype van deze klasse
Status	Status van het attribuut
Type	Stereotype van het attribuut
Attribute	Label
Name	Naam van het attribuut
Definition	Definitie van het attribuut
Multiplicity	Multipliciteit van attribuut
Value type	Type van het attribuut (zoals CharacterString of DateTime)
Association Role	Met welke klassen heeft deze klasse associaties

IMAER en het basismodel Geo-informatie

IMAER is een verdere uitwerking van de relevante geo-objectklassen uit het Basismodel. Op modelniveau is het model IMAER een specialisatie van het model NEN 3610.

In het Basismodel van NEN3610 zijn alle klassen abstract. In onderstaand figuur is dit weergegeven door een cursief lettertype voor het informatiemodel NEN 3610. Dit betekent dat van de klassen uit het Basismodel geen instanties gemaakt kunnen worden, dat wil zeggen dat geen individuele geo-objecten uit een klasse beschreven kunnen worden. Dit kan pas in een sectormodel. In dit geval is het sectormodel IMAER.



UML Model

In de UML klassendiagrammen worden de klassen en hun onderlinge relaties afgebeeld. In het diagram zijn ook de datatype en enumeraties aangegeven. Bekijk het volledige UML model van IMAER op Github⁶³.

Object Catalogus

Ook de volledige beschrijving van de object catalogus (Feature Catalogue) van meerdere versies van IMAER is te vinden op Github⁶³.

In de volgende bijlagen wordt meer informatie gegeven over IMAER, onder andere per sector.

Bijlage 14: GML definities

Op moment van schrijven maakt IMAER als uitwisselingsformaat gebruik van gml versie 3.2.1, simple features profile 2. Dit is de versie en het profiel op GML dat door Nederland wordt gevolgd als standaard voor GML implementatie. Het IMAER.XSD is het XML schema van het IMAER model.

Voor het genereren van IMAER gml bestanden gelden aanvullende afspraken.

Encoding, tekenset, van het GML bestand

Voor de encoding van het GML bestand wordt UTF-8 voorgeschreven. Van UTF-8 wordt de tekenset ISO-8859-1 ondersteund en binnen deze tekenset gebruikt: unicode [32 – 128] en [160 – 255].

FeatureCollection

IMAER gebruikt een eigen FeatureCollection, namelijk FeatureCollectionCalculator

gml: id

Elk object in het GML bestand krijgt een <gml:id>. Dit gml:id heeft geen informatiewaarde maar is nodig om interne en externe referenties te realiseren. Het gml:id moet eindigen op een uniek nummer.

Geometrietype en interpolatie

In het IMAER UML en het afgeleide XML schema zijn de geometrietype gespecificeerd.

IMAER ondersteunt alleen gml:Point, gml:LineString en gml:Polygon.

Draairichting van polygonen

Hiervoor gelden de regels van ISO19107: Geographic information – Spatial Schema.

Voor een polygoon die je van de bovenkant bekijkt: exterior ring tegen de klok in, interior ring met de klok mee. In 2d GIS bekijk je polygonen altijd van de bovenkant.

Nauwkeurigheid coördinaten

Nauwkeurigheid van coördinaten is 3 decimalen. Alles wat nauwkeuriger is wordt afgerond op deze nauwkeurigheid (3 decimalen). 0.0015 -> 0.002; 0.0014 -> 0.001.

srsName

srsName wordt ingevuld bij elk planobject op hoogste geometrie niveau.

Voor IMAER is het coördinaat referentiesysteem Rijksdriehoekstelsel, epsg code 28992, verplicht en wordt dit als volgt ingevuld:

srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::28992"

Toelichting: srsName is de specificatie van het coördinaat referentiesysteem.

Voor iedere geometrie moet een srsName te vinden zijn. In feite betekent dit

dat iedere geometrie een srsName moet hebben. In geval van een multigeometrie hoeft de srsName alleen aan de multigeometrie te hangen en niet aan ieder los onderdeeltje ervan.

srsDimension

srsDimension wordt niet opgenomen.

Toelichting: De srsDimension geeft aan uit hoeveel elementen een coördinaat bestaat. In het geval van twee dimensies (x,y) is dat 2. Omdat GML-SF2 drie dimensies niet toestaat is dat in dit geval niet nodig.

Xlink:href

Het format voor de href is dat een # altijd voorafgaat aan een gml:id.

Toelichting: Het # is om aan te geven dat binnen een href het volgende fragment een locatie betreft binnen het voorafgaande 'document'. Als er geen voorafgaand document is, is de locatie intern (lokaal). Kortom als de href begint met een # wordt er verwezen naar een lokaal gml:id. Als er verwezen wordt naar een extern object, dan begint de href niet met het # maar komt het # voorafgaand aan de locatie (meestal een gml:id) binnen het externe document.

Bijlage 15: Domeintabellen

Verschillende AERIUS producten gebruiken IMAER GML's als uitwisselingsformaat. Zo kunnen gebruikers Calculator en Connect gebruiken om GML's in te lezen. Ook de resultaten van de berekeningen zijn als IMAER GML beschikbaar. Bij het inlezen van GML's in de AERIUS producten worden deze gevalideerd op o.a. de toegestane domeinwaarden voor specifieke attributen.

Beschikbare domeintabellen

De volgende domeintabellen (waardelijsten) worden gebruikt in IMAER, en zijn als CSV te downloaden⁶⁴.

- authorities
- farm_additional_lodging_systems
- farm_lodging_fodder_measures
- farm_lodging_system_definitions
- farm_lodging_types
- farm_reductive_lodging_systems
- machinery_fuel_types
- mobile_source_off_road_categories
- mobile_source_on_road_categories

plan_categories

- sectors
- shipping_inland_categories
- shipping_inland_waterway_categories
- shipping_maritime_categories
- emission_diurnal_variations

Toelichting domeintabellen

Het gebruik van de domeintabellen is terug te vinden in het UML model⁶³.

Versies AERIUS producten

De domeintabellen zijn valide voor de vigerende versies van Calculator, Connect en Scenario.

64 <https://github.com/aerius/IMAER/tree/master/waardelijst>

Bijlage 16: Metadata

Elke IMAER GML bevat metadata. In de metadata wordt vastgelegd met welke versies van de software en onderliggende basisgegevens de GML is gegenereerd dan wel is doorgerekend. Tevens kan er projectinformatie over de emissiebronnen vastgelegd worden. De metadata komen in elke IMAER GML terug. Hiervoor wordt klasse AeriusCalculatorMetaData gebruikt.

AeriusCalculatorMetaData

De klasse AeriusCalculatorMetaData bevat metadata over de AERIUS calculator die de GML geproduceerd heeft en over het vastgelegde project. In de Feature Catalogue op GitHub⁶⁵ vind je een nadere beschrijving van deze klasse AeriusCalculatorMetaData. In de catalogus zijn de attributen benoemd, de waarden aangegeven die deze attributen moeten bevatten en is aangegeven of het gebruik van het attribuut verplicht is en of het attribuut meerdere malen gebruikt mag worden.

De volgende metadata wordt vastgelegd:

- VersionMetadata: welke versie van de software en onderliggende basisgegevens de GML is gegenereerd (indien aangemaakt met Calculator) dan wel doorgerekend is
 - aeriusVersion
 - databaseVersion
- CalculationMetadata: welke instellingen gebruikt zijn voor berekeningen en de rekenresultaten
 - maximumRange: max. straal waarbinnen gerekend is
 - researchArea: Indicatie of het om een onderzoeksgebied berekening ging
 - resultType: Berekende types, conform enumeration ResultType (DEPOSITION or CONCENTRATION)
 - substance: Berekende stof, conform enumeration Substance (NH3, NOX, NO2, PM10, PM25)
 - type: Gebruikte berekingstype, conform CalculationType (PERMIT, NATURE_AREA, RADIUS, CUSTOM_POINTS)
- ProjectMetadata: metadata over de vastgelegde projecten
 - corporation: Naam van de rechtspersoon die hoort bij het beschreven project.
 - description: Beschrijving van of toelichting bij het beschreven project.
 - name: Naam van het beschreven project. De maker kan hier ter eigen referentie een projectnaam opgeven.
 - facilityLocation: adres van de locatie
 - permitCalculationRadiusType: Maximale rekenafstand-type voor de Wet natuurbescherming, conform domeinlijst

⁶⁵ https://htmlpreview.github.io/?https://github.com/aerius/IMAER/blob/master/informatiemodel/4.0.2/feature_catalogue_AERIUS.html

```
permit_calculation_radius_types  
(PRIORITY_PROJECT_MAIN_ROADS,  
PRIORITY_PROJECT_MAIN_SHIPPING_LANES) – waardelijst niet  
meer actief
```

temporaryPeriod: Duur van het project in jaren (alleen in geval van tijdelijke projecten). Wanneer de bron een tijdelijk karakter heeft, vul dan hier de duur van het project . Als startjaar wordt het jaartal uit year gebruikt

- year: Rekenjaar. De AERIUS rekenkern maakt gebruik van basisgegevens die jaarlijks worden aangepast. Het rekenjaar geeft aan van welk jaar de basisgegevens gebruikt zijn bij de berekeningen.
- SituationMetadata: de vastgelegde situatie
 - name: Naam van de lijst van bronnen van de beschreven situatie. Wordt gebruikt voor naamgeving van varianten. Calculator gebruikt bijv. 'Situatie 1' als standaard naam.
 - reference: Referentie van de beschreven situatie. Bij een export vanuit Calculator komt dit terug als AERIUS kenmerk in de GML of PDF. Deze hoeft niet ingevoerd te worden. Bij de export worden evt. opgevoerde waarden in de GML door AERIUS overschreven.
 - situationType: type van een situatie. Dit wordt gebruikt bij de berekening van een projecteffect of een tijdelijk bijdrage/effect
 - nettingFactor: afroomfactor

N.B.: Voor het gebruik van GML's in AERIUS Register gelden aanvullende eisen t.a.v. de metadata.

Bijlage 17: IMAER – Resultaten

Dit is een toelichting op het IMAER informatiemodel voor wat betreft de resultaten van de depositie berekening. IMAER gebruikt hiervoor de klasse ReceptorPoint. Het rekenpunt ligt in het midden van een hexagoon (1 ha), die als vast raster over Nederland zijn neergelegd. Elk rekenpunt heeft een uniek nummer (receptorPointId) dat overeenkomt met het bijbehorende hexagoon. Calculator rekent standaard voor de Wet Natuurbescherming (Wnb) op basis van dit vast raster van hexagonen die resulteren in klasse ReceptorPoint. Kiest u voor een berekening op basis van eigen rekenpunten, gebruik dan de klasse CalculationPoint. Daar kunnen eigen rekenpunten ingevoerd worden.

Let op: ReceptorPoint wordt dus niet gebruikt bij het importeren van een GML door Calculator of Connect.

Receptorpoint

Deze klasse beschrijft een rekenpunt op het AERIUS-grid. In de Feature Catalogue op GitHub⁶⁶ zijn de attributen benoemd, de waarden aangegeven die deze attributen moeten bevatten en is aangegeven of het gebruik van het attribuut verplicht is en of het attribuut meerdere malen gebruikt mag worden.

Bij de release van Calculator 2021.1 is bij een ReceptorPoint een element bijgekomen die aangeeft of het betreffende hexagoon mogelijk een randeffect heeft ('randhexagoen') of niet, binnen de situatie.

⁶⁶ https://htmlpreview.github.io/?https://github.com/aerius/IMAER/blob/master/informatiemodel/4.0.2/feature_catalogue_AERIUS.html

Bijlage 18: IMAER - Sector Landbouw

Dit onderdeel is een toelichting op het IMAER informatiemodel voor wat betreft de sector landbouw. Lees Bijlage 34: Emissieberekening stallen voor toelichting hoe de depositie van sector Landbouw berekend wordt.

Voor de broncategorie stalemissies berekent AERIUS de emissies op basis van kenmerken stalsysteem en aantal dierplaatsen (emissieberekening stallen). Gebruik hiervoor in IMAER de klasse FarmlodgingEmissionSource. Voor de bron categorieën mestopslag, beweiding, mestaanwending, glastuinbouw of vuurhaarden/overig wordt de klasse EmissionSource gebruikt. EmissionSource wordt ook gebruikt voor stalemissies als zelf een emissiewaarde wordt opgegeven en die niet op basis van dieren en aantallen door AERIUS berekent wordt. De metadata wordt beschreven in Bijlage 16: Metadata.

EmissionSource

De klasse EmissionSource beschrijft een generieke emissiebron inclusief geometrie. Bij het gebruik van deze klasse rekent AERIUS met de opgegeven waarden. Toelichting op de klasse EmissionSource staat in een aparte bijlage (Bijlage 19: IMAER - Generieke Emissiebronnen). Voor de sector landbouw gelden daarop de volgende aandachtspunten.

- EmissionSourceCharacteristics
 - spread: Spreiding in de emissiehoogte van de emissiebron in meters. Alleen gebruiken bij bronnen met een hoogte. Bij landbouw alleen te gebruiken bij vlakbronnen met een hoogte en niet bij puntbronnen.
 - De overige attributen worden gebruikt zoals in beschreven bij de klasse EmissionSource

FarmlodgingEmissionSource

Dit is een sectorspecifieke klasse om stalemissies door Calculator te laten berekenen op basis van kenmerken stalsysteem en aantal dierplaatsen. Daarbij kan Calculator emissies berekenen op basis van een zelf gedefinieerde stal (CustomFarmLodging) of door het opgegeven van een stalsysteem, hoeveelheid dieren, BWL-code en eventuele extra staltechnieken of voermaatregelen (StandardFarmLodging). Zie ook Bijlage 34: Emissieberekening stallen. Deze klasse beschrijft stalkenmerken inclusief geometrie. In de Feature Catalogue op GitHub⁶⁵ (FarmlodgingEmissionSource) zijn de attributen benoemd, de waarden aangegeven die deze attributen moeten bevatten en is aangegeven of het gebruik van het attribuut verplicht is en of het attribuut meerdere malen gebruikt mag worden.

Bijlage 19: IMAER - Generieke Emissiebronnen

Deze bijlage is een toelichting op het IMAER informatiemodel voor generieke emissiebronnen. Generieke emissiebronnen zijn bronnen waar geen sector-specificieke rekenmethodes worden gebruikt. Hiervoor wordt de klasse EmissionSource gebruikt. Voor de emissiebronnen in deze klasse worden de emissie en kenmerken direct in de GML opgegeven. De ingevoerde waarden worden in Calculator gebruikt voor de berekeningen.

Per sector is het ook mogelijk om emissies te laten berekenen door Calculator op basis van sector specifieke kenmerken. Zie hiervoor de handreiking per sector in de aparte bijlagen. De metadata is in een eigen bijlage beschreven (zie Bijlage 16: Metadata).

EmissionSource

De klasse EmissionSource beschrijft een generiek emissiebron inclusief geometrie.

In de Feature Catalogue op GitHub⁶⁶ zijn de attributen benoemd, de waarden aangegeven die deze attributen moeten bevatten en is aangegeven of het gebruik van het attribuut verplicht is en of het attribuut meerdere malen gebruikt mag worden.

Bijlage 20: IMAER - Sector Mobiele Werktuigen

Deze bijlage mobiele werktuigen is een toelichting op het IMAER informatiemodel voor de sector Mobiele Werktuigen.

Voor het juist gebruik van IMAER in deze sector zijn o.a. volgende keuzen van belang:

- De juiste broncategorie: Landbouw, Bouw en industrie, en Delfstoffenwinning. De broncategorie wordt vastgelegd in de sectorId.
- de gekozen typering van de werktuigen: stageklasse (StandardOffRoadMobileSource)

OffRoadMobileEmissionSource

Deze sectorspecifieke klasse beschrijft een verzameling mobiele werktuigen, inclusief geometrie.

Keuze sectorId

De gebruiker kan kiezen uit 3 broncategorieën. Zie ook Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML. Gebruik voor elke broncategorie de juiste sectorcode in sectorId:

Typering mobiele werktuigen

Kiest de gebruiker voor StandardOffRoadMobileSource dan hanteert Calculator vaste defaultwaarden per sector voor EmissionSourceCharacteristics zoals de hoogte (emissionHeight), spreiding (spread), warmte-inhoud (heatContent) en etmaalvariatie (diurnalVariation). Door de gebruiker ingevulde waarden worden overschreven door Calculator. De emission wordt in dit geval door Calculator berekent op basis van literFuelPerYear, operatingHoursPerYear, literAdBluePerYear en offRoadMobileSourceType.

Bijlage 21: IMAER - Sector Scheepvaart

Dit is een toelichting op het IMAER informatiemodel voor wat betreft de sector scheepvaart. Binnen de sector Scheepvaart maakt AERIUS onderscheid tussen zeeschepen en binnenvaartschepen. Voor zeeschepen wordt de klasse MaritimeShippingEmissionSource (varend schepen: zeeroute en binnengaatse route) en MooringMaritimeShippingEmissionSource (aanlegplaatsen) gebruikt. Voor binnenvaart de klasse InlandShippingEmissionSource (varend binnenschepen) en MooringInlandShippingEmissionSource (aanlegplaats).

MaritimeShippingEmissionSource

Deze sectorspecifieke klasse beschrijft een vaarroute voor zeescheepvaart, inclusief geometrie. De gebruiker kan kiezen om met standaard type schepen te rekenen (StandardMaritimeShipping) en/of een eigen typering (CustomMaritimeShipping) te gebruiken. De berekeningsmethode van de emissie is in beide gevallen hetzelfde. Bij een eigen typering moet de gebruiker eigen bronkemmerken en emissiefactoren opgeven, die bij een standaard type worden opgehaald uit de AERIUS database.

Een InlandRoute (binnengaatse route) kan gekoppeld worden aan aanlegplaatsen. Hierdoor zal een factor (Manoeuvreerfactor) worden toegepast op de berekende emissie.

MooringMaritimeShippingEmissionSource

Deze sectorspecifieke klasse beschrijft de bronkenmerken van zeeschepen ter hoogte van een aanlegplaats.

Algemene toelichting

De klasse wordt gebruikt voor de emissieberekening van de zeeschepen ter hoogte van de aanlegplaats en de vaarroutes van en naar de aanlegplaats. Voor ieder stilstiggend zeeschip moet altijd description, shipsPerYear (aantal bezoeken), averageResidenceTime (verblijftijd) en shorePowerFactor (percentage walstroom) worden opgegeven. De gebruiker kan kiezen om met standaard type schepen (shipType) te rekenen (StandardMooringMaritimeShipping) en/of een eigen typering (CustomMooringMaritimeShipping) te gebruiken. De berekeningsmethode van de emissie is in beide gevallen hetzelfde. Bij een eigen typering moet de gebruiker eigen bronkemmerken en emissiefactoren opgeven, die bij een standaard type worden opgehaald uit de AERIUS database.

InlandShippingEmissionSource

Deze sectorspecifieke klasse beschrijft een vaarroute voor binnenvaart, inclusief geometrie. De gebruiker kan kiezen om met standaard type schepen te rekenen (StandardInlandShipping) en/of een eigen typering (CustomInlandShipping) te gebruiken. De berekeningsmethode van de emissie is in beide gevallen hetzelfde. Bij een eigen typering moet de gebruiker eigen bronkemmerken en

emissiefactoren opgeven, die bij een standaard type worden opgehaald uit de AERIUS database.

Algemene toelichting

Let op! Bij het gebruik van deze klasse is de invoer van de juiste vaarrichting van belang. De vaarrichting wordt bepaald door het intekenen. Het startpunt van de route is A, het eindpunt van de route is B. Lees Bijlage 31: Bepalen stroomrichting in relatie tot vaarrichting binnenvaart.

[MooringInlandShippingEmissionSource](#)

Deze klasse beschrijft een aanlegplaats en vaarroute inclusief geometrie voor binnenvaart, inclusief geometrie.

Algemene toelichting

De klasse MooringInlandShippingEmissionSource wordt gebruikt voor de emissieberekening van stilliggende binnenvaartschepen ter hoogte van de aanlegplaats. Voor ieder stilliggend binnenvaartschip moet altijd description, shipsPerTimeUnit, timeUnit, percentageLaden, averageResidenceTime (verbijftijd) en shorePowerFactor (percentage walstroom) opgegeven worden. De gebruiker kan kiezen om met standaard type schepen (shipType) te rekenen (StandardMooringInlandShipping) en/of een eigen typering (CustomMooringInlandShipping) te gebruiken. De berekeningsmethode van de emissie is in beide gevallen hetzelfde. Bij een eigen typering moet de gebruiker eigen bronkemmerken en emissiefactoren opgeven, die bij een standaard type worden opgehaald uit de AERIUS database

Zie de feature catalogue op Github voor informatie over features⁶⁶.

Bijlage 22: IMAER - Sector Verkeer en Vervoer

Deze bijlage Verkeer en Vervoer is een toelichting op het IMAER informatiemodel voor wat betreft de sector Verkeer en Vervoer. Binnen de sector Verkeer en Vervoer wordt voor het berekenen van emissies en concentratiebijdrage van het wegverkeer een onderscheid gemaakt tussen de rekenmethodieken SRM-2 en SRM-1. Op dit moment is alleen SRM-2 geïmplementeerd in AERIUS Calculator.

IMAER biedt ook de mogelijkheid om netwerken te genereren. Meerdere wegen of wegsegmenten vormen dan samen een netwerk. IMAER gebruikt hiervoor de klasse RoadNetwork die in de vorm van een 'association role' gekoppeld wordt aan SRM-2Road. Op die manier is het mogelijk om meerdere wegsegmenten als één bron te visualiseren. In de AERIUS Calculator applicatie wordt een RoadNetwork bijv. als één bron gevisualiseerd. Dat geldt ook bij het doorrekenen met AERIUS Connect. In de resulterende Bijlage bij berekening wordt het RoadNetwerk als één bron gevisualiseerd i.p.v. elke bron apart. Enkel voor een RoadNetwork is het mogelijk een Bijlage bij Besluit te genereren. Dit biedt dus mogelijkheden om ook in eigen bronapplicaties te implementeren. Daarnaast biedt SRM-2Road de mogelijkheid om gebruik te maken van Dynamic Segmentation of Linear Referencing⁶⁷ (SRM-2LinearReference). Voor gedefinieerde gedeelten van een weg worden dan de waarden die voor de gehele weg gelden overschreven.

SRM-2Road

Deze sectorspecifieke klasse beschrijft een weg als emissiebron, inclusief geometrie. Deze weg wordt gebruikt om emissies volgens SRM-2 door te rekenen. Onder SRM-2 vallen wegen die niet onder SRM-1 vallen, buitenstedelijke wegen en snelwegen.

De methode van emissieberekening is o.a. afhankelijk van typering van het wagenpark dat de gebruiker kiest. Het type wagenpark wordt gedefinieerd in het verplichte attribuut vehicle. De keuze is uit:

- StandardVehicle = standaard (emissieberekening wegverkeer – standaard);
- SpecificVehicle = euroklasse (emissieberekening wegverkeer – euroklasse);
- CustomVehicle = eigen specificatie (emissieberekening wegverkeer – eigen specificatie).

Bij de release van Calculator 2021.1 is bij StandardVehicle het attribuut vehicleType niet meer een enum maar een string. Deze kan gevuld worden vanuit een domeinlijst.

⁶⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_referencing

RoadNetwork

Deze klasse beschrijft een netwerk, waarbij meerdere elementen gegroepeerd kunnen worden.

Het attribuut element is van het type association role. Het geeft aan met welke objecten dit RoadNetwork associaties heeft. In dit geval is dit SRM-2Road. De link wordt gelegd middels een xlink:href. Zie ook Bijlage 14: GML definities. Zie de feature catalogue op Github voor informatie over features⁶⁶ en hoe de waardes gevuld worden.

Bijlage 23: IMAER - Sectoren Industrie, Energie, Wonen en werken, Spoer, Luchtvaart

Deze bijlage over de overige sectoren is een toelichting op het IMAER informatiemodel voor wat betreft de sectoren Energie, Wonen en werken, Industrie, Railverkeer en Luchtverkeer.

Lees de diverse paragrafen over de methodiek in de hoofdtekst paragraaf 3.4 voor toelichting hoe de depositie voor deze sectoren berekend worden. IMAER gebruikt voor deze sectoren de klasse EmissionSource. De ingevulde sectorId bepaalt de defaultwaarden die in emissionSourceCharacteristics worden meegenomen. Zie Bijlage 19: IMAER - Generieke Emissiebronnen voor nadere toelichting over het gebruik van de klasse EmissionSource. Gebruik Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML voor keuze uit de juiste sectoren.

Bijlage 24: IMAER - Termen, afkortingen en schema-presentatie

Toegelicht worden begrippen die gebruikt worden voor de beschrijving van de structuur van het model. Indien relevant is tussen haakjes ook het Engelstalige equivalent gegeven

Termen en definities

applicatieschema (application schema)

informatiemodel dat wordt beschreven en toegepast

attribuut (feature attribute)

kenmerk van een object

attribuutwaarde (value)

waarde die een attribuut aanneemt

domein (domain)

verzameling van waarden die een attribuut kan aannemen.

geo-informatie (geo-information, geographic information)

gegevens met een directe of indirecte referentie naar een plaats op het aardoppervlak

geo-object (geographic feature type or feature class)

abstractie van een fenomeen in de werkelijkheid dat direct of indirect geassocieerd is met een locatie relatief ten opzichte van het aardoppervlak

georeferentie (georeference)

locatie van een ruimtelijk object vastgelegd in een ruimtelijk referentiesysteem

informatiemodel (conceptual model / conceptual schema)

formele definitie van objecten, attributen, relaties en regels in een bepaald domein

interoperabiliteit (interoperability)

mogelijkheid van verschillende autonome, heterogene enheden, systemen of partijen om met elkaar te communiceren en interacteren

instantie (instance of occurrence)

benoemd, identificeerbaar object uit een objectklasse (synoniem: object)

objectklasse (feature class)

verzameling van objecten met dezelfde eigenschappen

metadata (metadata)

gegevens over gegevens

model (model)

abstractie van de werkelijkheid

object

instantie

presentatie (portrayal)

visualisatie van geografische informatie voor mensen

representatie (representation)

inhoudelijk vastleggen van de werkelijkheid

sectormodel

model voor beschrijving van de werkelijkheid binnen het domein van een sectoraal beleidsveld

werkelijkheid (universe of discourse)

beeld van de echte of hypothetische wereld die alles van belang omvat

Afkortingen

ISO International Organization for Standardization

GIS Geografisch Informatie Systeem

GML Geography Markup Language

OGC Open Geospatial Consortium

OMG Object Management Group

UML Unified Modelling Language

XML Extensible Markup Language

Schema-presentatie

Voor het beschrijven van het model wordt gebruik gemaakt van de grafische modelleertaal UML (Unified Modelling Language). UML vindt zijn oorsprong in de objectoriëntatie en is door de Object Management Groep (OMG) ontwikkeld als een standaard voor het beschrijven van objectgeoriënteerde modellen. Het UML klassendiagram is één van de mogelijkheden die UML biedt en wordt gebruikt in de IMAER documentatie.

Bijlage 25: Backwards compatibility

Als bij doorontwikkeling van AERIUS nieuwe of andere mogelijkheden beschikbaar komen, of op andere wijze de benodigde vastlegging van invoergegevens en resultaten verandert of uitgebreid wordt, leidt dat tot veranderingen in de GML en IMAER. Uitgangspunt is dat ook oude GML's op basis van een oudere IMAER versie, ook nog kan importeren voor zover dit redelijkerwijs te ondersteunen is. Dit wordt '*backwards compatibility*' genoemd. Deze bijlage geeft een overzicht van de meest relevante automatische omzettingen bij overgang van IMAER 3 en 4 naar IMAER 5.

Gebouwen (relevant bij omzetting van IMAER 3 naar IMAER 4/5)

In versie IMAER4 wordt een gebouw als aparte entiteit opgeslagen met een eigen geometrie. Het gebouw kan gekoppeld worden aan een emissiepunt. In oudere versies van IMAER werden alleen dimensies (lengte, breedte en hoogte) en oriëntatie van het gebouw opgeslagen als onderdeel van de bronkenmerken van een emissiepunt.

Bij het laden van een oude GML doet de applicatie het volgende:

- Op basis van de lengte, de breedte, de oriëntatie en de coördinaten van het emissiepunt om in een polygoon. Het polygoon heeft de vorm van een rechthoek. Het middelpunt van de polygoon is gelijk aan het middelpunt van de emissiebron uit de GML.
- De hoogte wordt 'as is' overgenomen.
- Het gebouw wordt voorzien van een id en een naam
- In de bronkenmerken van het geladen emissiepunt staat de optie Gebouwinvloed aan en verwijst naar het geladen gebouw.

Mobiele werktuigen (relevant bij omzetting van IMAER 3 naar IMAER 4/5)

Stageklassen

In Calculator2021 is de rekenmethode voor mobiele werktuigen gewijzigd. De emissie van bron wordt bepaald aan de hand van een door de gebruiker opgegeven stageklasse, brandstofverbruik, draaiuren en liters AdBlue. Deze kenmerken worden opgeslagen in IMAER 4. Oudere versies kende een andere rekenmethode voor stageklassen, waarbij brandstofverbruik, uren stationair draaien en cilinderinhoud als invoer werd gebruikt. In IMAER4 is ook het aantal categorieën stageklasse teruggebracht door een aantal klassen samen te voegen. Verder zijn de sectoren Bouw en Industrie en Delfstofwinning samengevoegd tot 1 sector Bouw, Industrie en Delfstofwinning.

Bij het laden van een oude GML doet de applicatie het volgende:

- De geometrie van bron wordt 'as is' overgenomen.
- De sector wordt 'as is' overgenomen als het om de categorie Landbouw gaat en wordt voor de andere sectoren samengevoegd naar de nieuwe categorie.
- De stageklasse wordt automatisch omgezet naar de samengevoegde categorie. De gebruiker krijgt hierover een bericht bij de import.

- De hoogte wordt 'as is' overgenomen.
- Het brandstofverbruik wordt 'as is' overgenomen als het voor de berekening van de emissie nodig is.
- Het aantal draaiuren wordt automatisch berekend uit het brandstofverbruik. Uit typisch gebruik van mobiele werktuigen dit door TNO aangeleverd.
- Het aantal liter AdBlue staat default op nul.
- De gebruiker krijgt een melding om de invoer te controleren

Eigen specificatie

Voor Calculator2021 is de wens om een eigen specificatie op basis van de nieuwe rekenmethode te ontwikkelen. Dat is nog niet gerealiseerd. Oudere versies kende wel een Eigen specificatie op basis van een standaard bron. Via het user interface was het mogelijk om de emissie te kunnen berekenen met behulp van een rekenmachine. Oudere IMAER versies sloegen de emissies en bronnenmerken van de eigen specificatie op. Ook werden de waarden uit de rekenmachine opgeslagen in IMAER, maar deze waarden werden verder niet gebruikt als de gml opnieuw werd ingeladen. De applicatie toont standaard geen eigen specificatie voor mobiele bronnen, maar herkent deze wel als standaard bron als een oude GML wordt ingeladen.

Bij het laden van een oude GML doet de applicatie het volgende:

- De geometrie van bron wordt 'as is' overgenomen.
- De sector wordt 'as is' overgenomen als het om de categorieën Landbouw en Consumenten gaat en wordt voor de andere sectoren samengevoegd naar de nieuwe categorie.
- De emissies en bronnenmerken worden 'as is' overgenomen.
- De gegevens in de rekenmachine worden niet overgenomen.
- Subbronnen met een eigen specificatie worden gesplitst in eigen bronnen
- De naam van de bron wordt samengesteld uit de sectorgroep, naam van de bron en de beschrijving van de subbron uit de oude GML

Type situatie (relevant bij omzetting van IMAER 3 naar IMAER 4/5)

In versie IMAER4 heeft een situatie een situatie type (REFERENCE, PROPOSED, NETTING, TEMPORARY) opgeslagen in de SituationMetadata. Dit type is belangrijk bij combinatieberekeningen. Oudere versies van IMAER kent dit type niet. Als oude GML's via het startscherm worden geladen, wordt er default een situatietype ingevuld. Deze is altijd nog aan te passen.

Bij het laden van een oude bestanden via het startscherm doet de applicatie het volgende:

- Als een bestand met 1 GML wordt geladen wordt het resultaattype default op PROPOSED (beoogd) gezet.
- Als een bestand met 2 GML's wordt geladen wordt het resultaattype van de eerste GML op REFERENCE (referentie) en van de tweede GML op PROPOSED (beoogd) gezet.

Scheepvaart (relevant bij omzetting van IMAER 3 naar IMAER 4/5)

In oudere IMAER versies heeft een aanlegplaats bij zowel zeescheepvaart en binnenvaart een geneste structuur. De brongeometrie is de locatie van de aanlegplaats met daarbinnen informatie van vaarroutes van en naar de aanlegplaats. In IMAER4 wordt deze geneste structuur ontkoppeld. De aanlegplaats en de vaarroutes worden aparte bronnen. Het aantal bronnen neemt toe. De ontkoppeling heeft ook consequenties voor de informatie, die voor een aanlegplaats moet worden ingevuld. Tevens is er vanaf Calculator2021 de mogelijkheid om het percentage walstroom op te geven.

Bij het laden van een oude bestanden via het startscherm doet de applicatie het volgende:

Bron Aanlegplaats binnenvaart in oude GML's

- De bron aanlegplaats binnenvaart wordt ontkoppeld in bron aanlegplaats binnenvaart en vaaroute(s) binnenvaart.
- De sector bij de bron aanlegplaats wordt 'as is' overgenomen
- De brongeometrie uit het oude bestand wordt 'as is' overgenomen naar de aanlegplaats in Calculator2021.
- Alle subbronnen worden overgenomen
- Het type binnenvaart schip wordt 'as is' overgenomen.
- De eenheid 'periode' met het langste tijdvak, zoals opgegeven bij de aankomende en vertrekkende schepen, wordt overgenomen als eenheid.
- Het aantal bezoeken aan de aanlegplaats per scheepstype wordt eerst omgerekend naar de eenheid met het langste tijdvak en vervolgens berekend door
$$\left[\sum_{\text{aantal aankomende schepen alle routes naar aanlegplaats}} + \sum_{\text{aantal vertrekkende schepen alle routes naar aanlegplaats}} \right] / 2$$
- De verblijftijd bij de aanlegplaats wordt 'as is' overgenomen.
- De belading van de schepen per scheepstype, die de aanlegplaats bezoeken wordt berekend door
$$\left[\sum_{\text{belading aankomende schepen}} * \text{aantal aankomende schepen} \right] / \text{alle aankomende routes} + \left[\sum_{\text{aantal vertrekkende schepen alle vaarroutes naar de aanlegplaats}} / \text{alle vertrekende routes} \right] / \text{totaal aantal schepen}$$
- De walstroomfactor wordt standaard op 0% gezet
- De geneste vaarroutes worden als aparte bron opgeslagen onder de sector vaaroute binnenvaart.
- De vaarroutes worden voorzien van een id
- De vaarroutes krijgen de naam 'naam aanlegplaats; route n', waarbij n de n_ste geneste vaaroute bij de aanleg plaats in de oude GML is.
- De geometrie van de geneste vaaroute wordt overgenomen, waarbij het beginpunt A start bij de aanlegplaats en het eindpunt van de lijn B is.
- Het vaarwater wordt 'as is' overgenomen

- De aankomende schepen en de vertrekkende schepen over een vaarroute worden per scheepstype als twee aparte subbronnen opgeslagen onder de vaarroute
- De naam van de subbronnen is per scheepstype gelijk aan de opgegeven naam in de GML
- Subbron gezien vanuit vertrekkende schepen per scheepstype in de oude GML:
 - het aantal schepen van A naar B over de vaaroute wordt 'as is' overgenomen van de vertrekkende schepen over de vaaroute vanaf de aanlegplaats. Het aantal schepen van B naar A over de vaaroute staat op 0.
 - De belading van de schepen van A naar B wordt 'as is' overgenomen. De belading van B naar A over de vaaroute staat op 0.
- Subbron gezien vanuit aankomende schepen in de oude GML:
 - Het aantal schepen van B naar A over de vaaroute wordt 'as is' overgenomen van het aankomende schepen over de vaaroute naar de aanlegplaats. Het aantal schepen van A naar B over de vaaroute staat op 0.
 - De belading van de schepen van B naar A wordt 'as is' overgenomen. De belading van A naar B over de vaaroute staat op 0.
- De eenheid 'schepen per tijdseenheid' wordt overgenomen uit de eenheid, zoals opgegeven bij de aankomende en vertrekkende schepen.

Bron Aanlegplaats zeescheepvaart in oude GML's

- De bron aanlegplaats zeescheepvaart wordt opgesplitst in bron aanlegplaats zeescheepvaart, binnengaatse route en wanneer aanwezig zeeroute(s)
- De sector bij de bron aanlegplaats wordt 'as is' overgenomen
- De brongeometrie uit het oude bestand wordt 'as is' overgenomen naar de aanlegplaats in Calculator2021.
- Alle subbronnen worden overgenomen
- Het type zeeschip schip wordt 'as is' overgenomen.
- Het aantal bezoeken aan de aanlegplaats per scheepstype wordt 'as is' overgenomen.
- De eenheid 'schepen per tijdseenheid' wordt 'as is' overgenomen.
- De verblijftijd bij de aanlegplaats wordt 'as is' overgenomen.
- De walstroomfactor wordt standaard op 0% gezet
- De geneste binnengaatse route worden als aparte bron opgeslagen onder de sector binnengaatse route zeescheepvaart.
- De binnengaatse route wordt voorzien van een id
- De binnengaatse route krijgt de naam 'naam aanlegplaats; route 1'.
- De geometrie van de geneste binnengaatse route wordt overgenomen, waarbij het beginpunt A start bij de aanlegplaats en het eindpunt van de lijn B is.

- De subbronnen bij de aanlegplaats zijn ook aanwezig in de binnengaatse route
- De naam van de subbronnen is per scheepstype gelijk aan de opgegeven naam van de subbronnen van de aanlegplaats in de GML.
- De vaarbewegingen over de binnengaatse route per scheepstype (subbron) is het aantal bezoeken maal 2
- In de applicatie heeft de binnengaatse route een blok Aanlegplaats(en) gekregen met de aanlegplaats gekoppeld aan punt A.
- De aanwezige geneste zeeroutes worden als aparte bron opgeslagen onder de sector binnengaatse route zeescheepvaart.
- De zeeroutes worden voorzien van een id
- De zeeroutes krijgen de naam ‘; route n’, waarbij n de n_ste geneste vaarroute bij de aanleg plaats in de oude GML is.
- De geometrie van de geneste zeeroutes worden overgenomen, waarbij het beginpunt A start bij de aanlegplaats en het eindpunt van de lijn B is.
- De subbronnen aanwezig onder een zeeroute worden overgenomen
- De naam van de subbronnen is per scheepstype gelijk aan de opgegeven naam van de subbronnen van de aanlegplaats in de GML
- De vaarbewegingen over de zeeroute per scheepstype wordt ‘as is’ overgenomen.

Wegverkeer (relevant bij omzetting van IMAER 3 naar IMAER 4)

In versie IMAER4 kan de rijrichting (TrafficDirection: BOTH, A_TO_B, B_TO_A) bij een wegverkeerbron worden opgegeven (opgeslagen onder RoadEmissionSource). Deze parameter heeft geen invloed op de berekening.

Oudere versies van IMAER kent dit type niet. Als oude GML's via het startscherm worden geladen, wordt er default een rijrichting ingevuld. Deze is altijd nog aan te passen.

Bij het laden van een oude bestanden via het startscherm doet de applicatie het volgende:

- Als een bestand wordt geladen wordt de rijrichting default op Both (Beide richtingen) gezet.

Wegverkeer (relevant bij omzetting van IMAER 4 naar IMAER 5)

In versie IMAER5 is er geen onderscheid meer tussen verschillende sectoren binnen de sectorgroep Wegverkeer, en krijgen alle wegverkeer bronnen sectorcode 3100 (wegverkeer). Je hoeft als gebruiker ook geen sector meer te kiezen. De directe koppeling tussen sector en wegtype is namelijk vervangen door een nieuw attribuut ‘roadType’. Als gebruiker zie je dit in de applicatie terug als nieuwe dropdown ‘wegtype’, waar je de wegtypen kan kiezen die voorheen een ‘sector’ waren (snelweg, buitenweg of binnen bebouwde kom (doorstromend)). Bij het importeren van een oude GML, zal de sector automatisch worden omgezet naar wegtype. Inhoudelijk verandert er helemaal niets en de rekenresultaten zullen gelijk blijven.

Plan Wegverkeer (relevant bij omzetting van IMAER 3 naar IMAER 4/5)

In AERIUS Calculator 2021 is Plan niet meer opgenomen als sector. Oude bestanden die de sector plan bevatten worden bij inladen in AERIUS Calculator 2021 omgezet naar de sector Anders, waarbij de emissiefactoren en bronkenmerken uit het oude bestand worden overgenomen.

Bijlage 26: Rekenen met AERIUS in de jaren 2031 t/m 2035

Samenvatting

Voorgestelde modeldata

Tot dusverre biedt AERIUS Calculator de mogelijkheid om depositiebijdragen van wegverkeer te berekenen voor de zichtjaren tot en met 2030. In AERIUS Calculator 2021 is dit uitgebreid met de zichtjaren 2031 tot en met 2035.

Om berekeningen met AERIUS Calculator 2021 voor de jaren 2031 t/m 2035 mogelijk te maken heeft het RIVM, op verzoek van de Stuurgroep AERIUS, een voorstel gedaan voor een zo goed mogelijke invulling van de benodigde (generieke) gegevens, zoals de emissiefactoren wegverkeer en achtergrondconcentraties. Het basisprincipe hierbij is zo veel mogelijk uit te gaan op basis van gerefereerde bronnen een beste schatting gemaakt, en indien dat niet mogelijk een hoge inschatting. De stuurgroep AERIUS heeft dit voorstel geacordeerd.

In AERIUS Calculator is voor de zichtjaren 2031-2035 uitgegaan van de volgende gegevens en technische uitgangspunten:

- emissiefactoren werkveer: WLO-Laag scenario, interpolatie tussen 2030 en 2035
- O₃ achtergrondkaart (SRM-2): De trend tussen 2025 en 2030 wordt doorgetrokken naar 2035
- NH₃ achtergrondkaart (SRM-2): Gelijk aan 2030
- OPS interne achtergrond en depositiesnelheid: Gelijk aan 2030
- Meteorologische data: zelfde als andere jaren: meerjarige meteorologie 2005-2014

Deze gegevens en uitgangspunten worden in deze notitie onderbouwd. De voorgestelde data zijn volgens het RIVM goed te gebruiken als "beste schatting" voor berekeningen voor wegverkeer met AERIUS voor jaren 2031 t/m 2035.

Gevoeligheidsanalyse

Om te schetsen wat het effect is van de verschillende uitgangspunten op de berekende depositie met AERIUS Calculator is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

- 1) De WLO-laag emissiefactoren zijn 10-25% hoger dan de WLO-hoog emissiefactoren. De beste schatting is het gemiddelde van WLO-laag en WLO-hoog. De keuze voor WLO-laag zal naar verwachting tot een overschatting van de bijdrage van wegverkeer leiden, variërend van 5 tot 10%.

- 2) Wanneer de verandering in O₃ concentraties tussen 2030 en 2035 100% hoger is dan wat nu is ingeschat, dan neemt de NO_y depositiebijdrage van wegverkeer met 1,3% toe (in 2030), en wanneer de verandering in O₃ concentraties tussen 2030 en 2035 100% lager is dan wat nu is ingeschat, dan neemt de NO_y depositiebijdrage van wegverkeer met 3,2% af (in 2030). Het betreft hier dus alleen de NO_y bijdrage in de totale depositiebijdragen van wegverkeer: de NH₃ depositiebijdrage van wegverkeer wijzigt niet bij veranderingen in de ozon achtergrondconcentratie. De gevoelighed in de totale depositiebijdrage (NO_y en NH₃) is ruwweg de helft van de aangegeven percentages.
- 3) Bij daling van de NH₃ achtergrond zal de projectbijdrage aan de NH_x depositie stijgen. Bij een daling van de achtergrond van bijvoorbeeld 30%, ten gevolge van aanvullend beleid, zal deze stijging 24% op 100m van de weg en 19% op 1km van de weg bedragen. De bijdrage aan de NO_y depositie verandert niet ten gevolge van veranderingen in de NH₃ achtergrond. Het effect op de totale depositiebijdrage is ruwweg de helft van de aangegeven percentages.

Hierbij wordt opgemerkt dat de 30% daling van de NH₃ achtergrond enkel dient ter indicatie van een mogelijke sterke daling ten gevolge van aanvullend beleid, zoals de stikstofwet. Bij een kleinere daling van de achtergrond is de stijging van de projectbijdrage ook kleiner.

1. Inleiding

In AERIUS Calculator versie 2021⁶⁸ zijn aanpassingen doorgevoerd zodat berekeningen van de depositiebijdrage van wegverkeer ook kunnen worden uitgevoerd in de jaren 2031 tot en met 2035. In de huidige AERIUS Calculator kan tot en met zichtjaar 2030 gerekend worden. Voor toestemmingsverlening kan behoefte zijn aan een berekening na 2030. Voor grotere projecten (waarover de komende jaren besluitvorming plaatsvindt) geldt dat realisatie na 2030 is voorzien. Hierbij is het gewenst en nodig om de depositiebijdragen van wegverkeer ook te kunnen berekenen in jaren na 2030.

Op verzoek van de Stuurgroep AERIUS heeft het RIVM een voorstel gedaan voor zo goed mogelijke invulling van de ontbrekende gegevens voor een berekening voor jaren tussen 2030 en 2035. Hierbij is gebruik gemaakt van gerefereerde bronnen en is een beste schatting gemaakt van achtergrondkaarten en is een conservatieve keuze gemaakt voor de te hanteren emissiefactoren (hoge emissie). De stuurgroep AERIUS heeft dit voorstel geaccordeerd op ..

⁶⁸ Waar Calculator genoemd wordt, wordt eveneens de Connect API bedoeld

Om met AERIUS Calculator berekeningen uit te kunnen voeren voor zichtjaren 2031 tot en met 2035 is de volgende modedata aan AERIUS Calculator toegevoegd:

1. Emissiefactoren wegverkeer
2. GCN achtergrondconcentraties ozon en ammoniak
3. OPS interne achtergrondkaarten en EMEP conversiekaarten
4. OPS effectieve depositiesnelheden (en correctiefactoren) voor SRM-2⁶⁹
5. Meteorologische gegevens.

Voor de **emissiefactoren** en **GCN kaarten** voor de jaren tot en met 2030 wordt gebruik gemaakt van de gegevens die jaarlijks beschikbaar gesteld worden in het kader van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit, aangevuld met de gegevens voor NH₃. De gepubliceerde gegevens hebben betrekking op de jaren tot en met 2030. Voor de jaren 2031-2035 kan daarom niet worden aangesloten op deze publicatie en is daarom, ten behoeve van de aanpassing in AERIUS Calculator 2021, een aanvullende set gegevens opgesteld. In deze notitie zijn de uitgangspunten en aanpak die daarbij zijn gehanteerd beschreven.

Voor de gegevens voor de periode 2031-2035 zal naar verwachting over enkele jaren gebruik kunnen worden gemaakt van de set gegevens die jaarlijks wordt gepubliceerd. In 2022 is een actualisatie van de emissieraming voor luchtverontreinigende stoffen door PBL voorzien, waarin ook ramingen zijn opgenomen voor de jaren na 2030. Op basis hiervan zullen dan naar verwachting emissiefactoren wegverkeer en GCN kaarten worden vastgesteld en gepubliceerd. Bij de eerstvolgende actualisatie kunnen deze worden overgenomen in AERIUS Calculator (2023 naar verwachting). Tot die tijd zal op de emissiefactoren en GCN kaarten voor 2031..2035 een disclaimer rusten. Deze notitie beschrijft ook de uitgangspunten en aanpak om te komen tot de OPS interne achtergrondkaarten, EMEP conversiekaarten, de effectieve depositiesnelheden voor SRM-2 en de meteorologische gegevens.

De berekeningen voor 2031-2035 zijn niet worst-case, maar een beste schatting, gegeven de beschikbare informatie voor deze jaren.

Wanneer de modedata voor deze jaren via de reguliere methodes wordt ingevuld, kunnen de gehanteerde cijfers meer afwijken dan gebruikelijk is bij de actualisatie van emissiefactoren en achtergrondkaarten. Dit komt doordat in deze methoden andere en gedetailleerdere inzichten worden toegepast.

2. Toepassing van de modedata in een AERIUS Calculator berekening

Een korte toelichting op de rekenwijze van AERIUS Calculator wordt gegeven en tevens een overzicht van waar welke modedata toegepast wordt.

69 SRM-2 inclusief de voor AERIUS -natuur benodigde depletie en depositie berekening

Rekenwijze AERIUS Calculator

AERIUS Calculator berekent de depositiebijdrages van ingevoerde bronnen met OPS of SRM-2+. In een SRM-2+ berekening wordt de concentratiebijdrage berekend met SRM-2 en volgt de depositie uit vermenigvuldiging met een effectieve depositiesnelheid en brondepletie. Deze zijn -van te voren - berekend met OPS. De keuze voor OPS of SRM-2+ hangt af van de emissiebron. De bijdrage van wegverkeer wordt in AERIUS Calculator berekend met SRM-2+. De bijdrage van de emissiebronnen in de overige sectoren wordt met OPS berekend.

Toepassing modeldata

1. Emissiefactoren wegverkeer

De emissiefactoren NOX, NO2 en NH3 worden toegepast in de emissieberekening. Het resultaat hiervan wordt toegepast in de verspreidingsberekening met SRM-2+.

2. GCN achtergrondconcentraties ozon en ammoniak

De GCN achtergrondconcentratie wordt alleen toegepast in de SRM-2+ berekening:

- De ozon (O_3) concentratie wordt gebruikt in de NO_2 concentratiebijdrage berekening
- De ammoniak concentratie wordt gebruikt in de berekening van de depletie van de NH_3 concentratiebijdrage.

3. OPS interne achtergrondkaarten en EMEP conversiekaarten

Op basis van de OPS achtergrondkaarten wordt onder andere gewogen depositiesnelheid van NO_y en het compensatiepunt (en de re-emissie) van NH_3 bepaald. De EMEP conversiekaarten zijn nodig voor het berekenen van de hoeveelheid stikstofhoudend aerosol. Hierdoor zijn ze van invloed op de depositiebijdrage, berekend met OPS.

4. OPS effectieve depositiesnelheden (en correctiefactoren) voor SRM-2+

Vanwege punt 3 zijn ook de effectieve depositiesnelheid en brondepletie die toegepast worden in de SRM-2+ berekening afhankelijk van de OPS interne achtergrondkaarten en EMEP conversiekaarten.

5. Meteorologische gegevens.

Voor een AERIUS Calculator berekening zijn meteorologische gegevens nodig. Standaard wordt hier gekozen voor meerjarige meteorologie (2005-2014). Voor de SRM-2+ berekening zijn dit dezelfde gegevens als bij een SRM-2 berekening. Deze worden ontsloten via de [preSRM-tool](#). In OPS wordt meteorologische data in ander, uitgebreider formaat gebruikt.

3. Beschrijving modeldata 2031-2035 in AERIUS Calculator 2021

3.1 Emissiefactoren wegverkeer

3.1.1 Invloed op depositie in AERIUS

AERIUS maakt gebruik van emissiefactoren voor NH_3 , NO_x en NO_2 om de emissie van wegverkeer en de daaruit volgende depositiebijdrage te berekenen.

3.1.2 Voorstel emissiefactoren tussen 2030 en 2035 en gevoeligheidsanalyse

De emissiefactoren wegverkeer voor 2035 zijn samengesteld door TNO op basis van het WLO (Welvaart en Leefomgeving) scenario [1]. In de WLO scenario's wordt WLO-laag en WLO-hoog onderscheiden. Voor AERIUS Calculator is gekozen om de emissiefactoren uit het WLO-Laag scenario te hanteren voor 2035. Hierin is -onder andere- de instroom van elektrische voertuigen laag geraamd en de emissiefactoren zijn derhalve relatief hoog. Bij de keuze uit de twee scenario's is gekozen voor het scenario met de hoogste emissiefactoren die daarmee, ten opzichte van WLO-hoog, leiden tot hogere berekende depositiebijdragen van wegverkeer. De voor AERIUS Calculator relevante emissiefactoren (NO_x , NO_x en NH_3) zijn getoond in Bijlage 1 van deze bijlage. De verschillen tussen de WLO-laag en WLO-hoog scenario emissiefactoren zijn per stof:

- NH_3 : WLO-laag 10% tot 35% hoger dan WLO-hoog.
- NO_x : WLO-laag 10% tot 25% hoger dan WLO-hoog.
- NO_2 : WLO-laag 10% tot 20% hoger dan WLO-hoog.

De grootste verschillen zijn zichtbaar op de snelwegen.

De belangrijkste verschillen tussen de WLO -laag emissiefactoren in 2035 en de 2030 emissiefactoren (KEV 2020, levering 15 maart 2021) zijn per stof:

- NH_3 : weinig verschil bij de meeste categorieën, behalve middelzware vracht. Hier vinden stijgingen plaats van meestal 10% tot 20% en maximaal 80%.
- NO_x : Dalingen tot 30% bij licht wegverkeer, 15% daling bij middelzwaar verkeer en dalingen van enkele procenten bij zwaar verkeer. Uitzondering is middelzwaar verkeer op de snelweg in de file. Hier treedt een stijging op van 35%.
- NO_2 : Dalingen voor alle categorieën tot 40%. Per categorie kan dit echter sterk verschillen.

3.1.3 Werkwijze voor opname in AERIUS calculator

De WLO-laag emissiefactoren voor 2035 worden overgenomen in AERIUS Calculator. De emissiefactoren voor de jaren tussen 2030 en 2035 worden hierbij lineair geïnterpolateerd. Dit is in lijn met de wijze waarop de emissiefactoren in de tussenliggende jaren tot 2030 bepaald zijn. De emissiefactoren voor de jaren 2031-2034 het resultaat zijn van lineaire interpolatie tussen de waarden voor 2030 (KEV) en 2035 (WLO Laag).

3.1.4 Actualisatie emissiefactoren

De emissiefactoren voor de toekomstjaren tot 2030 zijn gebaseerd op het gedetailleerdere KEV scenario. Wanneer cijfers voor 2035 beschikbaar komen vanuit het KEV scenario kan de actualisatie van emissiefactoren voor een verschil zorgen omdat een ander basisscenario wordt gehanteerd. Hierbij wordt opgemerkt dat er jaarlijks sowieso wijzigingen zijn in de emissiefactoren ten

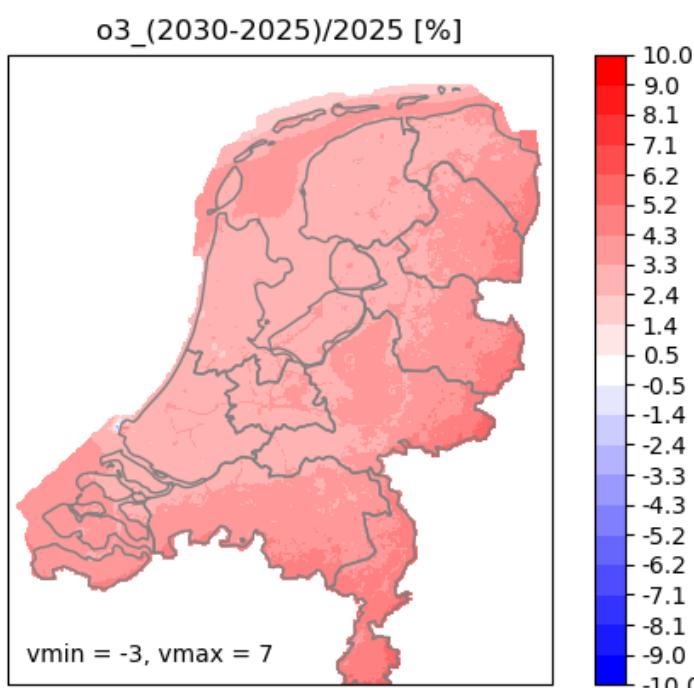
gevolge van nieuwe inzichten, concretisering en uitwerking van beleidsmaatregelen. Echter, betreft het voor deze emissiefactoren dan een wijziging van basisgegevens en uitgangspunten.

3.2 Achtergrondconcentratie ozon voor SRM-2

3.2.1 Invloed op depositie in AERIUS

De ozon (O_3) concentratie wordt in AERIUS Calculator gebruikt om de SRM-2 stikstofdioxide (NO_2) concentratie bijdrage te berekenen. Hieruit wordt de depositiebijdrage aan geoxideerd stikstof (NO_y) berekend. Een hogere O_3 betekent bijvoorbeeld dat eenzelfde hoeveelheid NO_x emissies leidt tot een hogere depositiebijdrager van NO_y . De O_3 concentraties zijn alleen relevant voor de berekening van de depositiebijdrage van wegverkeer met SRM-2 in AERIUS Calculator. In de bijdrages die AERIUS Calculator berekent voor andere sectoren met het OPS model wordt deze ozonkaart niet gebruikt.

De trend van de O_3 achtergrond boven Nederland is stijgend. Volgens de ozon concentratiekaarten die in maart 2021 beschikbaar zijn gesteld is deze in de periode tussen 2025 en 2030 gemiddeld over Nederland 1% per jaar. Dit komt overeen met gemiddeld 0.5 ug/m³ per jaar. In Figuur 40 is het ruimtelijke beeld van deze trend getoond. De voornaamste oorzaak van de stijging is de daling van de NO_x emissie in Nederland. Meer toelichting hierop is te vinden in de GCN2021 rapportage.



Figuur 40: Het procentuele verschil in de O_3 concentratie tussen 2025 en 2030. Over deze periode is het verschil gemiddeld over Nederland 5%. Alleen op de Tweede Maasvlakte daalt de verwachte O_3 concentratie in deze periode, ten gevolge van toenemende NO_x emissie.

3.2.2 Voorstel O₃ concentratie tussen 2030 en 2035 en resultaat gevoeligheidsanalyse

Gegeven de geringe verandering in de Europese trend rond 2030 [2] en de invloed van de Europese op de Nederlandse trend [3], ligt het in de lijn van de verwachting dat de Nederlandse trend niet heel veel zal veranderen rond 2030. Dat de trend weinig verandert betekent dat de stijging van de concentratie, getoond in Figuur 1 zich, naar verwachting, voort zal zetten tot 2035. Om die reden zijn de O₃ concentraties in 2030 (vastgesteld per vierkante kilometer) op basis van de trend in de periode 2025-2030 in de betreffende vierkante kilometer opgehoogd om te komen tot de O₃ concentratiekaarten voor 2031 t/m 2035.

Wanneer de aangenomen trend 100% te laag of te hoog zou zijn, dan is de resulterende NO_y depositie, ten gevolge van de veranderde NO₂ concentratie, respectievelijk 1.3% te laag of 3.2% te hoog. Dit percentuele verschil hangt niet af van de afstand tot de weg.

De motivatie voor de voorgestelde O₃ concentratie, verdere toelichting op de gevoeligheidsanalyse en de wijze van implementatie in AERIUS zijn gegeven in Bijlage 2 van deze bijlage.

3.3 Achtergrondconcentratie NH₃

3.3.1 Invloed op depositie in AERIUS

De GCN ammoniak (NH₃) achtergrondconcentratie wordt in AERIUS gebruikt in de berekening van de depletie van de SRM-2+ bijdrage. Hiermee is deze kaart alleen van invloed op de NH_x depositiebijdrage van wegverkeer. De depletiefactor is jaar- en locatie afhankelijk. Verdere beschrijving hiervan is gegeven in de beschrijving van de SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator [5].

Hoe lager de werkelijke GCN achtergrondconcentratie van NH₃ is, hoe meer depletie optreedt. Dit effect werkt verlagend op de depositiebijdrage aan NH_x. De trend van ammoniak richting de toekomst is tot 2030 dalend. Tussen 2025 en 2030 is de trend -2% per jaar, gemiddeld over Nederland.

3.3.2 Voorstel NH₃ concentratie tussen 2030 en 2035 en resultaat gevoeligheidsanalyse

Het grootste deel van de NH₃ concentratie is het gevolg van emissie van de Nederlandse landbouw. Op basis van de verwachte stagnatie van de reductie van de Nederlandse landbouw emissie [6] is de aanname dat de NH₃ achtergrondconcentratie van 2030 tot 2035 niet zal veranderen verdedigbaar en wordt als zodanig voorgesteld. Gegeven de hoge, maar nog niet in scenario's uitgewerkte, ambitie van de stikstofwet en het niet bekende verloop van de overige bijdragen na 2030, Is de kans op daling van de NH₃ concentratie na 2030 reëel. Om deze reden is eveneens gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

In de gevoelighedsanalyse is de NH₃ achtergrond gevarieerd, met de trend over 2025-2030 als maat van de onzekerheid. Hieruit volgt dat gemiddeld tussen de 0.1% en 0.4% en maximaal tussen 1.4% en 8.9% minder depositie projectbijdrage optreedt, ten gevolge van de veranderde depletie. Stijgingen ontstaan doordat er in de periode 2025-2030 ook gebieden (langs de rijkswegen in het westen van het land) zijn waar de NH₃ achtergrond stijgt.

De gemiddelde NH₃ achtergrond in 2030 6.4 ug/m³. Stel dat hier, ten gevolge van aanvullende maatregelen, 30% vanaf zou gaan, dan is de gemiddelde daling van de NH₃ achtergrond tussen 2030 en 2035 1.9 ug/m³. De daling in de NH_x bijdrage zou dan 1% zijn op 100m en 6% op 1 km van weg.

De motivatie voor de voorgestelde NH₃ concentratie, verdere toelichting op de gevoelighedsanalyse en de wijze van implementatie in AERIUS zijn gegeven in Bijlage 3 van deze bijlage.

3.4 OPS achtergrond, EMEP conversiefactoren depositiesnelheid (vdeff)

3.4.1 Invloed op depositie in AERIUS

Het OPS model zelf maakt ook gebruik van een NH₃ achtergrond kaart. Dit is echter geen GCN achtergrond kaart, maar een zogenaamde OPS interne achtergrond kaart. Meer informatie hierover is gegeven in de OPS handleiding [7], tabel 7, pagina 109. Op basis van deze kaart wordt het compensatiepunt (en de re-emissie) van NH₃ bepaald. Daarnaast wordt met de NO_x OPS achtergrond kaarten de gewogen depositiesnelheid van NO_y bepaald. De EMEP conversiekaarten zijn nodig voor het berekenen van de hoeveelheid stikstofhoudend aerosol. Hierdoor zijn ze van invloed op de depositiebijdrage. Tenslotte wordt de effectieve depositiesnelheid (vdeff), berekend met OPS. De SRM-2+ depositie volgt uit het product van SRM-2 concentratie en vdeff. De vdeff en SRM-2+ depositie zijn daardoor mede-afhankelijk van de interne OPS achtergronden en EMEP conversiekaarten.

3.4.2 Voorstel interne achtergrondkaarten, VDeff en gevoelighedsanalyse

Voor de toekomstjaren 2021 tot en met 2030 hanteert OPS dezelfde achtergrondkaart en EMEP conversiekaarten. Voorgesteld wordt deze kaarten ook toe te passen in berekeningen voor 2031 t/m 2035. Deze werkwijze sluit aan bij hoe op dit moment in OPS achtergrondkaarten worden toegepast voor toekomstige jaren.

In AERIUS Calculator wordt de effectieve depositie snelheid bepaald voor een toekomstjaar. De vdeff is hierdoor voor alle toekomst jaren van 2021 tot en met 2030 gelijk; immers, de OPS berekening zal hetzelfde resultaat geven. In lijn hiermee rekent AERIUS Calculator 2021 ook in 2031 tot en met 2035 met dezelfde vdeff als in de jaren 2021 tot en met 2030.

Bij dit voorstel is eveneens gevoelighedsanalyse uitgevoerd. Hieruit blijkt dat bij een verandering in de OPS NH₃ achtergrond, volgens de trend over 2025-2030, gemiddeld 1.6% en maximaal 36% meer projectbijdrage optreedt, ten gevolge van de verandering van vdeff. De dalingen ontstaan doordat er in de periode 2025-2030 ook gebieden (langs de rijkswegen in het westen van het land) gebieden zijn waar de NH₃ achtergrond stijgt.

De gemiddelde NH₃ achtergrond in 2030 is 6.4 ug/m³. Stel dat hier, ten gevolge van aanvullende maatregelen, 30% vanaf zou gaan, dan is de gemiddelde daling van de NH₃ achtergrond 1.9 ug/m³. De stijging in de NH_x bijdrage is dan gemiddeld 25%.

3.5 Netto effect NH₃ achtergrond

Het netto effect op de NH_x depositiebijdrage is het resultaat van de veranderde depletie en

veranderde depositesnelheid. Bij daling van de NH₃ achtergrond met 30% zal de bijdrage aan de NH_x depositie netto stijgen met 24% op 100m van de weg en 19% op een km afstand van de weg.

Verdere toelichting op deze gevoelighedsanalyse is gegeven in bijlage 2 van deze bijlage. Ruwweg kan gesteld worden dat nabij een verkeersweg de helft van de depositiebijdrage uit NH_x bestaat. De stijging van de totale depositie is daarmee 12% op 100m van de weg en 9% op een km afstand van de weg. Op grotere afstand zal de stijging kleiner zijn.

3.6 Meteorologische gegevens

In alle AERIUS berekeningen wordt standaard gerekend met meerjarige meteorologische gegevens. Dit wordt gedaan omdat er geen meteorologische metingen zijn voor toekomstige jaren, en een meerjarig gemiddelde de beste schatting is voor een toekomstig jaar. In AERIUS Calculator wordt gerekend met meteodata over de periode 2005..2014. Dit zal ook gedaan worden in de berekening voor de jaren 2031 tot en met 2035.

4. Toelichting bij gegevens

Omdat de gebruikte gegevens voor de berekeningen in de periode na 2030 anders en vereenvoudigd zijn vastgesteld dan de reguliere gegevens voor de periode tot 2030 wordt bij de gegevens onderstaande toelichting geplaatst. De achtergrondkaarten met concentraties O₃ en NH₃ zijn via preSRM 2.102 beschikbaar gesteld. De toelichting op de achtergrondkaarten wordt bij deze versie van preSRM geplaatst, en onderstaande toelichting wordt ook onderdeel van de AERIUS documentatie en release notes voor AERIUS Calculator 2021.

Emissiefactoren

De emissiefactoren voor 2031 tot en 2035 zijn gebaseerd op het WLO-laag scenario, dit betreft een laag-economisch scenario en is daarmee een hoge inschatting van de emissiefactoren. Wanneer in de toekomst de emissiefactoren

voor jaren na 2030 gebaseerd zullen worden op een KEV scenario, waarin meer beleidsmaatregelen zijn verdisconteerd, dan zal dit mogelijk leiden tot andere inzichten.

Achtergrond

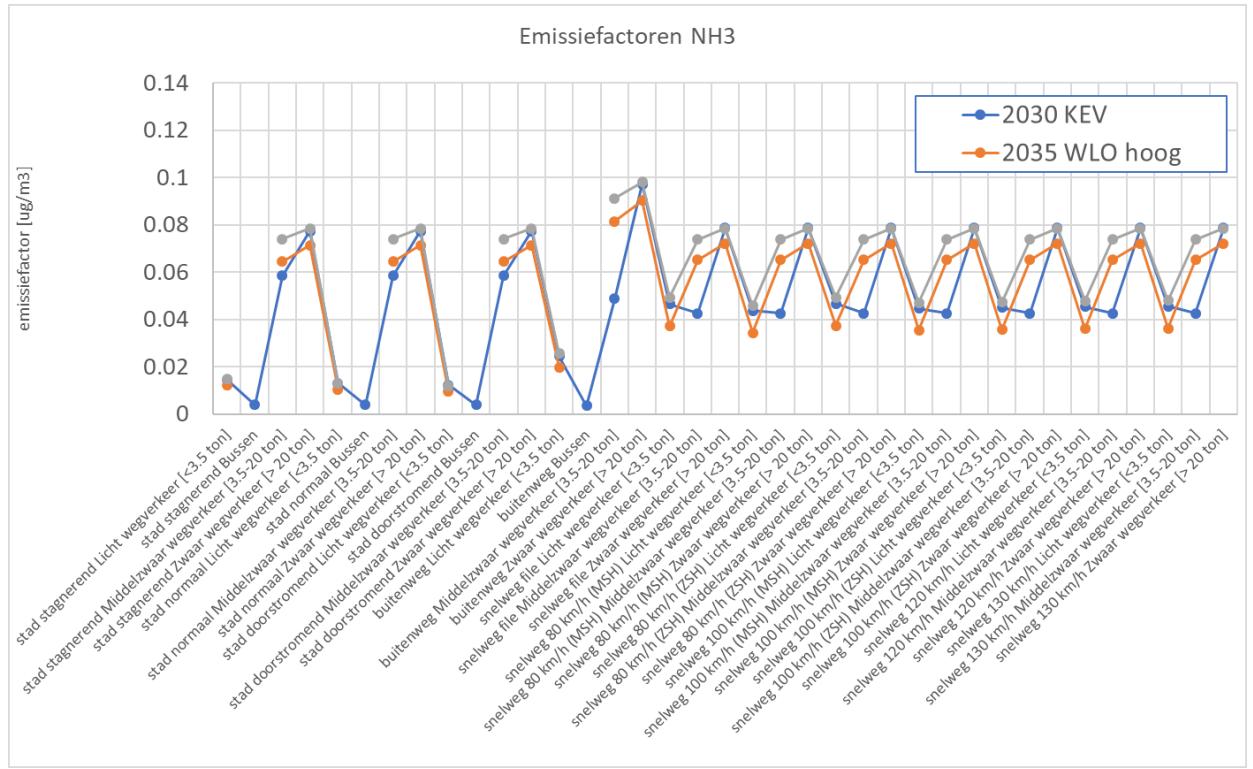
De O₃ en NH₃ achtergrond kaarten voor 2031 tot en met 2035 zijn beschikbaar gesteld voor de berekening van wegenbijdrage met AERIUS Calculator. Deze zijn op versimpelde wijze afgeleid in vergelijking met het standaard GCN-traject. Zo is geen gebruik gemaakt van emissiescenario's per sector, wat normaal gesproken wel gebruikelijk is. Naar verwachting zullen de officiële GCN kaarten voor deze jaren in 2023 in AERIUS beschikbaar komen. Deze kunnen met name lokaal verschillen, wat kan leiden tot een andere wegenbijdrage. Met name de NH₃ bijdrage is gevoelig voor deze achtergrondkaart. Een daling van de NH₃ achtergrond leidt daarbij tot een hogere project depositiebijdrage. De nu beschikbaar gestelde kaarten geven de beste schatting voor 2031 t/m 2035, gegeven de beschikbare referenties. De kaarten zijn goed geschikt voor berekening van de wegbijdrage met AERIUS Calculator.

Referenties

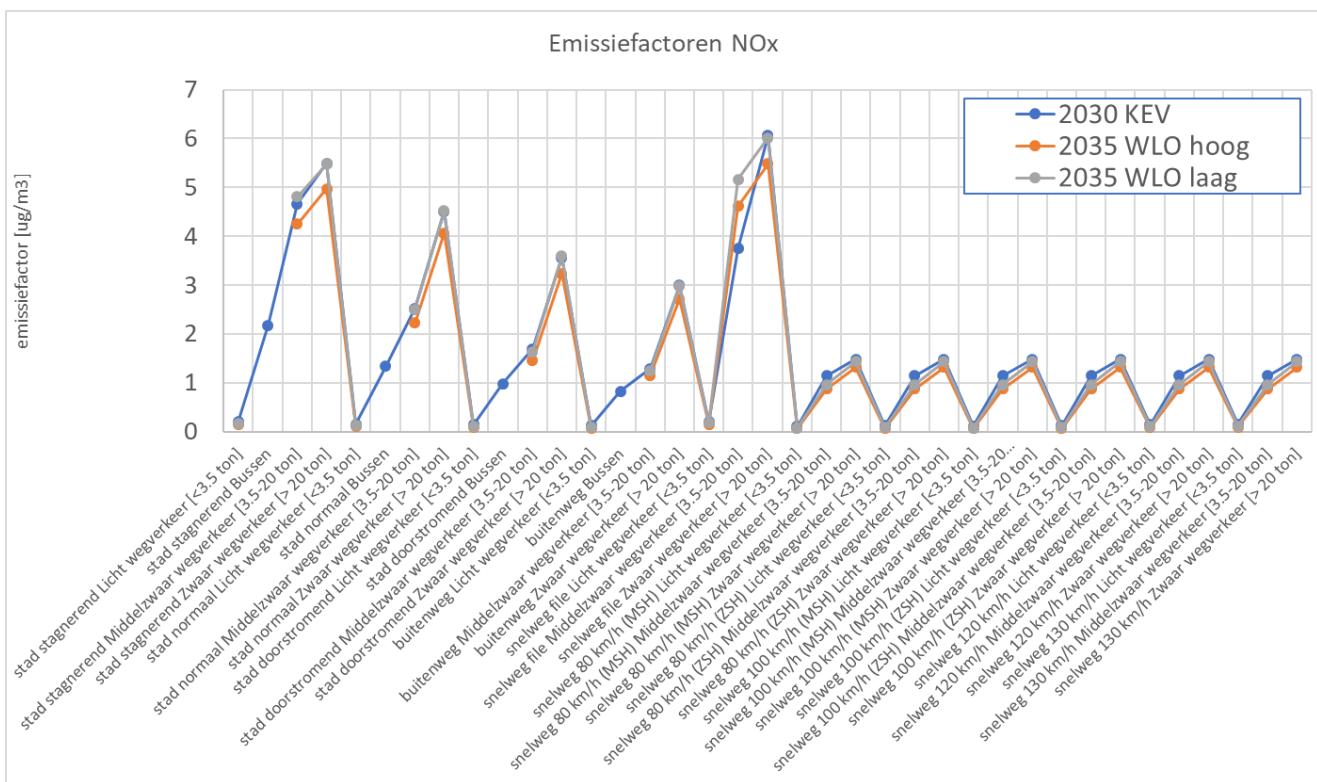
1. Ligterink,N. : TNO levering WLO emissiefactoren voor 2035, mail woensdag 3 maart 2021 11:43, attachment SRM-2021v3.xlsx
2. Turnock, S. T., Wild, O., Dentener, F. J., Davila, Y., Emmons, L. K., Flemming, J., Folberth, G. A., Henze, D. K., Jonson, J. E., Keating, T. J., Kengo, S., Lin, M., Lund, M., Tilmes, S., and O'Connor, F. M.: The impact of future emission policies on tropospheric ozone using a parameterised approach, Atmos. Chem. Phys., 18, 8953–8978, <https://doi.org/10.5194/acp-18-8953-2018>, 2018.
3. W.A.J. van Pul, P. H. Fischer, F.A.A.M. de Leeuw, R.J.M. Maas, D. Mooibroek, T.P.C. van Noije, M.G.M. Roemer,A. Sterkenburg : Dossier Ozon 2011 Een overzicht van de huidige stand van kennis over ozon op leefniveau in Nederland, KNMI 2011
4. J. Wesseling, K. van Velze,R. Hoogerbrugge,L. Nguyen,R. Beijk,J. Ferreira : Gemeten en berekende (NO₂) concentraties in 2010 en 2011, Een test van de standaardrekenmethoden 1 en 2, RIVM 2013.
5. S.Jonkers: SRM-2 implementatie in AERIUS Calculator, [AERIUS documentatie](#)
6. J. Vonk, E.J.M.M. Arets, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, M.J. Schelhaas, T. van der Zee, G.L. Velthof, Referentieraming van emissies naar de lucht uit landbouw en landgebruik tot 2030, met doorkijk naar 2035: Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020, WUR 2020.
7. Sauter et al. : The OPS model: Description of OPS 5.0.0.0, RIVM 2020

8. Herkomst ver mestende depositie, 2017,
<https://www.clo.nl/indicatoren/nl050711-herkomst-stikstofdepositie>,
RIVM 2019

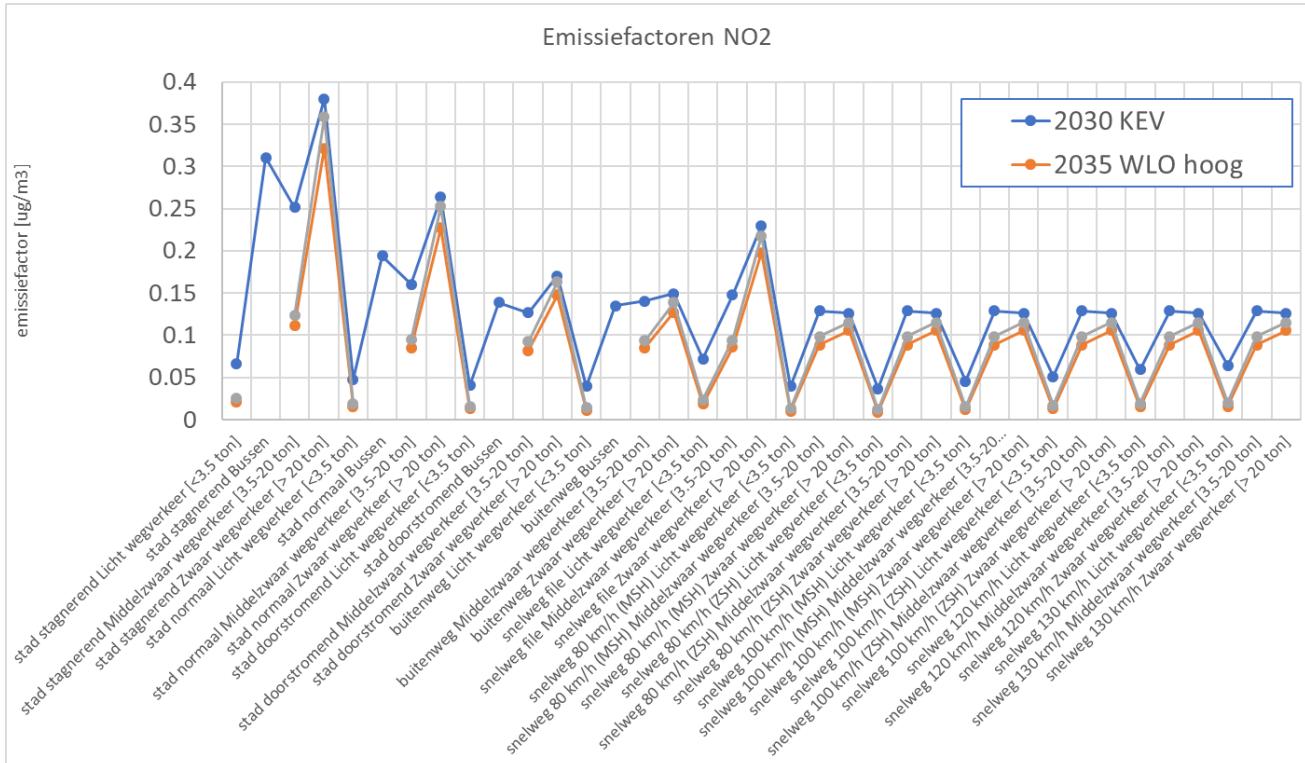
Bijlage 1: Emissiefactoren 2035 op basis van het WLO scenario



Bijlage Figuur 1: Emissiefactoren voor NH₃



Bijlage Figuur 2: Emissiefactoren voor NO_x



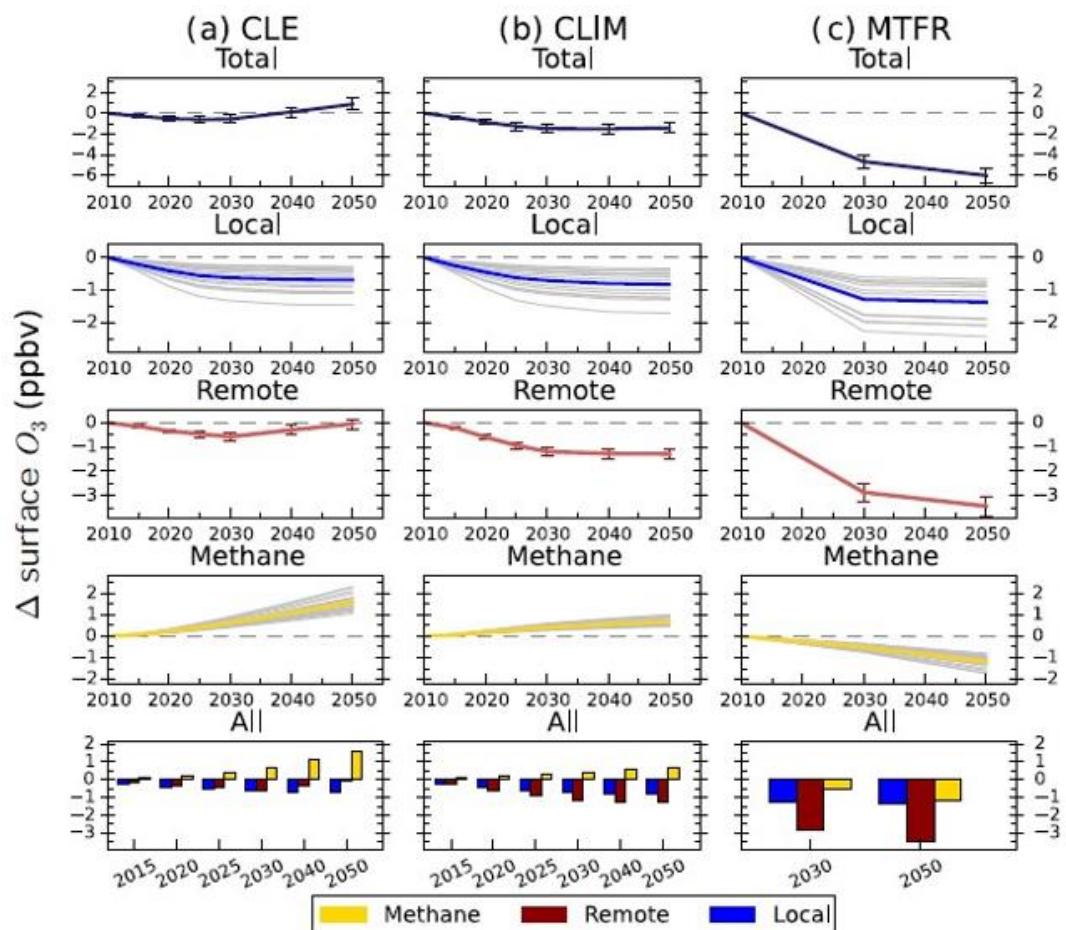
Bijlage Figuur 3: Emissiefactoren NO₂

Bijlage 2: Voorstel O₃ achtergrondkaart en gevoelighedsanalyse

Ontwikkeling O₃ concentratie tussen 2030 en 2035

Over de ontwikkeling van de emissies die de O₃ concentratie bepalen is voor jaren 2031..2035 geen informatie beschikbaar uit PBL emissieramingen en GCN kaarten. Op basis van emissieschattingen is het tevens niet mogelijk om een uitspraak te doen over de ontwikkeling van de O₃ concentratie, omdat deze stof niet geëmitteerd wordt, maar gevormd. Om toch een uitspraak over de trend in O₃ te doen is gekeken naar modelstudies op Europese schaal. In modelstudies naar de trend in O₃ boven Europa worden vaak verschillende scenario's doorgerekend. In is voor een drietal scenario's de Europa-gemiddelde trend weergegeven. De scenario's zijn :

- vaststaand beleid (CLE)
- vaststaand beleid + aanvullende klimaat mitigatie (CLIM)
- maximale reductie (MFR)



Bijlage Figuur 4: Totale jaarlijkse gemiddelde verandering in regionale O₃ concentraties aan het oppervlak in Europa (links) en de bijdrage van lokale (blauwe), afgelegen (rode) en methaan (geel) bronnen tussen 2010 en 2050 onder de CLE (a), CLIM (b) en MTFR (c) scenario's. Grijze lijnen op de lokale en methaanpanelen vertegenwoordigen individuele modelschattingen van O₃-veranderingen, en tonen de spreiding in modelresponsen; ononderbroken lijnen tonen het gemiddelde van meerdere modellen. Foutbalken vertegenwoordigen 1 standaarddeviatie over het modelbereik. De laatste rij

panelen toont de O₃-respons van individuele bronnen die voor elk jaar samen zijn uitgezet. Uit Turnock, 2018.

Alle scenario's laten een negatieve trend tot 2040 zien. In het vaststaand beleid (CLE) en het vaststaand beleid+klimaat mitigatie scenario (CLIM) zal rond 2030 de trend weinig veranderen. Wanneer we van deze of gelijkende scenario's uitgaan, betekent dit dat de grootschalige invloed op de trend in Nederland in deze periode weinig zal veranderen.

De trend en de verandering daarin, gemiddeld over Europa kan - vanwege lokale verschillen - niet direct gebruikt worden voor uitspraak in de trend voor Nederland. Echter; In dossier ozon 2011 [3] wordt de trend boven Europa vergeleken met die boven Nederland. Een directe relatie tussen de trend, gemiddeld over Europa en de trend over Nederland wordt niet gelegd. Het onderzoekt kijkt eveneens niet verder dan 2030. Wel wordt onder andere geconcludeerd dat :

- 8) "De invloed die Nederland zelf kan uitoefenen op de ozonniveaus is zeer beperkt. Daling van ozonniveaus in Nederland is alleen mogelijk via internationaal beleid."
- 9) "De grootste invloed op de komende ozonconcentraties in Nederland zal naar verwachting voortkomen uit het herziene Europese (NEC-Richtlijn en UNECE Gotenburg Protocol) en mondiale beleid tot 2020. Bij uitvoering van dit vastgestelde beleid zullen de piekconcentraties dalen, de jaargemiddelde ozonconcentratie in stedelijke gebieden verder stijgen en in landelijke gebieden weinig of niet stijgen."

Gegeven de geringe verandering in de Europese trend rond 2030 en de invloed van op de Europese op de Nederlandse trend, wordt voorgesteld om de trend in tussen 2025 en 2030 door te trekken naar 2035.

Gevoeligheidsanalyse

De aannname die gedaan wordt is dat de trend in de O₃ concentratie over de periode 2025-2030 zich voortzet tot 2035. Wanneer de officiële raming voor de O₃ concentratie in 2035 beschikbaar komt, dan zal, vooral lokaal, de concentratie afwijken van de aangenomen concentratie en zal ook de berekende NO_y depositie afwijken, omdat meer of minder NO₂ gevormd wordt.

Om de vraag te beantwoorden wat een afwijking in de O₃ betekent voor de NO₂ concentratie en NO_y depositie, wordt de formule gebruikt uit [4]. Hierin is de NO₂ concentratie gedifferentieerd naar de O₃ concentratie. Deze formule (1) geeft de verandering in de NO₂ concentratie ten gevolge van een kleine verandering in de O₃ concentratie.

$$\frac{\partial \text{NO}_2}{\partial \text{O}_3} = B.(1-f).\text{NO}_x / (100 + (1-f).\text{NO}_x) \quad [1]$$

Met hierin :

∂NO_2	Verandering NO_2 concentratiebijdrage
∂O_3	Verandering O_3 achtergrondconcentratie
B	Constante 0.6
NO_x	NO_x concentratiebijdrage (typisch 40 ug/m ³ op 100m van een snelweg)
F	Fractie direct geëmitteerde NO_2 (typisch 0.15 bij een snelweg)

Wanneer de getallen in formule 1 ingevuld worden, dan resulteert $\partial\text{NO}_2/\partial\text{O}_3 = 0.15^{70}$. Dus, wanneer de O_3 achtergrondconcentratie met 1 ug/m³ toeneemt, dan neemt de NO_2 bijdrage met 0.15 ug/m³ toe. Dit komt typisch overeen met 1.5 mol/ha/jr. Om de gevoeligheid van de depositie ten gevolge van de O_3 te schatten, wordt de aangenomen O_3 gevarieerd. De variatie in de O_3 is gelijk gesteld aan de aangenomen trend tussen 2030 en 2035. Hieruit blijkt wat het effect op de NO_y depositie zou zijn als de O_3 na 2030 gelijk zou blijven of juist dubbel zo hard zou stijgen als aangenomen.

Het resultaat is getoond in *Tabel 8*.

Tabel 8 : Het verschil in de O_3 achtergrond in 2035, wanneer de trend 2030-2035 nul is of dubbel zo sterk als aangenomen. En het daaruit volgende percentuele effect op de depositie van NO_y (onder aanname van voertnoot 4), op 100m en 1km afstand tot de weg. Gemiddelde, minimum, maximum, percentiel waarden en mediaan zijn aangegeven.

metric	verschil O_3 achtergrond [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	verschil bijdrage [%] op 100m	verschil bijdrage [%] op 1km
mean	1.7	1.7	1.7
min	-1.3	-1.3	-1.3
max	3.2	3.2	3.2
p10	1.4	1.4	1.4
median	1.7	1.7	1.7
p90	2.1	2.1	2.1

Wanneer de aangenomen trend 100% te laag of te hoog zou zijn, dan is de resulterende NO_y depositie, ten gevolge van de veranderde NO_2 concentratie, respectievelijk 1.3% te laag of 3.2% te hoog. Dit percentuele verschil hangt niet af van de afstand tot de weg.

Wijze van implementatie in AERIUS calculator

Het verschil in de O_3 concentratie tussen 2030 en 2025 wordt opgeteld bij de 2030 concentratie. Dit gebeurt per gridcel. De ruimtelijke variatie van de trend wordt hiermee overgenomen en eveneens gelijk verondersteld over de periode 2025-2035. De 2035 kaart is opgenomen in de juni versie van de preSRM tool.

⁷⁰ Op 100m afstand van een weg met 100.000 mvt/etmaal in 2021.

De concentraties in de jaren tussen 2030 en 2035 worden lineair geïnterpoleerd.

Bijlage 3 voorstel NH₃ achtergrondkaart en gevoelighedsanalyse

Ontwikkeling NH₃ concentratie tussen 2030 en 2035

Over de ontwikkeling van de NH₃ concentratie tussen 2030 en 2035 is eveneens geen informatie beschikbaar, gebaseerd op officiële PBL emissieramingen. Wel zijn er bij de Wageningen Universiteit (WUR) schattingen over de NH₃ emissie uit landbouw bekend [6]. Deze zijn getoond in *Tabel 9*.

Tabel 9 : Landbouw emissieraming volgens het WUR landbouwrapport

	2018	Vastgesteld beleid				Vastgesteld + voorgenomen beleid			
		2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035
Broeikasgassen									
Methaan (CH ₄)	484	471	465	461	460	467	460	457	457
Lachgas (N ₂ O)	20,5	20,5	20,3	20,2	19,9	20,4	20,2	20,1	19,9
Koolstofdioxide (CO ₂ ; kalk meststoffen)	50,7	35,6	35,0	34,4	33,8	35,6	35,0	34,4	33,8
Luchtvuilende stoffen									
Ammoniaak (NH ₃)	118	116	111	109	108	114	110	107	107
Stikstofoxide (NO)	22,3	22,2	22,1	22,1	21,9	22,1	21,9	22,0	21,9
Fijnstof (PM ₁₀)	5,9	5,7	5,2	4,8	4,7	5,7	5,2	4,8	4,6
Fijnere fractie van fijnstof (PM _{2,5})	0,57	0,55	0,52	0,49	0,48	0,55	0,52	0,49	0,48
Niet-methaan vluchige organische stoffen (NMVOS)	93,3	92,1	92,7	94,3	94,7	91,6	92,4	94,1	94,8

Uit Tabel 9 blijkt dat de landbouw emissie van NH₃ tussen 2020 en 2030 daalt. Bij vaststaand beleid is er eveneens daling tussen 2030 en 2035. Deze daling is iets minder dan 1% per 5 jaar. Naast de landbouw dragen ook andere bronnen bij aan de NH₃ achtergrondconcentratie. In 2017 is de bijdrage van de overige NH₃ emissie (inclusief buitenland) aan de depositie van NH_x in Nederland 40%. De bijdrage van de landbouw aan de NH_x depositie is 60% [7]. De ontwikkeling van de overige bijdrage na 2030 is niet bekend. Verkenningen van bijvoorbeeld [IIASA](#), wat betreft de buitenlandse bijdrage gaan tot 2030.

Op basis van de trend in de GCN concentratie tussen 2025 en 2030 (-2% per jaar) en de verwachte stagnatie van de reductie van de Nederlandse landbouw emissie is de aannname dat de NH₃ achtergrondconcentratie van 2030 tot 2035 niet zal veranderen verdedigbaar. Gegeven de hoge ambitie van de stikstofwet en dat het verloop van de overige bijdragen niet bekend is, kleeft aan deze aanname een extra onzekerheid, hier wordt in de gevoelighedsanalyse bij stilgestaan.

Werkwijze voor opname in AERIUS calculator

De 2035 kaart is een kopie van de 2030 kaart en is opgenomen in de juni versie van de preSRM tool. De concentraties in de jaren tussen 2030 en 2035 worden lineair geïnterpoleerd.

Gevoeligheidsanalyse

De aanname die gedaan wordt is dat de NH₃ concentratie over de periode 2030-2035 gelijk blijft. Wanneer de officiële raming voor de NH₃ concentratie in 2035 beschikbaar komt, dan zal, vooral lokaal, de concentratie afwijken van de aangenomen concentratie. Deze zal mogelijk groter zijn dan bij een reguliere actualisatie van de achtergrond. Hierdoor zal ook de berekende NH_x depositie afwijken.

Om in te schatten wat dit mogelijk betekent voor de NH_x depositie wordt bepaald wat de gevoeligheid van de depletie voor de NH₃ concentratie is. De NH_x depositie, afkomstig van een SRM-2 bron wordt in AERIUS berekend met formule 2:

$$D = C \times VDeff \times cf \times DPL \times ce \quad [2]$$

Met :

D	depositie	mol/ha/jaar
C	Concentratie NO ₂ of NH ₃ volgens SRM-2	µg/m ³
VDeff	effectieve depositie snelheid	m/s
DPL	depletiefactor	[-]
cf	correctiefactor depositiesnelheid binnen 1000m van de bron.	[-]
ce	eenheid conversie	8760 x 3600 / (100 x M)
M	molmassa	46 g/mol (NO _y) en 17 g/mol (NH _x)

De concentratie C wordt berekend volgens SRM-2. De effectieve depositiesnelheid VDeff is van te voren berekend met het OPS model. Meer toelichting hierop wordt gegeven in factsheet [wegverkeer – bepalen depositiesnelheden](#).

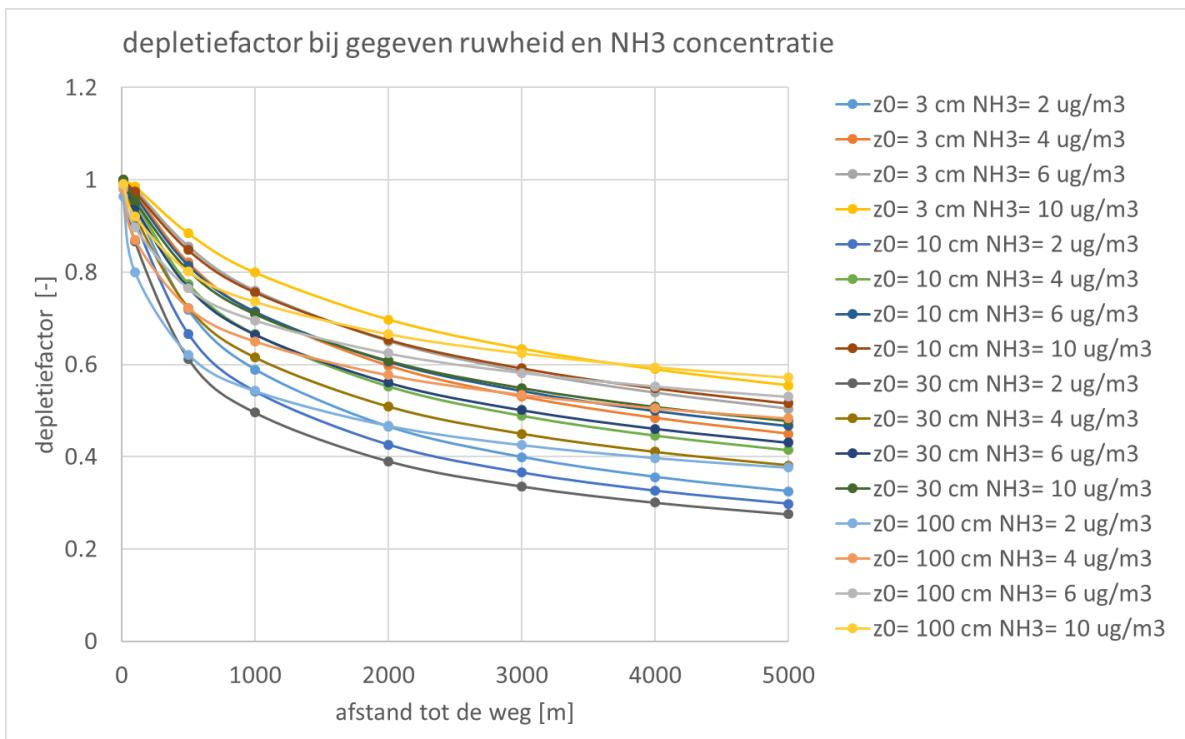
Om de gevoeligheid van de depositie op de depletie te schatten volstaat de constatering dat de depositie recht evenredig is met de depletiefactor, welke berekend is met formule 3.

$$DPL = C_{loss=1} / C_{loss=0}. \quad [3]$$

Met hierin :

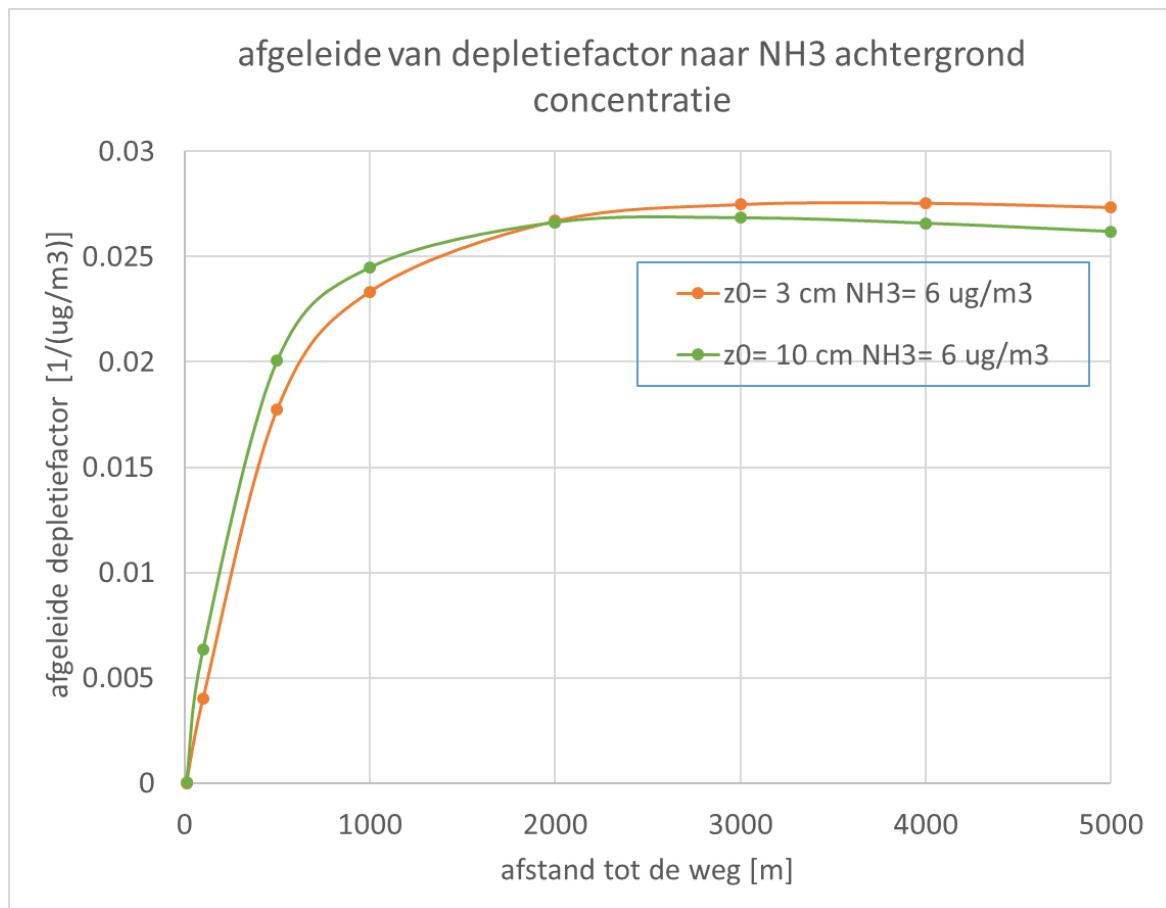
$C_{loss}=1$	De concentratie, inclusief verlies door depositie en chemie, bij een gegeven ruwheid en NH_3 achtergrondconcentratie, berekend met OPS
$C_{loss}=0$	De concentratie, exclusief verlies door depositie en chemie, bij een gegeven ruwheid en NH_3 achtergrondconcentratie, berekend met OPS

De resulterende depletiefactoren voor NH_3 zijn getoond in Bijlage Figuur 5. De Figuur toont de afhankelijkheid van de depletiefactor voor ruwheid en de NH_3 achtergrondconcentratie, zoals opgenomen in AERIUS Calculator.



Bijlage Figuur 1: Depletiefactoren voor de NH_3 bijdrage , toegepast in de AERIUS SRM-2 berekening. De factor is afhankelijk van de ruwheid, NH_3 achtergrond concentratie en de afstand tot de weg.

De gevoeligheid van de depletiefactor voor de achtergrondconcentratie wordt bepaald door de getallen onderliggend aan Bijlage Figuur 5, numeriek te differentiëren naar de NH_3 achtergrondconcentratie. en de waarde bij buitenstedelijke ruwheid en gemiddelde NH_3 achtergrond vast te stellen. Het resultaat is getoond in Bijlage Figuur 6. Hieruit blijkt op 100m van de weg een waarde van 0.005 en op 1000m van de weg een waarde van 0.025. Ofwel, wanneer de NH_3 concentratie 1ug/m³ afwijkt, dan zal dan de depletiefactor op 1000m van de weg 0.025 afwijken.



Bijlage Figuur 2: De afgeleide van de depletiefactor DPL naar de NH₃ achtergrondconcentratie. Het resultaat hangt af van de afstand tot de weg.
We nemen aan dat de NH₃ achtergrond na 2030 gelijk blijft. Stel dat de achtergrond tussen 2030 en 2035 toch zou veranderen, met gelijke trend als in de periode 2025-2030, dan verandert de NH_x depositie. Het resultaat op 100m en 1km afstand van de weg is getoond in Tabel 10.

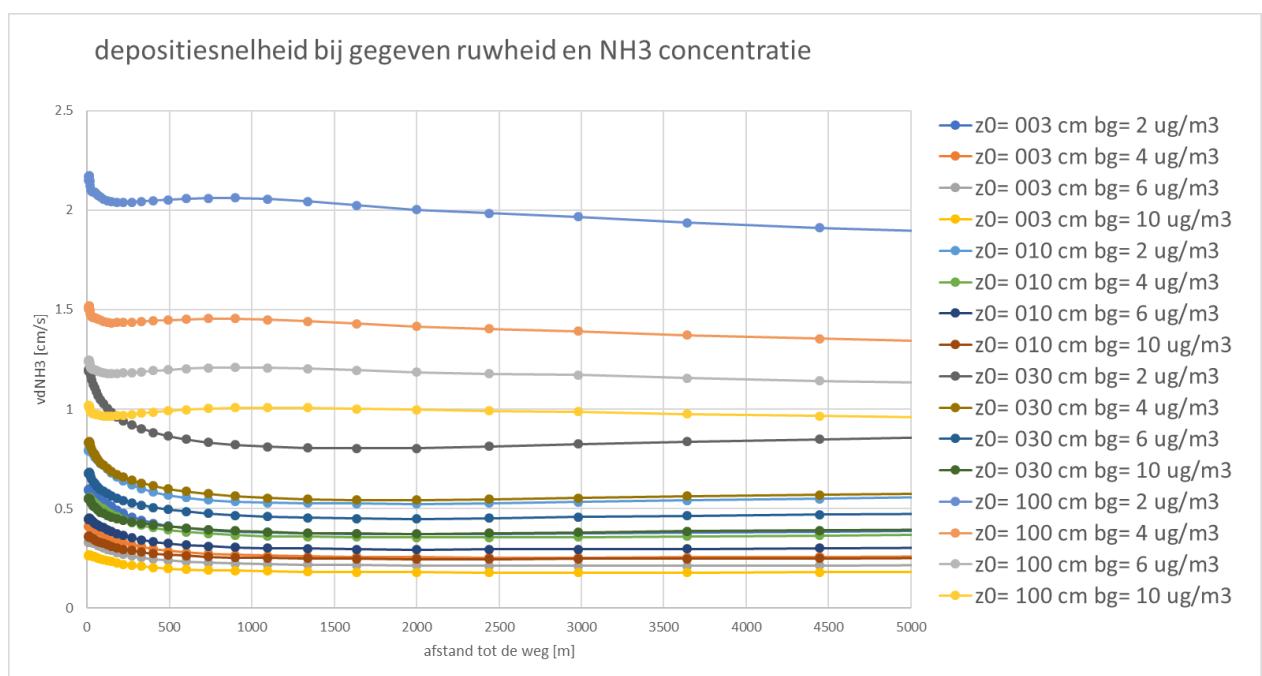
Tabel 10: Het verschil in de NH₃ achtergrond in 2035, wanneer de trend 2030-2035 zich voort zou zetten en het daaruit volgende percentuele effect op de depositie van NH_x, op 100m en 1km afstand tot de weg. Gemiddelde, minimum, maximum, percentiel waarden en mediaan zijn aangegeven.

metric	verschil NH ₃ achtergrond [ug/m ³]	verschil bijdrage [%] op 100m	verschil bijdrage [%] op 1 km
mean	-0.1	-0.1	-0.4
min	-2.7	-1.4	-8.9
max	0.5	0.2	1.5
p10	-0.3	-0.1	-1.0
median	-0.1	0.0	-0.2
p90	0.0	0.0	0.0

Tabel 10 toont aan dat een verandering in de NH₃ achtergrond, volgens de trend over 2025-2030, gemiddeld tussen de 0.1 en 0.4% en maximaal tussen 1.4 en 8.9% minder depositie projectbijdrage optreedt, ten gevolge van de veranderde depletie. Stijgingen ontstaan doordat er in de periode 2025-2030 ook gebieden (langs de rijkswegen in het westen van het land) gebieden zijn waar de NH₃ achtergrond stijgt. De gemiddelde NH₃ achtergrond in 2030 6.4 ug/m³. Stel dat hier, ten gevolge van aanvullende maatregelen, 30% vanaf zou gaan, dan is de gemiddelde daling van de NH₃ achtergrond tussen 2030 en 2035 1.9 ug/m³. De daling in de NH_x bijdrage zou dan 1% zijn op 100m en 6% op 1 km van weg.

Bijlage 4 : Gevoeligheidsanalyse NH₃ achtergrond op effectieve depositiesnelheid

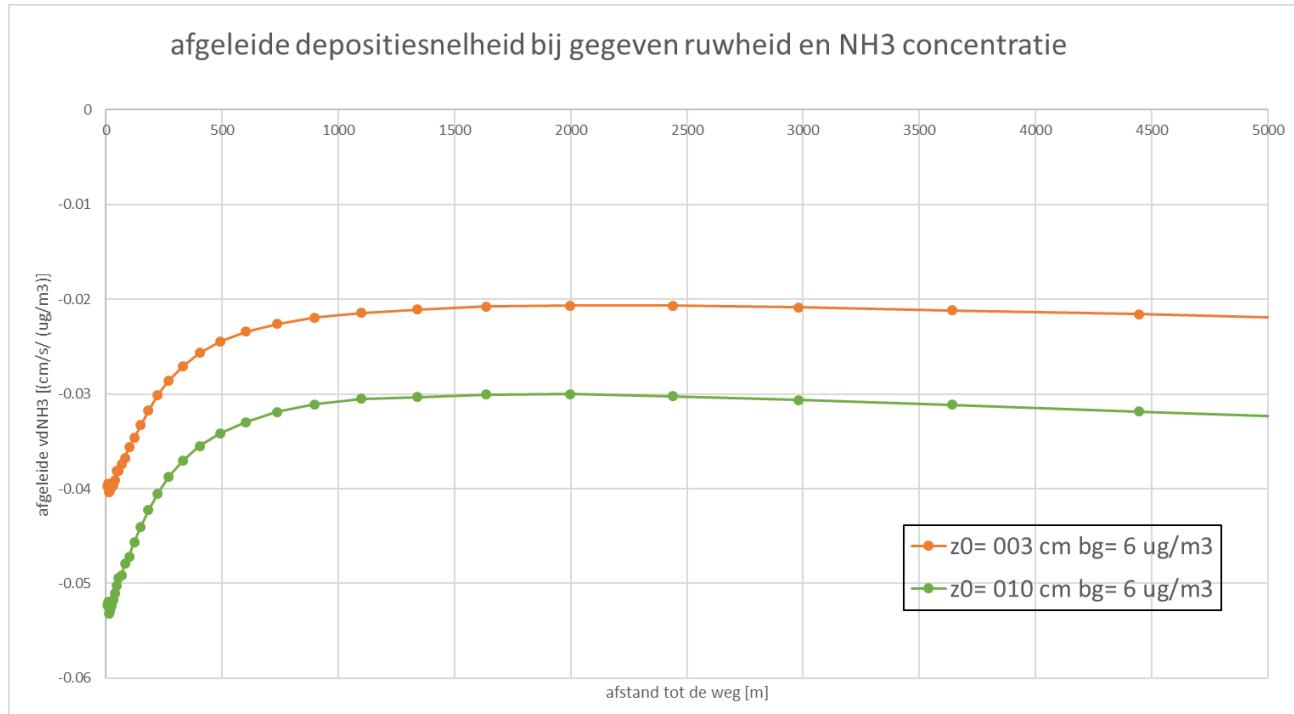
Een gevoeligheidsanalyse naar het effect van de NH₃ achtergrond in OPS op de vdeff wordt uitgevoerd, analoog aan de gevoeligheidsanalyse op de depletie. Hierin de achtergrond concentratie gevarieerd en is de vdeff bij verschillende ruwheden bepaald met OPS. Het resultaat is getoond in Bijlage Figuur 7.



Bijlage Figuur 3: Effectieve depositiesnelheid (vdeff) voor de NH_x bijdrage, bij verschillende NH₃ achtergrond concentraties en ruwheden.

De hoogste depositie snelheid is 2cm/s en treedt op bij de laagste NH₃ achtergrond (2ug/m³) en de hoogste ruwheid (100cm). De laagste ruwheid is ongeveer 0.2 cm/s, bij 3cm ruwheid en 10ug/m³ achtergrond. De gevoeligheid van vdeff voor de achtergrondconcentratie wordt bepaald door de getallen onderliggend aan Bijlage Figuur 7, numeriek te differentiëren naar de NH₃ achtergrondconcentratie en de waarde bij buitenstedelijke ruwheid en

gemiddelde NH₃ achtergrond vast te stellen. Het resultaat is getoond in Bijlage Figuur 8. Hieruit blijkt dat de waarde van de afgeleide op 100m -0.04 is en op 1000m circa -0.025. Ofwel, wanneer de NH₃ concentratie 1ug/m³ afneemt, dan zal dan zal de waarde van vdeff op 1000m met 0.025 cm/s toenemen.



Bijlage Figuur 4: De afgeleide van de depositie snelheid (vdeff) naar de NH₃ achtergrondconcentratie. Het resultaat hangt af van de afstand tot de weg. We nemen aan dat de NH₃ achtergrond na 2030 gelijk blijft. Stel dat de achtergrond tussen 2030 en 2035 toch zou veranderen, met gelijke trend als in de periode 2025-2030, dan verandert de NH_x depositie ten gevolge van de veranderde vdeff. Het resultaat is getoond in Tabel 10.

Tabel 11: Het verschil in de NH₃ achtergrond in 2035, wanneer de trend 2030-2035 zich voort zou zetten en het daaruit volgende percentuele effect op de depositiesnelheid van NH_x, op 100m en 1km afstand tot de weg. Gemiddelde, minimum, maximum, percentiel waarden en mediaan zijn aangegeven.

metric	verschil NH ₃ achtergrond [ug/m ³]	verschil bijdrage [%] op 100m	verschil bijdrage [%] op 1km
mean	-0.1	1.6	1.6
min	-2.7	35.9	36.7
max	0.5	-6.1	-6.3
p10	-0.3	3.9	3.9
median	-0.1	0.9	0.9
p90	0.0	0.0	0.0

Tabel 10 toont aan dat een verandering in de NH₃ achtergrond, volgens de trend over 2025-2030, gemiddeld 1.6% en maximaal 36% meer depositie projectbijdrage optreedt, ten gevolge van de verandering van vdeff. De dalingen ontstaan doordat er in de periode 2025-2030 ook gebieden (langs de rijkswegen in het westen van het land) gebieden zijn waar de NH₃ achtergrond stijgt. De gemiddelde NH₃ achtergrond in 2030 6.4 ug/m³. Stel dat hier, ten gevolge van aanvullende maatregelen 30% vanaf zou gaan, dan is de gemiddelde daling van de NH₃ achtergrond 1.9 ug/m³. De stijging in de NH_x bijdrage is dan gemiddeld 25%.

Ruwweg kan gesteld worden dat nabij een verkeersweg de helft van de depositiebijdrage uit NH_x bestaat. Wanneer hiermee rekening wordt gehouden, Dan is de stijging van de totale depositie 12% op 100m van de weg en 9% op een km afstand van de weg. Op grotere afstand zal de stijging kleiner zijn.

Bijlage 27: Sectoren en sector_ID in GML

Onderstaand een overzicht van de beschikbare sectoren in AERIUS zoals ook opgenomen in de GML, met erachter aangegeven onder welke sectorgroep ze vallen in AERIUS Calculator.

Sector_ID	Sector	Sectorgroep (AERIUS Calculator)
1050	Afvalverwerking	Industrie
1100	Voedings- en genotmiddelen	Industrie
1300	Chemische industrie	Industrie
1400	Bouwmaterialen	Industrie
1500	Basismetaal	Industrie
1700	Metaalbewerkingsindustrie	Industrie
1800	Industrie Overig	Industrie
2100	Energie	Energie
3100	Wegverkeer	Wegverkeer
3210	Landbouw mobiele werktuigen	Mobiele Werktuigen
3220	Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning	Mobiele Werktuigen
3530	Consumenten mobiele werktuigen	Mobiele Werktuigen
3610	Stijgen	Luchtvaart
3620	Landen	Luchtvaart
3630	Taxiën	Luchtvaart

Sector_ID	Sector	Sectorgroep (AERIUS Calculator)
3640	Bronnen luchthaventerrein	Luchtvaart
3710	Emplacement	Railverkeer
3720	Spoorweg	Railverkeer
4110	Stalemissies	Landbouw
4120	Mestopslag	Landbouw
4130	Beweiding	Landbouw
4140	Mestaanwending	Landbouw
4150	Landbouwgrond	Landbouw
4200	Mestaanwending kunstmest	Landbouw
4320	Glastuinbouw	Landbouw
4400	Afrijping, overige	Landbouw
4600	Overige landbouw	Landbouw
7510	Zeescheepvaart: Aanlegplaats	Scheepvaart
7520	Zeescheepvaart: Binnengaats route	Scheepvaart
7530	Zeescheepvaart: Zeeroute	Scheepvaart
7610	Binnenvaart: Aanlegplaats	Scheepvaart
7620	Binnenvaart: Vaarroute	Scheepvaart
8200	Woningen	Wonen en Werken

Sector_ID	Sector	Sectorgroep (AERIUS Calculator)
8210	Recreatie	Wonen en Werken
8640	Kantoren en winkels	Wonen en Werken
9000	Plan	Wonen en Werken
9999	Overig	Wonen en Werken

Bijlage 28: Bronkenmerken sectoren AERIUS Calculator

Voor de sectoren wegverkeer, scheepvaart en mobiele werktuigen (stageklassen) rekent AERIUS Calculator met centraal vastgestelde waarden voor de uitstoothoogte, spreiding en warmte-inhoud. De gebruiker kan deze waarden niet aanpassen. De gehanteerde waarden voor scheepvaart zijn, waar relevant, toegelicht in de desbetreffende factsheets:

- Zeescheepvaart
- Binnenvaart (stilliggend)
- Binnenvaart (varend)
- Mobiele werktuigen
- Wegverkeer

Voor de overige sectoren zijn in AERIUS Calculator standaardwaarden (defaultwaarden) aangegeven voor de uitstoothoogte, spreiding en warmte-inhoud. Deze waarden zijn afgeleid van de waarden die RIVM hanteert bij de totstandkoming van de GCN/GDN kaarten (ronde 2021) en kunnen worden beschouwd als gemiddelde waarden voor bronnen binnen de desbetreffende sector. Deze defaultwaarden per sector zijn aangegeven in onderstaande tabel. Een gebruiker kan deze waarden zelf aanpassen en in lijn brengen met de kenmerken van de emissiebron die in AERIUS Calculator wordt doorgerekend.

		Warmte-inhoud(MW)	Uitstoothoogte (m)	Spreiding (m)
Energie	Energie	0.22	40	20
Industrie	Afvalverwerking	0.5	3.5	1.8
	Basismetaal	0.05	13	6.5
	Bouwmaterialen	0.44	17	8.5
	Chemische industrie	0.175	12	6
	Metaalbewerkingsindustrie	0	10	5
	Overig	0.28	22	11
	Voedings- en genotmiddelen	0.34	15	7.5
Landbouw	Beweiding	0	0.5	0.3
	Glastuinbouw	0.4	8	4
	Landbouwgrond	0	0.5	0.3
	Mestaanwending	0	0.5	0.3
	Mestaanwending kunstmest	0	0.5	0.3
	Mestopslag	0	5	2.5
	Overige oa. afrijping	0	0.5	0.3
	Stalemissies	0	5	2.5
	Vuurhaarden, overig	0	9	4.5
Luchtverkeer	Bronnen luchthaventerrein	0	15	7.5
	Landen	0	457	457

	Stijgen	0	457	457
	Taxiën	0	15	7.5
Mobiele werktuigen	Bouw en Industrie	0	4	4
	Consumenten mobiele werktuigen	0	0.3	0.3
	Delfstoffenwinning	0	4	4
	Landbouw	0	3.5	3.5
Railverkeer	Emplacement	0.2	5	2.5
	Spoorweg	0.2	5	2.5
Scheepvaart	Binnenvaart: Aanlegplaats	0.33	3	1.5
	Binnenvaart: Vaarroute	0.33	3	1.5
	Zeescheepvaart: Aanlegplaats	0.068	16.5	8.2
	Zeescheepvaart: Binnengaats route	0.369	14.9	7.5
	Zeescheepvaart: Zeeroute	0.445	16.4	8.2
Wegverkeer	Binnen bebouwde kom	0	2.5	2.5
	Buitenwegen	0	2.5	2.5
	Snelwegen	0	2.5	2.5
Wonen en werken	Kantoren en winkels	0.014	11	5.5
	Recreatie	0	1	0.5
	Woningen	0	1	0.5

Voor berekeningen met OPS moet ook een waarde voor de etmaal variatie worden aangegeven. OPS onderscheidt de volgende categorieën:

Temporele Variatie	
0	Continue emissie
1	Standaard profiel industrie
2	Verwarming van ruimten
3	Transport
4	Dierverblijven
5	Meststoffen
7	Verwarming van ruimten (zonder seisoenscorrectie)
31	Licht verkeer
32	Zwaar verkeer
33	Bussen

AERIUS gaat voor alle broncategorieën in AERIUS Calculator uit van vaste waarden voor de etmaalvariatie. Deze waarden komen overeen met de waarden die RIVM hanteert bij de totstandkoming van de GCN/GDN kaarten en zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Temporele variatie		
Energie	Energie	1
Industrie	Afvalverwerking	0
	Basismetaal	1
	Bouwmaterialen	1
	Chemische industrie	1
	Metaalbewerkingsindustrie	1
	Overig	1
	Voedings- en genotmiddelen	1
Landbouw	Beweiding	5
	Glastuinbouw	7
	Landbouwgrond	5
	Mestaanwending	5
	Mestaanwending kunstmest	5
	Mestopslag	4
	Overige oa. afrijping	5
	Stalemissies	4
	Vuurhaarden, overig	7
Luchtverkeer	Bronnen luchthaventerrein	0
	Landen	0
	Stijgen	0
	Taxiën	0
Mobile werktuigen	Bouw en Industrie	1
	Consumenten mobiele werktuigen	1
	Delfstoffenwinning	1
	Landbouw	1
Railverkeer	Emplacement	1
	Spoorweg	1
Scheepvaart	Binnenvaart: Aanlegplaats	1
	Binnenvaart: Vaarroute	1
	Zeесcheepvaart: Aanlegplaats	0
	Zeесcheepvaart: Binnengaats route	0
	Zeесcheepvaart: Zeeroute	0
Wegverkeer	Binnen bebouwde kom	31
	Buitenwegen	31
	Snelwegen	31
Wonen en werken	Kantoren en winkels	1
	Recreatie	0
	Woningen	0

Bijlage 29: Emissieberekening wegverkeer – standaard

Een weg wordt in AERIUS als lijnbron ingevoerd. Ten behoeve van het doorrekenen, wordt de weg opgedeeld in stukken, en wordt elk stuk als puntbron doorgerekend. Daarbij is er onderscheid tussen OPS en SRM2:

- OPS kijkt naar het wegvak oftewel de *lijnbron* als geheel (de gehele linestring) en verdeelt deze in gelijke stukken van maximaal 25 meter lang. In het midden van ieder stuk wordt een puntbron neergelegd en de emissie van het gehele wegvak wordt gelijkmatig verdeeld over deze puntbronnen
- SRM2 kijkt per *wegsegment* (recht stuk tussen twee punten binnen de linestring) en verdeelt ieder wegsegment in gelijke stukken van maximaal 2 meter. In het midden van elk stuk wordt een puntbron neergelegd. De emissie van ieder wegsegment wordt gelijkmatig verdeeld over de puntbronnen binnen dat segment.

Voor ieder stuk weg dat doorgerekend wordt als puntbron, berekent AERIUS de totale verkeersemisies van stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH_3) in het gekozen rekenjaar. Bij deze berekening gaat AERIUS uit van de wegkenmerken die door de gebruiker zijn ingevoerd, zoals de intensiteiten en de maximumsnelheid, en gegevens in de AERIUS database, zoals emissiefactoren.

Hoe berekent AERIUS de verkeersemisies?

AERIUS berekent de totale emissie per puntbron per jaar met onderstaande formule:

$$E_{pb,j} = \left(\begin{array}{l} ((1 - F_{l,s}) * E_{l,d} + F_{l,s} * E_{l,s}) * N_l \\ + ((1 - F_{m,s}) * E_{m,d} + F_{m,s} * E_{m,s}) * N_m \\ + ((1 - F_{z,s}) * E_{z,d} + F_{z,s} * E_{z,s}) * N_z \\ + ((1 - F_{b,s}) * E_{b,d} + F_{b,s} * E_{b,s}) * N_b \end{array} \right) * \frac{C * L}{1000 * 1000}$$

Met:

$E_{pb,j}$	Emissie per door te rekenen puntbron (kg/jaar)
L	Lengte van het stuk weg waarop de puntbron betrekking heeft (meters)
N_l	Aantal personenvoertuigen per tijdseenheid
N_m	Aantal middelzware vrachtauto's per tijdseenheid
N_z	Aantal zware vrachtauto's per tijdseenheid
N_b	Aantal autobussen per tijdseenheid

C	Omrekeningsfactor van de opgegeven tijdseenheid naar de emissie per jaar
E _{l,d}	Emissiefactor voor licht verkeer, doorstromend (g/km)
E _{m,d}	Emissiefactor voor middelzware vrachtvoertuigen, doorstromend (g/km)
E _{z,d}	Emissiefactor voor zware vrachtvoertuigen, doorstromend (g/km)
E _{b,d}	Emissiefactor voor bussen, doorstromend (g/km)
E _{l,s}	Emissiefactor voor licht verkeer, stagnerend (g/km)
E _{m,s}	Emissiefactor voor middelzware vrachtvoertuigen, stagnerend (g/km)
E _{z,s}	Emissiefactor voor zware vrachtvoertuigen, stagnerend (g/km)
E _{b,s}	Emissiefactor voor bussen, stagnerend (g/km)
F _{l,s}	Fractie stagnerend personenverkeer [-]
F _{m,s}	Fractie stagnerend middelzwaar vrachtverkeer [-]
F _{z,s}	Fractie stagnerend zwaar vrachtverkeer [-]
F _{b,s}	Fractie stagnerend bussen [-]

Het aantal voertuigen kan per uur, per etmaal, per maand of per jaar worden opgegeven. De waarde voor C is dan respectievelijk 8760, 365, 12 of 1. Bij intensiteit/etmaal wordt het weekdaggemiddelde opgegeven.

Bijlage 30: Emissieberekening wegverkeer – eigen specificatie

Een weg wordt in AERIUS als lijnbron ingevoerd. Ten behoeve van het doorrekenen, wordt de weg opgedeeld in stukken, en wordt elk stuk als puntbron doorgerekend. Daarbij is er onderscheid tussen OPS en SRM2:

- OPS kijkt naar het wegvak oftewel de *lijnbron* als geheel (de gehele linestring) en verdeelt deze in gelijke stukken van maximaal 25 meter lang. In het midden van ieder stuk wordt een puntbron neergelegd en de emissie van het gehele wegvak wordt gelijkmatig verdeeld over deze puntbronnen
- SRM2 kijkt per *wegsegment* (recht stuk tussen twee punten binnen de linestring) en verdeelt ieder wegsegment in gelijke stukken van maximaal 2 meter. In het midden van elk stuk wordt een puntbron neergelegd. De emissie van ieder wegsegment wordt gelijkmatig verdeeld over de puntbronnen binnen dat segment.

Voor ieder stuk weg dat doorgerekend wordt als puntbron, berekent AERIUS de emissies NO₂, NOx en NH₃ in het gekozen rekenjaar. Bij de emissieberekening gaat AERIUS uit van de wegkenmerken die door de gebruiker zijn ingevoerd. Voor voertuigen in de categorie 'eigen specificatie' definieert de gebruiker het aantal voertuigen per bron en de emissiefactoren NO₂, NOx en NH₃ per voertuigcategorie (gram per voertuigmeter).

Hoe berekent AERIUS de verkeersemisies voor een 'eigen specificatie'?

AERIUS berekent de totale emissie NO_x, NO₂ en NH₃ per lijnbron of wegsegment met onderstaande formule:

$$E_b = \sum_{i=1} N_{v,i} * E_{v,i} * \frac{1}{1000} * \frac{1}{24 * 60 * 60}$$

Met:

- E_b = Emissie per lijnbron of wegsegment [gram/meter/seconde]
- $N_{v,i}$ = Aantal voertuigen per categorie i (weekdaggemiddelde)
- $E_{v,i}$ = Emissiefactor per categorie i [g/km]

De gebruiker geeft zelf een beschrijving van een categorie, en voert per categorie het aantal voertuigen en de emissiefactor in. Per bron (wegrak) kunnen meerdere categorieën worden gedefinieerd. De emissiefactor kan zelf ingevuld worden, maar de gebruiker kan ook een Euroklasse kiezen en dan wordt de bijbehorende emissiefactor opgehaald.

Voor de omrekening naar een emissie per door te rekenen puntbron, wordt eerst het aantal puntbronnen per lijnbron of segment bepaald en ver volgens wordt de emissie voor de gehele lijnbron of segment verdeeld over deze punten.

Bijlage 31: Bepalen stroomrichting in relatie tot vaarrichting binnenvaart

De emissiefactoren en bronkenmerken van varende binnenvaartschepen zijn mede afhankelijk van de vaarrichting in relatie tot de stroomrichting. De gebruiker definiert hiertoe per vaarrichting de brongegevens (type schepen, aantal schepen, ladingstoestand). AERIUS geeft de gebruiker een suggestie voor het type vaarwater en de stroomrichting (stroomopwaarts of stroomafwaarts). Bij de suggestie voor de stroomrichting wordt uitgegaan van generieke gegevens die zijn opgenomen in de AERIUS-database. De gebruiker dient zelf te controleren of deze suggestie juist is of door de gebruiker moet worden aangepast.

Hoe bepaalt AERIUS de stroomrichting in relatie tot de vaarrichting?

Bij het bepalen van de vaarrichting in relatie tot de stroomrichting doorloopt AERIUS de volgende stappen:

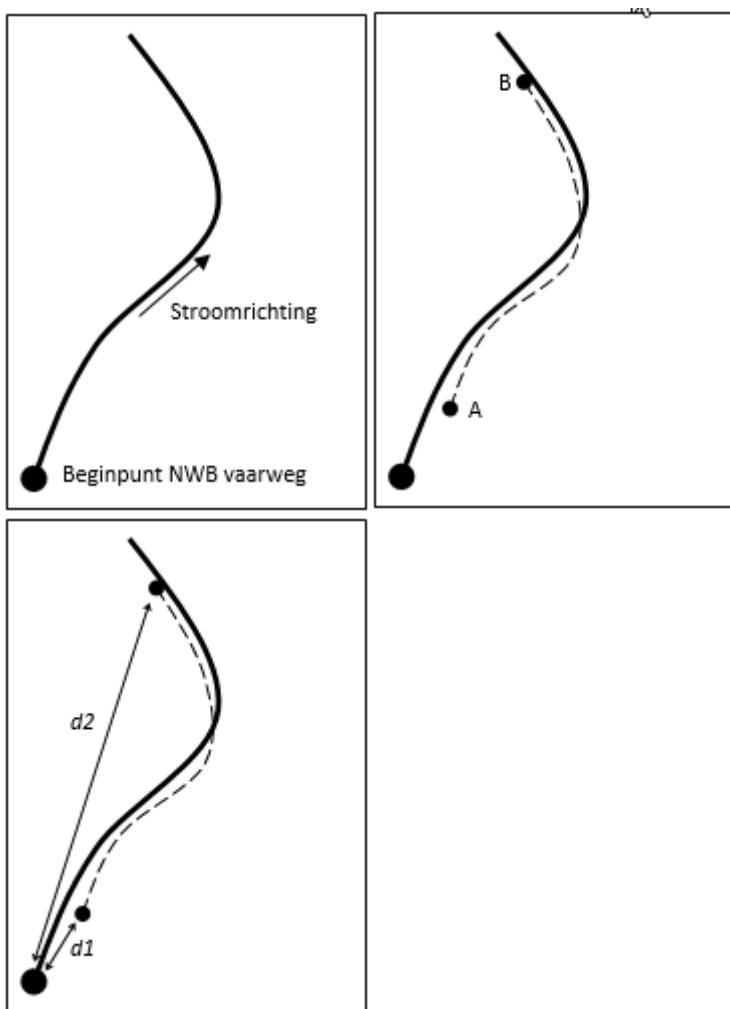
Stap 1: Definiëren beginpunt vaarwegen

AERIUS gaat uit van de vaarwegen in het NWB vaarwegen. Voor een aantal vaarwegen geldt dat de emissies van schepen mede afhankelijk zijn van de vaarrichting in relatie tot de stroomrichting. De locatie en de stroomrichting van deze vaarwegen is bekend. Het meest stroomop gelegen punt van de vaarweg wordt beschouwd als het 'beginpunt' van de vaarweg.

Stap 2: Bepalen afstand tussen begin- en eindpunt vaarroute en beginpunt vaarweg

De gebruiker voert een vaarroute in en geeft per vaarrichting de brongegevens aan. De vaarroute wordt vervolgens gekoppeld aan de dichtstbijzijnde NWB vaarwegen. Wanneer (een deel van) de route wordt gekoppeld aan een NWB vaarweg waarvoor geldt dat de emissies afhankelijk zijn van de vaarrichting in relatie tot de stroomrichting, wordt de (loodrechte) afstand bepaald tussen:

- het beginpunt van de ingevoerd vaarroute en het beginpunt van de vaarweg (d1)
- het eindpunt van de ingevoerde vaarroute en het beginpunt van de vaarweg (d2).



Figuur 1. Omschrijving bepalen vaarrichting scheepvaart.

Stap 3: Bepalen stroomrichting per vaarrichting

De afstand tussen het beginpunt van de vaarroute en het beginpunt van de vaarweg (d_1) wordt vergeleken met de afstand tussen het eindpunt van de vaarroute en het beginpunt van de vaarweg (d_2). Indien $d_1 < d_2$, dan gaat de vaarrichting met de stroom mee. Indien $d_1 > d_2$, dan gaat de vaarrichting tegen de stroom in.

Bijlage 32: Emissieberekening binnenvaartschepen

AERIUS maakt onderscheid tussen emissies van stilliggende binnenvaartschepen en emissies van varende binnenvaartschepen. De locaties waar schepen stilliggen ('aanlegplaats') kunnen als punt, lijn of oppervlaktebron worden ingevoerd. Vaarroutes zijn in AERIUS altijd lijnbronnen. Per bron berekent AERIUS de totale emissies van stikstofoxiden (NO_x) in het gekozen rekenjaar.

Bij het berekenen van de emissies gaat AERIUS uit van kenmerken van de binnenvaartschepen die door de gebruiker zijn ingevoerd (scheepscategorie, aantal schepen, verblijftijd, ladingstoestand, type vaarweg, stroomrichting en vaarrichting) en van generieke gegevens (emissiefactoren, sluiskenmerken).

Hoe berekent AERIUS de emissies door binnenvaartschepen?

a) *Emissie bij stilliggen*

AERIUS berekent de totale emissie van stilliggende binnenvaartschepen per bron per jaar met onderstaande formule:

$$E_{pb,j} = N_{bzk,j} * T_b * (1 - WS) * E_{sc}$$
$$N_{bzk,j} = \frac{N_{vb}}{2}$$

Met:

- $E_{pb,j}$ = Totale emissie per bron per scheepscategorie (kg/jaar)
 $N_{bzk,j}$ = Aantal bezoeken per scheepscategorie per jaar
 $N_{vb,j}$ = Aantal vaarbewegingen van en naar de aanlegplaats per jaar
 T_b = Gemiddelde verblijftijd per bezoek per scheepscategorie (uur)
WS = gemiddelde percentage van de verblijftijd dat walstroom wordt gebruikt
 E_{sc} = Emissiefactor stilligen per scheepscategorie (kg/uur)

De gebruiker voert per scheepscategorie de volgende kenmerken in:

- het aantal bezoeken per jaar aan de aanlegplaats
- de gemiddelde verblijftijd per bezoek
- het gemiddelde percentage van de verblijftijd dat walstroom wordt gebruikt
- ladingstoestand schepen bij de aanlegplaats (heeft geen directe invloed op de emissie, maar wel op de uitstoothoogte en spreiding van de stilliggende schepen).

De emissiefactoren NO_x voor stilligen zijn per scheepscategorie opgenomen in de AERIUS database. (zie verwijzing naar Binnenvaart – emissiefactoren stilliggend in Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS). Deze emissiefactoren zijn afhankelijk van het scheepstype en het rekenjaar.

b) *Emissies bij varen*

AERIUS berekent de totale emissie van varende binnenvaartschepen per bron per jaar met onderstaande formule:

$$E_{pb,j} = N_{v,j} * L_t * EF_v$$

Met:

$E_{pb,j}$ = Totale emissie per bron per scheepscategorie (kg/jaar)

$N_{v,j}$ = Aantal vaarbewegingen per scheepscategorie per jaar

L_t = Lengte vaartraject (km)

EFv = Emissiefactor varen (kg/km)

Een gebruiker geeft voor een vaarroute het aantal scheepvaartbewegingen per scheepscategorie per vaarrichting per jaar aan. In de AERIUS database zijn per scheepscategorie emissiefactoren NOX voor varende binnenvaartschepen opgenomen (zie verwijzing naar Binnenvaart – emissiefactoren varend in Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS). Deze emissiefactoren zijn afhankelijk van:

- ladingstoestand
- vaarwegtype
- vaarrichting in relatie tot de stroomrichting ('stroomopwaarts' of 'stroomafwaarts')
- rekenjaar.

De gebruiker geeft de scheepscategorie, de ladingstoestand, de vaarrichting en het rekenjaar aan. Het vaarwegtype en de vaarrichting in relatie tot de stroomrichting worden afgeleid van generieke gegevens die zijn opgenomen in de AERIUS database.

Ophoogfactoren sluizen

Voor de routes ter hoogte van sluizen op het hoofdvaarwegennet hanteert AERIUS een ophoogfactor voor de emissiefactor NOx.

Deze ophoogfactor geldt voor het gehele traject waarover oponthoud plaatsvindt vanwege de sluis. De ophoogfactoren en de locaties waar deze gelden, zijn opgenomen in de AERIUS database. De gebieden en de ophoogfactoren zijn in Calculator te zien in de kaartlaag Binnenvaart.



Bijlage 33: Emissieberekening zeeschepen

AERIUS maakt onderscheid tussen emissies van stilliggende zeeschepen en emissies van varende zeeschepen. De locaties waar schepen stilliggen ('aanlegplaats') kunnen als puntbron, lijnbron of oppervlaktebron worden ingevoerd, de vaarroutes worden in AERIUS als lijnbron ingevoerd. AERIUS berekent per bron de totale zeescheepvaartemissies van stikstofoxiden (NOx) in het gekozen rekenjaar.

Bij het berekenen van de emissies gaat AERIUS uit van kenmerken van de zeeschepen die door de gebruiker zijn ingevoerd (scheepscategorie, aantal schepen, verblijftijd bij de aanlegplaats) en van generieke gegevens (emissiefactoren, sluiskenmerken).

Hoe berekent AERIUS de emissies door zeeschepen?

a) *Emissie bij stilliggen*

AERIUS berekent de totale emissie van stilliggende zeeschepen per bron per jaar met onderstaande formule:

$$E_{pb,j} = N_{b,j} * T_b * (1 - WS) * E_{sc}$$

Met:

$E_{pb,j}$ = Totale emissie per bron per scheepscategorie (kg/jaar)

$N_{b,j}$ = Aantal bezoeken per scheepscategorie per jaar

T_b = Gemiddelde verblijftijd per bezoek per scheepscategorie (uur)

WS = gemiddelde percentage van de verblijftijd dat walstroom wordt gebruikt

E_{sc} = Emissiefactor stilligen per scheepscategorie (kg/uur)

De gebruiker voert per scheepscategorie (combinatie van scheepstype, zoals een containerschip of een olietanker, en tonnageklasse) de volgende kenmerken in:

- het aantal bezoeken per jaar
- de gemiddelde verblijftijd per bezoek
- gemiddelde percentage van de verblijftijd dat walstroom wordt gebruikt

In de AERIUS database zijn per scheepscategorie emissiefactoren NOx voor stilligen opgenomen (zie verwijzing naar Zeescheepvaart – emissiefactoren in Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS).

b) *Emissies bij varen*

AERIUS maakt voor zeescheepvaart onderscheid tussen emissies 'varen binnengaats' en emissies 'varen op zee'. AERIUS berekent de totale emissie voor een vaarroute binnengaats of een vaarroute op zee per bron per jaar met onderstaande formule:

$$E_{pb,j} = N_{v,j} * L_t * E_{sc}$$

Met:

$E_{pb,j}$ = Totale emissie per bron per scheepscategorie (kg/jaar)

$N_{v,j}$ = Aantal vaarbewegingen per scheepscategorie per jaar

L_t = Lengte vaartraject (km)

E_{sc} = Emissiefactor varen binnengaats of op zee per scheepscategorie (kg/km)

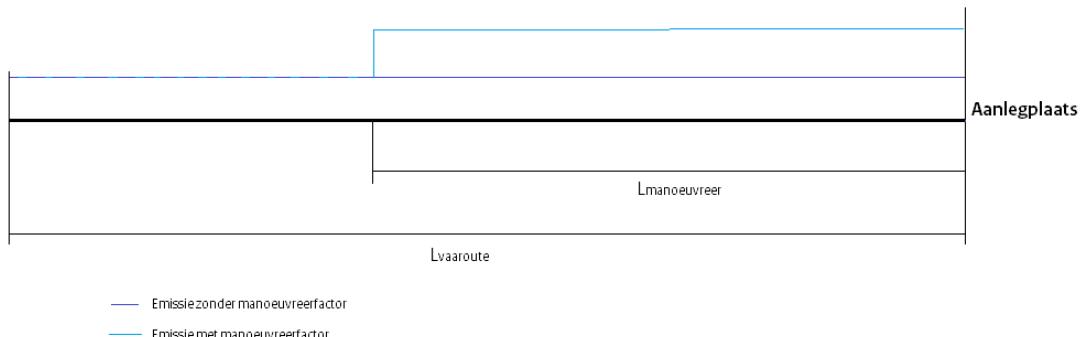
Een gebruiker geeft voor een vaarroute het aantal scheepvaartbewegingen per scheepscategorie per jaar aan. Een andere mogelijkheid is dat een gebruiker de vaaroute koppelt aan een eerder gedefinieerde aanlegplaats. In dat geval leidt AERIUS het aantal vaarbewegingen af van het aantal bezoeken dat is ingevoerd voor de desbetreffende aanlegplaats. Het aantal scheepvaartbewegingen op de vaaroute van en naar de aanlegplaats is tweemaal het aantal ingevoerde bezoeken.

In de AERIUS database zijn per scheepscategorie opgenomen:

- emissiefactoren NOx voor varen binnengaats
- emissiefactoren NOx voor varen op zee

Opslagfactor manoeuvreren

Voor binnengaatsse vaarroutes van en naar een aanlegplaats hanteert AERIUS voor het deel van de vaaroute vanaf de ligplaats een opslagfactor voor de emissiefactor NOx. Deze ophoging compenseert de extra emissie als gevolg van manoeuvreren. AERIUS past de opslagfactor toe als een vaaroute wordt gekoppeld aan een aanlegplaats. Het figuur hieronder geeft een schematische weergave.



De totale emissie van de vaaroute neemt hierdoor toe met

$$E_{pb+m,j} = E_{pb,j} * \left(1 + MIN\left(\frac{L_m}{L_t}, 1\right) * (Mf - 1)\right)$$

Met

$E_{pb+m,j}$ = Totale emissie per bron per scheepscategorie (kg/jaar) incl manoeuvreerfactor

$E_{pb,j}$ = Totale emissie per bron per scheepscategorie (kg/jaar)

$MIN()$ = Het minimum van

L_m = Manoeuvreerlengte (km)

L_t = Lengte vaartraject (km)

Mf = Manoeuvreerfactor (-)

Als de manoeuvreerlengte groter is dan de lengte van het vaartraject dan vind de opslag plaats over de gehele lengte van het vaartraject.

Als een binnengaatsse vaaroute zonder aanlegplaats wordt aangemaakt, ziet AERIUS dit als een doorgaande route. In dat geval wordt de emissie niet gecorrigeerd voor manoeuvreren.

Opslagfactor zeesluizen IJmuiden

Voor de zeesluizen bij IJmuiden hanteert AERIUS een opslagfactor voor de emissiefactor NO_x. Deze opslagfactor geldt voor het gebied rond de sluizen. Wanneer overlap bestaat tussen het deel van de vaarroute met een 'opslagfactor manoeuvreren' en het gebied met een 'opslagfactor sluis', dan geldt de hoogste opslagfactor.

Bijlage 34: Emissieberekening stallen

Calculator berekent de emissie van ammoniak (NH_3) van een stal op basis van het aantal dierplaatsen per stalsysteem dat door de gebruiker is ingevoerd. Wanneer een gebruiker een additionele techniek, emissiereducerende techniek of voer- en managementmaatregel toevoegt, wordt het effect hiervan meegenomen in de emissieberekening.

Hoe berekent Calculator de stalemisies?

De berekende stalemisies in Calculator zijn afhankelijk van de ingevoerde stalkenmerken. Calculator maakt daarbij onderscheid tussen:

- het huisvestingssysteem
- additionele technieken
- emissiereducerende technieken
- voer- en managementmaatregelen.

Calculator berekent de totale emissie (NH_3) per stal met onderstaande formule:

$$e_{tot} = ((a_{sys} \cdot ef_{sys} + \sum_{add} (a_{add} \cdot ef_{add})) \cdot \prod_{red} (1 - rf_{red})) \cdot (1 - rf_{mtot})$$

met:

- e_{tot} = totale emissie stal (kg/jaar)
 a_{sys} = aantal dieren in het huisvestingssysteem
 ef_{sys} = emissiefactor huisvestingssysteem (kg/dierplaats/jaar)
 a_{add} = aantal dieren bij additionele techniek
 ef_{add} = emissiefactor additionele techniek (kg/dierplaats/jaar)
 rf_{red} = reductiefactor emissiereducerende techniek
 rf_{mtot} = reductiefactor voer- en managementmaatregelen

Voor de emissiefactor huisvestingssysteem (ef_{sys}) wordt uitgegaan van de emissiefactoren zoals gepubliceerd in de Regeling ammoniak en veehouderij (RAV) en beschreven in de factsheet Stalsystemen - emissiefactoren (zie verwijzing in Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS).

Bepalen reductiefactor (rf_{mtot}) bij meer dan één voer- en managementmaatregel
Indien in een huisvestingssysteem meer dan één voer- of managementmaatregel, zoals opgenomen in bijlage 2 van de RAV, wordt toegepast, bepaalt Calculator de reductiefactor rf_{mtot} met de volgende formule:

$$rf_{mtot} = 1 - av_{dier} \cdot \prod_{maat} (1 - rf_{v_maat}) - ak_{dier} \cdot \prod_{maat} (1 - rf_{k_maat})$$

met:

- rf_{mtot} = reductiefactor alle maatregelen gecombineerd (afronden op 5%)
 rf_{v_maat} = reductiefactor vloer van een maatregel
 rf_{k_maat} = reductiefactor mestkelder van een maatregel
 av_{dier} = aandeel ammoniakemissie afkomstig van vloer bij een diercategorie
 ak_{dier} = aandeel ammoniakemissie afkomstig van kelder bij een diercategorie
De bovenstaande formule volgt uit de bepalingen in bijlage 3 van de RAV. De waarden zijn gepubliceerd in de RAV en beschreven in de

datafactsheets Stalsystemen - reductiepercentages maatregelen en [stalsystemen](#) - aandeel ammoniakemissies vloer en mestkelder (zie verwijzingen in Bijlage 2: Overzicht databronnen AERIUS).

Bepalen emissiefactor huisvestingssysteem (ef_{sys}) bij combinatie van een emissiearm huisvestingssysteem en een luchtwassysteem

Bij stalsystemen kan binnen een diercategorie onderscheid worden gemaakt tussen een traditioneel huisvestingssysteem en één of meer emissiearme huisvestingssystemen. Voor enkele combinaties van emissiearme stalsystemen en emissiereducerende maatregelen geldt een afwijkende emissieberekening.

Het gaat om combinaties van:

- een emissiearm huisvestingssysteem, niet zijnde een luchtwassysteem, met een reductiepercentage van *meer dan 70%* ten opzichte van het traditionele huisvestingssysteem van de desbetreffende diercategorie, en
- een luchtwassysteem.

Voor bovenstaande combinaties geldt dat de emissiefactor van het stalsysteem (ef_{sys}) wordt begrensd op 30% van de emissiefactor van het traditionele huisvestingssysteem (ef_0). In Calculator is deze voorwaarde geïmplementeerd door toepassing van de onderstaande formule in situaties waarbij een luchtwassysteem wordt gecombineerd met een emissiearm huisvestingssysteem.

$$ef_{sys} = \max (ef_{sys}; 0,3 \cdot ef_0)$$

De bovenstaande formule volgt uit de bepalingen in eindnoot 3 in bijlage 1 van de RAV.

Bijlage 35: Emissieberekening mobiele werktuigen

Mobiele werktuigen zijn voertuigen die in beginsel geen gebruik maken van de openbare weg en bijvoorbeeld worden ingezet in onder meer de landbouw en bij bouwprojecten. Voorbeelden van mobiele werktuigen zijn graafmachines, kiepwagens, bulldozers en tractoren. De emissiefactoren van mobiele werktuigen zijn afhankelijk van de emissienormen die van toepassing zijn op de stageklasse behorend bij het desbetreffende werktuig.

Vanaf C2021 is de berekening van de emissie vereenvoudigd in de Calculator. De berekening gebruikt drie soorten registratiegegevens: AdBlue-verbruik, uren en brandstofgebruik (AUB). De uitstoot van machines kan met deze drie gegevens redelijk betrouwbaar worden bepaald. In vergelijking met de eerdere methodes is het onderscheid tussen machines hiermee teruggebracht tot de meest relevante voor de uitstoot. Een uitgebreide onderbouwing is beschreven in TNO rapport 2021 R12305 (AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NO_x en NH₃ uitstoot van mobiele werktuigen⁷¹.

Hoe berekent AERIUS de emissies van mobiele werktuigen?

Berekening emissies op basis van AUB

AERIUS berekent de emissie van NO_x en NH₃ met de formule:

$$E_{MW} = C_u * T + C_b * B + C_a * AB$$

met

E_{MW} = Totale emissie NO_x of NH₃ per bron per Mobielwerktuigcategorie (kg/jaar)

B = Het totale brandstofverbruik (liter brandstof/jaar)

T = De tijd dat het werktuig draait (uur/jaar)

AB = Het AdBlue verbruik (liter AdBlue/jaar)

C_u = Coëfficiënt uren NO_x of NH₃ (kg/uur)

C_b = Coëfficiënt brandstofverbruik NO_x of NH₃ (kg/liter)

C_a = Coëfficiënt uren NO_x of NH₃ (kg/liter)

De coëfficiënten zijn beschikbaar per machinecategorie en hebben een aparte waarde voor NO_x en NH₃. De waarden

De gebruiker voert in:

1. De Mobiele werktuigcategorie van het werktuig
2. Het totale brandstofverbruik (B), [liter brandstof/jaar]
3. De tijd dat het werktuig draait (T), [uur/jaar]
4. Het AdBlue verbruik (AB), [liter AdBlue/jaar]

⁷¹ <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3A1f164e7f-2749-4ace-b107-bb0c5905b5f6>

AERIUS toont in Calculator de velden voor het totale brandstofverbruik, de tijd dat het werktuig draait of het AdBlue verbruik niet als het voor de gekozen mobiele werktuigcategorie niet nodig is.

Beschrijving data

De onderstaande tabel geeft de gebruikte coëfficiënten in de AERIUS database weer. Ze zijn afkomstig uit TNO rapport 2021 R12305 (AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik): een robuuste schatting van NOx en NH3 uitstoot van mobiele werktuigen.⁷²

Tabel 27 1 De coëfficiënten voor alle categorieën van machines.

	X	A	B	C	D	E	MUT	ZUT	
C_{b, NOx}	0.03	0.02	0.015	0.025	0.033	0.004			per liter
C_{u, NOx}	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005		0.12	0.2	per uur
C_{a, NOx}				-0.46	-0.46				AdBlue
C_{b, NH3}	0.0000075	0.0000075	0.0000075	0.00024	0.00024	0.0000075			per liter
C_{u, NH3}							0.00088	0.00147	per uur

Alle benzine- en LPG-motorenvallen onder categorie E. Onder MUT (Middelzware Utiliteitsvoertuigen) vallen lichte kiepwagens en andere wegvoertuigen actief op de bouwplaats (tot 19,5 ton maximaal voertuiggewicht, twee assen) en ZUT (Zware Utiliteitsvoertuigen) vallen Zware kiepwagens en wegvoertuigen actief op de bouwplaats (meer dan 19,5 ton, drie of meer assen). De mobiele werktuigen op diesel hebben meer categorieën.

⁷² Ligterink, N.E., Dellaert, S.N.C., van Mensch, P. 2021. AUB (AdBlue verbruik, Uren, en Brandstofverbruik). TNO Rapport 2021 R12305. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:1f164e7f-2749-4ace-b107-bb0c5905b5f6>

Tabel 27 2 geeft aan met welke categorie een mobiel werktuig op diesel wordt uitgerekend. De bovenste rij is hierbij het bouwjaar van het mobiele werktuig en de eerste kolom het vermogen.

Tabel 27 2 Het groeperen van categorieën met vergelijkbare emissielimieten en technologie voor mobiele werktuigen op diesel. Het verschil tussen B en C is de toepassing van een SCR als NOx emissiecontrole technologie.

Classificatie	[...-2001]	[2002-2005]	[2006-2010]	[2011-2013]	[2014-2018]	[2019-...]
Vermogen [kW]	Stage-I	Stage-II	Stage-III A	Stage-IIIB	Stage-IV	Stage-V
(...-56)	X	X	X	A	A	A
[56-75)	X	X	A	A	D	D
[75-560)	X	A	B	B/C	D	D
[560-...)	X	X	X	X	X	B/C

Bijlage 36: Bepalen relevante hexagonen en (bijna) overbelaste hexagonen

AERIUS Calculator berekent de depositiebijdrage op alle relevante hexagonen, als de rekeninstelling ‘Wnb berekening’ wordt gekozen. ‘Relevante hexagonen’ zijn hexagonen in Natura 2000-gebieden die in het kader van de Wet Natuurbescherming relevant zijn bevonden voor de beoordeling van het onderdeel stikstofdepositie.

Binnen de set ‘relevante hexagonen’ bestaat de subset ‘Wnb-registratieset’: het deel van de relevante hexagonen dat relevant is voor stikstofregistratie in het kader van toestemmingsverlening. Het gaat om die relevante hexagonen waar sprake is van een (naderende) overbelasting van de meest strenge Kritische DepositieWaarde (KDW).

Wanneer is een hexagoon ‘relevant’?

Bij Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen op basis van de **Vogelrichtlijn** is sprake van relevant hexagoon wanneer het hexagoon (deels) overlapt met het leefgebied van een soort met een doelstelling.

Bij Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen op basis van de **Habitatrichtlijn** is sprake van een relevant hexagoon wanneer het hexagoon (deels) overlapt met:

- een stikstofgevoelig habitattype met een relevante doelstelling
- een onbekend stikstofgevoelig habitattype, of
- het stikstofgevoelige leefgebied van een habitatsoort met een relevante doelstelling.

Habitattypen en leefgebieden van habitatsoorten zijn stikstofgevoelig wanneer de KDW kleiner is dan 2.400 mol/ha/jr. Voor de relevantie is de status van een Natura 2000-gebied en de status van doelstelling van belang. Hiervoor geldt het volgende:

- er is sprake van een in ontwerp aangewezen gebied én op deze locatie geldt een ontwerp doelstelling voor het habitattype, de habitatsoort of vogelsoort, of;
- er is sprake van een definitief aangewezen gebied én op deze locatie geldt een definitieve doelstelling.

Wanneer is er sprake van een (bijna) overbelast relevant hexagoon?

De (naderende) overbelasting van een hexagoon wordt bepaald door de ‘Kritische Depositie Waarde’ (KDW) van de stikstofgevoelige habitattypen of leefgebieden op een hexagoon, te vergelijken met de achtergronddepositie op hetzelfde hexagoon. De achtergronddepositie voor alle hexagonen is in AERIUS Calculator in te zien met de Infomarker. De KDW is gedefinieerd als de grens waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van een habitat significant wordt aangetast door de stikstofdepositie. Als meerdere habitattypen in een hexagoon

voorkomen, wordt de laagste voorkomende KDW voor dit hexagoon gebruikt, omdat deze maatgevend is.

In geval de achtergronddepositie de grens van de KDW overschrijdt, noemen we dit hexagoon overbelast. De stikstofdepositie is dan hoger dan de meest kritische KDW. Bij de keuze welke hexagonen relevant zijn voor stikstofregistratie in het kader van toestemmingsverlening, wordt een veiligheidsmarge van 70 mol/ha/jaar aangehouden. Dat betekent dat bij de stikstofregistratie in Register ook hexagonen worden meegegenomen waar de KDW nog niet overschreden is, maar de achtergronddepositie minder dan 70 mol/ha/jaar onder de KDW ligt. De hexagonen in de stikstofregistratie set worden daarom ook wel de '(bijna) overbelaste hexagonen' genoemd.