

TNO-rapport

TNO-2013 R10412

Doelmatigheidsonderzoek

AERIUS À CALCULATOR

Earth, Environmental and Life Sciences

Princetonlaan 6 3584 CB Utrecht Postbus 80015 3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56 infodesk@tno.nl

Datum 12 juni 2013

Auteur(s) J.H. Duyzer

P.Y.I. Zandveld W.J.A. Lohman

Aantal pagina's 23 Aantal bijlagen 0

Opdrachtgever Ministerie van Economische Zaken

t.a.v. de heer Mark Wilmot, MSc

Postbus 20401 2500 EK Den Haag

Projectnaam

Projectnummer 060.01987

Postscannummer TNO-060-UT-2013-00240

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

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

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

© 2013 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Werkwijze	4
2.1	De scope van AERIUS Calculator	
2.2	Evaluatie	
3	Resultaten	5
3.1	Het achtergrondrapport	5
3.2	Beoordeling van het instrument AERIUS Calculator	5
3.3	Implementatie van het OPS	17
3.4	Het toepassingsbereik van de AERIUS Calculator	18
4	Eindoordeel en aanbevelingen	20
4.1	Inleiding	20
4.2	Algehele conclusie	
4.3	Overzicht bevindingen en vergelijking met AERIUS 1.3	20
5	Ondertekening	23

TNO Rapport | R10412 3 / 23

1 Inleiding

Het rekeninstrument AERIUS maakt deel uit van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) en heeft tot doel zowel de programmatische aanpak als de toestemmingverlening voor stikstof emitterende activiteiten te ondersteunen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- AERIUS 1.x: instrument dat wordt gebruikt om te komen tot een vastgestelde PAS.
- AERIUS Calculator: instrument dat zal worden gebruikt in het kader van de vergunningverlening (op grond van de Natuurbeschermingswet 1998) en de monitoring van het programma.

De AERIUS Calculator maakt onderdeel uit van het instrument AERIUS.¹ De toepassing van de AERIUS Calculator in het kader van de vergunningverlening zal worden voorgeschreven bij ministeriële regeling. Dit waarborgt dat de effecten van projecten landelijk op een vergelijkbare wijze worden berekend. Dat is niet alleen van belang voor de vergunningverlening maar ook voor de monitoring.

In 2011 heeft TNO een doelmatigheidsonderzoek/evaluatie uitgevoerd van AERIUS 1.3. De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in Voogt et al. (2011)². Het ministerie heeft TNO opdracht gegeven een vergelijkbaar doelmatigheidsonderzoek voor de AERIUS Calculator (versie 2013) uit te voeren. Omdat de AERIUS Calculatorl voor een belangrijk gedeelte voortborduurt op AERIUS 1.3 is het huidige onderzoek slechts beperkt van omvang.

Het doel van de werkzaamheden in dit project is het geven van een onafhankelijke beoordeling van:

- de doelmatigheid van de AERIUS Calculator: in hoeverre is AERIUS qua functionaliteit geschikt voor het berekenen van de effecten van projecten en plannen op de deposities ten behoeve van de Nb-wet vergunningverlening;
- de inhoudelijke aspecten van de AERIUS Calculator (wetenschappelijk, documentatie, software technisch, gebruiksvriendelijkheid).

In het onderzoek zijn met name van belang:

- de betrouwbaarheid van de implementatie van het OPS in AERIUS;
- · de onderbouwing van het toepassingsbereik van de AERIUS Calculator.

Er wordt zoveel mogelijk aangesloten op de werkwijze in het doelmatigheidsonderzoek AERIUS 1.3 (Voogt et al. 2011).

¹ In dit rapport wordt met AERIUS steeds de AERIUS Calculator bedoeld. Tenzij anders aangegeven.

² M.H. Voogt, J.H. Duyzer, W.J.A. Lohman, R.T. Klerkx en P.Y.I. Zandveld. 2011. Doelmatigheidsonderzoek AERIUS 1.3. TNO rapport TNO-060-UT-2011-01904.

TNO Rapport | R10412 4 / 23

2 Werkwijze

2.1 De scope van AERIUS Calculator

Wanneer de Calculator beschikbaar komt is een gebruiker in staat tot het volgende:

- De stikstofdepositie berekenen als gevolg van een specifiek project of globaal plan
- Inzicht verkrijgen in bijdrage stikstofdepositie op kwetsbare natuur in Natuurmonumenten, Natura 2000 gebieden.
- Het verkrijgen van een complete bijlage met rekenresultaten voor aanvraag NBwet vergunning
- Aanpassen aanvraag NB-wet vergunning
- Het vergelijken van depositie effecten van twee verschillende situaties
- Het exporteren/bewaren van brongegevens en resultaten in een GIS systeem

Op het moment dat de PAS is vastgesteld, zal de Calculator aangepast worden op het vergunning verlening proces onder de PAS.

2.2 Evaluatie

De evaluatie van AERIUS 1.3 bestond uit interviews met stakeholders en een cijfermatige evaluatie. Deze is uitgebreid gerapporteerd in Voogt et al. (2011) AERIUS 1.3 is beoordeeld op:

- De doelmatigheid van AERIUS: in hoeverre draagt AERIUS qua functionaliteit bij aan het halen van de doelstelling van fase III van de PAS (het uitvoeren van de gebiedsanalyse)?
- Inhoudelijke aspecten van het instrument AERIUS: wetenschappelijk, documentatie, software technisch, gebruiksvriendelijkheid en implementatie van beleid

AERIUS 1.3 is op beide aspecten kwalitatief beoordeeld. Op een aantal minder bevredigende punten zijn aanbevelingen gedaan. Onderdeel van de huidige evaluatie is ook te onderzoeken in hoeverre deze aanbevelingen zijn opgevolgd en hebben geleid tot verbetering. Daarbij dient rekening te worden gehouden met de verschillen in scope tussen AERIUS 1.3 (gebiedsanalyse) en de AERIUS Calculator (gericht op vergunningverlening).

De activiteiten in de huidige evaluatie zijn:

- 1 Beoordeling van het AERIUS achtergrondrapport
- 2 Beoordeling van het instrument AERIUS Calculator. Beoordeling van:
 - de werkwijze (invoer / data management en rekenkern);
 - de software architectuur en gebruikersvriendelijkheid van het instrument;
 - de state of the art (in de praktijk het geïmplementeerde OPS).
- 3 Beoordeling van de implementatie van het OPS in de AERIUS Calculator.

TNO Rapport | R10412 5 / 23

3 Resultaten

3.1 Het achtergrondrapport

Op het moment dat de AERIUS Calculator beschikbaar komt, dient ook een onderbouwend rapport beschikbaar te zijn waarin de rekenmethode en het toepassingsbereik zijn beschreven³. Belangrijk doel van dit rapport is het leveren van een degelijke onderbouwing van de toepasbaarheid van de Calculator voor gebruik in het kader van de Nb-wet vergunningverlening. Het rapport moet aannemelijk maken dat:

- Het OPS juist is geïmplementeerd in de AERIUS Calculator;
- De rekenmethoden in de AERIUS Calcuator uitgaan van state of the art kennis over de verspreiding en depositie van stikstof en voldoende zijn gevalideerd.

Het rapport is bedoeld voor alle gebruikers van AERIUS (overheden, bedrijfsleven en adviseurs). TNO heeft de conceptrapportage van de opdrachtgever ontvangen en daarop commentaar gegeven. Het rapport geeft een goede beschrijving van het toepassingsbereik en de rekenmethode. Het commentaar van TNO is in het rapport verwerkt.

3.2 Beoordeling van het instrument AERIUS Calculator

De werkwijze in AERIUS, de *fitness for purpose*, de state of the art, de invoer, de software architectuur en de gebruikersvriendelijkheid zijn beoordeeld aan de hand van discussies met medewerkers van het ministerie (het AERIUS team) en het RIVM, achtergronddocumenten en eigen onderzoek.

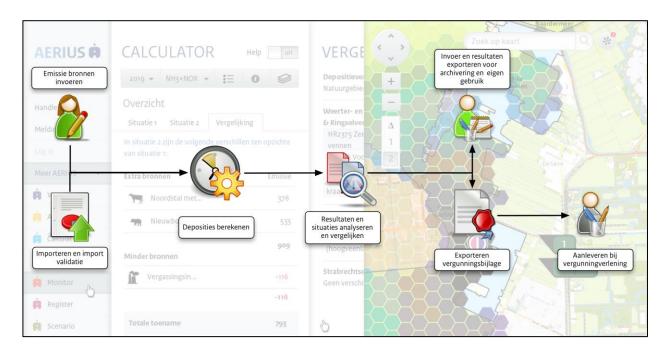
Het is daarom van belang te vermelden dat het om een beperkte beoordeling gaat. Uitgangspunt is meestal de door medewerkers van RIVM en het AERIUS team geleverde informatie. Daarnaast is het van belang te melden dat tijdens het beoordelen van AERIUS de ontwikkeling door ging.

3.2.1 Werkwijze

De werkwijze in AERIUS is beoordeeld op helderheid, doelmatigheid en robuustheid aan de hand van het rapport en na overleg met medewerkers van het ministerie. De werkwijze in AERIUS is globaal geïllustreerd in Figuur 1.

Ministerie van EZ. Programmadirectie Natura 2000. AERIUS Calculator - toelichting toepassingsbereik en beschrijving rekenmethode. Concept mei 2013.

TNO Rapport | R10412 6 / 23



Figuur 1 Gebruikersschema

Bij de beoordeling van de opbouw van het AERIUS instrument valt het volgende op.

T.a.v. de helderheid

De werkwijze van een berekening in de AERIUS Calculator volgt de causale keten. Dit leidt tot een heldere werkwijze die goed te volgen is. Daardoor kan ook de minder ingevoerde gebruiker de resultaten redelijk goed voorspellen hetgeen het gevoel van betrouwbaarheid versterkt.

T.a.v. de robuustheid

Verschillende aspecten spelen een rol bij de beoordeling van de robuustheid en consistentie van een instrument als AERIUS.

1 Past het instrument in bestaande kaders?

Doorgaans wordt aangesloten bij:

- Bestaande modellen zoals het OPS en daarbij behorende gegevens zoals kaarten van de terreinruwheid en meteorologische gegevens.
- Bestaande regelgeving zoals de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 (RBL). De rekenkern van AERIUS, het OPS, verschilt van de standaardrekenmethoden die zijn opgenomen in de RBL. Het OPS kent een aparte positie in Nederland: het model wordt toegepast bij het bepalen van de kaarten met grootschalige concentraties en deposities (www.rivm.nl/gcn). Het RBL heeft geen voorschriften voor het berekenen van de depositie. In AERIUS 1.3 werd VLW (implementatie van standaardrekenmethode 2 (SRM2) uit de RBL) toegepast voor berekeningen van de bijdrage van wegen. In de AERIUS Calculator wordt het OPS gebruikt voor berekeningen van deze bijdrage van wegen. In de versie van de calculator die beschikbaar komt wanneer de PAS in werking treedt, zal voor wegen waarschijnlijk worden uitgegaan van een implementatie van SRM2. Zie ook paragraaf 3.2.4.

Er zijn overigens geen sterke inhoudelijke argumenten tegen het gebruik van het OPS voor berekeningen van de verkeersbijdrage. Het OPS beschikt op zichzelf echter niet over de mogelijkheid de invloed van bijvoorbeeld geluidsschermen of een afwijkende (hoogte)ligging van de weg te berekenen. In SRM2 worden wel mogelijkheden aangegeven om deze effecten mee te nemen door veranderingen in de invoer.

- Bestaande vastgelegde werkwijzen zoals de GCN/GDN.
- Bestaande gegevens over emissies zoals de Emissieregistratie (ER) en de Regeling Ammoniak Veehouderijen (RAV)

Conclusie: Door de aansluiting bij bestaande instrumenten en kaders is in het onderhoud van deze gegevens en procedures al ruimschoots voorzien. Dit versterkt de robuustheid van het product AERIUS. Daardoor zou het onderhoud niet bijzonder veel inspanningen hoeven vergen.

2 Is het product stabiel?

Twee kanten zijn van belang: de invoer van gegevens (data management) en de rekenkern OPS.

Datamanagement

AERIUS gebruikt gegevens van derden. De procedure van levering, verwerking en controle wordt vastgelegd in protocollen (datamodellen). Binnen het uitgevoerde onderzoek zijn deze niet in detail gecontroleerd. Aan TNO zijn enkele voorbeelden van documenten (datamodellen) ter beschikking gesteld. Bijvoorbeeld het "Gegevens Leverings Protocol gebiedsanalyse PAS" en "GegevensTransformatieProtocol Habitatkartering". De in AERIUS gebruikte procedures maken op de betrokken TNO medewerker een ongekend zorgvuldige en transparante indruk. Echter, zoals ook in de stukken zelf wordt onderkend, moeten zowel aan de kant van de leverancier van de data, als aan de kant van de verwerking, experts werken en in de gelegenheid worden gesteld hun bijdrage te leveren.

De rekenkern OPS

In de volgende hoofdstukken wordt nader ingegaan op de wetenschappelijke positie van het OPS. Op deze plaats is het proces van belang. Het OPS vormt het hart van AERIUS. Dat maakt AERIUS sterk afhankelijk van het OPS en het is de vraag hoe kwetsbaar dit AERIUS maakt. Er zijn verschillende processen gaande:

Nieuwe versies van het OPS. De laatste jaren is het OPS sterk in ontwikkeling geweest⁵. De laatste wijzingen in het OPS hadden een grote invloed op de berekende depositie van ammoniak in sommige gebieden. Voor de AERIUS Calculator is dat wellicht geen (groot) probleem omdat hier alleen gekeken wordt naar de invloed van nieuwe, te vergunnen, activiteiten (het gaat daarbij vooral om de relatieve bijdrage van bronnen aan de depositie). Relatieve veranderingen zijn minder gevoelig voor veranderingen in de beschrijvingen van de depositie.

⁴ TNO medew erkers hebben een goed overzicht op het gebied van de data uitwisseling in het luchtdossier in Nederland.

⁵ Met betrekking tot NH3 is de belangrijkste wijziging de sluiting van het ammoniakgat. De laatste wijziging in de berekening van de NHx depositie had betrekking op een bug.

TNO Rapport | R10412 8 / 23

Wanneer de berekende deposities worden vergeleken met *absolute* getallen, zoals kritische depositieniveaus, dan kunnen wijzigingen in het OPS wel een probleem worden. Het is belangrijk in te zien dat in het AERIUS proces de ontwikkelingsruimte ambtelijk wordt vastgesteld. De onzekerheid in de berekende ontwikkelingsruimte wordt dus bij het besluit ontwikkelingsruimte beschikbaar te stellen meegewogen. Door deze werkwijze gaat het bij het berekenen van de bijdrage van activiteiten in de ontwikkelingsruimte om een *relatieve* verandering. In beide toepassingen blijft echter de uitstraling van consistentie van uitkomsten van berekeningen met AERIUS een aandachtspunt.

2 (Nieuwe) GDN kaarten. GDN kaarten zijn van groot belang voor de uitkomsten van de berekening van de depositie. Bij berekeningen met de AERIUS Calculator ten behoeve van vergunningen spelen zij echter geen rol, omdat daar alleen de bijdrage wordt berekend. In latere versies van AERIUS speelt dit echter wel een rol. Nieuwe GDN kaarten worden berekend met nieuwe versies van het OPS. Het lijkt belangrijk gezien de consistentie van gegevens verstrekt door de overheid de verwevenheid met de GDN kaarten te behouden.

Beide processen zijn door het RIVM gekoppeld maar lijken relatief onafhankelijk van het AERIUS proces. Door de sterke en complexe verweving met het OPS is in het AERIUS proces het verwerken van nieuwe versies van het OPS in AERIUS vrijwel onvermijdelijk.

Conclusie

Het datamanagement lijkt goed op orde, afspraken met leveranciers worden goed vastgelegd in 'modellen'. Dat lijkt een goede ontwikkeling waarmee AERIUS vooroploopt.

Door de gekozen werkwijze is AERIUS volkomen verweven met het OPS. Vanuit wetenschappelijk standpunt gezien is het zeer goed dat het OPS steeds verder verbeterd wordt. De onzekerheid in de uitkomsten wordt daardoor steeds verder verkleind. Maar voor een systeem van vergunning verlening dat het komende decennium gebruikt zou kunnen worden is dat een lastig aspect. Dit geldt ook voor veranderingen aan de invoer. Zo is er discussie over het verbeteren van kaarten van de oppervlakte ruwheid (z_o). Ook daar is het van belang de consistentie (in de tijd) in het oog te houden.

Het is van belang dat er t.a.v. de nieuwe versies van het OPS samen met het RIVM een beleid wordt ontwikkeld voor het proces van nieuwe versies van het OPS (en onderliggende gegevens zoals z_o kaarten) in samenhang met de uitgifte van GDN kaarten. Doel van dit beleid is: de robuustheid (consistentie) en juistheid van berekeningen met AERIUS in de tijd te waarborgen en tegelijkertijd de aansluiting met het GDN proces te waarborgen.

3.2.2 State of the art m.b.t. software architectuur en gebruikersvriendelijkheid

Inleiding

In dit hoofdstuk worden de technische aspecten van de AERIUS applicatie belicht. Het betreft hier een korte scan, waarbij voornamelijk wordt gekeken naar de veranderingen ten opzichte van de eerste versie van de AERIUS applicatie. Hiervoor waren in een eerder TNO rapport (Voogt et al. 2011) de volgende aandachtspunten/aanbevelingen benoemd:

- Beschikbaarheid documentatie
- Legacy code (oude en nieuwe programmacode door elkaar ivm "learning on the job")
- Aansturing OPS rekenmodules en load balancer (evt via Enterprise Service Bus technologie)
- Afhankelijkheid Open Street Map Server
- Security

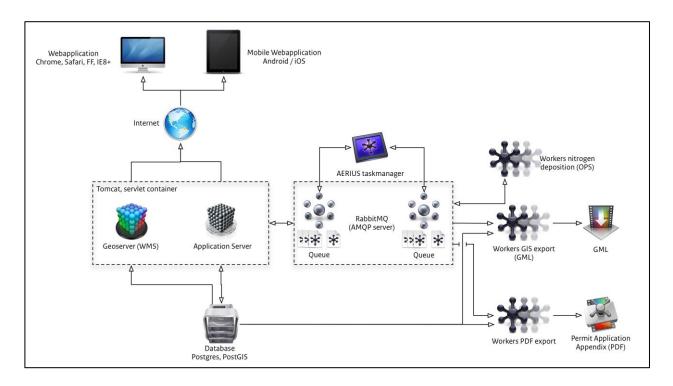
De informatie die voor dit beeld is gebruikt, is verkregen door een interview met Hilbrand Bouwkamp (hoofdontwikkelaar AERIUS) en een korte demonstratie van de AERIUS Calculator.

Structuur en opbouw van AERIUS

De opbouw van de AERIUS Calculator applicatie is logisch gezien vrijwel analoog als die van AERIUS 1. De eindgebruiker krijgt toegang tot de applicatie middels een webbrowser via het internet. De gebruikersinterface is opgebouwd in Java en middels GWT (Google WebToolkit) technologie beschikbaar voor de gebruiker.

Er wordt gebruikgemaakt van goede, state-of-the-art, Open Source Bibliotheken zoals:

- Apache (webserver)
- PostgreSQL (database)
- RabbitMQ (messagebus)



Figuur 2 Logische opbouw AERIUS Calculator

Ontwik k elproces

De AERIUS Calculator heeft een nieuwe 'look-and-feel', met veel meer de nadruk op vergunningverlening. De gebruiker wordt via een duidelijk menu meegenomen. Het vertrekpunt hierin is "de bron" (emissie).

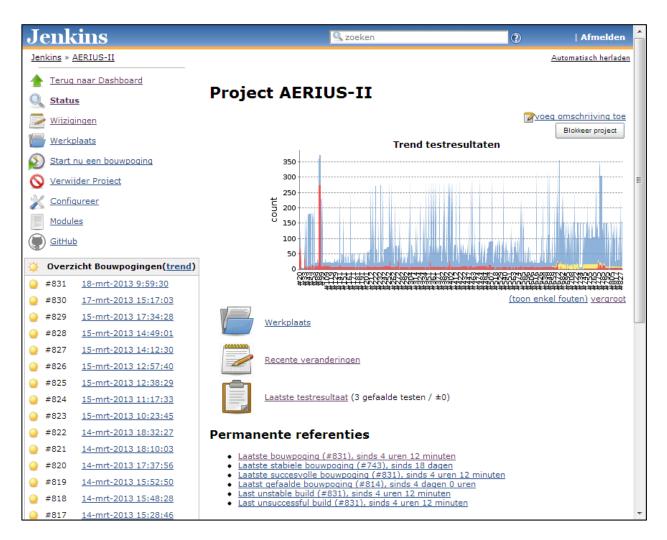
De AERIUS Calculator is eigenlijk geheel vanaf de grond opnieuw opgebouwd. De ervaringen van de AERIUS 1 ontwikkeling zijn hierin meegenomen. Daar waar mogelijk is reeds ontwikkelde code meegenomen in de Calculator. De documentatie is hierin duidelijk verbeterd. De sourcecode maakt een verzorgde indruk en commentaar is op een gestructureerde manier in de tekst opgenomen.

De software wordt middels git (github) gemanaged. Dit maakt het mogelijk om decentraal te ontwikkelen aan AERIUS. Tevens zorgt de opzet van git ervoor, dat men minder afhankelijk is van een centrale versiebeheer server.

Het ontwikkel proces wordt verder ondersteund door 'Apache Maven' en 'Jenkins'. Deze toolset neemt het automatisch bouwen en testen van de AERIUS code voor zijn rekening. Elke verandering die in de broncode wordt doorgevoerd, wordt na synchronisatie met de git server automatisch opnieuw gebouwd en getest. Eventuele fouten die daarbij optreden worden dan teruggekoppeld⁶.

⁶ De kwaliteit van de ontwikkelde code werd getoetst aan de hand van een if SQ level 2 evaluatie. De kwaliteit van de code kreeg een score B. Dat is een hoge score.

TNO Rapport | R10412 11 / 23

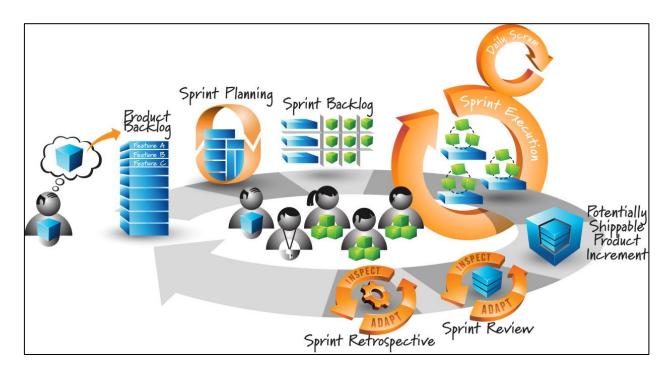


Figuur 3 Jenkins

Het ontwikkelproces zelf wordt geleid door de SCRUM methode. Een Scrum project bestaat uit een aantal Sprints. Een Sprint is een vaste periode waarin het team werkt aan het project naar een bepaalde functionaliteit. Bij AERIUS wordt een periode van 4 weken aangehouden voor een Sprint. Daarna is er eigenlijk een nieuwe release candidate (nieuwe versie), beschikbaar. Het werkproces in AERIUS werd beoordeeld en de beoordeling werd vastgelegd in een rapportage (PBLQ HEC, Het Expertise Centrum). Het proces werd beoordeeld als uitstekend.

⁷ Memo Kwaliteit ontwikkelproces AERIUS II.0, PBLQ HEC , 12 februari 2013

TNO Rapport | R10412 12 / 23



Figuur 4 SCRUM Sprint methodiek

Message bus

Nieuw in de AERIUS Calculator is de invoering van een 'Message Bus'. Dit is conform de aanbeveling van TNO om naar Enterprise Service Bus technologie te kijken en de mogelijke toepasbaarheid in AERIUS.

In de AERIUS Calculator neemt de Message bus, gevormd door RabbitMQ, een centrale plek in. Gegevensstromen van en naar de rekenkernen worden hierdoor netjes gemanaged. Taken vanuit de gebruikers worden in wachtrijen geplaatst. Verschillende rekensystemen/modules handelen deze verzoeken af. RabbitMQ is een Open Source message bus (http://www.rabbitMQ.com).

Data

De noodzakelijke GIS data wordt onder meer betrokken via PDOK (Publieke Dienstverlening Op de Kaart). PDOK is een centrale voorziening voor het ontsluiten van geodatasets van nationaal belang. Dit zijn actuele en betrouwbare gegevens voor zowel de publieke als private sector. PDOK stelt digitale geo-informatie als dataservices en bestanden beschikbaar. De meeste PDOK diensten zijn gebaseerd op open data en daarom voor iedereen vrij beschikbaar.

TNO Rapport | R10412 13 / 23

Conclusies

De AERIUS Calculator is in technisch opzicht meer volwassen geworden ten opzichte van AERIUS 1.3. Men heeft de ervaringen uit eerdere traject gebruikt ter verbetering van de tool. Eveneens is er goed gekeken naar aanbevelingen gegeven naar aanleiding van de evaluatie van AERIUS 1.3 (Voogt et al., 2011).

3.2.3 State of the art van AERIUS modelberekeningen

3.2.3.1 Puntbronnen en oppervlaktebronnen

De rekenkern van AERIUS voor het berekenen van de depositie van emissies uit puntbronnen en oppervlakte bronnen is het OPS. Dit is een hybride model voor de verspreiding van luchtverontreiniging. Het bevat een Gaussisch pluimmodel voor de korte afstand (bijdragen binnen 20 km van de bron) gecombineerd met een trajectorie model voor de lange afstand (bijdragen over afstanden van meer dan 20 km). Enkele aspecten worden hierna besproken⁸:

Documentatie

Het OPS is ontwikkeld en wordt onderhouden door het RIVM. De documentatie van het OPS model is zeer uitvoerig en voldoet daarmee. Documentatie van de thans gebruikte versie OPS 4.3.16 is zeer uitgebreid en beschikbaar. Vrijgave van nieuwe versies gaat gepaard met een vermelding op de website van het RIVM (www.rivm.nl/ops). Bij de vermelding worden de aangebrachte veranderingen en het effect van deze veranderingen aangegeven.

Validatie

OPS 4.3.12.

Uitgebreide vergelijkingen tussen (in Nederland) gemeten concentraties en met het OPS model berekende concentraties in lucht en neerslag zijn uitgevoerd en vastgelegd. Het RIVM leidt de onzekerheid in modeluitkomsten mede uit deze studies af. Het RIVM zegt hierover het volgende ⁹: De berekende stikstofdeposities op 1x1 km² in GDN hebben een onzekerheid van ca. 70% (1 sigma) ¹⁰. De onzekerheid in de berekende deposities op 100x100 m² in AERIUS is niet a priori in te schatten maar is ongeveer van dezelfde orde van grootte. Ook in het geval dat veel detailinformatie over bronnen nabij een natuurgebied beschikbaar is, zal de onzekerheid nog altijd enkele tientallen procenten bedragen en dus minimaal in de orde van honderden molen per hectare per jaar zijn.

Ondanks een enkel relatief groot validatie onderzoek op de lokale schaal zijn de onzekerheden niet onaanzienlijk. Veel meer onderzoek zou nodig zijn om de onzekerheid terug te brengen. De genoemde onzekerheden lijken ook realistische waarden al is niet veel vergelijkingsmateriaal voorhanden.

⁸ Deze beoordeling is gemaakt na en voornamelijk op basis van discussie met medewerkers van het RIVM. Een uitgebreide beoordeling op basis van de literatuur is niet uitgevoerd.

⁹ Toelichting Depositieberekeningen AERIUS, RIVM memo, 23-9-2011. Guus Velders, Margreet van Zanten, Jan Aben, Wilco de Vries, Hans van Jaarsveld, Rob Maas, Addo van Pul

¹⁰ Voor OPS-Pro 4 werden door het RIVM de volgende onzekerheden afgeleid. Voor een over Nederland verspreid liggend type ecosysteem 20, 25 en 30% for SOx, NOy en NHx, respectievelijk. Voor een individueel ecosysteem van 500 bij 500 m² tot 5 bij 5 km² is de onzekerheid veel hoger en 50, 60, 100% voor SOx, NOy en NHx depositie respectievelijk. Voor de thans gebruikte versie OPS 4.3.16 is de onzekerheid nog niet vastgesteld. AERIUS 1.3 bevatte

Elke GCN ronde wordt een vergelijking gemaakt tussen gemeten en berekende concentraties. Deze worden niet elk jaar gerapporteerd.

Oudere versies van het model hebben in modelvergelijkingsstudies meegedaan. Het betreft onder andere een studie waarin de berekening van de verspreiding van ammoniak door verschillende modellen met elkaar werd vergeleken. In een aantal test berekeningen gaf het OPS resultaten die van vergelijkbare kwaliteit waren als de resultaten van berekeningen met drie andere in Europa gebruikte modellen. Een verwijzing naar deze studies en een nadere toelichting op de validatie van het OPS is te vinden op www.rivm.nl/ops (doorklikken op 'modelbeschrijving').

De onzekerheden spelen een grote rol indien met AERIUS deposities met *absolute* getallen vergeleken worden, zoals met kritische depositieniveaus. In de AERIUS II Calculator worden *relatieve* veranderingen doorgerekend. Daarvoor geldt:

- De onzekerheid in de relatieve bijdrage van doelgroepen en individuele bronnen aan de depositie op een specifieke locatie is aanzienlijk kleiner dan de onzekerheid in de absolute depositie zelf en wordt grotendeels bepaald door de onzekerheden in broneigenschappen en in mindere mate door de wijze van verspreiding- en depositieberekening.
- Trends in de depositie en uitspraken over de te verwachte toekomstige vermindering van de stikstofdepositie bij een bepaald beleidscenario kunnen aanzienlijk nauwkeuriger vastgesteld worden dan de absolute depositie, mits rekening gehouden wordt met meteorologische verschillen van jaar tot jaar en gecorrigeerd wordt voor tussentijdse modelaanpassingen.

State of the art

Gaussische modellen en trajectorie modellen zijn al lang in gebruik en hun waarde is bewezen. Belangrijke nieuwe ontwikkelingen zijn er op dit gebied de laatste jaren niet geweest. Het OPS voldoet als Gaussisch pluimmodel en als trajectoriemodel aan alle eisen. De module DEPAC die gebruikt wordt om op basis van de berekende concentratie in lucht de (droge) depositie te berekenen is door het RIVM ver ontwikkeld en getoetst en daarmee zeker state of the art. DEPAC houdt rekening met het zogenoemde *compensatiepunt*¹¹. Ook het gebruik van het *source depletion*¹² concept om te corrigeren voor verlies van ammoniak door depositie tijdens het transport door de lucht is een zinvolle uitbreiding.

DEPAC is echter slechts voor een beperkt aantal ecosystemen getoetst. Het gebrek aan validatie draagt bij aan de bovengenoemde onzekerheid.

Conclusies

Gezien de goede resultaten van de uitgevoerde validatiestudies is het OPS zeker geschikt en van voldoende kwaliteit voor de huidige toepassing. Daarbij is de onzekerheid van de uitkomsten van berekeningen op de lokale schaal niet gering maar een gegeven. Op dit moment lijken geen betere schattingen mogelijk. Met het gebruik van het *compensatiepunt* en de *source depletion* lijken de grenzen van het Gaussisch pluimmodel (c.q. het OPS model) echter wel bereikt.

¹¹ Het compensatiepunt zorgt er voor dat de depositie op ecosystemen die al veel ammoniak bevatten wordt verlaagd.

¹² Met source depletion wordt de correctie bedoeld die gebruikt wordt om in rekening te brengen dat de concentratie van een geëmitteerde stof stroomafwaarts van de bron niet alleen daalt ten gevolge van verdunning door verspreiding maar ook door depositie van de stof.

De aantrekkelijke lineariteit van het model zijn met deze uitbreidingen (die inmiddels ook in andere modellen zoals EMEP zijn gebruikt) minder duidelijk. De complexiteit is, zeker door de koppeling van het compensatiepunt met meetresultaten, erg hoog 13. Het is lastig in te zien hoe aangetoond kan worden dat het optellen van bijdragen van verschillende bronnen leidt tot een juiste en eerlijke afweging in het kader van vergunningverlening. Of de uitgevoerde validatie dit aspect volledig afdekt is de vraag. Zeker bij het berekenen van scenario's waarbij gesproken kan worden van extrapolatie buiten het validatiegebied is dit lastiger in te zien. Het RIVM geeft aan dat op basis van berekeningen met historische gegevens te verwachten is dat ook extrapolatie goed zal werken 14.

3.2.3.2 Bijdrage door het verkeer (lijnbronnen)

Wegverkeer

In de AERIUS Calculator die in 2013 beschikbaar komt, wordt de bijdrage van wegverkeer aan deposities berekend met het OPS. In AERIUS 1.x worden de concentraties van NO₂ en NH₃ in de lucht als gevolg van emissies door wegverkeer berekend met het VLW-model (Voorspellingssysteem Luchtkwaliteit Wegtracé's). VLW is een implementatie van de standaardrekenmethode 2 (SRM2) uit de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (RBL). VLW berekent alleen concentraties. AERIUS 1.x rekent de met VLW berekende concentraties om naar depositie. Bij de omrekening wordt gebruik gemaakt van met het OPS afgeleide waarden voor brondepletie en effectieve droge depositiesnelheid.

In het achtergrondrapport bij de AERIUS Calculator is aangegeven dat in de versie van de calculator die beschikbaar komt wanneer de PAS in werking treedt (en zal zijn voorgeschreven bij ministeriële regeling), voor wegen zal worden uitgegaan van een combinatie van het OPS en SRM2. Daarmee zal de AERIUS calculator in 2014 consistent zijn met:

- De rekenmethode in AERIUS 1.5 (gebruik van SRM2 implementatie VLW).
- De aanpak die Rijkswaterstaat tot dusverre hanteert bij de berekening van de depositiebijdrage van infrastructurele plannen voor rijkswegen (gebruik van SRM2 implementatie Pluimsnelweg).
- De rekenmethode die wordt toegepast bij de monitoring van het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL).

Om consistentie in de toegepaste rekenmethode bij wegen te behouden, wordt in het genoemde rapport aanbevolen om de huidige versie van de calculator (met het OPS i.p.v. SRM2) niet te gebruiken bij depositieberekeningen voor infrastructurele plannen ten behoeve van de Nb-wet vergunningverlening.

Het volgende is van belang voor volgende AERIUS versies:

¹³ Het compensatiepunt wordt afgeleid uit bij het OPS behorende achtergrondkaarten. Deze zijn van jaar tot jaar verschillend. Verschillende keuzen van het jaartal waarvoor de depositie wordt berekend leiden tot kleine verschillen in de depositie. Dit is realistisch maar onverwacht en daarmee minder gewenst.

¹⁴ Het RIVM geeft aan: De achtergrondconcentratiekaarten worden voor jaren in het verleden en een jaar in de toekomst meegeleverd. Met behulp van de kaarten voor de achterliggende jaren kan de concentratie-ontwikkeling in het verleden met sterk wijzigende emissieniveaus goed worden gereproduceerd. Proof dat het concept goed werkt en op grond daarvan mag/kan worden aangenomen dat het ook voor de toekomst werkt.

Het toepassingsbereik van VLW en andere implementaties van SRM2 uit de RBL (zoals ook Pluimsnelweg) is beperkt tot enkele kilometers van de weg. Dat speelt in het kader van de RBL geen rol omdat de concentratiebijdrage op deze afstand zeer gering wordt. Voor het berekenen van de depositie, die tot zeer lage waarden wordt berekend, ligt dit wellicht anders. Kleine bijdragen worden steeds opgeteld. Bij de verspreiding over grotere afstand dan enkele kilometers speelt de atmosferische stabiliteit een grotere rol. Het effect van de atmosferische stabiliteit wordt in VLW echter niet meegenomen. In die zin zou de complete vervanging van VLW door het OPS een verbetering kunnen zijn omdat in het OPS model de invloed van de stabiliteit op de verspreiding wel wordt meegenomen. De onzekerheid in de bijdragen op enkele kilometers vanaf de weg kan dan worden gereduceerd. Daarnaast is het een voordeel dat het OPS zowel concentraties als deposities berekent. De complexe werkwijze die het gevolg is van de combinatie van VLW en het OPS zou dan ook wegvallen.

• Een combinatie tussen het OPS en SRM2, waarbij de eerste kilometers gerekend wordt met SRM2 en na die afstand met het OPS is, op zichzelf, ook voorstelbaar. De complexiteit van deze oplossing is echter groot. Het is de vraag of deze opweegt tegen de wens om langs snelwegen een model uit het RBL te gebruiken. Een elegante oplossing is wellicht beide modellen naast elkaar te laten bestaan met elk hun eigen toepassing (SRM2 voor de concentratie en het OPS voor de depositie). Het gebruik van een enkele, consistente, set invoergegevens is wellicht belangrijker dan het gebruik een enkel model.

Zeescheepvaart

Voor het berekenen van de invloed van zeescheepvaart kan in principe het OPS worden gebruikt. Op dit moment zijn er wel enkele discussiepunten die aandacht verdienen.

- De invloed van de warmte-inhoud van de pluim. Door de snelheid van het schip wordt de pluim meer verdund dan de pluim uit een niet bewegende schoorsteen. De standaard aanpak door het gebruik van een effectieve schoorsteenhoogte werkt daardoor niet. Er bestaan theorieën over een aanpak van dit probleem. Validatie van deze theorieën heeft tot dusver echter niet plaatsgevonden. Het effect van warmte-inhoud is goed oplosbaar via de invoer van het OPS.
- De invloed van de opbouw van het schip op de verspreiding. De discussie over de invloed van het schip zelf is goed vergelijkbaar met de discussie over de gebouwmodule. Validatie van de invloed van de opbouw heeft hier nog minder plaatsgevonden. Ook dit effect heeft maar een beperkte reikwijdte. Een behandeling vergelijkbaar met die van de invloed van gebouwen ligt voor de hand.

Luchtvaart

Vliegtuigen emitteren tijdens taxiën, starten en dalen. De verspreiding van emissies tijdens het taxiën zijn wellicht vergelijkbaar met die door het wegverkeer. De emissies tijdens dalen en vooral het starten (en het eerste stuk van de klim) verdienen een aparte behandeling.

- De initiële turbulentie is wellicht sterker dan bij het wegverkeer. Hiermee zou waarschijnlijk in de OPS invoer rekening kunnen worden gehouden.
- De stoffen worden snel na de start op grotere hoogte geëmitteerd. Daardoor is de invloed op de concentratie op dichtbij gelegen locaties slechts klein.

TNO Rapport | R10412 17 / 23

Voor de depositie speelt deze verdunning wellicht een kleinere rol. De emissies tot een bepaalde hoogte deponeren op grotere afstand net als emissies vanuit normale hoge bronnen. Er zijn goede oplossingen voorstelbaar. Er is echter weinig of geen onderzoek gedaan naar validatie van deze verspreiding. Zeker dichtbij de bron lijkt de onzekerheid in de berekende depositie erg groot.

 De combinatie van windrichting en baangebruik maakt de situatie extra complex.

Oplossingen zouden nog onderzocht moeten worden. Een belangrijk deel van de complexiteit ligt bij de invoergegevens: er is behoefte aan gedetailleerde invoergegevens over de kenmerken van de vliegtuigen in de verschillende fas en van landen en stijgen. Daarnaast lijkt het gewenst om nader onderzoek uit te voeren naar de invloed van de (plaatsafhankelijke) snelheid van vliegverkeer op de verspreiding.

Als grove aanpak zou overwogen kunnen worden kleine vliegvelden als oppervlaktebron te behandelen, Het eerste gebied rondom het vliegveld zou dan moeten worden uitgesloten. Deze aanpak kan ook voor grotere vliegvelden gelden. Het uitgesloten gebied is dan navenant groter.

Berekeningen voor een gebied dichtbij een groot vliegveld (zoals Schiphol) zijn bijzonder complex. Conceptueel zijn berekeningen met een uur tot uur model eenvoudiger uit te voeren. Het baangebruik zou dan bekend moeten zijn.

3.3 Implementatie van het OPS

Gegevens over de testcases zijn door het AERIUS team ter beschikking gesteld. Ter vergelijking is de depositie in de omgeving van de bron doorgerekend met behulp van een op zichzelf staand OPS.

Het OPS – zoals door het RIVM beschikbaar gesteld – bestaat uit twee onderdelen: een GUI (user interface) en een rekenkern. In de GUI definieert de gebruiker de berekening. De GUI zet bestanden klaar voor de rekenkern en start deze op. Het enige bestand dat de gebruiker hoeft aan te maken is het bestand met bronnen. AERIUS vervangt de GUI van het OPS en maakt het bronnen bestand aan. Na de berekening leest de AERIUS Calculator de resultaten van de OPS berekening en verwerkt ze. De controle van de implementatie van het OPS houdt dus de volgende stappen in:

- Controle aanmaak bronnen file (*.brn)
- Controle aanmaak stuurfile (*.ctr)
- Controle verwerking uitvoerfile (*.tab)

De testprocedure was als volgt:

Een medewerker van TNO voerde in de web interface van AERIUS II een test case in en startte de berekening. Een AERIUS medewerker verzamelde de OPS in- en uitvoer bestanden en het GML bestand. (GML= Geography Markup Language= uitwisselingsbestand voor geo-informatie.) In het GML bestand staat de door AERIUS geïnterpreteerde uitvoer van het OPS. Het AERIUS systeem stuurde ook een rapport als PDF. Dit rapport is bestemd als bijlage voor de vergunning aanvraag. De inhoud van de pdf is afgestemd met provincies en andere gebruikers

TNO Rapport | R10412 18 / 23

van AERIUS. De op het rapport genoteerde versie van AERIUS is hopelijk afdoende voor de traceerbaarheid van de uitgevoerde berekening. Mogelijk zijn ook andere gegevens, zoals gebruikt GDN jaar, zinvol. TNO heeft gecontroleerd of de invoer in de web interface heeft geleid tot de juiste invoer voor het OPS en vervolgens of de uitvoer van het OPS correct in de rapportage terecht komt. Deze procedure is uitgevoerd voor 3 testcases: stallen, snelwegen en industrie.

De uitgevoerde steekproeven aan deze cases gaven geen aanleiding tot opmerkingen. Enkele onverwachte resultaten zijn besproken met het team en zijn verholpen.

3.4 Het toepassingsbereik van de AERIUS Calculator

Het toepassingsbereik van de Calculator wordt uitgebreid besproken in het achtergrondrapport. Het toepassingsbereik is een belangrijk aspect van de Calculator. Ten tijde van deze beoordeling was het toepassingsbereik op hoofdlijnen al duidelijk en is er veel discussie over enkele kleine deelaspecten. Op het deelaspect "berekeningen dichtbij de bron" wordt hierna nog ingegaan.

Berekeningen dicht bij de bron

De mogelijkheden van het OPS model voor de berekening van concentraties en deposities en de verspreiding over afstanden op Nederlandse schaal lijken goed onderzocht en gedocumenteerd op basis van validatie- en vergelijkingsstudies. De beperking op de schaal van honderden meters is minder goed onderzocht.

De verspreiding van stoffen over de korte afstand van de bron wordt in het OPS model berekend met een Gaussisch pluim model. In het Nieuw Nationaal Model (NNM) wordt rekening gehouden met de onmiskenbare invloed van gebouwen op de stroming en turbulentie nabij het gebouw. Met deze, zogenaamde, gebouwmodule kan de invloed van eenvoudige bebouwing op de verspreiding worden berekend. Het OPS model bevat geen gebouwmodule volgens NNM en sluit daarmee niet aan op de RBL.

Bij het aanbrengen van eventuele wijzigingen in het OPS model om deze tekortkoming op te lossen, zijn de volgende overwegingen van belang:

Het effect van gebouwen op de verspreiding is in berekeningen significant tot op een afstand van enkele kilometers. In experimenten lijkt echter het effect veel sneller (na 300 m) verwaarloos baar klein te worden. Het effect op de concentraties op een afstand van 75, 150 en 300 meter van het midden van het stalgebouw is respectievelijk 54%, 29% en 5% (mondelinge mededeling RIVM, op basis van een verkennend literatuuronderzoek). Opvallend is dat het effect zowel kan leiden tot een hogere als tot een lagere concentratie. De invloed op de droge depositie is niet vastgesteld. De overeenkomst tussen de, met de gebouwmodule, berekende concentraties en de gemeten concentraties is niet goed. Verder zijn op dit moment de mogelijkheden om het effect van een realistische bronconfiguratie in kaart te brengen in de huidige gebouwmodule nog beperkt tot een enkel (schematisch weergegeven) gebouw. De onzekerheid in de modellering is daarmee nog zeer aanzienlijk.

- Sommige agrarische bedrijven liggen zo dicht bij natuurgebieden dat dit effect inderdaad een rol zou kunnen spelen. De verwachting is dat het in de praktijk in Nederland om een beperkt aantal bedrijven zal gaan.
- Het in rekening brengen van het effect van gebouwen zou er in principe toe kunnen leiden tot de berekeningen leiden tot een realistischer concentratie dichtbij gebouwen. Voor de droge depositie is dit veel complexer. Gebouwen hebben invloed op de verdunning (wat leidt tot een andere concentratie) maar ook tot andere stroming en turbulentie intensiteit. De depositie parameters zullen daardoor ook sterk kunnen veranderen. Het lijkt dat dit effect nog lastiger te modeleren is en zeker lastiger te valideren. De extra nauwkeurigheid die het verwerken van de invloed van gebouwen met zich meebrengt zou daardoor wel schijn kunnen zijn. De (mogelijk zelfs systematische) fouten en onzekerheden in berekeningen van de droge depositie in het algemeen zijn waarschijnlijk veel groter. Deze gelden voor het gehele domein en de invloed van gebouwen is waarschijnlijk vaak beperkt tot 100den meters.

Opmerking

Mede in het licht van bovenstaande discussie heeft het ministerie van Economische Zaken, in overleg met KEMA en RIVM, ervoor gekozen om in de Calculator (versie 2013) voor stallen uit te gaan van een vereenvoudigde gebouwmodule. Deze komt overeen met de gebouwmodule die momenteel ook wordt toegepast in V-Stacks. Deze module is in detail beschreven in het achtergrondrapport AERIUS Calculator. Het voornemen bestaat om in de AERIUS Calculator die beschikbaar komt wanneer de PAS in werking treedt, uit te gaan van een verbeterde gebouwroutine, waarbij de verbeterpunten uit recent onderzoek naar de gebouwmodule in het NNM worden meegenomen ¹⁵.

¹⁵ KEMA. Herijking gebouw routine: een analyse, validatie en voorstellen tot verbetering, in opdacht van ministerie lenM. 2012.

TNO Rapport | R10412 20 / 23

4 Eindoordeel en aanbevelingen

4.1 Inleiding

Gedurende de loop van het project ging de ontwikkeling van het instrument gewoon door. Daardoor konden enkele kleine opmerkingen snel worden verwerkt. Ook werden in de loop van het project belangrijke keuzen gemaakt. Het gaat daarbij onder andere om de behandeling van de invloed van gebouwen, de keuze voor SRM2 modellen voor de berekening van de invloed van verkeerswegen en discussies over het toepassing. Opmerkingen en bijdragen aan de discussies over deze onderwerpen waren in eerdere versies van dit rapport opgenomen. Het ministerie heeft echter op een aantal aspecten inmiddels al keuzen gemaakt. Deze bijdragen zijn daarmee achterhaald en daarom veelal niet meer in de huidige tekst opgenomen.

4.2 Algehele conclusie

De AERIUS calculator is geschikt voor het berekenen van de effecten van projecten en plannen op de deposities ten behoeve van de Nb-wet vergunningverlening.

- De rekenkern OPS is voor deze toepassing in de Calculator van voldoende kwaliteit.
- Het OPS is op de juiste wijze geïmplementeerd in de AERIUS Calculator.
- Het datamanagement is goed op orde.
- De software architectuur is meer volwassen geworden t.o.v. AERIUS 1.3.
- De Calculator is zeer gebruikersvriendelijk.

4.3 Overzicht bevindingen en vergelijking met AERIUS 1.3

De verschillende bevindingen zijn kort samengevat en beoordeeld in tabelvorm. Het beoordelen is gedaan met behulp van de kleuren van een verkeerslicht:

- Er moet actie ondernomen worden t.b.v. de voortgang. Dit gaat gepaard met een aanbeveling.
- Er wordt aanbevolen actie te ondernemen maar dat is voor de directe voortgang niet noodzakelijk **of** Er is reeds een actie in gang gezet. Dit gaat gepaard met een aanbeveling **of** constatering.
- De situatie is bevredigend, er hoeft geen actie ondernomen te worden t.b.v. de voortgang.

Voor zover van toepassing zijn in de kolom 'AERIUS 1.3' de oude indicatoren genoemd

Er wordt onderscheid gemaakt naar:

- Tabel 1: De doelmatigheid van de AERIUS calculator: in hoeverre is de calculator qua functionaliteit geschikt voor het berekenen van de effecten van projecten en plannen op de deposities ten behoeve van de Nb-wet vergunningverlening.
- Tabel 2 t/m 5: Inhoudelijke aspecten van het instrument AERIUS: wetenschappelijk, documentatie, software technisch en gebruiksvriendelijkheid.

TNO Rapport | R10412 21 / 23

Tabel 1 Beoordeling van de mate waarin gestelde doelen zijn bereikt

Doelen	Aandachtspunten/aanbevelingen
Berekenen stikstofdepositie als gevolg van een	Berekeningen zeescheepvaart en luchtvaart
project of plan ten behoeve van Nb-wet	en gebouwmodule verder uitwerken
vergunningverlening	
Leveren van een complete bijlage met	
rekenresultaten en invoergegevens voor	
aanvraag Nb-wet vergunning	
Exporteren van brongegevens en rekenresultaten	
als GML (voor gebruik in GIS).	

Tabel 2 Beoordeling van inhoudelijke aspecten van het instrument AERIUS: Wetenschappelijk

Wetenschappelijk	AERIUS Calculator	AERIUS 1.3	Aandachtspunten/aanbevelingen
Rekenkern OPS State of the art			Het spanningsveld tussen behoeften van beleid en consistentie enerzijds en wetenschappelijk ontwikkelingen blijft een aandachtspunt*)
Het detailniveau van de depositieberekeningen (1 ha)			Validatie/verificatie op de lokale schaal blijft een belangrijke aanbeveling
Ecologische relevantie			Aandachtspunt zijn de kleine natuurgebieden
Kwaliteit van de invoerbestanden			Inmiddels bijzonder goed transparant. Vastgelegd in protocollen.
Betrouwbaarheid implementatie OPS en VLW in AERIUS			Validatie op lokale schaal uitbreiden. Complexiteit in combinatie van VLW en AERIUS beperken
Complexiteit structuur			Gedeeltelijk verbeterd door gebruik OPS voor verkeer. SRM gebruik zou weer complexiteit terugbrengen
Gebruik van gegevens landgebruik en ruwheidskaarten			Aanbevolen was de beschikbare gegevens op de hoogste resolutie te gebruiken. De ruwheidslengte en het dominante landgebruik worden nu bepaald voor een cirkelvormig gebied van 6 ha rondom de middelpunten van de hexagonen ter grootte van 1 ha waarvoor de depositie wordt berekend. Dit levert meer locatie specifieke waarden dan wanneer van de standaardgrids bij OPS gebruik wordt gemaakt en is als zodanig een verbetering.

^{*)} Rekeninstrumenten zoals AERIUS hebben elementen van een formele complexe afspraak (in de vorm van een rekenmodel) en een zo goed mogelijke beschrijving van de werkelijkheid. Er zijn op beide kanten krachten van invloed die kunnen leiden tot spanningen. Zo kan voortschrijdend inzicht leiden tot steeds betere beschrijvingen van de werkelijkheid. Aan de andere kant is er behoefte aan stabiliteit en consistentie in de resultaten van berekeningen. Dit in het licht van het gebruik van het model (in AERIUS) als beleidsonderbouwend instrument en instrument voor het uitvoeren van berekeningen in het kader van de vergunningverlening.

De verwerking van voortschrijdend inzicht in het rekenmodel leidt snel tot veranderingen in de resultaten. Dit kan leiden tot inconsistentie in het beleid. Het begrip onzekerheid (in wetenschappelijke zin) kan daarbij een rol spelen. Het is de vraag in hoeverre het verlagen van de wetenschappelijke onzekerheid in de uitkomsten van berekeningen leidt tot een beter product in het beleidsproces. Een bewuste afweging tussen het verlagen van de onzekerheid en het verlies aan consistentie is soms nodig. Aanbevolen wordt om samen met RIVM hierover een werkwijze af te spreken.

Tabel 3 Beoordeling van inhoudelijke aspecten van het instrument AERIUS: Documentatie

Documentatie	AERIUS	AERIUS	Aandachtspunten/aanbevelingen
	Calculator	1.3	
Rekenkern OPS			
Functioneel ontwerp	•		Functioneel ontwerp past niet in de huidige werkwijze. Er wordt gewerkt met automatiseringsverwachting
Bronbestanden	0	0	
Onzekerheid			Onzekerheid is nu vastgelegd

Tabel 4 Beoordeling van inhoudelijke aspecten van het instrument AERIUS: Software technisch

Software technisch	AERIUS	AERIUS	Aandachtspunten/aanbevelingen
	Calculator	1.3	
Techniek: state of the art			
Architectuur: state of the art			
Aansluiten bij operationele standaarden			
Ontwikkelproces			
Test en release cyclus	•	•	
Applicatie logica	0	•	
Mogelijkheden tot doorontwikkeling van AERIUS			

Tabel 5 Beoordeling van inhoudelijke aspecten van het instrument AERIUS: Gebruiksvriendelijkheid

Gebruiksvriendelijkheid	AERIUS	AERIUS	Aandachtspunten/aanbevelingen
	Calculator	1.3	
Web applicatie, gebruikersinterface algemeen			De gebruikers interface was goed maar is desondanks enorm verbeterd. Zonder handleiding is een berekening uit te voeren.
Presentatie van de rekenresultaten aan de gebruiker (vorm)			
Mogelijkheden voor de gebruiker om resultaten te raadplegen (inhoud)			
Compleetheid van de gepresenteerde gegevens			

5 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever Ministerie van Economische Zaken t.a.v. de heer Mark Wilmot, MSc Postbus 20401 2500 EK Den Haag

Namen en functies van de medewerkers:

Dr. J.H. Duyzer

Projectleider

Ing. W.J.A. Lohman

Projectmedewerker

Dhr. P.Y.I. Zandveld

Projectmedewerker

Periode waarin het onderzoek plaatsvond: Februari 2013 – Juni 2013

Naam en ondertekening interne reviewer

Jr. M.H. Voogt

Ondertekening:

Dr. J.H. Duyzer Projectleider Goedkeuring:

Drs. H.C. Borst Research Manager