



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Monitor **stikstofdepositie** in Natura 2000-gebieden 2023

Monitoring van de Wet stikstofreductie en natuurverbetering

RIVM-rapport 2023-0239



Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2023

Monitoring van de Wet stikstofreductie en natuurverbetering

RIVM-rapport 2023-0239

Colofon

© RIVM 2023

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van zijn producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2023-0239

W.A. Marra (auteur), RIVM
S.B. Hazelhorst (auteur), RIVM
K.M.F. Brandt (auteur), RIVM
R.J. Wichink Kruit (auteur), RIVM
J.M. Schram (auteur), RIVM
L.A. de Jongh (auteur), RIVM

Bijdragen in de totstandkoming van gegevens:
G.J.C. Stolwijk, T.N.P. Nguyen, W.J. de Vries, I. Soenario (RIVM)

Tekstredactie:
L.D. van Dooren, RIVM

Contact:
Wouter Marra
Milieu en Veiligheid - Centrum voor Milieukwaliteit
wouter.marra@rivm.nl

Dit onderzoek is verricht op verzoek van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit in het kader van de monitoring van de Wet stikstofreductie en natuurverbetering. Deze monitoring bestaat uit meerdere onderdelen die een consortium van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), het RIVM en Wageningen University & Research (WUR) uitvoert. Vanuit dit consortium zijn bijdragen geleverd en reviews gegeven voor bijgaande rapportage.

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2023

Monitoring van de Wet stikstofreductie en natuurverbetering

Te veel stikstof is schadelijk voor kwetsbare natuur. De Nederlandse overheid wil de natuurkwaliteit verbeteren door ervoor te zorgen dat er minder stikstof op neerdaalt. Ook wil ze kwetsbare natuurgebieden (Natura 2000-gebieden) houden of uitbreiden. Om meer vaart hierachter te zetten, is in 2021 de Wet stikstofreductie en natuurverbetering ingevoerd, met doelen voor 2025, 2030 en 2035.

Het RIVM onderzoekt elk jaar hoe de neerslag van stikstof zich ontwikkelt, of de stikstofdoelen haalbaar zijn en, later, of ze zijn gehaald. Daaruit blijkt dat er ongeveer 20 procent minder stikstof in de kwetsbare natuur terechtkomt dan in 2005. Naar verwachting daalt de neerslag tot 2030 verder. Dat komt vooral doordat verkeer en landbouw in binnen- en buitenland door maatregelen en regelgeving minder stikstof gaan uitstoten.

Stikstof kan voor problemen zorgen in de natuur als de hoeveelheid neerslag boven de norm komt (de kritische depositiewaarde). De hoeveelheid stikstof neerslag boven de norm is in de Natura 2000-gebieden met ongeveer 40 procent gedaald tussen 2005 en 2021. Toch is deze op veel plekken te hoog.

Het oppervlak natuur waarop niet te veel stikstof neerdaalt, is in 2021 28 procent en stijgt in 2030 naar verwachting tot ongeveer 30 procent. Het Nederlandse doel is dat dit percentage stijgt tot ten minste 40, 50 en 74 procent in de jaren 2025, 2030 en 2035. Uit de nieuwste cijfers blijkt dat Nederland deze doelen nog niet gaat halen. Voor de verwachte stikstofneerslag is gerekend met het beleid dat tot 1 mei 2022 concreet was uitgewerkt. De stikstofmaatregelen die daarna zijn ingevoerd, zijn niet in deze berekeningen meegenomen.

Deze verwachting is ongunstiger dan de vorige monitor. Die ging nog uit van 43 procent natuur met stikstofneerslag onder de norm in 2030. In 2023 heeft Wageningen Universiteit de normen (kritische depositiewaarde) voor stikstofdepositie op basis van nieuw wetenschappelijk onderzoek herzien. Hierdoor zijn deze op veel plekken strenger geworden. Daarnaast is de berekende neerslag van stikstof hoger dan uit de vorige monitor bleek. Dit komt door het gebruik van recentere metingen bij het bepalen van de stikstofneerslag. Er is nog wel sprake van een daling in de neerslag van stikstof.

Kernwoorden: stikstofdepositie, historische trend, raming, stikstofreductie, Natura 2000, omgevingswaarden voor stikstof, KDW

Synopsis

Monitor nitrogen deposition in Natura 2000 areas 2023

Monitoring for the Nitrogen Reduction and Nature Improvement Act

Too much nitrogen is harmful to vulnerable nature. The Dutch government wants to improve the quality of the natural environment by making sure less nitrogen is deposited there. It also wants to preserve and/or expand vulnerable nature conservation areas (Natura 2000 sites). To accelerate this, the Nitrogen Reduction and Nature Improvement Act – which came into force in 2021 – introduced targets for 2025, 2030 and 2035.

Every year, RIVM investigates developments in nitrogen deposition, determines whether the nitrogen targets are achievable, and subsequently ascertains whether they have been achieved. These investigations show that approximately 20% less nitrogen has been deposited in vulnerable nature conservation areas since 2005. Deposition is projected to fall still further by 2030. This is primarily because traffic and agriculture will emit less nitrogen, both domestically and internationally, due to measures and regulations. As a result of these developments, the nitrogen load in Natura 2000 sites fell by 40% between 2005 and 2021. However, in many areas the nitrogen load is still too high. Nitrogen deposition in these areas is above the limit value (the critical loads).

In 2021, the nature conservation areas where nitrogen deposition was not excessive accounted for 28% by surface area. This figure is projected to rise to around 30% by 2030. The Dutch government is aiming for this percentage to increase to at least 40, 50 and 74% by 2025, 2030 and 2035 respectively. The latest figures show that the Netherlands is not on track to achieve these targets. The projected nitrogen deposition figure was calculated based on policies developed up to 1 May 2022. Nitrogen measures introduced after that date were not included in this calculation.

This projected figure is less favourable than the one in the previous monitoring report, which predicted that the nature conservation areas where nitrogen deposition was below the limit value would account for 43% by surface area by 2030. This is mainly because the critical loads were made more stringent in 2023. This as a result of research conducted by Wageningen University & Research. In addition, more nitrogen is projected to be deposited in Natura 2000 areas in the next few years than predicted in the previous monitoring report. This is primarily because this year's monitoring report was based on more recent measurements. With the new figures, there is still a decrease in nitrogen deposition.

Keywords: nitrogen deposition, historical trend, estimate, nitrogen reduction, Natura 2000, environmental values for nitrogen, critical loads

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1	Inleiding — 15
1.1	Aanleiding — 15
1.2	Doel en vraagstelling — 15
1.2.1	Aanpak — 15
1.3	Afbakening — 16
1.4	Verschillen met het vorige rapport — 17
1.5	Leeswijzer — 17
2	Achtergrond: stikstof en stikstofgevoelige natuur — 19
2.1	Stikstofemissie en -depositie — 19
2.2	Problemen in natuurgebieden door stikstof — 20
2.3	Natura 2000-gebieden — 21
2.4	Kritische depositiewaarde (KDW) — 23
2.5	Wet stikstofreductie en natuurverbetering — 24
3	Methode — 27
3.1	Methode op hoofdlijnen — 27
3.2	Gegevens over de stikstofemissies — 27
3.3	Berekening en kalibratie depositiekaarten — 28
3.3.1	Varianten depositieberekeningen — 29
3.4	Bepalen stikstofbelasting en overschrijding KDW — 30
3.4.1	Doelbereik omgevingswaarden voor stikstof — 31
3.5	Open data — 31
4	Ontwikkeling van de stikstofemissies — 33
4.1	Ammoniak: ontwikkelingen van de emissies in Nederland — 33
4.1.1	Verschil in ramingen ten opzichte van het vorige rapport — 35
4.2	Stikstofoxiden: ontwikkelingen van de emissies in Nederland — 35
4.2.1	Verschil in ramingen ten opzichte van het vorige rapport — 36
4.3	Stikstofemissies per economische sector — 38
4.3.1	Landbouw — 38
4.3.2	Mobiliteit — 41
4.3.3	Industrie en Energie — 45
4.3.4	Huishoudens, Diensten en Bouw — 46
4.4	Buitenlandse ontwikkeling van de stikstofemissies — 46
4.4.1	Ammoniak — 47
4.4.2	Stikstofoxiden — 48
4.4.3	België: ontwikkelingen van de stikstofemissies — 49
4.4.4	Duitsland: ontwikkelingen van de stikstofemissies — 49
4.4.5	Frankrijk: ontwikkelingen van de stikstofemissies — 50
4.4.6	Verenigd Koninkrijk: ontwikkelingen van de stikstofemissies — 50
5	Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden vanaf 2005 — 53
5.1	Stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden vanaf 2005 — 53
5.1.1	Variatie van jaar tot jaar — 53
5.1.2	Effect van veranderende chemische samenstelling van de lucht — 54
5.1.3	Verschillen ten opzichte van het vorige rapport — 55

5.2	Prognoses van de stikstofdepositie — 55
5.2.1	Prognoses tot 2030 — 55
5.2.2	Doorkijk naar 2035 en 2040 — 56
5.2.3	Verschillen ten opzichte van het vorige rapport — 56
5.3	Bijdrage aan de stikstofdepositie — 57
5.3.1	Bijdrage ammoniak en stikstofoxiden — 57
5.3.2	Bijdrage van sectoren — 58
5.4	Geografische verdeling van de stikstofdepositie — 59
6	Stikstofbelasting van de Natura 2000-gebieden — 61
6.1	Ontwikkeling overschrijding kritische depositiewaarden (KDW) — 61
6.1.1	Ontwikkeling tot heden — 61
6.1.2	Prognoses — 62
6.1.3	Verschillen ten opzichte van het vorige rapport — 63
6.2	Geografisch beeld van de overschrijdingen van de kritische depositiewaarde — 64
6.3	Wettelijke doelen vergeleken met prognoses: percentage oppervlak onder de KDW — 65
6.3.1	Wettelijk doel 2025: oppervlak onder KDW is 40 procent — 66
6.3.2	Wettelijk doel 2030: oppervlak onder KDW is 50 procent — 66
6.3.3	Wettelijk doel 2035: oppervlak onder KDW is 74 procent — 66
7	Discussie — 67
7.1	Onzekerheden in depositiewaarden — 67
7.1.1	Mate van onzekerheid in de berekende stikstofdepositie — 67
7.1.2	Bandbreedtes van prognoses — 68
7.1.3	Gevoeligheid berekende overschrijding kritische depositiewaarde — 68
7.1.4	Omgaan met onzekerheden — 69
7.2	Nieuwe gegevens en inzichten — 70
7.2.1	Nieuwe inzichten in relatie tot doelen — 70
7.3	Detail van de depositiekaarten — 71
7.4	Ontwikkeling monitoring — 72
7.4.1	Ruimtelijke verdeling emissiebronnen — 72
7.4.2	Ontwikkeling meetnetten — 72

Referenties — 75

Bijlage 1 Begrippenlijst — 81

Bijlage 2 Gegevens emissieramingen — 84

Bijlage 3 Toelichting op de methodebeschrijving en verantwoording van de gegevensbronnen — 87

Bijlage 4 Verschillen ten opzichte van het vorige rapport — 97

Samenvatting

Stikstofdepositie en achteruitgang van biodiversiteit

Bij stikstofdepositie komen ammoniak en stikstofoxiden op de bodem en in vegetatie terecht (neerslag). Deze stikstofverbindingen komen vooral vrij in de landbouw en bij verbrandingsprocessen, zoals in verkeer en industrie. Door te veel stikstof gaat de kwaliteit van de natuur achteruit. Dit komt onder meer doordat er te veel voedingsstoffen beschikbaar zijn (vermesting). Ook kan verzuring van de bodem optreden. Zeldzame planten kunnen hierdoor verdwijnen. En daarmee ook de dieren die van deze planten afhankelijk zijn. De biodiversiteit gaat achteruit.

Natura 2000-gebieden

De Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn zijn opgesteld om de biodiversiteit in stand te houden en te herstellen. Alle EU-lidstaten zijn verplicht om beschermde soorten en habitattypen in stand te houden en (verdere) achteruitgang te voorkomen. Daarvoor moet elke EU-lidstaat gebieden aanwijzen. Dat zijn de zogenoemde Natura 2000-gebieden.

Het beleid van de overheid is erop gericht om de uitstoot van stikstof en de daaruit voortkomende neerslag met name in deze gebieden te verminderen en om de kwaliteit van de kwetsbare natuur te verbeteren. Naast het terugdringen van de stikstofbelasting gaat het hierbij ook om de aanpak van andere factoren die de natuur ongunstig beïnvloeden. Denk bijvoorbeeld aan het beperkte of versnipperde leefgebied, een ongunstige grondwaterstand of de waterkwaliteit.

Wet stikstofreductie en natuurverbetering

Op 1 juli 2021 is de Wet stikstofreductie en natuurverbetering (Wsn) in werking getreden. Deze heeft als doel de stikstofneerslag in Natura 2000-gebieden verder te verminderen en zo de kwetsbare natuur te behouden of te verbeteren.

Een belangrijke maat in de Wsn is de kritische depositiewaarde (KDW). Dit is een wetenschappelijk vastgestelde waarde die aangeeft hoeveel stikstof de natuur aan kan. Komt er meer stikstof op de natuur, dan kan verslechtering optreden. Elk habitatype of leefgebied heeft een eigen KDW.

Het doel van de Wsn is ervoor te zorgen dat de stikstofneerslag op stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden lager is dan de KDW. Met andere woorden: de oppervlakte stikstofgevoelige natuur met een stikstofneerslag onder de KDW moet groter worden. Het doel voor 2025 is 40 procent van het oppervlak. Voor 2030 is dit 50 procent en voor 2035 is dit 74 procent.

Doel en vraagstelling

Op verzoek van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) rapporteert een consortium periodiek over de voortgang van de stikstofreductie en natuurverbetering. Dat consortium bestaat uit het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), het

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en Wageningen University & Research (WUR).

In dit rapport brengt het RIVM de historische en verwachte ontwikkeling van de uitstoot en de neerslag van stikstof in beeld. Het RIVM rapporteert wat de overschrijding is van de kritische depositiewaarde (KDW) van stikstofgevoelige natuur in relatie tot de Wsn-doelen.

Het onderzoeksprogramma van het consortium levert daarnaast, in andere rapportages, inzicht in de voortgang en effecten van stikstof- en natuurherstelmaatregelen, de sociaaleconomische effecten van dit beleid en de landelijke staat van instandhouding van soorten en habitattypen in Natura 2000-gebieden.

Wat nemen we mee?

Beleidsmaatregelen

Voor dit rapport zijn de emissieramingen voor stikstofoxiden en ammoniak voor Nederland die volgen uit de Klimaat en Energieverkenning 2022 (KEV 2022) gebruikt. In deze ramingen is het beleid meegenomen dat op 1 mei 2022 voldoende concreet is uitgewerkt ('vastgesteld en voorgenomen beleid') of bindend is vastgelegd (alléén 'vastgesteld beleid').

Concrete beleidsmaatregelen die na 1 mei 2022 zijn vastgesteld, worden in volgende monitoringsrapportages meegenomen. Nog niet alle stikstofmaatregelen uit de Wsn (onder andere LBV) zijn onderdeel van de cijfers in dit rapport. De inschatting van het effect van deze maatregelen verschijnt op een later moment.

Voor de jaren 2035 en 2040 zijn indicatieve cijfers opgenomen in de ramingen. Deze geven een doorkijk van het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid.

Deze monitoring gaat niet in op beleidsvoornemens en -plannen die wel volop in de aandacht staan, maar op dit moment nog onvoldoende concreet zijn uitgewerkt. Zo gaat dit rapport niet in op de beoogde doelen van het Nationaal Programma Landelijk Gebied of de gebiedsplannen van de provincies die daarvoor zijn uitgewerkt. Voor ramingen van buitenlandse emissies zijn Europese gegevens over stikstofemissies gebruikt.

KDW's

Dit rapport gaat uit van de kritische depositiewaarden die in 2023 zijn herzien door Wageningen University & Research (WUR), in opdracht van LNV. Deze herziening komt voort uit internationaal onderzoek. Over het algemeen zijn deze lager (strenger) dan de vorige KDW's. Het verschil met de oude cijfers is in beeld gebracht.

Daling in stikstofdepositie

Door de daling van de stikstofuitstoot in binnen- en buitenland, is de stikstofdepositie in Nederland sinds 2005 met circa 20 procent afgenomen. Op stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden is de

stikstofdepositie nu gemiddeld ongeveer 1.445 mol stikstof per hectare per jaar.

De daling in deze periode komt voor een groot deel door de uitstootafname door de landbouw en de verkeers- en vervoerssector. De afname in de landbouw is de afgelopen tien jaar minder dan daarvoor. Door deze stagnerende afname is ook de daling in stikstofdepositie afgezwakt. Verder speelt hierbij mee dat de depositie afhankelijk is van meer dan alleen de uitstoot in Nederland, zoals de uitstoot in het buitenland, het weer en chemische processen in de lucht.

De verwachting is dat de stikstofdepositie verder daalt met gemiddeld circa 55 mol/ha/jaar (4 procent) tussen 2020 en 2025 en ongeveer 150 mol/ha/jaar (10 procent) tussen 2020 en 2030. Deze daling komt door de verwachte dalingen in stikstofuitstoot door de landbouw en de verkeers- en vervoerssector in Nederland en in het buitenland. Vooral de verwachte toename en effectiviteit van emissiearme stallen en krimp van de veestapel dragen voor de landbouw daaraan bij. Voor verkeer en vervoer komt dit door strengere emissiewetgeving en een toename van elektrische voer-, vaar- en werktuigen. De verwachting na 2030 laat een kleinere daling van stikstofdepositie zien.

Stikstofbelasting in Natura 2000-gebieden daalt gestaag

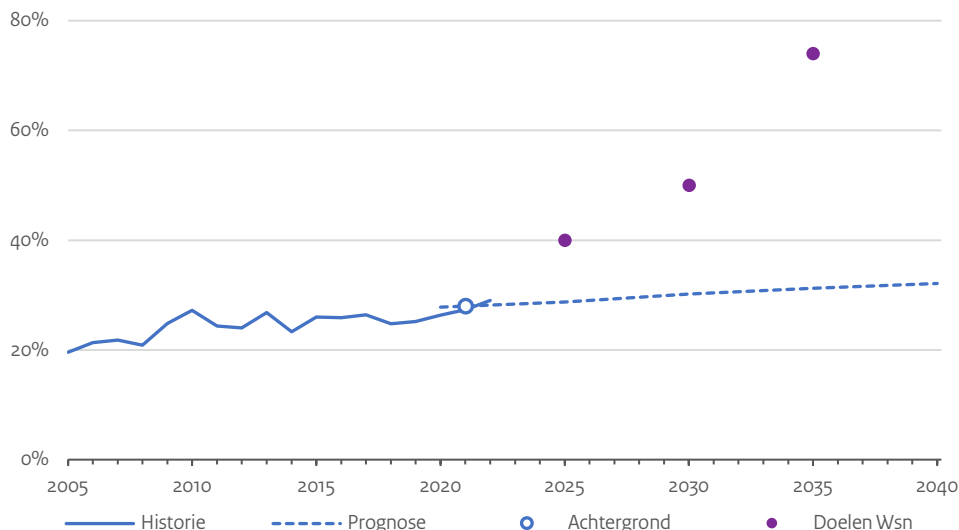
De gemiddelde overschrijding van de herziene KDW in Nederlandse Natura 2000-gebieden is tussen 2005 en 2021 gedaald met ongeveer 40 procent tot circa 500 mol/ha/jaar. De verwachting is dat dit verder daalt tot ongeveer 385 mol/ha/jaar in 2030. Na 2030 zet de daling door met circa 50 mol/ha/jaar elke 5 jaar. Deze cijfers hebben een grote regionale spreiding.

Oppervlakte onder de KDW komt tot ongeveer 30 procent

Het oppervlak stikstofgevoelige natuur in Nederlandse Natura 2000-gebieden waar de stikstofneerslag lager is dan de KDW, nam tussen 2005 tot 2021 toe van ongeveer 20 procent tot 28 procent. Deze toename vond vooral plaats tot 2010 en is daarna afgezwakt (zie de figuur hieronder). De verwachting is dat het oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW toeneemt tot 29 procent in 2025 en 30 procent in 2030. Na 2030 stijgt dit oppervlak in dezelfde mate met 1 procentpunt elke vijf jaar.

Deze verwachtingen kennen een bandbreedte. Ze kunnen hoger of lager uitvallen, afhankelijk van mee- of tegenvallers in de economische ontwikkeling of de effectiviteit van het ingezette beleid. Voor het jaar 2030 is deze bandbreedte 29-31 procent. Voor de overige jaren is geen bandbreedte bepaald. Er is geen verschil in deze cijfers tussen het scenario met 'vastgesteld beleid' en 'vastgesteld en voorgenomen beleid'.

Stikstofgevoelige natuur onder kritische depositiewaarde



Ontwikkeling van het oppervlak stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden onder de kritische depositiewaarde (KDW) (Figuur 16).

Wettelijke doelen worden niet gehaald

In de Wsn is voor de jaren 2025, 2030 en 2035 vastgelegd hoeveel procent van het oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW moet komen. Dit is voor deze jaren respectievelijk 40, 50 en 75 procent. Op basis van bovenstaande resultaten is de verwachting dat de doelen voor alle jaren niet gehaald worden met het op 1 mei 2022 vastgestelde en voorgenomen beleid.

Verschillen door nieuwe stikstofcijfers en herziene KDW's

Jaarlijks wijzigen de cijfers over stikstofdepositie, omdat regelmatig nieuwe gegevens en inzichten beschikbaar komen. De berekende stikstofneerslag is voor de prognosejaren ongeveer 75 mol/ha/jaar hoger dan in het vorige rapport. Dit komt met name doordat recentere metingen zijn gebruikt voor de kalibratie van de depositiekaarten. Het effect van de nieuwe emissieramingen is zeer beperkt (minder dan 5 mol/ha/jaar).

Het berekende oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW is in dit rapport ongeveer 13 procentpunt lager in vergelijking met de vorige cijfers. Dit komt voor een groot deel doordat herziene KDW's zijn gebruikt (-10 procentpunt) en door de hogere depositiecijfers (-3 procentpunt).

Meten en berekenen geeft meest nauwkeurige beeld

De stikstofdepositie is berekend op basis van de gegevens en ramingen over stikstofuitstoot. Deze berekeningen zijn geïkt met metingen van de concentratie en depositie van ammoniak en stikstofoxiden uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden.

Deze combinatie van meten en berekenen geeft het meest nauwkeurige beeld van de stikstofdepositie. De modellen maken het mogelijk de depositie te berekenen waar geen metingen plaatsvinden en maken het mogelijk om prognoses te maken.

De depositiekaarten geven samen met gegevens over de stikstofgevoelige natuur inzicht in de overschrijding van de KDW. Hiervoor is gebruikgemaakt van kaarten van de Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige natuur van de provincies en het Rijk.

Op basis van deze gegevens, is de ontwikkeling van stikstofdepositie en de resulterende overschrijding van de KDW van 2005 tot 2040 in beeld gebracht. De ontwikkelingen in deposities worden zoveel mogelijk verklaard op basis van veranderingen in de uitstoothoeveelheden van verschillende sectoren. De uitstootramingen- en depositieprognoses voor de toekomst worden gebruikt om in te schatten of de doelen van de Wsn worden gehaald.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 1 juli 2021 is de Wet stikstofreductie en natuurverbetering (Wsn) in werking getreden. De Wsn kondigde een beleidsprogramma aan voor het verminderen van de depositie van stikstof op stikstofgevoelige habitats in Natura 2000-gebieden en voor het bereiken van de instandhoudingsdoelstellingen voor deze gebieden.

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft een consortium van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), het RIVM en Wageningen University & Research (WUR) verzocht de doelen uit deze wet te monitoren.

Dit rapport heeft als doel om, jaarlijks, te kunnen volgen of er op natuurgebieden minder stikstof neerslaat. In het bredere monitorings- en evaluatieprogramma wordt ook naar de sociaaleconomische effecten, de effectiviteit van stikstof- en natuurmaatregelen en de landelijke staat van instandhouding van soorten en habitattypen en doelbereik in Natura 2000-gebieden gekeken.

1.2 Doel en vraagstelling

Dit rapport beantwoordt vier vragen over de stikstofgevoelige natuur in Nederlandse Natura 2000-gebieden:

1. Wat is de ontwikkeling van de stikstofdepositie vanaf 2005 tot nu?
2. Wat zijn de verwachte trends van de stikstofdepositie tot 2040?
3. Wat is de trend in overschrijding van de kritische depositiewaarde (KDW) en wat betekent dit voor de omgevingswaarden?
4. Welke verklaringen zijn er te geven voor de trends in de stikstofemissies (-uitstoot) en -deposities?

In oktober 2022 publiceerde het RIVM het eerste monitoringsrapport over stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden in het kader van de Wsn. Daarmee is de basis gelegd voor de jaarlijkse stikstofmonitoring in de Natura 2000-gebieden. In dit huidige rapport zijn de gegevens geactualiseerd met de nieuwste emissiegegevens en inzichten over de verwachte effecten van maatregelen op emissies en depositie van stikstof en de herziene KDW's. Door deze actualisatie wijkt het rapport af van het vorige rapport. Bijlage 4 gaat verder in op deze verschillen.

1.2.1 Aanpak

Om bovenstaande vragen te beantwoorden, zijn voor dit rapport depositiekaarten gemaakt. Deze zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen. Deze combinatie geeft het meest nauwkeurige beeld van de stikstofdepositie. En de modellen maken het mogelijk om depositie te berekenen op locaties waar niet gemeten wordt en prognoses van stikstofdepositie te maken op basis van emissieramingen. Hiervoor is gebruikgemaakt van:

- gegevens uit de Emissieregistratie van ammoniak en stikstofoxiden 1990-2021;
- emissieramingen van ammoniak en stikstofoxiden, behorend bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022 voor de jaren 2025, 2030, 2035 en 2040. In deze ramingen is het beleid meegenomen dat op 1 mei 2022 voldoende concreet was uitgewerkt ('vastgesteld en voorgenomen beleid') of bindend is vastgelegd (alléén 'vastgesteld beleid');
- Europese rapportages over emissies en emissieramingen in buurlanden;
- metingen uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) en het Meetnet Ammoniak Natuurgebieden (MAN);
- rekenmodel OPS voor de verspreiding en depositie van milieuverontreinigende stoffen.

De depositiekaarten in dit rapport geven, in combinatie met gegevens over de stikstofgevoelige natuur, inzicht in de overschrijding van de KDW en daarmee in het oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW. Hiervoor zijn de meest recente kaarten van de Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige natuur van provincies en Rijk gebruikt (zie Bijlage 3). Methoden en verdere uitgangspunten staan beschreven in hoofdstuk 3.

1.3 Afbakening

Dit rapport beschrijft de trends in landelijke stikstofemissies vanaf 1990 en in stikstofdepositie in Nederlandse Natura 2000-gebieden vanaf 2005 en beschrijft de prognoses daarvan voor de jaren tot en met 2040. Deze prognoses gaan uit van beleid dat op 1 mei 2022 was voorgenomen of vastgesteld. Stikstof- en klimaatmaatregelen die later zijn voorgenomen, zijn niet opgenomen.

Zo is bijvoorbeeld de Maatregel gerichte aankoop en beëindiging veehouderijen (Mga) wel meegenomen, maar de Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties (Lbv) en Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties met piekbelasting (Lbv-plus) niet. Deze waren op 1 mei 2022 nog niet voldoende concreet om meegenomen te worden in de geraamde ontwikkelingen van emissies voor de KEV 2022 (PBL, RIVM, TNO & WUR, 2023a). In Bijlage 2.1 is een lijst opgenomen waarin staat welke stikstofmaatregelen wel of niet onderdeel van deze ramingen zijn. Ook de effecten van het afbouwen van de derogatie zijn niet meegenomen in deze ramingen.

Dit rapport gaat niet in op het individuele effect van stikstofmaatregelen en andere factoren die van belang zijn voor het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor de Natura 2000-gebieden. Zoals doelen voor de vermindering van emissies van individuele sectoren. Begin 2024 zullen PBL-RIVM-WUR een eerste rapport over de (geraamde) effecten van de genomen stikstof- en natuurmaatregelen publiceren.

Eind 2022 is het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) (LNV, 2022a) aangekondigd. Dit programma brengt de opgaven op het gebied van water, natuur, stikstof en klimaat samen en zorgt voor een

gecombineerde aanpak voor een gezond landelijk gebied. In 2023 wordt de eerste invulling van het NPLG bekend. Die is nog geen onderdeel van dit rapport, omdat deze maatregelen nog niet zijn meegenomen in de ramingen van de KEV 2022.

1.4 Verschillen met het vorige rapport

Uitbreiding van de jaren

Het vorige rapport, *Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2022* (RIVM, 2022b), rapporteerde over de stikstofdepositie 2005-2021 met prognoses voor 2025 en 2030. Het huidige rapport presenteert de stikstofdepositie tot en met 2022. Daarnaast zijn er prognoses toegevoegd voor 2035 en 2040. Deze zijn nog indicatief en geven een doorkijk van het op 1 mei 2022 vastgestelde en voorgenomen beleid.

Actualisatie emissie- en depositiecijfers

De tijdreeks van de emissie- en depositiecijfers is geactualiseerd. Dit betekent dat hierin nieuwe inzichten over de uitstoot van stikstof zijn verwerkt. Ook zijn deze inzichten, en nieuwe maatregelen verwerkt in de ramingen.

Het RIVM actualiseert jaarlijks de cijfers over stikstofdepositie om de best beschikbare inzichten te gebruiken bij de berekeningen van stikstofdepositie. Elk hoofdstuk gaat kort in op de belangrijkste verschillen met het vorige rapport en Bijlage 4 licht de verschillen verder toe.

Actualisatie habitatkartering

De habitatkartering is geactualiseerd. Naast dat er voor een aantal Natura 2000-gebieden nieuwe habitatkarteringen zijn aangeleverd voor het moment van aanwijzing (T0), zijn er ook voor vier gebieden de meest recente karteringen (T1) beschikbaar gekomen. Deze rapportage gaat voor gebieden waar een T1-kartering beschikbaar is uit van deze meest recente situatie en niet van T0.

Actualisatie kritische depositiewaarde (KDW)

In 2023 zijn de KDW's herzien. Dit rapport gaat uit van deze herziene KDW's (Van Dobben et al., 2023). Ter vergelijking zijn ook de verschillen in de cijfers opgenomen, als er van de oude KDW's wordt uitgegaan (Van Dobben et al., 2012).

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staat de informatie die nodig is om de inhoud van dit rapport te kunnen begrijpen. Begrippen als stikstof, emissie, depositie en Natura 2000-gebieden worden uitgelegd. Ook beschrijft het hoofdstuk de effecten van stikstof op de natuur, de KDW en de Wet stikstofreductie en natuurverbetering.

Hoofdstuk 3 beschrijft de methodiek en werkwijze voor dit rapport.

Hoofdstuk 4 gaat over de ontwikkeling van stikstofemissies. Het beschrijft de historische trends en onderliggende factoren vanaf 1990, de verwachte ramingen voor 2025 en 2030 en de doorkijk naar 2035 en 2040.

Hoofdstuk 5 gaat over de ontwikkeling van stikstofdepositie vanaf 2005 met de prognoses voor 2025 en 2030 en geeft een doorkijk naar 2035 en 2040.

Hoofdstuk 6 geeft antwoord op de vraag in welke mate de KDW in Natura 2000-gebieden wordt overschreden en of de omgevingswaarden voor 2025, 2030 en 2035 haalbaar zijn.

Hoofdstuk 7 bespreekt onzekerheden in de gepresenteerde cijfers en ontwikkelpunten voor deze monitoring in de komende jaren.

De bijlagen geven meer gedetailleerde informatie bij de hoofdtekst.

2 Achtergrond: stikstof en stikstofgevoelige natuur

Dit hoofdstuk geeft achtergrondinformatie over stikstof en de Natura 2000-gebieden.

2.1 Stikstofemissie en -depositie

Het scheikundige element stikstof (N) komt in meerdere vormen voor. De meest voorkomende vorm is stikstofgas (N₂). Dit gas vormt 78 procent van de atmosfeer (lucht). Stikstof komt ook voor in de stoffen ammoniak (NH₃) en stikstofoxiden (NO en NO₂, ook wel genoteerd als NO_x). In relatie tot de natuur gaat het om deze laatste twee stikstofverbindingen (reactieve stikstof). Dit rapport bedoelt met 'stikstof' dan ook 'reactieve stikstof'.

Emissie is de uitstoot van stoffen naar lucht, water of bodem (Figuur 1). Ammoniak wordt voornamelijk uitgestoten door de landbouw. Het komt in de lucht terecht wanneer het verdampt uit dierlijke mest of uit kunstmest die uitgereden wordt op landbouwgrond. De grootste emissiebronnen voor stikstofoxiden zijn het verkeer, de landbouw, energiecentrales en de industrie. Stikstofoxiden worden gevormd bij verbranding op hoge temperaturen en bij bodemprocessen in de landbouw (onvolledige denitrificatie).

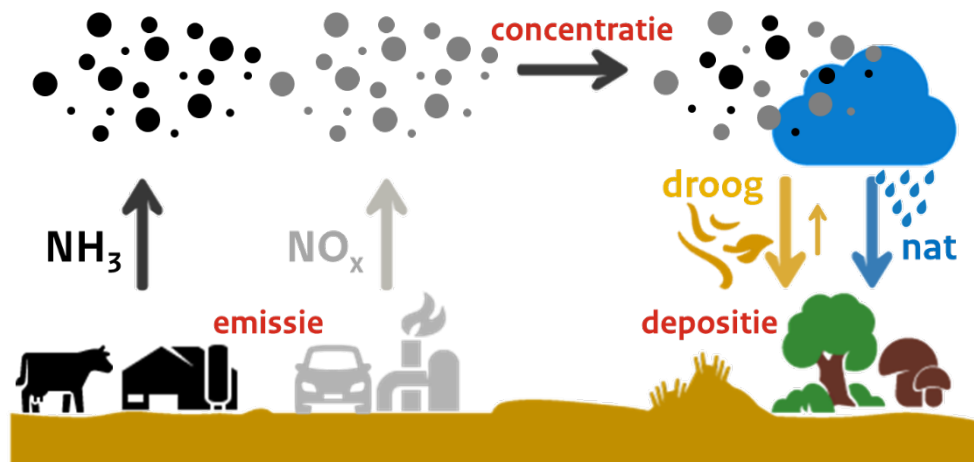
Stikstofoxiden en ammoniak komen via de lucht op de bodem en in vegetatie terecht. Dit proces noemen we 'depositie'. Dit kan op twee manieren, namelijk nat en droog. Bij natte depositie lossen stikstofverbindingen op in neerslag en vallen zo op de bodem. Bij droge depositie worden de stoffen door luchtbewegingen afgezet op de bodem of door de vegetatie opgenomen (Figuur 1).

Er zijn tegenwoordig veel meer stikstofverbindingen die op de bodem van natuurgebieden neerslaan dan 100 jaar geleden. Dat komt door een toename in uitstoot van stikstofverbindingen door het gebruik van (fossiele) brandstoffen, (kunst)mest, en door een grotere veestapel met een hogere productie per dier.

Eenheden voor stikstofemissie en -depositie

De stikstofemissie wordt per vorm waarin het voorkomt, stikstofoxiden of ammoniak, uitgedrukt in kilogrammen of tonnen (1.000 kg) per jaar. Het gewicht van ammoniak en stikstofoxiden verschilt echter. Een ammoniakmolecuul (NH₃) is bijna drie keer zo licht als een stikstofdioxidemolecuul (NO₂). Dat betekent dat in één kilo NH₃ drie keer zoveel elementaire stikstofdeeltjes (N) zit als in een kilo NO₂.

Bij stikstofdepositie is het aantal deeltjes dat neerslaat per oppervlakte-eenheid in een jaar van belang. In dit rapport hanteren we daarom als maat voor stikstofdepositie het aantal mol stikstof (N) per hectare per jaar (mol/ha/jaar).



Figuur 1 Schematisch overzicht van emissie, verspreiding, en depositie van reactief stikstof.

2.2 Problemen in natuurgebieden door stikstof

Effecten op natuur en bodem

Door langdurige depositie van te grote hoeveelheden stikstof gaat de natuur achteruit. Kenmerkende of zeldzame soorten verdwijnen. Algemeneren soorten blijven over en de vegetatie verruigt. De diversiteit aan planten- en diersoorten neemt af.

Stikstof heeft op verschillende manieren effect op de natuur. De belangrijkste staan hieronder. Een overzicht van deze effecten is beschreven in Bobbink (2021). Samenvattend gaat het om de volgende effecten:

- Vermesting (eutrofiëring). Dit is de ophoping van stikstof in de bodem. Hierdoor kunnen zeldzame planten, die het juist goed doen op voedselarme grond, worden verdrongen door meer algemene, stikstofminnende soorten, zoals grassen of brandnetels. Hierdoor verruigt de vegetatie.
- Verzuring. Hierdoor kan op termijn de samenstelling van de bodem onomkeerbaar veranderen. In bodems kunnen kalk, bepaalde mineralen, humus, en aluminium- en ijzeroxide de verandering van zuurgraad bufferen. Hierbij lost kalk op, komen voor planten giftige metaalstoffen (aluminium) vrij en kan de kringloop van voedingsstoffen worden verstoord.
- Vegetatie kan door te veel stikstof gevoeliger worden voor ziektes, plagen of droogte.
- Door achteruitgang van vegetatie kunnen ook dieren en andere organismen verdwijnen die afhankelijk zijn van zeldzame plantensoorten, voedselstatus van de vegetatie en/of structuur van de vegetatie. Dit kan doorwerken in de hele voedselketen.

Vooraf vermerkt zijn een probleem in Nederland, omdat er veel systemen zijn waar veranderingen in de bodemchemie invloed hebben op de samenstelling van plantensoorten en daarmee op de biodiversiteit.

Effecten op water- en luchtkwaliteit

Ook de water- en luchtkwaliteit kan door stikstof achteruitgaan. Het gebruik van (kunst)mest leidt vooral op zand- en lössgronden tot verhoogde nitraatconcentraties in zowel het oppervlaktewater als grondwater. In oppervlaktewater kan dit leiden tot overmatige algengroei en een zuurstoftekort in het water (hypoxie). Via drinkwater kan nitraat tot gezondheidsrisico's leiden door omzetting naar het schadelijke nitriet.

Uit ammoniak en NO₂ (en SO₂) wordt fijnstof gevormd (secundaire anorganische aerosolen), dat nadelig is voor de luchtkwaliteit en schadelijk effecten op de gezondheid heeft.

Activiteiten die stikstof uitstoten, stoten meestal ook broeikasgassen uit die invloed hebben op het klimaat. Bijvoorbeeld de verbranding van (fossiele) brandstoffen en de uitstoot van methaan en lachgas door landbouw. Maatregelen in het kader van klimaat- of luchtkwaliteitsbeleid kunnen dus ook bijdragen aan de vermindering van stikstofuitstoot. Andersom kan de vermindering van stikstofuitstoot, ook bijdragen aan klimaat- en luchtkwaliteitsbeleid.

2.3 **Natura 2000-gebieden**

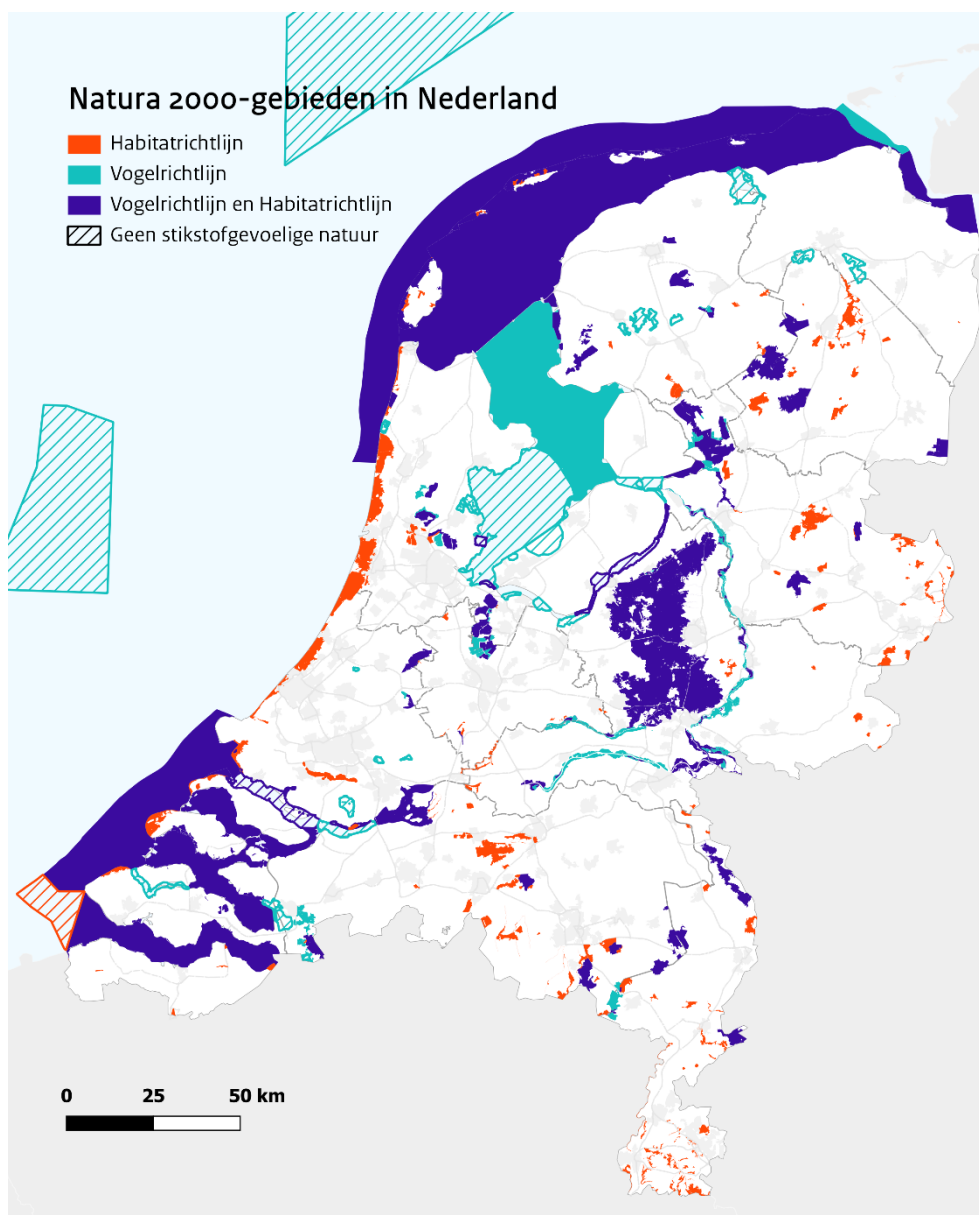
De Europese Unie vindt het belangrijk om de biodiversiteit in EU-lidstaten te behouden en te herstellen. De Vogelrichtlijn (VR, 1979) en de Habitatrichtlijn (HR, 1992) zijn hiervoor de belangrijkste richtlijnen. De Europese Unie wil met deze richtlijnen een bijdrage leveren aan de wereldwijde bescherming van de biodiversiteit door habitats en soorten te behouden die vrijwel alleen in Europa voorkomen.

Een belangrijk onderdeel van de implementatie van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn is het Natura 2000-netwerk. EU-lidstaten zijn verplicht om voor de te beschermen soorten en habitattypen natuurgebieden aan te wijzen. Deze beschermde gebieden vormen samen het Natura 2000-netwerk van de Natura 2000-gebieden. Lidstaten zijn verplicht om achteruitgang van beschermde soorten en habitattypen te voorkomen, waarin de Natura 2000-gebieden een belangrijke rol spelen.

Het uiteindelijke doel van Natura 2000 is dat in alle lidstaten de soorten en habitattypen die door de richtlijnen worden beschermd in stand gehouden worden, de zogenoemde 'gunstige staat van instandhouding'. De doelstellingen die geformuleerd zijn voor deze habitattypen en soorten geven aan of behoud, uitbreiding of het verbeteren van de kwaliteit en omvang van het habitatype of het leefgebied nodig is.

Om de achteruitgang van natuurkwaliteit te stoppen en de doelen van de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn te bereiken, is meer nodig dan alleen het terugdringen van de stikstofbelasting. Denk bijvoorbeeld aan het aanpakken van beperkt of versnipperd leefgebied of ongunstige grondwaterstanden en waterkwaliteit.

In Nederland zijn er 162 Natura 2000-gebieden. Hiervan zijn er 131 met habitattypen en/of leefgebieden van soorten, die gevoelig zijn voor stikstofdepositie (Figuur 2). In veel van deze gebieden komt nu meer stikstof terecht dan de kritische depositiewaarde (KDW).



Figuur 2 Natura 2000-gebieden in Nederland. In de figuur is aangegeven of de natuur in het gebied beschermd wordt vanuit de Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn, of vanuit beide richtlijnen. Ook geeft de figuur weer welke gebieden geen stikstofgevoelige habitattypen of leefgebieden bevatten. Data: LNV 2023.

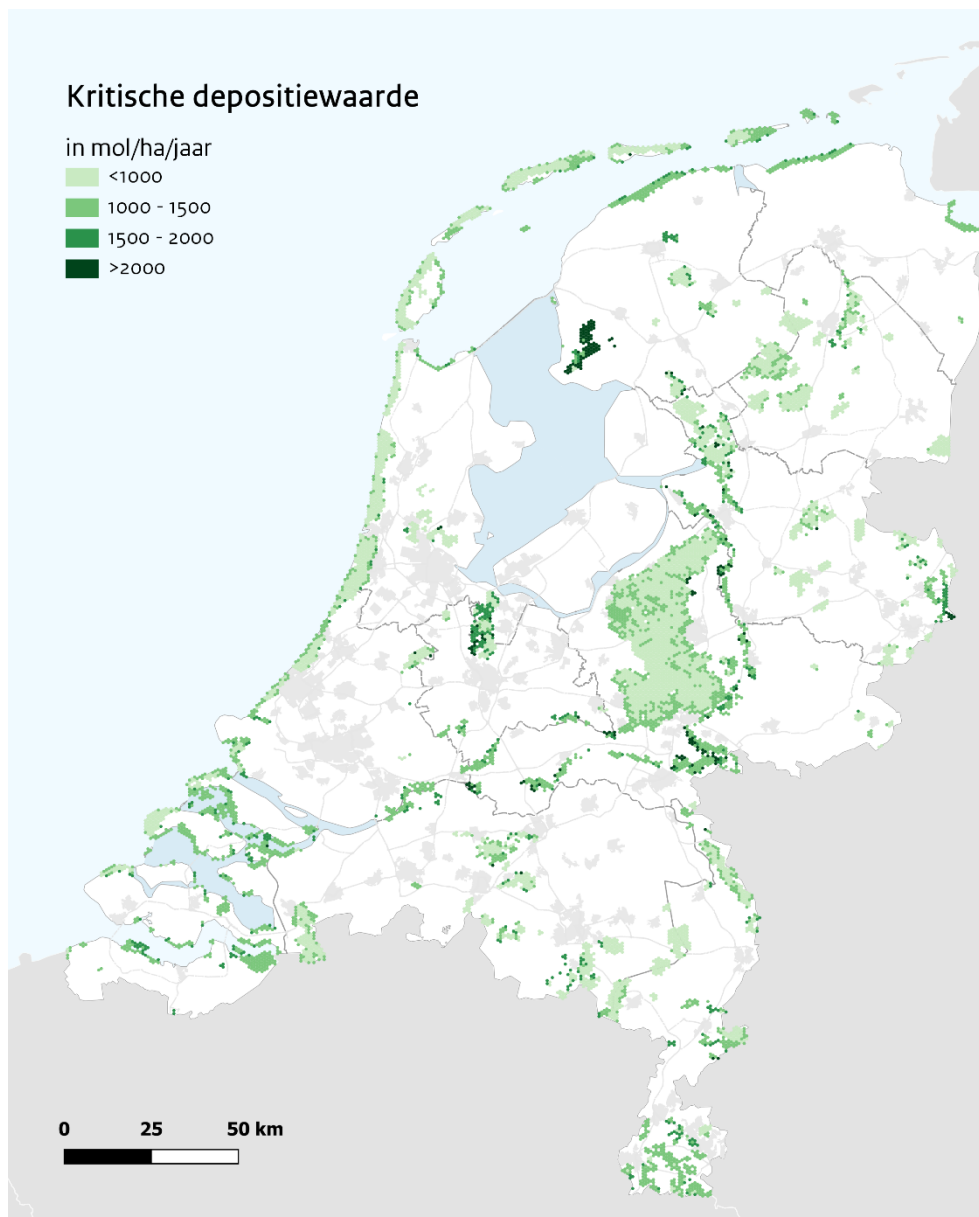
Habitattype en leefgebieden

Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden die vanuit de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn beschermd worden. Het doel van de Europese Commissie is door plant- en diersoorten en habitattypen te beschermen, de biodiversiteit te waarborgen. *Habitattypen* zijn ecosysteemttypen met karakteristieke geografische, abiotische en biotische kenmerken. Een *leefgebied* is een door biotische en abiotische factoren bepaald milieu waarin een soort tijdens één van de fasen van zijn biologische cyclus leeft. Dit rapport neemt enkel stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de analyses mee.

2.4 Kritische depositiewaarde (KDW)

Leefgebieden en habitattypen verschillen in de gevoeligheid voor stikstof uit de lucht. Met andere woorden: ze verschillen in de hoeveelheid stikstofneerslag die zij aan kunnen, zonder dat het de oorspronkelijke vegetatie aantast. Deze grens heet de kritische depositiewaarde (KDW). Komt er in een gebied meer stikstof terecht dan de KDW, dan bestaat de kans dat het habitat of leefgebied van een soort wordt aangetast.

Blijft de stikstofneerslag onder de KDW, dan zijn er geen significante schadelijke effecten van stikstof volgens de huidige wetenschappelijke inzichten (Nilsson & Grennfelt, 1988; Bobbink & Hettelingh, 2011; Van Dobben et al, 2012). Voor elk type habitat of leefgebied is een KDW vastgesteld (zie Figuur 3). Dit is gedaan op basis van (internationaal) empirisch onderzoek, modeluitkomsten of, als die er niet zijn, een deskundigenoordeel. Op basis van een internationale review (Bobbink et al., 2022) zijn voor de Natura 2000-gebieden in Nederland de KDW's herzien in 2023 (Van Dobben et al., 2023).



Figuur 3 Kritische depositiewaarde (KDW) in Natura 2000-gebieden in Nederland. Per vlak van 64 hectare is minimale KDW getoond. De KDW's variëren tussen de 429 en 2.399 mol/ha/jaar. KDW's afkomstig uit Van Dobben et al. (2023).

2.5 Wet stikstofreductie en natuurverbetering

In de Wet natuurbescherming (Wnb, die op 1 januari 2024 opgaat in de Omgevingswet) zijn in Nederland alle verplichtingen uit de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn verwerkt. Op basis van deze wet moeten activiteiten een vergunning hebben als ze nadelige gevolgen kunnen hebben voor de instandhouding van Natura 2000-gebieden. Hieronder vallen ook de nadelige effecten van stikstofdepositie.

In 2015 werd het Programma Aanpak Stikstof (PAS) geïntroduceerd. Dit programma had als doel om de hoeveelheid stikstof in de Natura 2000-gebieden terug te dringen en tegelijkertijd economische ontwikkeling

mogelijk te maken. De Raad van State oordeelde in 2019 dat het PAS niet langer als basis mocht dienen voor vergunningverlening. Hierdoor kwamen nieuwe vergunningaanvragen voor woningbouw, infrastructuur en de uitbreiding van (landbouw)bedrijven in de knel. Veel (bouw)projecten kwamen stil te liggen, met zorgen over economische en sociale gevolgen.

Om uit deze impasse te komen en de instandhoudingsdoelstellingen te halen, is de Wet stikstofreductie en natuurverbetering (Wsn, ook wel stikstofwet) aangenomen. Deze wet, die op 1 juli 2021 in werking trad, regelt onder meer resultaatsverplichtingen voor de stikstofbelasting in de Natura 2000-gebieden (omgevingswaarden). De wet geeft ook opdracht voor een programma met maatregelen om die reductie te bereiken en de natuur te herstellen.

Om de doelstellingen van de Wsn te behalen, worden er verschillende maatregelen genomen om de stikstofbelasting in de Natura 2000-gebieden te beperken. In 2022 en 2023 heeft het kabinet indicatieve emissiedoelen voor gebieden en sectoren opgesteld als onderdeel van het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) (LNV 2022a; LNV 2023). De invulling van deze doelen worden door provincies in 2023 uitgewerkt in hun gebiedsprogramma's (deze zijn geen onderdeel van de prognoses in dit rapport). De maatregelen die in deze rapportage voor de prognoses van stikstofdepositie zijn meegenomen, staan in Bijlage 2.1.

Omgevingswaarden voor stikstof

Het reductiedoel voor stikstof is vastgelegd in de omgevingswaarden voor stikstof¹. De omgevingswaarde is de wettelijke doelstelling voor het percentage van het landelijk oppervlak van de stikstofgevoelige natuur dat onder de KDW moet zitten in een bepaald jaar.

De wettelijk vastgestelde doelen van de omgevingswaarde zijn:

- voor 2025: ten minste 40 procent;
- voor 2030: ten minste 50 procent;
- voor 2035: ten minste 74 procent.

¹ In de Wet staat: Het percentage van het areaal van de voor stikstofgevoelige habitats in Natura 2000-gebieden waarop de stikstofdepositie niet groter is dan de hoeveelheid in mol per hectare per jaar waarboven verslechtering van de kwaliteit van die habitats niet op voorhand is uit te sluiten.

3 Methode

Dit hoofdstuk beschrijft welke methode wordt gebruikt om de omgevingswaarde te monitoren. Ook staat in dit hoofdstuk welke gegevens hiervoor worden gebruikt en waar deze vandaan komen. In Bijlage 3 staat een uitgebreide beschrijving van de methode en verantwoording van de gebruikte gegevensbronnen.

Toepassing begrippen 'ramingen' en 'prognoses'

De Klimaat- en Energieverkenning (KEV) gebruikt de term 'ramingen' als het gaat om toekomstige emissies van stikstof. In dit rapport gebruiken we de term 'ramingen' ook in deze betekenis. Het RIVM hanteert de term 'prognoses' als het gaat om toekomstige luchtkwaliteits- en depositiekaarten. Daarom spreken we in dit rapport van prognoses voor de verwachte depositie in de toekomst. Deze depositieprognoses zijn gebaseerd op de emissieramingen.

3.1 Methode op hoofdlijnen

Het onderzoek bestaat uit een aantal stappen (Figuur 4):

1. De ontwikkelingen en de ramingen van de uitstoot (emissie) van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland en omliggende landen zijn in kaart gebracht (zie hoofdstuk 4).
2. Met behulp van modellen en metingen zijn kaarten gemaakt van de stikstofdepositie. Deze kaarten geven de historische en verwachte ontwikkeling (prognoses) van de stikstofdepositie weer (zie hoofdstuk 5).
3. De overschrijding van de KDW in de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden is bepaald. Evenals het oppervlak van de stikstofgevoelige natuur dat onder de KDW zit (zie hoofdstuk 6).
4. Op grond daarvan is bepaald of de gestelde omgevingswaarden gehaald gaan worden (zie hoofdstuk 6).

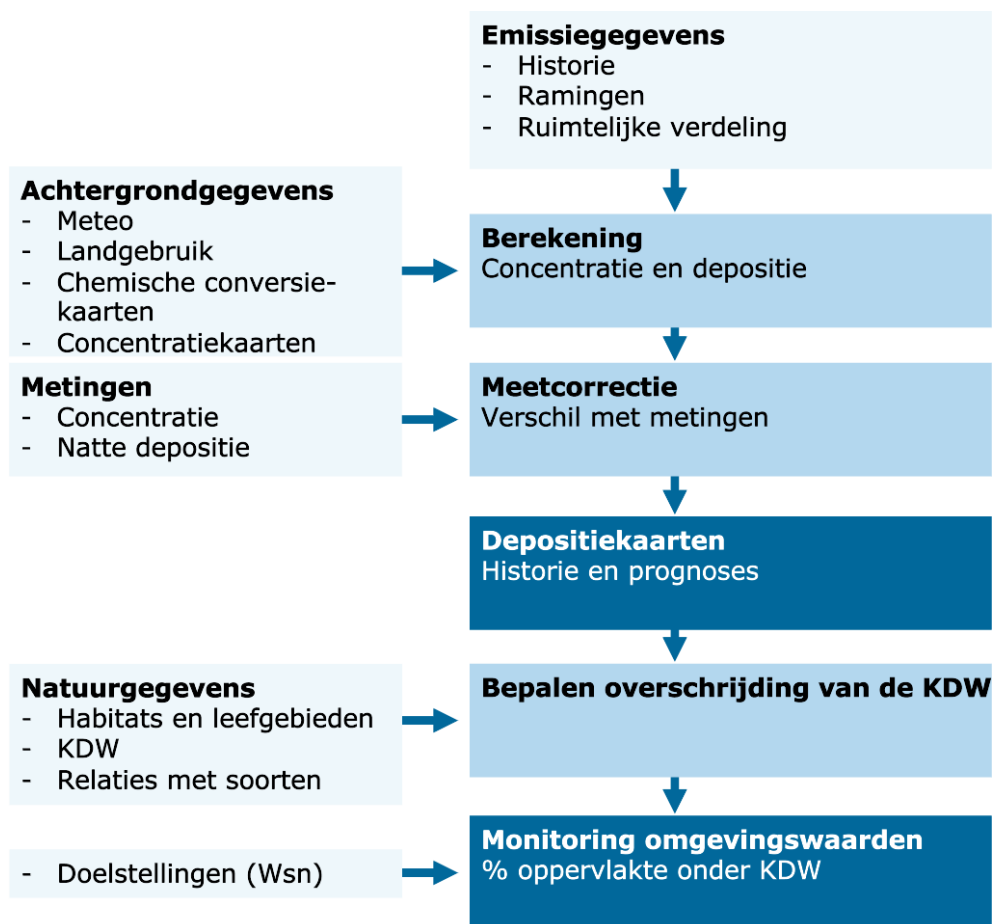
3.2 Gegevens over de stikstofemissies

Om de ontwikkelingen van de stikstofemissies in kaart te brengen, zijn twee gegevensbronnen belangrijk: historische emissies en emissieramingen. Voor de historische emissies over de jaren 1990-2021 wordt gebruikgemaakt van gegevens van de Emissieregistratie (RIVM, 2023a). Voor de toekomstige jaren is gebruikgemaakt van de emissieramingen voor luchtvervuilende stoffen (PBL et al., 2023a) die horen bij de Klimaat- en Energieverkenning (KEV 2022) (PBL, TNO, CBS & RIVM, 2022). In de KEV 2022 is het beleid meegenomen dat op 1 mei 2022 voldoende concreet was uitgewerkt. Van de ramingen van Nederlandse emissies zijn de beleidsvarianten 'vastgesteld beleid' en 'vastgesteld en voorgenomen beleid' gebruikt voor de depositieprognoses van dit rapport.

De KEV 2022 geeft verwachte emissieramingen voor 2025, 2030, 2035 en 2040. Daarbij hebben 2035 en 2040 een indicatief karakter. Bij het opstellen van deze ramingen speelden veel verschillende onzekerheden een rol. Bijvoorbeeld in statistieken, verwachte economische

ontwikkelingen, toekomstige technologische ontwikkelingen en effectiviteit van beleidsinstrumenten. Daarom is in de KEV voor 2030 een bandbreedte van de emissieraming beschikbaar waarin de belangrijkste onzekerheden rondom ramingen van emissies in zijn verwerkt. Zie Bijlage 2 voor meer informatie over de emissieramingen.

Voor de buitenlandse emissies zijn onder andere gegevens van CEIP (Centre on Emission Inventories and Projections) en IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) gebruikt². Zie Bijlage 3 voor meer informatie over de gebruikte emissiegegevens.



Figuur 4 Schematische weergave van de gehanteerde methode.

3.3 Berekening en kalibratie depositiekaarten

De stikstofdepositie is berekend met het verspreidingsmodel Operationele Prioritaire Stoffen (OPS) (RIVM, 2004; RIVM, 2020b). Hierbij is gebruikgemaakt van gegevens over de stikstofemissies. Het gaat bijvoorbeeld om de hoeveelheid emissies van NH₃ en NO_x, uitworphoogte en ruimtelijke verdelingen van emissiebronnen. Het OPS-model rekent op basis van deze emissiegegevens uit hoeveel de bijdrage van elke bron is aan de stikstofdepositie. Dit resulteert in kaarten van de stikstofdepositie voor heel Nederland of specifiek voor Natura 2000-

² Emissies door de zeescheepvaart vallen buiten de EU-rapportages en emissiereductiedoelen. Deze emissies dragen wel bij aan de depositie en zijn daarom wel in deze rapportage meegenomen. Dit betreft de emissies door zeeschepen die op het Nederlands Continentaal Plat varen, zeeschepen die van en naar havens varen en zeeschepen die voor anker liggen in havens. In de emissieopgaves van de lidstaten, ook die van Nederland, zijn emissies van luchtvaart tot 914 m (3000 ft) opgenomen.

gebieden. Dit doet het OPS-model met verschillende gegevens, zoals windsnelheid en -richting en terreineigenschappen. Als de deposities uit alle bronnen in Nederland en het buitenland zijn berekend, ontstaat een totaalbeeld van de depositie op de Natura 2000-gebieden.

Om van deze berekeningen depositiekaarten te maken, is de plek waar de emissie plaatsvindt van belang (de ruimtelijke verdeling). Hiervoor is gebruikgemaakt van de meest recente ruimtelijke verdeling van emissies uit binnen- en buitenland (zie Bijlage 3.1). Deze, meest recente, ruimtelijke verdeling is ook gebruikt om prognoses van de depositie op te stellen.

De berekeningen van het OPS-model worden vergeleken met de metingen van de stikstofconcentratie en -depositie door het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN) en het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML). Het verschil tussen berekening en meting wordt gecorrigeerd. Dit heet 'kalibreren'.

Het RIVM gebruikt dezelfde gegevens en methode voor zowel deze monitoring als voor de kaarten van de grootschalige concentratie en depositie in Nederland (GCN-GDN), en voor de depositiekaarten die in AERIUS worden gebruikt. Zie Bijlage 3.2 voor meer informatie over de gebruikte methode.

3.3.1 *Varianten depositieberekeningen*

Voor verschillende doeleinden zijn twee varianten van bovenstaande methode toegepast: berekeningen voor specifieke jaren en berekeningen met gemiddelde weersomstandigheden. De uitgangspunten en doel van deze gegevens staan hieronder beschreven.

Berekeningen voor specifieke jaren

Voor deze berekeningen is gebruikgemaakt van emissiegegevens, meteorologische- en chemische omstandigheden en metingen uit één specifiek jaar. Deze gegevens geven een zo goed mogelijk beeld van de depositie in dat specifieke jaar. Hierbij is zowel het effect van de ontwikkeling in emissies als het effect van weersomstandigheden zichtbaar.

Deze methode is gebruikt voor de *historische reeks stikstofdepositie* voor de jaren 2005 tot en met 2022. De onderliggende kaarten hebben een resolutie van 1 bij 1 km (1 km²). Uitzondering is de laatste kaart in de reeks, die gemaakt is met Nederlandse emissiegegevens uit 2021 en is gekalibreerd met metingen uit 2022. Dit is nodig, omdat de emissiegegevens over 2022 later verschijnen dan de metingen en meteorologische gegevens. De buitenlandse emissies lopen nog een jaar achter en zijn tijdens de berekeningen bekend tot en met 2020. De emissies en de locaties waar dit plaatsvindt, is een combinatie van de totale emissies per deelsector per individueel jaar, en de ruimtelijke verdeling per deelsector uit de Emissieregistratie over 2021. Dit is conform de GCN-kaart voor 2022 (RIVM 2023b). De laatste twee kaarten moeten dan ook als 'voorlopig' worden gezien en kennen een grotere onzekerheid.

Berekeningen met gemiddelde weersomstandigheden

Naar de toekomst toe zijn de meteorologische omstandigheden nog niet bekend. Daarom wordt er voor de toekomst gerekend met gemiddelde weersomstandigheden (over een periode van 10 jaar) en wordt gekalibreerd met het gemiddelde verschil tussen metingen en berekeningen over de afgelopen 5 jaar. Hiermee wordt gecorrigeerd voor het structurele verschil tussen metingen en berekeningen. Om deze toekomstverwachtingen te kunnen vergelijken met een referentie, zijn deze ook met dezelfde gemiddelde weersomstandigheden en kalibratiemethode doorgerekend. Deze gegevens geven dus een beeld van de stikstofdepositie zonder de jaarlijkse fluctuaties die door het weer worden veroorzaakt.

Deze methode is toegepast met emissiegegevens voor de jaren 2020, 2021 en voor alle emissieramingen:

- *Referentie stikstofdepositie (2020)*
De referentie geeft een beeld van de stikstofdepositie in het referentiejaar 2020 op basis van de meest recente emissiegegevens over het jaar 2020. De referentie is bedoeld om te vergelijken met de prognoses. De onderliggende kaart heeft een resolutie van 1 hectare (overeenkomstig met een oppervlak van 100 bij 100 meter). In komende rapportages blijft het referentiejaar 2020.
- *Achtergrond stikstofdepositie (2021)*
De achtergrond stikstofdepositie is gebaseerd op de meest recente emissiecijfers over het jaar 2021. Dit is het meest recente jaar waarvoor de ruimtelijke verdeling van de emissies in Nederland beschikbaar is. Dit jaar schuift elk jaar op. Deze gegevens zijn bedoeld om een zo actueel mogelijk beeld van de stikstofdepositie te geven, waarbij de effecten van de weersomstandigheden zoveel mogelijk worden uitgesloten. Deze variant is relevant om de effecten van beleid aan te toetsen. De onderliggende kaart heeft een resolutie van 1 hectare.
- *Geprognosticeerde stikstofdepositie (2025-2040)*
De prognoses van de stikstofdepositie zijn opgesteld op basis van emissieramingen voor toekomstige jaren. De onderliggende kaarten voor 2025 en 2030 hebben een resolutie van 1 ha, de kaarten voor 2035 en 2040 een resolutie van 16 ha. Berekeningen op deze resoluties zijn nodig, omdat de KDW's op korte afstand sterk verschillen. Er wordt echter niet gekeken naar een enkele modeluitkomst op een hectare, 16 hectare of vierkante kilometer. De uitspraken in dit rapport gaan over landelijke trends, die volgen uit middelingen van de uitkomsten voor een groter gebied of heel Nederland. De gevoeligheid voor de resolutie is daardoor laag. Zie paragraaf 7.3 voor een vergelijking van de uitkomsten op basis van verschillende resoluties.

3.4 Bepalen stikstofbelasting en overschrijding KDW

De depositiekaarten geven samen met gegevens over de stikstofgevoelige natuur in de Natura 2000-gebieden een beeld van de KDW-overschrijding. De kaarten geven ook een beeld van waar in Nederland de depositie boven de KDW ligt.

3.4.1 *Doelbereik omgevingswaarden voor stikstof*

Het oppervlak van de stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden met een stikstofdepositie onder de KDW wordt getoetst aan de omgevingswaarde. De omgevingswaarde is de wettelijke stikstofdoelstelling van het percentage areaal waar de berekende depositie lager moet zijn dan de KDW. Dit wordt uitgedrukt als percentage van het totale oppervlak stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden.

Hiervoor is het gekarteerde oppervlak van habitattypen uit habitatkaarten gebruikt, zodat de locaties en het oppervlak van de aanwezige stikstofgevoelige natuur wordt meegenomen in deze berekening. Zie Bijlage 3.3 en 3.4 voor een beschrijving van de gebruikte methode.

Voor deze bepaling zijn de habitat- en leefgebiedenkaarten gebruikt van de Natura 2000-gebieden. Voor de habitattypen wordt uitgegaan van gekarteerde oppervlakten van habitattypen in de Natura 2000-gebieden. Deze kaarten bevatten ook de stikstofgevoelige delen van leefgebieden aanvullend op de Natura 2000-habitattypen (de 'LG-types')³.

De provincies en het Rijk hebben de in april 2022 aangekondigde wijzigingen in doelstellingen en begrenzing⁴ voor een groot deel verwerkt in de habitatkaarten die aan het RIVM zijn geleverd. Recentelijk zijn de KDW's herzien (Van Dobben et al., 2023). Deze nieuwe KDW's zijn gebruikt om de overschrijdingen van deposities in dit rapport weer te geven. Informatie over de gebruikte gegevensbronnen staat in Bijlage 3.5.

3.5 **Open data**

De cijfers die bij de figuren uit dit rapport behoren, zijn verkrijgbaar via:

- <https://www.rivm.nl/documenten/dataset-bij-monitor-stikstofdepositie-in-natura-2000-gebieden-2023>.

De onderliggende depositiekaarten zijn verkrijgbaar via:

- <https://data.rivm.nl/meta/srv/dut/catalog.search#/search?keyword=monitor-wsn>

³ Een deel van de beschermde soorten heeft een leefgebied dat (geheel of gedeeltelijk) stikstofgevoelig is. Deze leefgebieden vallen voor een groot deel onder de habitattypen. Daarnaast worden er 14 (aanvullende) stikstofgevoelige leefgebieden onderscheiden. <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/monitoring-en-natuurinformatie/leefgebiedkaarten-natura-2000-en/>

⁴ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/04/01/hoofdpijnen-van-de-gecombineerde-aanpak-van-natuur-water-en-klimaat-in-het-landelijk-gebied-en-van-het-bredere-stikstofbeleid>.

4 Ontwikkeling van de stikstofemissies

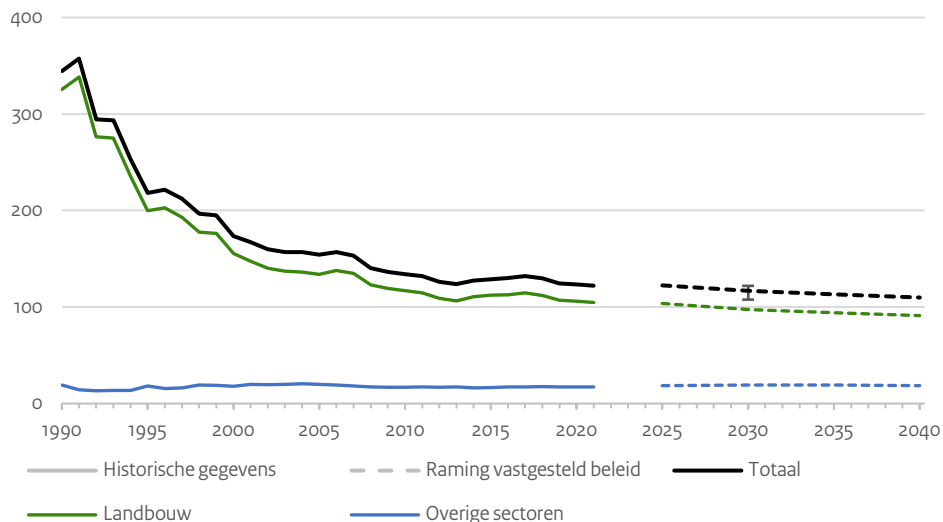
Dit hoofdstuk beschrijft de trends in binnenlandse en buitenlandse emissies vanaf 1990 en de ramingen voor 2025, 2030, 2035 en 2040, zowel voor ammoniak als voor stikstofoxiden. Ook de belangrijkste ontwikkelingen en verklaringen komen aan de orde.

4.1 Ammoniak: ontwikkelingen van de emissies in Nederland

Dalende trend 1990-2021

Tussen 1990 en 2021 is de totale ammoniakemissie met 65 procent afgenomen van 345 kton tot 122 kton (zie Figuur 5 en Tabel 1). Deze daling vond vooral plaats tussen 1990 en 2013. Tussen 2014 en 2018 steeg de ammoniakemissie weer. Vanaf 2018 is de ammoniakemissie opnieuw gedaald. Deze trend komt voornamelijk door ontwikkelingen in de landbouwsector, specifiek door mestaanwending en rundveestallen (zie paragraaf 4.3.1 en Figuur 7).

Ontwikkeling van emissies van ammoniak in Nederland (kton)



Figuur 5 Ontwikkeling van de Nederlandse ammoniakemissies naar sector. De mogelijke afwijking (bandbreedte zoals bepaald in KEV 2022) voor emissiereductie is aangegeven voor de totale emissieraming voor 2030 (door de kleine omvang is deze nauwelijks zichtbaar in dit figuur). Bronnen: Emissieregistratie (RIVM, 2023a) en de Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Over de hele periode is te zien dat het grootste deel van de ammoniakemissie van de landbouw afkomstig is. In 2021 is het aandeel van de landbouw 86 procent (zie Tabel 1). De overige 14 procent is dat jaar voornamelijk afkomstig van huishoudens, diensten en bouw, en in mindere mate van mobiliteit, industrie en energie.

Ramingen voor 2025 en 2030

Op basis van vastgesteld beleid stijgen de emissies van ammoniak in Nederland ten opzichte van 2021 eerst licht. Daarna dalen ze tot

afgerond 117 kton in 2030. Van 2021 tot 2030 resulteert dit in een totale daling van 5,3 kton, oftewel 4 procent (zie Tabel 2) (PBL, 2023).

De ramingen waarbij ook het voorgenomen beleid is meegenomen, hebben afgerond dezelfde waarden (Tabel 3). De ramingen voor 2030 hebben een bandbreedte tussen 108 tot 122 kton. Dat geldt zowel voor het scenario waarin alleen vastgesteld beleid is meegenomen, als voor de variant waarin ook rekening is gehouden met voorgenomen beleid. De verwachte daling in ammoniakemissies komt vooral doordat de emissies van de landbouwsector voor 2030 met 7 kton lager wordt geraamd ten opzichte van 2021. Paragraaf 4.3.1 gaat verder hierop in.

Ramingen voor 2035 en 2040

Na 2030 is de verwachting dat de daling in emissies van ammoniak doorzet tot 113 kton in 2035 en 110 kton in 2040 (7 en 11 procent respectievelijk ten opzichte van 2021). Voor 2035 en 2040 zijn de ramingen indicatief en hebben ze een grotere onzekerheid, omdat het beleid na 2030 beperkt is uitgewerkt (zie hoofdstuk 3).

Tabel 1 Ontwikkeling van de Nederlandse ammoniakemissies per sector in kton. Bron: Emissieregistratie (RIVM, 2023a).

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Industrie	4,6	5,1	3,9	3,6	3,0	2,5	2,9	2,8
Energie	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Mobiliteit	0,9	2,2	4,5	5,1	3,9	3,3	3,1	3,3
Huishoudens	8,8	6,0	5,1	6,3	5,9	6,3	5,9	5,8
Diensten en bouw	4,8	5,1	4,6	4,8	4,2	4,4	5,3	5,2
Landbouw	325,3	199,8	155,5	134,1	116,9	112,2	106,2	104,8
Totaal	345	218	174	154	134	129	123	122

Tabel 2 Ramingen op basis van vastgesteld beleid (V) van de Nederlandse ammoniakemissies per sector in kton. De bandbreedtes voor 2030 zijn aangegeven met blokhaken. Bron: Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Sector	2021 (ref.)	2025 - V	2030 - V	2035 - V	2040 - V
Industrie	2,8	3,6	4,2	4,3	4,4
Energie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mobiliteit	3,3	3,9	3,7	3,4	2,9
Huishoudens	5,8	5,9	6,0	6,1	6,1
Diensten en bouw	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3
Landbouw	104,8	103,8	97,5	94,1	91,1
Totaal	122	123	117	113	110
			[108-122]		

Tabel 3 Ramingen op basis van vastgesteld & voorgenomen beleid (VV) van de Nederlandse ammoniakemissies per sector in kton. De bandbreedtes voor 2030 zijn aangegeven met blokhaken. Bron: Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Sector	2021 (ref.)	2025 - VV	2030 - VV	2035 - VV	2040 - VV
Industrie	2,8	3,6	4,1	4,3	4,4
Energie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mobiliteit	3,3	3,9	3,7	3,0	2,2
Huishoudens	5,8	5,9	6,0	6,1	6,1
Diensten en bouw	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3
Landbouw	104,8	103,8	97,5	94,1	91,1
Totaal	122	123	117	113	109
			[108-122]		

4.1.1

Verskil in ramingen ten opzichte van het vorige rapport

De ramingen voor emissies van ammoniak (op basis van de KEV 2022) zijn lager (circa 5 procent voor 2030) dan in het rapport van vorig jaar (RIVM, 2022b), op basis van de KEV 2020 (PBL, RIVM & TNO, 2020). Voor KEV 2022 komt de totale emissieraming uit op 117 kton ammoniak in 2030. Voor KEV 2020 was dat 122 kton. Verschillen met de ramingen uit de KEV 2022 komen onder andere door nieuwe beleidsmaatregelen en wetenschappelijke inzichten die tot een nieuwe emissiereeks leiden en door hoger geraamde kunstmestprijzen die tot een lager kunstmestgebruik leiden (zie paragraaf 3.6 in PBL et al., 2023a). De grootste wijzigingen liggen in nieuwe inzichten, waardoor de emissies bij mestaanwending dalen en door verminderde effectiviteit van emissiearme stalsystemen emissies uit stallen stijgen. Zie Bijlage 4 voor meer details over de inhoudelijke verschillen tussen deze en het rapport van vorig jaar.

4.2

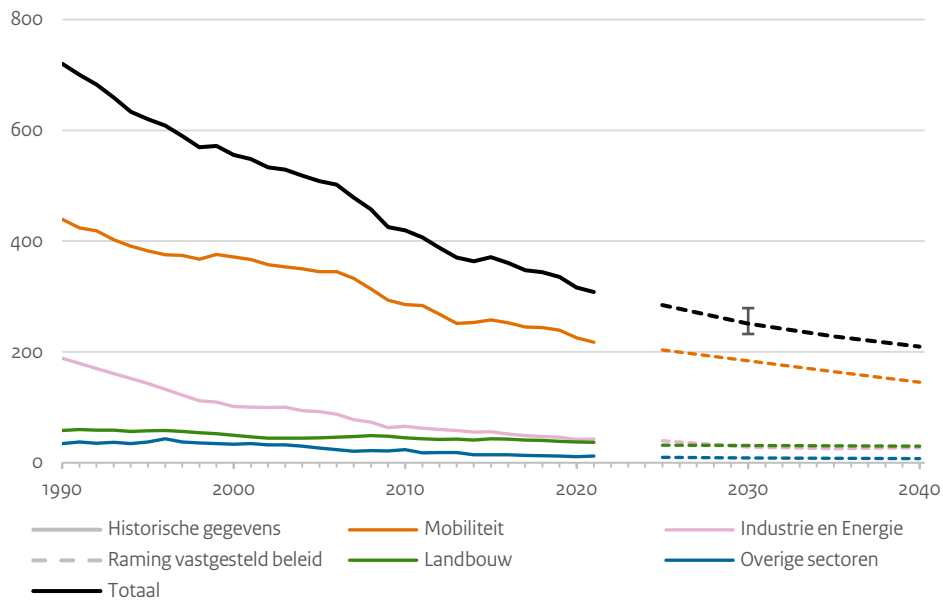
Stikstofoxiden: ontwikkelingen van de emissies in Nederland

Dalende trend 1990-2021

De emissies van stikstofoxiden in Nederland is in de periode 1990-2021 met 412 kton afgenomen tot een totaal van 308 kton (Figuur 6 en Tabel 4). Dit is een afname van 57 procent ten opzichte van 1990. In alle sectoren zijn de emissies gedaald. De daling was het grootst in de sectoren mobiliteit, industrie en energie. Paragraaf 4.3 gaat verder hierop in.

In 2021 leverde de sector Mobiliteit de grootste bijdrage (70 procent) aan emissie van stikstofoxiden. De overige 30 procent is afkomstig uit de landbouw, de industrie, de energiesector, huishoudens en diensten en bouw. Zie ook Tabel 4. Stikstofoxiden uit de landbouw komen voor een groot deel door onvolledige denitrificatie in landbouwbodems.

Ontwikkeling van emissies van stikstofoxiden in Nederland (kton)



Figuur 6 Ontwikkeling van de Nederlandse emissies van stikstofoxiden naar sector. De bandbreedte is aangegeven voor de totale emissieraming voor 2030. Onder de groep "Overige sectoren" vallen "Huishoudens" en "Diensten en bouw". Bronnen: Emissieregistratie (RIVM, 2023a) en de Klimaat en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Ramingen voor 2025 en 2030

Uit het scenario met vastgesteld beleid uit de KEV 2022 volgt dat ten opzichte van 2021 de emissies van stikstofoxiden verder gaan dalen in 2025 (8 procent) en in 2030 (19 procent; Tabel 5). De grootste daling wordt verwacht bij mobiliteit. Deze emissies worden 15 procent lager ingeschat in 2030 ten opzichte van 2021. Paragraaf 4.3.2 gaat verder hierop in.

Voor het scenario met vastgesteld en voorgenomen beleid verschillen de ramingen voor 2025 en 2030 weinig met het scenario van alleen vastgesteld beleid (respectievelijk 3 en 4 kton lager; Tabel 6).

Ramingen voor 2035 en 2040

De verwachting is dat de emissies van stikstofoxiden na 2030 nog verder gaan dalen met 26 procent tot 2035 en 32 procent tot 2040 (ten opzichte van 2021, uitgaande van vastgesteld beleid; Tabel 5). Wanneer ook het voorgenomen beleid wordt meegenomen, dalen de emissies 27 procent tot 2035 en 33 procent tot 2040 (Tabel 6).

Voor 2035 en 2040 zijn de ramingen indicatief en hebben een grotere onzekerheid omdat het beleid na 2030 beperkt is uitgewerkt. Zie verder Bijlage 2.

4.2.1

Vershil in ramingen ten opzichte van het vorige rapport

De ramingen voor de emissies van stikstofoxiden uit de KEV 2022 zijn circa 3 procent hoger voor 2030 dan in het vorige rapport, op basis van de KEV 2020 (PBL et al., 2020; PBL et al., 2023b). In dit rapport komen de totale emissieramingen uit op 251 kton stikstofoxiden voor 2030. In het vorige rapport was dat 243 kton. Verschillen worden veroorzaakt

door een combinatie van factoren. Bij de sector Mobiliteit worden de emissiewaarden hoger bijgesteld, en voor de emissies van stikstofoxiden uit overige bronnen lager. In de mobiliteitssector komt dit door een combinatie van een toevoeging van de eerder ontbrekende emissies van koelaggregaten op vrachtauto's, en een lager geraamd effect van de subsidieregeling voor het verschonen van de binnenvaartvloot. Deze toenames worden voor een deel gecompenseerd door verwachte verminderingen in andere sectoren, zoals nieuwe maatregelen bij de industrie (basismetaalsector, Tata Steel) en verminderde gasinzet in de energiesector dankzij snellere groei in gebruik van wind- en zonne-energie (voor meer toelichting zie paragraaf 2.6 in PBL et al., 2023a). Bijlage 4 gaat dieper in op deze inhoudelijke verschillen.

Tabel 4 Ontwikkeling van de Nederlandse emissies van stikstofoxiden per sector in kton. Bron: Emissieregistratie (RIVM, 2023a).

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Industrie	103,4	76,5	47,0	46,2	38,6	33,2	29,5	29,1
Energie	85,0	66,2	54,6	46,1	27,1	22,4	12,6	13,2
Mobiliteit	439,8	382,2	371,5	344,7	285,5	257,5	225,6	217,2
Huishoudens	21,3	24,1	20,3	17,8	15,1	8,8	6,6	7,3
Diensten en bouw	13,1	13,4	13,1	8,7	8,2	5,6	4,4	4,6
Landbouw	57,8	57,7	49,5	45,0	45,0	43,3	37,5	37,0
Totaal	720	620	556	508	420	371	316	308

Tabel 5 Ramingen op basis van vastgesteld beleid van de Nederlandse emissies van stikstofoxiden per sector in kton. De bandbreedtes voor 2030 zijn aangegeven met blokhaken. Bron: Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Sector	2021 (ref.)	2025 - V	2030 - V	2035 - V	2040 - V
Industrie	29,1	28,0	23,6	21,9	20,9
Energie	13,2	11,6	4,5	3,6	6,1
Mobiliteit	217,2	203,4	183,7	164,3	145,3
Huishoudens	7,3	5,8	4,7	4,4	4,2
Diensten en bouw	4,6	3,9	3,5	3,3	3,1
Landbouw	37,0	31,7	31,1	30,5	30,1
Totaal	308	284	251	228	210

[232-279]

Tabel 6 Ramingen op basis van vastgesteld & voorgenomen beleid van de Nederlandse emissies van stikstofoxiden per sector in kton. De bandbreedtes voor 2030 zijn aangegeven met blokhaken. Bron: Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Sector	2021 (ref.)	2025 - VV	2030 - VV	2035 - VV	2040 - VV
Industrie	29,1	28,0	23,4	21,7	20,7
Energie	13,2	11,5	4,8	4,4	7,5
Mobiliteit	217,2	200,2	179,5	159,7	139,6
Huishoudens	7,3	5,7	4,7	4,4	4,1

Sector	2021 (ref.)	2025 - VV	2030 - VV	2035 - VV	2040 - VV
Diensten en bouw	4,6	3,9	3,5	3,3	3,1
Landbouw	37,0	31,7	31,1	30,5	30,1
Totaal	308	281	247	224	205

[227-274]

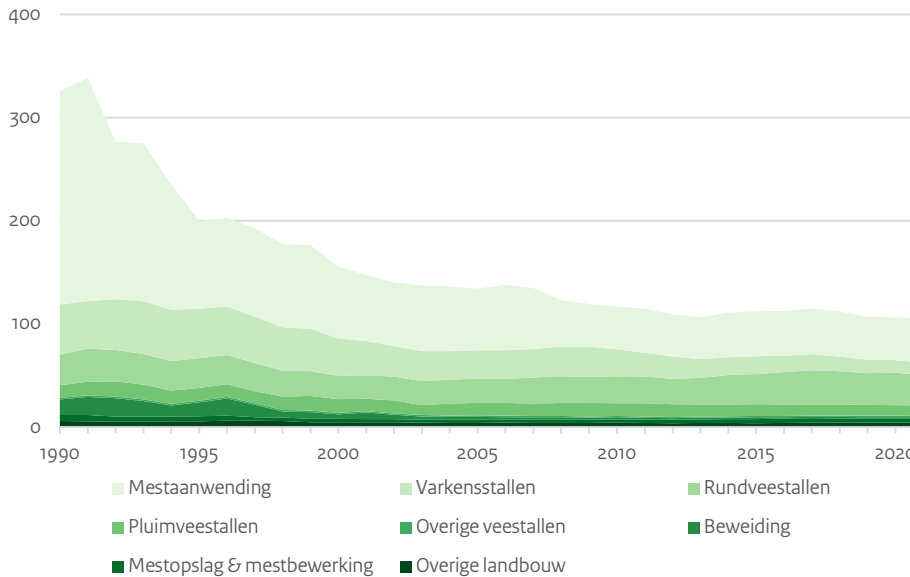
4.3 Stikstofemissies per economische sector

4.3.1 Landbouw

De landbouw levert veruit de grootste bijdrage aan de emissietotalen voor ammoniak in Nederland. Daarnaast stoot de landbouw ook stikstofoxiden uit, in recente jaren meer dan de industrie. De emissies van landbouwwerktuigen vallen onder mobiliteit.

Omdat de landbouw de grootste bijdrage levert aan de binnenlandse ammoniakemissie, is deze verder uitgesplitst in acht deelsectoren. Dit zijn: beweiding, mestaanwending, mestopslag en -be/verwerking, pluimveestallen, rundveestallen, varkensstallen, stallen van overig vee, en overige landbouw (zie Figuur 7 en Tabel 7).

Ontwikkeling emissies van ammoniak in de landbouwsector (kton)



Figuur 7 Ontwikkeling van de ammoniakemissies van de landbouwsector in de periode 1990-2021 in 8 deelsectoren. Bron: Emissieregistratie (RIVM, 2023a); Van Bruggen et al., 2023.

Tabel 7 Ontwikkeling van de ammoniakemissie van de landbouwsector in de periode 1990-2021 in kton in 8 deelsectoren. Bron: Emissieregistratie (RIVM, 2023a), Van Bruggen et al., 2023.

Deelsector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Rundveestallen	29,5	29,1	22,2	23,7	26,2	29,3	31,4	29,6
Varkensstallen	48,6	47,9	36,4	27,3	26,4	17,3	12,2	11,7
Pluimveestallen	12,4	12,3	13,4	12,1	12,3	11,3	10,2	10,0
Overige veestallen	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4
Mestaanwending	206,6	85,0	69,6	59,7	41,3	43,5	41,3	42,7
Beweiding	15,0	13,6	4,4	2,9	2,1	1,6	1,5	1,3
Mestopslag & mestbewerking	6,0	4,9	3,3	3,0	3,2	4,1	3,8	3,8
Overige landbouw	5,8	5,6	4,8	4,0	4,2	3,7	4,3	4,3
Totaal Landbouw	325	200	155	134	117	112	106	105

Tabel 8 Ramingen op basis van vastgesteld beleid van de Nederlandse emissies van ammoniak per deelsector van de landbouwsector in kton. Bron: Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Deelsector	2021 (ref.)	2025 - V	2030 - V	2035 - V	2040 - V
Rundveestallen	29,6	30,6	29,9	28,5	27,4
Varkensstallen	11,7	11,1	7,4	6,7	6,0
Pluimveestallen	10,0	9,6	7,9	6,6	5,6
Overige veestallen	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
Mestaanwending	42,7	41,8	41,3	41,2	41,1
Beweiding	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4
Mestopslag & mestbewerking	3,8	3,7	3,9	4,0	4,0
Overige landbouw	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2
Totaal Landbouw	105	104	97	94	91

Tabel 9 Ramingen op basis van vastgesteld & voorgenomen beleid van de Nederlandse emissies van ammoniak per deelsector van de landbouwsector in kton. Bron: Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Deelsector	2021 (ref.)	2025 - VV	2030 - VV	2035 - VV	2040 - VV
Rundveestallen	29,6	30,6	29,9	28,5	27,4
Varkensstallen	11,7	11,1	7,4	6,7	6,0
Pluimveestallen	10,0	9,6	7,9	6,6	5,6
Overige veestallen	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
Beweiding	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4
Mestaanwending	42,7	41,8	41,3	41,2	41,0
Mestopslag & mestbewerking	3,8	3,7	3,9	4,0	4,1
Overige landbouw	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2
Totaal Landbouw	105	104	98	94	91

Ontwikkeling 1990-2021

De grootste afname van de ammoniakemissies in de landbouw vond plaats in de deelsector mestaanwending tussen 1991 en 1995. Dit kwam door de verplichting om dierlijke mest emissiearm toe te dienen. Ook werd het verplicht om opslagplaatsen voor drijfmest te bedekken (RIVM, 2023c).

De afname in stalemissies komt voornamelijk door de introductie van emissiearme stalsystemen en een afname van het aantal varkens (RIVM, 2023c). Het aantal emissiearme stalsystemen steeg door het convenant Groen Label uit 1993. Dit convenant stimuleerde de ontwikkeling en introductie van emissiearme stallen, onder meer door subsidies. Ook was er een vrijstelling van 15 jaar voor extra milieu-investeringen.

De stijging van de emissies door melkvee (onderdeel van de deelsector Rundveestallen in Figuur 7) tussen 2000 en 2021 komt door verschillende factoren. Door de afschaffing van de melkquota in 2015 steeg het aantal dieren. Hierdoor steeg de mestproductie. Dat leidde tot overschrijdingen van het nationale plafond voor fosfaatproductie. Door de hierop volgende introductie van fosfaatquota in 2018 nam het aantal dieren en de emissie weer af.

Tussen 1990 en 2021 steeg de productiviteit van de melkproductie van het vee. Hiervoor was meer voer nodig. De voerinname per koe steeg van ongeveer 5.500 kg droge stof in 1990 naar ongeveer 7.000 kg droge stof in 2021. Ook het eiwitgehalte van het voer steeg, wat leidde tot een hogere uitscheiding van stikstof en daarmee een hogere emissie van ammoniak. Jaarlijks zijn fluctuaties te zien in de stikstofexcreties, omdat de voersamenstellingen door weersomstandigheden van jaar tot jaar verschillen. In 2021 is de ammoniakemissie iets gedaald ten opzichte van een jaar eerder, mede doordat er minder stikstof in het melkveevoer zat.

Ramingen 2025, 2030 en 2040

Uit het scenario met vastgesteld beleid uit de KEV 2022 volgt dat ten opzichte van 2021 voor de landbouwsector als geheel een afname van ammoniak geraamd wordt van 1,0 kton (1 procent) in 2025 en 7,3 kton (7 procent) in 2030 (Tabel 2). Deze afname vindt voor een groot deel plaats bij de stallen en voor een deel bij de aanwending van kunstmest. Hierbij spelen twee factoren een rol. In de KEV-analyses wordt verwacht dat de effectiviteit van emissiearme stallen (varkens, pluimvee en rundvee) verbetert door het Besluit Emissiearme Huisvesting. Ook wordt er een verdergaande emissiereductie verwacht door provinciaal beleid wat betreft de realisatie van emissiearme stallen in Noord-Brabant en Limburg.

Een andere factor is een geraamde krimp van de veestapel. Met name door de afname van het aantal varkens door de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen (Srv) en de Maatregel gerichte aankoop en beëindiging veehouderijen (Mga). Naast de effecten voor de stalemissies, is de verwachting dat er minder kunstmest wordt gebruikt.

Tussen 2030 en 2040 zet de daling in ammoniakemissies door met ongeveer 7 procent (Tabel 8 en Tabel 9). Dit komt voornamelijk door de verwachte afname van de emissies uit varkens- en pluimveestallen, doordat effectiviteit van emissiearme stallen verbetert en het aandeel emissiearme stallen toeneemt.

Tijdens het schrijven van dit rapport werd de effectiviteit van emissiearme stallen lager ingeschat dan de Rav-waarden⁵ die onder gecontroleerde condities zijn vastgesteld. Omdat de effectiviteit van de emissiereducerende maatregel lager is, wordt met een gecorrigeerde waarde gerekend. Na 2030 wordt aangenomen dat voor nieuwe emissiearme stallen de behaalde emissiereductie in de praktijk even groot zal zijn als onder gecontroleerde condities (en dus daarmee gelijk zal zijn aan de Rav-waarden). Voor bestaande varkens- en pluimveestallen wordt aangenomen dat in 2040 de effectiviteit geleidelijk zal verbeteren, tot deze gelijk is aan de Rav-waarde (zonder correctie). Voor bestaande melkveestallen duurt dit naar verwachting tot 2045. Deze ontwikkelingen zijn echter moeilijk te voorspellen.

Een verwachte krimp van de melkveestapel na 2030 wordt teniet gedaan, doordat de melkproductie per koe verder toeneemt. Hierdoor is het effect op de ammoniakemissies niet noemenswaardig (PBL et al., 2023a).

4.3.2 *Mobiliteit*

De sector Mobiliteit levert de grootste bijdrage aan de emissies van stikstofoxiden in Nederland. Daarom is deze uitgesplitst in zes deelsectoren: Binnenvaart, Mobiele werktuigen, Visserij, Wegverkeer, Zeescheepvaart en Luchtvaart & spoor (Figuur 8 en Tabel 10).

Ontwikkeling 1990-2021

De grootste emissie-afname van stikstofoxiden vond in de periode 1990-2021 plaats binnen de sector Mobiliteit. De totale emissie door wegverkeer daalde in deze periode met 78 procent tot 57 kton in 2021. Dit komt door de steeds strengere Europese emissiestandaarden voor nieuwe voertuigen. Voertuigen zijn per gereden kilometer gemiddeld schoner geworden. Ondanks de toename van het aantal voertuigen én het aantal gereden kilometers, hebben deze strengere emissiestandaarden geleid tot een netto-afname van stikstofoxidenemissies. In 2020 en 2021 was het aantal gereden kilometers in het wegverkeer, met name personenauto's, lager dan in jaren daarvoor. Dit kwam door de COVID-19-maatregelen. Hierdoor was de emissiedaling sterker dan de jaren ervoor.

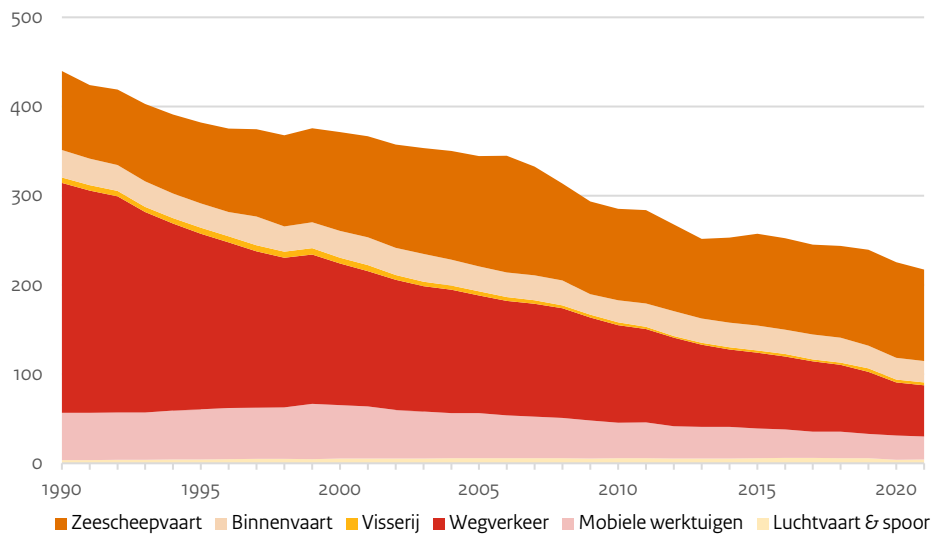
Naast stikstofoxiden stoot het wegverkeer ook ammoniak uit (circa 3 procent van het nationaal totaal). Door de introductie van driewegkatalysatoren tussen 1990 en 2006 stegen de ammoniakemissies door wegverkeer. Vanaf 2005 zijn deze emissies weer gedaald.

In tegenstelling tot de andere deelsectoren, namen de emissies van stikstofoxiden door zeescheepvaart juist toe. Vanaf 1990 met 16 procent tot 102 kton in 2021. Tussen 1991-2006 namen de emissies toe door economische ontwikkeling. Vanaf 2006 begonnen de emissies te dalen,

⁵ De Rav-waarden refereren naar Bijlage 1 van de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) waarin ammoniakemissiefactoren voor stalsystemen staan die gebruikt worden voor de berekening van de emissie van een dierenverblijf.

doordat de International Maritime Organisation (IMO) brandstofnormen introduceerde voor zeeschepen. Deze daling werd vanaf 2008 versterkt door de economische crisis. Hierdoor nam het aantal vervoersbewegingen af en zijn de schepen langzamer gaan varen. Dit leidde tot een daling in brandstofverbruik en daarmee ook minder emissies van stikstofoxiden. Vanaf 2014 zijn de emissies weer toegenomen door een toename in het scheepvaartvolume.

Ontwikkeling emissies van stikstofoxiden in de mobiliteitssector (kton)



Figuur 8 Ontwikkeling van de stikstofoxidenemissies van de mobiliteitssector in Nederland in de periode 1990-2021 in 6 deelsectoren. Bron: Emissieregistratie (RIVM, 2023a).

Tabel 10 Ontwikkeling van de stikstofoxidenemissies van de mobiliteitssector in Nederland in de periode 1990-2021 in kton in 6 deelsectoren. Bron: Emissieregistratie (RIVM, 2023a)

Deelsector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Binnenvaart	30,7	27,3	30,0	28,1	24,6	27,9	24,6	24,1
Mobiele werktuigen	52,8	56,2	59,6	50,6	39,9	33,2	27,4	25,9
Luchtvaart & spoor	3,8	4,5	5,6	5,8	5,8	5,9	4,0	4,3
Visserij	6,1	6,8	6,7	4,6	3,2	2,5	3,0	3,4
Wegverkeer	258,0	196,7	158,8	131,8	109,3	85,1	59,5	57,3
Zeescheepvaart	88,5	90,9	110,8	123,8	102,6	102,9	107,2	102,3
Totaal Mobiliteit	440	382	372	345	285	257	226	217

Tabel 11 Ramingen op basis van vastgesteld beleid van de Nederlandse emissies van stikstofoxiden per deelsector van de mobiliteitssector in kton. Bron: Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Deelsector	2021 (ref.)	2025 - V	2030 - V	2035 - V	2040 - V
Binnenvaart	24,1	25,0	24,6	23,1	21,7
Mobiele werktuigen	25,9	22,6	20,3	19,0	17,8
Luchtvaart & spoor	4,3	5,4	5,9	5,7	5,7
Visserij	3,4	2,7	2,7	2,6	2,5
Wegverkeer	57,3	52,1	45,3	41,8	38,0
Zeescheepvaart	102,3	95,5	84,9	72,0	59,7
Totaal Mobiliteit	217	203	184	164	145

Tabel 12 Ramingen op basis van vastgesteld & voorgenomen beleid van de Nederlandse emissies van stikstofoxiden per deelsector van de mobiliteitssector in kton. Bron: Klimaat- en Energieverkenning 2022 (PBL, 2023).

Deelsector	2021 (ref.)	2025 - VV	2030 - VV	2035 - VV	2040 - VV
Binnenvaart	24,1	24,5	25,0	23,5	22,1
Mobiele werktuigen	25,9	22,6	20,2	18,8	17,5
Luchtvaart & spoor	4,3	5,3	5,7	5,9	5,9
Visserij	3,4	2,7	2,7	2,6	2,5
Wegverkeer	57,3	49,8	41,6	37,3	32,2
Zeescheepvaart	102,3	95,2	84,3	71,5	59,3
Totaal Mobiliteit	217	200	180	160	140

Ramingen tot 2030

Uit het scenario met vastgesteld beleid uit de KEV 2022 volgt dat ten opzichte van 2021 voor de sector Mobiliteit een afname in stikstofoxidenemissies geraamd wordt van 14 kton (6 procent) voor 2025 en 34 kton (15 procent) voor 2030 (zie Tabel 10, Tabel 11 en Tabel 12). Deze daling vindt voor een groot deel plaats bij het wegverkeer en de zeescheepvaart.

Een belangrijke oorzaak van deze dalende trend tot 2030 is de verwachte toename van het aandeel elektrische personen- en bestelauto's, die in de plaats komen van benzine- en dieselauto's.

Ook de introductie van strengere emissiewetgeving voor dieselauto's door de Europese Unie draagt bij aan een dalende trend. In reactie op dieselgate⁶ moeten nieuwe personen- en bestelauto's die op diesel rijden sinds 2020 voldoen aan deze strengere wetgeving (Euro 6d-normen). Daarnaast worden dieselauto's steeds minder populair.

In tegenstelling tot de algemene trend in wegverkeeremissies, stijgen de emissies door benzineauto's tussen 2021 en 2030. Dat komt omdat de driewegkatalysatoren, bedoeld om de emissies van stikstofoxiden te beperken, bij hoge kilometerstanden aanzienlijk minder goed werken.

⁶ Boordcomputers verhoogden de inspuiting van ureum wanneer een officiële test werd uitgevoerd. Daarmee werd de uitstoot van NOx beperkt tot de norm. Onder normale rijomstandigheden was de uitstoot van deze voertuigen wel hoger dan de norm.

Hierdoor worden de benzineauto's in de loop van de tijd vervuilerder, ondanks de afname in verkoopcijfers.

Voor vrachtauto's wordt tot 2025 een forse daling van emissies stikstofoxiden geraamd. Nieuwe vrachtauto's moeten namelijk sinds 2014 voldoen aan strengere emissiewetgeving ('Euro VI-normen'). Na 2025 vlakt de dalende trend weer af, omdat katalysatoren verouderen en daardoor minder goed werken.

Ook bij de zeescheepvaart wordt een afname in emissies geraamd voor de periode 2021-2030. De verwachte daling komt door de introductie van schonere scheepsmotoren. Ook moeten schepen die op de Noordzee varen vanaf 2021 aan strengere emissienormen ('Tier III-normen') voldoen. De Noordzee is vanaf 2021 een controlegebied voor de emissies van stikstofoxiden (NO_x Emission Control Area, kortweg NECA).

Voor de binnenvaart zijn de emissieramingen voor stikstofoxiden in 2030 vrijwel gelijk aan die van 2021. De effecten van strenge emissienormen voor nieuwe motoren ('Stage V-normen'), de subsidieregeling voor de inbouw van SCR-katalysatoren in bestaande schepen (retrofit) en een toename in elektrische binnenvaartschepen worden teniet gedaan door hogere vervoersvolumes. De verwachting is dat er meer wordt vervoerd over water door de voorgenomen invoering van de vrachtautoheffing in 2026.

Uit de KEV blijkt dat ook de emissies van mobiele werktuigen dalen. Strengere Europese emissiewetgeving (Stage IV- en Stage V-normen) gaat ook hier tot schonere machines leiden. Deze daling zal veel groter zijn dan de verwachte emissiestijging door een toename in het gebruik van mobiele werktuigen. De emissies dalen ook doordat het aandeel elektrische mobiele werktuigen toeneemt. Dat komt mede door de Subsidieregeling schoon en emissieloos bouw materieel (SSEB).

Ramingen 2030 tot 2040

Van 2030 tot 2040 zullen de emissies van stikstofoxiden volgens de raming met 42 kton (17 procent) afnemen. Daarvan komt bijna 40 kton door de sector Mobiliteit. Voor deze sector is de emissiereductie tussen 2030 en 2040 ongeveer gelijk aan de periode 2020-2030. Voor de andere sectoren neemt het tempo van de daling in emissies af. Deze schattingen blijven echter indicatief.

Emissies uit zeescheepvaart dalen tussen 2030 en 2040 relatief het meest (28 kton). De daling komt hoofdzakelijk door de introductie van schonere scheepsmotoren door de Tier III-stikstofoxidenuitstootnormen die vanaf 2021 gelden voor schepen die op de Noordzee varen.

De emissies van wegverkeer nemen in deze periode naar verwachting af met 10 kton, waarvan 8 kton door personen- en bestelauto's. Dit komt door een verdere toename in gebruik van elektrische auto's. In 2030 is een geschatte 16 procent van de personen- en bestelauto's elektrisch. Daarna neemt dit aandeel snel toe door de voorgenomen Europese CO₂-norm. Alle nieuwe personen- en bestelauto's moeten vanaf 2035 nul emissie hebben aan de uitlaat. In 2040 is naar verwachting de helft van

alle personen- en bestelauto's elektrisch en zal twee derde van de gereden kilometers met een elektrische auto zijn.

Emissies van de binnenvaart dalen tussen 2030 en 2040 met 3 kton door een combinatie instroom van de schonere Stage V-motoren en een geraamde afname in groei van vervoersvolume na 2030.

4.3.3 *Industrie en Energie*

Het aandeel van stikstofoxiden uit de industrie (inclusief raffinaderijen en afvalverwerking) en de energiesector (elektriciteitsproductie en olie- en gaswinning) was in het verleden relatief groot (Figuur 6). Daarom worden de ontwikkelingen in deze twee sectoren nader toegelicht.

De emissietotalen van stikstofoxiden door de industrie zijn tussen 1990 en 2021 gedaald met 72 procent tot 29 kton. De emissies van de energiesector zijn in deze periode gedaald met 84 procent tot 13 kton. Het energieverbruik is daarentegen vrijwel constant gebleven. Alle deelsectoren van zowel de industrie- als de energiesector laten een sterke daling zien. De dalingen in emissies komen door een verandering in type brandstof (van steenkool naar gas en duurzame energie) en technologische verbeteringen bij energiecentrales.

Ramingen 2025 en 2030 van de industrie

Van de industrie wordt verwacht dat de emissies van stikstofoxiden in 2025 en 2030 dalen met respectievelijk 1 kton (4 procent) en 5 kton (19 procent) ten opzichte van 2021, op basis van vastgesteld beleid. Deze daling is verspreid over verschillende deelsectoren. De grootste dalingen van emissies in absolute zin zijn geraamd bij de chemische industrie en de basismetaalindustrie. Ook de emissies door deelsectoren Voedings- en genotmiddelen, Aardolieraffinage en Overige industrie dalen in 2030. Voor de basismetaalindustrie is de daling van emissies het gevolg van milieumaatregelen die bij Tata Steel zijn genomen. De daling bij de andere sectoren komt vooral door een dalend energiegebruik in de industrie en bestaande emissieregelgeving in het lucht- en klimaatbeleid.

Niet in alle deelsectoren van de industrie dalen echter de emissies van stikstofoxiden. Zo stijgen bijvoorbeeld de emissies in 2030 voor afvalverwerking. Er wordt namelijk verwacht dat er meer biomassa in stookinstallaties zal worden verbrand. Hierdoor nemen naar verwachting ook de ammoniakemissies van de industrie toe.

Ramingen 2025 en 2030 van de energiesector

Uit het scenario met vastgesteld beleid uit de KEV 2022 volgt dat ten opzichte van 2021 de emissies van stikstofoxiden door de energiesector afnemen met 2 kton (13 procent) in 2025 en 9 kton (66 procent) in 2030 (zie Tabel 4). De dalingen van de emissies door elektriciteitsproductie is het gevolg van genomen maatregelen in het klimaatbeleid. Door een verwachte elektriciteitstoename uit wind- en zonne-energie en een daling van het gebruik van fossiele brandstoffen, daalt ook de hoeveelheid stikstofoxidenemissie. De daling van de emissies in de olie- en gaswinning komt door een verwachte afname van gasverbruik voor elektriciteitsproductie.

Ramingen 2030-2040 van de industriesector

Voor de sector Industrie dalen de emissies van stikstofoxiden tussen 2030 en 2040 met 11 procent (2,7 kton). Deze afname is minder dan in de periode 2020-2030. De daling komt vooral door de afname van de emissies van de basismetaalindustrie (1,1 kton), raffinaderijen (0,9 kton) en de chemie (0,3 kton). De afname voor de basismetaalindustrie komt voor een groot deel door verdere verduurzaming van de staalproductie door Tata Steel.

Ramingen 2030-2040 van de energiesector

Voor de energiesector nemen de emissies van stikstofoxiden tussen 2030 en 2040 toe met circa 1,5 kton, voor een groot deel door de geraamde toename in gasinzet voor de elektriciteitsproductie. Dit komt omdat de Nederlandse gascentrales ten opzichte van omliggende landen een betere marktpositie hebben. De gasinzet in elektriciteitsproductie neemt hierdoor in deze periode toe.

4.3.4 *Huishoudens, Diensten en Bouw*

De sectoren Huishoudens en Diensten en Bouw dragen voor 6 procent bij aan de stikstofdepositie in Nederland. Hierin spelen zowel stikstofoxiden als ammoniak een rol.

Emissies van stikstofoxiden

De emissies van stikstofoxiden uit de sectoren Huishoudens, Diensten en Bouw gezamenlijk zijn tussen 1990 en 2021 met 22,4 kton gedaald naar 12,0 kton (65 procent; Tabel 4). Dit kwam met name door afnemend gasverbruik bij huishoudens en diensten, en doordat verbrandingsinstallaties in het algemeen schoner worden. Naar verwachting zullen de emissies van stikstofoxiden uit deze sectoren tussen 2021 en 2030 met nog eens 3,7 kton (31 procent) afnemen door minder gasverbruik (klimaatbeleid) en schonere installaties (bestaande emissieregelgeving).

Emissies van ammoniak

Huishoudens en Diensten en Bouw hebben gezamenlijk ammoniakemissies die groter zijn dan de ammoniakemissies van de industrie. De emissies van ammoniak voor beide sectoren gezamenlijk zijn vanaf 1990 afgenomen met 2,6 kton naar 11,0 kton in 2021 (Tabel 1). Naar verwachting zullen de emissies van ammoniak uit deze sectoren tot 2030 licht toenemen (Tabel 2).

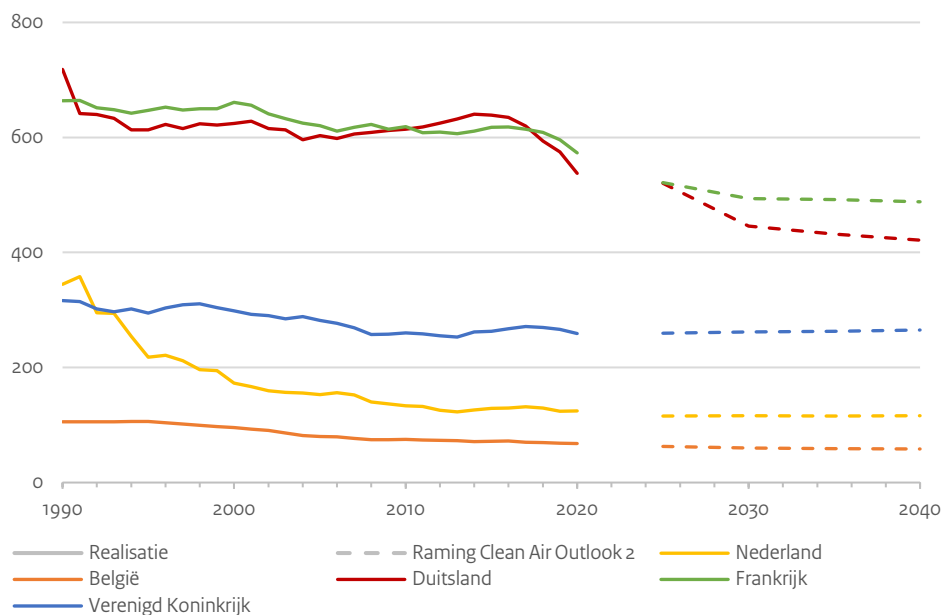
4.4 Buitenlandse ontwikkeling van de stikstofemissies

Een groot deel (gemiddeld 34 procent) van de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden in Nederland komt uit het buitenland (zie hoofdstuk 5.3). Het is daarom belangrijk om een overzicht te geven van de ontwikkelingen in het buitenland. Deze paragraaf richt zich op landen die een relatief grote bijdrage leveren aan de stikstofdepositie in Nederland. Dit zijn België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk. Meer dan 87 procent van de depositie uit buitenlandse bronnen komt uit deze landen. De bijdrage vanuit het buitenland is voor ammoniak het grootst in de grensregio's.

4.4.1

Ammoniak

De emissies van ammoniak in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk komen voor het overgrote deel uit de landbouw. In de periode 1990-2020 zijn deze emissies afgenomen (Figuur 9 en Tabel 13; CEIP, 2022). De verwachting is dat in 2025 en 2030 de emissies verder dalen, met name in Duitsland (Tabel 14, Amann et al., 2021 & IIASA, 2023). Vanaf 2030 stagneert de emissiedaling van ammoniak.

Ontwikkeling van emissies van ammoniak in het buitenland (kton)

Figuur 9 Ontwikkeling van de ammoniakemissies in België, Duitsland, Frankrijk, Verenigd Koninkrijk en Nederland. Bronnen: WebDab (CEIP, 2022), NAPCP scenario van de Second Clean Air Outlook (IIASA, 2023)⁷.

Tabel 13 Ontwikkeling van de ammoniakemissies in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk in kton. Bron: WebDab (CEIP, 2022).

Land	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
België	105	106	95	80	75	72	68
Frankrijk	664	647	661	620	618	618	573
Duitsland	718	613	624	603	614	639	537
Verenigd Koninkrijk	316	294	298	282	260	263	259

Tabel 14 Ramingen van de ammoniakemissies in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk in kton. Bron: Second Clean Air Outlook (IIASA, 2023).

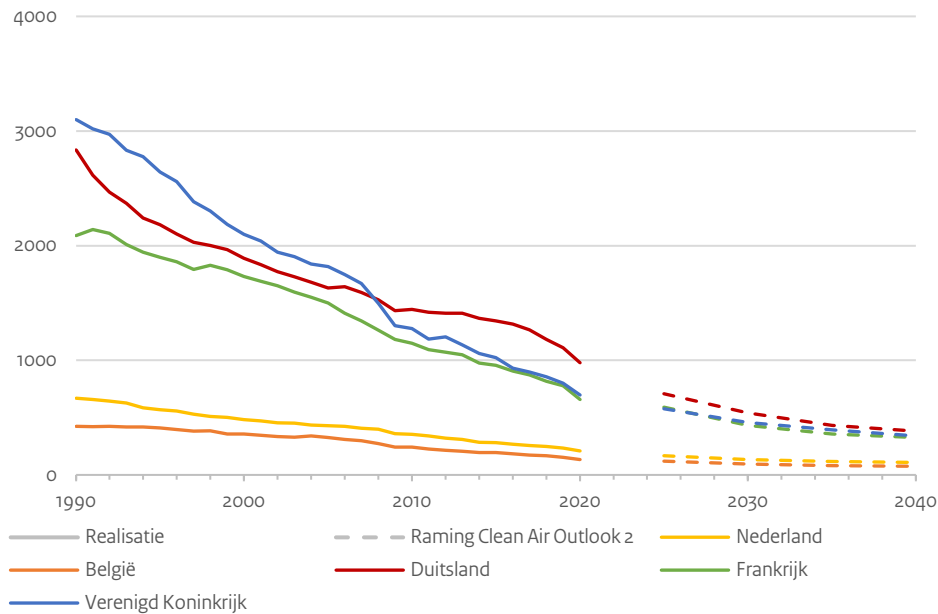
Land	2025	2030	2035	2040
België	63	60	59	58
Frankrijk	521	494	492	488
Duitsland	520	446	432	421
Verenigd Koninkrijk	260	262	263	265

⁷ De Nederlandse emissiecijfers gepresenteerd in deze figuur zijn voor een consistente vergelijking ook afkomstig uit deze datasets. Deze zijn volgens Europese definitie en daarmee anders dan de cijfers gepresenteerd eerder in dit hoofdstuk (zie Bijlage 2).

4.4.2 Stikstofoxiden

De emissies van stikstofoxiden in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk komen vooral uit de industrie en uit verkeer en transport. De emissies zijn in de periode 1990-2020 sterk gedaald (Figuur 10 en Tabel 15). De verwachting is dat in 2025 en 2030 de emissies in deze landen verder gaat dalen (Tabel 16; IIASA, 2023). In tegenstelling tot ammoniak dalen de emissies van stikstofoxiden ook na 2035 en 2040.

Ontwikkeling van emissies van stikstofoxiden in het buitenland (kton)



Figuur 10 Ontwikkeling van de emissies van stikstofoxiden van België, Duitsland, Frankrijk, Verenigd Koninkrijk en Nederland⁷. Bronnen: WebDab (CEIP, 2022), NAPCP scenario van de Second Clean Air Outlook (IIASA, 2023).

Tabel 15 Ontwikkeling van de emissies van stikstofoxiden in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk in kton. Bron: WebDab (CEIP, 2022).

Land	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
België	423	412	359	326	244	197	135
Frankrijk	2.088	1.899	1.730	1.500	1.150	956	660
Duitsland	2.835	2.184	1.891	1.632	1.446	1.345	979
Verenigd Koninkrijk	3.100	2.644	2.098	1.817	1.276	1.023	697

Tabel 16 Ramingen van de emissies van stikstofoxiden in België, Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk in kton. Bron: Second Clean Air Outlook (IIASA, 2023).

Land	2025	2030	2035	2040
België	120	94	81	75
Frankrijk	591	431	358	326
Duitsland	708	541	433	383
Verenigd Koninkrijk	578	459	393	342

4.4.3 *België: ontwikkelingen van de stikstofemissies*

De ammoniakemissies in België zijn tussen 1990 en 2020 afgenomen met 37 kton (36 procent). In 2020 komt het grootste deel van de totale ammoniakemissie uit België (94 procent) uit de landbouw. De afname in ammoniakemissie wordt voor een groot deel veroorzaakt door verschillende Vlaamse mestdecreten (vanaf 1991). Die leidden tot verminderingen in mestaanwending en de veestapel. In Wallonië komt de daling van de ammoniakemissies vooral door de vermindering van de veestapel en de vermindering van kunstmestgebruik. De vermindering in kunstmest is verbonden aan de Nitraatrichtlijn (EG 91/676) en een beheerprogramma voor duurzame stikstof. Dat is opgezet om landbouwers te begeleiden en om de naleving van de doelstellingen van de richtlijn te waarborgen (VMM, 2023).

De verwachting is dat de ammoniakemissies in België in de toekomst verder dalen tot 63 kton in 2025, 60 kton in 2030, 59 kton in 2035 en 58 kton in 2040 (IIASA, 2023).

De emissies van stikstofoxiden in België zijn tussen 1990 en 2020 afgenomen met 288 kton (68 procent; Tabel 15). In 2020 komt bijna de helft (45 procent) van verkeer en transport, gevolgd door de industrie (34 procent). De daling komt vooral door het wegverkeer en de energiesector en is het resultaat van een overgang naar minder vervuilende brandstoffen (gas in plaats van steenkool), technologische maatregelen in de industrie en de toename van katalysatoren bij wegverkeer (VMM, 2023).

De verwachting is dat de emissies van stikstofoxiden in België in de toekomst verder dalen tot 120 kton in 2025, 94 kton in 2030, 81 kton in 2035 en 75 kton in 2040 (IIASA, 2023).

4.4.4 *Duitsland: ontwikkelingen van de stikstofemissies*

De ammoniakemissies in Duitsland zijn tussen 1990 en 2020 afgenomen met 181 kton (25 procent). In 2020 komt het grootste deel (95 procent) uit de landbouw. De daling komt onder andere door inkrimping van de veestapel in de voormalige DDR. De stijging van ammoniakemissies in 2005 komt door de toename van vergisting van biomassa voor energieproductie. De afname van de emissies vanaf 2015 komt door een afname in het gebruik van kunstmest en strengere regulaties voor het gebruik van ureummeststoffen (Umweltbundesamt, 2023).

De verwachting is dat de ammoniakemissies in Duitsland in de toekomst verder dalen tot 537 kton in 2025, 446 kton in 2030, 432 kton in 2035 en 421 kton in 2040 (IIASA, 2023).

De emissies van stikstofoxiden in Duitsland zijn tussen 1990 en 2020 afgenomen met 1.856 kton (65 procent). In 2020 is ongeveer de helft (45 procent) afkomstig van verkeer en transport, gevolgd door industrie (35 procent). De daling komt met name door schonere brandstoffen en doordat striktere wetgeving heeft geleid tot technische verbeteringen bij het wegverkeer (Umweltbundesamt, 2023).

De verwachting is dat emissies van stikstofoxiden in Duitsland in de toekomst verder dalen tot 708 kton in 2025, 541 kton in 2030, 433 kton in 2035 en 383 kton in 2040 (IIASA, 2023).

4.4.5 *Frankrijk: ontwikkelingen van de stikstofemissies*

De ammoniakemissies in Frankrijk zijn tussen 1990 en 2020 afgenomen met 91 kton (14 procent). In 2020 komt het grootste deel van de ammoniakemissies (95 procent) uit de landbouw. De daling sinds 1990 komt door de inkrimping van de Franse veestapel, een vermindering in het gebruik van kunstmest, de afname van de hoeveelheid mestaanwending en de ontwikkeling van emissiereducerende maatregelen (CITEPA, 2023).

De verwachting is dat emissies van ammoniak in Frankrijk in de toekomst verder dalen tot 521 kton in 2025, 494 kton in 2030, 492 kton in 2035 en 488 kton in 2040 (IIASA, 2023).

De emissies van stikstofoxiden in Frankrijk zijn tussen 1990 en 2020 afgenomen met 1.428 kton (68 procent). In 2020 komt het grootste deel (61 procent) van verkeer en transport, gevolgd door industrie (18 procent). De daling wordt met name veroorzaakt door de implementatie van behandelingssystemen in industrie en verbrandingsinstallaties, toename in gebruik van stikstofoxide-reducerende katalysatoren bij wegverkeer, de opkomst van nucleaire en hernieuwbare energie, een verhoogde efficiëntie van brandstofgebruik bij de industrie (CITEPA, 2023).

De verwachting is dat de emissies van stikstofoxiden in Frankrijk in de toekomst verder dalen tot 591 kton in 2025, 431 kton in 2030, 358 kton in 2035 en 326 kton in 2040 (IIASA, 2023).

4.4.6 *Verenigd Koninkrijk: ontwikkelingen van de stikstofemissies*

De ammoniakemissies in het Verenigd Koninkrijk zijn tussen 1990 en 2020 afgenomen met 57 kton (18 procent). In 2020 komt het grootste deel (91 procent) uit de landbouw. De daling komt door een afname in mest omdat er minder dieren zijn, onder meer rundvee, varkens en kalkoenen. Door verschillende wetgeving is het mestgebruik ingeperkt. Dat heeft bijgedragen aan de afname van de emissies tot 2008. Sindsdien zijn de ammoniakemissies grofweg gelijk gebleven. Er waren alleen nog jaarlijkse fluctuaties door kleine veranderingen in het aantal melkvee en door een toename in het gebruik van ureummeststoffen. Een meer recente ontwikkeling is de toename in het gebruik van vergiste biomassa (digestaat) uit anaerobe vergisting op landbouwgrond. Deze emissies waren weinig voor 2005, maar zijn sindsdien toegenomen en droegen in 2019 voor 6 procent bij aan de emissies van ammoniak (Ricardo Energy & Environment, 2022).

De verwachting is dat de ammoniakemissies in het Verenigd Koninkrijk in de toekomst licht stijgen tot 260 kton in 2025, 262 kton in 2030, 263 kton in 2035 en 265 kton in 2040 (IIASA, 2023).

De emissies van stikstofoxiden in het Verenigd Koninkrijk zijn tussen 1990 en 2020 afgenomen met 2.403 kton (78 procent). In 2020 is het grootste deel (49 procent) afkomstig van verkeer en transport, gevolgd

door de industrie (39 procent). De daling in emissies komt door verschillende nieuwe wetgeving voor industrie en elektriciteitsopwekking. De grote afname in emissies van stikstofoxiden is te danken aan technologische innovaties in de industrie en de afname van het gebruik van steenkool in energiecentrales. Voor het wegverkeer zijn de emissies gedaald door de aanscherping van de Europese emissiestandaarden en technologische innovaties rondom NO_x-katalysatoren in dieselauto's (Ricardo Energy & Environment, 2022).

De verwachting is dat emissies van stikstofoxiden in het Verenigd Koninkrijk in de toekomst verder dalen tot 578 kton in 2025, 459 kton in 2030, 393 kton in 2035 en 342 kton in 2040 (IIASA, 2023).

5 Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden vanaf 2005

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkeling van de stikstofdepositie in stikstofgevoelige natuur binnen de Natura 2000-gebieden vanaf 2005. Het gaat ook in op de belangrijkste ontwikkelingen en factoren.

5.1 Stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden vanaf 2005

De gemiddelde stikstofdepositie in de stikstofgevoelige natuur in Nederlandse Natura 2000-gebieden is circa 1.445 mol stikstof per hectare, met een bandbreedte⁸ van circa 1.000 tot 1.860 (zie Figuur 11 en Tabel 17). Dit cijfer is berekend voor de uitstoot in 2021 op basis van gemiddelde weersomstandigheden.

Sinds 2005 is de stikstofdepositie met circa 375 mol/ha/jaar (circa 20 procent) afgenomen. Deze daling is het gevolg van lagere emissies van zowel stikstofoxiden als van ammoniak in Nederland en het buitenland over deze gehele periode. Vanaf 2010 zwakt de daling af. Dit gebeurde vooral doordat de ammoniakdepositie tussen 2010 en 2020 licht toenam (zie Figuur 11). De verklaring hiervoor is dat de emissies van ammoniak de laatste tien jaar ongeveer gelijk zijn gebleven (zie paragraaf 4.1) en door een betere luchtkwaliteit wat ervoor zorgt dat er meer ammoniak neerslaat (zie paragraaf 5.1.2). De emissie en depositie van stikstofoxiden daalden wel vanaf 2010.

In 2022 was de gemiddelde depositie circa 135 mol/ha/jaar lager dan in 2021 (berekend met specifieke weersomstandigheden van die jaren). Dit komt met name doordat het in 2022 minder regende dan een jaar eerder, waardoor de natte depositie lager was.

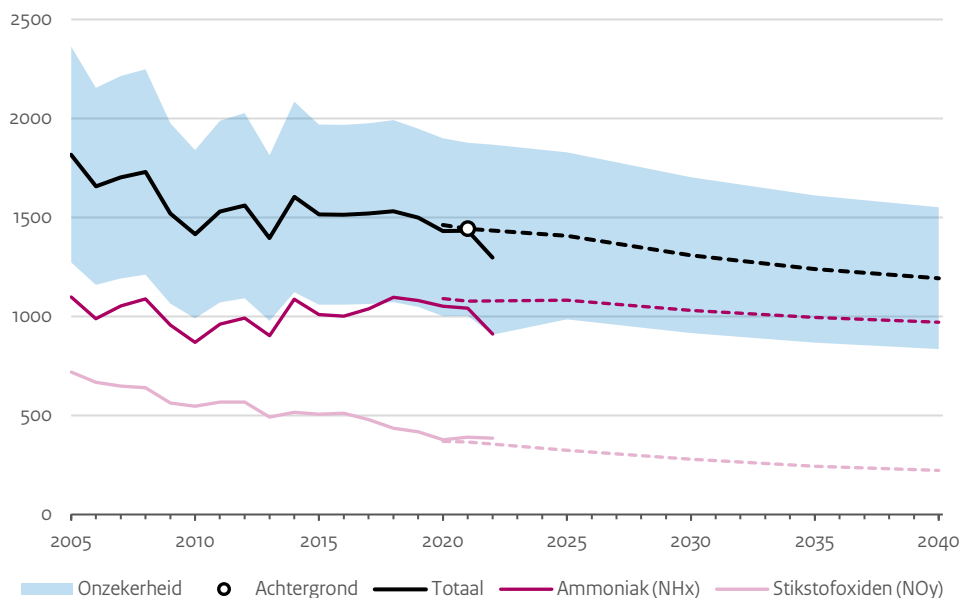
5.1.1 Variatie van jaar tot jaar

De totale depositie varieert van jaar tot jaar door meteorologische omstandigheden. De ordegrrootte hiervan is ongeveer 10 procent. Daarom presenteren we naast de ontwikkeling van de werkelijke stikstofdepositie tot en met 2022 (doorgetrokken lijnen) ook de berekende depositiecijfers voor 2020 en 2021 op basis van gemiddelde weersomstandigheden ('Achtergrond' in Figuur 11, en 2020 en 2021 in Tabel 17). Die cijfers zijn te vergelijken met de prognoses die met de gestreepte lijnen worden weergegeven en ook met gemiddelde weersomstandigheden worden berekend. Zie paragraaf 3.3.1 voor een toelichting hierover.

⁸ De onzekerheid in de berekening van de stikstofdepositie is plus of min 30 procent van het landelijk gemiddelde. Er is 95 procent kans dat de werkelijke depositie hier binnen valt. Zie verder paragraaf 7.1.

Ontwikkeling stikstofdepositie (in mol N per ha per jaar)

Gemiddeld op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden



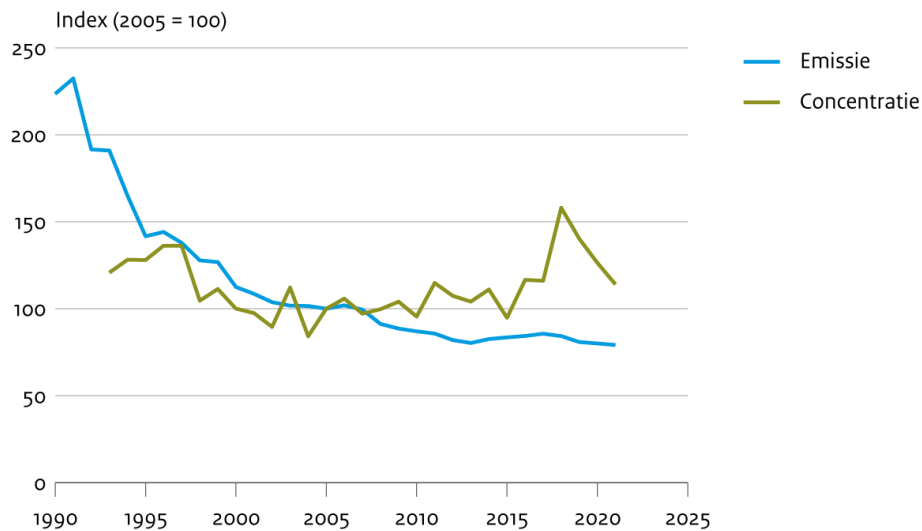
Figuur 11 Ontwikkeling van de gemiddelde stikstofdepositie voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden vanaf 2005 met prognoses voor 2025, 2030, 2035 en 2040. 'Achtergrond' en de prognoses (gestreepte lijnen) betreffen berekeningen met gemiddelde weersomstandigheden. 'Historie' is berekend met weersomstandigheden van het betreffende jaar, waardoor er variatie van jaar tot jaar is, en deze lijn niet aansluit op de prognoses. Het blauwe vlak geeft de onzekerheid rondom de berekeningen.

5.1.2

Effect van veranderende chemische samenstelling van de lucht

De depositie (Figuur 11) en de gemeten concentratie (Figuur 12) van ammoniak zijn vanaf 2010 toegenomen, terwijl de emissies niet stegen. Dit komt omdat de ammoniakconcentratie en -depositie sterk worden beïnvloed door andere stoffen in de atmosfeer, zoals zwavel- en stikstofdioxiden. Ammoniak kan met zwavel- en stikstofdioxide ammoniakzouten (secundair fijnstof) vormen. Er zijn steeds minder zwavel- en stikstofdioxiden in de lucht aanwezig. Daardoor wordt er steeds minder ammoniak omgezet in ammoniakzouten. Zo blijft er meer ammoniak in de lucht, die vervolgens neerslaat (RIVM, 2018). Hierdoor is het dus mogelijk dat de ammoniakconcentraties en de -depositie in de loop van de tijd toenemen, terwijl de ammoniakemissies gelijk blijven. Een fenomeen dat ook in het Verenigd Koninkrijk is waargenomen (Tang et al., 2018). De chemische omzetting van ammoniak is een proces waarmee rekening wordt gehouden in de modellering. In de prognose van de stikstofdepositie wordt dan ook rekening gehouden met eventuele andere chemische samenstelling van de atmosfeer in de toekomst.

Voor stikstofoxiden geldt dat de ontwikkeling in emissies, gemeten concentratie en depositie min of meer eenzelfde (dalende) trend volgen.



Figuur 12 Relatie ontwikkelingen emissies en gemeten concentratie van ammoniak in de lucht (CLO-indicator 81; CBS, PBL, RIVM, WUR, 2023). Sinds 2005 is de emissie van ammoniak gedaald, maar zijn de gemeten concentraties in de lucht niet afgenomen.

5.1.3 Verschillen ten opzichte van het vorige rapport

Ten opzichte van de rapportage van vorig jaar is de berekende depositie voor de periode 2005-2020 nagenoeg hetzelfde: over de hele reeks zijn de berekende deposities 5 tot 20 mol/ha/jaar lager dan vorig jaar. Voor 2021 is de berekende depositie gemiddeld juist circa 5 mol/ha/jaar hoger dan vorig jaar.

De belangrijkste oorzaken voor de verschillen met vorig jaar zijn actualisaties van emissiegegevens en achtergrondgegevens voor het model. In Bijlage 4 staat een nadere toelichting van de oorzaken van deze verschillen.

5.2 Prognoses van de stikstofdepositie

5.2.1 Prognoses tot 2030

De prognoses gaan uit van emissieramingen van het scenario met vastgesteld beleid uit de KEV 2022. Voor 2025 wordt verwacht dat de gemiddelde stikstofdepositie daalt met circa 55 mol/ha/jaar ten opzichte van 2020 (4 procent) en ongeveer 150 mol/ha/jaar tussen 2020 en 2030 (10 procent). Voor 2030 komt de gemiddelde depositie op 1.310 mol/ha/jaar (Tabel 17).

De emissieraming kent een bandbreedte voor 2030. Deze geeft de onzekerheid weer in economische ontwikkeling, de mate waarin het geformuleerde beleid wordt uitgevoerd en gehandhaafd, en de ingeschatte effecten van het beleid. Deze bandbreedte van de emissieraming doorgerekend voor depositie geeft een bandbreedte van 1.230 tot 1.370 (circa 5 procent boven en onder het gemiddelde).

De daling van de depositie in de prognoses van 2025 en 2030 hangt samen met de ontwikkelingen in emissies die in hoofdstuk 4 zijn besproken. De belangrijkste zijn de geraamde afname in ammoniakemissies door de Nederlandse landbouw, de geraamde

afname in stikstofoxidenemissies door de mobiliteit en de verwachte emissiereducties in het buitenland.

De emissieramingen bevat ook een scenario waarbij naast vastgesteld beleid ook het voorgenomen beleid is meegenomen. De toevoeging van voorgenomen beleid leidt in 2030 tot een extra emissiereductie van circa 0,1 kton NH₃ en 4 kton NO_x (zie hoofdstuk 4). Dit gaat om minder dan 1 procent van de totale stikstofemissies. Het effect op de stikstofdepositie is daarom gering. Dit scenario resulteert in een extra depositiereductie van gemiddeld ongeveer 5 mol/ha/jaar in 2030. Gezien het relatief kleine effect is het scenario met voorgenomen beleid niet verder in dit hoofdstuk toegelicht.

5.2.2 *Doorkijk naar 2035 en 2040*

De KEV 2022 bevat ook emissieramingen voor 2035 en 2040. De ontwikkelingen die hierin zijn meegenomen, zijn nog onzeker. Daarom hebben deze ramingen een indicatief karakter. Ook de depositiekaarten van 2035 en 2040 hebben dus een indicatief karakter.

Voor 2035 en 2040 wordt verwacht dat de gemiddelde stikstofdepositie daalt met respectievelijk circa 220 en 270 mol/ha/jaar ten opzichte van 2020. Daarmee vlakt de dalende trend in depositie af na 2030.

5.2.3 *Verschillen ten opzichte van het vorige rapport*

Er zijn nieuwe emissieramingen voor Nederland beschikbaar gekomen voor 2025 en 2030, en de indicatieve prognoses voor 2035 en 2040 zijn toegevoegd. Deze ramingen hebben een beperkt effect op de depositie (minder dan 5 mol/ha/jaar).

De 5-jaarsperiode die wordt gebruikt om de toekomstjaren te kalibreren, is opgeschoven om aan te sluiten bij de nieuwe emissieraming (van 2014-2018 naar 2017-2021). Hierdoor zijn recentere metingen gebruikt voor de kalibratie. Waar in de oude periode de metingen overwegend hoger waren dan de berekeningen, zijn deze in de nieuwe periode overwegend lager dan de berekeningen. Dit resulteert in hogere depositiewaarden na kalibratie. Dit heeft effect op het absolute depositieniveau van zowel de prognosejaren als het referentiejaar, maar werkt niet door in de historische jaren. Vooral hierdoor is de berekende depositie in totaal gemiddeld ongeveer 75 mol/ha/jaar hoger voor 2030 ten opzichte van het vorige rapport.

Bijlage 4 licht de oorzaken van deze verschillen nader toe.

Tabel 17 Stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden in Nederland, uitgesplitst naar bijdragen per sector en landen. Op basis van de emissieraming met vastgesteld beleid, uitgedrukt in mol/ha/jaar. De bijdragen zijn berekend met gemiddelde weersomstandigheden.

*De buitenlandse bijdragen zijn voor 2021 gelijk aan die van 2020, omdat de emissies over 2021 tijdens de berekeningen nog niet bekend waren.

Stikstofdepositie	2020	2021	2025	2030	2035	2040
Nederland						
Diensten en bouw	36	36	36	37	37	37
Energie	5	5	4	2	1	3
Huishoudens	52	52	52	52	51	51
Industrie	30	30	35	37	37	37
Landbouw	652	638	632	594	566	545
Mobiliteit	151	147	145	137	125	112
Buitenland*						
België	114	114	109	100	94	92
Duitsland	180	180	166	141	130	125
Frankrijk	60	60	54	46	42	40
Verenigd Koninkrijk	55	55	50	44	40	37
Overige landen	63	63	55	48	42	39
Meetcorrectie	63	64	68	72	75	76
Totaal	1.461	1.443	1.407	1.309	1.239	1.193
Bandbreedte				[1229-1371]		

Ontwikkeling t.o.v. 2020	2021	2025	2030	2035	2040
Nederland					
Diensten en bouw	0 (0%)	0 (1%)	1 (3%)	1 (3%)	1 (3%)
Energie	0 (3%)	0 (-5%)	-3 (-61%)	-3 (-68%)	-2 (-45%)
Huishoudens	0 (-1%)	-1 (-2%)	-1 (-1%)	-1 (-3%)	-1 (-2%)
Industrie	0 (-1%)	5 (16%)	7 (24%)	7 (22%)	7 (24%)
Landbouw	-14 (-2%)	-21 (-3%)	-58 (-9%)	-87 (-13%)	-107 (-16%)
Mobiliteit	-4 (-2%)	-6 (-4%)	-14 (-9%)	-26 (-17%)	-39 (-26%)
Buitenland*					
België	-	-5 (-5%)	-14 (-12%)	-20 (-18%)	-22 (-20%)
Duitsland	-	-14 (-8%)	-38 (-21%)	-50 (-28%)	-55 (-31%)
Frankrijk	-	-5 (-9%)	-14 (-23%)	-18 (-30%)	-20 (-33%)
Verenigd Koninkrijk	-	-4 (-8%)	-11 (-19%)	-15 (-27%)	-18 (-33%)
Overige landen	-	-8 (-13%)	-16 (-25%)	-21 (-33%)	-25 (-39%)
Meetcorrectie	0 (0%)	5 (7%)	8 (13%)	11 (18%)	13 (21%)
Totaal	-18 (-1%)	-54 (-4%)	-152 (-10%)	-222 (-15%)	-268 (-18%)

5.3 Bijdrage aan de stikstofdepositie

5.3.1 Bijdrage ammoniak en stikstofoxiden

De uitstoot van ammoniak levert met ongeveer 73 procent de grootste bijdrage aan de stikstofdepositie in Nederlandse Natura 2000-gebieden (Figuur 11). Dat blijkt uit de meest recente gegevens over 2021. De

ammoniak is afkomstig uit zowel binnen- als buitenland. De overige 27 procent wordt veroorzaakt door de emissies van stikstofoxiden (NO_x).

Belangrijke factoren waardoor ammoniak zo bepalend is voor de stikstofdepositie zijn:

- Ammoniak heeft in vergelijking met stikstofoxiden bepaalde fysische en chemische eigenschappen die ervoor zorgen dat ammoniak sneller neerslaat;
- Ammoniakbronnen liggen over het algemeen dichter bij natuurgebieden dan bronnen van stikstofoxiden. Hoe dichter een bron bij natuurgebieden ligt, des te hoger de depositie op natuurgebieden is.
- Ammoniak (vaak stal- en veldemissies) wordt minder hoog in de lucht uitgestoten dan een deel van de stikstofoxiden die uit schoorstenen komt. Hoe lager de uitstoothoogte is, hoe dichter bij de bron een stof neerslaat.
- Een kilogram ammoniak bevat een grotere hoeveelheid stikstof dan stikstofoxiden. Dat komt door het verschil in molecuulgewicht tussen ammoniak en stikstofoxiden.

Ondanks het feit dat de hoeveelheid emissies van ammoniak in gewicht lager zijn dan die van stikstofoxiden (zie hoofdstuk 4), verklaren bovengenoemde factoren dat depositie door ammoniak hoger is dan van depositie van stikstofoxiden.

5.3.2 *Bijdrage van sectoren*

De bijdragen van sectoren aan de stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden in Nederland staan in Figuur 13 en Tabel 17. Twee derde van de depositie is afkomstig van Nederlandse bronnen. De Nederlandse landbouw levert met 46 procent de grootste bijdrage, gevolgd door het buitenland met 34 procent. De bijdragen van andere Nederlandse sectoren zijn kleiner, zoals mobiliteit (11 procent), industrie en energie (3 procent) en overig (6 procent).

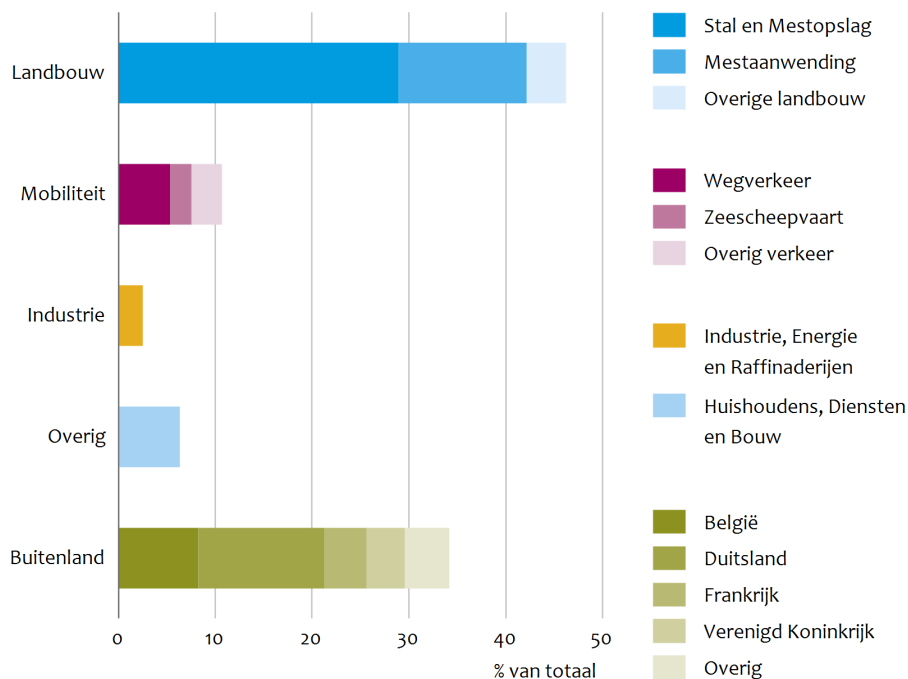
Binnen de landbouw komt de grootste bijdrage aan de stikstofdepositie door emissies uit stallen (29 procent). De rest van de depositie komt uit mestaanwending (13 procent) of overige landbouwbronnen (4 procent, bevat onder meer mestopslag en beweiding).

De landbouw levert een grote bijdrage aan de depositie, omdat deze met name ammoniak uitstoot. Ook speelt de locatie van de emissiebronnen een rol in de landbouwbijdrage. Omdat veel landbouwbronnen op relatief korte afstand liggen van grote natuurgebieden, leveren deze bronnen een grote bijdrage aan de totale depositie. Zie paragraaf 5.4 voor meer toelichting op de ruimtelijke verdeling van de depositie.

De depositie uit het buitenland komt voor het grootste deel uit Duitsland (13 procent van de totale stikstofdepositie in Nederland). Daarna volgen België (8 procent), Frankrijk (4 procent) en het Verenigd Koninkrijk (4 procent) en overige landen (5 procent).

Bij deze sectorale verdeling is de kalibratie buiten beschouwing gelaten, omdat deze niet aan een bron of sector is toe te kennen.

Herkomst stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur in N2000 gebieden



Bron: RIVM 2023

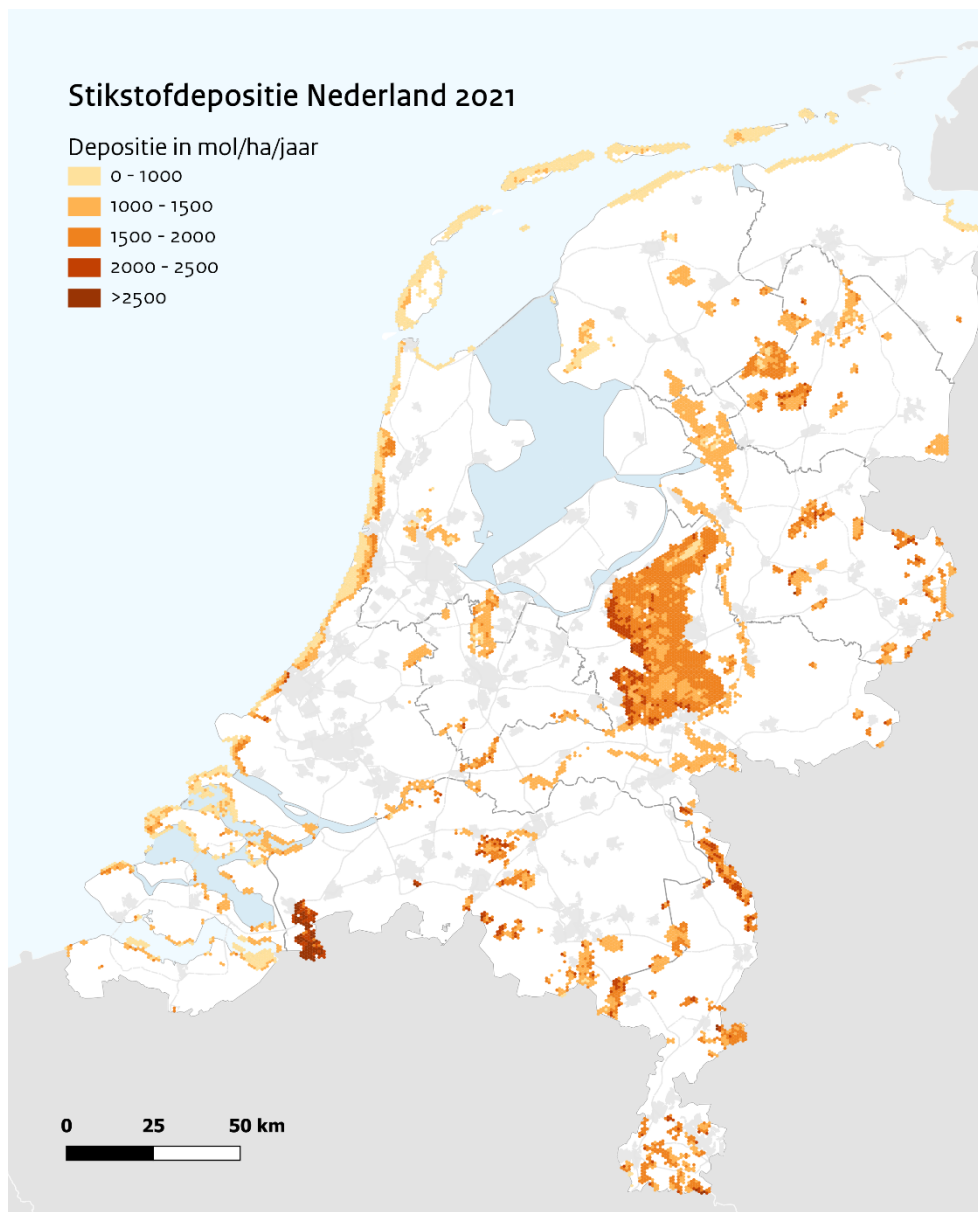
RIVM/aug23
www.clo.nl/nl050712

Figuur 13 Sectorale verdeling van de stikstofdepositie in 2021 (berekend met gemiddelde weersomstandigheden) op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden in Nederland.

5.4 Geografische verdeling van de stikstofdepositie

Regionaal komen grote verschillen voor in de stikstofdepositie (zie Figuur 14). Dit komt door een aantal factoren. De belangrijkste factoren zijn:

- De locatie van de emissiebronnen. Hoe dichterbij een natuurgebied ligt, des te hoger de depositie door die bron.
- De dominante windrichting (zuidwestenwind in Nederland). Aan de westkant van de Veluwe bijvoorbeeld leidt de uitstoot van ammoniak uit de intensieve veehouderij in de Gelderse Vallei tot deposities van meer dan 2.000 mol/ha/jaar.
- Terreinkenmerken. In bosrijke gebieden slaat meer stikstof neer dan in gebieden met weinig begroeiing, zoals grasland of open duingebieden.



Figuur 14 Geografische verdeling van de stikstofdepositie in stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden in Nederland voor 2021 (berekend met gemiddelde weersomstandigheden).

6 Stikstofbelasting van de Natura 2000-gebieden

Dit hoofdstuk laat de stikstofbelasting zien van stikstofgevoelige habitats en leefgebieden in de Natura 2000-gebieden in relatie tot de kritische depositiewaarde (KDW). Met het percentage oppervlak onder de KDW toetsen we of de doelen voor 2025, 2030 en 2035 gehaald worden. Deze doelen (van de omgevingswaarde) zijn vastgelegd in de Wet stikstofreductie en natuurverbetering (Wsn).

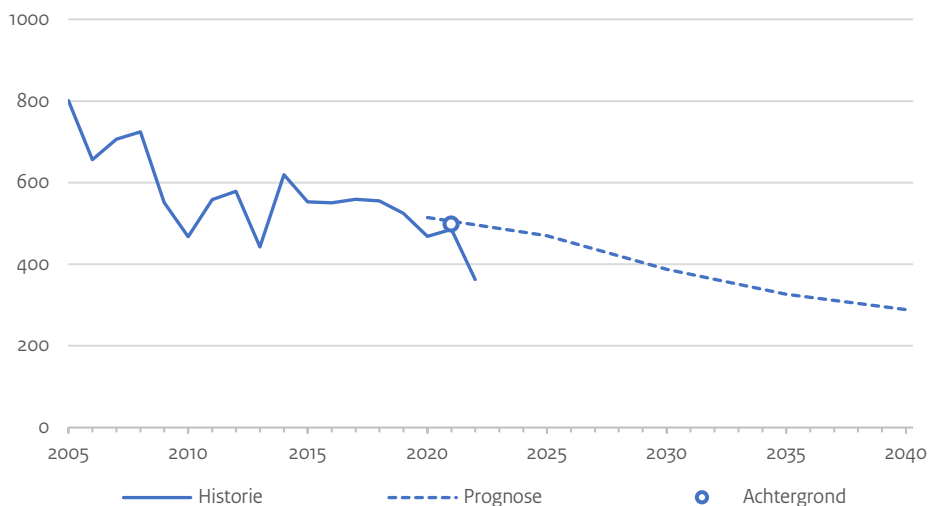
6.1 Ontwikkeling overschrijding kritische depositiewaarden (KDW)

6.1.1 Ontwikkeling tot heden

Sinds 2005 is de gemiddelde overschrijding van de KDW met ongeveer 40 procent gedaald (Figuur 15). In 2021 was de gemiddelde overschrijding 500 mol/ha/jaar (berekening op basis van gemiddelde weersomstandigheden). In 2022 is de gemiddelde overschrijding een stuk lager (berekend met specifieke weersomstandigheden voor dat jaar), omdat door het relatieve droge weer de depositie lager was dan in 2021 (zie paragraaf 5.1).

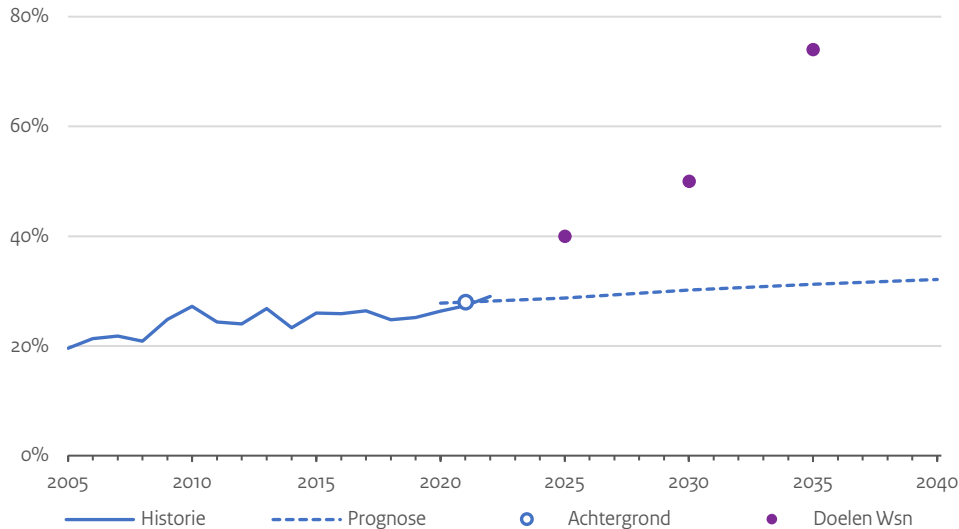
In dezelfde periode is het percentage stikstofgevoelige natuur onder de KDW toegenomen van ongeveer 20 procent tot 28 procent (Figuur 16). Deze toename van het oppervlak onder de KDW heeft vooral plaatsgevonden tot 2010 en is daarna afgezwakt. Dit komt overeen met de afgezwakte daling in depositie.

Gemiddelde overschrijding van de kritische depositiewaarde (mol/ha/jaar)



Figuur 15 Ontwikkeling van de gemiddelde overschrijding van de kritische depositiewaarde (KDW) in Natura 2000-gebieden (mol/ha/jaar). 'Achtergrond' betreft een berekening met gemiddelde weersomstandigheden. 'Historie' is berekend met weersomstandigheden van het betreffende jaar waardoor er variatie van jaar tot jaar is.

Stikstofgevoelige natuur onder kritische depositiewaarde



Figuur 16 Ontwikkeling van het oppervlak stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden onder de kritische depositiewaarde (KDW) in de periode 2005-2040. 'Achtergrond' betreft een berekening met gemiddelde weersomstandigheden. 'Historie' is berekend met weersomstandigheden van het betreffende jaar, waardoor er variatie van jaar tot jaar is.

De daling in overschrijding van de KDW zorgt voor een stijging van het oppervlak onder de KDW. Ondanks deze daling is op veel plekken de depositie nog wel boven de KDW. Vandaar dat de stijging van oppervlakte onder de KDW minder sterk is dan de daling van de gemiddelde overschrijding van de KDW.

De KDW-overschrijding fluctueert van jaar tot jaar. Dit komt omdat ook de depositie door de jaarlijkse omstandigheden fluctueert. Denk aan wisselende weersomstandigheden en fluctuaties in emissies.

6.1.2

Prognoses

De prognoses op basis van vastgesteld beleid laten zien dat de gemiddelde KDW-overschrijding tussen 2021 en 2040 weer met circa 40 procent daalt. Berekend met gemiddelde weersomstandigheden daalt de gemiddelde overschrijding naar circa 470 mol/ha/jaar in 2025 en naar 385 mol/ha/jaar in 2030. Daarna zwakt de dalende trend af tot een overschrijding van 325 mol/ha/jaar in 2035 en 290 mol/ha/jaar in 2040.

De prognose is dat het oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW stijgt. In 2025 tot 29 procent, en in 2030 tot 30 procent (Tabel 18 en Figuur 16). Voor de prognoses op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid zijn deze cijfers gelijk.

Deze ramingen gaan uit van de vastgestelde stikstofmaatregelen die voldoende concreet waren op peildatum 1 mei 2022. Recente stikstofmaatregelen zijn hierin niet meegenomen. In Bijlage 3 staat welke maatregelen in de scenario's van de KEV 2022 zijn meegenomen.

In de Nederlandse emissieramingen (KEV 2022) zijn voor het jaar 2030 bandbreedtes opgegeven. Deze geven de onzekerheid weer in economische ontwikkeling, de mate waarin het geformuleerde beleid wordt uitgevoerd en gehandhaafd, en de ingeschatte effecten van het beleid. De berekening met de laagste emissie binnen deze bandbreedte komt daarmee voor 2030 uit op 31 procent oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW. Dit is een klein verschil met 30 procent. Dat komt omdat een emissieverschil beperkt doorwerkt op het percentage stikstofgevoelige natuur, wat daardoor onder de KDW komt. Deze gevoeligheid neemt toe als de berekende bijdragen dichterbij de buurt van de KDW komen (zie paragraaf 7.1).

Na 2030 zet de stijging van het percentage oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW zich in geringe mate door vanwege de verdere afname in emissies (zie hoofdstuk 4). De ontwikkelingen volgen de depositieontwikkelingen, zoals besproken in hoofdstuk 5.

Tabel 18 Percentage oppervlak stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden onder de kritische depositiewaarde (KDW) voor 2020, 2021, en de prognoses voor 2025, 2030, 2035 en 2040 (berekeningen met gemiddelde weersomstandigheden). Voor 2030 zijn de bandbreedtes in blokhaken aangegeven.

Jaar	Scenario	Percentage oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW	Wsn-doel
2020	Referentie	28%	-
2021	Achtergrond	28%	-
2025	Prognose, Vastgesteld beleid	29%	40%
2030	Prognose, Vastgesteld beleid	30% [29-31]	50%
2035	Prognose, Vastgesteld beleid	31%	74%
2040	Prognose, Vastgesteld beleid	32%	-

6.1.3

Verschillen ten opzichte van het vorige rapport

De berekende overschrijding van de KDW voor de gehele periode 2005-2021 is ongeveer 120 mol/ha/jaar hoger dan in het rapport van 2022. Dit komt door het gebruik van nieuwe KDW's.

Voor de prognosejaren is de berekende gemiddelde overschrijding van de KDW voor 2030 ongeveer 170 mol/ha/jaar hoger dan in het rapport vorig jaar. Deze verschillen worden voor een derde (bijna 60 mol/ha/jaar) veroorzaakt door de geactualiseerde depositiecijfers en de rest door de actualisatie van de KDW (zie Bijlage 4).

Ten opzichte van het rapport van vorig jaar is de trend van het berekende percentage oppervlak onder de KDW voor de periode 2005-2021 vlakker. Dit komt bijna volledig door het gebruik van de nieuwe KDW's (Figuur 17).

Voor de prognosejaren zijn de cijfers voor 2025 en 2030, respectievelijk, 10 en 13 procentpunt lager. Dit verschil komt voor het grootste deel (ongeveer 10 procentpunt voor 2030) door gebruik van de nieuwe

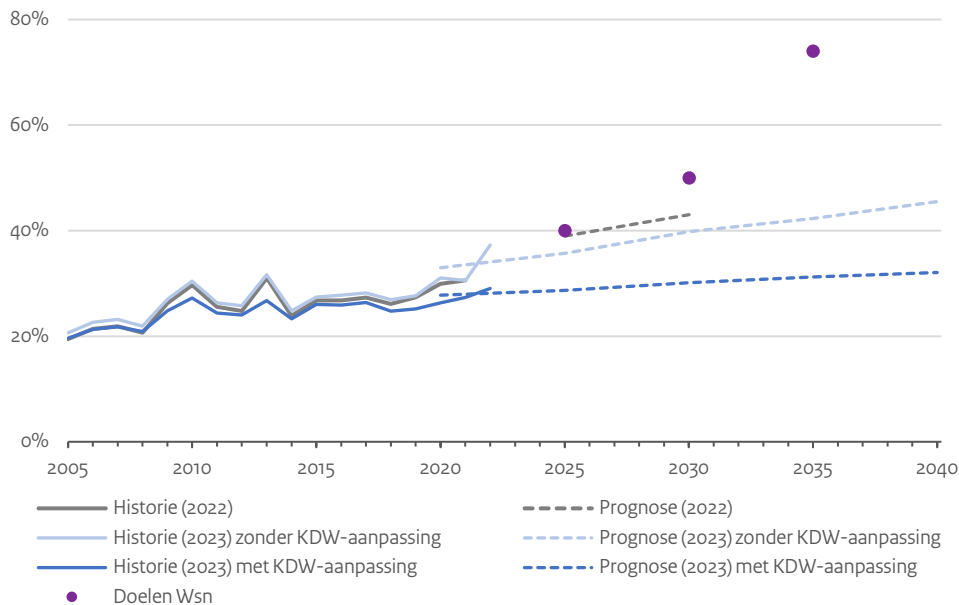
KDW's. De rest komt door de geactualiseerde depositiecijfers, waarvoor nieuwe ramingen en metingen zijn gebruikt (Figuur 17).

In dit rapport is de stijging van het percentage stikstofgevoelige natuur onder de KDW tussen 2020 en 2030 berekend op 2 procentpunt. In het vorige rapport was dat 10 procentpunt. De trend is daarmee vlakker geworden. Dit verschil komt doordat de overschrijding van de KDW gemiddeld groter is geworden door de lagere KDW's. Met een vergelijkbare depositiereductie tussen 2020 en 2030 wordt daardoor minder oppervlak onder de KDW gebracht.

In Bijlage 4 staat de toelichting op de oorzaken van de verschillen.

Stikstofgevoelige natuur onder kritische depositiewaarde

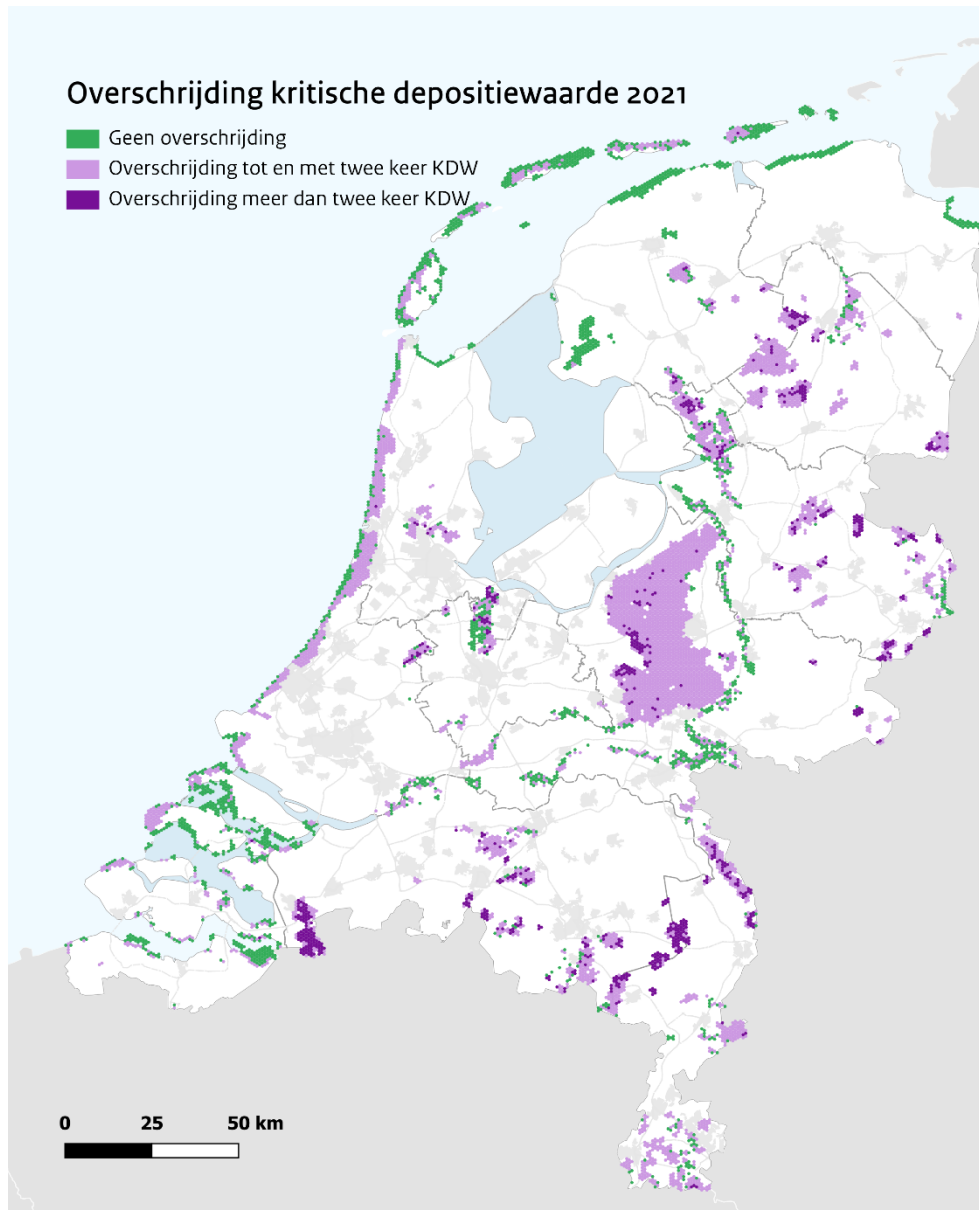
Vershil tussen rapportage 2022 en 2023



Figuur 17 Ontwikkeling van de stikstofgevoelige natuur onder de KDW uit rapportage 2022 en de huidige rapportage 2023, waarbij het effect op de cijfers zowel met als zonder KDW-aanpassing is gevisualiseerd. 'Historie' is berekend met weersomstandigheden van het betreffende jaar, waardoor er variatie van jaar tot jaar is.

6.2 Geografisch beeld van de overschrijdingen van de kritische depositiewaarde

Voor 2021 is de KDW-overschrijding in beeld gebracht (Figuur 18). Hieruit blijkt dat de grootste overschrijdingen van de KDW plaatsvinden in de Natura 2000-gebieden met habitattypen met een lage KDW en een relatief hoge depositie. Voorbeelden hiervan zijn gebieden met hoogveen-, heide en bosgronden. Om voor deze gebieden de depositie onder de KDW te brengen, moet de stikstofdepositie verder dalen dan de hier gepresenteerde landelijk gemiddelden. Voor de prognose van de overschrijding van de KDW in 2030 is het geografische beeld vrijwel gelijk aan dat van 2021.



Figuur 18 Geografisch beeld van de overschrijding van de kritische depositiewaarde (KDW) in Natura 2000-gebieden in Nederland voor 2021 (berekend met gemiddelde weersomstandigheden).

6.3 Wettelijke doelen vergeleken met prognoses: percentage oppervlak onder de KDW

In de Wsn zijn doelen voor het percentage oppervlak onder de KDW vastgelegd. Dit zijn wettelijke doelen voor de doeljaren 2025, 2030 en 2035. Deze paragraaf vergelijkt deze doelen met de prognoses. Alle doeljaren liggen in de toekomst. Uitspraken over de haalbaarheid kunnen daarom alleen op basis van de beschikbare ramingen worden gedaan. Pas als de doeljaren zijn bereikt, is terugkijkend te zeggen of een doel daadwerkelijk gerealiseerd is.

6.3.1 *Wettelijk doel 2025: oppervlak onder KDW is 40 procent*

Het wettelijke doel voor 2025 is dat de stikstofdepositie op 40 procent van het oppervlak stikstofgevoelige habitattypes en leefgebieden van de Natura 2000-gebieden onder de KDW blijft.

De prognose voor 2025 is 29 procent. Het is de verwachting dat het doel van 40 procent niet gehaald wordt (Tabel 18). Dit geldt zowel voor de prognoses op basis van het vastgestelde beleid, als het vastgestelde en voorgenomen beleid dat op 1 mei 2022 concreet was uitgewerkt.

Voor de ramingen van 2025 zijn geen bandbreedtes beschikbaar (PBL et al., 2023a). Uiteraard is er wel sprake van onzekerheid. Zo kunnen de gepresenteerde cijfers voor 2025 hoger of lager uitvallen, afhankelijk van de autonome economische ontwikkeling of de effectiviteit van het ingezette beleid.

6.3.2 *Wettelijk doel 2030: oppervlak onder KDW is 50 procent*

Het wettelijke doel voor 2030 is dat de stikstofdepositie op 50 procent van het oppervlak stikstofgevoelige habitattypes en leefgebieden van de Natura 2000-gebieden onder de KDW blijft.

De prognose voor 2030 is 29 tot 31 procent (Tabel 18). Dit geldt zowel voor de prognoses op basis van het vastgestelde als het vastgestelde en voorgenomen beleid dat op 1 mei 2022 concreet was uitgewerkt.

De bandbreedte van de prognoses ligt in zijn geheel onder het doel voor 2030. We stellen daarom dat het doel voor 2030 buiten bereik ligt.

6.3.3 *Wettelijk doel 2035: oppervlak onder KDW is 74 procent*

Het wettelijke doel voor 2035 is dat de stikstofdepositie op 74 procent van het oppervlak stikstofgevoelige habitattypes en de leefgebieden van de Natura 2000-gebieden onder de KDW blijven.

De prognose voor 2035 is 31 procent (Tabel 18). Dit geldt zowel voor de prognoses op basis van het vastgestelde, als het vastgestelde en voorgenomen beleid dat op 1 mei 2022 concreet was uitgewerkt. De prognoses voor 2035 zijn op basis van indicatieve cijfers.

De prognose ligt ver onder het doel voor 2035. We stellen daarom dat dit doel buiten bereik ligt.

7 Discussie

Nieuwe inzichten en onzekerheden spelen in elk wetenschappelijk onderzoek een rol. Dit hoofdstuk beschrijft welke dit zijn en wat de betekenis is voor deze monitoringsrapportage. Daarnaast reflecteert dit hoofdstuk op de toekomstige ontwikkelingen voor deze monitoring.

7.1 Onzekerheden in depositiewaarden

De cijfers in dit rapport over overschrijding van de KDW zijn gebaseerd op depositiewaarden, die gemaakt zijn met een combinatie van metingen en berekeningen. Dit geeft een zo goed mogelijke inschatting van de werkelijke depositie, maar deze cijfers kennen een onzekerheid. De onzekerheid van de cijfers zegt iets over hoe waarschijnlijk de berekende waarde overeenkomt met de werkelijke depositie.

Een aantal factoren is van invloed op de nauwkeurigheid van deze cijfers. De belangrijkste zijn:

- De nauwkeurigheid van de gegevens over binnen- en buitenlandse emissiebronnen.
- De onzekerheid van toekomstige ontwikkelingen, met inbegrip van de emissielocaties in de toekomst en de inschattingen van het beleid en de beleidseffectiviteit.
- De methodische onzekerheid: hoe goed het gebruikte rekenmodel de werkelijkheid benadert.
- Onzekerheid in benodigde gegevens, zoals het landgebruik en de toekomstige ontwikkeling daarin.
- Het detailniveau van de gepresenteerde cijfers: een landelijk gemiddeld cijfers is nauwkeuriger te bepalen dan de depositie in één natuurgebied of op een enkele hectare.
- De nauwkeurigheid en de ruimtelijke dekking van metingen van de stikstofcomponenten.

Naast deze onzekerheden van de berekende cijfers, kunnen de cijfers ook wijzigen door nieuwe inzichten. Elk jaar zijn er ook nieuwe (emissie)gegevens en is er nieuwe kennis over stikstof(modellen). Hierdoor wijzigt de inschatting van de stikstofdepositie (zie paragraaf 7.2).

7.1.1 *Mate van onzekerheid in de berekende stikstofdepositie*

De onzekerheid wordt uitgedrukt met een standaarddeviatie (of standaardafwijking). De onzekerheid hangt af van het gebied waarover de depositie is berekend en de grootte daarvan. Hoe groter het gebied is, hoe kleiner de onzekerheid. De standaarddeviatie van de lokaal berekende depositie (op 1 ha of 1 km² schaal) is 35 procent. De standaarddeviatie van de landelijk gemiddelde depositie is ongeveer 15 procent van de berekende waarde (RIVM, 2023d).

In de figuur met de ontwikkeling van de gemiddelde stikstofdepositie in Nederland (paragraaf 5.1, Figuur 11) is een bandbreedte van twee keer de standaarddeviatie weergegeven. Dit betekent dat de kans 95 procent

is dat de werkelijke depositie maximaal 30 procent boven of onder de berekende waarde ligt.

7.1.2 *Bandbreedtes van prognoses*

Voor prognoses zijn er aanvullende onzekere factoren. Zo is het bijvoorbeeld onzeker welk beleid wordt uitgevoerd, welke economische ontwikkelingen plaatsvinden, wat de effectiviteit is van emissie-reducerende maatregelen of hoe strikt handhaving plaatsvindt.

Deze factoren zijn verwerkt in een bandbreedte voor de Nederlandse emissieramingen voor het jaar 2030. Deze is doorgerekend naar het effect op de depositie. Deze bandbreedte geeft een beeld van de spreiding van de emissieramingen voor de toekomst. Deze bandbreedte staat los van de in de vorige paragrafen beschreven onzekerheid op de berekende depositie.

7.1.3 *Gevoeligheid berekende overschrijding kritische depositiewaarde*

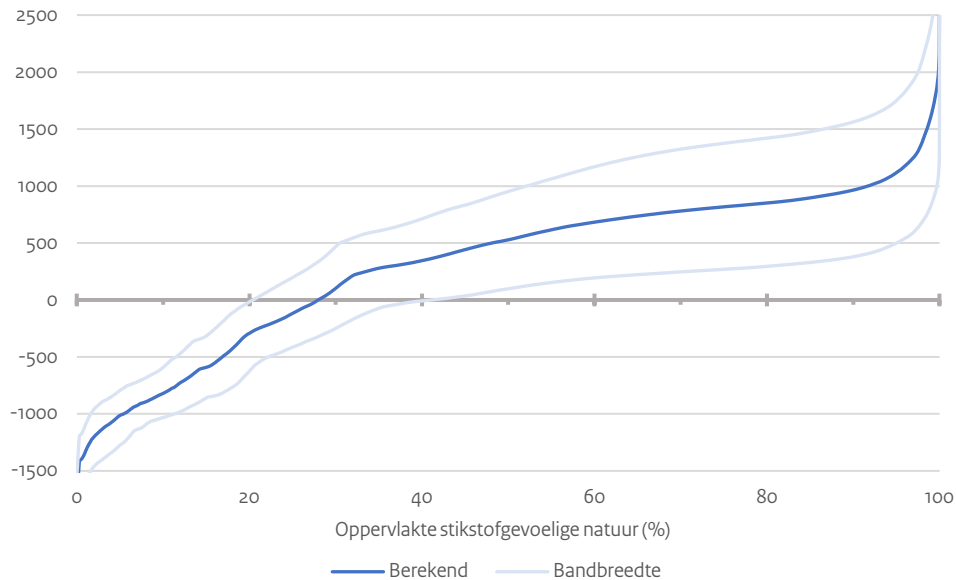
De bandbreedte van de depositiewaarde werkt ook door in de berekende overschrijding van de KDW. En daarmee in het berekende oppervlak onder de KDW.

Een variatie in de depositie van 30 procent boven of onder de berekende depositie (twee standaarddeviaties) resulteert in een variatie van circa 8 tot 13 procentpunt onder of boven het berekende oppervlak onder de KDW voor het jaar 2021. Dit geeft een bandbreedte van circa 20-40 procent van het oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW in 2021 (Figuur 19).

De onzekerheid in het berekende oppervlak onder de KDW neemt toe, als de berekende depositie in de buurt komt van de KDW. Bij een grote over- of onderschrijding maakt de onzekerheid van het depositiecijfer minder uit. Dat betekent dat hoe dichterbij de berekende depositie bij de KDW ligt, hoe groter de onzekerheid van het berekende oppervlak onder de KDW is.

In dit rapport zijn de KDW's als norm geïnterpreteerd. Het rapport gaat verder niet in op onzekerheden in de KDW's.

Afstand tot kritische depositiewaarde in mol/ha/jaar



Figuur 19 Oppervlakverdeling naar afstand tot de kritische depositiewaarde (KDW) voor 2021, op basis van gemiddelde weersomstandigheden. Een negatieve afstand is een depositie onder de KDW. Het oppervlak onder de KDW is waar de grafiek de 0-lijn snijdt. Bandbreedte (30 procent, twee standaarddeviaties) op de berekende depositie (lichtblauwe lijnen) werken door in het berekende oppervlak onder de KDW.

7.1.4 Omgaan met onzekerheden

Bij trends over een periode van meerdere jaren vallen de onzekerheden voor een deel tegen elkaar weg. Dat komt omdat een deel van de onzekerheden *systematisch* is en dus voor elk jaar hetzelfde. Ook onzekerheden door *toevallige* fouten of variaties, bijvoorbeeld meteorologische verschillen, vallen weg over langere tijdsperiodes. De ontwikkeling over meerdere jaren is hierdoor nauwkeuriger dan de absolute niveaus in één specifiek jaar. Voor prognoses blijven wel de onzekerheden over die te maken hebben met onzekerheid van het beleid (zie paragraaf 7.1.2).

Bovenstaande is relevant, omdat de absolute depositiecijfers een belangrijke rol spelen in de monitoring van de stikstofdepositie. Zowel bij het bepalen van de overschrijding van de KDW, als de monitoring van het oppervlak onder de KDW. Deze indicatoren kennen een relatief hoge onzekerheid en zijn ook gevoelig voor wijzigingen die optreden bij een herberekening met nieuwe inzichten die losstaan van de ontwikkeling van beleid of economie. Daarom kijken we ook naar de ontwikkeling over een langere periode of de verandering ten opzichte van een referentiejaar. De effecten van beleidsmaatregelen zijn op die manier beter inzichtelijk te maken, omdat het iets zegt over de gerealiseerde of verwachte reductie of toename.

De onzekerheid in de berekende stikstofdepositie is niet meegenomen in conclusies over het berekende oppervlak onder de KDW in relatie tot de doelen. Hiervoor is gekozen, omdat er beleidsmatig niet te sturen is op

de (gedeeltelijk) onbekende factoren die de onzekerheid in de berekeningen veroorzaken. Er is wél een inschatting gemaakt van het effect van de bandbreedte van de emissieramingen. Deze bandbreedte is relevant, omdat het een beeld geeft van het effect van het huidige beleid en andere ontwikkelingen, zoals economie en demografie. Op deze aspecten is beleidsmatige sturing (gedeeltelijk) mogelijk.

7.2 Nieuwe gegevens en inzichten

Regelmatig verschijnen er nieuwe gegevens en methodologische inzichten over stikstof. Deze worden jaarlijks verwerkt in deze monitoring, zodat de gegevens over stikstofdepositie actueel blijven. De ontwikkelingen in het beleid en de wetenschap worden daarbij ook meegenomen. De cijfers over de stikstofdepositie kunnen bij een update met enkele procenten wijzigen (landelijk gemiddeld). Lokaal kan dat aanzienlijk meer zijn.

Bijlage 4 beschrijft de aanpassingen ten opzichte van het vorige rapport en de effecten daarvan op de resultaten.

De nieuwe gegevens zijn afkomstig van:

- De Emissieregistratie: jaarlijks nieuwe emissiegegevens van ammoniak en stikstofoxiden, en de locatie van binnenlandse emissiebronnen.
- Europa: jaarlijks nieuwe emissiegegevens van ammoniak en stikstofoxiden van buitenlandse bronnen.
- Stikstofmetingen: jaarlijks nieuwe stikstofmetingen over het jaar ervoor in het Landelijke Meetnet Luchtkwaliteit en het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden.
- Emissieramingen: tweejaarlijks nieuwe emissieramingen waarin nieuwe maatregelen en beleid zijn meegenomen (KEV).
- Natuurgegevens: updates van onder andere habitatkaarten, kaarten van Natura 2000-gebieden, inzichten in relaties tussen soorten en leefgebieden.
- Achtergrondgegevens voor het rekenmodel, zoals het landgebruik, concentratie van stoffen in de lucht en de snelheden waarmee ze op elkaar reageren.

Het RIVM werkt ook aan de verbetering van de stikstofmodellering en de meetstrategie. Bijvoorbeeld door het onderzoek naar het verschil in metingen en berekeningen in de kustzone. Resultaten van dit onderzoek leiden mogelijk tot aanpassingen in de modellen en/of de gebruikte gegevens.

7.2.1 *Nieuwe inzichten in relatie tot doelen*

Door de veranderingen in gegevens wijzigen ook de berekende overschrijdingen en het oppervlak onder de KDW van jaar tot jaar. Ontwikkelingen in de tijd of ten opzichte van een referentie zijn stabiel en daarmee betrouwbaarder om het effect van maatregelen in beeld te brengen.

Het kan dus zijn dat ook zonder verandering van beleid de gestelde doelen juist meer of minder binnen bereik liggen. Afhankelijk van hoe doelen zijn geformuleerd, zijn ze in meer of mindere mate gevoelig voor de effecten van nieuwe inzichten.

Als voorbeeld: een doel in termen van emissie- of depositiereductie ten opzichte van een referentiejaar, is minder gevoelig voor fluctuaties door inzichten van jaar tot jaar dan een absoluut depositieniveau of oppervlakte onder de KDW in een specifiek jaar. Deze cijfers zijn namelijk niet afhankelijk van, of minder gevoelig voor, stappen in het rekenproces en de benodigde achtergrondgegevens die losstaan van beleidseffecten. Ook de mate van overschrijding van de KDW is minder gevoelig voor wijzigingen dan het oppervlak onder de KDW. Dat komt omdat er geen absolute grens getrokken wordt.

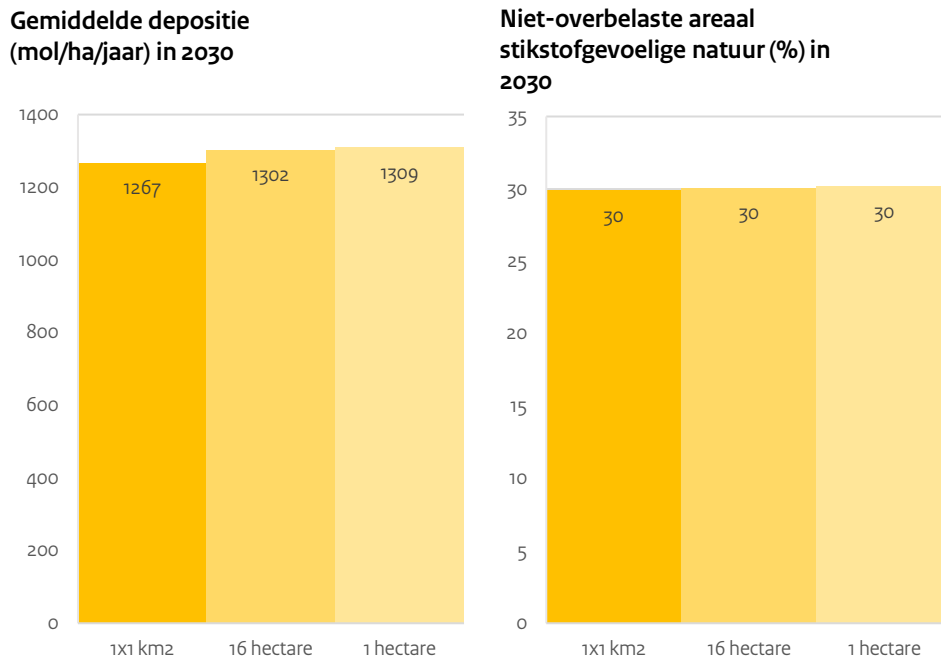
Aan de andere kant staan emissie- of depositiedoelen verder af van het uiteindelijke hoofddoel, namelijk verbetering van de natuur. Het kan zo zijn dat een emissie(reductie)doel wordt gehaald, maar dat uit nieuwe inzichten blijkt dat deze niet de beoogde verbetering opleveren.

7.3 Detail van de depositiekaarten

De resolutie van de gebruikte depositiekaarten verschilt: er zijn kaarten van 1 ha (0,01 km²), 16 ha en 1 km² gebruikt. Het doel van de berekeningen in dit rapport is het in beeld brengen van de landelijke trend. Voor dat doel volstaat een berekening op grove resolutie: de resolutie heeft namelijk een beperkt effect op de landelijk gemiddelde cijfers en zorgen niet voor andere conclusies (Figuur 20).

Naast de landelijke trend, worden depositiekaarten ook gebruikt voor het in beeld brengen van regionale stikstofdepositie. Stikstofdepositie varieert sterk op korte afstand. Dit komt door de relatie met het landgebruik en de afstand tot emissiebronnen. Ook varieert de KDW op korte afstand door het detail in de habitatkaarten. Om dit detail goed te 'vangen', worden gedetailleerde kaarten gemaakt en gebruikt.

Bij het gebruik van onderliggende data in detail is de onzekerheid een aandachtspunt. De depositiewaarde op een individueel punt op de kaart heeft een grote onzekerheid. Dit geldt in hoge mate voor prognosekaarten, omdat de ligging van emissiebronnen in de toekomst onbekend is. Onzekerheden kunnen daarom lokaal oplopen tot 100 procent.



Figuur 20 Effect van resolutie van de kaarten op de gemiddelde depositie en het percentage niet overbelast areaal stikstofgevoelige natuur in Natura 2000-gebieden in 2030.

7.4 Ontwikkeling monitoring

7.4.1

Ruimtelijke verdeling emissiebronnen

De locatie en ruimtelijke verdeling van emissiebronnen is belangrijke informatie om stikstofdepositie te bepalen. Het stikstofbeleid kent regionale verschillen. Daarom is het wenselijk deze verschillen mee te nemen in de modellering.

Op dit moment wordt voor de ruimtelijke verdeling van de emissies van sectoren één gegevensbestand gebruikt voor alle jaren. Dat is de meest recente ruimtelijke verdeling van emissies uit de Emissieregistratie. Van de emissieramingen zijn emissietotalen per sector beschikbaar. Deze worden voor de berekening toegepast op de huidige verdeling van deze sector. Een nadeel hiervan is dat lokale maatregelen generiek over de hele sector worden toegepast.

Het consortium waarbinnen deze monitoring wordt uitgevoerd, werkt ook aan het preciezer lokaliseren en ramen van de effecten van stikstofmaatregelen (PBL, RIVM & WUR, 2021). Het doel is dat dit op termijn (vanaf 2025) tot verbetering van de depositieprognoses leidt, doordat lokaal beleid (provinciaal of specifiek in de buurt van Natura 2000-gebieden) kan worden meegenomen.

7.4.2

Ontwikkeling meetnetten

Om de stikstofdepositie te bepalen, is er altijd een combinatie van berekeningen en metingen nodig. Berekeningen zijn nodig om uitspraken te kunnen doen over wat metingen niet (kunnen) meten. Zoals de herkomst van de depositie, de verwachte depositie in de toekomst, scenariostudies en informatie over plekken waar niet gemeten wordt. Metingen zijn cruciaal om de berekeningen te kalibreren.

Het LML (Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit) bestaat uit circa 50 meetlocaties, verspreid over heel Nederland. Op 6 locaties meet het RIVM de luchtconcentratie van ammoniak, en op 43 locaties die van stikstofoxiden. Verder staat er op 8 locaties meetapparatuur om de natte depositie van ammoniak (in regenwater is dat ammonium) en stikstofoxiden (in regenwater is dat als nitraat) te meten. Het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN) meet in 87 natuurgebieden en op 18 andere plekken de ammoniakconcentratie in de lucht. De overige meetpunten hebben als doel om de concentraties buiten de natuurgebieden beter in beeld te krijgen.

Gemiddeld komen de berekeningen goed overeen met de metingen (RIVM, 2020a). Regionaal zijn er sterke verschillen. Voor het resterende verschil tussen berekeningen en metingen vindt kalibratie plaats, zodat de berekeningen overeenkomen met wat er is gemeten.

De meetstrategie wordt geregeld herzien. De wetenschap ontwikkelt nieuwe kennis en inzichten en er komen nieuwe meettechnieken. In de toekomst kan bijvoorbeeld mogelijk gebruikgemaakt worden van metingen van satellieten en sensoren. De onderbouwing van de meetstrategie staat in 'Op weg naar een optimale meetstrategie voor stikstof' (RIVM, 2021).

Referenties

- Amann et al. (2021), 'Report from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. The second clean air outlook', International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0003&from=EN
- Bobbink, R. & J. Hettelingh (Ed.), 'Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships: Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010', Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), report 680359002.
- Bobbink, R. (2021). 'Effecten van stikstofdepositie nu en in 2030: een analyse'. Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen. Rapportnummer RP-20.135.21.35
- Bobbink, R., et al. (2022), Review and revision of empirical critical loads of nitrogen for Europe. Umwelt Bundesamt, Dessau-Rosslau. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/review-revision-of-empirical-critical-loads-of>
- Bruggen et al. (2023), 'Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2021. WOt technical report 242. Wageningen University & Research. <https://research.wur.nl/en/publications/emissies-naar-lucht-uit-de-landbouw-berekend-met-nema-voor-1990-2-3>
- Campling, P. et al. (2013), 'Specific evaluation of emissions from shipping including assessment for the establishment of possible new emission control areas in European Seas', Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO).
- CBS, PBL, RIVM, WUR (2023), Relatie ontwikkelingen emissies en luchtkwaliteit, 1990-2021 (indicator 0081, versie 14, 15 augustus 2023). www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.
- CBS (2022), Dierlijke mest en mineralen, 2021. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag. <https://longreads.cbs.nl/dierlijke-mest-en-mineralen-2021/>
- CEIP (2022), 'UNECE/CEIP, WebDab emission (Emissions as used in EMEP)', www.ceip.at, geraadpleegd in januari 2023.
- CITEPA (2023), Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France métropolitaine, format CEE-NU, https://cdr.eionet.europa.eu/fr/un/clrtap/iir/envzajrwa/UNECE_France_mars2023_13032023.pdf

- Dobben, H.F. van, R. Bobbink, D. Bal, A. van Hinsberg (2012), 'Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000.', Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2397.
- Dobben, H. van, W. Wamelink, F. van der Zee, A. van Hinsberg, R. Bobbink (2023), 'Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000: Herziening 2023'. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3272.
- Dröge, R. & Koch, W.W.R. (2022), Update Emissiekenmerken GCN/GDN 2022. TNO 2022 R1173.
- IIASA (2023), GAINS Online, Pollution Management Group, <https://gains.iiasa.ac.at/models/>, datum van raadpleging: 23 februari 2023.
- Kuenen, J., S. Dellaert, A. Visschedijk, J. Jalkanen, I. Super, H.D. van der Gon (2022), 'CAM5-REG-v4: a state-of-the-art high-resolution European emission inventory for air quality modelling', Earth System Science Data, 14, 491–515. <https://doi.org/10.5194/essd-14-491-2022>
- LNV (2022a), 'Startnotitie Nationaal Programma Landelijk Gebied'. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/06/10/startnotitie-nplg-10-juni-2022>
- LNV (2022b), 'Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering 2022-2035', Den Haag, ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/12/19/programma-stikstofreductie-en-natuurverbetering-2022-2035>
- LNV (2023), 'Kamerbrief over voortgang integrale aanpak landelijk gebied, waaronder het NPLG'. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2023/02/10/voortgang-integrale-aanpak-landelijk-gebied-waaronder-het-nplg>
- MARIN (2016), 'MARIN, 2016: SEA SHIPPING EMISSIONS 2014: NETHERLANDS CONTINENTAL SHELF, 12-MILE ZONE, PORT AREAS AND OSPAR REGION II', Maritime Research Institute Netherlands (MARIN).
- Nilsson, J., P. Grennfelt (1988), 'Critical Loads for Sulphur and Nitrogen; Report from a Workshop Held at Skokloster, Sweden, 19–24 March, 1988', Miljø rapport 1988: 15. Nordic Council of Ministers, København.

- PBL, RIVM & TNO (2020), Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen. Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving, publicatienummer 4211.
- PBL, RIVM & WUR (2021), 'Verkenning werkprogramma monitoring en evaluatie stikstofreductie en natuurverbetering. Resultaten kwartiermakersfase.', Folkert, R., W. Verweij, D. van der Hoek, A. Bleeker, W. Marra, G. Reinds, A. Schmidt, N. Smits. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving publicatienummer 4754. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-verkenning-evaluatie-stikstofreductie-natuurverbetering-4754_0.pdf
- PBL, TNO, CBS & RIVM (2022), Klimaat- en Energieverkenning 2022. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2022>
- PBL (2023), Lichte actualisatie van de emissieramingen luchtverontreinigende stoffen 2023: *Notitie ten behoeve van de RIVM-berekeningen voor luchtkwaliteit en stikstofdepositie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/publicaties/lichte-actualisatie-van-de-emissieramingen-luchtverontreinigende-stoffen-2023>
- PBL, RIVM, TNO & WUR (2023a), Geraamde ontwikkelingen in nationale emissies van luchtverontreinigende stoffen 2023. Rapportage bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/publicaties/geraamde-ontwikkelingen-in-nationale-emissies-van-luchtverontreinigende-stoffen-2023>
- PBL, RIVM & TNO (2023b), Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten. Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/publicaties/beleidsoverzicht-en-factsheets-beleidsinstrumenten-achtergronddocument-bij-de-klimaat-en-energieverkenning-2022>
- Ricardo Energy & Environment (2022), 'UK Informative Inventory Report (1990 to 2020)'. https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat09/2203151456_GB_IIR_2022_Submission_v1.pdf
- RIVM (2004), 'The Operational Priority Substances Model.' Jaarsveld, J.A. van. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, report 500045001.
- RIVM (2018), 'Ontwikkelingen in de stikstofdepositie', Wichink Kruit, R. J., W.A.J. van Pul (2018). Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM-briefrapport 2018-0117, doi: 10.21945/RIVM-2018-0117.

- RIVM (2020a), 'Implementation of a data fusion approach to assess the concentration and dry deposition of ammonia in the Netherlands', Wichink Kruit, R.J., M. Braam, R. Hoogerbrugge, A. van Pul, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM letter report 2020-0076, doi: 10.21945/RIVM-2020-0076.
- RIVM (2020b), 'The OPS-model, Description of OPS 5.0.0.0', Sauter, F., M. Sterk, E. van der Swaluw, R. Wichink Kruit, W. de Vries, A. van Pul. Rijksinstituut voor Volksgezondheid & Milieu.
<https://www.rivm.nl/documenten/uitgebreide-modelbeschrijving-van-ops-versie-5000>
- RIVM (2021), 'Op weg naar een optimale meetstrategie voor stikstof', Wichink Kruit, R., A. Bleeker, M. Braam, T. van Goethem, R. Hoogerbrugge, S. Rutledge-Jonker, G. Stefess, A. Stolk, E. van der Swaluw, M. Voogt & A. van Pul, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM-rapport 2021-0118, doi:10.21945/RIVM-2021-0118.
- RIVM (2022a), 'Informative Inventory Report 2022: Emissions of transboundary air pollutants in the Netherlands 1990-2020', Wever, D., P.W.H.G. Coenen, R. Dröge, G.P. Geilenkirchen, J. van Huijstee, M. 't Hoen, E. Honig, R.A.B. te Molder, W.L.M. Smeets, M.C. van Zanten, T. van der Zee. Emissieregistratie, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM Report 2022-0004.
<https://www.emissieregistratie.nl/documenten/iir-rapport-2022>
- RIVM (2022b), Monitor stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden 2022: Uitgangssituatie voor de Wet Stikstofreductie en Natuurverbetering (RIVM-rapport 2022-0120), Bilthoven.
<https://www.rivm.nl/publicaties/monitor-stikstofdepositie-in-natura-2000-gebieden-2022>
- RIVM (2023a), 'Emissieregistratie reeks 1990-2021', Rijksinstituut voor Volksgezondheid & Milieu (RIVM).
<https://www.emissieregistratie.nl>
- RIVM (2023b), 'Grootschalige concentratiekaarten Nederland. Rapportage 2023', Hoogerbrugge, R., S. Hazelhorst, M. Huitema, K. Siteur, W. Smeets, I. Soenario, S. Visser, W.J. de Vries, R.J. Wichink Kruit. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).
<https://rivm.openrepository.com/handle/10029/626799>
- RIVM (2023c), 'Informative Inventory Report 2023: Emissions of transboundary air pollutants in the Netherlands 1990-2021', Wever, D., P.W.H.G. Coenen, R. Dröge, J. van Huijstee, M. 't Hoen, E. Honig, R.A.B. te Molder, A.J. Plomp, M.C. van Zanten, T. van der Zee (2023). Emissieregistratie, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM Report 2023-0057.
- RIVM (2023d), 'Uncertainty estimates of the determination of the nitrogen deposition in the Netherlands'. Hoogerbrugge, R., et al. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (rapport in voorbereiding).

- RIVM (2023e), 'Stand van zaken ammoniak van zee. Tussenrapportage april 2023'. A. Bleeker, M. Poelhuis, A. van Pul, K. Siteur, A. Stolk, R. Verwij, R. Wichink Kruit. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu: RIVM-rapport 2023-0308.
- Schneider, C., M. Pelzer, N. Toenges-Schuller, M. Nacken, A. Niederau (2016), 'ArcGIS basierte Lösung zur detaillierten, deutschlandweiten Verteilung (Gridding) nationaler Emissionsjahreswerte auf Basis des Inventars zur Emissionsberichterstattung', Umwelt Bundesamt (UBA). <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/arcgis-basierte-loesung-zur-detaillierten>
- Tang et al., 2018. Drivers for spatial, temporal, and long-term trends in atmospheric ammonia and ammonium in the UK. <https://doi.org/10.5194/acp-18-705-2018>
- Umwelt Bundesamt (UBA) (2023), 'German Informative Inventory Report 2023 (IIR 2023)'. <https://iir.umweltbundesamt.de/2023/iir/about>
- Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM), Waals agentschap voor lucht en klimaat (AWAC), Brussels Environment (BE-LB), Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL) (2023), 'Informative Inventory Report: About Belgium's air emissions submitted under the Convention on Long Range Transboundary Air Pollution CLRTAP and National Emission Ceiling Directive NECD'. https://www.irceline.be/nl/luchtkwaliteit/emissies/IIR_BE.pdf

Bijlage 1 Begrippenlijst

Achtergrond stikstofdepositie: depositiecijfers, die zijn berekend op basis van gemiddelde meteorologische en chemische omstandigheden. Wel zijn de meest recente emissiegegevens toegepast.

Ammoniak (NH₃): een verbinding van stikstof en waterstof die onder andere aanwezig is in mest. Deze stof is een belangrijk onderdeel van gereduceerd stikstof (NH_x) en draagt bij aan verzuring en vermisting (eutrofiëring).

Ammonium (NH₄): een verbinding van stikstof en waterstof, die kan worden gevormd in de lucht wanneer ammoniak reageert met salpeterzuur (HNO₃) of zwavelzuur (H₂SO₄) tot ammoniakzouten.

Bandbreedte: de marge van de onzekerheid van gepresenteerde gegevens. In sommige gevallen is een bandbreedte expliciet bepaald. Voor stikstofdepositie wordt een bandbreedte weergegeven, die overeenkomt met plus of min twee standaarddeviatie van de onzekerheid (zie paragraaf 7.1).

Centre on Emission Inventories and Projections (CEIP): het CEIP verzamelt emissie- en ramingsgegevens van onder andere verzurende, luchtverontreinigende stoffen, zware metalen en zwevende deeltjes. Hiervan stellen ze datasets op, die als input gebruikt kunnen worden voor EMEP-modelleringsactiviteiten voor luchtkwaliteit.

Droge depositie: het proces waarbij stoffen door luchtbewegingen (turbulentie) naar het oppervlak getransporteerd en daar opgenomen worden. Dit proces vindt continu plaats.

Emissie (of uitstoot): de uitstoot van milieuverontreinigende stoffen naar lucht, water en bodem. In de context van deze rapportage betreft het de uitstoot naar lucht.

Emissieramingen: de verwachte toekomstige emissies voor luchtverontreinigende stoffen. Deze schattingen worden gebruikt voor het ontwikkelen van beleid en het beoordelen van de milieueffecten van menselijke activiteiten.

Emissieregistratie (ER): de Emissieregistratie bevat de uitstoot van ongeveer 375 voor het milieubeleid relevante stoffen en stofgroepen naar zowel bodem, water als lucht. Hierbij horen ook ammoniak en stikstofoxiden.

European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP): EMEP is een samenwerkingsprogramma voor monitoring en evaluatie van de transmissie van luchtverontreinigende stoffen over lange afstanden in Europa.

Gekarteerd oppervlak: de oppervlakte waar een habitat voorkomt, heet het ingetekende oppervlak. De mate waarin een habitat voorkomt

binnen een ingetekende oppervlakte heet de dekkingsgraad. Door het ingetekende oppervlak te vermenigvuldigen met de dekkingsgraad, verkrijgen we de gekarteerde oppervlakte. De gekarteerde oppervlakte is dus het daadwerkelijke oppervlak (in ha) waar een habitat voorkomt.

Grootschalige concentratiekaarten Nederland (GCN): een set kaarten die op basis van modelberekeningen en metingen een beeld geeft van de concentraties in de lucht van verschillende stoffen, waaronder stikstofoxiden en ammoniak.

Grootschalige depositiekaarten Nederland (GDN): een set kaarten die op basis van modelberekeningen en metingen een beeld geeft van de deposities van verschillende stoffen, waaronder stikstofoxiden en ammoniak.

Habitatype: een ecosysteemtype op het land of in het water met karakteristieke geografische, abiotische en biotische kenmerken.

International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA): een onafhankelijk internationaal onderzoeksinstituut dat beleidsgericht interdisciplinair onderzoek doet naar onder andere klimaatverandering, energiezekerheid en duurzame ontwikkelingen.

Kalibreren: met kalibreren wordt het verschil tussen berekende en gemeten waarden opgelost. Voor berekeningen van historische jaren worden de metingen uit dat specifieke jaar gebruikt, voor prognoses en de achtergrondkaart wordt op basis van vijf jaar aan metingen en berekeningen een correctie toegepast.

Klimaat- en Energieverkenning (KEV): jaarlijkse rapportage om de voortgang van klimaatbeleid te monitoren en een beeld te geven van de toekomstige ontwikkelingen in het energiesysteem en de uitstoot van broeikasgassen in Nederland.

Kritische depositiewaarde (KDW): de grens waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van het habitat significant wordt aangetast door de verzurende en/of vermestende invloed van atmosferische stikstofdepositie.

Leefgebied: een door specifieke abiotische en biotische factoren bepaald milieu waarin de soort tijdens één van de fasen van zijn biologische cyclus leeft. In AERIUS is dit nader gespecificeerd als het aanvullend stikstofgevoelig leefgebied van een soort, voor zover dit niet door een stikstofgevoelig habitatype wordt afgedekt.

Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML): het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) meet ieder uur de kwaliteit van de lucht op een groot aantal plaatsen in Nederland. Het gaat om diverse stoffen, zoals ozon, stikstofoxiden (NO, NO₂, NO_x), zwaveldioxide, ammoniak, fijnstof (PM10) en zwarte rook.

Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN): in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden worden de luchtconcentraties van

ammoniak gemeten. Het MAN bestaat op dit moment uit meer dan 300 meetlocaties in 86 gebieden.

Natte depositie: het proces waarbij stoffen oplossen in druppeltjes in de lucht. Deze stoffen komen vervolgens met regen naar beneden en op de grond terecht. Natte depositie komt dus alleen voor bij neerslag (zie ook droge depositie).

Omgevingswaarde: een omgevingswaarde is één van de instrumenten waarmee overheden het beleid van een omgevingsvisie kunnen uitvoeren. Deze moet objectief zijn vast te stellen en meetbaar zijn. Voor stikstof is de omgevingswaarde een resultaatsverplichting voor het oppervlak van de stikstofgevoelige natuur met een stikstofbelasting lager dan de kritische depositiewaarde. De omgevingswaarden voor stikstof gelden voor alle Nederlandse Natura 2000-gebieden samen en niet per gebied.

OPS-model: het Operationele Prioritaire Stoffen (OPS)-model is een rekenprogramma om de verspreiding van verontreinigende stoffen in de lucht te berekenen. Daarbij berekent het model hoeveel van die stoffen per hectare op bodem of gewas terechtkomt (depositie). Het model wordt sinds 1989 gebruikt om de relatie tussen de uitstoot van stoffen in Europa enerzijds en de concentratie of depositie van die stoffen anderzijds op de schaal van Nederland te bepalen.

Sector (economisch): de onderverdeling van uitstoot of depositie is gedaan op basis van hun (economische) sector. Omdat iedere (economische) sector andere bronkarakteristieken heeft die van invloed zijn op emissie en verspreiding, wordt in de modellen daarmee rekening gehouden.

Stikstofgevoelige natuur: plekken waar de kwaliteit van bepaalde soorten of habitats kan worden aangetast door de invloed van stikstofdepositie. Habitattypen en leefgebied van soorten worden tot stikstofgevoelige natuur gerekend als de KDW van het habitatype of leefgebied kleiner is dan 2.400 mol/ha/jaar. In deze rapportage is alleen gebruikgemaakt van (relevante) stikstofgevoelige natuur met definitieve instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden. Dit noemen we in deze context ook wel de relevante stikstofgevoelige natuur.

Stikstofdepositie (of neerslag van stikstof): het neerslaan van stikstofhoudende stoffen uit de lucht op een oppervlak, zoals bodem, wateroppervlak, of vegetatie. Zie ook droge en natte depositie.

Stikstofoxiden (NO_x): een groep stoffen bestaande uit een stikstof atoom, en één of twee zuurstofatomen (NO en NO₂). Stikstofoxiden komen vooral vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Als stikstofoxiden (samen met bijvoorbeeld salpeterzuur; HNO₃) neerslaan dan noemen we dat geoxideerd stikstof (NO_y). De depositie van geoxideerd stikstof draagt bij aan verzuring en vermesting (eutrofiering).

Uitstoot: zie Emissie

Bijlage 2 Gegevens emissieramingen

Deze rapportage maakt gebruik van emissieramingen voor de jaren 2025, 2030, 2035 en 2040. Deze ramingen komen uit binnenlandse en buitenlandse scenariostudies.

Voor de Nederlandse emissies zijn dat de emissieramingen voor luchtverontreinigende stoffen, die horen bij de Klimaat- en Energieverkenning 2022. Voor de emissies uit het buitenland is dat de Second Clean Air Outlook. Voor internationale zeescheepvaart zijn dat de emissies van ramingen van de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek.

B2.1 Emissieramingen Nederland: Klimaat- en Energieverkenning 2022

De Klimaat- en Energieverkenning 2022 (KEV 2022) onderscheidt twee beleidsvarianten: één variant met vastgesteld beleid en één met vastgesteld en voorgenomen beleid. In hoofdstuk 4 staan beide varianten. Voor de depositieberekeningen zijn beide varianten gebruikt, maar wordt gefocust op de variant met vastgesteld beleid, in lijn met de GCN- en GDN-kaarten (RIVM, 2023b). Aanvullend zijn de effecten van het voorgenomen beleid en de bandbreedte van deze ramingen op de depositie ingeschat.

De in dit rapport gebruikte emissieramingen voor Nederlandse emissies zijn in detail beschreven in een KEV 2022-publicatie (PBL et al., 2023a). De emissieramingen uit de KEV 2022 zijn geactualiseerd op basis van de nieuwste inzichten in emissies (reeks 1990-2021) van de Emissieregistratie (PBL, 2023). Daarmee zijn de ramingen in lijn met de cijfers die ten grondslag liggen aan dit rapport. De publicaties zijn aanvullingen op het hoofdrapport van de Klimaat- en Energieverkenning 2022. Hieronder staat een korte toelichting op de belangrijkste punten.

B2.1.1 Maatregelen onderdeel van deze rapportage

Beleed dat op peildatum 1 mei 2022 voldoende concreet was uitgewerkt, is meegenomen in de ramingen. Beleed zonder concrete of met onvoldoende uitgewerkte maatregelen op die peildatum (zoals Nationaal Programma Landelijk Gebied) is dus niet meegenomen.

In de KEV 2022 staat een volledig overzicht van de uitgangspunten en aannames van het meegenomen beleid. Tabel 19 geeft voor belangrijke stikstofbronmaatregelen aan:

- Of ze onderdeel zijn van de emissieramingen voor vastgesteld en/of voorgenomen beleid uit de KEV 2022. En dus of ze onderdeel zijn van de prognoses uit dit rapport.
- Of het maatregelen betreft die zijn aangekondigd in het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering (PSN; LNV, 2022b).

Tabel 19 Overzicht van stikstofbronmaatregelen. Aangegeven zijn: of de maatregel voortkomt uit het PSN, of er voor de beleidsvarianten Vastgesteld of Vastgesteld en Voorgenomen uit de KEV 2022 een effect is bepaald (en daarmee onderdeel van de cijfers in dit rapport).

Maatregel	PSN	Beleidsvariant
Landbouw		
Eerste en tweede verhoging budget Subsidieregeling sanering varkenshouderijen (Srv)	PSN	Vastgesteld
Landelijke beëindigingsregeling veehouderij (Lbv)	PSN	Niet
Maatregel gerichte aankoop (Mga)	PSN	Vastgesteld
Centrale mestverwerking (kunstmestvervanging)	PSN	Voorgenomen
Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties met piekbelasting (Lbv-plus)		Niet
Provinciale opkoopregelingen		Deels vastgesteld, deels voorgenomen
Vervallen derogatie Nitraatrichtlijn		Niet
Maatregel	PSN	Beleidsvariant
Industrie		
Aanpassing huidige BBT aanpak industrie	PSN	Voorgenomen
Specifieke maatwerkaanpak piekbelasters industrie	PSN	Vastgesteld
Subsidiestop ISDE (pelletkachels en biomassaketels)	PSN	Vastgesteld
Maatregel	PSN	Beleidsvariant
Mobiliteit		
Subsidieregeling verduurzaming binnenschepen	PSN	Deels vastgesteld, deels voorgenomen
Stimuleren elektrisch taxiën (technisch potentieel)	PSN	niet
Gerichte handhaving AdBlue-systemen vrachtwagens	PSN	Voorgenomen
Subsidieregeling walstroom zeevaart	PSN	Deels vastgesteld, deels voorgenomen
Verlaging maximumsnelheid hoofdwegennet naar 100 km/u gedurende de dag		Vastgesteld
Maatregel	PSN	Beleidsvariant
Bouw		
Subsidieregeling Schoon en Emissieloos Bouwmaterieel	PSN	Vastgesteld

B2.2 Emissieramingen voor het buitenland: Second Clean Air Outlook

Voor de toekomstige buitenlandse emissies zijn de ramingen gebruikt uit het NAPCP-scenario van de "Second Clean Air Outlook" die IIASA in 2020 en 2021 (Amann et al., 2021) in opdracht van de Europese Commissie heeft opgesteld. Dit NAPCP-scenario houdt rekening met het vastgestelde beleid en de effecten van het additionele beleid dat landen in 2019 hebben gerapporteerd in hun nationale actieplannen, de zogenoemde *National Air Pollution Control Programmes (NAPCP's)*. Daarin geven landen aan hoe ze aan de nationale emissieplafonds (National Emission Ceilings, NEC) voor 2030 gaan voldoen. De Europese Commissie heeft deze plannen geanalyseerd en voldoende bevonden. Met de NAPCP's voldoen de landen aan de NEC-afspraken.

B2.3 (Internationale) zeescheepvaart

Voor de zeescheepvaart wordt onderscheid gemaakt tussen scheepvaart op het Nederlands Continentaal Plat (NCP)⁹ en emissies daarbuiten. Voor het Nederlandse deel zijn de ramingen afkomstig uit de KEV 2022. Voor het overige deel van de Noordzee wordt gebruikgemaakt van ramingen van de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek uit 2013 (Campling et al., 2013).

⁹ Het Nederlands Continentaal Plat is een gebied voor de kust van Nederland dat een oppervlak van circa 57 duizend vierkante kilometer omvat.

Bijlage 3 Toelichting op de methodebeschrijving en verantwoording van de gegevensbronnen

Deze bijlage geeft een toelichting op de methodes, zoals beschreven in hoofdstuk 3 en op de gebruikte data.

B3.1 Emissiegegevens

Emissies en emissieramingen van Nederlandse bronnen

Voor de berekening van de stikstofdepositie door Nederlandse bronnen is gebruikgemaakt van gegevens uit de Emissieregistratie (ER). Dit betreft gegevens over de ruimtelijke verdeling (locaties) van emissiebronnen (per stof en per sector) en de emissietotalen (per stof en per sector). Voor de emissieramingen (2025, 2030, 2035 en 2040) is gebruikgemaakt van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV).

In de ruimtelijke verdeling van emissies zijn onder meer gegevens over bedrijfslocaties van landbouwbedrijven en verkeersverdelingen verwerkt. Deze gegevens zijn belangrijk om de depositie te berekenen. Deze verdeling verschilt per jaar (bijvoorbeeld wijzigingen in dieraantallen of nieuw aangelegde wegen). Daarom worden deze gegevens bij iedere doorrekening bijgewerkt.

De emissietotalen zijn eerder beschikbaar dan de ruimtelijke verdeling. Op het moment van doorrekenen is de ruimtelijke verdeling voor het jaar 2021 nog niet beschikbaar. Daarom wordt de ruimtelijke verdeling van 2020 gehanteerd voor het berekenen van de depositie. Deze verdeling wordt ook toegepast om de ramingen ruimtelijk te verdelen. Er wordt aan gewerkt om ook voor ramingen geprognosticeerde ruimtelijke verdelingen op te stellen.

Voor berekeningen van depositiekaarten op 1 km² (historische reeks) wordt gebruikgemaakt van emissiebronnen, geaggregeerd op 1 km² (landoppervlak) en 5 km² (op zee). Voor berekeningen op 1 hectare (achtergronddepositie prognoses) wordt voor verkeer en stallen gebruikgemaakt van locaties van wegvakken en bedrijfslocaties. Van individueel bekende industriële bronnen worden de precieze uitstootlocaties gebruikt.

Tabel 20 geeft een overzicht van de gebruikte gegevensbronnen van de binnenlandse emissies.

Tabel 20 Gebruikte emissiegegevens van Nederlandse bronnen voor de depositiekaarten.

*De depositie voor het jaar 2022 is berekend met de emissietotalen van 2021. De totalen van 2022 zijn nog niet beschikbaar. Wel zijn de meteo- en meetgegevens van 2022 gebruikt.

Kaart/product	Emissiejaar	Gegevensbron (publicatiejaar)
Emissietotalen		
Historische reeks	2005-2022*	ER 1990-2021 (2023)
Achtergrond stikstofdepositie	2021	ER 1990-2021 (2023)
Referentie stikstofdepositie	2020	ER 1990-2021 (2023)
Geprognosticeerde stikstofdepositie	2025, 2030, 2035, 2040	KEV 2022 (2023)
Kaart/product	Emissiejaar	Gegevensbron (publicatiejaar)
Ruimtelijke verdelingen		
Nederland	2020	ER 1990-2020 (2022)

Emissies en emissieramingen van buitenlandse bronnen

Een belangrijk onderdeel van depositieberekeningen is de bijdrage van buitenlandse bronnen. Om deze te berekenen, wordt gebruikgemaakt van verschillende bronnen.

Deze emissies zijn gebaseerd op de 'Emissions as used by EMEP' van het Centre on Emission Inventories and Projections (CEIP) en ramingen van het International Institute for Applied System Analysis (IIASA). De 'Emissions as used by EMEP' zijn gebaseerd op de officieel gerapporteerde landenrapportages, maar zijn aangevuld en gecorrigeerd om ontbrekende informatie toe te voegen.

Voor de bronnen op de Noordzee zijn de emissies afkomstig van de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (Campling et al., 2013). Cijfers over buitenlandse bronnen lopen vaak een jaar achter op de Nederlandse cijfers.

Tabel 21 geeft een overzicht van de gebruikte gegevensbronnen van buitenlandse emissies.

Tabel 21 Gebruikte emissiegegevens voor buitenlandse bronnen voor depositiekaarten.

*Voor de stikstofdepositiekaarten over 2021 en 2022 zijn de buitenlandse emissietotalen van 2020 gebruikt, omdat de totalen van 2021 en 2022 nog niet beschikbaar zijn.

Kaart/product	Emissiejaar	Gegevensbron (publicatiejaar)
Emissietotalen		
Historische reeks	2005-2020*	CEIP 1990-2020 (2022)
Achtergrond stikstofdepositie	2020*	CEIP 1990-2020 (2022)
Referentie stikstofdepositie	2020	CEIP 1990-2020 (2022)
Geprognosticeerde stikstofdepositie – Landentotalen	2025, 2030, 2035, 2040	IIASA (2021)
Geprognosticeerde stikstofdepositie – (Internationale) scheepvaart buiten het NCP	2025, 2030, 2035, 2040	VITO (2013)

Kaart/product	Emissiejaar	Gegevensbron (publicatiejaar)
<i>Ruimtelijke verdelingen</i>		
Europa	2017	CAMS-REG v4.2 (2022)
Duitsland	2019	UBA (2021)
België	2020	VMM (2023)
(Internationale) scheepvaart buiten het NCP	2014	MARIN (2016)

De ruimtelijke verdeling (locaties) van buitenlandse emissiebronnen is gebaseerd op gegevens uit de CAMS-REG v4.2-database (Kuenen et al., 2022), aangevuld met gedetailleerde gegevens voor België en Duitsland.

De CAMS-dataset bevat emissies van de jaren 2000 tot en met 2017 op een resolutie van 0,1 x 0,05 graden (circa 6 x 6 km). De meest recente emissies (2017) zijn omgezet naar bronbestanden op GNFR-sectorniveau. GNFR staat voor *gridded Nomenclature for Reporting* en is een standaardindeling die Europese landen in de rapportage van nationale emissies gebruiken.

Emissies langs de grens hebben een grote invloed op de deposities in Nederland. Voor België en Duitsland wordt daarom een gedetailleerdere dataset gebruikt voor de ruimtelijke verdeling van emissies.

Voor Duitsland zijn de emissies uit de GRETA-emissietool van de Duitse Umwelt Bundesamt (UBA) gebruikt (Schneider et al., 2016). Deze zijn op een resolutie van 1x1 km op GNFR-niveau beschikbaar, met als meest recente jaar 2020.

Voor België wordt de emissieverdeling gebruikt van de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM). De dataset van het VMM bevat emissies over het jaar 2020 voor heel België, in de GNFR-indeling. België is administratief verdeeld in drie gewesten: Vlaanderen, Brussel en Wallonië. Elk van deze gewesten heeft zijn eigen registratie van emissies. De emissies zijn beschikbaar op een resolutie van 1x1 km² voor Vlaanderen en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en op 5x5 km² voor Wallonië. Voor de industrie en voor stallen in Vlaanderen en Brussel zijn gegevens op puntlocaties beschikbaar.

Voor de (internationale) scheepvaart buiten het NCP wordt gebruikgemaakt van de ruimtelijke verdeling van het MARIN. De huidige ruimtelijke verdeling betreft de situatie in 2014 (MARIN, 2016).

Sectorindelingen en definities van emissies

Deze rapportage gebruikt verschillende sectorindelingen.

Hoofdstuk 4 presenteert de emissies. De sectorenindeling voor de Nederlandse emissies is afkomstig uit de KEV 2022. Dit is een andere indeling dan de Europese definitie, die de Emissieregistratie gebruikt voor internationale rapportages (Informative Inventory Report, kortweg IIR).

De emissietotalen voor Nederland worden op twee manieren berekend en afgebakend:

1. De Europese definitie. De emissies volgens de Europese definitie worden gebruikt voor de toetsing aan de emissiereductiedoelen uit EU-richtlijnen en voor de rapportages van Nederland aan internationale instanties.
2. De nationale definitie voor de emissies op Nederlands grondgebied. Het RIVM gebruikt de emissies op Nederlands grondgebied voor de modellering van de luchtkwaliteit en de stikstofdepositie in Nederland, nu en in de toekomst, zoals in deze rapportage.

Het belangrijkste verschil tussen beide methoden is dat de Europese definitie emissies door de zeescheepvaart op het Nederlands Continentaal Plat en de emissies van stikstofoxiden en niet-methaanvluchtige organische stoffen door de landbouw afkomstig van dierlijke mest, kunstmestgebruik en gewasresten, niet meeneemt in het totaal. Daarnaast worden de emissies door het wegverkeer en de visserij volgens de EU-definitie berekend op basis van in Nederland verkochte brandstof ('fuel sold'). Het totaal op Nederlands grondgebied wordt berekend op basis van in Nederland verbruikte brandstof ('fuel used').

De gehanteerde sectorindeling voor emissiegegevens (hoofdstuk 4) is:

- Energie;
- Industrie (inclusief afvalverwerking en raffinaderijen);
- Landbouw;
- Mobiliteit (inclusief mobiele werktuigen);
- Diensten en Bouw (inclusief rioolwaterzuiveringsinstallaties, drinkwaterbedrijven en handel & overheid);
- Huishoudens.

Hoofdstuk 5 presenteert de depositiecijfers per sector. De indeling is voor een groot deel gelijk aan de indeling die hoofdstuk 4 gebruikt. Het verschil is dat alleen de belangrijkste (sub)sectoren in termen van depositiebijdrage worden getoond. Zo zijn bijvoorbeeld de sectoren Industrie en Energie samengevoegd en vallen Huishoudens, Diensten en Bouw onder de sector 'Overig'. De sectorindeling voor de depositiecijfers is:

- Energie en industrie (inclusief afvalverwerking en raffinaderijen);
- Landbouw;
- Mobiliteit (inclusief mobiele werktuigen);
- Overig (huishoudens en diensten & bouw).

Voor het buitenland wordt gebruikgemaakt van de Europese definitie van emissies. Zoals hierboven beschreven, verschilt de Europese definitie van de nationale definitie, vooral bij de zeescheepvaart. De buitenlandse emissies gepresenteerd in hoofdstuk 4.4 bevatten daarom geen zeescheepvaart (ook niet voor de Nederlandse cijfers in deze grafiek).

B3.2 Bepalen stikstofdepositie

De depositie is berekend voor stikstofgevoelige habitats en leefgebieden in Nederlandse Natura 2000-gebieden. De uitgangspunten voor deze berekeningen zijn gelijk aan de uitgangspunten voor de GDN-kaarten

van de GCN/GDN-ronde 2023 (RIVM, 2023b). De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van AERIUS Connect 2023. AERIUS Connect is een digitale rekenomgeving die is ingericht voor stikstofberekeningen voor natuurgebieden.

Voor de berekeningen in deze rapportage is gebruikgemaakt van OPS versie 5.1.0.1. Berekeningen voor deze monitoring zijn uitgevoerd zonder rekenkundige ondergrens of maximale rekenafstand.

De stikstofdepositie voor historische jaren is berekend met specifieke meteorologische en chemische omstandigheden per jaar en gekalibreerd aan metingen uit hetzelfde jaar. De historische reeks omvat de jaren vanaf 2005. Het is niet mogelijk om de jaren voor 2005 consistent met latere jaren door te rekenen, omdat de metingen uit het MAN pas vanaf 2005 een voldoende ruimtelijk beeld geven voor de ruimtelijke kalibratie van ammoniak.

Voor de achtergronddepositie en de depositieprognoses zijn de berekeningen gedaan met gemiddelde meteorologie en gekalibreerd aan de metingen van vijf recente jaren. Door deze werkwijze laten de kaarten de depositie zien bij gemiddelde weersomstandigheden voor alle jaren. De verschillende jaren zijn op dezelfde manier berekend. Hierdoor zijn deze kaarten vrij van fluctuaties van jaar tot jaar. De chemische omstandigheden worden vervolgens afgeleid op basis van de meerjarige meteorologische omstandigheden¹⁰. De chemische omstandigheden zijn wél anders per jaar door de trend in emissies.

Resolutie

Voor de depositiekaarten op 1 km² (historische reeks) is een landsdekkend, vierkant grid berekend met OPS (GCN-GDN methode). Voor berekeningen op 1 hectare (prognoses voor 2025 en 2030 en de achtergronddepositie referentiekaart) en 16 hectare (prognoses 2035 en 2040) is een grid gebruikt van hexagonalen (conform AERIUS) en zijn de berekeningen uitgevoerd met AERIUS Connect. Deze berekeningen zijn alleen uitgevoerd op plekken waar stikstofgevoelige habitats of leefgebieden voorkomen. De berekening wordt uitgevoerd van de bron naar het middelpunt van de hexagoon.

Kalibratie en meetcorrectie

Het is praktisch onhaalbaar om overal in Nederland continu te meten. Een modelberekening is daarom bedoeld om de werkelijkheid te benaderen. Deze berekeningen worden gekalibreerd aan metingen van de concentratie en depositie. Aan de hand van de kalibratie wordt een meetcorrectie berekend.

Deze meetcorrectie wordt toegepast op de berekende totale depositie per component (NO_y en NH_x). Er is dus geen correctie op de afzonderlijke sectoren. Zo sluit de uiteindelijke kaart zo goed mogelijk aan bij gemeten waarden.

Naast kalibratie bestaat de meetcorrectie uit de bijdrage van ammoniak uit zee. Uit een onderzoek van 2014 is gebleken dat concentraties

¹⁰ De inzichten voor referentiejaar 2020 zijn bepaald door berekeningen voor 2021 te schalen met het verschil in emissieniveau tussen 2020 en 2021.

ammoniak langs de kust structureel worden onderschat. Op basis van een algenkaart zijn ammoniakemissies op zee toegevoegd, waardoor het verschil tussen modelberekeningen en metingen aan de kust significant kleiner is geworden. Omdat deze bijdrage in feite een correctie tussen gemeten en berekende concentraties betreft, is dit onderdeel van de meetcorrectie. Momenteel wordt de bijdrage van ammoniakemissies van zee verder onderzocht (RIVM, 2023e).

Voor de kalibratie is gebruikgemaakt van de metingen van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN, <https://man.rivm.nl>) en het Landelijk Meetnetwerk Luchtkwaliteit (LML, <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-luchtkwaliteit>).

Voor de historische jaren wordt alleen gebruikgemaakt van metingen van de betreffende jaren. Zo worden jaarlijkse variaties in emissies en weersomstandigheden meegenomen.

Voor de berekeningen op basis van gemiddelde weersomstandigheden (achtergronddepositie en de depositieprognoses) is gebruikgemaakt van de gemiddelde meetcorrectie over de periode 2017-2021. Met deze kalibratie wordt gecorrigeerd voor het gemiddelde verschil tussen berekende en gemeten concentraties over deze vijf jaren. Dit is om fluctuaties tussen verschillende jaren te voorkomen. Zo worden vergelijkingen tussen referentiejaren en prognosejaren minder gevoelig voor specifieke fluctuaties per jaar.

Per component van de depositie (droge en natte depositie van NH_x en NO_y) is gekozen voor de methode die het beste aansluit bij het aantal beschikbare metingen:

- De droge depositie van stikstofoxiden wordt niet gekalibreerd naar metingen, omdat er geen metingen beschikbaar zijn.
- Voor de droge depositie van ammoniak is een ruimtelijke kalibratie toegepast op basis van concentratiemetingen van het MAN en LML. Voor meer informatie over deze correctiekaart wordt verwezen naar de bijbehorende rapportage (RIVM, 2020a).
- De natte deposities van ammoniak en stikstofoxiden zijn gekalibreerd met constante kalibratiefactoren gebaseerd op metingen van het LML.

De depositie die is berekend, wordt vermenigvuldigd met deze factor om tot de totale, gekalibreerde depositie te komen. De kalibratiemethode is hetzelfde als voor de GDN-kaarten. De kalibratiefactoren voor de verschillende kaarten en jaren staan in Tabel 22.

Tabel 22 Overzicht van de kalibratiefactoren voor de verschillende componenten van de stikstofdepositie per jaar uit de historische reeks. En voor de periode 2017-2021 welke gebruikt is voor de berekeningen op basis van gemiddelde weersomstandigheden. Voor droge depositie van NH_x wordt gebruikgemaakt van een ruimtelijke kalibratie. In de tabel is deze kalibratie samengevat met mediaan van de kalibratiefactor en het minimum en maximum tussen haken.

Jaar	NO_y natte depositie	NH_x natte depositie	NH_x droge depositie
2005	0,99	1,25	0,82 (0,53 - 1,56)
2006	0,81	1,03	0,77 (0,50 - 1,82)
2007	0,93	1,03	0,82 (0,49 - 1,44)
2008	0,91	1,02	0,92 (0,58 - 1,89)
2009	0,86	1,00	0,84 (0,55 - 1,51)
2010	0,92	1,08	0,77 (0,51 - 1,31)
2011	0,97	0,99	0,86 (0,60 - 1,45)
2012	0,98	1,01	0,96 (0,63 - 1,46)
2013	0,96	0,99	0,91 (0,57 - 1,46)
2014	0,90	0,96	1,04 (0,62 - 1,57)
2015	0,94	1,05	0,89 (0,54 - 1,59)
2016	0,84	0,98	0,94 (0,58 - 1,69)
2017	0,75	1,02	0,99 (0,60 - 1,87)
2018	0,82	1,06	1,25 (0,73 - 2,20)
2019	0,85	1,00	1,24 (0,74 - 1,99)
2020	0,82	0,89	1,19 (0,67 - 2,15)
2021	0,89	1,02	1,10 (0,56 - 2,11)
2022	0,91	1,01	0,93 (0,57 - 1,67)
2017-2021	0,82	0,99	1,14 (0,70 - 2,14)

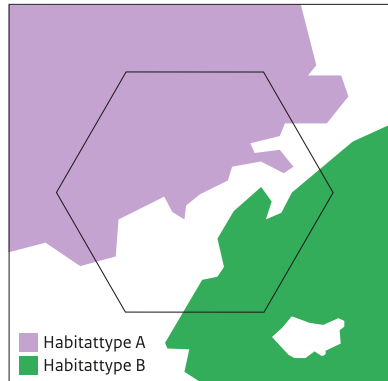
B3.3 Bepalen overschrijding

Wanneer de stikstofdepositie in stikstofgevoelige natuur hoger is dan de kritische depositiewaarde (KDW), is sprake van overschrijding. Het totale Nederlandse oppervlak stikstofgevoelige natuur onder de KDW, uitgedrukt als percentage, wordt gebruikt bij de toetsing aan de omgevingswaarden voor stikstof, zoals geformuleerd in de Wsn.

Methode oppervlak onder de KDW

Binnen elk oppervlak in de Natura 2000-gebieden waarvoor depositie is berekend (1 of 16 ha hexagonalen of 1 km² vierkanten), wordt per stikstofgevoelige habitat of leefgebied het gekarteerde oppervlak berekend (Figuur 21). Vervolgens wordt bepaald of en in welke mate de KDW wordt overschreden en wordt het percentage berekend van het totale gekarteerde oppervlak dat onder de KDW blijft. Dit percentage is landelijk berekend en is uit te splitsen naar natuurgebied of habitattype.

Ligging en oppervlakte van habitattypen



De stikstofdepositie op dit hexagoon is 1.000 mol/j. De kritische depositiewaarde (KDW) van habitat A is 900, van B 1.200. Bij A is dus sprake van matige overbelasting, bij B geen overbelasting.

Habitattype	Gekarteerde oppervlakte (ha) (binnen dit hexagoon)	Niet overbelast (ha) (binnen dit hexagoon)
A	0,55	-
B	0,24	0,24
Totaal (binnen dit hexagoon)	0,79	0,24

$$\text{Omgevingswaarde} = \frac{\text{Niet overbelast}}{\text{Totaal}} = \frac{0,24}{0,79} \approx 30\%$$

Figuur 21 Illustratie van de berekening van het oppervlak onder KDW. Voor berekeningen op basis van depositiekaarten op km² resolutie is dezelfde methode gebruikt.

B3.4 Berekening van de gemiddelde depositie en overschrijding

De berekende depositiebijdragen zijn representatief voor 1 ha, 16 ha of 1 km² rondom het rekenpunt. Depositiewaarden zijn vaak per Natura 2000-gebied of landelijk gemiddeld weergegeven. Dit betreft een gewogen gemiddelde op basis van het gekarteerde oppervlak. Ook voor de bepaling van de overschrijding van de KDW wordt deze weging toegepast.

Hieronder lichten we toe hoe we van rekenresultaten per hectare of km², naar een weergegeven gemiddelde depositie of overschrijding komen.

Weging gekarteerde oppervlak

Voor de bepaling van de gemiddelde depositie of overschrijding, voor een natuurgebied, habitattype of leefgebied, is het gekarteerde oppervlak het uitgangspunt. Dat is het oppervlak in het natuurgebied waar het habitattype daadwerkelijk voorkomt. Op habitatniveau is dit het ecologisch relevante oppervlak.

Het gekarteerde oppervlak wordt bepaald door het relevante ingetekende oppervlak te nemen, en dat te vermenigvuldigen met de gemiddelde dekkingsgraad van het habitattype of leefgebied binnen dat gebied.

Een voorbeeld: als het ingetekende relevante oppervlak 1 hectare is en de dekkingsgraad is 0,5, dan gaat het om 0,5 hectare gekarteerd oppervlak. Figuur 22 illustreert hoe de dekkingsgraad en de gemiddelde depositie worden bepaald.

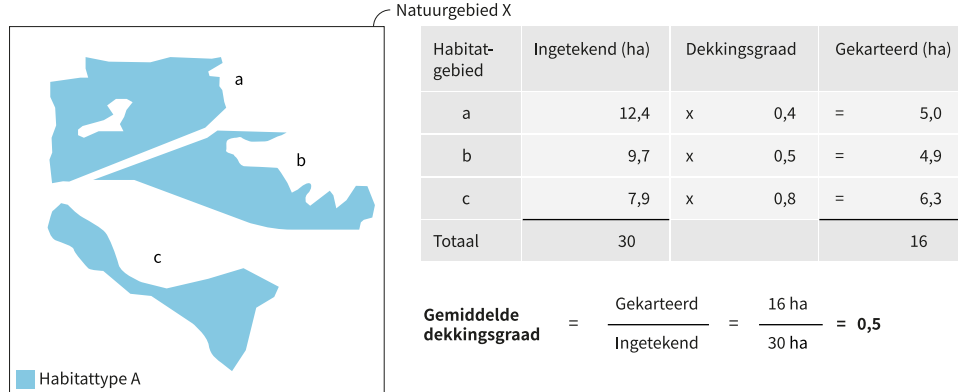
Het totale gekarteerde oppervlak van een habitattype of leefgebied in een natuurgebied is de som van alle stukjes gekarteerd oppervlak binnen het natuurgebied. Een habitattype of leefgebied kan namelijk verspreid over het natuurgebied voorkomen, waarvan elk stuk habitattype binnen dat natuurgebied een andere dekkingsgraad kan hebben. Dat betekent dat er twee ingetekende habitatgebieden kunnen zijn die beide 1 hectare groot zijn, maar waar het ene habitatgebied een dekkingsgraad van 1 heeft (dus 1 hectare gekarteerd oppervlak) en het andere habitatgebied een dekkingsgraad van 0,5 heeft (dus 0,5 hectare

gekarteerd oppervlak). Het totale gekarteerde oppervlak voor het habitattype is dan 1,5 hectare, binnen een relevant ingetekend gebied van 2 hectare.

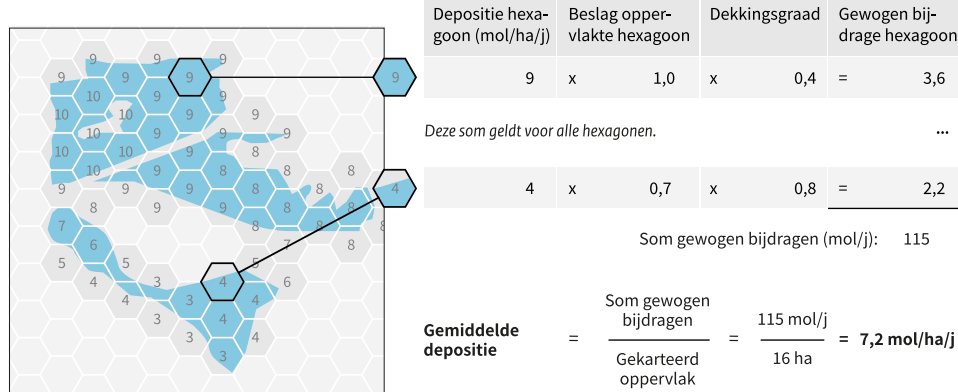
Bij het bepalen van de gemiddelde depositie voor een natuurgebied, habitattype of leefgebied, berekenen we eerst de gewogen depositiebijdrage. Dat doen we door de depositie te vermenigvuldigen met het gekarteerde oppervlak binnen de berekende km² of hectare. Vervolgens tellen we al deze gewogen bijdragen op, en delen we dit door het totale gekarteerde oppervlak. Het resultaat is een gemiddelde depositie, waarbij iedere vierkante meter gekarteerd oppervlak even zwaar meetelt. Grote gebieden hebben hierdoor meer invloed op de uitkomst dan kleine gebieden.

Voor het bepalen van de gemiddelde overschrijding wordt dezelfde methode toegepast, maar in plaats van depositie wordt in deze berekening de overschrijding van de KDW per stukje habitattype gebruikt.

Oppervlakte en dekkingsgraad per habitattype



Gemiddelde depositie



Figuur 22 Een illustratie van de werkwijze voor het bepalen van de gemiddelde dekkingsgraad en de gemiddelde depositie in een natuurgebied, waarbij gebruik wordt gemaakt van de gewogen gemiddeldes.

B3.5 Natuurgegevens

De natuurgegevens die in deze rapportage zijn gebruikt, zijn:

- De grenzen van de Natura 2000-gebieden (LNV, versie 1 april 2022).
- Kritische depositiewaarden per stikstofgevoelig habitattype of leefgebied (LNV, versie 16 mei 2023).
- De doelstellingen voor habitattypen en soorten (LNV, natura2000.nl, versie 25 mei 2022).
- De habitat- en leefgebiedenkaarten (BIJ12, versie 9 mei 2023). Deze kaarten bevatten voor de Natura 2000-gebieden de voorkomende (gekarteerde) habitattypen en eventueel het aanvullend stikstofgevoelige leefgebied van soorten.
- De relatie tussen soorten en leefgebieden; deze beschrijft van welke leefgebieden soorten afhankelijk zijn (BIJ12, versie 14 juli 2020).

Relevante habitattypen en leefgebieden

Bij Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen op basis van de Vogelrichtlijn is sprake van relevante stikstofgevoelige natuur wanneer ze onderdeel uitmaken van een leefgebied van een aangewezen soort.

Bij Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen op basis van de Habitatrictlijn is sprake van relevante stikstofgevoelige natuur wanneer het een aangewezen habitattype, een onbekend habitattype, of het leefgebied van een aangewezen habitaatsoort betreft.

Een aangewezen habitattype of habitaatsoort wordt alleen meegenomen wanneer het desbetreffende habitattype of het leefgebied van de desbetreffende habitaatsoort aangemerkt kan worden als 'stikstofgevoelig'. Habitattypen en leefgebieden van habitaatsoorten zijn stikstofgevoelig wanneer hun KDW kleiner is dan 2.400 mol/ha/jr.



Figuur 23 Schematische weergave van een Natura 2000-gebied waarin natuur als relevant (blauw) of niet-relevant (grijs) is aangemerkt.

Bijlage 4 Verschillen ten opzichte van het vorige rapport

De gegevens worden elk jaar geactualiseerd. Zo ontstaat een zo actueel mogelijk beeld van de stikstofdepositie. Hierdoor wijzigen de resultaten ieder jaar. Bijlage 4 beschrijft de effecten van updates en inzichten.

B4.1 Nieuwe inzichten en gegevens

De monitoring van stikstofdepositie wordt jaarlijks uitgevoerd op basis van de best beschikbare en meest actuele gegevens en inzichten. Regelmatig komen nieuwe gegevens over de uitstoot en verspreiding van stikstof beschikbaar. Het RIVM verwerkt deze elk jaar bij de productie van kaarten van luchtkwaliteit en stikstofdepositie. Het RIVM hanteert hiervoor het protocol *Nieuwe inzichten luchtkwaliteit en stikstofdepositie*. Daarin is vastgelegd onder welke voorwaarden onderzoeksresultaten worden verwerkt en met welke frequentie gegevens worden geactualiseerd.

Primaire gegevensbronnen die effect hebben op de stikstofdepositiekaarten zijn: de emissies, de ruimtelijke verdeling van emissies, emissieramingen en de metingen van stikstofoxiden en ammoniak in de lucht en in regenwater.

Met de update van deze gegevens zijn de (verwachte) effecten van de ontwikkelingen in de sectoren en het beleid in binnen- en buitenland geactualiseerd. Elk jaar worden de nieuwe gegevens over emissies en metingen geactualiseerd. Emissieramingen komen elke twee jaar beschikbaar.

Daarnaast worden regelmatig achtergrondgegevens geactualiseerd. Dit zijn onder andere concentratiekaarten van NH₃, SO₂ en NO_x, maar ook kaarten van het landgebruik en chemische conversie van stoffen in de lucht. Deze gegevens zijn nodig voor het berekenen van de stikstofdepositie. Ook worden rekenmethoden aangepast als gevolg van onderzoekstrajecten. Deze aanpassingen hebben ook effect op de berekende stikstofdepositie.

Tot slot wijzigen gegevens over de stikstofgevoelige natuur regelmatig. Dit zijn de habitatkaarten, relaties tussen soorten en hun leefgebieden en de bijbehorende kritische depositiewaarden. Deze updates hebben een effect op de berekende overschrijdingen van de KDW.

- B4.1.1** *Effect op de berekende depositie en de overschrijding van de KDW*
 In Tabel 23 is op hoofdlijnen het effect van de actualisatie van verschillende gegevens en methoden op de depositie en oppervlakte onder de KDW voor 2030 uiteengezet. In onderstaande tekst zijn de effecten samengevat. Vanaf paragraaf B4.2 worden de oorzaken van deze verschillen verder toegelicht.

Tabel 23 Opbouw van de verschillen op de berekende stikstofdepositie en oppervlakte onder de KDW voor 2030 tussen rapportage 2022 en rapportage 2023. De effecten van de afzonderlijke wijzingen geven een beeld van de onderlinge verhoudingen. De effecten tellen niet op, omdat wijzingen ook effect hebben op elkaar, afhankelijk zijn van de volgorde waarin ze worden beschouwd en door afrondingsverschillen.

	Depositie 2030 (mol/ha/jaar)	Oppervlakte onder KDW 2030 (percentage)
Rapportage 2022	1.236	43
Nieuwe emissieramingen	+1	+0
Nieuwe emissieverdelingen	-5	+0
Nieuwe emissiekaracteristieken	+1	+0
Update rekenmodel	+0	+0
Recentere metingen	+ 80	-4
Totaal verschil depositie	1.313 + 77	40 -3
Update habitatkaart	-3	+0
Update KDW	+0	-10
Rapportage 2023	1.309	30

De prognose van stikstofdepositie in 2030 stijgt op basis van de nieuwe inzichten en gegevens met ca. 75 mol/ha/jaar ten opzichte van de rapportage van vorig jaar.

De trend van de stikstofdepositie tussen 2020 en 2030 is in de huidige rapportage een daling van circa 150 mol/ha/jaar (Figuur 24). In de vorige rapportage was dit een daling van ongeveer 220 mol/ha/jaar¹¹. De verschillen in de berekende depositie verschillen sterk van locatie tot locatie (Figuur 25).

Het berekende oppervlak onder de KDW in 2030 is 13 procentpunt lager in 2030 dan in het rapport vorig jaar: 3 procentpunt daarvan komt door de actualisatie van de depositiecijfers; 10 procentpunt door de herziene KDW's. In het huidige rapport is er nog steeds sprake van een stijgende trend tussen 2025 en 2030 in het oppervlak onder de KDW. Echter is deze trend vlakker dan in het vorige rapport (Figuur 26).

De nieuwe depositiekaarten zorgen voor een hogere overschrijding van gemiddeld circa 60 mol/ha/jaar in 2030. Door de nieuwe KDW's neemt de overschrijding van de KDW in 2030 toe met 170 mol/ha/jaar (Figuur 27).

Ten opzichte van de rapportage van vorig jaar is de depositie voor de historische reeks voor 2005-2020 nagenoeg hetzelfde (Figuur 24). Over de hele reeks zijn de berekende deposities 5 tot 20 mol/ha/jaar lager dan in de rapportage van vorig jaar. Voor 2021 is de depositie gemiddeld circa 5 mol/ha/jaar hoger dan vorig jaar berekend. De KDW-overschrijding is over de hele periode 2005-2020 ongeveer 120 mol/ha/jaar hoger dan vorig jaar berekend, wat voor een groot deel

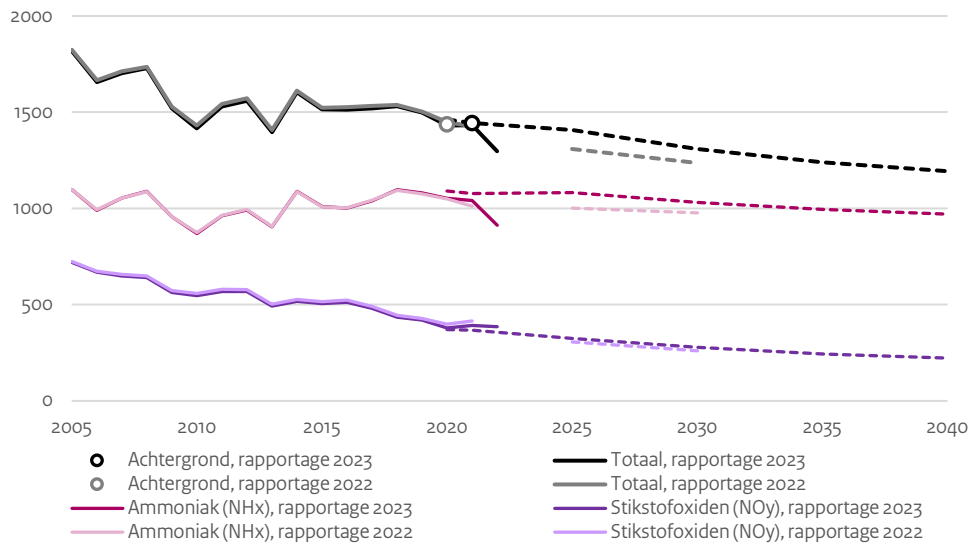
¹¹ De daling in de vorige rapportage was uitgedrukt ten opzichte van 2018, vanwege het feit dat de KEV 2020 gebaseerd was op de emissiereeks 1990-2018. Voor een consistente vergelijking tussen de vorige en de huidige rapportage, is de daling tussen 2018 en 2030 lineair geïnterpoleerd om tot een depositie ontwikkeling ten opzichte van 2020 te komen.

door de lagere KDW's komt. Het percentage oppervlak onder de KDW is voor deze periode enkele procentpunten lager (Figuur 26).

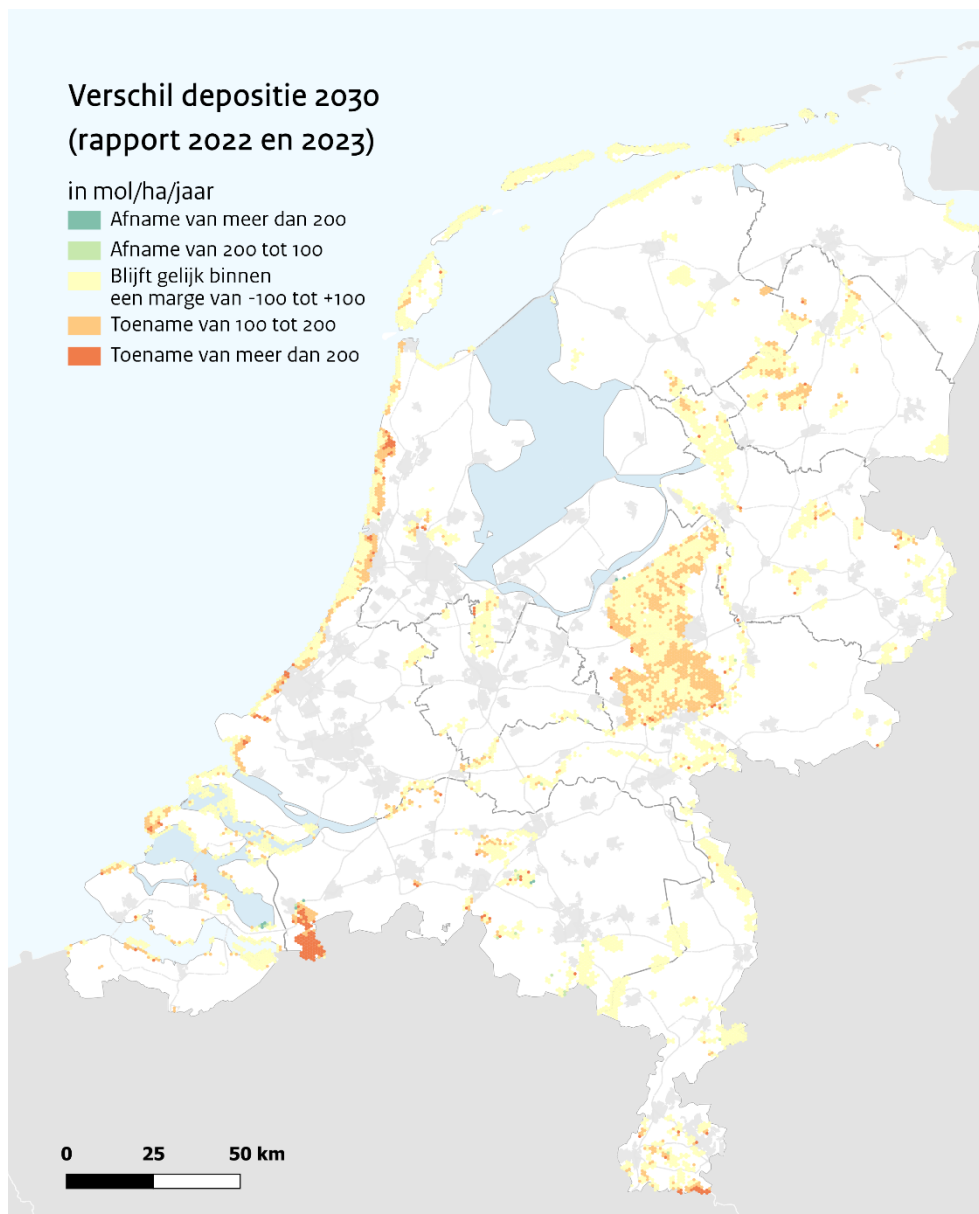
Ontwikkeling stikstofdepositie (in mol N per ha per jaar)

Gemiddeld op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden

Vershil tussen rapportage 2022 en 2023



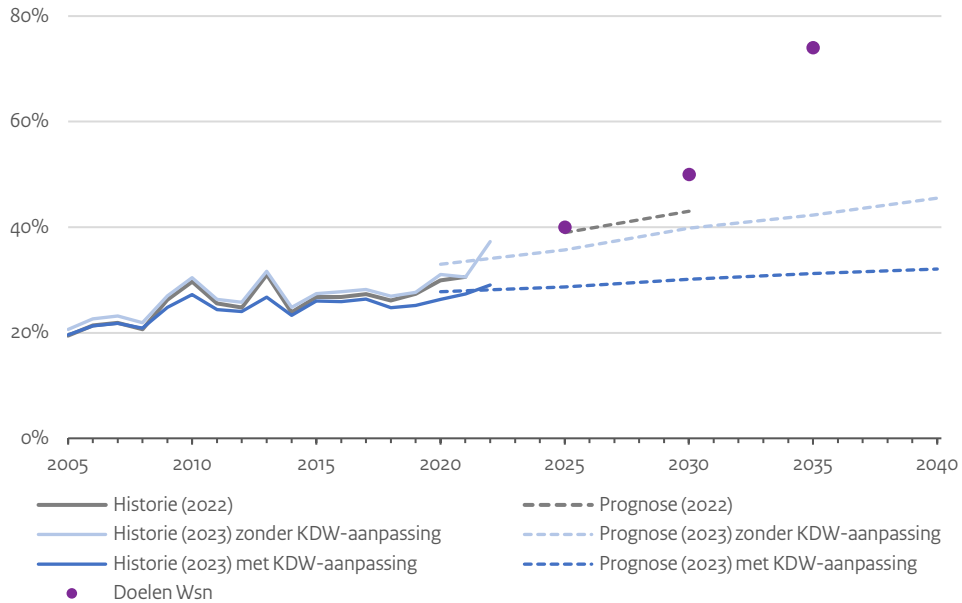
Figuur 24 Ontwikkeling van stikstofdepositie uit rapportage 2022 (lichte tinten) en de huidige rapportage 2023 (donkere tinten). 'Achtergrond' en de prognoses (gestreepte lijnen) betreffen berekeningen met gemiddelde weersomstandigheden. 'Historie' is berekend met weersomstandigheden van het betreffende jaar, waardoor er variatie van jaar tot jaar is, en deze lijn niet aansluit op de prognoses.



Figuur 25 Verschillen in de depositie in 2030 tussen de rapportage 2022 en de huidige rapportage 2023.

Stikstofgevoelige natuur onder kritische depositiewaarde

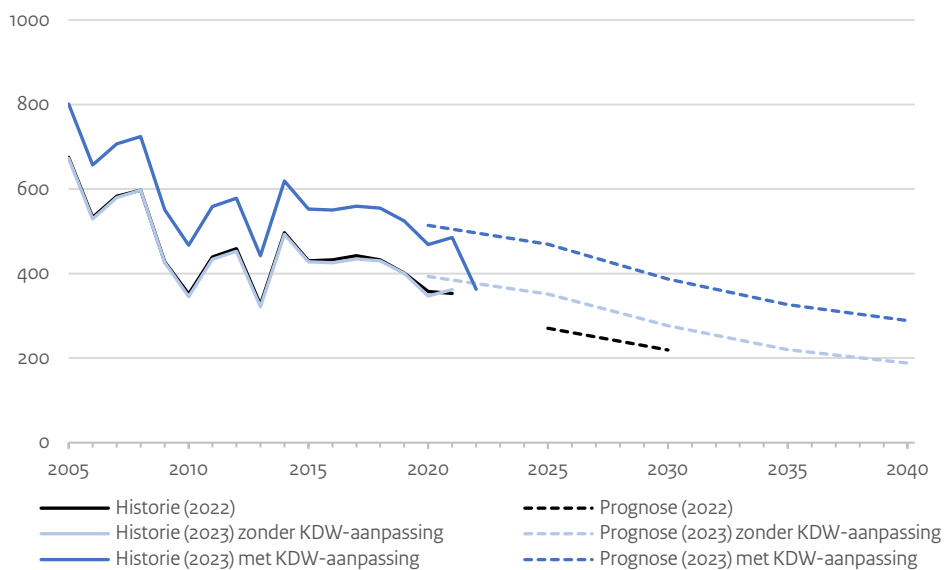
Vershil tussen rapportage 2022 en 2023



Figuur 26 Ontwikkeling van de stikstofgevoelige natuur onder de KDW uit rapportage 2022 en de huidige rapportage 2023, waarbij het effect op de cijfers zowel met als zonder KDW-aanpassing is gevisualiseerd. 'Historie' is berekend met weersomstandigheden van het betreffende jaar, waardoor er variatie van jaar tot jaar is.

Gemiddelde overschrijding van de kritische depositiewaarde in mol/ha/jaar

Vershil tussen rapportage 2022 en 2023



Figuur 27 Ontwikkeling van de overschrijding van de kritische depositiewaarde uit rapportage 2022 en de huidige rapportage 2023, waarbij het effect op de cijfers zowel met als zonder KDW-aanpassing is gevisualiseerd. 'Historie' is berekend met weersomstandigheden van het betreffende jaar, waardoor er variatie van jaar tot jaar is.

B4.2 Nieuwe gegevens emissies

B4.2.1 Nieuwe totalen van Nederlandse emissies

De laatste emissiegegevens over Nederlandse emissies van ammoniak en stikstofoxiden van de Emissieregistratie (ER) zijn gebruikt. De meest recente emissietotalen gaan over het jaar 2021 en zijn afkomstig uit de ER-reeks 1990-2021 (RIVM, 2023c) (vorig jaar was dit 2020 uit ER-reeks 1990-2020 (RIVM, 2022a).

Behalve een extra jaar, zijn ook nieuwe inzichten op de hele emissiereeks toegepast. Belangrijke aanpassingen zijn:

- De totale ammoniakemissies in 2021 uit de nieuwe emissiereeks zijn circa 2 kton lager dan de emissies in 2020 uit de vorige emissiereeks. De daling in ammoniakemissies komt voornamelijk door ontwikkelingen in de landbouw.
- Dieraantallen wijzigen van jaar tot jaar. Zo is bijvoorbeeld het aantal melkkoeien, varkens en pluimvee gedaald en is het aantal vrouwelijk jongvee toegenomen in 2021 ten opzichte van het jaar 2020 (Van Bruggen et al., 2023). Dit heeft effect op de depositie rondom regio's waar deze stallen zich bevinden.
- Door weersomstandigheden is het stikstofgehalte in kuilgras (voedsel voor melkvee) afgenomen in 2021 in vergelijking met 2020. Dit heeft geleid tot lagere emissies (CBS, 2022).
- De emissies zijn bij het toedienen van mest hoger in 2021 dan in 2020. Dit leidt tot toenames in deposities in regio's waar veel mest wordt toegediend.
- De totale emissie van stikstofoxiden is in 2021 uit de nieuwe emissiereeks circa 5 kton lager dan de emissies in 2020 uit de vorige emissiereeks. De daling komt voornamelijk uit de sector Mobiliteit.

B4.2.2 Ruimtelijke verdeling van Nederlandse emissies

De gebruikte ruimtelijke verdeling van Nederlandse emissies zijn geactualiseerd. Nadere toelichting op deze wijzingen is beschreven in RIVM (2023b). Relevante wijzingen voor stikstofdepositie zijn:

- Jaarlijkse update: het gebruik van landbouwtelling uit 2020 voor de productie van de Geografische Informatie Agrarische Bedrijven (GIAB) voor de emissies uit de landbouw.
- Update van de verdeling van emissies uit wegverkeer.
- Nieuwe ruimtelijke verdeling van emissie uit mobiele werktuigen.

Door deze nieuwe ruimtelijke verdeling van de Nederlandse emissies ten opzichte van de verdeling gebruikt in de vorige rapportage, is de depositie gemiddeld ongeveer 5 mol/ha/jaar lager.

B4.2.3 Ruimtelijke verdeling emissies België

Een belangrijk onderdeel van depositieberekeningen is de bijdrage die wordt veroorzaakt door buitenlandse bronnen. In het vorige rapport waren al de ruimtelijke verdeling van emissies voor het buitenland geactualiseerd. Alleen voor emissies uit België was dit om technische redenen nog niet gedaan. Met de actualisatie van 2023 is ook de ruimtelijke verdeling van Belgische emissies geactualiseerd. Er wordt nu gebruikgemaakt van gedetailleerde gegevens die de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM) ook gebruikt bij modelberekeningen. Bovendien zijn

deze recenter en hebben ze een beter toepasbare sectorale indeling dan voorheen.

Deze actualisatie heeft vlak bij de grens met België de grootste effecten op de berekende depositie. Er is sprake van toename en afname, afhankelijk van de locatie. Gemiddeld is het effect van deze actualisatie een daling van 1 mol/ha/jaar op Natura 2000-gebieden.

B4.2.4 Buitenlandse emissietotalen

Voor de buitenlandse emissies wordt gebruikgemaakt van de emissietotalen uit de emissiereeks van het EMEP Centre of Emission Inventories and Projections (CEIP, 2022). Het laatste jaar hiervan is 2020 (dit was in het vorige rapport 2019).

B4.2.5 Actualisatie emissiekenmerken

Voor het modelleren van de verspreiding van een stof zijn ook kenmerken van belang die aan een emissiebron worden toegekend. Naast de stoffeigenschappen, de meteorologie en de ruwheid van het terrein.

Deze kenmerken worden voor bronnen van individuele bedrijven via het eMJV (elektronisch MilieuJaarVerslag) ieder jaar geactualiseerd. Voor de overige emissies worden deze kenmerken op basis van expert-judgement per zogeheten GCN-sector bepaald. Door voortschrijdend inzicht of verdere detaillering van GCN-sectoren is in deze ronde een aantal kenmerken geactualiseerd/toegevoegd (Dröge & Koch, 2022).

De effecten van deze actualisatie verschillen per locatie. Gemiddeld in Natura 2000-gebieden zijn de effecten echter beperkt tot een stijging van minder dan 1 mol/ha/jaar.

B4.3 Nieuwe gegevens emissieramingen

B4.3.1 Binnenlandse emissieramingen

Voor de prognoses wordt gebruikgemaakt van de emissietotalen uit de light-update¹² van emissieramingen voor luchtverontreinigende stoffen op basis van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022 voor Nederland (PBL, 2023). Vorig jaar werd nog gebruikgemaakt van de cijfers op basis van de KEV uit 2020. In de KEV 2022 zijn voor de jaren 2025 en 2030 de ramingen geactualiseerd op basis van nieuw beleid, nieuwe inzichten over de effectiviteit van het beleid en nieuwe inzichten over de uitstoot. Daarnaast zijn voor de jaren 2035 en 2040 ook ramingen gemaakt. Deze ramingen hebben een indicatief karakter.

Ramingen ammoniak:

Voor ammoniak zijn de ramingen lager (circa 6 kton, ongeveer 5 procent voor 2030) dan de ramingen die gebruikt zijn in de vorige rapportage.

Mestaanwending

De daling van ammoniakemissies vindt met name plaats bij mestaanwending. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door een bijstelling van

¹² De Klimaat- en Energieverkenning 2022 is gebaseerd op de emissiereeks 1990-2020 van Emissieregistratie. Om aan te sluiten op de nieuwste inzichten en de cijfers van 2021, zijn de ramingen in de light-update aangepast naar de nieuwere Emissieregistratie reeks over 1990-2021.

de historische emissiecijfers, zoals gerapporteerd door Emissieregistratie door nieuwe wetenschappelijke inzichten. Anderzijds wordt er ook een daling in het gebruik van kunstmest verwacht als gevolg van hogere energieprijzen.

Stal en opslag

Uit stal en opslag nemen de ammoniakemissies juist toe. In de nieuwe ramingen wordt uitgegaan van een lagere effectiviteit van emissiearme stalvloeren. In de oude ramingen werd nog uitgegaan van volledige effectiviteit. In combinatie met historische en verwachte ontwikkelingen in dieraantallen zullen de emissies uit stal en opslag stijgen ten opzichte van de vorige ramingen.

Overige ontwikkelingen

Naast genoemde verschillen in de landbouw zijn er ook andere ontwikkelingen die relevant zijn voor de ammoniakemissies. Zo is de ammoniakemissie uit wegverkeer gedaald, door de snelle groei van het aantal elektrische auto's. De emissies uit met name afvalverwerking is toegenomen door meer mestvergisting en door nieuwe inzichten, die zijn meegenomen in de emissiereeks van de Emissieregistratie. Voor meer informatie over de verschillen tussen de ramingen, zie paragraaf 3.6 in PBL et al. (2023a).

Conclusie

De nieuwe ammoniakramingen leiden als geheel tot een daling van ongeveer 7 mol/ha/jaar in Natura 2000-gebieden in 2030 ten opzichte van het vorige rapport. Dat komt overeen met ongeveer 1 procent van de neerslag door ammoniak.

Dat het verschil in depositie (1 procent) kleiner is dan het relatief grote verschil in emissies (circa 5 procent), heeft te maken met de locatie waar de emissiereducties plaatsvinden. De grootste daling wordt geraamd bij het aanwenden van mest, terwijl tegelijkertijd de emissies uit stallen hoger worden. Stallen liggen over het algemeen dichter bij grote natuurgebieden dan de plekken waar de meeste mest wordt aangewend. Daarmee heft de emissiestijging bij stallen de grotere emissiedaling bij het aanwenden van mest voor een groot deel op in de gemiddelde cijfers. Ook de locatie van afvalverwerkers is vaak dichtbij Natura 2000-gebieden.

Ramingen stikstofoxiden:

Voor stikstofoxiden zijn de ramingen hoger (circa 8 kton, ongeveer 3 procent voor 2030) dan de ramingen die in de vorige rapportage zijn gebruikt.

Mobiliteitsector

Deze stijging komt door een combinatie van factoren en vindt met name plaats bij de mobiliteitssector. Enerzijds werken wijzigingen in wetenschappelijke inzichten bij de Emissieregistratie door in de nieuwe ramingen. Anderzijds zijn er nieuwe inzichten in de effecten van meegenomen beleid.

Voorbeelden van nieuwe inzichten bij de Emissieregistratie zijn de toevoeging van emissies van koelaggregaten bij vrachtauto's en nieuwe

cijfers over de hoeveelheid en ouderdom van mobiele werktuigen. Beide voorbeelden hebben geleid tot hogere emissies van stikstofoxiden.

Er zijn nieuwe inzichten in de effecten van het meegenomen beleid op de emissie van stikstofoxiden. Zo zijn de emissieramingen uit de mobiliteitssector voornamelijk omhoog bijgesteld door een lager geraamd effect van de subsidieregeling voor verschonen van de binnenvaartvloot. Ook is er een minder strenge handhaving aangenomen van de NECA-zone voor zeescheepvaart, zijn er nieuwe inzichten in de werking van SCR-katalysatoren in vrachtauto's en is er een snellere toename in elektrische vrachtauto's.

Industrie en Energie

Daarnaast leiden maatregelen in de basismetaalindustrie bij TATA Steel en bijgestelde inzichten in het gebruik van fossiele brandstoffen in de overige industrie- en energiesectoren tot lagere ramingen van stikstofoxiden.

Landbouw

In de landbouw resulteren de al besproken hogere kunstmestprijzen in combinatie met een lagere hoeveelheid dierlijke mest tot lagere ramingen van stikstofoxiden. Voor meer informatie over de verschillen tussen de ramingen, zie paragraaf 2.6 in PBL et al. (2023a).

Conclusie

De nieuwe ramingen van stikstofoxiden leiden als geheel tot een stijging van ongeveer 8 mol/ha/jaar in Natura 2000-gebieden. Wanneer de effecten van de ramingen van ammoniak en stikstofoxiden bij elkaar worden opgeteld, is het netto-effect van de nieuwe ramingen in vergelijking met de rapportage van vorig jaar beperkt (een stijging van gemiddeld 1 mol/ha/jaar in Natura 2000-gebieden voor het jaar 2030).

B4.3.2 Buitenlandse emissieramingen

Voor het buitenland zijn de prognoses afkomstig uit de Clean Air Outlook 2 die het International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) in 2020 in opdracht van de Europese Commissie heeft opgesteld (Amann et al., 2021). Dit NAPCP-scenario houdt rekening met de effecten van het additionele beleid dat landen hebben gerapporteerd in hun nationale actieplannen, de National Air Pollution Control Programmes (NAPCPs).

Na het bemesten van landbouwbodems komt, naast ammoniak, ook NO_x vrij uit de bodem. Deze emissie was lang te onzeker om mee te nemen in de berekeningen. Nederland rapporteert deze emissie al enige tijd. En sinds een aantal jaren wordt de Nederlandse NO_x-emissie uit landbouw meegenomen in de luchtkwaliteits- en stikstofdepositieberekeningen. Zowel in de historische emissies als in de ramingen.

Inmiddels rapporteert het grootste deel van de Europese landen, inclusief onze directe buurlanden, ook de NO_x-emissies uit landbouwbodems en worden die ook in de berekeningen meegenomen. De buitenlandse ramingen bevatten in eerste instantie *geen* NO_x uit landbouwbodems. Dit jaar is de bijdrage van NO_x uit landbouwbodems ook in het NAPCP-scenario opgenomen. De consistentie tussen de systematiek in historische emissies en ramingen is essentieel. Mede

daarom worden dit jaar de NO_x-emissies in de ramingen voor het buitenland ook meegenomen.

B4.4 Overige nieuwe inzichten en updates

B4.4.1 Update rekenmodel

Er zijn geen methodische aanpassingen gedaan aan het rekenmodel. De volgende gegevens zijn wel regulier geactualiseerd.

- Metingen voor NH₃ over 2021 zijn bekend, waardoor de achtergrondconcentratiekaart voor NH₃ is geactualiseerd voor 2021 (trendfactor in OPS). Dit heeft alleen effect op de historische kaart voor het jaar 2021.
- Gegevens over meteostatistiek en reactiesnelheden voor 2022 zijn toegevoegd om berekening voor dat jaar mogelijk te maken.

De wijzigingen hebben geen effect op berekeningen over jaren vóór 2021 of de prognosejaren.

B4.4.2 Toevoeging achtergrondgegevens voor 2035 en 2040

Het OPS-model maakt gebruik van chemische conversiekaarten om de omzetting van een precursor naar secundaire stoffen te modelleren. Voorheen waren enkel chemische conversiekaarten beschikbaar tot en met 2030. Omdat er nu ook emissieramingen beschikbaar zijn over 2035 en 2040 in de Klimaat- en Energieverkenning 2022, zijn er met behulp van het EMEP4NL-model voor deze jaren ook chemische conversiekaarten afgeleid.

Naast de chemische conversiefactoren, heeft het OPS-model ook achtergrondconcentraties van ammoniak, stikstofoxiden en zwaveloxiden nodig om de hoeveelheid stikstofdepositie te berekenen. Een voorbeeld is de droge depositie van ammoniak. De snelheid waarmee ammoniak via het bladoppervlak wordt opgenomen, hangt onder andere af van de ammoniakconcentratie in de lucht. Hoe hoger de (achtergrond)concentratie, hoe minder snel ammoniak deponereert via het bladoppervlak. In OPS zijn achtergrondkaarten voor 2035 en 2040 toegevoegd op basis van emissieramingen uit de KEV 2022.

B4.5 Recentere metingen

De depositiekaarten worden gekalibreerd aan de hand van metingen om zo goed mogelijk de werkelijkheid te beschrijven en systematische verschillen tussen model en meting te corrigeren.

De methodiek voor het kalibreren van de kaarten met behulp van metingen is niet gewijzigd. Wel zijn voor de kalibratie van de achtergrondkaart en de prognosekaarten recentere metingen gebruikt.

De kalibratie van prognosekaarten wordt uitgevoerd met de meest recente vijf jaren uit de reeks van de Emissieregistratie waarop de prognoses zijn gebaseerd. Deze is verschoven van 2014-2018 (KEV-2020 op basis van ER-reeks 1990-2018), naar 2017-2021 (KEV 2022 met update op basis van ER-reeks 1990-2021).

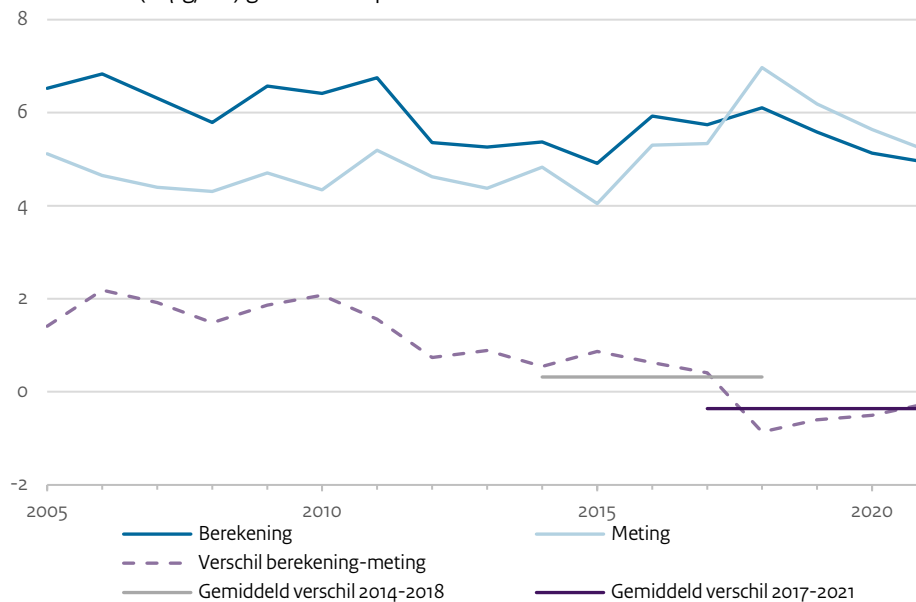
Voor de nieuwe periode is het verschil tussen gemeten en gemodelleerde concentratie en depositie anders. Daardoor is ook de

correctie van de achtergrondkaart en prognosekaarten anders. In de eerdere jaren waren modelberekeningen hoger dan de metingen, waardoor de prognosekaarten (gemiddeld) naar beneden werden bijgesteld (Figuur 28). In de recentere jaren blijkt dat de modelberekeningen dichter bij de metingen liggen. Voor de meest recente jaren zijn de berekeningen lager dan de metingen. Omdat de correctie voor de prognosekaarten de gemiddelde correctie is voor deze vijf jaren, en deze periode nu recent is, is de correctie hoger. De correctie verschilt wel van plek tot plek in het land. Zo zijn de toenames het hoogst in Zeeland, en zijn er afnames in de Peelgebieden.

Het effect van het gebruik van recentere metingen is ongeveer 80 mol/ha/jaar op de landelijk gemiddelde stikstofdepositie voor het jaar 2030. Dit effect is alleen van toepassing op de prognose en referentiekaart. Voor de historische jaren speelt dit niet, omdat daar aan de hand van de metingen voor het specifieke jaar wordt gekalibreerd.

Vershil metingen en berekeningen ammoniak

Concentratie (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemiddeld op alle meetlocaties



Figuur 28 De gemiddelde berekende en gemeten ammoniakconcentratie 2005-2021 (blauwe lijnen). Het verschil tussen beiden (licht paars) is waar met de kalibratie de berekeningen voor worden gecorrigeerd. Het verschil tussen de berekende en gemeten waarden voor een periode van vijf jaar wordt gebruikt voor de kalibratie van prognoses. Deze periode schuift op van 2014-2018 (grijs, rapportage 2022) naar 2017-2021 (donker paars, rapportage 2023).

B4.6 Nieuwe gegevens natuur en KDW's

B4.6.1 Actualisatie habitatkartering

De habitatkartering wordt jaarlijks aangepast, als er nieuwe inzichten beschikbaar zijn. Deze wijzigingen hebben nagenoeg geen effect op de gepresenteerde resultaten.

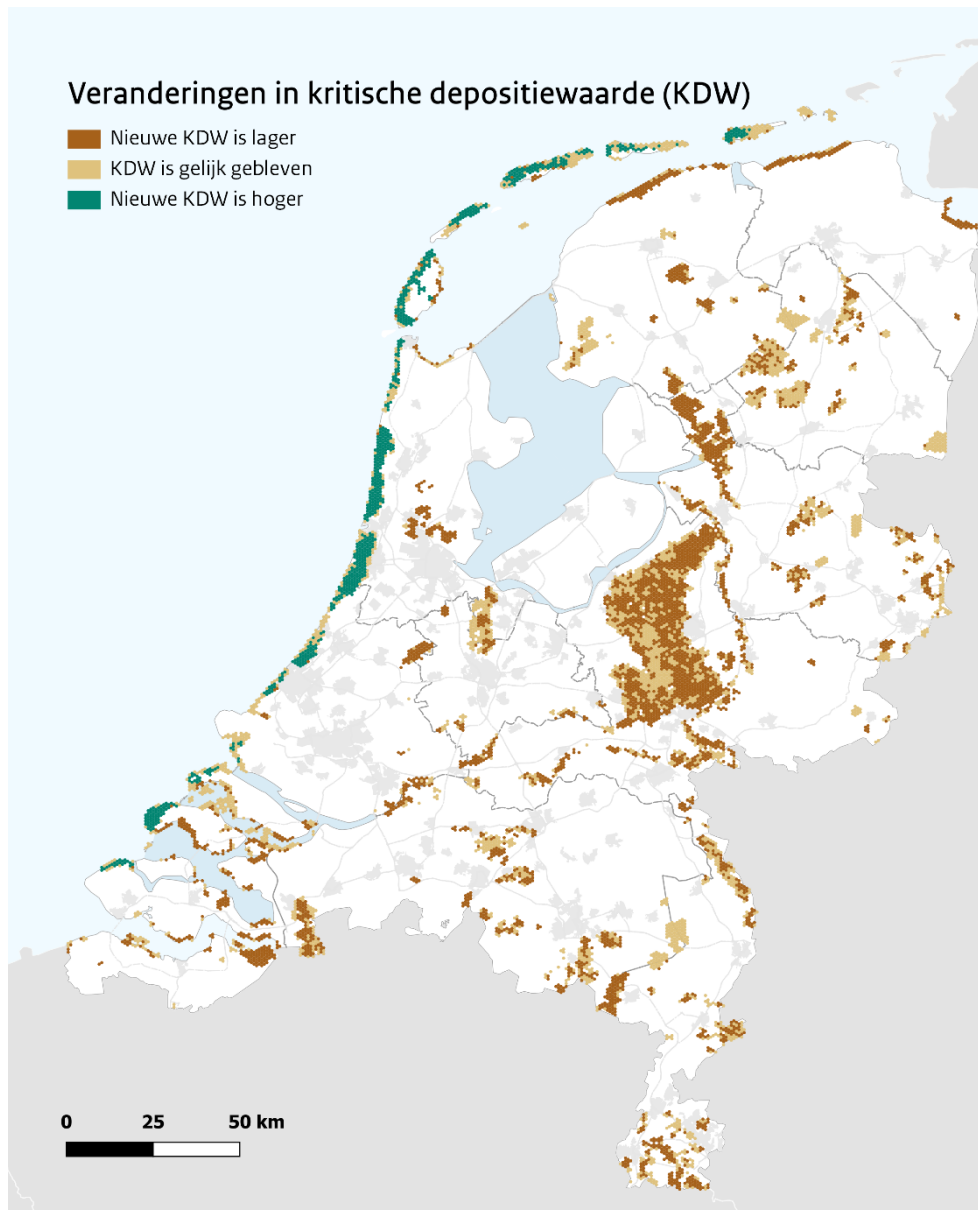
Voor vier gebieden is voor het eerst uitgegaan van de meest actuele habitatkartering (T1) en niet van de kartering op het moment van aanwijzing (T0). Het betreft vier kleine gebieden en ook deze wijziging

heeft beperkt effect op de gepresenteerde resultaten (< 5 mol/ha/jaar). Wel moet onderzocht worden hoe er in de toekomst met veranderingen in de habitattypenkaarten moet worden omgegaan.

B4.6.2 Actualisatie KDW's

Bij een internationale review en revisie van de kritische depositiewaarden (Bobbink et al., 2022) zijn nieuwe bandbreedtes vastgesteld. Specifieke KDW's voor habitattypen en leefgebieden zijn hierdoor aangepast (Van Dobben et al., 2023). De waarden zijn zowel naar boven als naar beneden bijgesteld en variëren tussen de +215 en -358 mol/ha/jaar. Eén uitzondering hierop betreft habitatype H7220 Kalktufbronnen. Voor dit habitatype is de KDW naar beneden bijgesteld met 970 mol/ha/jaar. Dit betreft echter een gekarteerd oppervlakte van minder dan 1 hectare en heeft geen impact op de gepresenteerde waarden. Figuur 29 laat zien dat in de duingebieden de KDW's omhoog en in de rest van de gebieden gelijk of naar beneden zijn gegaan. Let op dat de kaart een vertekend beeld geeft. De hoeveelheid gekarteerd oppervlakte (dat wil zeggen: het oppervlak waar het habitatype daadwerkelijk voorkomt) waarbij de KDW is toegenomen, is slechts 3 procent van het totaal gekarteerd oppervlak. Van 51 procent van het gekarteerde oppervlak is de waarde gelijk gebleven en van 46 procent is de waarde gestegen.

Het totale effect van de nieuwe KDW's op het berekende percentage onder de KDW in 2030 is een daling van 10 procentpunt (Figuur 26). De effecten zijn het grootst in gebieden waarbij de mate van overschrijding van de KDW relatief klein is. Dat komt omdat een stikstofgevoelig habitatype daarmee van net niet overschreden, naar net wel overschreden kan veranderen. Voor de historische reeks is het effect van de actualisatie van de KDW's op het landelijk percentage onder de KDW met enkele procentpunten kleiner (zie Figuur 26). Dit komt omdat de gevoeligheid van de overschrijding groter is naarmate de depositie dichter komt bij de KDW (zie paragraaf 7.1.3). Lagere KDW's hebben daarmee voor de historische jaren vooral effect op de mate van overschrijding van de KDW (Figuur 27) en in mindere mate op het feit of de KDW wel of niet wordt overschreden.



Figuur 29 Veranderingen in KDW. In de figuur is aangegeven waar de KDW lager, hoger of gelijk is gebleven. Voor visualisatie is het verschil in de minimale KDW per hexagoon met een oppervlak van 64 hectare getoond. Het oppervlakte waarvoor de wijziging geldt lijkt hierdoor groter.

W. A. Marra | S. B. Hazelhorst | K. M. F. Brandt
R. J. Wichink Kruit | J. M. Schram | L. A. de Jongh

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

oktober 2023

De zorg voor morgen
begint vandaag