

# Advies over de evaluatie van de impact van stikstofdepositie op natuurwaarden in het Vlaams Ecologisch Netwerk

met aanbevelingen voor het beleid

Adviesnummer:	<b>INBO.A.4204</b>
Auteurs:	<b>Kris Decler, Johan Neiryck, Peter De Smedt<sup>1</sup>, Hendrik Schoukens<sup>2</sup> &amp; Maurice Hoffmann</b>
Contact:	<b>Lieve Vriens (<a href="mailto:lieve.vriens@inbo.be">lieve.vriens@inbo.be</a>)</b>
Kenmerk aanvraag:	<b>ANB-INBO-2021-16</b>
Geadresseerden:	<b>Agentschap Natuur &amp; Bos Centrale diensten T.a.v. Tine Mandonx Havenlaan 88 bus 75 1000 Brussel  <a href="mailto:tine.mandonx@vlaanderen.be">tine.mandonx@vlaanderen.be</a></b>
Cc:	<b>Agentschap Natuur &amp; Bos Joris Janssens (<a href="mailto:joris.janssens@vlaanderen.be">joris.janssens@vlaanderen.be</a>)</b>

Dr. Maurice Hoffmann  
Administrateur-generaal wvd.

<sup>1</sup> LDR-Advocaten, Kasteellaan 141, 9000 Gent

<sup>2</sup> Centrum voor Milieu- en Energierecht, UGent

**Wijze van citeren:** Decler K., Neiryck J., De Smedt P., Schoukens H. & Hoffmann M. (2021). Advies over de evaluatie van de impact van stikstofdepositie op natuurwaarden in het Vlaams Ecologisch Netwerk met aanbevelingen voor het beleid. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.A.4204). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

## Inhoud

---

<b>Aanleiding</b> .....	<b>3</b>
<b>Vragen</b> .....	<b>3</b>
<b>Toelichting</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Hoe kan beoordeeld worden of een effect van stikstofdepositie op de natuurwaarden in VEN te aanzien is als schade?</b> .....	<b>5</b>
1.1. Schade in VEN vs. schade buiten VEN.....	5
1.2. Wat kan ecologisch aanzien worden als 'schade'? .....	5
1.3. Juridisch toetsingskader voor schade .....	7
1.4. Ecologisch toetsingskader voor schade .....	8
1.4.1. Schade op niveau van plantengemeenschappen en flora .....	8
1.4.2. Schade op niveau van fauna .....	9
1.4.3. Schade door cumulatieve impact .....	13
<b>2. Hoe kan beoordeeld worden of de schade in VEN onherstelbaar is? ....</b>	<b>14</b>
<b>3. Kan de ministeriële instructie en bijhorende richtsnoeren ook gebruikt worden voor de evaluatie van de impact van vermessing/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurwaarden in VEN? .....</b>	<b>17</b>
3.1. Evaluatie richtsnoeren .....	17
3.2. Verdere aanbevelingen voor een wetenschappelijk onderbouwd en integraal stikstofbeleid .....	18
3.2.1. Uitbreiding meetnet stikstofdepositie .....	18
3.2.2. Modellen voor stikstofemissie en -depositie en de impactscoretool .....	18
3.2.3. Korte termijn emissiereductiewinsten zijn niet de oplossing .....	19
3.2.4. Nood aan implementatie van een volgehouden ambitieus natuurbeleid .....	20
<b>4. Is een andere methodiek (bv. deze van het m.e.r Richtlijnenboek landbouwdieren) beter geschikt voor de evaluatie van de impact van vermessing/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurwaarden in VEN? .....</b>	<b>20</b>
<b>Conclusies</b> .....	<b>21</b>
<b>Referenties</b> .....	<b>25</b>
<b>Bijlage 1: Essentie van het Stikstofarrest</b> .....	<b>28</b>
<b>Bijlage 2: Impact op fauna</b> .....	<b>29</b>

## Aanleiding

---

De impact van vermisting/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurlijke kenmerken van een speciale beschermingszones (SBZ) en op de natuurwaarden gelegen in het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) wordt op een verschillende manier beoordeeld. Voor VEN geldt het significantiekader zoals opgenomen in het m.e.r. richtlijnenboek landbouwdieren. Voor SBZ werd de voorbije jaren gebruik gemaakt van de voorlopige significantiekaders in de context van de Programmatische Aanpak Stikstof (Omzendbrief/OMG/2017/01). In de praktijk gebeurde dit aan de hand van de Impactscoretool.

Als gevolg van recente rechtspraak van de Raad voor Vergunningsbetwistingen (Stikstofarrest van 25/02/2021) is de verdere toepassing van deze voorlopige significantiekaders niet meer aangewezen. De bevoegde minister heeft daarom op 2 mei 2021 een ministeriële instructie en bijhorende richtsnoeren uitgevaardigd om de impact van vermisting/verzuring via lucht te toetsen. Deze instructie heeft echter uitsluitend betrekking op SBZ, niet op het VEN.

## Vragen

---

Algemeen gesteld:

1. Hoe kan beoordeeld worden of een effect van stikstofdepositie op de natuurwaarden in VEN te aanzien is als schade?
2. Hoe kan beoordeeld worden of deze schade onherstelbaar is?

Specifiek gesteld:

3. Kan de ministeriële instructie en bijhorende richtsnoeren ook gebruikt worden voor de evaluatie van de impact van vermisting/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurwaarden in VEN?
4. Is een andere methodiek (bv. deze van het m.e.r. Richtlijnenboek landbouwdieren) beter geschikt voor de evaluatie van de impact van vermisting/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurwaarden in VEN?

## Toelichting

---

De adviesvrager gaf onderstaande context mee bij de vraagstelling.

De impact van vermisting/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurlijke kenmerken van een speciale beschermingszones (SBZ) en op de natuurwaarden gelegen in het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) werd tot nu toe op een verschillende manier beoordeeld.

De toetsing van de impact van stikstofdepositie in SBZ is gebaseerd op artikel 6, lid 3 van de Habitatrichtlijn, omgezet in art. 36ter, §3 en 4, Natuurdecreet.

*§ 3. Een vergunningsplichtige activiteit die, of een plan of programma dat, afzonderlijk of in combinatie met één of meerdere bestaande of voorgestelde activiteiten, plannen of programma's, een **betekenisvolle aantasting van de natuurlijke kenmerken van een speciale beschermingszone** kan veroorzaken, zonder dat die vergunningsplichtige activiteit of dat plan of programma direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een gebied in de speciale beschermingszone in kwestie dient onderworpen te worden aan een passende beoordeling wat betreft de betekenisvolle effecten voor de speciale beschermingszone.*

De toetsing van de impact van stikstofdepositie in het VEN is gebaseerd op artikel 26bis, §1 van het Natuurdecreet en de materiële motiverings- en zorgvuldigheidsplicht.

*Als voor een activiteit een kennisgeving of melding aan de overheid vereist is, dient door de kennisgever worden aangetoond dat de activiteit **geen onvermijdbare en onherstelbare schade aan de natuur** in het VEN kan veroorzaken.*

Tot op heden werd de toetsing van de impact van stikstofdepositie voor VEN-gebieden bepaald aan de hand van een significantiekader zoals opgenomen in het m.e.r. richtlijnenboek landbouwdieren<sup>3</sup>.

Voor SBZ werd de voorbije jaren gebruik gemaakt van de voorlopige significantiekaders in de context van de Programmatische Aanpak Stikstof (Omzendbrief/OMG/2017/01)<sup>4</sup>. In de praktijk gebeurde dit aan de hand van de zgn. 'voortoets' en de 'impactscoretool'<sup>5</sup>. Als gevolg van het recente arrest van de Raad voor Vergunningsbetwistingen (Stikstofarrest van 25/02/2021, zie bijlage 1) is de verdere toepassing van deze voorlopige significantiekaders (impactscoretool) niet meer toegelaten voor SBZ. Volgens dit arrest kan de beoordeling van een mogelijk betekenisvolle aantasting door stikstofdepositie op stikstofgevoelige natuur niet uitsluitend gebaseerd zijn op het beoordelingskader ('significantiekader'), dat is opgenomen in de tot nu toe gehanteerde praktische wegwijzers 'Eutrofiëring via de lucht' en 'Verzuring via de lucht'. Voortoetsen of passende beoordelingen die zich uitsluitend beroepen op de kwantitatieve drempels van dit significantiekader, zonder verdere onderbouwing of motivatie, volstaan dus niet als basis voor een toekomstige, rechtszekerheid biedende vergunningverlening<sup>6</sup>.

De Raad voor Vergunningsbetwistingen stelt dat er een **in concreto beoordeling nodig is, waarbij aan de hand van de specifieke kenmerken en effecten van het project en de milieukenmerken en -omstandigheden van de betrokken SBZ wordt onderzocht of een betekenisvolle aantasting van de natuurlijke kenmerken van deze SBZ kan uitgesloten worden. In deze passende beoordeling moeten ook de instandhoudingsdoelstellingen van de SBZ en gebeurlijke cumulatieve effecten betrokken worden.** Door het arrest van de Raad voor Vergunningsbetwistingen van 25 februari 2021 (RvVb-A-2021-0697) kan het significantiekader van de genoemde praktische wegwijzers niet langer rechtszeker gehanteerd worden bij de vergunningverlening. Een nieuw beoordelingskader zal vastgelegd worden in de PAS. In afwachting daarvan geldt een Ministeriële instructie<sup>7</sup> en bijhorende **richtsnoeren**<sup>8</sup> met tijdelijk karakter.

De vraag stelt zich of deze ministeriële instructie en bijhorende richtsnoeren ook gebruikt kunnen worden voor het VEN. Cruciaal in het antwoord op deze vraag is de wettelijke bepaling dat binnen VEN '**geen onvermijdbare en onherstelbare schade**' mag toegelaten worden, waarvan het Grondwettelijk Hof (arrest nr. 103/2019 van 27 juni 2019)<sup>9</sup> heeft gesteld dat vergunningsaanvragen specifiek aan dit criterium moeten getoetst worden, wat volgens het Hof **een andere focus en finaliteit impliceert dan voor SBZ**. Eerder werd ook in een arrest van de Raad van Vergunningsbetwistingen (3<sup>e</sup> k.) nr. A/1718/0881 van 22 mei 2018<sup>10</sup> geoordeeld dat binnen VEN elke kans op 'onvermijdbare en onherstelbare schade' voldoende is om een vergunning te weigeren. De Raad stelt dat elke vorm van 'onvermijdbare en onherstelbare schade' in beginsel moet uitgesloten worden en er voor VEN geen sprake is van een minimale ernst of schadedrempel.

<sup>3</sup> [https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/Richtlijnenboek\\_Landbouwdieren\\_2021.pdf](https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/Richtlijnenboek_Landbouwdieren_2021.pdf) en [https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/20210201\\_RLB%20Landbouwdieren\\_bijlage%20emissiefactoren.pdf](https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/20210201_RLB%20Landbouwdieren_bijlage%20emissiefactoren.pdf) en [https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/RLB%2520Landbouwdieren\\_bijlage%2520modelleringafspraken.pdf](https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/RLB%2520Landbouwdieren_bijlage%2520modelleringafspraken.pdf)

<sup>4</sup> [https://natura2000-prd-477218783059.s3-eu-west-1.amazonaws.com/omzendbrief\\_omg\\_2017\\_01.pdf](https://natura2000-prd-477218783059.s3-eu-west-1.amazonaws.com/omzendbrief_omg_2017_01.pdf)

<sup>5</sup> <https://voortoets.omgeving.vlaanderen.be/> en <https://impactscore.omgeving.vlaanderen.be/>

<sup>6</sup> <https://natura2000.vlaanderen.be/stikstof>

<sup>7</sup> [https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/20210502\\_instructie\\_pas.pdf](https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/20210502_instructie_pas.pdf)

<sup>8</sup> [https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/richtsnoeren\\_bij\\_instructie\\_stikstof.pdf](https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/richtsnoeren_bij_instructie_stikstof.pdf)

<sup>9</sup> [https://www.etaamb.be/nl/arrest-uitreksel\\_n2020201091.html](https://www.etaamb.be/nl/arrest-uitreksel_n2020201091.html)

<sup>10</sup> <https://docplayer.nl/109336962-Raad-voor-vergunningsbetwistingen.html>

# 1. Hoe kan beoordeeld worden of een effect van stikstofdepositie op de natuurwaarden in VEN te aanzien is als schade?

## 1.1. Schade in VEN vs. schade buiten VEN

De impact van stikstofdepositie op een ecosysteemtype hangt af van de kenmerken van het ecosysteem. Ecologisch gezien zal de impact of schade in principe niet verschillend zijn wanneer eenzelfde ecosysteem gelegen is in SBZ, VEN of een andere bestemming. **Het INBO is bijgevolg van mening dat er geen wetenschappelijke, op ecologische principes gebaseerde argumenten zijn om de objectieve ecologische effecten van stikstofdepositie op een ecosysteemtype verschillend in te schatten in VEN, SBZ of erbuiten.** Er is wel de zeer belangrijke nuance dat lokale verschillen in het voormalig landgebruik en (natuur)beheer, de oppervlakte en isolatie van het gebied en de aanwezigheid van andere verstoringinvloeden (waaronder ook andere stikstofbronnen dan atmosferische depositie) wel een verschillende en/of cumulatieve impact kunnen hebben op de uiteindelijke schade in een gebied. Dezelfde argumentatie geldt voor de impact van stikstofdepositie op de populaties van individuele soorten.

Het is een beleidskeuze van de Vlaamse wetgever geweest om te opteren om voor eenzelfde ecosysteemtype of soort meer of minder ecologische schade te tolereren naargelang de planologische bestemming of een verschillend beschermingsstatuut. Het huidig wetgevend kader en de jurisprudentie errond maakt dat het stikstofbeleid voor VEN de facto strenger moet zijn dan voor SBZ (cf. 'geen onvermijdbare schade (hoe klein ook) die onherstelbaar is' vs. 'geen betekenisvolle aantasting<sup>11</sup>'). Daarnaast is het pallet aan beschermde vegetatietypen en kenmerkende soorten die tot doel gesteld worden een stuk ruimer voor VEN dan voor SBZ. Dat de wet strenger is voor VEN dan voor SBZ lijkt contradictoir, maar heeft enige logica wanneer men beseft dat alle VEN-gebieden geconcipeerd zijn als de belangrijkste natuurkerngebieden van Vlaanderen met een planologische onderdruk 'Natuur'. **De consequentie is dat voor een VEN-gebied elke kans op schade in eerste instantie moet vermeden worden en in tweede instantie herstelbaar moet zijn wanneer de schade onvermijdelijk is.**

In elk geval is de overheid volgens art. 26bis§1 van het Natuurdecreet voor VEN-gebieden gebonden aan een materiële motiverings- en zorgvuldigheidsplicht om aan te geven of er al dan niet schade zal/kan optreden en in het geval van onvermijdelijke schade in welke mate en hoe die herstelbaar is. Wanneer niet of onvoldoende kan aangetoond worden dat de schade in VEN herstelbaar is, dan is de overheid gebonden aan het voorzorgsbeginsel.

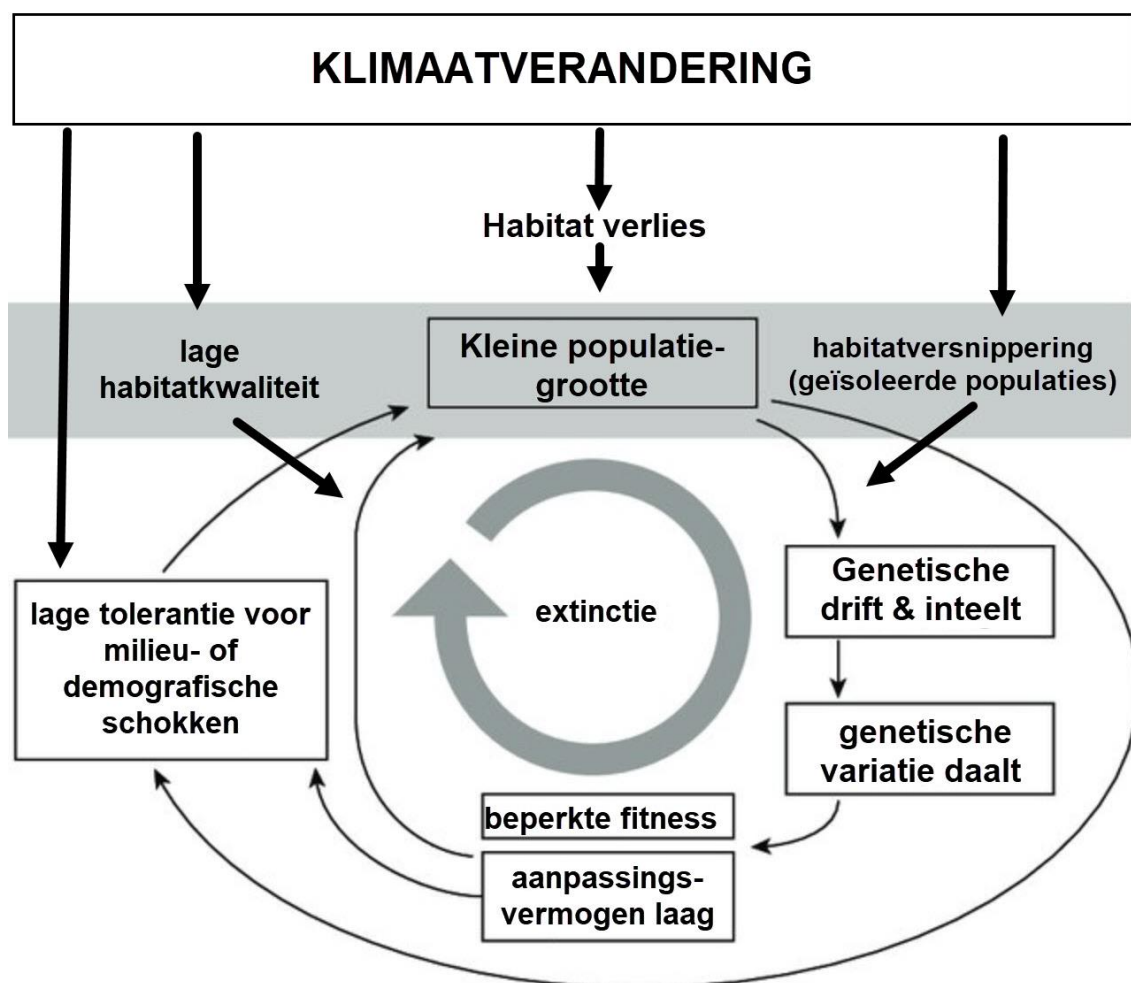
## 1.2. Wat kan ecologisch aanzien worden als 'schade'?

**Ecologische schade kan gedefinieerd worden als het verlies aan oppervlakte en samenhang van een gebied of ecosysteem en/of degradatie van de ecologische kwaliteit en integriteit ervan, zowel wat betreft de abiotische als biotische kenmerken, hun onderlinge interacties en hun functioneren<sup>12</sup>.** Degradatie van het abiotisch milieu betekent dat de milieucondities voor het voortbestaan van een ecosysteem en de kenmerkende soorten niet langer optimaal zijn en/of een trend tot verslechtering vertonen. Degradatie van het biotisch milieu betekent dat de populaties van kenmerkende soorten (in het bijzonder de ecologisch veeleisende soorten die doorgaans ook de doelsoorten zijn voor het natuurbehoud) geleidelijk kleiner en minder vitaal worden en tenslotte lokaal (kunnen) uitsterven. Schade kan het resultaat zijn van zowel activiteiten binnen als buiten het gebied of ecosysteem.

<sup>11</sup> Ook binnen SBZ kan de marge voor het toelaten van schade beperkt(er) zijn wanneer de habitat zich in een ongunstige staat van instandhouding bevindt en er bovendien een verslechteringsverbod op het lokale niveau geldt.

<sup>12</sup> Degradatie kan op verschillende manieren vastgesteld worden. Voor vegetaties zie bijvoorbeeld Oosterlyncx et al. (2020) en Van Calster et al. (2020).

Meestal is de degradatie van de ecologische kwaliteit en integriteit het gevolg van meer dan één factor. **Zoals ook in het Stikstofarrest is aangehaald, kan de impact van stikstofdepositie tot een versterkend en vaak versneld negatief effect leiden wanneer een ecosysteem reeds onderhevig is aan andere milieudrukken, zoals andere vormen van eutrofiëring, versnippering, verdroging, verzuring, verstoring of klimaatveranderingseffecten (zie ook 1.4.3).** Voor een soort die kwetsbaar is voor te hoge stikstofconcentraties in zijn omgeving en die zich bij voorbeeld wegens habitatverlies, versnippering, habitatkwaliteit in een extinctiespiraal bevindt, kan bijkomende stikstofdepositie potentieel de ultieme factor zijn die het lokaal uitsterven bespoedigt (zie figuur 1). Anderzijds kan eenzelfde hoeveelheid stikstofdepositie in een minder groot of vertraagd negatief effect resulteren wanneer een ecosysteem voor andere milieudrukken nog in een vrij gunstige toestand verkeert.



Figuur 1. De extinctiespiraal van soorten onder invloed van habitatverlies, verminderde habitatkwaliteit door o.a. stikstofdepositie, versnippering en de cumulatieve impact hierop van klimaatverandering (Decler et al., in druk).

**De schade van (extra) stikstofdepositie dient dus op gebieds- en populatieniveau te worden beoordeeld, met inachtneming van het cumulerend effect bovenop reeds bestaande stikstofdepositie, de impact van andere stikstofbronnen (bv. via grond- en oppervlaktewater, mineralisatieprocessen, bemesting) en de andere milieudrukken, met inbegrip van overige eutrofiëringseffecten, versnippering en klimaatverandering.** Dit betekent dat het onder de KDW-waarde voor stikstofdepositie blijven van de locatie van een habitatvlek, helemaal geen garantie biedt voor de afwezigheid van schade of voor (het bereiken van) een duurzame gunstige staat van instandhouding van

die habitatvlek. Dit kan enkel het geval zijn als de overige eutrofiëringsinvloeden en milieudrukken voor de betreffende habitat ook onder hun drempelwaarde blijven. De wet van Liebig stelt immers dat het de limiterende factor die het eerst overschreden wordt bepalend is voor de instandhoudingspotenties. Dit kan behalve stikstofovermaat ook fosforovermaat, hydrologische toestand of dergelijke zijn. Daarbij is voldoende kennis van de abiotische en biotische kenmerken (inclusief hun trends en onderlinge interactie en functioneren) van een gebied/ecosysteem een essentiële factor. Stikstof kan immers via verschillende transportroutes en chemische verbindingen in een gebied terechtkomen en kan daar tot een cascade aan interacties met andere chemische verbindingen en gevolgen aanleiding geven (zie o.a. van Geest *et al.* 2021). We vestigen er de aandacht op dat voor de VEN-gebieden in SBZ heel veel gebiedskennis reeds is bijeengebracht in de [38 gebiedsanalyses](#) m.b.t. de programmatorische aanpak stikstof en de ecohydrologische omstandigheden.

### 1.3. Juridisch toetsingskader voor schade

**Volgens het Arrest van de Raad voor Vergunningsbetwistingen nr. A/1718/0881 impliceert de notie 'onvermijdbare schade' in VEN (in tegenstelling tot SBZ) geen minimale ernst of schadedrempel. De omstandigheid dat de schade niet als betekenisvol geldt, maar wordt beoordeeld als "miniem", "verwaarloosbaar" e.d.m., verhindert derhalve niet dat er geen sprake kan zijn van onherstelbare schade aan het VEN.** Dit is vooral van belang om een 'dood-door-duizend-snedes'-scenario te vermijden, waarbij VEN-gebieden verder degraderen door een accumulatie van kleine ingrepen die opgeteld een zware druk op het ecosysteem leggen. Zulke verplichting vloeit ook voort uit de EU Richtlijn voor Milieubeoordeling bij projecten (Richtlijn 2011/92/EU).

Onder schade moeten ook de handelingen buiten het VEN-gebied worden verstaan die een schadelijk effect kunnen hebben op het VEN-gebied zelf (zie o.a. RvVb 2 mei 2017, nr. RvVb/A/1617/0818; RvVb 18 december 2018, nr. RvVb/A/1819/0426; RvVb 25 februari 2021, nr. RvVb-A-2021-0697). Er is bovendien rechtspraak die stelt dat **ook schade aan natuur buiten het VEN moet worden meegenomen indien wordt vastgesteld dat een project de ecologische samenhang tussen twee VEN-gebieden negatief beïnvloedt door verlies aan ecologische connectiviteit** (bv. verdwijnen of kwaliteitsverlies van functionele verbindingen voor soorten tussen gebieden). Ook dergelijke schade moet aanzien worden als onvermijdbare en onherstelbare schade aan de natuurwaarden van het VEN-gebied (zie RvVb 18 december 2018, nr. RvVb/A/1819/0426, p. 19-20; RvVb 29 januari 2019, nr. RvVb-A-1819-0530, p. 14). **Schade (waarvan in het kader van de vergunningsverlening dus moet aangetoond worden dat ze herstelbaar is) kan ook betrekking hebben op een enkele soort in een VEN-gebied** (RvVb 14 januari 2020, nr. RvVb-A-1920-0443).

**Onder de onherstelbare schade dient begrepen te worden: deze schade die op de plaats van beschadiging niet meer kan hersteld worden met een kwantitatief<sup>13</sup> en kwalitatief<sup>14</sup> gelijkwaardige habitat zoals deze die er vóór de beschadiging was** (RvVb 25 februari 2021, nr. RvVb-A-2021-0697).

**Een en ander heeft ook tot gevolg dat het werken met (kritische) drempelwaarden voor stikstofemissies ter evaluatie van de (onherstelbare) schade aan het VEN vanuit juridisch oogpunt niet zonder meer evident is.**

<sup>13</sup> INBO: 'kwantitatief' is meetbaar onder de vorm van oppervlakte, samenhang (connectiviteit) en areaal

<sup>14</sup> INBO: 'kwalitatief' is meetbaar onder de vorm van duurzame instandhouding van (1) de kenmerkende soorten fauna en flora (inclusief de meest kwetsbare of gevoelige soorten), (2) de noodzakelijke kwaliteit van het abiotisch milieu, (3) de noodzakelijke vegetatiestructuur en (4) de noodzakelijke landschapsecologische processen (bv. hydrologische functioneren)

De **bewijslast** dat een vergunningsplichtige activiteit geen onvermijdbare en onherstelbare schade heeft op een VEN-gebied ligt bij de vergunningsaanvrager. Wanneer er onzekerheid is over het al dan niet optreden van schade moet de vergunnende overheid het **voorzorgsbeginsel** toepassen (zie o.a. RvS 13 november 2014, nr. 229.129). In dit kader kan ook worden verwezen naar de omzendbrief LNW/98/01<sup>15</sup> betreffende algemene maatregelen inzake natuurbehoud, waarin wordt gesteld: *"In het algemeen zal elke overheid als maatstaf voor een code van goede natuurpraktijk en voor het beoordelen en afwegen van het vermijdbare karakter van schade aan de natuur door ingrepen en activiteiten uitgaan van het stand-still beginsel, ecologische integriteit, voorkomingsbeginsel, voorzorgsbeginsel, voorkeur voor een brongerichte aanpak, ecologische compensatie en toepassen van het principe 'de veroorzaker betaalt'."* Dit geldt naar analogie ook voor de VEN-toets.

Bij de beoordeling of met zekerheid geen (onherstelbare) schade aan het VEN wordt toegebracht, dient bovendien rekening gehouden te worden met het fenomeen van 'extinctieschuld', 'ecologische val' en 'dark diversity' (Cliquet & Decler 2017). Een louter stand-still in een VEN-gebied zal vaak onvoldoende zijn om lokaal biodiversiteitsverlies op de langere termijn te vermijden, of kan het gewenste natuurherstel hypothekeren, omdat de bestaande toestand van populaties van de betreffende soorten zich reeds in de voormelde extinctiespiraal (fig. 1) bevinden hoewel ze ogenschijnlijk nog gezond ('viable') kunnen ogen. In talrijke VEN-gebieden zijn beheerdoelen juridisch bindend vastgelegd in goedgekeurde beheerplannen die verder gaan dan stand-still en die niet kunnen gerealiseerd worden onder de huidige, vaak reeds (veel) te hoge stikstofdepositie (en andere milieudrukken).

Vele VEN-gebieden zijn ook gevat door wettelijk vastgelegde doelen in het kader van de implementatie van de Vogel- en Habitatrictlijn, waarvan het Stikstofarrest stelt dat de beoordeling ook moet rekening houden met de geformuleerde instandhoudingsdoelen voor uitbreiding en kwaliteitsverbetering van habitats en soorten. **De beheerdoelen (in zoverre aanwezig) voor een specifiek VEN-gebied vormen met andere woorden het gewenste toetsingskader voor de beoordeling van de schade door (extra) stikstofdepositie. Daarbij is het wenselijk om ook een zekere 'marge' in te bouwen om proactief rekening te houden met eventuele bijsturing van de huidige oppervlaktedoelen voor habitats en soorten wanneer nu al redelijkerwijs kan vermoed worden dat deze onvoldoende zullen zijn voor het verplicht bereiken van een gunstige staat van instandhouding in uitvoering van de Europese richtlijnen** (zie o.a. Paelinckx *et al.* 2019 en De Knijf *et al.* 2019). **Daarnaast wordt proactief best ook rekening gehouden met de doelen van de Europese biodiversiteitsstrategie 2030 die in Vlaanderen geïmplementeerd zullen moeten worden, waaronder bindende doelen voor natuurherstel** (i.c. vooral bossen, wetlands en permanente graslanden) **en de natuurdoelen voor '30/10% beschermd/strikt beschermd natuurgebied'** (cf. "no paper parks"-principe). **Wanneer er onzekerheden zijn geldt het voorzorgsbeginsel** (zie hoger).

## 1.4. Ecologisch toetsingskader voor schade

### 1.4.1. Schade op niveau van plantengemeenschappen en flora

Bij de beoordeling van de mogelijke schade van (extra) stikstofdepositie op ecosystemen wordt in Vlaanderen gewerkt met zogenaamde Kritische Depositiewaarden (KDW) voor verschillende natuurtypen<sup>16</sup>. De meeste KDW's zijn gebaseerd op experimenteel, empirisch of modelmatig vastgestelde effecten op vaatplanten, mossen en korstmossen die kenmerkend zijn voor deze natuurtypen (Bobbink & Hettelingh 2011, van Dobben *et al.* 2012, Hens & Neiryck 2013). **De KDW's zijn voor supplementaire N-bronnen dus alleen geldig als andere stikstofbronnen een verwaarloosbaar aandeel hebben in de stikstofbelasting van het gebied. Onder die 'andere stikstofbronnen' moeten onder**

<sup>15</sup> <https://codex.vlaanderen.be/portals/codex/documenten/1006515.html>

<sup>16</sup> [https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/eg3.1\\_pw\\_eutrofiëringlucht\\_b3.pdf](https://www.natuurenbos.be/sites/default/files/eg3.1_pw_eutrofiëringlucht_b3.pdf)



**andere begrepen worden de directe of indirecte aanvoer van stikstof via grond- en oppervlaktewater, de mate van verwijdering van stikstof door denitrificatie of via de voedselketen en eventueel een maai- of grasbeheer, de stikstofbeschikbaarheid door afbraak van organisch materiaal en de omslag van een fosfaat- naar een stikstof-gelimiteerd ecosysteem door veranderingen in de bodemchemie en hydrologie. Uiteraard zijn de KDW's ook niet geldig wanneer in een gebied nog landbouwkundige bemesting wordt toegediend; die maken deel uit van de som van N-deposities die samen bijdragen tot het bereiken van de KDW.**

De voorbije 10 jaar zijn veel bijkomende inzichten verworven over de impact van stikstofdepositie en is gebleken dat het impactspectrum veel breder en ernstiger is dan gedacht. Sommige natuurtypen vertonen reeds schade voordat de kritische drempel voor stikstofneerslag is bereikt (Wamelink *et al.* 2021). Voor bossen worden momenteel KDW's gehanteerd tussen de 15 en 30 Kg N/ha/j, maar uit recent grootschalig Europees onderzoek blijkt dat in de meeste bossen de ectomycorrhiza schimmelgemeenschappen reeds sterk negatief worden beïnvloed vanaf 5 à 6 Kg N/ha/j (van der Linde *et al.* 2018). Aantasting van de symbiotische relatie tussen schimmels en bomen leidt tot sterk verminderde vitaliteit van de bomen als gevolg van verminderde beschikbaarheid van essentiële voedingsstoffen en vocht. Uit analogo onderzoek naar symbiotische ectomycorrhizae in graslanden blijkt dat de meeste ectomycorrhiza-vormende schimmels reeds verdwijnen bij stikstofdeposities van 7,7 Kg N/ha/j (Ceulemans *et al.* 2019), terwijl de huidige KDW's die gehanteerd worden voor verschillende graslandtypen variëren tussen 10 en 20 Kg N/ha/j. **De CCE (Coordination Centre for Effects) onder de UN/ECE (UN Economic Commission for Europe) Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution plant in april/juni 2022 de nieuwe empirische 'kritische lasten' aangepast aan de voortschrijdende inzichten bekend te maken (Roland Bobbink, pers.med.).**

#### **1.4.2. Schade op niveau van fauna**

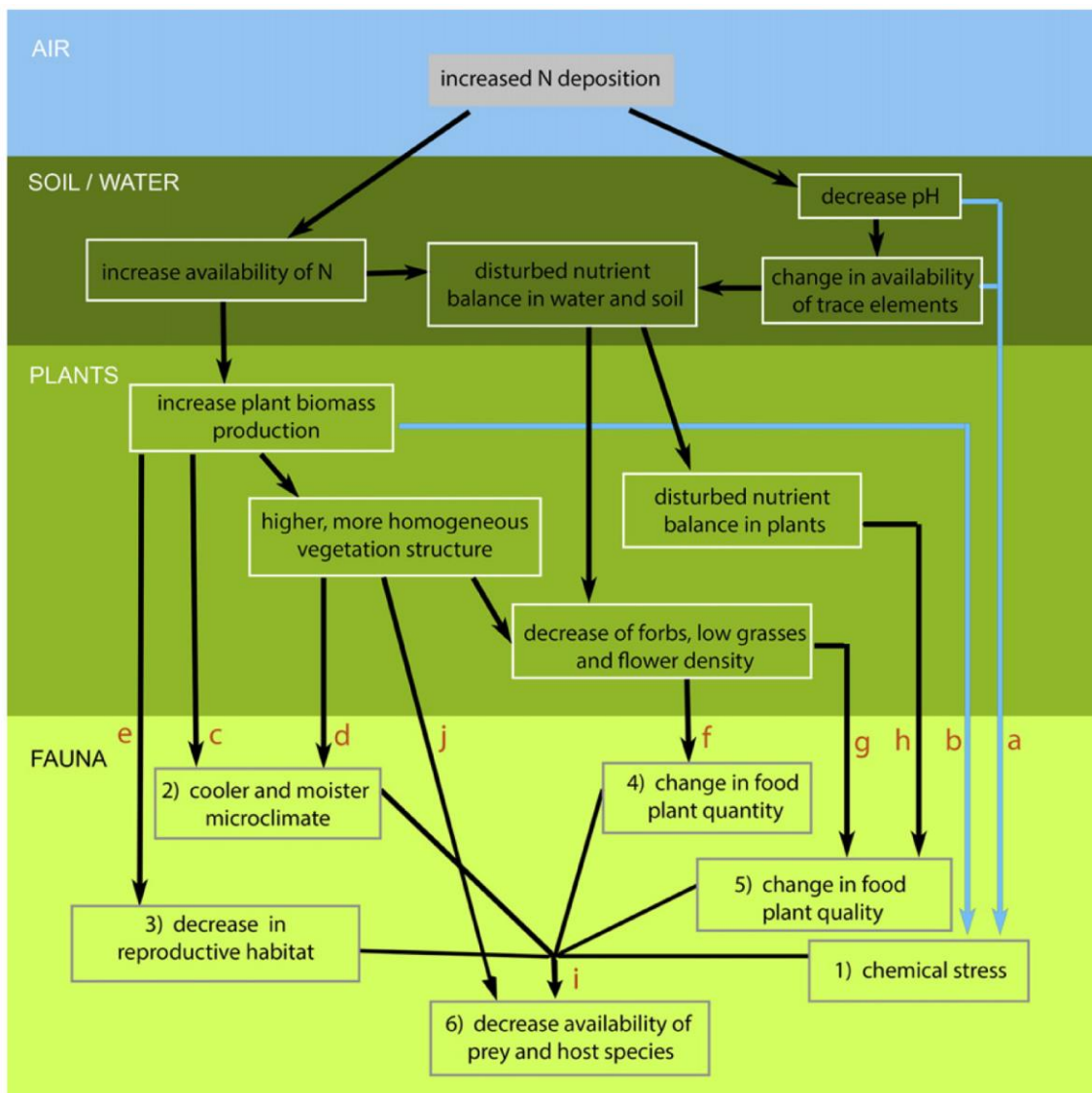
Momenteel wordt met fauna nog nauwelijks rekening gehouden bij de beoordeling van (extra) stikstofdepositie op ecosystemen. Hoogstens gebeurt een ruwe inschatting van de verwachte impact op de vegetatie(structuur) en de kenmerkende planten waarvan de betreffende fauna afhangt. Stikstofdepositie heeft echter via meerdere causale routes een significant negatieve impact op de meeste fauna (zie figuur 2, Nijssen *et al.* 2017):

- Stikstofdepositie zorgt voor een dichtere en meer productieve vegetatie die het **microklimaat** wijzigt, waardoor de ontwikkeling van eieren en larven niet meer normaal kan verlopen. Vooral warmteminnende soorten en soorten waarvan eieren en larven gevoelig zijn voor o.a. schimmelinfecties (toegenomen luchtvochtigheid) zijn kwetsbaar. Bodembewonende soorten die afhankelijk zijn van een open vegetatiestructuur met kale bodem verminderen in diversiteit en abundantie of verdwijnen.
- Stikstofdepositie zorgt voor een wijziging (doorgaans vermindering) van de **plantendiversiteit** en wijziging van de **abundantieverhoudingen tussen plantensoorten**. Dit heeft een directe invloed op faunasoorten die van specifieke planten afhankelijk zijn als waardplant voor de larven of voedselbron voor adulten, inclusief nectar- en pollenaanbod voor bloembezoekende insecten (pollinatoren).
- Stikstofdepositie leidt tot gewijzigde nutriëntenratio's en concentraties aan sporenelementen in planten, inclusief de aanwezigheid van eiwitten en koolhydraten, essentiële micronutriënten, antivraatstoffen en fytotoxines. Meer en meer wordt duidelijk dat deze **verandering in de voedselkwaliteit** een grote impact heeft op de diversiteit en abundantie van fauna die direct of indirect deze planten consumeren (Vogels *et al.* 2020)<sup>17</sup>. Soorten die relatief nauwe niches in meso- tot oligotrofe, slecht gebufferde tot zure habitats bezetten, lopen de grootste kans om negatieve effecten te ondervinden. Hoge(re) stikstofconcentraties leiden ertoe dat stikstof in niet verteerbare vorm of in

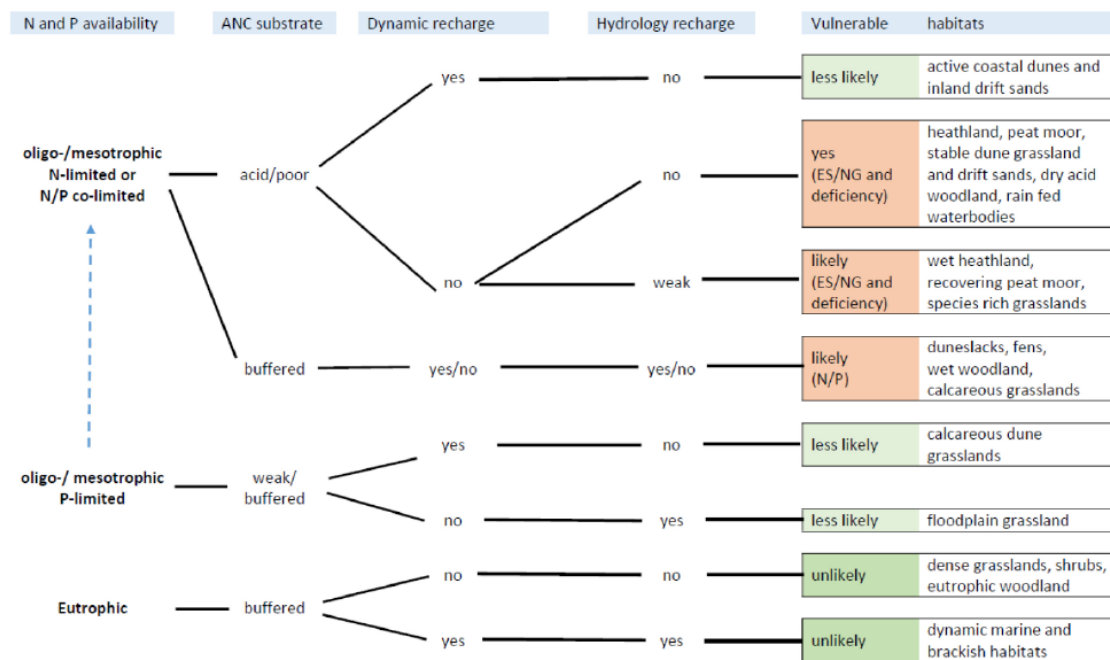
<sup>17</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=6koNAqOdhSq>

toxische verbindingen voorkomt of dat de C:N:P verhoudingen en concentraties aan sporenelementen dermate uit balans geraken dat normale voortplanting en ontwikkeling in het gedrang komen. De precieze mechanismen en impact kunnen van soort tot soort verschillen en kunnen erg complex zijn (bv. via interactie met wijzigingen in mycorrhizae in de bodem of externe factoren zoals klimaatverandering). Veranderingen in voedselkwaliteit worden meer en meer in verband gebracht met de recente achteruitgang van verschillende soorten herbivore insecten, waaronder typische graslandvlinders en sprinkhanen (van meso- tot oligotrofe milieus) die te lijden hebben onder de gewijzigde chemische samenstelling van de voedselplanten waarop de larven leven. Sommige soorten ondervinden voordeel van hogere stikstofconcentraties wanneer stikstof voor hen wel in verteerbare vorm aanwezig is, wat in sommige gevallen tot plaagvorming kan leiden, zoals gedocumenteerd is voor o.a. het heidehaantje en de processierupsvlinder (Bobbink 2021). Hier is een zekere parallelliteit te trekken met stikstof-/voedselminnende, vaak competitieve plantensoorten, die vooruitgaan ten koste van minder competitieve, maar voor de habitats kenmerkende plantensoorten (vaak gecatalogeerd als 'storingssoorten'). De combinatie van al die effecten op de herbivore ongewervelde fauna heeft uiteraard gevolgen voor de abundantie en soortendiversiteit aan predatoren hoger in de voedselketen, zoals amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren en van parasitaire soorten. **Het is zeer waarschijnlijk dat deze kettingreactie een van de drivers is voor de sterke achteruitgang in de voorbije decennia van de biomassa en diversiteit aan ongewervelden** (onder meer vastgesteld door de alarmerende publicatie van Hallman *et al.* (2017) voor vliegende insecten in natuurgebieden in Duitsland en van Seibold *et al.* (2019) voor ongewervelden in graslanden en bossen in drie regio's in Duitsland. De kwetsbaarheid van soorten voor verandering van de voedselkwaliteit is af te leiden uit figuur 3 en 4 (Vogels *et al.* 2020) en wordt in meer detail beschreven in bijlage 2.

- Tot slot zorgt stikstofdepositie ook voor '**chemische stress**' bij fauna van aquatische en semi-aquatische milieus via diverse 'pathways' met blootstelling aan allerlei toxische effecten die soorten doet verdwijnen.



Figuur 2. Causale routes van directe en indirecte effecten van N-depositie op fauna. Figuur uit Nijssen *et al.* (2017).



Figuur 3. - Vereenvoudigde beslisboom te gebruiken bij de kwetsbaarheidsbeoordeling van natuurtypen op veranderingen in voedselkwaliteit voor consumenten als gevolg van verhoogde N-depositie. De beoordeling is gebaseerd op 1) natuurlijke beschikbaarheid en (co)limitatie van N en P, 2) zuur neutraliserend vermogen (ANC) en de toevoer van extra nutriënten en/of het opladen van ANC door 3) regelmatig voorkomen van dynamische processen of door 4) het uitstroomen van grondwater of overstrooming met oppervlaktewater. Kwetsbaarheid aangemerkt met ES/NG geeft aan dat relevante effecten op C:N:P stoichiometrie (ecologische stoichiometrie) of proteïne:koolhydraat ratio's ('nutritional geometry') worden verwacht; kwetsbaarheid aangemerkt met 'deficiency' betekent dat veranderingen in de beschikbaarheid van (essentiële) micronutriënten of (sporen) elementen worden verwacht. Bedenk dat P-gelimiteerde systemen kunnen omslaan naar N-gelimiteerde of N/P co-gelimiteerde systemen onder invloed van verzuring (blauwe pijl), vooral wanneer dynamische processen die het zuurneutraliserend vermogen aanvullen (inundatie, eolische dynamiek) worden geremd. De hier vermelde habitats zijn als voorbeeld gegeven en niet uitputtend (overgenomen uit Vogels *et al.* 2020).



Figuur 4. Vereenvoudigde beslisboom te gebruiken bij de kwetsbaarheidsbeoordeling van aan kwetsbare natuurtypen (zie figuur 3) geassocieerde diersoorten voor veranderingen in voedselkwaliteit als gevolg van verhoogde N-depositie. De beoordeling is gebaseerd op 1) plaats in het voedselweb, 2) voedingsgedrag, 3) voedselspecialist versus generalist en 4) het type voedselbron van 1<sup>o</sup>orde consumenten. Kwetsbaarheid aangemerkt met ES/NG betekent dat relevante effecten verwacht worden op C:N:P stoichiometrie (ecologische stoichiometrie) of proteïne:koolhydraat ratio's ('nutritional geometry'); kwetsbaarheid aangemerkt met 'deficiency' betekent dat relevante effecten worden verwacht op de beschikbaarheid van (essentiële) micronutriënten of (sporen) elementen; kwetsbaarheid aangemerkt met 'antifeedants' betekent dat er significante effecten worden verwacht als gevolg van gewijzigde antifeedant concentraties. \*Aangenomen wordt dat vlinders en tweevleugeligen kwetsbaarder zijn vanwege fylogenetische beperking. \*\*Relevante veranderingen in antivraatstoffen worden verwacht bij soorten die zich voeden met planten die van nature weinig stikstof bevatten. Voor (generalistische) soorten die zich voeden met houtige planten kan een verhoogde N-depositie (tijdelijk) de voedingskwaliteit verbeteren - wat resulteert in plaagvorming (overgenomen uit Vogels *et al.* 2020).

### 1.4.3. Schade door cumulatieve impact

Bij de beoordeling van de mogelijke schade van (extra) stikstofdepositie op ecosystemen wordt tot nu toe weinig of geen rekening gehouden met de cumulatieve impact ervan bovenop andere drukfactoren. Het Stikstofarrest bepaalt dat aan deze aspecten de nodige aandacht moet besteed worden (zie hoger). **Een lagere depositie dan de kritische drempelwaarde voor een bepaald natuurtype kan toch tot negatieve impact leiden wanneer het natuurtype lokaal ecologisch reeds 'uit balans' is** door o.a.:

- een te beperkte oppervlakte;
- slechte connectiviteit met vergelijkbare natuurtypen in de omgeving;
- te kleine aantallen individuen van kwetsbare relictpopulaties van soorten met gering dispersievermogen;
- suboptimaal of achterstallig beheer;
- suboptimale hydrologie door activiteiten buiten het gebied (m.b.t. kwantiteit en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en gewijzigde fluctuatierégimes);
- verdroging en vermessing door historisch grondgebruik (bv. oude drainagestructuren, bemesting, veraarding veen, ophogingen enz.);
- aanwezigheid van invasieve soorten;
- verstoring door recreatief gebruik;
- toenemende impact van klimaatverandering.

Uitbreiding van industriële veeteelt kan ook zonder dat de gemodelleerde depositiepluim tot aan een specifiek VEN-gebied reikt, door veranderingen in het omgevend grondgebruik, onrechtstreeks toch een negatieve impact hebben op dat VEN-gebied en de aanwezige soortenpopulaties. Daarbij kan gedacht worden aan de regionale uitbreiding van akkerbouw voor de teelt van veevoeder, vaak gecombineerd met toenemende drainage en nutriëntenverliezen naar grond- en oppervlaktewater. Tegelijk kan het ook leiden tot reductie van het graslandareaal en verdwijnen van kleine landschapselementen, basisnatuurkwaliteit en/of connectiviteit van het landschap. Ook deze aspecten zijn relevant in het kader van de beoordeling van ecologische schade.

Aanleg van wegen kan bovenop de impact die te verwachten is door toenemende stikstofdepositie, ook door bv. de versnippering van het landschap en kwetsbare soortenpopulaties achteruitgang in de hand werken.

Deze cumulatietoets is ook benadrukt door de Raad voor Vergunningsbetwistingen in het Stikstofarrest. Deze speelt ook ruimer op basis van de wetgeving inzake milieueffectenbeoordeling voor projecten, deels ter uitvoering van Richtlijn 2011/92/EU.

## 2. Hoe kan beoordeeld worden of de schade in VEN onherstelbaar is?

De overheid mag geen 'onvermijdbare en onherstelbare schade' toelaten in het VEN. In de Memorie van toelichting bij het Decreet Natuurbehoud<sup>18</sup> lezen we volgende definities van onvermijdbare en onherstelbare schade:

*Vermijdbare schade is die schade die kan vermeden worden door de activiteit op een andere wijze uit te voeren (bv. met andere materialen, op een andere plaats, ...). Onvermijdbare schade is de schade die men hoe dan ook zal veroorzaken, op welke wijze men de activiteit ook uitvoert. Onvermijdbare schade die wel herstelbaar is, mag wel worden veroorzaakt. Onder herstel wordt een herstel van de schade verstaan op de plaats van beschadiging met een kwantitatief en kwalitatief gelijkaardige<sup>19</sup> habitat als deze die er voor de beschadiging aanwezig was.*

In de jurisprudentie<sup>20</sup> rond de interpretatie van het verbod op 'onvermijdbare en onherstelbare schade' is het arrest van de Raad van Vergunningsbetwistingen nr. A/1718/0881 van 22/5/2018 belangrijk. Zoals eerder werd toegelicht, stelt de Raad dat de notie 'onvermijdbare en onherstelbare schade' geen minimale ernst of schadedrempel impliceert. **Elke vorm** van 'onvermijdbare en onherstelbare schade' moet in beginsel worden uitgesloten, wat inhoudt dat een kans op 'onvermijdbare schade en onherstelbare schade' voldoende is om een vergunning te weigeren. In een ander arrest van de Raad van Vergunningsbetwistingen nr. A/1819/0426 van 18/12/2018 stelt de Raad ook nog dat bij de beoordeling van herstelbare schade het herstel geen buitensporige kosten met zich mag meebrengen<sup>21</sup>. Dit is intussen vaste rechtspraak. In het arrest van de Raad van Vergunningsbetwistingen nr. RvVb-A-1920-0443 van 14/01/2020 is te lezen dat schade die moet beoordeeld worden betrekking kan hebben op de populatie van een enkele soort en dat bij de beoordeling van de herstelbaarheid van de populatie in het specifieke VEN-gebied bovendien rekening moet worden gehouden met het permanente karakter van die schade.

Het lijkt erop dat de wetgever bij de notie 'onvermijdbare en onherstelbare schade' helemaal niet de stikstofproblematiek in het achterhoofd had, maar veeleer dacht aan eenmalige,

<sup>18</sup> <https://docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2001-2002/q967-1.pdf>

<sup>19</sup> Met 'gelijkaardig' wordt bedoeld dat op een gelijkwaardige manier wordt bijgedragen aan de natuurwaarden en het ecologisch functioneren van het VEN en de eventueel geldende doelen (inclusief natuurontwikkelingspotenties) niet in het gedrang komen.

<sup>20</sup> Schriftelijk advies Stefanie Brandt, juriste ANB

<sup>21</sup> Of anders gesteld: schade die enkel met buitensporige kosten kan worden hersteld wordt gelijk gesteld met 'onherstelbare schade'.

eerder kleinschalige activiteiten waarvan de impact relatief gemakkelijk te herstellen was, of in het geval van meer grootschalige activiteiten van groot openbaar belang de garantie wou inbouwen dat schade kwantitatief en kwalitatief voldoende zou worden gecompenseerd. Langdurige schade, zoals bij stikstofdepositie, die niet vermijdbaar is en nog eens ter plaatse moest worden hersteld, had men niet op de radar. Het Stikstofarrest heeft definitief duidelijk gemaakt dat ook stikstofdepositie binnen het toepassingsbereik van de VEN-toets valt. **Het sluipend verdwijnen van biodiversiteit in onze landschappen door stikstofdepositie (cf. 1.4.1 en 1.4.2) is niet iets dat simpelweg als 'herstelbaar' kan worden gecatalogeerd. Het lokaal uitsterven van zeldzame soorten met geringe dispersiecapaciteit in de context van een sterk versnipperde natuurlijke structuur in Vlaanderen, moet ecologisch als 'onherstelbaar' worden beoordeeld (zie ook het principe van de extinctiespiraal in figuur 1). Elke bijkomende stikstofdepositie in een individueel gebied zal het ecologisch herstel moeilijker maken, zeker wanneer ambitieuze natuurdoelen voor het gebied vast gelegd zijn.**

Aangezien het verbod op 'onvermijdbare en onherstelbare schade' binnen het VEN van toepassing is op de vergunningsverlening voor stikstofdepositie in VEN ligt de bewijslast voor 'herstelbare schade' in elk geval bij de vergunningsaanvrager. Aan die bewijslast voldoen, is geen gemakkelijke opgave. Gelet op de complexiteit van de (impact van de) stikstofdepositie zullen volgende elementen in kaart moeten worden gebracht:

1. Beschrijving van de **actuele toestand** van het VEN-gebied op niveau van vegetatie en vegetatiestructuur, kenmerkende soorten flora en fauna (met inbegrip van hun populatietrends<sup>22</sup>), de abiotische toestand en het ecologisch functioneren van het gebied, de oppervlakte en samenhang met andere gebieden (connectiviteit).
2. Beschrijving van de **referentietoestand voor natuurherstel**<sup>23</sup>. Dit kunnen wettelijk vastgelegde natuurdoelen zijn (bv. in het kader van instandhoudingsdoelen of goedgekeurde natuurbeheerplannen) of kan de min of meer natuurlijke toestand van het gebied zijn op basis van aanwezige potenties<sup>24</sup> (bv. gespiegeld aan natuurlijke abiotiek of historisch aanwezige levensgemeenschappen).
3. Analyse van de **huidige stikstofbronnen, transportroutes, alle directe en indirecte effecten van stikstofbelasting en interacties met andere milieudrukken en het beheer van het VEN-gebied**. De schadebeoordeling van het plan of project gebeurt op basis van het onder 1.4 besproken toetsingskader en houdt rekening met cumulatieve en permanente effecten, met inbegrip van de samenhang (connectiviteit) met naburige VEN-gebieden en de impact van klimaatverandering. KDW's kunnen enkel gehanteerd worden indien andere stikstofbronnen een verwaarloosbaar aandeel hebben in de stikstofbelasting van het gebied.
4. Beschrijving van de knelpunten voor effectief natuurherstel ('distance to target' analyse) op niveau van de (gewenste) vegetatie en soortenpopulaties en de rol van stikstof-gerelateerde herstelmaatregelen hierin. Voor de bijdrage van het project aan de lokale stikstofbelasting wordt een **voorstel van maatregelenmix** geformuleerd waarin de herstelbaarheid van de (cumulatieve en permanente) effecten van het project wordt aangetoond, zodat het bereiken van de referentietoestand voor natuurherstel niet gehypothekeerd wordt. Een veralgemeend intensiever maai- en

<sup>22</sup> Cfr. fenomeen van 'extinctieschuld' en 'ecologische val'. Louter stand-still in een VEN-gebied zal vaak onvoldoende zijn om lokaal biodiversiteitsverlies op de langere termijn te vermijden.

<sup>23</sup> Het plan of project mag het herstel naar een goede ecologische toestand niet hypothekeken.

<sup>24</sup> De nodige voorzorg dient ingebouwd om naar de toekomst garanties te kunnen geven voor de realisatie van bijkomende natuurdoelen in het kader van de verplichtingen voor het bereiken van een gunstige staat van instandhouding voor habitats en soorten (Habitat- en Vogelrichtlijn), een goede ecologische toestand van waterlichamen (kaderrichtlijn water), nieuwe Europese natuurhersteldoelen voortvloeiend uit de Europese Natuurherstelwet en de afbakening van 30/10% beschermd/strikt beschermd natuurgebied, of doelen gerelateerd aan klimaatadaptatie en mitigatie.

graasbeheer als maatregel mag geen negatief effect hebben op faunadoelen. Dure eenmalige herstelmaatregelen zoals plaggen of baggeren kunnen enkel wanneer de KDW niet overschreden wordt en andere stikstofbronnen een verwaarloosbaar aandeel hebben in de stikstofbelasting van het gebied.

5. Opsomming van alle concrete maatregelen met inbegrip van locatie, timing, uitvoerder, overeenkomst(en) met de terreinbeheerder(s) en budgetgaranties. Ook ontwikkelingsbeheer (adaptief beheer) tijdens het herstelproces dient voorzien. Tot slot zal ook controle op het terrein nodig zijn of de maatregelen tot het gewenste resultaat hebben geleid.

Na wetenschappelijke en administratieve toetsing kan de vergunningverlenende overheid al dan niet goedkeuring verlenen aan de natuurherstelacties en eventueel bijkomende voorwaarden stellen. In een volgende stap kan de vergunningsaanvraag voor het plan/project dan eventueel goedgekeurd worden, waarbij de uitvoering van de maatregelen als voorwaarde wordt opgelegd. Een juridisch knelpunt is dat herstelmaatregelen die door derden moeten uitgevoerd worden (bv. de beheerder van een naburig natuurreservaat in VEN) niet in de vergunningsvoorwaarden kunnen opgelegd worden.

**In de praktijk lijkt het ons echter aannemelijk dat het aantonen van "onvermijdbare, maar herstelbare schade" een complexe en dure onderneming wordt waar bovendien tal van onzekerheden spelen (bv. op niveau van fauna, rekening houden met reeds bestaande overbelasting en vrijwaren van natuurontwikkelingspotenties, garanties naar timing en wie het herstel moet uitvoeren).** En bij twijfel of onzekerheid zal de overheid als vergunningsverlener gebonden zijn aan het voorzorgsbeginsel (zie 1.3) en zal dus geen vergunning kunnen worden uitgereikt of, in het tegengesteld geval, zal die voor de rechtbank kunnen aangevochten worden omdat onvoldoende zeker aangetoond is dat de schade (inclusief cumulatieve en interactieve effecten) op flora en fauna hersteld zal kunnen worden. We vestigen er ook de aandacht op dat voor de Vlaamse vergunningverlenende overheid in principe enkel de stikstofdepositie afkomstig uit het buitenland als 'onvermijdbaar' kan worden gecatalogeerd, vermits Vlaanderen daar geen impact heeft op de vergunningsverlening. Stikstofuitstoot via vergunningsplichtige activiteiten in Vlaanderen, is in het kader van de vergunningsverlening in theorie 'vermijdbaar', wat niet belet dat er derogatieprocedures mogelijk zijn voor projecten met dwingend groot algemeen belang. **Mits een alternatieventoets, kan hier in plaats van problematisch in-situ natuurherstel gekozen worden voor een compensatieverplichting.**

Herstelmaatregelen die mitigerend zijn voor de onder 1.4.3. vernoemde milieudrukken kunnen zeker een deel van de oplossing zijn voor het verkleinen van de impact van stikstofdepositie. Prioritaire gebiedsgerichte maatregelen zijn daarbij het herstel van de hydrologie en het robuuster maken van de natuur (vergroten, verbinden, bufferen). Op de allerarmste zandgronden kan gedacht worden aan voorzichtig bekalken in de strijd tegen verzuring. Andere herstelmaatregelen, zoals het verwijderen van de voedselrijke bouwvoor door plaggen of het baggeren van geëutrofiëerde wateren kunnen slechts eenmalig uitgevoerd worden, wat enkel zinvol is als de depositie tot onder de KDW is teruggedrongen. Andere maatregelen zoals een intensiever beheer (maaïen, begrazen, strooiselroof, houtkap) voor het afvoeren van stikstof hebben negatieve gevolgen voor fauna en zijn niet aanbevolen (Maes *et al.* 2021). Bovendien kan dit intensiever beheer ook een 'buitensporig hoge kost' (zie hoger vermelde jurisprudentie) met zich meebrengen. Relevante gebiedsgerichte herstelmaatregelen worden o.a. gesuggereerd in de 38 gebiedsanalyses m.b.t. de programmatorische aanpak stikstof en de ecohydrologische gebiedsanalyses<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> <https://www.vlaanderen.be/inbo/38-gebiedsanalyses-programmatISCHE-aanpak-stikstof-pas-gepubliceerd/>



### **3. Kan de ministeriële instructie en bijhorende richtsnoeren ook gebruikt worden voor de evaluatie van de impact van vermessing/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurwaarden in VEN?**

#### **3.1. Evaluatie richtsnoeren**

Het INBO onderschrijft de nood aan emissiereductiewinsten voor generiek en gebiedsgericht beleid zoals verwoord in de ministeriële instructie en richtsnoeren, mits ondersteuning door een krachtadig flankerend sociaal-economisch beleid en natuurherstelbeleid. De huidige aanpak is juridisch, ecologisch en naar impact op milieu en gezondheid immers niet houdbaar.

Of en welke richtsnoeren gehanteerd moeten worden in de vergunningsverlening ten aanzien van stikstofdepositie is een beleidskeuze. We adviseren wel het gebruik van een wetenschappelijke onderbouwde methode met zo gering mogelijke foutenmarge, gebaseerd op de best beschikbare kennis, waarbij de verschillende causale routes van directe en indirecte effecten van N-depositie op natuurtypen, flora en fauna zo goed mogelijk in beeld gebracht worden (zie figuur 2). De beoordeling van de ecologische impact van stikstofdepositie op een ecosysteemtype of soort in het VEN moet daarbij steeds rekening houden met de lokale omgevingscondities.

De richtsnoeren bij de toepassing van het tussentijds kader voor NH<sub>3</sub>-emissies veroorzaakt door veehouderijen en mestverwerkingsinstallaties (opgenomen bij Ministeriële instructie dd. 2/5/21) somt zeker een aantal positieve maatregelen op die de ammoniakdepositie in VEN kan reduceren. **Specifiek met betrekking tot de regelgeving en jurisprudentie rond het verbod op 'onvermijdbare en onherstelbare schade' in VEN merken we op dat de richtsnoeren in de ministeriële instructie voor VEN nog ontoereikend lijken voor volgende aspecten:**

- de stikstofproblematiek wordt onvoldoende in zijn totaliteit benaderd (cumulatieve en interactieve effecten van depositie in verhouding tot de totale stikstofbelasting en andere milieudrukken in VEN). Ook wanneer de depositie in VEN niet toeneemt zal die in vele VEN-gebieden te hoog blijven en een cascade aan onvermijdbare en onherstelbare negatieve effecten (blijven) veroorzaken. Het gebruik van impactscores gebaseerd op KDW's moet steeds samen bekeken worden met de stikstofbelasting via andere bronnen (bv. eutrofiëring via grond- en oppervlaktewater, mineralisatie van organische bodems door verdroging).
- voor schade aan VEN zijn juridisch geen minimale drempels voor stikstofdepositie van toepassing: elke schade (hoe klein ook) dient herstelbaar te zijn of kan anders niet worden vergund. Dit geldt ook voor schade ten aanzien van individuele soorten en voor schade buiten VEN wanneer dit de connectiviteit tussen VEN-gebieden in het gedrang zou brengen.
- Voor de herstelverplichting in VEN ontbreken de nodige richtsnoeren om een kwalitatief en kwantitatief gelijkwaardige habitat/populatie te kunnen garanderen. Omdat die richtsnoeren ingrijpen op de vergunningverlening is het wenselijk en nodig dat deze een juridisch bindende rechtsbasis krijgen. Herstel kan op zijn beurt niet los gezien worden van de totale stikstofbelasting in een gebied, de plaatselijke natuurdoelen en alle nodige natuurherstelmaatregelen om de impact van stikstof te mitigeren.

Voor VEN-gebieden die niet gevat zijn door instandhoudingsdoelen of een goedgekeurd beheerplan zijn de lokale natuurdoelen onduidelijk.

## 3.2. Verdere aanbevelingen voor een wetenschappelijk onderbouwd en integraal stikstofbeleid

We formuleren een viertal aandachtspunten om de impact van stikstofdepositie beter in beeld te brengen en een wetenschappelijk onderbouwd anticiperend stikstofbeleid te kunnen voeren.

### 3.2.1. Uitbreiding meetnet stikstofdepositie

Emissies van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> zijn kleurloos en enkel meetbaar met speciale meetapparatuur die duur is in gebruik, zoals passieve Radiello-samplers (cumulatief) of een mini-DOAS monitor gebaseerd op de absorptie van licht (intervalmetingen). De depositie op een bepaalde plaats is variabel in tijd en ruimte, afhankelijk van parameters zoals seizoen, weersomstandigheden, afstand tot emissiebronnen en interceptie door bv. bomen/bossen (VMM 2016). Het aantal VMM meetpunten voor ammoniak in Vlaanderen is beperkt tot 18 (+ 5 meetplaatsen in bosgebieden door INBO, de zgn. LTER-sites). Uitbreiding van het meetnet is nuttig en nodig om meer inzicht te krijgen in de gebiedsafhankelijke variabiliteit van de depositie, de impact van diverse factoren en het beter kalibreren en valideren van stikstofdepositiemodellen. Ter vergelijking: in Nederland wordt in 86 natuurgebieden de ammoniakdepositie opgevolgd.<sup>26</sup>

**Door in natuurgebieden stikstofdepositie te meten kan de langetermijnimpact van stikstofdepositie op natuur beter opgevolgd worden, met inbegrip van de cumulatieve impact van andere drukfactoren (incl. klimaatverandering) en de effecten van natuurherstelmaatregelen.** Het komt de wetenschappelijke onderbouwing van het beleid ten goede. Experimentele proefopstellingen op het terrein en onder gecontroleerde omstandigheden kunnen belangrijke bijkomende inzichten genereren die ook internationaal relevant zijn (bv. in het kader van de periodieke herziening van kritische drempelwaarden).

### 3.2.2. Modellen voor stikstofemissie en -depositie en de impactscoretool

In de praktijk wordt het zgn. VLOPS-model<sup>27</sup> gebruikt om stikstofdepositie op een gegeven locatie in te schatten, gebaseerd op een interpolatie van jaarlijkse, naar 1x1 km verrasterde emissiegegevens, meteo-data en rekening houdend met verschillende depositiesnelheden voor NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. De resultaten van het VLOPS-model zijn een "best-guess", zonder dat er aanwijzingen zijn voor een systematische over- of onderschatting van de waarden zoals ze op een beperkt aantal plaatsen in Vlaanderen effectief gemeten worden, aldus VITO<sup>28</sup>. Omwille van de schijnbare getalsmatige nauwkeurigheid moet de totale depositie meestal in grootteklassen van (gemiddelde) kg N/ha uitgedrukt worden. Dit laat niet toe om in de vergunningverlening afwegingen te maken over de nog toelaatbare N-depositie in functie van de ter plaatse reeds aanwezige N-depositie en de afstand tot de KDW's van de stikstofgevoelige habitats (vegetatietypen) in de omgeving van de toekomstige emissiebron.

De effectief gemeten of modelmatig bekomen depositiewaarden kunnen vervolgens getoetst worden aan zgn. "kritische depositiewaarden" of KDW's voor verschillende vegetatietypen. Dit gebeurt via de impactscoretool.

Het INBO ziet volgende aandachtspunten bij het hanteren van de impactscoretool:

- **betrouwbaarheid van de basisdata:**

<sup>26</sup> <https://www.rivm.nl/stikstof/meten/meetnet-ammoniak-in-natuurgebieden>

<sup>27</sup> VLOPS staat voor de Vlaamse versie van het Operationeel Prioritaire Stoffen (OPS) model, ontwikkeld door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu in Nederland (Wichink Kruit et al. 2012).

<sup>28</sup> <https://docs.vlaamsparlement.be/pfile?id=1684708>

- kalibratie en validatie van de modellen voor het bepalen van emissie- en depositiegegevens, met inbegrip van toetsing aan de modellen die in het buitenland gehanteerd worden (bv. DAMOS<sup>29</sup>, FRAME<sup>30</sup>, EMEP model<sup>31</sup>);
  - regelmatige gebiedsdekkende update van de biologische waarderingskaart/habitatkaart;
  - (update) GIS-laag beheerdoelen Vlaamse natuurgebieden waaraan de gemodelleerde deposities kunnen afgetoetst worden;
  - databank en GIS-laag natuurherstel in Vlaamse natuurgebieden.
- De huidige KDW's dateren van 2013. Er zijn aanwijzingen dat deze KDW's onvoldoende streng zijn (zie 1.4.1). Afstemming met de vorderingen van de wetenschappelijke kennis in binnen- en buitenland is wenselijk (minstens met Nederland omwille van grensoverschrijdende problematiek, en gelijkaardigheid van de stikstofgevoeligheid van habitattypen in beide regio's). De empirische kritische ranges worden ca. 10-jaarlijks herzien (Bobbink & Hettelingh 2011) en een nieuwe publicatie zou voorzien zijn voor de eerste helft van 2022 (Bobbink pers.med.). **Voor de in het VEN beschermde natuurtypen die niet onder de Habitatrichtlijn vallen dienen nog KDW's bepaald te worden.**
- De impactscoretool dient rekening te houden met de beheerdoelen voor VEN-gebieden, Europese natuurdoelen voor een gunstige staat van instandhouding voor habitats en soorten, de EU natuurherstelwet en de EU 30/10% 'beschermde natuur' doelstelling. Een verschillende aanpak voor SBZ en VEN compliceert het Vlaamse stikstofbeleid gelet op de grote overlap tussen SBZ en VEN. **Voor het bereiken van de Europees verplichte gunstige staat van instandhouding moet ook gekeken worden naar natuur(potentie) buiten de SBZ's en het VEN.** Achteruitgang van de habitatkwaliteit buiten SBZ heeft immers ook een impact op de gunstige staat van instandhouding op gewestelijk (en nationaal) niveau. Buiten SBZ kunnen actueel (of nog te ontwikkelen) kwetsbare leefgebieden gelegen zijn voor Europees beschermde soorten. Ook mogelijk verlies aan samenhang (connectiviteit) tussen verschillende VEN-gebieden dient beoordeeld.
- De impactscoretool dient in principe nog aangevuld met een module 'impact fauna'. In afwachting van bijkomende inzichtelijke kennis (zie 1.4.2) en een al dan niet geautomatiseerde aanpak kan een gebiedsgerichte evaluatie met expertkennis ondersteund worden. Daartoe kunnen lijsten met toetsingssoorten opgemaakt worden op basis van figuur 3 en 4.
- De impactscoretool dient aangevuld met een module 'cumulatieve impact overige milieudrukken' (zie 1.4.3). Een geautomatiseerde aanpak is wellicht moeilijk, maar kan ondersteund worden door gebiedspecifieke expertkennis, met aandacht voor mitigerende herstelmaatregelen.

### 3.2.3. Korte termijn emissiereductiewinsten zijn niet de totaaloplossing

In navolging van het Nederlandse Planbureau voor de Leefomgeving (Vink *et al.* 2021) waarschuwen we nadrukkelijk voor te sterk inzetten op kortetermijnbeleid voor technologische winst rond veevoedersamenstelling en emissiearme stallen gekoppeld aan een business-as-usual lock-in. Op termijn zal dit de problemen niet voldoende kunnen oplossen of onvoldoende invulling kunnen geven aan de Europese en VEN-beleidsdoelen, waarbij uiteindelijk bijkomende sociale en economische drama's worden gecreëerd. Hetzelfde geldt voor de verplaatsing en herlocatie van stallen en overheidsinvesteringen voor flankerend beleid als die op langere termijn onvoldoende duurzaam zijn.

<sup>29</sup> Danish Ammonia Modelling System (Geels *et al.* 2012)

<sup>30</sup> Fine Resolution AMmonia Exchange wordt gebruikt in UK (Singles *et al.* 1998)

<sup>31</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/emep-n-atmospheric-deposition>

#### **3.2.4. Nood aan implementatie van een volgehouden ambitieus natuurbeleid**

We adviseren een flankerend natuurbeleid dat krachtadig inzet op een meer robuuste natuurlijke structuur (grotere, beter gebufferde en onderling verbonden natuurgebieden) voor Vlaanderen, inclusief het herstel van de milieukwaliteit en een ambitieus LULUCF-beleid. Daarbij kan gedacht worden aan het instellen van nulbemesting in alle natuurgebieden (groenlaag gewestplan en speciale beschermingszones) en grootschalig hydrologisch herstel van de Vlaamse natuur, naast andere gebiedsgerichte natuurherstelmaatregelen. Dit mag niet als een 'kost' gezien worden, maar als een 'investering' die zich op termijn meervoudig zal terugverdienen via de levering van allerlei ecosysteemdiensten. Een aanpak van 'dweilen met de kraan open' zal op termijn onvoldoende renderen, niet alleen voor het stikstofbeleid, maar ook niet voor het mest-, water-, biodiversiteits-, klimaat- en gezondheidsbeleid. Dit is in lijn met de algemene aanbevelingen in het advies van het PAS-expertenpanel van 28/06/21 aan de Vlaamse Regering.

#### **4. Is een andere methodiek (bv. deze van het m.e.r Richtlijnenboek landbouwdieren) beter geschikt voor de evaluatie van de impact van vermisting/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurwaarden in VEN?**

De kritische lasten van het MER-richtlijnenboek 'landbouwdieren' (2009) zijn o.i. minder geschikt voor de beoordeling van effecten van stalemissies op natuurwaarden in VEN-gebieden. Ze zijn deels gebaseerd op berekening van kritische lasten via de 'statische massabalans' benadering (SMB):

- Deze betreffen depositiewaarden waarbij een bepaald chemisch criterium (kritische limiet) in de bodemoplossing ter bescherming van een ecosysteemreceptor voor de gevolgen van stikstofverzuuring (ten gevolge van vermisting door stikstof) of uitspoeling van bv. toxisch aluminium (ten gevolge van verzuring door stikstof) gerespecteerd wordt. Dit criterium betreft een kritische nitraatconcentratie in het bodemwater of kritische nitraat-uitspoelingshoeveelheid voor de kritische last vermisting. Voor de kritische last verzuring wordt bijvoorbeeld een kritische verhouding van basische kationen op Al (ter bescherming haarwortels) of een kritische aluminium-mobilisatiegraad (ter bescherming aluminiumbuffer of behoud van basenverzuuring) als limiet in de bodemoplossing gehanteerd (CLRTAP, 2017).
- Kritische lasten, berekend via de statische massabalans zijn vooral van betekenis voor het generieke luchtbeleidsplan.
- De kritische lasten, verkregen via de SMB, variëren in grootte naargelang de gestrengheid van het criterium dat gehanteerd wordt. Kritische lasten berekend voor de impact van verzurend Al op ondergrondse wortelbiomassa (via Bc/Al criterium) zijn hoger dan kritische lasten die berekend worden wanneer men verlies van bodembuffercapaciteit als doel stelt (ANC of acid neutralising capacity => 0).
- Ze geven enkel uitspraak voor globale ecosysteemtypen (naaldbos, loofbos, heide, grasland). Er bestaan geen habitatspecifieke chemische kritische limieten in de bodemoplossing om via deze berekeningswijze kritische lasten te berekenen, ook niet voor regionaal belangrijke biotopen (CLRTAP, 2017). De kritische lasten voor verzuring voor bossen, vermeld in het richtlijnenboek (Langouche *et al.*, 2001) zijn bijvoorbeeld gebaseerd op niet habitatspecifieke chemische kritische limieten.

Het is aangewezen om te werken met kritische depositiewaarden (KDW's) die gebaseerd zijn op de meest recente empirische waarden zoals die momenteel binnen de passende beoordeling voor de SBZ worden gehanteerd. Voor de passende beoordeling wordt de

risicoanalyse verricht aan de hand van KDW's (kritische depositiewaarden gepubliceerd in van Dobben *et al.*, 2012) die onderbouwd werden door het meest recente empirisch onderzoek (Bobbink & Hetteling, 2011). Deze empirische ranges worden in het Europese NATURA2000 beleid ingezet voor het lokale emissiereductiebeleid (gebiedsgericht beleid). Ze zijn beter geschikt omdat ze:

- gebaseerd zijn op N-additie-experimenten (bioassays) in de natuur en toelaten een rechtstreeks (causaal) verband aan te tonen met biodiversiteitsverlies van habitats en de vermestende/verzurende depositie van stikstof. Ze houden rekening met effecten zowel op de structuur (bv. Biodiversiteitsindex, soortantallen) als functioneren van habitats (bv. uitspoeling van nutriënten, impact op afbraakprocessen).
- informatie verstrekken over de gevoeligheid van een brede range van Vlaamse habitats met KDW's die variëren van 6 tot 34 kg N ha<sup>-1</sup> jaar<sup>-1</sup>.
- beter geschikt zijn bij het beoordelen van effecten van stikstofemissies door landbouwprojecten op biodiversiteitsverlies in aangrenzende natuurtypen.
- Ze worden 10-jaarlijks gereviseerd op basis van voortschrijdende wetenschappelijke inzichten in vermestende en verzurende effecten van stikstof op natuurtypen.
- Het van Dobben rapport (2012) vermeldt ook KDW's die voor regionaal belangrijke biotopen kunnen gebruikt worden.

De kritische depositiewaarden in het richtlijnenboek in 2009 zijn vooral gebaseerd op de statische massabalans methode. Voor effecten van vermesting worden ook waarden vermeld die gebaseerd zijn op van Dobben en van Hinsberg (2008). Deze zijn gebaseerd op een gedateerd achtergrond document rond empirische kritische waarden (Achermann en Bobbink, 2003). Bij de publicatie van het richtlijnenboek in 2009 was de meest recente informatie rond empirische waarden (van Dobben *et al.*, 2012) nog niet beschikbaar.

In theorie is er nog een andere mogelijkheid om biodiversiteitsveranderingen te voorspellen via een combinatie van vegetatiemodellen (Bern, Move, Props, Sumo en VEG) en bodemgeochemische modellen (bv. VSD+) (CLRTAP, 2017). Deze hebben als doel om modelmatig de habitatsitekwaliteit te optimaliseren voor verschillende plantengemeenschappen. Dit vraagt de inzet van vegetatiedeskundigen met uitgebreide kennis van modelleren en validatie.

## Conclusies

---

### **1. Hoe kan beoordeeld worden of een effect van stikstofdepositie op de natuurwaarden in VEN te aanzien is als schade?**

Ecologische schade kan gedefinieerd worden als het verlies aan oppervlakte en samenhang van een gebied of ecosysteem en/of degradatie van de ecologische kwaliteit en integriteit ervan, zowel wat betreft de abiotische als biotische kenmerken, hun onderlinge interacties en hun procesmatig functioneren. Degradatie van het abiotisch milieu betekent daarin dat de milieucondities voor het voortbestaan van een ecosysteem en de kenmerkende soorten niet langer optimaal zijn en/of een trend tot verslechtering vertonen. Degradatie van het biotisch milieu betekent hierin dat de populaties van typische soorten (in het bijzonder de ecologisch veeleisende soorten die doorgaans ook de doelsoorten zijn voor het natuurbehoud) geleidelijk kleiner en minder vitaal worden en tenslotte lokaal (kunnen) uitsterven (extinctiespiraal).

Er zijn geen wetenschappelijke, op ecologische principes gebaseerde argumenten om de objectieve ecologische schade in VEN, SBZ of erbuiten verschillend in te schatten. Het is een beleidskeuze om voor eenzelfde ecosysteemtype of soort meer of minder schade te tolereren

naargelang de planologische bestemming of een verschillend beschermingsstatuut, maar de ecologische schade blijft voor elk van de vermelde planologische bestemmingen dezelfde<sup>32</sup>. Gezien de VEN-gebieden geconcentreerd zijn als de belangrijkste natuurkerngebieden van Vlaanderen, kan juridisch en ecologisch onderbouwd worden dat elke schade in het VEN zo veel mogelijk moet vermeden worden. Omdat de biotische en abiotische kenmerken en het ecosysteem voor iedere locatie verschillen, dient de schade wel steeds op het lokale gebiedsniveau beoordeeld te worden met in acht name van het cumulerend en interactief effect bovenop reeds bestaande stikstofdepositie, andere stikstofbronnen en andere milieudrukken, inclusief klimaatverandering. Zelfs de impact op een enkele soort en de connectiviteit tussen populaties is relevant, blijkt uit de jurisprudentie.

Niet de actuele natuurwaarde (vaak reeds gedegradeerd), maar de nagestreefde natuurwaarde voor het specifieke gebied, zoals vastgelegd in beheerplannen en doelen voortvloeiend uit Europese verplichtingen, vormen het gewenste toetsingskader (zie ook Handboek Natuurbehoudsrecht 2011, p. 249, nr. 388). Best wordt proactief ook al rekening gehouden met doelen van de Europese Biodiversiteitsstrategie 2030. Er moet best ook gekeken worden naar mogelijke secundaire effecten, zoals veranderingen in agrarisch grondgebruik rondom VEN, als gevolg van vergunningen voor intensieve veeteelt of versnippering als gevolg van vergunningen voor wegen.

Uit de bespreking van de cumulatieve impact van stikstof(depositie) op vegetaties, flora en fauna (zie hoofdstuk 1.4.) blijkt dat het schadespectrum zeer breed is. In de jurisprudentie rond de notie "onvermijdbare schade" valt af te leiden dat er geen rekening moet worden gehouden met een minimale ernst of schadedrempel. Het hanteren van kritische drempelwaarden (KDW) voor de beoordeling van de schade door stikstofdepositie in het VEN is daarom allerminst evident. Elke vorm van onvermijdbare schade, ongeacht de grootte, moet in beginsel worden uitgesloten als niet tegelijk kan aangetoond worden dat de schade herstelbaar is en ook effectief zal hersteld worden. Men zal daarenboven steeds terdege rekening moeten houden met de cumulatieve effecten door reeds aanwezige stikstofdruk via andere bronnen (bv. eutrofiëring via grondwater en oppervlaktewater, mineralisatie organische bodems door verdroging).

## **2. Hoe kan beoordeeld worden of deze schade onherstelbaar is?**

Het is niet evident om ecologisch met zekerheid te onderbouwen dat de onvermijdbare schade van stikstofemissies aan vegetaties of bepaalde soorten in het VEN herstelbaar is en hoe dit herstel dan moet gebeuren. Bij twijfel of onzekerheid is de overheid als vergunningsverlener ingevolge een motiverings- en zorgvuldigheidsplicht bovendien gebonden aan het voorzorgsbeginsel en kan de vergunning dus niet worden verleend.

Het langzaam verdwijnen van biodiversiteit in onze landschappen door stikstofdepositie is ecologisch gezien quasi 'onherstelbaar'. Veel doelsoorten voor het natuurbehoud, vooral deze die relatief nauwe niches in meso- tot oligotrofe habitats bezetten en een geringe dispersiecapaciteit hebben, bevinden zich in een extinctiespiraal. Onderzoeken van de voorbije 10 jaar tonen aan dat het impactspectrum van stikstofdepositie veel breder en ernstiger is dan gedacht, o.a. op symbiotische ectomycorrhiza, de voedselkwaliteit voor herbivore ongewervelde fauna en chemische stress bij aquatische fauna. Stikstofdepositie treft zo niet alleen zeldzame, veeleisende soorten maar ook relatief 'gewone soorten' en werkt door op de hele voedselketen, waardoor ecosystemen kwalitatief degraderen. De impact van stikstofdepositie buiten VEN op de voedselketen en op de stikstofbelasting van grond- en oppervlaktewater kan bovendien ook impact hebben op soorten in het VEN.

---

<sup>32</sup> Er is wel de zeer belangrijke nuance dat lokale verschillen in het voormalig landgebruik en (natuur)beheer, de oppervlakte en isolatie van het gebied en de aanwezigheid van andere verstoringsinvloeden (waaronder ook andere stikstofbronnen dan atmosferische depositie) wel een verschillende en/of cumulatieve impact kunnen hebben op de uiteindelijke schade in een gebied. Dezelfde argumentatie geldt voor de impact van stikstofdepositie op de populaties van individuele soorten.

Zo men de notie van verbod op 'onvermijdbare en onherstelbare schade' van toepassing wil maken op de vergunningsverlening voor stikstofdepositie dan zal de vergunningsaanvrager met een impactstudie moeten bewijzen dat de impact 'herstelbaar' is en een concreet 'herstelplan' moeten voorleggen met garanties voor gelijktijdige implementatie. Men zal daarbij ook in kaart moeten brengen welke de cumulatieve en interactieve effecten zijn ten opzichte van andere stikstofbronnen en milieudrukken zowel binnen als buiten VEN. Bepaalde herstelmaatregelen, zoals herstel van de hydrologie, robuuster maken van de natuur en een verbod op bemesting zowel in als rond natuurgebieden kunnen zeker bijdragen tot het verkleinen van de negatieve impact van stikstofdepositie. Een intensiever beheer (maaïen, begrazen, strooiselroof, houtkap) kan een beperkte en vooral tijdelijke remedie bieden, maar heeft vaak negatieve effecten voor fauna, terwijl sommige eenmalige herstelmaatregelen (bv. plaggen, baggeren) niet tot duurzame oplossingen leiden tot zolang het probleem van aanhoudende stikstofbelasting op het ecosysteem niet van de baan is. Een aanzet tot inhoud en de noodzakelijke bouwstenen van zo'n impactstudie is weergegeven in de tekst.

In de praktijk lijkt het ons echter aannemelijk dat het aantonen van "onvermijdbare, maar herstelbare schade" een complexe en dure onderneming wordt waar bovendien tal van onzekerheden spelen (bv. met betrekking tot fauna, de reeds bestaande stikstof(over)belasting, het vrijwaren van natuurontwikkelingspotenties, garanties naar timing, financiering en wie het herstel moet uitvoeren, enz.). En bij twijfel of onzekerheid zal de overheid als vergunningsverlener gebonden zijn aan het voorzorgsbeginsel en zal dus geen vergunning kunnen worden uitgereikt of, in het tegengesteld geval, zal die voor de rechtbank kunnen aangevochten worden omdat onvoldoende zeker aangetoond is dat de schade (inclusief cumulatieve en interactieve effecten) op flora en fauna hersteld zal kunnen worden. We vestigen er daarbij ook de aandacht op dat voor de Vlaamse vergunningverlenende overheid in principe enkel de stikstofdepositie afkomstig uit het buitenland als 'onvermijdbaar' kan worden gecatalogeerd, vermits Vlaanderen daar geen impact heeft op de vergunningsverlening. Stikstofuitstoot via vergunningsplichtige activiteiten in Vlaanderen, is in het kader van de vergunningsverlening in theorie 'vermijdbaar'. Vergunningen voor grotere projecten met dwingend groot algemeen belang hoeven niet noodzakelijk in het gedrang te komen omdat hier een derogatieprocedure mogelijk is. Mits een alternatieventoets, kan hier in plaats van een problematisch en onzeker in-situ natuurherstel gekozen worden voor een compensatieverplichting.

### **3. Kan de ministeriële instructie en bijhorende richtsnoeren ook gebruikt worden voor de evaluatie van de impact van vermessing/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurwaarden in VEN?**

Het INBO onderschrijft de nood aan emissiereductiewinsten voor generiek en gebiedsgericht beleid zoals verwoord in de ministeriële instructie en richtsnoeren, mits ondersteuning door een krachtadig flankerend sociaal-economisch beleid en actief natuurherstelbeleid. De huidige aanpak is juridisch, ecologisch en naar impact op milieu en gezondheid immers niet houdbaar. De langdurige en cumulatieve impact van stikstof op Vlaamse ecosystemen en soorten kan dramatisch genoemd worden en vereist naast emissiereductiewinsten ook actief natuurherstel om het tij te keren. Emissiereductiewinsten zijn een middel; herstel van ecosystemen en soortenpopulaties zijn ecologisch het finale doel.

Welke richtsnoeren gehanteerd moeten worden in de vergunningsverlening ten aanzien van stikstofdepositie is een beleidskeuze. We adviseren wel het gebruik van een wetenschappelijke onderbouwde methode met zo gering mogelijke foutenmarge, gebaseerd op de best beschikbare kennis, waarbij de verschillende causale routes van directe en indirecte effecten van N-depositie op natuurtypen, flora en fauna zo goed mogelijk in beeld gebracht worden.

Specifiek met betrekking tot de regelgeving en jurisprudentie rond het verbod op 'onvermijdbare en onherstelbare schade' in VEN merken we op dat de richtsnoeren in de ministeriële instructie voor VEN nog ontoereikend lijken voor volgende aspecten:

- De stikstofproblematiek wordt onvoldoende in zijn totaliteit benaderd (cumulatieve en interactieve effecten van depositie in verhouding tot de totale stikstofbelasting en andere milieudrukken in VEN). Ook wanneer de depositie in VEN niet toeneemt zal die in vele VEN-gebieden te hoog blijven en een cascade aan onvermijdbare en onherstelbare negatieve effecten (blijven) veroorzaken. Het gebruik van impactscores gebaseerd op KDW's moet steeds samen bekeken worden met de stikstofbelasting via andere bronnen (bv. eutrofiëring via grond- en oppervlaktewater, mineralisatie van organische bodems door verdroging).
- Voor schade aan VEN zijn juridisch geen minimale drempels voor stikstofdepositie van toepassing: elke schade (hoe klein ook) dient herstelbaar te zijn en effectief hersteld te worden of kan anders niet worden vergund. Dit geldt ook voor schade ten aanzien van individuele soorten en voor schade buiten VEN wanneer dit de connectiviteit tussen VEN-gebieden in het gedrang zou brengen of stikstoftransport naar VEN via grond- en oppervlaktewater veroorzaakt.
- Voor de herstelverplichting in VEN ontbreken de nodige richtsnoeren om een kwalitatief en kwantitatief gelijkwaardige habitat/populatie te kunnen garanderen. Omdat die richtsnoeren ingrijpen op de vergunningverlening is het wenselijk en nodig dat deze een juridisch bindende rechtsbasis krijgen. Herstel kan op zijn beurt niet los gezien worden van de totale stikstofbelasting in een gebied, de plaatselijke natuurdoelen en alle nodige natuurherstelmaatregelen om de impact van stikstof te mitigeren.
- Voor VEN-gebieden die niet gevat zijn door instandhoudingsdoelen of een goedgekeurd beheerplan zijn de lokale natuurdoelen onduidelijk. Bijzondere aandacht is wenselijk voor de impact op rodelijstsoorten. Proactief dient best rekening gehouden met de doelen van de Europese biodiversiteitsstrategie 2030 die in Vlaanderen geïmplementeerd zullen moeten worden, waaronder bindende doelen voor natuurherstel (i.c. vooral bossen, wetlands en permanente graslanden) en de natuurdoelen voor '30/10% beschermd/strikt beschermd natuurgebied'.

In de toelichting worden nog bijkomende aanbevelingen gedaan voor een wetenschappelijk onderbouwd en integraal stikstofbeleid. Deze hebben betrekking op het meetnet, de modellen voor stikstofemissie en -depositie, de impactscoretool en een actief natuurherstelbeleid als finaliteit in de oplossing van de stikstofproblematiek.

#### **4. Is een andere methodiek (bv. deze van het m.e.r Richtlijnenboek landbouwdieren) beter geschikt voor de evaluatie van de impact van vermisting/verzuring via lucht, meer concreet de impact van stikstofdepositie, op de natuurwaarden in VEN?**

We raden af om de huidige kritische lasten van het MER-richtlijnenboek landbouwdieren verder te gebruiken bij de beoordeling van de effecten van stalemissies op natuurwaarden in het VEN. Ze zijn minder geschikt om uitspraken te doen over mogelijk biodiversiteitsverlies van verschillende natuurtypen. Er moet gebruik gemaakt worden van de meest recent gepubliceerde gegevens rond empirisch onderzoek zoals weergegeven in Bobbink en Hettelingh et al. (2011) en verder toegepast in de kritische depositiewaarden zoals in 2012 gepubliceerd door van Dobben *et al.* Bij de publicatie van het richtlijnenboek in 2009 was deze informatie nog niet beschikbaar.



## Referenties

---

- Achermann B. & Bobbink R. (2003). Empirical Critical Loads for Nitrogen. Proceedings of an Expert Workshop, Berne, 11-13 November 2002. SAEFL
- Bobbink R. (2021). [Effecten van stikstofdepositie nu en in 2030: een analyse](#). Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen. Rapportnummer RP-20.135.21.35.
- Bobbink R. & Hettelingh J.P. (ed.) (2011). [Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships](#). Report 680359002/2011 National Institute for Public Health and the Environment (RIVM). 243 pp.
- Ceulemans T., Van Geel M., Jacquemyn H., *et al.* (2019). Arbuscular mycorrhizal fungi in European grasslands under nutrient pollution. *Global Ecol Biogeogr.* 28:1796–1805. <https://doi.org/10.1111/geb.12994>
- Cliquet A. & Declerck K. (2017). Halting and restoring species loss: incorporating the concepts of extinction debt, ecological trap and dark diversity into conservation and restoration law. *Griffith Law Review*, 26(2), 178-201. <https://doi.org/10.1080/10383441.2017.1355873>
- CLRTAP (2017). Mapping critical loads for ecosystems, Chapter V of Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. 116 pp.
- CUWVO (1998). Coördinatie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Werkgroep V-1. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren.
- Declerck K., Wils C., Wouters J. & Maes D. (in druk). Hoe versnipperd is de Vlaamse natuur? Verkennende studie met aanbevelingen in het kader van de evaluatie van de gewestelijke instandhoudingsdoelstellingen. Rapport INBO.
- De Knijf G., Wils C., Verbist V., Belpaire C., De Bruyn L., Denys L., Gouwy J., Gyselings R., Herr C., Leyssen A., Maes D., Onkelinx T., Packet J., Speybroeck J., Thomaes A., Van Den Berge K., Van Landuyt W., Van Thuyne G. & van Vessem J. (2019). Staat van instandhouding (status en trends) van de soorten van de Habitatrichtlijn. Algemene resultaten - rapportageperiode 2013-2018. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (6). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. <https://doi.org/10.21436/inbor.15968946>
- Geels C., Andersen H. V., Ambelas Skjøth C., Christensen J. H., Ellermann T., Løfstrøm P., Gyldenkaerne S., Brandt J., Hansen K. M. Frohn L. M. & Hertel O. (2012). Improved modelling of atmospheric ammonia over Denmark using the coupled modelling system DAMOS, *Biogeosciences*, 9, 2625–2647. <https://doi.org/10.5194/bg-9-2625-2012>
- Gorree M. & Runhaar H. (1992). Haalbaarheidsstudie natuurgerichte normstelling nutriënten, Centrum voor Milieukunde, Report 88, Rijksuniversiteit Leiden.
- Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., *et al.* (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hens M. & Neiryck J. (2013). Kritische depositiewaarden voor stikstof voor duurzame instandhouding van Europese habitattypen in Vlaanderen: NOTA voor WBC Referentiewaarden. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. [https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/34171213/Nota\\_grenswaarden\\_atmosferische\\_stikstofdepositie\\_okt\\_2013.pdf](https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/34171213/Nota_grenswaarden_atmosferische_stikstofdepositie_okt_2013.pdf)
- Langouche D., Wiedemann T., Van Ranst E., Neiryck J. & Langohr R. (2001). Berekening en kartering van kritische lasten en overschrijdingen voor verzuring en eutrofiëring in bosesystemen in Vlaanderen. In: Neiryck *et al.*, *Bepaling van de verzurings- en vermestinggevoeligheid van Vlaamse bossen met gemodelleerde depositiefluxen*. Eindverslag VLINA 98/01.

Maes D., De Keersmaecker L., Van Uytvanck J., Decler K. & Louette G. (2021). Intensief natuurbeheer tegen de overmaat aan stikstof is bijzonder schadelijk voor de faunadiversiteit. *NatuurFocus*, 21(1), 36-37. [https://www.researchgate.net/publication/350173580\\_Intensief\\_natuurbeheer\\_tegen\\_de\\_ov\\_ermaat\\_aan\\_stikstof\\_is\\_bijzonder\\_schadelijk\\_voor\\_de\\_faunadiversiteit](https://www.researchgate.net/publication/350173580_Intensief_natuurbeheer_tegen_de_ov_ermaat_aan_stikstof_is_bijzonder_schadelijk_voor_de_faunadiversiteit)

Nijssen M.E., WallisDeVries M.F., Siepel H. (2017). Pathways for the effects of increased nitrogen deposition on fauna. *Biological Conservation* 212: 423-431. [https://www.natuurkennis.nl/Uploaded\\_files/Publicaties/nijssen-etal-2017.0b6d7c.pdf](https://www.natuurkennis.nl/Uploaded_files/Publicaties/nijssen-etal-2017.0b6d7c.pdf)

Oosterlynck P., De Saeger S., Leyssen A., Provoost S., Thomaes A., Vandevoorde B., Wouters J. & Paelinckx D. (2020). Criteria voor de beoordeling van de lokale staat van instandhouding van de Natura2000 habitattypen in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (27). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. <https://doi.org/10.21436/inbor.14061248>

Paelinckx D., De Saeger S., Oosterlynck P., Vanden Borre J., Westra T., Denys L., Leyssen A., Provoost S., Thomaes A., Vandevoorde B. & Spanhove T. (2019). Regionale staat van instandhouding voor de habitattypen van de Habitatrichtlijn. Rapportageperiode 2013 - 2018. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (13). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. <https://doi.org/10.21436/inbor.16122667>

Seibold S., Gossner M.M., Simons N.K., Blüthgen N., Müller J., Ambarl D., Ammer C., Bauhus J., Fischer M., Habel J.C., Linsenmair K.E., Nauss T., Penone C., Prati D., Schall P., Schulze E.-D., Vogt J., Wöllauer S. & Weisser W.W. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574: 671-674.

Singles R., Sutton M.A. & Weston K.J. (1998). A multi-layer model to describe the atmospheric transport and deposition of ammonia in Great Britain. *Atmos. Environ.* 32, 393-399.

Van Calster H., Cools N., De Keersmaecker L., Denys L., Herr C., Leyssen A., Provoost S., Vanderhaeghe F., Vandevoorde B., Wouters J. & M. Raman (2020). Gunstige abiotische bereiken voor vegetatietypes in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (44). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. <https://doi.org/10.21436/inbor.19362510>

van Dobben H.F., Bobbink R., Bal D. & van Hinsberg A. (2012). Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2397. 68 pp. <https://edepot.wur.nl/245248>

van Dobben H.F. & van Hinsberg A. (2008). Overzicht van de kritische depositiewaarden voor stikstof toegepast op habitattypen en natura 2000-gebieden

van der Linde S., Suz L.M., Orme D.L., Cox F., Andreae H., Asi E. & Bidartondo M. (2018). Environment and host as large-scale controls of ectomycorrhizal fungi. *Nature*, 558, 243-248. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0189-9>.

van Geest G., Verdonschot P., Schipper P., Veraart A., Roelofs J. & Tomassen H. (2021). Factsheet: Ecologische effecten van stikstof op Nederlandse oppervlaktewateren. Notitie Kennisimpuls Waterkwaliteit. <https://www.kennisimpulswaterkwaliteit.nl/nl/publicaties/ecologische-effecten-van-stikstof-op-nederlandse-oppervlaktewateren>

Vink M., Van Hinsberg A, Backens C., Boezeman D., Van Egmond P. & Van der Hoek D.-J. (2021). Naar een uitweg uit de stikstofcrisis. Overwegingen bij een integrale, effectieve en juridisch houdbare aanpak. Planbureau voor de Leefomgeving. PBL Publicatie 4520. Den Haag. 107 pp. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-naar-een-uitweg-uit-de-stikstofcrisis-4520.pdf>

Vlaamse Milieumaatschappij (2016). Tijdelijk meetnet ammoniak in Natura 2000-gebieden (tussentijds rapport). <https://www.vmm.be/publicaties/tijdelijk-meetnet-ammoniak-in->

[natura-2000-gebieden-2013-tussentijs-rapport/@@download/attachment/tussentijs\\_rapport\\_AN2000\\_TW.pdf?](#)

Vogels J., Van den Burg A., Van de Waal D., Weijters M., Bobbink R., Nijssen M. & Willis de Vries M. (2020). Imbalanced by overabundance. Effects of nitrogen deposition on nutritional quality of producers and its subsequent effects on consumers. OBN Rapportnr. 2020/OBN236-NZ. 167pp.

[https://www.natuurkennis.nl/Uploaded\\_files/Publicaties/imbanced-by-overabundance-rapport-obn-2018-94-nz.616cc9.pdf](https://www.natuurkennis.nl/Uploaded_files/Publicaties/imbanced-by-overabundance-rapport-obn-2018-94-nz.616cc9.pdf)

Wamelink G.W.W., Goedhart P.W., Roelofsen H.D., Bobbink R., Posch M., van Dobben H.F. & Data providers (2021). Relaties tussen de hoeveelheid stikstofdepositie en de kwaliteit van habitattypen. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3089. 152 pp. <https://edepot.wur.nl/547782>

Wichink Kruit R.J., Schaap M., Sauter F.J., van Zanten M.C. & van Pul W.A.J. (2012). Modeling the distribution of ammonia across Europe including bi-directional surface-atmosphere exchange. Biogeosciences 9, 5261–5277. <https://doi.org/10.5194/bg-9-5261-2012>.

## **Bijlage 1: Essentie van het Stikstofarrest**

---

pagina 40:

Uit de bespreking van het eerste en tweede onderdeel van het enig middel blijkt dat de verwerende partij geen zorgvuldige en concrete beoordeling heeft gemaakt van het risico of de kans op een "betekenisvolle aantasting" van de natuurlijke kenmerken voor het SBZ en evenmin over het bestaan van "onvermijdbare en onherstelbare schade" voor de natuurwaarden in het VEN. De vastgestelde onwettigheden dwingen de verwerende partij tot een nieuwe inhoudelijke beoordeling van het aangevraagde. Met name zal de verwerende partij de verenigbaarheid van het aangevraagde project met artikel 36ter en 26bis Natuurdecreet opnieuw moeten onderzoeken.

pagina 33 m.b.t. SBZ:

- De loutere verwijzing naar het bestaande PAS-significantiekader met diens drempelwaarden kan op zich niet volstaan om, in afwijking van het bepaalde in artikel 36ter Natuurdecreet, de aanvraag niet concreet te beoordelen op zijn betekenisvolle effecten op de nabijgelegen SBZ. Bijgevolg wordt eveneens de motiveringsplicht en het zorgvuldigheidsbeginsel geschonden.
- Bovendien geldt dat, hoewel een programmatische aanpak in de ogen van het Hof van Justitie in principe mogelijk is binnen de contouren van artikel 6, derde lid van de Habitatrichtlijn, een werkwijze die op grond van louter kwantitatieve drempelwaarden bepaalde projecten bij voorbaat uitsluit van de plicht tot het uitvoeren van een passende beoordeling, slechts mogelijk is wanneer blijkt dat er onder die drempel- of grenswaarde geen gevaar is voor significante effecten die de natuurlijke kenmerken van het SBZ kunnen aantasten. Dit veronderstelt dat er wetenschappelijk gezien geen redelijke twijfel mag zijn dat geen van de projecten die door toepassing van dit programmatisch kader aan de passende beoordelingsplicht ontsnappen, in geen enkele omstandigheid schadelijke gevolgen heeft voor de natuurlijke kenmerken van de SBZ.
- Zonder daarbij vooruit te willen lopen op de vaststelling van het definitieve PAS, merkt de Raad ten overvloede op dat, hoewel het mogelijk is dat één beperkte depositie geen aanleiding geeft tot significante effecten, dit alsnog het geval kan zijn rekening houdende met de cumulatieve milieudruk (deposities van andere projecten). Zoals in de rechtsleer niet onterecht wordt aangekaart, maken "veel kleintjes één grote", en kunnen vele kleine deposities samen ook tot een betekenisvolle aantasting leiden.
- Uit de bestreden beslissing blijkt niet waarom de 5%-drempel een dergelijke voldoende zekerheid zou bieden. De door de verwerende partij aangeleverde gegevens, of beter gezegd het gebrek daaraan, laten de Raad ook niet toe om te oordelen over de wetenschappelijke deugdelijkheid van de onderbouw van de 5%-drempel. Hoe die 5%-drempel tot stand is gekomen, is vooralsnog onduidelijk. Eveneens is het onduidelijk of deze gebaseerd is op de best beschikbare wetenschappelijke kennis en of deze afdoende zekerheid biedt dat de natuurlijke kenmerken van de SBZ in geen geval betekenisvol worden aangetast.

pagina 25 m.b.t. VEN:

- De bestreden beslissing werd genomen met schending van artikel 26bis Natuurdecreet en de motiverings- en zorgvuldigheidsplicht.
- Daaruit volgt dat de aanvrager, of bij diens nalaten de betrokken overheid, dient te onderzoeken en aan te tonen dat de vergunningsplichtige activiteit geen "onvermijdbare en onherstelbare schade" aan de natuur in het VEN kan veroorzaken. De vergunningverlenende overheid zal bij de beoordeling van de aanvraag dan ook moeten onderzoeken welke impact de aanvraag heeft voor de natuurwaarden in het VEN-gebied.
- Onder de "onherstelbare" schade dient begrepen te worden deze schade die op de plaats van beschadiging niet meer (zonder buitensporige kosten) kan worden hersteld met een kwantitatief en kwalitatief gelijkwaardige habitat zoals deze die er vóór de beschadiging was.

## Bijlage 2: Impact op fauna

### **Samenvattend overzicht van de inzichten m.b.t. de problematiek van voedselkwaliteit in de ecologie en de impact van stikstofdepositie (gebaseerd op Vogels *et al.* 2020)**

---

In de ecologie wordt vanuit verschillende invalshoeken onderzoek gedaan naar variatie in voedselkwaliteit en het effect ervan op het functioneren van consumenten. Deze invalshoeken verschillen sterk in mate van complexiteit, van meest basaal naar meest complex: ecologische stoichiometrie (C:N:P), (sporen)element gehalten, eiwitten en koolhydraten, essentiële micronutriënten en antivraatstoffen en fytotoxinen. Met de toenemende complexiteit neemt de hoeveelheid beschikbare literatuur doorgaans echter af, waardoor allereerst vastgesteld kan worden dat de grootste kennishiaten binnen de complexere definities van voedselkwaliteit bestaan.

#### **1. Voedselkwaliteit in ecologie**

##### **1.1 Ecologische stoichiometrie**

In het onderzoeksveld van de ecologische stoichiometrie (ES) is veel onderzoek uitgevoerd naar de ecologische effecten van verschillen in verhoudingen tussen de macro-elementen C (koolstof), N (stikstof) en P (fosfor) in producenten en (hogere orden) consumenten. Het centrale paradigma is dat niet de absolute beschikbaarheid van één van deze elementen, maar de relatieve beschikbaarheid van deze elementen ten opzichte van de andere bepalend is voor (o.a.) populatiegroeisnelheid, reproductie en/of overleving. Deze is optimaal bij een specifieke ratio, de Threshold Elemental Ratio (TER), die sterk kan verschillen tussen soorten. Voor consumenten is de TER onder meer afhankelijk van fysiologie, fylogenie, ontogenie, gedragsmatige aanpassingen en andere soorteigenschappen zoals de mate van dispersie, en de mate van specialisatie op een bepaald type voedselbron of specifieke waardplant. Producenten hebben doorgaans een hogere mate van plasticiteit in C:N:P stoichiometrie, en worden daarnaast gekenmerkt door een hogere C:N en N:P stoichiometrie dan consumenten.

Veranderingen in producent C:N:P stoichiometrie treden op als gevolg van veranderingen in N- en P-beschikbaarheid. Onder toegenomen N-depositie nemen C:N ratio's doorgaans af, maar tegelijkertijd neemt de N:P ratio toe. Deze verschuivingen leiden tot een grotere kans op het optreden van versterkte P-limitatie, of tot een verschuiving van N- naar P-limitatie in consumenten. De kans en de mate waarin N-depositie tot ecologisch relevante veranderingen in producent-consument stoichiometrische interacties leidt is echter ook sterk afhankelijk van het type ecosysteem (oligotroof vs. eutroof, zwak tot goed gebufferd), de specifieke soort producent en de specifieke soort consument. Voor terrestrische ongewervelden bestaat enig ondersteunend bewijs voor de hypothese dat 1) specialisten een smallere 'stoichiometrische niche' bezetten dan generalisten, wat leidt tot een snellere afname van de fitness in de eerste groep bij veranderingen in C:N:P stoichiometrie, 2) specialisten doorgaans leven van waardplanten die een C:N:P stoichiometrie kennen die dicht bij de eigen stoichiometrie ligt, 3) er binnen consumenten aspecten van lichaamsgrootte een rol spelen in de C:N:P stoichiometrie (met doorgaans lagere C:P en N:P waarden in kleine organismen) en 4) vlinders (*Lepidoptera*) en vliegen & muggen (*Diptera*) relatief kwetsbaar zijn voor veranderingen in producent N:P ratio's omdat deze groepen een relatief lage N:P ratio hebben in vergelijking tot andere groepen organismen.

##### **1.2 Andere (sporen)elementen**

Naast de macro-elementen spelen andere elementen een cruciale rol in het functioneren van producenten en consumenten, onder meer in de werking van enzymen, celprocessen en homeostase. Onder natuurlijke omstandigheden treden verschillen in producent-consument ionen ratio's veelvuldig op, en deze verschillen kunnen door N-depositie worden versterkt

(via eutrofiëring en/of verzuringsroutes). Gewervelde organismen onderscheiden zich van andere consumenten door een hogere vraag naar Ca en P voor botvorming. De meest gerapporteerde tekorten zijn voor vogels tekorten in Ca, maar voor herbivore zoogdieren is P in plaats van Ca meestal beperkend, daarnaast zijn voor deze groep tekorten in Na en sporenelementen als Cu en Se aangetoond. Voor ongewervelden zijn alleen die soorten die Ca in hun exoskelet inbouwen gevoelig voor Ca-tekorten. Dit zijn pissebedden (en andere kreeftachtigen), slakken en miljoenpoten. Deze organismen vormen vaak een sleutelrol in de voorziening van Ca in insectivore gewervelden. Voor overige ongewervelden is K- en Na-beschikbaarheid vaak vastgesteld als limiterend, maar ook voor de concentratie van andere elementen (Ca, Mg, Na, Cu) is een positieve bijdrage gevonden aan de dichtheid van herbivore ongewervelden. Voor soorten die leven van stuifmeel is een tekort van Na in de voedselbron dermate groot dat een aanvullende bron voor die groep gesuggereerd wordt (drinken van modder, urine of plantensap). Voor soorten die leven van nectar (vlinders) is eenzelfde tekort aanneemelijk, en voor deze groep is het drinken van modder, urine, plantensap, etc. dan ook algemeen voorkomend.

### **1.3 Eiwitten en koolhydraten**

Binnen de groep van eiwitten en koolhydraten (vetzuren, vetten, suikers) is veel onderzoek uitgevoerd binnen het Nutritional Geometry framework (NG), welke zich richt op het effect van verschillen in de ratio tussen eiwitten en koolhydraten. Overeenkomstig met ES is het centrale paradigma in NG dat de verhouding van deze twee groepen van voedingsstoffen bepalend is voor de voedselkwaliteit van producenten, en dat verschillende soorten verschillende 'intake targets' kennen, en verschillende opname strategieën kennen ten opzichte van die intake target. Consumenten zijn in staat om de concentratie van beide nutriënten in hun voedsel te detecteren en vertonen dan ook compensatie (meer voedsel eten) en complementair (voedsel van een contrasterende kwaliteit eten) opname gedrag bij gebrek van (één van) deze nutriënten. Bij een laag gehalte van deze voedingsstoffen wordt de voedselopname sterk verhoogd, bij opname van voedsel met een suboptimale verhouding van beide nutriënten wordt bij voorkeur voedsel met een complementaire verhouding geconsumeerd. Dit mechanisme stelt consumenten in staat om de opname van beide nutriënten ten opzichte van elkaar af te stemmen, maar bij een lagere ratio van andere (elementaire) nutriënten treedt er een risico op van tekorten voor die andere nutriënten, zeker wanneer het voedsel hoge eiwit- en/of koolhydraat gehalten kent. In dat geval wordt er immers minder voedsel geconsumeerd omdat de intake target voor eiwit en/of koolhydraat al snel bereikt wordt. De overlevingsstrategie van een soort is tenslotte bepalend voor de mate waarin een consument haar voedselopname reguleert, met een striktere mate van homeostase bij (laag mobiele) specialisten (geselecteerd naar compensatie voedselopname) en een minder sterke mate van homeostase bij (hoog mobiele) generalisten (geselecteerd naar complementaire voedselopname). Onder veranderende eiwit-koolhydraat verhoudingen zullen specialisten derhalve eerder negatieve gevolgen ondervinden dan generalisten (in het geval dat dit leidt tot een eiwit-koolhydraat verhouding die afwijkt van de intake target of tot verdunning van andere elementen in het voedsel).

### **1.4 Essentiële micronutriënten**

Essentiële micronutriënten zijn in dit rapport gedefinieerd als organische moleculen welke niet of in onvoldoende mate gesynthetiseerd kunnen worden door consumenten, en dus volledig of gedeeltelijk uit het voedsel moeten worden verkregen. Grofweg zijn deze in drie typen te onderscheiden: essentiële aminozuren, vetzuren en vitaminen. In ecologische studies zijn onderzoeken naar micronutriënttekorten zeer schaars. In producenten zijn veel studies uitgevoerd naar het effect van N-depositie op vrije aminozuren. Vrije aminozuren die relatief rijk aan N zijn, nemen in deze studies toe, ten koste van N-arme aminozuren. Vrije aminozuren zijn slechts een fractie van het totaal aan aminozuren in producenten; voor het totaal aan aminozuren in de plant, waarvan een groot deel in eiwit is vastgelegd, heeft N-depositie een veel minder sterk effect op de verschuiving naar N-rijke aminozuren. Echter, bij relatief zeldzame essentiële aminozuren neemt het absolute gehalte soms sterk af.

Hoewel in de procentuele samenstelling van het eiwit het effect gering is (omdat het zeldzame aminozuren betreft), zijn deze verschuivingen toch ecologisch relevant. Voor consumenten zijn effecten van aminozuurtekorten beschreven in veterinaire studies. In eieren van vogels zijn veel embryonale afwijkingen toe te schrijven als een gevolg van aminozuurtekorten, als gevolg van een tekort van 1 of meerdere specifieke aminozuren, of door een ongunstige samenstelling van de aminozuren. In aquatische systemen lijkt een tekort aan aminozuren bij consumenten niet of nauwelijks op te treden. Dit is waarschijnlijk het gevolg van een sterke symbiose tussen zoöplankton en aminozuur producerende micro-organismen, waardoor alle essentiële aminozuren aan de basis van de heterotrofe voedselketen in adequate hoeveelheden beschikbaar zijn.

Essentiële vetzuren die door producenten worden gesynthetiseerd zijn meervoudig onverzadigde vetzuren (PUFA's<sup>33</sup>) en sterk onverzadigde vetzuren (HUFA's<sup>34</sup>). Van de laatste is docosahexaeenzuur (DHA) van groot belang in consumenten. In aquatische systemen is het gehalte van HUFA's in producenten doorgaans veel hoger dan in van terrestrische systemen. HUFA's spelen een belangrijke rol in het behoud van membraanplasticiteit en spelen een rol als precursor molecuul voor signaalstoffen zoals eicosanoiden, die een belangrijke rol spelen in ontstekingsreacties. Een tekort in HUFA's leidt in mensen tot gereduceerde groei, gewichtsverlies, afgenomen gezichtsvermogen en het kan leiden tot het ontwikkelen van tumoren. HUFA's bioaccumuleren hoger in voedselketens. In aquatische systemen hebben consumenten, en in terrestrische systemen de toppredatoren doorgaans niet het vermogen om HUFA's te synthetiseren uit PUFA's. Voor de soorten die dit vermogen wel hebben is een HUFA-arm dieet echter nog steeds suboptimaal en leidt vaak tot deficiëntie symptomen.

Het gehalte van vitamines in producenten verandert doorgaans niet direct als gevolg van N-depositie, maar dit kan als gevolg van aminozuurtekorten (vitamine B2) of verzuring en geassocieerde afname van essentiële sporenelementen voor producenten, wel indirect optreden (vitamine B12, A). Eveneens indirect door N-depositie beïnvloed is thiamine (vitamine B1), wat in aquatische systemen kan leiden tot thiaminedeficiënties in consumenten. Hier is dit niet gerelateerd aan het vitamine zelf, maar aan de productie van thiaminasen als antivraatstof door aquatische producenten. Thiaminedeficiëntie kan leiden tot sterk verhoogde mortaliteit in vroege ontwikkelingsstadia van vissoorten. Een aantal soorten is echter in staat om de thiaminasen in hun weefsels op te slaan, wat vervolgens kan leiden tot verhoogde sterfte onder predatore consumenten.

## 1.5 Antivraatstoffen en fytoxisen

Secundaire plantenstoffen hebben vaak een functie in afweer tegen herbivorie. Antivraatstoffen verminderen veelal de voedselkwaliteit door het reduceren van de voedselopnamecapaciteit van consumenten, fytoxisen zijn direct giftig voor consumenten. Deze stoffen kunnen koolstofverbindingen, of een combinatie van koolstof- en stikstofverbindingen zijn. Bij een verlichting van N limitatie voor planten kunnen N gebaseerde secundaire metabolieten in concentratie toenemen. Andersom nemen C gebaseerde stoffen vaak (maar niet altijd) af onder een verlichting van N limitatie. Het optreden van droogtestress is vaak een tweede voorwaarde voor een afname van C gebaseerde antivraatstoffen onder toegenomen N-last. Planten die specifieke fytoxisen produceren om vraat zo veel mogelijk te beperken hebben vaak gecoëvolueerde specialistische herbivoren welke in staat zijn om deze gifstoffen te neutraliseren of op te slaan in speciale opslagstructuren in het lichaam. Deze soorten zijn daardoor weinig gevoelig voor veranderingen (toe of afname) van antivraat- of gifstoffen. Generalistische soorten hebben een grotere gevoeligheid voor veranderingen in concentraties van antivraatstoffen en/of fytoxisen. Onder invloed van N-depositie zullen generalistische soorten sterker reageren op veranderingen in concentraties van secundaire metabolieten. Dit betekent dat

---

<sup>33</sup> *poly unsaturated fatty acids*

<sup>34</sup> *highly unsaturated fatty acids*

bij planten met een C-gebaseerde afweer, die groeien onder van nature N gelimiteerde omstandigheden, vaak een sterkere vraat van generalistische soorten kan optreden onder toegenomen N-depositie. Andersom kan een toename van N-gebaseerde antivraatstoffen leiden tot een afname van de fitness van generalisten, maar dit zal in de praktijk zelden optreden, aangezien de meeste planten geen tot weinig gebruik maken van N-gebaseerde secundaire plantenstoffen in hun afweer.

### **1.6. Adaptaties tegen lage of ongebalanceerde voedselkwaliteit**

Consumenten hebben gedurende de evolutie een breed scala aan aanpassingen ontwikkeld om met onvoldoende voedselkwaliteit om te gaan. In de hierboven beschreven paragrafen is bijvoorbeeld vaak een verschil tussen voedsel en/of waardplant specialisten en generalisten genoemd, welke kan gezien worden als twee contrasterende sets van specifieke aanpassingen, beide (ten dele) gericht op het verkrijgen van een adequate hoeveelheid voedselopname, maar op twee sterk verschillende wijzen. Predatie en omnivorie kunnen ook beschouwd worden als verschillende voedselstrategieën gericht op het eenvoudiger maken van een adequate voedselopname, tegen kosten van verhoogde risico's met betrekking tot mortaliteit en/of voedselschaarste, en hebben vaak consequenties voor de gevoeligheid voor specifieke tekorten (een goed voorbeeld is een verschil in gevoeligheid tussen toppredatoren en primaire consumenten in hun gevoeligheid voor micronutriënten tekorten).

Specifieke aanpassingen zijn dus vaak facultatief of obligaat verbonden met andere aanpassingen, afhankelijk van de voedingsniche van de soort. De gehele set van aanpassingen vormt de Life-history tactic (LHT) van het organisme, welke uiteindelijk de gevoeligheid van een organisme voor veranderde voedingskwaliteit bepaalt. Adaptaties kunnen fysiologisch van aard zijn, zoals het verhogen van de affiniteit of synthese van enzymen die faciliteren in de opname van limiterende nutriënten, het kunnen gebruiken van meerder precursor moleculen in de synthese van micronutriënten of het opslaan van essentiële voedingsstoffen in lever of vetweefsel. Een andere belangrijke aanpassing is symbiose met micro-organismen die consumenten in staat stelt om aan voedingsstoffen te komen die in het voedsel in onvoldoende hoeveelheid aanwezig is. Gedragsaanpassingen bij inadequate voedselopname is een derde belangrijke aanpassing en omvat onder meer het in NG uitgewerkte compensatie en complementair opname gedrag, maar ook het eten van 'vreemde' stoffen zoals modder, urine of dierlijke botten is gericht op het verminderen of opheffen van nutriënttekorten. Onder koudbloedigen is thermoregulatie een aanvullende strategie om een overtollige hoeveelheid koolhydraten 'weg te kunnen werken', aangezien de respiratiesnelheid toeneemt bij hogere temperaturen.

In studies gericht op N-depositie-effecten op specifieke soorten consumenten of de samenstelling van soortgemeenschappen van consumenten is voldoende kennis over de LHT die de soort toepast om voldoende voedingsstoffen binnen te krijgen cruciaal om hypothesen op te stellen en/of de resultaten van N-manipulatie-experimenten te kunnen interpreteren. Het gebruik van soorteigenschappen of LHT gebaseerde benadering in veldstudies kan dus een mechanistisch inzicht verschaffen in de waargenomen effecten in de samenstelling van de gemeenschap en verklaren waarom contrasterende responsen van soorten of soortengroepen op verhoogde N-depositie optreden.



## 2. Effecten van N-depositie op voedselkwaliteit

### 2.1 Effect op abiotische processen in bodem en water

N-depositie leidt tot eutrofiëring van natuurlijke meso tot oligotrofe ecosystemen in zowel terrestrische als aquatische milieus. Bovendien kan N-depositie in aquatische systemen ook significante ecologische implicaties hebben in relatief eutrofe wateren wanneer stikstof tijdelijk beperkend raakt, wat kan optreden in de zomer wanneer de nitrificatiesnelheid hoog is.

N-beschikbaarheid in bodem en water neemt geleidelijk toe met een hogere N-belasting vanuit de atmosfeer, waardoor uiteindelijk de C:N-verhouding van de bodem aanzienlijk afneemt. Tegelijkertijd neemt de N:P-verhouding van bodem en water toe. Deze veranderingen in de relatieve beschikbaarheid van elementen kunnen leiden tot veranderingen in de chemie van producenten.

Als gevolg van toegenomen N-depositie neemt de snelheid van verzuringsprocessen toe. Dit leidt tot verlies van zuurbufferend vermogen, een lagere bodem-pH, verhoogde uitspoeling van basische kationen ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) en verhoogde concentraties van potentieel giftige metalen (o.a.  $\text{Al}^{3+}$ ). Bovendien leidt verzuring tot een afname van de nitrificatiesnelheid - waardoor de concentratie van  $\text{NH}_4^+$  ten opzichte van  $\text{NO}_3^-$  toeneemt. Deze verzuringseffecten beïnvloeden de plantenchemie aanzienlijk.

### 2.2 Effecten op producenten en consumenten

#### 2.2.1 C:N:P stoichiometrie

Als gevolg van door N-depositie veroorzaakte veranderingen in de bodem- en waterchemie kan de chemische samenstelling van producenten ook aanzienlijk veranderen. Vooral onder oligotrofe, zwak gebufferde of zure omstandigheden neemt de concentratie van N in producenten toe zonder een gelijktijdige toename van het C- of P-gehalte, en er dus verschuivingen in de C:N:P ratio's optreden. Deze verhoogde opname van N gaat vaak gepaard met een toename van N-rijke vrije aminozuren, vooral wanneer  $\text{NH}_4^+$  de dominante vorm van beschikbaar N is. Meta-analyses rapporteren een significante afname van de C:N ratio en een gelijktijdige toename van N:P ratio onder toegenomen N-depositie. De respons van consumenten op door N-depositie veroorzaakte veranderingen in elementaire stoichiometrie is echter niet eenduidig positief of negatief. Er zijn zowel studies die een toename van fitness of vraat op een verlaagde C:N-verhouding rapporteren als een afname van fitness, waarbij de afname meestal in verband wordt gebracht met een toegenomen N:P ratio. Deze contrasterende reacties van consumenten kunnen worden toegeschreven aan

- 1) verschillen in C: N: P stoichiometrie tussen studies (een verlaging van de C:N ratio zonder veranderingen in de N:P ratio zal eerder leiden tot een toename van de fitness in tegenstelling tot een lagere C:N maar tegelijkertijd verhoogde producent N:P ratio);
- 2) verschillen in de soortspecifieke TER van consumenten en
- 3) de mate van specialisatie op voedselplanten van consumenten.

De reactie van consumenten op veranderde C:N:P stoichiometrie is afhankelijk van de specifieke TER, welke op haar beurt afhankelijk is van fysiologische eigenschappen en/of LHT van desbetreffende consument. Door N-depositie geïnduceerde veranderingen in producent C:N:P verhouding kunnen dus leiden tot een toename of afname van individuele soorten, wat in het geval van een nivellering van deze verhouding in de vegetatie leidt tot een afname van diversiteit en/of soortenrijkdom van de gemeenschap van consumenten. De hoeveelheid N-depositie gerelateerde studies naar C:N:P stoichiometrie effecten op consumenten is tot op heden nog vrij beperkt, met name in het terrestrisch milieu.

### 2.2.2 Overige (sporen)elementen

Parallel aan veranderde verhoudingen in de belangrijkste elementen C, N en P, is herhaaldelijk aangetoond dat toegenomen N-depositie significante implicaties heeft voor N:element verhoudingen. Onder toegenomen N-depositie worden hogere N:K, N:Mg en vaak ook N:Ca verhoudingen gemeten, wat betekent dat de concentratie van deze elementen effectief wordt verlaagd. Voor sporenelementen is minder gerapporteerd, maar ook voor deze elementen worden verdunningseffecten door toegenomen N-depositie gemeld. Het precieze werkingsmechanisme (uitspoeling versus verdunning door groei), de mate waarin dit optreedt en het specifieke element dat beperkend wordt, is echter sterk afhankelijk van specifieke ecosysteemeigenschappen zoals bodem- en watertype, bufferstatus, temperatuur, vocht, etc. het optreden van (sporen)element tekorten moet dus worden onderzocht in een ecosysteem-specifieke context.

Binnen de context van toegenomen N-depositie is Ca-deficiëntie bij gewervelde insectivoren het vaakst gemeld, en dan als gevolg van versnelde bodemverzuring. Het mechanisme achter verminderde Ca-beschikbaarheid is echter niet direct gerelateerd aan een afgenomen Ca-beschikbaarheid in prooidieren, maar door de toegenomen zuurgraad van de bodem, waarin prooisorten met een Ca-rijk exoskelet steeds schaarser worden. In aquatische systemen is er enig bewijs dat andere elementen (Fe, Zn) beperkend kunnen worden voor consumenten, wat ook is aangetoond in terrestrische consumenten voor Na, Mg, K en sporenelementen als Cu en Co. Tot nu toe zijn er echter geen studies uitgevoerd die de door N-depositie veroorzaakte vermindering van de beschikbaarheid van deze elementen (anders dan Ca en Co) bij producenten in verband brengen met verminderde fitness van consumenten.

### 2.2.3 Eiwitten en koolhydraten

Ook voor eiwitten en koolhydraten bestaat er een discrepantie tussen de hoeveelheid publicaties over voedingsexperimenten (Nutritional Geometry) en specifieke studies hiernaar in een N-depositie context. In N-depositie effect studies wordt meestal de C:N ratio van de producent als proxy gebruikt voor de verhouding tussen koolhydraten en eiwitten. In veel gevallen is deze versimpeling waarschijnlijk onterecht, aangezien een toegenomen N-depositie ook invloed heeft op de verhouding van vrije aminozuren en N-rijk opslageiwit in plaats van functioneel eiwit bij producenten. Binnen het NG framework wordt verondersteld dat een algehele toename van het eiwitgehalte in producenten bij consumenten tot gevolg heeft dat een verminderde totale opname van koolhydraten zal optreden (mogelijk ook van andere voedingsstoffen, zoals P, K, Mg). Daarnaast zijn er studies die onder een verhoogde N-depositie het eiwitgehalte bij producenten niet zien toenemen ondanks een verhoogde totaal-N concentratie, hetgeen nogmaals benadrukt dat het beschouwen van de C:N-verhouding als ruwe maat voor het eiwitgehalte slecht bruikbaar is om interacties tussen producenten en consumenten in veldsituaties te onderzoeken. Geconcludeerd wordt dat er een kennislacune bestaat in de effecten van N-depositie op de beschikbaarheid van eiwitten en koolhydraten in producenten en het effect daarvan op de fitness van consumenten.

### 2.2.4 Micronutriënten

Eiwitten zijn opgebouwd uit aminozuren en een toename van N-depositie kan ingrijpende effecten hebben op de aminozaamsamenstelling van producenten. In het geval door opnameregulatie het totale geconsumeerde 'ruwe eiwit' de totale voedselopname bij consumenten reguleert, kan een toename van opslageiwit in producenten een tekort aan essentiële aminozuren in de consument veroorzaken, in het geval deze minder (of niet) worden gebruikt in opslageiwit. Dit effect kan sterke invloed uitoefenen op consumenten die hun eiwitopname strikt reguleren. Tekorten aan essentiële vetzuren kunnen ook eerder ontstaan bij een verhoogd proteïnegehalte van producenten onder strikte regulering van de eiwitopname. Opname- regulatiemechanismen zijn dus van belang om de effecten van door N-depositie veranderde totale koolhydraat:eiwitverhoudingen te kunnen duiden, maar ook die van essentiële koolhydraten en aminozuren van producenten op consumenten. De weinige op dit aspect gerichte terrestrische en aquatische studies geven aan dat verhoogde

N-depositie eerste en hogere orden consumenten negatief kan beïnvloeden via veranderde samenstelling van aminozuren, essentiële vetzuren en/of essentiële vitaminen in producenten. Ook hier bestaat nog een grote kennislacune over de mate waarin dit optreedt en wat de exacte werkingsmechanismen zijn.

#### 2.2.5 Antivraatstoffen

N-depositie kan de samenstelling en concentratie van secundaire plantenstoffen bij producenten beïnvloeden. Vooral onder van nature oligotrofe omstandigheden nemen concentraties van N-gebaseerde metabolieten toe en die puur op C-gebaseerde af, wanneer het N-aanbod experimenteel wordt verhoogd. Of deze gangbare regel ook opgaat onder chronische N-depositie is echter twijfelachtig, aangezien groei van producenten uiteindelijk niet langer N-gelimiteerd is en uiteindelijk C-allocatie aan groei niet verder meer toe neemt (met als gevolg weer een hogere allocatie van C aan secundaire metabolieten). Wanneer toegenomen N-beschikbaarheid leidt tot verlaagde gehalten van C-gebaseerde metabolieten neemt de voedselkwaliteit voor herbivoren toe, met name voor slecht aan antivraatstoffen en fytotoxinen aangepaste generalistische herbivoren. Dit is, in samenhang met een eventuele opheffing van N gelimiteerde groei een mogelijke verklaring voor het optreden van insectenplagen in arme bossen en dwergstruikgemeenschappen. Een verhoging van N gebaseerde metabolieten onder verhoogde N-depositie zou echter het tegenovergestelde effect hebben, vooral voor generalistische consumenten, van nature oligotrofe ecosystemen zijn maar weinig producenten die een N-gebaseerde verdedigingsstrategie hanteren (met uitzondering van de vlinderbloemigen). De exacte uitkomst van N-depositie op allelochemische interacties tussen producenten en consumenten is dus afhankelijk van de specifieke verdedigingsstrategie van de producent, de specifieke aanpassingen en reguleringsmechanismen van de consument voor antivraatstoffen en fytotoxinen, welke verder gemoduleerd wordt door mogelijke veranderingen in nutriëntengehalten van producenten. Ook hier staat het ontbreken van voldoende N-depositie gerelateerde case studies het niet toe om algemeen geldende conclusies te trekken.

### 2.3 Hogere trofische niveaus

Hoewel opname-regulering voor C:N:P en/of eiwitten en koolhydraten ook bestaat bij predatoren, zullen N-depositie-effecten op de kwaliteit van prooien waarschijnlijk sterk worden gedempt door opnameregulatie van deze prooidieren. Daarom wordt verwacht dat hogere trofische niveaus veel minder gevoelig zijn voor door N-depositie veroorzaakte veranderingen in producent kwaliteit. Dit met uitzondering van zeldzame essentiële aminozuren die onder invloed van stikstofdepositie minder worden aangemaakt door producenten en vaak slecht accumuleren hoger in de voedselketen. Vaker is te verwachten dat hogere trofische niveaus door indirecte, door N-depositie veroorzaakte veranderingen in prooidiversiteit en -aanbod beïnvloed worden.

De schaarse studies die N-depositie effecten op hogere orde consumenten hebben onderzocht indiceren evenwel dat de gevolgen van deze veranderingen in prooiaanbod aanzienlijk kunnen zijn. Voor insectivore vertebraten (met name vogels) is vaak melding gemaakt van door verzuring veroorzaakte vermindering van de beschikbaarheid van Ca (door reductie van Ca-rijke prooien) wat individuele populaties en totale vogelgemeenschappen sterk kan beïnvloeden. Consumenten van hogere orde kunnen dus worden beïnvloed door N-depositie via verminderde prooibeschikbaarheid en/of -variatie, waardoor een verminderde opname van essentiële voedingsstoffen optreedt.

Dergelijke mechanismen zijn voornamelijk vooral voor Ca aangetoond, maar kunnen evengoed voor andere (micro)nutriënten optreden.

## 2.4 Dagvlinder trendanalyse

Door middel van een trendanalyse van een set vooraf geselecteerde soorten dagvlinders zijn hypothesen op geldigheid getoetst, gezamenlijk geformuleerd als volgt: "Waardplantspecialisten van oligotrofe habitats zullen eerder negatieve effecten van veranderde voedselkwaliteit ondervinden dan waardplantgeneralisten van meso- tot eutrofe habitats". Hiervoor zijn lange-termijnpopulatietrends van dagvlinders uitgevoerd in gebieden die verschillen in (historische) jaarlijkse stikstofdepositie. De resultaten ondersteunden de hypothese: de richting van langetermijntrends kon meestal worden voorspeld op basis van een combinatie van de "voedingsniche" van een soort in combinatie van waardplantspecificiteit en de hoogte van N-depositie in het leefgebied, hoewel er ook uitzonderingen bestonden, en voor een aantal soorten de dataset in hoog depositie gebieden zeer klein was. Het opnemen van meer populatiegegevens, toevoegen van relevante soortenkenmerken (mobiliteit, temperatuurniches, enz.) en/of het gebruiken van een meer gedetailleerde dataset met betrekking tot de kenmerken van waardplanten, N-depositie en bodemchemie zijn aan te bevelen om deze LHT hypothese nader te toetsen.