

Advies over een schapenstal in Averbode Bos en Heide

Adviesnummer: **INBO.A.4456**
Auteurs: **Jan Van Uytvanck, Johan Neiryndck**
Contact: **Lode De Beck (lode.debeck@inbo.be)**
Kenmerk aanvraag: **e-mail van 2 augustus 2022**
Geadresseerde: **Vzw. Natuurpunt Beheer**
T.a.v. Christoffel Bonte
Christoffel.bonte@natuurpunt.be
CC **Vzw. Natuurpunt**
t.a.v. Laurie Braet
Laurie.braet@natuurpunt.be
t.a.v. Karen Helsen
Karen.helsen@natuurpunt.be

Dr. Maurice Hoffmann
Administrateur-generaal wnd.

Wijze van citeren: Van Uytvanck J., Neiryck J. (2022). Advies over een schapenstal in Averbode Bos en Heide (Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek; nr. INBO.A.4456). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Aanleiding

In natuurreservaat Averbode Bos en Heide (onderdeel van de Speciale Beschermingszone (SBZ) Demervallei) loopt de vergunningsprocedure voor een bestaande schapenstal. De schapenstal is voor Natuurpunt vzw. een essentieel onderdeel om in dit gebied aan noodzakelijk verschrallend begrazingsbeheer te doen.

De onderbouwing van Natuurpunt getoetst door experts ter zake van het INBO.

Vragen

- 1) Is de gemodelleerde stikstofemissie van de stal niet te hoog ingeschat, gegeven de exclusieve natuurbegrazing, aangevuld met bijvoederen enkel met natuurmaaisel?
- 2) In hoeverre is verschralling via begrazing te realiseren zonder een geherderde beweging naar schapenstal?
- 3) Hoe hoog is de noodzaak tot verschralling in dit SBZ en zijn de voorgestelde beheermaatregelen (combinatie van maaien, plaggen, begrazen) daar een voldoende efficiënt en naar biodiversiteitswaarde toe, te verantwoorden manier voor?
- 4) Klopt de redenering dat geherderde schapenbegrazing in dit geval zorgt voor een noodzakelijke verschralling van het gebied? Hoe verhoudt zich in die zin, begrazing zonder, tegenover met herderen naar een nachtstal?
- 5) Welke grootteorde van schaapskudde is realistisch in functie van het beheer van dit gebied?
- 6) De huidige jaarkalender van de stal wordt mede bepaald door de logistieke realiteit, hoe valt deze te optimaliseren?
- 7) Op welke manier kan het INBO adviseren/ondersteunen in het optimaliseren van het begrazingsbeheer?

Toelichting

De onderstaande toelichting heeft tot doel om -wetenschappelijk onderbouwde- afwegingen te kunnen maken over:

- de rol van een schapenstal aan de rand van Natuurgebied Averbode Bos en Heide (Nieuwstraat 77, Scherpenheuvel-Zichem) ten aanzien van belastende stikstofdepositie in dit gebied.
- de rol van het natuurbeheer in functie van het behoud en herstel van Europese habitats én stikstofremediëring in het gebied en de rol die de schapenstal daar in al dan niet kan vervullen.

Vraag 1: is de gemodelleerde stikstofemissie van de stal niet te hoog ingeschat, gegeven de exclusieve natuurbegrazing, aangevuld met bijvoederen enkel met natuurmaaisel?

De emissie van de schapenstal wordt geschat op 144 kg N jaar⁻¹.

De berekende impactscores voor de schapenstal zijn de volgende

Effectgroep	Score actuele habitats Kader	Score actuele habitats en Zoekzones
Verresting of eutrofiëring	3,7 %	14,6 %
Verzuring	3,7 %	14,6 %

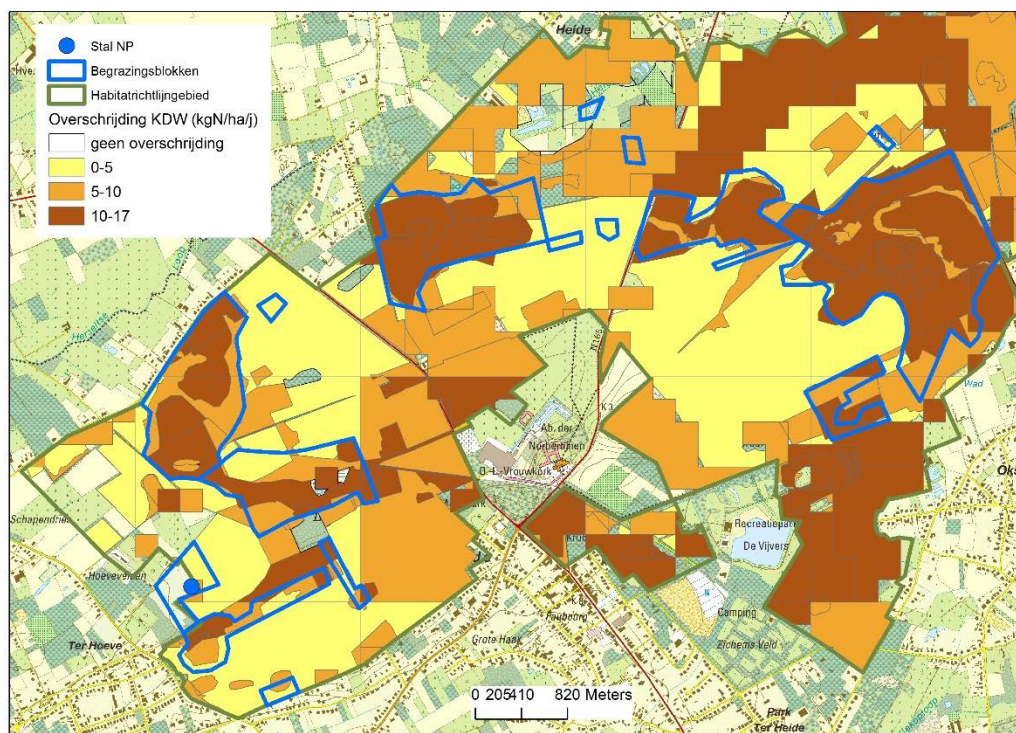
Concreet betekent dit dat de stal voor de dichtst bij zijnde, meest kritische habitat, nl. 2330_bu (= Open graslanden op landduinen, subtype buntgras, met een kritische depositiewaarden voor stikstof voor Natura 2000 habitattypen (kortweg KDW) van 10 kg N/ha/jaar) voor 3,7 % aan deze KDW bijdraagt, zijnde 0,37 kg N/ha/jaar. Voor de dichtst bij zijnde habitat in de zoekzone, nl. 9120 (=Beukenbossen op zure bodems, met een KDW van 20 kg N/ha/jaar) is de bijdrage 14,6 %, zijnde 2,92 kg N/ha/jaar.

De modellering van de impactscore gebeurt voor elke vergunningsplichtige activiteit op dezelfde manier en staat o.i. niet ter discussie. Belangrijk hier is wel het aantal dieren dat effectief van de stal gebruik maakt of er verblijft. In het geval van een geherderde kudde die 's nachts gedurende 45 % van de tijd op stal staat, veronderstelt Natuurpunt een reductie van 55 %. Deze redenering is correct, en wellicht is de effectieve aanwezigheid zelfs iets onderschat omdat van 15 april tot 1 juni de dieren alleen 's nachts op stal gaan. De effectieve aanwezigheid in de stal bedraagt dan 36 % in plaats van de 45 % waarop de huidige berekening is gebeurd. De effectieve impact van de aanwezigheid ligt echter ergens tussen de 36 en 45% omdat 's nachts meer stikstof wordt uitgescheiden dan overdag.

De gemodelleerde impactscore is mogelijk licht overschat wat NH₃ (gereduceerde stikstof) betreft, maar mogelijk licht onderschat wat geoxideerde en organische stikstof in droge en natte vorm betreft. In elk geval kan gesteld worden dat in relatieve en absolute waarden de impact van de stal gering is, en een maximale impact weerspiegelt, nl. op de dichtst bij gelegen gevoelige habitats, niet op het gehele achterliggende en verder weg gelegen gebied.

Voor effectieve remediëring van atmosferische stikstofdepositie in het gebied is de overschrijding van de kritische depositiewaarden in de aanwezige habitats veel belangrijker.

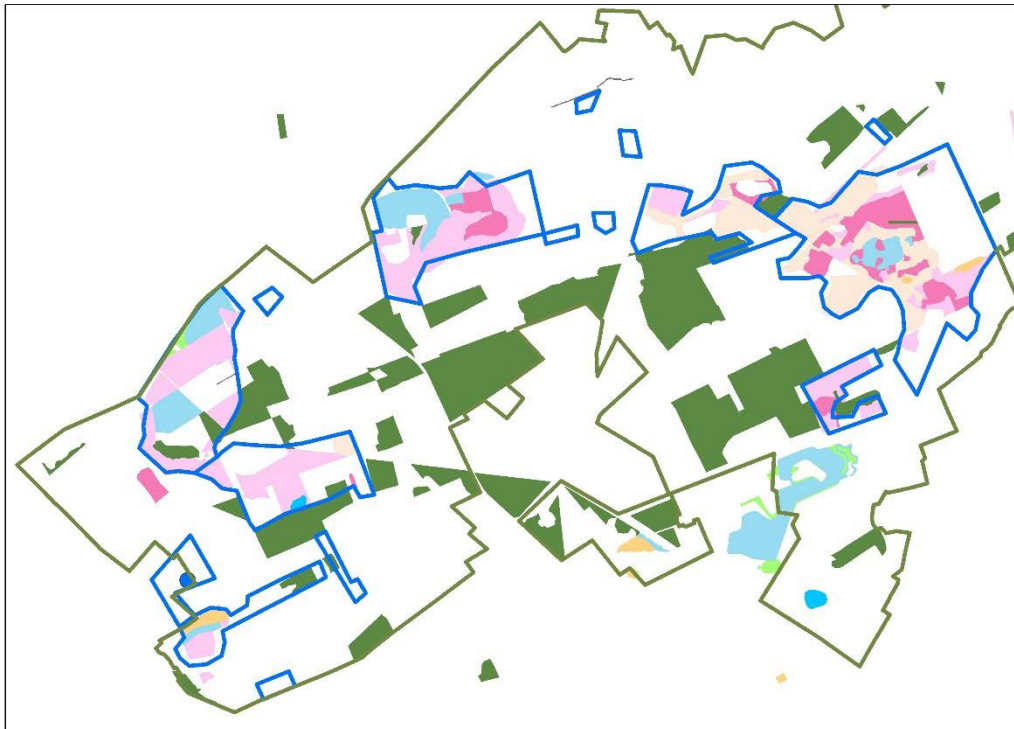
Kaart 1 toont de overschrijding van de Kritische depositiewaarden voor de aanwezige habitats (zie Kaart 2) in het SBZ ter hoogte van het door Natuurpunt beheerde gebied.



Kaart 1: overschrijding (in kg N/ha/j in 3 categorieën) van de kritische depositiewaarden in het Natuurgebied Averbode Bos & Heide (cf. VLOP20-model).

Het zijn vooral open habitats (heiden, landduinen en schrale graslanden) die met de hoogste overschrijdingen te maken krijgen (zie ook kaart 2). Deze overschrijdingen liggen in de grootteorde van 10-17 kg N/ha/j. Met andere woorden: de meest kritische habitats hebben te maken met N-deposities in de grootteorde van 18 tot 25 kg N/ha/j. In vergelijking met deze depositiewaarden is de bijdrage van de Natuurpuntstal (tot maximum 2,92 kg N/ha/j in bos) klein en bovendien van toepassing op een beperkt gebied in de onmiddellijke omgeving van de stal.

Het is juist in deze open habitats, met de grootste overschrijding van de KDW dat de begrazingsblokken zijn ingericht. In totaal gaat het over ±162 ha die (potentieel kunnen) begraasd worden (zie verder).



Kaart 2: Vereenvoudigde (verwante types samengenomen) kaart van de aanwezige actuele habitats in het Natuurgebied Averbode Bos & Heide. Donkergroen: bostypes; oranje: landduinen; licht geel: psammofiele heide; licht paars: droge heide; donkerpaars: vochtige tot natte heide; licht groen: schrale graslanden; blauw: oligotrofe wateren. Blauwe polygoenen zijn begrazingsblokken.

Vragen 2, 4, 5 en 6 worden hier in een logisch verband samen behandeld.

- 2. In hoeverre is verschralling via begrazing te realiseren zonder een geherderde beweging naar schapenstal?
- 4. Klopt de redenering dat geherderde schapenbegrazing in dit geval zorgt voor een noodzakelijke verschralling van het gebied? Hoe verhoudt zich in die zin, begrazing zonder, tegenover met herderen naar een nachtstal?
- 5. Welke grootteorde van schaapskudde is realistisch in functie van het beheer van dit gebied?
- 6. De huidige jaarkalender van de stal wordt mede bepaald door de logistieke realiteit, hoe valt deze te optimaliseren?

Vraag 2

Door hun selectieve gedrag en dieet zorgen grazende dieren voor N-transport in het terrein: bepaalde delen worden N-armer, ander N-rijker. Bovendien wordt door consumptie en uitscheiding van resp. voedsel en mest de N-cyclus versneld waardoor N-verliezen in het terrein optreden (vervluchtiging van N_2O en NH_3 , snellere uitspoeling nitraat (NO_3^-), opname in het weefsel van dieren) (Van Uytvanck *et al.* 2010). Hierdoor treedt dus verschralling in het terrein op. De kans dat dit gebeurt, is het grootst in terreindelen die de foerageervoorkeur van de grazende dieren genieten. In bijna alle gevallen zullen dit graslanden zijn, die voor grazers en dus ook schapen interessanter zijn dan bv. heiden en landduinen met een geringere voedselkwaliteit. Uitscheiding van nutriënten gebeurt vaak geconcentreerd in rust- en herkauwgebieden (vaak beschutte terreinen zoals bos). Hoe kleiner de oppervlakte geprefereerde habitat ten opzichte van andere terreindelen, hoe groter de kans dat het uitscheiden van nutriënten ergens anders gebeurt en hoe groter de kans dat er verschralling optreedt (Van Uytvanck *et al.*, 2010).

Gemodelleerde studies hierover zijn zeldzaam: Bokdam (2003) stelde voor droge heide een afvoer vast van enkele kg N/ha/j; in matig voedselrijke graslanden bedroeg dit 6-12 kg N/ha/j (Van Uytvanck *et al.*, 2010). We verwachten dat verschraling van de schrale graslanden in het gebied in de grootteorde zal liggen van 1-3 kg N/ha/j. In heidevegetaties verwachten we onder vrije begrazing een nog lagere verschraling (geringere preferentie en geringer eiwit- en dus ook stikstofgehalte in vergelijking met grassen).

Vraag 4+5

Wanneer nu door geherderde begrazing het graasgedrag en dieet door de mens gestuurd wordt, kan ook de richting van dit N-transport voor een groot deel gestuurd worden. In het meest ideale geval grazen schapen overdag op de heide en worden ze door de herder 's nachts terug naar de stal gebracht, waar ze niet worden bijgevoerd en de mest (en N) zich verzameld. In een dergelijk systeem is een schapenstal geen 'source' van N, maar een 'sink' in een circulair (gesloten) systeem. Dit wil zeggen dat nutriënten in het gebied circuleren en herverdeeld worden en dat er géén nutriënten in de vorm van voeders en meststoffen worden ingebracht. De huidige beheervorm in het gebied met winterse bijvoeding met hooi uit het gebied maakt ook deel uit van zo'n circulair systeem. Nog een stap verder is het verwijderen van stikstof uit het systeem. Wanneer de mest die zich *in* de stal opstapelt en ook regelmatig verzameld en afgevoerd wordt naar locaties buiten het gebied, fungeert een schapenstal als een belangrijke schakel in het verwijderen van N uit het systeem. Dit systeem is niet nieuw. Het is gelijkaardig aan een oud landbouwsysteem, het zgn. potstalsysteem, dat op verschillende manieren noodzakelijke mineralen en nutriënten aan de heide onttrok door begrazing en zorgde voor het winnen van mest, strooisel, wintervoeder, honing, brandstof e.d. (De Blust 2004). Het is een systeem dat ten grondslag ligt van het ontstaan en de ontwikkeling van de heide als ecosysteem, en als Europees beschermde habitat. Voor een goed functioneren ervan is het noodzakelijk dat de schapen 's avonds op eigen kracht of geherderd de stal kunnen bereiken. Daarom mag de stal niet te ver van de te begrazen heide liggen. Er is evenwel een belangrijk verschil met het vroegere potstalsysteem. De in de stal gewonnen mest werd in het agropastorale potstalsysteem uitgespreid over de aanpalende landbouwgrond van het bedrijf om lokaal een vruchtbare bodem te creëren in een in het algemeen extreem voedselarme omgeving. In de huidige context gebeurt dit niet meer, maar wordt de mest (naar schatting 60 % van alle geproduceerde mest, Gorree & Runhaar, 1992) afgevoerd uit het systeem.

Een dergelijke bedrijfsvoering of natuurbeheer heeft met andere woorden op het niveau van het hele (begrasde) SBZ een positief (lees N-verlagend) effect op de N-balans. Nutriënten worden verwijderd doordat de begrasde biomassa wordt afgevoerd uit het systeem. Een beperkt deel van de nutriënten spoelt uit het systeem weg, samen met infiltrerend oppervlaktewater. Hoe groot de N-afvoer is hangt af van de intensiteit van het beheer, de productiviteit van de verschillende vegetatietypes, weerseffecten, bereikbaarheid van terreindelen, enz. De te verwachten impact op de N-balans ligt in een N-afvoer ter grootte van enkele kg N/ha/jaar tot ± 25 kg N/ha/jaar met grote lokale verschillen op het terrein (Fottner *et al.*, 2007). Voor duinheiden schatten Berg *et al.* (2014) in dat jaarlijks netto 12 tot 26 kg N/ha kan afgevoerd worden door begrazing met schapen.

Voor een begrazing van heideterreinen met 1,1 schap per hectare vond men een netto afvoer van 1,5 kg stikstof en 1,6 kg fosfor per hectare per jaar (Härdtle *et al.* 2009).

Op basis hiervan en inzichten uit De Blust (2022), maken we nu een eenvoudige oefening voor Averbode Bos en Heide.

De begrasde oppervlakte in het gebied is 162 ha. Wanneer we 178 schapen (= 1,1 per ha) inzetten in een geherderd potstalsysteem, gedurende een heel jaar, dan wordt een netto-afvoer van 1,5 kg N/ha/j gerealiseerd. Aangezien het niet realistisch is om dit

gedurende het hele jaar te doen (te lage voedselkwaliteit in de winter), passen we dit toe op het huidige systeem, waarbij schapen buiten lopen in de periode van 15 april tot 15 december (we gaan hierbij uit van een optimale (vereenvoudigde) situatie: schapen worden steeds teruggebracht naar de stal, de terreinen hebben een vergelijkbare vegetatie en N-concentratie in de planten...). Dit betekent dat om hetzelfde effect (N-afvoer van 1,5 kg N/ha/j) op jaarbasis te verkrijgen, het aantal schapen moet verhoogd worden met een factor 1,5 (= 12 maanden/8 maanden). Ook hier zit de vereenvoudiging in het feit dat in de wintermaanden relatief minder N zal/kan afgevoerd worden. In de begraasde terreinen van Averbode Bos & Heide zal een kudde nodig zijn van 267 (1,5 x 178) schapen om 1,5 kg N/ha/j af te voeren uit het gebied.

Een dergelijke afvoer is vrij gering maar compenseert toch voor de totaal geschatte uitstoot van de stal (144,9 kg N/jaar). Voor een mooi ontwikkelde heide met een laag aandeel grassen, zal het nodige aantal dieren per hectare klein zijn om de instandhouding en het behouden van structuur te verzekeren. Afhankelijk van de productiviteit van de vegetatie – op zich functie van de bodem en van extra input van nutriënten via de neerslag – lijken voor schapen dichtheden van rond de twee dieren per hectare optimaal op jaarbasis (De Blust 2022). Wanneer we deze aanbeveling toepassen op het gebied, is een geherderde kudde van 486 schapen nodig in het gebied van 15 april tot 15 december (= 162 ha x 2 schapen/ha x 12/8). Een dergelijk scenario resulteert dan in een afvoer van 2,73 kg N/ha/jaar. Wanneer we de overschrijdingskaarten voor de KDW voor de habitats in het gebied bekijken, zien we dat ook een geherderd systeem nooit de huidige atmosferische N-input kan compenseren, zelfs niet bij een verdubbeling van de kudde naar bv. 1000 schapen.

Naast stikstofremediëring speelt voor het beheer van heide-ecosystemen natuurlijk nog veel meer mee. Heide- en aanverwante habitats zoals ze in het gebied voorkomen hebben een beheer nodig waarbij vraat aan grassen, heidestruiken en opslag van bomen essentieel is om successie tegen te gaan, m.a.w. een top-down controle van de vegetatie door menselijke sturing in ruimte en tijd om dominante zoals van pijpenstrootje (maar bv. ook bramen in heideterreinen in ontwikkeling) te onderdrukken en zo heidevegetaties te herstellen. Een graasbeheer is dus essentieel voor het behoud van heideterreinen met een dergelijke omvang. Aangezien in het gebied ook nog vrij veel herstel- en ontwikkelingsbeheer nodig is, is een kudde die groter is dan deze voorgesteld voor goed ontwikkelde heides (2 schapen per ha op jaarbasis) wellicht wenselijk (bv. 2-3 schapen per ha op jaarbasis).

Vraag 6

Nauw samenhangend met beheervorm en kuddegrootte is natuurlijk de organisatie van het beheer. In bovenstaande vragen werden vrije begrazing én een ideaalbeeld van een geherderde kudde in een potstalsysteem behandeld in relatie met N-afvoer. In realiteit kan dit niet zomaar gerealiseerd worden omdat de stal te ver van de te begrazen terreinen ligt. Het ideale herder-kudde-systeem moet dus 'nagebootst' worden op het terrein. Gerichte begrazing, eigen aan geherderde systemen, wordt nagebootst met rasters.

- Om toch tot een gericht N-transport te komen, kunnen aangrenzend aan de begrazingsblokken nachtrasters gebouwd worden, waar dieren 's avonds ingedreven worden en 's morgens weer uitgelaten worden. Dit beperkt de inzet van herders aanzienlijk, maar zorgt toch voor een behoorlijke tijds winst. Dit systeem is vooral van belang in heideterreinen in ontwikkeling (bv. in terreinen met gerooide naaldhoutaanplanten met veel bochtige smele, bramen, pijpenstrootje, struisgrassen...) en voor het herstellen van een goede structuur in heideterreinen (Wallis de Vries *et al.*, 2014b).
- Een andere manier om herderen na te bootsen of te optimaliseren (zeker van toepassing bij herstelbeheer) is werken met kleine tijdelijke rasters en het uitvoeren van een drukk begrazing (Wallis de Vries *et al.*, 2014a). Het is zo bv. mogelijk om volledig vergraste heide met drukk begrazing door schapen terug te

herstellen tot een structuurrijke heide. Gedurende een korte periode van enkele dagen tot hooguit twee weken, afhankelijk van de grootte van de plaats, wordt er zeer intensief begraasd; 1.000 graasdagen per hectare per jaar is richtinggevend. Binnen hetzelfde jaar wordt dat nog eens herhaald en dit voor meerdere jaren na elkaar. Drie jaar na elkaar in de zomer een derde van het pijpenstrootje laten afeten, heeft als effect dat de biomassa van het gras het jaar daarop met 40 % gereduceerd wordt. Wordt er twee derden geconsumeerd, dan wordt de biomassa van pijpenstrootje daarna met meer dan 75 % gereduceerd (Grant *et al.*, 1996), maar wordt de druk op andere soorten ook erg hoog.

Vraag 3. Hoe hoog is de noodzaak tot verschraling in dit SBZ en zijn de voorgestelde beheermaatregelen (combinatie van maaien, plaggen, begrazen) daar een voldoende efficiënt en naar biodiversiteitswaarde toe, te verantwoorden manier voor?

Voor het inschatten voor de noodzaak tot verschraling is een zeer goede terreinkennis nodig (aanwezige vegetaties en hun ontwikkeling, verspreiding van doelsoorten, abiotiek (bv. stikstofaccumulatie in de bodem, C/N verhouding in bodem en biomassa en N/P verhouding van struikheidescheuten om de fosforlimitatie te bepalen in de vegetatie): kansen en knelpunten...). Belangrijke vragen zijn ook: hoe ontwikkelden de vegetaties zich onder het beheer in de afgelopen jaren? Welke van de aanwezige doelsoorten zijn relicten met een hoge uitsterfkans of zijn het juist nieuwkomers met grote potentie voor het vormen van populaties? Welke soorten zijn te verwachten uit de omgeving? ...

Al deze kennis en vragen moeten geïntegreerd worden in een beheerplan. Op dit ogenblik is deze gebiedspecifieke kennis onvoldoende aanwezig. In het kader van dit advies is het ook niet mogelijk om het huidige beheerplan en het gevoerde beheer ten gronde te kunnen evalueren. Gericht (en uitgebreid) onderzoek is hiervoor nodig.

Vraag 7: Op welke manier kan het INBO adviseren/ondersteunen in het optimaliseren van het begrazingsbeheer?

Voor het monitoren van de schapenbegrazing in de Kalmthoutse heide werd recent een advies geschreven door De Blust & Van Uytvanck (2019). Hierin komen o.m. ook voor Averbode Bos & heide relevante thema's aan bod, zeker ook in het licht van vraag 6 die hierboven werd behandeld.

1. Op basis van welke criteria wordt bepaald wanneer de grazers verplaatst moeten worden om:

- a) verbossing tegen te gaan in het begin van het begrazingsseizoen,
- b) later in het seizoen pijpenstrootje terug te dringen en
- c) open plekken en heideverjonging te creëren of in stand te houden?

2. Hoeveel moet er afgegeten worden om de genoemde doelen te behalen, afhankelijk van de weersomstandigheden (droge/natte, koude/warme jaren, ...)? Hierbij moet een onderscheid worden gemaakt tussen de verschillende vormen van begrazing (extensief, gehoed, stootbegrazing) en tussen het type grazers (enkel schapen, enkel runderen of combinatie van beide).

Het INBO biedt aan om vertegenwoordigd te zijn in een adviesgroep/stuurgroep van het gebied (waar vaak ook gerichte vragen uit voortkomen). Verschillende INBO-medewerkers hebben ervaring met heiden en graasbeheer. We willen dan ook graag in dialoog gaan met de beheerders over de reële noden.

Conclusies

- 1) De gemodelleerde bijdrage van de schapenstal aan de kritische depositiewaarden voor stikstof voor Natura 2000-habitattypen (kortweg KDW) is correct; deze is in het licht van de totale stikstofinput in het gebied en de overschrijding van de KDW van de verschillende Europese habitats gering (input van 0,37 – 2,92 kg N/ha/j voor de meest kwetsbare en dichtst bijgelegen actuele habitats). Overschrijding van de kritische depositiewaarden van deze habitats op gebiedsniveau varieert van 0,1 tot 17 kg N/ha/j.
- 2) Zonder herderen is slechts lokaal (voor de meest geprefereerde habitats (graslanden)) een zeer beperkte stikstof afvoer te verwachten (1-3 kg N/ha/j). In heiden zelf is weinig of geen verschraling te verwachten.
- 3) Voor deze vraag beschikt INBO op dit ogenblik te weinig gebiedspecifieke kennis om een evaluatie van het beheerplan en het beheer op het terrein zinvol uit te voeren. Een uitgebreider onderzoek is hiervoor nodig.
- 4) +5) Op basis van literatuurdata rekenden we voor het begraasde gebied van Averbode Bos en Heide enkele scenario's uit. Door herderen kan een beperkte hoeveelheid stikstof per ha per jaar afgevoerd worden, variërend van 1,5 kg N tot 2,73 kg N voor resp. graasdrukken van 1,1 en 2 dieren per ha op jaarbasis. Voor dit laatste is dan een kudde nodig van 486 schapen die in een ideaalscenario van herderen (elke nacht in de stal) worden ingezet. En dergelijke kudde is voor goed ontwikkelde heiden geschikt, voor te herstellen heide mag deze kudde nog groter zijn (op basis van 2-3 schapen per ha op jaarbasis).
- 6) Om het beheer te optimaliseren in een reële situatie waarbij de beweging naar de stal niet dagelijks kan gebeuren, wordt het gebruik van tijdelijke rasters voorgesteld: nachtrasters palend aan de graasblokken en tijdelijke rasters voor drukkbe grazing in functie van herstel- of ontwikkelingsbeheer.
- 7) Hierover gaan we graag in overleg met de beheerders van het gebied, een nota over monitoring van heidebeheer werd voorgesteld.

Referenties

- Berg L., Loeb R. & Bobbink R. (2014). Mitigatie N-depositie Zeetoegang IJmond: inschatting stikstofafvoer door PAS-herstelmaatregelen. Onderzoekscentrum B-Ware i.o.v. DLG en RWS WNN.
- Bokdam J. (2003). Nature conservation and grazing management. Free-ranging cattle as a driving force for cyclic vegetation succession. PhD-thesis, Wageningen University.
- De Blust G. (2004). Heide en Heidebeheer. In: Hermy *et al.* (red.). Natuurbeheer: 221-263. Davidsfonds, Leuven.
- De Blust G. (2022). Heiden en heidebeheer. In: Van Uytvanck *et al.* (red.) Natuurbeheer – Praktijk en Wetenschap hand in hand, p.255-290. Sterck & De Vreese, in druk.
- De Blust G. & Van Uytvanck J. (2019). Monitoring voor de evaluatie van de schapenbegrazing op de Kalmthoutse heide. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.A.3679. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Fottner A.S., Härdtle W., Niemeyer M., Niemeyer T., Von Oheimb G., Meyer H., Mockenhaupt M., & Oheimb V. (2007). Impact of sheep grazing on nutrient budgets of dry heathlands. *10(3)*: 391–398.

Gorree M. & Runhaar H. (1992). Haalbaarheidstudie Natuurgerichte Normstelling Nutriënten. Algemene methoden voor het ontwikkelen van grenswaarden voor nutriëntenbelasting van natuurlijke systemen. Leiden, Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden: 45

Grant S.A., Torvell L., Common T.G., Sim E.M. & Small J.L. (1996). Controlled grazing studies on *Molinia* grassland: effect of different seasonal patterns and levels of defoliation on *Molinia* growth and responses of swards controlled by grazing cattle. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1267-1280.

Härdtle W., Von Oheimb G., Gerke A.K., Niemeyer M., Niemeyer T., Assmann T., Drees C., Matern A. & Meyer H. (2009). Shifts in N and P budgets of heathland ecosystems: Effects of management and atmospheric inputs. *Ecosystems* 12: 298-310.

Wallis de Vries M.F., Bobbink R., Brouwer E., Huskens K., Verbaarschot E., Versluijs R. & Vogels J.J. (2014a). Drukbegrazing en chopperen als alternatieven voor plaggen van natte heide: effecten op korte termijn en evaluatie van praktijkervaringen. Rapport OBN191-NZ, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

Wallis de Vries M.F., Bobbink R., Brouwer E., Huskens K., Verbaarschot E., Waasdorp S. & Vogels J.J. (2014b). Effecten van de inzet van gescheperde schaapskuddes bij het heidebeheer in Friesland. Rapport VS2014.004, De Vlinderstichting, Wageningen/Onderzoekscentrum B-Ware, Nijmegen / Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Van Uytvanck J., Milotic T. & Hoffmann M. (2010). Nitrogen depletion and redistribution by free-ranging cattle in the restoration process of mosaic landscapes: the role of foraging strategy and habitat proportion. *Restoration Ecology* 18: 205–216.