

Herstelstrategie H4010B: Vochtige heiden (laagveen)

Beltman, B., A. Barendregt, H.M. Beije & N.A.C. Smits, R. van 't Veer & L.P.M. Lamers

Leeswijzer

Dit document start met de kenschets uit het profieldocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitatype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitatype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen dienen in aanvulling op het reguliere beheer (paragraaf 2) te worden uitgevoerd. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10.

1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielendocument van het hele habitatype. Weggelaten zijn alinea's die specifiek over andere subtypen gaan dan het subtype van deze herstelstrategie.

Vochtige heiden komen voor op voedselarme, zeer natte tot zeer vochtige, matig zure tot zure standplaatsen op de hogere zandgronden en in het heuvelland en het laagveengebied. Kenmerkend is de hoge bedekking van Gewone dophei. Vochtige heide komt in ons land zowel op zandgronden voor als in het laagveen. Kwalitatief goede vochtige heiden kunnen goed samen voorkomen met rompgemeenschap met Pijpenstrootje en Veenmos. Deze grazige delen mogen echter niet overheersen en komen alleen in een mozaïekvorm voor. De begroeiingen van het subtype vochtige heide op zandgronden (H4010A) variëren afhankelijk van de waterhuishouding, de ouderdom en het leemgehalte van de bodem. Landschappelijk gezien komen natte heiden op zandgrond o.a. voor op de oevers van vennen, op beekdalflanken, in laagten met een ondoorlaatbare ondergrond en in tot op het zand afgegraven voormalige hoogveengebieden. In laagveengebieden vormt het subtype H4010B het eindstadium in de verlanding. Vochtige heide ontwikkelt zich uit eerdere successiestadia (trilveen en veenmosrietland) doordat bij het dikker worden van de kragge geleidelijk een dikkere regenwaterlens ontstaat en de bereikbaarheid van de bovengrond voor basenrijker water onder de kragge afneemt. Ook op vast veen kan verzuring door regenwaterlenzen leiden tot ontwikkeling van moerasheide, bijvoorbeeld vanuit voorheen bevoeide rietlanden. De vegetatie wordt gedomineerd door ondiep wortelende zuurminnende soorten. De spaarzaam voorkomende basenminnende soorten, zoals Riet en Paddenrus, bevinden zich met hun wortelstelsel in diepere veenlagen die (nog) voldoende basenrijk zijn.

H4010_B Vochtige heiden (*laagveengebied*), moerasheide

Dit type vochtige heiden komt voor op voedselarme, zeer natte tot zeer vochtige, matig zure tot zure standplaatsen in het laagveengebied. Ook in verdroogde, niet vergraven hoogveengebieden komen dopheibegroeiingen voor. Die worden niet tot dit habitatype gerekend, maar beschouwd als deel van habitatype H7120 (aangetast hoogveen). Op plagplekken in de natte heide ontwikkelen zich doorgaans begroeiingen van het habitatype H7150 (slenken in veengronden).

In de Vochtige heiden (laagveengebied) komen geen soorten voor van de Vogel- en Habitatrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied. Daarnaast zijn er geen typische soorten, waarvoor in dit habitatype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht.

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitatype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden, samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument (http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_4010.pdf).

2. Ecologische randvoorwaarden

Voor de ecologische randvoorwaarden wordt uitgegaan van de omstandigheden van de beide subassociaties die behoren tot Moerasheide (subassociatie met Gewoon reukgras en de subassociatie met Pijpenstrootje: 11Ba02A en B; Schaminée et al. 1995). Aanvullend is een Staatsbosbeheertype gebruikt (SBB-11B-b: [SBB] RG Rode bosbes – Kraaiheide – Bronsmos- [Veenmos-verbond]).

2.1 Zuurgraad

De optimale zuurgraad omvat een traject van matig zuur tot zuur met een pH 4,5 – 5,0. Als aanvullend bereik in de bovenlaag wordt een zuurdere pH gerekend. Een pH tot 6,5 in de onderlaag wordt als aanvullend bereik gerekend (Runhaar et al. 2009).

2.2 Voedselrijkdom

Het kernbereik voor de voedselrijkdom waarbij de goed ontwikkelde vormen van het habitatype kunnen voorkomen, omvat alleen de klasse matig voedselarm. Het aanvullend bereik, omvat de klassen tot matig voedselrijk in de onderlaag en zeer voedselarm in de bovenlaag (Runhaar et al. 2009).

2.3 Vochttoestand

Het kernbereik van de vochttoestand ligt tussen de klassen zeer nat en nat. Er is geen aanvullend bereik gedefinieerd (Runhaar et al. 2009).

2.4 Landschapsecologische processen

Om belangrijke landschapsprocessen te kunnen duiden is het noodzakelijk goed inzicht te hebben in de verspreiding van het habitatype. De verspreiding van vochtige heiden ofwel moerasheiden in Nederland is echter slecht bekend, terwijl het type door buurlanden niet onderscheiden wordt. De verspreidingskaart van Van 't Veer (1995) op basis van 183 opnamen, geeft een concentratie in Noord-Holland en Nieuwkoop (provincie Utrecht) en een enkele stip op de grens Friesland/Overijssel. Later heeft dezelfde auteur een deel van de opnamen geschrapt als zijnde geen locaties van moerasheide, waarna slechts 85 opnamen overbleven. Dit illustreert dat de verspreiding van moerasheiden slecht bekend is, hetgeen mede wordt veroorzaakt doordat het type vaak voorkomt in mozaïek met veenmosrietland, trilveen of blauwgrasland en tot nu toe vaak niet als een afzonderlijk habitatype is herkend of onderscheiden. Locaties in de Vechtstreek, zoals de Molenpolder en de Gagelpolder (Staatsbosbeheer) werden door de genoemde auteur niet vermeld, maar zijn nu wel aangemeld als Natura 2000-gebieden met moerasheiden.

Gelet op het kleinschalig, mozaïekvormig voorkomen (met veenmosrietland, trilveen en/of blauwgrasland) is het duidelijk dat de landschapsecologische condities van vochtige heiden in het laagveengebied sterk overeenkomen met vooral die van veenmosrietland en trilveen. In feite ontwikkelt het habitatype zich uit de habitatypen, in de regel via maaibeheer en zodra zich een vrij compacte veenbodem heeft gevormd waarin een regenwaterlens aanwezig is en geen buffering (meer) optreedt van de natuurlijke zuurvormende processen (het regenwater is zelf niet zuur). De invloed van oppervlaktewater of kweldruk van grondwater op de toplaag van de kraggebodem is zeer gering, omdat deze door de successie uit de vorige successiestadia sterk is verdicht en/of hoger is geworden. Daarmee is veelal ook de invloed van zout water in Noord-Holland afgenomen, zodat daar een verzoeting van het oorspronkelijke brakwaterveen kan gaan optreden. De dikte van de regenwaterlens en de mate waarin deze tijdens de droge zomer wegzakt onder het maaiveld bepaalt of een actieve Sphagnum-veenmosgroei mogelijk blijft. Haarmos lijkt daar minder gevoelig voor, hetgeen mogelijk verklaart waarom deze soort de meer karakteristieke soorten kan overgroeien.

Ook op plekken waar blauwgrasland aanwezig is, kan moerasheide op de oude, vaste veenbodem ontstaan. De ontwikkeling lijkt vooral op te treden in terreinen die in het najaar, dus voor de winterperiode worden gemaaid. Ontwikkeling tot dicht dwergstruweel en verdere areaaluitbreiding wordt gestimuleerd als een aantal jaren niet wordt gemaaid en alleen de houtige opslag regelmatig wordt verwijderd.

Zie ook de informatie uit de landschapsdoorsneden (Deel III).

2.5 Regulier beheer

Het habitatype kan zonder beheer alleen voor langere tijd in stand blijven als er een groot oppervlak aanwezig is. Omdat hieraan tot nu toe niet kan worden voldaan, is thans actief beheer noodzakelijk voornamelijk in de vorm van af en toe (om de paar jaar) maaien in de nazomer (met licht materieel), om opslag van struiken en bomen te voorkomen. Beweiding met schapen lijkt minder gunstig te zijn. Wanneer er echter geen opslag is, kan actief beheer beter achterwege blijven om de vorming van microreliëf een kans te geven. Zonder actief beheer is moerasheide doorgaans een tijdelijk stadium dat zich gewoonlijk tot hoogveenbos (H91D0) zal ontwikkelen.

3. Effecten van stikstofdepositie

De kritische depositiewaarde voor het habitatype is vastgesteld op 786 mol N ha/jaar (11 kg N/ha/jr; [Van Dobben et al. 2012](#)). Dit getal is het middelpunt van de empirische deelrange van 10–12 kg N/ha/jr ([Bobbink & Hettelingh 2011](#)). Wederom wordt de betrouwbaarheid benoemd als 'expert judgment'.

3.1 Verzuring

Uit de periode 1990–1995 zijn pH-metingen beschikbaar van terreinen met moerasheiden uit terreinen in Noord-Holland, Utrecht en Overijssel. De desbetreffende pH-waarden vallen binnen de pH-range van 4,5–5 die hierboven is genoemd in paragraaf 2.1. Metingen die in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur tussen 1998–2002 zijn gedaan, duiden lokaal op een verlaging van de pH-H₂O tot 3,3–4,2 in Utrechtse terreinen ([Barendregt et al. 2004](#)). Aannemelijk is dat stikstofdepositie hierbij een rol heeft gespeeld, maar de mate waarin dit is gebeurd, is moeilijk te zeggen omdat ook natuurlijke successie deels verantwoordelijk kan zijn voor verzuring. Veenmossen geven immers ook zelf een impuls aan de zuurgraad.

3.2 Vermesting

In bestaande moerasheiden is vaak sprake van overmatige bedekking met Gewoon haarmos en Fraai veenmos. Dit wordt algemeen beschouwd als een gevolg van vermisting met fosfaat. De grotere beschikbaarheid van fosfaat is waarschijnlijk (en tenminste voor een deel) een indirect gevolg van stikstofdepositie, doordat de verzurende werking (tot een pH-H₂O onder 4,2) daarvan heeft gezorgd voor de mobilisatie van fosfaat dat eerder in niet-opneembare vorm in de bodem aanwezig was.

Waarschijnlijk zorgt vermisting met fosfaat in moerasheiden ook voor een toename van de vestiging en groei van opslag van struiken en bomen, vooral berk en braam. Dit mag worden aangenomen op grond van het onderzoek dat is gedaan naar de invloed van stikstofdepositie op hoogvenen ([Tomassen et al. 2003](#)). Evenzo wordt aangenomen dat ophoping van ammonium kan leiden tot een toename van grassen (Pijpenstrootje). Mogelijk wordt ook de opslag van cranberry bevorderd door stikstofdepositie (en toevoer van eutroof oppervlaktewater). In sommige Natura 2000-gebieden in Noord-Holland is deze soort sterk toegenomen.

3.3 Fauna

Er zijn geen typische diersoorten, waarvoor effecten van stikstofdepositie zijn te verwachten. Verder komen er geen soorten voor van de Vogel- of Habitatrictlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied.

4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

4.1 Verdroging

In de meeste laagveengebieden is sprake van een sterke wegzijging, terwijl de aanvoer van grondwater uit de hogere regio's is verminderd ten opzichte van vroeger. In poldergebieden worden daarnaast ten behoeve van de landbouw in de winter lagere peilen aangehouden dan in de zomer. Dit leidt ertoe dat de meeste moerasheiden, behalve van stikstofdepositie, ook hinder

ondervinden van grondwaterstanden die te sterk fluctueren. De inlaat van rivierwater in droge perioden biedt hierbij geen soelaas, omdat de zijdelingse indringing van water in de vaste kragge of veenpakket gering is. Op plaatsen waar het grondwaterpeil in moerasheiden sterk fluctueert, uit zich dat in verdroging. De effecten van deze verdroging zijn vergelijkbaar met die van stikstofdepositie, omdat het in beide gevallen vooral gaat om het vrijkomen van fosfaat, met vermessing als gevolg.

4.2 Ontoereikend regulier beheer

Wanneer regulier beheer niet of onvoldoende plaatsvindt, zal moerasheide doorgaans een tijdelijk stadium zijn, dat zich gewoonlijk tot hoogveenbos (H91D0) zal ontwikkelen. Ontoereikend regulier beheer wordt niet apart onder paragraaf 5 of 6 behandeld.

5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

Onderstaande maatregelen zijn inzetbaar als effectgerichte maatregelen tegen de gevolgen depositie, maar kunnen daarnaast ook effectief zijn om de (vergelijkbare) gevolgen van verdroging te bestrijden.

5.1 Maaien & opslag verwijderen

Maai-beheer en afvoer van maaisel wordt met een lage frequentie toegepast als regulier beheer. Om vermessing door stikstofdepositie het hoofd te bieden, kan het zinvol zijn om dit regulier beheer enigszins te intensiveren. Frequenter maaien en afvoeren van het maaisel leidt tot verwijdering van een extra hoeveelheid nutriënten af (N, P en K) waardoor eutrofiëring en versnelde successie naar bos wordt voorkomen en vergrassing wordt bestreden. De precieze frequentie hangt af van de mate waarin verruiging en verbossing plaatsvindt. Jaarlijks maaien is niet gewenst. Om een al te sterke veroudering van de heide te voorkomen, kan bijvoorbeeld eens in de 4 jaar een kwart van de heidevegetatie worden gemaaid. Het maaien kan het best in het najaar gebeuren, eind augustus of september. Maaien in de winter lijkt minder gunstig, van enkele plekken is bekend dat het heideoppervlak hierna afnam.

Naast maaien is vooral het verwijderen van opslag een belangrijke maatregel. Zaailingen en afgemaaide bramen en berken kunnen 1 à 2 jaar na het maaien al weer sterk uitlopen, waardoor het regelmatig trekken en steken van opslag noodzakelijk is.

Het beheer kan in gunstige gevallen ook uitsluitend bestaan uit het verwijderen van opslag. Gebleken is dat de vochtige heide zich dan aanzienlijk kan uitbreiden. Specifieke bestrijding van Cranberry kan noodzakelijk zijn, omdat deze soort zelfs bij maai-beheer zich sterk kan uitbreiden en de inheemse heidevegetatie kan verdringen.

5.2 Plaggen

Moerasheiden die sterk zijn geëutrofiëerd (en/of verdroogd), kunnen in kwaliteit worden verbeterd via plaggen. Belangrijk hierbij is o.a. dat dit kleinschalig en gefaseerd gebeurt en dat het tijdstip wordt afgestemd op de levenscyclus van de aanwezige soorten (Bal et al. 2001, blz. 570). Het succes van plaggen hangt waarschijnlijk mede samen met het niveau en de aard van depositie. Dorland et al. (2003) toonden aan dat kieming van zaden en vestiging van zaailingen in

vochtige heide op zandondergrond negatief werden beïnvloed door een hogere ammoniumgift. Waarnemingen van hoge ammonium-pieken na plaggen zijn ook in trilvenen gemeten (Beltman, ongepubl.) met mogelijk een vergelijkbaar effect. Recent hebben Verhoeven et al. (2010) in een 5-jarig experiment aangetoond dat de groei van mossen negatief wordt beïnvloed door ammonium en niet zozeer door nitraat. Vooral de ammoniumcomponent in de depositie lijkt dus een rol te spelen in de mate waarin plaggen succesvol is.

Bekalking is in vochtige heide op zandgronden een geschikte methode om hoge ammoniumconcentraties te voorkomen, maar het is de vraag of dit ook geldt voor vochtige heide in laagveengebieden. Proeven met bekalking zijn daar niet bekend. In trilveen zijn wel enkele proeven met bekalking gedaan, maar deze waren daar slechts beperkt succesvol.

6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

6.1 Hydrologisch herstel

Het vermestend effect van verdroging in moerasheiden kan worden voorkómen door maatregelen die ervoor zorgen dat de oppervlaktewaterstand stabiel wordt. Aangezien moerasheiden alleen voorkomen op een vaste (dus niet-drijvende) kragge of veenmospakket en de zijdelingse indringing van oppervlaktewater daarin gering is, zijn deze maatregelen alleen effectief voor de randen van het gebied waar moerasheide voorkomt. De centrale delen van een moerasheide hebben in het algemeen veel minder profijt van maatregelen die het oppervlaktewaterpeil stabiliseren. Om ook daar een stabiel grondwaterpeil te bereiken, zijn in voorkomende gevallen maatregelen nodig die zorgen voor een stabiele grondwaterstand op regionale schaal. Hiervoor is een landschapsecologische systeemanalyse altijd noodzakelijk. Succesvol herstel en uitbreiding van moerasheide wordt gemeld uit onder andere Nieuwkoop (mond. meded. Den Held) en uit de Weerribben en 't Hol, al waren de desbetreffende maatregelen daar vooral of mede gericht op herstel van veenmosrietlanden en blauwgraslanden.

Overstroming met voedselrijk en/of basenhoudend oppervlaktewater leidt tot verdwijning van het habitatype en zal dus altijd vermeden moeten worden.

Maaien, plaggen en opslag verwijderen zijn maatregelen waarmee onder andere de gevolgen van verdroging bestreden kunnen worden. Dit is reeds besproken in de vorige paragraaf.

7. Maatregelen voor uitbreiding

Moerasheide ontwikkelt zich vooral via een maaibeheer uit trilveen of veenmosrietland op een kragge. Op plekken met een oude vaste veenbodem kan moerasheide ontstaan uit blauwgrasland als zich daar een regenwaterlens vormt. De ontwikkeling lijkt vooral op te treden in terreinen die in het najaar, dus voor de winterperiode, worden gemaaid. Ontwikkeling tot dicht dwergstruweel en verdere areaaluitbreiding vindt vooral plaats als een aantal jaren niet wordt gemaaid en alleen de houtige opslag regelmatig wordt verwijderd. Het habitatype kan zich ook ontwikkelen uit verdroogd veenmosrietland, zowel in zoet als in zwak brak milieu, via uitgraven gevolgd door een fase met veenmosrietland (Bal et al. 2001). Mogelijk is het ook voldoende om dergelijke,

verdroogde uitgangssituaties kleinschalig te plaggen, zoals waarnemingen in Waterland suggereren.

8. Effectiviteit en duurzaamheid

Dat de bovengenoemde maatregelen effectief en duurzaam zijn, kan – zoals reeds vermeld – slechts voor een deel worden onderbouwd worden met klinkende ervaringen. Het meest duurzaam zijn – naast brongerichte emissiebeperkende maatregelen – maatregelen die zorgen voor stabiele grondwaterstanden.

9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen (paragraaf 5, 6 en 7) en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast.

maatregel	type	doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronderzoek	herhaalbaarheid	responstijd	mate van bewijs
Maaien	H/U	Vergrassing, verbossing voorkomen	matig	Maaisel afvoeren; mits ten hoogste 1 x 2 jr	Niet noodzakelijk	Beperkte duur	Even geduld	V
Opslag verwijderen	H/U	Verbossing voorkomen	matig/groot		Niet noodzakelijk	Zo lang als nodig	direct	V
Plaggen	H/U	Vergrassing bestrijden	groot	Kleinschalig, gefaseerd	Op standplaats	Beperkte duur	vertraagd	H
Hydrologisch herstel	H/U	Vermesting voorkomen	groot	Maatregelen afhankelijk van LESA	LESA	Eenmalig	Even geduld	V
Nietsdoen	U	Nieuwvorming via natuurlijke successie	groot	Trilveen, veenmosrietland of blauwgrasland; afhankelijk van LESA	LESA	Nvt	vertraagd	B
Plaggen/afgraven	U	Nieuwvorming uit verdroogd veenmosrietland	groot	Afhankelijk van LESA	LESA	Beperkte duur	Vertraagd-lang	H
Maaien	U	Nieuwvorming uit verdroogd veenmosrietland	groot	Afhankelijk van LESA	LESA	Beperkte duur	Vertraagd-lang	H

Verklaring kolommen:

Maatregel: soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5, 6 en 7

Type: H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel

Doel: beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)

Potentiële effectiviteit: klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect

Randvoorwaarden / succesfactoren: de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel

Vooronderzoek: niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).

Herhaalbaarheid: eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoerd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).

Responstijd: dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

Mate van bewijs:

B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.

V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.

H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgetoetst, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitatype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.

10. Literatuur

- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhof 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Tweede, geheel herziene versie. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Barendregt, A, B. Beltman, E. Schouwenberg & G. van Wirdum 2004. Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie op trilvenen (Noord-Holland, Utrecht en Noordwest Overijssel) . Expertisecentrum LNV-mei 2004.
- Berendse, F. 1988. De nutriënten balans van droge zandgrondvegetaties in verband met de eutrofiering via de lucht. Wageningen, Landbouwniversiteit.
- Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds.) 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p.
- Dorland, E., R. Bobbink, J.H. Messelink & J.T.A. Verhoeven 2003. Soil ammonium accumulation after sod cutting hampers the restoration of degraded wetlands. *Journal of Applied Ecology* 40: 804-814.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09-018, 45 pp.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda 1996. De Vegetatie van Nederland deel 3. Graslanden, zomen en droge heiden. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs 2003. Stimulated growth of *Betula pubescens* and *Molinia caerulea* on ombrotrophic bogs: role of high levels of atmospheric nitrogen deposition. *Journal of Ecology* 91: 357-370.
- Van 't Veer, R. 1995. Verspreiding, typologie en beheer van de Nederlandse moerasheiden (Sphagno palustris- EricetumMeltzer) *Stratiotes* 10: 3-22.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.
- Van Dobben, H.F. & A. van Hinsberg 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000 typen. Alterra rapport 1654, Alterra, Wageningen UR, NL.
- Verhoeven, J.T.A., B. Beltman, E. Dorland, S.A. Robat & R. Bobbink 2010. Differential effects of ammonium and nitrate deposition on fen phanerogams and bryophytes. *Journal of Applied Vegetation Science* 14: 149-157.
- Wallis de Vries, M.F. 2010. Trends van dagvlinders in relatie tot stikstofdepositie. Rapport VS2010.016, De Vlinderstichting, Wageningen.