

Herstelstrategie H2120: Witte duinen

Smits, N.A.C., D. Melman & S.M. Arens

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 habitatype

Dit habitatype betreft door Helm (*Ammophila arenaria*), Noordse helm (x *Calammophila baltica*) of Duinzwenkgras (*Festuca arenaria*) gedomineerde delen van de buitenduinen. De naam 'witte duinen' slaat op de kleur van het zand: omdat er nog geen bodemontwikkeling heeft plaatsgevonden, is de kleur nog wit in plaats van grijs (als in H2130).¹ Witte duinen met helmbegroeiingen ontstaan van nature daar waar embryonale duinen (H2110) zo ver aanstuiven dat de plantengroei buiten het bereik van zout grondwater en overstromend zeewater komt. Dit proces vindt plaats in de zeereep (de duinenrij die aan het strand grenst), Ook al overstromen ze niet, de invloed van zeewater is nog steeds groot door de inwaai van fijne zoutdruppeltjes, ontstaan bij de verneveling van opspattend golfwater ('salt spray'). Witte duinen kunnen echter ook ontstaan door uitstuiving of overstuiving van eerder vastgelegde grijze duinen of door opstuiving van door mensen aangelegde windbarrières (rijshout en helmaanplanten). De Witte duinen komen dan ook niet alleen voor in de zeereep, maar ook op (nog of weer) actief stuivende (macro)parabolen in het zeeduin (dat deel van de buitenduinen dat ligt tussen de zeereep en de middenduinen). Zoutinwaai en stuivend zand zorgen voor een extreem milieu waarin slechts weinig plantensoorten kunnen overleven. Helm is daarvan de belangrijkste: door de door deze plant gevormde vegetatiestructuur wordt het zand vastgelegd, waarbij Helm tot wel een meter mee kan blijven groeien tijdens het opstuiven van het zand.

Voor de meeste soorten van dit habitatype is het belangrijk dat de Helm vitaal is. Daarvoor is verstuing noodzakelijk. Als de verstuing vermindert, gaat de Helm verouderen. Plekken met onbegroeid verstufbaar zand maken dan ook onderdeel uit van het habitatype. De mooiste voorbeelden van het habitatype komen daar voor waar de helmduinen vrij kunnen stuiven en

de kust niet kunstmatig is vastgelegd. Aanplantingen van Helm en Noordse helm worden alleen tot het habitatype gerekend indien er geen regelmatig patroon van aangeplante pollen meer herkenbaar is.

In de Witte duinen komen vijf soorten voor van de Vogelrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied. Daarnaast een typische soort (Duinsabelsprinkhaan), waarvoor in dit habitatype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht. De specifieke effecten voor fauna worden beschreven in Deel I (paragraaf 2.4). Afhankelijk van het belang en de functie van dit habitatype voor de soorten, kunnen ook andere habitats noodzakelijke onderdelen van het leefgebied vormen. Voor een volledig overzicht van de deelhabitats, zie bijlage 1 en 2 van Deel II.

Soortgroep	VHR-soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	Effecten van stikstofdepositie
Vogels	Blauwe kiekendief	Klein: foerageergebied	mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Grauwe kiekendief	Klein: foerageergebied	mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Bruine kiekendief	Klein: foerageergebied	mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Tapuit	Groot: voortplantings- en foerageergebied	mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)
Vogels	Scholekster	Groot: foerageergebied	mogelijk	Afname prooibeschikbaarheid (6)

Soortgroep	Typische soort	belang en functie	N-gevoeligheid van leefgebied	Effecten van stikstofdepositie
Sprinkhanen	Duinsabel-sprinkhaan	Groot: voortplantings- en foerageergebied	Ja	Koeler en vochtiger microklimaat (1)

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_2120.pdf).

2. Ecologische randvoorwaarden

De witte duinen worden gedefinieerd (Runhaar et al. 2009) door twee subassociaties van de Helm-associatie (23Ab01AB), aangevuld met de weinig kenmerkende Rompgemeenschap van Helm en Zandzegge (23RG01; Schaminée et al. 1998). De laatste wordt slechts meegenomen, omdat het ruimtelijk nauw verweven is met vegetaties die wel onder definitie vallen.

2.1 Zuurgraad

Goed ontwikkelde vormen van het habitatype komen voor bij een zuurgraad boven pH 6, waarbij $\text{pH} > 5,5$ als aanvullend bereik geldt (Runhaar et al. 2009).

2.2 Voedselrijkdom

Het kernbereik van de voedselrijkdom van de witte duinen is gedefinieerd als matig voedselarm tot matig voedselrijk (Runhaar et al. 2009).

2.3 Vochttoestand

Het kernbereik van de vochttoestand van de witte duinen is droog (Runhaar et al. 2009).

2.4 Landschapsecologische processen

De zone met Witte duinen vormt het contactgebied tussen zee en land. Hier vindt de vorming van nieuwe duinen plaats. Bij een aangroeiende kust gebeurt dit in de vorm van evenwijdige zeerepen en bij een afslagkust in de vorm van micro-paraboolduinen met natte valleien.

Bij een aangroeiende kust wordt bij de vorming van nieuw wit duin het bestaande witte duin wordt afgesloten van de directe invloed van de strandvlakte, waardoor de dynamiek hier sterk afneemt (afhankelijk van de mate en richting van zandaanvoer) en de successie van deze witte duinen onder natuurlijke omstandigheden richting grijze duinen zal verlopen. Verhoogde depositie van stikstof heeft waarschijnlijk wel effect op de snelheid van vooral de algengroei en mogelijk ook de vegetatiegroei in witte duinen (Van den Berg et al. 2005). Aan een zeer dynamische aangroei kust (bijvoorbeeld de Noordsvaarder op Terschelling) waar zeer veel zand aankomt, ontstaan belangrijke witte duinen. Bij een afslagkust komt het type waarschijnlijk ook verder landinwaarts voor. Voor witte duinen die behoren tot een afslagkust speelt stikstofdepositie een veel belangrijkere rol, omdat hier van nature veel minder dynamiek aanwezig is.

Zie de informatie uit de landschapdoorsneden in het Droge duinlandschap (Deel III).

2.5 Regulier beheer

Dit type behoeft geen regulier beheer.

3. Effecten van stikstofdepositie

De empirische range voor de 'Shifting coastal dunes' is vastgesteld op 10–20 kg N/ha/jaar en is bij de laatste review van empirische ranges hetzelfde gebleven (Bobbink et al. 2003; Bobbink & Hettelingh 2011). Deze range wordt gezien als redelijk betrouwbaar ('quite reliable': EUNIS type B1.3). De kritische depositiewaarde komt voor de Nederlandse situatie uit op 20 kg N/ha/jr (1429 mol N/ha/jr; Van Dobben et al. 2012).

Aangezien dit een vrij grove benadering is voor de vaststelling van kritische depositiewaarden en studies gericht op het vaststellen van kritische depositieniveaus tot op heden ontbreken, is het niet duidelijk in hoeverre deze waarde een juiste afspiegeling is van de werkelijke kritische depositiewaarden. Wanneer het habitatype door vastleggingbeheer haar dynamische karakter

grotendeels verloren heeft, wordt stikstofdepositie hier een probleem. Jong, kalkrijk duinzand wordt weliswaar gelimiteerd door beschikbaarheid van fosfor (P), dat hier gebonden wordt in de vorm van calciumfosfaat (CaHPO₄) (Kooijman et al. 2005, 1998), maar het nog kale zand bevat zo weinig organische stof dat ook N een beperkende factor is (Kooijman et al. 2005).

3.1 Vastleggen duinzand en versnelde successie

Boven 10–20 kg N ha/jaar is extra groei van groene algen aan het zandoppervlakte en extra uitspoeling van N gemeten (Van den Berg et al. 2005). Algengroei veroorzaakt het samenknippen van zandkorrels, een proces dat stabilisatie van het duinzand (en daarmee successie) versnelt (Pluis 1993). Dit proces wordt verder versneld door versterkte atmosferische depositie (Arens et al. 2007). Dit proces kan echter bij aanwezigheid van voldoende winddynamiek effectief worden tegengegaan.

3.2 Fauna

Voor het leefgebied van VHR en/of typische diersoorten geldt dat de effecten van stikstofdepositie via de volgende factoren doorwerken: koeler en vochtiger microklimaat en afname prooibeschikbaarheid. Een uitsplitsing van deze factoren naar de onderscheiden soorten is terug te vinden in de kenschets en een beschrijving van de specifieke factoren is terug te vinden in paragraaf 2.4 van Deel I.

De remmende werking van stikstofdepositie op de dynamiek in witte duinen en de daarop volgende verruiging heeft ook grote gevolgen voor soorten die prooidier zijn voor typische soorten uit achterliggende Grijze duinen (H2130). Uit onderzoek (Van der Putten 1989, Kuper et al. 2000; Van Duinen et al. 2005) is gebleken dat het proces van overstuiving als een ‘ecologische motor’ werkt, aangezien het planten (veelal Helm) dwingt tot groeien in een substraat waar bovendien weinig parasieten (m.n. aaltjes) aanwezig zijn. Hierdoor wordt er veel vers plantenmateriaal gevormd, waaronder vers wortelmateriaal wat goed verteerbaar is en daardoor van hoge voedingskwaliteit voor ongewervelde herbivoren. Waarschijnlijk geldt dit ook voor bovengrondse plantendelen. Bovendien is de vegetatiestructuur in dynamische duinen vrij open en gevarieerd, wat tot een warmer en droger microklimaat leidt en een betere zichtbaarheid en bereikbaarheid van prooidieren voor predatoren.

4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

Sinds 1990 wordt de Nederlandse kust ieder jaar getoetst aan de basiskustlijn (BKL). Het vastleggen van de basiskustlijn heeft tot gevolg gehad dat er minder dynamiek kan optreden in de duinen. Dit leidt tot meer vastgelegd duinzand en daarmee versnelde successie. Anderzijds heeft de combinatie van suppleren en dynamisch zeerepbeheer juist op veel plaatsen tot een sterke toename van het type geleid. Zandsuppleties kunnen bijdragen aan verrijking van H2110 met nutriënten, zodat het risico op eutrofiëringsverschijnselen toeneemt. Gesuppleerd zand blijkt doorgaans meer P en een lagere C/N-verhouding te hebben (Stuyfzand et al. 2010).

4.1 Versnippering

Waarschijnlijk is voor een herstel van diergemeenschappen die gebonden zijn aan dynamische witte duinen ook het totale oppervlak van dit vegetatietype van belang. Ten eerste kunnen minder mobiele diersoorten niet migreren tussen solitair liggende gebieden met actief stuivende witte duinen, wat kan leiden tot versnippering van (deel)populaties van soorten die aan dynamische plekken zijn gebonden (Maes et al. 2006). Daarnaast herbergen grotere oppervlaktes hogere aantallen van een soort wat – bijvoorbeeld in het geval van bladsprietkevers – leidt tot een veel groter voedselaanbod voor insectivore dieren.

5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

De aan- of afwezigheid van dit habitattype is volledig afhankelijk van processen in een grotere temporele en ruimtelijke landschappelijke context. Maatregelen zijn dus alleen mogelijk gericht op functioneel herstel (paragraaf 6).

6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

Wanneer een te lage mate van dynamiek aanwezig is, treedt het ontstaan van paraboolduinen en kerven niet op. Bovendien is de hoeveelheid zandinwaai richting achterland dan zeer beperkt. Deze staat kan zowel op natuurlijke wijze optreden (bij vorming van een nieuwe rij witte duinen in de nieuwe zeereep), maar is in Nederland op veel locaties op kunstmatige wijze ontstaan als gevolg van de aanleg van stuifdijken en de inspanningen om deze stuifdijken vast te leggen en door gangbaar (intensief) zeereepbeheer. De belangrijkste herstelmaatregelen in deze gedegenerende situatie is dan ook het bevorderen van dynamiek. Mogelijke ingrepen zijn onder andere het verwijderen van stuifdijken en het aanleggen van kerven in de zeereep, waarbij verouderde en dichtgegroeide helmbegroeiingen over een bepaalde oppervlakte van vegetatie worden ontdaan en vergraven (De Leeuw et al. 2008).

6.1 Herstel embryonale duinen

Door achterwege laten van beheer (met name zetten van stuifschermen, afvlakken van hellingen, inplanten met Helm) ontstaat op tal van plaatsten het habitattype Embryonale duinen (H2110). Dit gaat via natuurlijke successie over in Witte duinen (Arens et al. 2010).

6.2 Herstel dynamiek

Allereerst is het belangrijk in te zien dat in de huidige situatie de planmatige locatie van de primaire waterkering vaak de huidige stuifdijklichamen zijn. Echter, als gevolg van het uitvoeren van zandsuppleties zijn deze locaties vaak niet meer van primair belang ten behoeve van de kustverdediging en kunnen ook meer landinwaarts gelegen duingebieden als primaire waterkering worden aangemerkt. Dit creëert de mogelijkheid om in de zeereep maatregelen uit te voeren (of spontaan te laten ontstaan) die onder de vroegere situatie vaak nog in conflict zijn met de zeeverende doelstellingen. Verwijderen van een stuifdijk op zich is geen maatregel om witte duinen te laten ontstaan. Het is net zo goed mogelijk om door stimuleren van verstuingen op het strand, bijvoorbeeld door suppleren, stuifdijken om te vormen tot dynamische witte duinen,

zoals op dit moment op tal van plaatsen gebeurt. Het is zelfs mogelijk dat via hetzelfde mechanisme volledig kunstmatige dijken onder nieuwe witte duinen verdwijnen, zoals in Zeeuws-Vlaanderen op grote schaal is gebeurd.

7. Uitbreiding van oppervlakte

Geheel nieuwe witte duinvorming kan op spontane wijze plaatsvinden daar waar door een uitbouwende kust de ontwikkeling van embryonale duinen op gang is gekomen of daar waar door afslag of winderosie het zand in de duinen opnieuw in beweging komt. Wanneer dit proces van voldoende omvang is, zal een nieuwe witte duinenrij zich vormen voor de bestaande witte duinenrij (aangroei) of zullen de bestaande duinen omvormen in Witte duinen (afslag, winderosie). Als gevolg hiervan zal de oude witte duinzone een sterk verminderde invloed van de zandinwaai vanaf het strand ondervinden, waardoor hier successie naar grijze duinen en duindoornstruweel op zal treden. Het is in deze situaties niet wenselijk om dit proces tegen te gaan, hier kunnen maatregelen worden ingezet ter bevordering van droge duingraslanden (H2130). Combinatie van zandsuppletie en dynamisch kustbeheer heeft tot een enorme toename van de oppervlakte Witte duinen geleid (Arens et al. 2010).

8. Effectiviteit en duurzaamheid

Er worden geen negatieve effecten van het herhaaldelijk uitvoeren van redynamiserende maatregelen verwacht. Wel kan worden opgemerkt dat de leeftijd van Witte duinen niet oneindig is, net als bij embryonale duinen. Bij landaanwas vanuit de zeereep verloopt een parallelle successie richting Grijze duinen en Duindoornstruweel. Op het moment dat de dynamiek wegvalt, treedt meteen versnelde successie (als gevolg van de verhoogde stikstofdepositie) richting Duindoornstruweel op, samen met vergrassing.

9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen uit paragraaf 5 en 6 en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast

maatregel	type	doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronderzoek	herhaalbaarheid	responstijd	mate van bewijs
Herstel H2110	H/U	Start successie	Groot		Niet noodzakelijk	Zo lang als nodig	Direct	B
Dynamisch kustbeheer	H/U	Start successie	Groot	Afhankelijk van lokale kustontwikkeling en kustdynamiek	Niet noodzakelijk	Zo lang als nodig	Direct / Even geduld	B

Verklaring kolommen:

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

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

- Arens, B., L. Geelen, H. van der Hagen & R. Slings 2007. Duurzame verstuiving in de Hollandse duinen. Kans, droom of nachtmerrie? Eindrapport Fase 1. Arens Bsd0 Rap2007.02. Waternet nv, PWN, Duinwaterbedrijf Zuid-Holland.
- Arens, S.M., S.P. van Puijvelde & C. Brière 2010. Effecten van suppleties op duinontwikkeling. Rapportage geomorfologie. Rapport nr. 2010/OBN142-DK, Den Haag.
- Bobbink, R., M. Ashmore, S. Braun, W. Fluckiger, I.J.J. van den Wyngaert 2003. Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: 2002 update. In: B. Achermann & R. Bobbink (eds.) Empirical critical loads for nitrogen. Environmental Documentation No. 164 Air, pp. 43–170. Swiss Agency for Environment, Forest and Landscape SAEFL, Berne.
- 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.
- De Leeuw, C.C., A.P. Grootjans, E.J. Lammerts, P. Esselink, L. Stal, P.J. Stuijzand, C. van Turnhout, M.E. ten Haaf & S.K. Verbeek 2008. Ecologische effecten van Duinboog- en washoverherstel. Rijks Universiteit Groningen.
- Kooijman, A. M., J.C.R. Dopheide, J. Sevink, I. Takken & J. M. Verstraten 1998. Nutrient limitations and their implications on the effects of atmospheric deposition in coastal dunes; lime-poor and lime-rich sites in the Netherlands. *Journal of Ecology* 86: 511–526.
- Kooijman, A. M., M. Besse, R. Haak, J.H. Boxtel, H. Esselink, C. ten Haaf, M. Nijssen, M. van Til & C. van Turnhout 2005. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering in open droge duinen. "Eindrapport fase 2". Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede. 158 p.
- Kuper, J., G.J. Van Duinen, M. Nijssen, M. Geertsma & H. Esselink 2000. Is the decline of the Red-backed Shrike (*Lanius collurio*) in the Dutch coastal dune area caused by a decrease in insect diversity? *Ring*, 22 : 11–25.
- Maes, D., A. Ghesquiere, M. Logie & D. Bonte 2006. Habitat use and mobility of two threatened coastal dune insects: implications for conservation. *Journal of Insect Conservation* 10: 105–115.
- Pluis, J.L.A. 1993. The Role of Algae in the Spontaneous Stabilisation of Blowouts. Thesis, Universiteit van Amsterdam
- 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., E.J. Weeda & V. Westhoff 1998. De Vegetatie van Nederland deel 4. Kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Stuyfzand, P.J., S.M. Arens & A.P. Oost 2010. Geochemische effecten van zandsuppleties langs Hollands kust. KWR-rapport KWR 2010.048, 78p. Tevens uitgegeven door Bosschap als Rapport 2010/OBN141-DK, 83p.
- Van den Berg, L.J.L., H.B.M. Tomassen, J.G.M. Roelofs & R. Bobbink 2005. Effects of nitrogen enrichment on coastal dune grassland: A mesocosm study. *Environmental pollution* 138: 77–85.
- Van der Putten, W.H. 1989. Establishment, growth and degeneration of *Ammophila arenaria* in coastal sand dunes. Dissertatie Landbouw Universiteit Wageningen.

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 Duinen, G.-J., P. Beusink, M. Nijssen & H. Esselink 2005. Larval development of *Anomala dubia* (*Scarabaeidae*) in coastal dunes: Effects of sand-spray and *Ammophila arenaria* root biomass. Proc.Neth.Entomol.Soc.Meet. 16: 63-70.