

# Effect van grote grazers op de macro-invertebraten soortensamenstelling

De plassen in het duingebied van Zuid-Holland zijn rijk aan ongewervelde, met het blote oog zichtbare waterdieren (macro-invertebraten). In het gebied lopen tal van grazers rond, die in de zomer ook in de plassen komen. Enerzijds begrazen ze de watervegetatie en anderzijds zorgen ze voor extra nutriënten in een nutriëntarme omgeving. Onduidelijk is of deze grote grazers in de duinen een effect hebben op de samenstelling van de macro-invertebraten. Met gericht veldwerk waarbij een nieuwe vangstmethode voor de macro-invertebraten is gebruikt, is het effect van begrazing op de waterdieren onderzocht.

Door Barry van den Ende, Edwin Peeters en Casper Zuyderduyn

*Trefwoorden: macro-invertebraten, begrazing, duinen, fuiken*



Figuur 1: Plattegrond van bemonsterde plassen.

Duinen zijn één van de laatste nutriëntarmere landschappen in Nederland (Grootjans et al. 2002) met een grote dynamiek en veel geomorfologische en hydrologische gradiënten wat voor een hoge biodiversiteit heeft gezorgd. De duinen langs de Hollandse kust hebben te lijden gehad van menselijke invloeden; in meerdere HD uitgaven is gerapporteerd over de invloeden van landbouw, de aanleg van verdedigingswerken, de versteviging van de kust, waterproductie en recreatie (Draak 2012, Van Oosten 2013, Loth 2016). In veel duingebieden heeft men grote grazers geïntroduceerd in de verwachting dat die door begrazing de heterogeniteit van de duinvegetatie in stand houden. Zo ook in Meijndel en Berkheide tussen Noordwijk en Scheveningen. Deze gebieden bestaan uit vrij open duinen met valleien en paraboolduinen. Vooral in het binnenduin van Meijndel staat er ook bos (Dunea 2017a,b). In de duinvalleien zijn tijdelijke, maar ook permanente plassen waar een bijbehorend waterleven zich heeft ontwikkeld. In deze gebieden wordt vee ingezet om de verruiging van de vegetatie, die optrad na de neergang van de konijnenpopulaties tegen te gaan (Van der Hagen 2012, Dunea 2017c). De grote grazers hebben toegang tot de plassen en beïnvloeden mogelijk de

macro-invertebraten door verstoring, input van extra nutriënten (via de ontlasting) en/of het feit dat ze naast de vegetatie op het land ook vegetatie in de plas begrazen (Van der Hagen, mond. meded. 3-6-2016). Deze studie onderzoekt wat voor effect de grote grazers kunnen hebben op de soortensamenstelling van de macro-invertebraten.

## Methode

Het onderzoek vond plaats in het duingebied van de provincie Zuid-Holland tussen Noordwijk en Wassenaar (Fig. 1). In juni en juli 2016 zijn in 17 verschillende duinplassen steeds 10 fuiken (Fig. 2) geplaatst met als doel macro-invertebraten te vangen. In het onbegraasde gebied lagen acht plassen; in het begraasde gebied lagen negen plassen. Alle plassen worden sinds 1990 begraasd door Galloway runderen en Konik paarden. De plassen zijn geselecteerd op bereikbaarheid, aanwezigheid van grazers en moesten representatief zijn voor de overige aanwezige typen plassen: infiltratieplas, tijdelijke natuurlijk plas en permanente natuurlijke plas. Figuur 7 laat een permanente natuurlijke plas zien.

De fuiken zijn gemaakt uit plastic 1.5 liter waterflessen door ze door te knippen en de kop andersom in de fles te stoppen. Op aanraden van dr. Ralf Verdonschot werden fuiken gebruikt in plaats van de conventionele vangmethode met behulp van een schepnet aangezien het een passieve vangstmethode is en er minder afval (modder, algen, waterplanten etc.) wordt gevangen wat het sorteren makkelijker maakt. De fuiken werden



Figuur 2: Een simpele, maar effectieve fuike.

gevuld met enkele stenen om te zorgen dat deze niet wegdreven. De fuiken werden uitsluitend in watervegetatie op de bodem geplaatst op verschillende diepten en in verschillende vegetatiestructuren om de kans op vangst en heterogeniteit zo goed mogelijk te omvatten. Na één week werden de fuiken weer uit de plassen gehaald, waarna de inhoud gezeefd en gesorteerd werd en alle macro-invertebraten in 70% ethanol geconserveerd werden voor verdere determinatie. Het identificeren gebeurde met behulp van een Novex 10x microscoop en verschillende determinatieboeken (Vercoetere et al. 1997; Tempelman & Van Haaren 2009; Cuppen & Dros 1992).

De aquatische macro-invertebraten zijn zeer divers en omvatten veel soortgroepen. In dit onderzoek hebben we ons gericht op het bestuderen van drie soortgroepen die veel voorkomen en relatief makkelijk te identificeren

Tabel 1. Eigenschappen en gemeten karakteristieken van 17 bemonsterde plassen in Meijendel-Berkheide.

Eigenschap	Karakteristiek (methode)
Type duinplas	Infiltratie / Permanent / Tijdelijk (info Dunea)
Aquatische vegetatie	% bedekking emergente / submergente vegetatie (schatting)
Oppervlakte van plas	Google Maps-meting
Aanwezigheid van nabijgelegen plassen	Google Maps-meting afstand dichtstbijgelegen plas
Afstand tot de zee	Google Maps-meting afstand
Aanwezigheid van bomen en/of struiken	Aanwezig/afwezig in het veld bepaald
Zoutgehalte	In het veld gemeten: WTW Cond 315i
Zuurstofgehalte	In het veld gemeten: Oxyguard Handy Polaris
pH	In het veld gemeten: WTW pH 3110
Watertemperatuur	In het veld gemeten: Oxyguard Handy Polaris & WTW pH 3110

zijn. Het gaat hier om de kevers (*Coleoptera*), wantsen (*Heteroptera*) en slakken (*Gastropoda*). Deze soortgroepen vertegenwoordigen de diversiteit van de macro-invertebraten; zo hebben deze soortgroepen verschillende manieren van verspreiden (passief en actief) en verschillende strategieën om droogte te weerstaan.

Van de verschillende duinplassen zijn ook omgevingskarakteristieken bepaald (Tabel 1). Het betreft informatie over de ligging en globale informatie over de abiotische waterkwaliteit. Ter plekke is ook de bedekking (in %) geschat van de emergente en submerse vegetatie. Bomen en/of struiken hoger dan 2 m (vanaf hier samen-gevat als bomen) werden als aanwezig gescoord indien binnen 3 m van de plas een of meer exemplaren waren aangetroffen. Informatie omtrent het type duinplas (infiltratie, permanent of tijdelijk) en de aan- of afwezigheid van grote grazers werd geleverd door Harrie van der Hagen (Dunea) en Casper Zuyderduyn (Staatsbos-beheer). De oppervlaktes van de plassen, de afstand van de zee tot de dichtstbijzijnde rand van de plas en de aanwezigheid van nabijgelegen plassen (afstand tot dichtstbijzijnde plas is <400 m) werden gemeten aan de hand van satellietbeelden van Google Maps. De elektrische conductiviteit (maatgevend voor het zoutgehalte), het zuurstof- en pH werd met behulp van draagbare apparatuur in het veld gemeten (zie Tabel 1).

## Data analyse

De verzamelde veldgegevens zijn ingevoerd in Excel. IBM SPSS Statistics versie 23 is gebruikt voor verdere statistische analyses. Er zijn twee verschillende werkbestanden gebruikt; één voor de abundantie (aantal individuen) van de kevers, wantsen en slakken, en voor al deze groepen samen, en één voor de diversiteit (aantal soorten) van elk van deze groepen en het totaal samen.

Voor de verschillende variabelen is steeds onderzocht of de residuen normaal verdeeld waren en of de varianties homogeen waren. Dit bleek niet het geval te zijn, waardoor parametrische toetsen niet gebruikt konden worden. Derhalve werd de verdelingsvrije Mann-Whitney U test gebruikt om te bepalen of er significante verschillen aanwezig zijn. Bij de Mann-Whitney U tests is getoetst of de mediaan significant verschillend was. De mediaan kijkt naar het middelste getal van de datapunten en toont of deze significant verschilt tussen de vondsten.

Voor het bepalen van significante correlaties tussen omgevingskarakteristieken en abundantie of diversiteit van macro-invertebraten zijn er Spearman's rho's rangcorrelaties uitgevoerd.

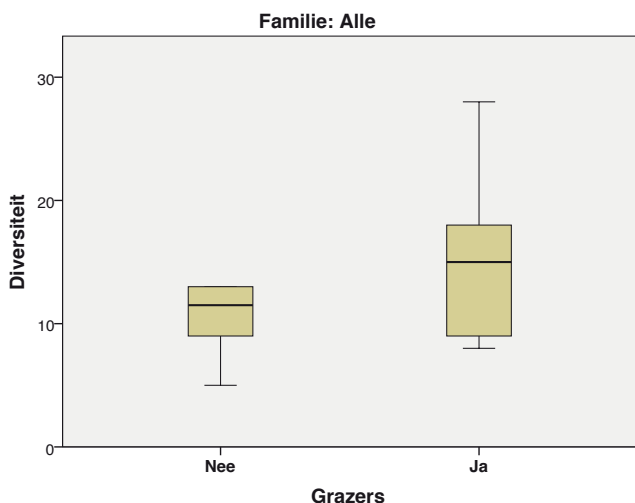
## Resultaten

### Effect van begrazing

In tabel 2 ziet men de P-waarden van de analyses op het effect van begrazing voor de mediaan. Alleen significante verschillen worden getoond.

Figuur 3 laat zien dat in plassen met begrazing de gemiddelde diversiteit van alle macro-invertebraten soortgroepen gecombineerd hoger is ( $x = 15$ ;  $sd = 6.42$ ) dan die in plassen zonder begrazing ( $x = 11.5$ ;  $sd = 2.83$ ). De mediaan was significant hoger ( $p = 0.009$ ).

Ook de slakken (*Gastropoda*) hadden een hogere gemiddelde diversiteit in plassen met begrazing ( $x = 6$ ;  $sd = 2.17$ ) dan in plassen zonder begrazing ( $x = 1.5$ ;  $sd = 1.73$ ) (Fig. 4). Ook hier was de mediaan significant hoger ( $p = 0.050$ ).



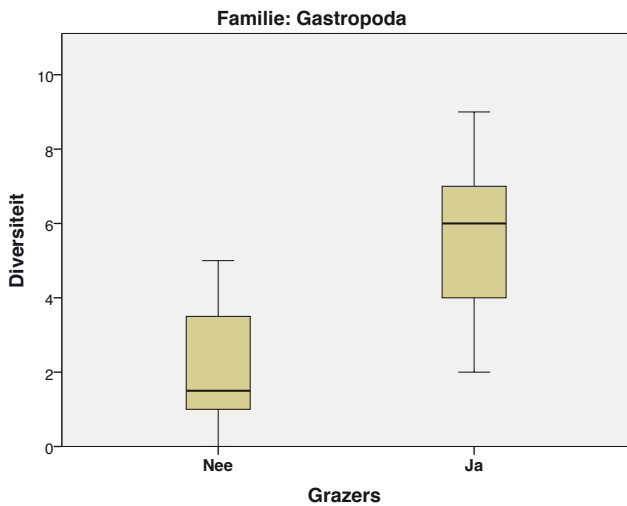
Figuur 3: Diversiteit voor alle families met en zonder begrazing.

Tabel 2. P-waarden van Mann-Whitney U tests op het effect van begrazing op kevers, wantsen en slakken en alle soortgroepen bij elkaar.

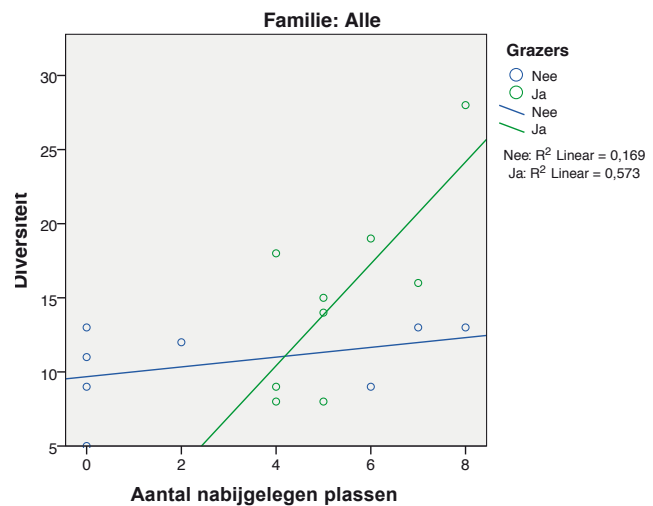
Resultaten begrazing	Kevers		Wantsen		Slakken		Alle groepen samen	
	Abundantie	Diversiteit	Abundantie	Diversiteit	Abundantie	Diversiteit	Abundantie	Diversiteit
Mediaan	1.000	1.000	0.637	1.000	0.015*	0.050*	0.153	0.009**

\*  $p < 0.05$

\*\*  $p < 0.01$



Figuur 4: Diversiteit van slakken in plassen met en zonder begrazing.



Figuur 5: Diversiteit van alle soortgroepen als een functie van het aantal nabijgelegen plassen.

Bij de slakken bleek ook de abundantie hoger te zijn in plassen met begrazing ( $x = 65.56$ ;  $sd = 40.89$ ) dan in plassen zonder begrazing ( $x = 9.88$ ;  $sd = 96.71$ ). Ook hier verschilt de mediaan significant ( $p = 0.015$ ). De verschillen tussen begrazing van de kevers (*Coleoptera*) en de wantsen (*Heteroptera*) waren niet significant.

#### Effect van nabijgelegen plassen

Naarmate er meer plassen in de nabijheid ( $< 400$  m) zijn, neemt de diversiteit van alle soortgroepen tezamen toe ( $R^2 = 0.278$ ;  $p = 0.032$ ). Wanneer de grafiek verdeeld werd in plassen met en zonder begrazing bleek er een verschil te zijn in deze toename (hoewel niet significant). Deze lijkt voor plassen in gebieden met grote grazers sterker ( $R^2 = 0.573$ ;  $p = 0.078$ ) dan in plassen zonder grazers ( $R^2 = 0.169$ ;  $p = 0.203$ ; zie Fig. 5). Ook de diversiteit van wantsen ( $p = 0.014$ ) en slakken ( $p = 0.008$ ) nam significant toe bij een toename van nabijgelegen plassen, die van kevers niet ( $p = 0.353$ ). Vergelijkbare resultaten waren te zien bij de abundantie; een groter aantal nabijgelegen plassen zorgt voor een hogere abundantie van alle soortgroepen tezamen ( $R^2 = 0.309$ ;  $p = 0.027$ ). Hoewel niet significant, steeg de abundantie wederom sneller bij plassen met begrazing ( $R^2 = 0.491$ ;  $p = 0.138$ ) dan plassen zonder begrazing ( $R^2 = 0.272$ ;  $p = 0.318$ ). Dit verband was ook significant voor slakken ( $p = 0.004$ ), maar niet voor kevers ( $p = 0.673$ ) of voor wantsen ( $p = 0.350$ ).

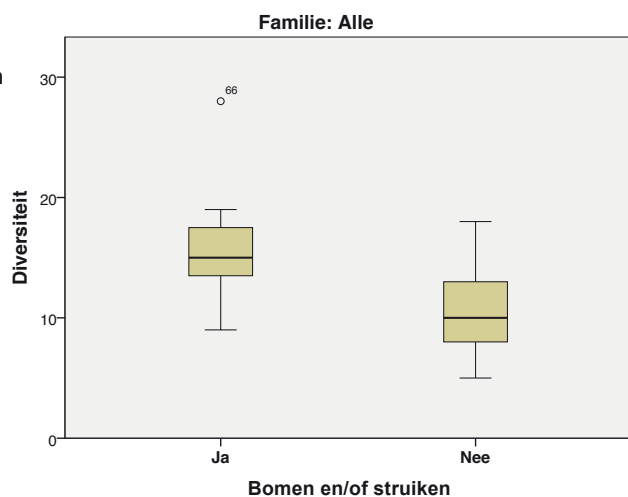
#### Effect van waterkwaliteit

Er blijkt geen relatie aanwezig te zijn en geen verschil te bestaan tussen abundantie en/of diversiteit en de verschillende variabelen over de waterkwaliteit (Appendix A).

#### Effect van bomen

Figuur 6 toont het verschil in diversiteit van alle soortgroepen gecombineerd tussen plassen met bomen en plassen zonder bomen. De mediaan ligt significant hoger bij plassen met bomen ( $x = 15$ ;  $sd = 5.99$ ) dan bij plassen zonder bomen ( $x = 10$ ;  $sd = 3.63$ ;  $p = 0.013$ ). Bij zowel wantsen ( $p = 0.007$ ) als slakken ( $p = 0.018$ ) waren de verschillen significant, bij kevers niet ( $p = 0.449$ ).

Vergelijkbare resultaten zijn te zien met betrekking tot de abundantie. De mediaan van alle soortgroepen gecombineerd ligt significant hoger ( $x = 138.57$ ;  $sd = 49.13$ ;  $p = 0.035$ ) bij plassen met bomen dan bij plassen zonder bomen ( $x = 49.73$ ;  $sd = 97.27$ ;  $p = 0.035$ ). Wederom waren bij zowel wantsen ( $p = 0.009$ ) als slakken ( $p = 0.035$ ) de verschillen significant, bij kevers niet ( $p = 0.397$ ).



Figuur 6: Diversiteit van alle soortgroepen tegenover de aanwezigheid of afwezigheid van bomen en/of struiken.

## Discussie

### **Begrazing**

De uitkomsten van deze studie suggereren dat begrazing een positief effect kan hebben op de diversiteit van de macro-invertebraten soortensamenstelling. Plassen met grazers hadden een grotere soortenrijkdom wanneer alle soortgroepen gecombineerd werden. Studies gedaan naar het effect van begrazing op de macro-invertebraten hebben wisselende conclusies; sommige studies laten een negatief effect van de grazers op de macro-invertebraten zien, zoals een hogere troebelheid van de plas en een lagere biodiversiteit in begraasde plassen (Scrimgeour & Kendall 2003; Steinman et al. 2003). Andere studies laten weer positieve effecten zoals hogere macro-invertebratendichtheid bij begrazing zien (Scrimgeour & Kendall 2003; Rinne 1988). Deze tegenstrijdigheid is mogelijk gelegen in het feit dat deze onderzoeken in verschillende milieus zijn uitgevoerd waar verschillende nutriëntenbalansen gelden. De duinen zijn van nature een nutriëntarm milieu (Van der Hagen, mond. meded. 17-10-2016) waardoor de extra nutriënten die grote grazers met hun ontlasting het water in brengen (Sovell et al. 2000) wellicht een positief effect zou kunnen hebben op de abundantie en diversiteit van de macro-invertebraten. Echter moet hierbij verteld worden dat een hogere soortenrijkdom en abundantie niet automatisch tot een hogere natuurwaarde van de plas leidt; de macro-invertebraten soortensamenstelling van karakteristieke duinplassen is dikwijls vrij soortenarm (Zuyderduyn, mond. meded. 25-2-2017).

Vooraf slakken profiteren van de aanwezigheid van grote grazers; zowel de abundantie als de diversiteit van slakken is significant hoger in plassen met grazers in de omgeving. Slakken kunnen moeilijk op eigen kracht migreren maar maken gebruik van vectoren zoals grote grazers om te migreren. Wanneer er geen grazers in de buurt van de plas zijn, daalt de mogelijkheid om te migreren en dus de overlevingskansen van slakkensoorten (Bilton et al. 2001).

### **Nabijgelegen plassen**

Naarmate er meer plassen dicht in de buurt zijn (< 400m), neemt zowel de abundantie als de soortenrijkdom van alle soortengroepen tezamen toe. Hier is de 'island biogeography' theorie toepasbaar die stelt dat de nabijgelegen geschikte stukken habitat erg belangrijk zijn voor de diversiteit en overlevingskansen van een soort. Wanneer er geschikte stukken habitat in de buurt zijn, wordt de migratie en de verspreiding van genen bevorderd wat uiteindelijk tot een hogere diversiteit en abundantie leidt (MacArthur & Wilson 1967; Hall et al. 2004). Wanneer de correlatie gesplitst werd in plassen met begrazing en plassen zonder begrazing bleek, dat plassen met begrazing meer profiteren van een hoger aantal nabijgelegen plassen dan plassen zonder begrazing. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat slakken verspreid worden door grote grazers en deze passieve migratie het succesvolst is bij een hoog aantal nabijgelegen plassen. Andere soortgroepen verspreiden zich actief door te vliegen en zijn relatief minder afhankelijk van grazers en nabijgelegen plassen. Het feit dat de correlatie vooral significant voor slakken is, lijkt



Figuur 7: Delen van de Kikkervalleien hebben permanent natuurlijke plassen. Foto: Harrie van der Hagen.

het vermoeden dat de verspreiding van slakken (deels) wordt geholpen door vee te bevestigen. Hierbij moet gezegd worden dat andere dieren, zoals watervogels, die de dispersie van slakken zouden kunnen bevorderen niet bij dit onderzoek betrokken zijn; hier kunnen dus geen uitspraken over gedaan worden.

### **Effect van bomen bij de plassen**

De aanwezigheid van bomen blijkt de diversiteit en abundantie van alle soortgroepen tezamen te verhogen. Mogelijk zorgen de aanwezigheid van bomen in de onmiddellijke nabijheid van de plassen voor extra organische stof, afkomstig van bladval in het water. Collier et al. (1995) en Horwitz et al. (2008) toonden eerder aan dat macro-invertebraten positief reageren op verhoogde nutriëntenbeschikbaarheid afkomstig van bladeren. De hogere abundantie en diversiteit van de onderzochte groepen macro-invertebraten in plassen met bomen kan mogelijk op dezelfde wijze verklaard worden. Het feit dat duinen een nutriëntarm milieu zijn zou dit effect kunnen versterken.

Een ander positief effect van bomen op het nabijgelegen water is de verhoogde heterogeniteit van het habitat, wat bij kan dragen aan de macro-invertebraten soortensamenstelling (Aguiar et al. 2002; Hall et al. 1994).

### **Beperkingen van deze studie**

Zoals eerder aangekaart is, kunnen resultaten verschillen tussen milieu's. Deze resultaten gelden voor het duingebied in Noordwest-Europa en kunnen verschillen in andere regio's en/of andere milieus.

Verder is de methodiek die in deze studie gebruikt is, niet de conventionele methode. Normaliter worden namelijk de macro-invertebraten met een schepnet gevangen, terwijl in deze studie de plassen bemonsterd zijn door gebruik te maken van een fuik. Beide methoden hebben voor- en nadelen; met schepnet blijken meer wantsen en slakken te worden gevangen en met fuiken worden er meer van de grotere soorten van kevers gevangen. Daarnaast is het gebruik van fuiken minder arbeidsintensief, mede omdat er veel minder vegetatie en modder wordt gevangen.

Monitoren van macro-invertebraten gebeurt nu met behulp van schepnet, maar er wordt een breder scala aan macro-invertebraten gevangen wanneer beide methoden worden toegepast.

Mogelijk worden er meer kevers in fuiken gevangen omdat deze predatoren aangetrokken worden door de 'prooien' (andere macro-invertebraten) die al in de fuik zijn gevangen. Dit verstoort het beeld van de soortensamenstelling aangezien de predatoren aangetrokken worden tot de fuik en er dus relatief vaker komen dan de soorten die als prooi gezien worden en van de fuik vandaan blijven. Daarnaast kunnen de predatoren zodra ze zich in de fuik bevinden andere soorten prederen wat het beeld verder verstoort.

*In één van de onderzochte plassen, Guytendel, is de soort *Rhantus bistriatus* gevonden. Dit is een soort behorend tot de waterroofkevers (Dytiscidae) en is een zeer uitzonderlijk vondst; sinds 1950 zijn er slechts 4 waarnemingen van deze soort bekend in Nederland! De eerdere waarnemingen bevinden zich alle op de Waddeneilanden wat de vondst extra bijzonder maakt (Nieuwenhuysen 1999). *R. bistriatus* zou voorkomen in open landschappen in temporaire met gras begroeide poeltjes (Nilsson & Holmen 1995), Guytendel voldoet hieraan. Waarschijnlijk is het gelukt deze soort te vinden doordat er gebruik is gemaakt van de fuiken in plaats van het schepnet; zo kunnen ook soorten die te snel zwemmen en/of nachtactief zijn verzameld worden. Al met al zorgt dit voor een completer beeld van de macro-invertebraten soortensamenstelling!*

## **Conclusie**

De uitkomsten van deze studie suggereren dat begrazing een positief effect heeft op macro-invertebraten in plassen in het duingebied van Noordwest-Europa; voornamelijk de slakken (*Gastropoda*) lijken te profiteren van de grazers. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn de extra nutriënten die grazers via hun ontlasting aan het aquatische milieu toevoegen en dat slakken grote grazers kunnen gebruiken voor passieve migratie en zo hun overlevingskansen vergroten.

Naast begrazing is ook het aantal nabijgelegen plassen bevorderend voor zowel de abundantie als de diversiteit van met name de slakken. Dit zou samen kunnen hangen met de dispersiemethode van slakken, aangezien zij afhankelijker zijn van hun directe omgeving en grazers voor migratie.

Een kanttekening hierbij is dat een hogere soortenrijkdom niet altijd een hogere natuurwaarde als gevolg heeft; karakteristieke duinplassen zijn doorgaans zelfs vrij soortenarm.

Deze studie toont aan dat de aanwezigheid van bomen in een hogere diversiteit en abundantie van macro-invertebraten resulteert. Een mogelijke verklaring zou wederom kunnen liggen in de extra nutriënten en voedsel die het watersysteem ingaat in een omgeving die als nutriëntarm bekend staat.

Deze studie heeft aangetoond dat de aantallen en soortendiversiteit van drie groepen macro-invertebraten, kevers, wantsen en slakken, in plassen die in begraasde gebieden liggen, groter is dan van plassen die in niet-begraasde gebieden liggen.

Concluderend wijzen de resultaten op een positief effect van de grazers op de macro-invertebraten, in termen van soortenrijkdom en aantallen. Mogelijke

verklaringen hiervoor zijn de extra nutriënten in een nutriëntarm milieu en de verhoogde migratiekansen voor slakken.

## Aanbevelingen voor de beheerder

In deze studie zijn simpele en goedkope fuiken, gemaakt van PET-flessen, gebruikt om de macro-invertebraten fauna in duinplassen te inventariseren. In tegenstelling tot de gebruikelijke schepnetmethode is het gebruik van fuiken minimaal invasief en minder arbeidsintensief, en wordt daardoor aangeraden om naast de conventionele methoden te gebruiken. Macro-invertebraten expert Casper Zuyderduyn zag dat bepaalde macro-invertebraten (voornamelijk grote waterkevers) meer gevangen werden met de in deze studie gebruikte methode en bepaalde macro-invertebraten minder. Er wordt dan ook aangeraden om deze methodiek ook te gebruiken bij de monitoring van macro-invertebraten aangezien dan een breder scala aan macro-invertebraten gevangen kan worden. De uitkomsten van deze studie suggereren dat begrazing door grote grazers in de nutriënt-arme duinomgeving van Meijndel en Berkheide een positief effect heeft op de macro-invertebraten, vooral bij slakken leidde de aanwezigheid van grazers tot een hogere abundantie en soortenrijkdom. Hierbij moet gezegd worden dat hogere soortenrijkdom niet automatisch een hogere natuurwaarde als gevolg heeft.

---

**Barry van den Ende;**  
**barryvdende@hotmail.com**

**Edwin Peeters, Leerstoelgroep Aquatische Ecologie en Waterkwaliteitsbeheer, Wageningen Universiteit**  
**Casper Zuyderduyn, Staatsbosbeheer;**  
**c.zuyderduyn@staatsbosbeheer.nl**

## Literatuur

- Aguiar FC, MT Ferreira & P Pinto (2002). Relative influence of environmental variables on macroinvertebrate assemblages from an Iberian basin. *Journal of the North American Benthological Society* 21(1): 43-53.
- Bilton DT, JR Freeland & B Okamura (2001). Dispersal in freshwater invertebrates. *Annual review of ecology and systematics* 159-181.
- Collier KJ, AB Copper, RJ Davis-Colley, JC Rutherford, CM Smith & RB Williamson (1995). Managing riparian zones: a contribution to protecting New Zealand's rivers and streams. Volume 1: Guidelines. Wellington, New Zealand: Department of Conservation.
- Cuppen HPJJ & MBP Drost (1992). De waterkevers van Nederland. KNNV. ISBN 90-5011-053-3.
- Draak R (2012). Waterwinning in de duinen. *Holland's Duinen* nr 60, Jubileumnummer 2012.
- Dunea (2017a). Meijndel. Geraadpleegd op 25-2-2017 van <https://www.dunea.nl/duinen/duingebieden/meijndel>.
- Dunea (2017b). Berkheide. Geraadpleegd op 25-2-2017 van <https://www.dunea.nl/duinen/duingebieden/meijndel>.
- Dunea (2017c). Konijnen. Geraadpleegd op 25-2-2017 van [https://www.dunea.nl/nieuws-artikel/-/journal\\_content/56\\_INSTANCE\\_E1b2/10156/17457](https://www.dunea.nl/nieuws-artikel/-/journal_content/56_INSTANCE_E1b2/10156/17457).
- Grootjans, AP, HWT Geelen, AJM Jansen & EJ Lammerts (2002). Restoration of coastal dune slacks in the Netherlands. *Ecological Restoration of Aquatic and Semi-Aquatic Ecosystems in the Netherlands (NW Europe)* (pp. 181-203).
- Hagen HGJM van der (2012). Twintig jaar paarden en koeien in Meijndel, een panacee voor alle kwalen? *Holland's Duinen* nr 60, Jubileumnummer 2012.
- Hagen HGJM van der, mond. meded., 3-6-2016 & 17-10-2016
- van Nieuwenhuyzen A (1999). Recente vondsten van *Rhantus bistriatus* (Coleoptera: Dytiscidae) in Nederland. - *Entomologische Berichten* 59 (8): 126.
- Hall DL, MR Willig, DL Moorhead, RW Sites, EB Fish & TR Mollhagen (2004). Aquatic macroinvertebrate diversity of playa wetlands: the role of landscape and island biogeographic characteristics. *Wetlands*, 24(1), 77-91.
- Hall SJ, D Rafaelli, & SF Thrush (1994). Patchiness and disturbance in shallow water benthic assemblages. *Aquatic ecology. Scale, pattern and processes*. Blackwell Science, London, UK. Pages 333-375.
- Horwitz FJ, TE Johnson, PF Overbeck, TK O'Donnell, WC Hessio & BW Sweeney (2008). Effects of riparian vegetation and watershed urbanization on fishes in streams of the midAtlantic Piedmont (USA). *J Am Water Resour Assoc.* 44(3): 724-741.
- Loth P (2016). Bouwen aan de kust een onvermijdelijke toekomst? *Holland's Duinen* nr 68, november 2016.
- MacArthur RH & E0 Wilson (1967). The theory of island biogeography. *Monographs in Population Biology*, 1.
- Nilsson AN & M Holmen (1995). The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia & Denmark. II Dytiscidae. - *Fauna entomologica Scandinavica*, 32: 1-92.

- Oosten H van (2013). Dioxines: een extra bedreiging voor Tapuiten? Holland's Duinen nr 62, november 2013.
- Rinne J (1988). Effects of livestock grazing enclosure on aquatic macroinvertebrates in a montane stream, New Mexico. *The Great Basin Naturalist*, 48(2), 146-153.
- Scrimgeour GJ & S Kendall (2003). Effects of livestock grazing on benthic invertebrates from a native grassland ecosystem. *Freshwater Biology*, 48: 347-362.
- Sovell LA, B Vondracek, JA Frost & KG Mumford (2000). Impacts of rotational grazing and riparian buffers on physicochemical and biological characteristics of southeastern Minnesota, USA, streams. *Environmental Management*, 26(6), 629-641.
- Steinman AD, J Conklin, PJ Bohlen & DG Uzarski (2003). Influence of cattle grazing and pasture land use on macroinvertebrate communities in freshwater wetlands. *Wetlands*, 23(4), 877-889.
- Tempelman D & T van Haaren (2009). Water- en oppervlaktewantsen van Nederland. Jeugdbondsuitgeverij.
- Vercoetere B, R Devriese & T Warmoes (1997). Land- en Zoeterwatermollusken van de Benelux. Jeugdbond voor Natuurstudie en Milieubescherming.
- Zuyderduyn C, mond. meded., 25-2-2017.

#### Appendix A

P-waarden voor de Spearman rho's correlaties van de omgevingskarakteristieken tegenover de abundantie en diversiteit van elke soortgroepen apart en alle soortgroepen bij elkaar.

Resultaten omgevingskarakteristieken	Abundantie				Diversiteit			
	Coleoptera	Heteroptera	Gastropoda	Alle	Coleoptera	Heteroptera	Gastropoda	Alle
pH	0.008**	0.365	0.101	0.374	0.085	0.472	0.193	0.895
Zuurstof	0.166	0.447	0.119	0.547	0.223	0.925	0.104	0.832
Zoutgehalte	0.409	0.869	0.703	0.994	0.943	0.462	0.524	0.421
Water temp.	0.263	0.169	0.833	0.740	0.100	0.930	0.940	0.642
Nabijgelegen plassen	0.673	0.350	0.004**	0.027*	0.353	0.014*	0.008*	0.032*
Afstand tot zee	0.258	0.747	0.374	0.751	0.029*	0.843	0.095	0.914
Bomen	0.397	0.009*	0.035*	0.035*	0.449	0.007*	0.018*	0.013*
Oppervlakte	0.584	0.320	0.056	0.116	0.246	0.003**	0.054	0.051
Emergente vegetatie	0.206	0.408	0.012*	0.101	0.075	0.269	0.004**	0.321
Submerse vegetatie	0.844	0.568	0.731	0.631	0.137	0.911	0.580	0.131