

**Hierna volgend
artikel is
afkomstig uit:**

De *Levende* Natuur

**Doelstelling van
'De Levende Natuur'**
Het informeren over
ontwikkelingen in onderzoek,
beheer en beleid op het
gebied van natuurbehoud
en natuurbeheer,
die van belang zijn voor
Nederland en België.
De artikelen zijn vooral
gebaseerd op eigen
ecologisch onderzoek,
ervaring of waarneming
van de auteurs.

De Levende Natuur
verschijnt 6x per jaar,
waaronder tenminste
één themanummer.

***U kunt zich abonneren
via onze website:***

[www.delevendenatuur.nl/
lezersservice.php](http://www.delevendenatuur.nl/lezersservice.php)

***of deze bon opsturen
naar:***

Abonnementenadministratie
De Levende Natuur
Antwoordnummer 3031
8000 WB Zwolle

Tel. 06 - 5726 26 72
administratie@delevendenatuur.nl

JA ik wil graag een abonnement
op *De Levende Natuur*

naam: _____

adres: _____

postcode: _____

woonplaats: _____

telefoon: _____

e-mail: _____

**Ik machtig *De Levende Natuur* om het abonnementsgeld
af te schrijven van rekening:**

bank/giro: _____

naam: _____

plaats: _____

datum: _____ handtekening: _____

Graag aankruisen:

- proefabonnement** – € 10,- (drie nummers)
- particulier** – € 35,- (NL + B) – overige landen € 45,-
- instelling/bedrijf** – € 60,-
- student/promovendus** – € 12,50*

* (max. vier jaar; graag kopie college- of PhD kaart bijvoegen)
Na vier jaar gaat dit abonnement automatisch over in een regulier abonnement.

De prijsontwikkeling kan het stichtingsbestuur dwingen de tarieven
aan te passen. Tevens bent u gerechtigd om uw bank opdracht te geven
het bedrag binnen 30 dagen terug te boeken.

Habitat-eisen van brede geelgerande water- roofkever ontrafeld door af te dalen langs de voedselketen

De brede geelgerande waterroofkever wordt beschermd via de EU-Habitatrichtlijn Annex II en IV. Maar welke maatregelen zou je als terreinbeheerder kunnen treffen om de leefomstandigheden voor deze soort te behouden en te verbeteren?

Die vraag is niet gemakkelijk te beantwoorden. De kever wordt namelijk onder zeer verschillende omstandigheden aangetroffen en de ecologische kennis over de soort bevat veel hiaten.

Noodzaak voor beheer van leefgebied

De brede geelgerande waterroofkever (*Dytiscus latissimus*; foto 1) is de grootste waterroofkever van Europa. De volwassen dieren zijn 25 procent groter en meer dan twee keer zo zwaar als de gewone geelgerande waterroofkever (*Dytiscus marginalis*). Daarnaast zijn de kevers goed herkenbaar aan de verbrede dekschilden en de rode onderzijde (foto 2).

Vroeger kwam de brede geelgerande waterroofkever in vrijwel geheel Europa voor en ontbrak alleen in Zuid-Europa, het Verenigd Koninkrijk en Ierland. In Oost- en Noord-Europa gaat het nog goed met de soort. In de zuidelijke landen van het areaal gaat de soort achteruit of is uitgestorven. Dat werd ook lange tijd in Nederland gedacht, totdat in 2005 de soort werd herontdekt in enkele Drentse vennen (van Dijk, 2006).

In het buitenland wordt het leefgebied beschreven als meren, visvijvers, groeven, uiterwaardplassen en langzaam stromende rivieren (Galewski, 1971; Nilsson & Persson, 1989; Holmen, 1993; Nilsson & Holmen, 1995; Hendrich & Balke, 2000). Naar aanleiding van de beschrijving van de watertypen concludeerden Cuppen et al. (2006) dat "elk groot, diep water geschikt kan zijn voor *D. latissimus* ... Wanneer de biotoop van de

brede geelgerande waterroofkever in Europa op zo'n uiteenlopende wijze kan variëren, dan zou de soort in Nederland in vrijwel alle grotere stilstaande wateren kunnen worden aangetroffen. Bij een dergelijke variatie in geschikt biotoop, gecombineerd met een goede dispersie, is het dan ook raadselachtig waarom de soort zo zeldzaam is (geworden)."

Onderzoek naar habitateisen

Om in het terreinbeheer rekening te kunnen houden met de brede geelgerande waterroofkever is in 2016 en 2017 onderzoek verricht naar de habitateisen gedurende de levenscyclus (van Kleef et al., 2017; Scholten et al., 2018). Het onderzoek bestond uit een literatuurstudie, het raadplegen van buitenlandse deskundigen, observaties aan larven en volwassen kevers in het veld en enkele laboratoriumexperimenten. Ter vergelijking zijn ook larven van de noordse geelgerande waterroofkever (*Dytiscus lapponicus*), een kleinere soort die samen met de brede geelrand voorkomt, in het onderzoek meegenomen.

In het veld werden van april tot begin juni wekelijks larven gezocht, waarbij verspreiding en larvale ontwikkeling werd vastgelegd. In het laboratorium werd de ontwikkeling van de keverlarven gevolgd door larven uit eieren op te kweken tot volwassen kevers. Eieren van de brede geelgerande waterroofkever werden verkregen uit een grote vitale populatie uit Letland waar de soort niet bedreigd is. Daarbij werd aangenomen dat de kevers uit deze populatie een vergelijkbaar gedrag, eetpatroon, fenologie en fysiologie hebben als de Nederlandse dieren. Larven van de noordse geelgerande waterroofkever werden verkregen door in het veld verzamelde volwassen kevers in aquaria te laten paren en eieren af te laten zetten. Om een beeld te krijgen van de voedselbeschikbaarheid werden elke drie à vier weken



Foto 1. Volwassen vrouwelijke brede geelgerande waterroofkever (foto: P. van Hoof).



Foto 2. Mannelijke brede geelgerande waterroofkever (foto: P. van Hoof).

bemonsteringen verricht van de watermacrofauna. Dit gebeurde in het Drentse ven, waar zich de meeste brede geelgerande waterroofkevers bevinden. Monsters werden genomen langs twee transecten, van oever naar water, op elk drie punten.

Habitat-eisen van de verschillende levensstadia

In het voorjaar worden de eieren afgezet in waterplanten (foto 3). Omdat deze behoorlijk groot zijn (7-8 mm), hebben ze grote planten nodig zoals waterdriblad (*Menyanthes trifoliata*), slangenwortel (*Calla palustris*) en verschillende soorten zegges (*Carex spec.*). Na 8-10 dagen komen de eieren uit. De larven zijn redelijk honkvast en houden zich langs steeds dezelfde stukken oever op tussen waterplanten. De larven vervellen twee keer en groeien daarbij flink. Hoewel de larven uiteindelijk bijna drie keer zo zwaar worden als de larven van de noordse geelgerande waterroofkever, verloopt de larvale ontwikkeling van de brede geelgerande waterroofkever in de eerste twee stadia juist sneller (fig. 1). Na ongeveer 35 dagen zijn de larven volgroeid en verlaten het water om te verpoppen. Ze graven daarvoor een popkamer in droge grond. Om daar te komen moeten ze soms wel tien meter afleggen over ongeschikte oeverzones, zoals veenmoskussens. Larven die op zoek zijn naar een plek om te verpoppen kunnen daarbij ten prooi vallen aan vogels, muizen en spitsmuizen (Hendrich & Balke, 2005); een

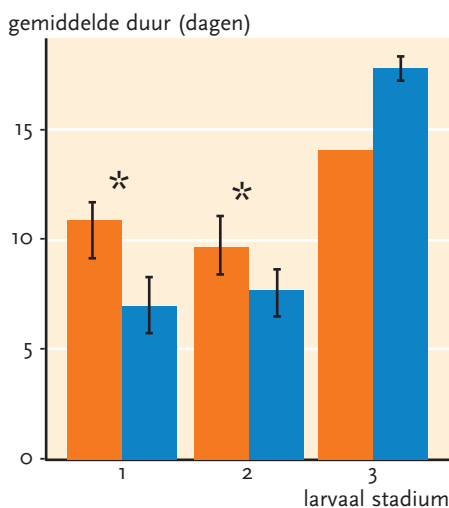


Fig. 1. Ontwikkelingssnelheid (\pm standaard deviatie) van de drie larvale stadia bij brede (*D. latissimus*, ■) en noordse geelgerande waterroofkever (*D. lapponicus*, ■). * geeft een significant verschil tussen beide soorten weer (Mann-Whitney U-test, $P < 0,05$).



Foto 3. Belangrijke habitatkenmerken van de brede geelgerande waterroofkever. De eieren worden afgezet in waterplanten (**linksonder**: eieren in zegge stengel, Letland, foto: G. van Dijk) waartussen de larven later hun cyclus doorlopen (**boven**: larvaal habitat in Drenthe, foto: J. Brouwer). De volgroeide larven verlaten het water om op het land te verpoppen (**rechtsonder**: verse mannelijke imago in de popkamer, foto: J. Brouwer).

brede oeverzone kan daarom nadelig zijn. Drie tot vier weken later komt het imago boven de grond en keert terug naar het water. Buitenlandse observaties wijzen op een goed dispersievermogen: de kevers worden regelmatig vliegend waargenomen en kunnen daarbij tot enkele tientallen kilometers afleggen. De volwassen kevers hebben een dieet van ongewervelden (Blunck, 1923). Wij vonden in gevangenschap echter drie soorten voedsel waarvoor de kevers een voorkeur vertoonden: waterslakken, wormen en vissenkadavers. Wanneer deze werden aangeboden, werden de kevers onrustig en gingen actief op zoek naar het voedsel. De voorkeur voor dode vissen en slakken heeft overigens een groot deel van de Nederlandse vennen lange tijd ongeschikt leefgebied gemaakt voor de soort, aangezien veel vennen te zuur waren voor deze prooien (Leuven & Oyen, 1987). De afgenomen zure depositie en de klimaatopwarming heeft de zuurgraad van vennen doen dalen (van Kleef et al., 2010), waardoor er weer vissen en slakken overleven.

Na deze eerste verkenning van de habitateisen is het nog steeds niet mogelijk om het schaarse voorkomen van de imposante

kever te verklaren. Vis- en slakrijke wateren waar helofyten langs de oevers groeien zijn immers niet schaars.

Het dieet van de larven

Voor veel diersoorten is beschikbaarheid en kwaliteit van het voedsel in de juveniele levensfase van groot belang voor de overleving en latere prestaties bij volwassenheid. Dit geldt ook voor ongewervelden. De larven van de brede geelgerande waterroofkever moeten een grote prestatie leveren door in korte tijd een enorme omvang te bereiken. Om te achterhalen hoe de larven van de brede geelgerande waterroofkever een snelle ontwikkeling kunnen realiseren zijn verschillende metingen verricht aan larven van deze soort. Ter vergelijking werden ook de larven van de noordse geelgerande waterroofkever gevolgd.

Met kortlopende meetsessies is het zuurstofverbruik van de larven gemeten bij verschillende temperaturen. Bij beide soorten neemt de zuurstofbehoefte toe naarmate de larven groter worden en de temperatuur toeneemt. Echter, de larven van de brede geelgerande waterroofkever hebben een groter zuurstofverbruik dan larven van de noordse



Foto 4. Jagende brede geelgerande waterroofkeverlarve (stadium 3) die een grote kokerjufferlarve uit zijn beschermende huisje weet te krijgen (foto P. van Hoof).

waterroofkever met dezelfde grootte. Ze hebben dus een hoger metabolisme dan de nauwverwante soort. Dat kan helpen bij een snelle groei, omdat daarmee meer energie beschikbaar is voor een actieve jacht. Hierbij rijst de vraag waar de larven de benodigde energie vandaan halen. Volgens Johansson & Nilsson (1992) hebben de larven een voorkeur voor kokerjuffers. Echter, de aangeboden prooien in hun experimenten zijn voor het Nederlandse leefgebied niet de meest voor de hand liggende prooien. Om te achterhalen wat onder Nederlandse omstandigheden het larvale dieet is, zijn daarom prooikeuze-experimenten uitgevoerd met prooien die de soort hier veelvuldig tot zijn beschikking heeft. Aan jonge larven werden kleine kreeftachtigen (*Diplostraca*), eendagsvliegen (*Ephemeroptera*) en een kokerjuffer (*Limnephilidae*) aangeboden. Oudere larven konden daarnaast kiezen voor een libellelarve (*Libellulidae*) en waterjufferlarve (*Coenagrionidae*). De prooikeuze van individuele keverlarven werd telkens gedurende 2,5 uur bijgehouden. Wanneer een prooi was gevangen, werd een nieuwe toegevoegd om de dichtheden gedurende het experiment constant te houden. De larven van de noordse geelgerande water-

roofkever kiezen verschillende soorten prooien. Kleine keverlarven eten kleine kreeftachtigen en eendagsvliegen. Naarmate zij groter worden stappen ze over op grotere prooien, zoals libelle- en waterjufferlarven. Kokerjuffers worden echter gemeden. De larven van de brede geelgerande waterroofkever daarentegen eten vrijwel uitsluitend kokerjuffers. Alleen de grote derde stadium larven willen nog wel eens een grote libellelarve grijpen. Deze werden echter vaak na enige tijd achtergelaten. Er is dus geen overlap in dieet tussen beide soorten; de brede geelgerande waterroofkeverlarven kiezen prooien die door potentiële concurrenten niet gebruikt worden. Om de – in hun koker – goedbeschermde kokerjuffers te bemachtigen hanteren de keverlarven verschillende technieken. De aller kleinste keverlarven zijn ongeveer even groot als hun prooi en wachten vlak boven de opening van de kokers. Daar grijpen zij de prooi, zodra deze zich laat zien. In dit stadium is het niet ongebruikelijk dat de kokerjuffer de keverlarve grijpt en opeet. In het tweede larvestadium zijn de keverlarven iets groter dan de prooi. Zij steken hun achterpoten in de achterkant van het kokertje om de prooi eruit te pesten en kunnen deze dan achter de kop vastgrijpen. Het derde en laatste larvestadium is zo groot en sterk dat kokerjuffers simpelweg uit de koker worden getrokken en verslonden (foto 4).

Consequenties van voedselspecialisatie

Voordelen van dit eenzijdige dieet zijn dat zij daardoor exclusieve toegang hebben tot grote prooien en in staat zijn om in korte tijd groot te worden. Keerzijde is dat ze gevoelig zijn voor voedseltekort, want ze kunnen niet overschakelen op andere prooien. Dit bleek toen enkele eerste stadium larven van de brede geelgerande waterroofkever op een kokerjufferloos dieet werden gezet. Alternatieve prooien werden aangeboden, maar niet gegeten. De larven bleven in het eerste stadium en stierven na ruim twee weken. Soortgenoten, die wel kokerjuffers kregen, vervelden wel na een week naar het tweede larvale stadium.

Dat voedseltekort inderdaad kan optreden, blijkt als de larvale ontwikkeling wordt uitgezet tegen de beschikbaarheid van prooien (fig. 2). Aan het begin van het seizoen zijn de kokerjufferdichtheden nog hoog, maar dalen snel. In mei verschijnen de eerste kokerjufferpoppen, die nog steeds door de keverlarven worden gegeten. In de loop van juni verlaten de kokerjuffers het water en daalt de voedselbeschikbaarheid voor de keverlarven tot een dieptepunt. De meeste keverlarven hebben het water rond deze tijd verlaten, maar de achterblijvers krijgen het bijzonder lastig om hun levenscyclus te voltooien. Deze nauwe afstemming tussen larvale ontwikkeling van de kevers en hun prooien loopt gevaar als de winters door klimaatverandering warmer worden. De kokerjuffers die als larve de winter doorbrengen, kunnen zich namelijk blijven ontwikkelen wanneer de temperatuur stijgt. De larvale cyclus van de kevers begint echter pas in het voorjaar en wordt daardoor vermoedelijk minder vervoegd door een warme winter. Gevolg is dat de keverlarven aan het einde van hun ontwikkeling geconfronteerd worden met een te vroeg uitgevlogen prooi ('mismatch'). Het is niet duidelijk of de kevers in Nederland al geconfronteerd worden met dit effect van klimaatopwarming,

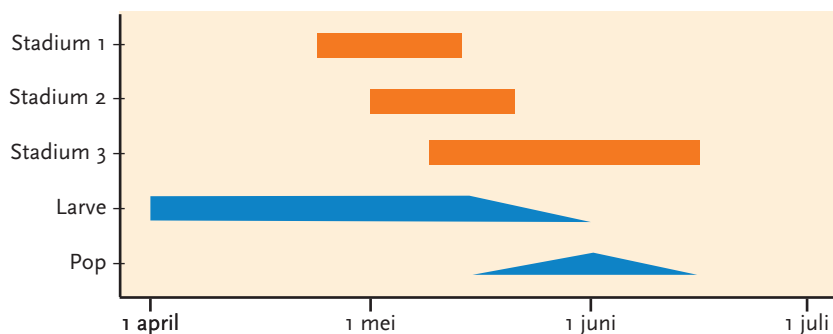


Fig. 2. Schematische weergave van fenologie van keverlarven (orange balken) en hun prooien (kokerjuffers, blauwe balken) van april t/m juni 2016. De balken geven de perioden waarin veldwaarnemingen zijn gedaan weer.

maar hierin schuilt een verklaring voor het verdwijnen van de soort aan de zuidkant van het areaal.

De voedselspecialisatie heeft ook een consequentie voor de omvang van de keverpopulaties. De meeste keverlarven, die in het lab werden opgekweekt, hadden onbeperkt toegang tot kokerjuffers van het genus *Limnephilus*. Er is bijgehouden hoeveel prooien zij dagelijks consumeerden. In het eerste stadium is dat een bescheiden aantal van gemiddeld 0,9 prooien per dag, maar in het tweede en derde stadium loopt dat snel op naar respectievelijk 5,1 en 8,6 prooien per dag. Daarmee heeft elke keverlarve voor het volbrengen van de larvale ontwikkeling in totaal ongeveer 195 kokerjuffers nodig. Uit de veldmetingen aan voedselbeschikbaarheid blijkt dat gedurende het groeiseizoen van de keverlarven gemiddeld 17 kokerjuffers per m² aanwezig waren. Op sommige punten werden zelfs dichtheden van meer dan 75 dieren per m² aangetroffen. Bij een dichtheid van 17 kokerjuffers per m² heeft een keverlarve meer dan 10 m² foerageerhabitat nodig, bestaande uit ondiepe en rijk begroeide oever. In het huidige leefgebied, 1,5 ha groot, vertaalt zich dat tot een populatiegrootte van orde grootte van enkele tientallen individuen in het gehele ven.

Van voedsel naar beheer

Nu de leefomstandigheden van de waterkever in de huidige Nederlandse situatie duidelijker zijn, is de stap naar beheer in zicht. Wat nog ontbreekt is kennis van de omstandigheden die leiden tot de vereiste hoge dichtheden van kokerjuffers. In vennen zijn kokerjuffers meestal veel schaarser dan in het huidige leefgebied. Wanneer ze talrijk zijn, betreft het veelal kleine lokale plekken (eigen observaties). Hoge dichtheden werden tijdens het onderzoek vooral aangetroffen in zeer ondiepe oeverzones met overhangende bomen of struweel. Dat leidt tot de hypothese dat kokerjuffers afhankelijk zijn van invallend bladmateriaal als voedselbron. Dit werd bevestigd in enkele experimenten met twee kokerjuffersoorten uit het leefgebied van de brede geelgerande waterroofkever. De dieren gaven de voorkeur aan de zachte bladeren van berk en vuilboom boven de bladeren van den, eik en pijpenstrootje (fig. 3). Bovendien bleken de kokerjuffers meer dan twee keer zo snel te groeien op een dieet van vuilboom of berk dan op grove den, zomereik en pijpenstrootje. De ideale omstandigheden voor de kokerjuffers komen dus niet overeen met de plekken waar de kevers hun eieren afzetten en waar

consumptie van bladeren (mgDW⁻¹)

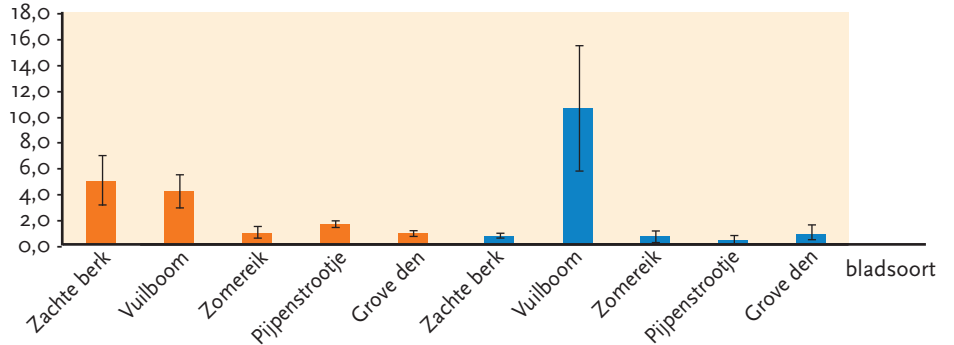


Fig. 3. Dieet van twee soorten kokerjuffers van het genus *Limnephilus* (*stigma* ■; *flavicornis* ■). Voedselvoorkeur werd bepaald door de dieren te laten kiezen uit vijf soorten bladmateriaal (royaal aanwezig in ongeveer gelijke hoeveelheden). Na een etmaal werd gemeten hoeveel bladmateriaal van elke soort was verknipt (± standaard deviatie).

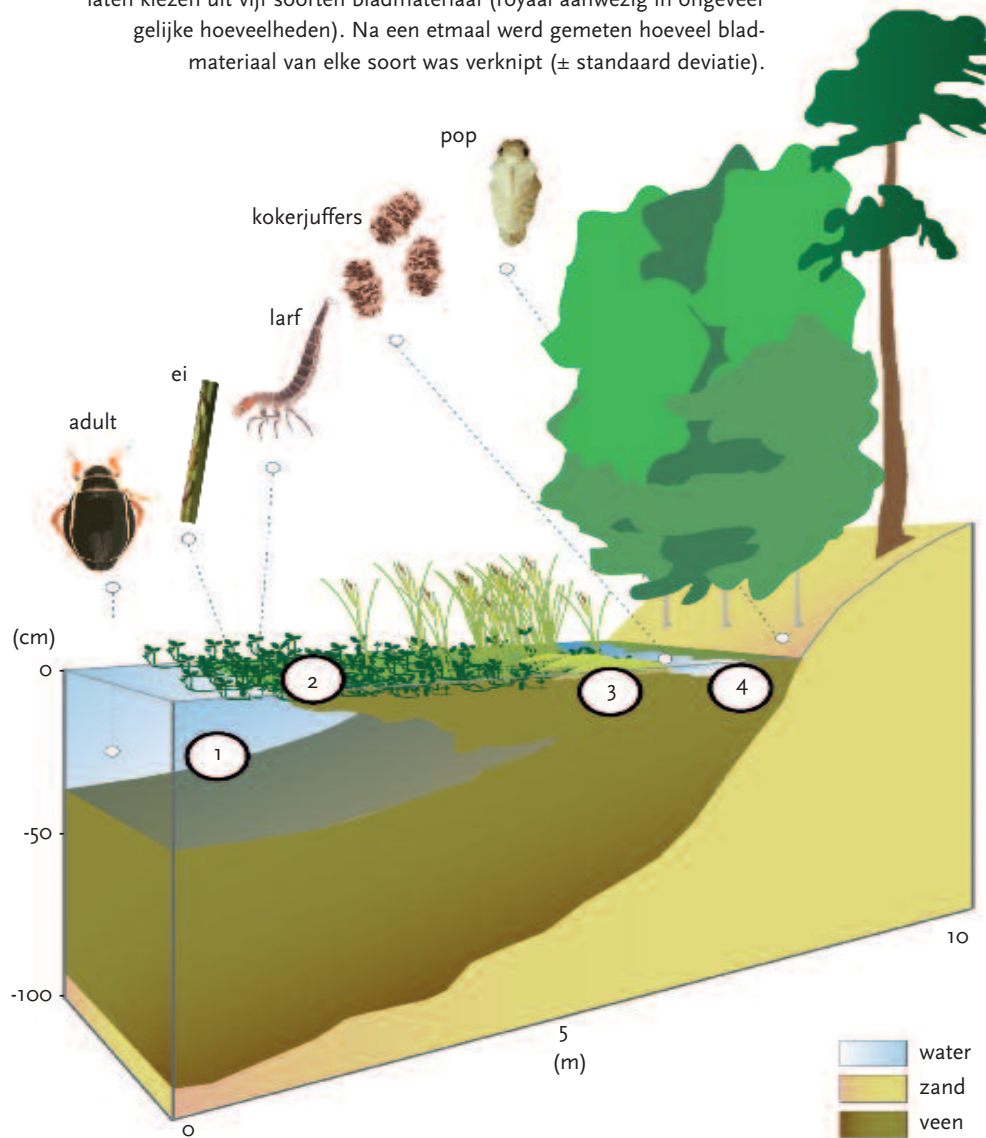


Fig. 4. Schematische dwarsdoorsnede van de oever van de habitat van de brede geelgerande waterroofkever in een Nederlands ven. **Van links naar rechts:** (1) het open water waar de volwassen kevers leven, (2) mesotrofe verlanding met waterdrieblad en snavelzegge, waarin de eieren en larven van de brede geelgerande waterroofkever voorkomen, (3) een zone met beginnend hoogveen en (4) een smalle zone met overhangende takken en bladval met een hoge dichtheid van kokerjuffers. De schematische weergave is gebaseerd op veldmetingen en is op schaal (verticale schaal in centimeters, horizontale schaal in meters).

de larven leven. Een open verbinding tussen kokerjuffer- en keverlarvehabitat is dan ook van belang. In het huidige leefgebied ziet dat eruit zoals beschreven in figuur 4. Hoogveenontwikkeling vormt een bedreiging voor de kevers aangezien hiermee op ter-

mijn de beste plekken voor kokerjuffers onbereikbaar worden of zelfs geheel verdwijnen. In verschillende Drentse vennen is dit natuurlijke proces van successie waarschijnlijk de belangrijkste reden waarom de brede geelgerande waterroofkever is verdwenen.

Ook het gebruikelijke beheer van zwakgebufferde vennen en hoogveenvennen heeft risico's voor de brede geelgerande waterroofkever. De oevers van veel vennen worden vrijgesteld en -gehouden van bos- en struikopslag. Hiervoor zijn legitieme argumenten, zoals het verminderen van verdamping voor een stabielere hydrologie, het verminderen van de invang van stikstofdepositie uit de lucht en het terugdringen van inwaaierende voedingsstoffen uit bladmateriaal. Keerzijde is dat het een aanzienlijke negatieve impact heeft op de voedselvoorziening van de lokale kokerjufferpopulaties.

Tot slot

Het gaat niet goed met de Nederlandse populatie van de brede geelgerande waterroofkever. De geschatte omvang van de populatie in de Drentse vennen is van 2010 tot 2016 met ongeveer 85% afgenomen. Op korte termijn is behoud, verbetering en uitbreiding van het huidige leefgebied noodzakelijk om te voorkomen dat deze soort uit Nederland verdwijnt. De beste kansen hiervoor liggen in de Drentse Natura2000-reservaten Dwingelderveld, Holtingerveld en Leggelderveld. Nu beter bekend is wat de habitatkenmerken zijn van de soort en zijn prooien, is het mogelijk om op de juiste plaatsen met maatwerk te experimenteren. Dit vereist enerzijds het stimuleren van initiële verlanding met maatregelen die de invloed van mineralenrijk water vergroten en door op kansrijke plekken hoogveenverlanding terug te zetten. Daarnaast is het ontwikkelen van kokerjufferhabitat nodig in de vorm van ondiepe plassen langs de oever waar enige boomgroei wordt toegestaan.

Literatuur

Blunck, H., 1923. Zur Kenntnis des 'Breitrand's' *Dytiscus latissimus* L. und seiner Junglarve. Zoologischer Anzeiger 57: 157-168.

Cuppen, J.G.M., G. Van Dijk, B. Koese & O. Vorst, 2006. De brede geelgerande waterroofkever *Dytiscus latissimus* in Zuidwest-Drenthe. EIS-Nederland, Leiden.

Dijk, G. van, 2006. De Brede geelgerande waterroofkever *Dytiscus latissimus* na 38 jaar weer in Nederland opgedoken (Coleoptera: Dytiscidae). Nederlandse Faunistische Mededelingen 24: 1-6.

Galewski, K., 1971. A study on morphobiotic adaptations of European species of the Dytiscidae (Coleoptera). Polskie Pismo Entomologiczne 41: 487-702.

Hendrich, L. & M. Balke, 2000. Verbreitung, Habitatbindung, Gefährdung und mögliche Schutzmaßnahmen der FFH-Arten *Dytiscus latissimus* Linnaeus, 1758 (Der Breitrand) und *Graphoderus bilineatus* (DeGeer, 1774) in Deutschland

(Coleoptera: Dytiscidae). Insecta, Berlin 6: 98-114.

Hendrich, L. & M. Balke, 2005. *Dytiscus latissimus*, Linnaeus 1758. In: B. Peterson, G. Elwanger, G. Biewald, U. Hauke, G. Ludwig, P. Pretscher, E. Schröder & A. Ssymank (ed.). Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz: 378-387.

Holmen, M., 1993. Fredede insekter i Danmark Del 3: Biller knyttet til van. Entomologiske Meddelelser 61: 117-134.

Johansson, A. & A.N. Nilsson, 1992. *Dytiscus latissimus* and *D. circumcinctus* (Coleoptera, Dytiscidae) larvae as predators on 3 case-making caddis larvae. Hydrobiologia 248: 201-213.

Kleef, H.H. van, E. Brouwer, R.S.E.W. Leuven, H. van Dam, A. de Vries-Brock, G. van der Velde & H. Esselink, 2010. Effects of reduced nitrogen and sulphur deposition on the water chemistry of moorland pools. Environmental Pollution 158: 2679-2685.

Kleef, H. van, G. Van Dijk, J. Brouwer & I. Scholten, 2017. Ecologie van de Brede geelgerande waterroofkever - een zwaar bedreigde maar slecht gekende soort. Rapport Stichting Bargerveen en Onderzoekcentrum B-Ware.

Leuven, R.S.E.W. & F.G.F. Oyen, 1987. Impact of acidification and eutrophication on the distribution of fish species in shallow and lentic soft waters of The Netherlands: an historical perspective. Journal of Fish Biology 31: 753-774.

Nilsson, A.N. & M. Holmen, 1995. The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. II. Dytiscidae. Fauna Entomologica Scandinavica 32: 1-192.

Nilsson, A.N. & S. Persson, 1989. The distribution of predaceous water beetles (Coleoptera: Noteridae, Dytiscidae) in Sweden. Entomologica Basiliensia 13: 59-149.

Scholten, I., H.H. van Kleef, G. van Dijk, J. Brouwer & W.C.E.P. Verberk, 2018. Larval development, metabolism and diet are possible key factors explaining the decline of the threatened *Dytiscus latissimus*. Insect Conservation and Diversity DOI 10.1111/icad.12294.

Summary

Food chain reveals habitat demands of *Dytiscus latissimus*

In recent years the Dutch population of the internationally threatened and protected dytiscid beetle *Dytiscus latissimus* has declined with approximately 85%, leaving only a few dozen adult individuals. Measures for protection, restoration and development of the species habitat are needed. However, its ecology was insufficiently known. Here we describe the habitat requirements using expert surveys, field and laboratory studies. Female beetles insert the eggs in macrophytes,

mainly *Menianthes trifoliata* and *Carex rostrata*. Swards of these species are also present where the larvae grow up. The larvae need to grow faster than related species. This is possible because the larvae have a relatively high metabolism and are specialised hunters for caddisflies. These caddisflies are not eaten by other potential competitors. A beetle larva requires large numbers of caddisflies, we estimate around 200, to become a fully-grown water beetle. The caddisflies in turn require overhanging branches and the algae on leaf litter of birch and buckthorn as larval nourishment. Larval habitat of *D. latissimus* should therefore be near caddisfly habitat. Current threats are succession towards oligotrophic bog vegetation and nature management (i.e. clearing of shorelines from trees and shrubs) as both reduce caddisfly numbers. Nature management consisting of stimulating initial succession of macrophytes for ovipositioning and larval habitat, in combination with restoring shallow water with leaf litter input for a healthy prey population, is required to improve and restore habitat of *D. latissimus* and prevent the species extinction.

Dankwoord

Veel mensen hebben een bijdrage geleverd aan dit onderzoek en worden hartelijk bedankt voor hun inzet. Het project is geïnitieerd met hulp van Karin Uilhoorn, Hans Dekker, Dick Bal, Tim van de Broek en Roel Douwes. Toestemming voor veldonderzoek werd gegeven door Renée Pigeau, Willem van der Velde en Ronald Popken. Wilco Verberk, Bram Koese, Paul Hendriks en Eelke Jongejans hebben met raad en daad bijgedragen. De buitenlandse contacten, Maila Moor, Mogens Holmer, Lars Iversen en Valērijs Vahruševs, waren zeer behulpzaam met het delen van hun inzichten.

Het project is gefinancierd door provincie Drenthe, het Ministerie van LNV en Natuurmonumenten.

Dr. H.H. van Kleef & J. Brouwer
Stichting Bargerveen
Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen
H.vankleef@science.ru.nl
J.brouwer@science.ru.nl

Dr. G. van Dijk
Onderzoekcentrum B-WARE
Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen
G.vandijk@b-ware.eu

Drs. I. Scholten
ilse.scholten@live.nl

E. Schreurs
E1.schreurs@student.ru.nl