



De Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) in Limburg

EEN ERNSTIG BEDREIGDE SOORT DOOR TOENEMENDE
VERDROGING

DEEL 2: ECOLOGIE EN BEDREIGINGEN

J.T. Hermans, Hertestraat 21, 6067 ER Linne, e-mail: jthermans21@gmail.com

In het eerste deel van dit artikel over de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) [figuur 1] zijn de verspreiding en habitateisen van de soort besproken (HERMANS, 2021). In dit tweede deel wordt nader ingegaan op habitat, ecologie en gedrag van de larven en adulten. Dit gebeurt op basis van de resultaten van verricht onderzoek, die worden vergeleken met relevante gegevens uit de literatuur. Verder wordt een overzicht gepresenteerd van de bedreigingen waaraan de Limburgse populaties van de Gewone bronlibel zijn blootgesteld. Tot besluit worden adviezen en voorstellen voor beheer- en beschermingsmaatregelen gegeven die noodzakelijk zijn om het voortbestaan van de huidige Limburgse populaties in de toekomst te garanderen.

HABITAT LARVEN

Verblijfplaatsen

Larven van de Gewone bronlibel leven volledig ingegraven in het substraat op stromingsluwe plaatsen in schone bronbeken. Met betrekking tot de voor larven

geschikte beektrajecten is er een aantal specifieke plaatsen waar ze zich bij voorkeur ophouden. Tijdens het onderzoek bij de Roode Beek in Nationaal Park de Meinweg zijn de volgende plekken als kenmerkende verblijfplaatsen voor de larven geïdentificeerd [figuur 2]:

- achter obstakels zoals stenen, dood hout en takken waar fijn slib met zand wordt ingevangen;
- aan de binnenzijde van meanders, waar slib- en zandophoping plaatsvindt;
- op plaatsen waar in een oeveruitholling of door afkalving van de oever door de stroming zand en slib wordt getransporteerd, soms uitgroeïend tot slib/zandplaten waar zich ook detritus verzamelt;
- op plaatsen langs de oever waar door een luwe stroming detritus met zand en slib kan bezinken;
- op plaatsen midden in de beek waar door uitkolken diepe kuilen zijn ontstaan, die zich met detritus en fijn slib hebben gevuld.

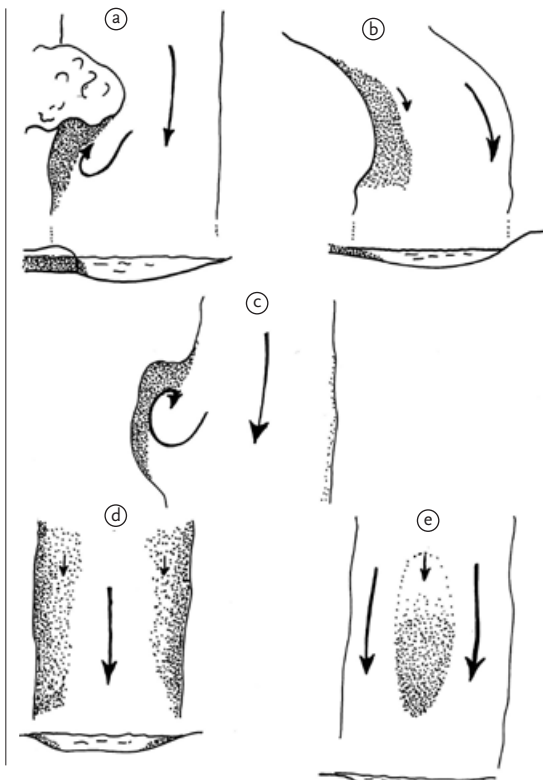
Bij de kleinere kwelbeken gaat het meestal om slib en fijne zandconcentraties achter obstakels of op stromingsluwe plaatsen langs de oever. Uit de schaarse waarnemingen van eiafzettende wijfjes blijkt dat deze steeds worden gezien bij stromingsluwe, ondiepe plekken waar zachte sliblaagjes combineren met detritus. Vaak is er sprake van een nauwelijks waarneembare of meetbare oppervlaktestroming. Plaatsen met stilstaand water of zeer turbulente stroming worden nadrukkelijk vermeden. Langs de Roode Beek zijn deze stromingsluwe, ondiepe plekken altijd open, onbegroeide micro-habitats in bronbeken

FIGUUR 1

De Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) icoon en vlaggenschip van schone kwelbeken en ongestoorde bovenlopen van beken (foto: J.T. Hermans).

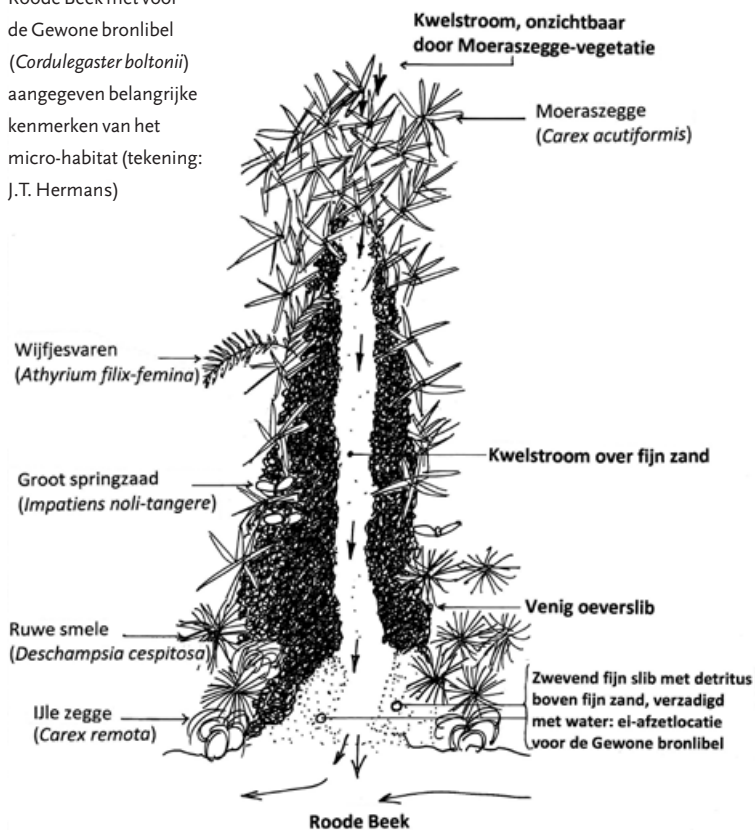
FIGUUR 2

Schematisch overzicht van locaties in de Roode Beek waar zich fijn slib, zand en detritus kan verzamelen als verblijf-mogelijkheden voor larven van de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*): a. achter obstakels (stenen, hout); b. binnenzijde meanders; c. oeveruitholling; d. zones met luwe stroming; e. kuilen ontstaan door uitkolkning, waarin zand en slib met detritus zich verzamelen (tekening: J.T. Hermans).



▼ FIGUUR 3

Schema van het vegetatieaspect van een bronbeekje langs de Roode Beek met voor de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) aangegeven belangrijke kenmerken van het micro-habitat (tekening: J.T. Hermans)



vlak voordat deze in de Roode Beek uitmonden. Larven van de Gewone bronlibel zijn in de Limburgse voortplantingsgebieden ook nooit gevangen in de directe omgeving van de bron, omdat daar het geschikte micro-habitat voor de afzetting van de eitjes ontbreekt. Dit komt overeen met de uitkomsten van

onderzoek aan de Gewone bronlibel in bosbeken van het Schwarzwald (Baden-Württemberg). Hier werden larven op 60 tot 1750 m afstand van de bron van een beek aangetroffen (RÖHN, 1992; BÖCKER, 1993; STEPHAN, 1998).

De plaatsen waar de larven van de Gewone bronlibel zich ingraven zijn vrij van vegetatie. De aanwezigheid van detritus bestaande uit restanten van zeggen kan gunstig zijn om zich in te graven (schriftelijke mededeling B. van Maanen, Waterschap Limburg, 16 november 2020). Wel kan vegetatie belangrijk zijn in onnatuurlijke situaties zoals bij de Venbeek. Daar functioneren de dicht op elkaar staande rietstengels als slibvangers waartussen de larven zich in het slib kunnen ingraven. De Gewone bronlibel kan zich alleen voortplanten op plaatsen in kwelstromen of beekjes waar kleine, vlakke, ondiepe plaatsen aanwezig zijn met fijn sediment (een mix van zand, slib en/of detritus) of sedimentophopingen. De wijfjes prefereren daar de stromingsluwe, ondiepe plekken met een waterdiepte van enige millimeters tot maximaal 5 cm [figuur 3]. Dergelijke micro-habitats zijn karakteristiek voor natuurlijke beken met kwelmilieus of structuurrijke en afbrokkelende oevers met afglijdende substraatdelen. Steile oevers zijn voor de Gewone bronlibel niet geschikt als eiafzetplaats.

Tijdens de eiafzetting worden de eitjes met onderscheiden dipbewegingen van het achterlijf via de verlengde ovipositor in het substraat geprikt [figuur 4]. De eitjes zijn ovaal, 0,8 x 0,55 mm groot, roodachtig bruin van kleur en niet omgeven door een kleeflaag (ROBERT, 1959) [figuur 5].

Larven van de Gewone bronlibel metamorfoseran meestal op de oever langs een beek, maar ze kunnen ook lange afstanden in het water afleggen alvorens te metamorfoseran. Exuviae (laatste larvenhuidjes) werden langs de Bosbeek en Roode Beek twee en drie meter hoog op stammen van Zwarte els (*Alnus glutinosa*) en Zomereik (*Quercus robur*) gevonden [figuur 6]. Meestal kiezen ze echter verticale of overhangende vegetatiestructuren, soms ook stenen of wortelstructuren langs de oever. Langs de Bosbeek zijn exuviae gevonden op Moeraszegge (*Carex acutiformis*) en Riet (*Phragmites australis*), langs de Roode Beek ook op Bosbies (*Scirpus sylvatica*). CASANUEVA *et al.* (2015) vonden exuviae hoofdzakelijk op cypergrassen (Cyperaceae) en niet op bomen of wortels.

Bodemsubstraat

Essentieel voor de larven van de Gewone bronlibel is de samenstelling van het bodemsubstraat. Ze hebben een voorkeur voor fijnkorrelig tot matig fijnkorrelig zand in combinatie met fijne tot grove detritus. PFUHL (1994) vond bij proeven met larven van de Gewone bronlibel een voorkeur voor zand met een korrelgrootte van 0,2-0,6 mm doorsnee en bij oudere larven een korrelgrootte van 0,25-0,5 en tot 1 mm; zandsubstraat met een korrelgrootte van meer dan 1,6 mm doorsnee werd gemeden. De larvenconcentratie van de Gewone

bronlibel neemt toe naarmate het zandig substraat meer vermengd is met detritus van organisch materiaal (takjes, bladfragmenten). Dit is ook waargenomen in de Rode Beek, waar de larven alleen werden gevonden in een substraatcombinatie van slib en veel detritus op zand [figuur 7]. Larven zijn niet aangetroffen in puur zand, grind of in dicht opgehoopte sliblagen, hetgeen ook blijkt uit de waarnemingen van STEPHAN (1998). Ook diverse andere auteurs kennen een grote betekenis toe aan de aanwezigheid van detritus (ZIMMERMANN, 1975; LOHMANN, 1980; MAUERSBERGER, 1985; DONATH, 1989).

Larven van de Gewone bronlibel worden op de Limburgse voortplantingsplaatsen meestal gevonden op diepten van enige millimeters tot 5 á 10 cm, zelden dieper, hetgeen in lijn is met wat andere auteurs vermelden (MÜNCHBERG, 1964; DONATH, 1984; 1987; BUCHWALD, 1988). Van belang is dat de voortplantingswateren het gehele jaar door water bevatten. Verminderde kwelomvang in beektrajecten en toenemende verdroging door klimaatverandering kan betekenen dat beken voor weken, of in extreme gevallen zelfs maanden, droogvallen. De larven van de Gewone bronlibel zijn overigens wel enigermate droogteresistent (zie 'Biologie van de larven' hieronder).

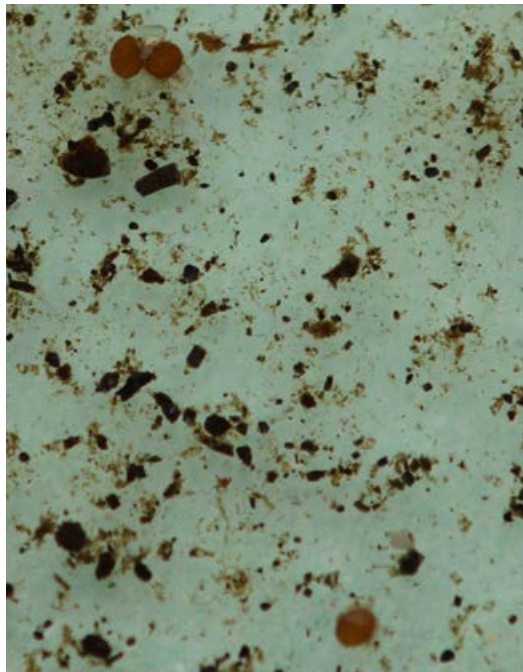
Waterkwaliteit

Ten aanzien van de waterkwaliteit zijn pH (zuurgraad), zuurstofverzadiging en trophiegraad van belang. De meeste Limburgse voortplantingswateren van de Gewone bronlibel hebben een licht zuur (pH 5,5-6,3) tot neutraal karakter (pH 7) [tabel 1]. Dit is vergelijkbaar met andere Europese beken waar de Gewone bronlibel aanwezig is (PATRZICH, 1990; RÖHN, 1992; PFUHL, 1994; STEPHAN, 1998). Daarbij is interessant om te vermelden dat HÄMÄLÄINEN & HUTTON (1990) de aanwezigheid van de Gewone bronlibel zelfs als een indicator zien voor stromende wateren met een pH-waarde tussen 5,6 en 6,1. Deze veronderstelling gaat ook op voor de Limburgse voortplantingswateren, maar geldt zeker niet overal binnen het areaal van de Gewone bronlibel. In grote delen van Europa komen larven van de Gewone bronlibel voor binnen een grotere range van de zuurgraad. In Engelse veengebieden is aangetoond dat larven van de Gewone bronlibel zonder problemen kunnen overleven in zure, stromende wateren (PRENDERGAST, 1989; BROOKS, 1994), maar ze planten zich ook succesvol voort in kalktufbronnen (BUCHWALD, 1986). Een hoge zuurstofverzadiging van het water is met name voor de eerste larvenstadia van groot belang. Oudere larven zijn door hun mogelijkheid van darmademhaling in staat om bij lagere zuurstofverzadiging te overleven (BUCHWALD, 1988). De zuurstofverzadiging ligt in alle Limburgse voortplantingswateren boven de 80% [tabel 1].

Alle voortplantingswateren van de Gewone bronlibel in Limburg worden gevoed door basenarm en mineeraalarm grondwater met een lage ionenconcentratie



▲ FIGUUR 4
Wijfje van de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) tijdens de eiafzetting langs de Rode Beek (foto: J.T. Hermans).



◀ FIGUUR 5
Roodbruine eitjes van de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) tussen detritusfragmenten (foto: J.T. Hermans).

(EGV-waarde rond 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Dergelijke beken, zoals de Bosbeek en Nartheciumbeek, kunnen als oligotroof tot matig mesotroof worden gekarakteriseerd. Beken waarvan het omliggende inzijsgebied wordt beïnvloed door agrarische activiteiten laten hogere EGV-waarden zien en kunnen als licht tot matig voedselrijk (eutroof) worden bestempeld [tabel 1]. Voorbeelden daarvan zijn de Venbeek, bronbeken bij Maalbeek en afwateringsgreppels in het Haeselaarsbroek. Voor dat laatste gebied moet worden opgemerkt dat de EGV-waarden voor het brongebied duidelijk lager zijn (75 $\mu\text{S}/\text{cm}$), maar dat geldt niet voor de afwateringsgreppels (450 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Mogelijk worden de hogere EGV-waarden hier veroorzaakt door inspoeling van naalden van de Fijnspar (*Picea abies*) (GROENENDIJK, 2002).

Ten aanzien van de trofiegraad van wateren geldt de Gewone bronlibel over het algemeen als een gids- en indicatorsoort voor onbelaste beken en kleine rivieren. Vanwege haar lange ontwikkelingstijd (zie 'Biologie van de larven') wordt ze als een eminente



▲▲ FIGUUR 6
Larvenhuidje op een boomstam van Zwarte els (*Alnus glutinosa*) langs de Roode Beek (foto's: J.T. Hermans).

► FIGUUR 7
Larve van de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) op een substraat van fijn zand langs de Roode Beek. Let op de sterke beharing en de uitpuilende ogen (foto: J.T. Hermans).



indicator gezien van ongestoorde bronlopen en bovenlopen van natuurlijke beken (DONATH, 1984, 1987; REHFELDT, 1986). DONATH (1989) stelde dat de Gewone bronlibel niet zo zeer een indicator is voor afzonderlijke parameters van de waterchemie, maar vooral als vlaggenschip kan dienen voor een beekstelsel als geheel. Dat blijkt ook uit het totaalbeeld dat naar voren komt van de Limburgse voortplantingsplaatsen. Het gaat daarbij in grote lijnen om relatief onaangestaste (kwel)beeksystemen met een grote mate aan morfologische structuur en afwisseling met een grote variatie aan bodemsubstraten. Dergelijke factoren vormen de doorslaggevende sleutelrol voor de instandhouding van populaties van de Gewone bronlibel, waarbij de waterchemie minder een rol lijkt te spelen.

Met betrekking tot de watertemperatuur gelden de larven van de Gewone bronlibel als eurhythm. Dat wil zeggen dat de larven in watergedeelten leven waar sprake kan zijn van grote temperatuurverschillen. Helaas zijn er geen temperatuurmetingen van de kleine bronstroompjes beschikbaar. Temperatuurmetingen in zowel de Bosbeek als in de Roode Beek tussen januari en september tonen aan dat de watertemperatuur behoorlijk kan variëren: tussen 3,5 °C en 16 °C respectievelijk 5 °C en 15 °C (WATERSCHAP ROER

EN OVERMAAS, 2005). Uit de literatuur blijkt dat de larven nog grotere temperatuurverschillen overleven (NEUMANN, 1981; BUCHWALD, 1988; STERNBACH & BUCHWALD, 2000), maar dat bij een temperatuur lager dan 12 °C de eieren van de Gewone bronlibel zich niet meer ontwikkelen (PFUHL, 1994).

HABITAT VAN DE IMAGO'S

Pas gemetamorfoseerde Gewone bronlibellen verblijven, evenals andere vers ontwikkelde libellensoorten, tijdelijk niet bij het water. Gedurende hun rijpingsperiode zijn ze te vinden op zonnige plaatsen zoals bosranden, open plekken in bossen, brede bospaden en weilanden met struweel en bos in de buurt. Van groot belang is dat in de nabijheid van een voortplantingswater structuurrijke habitats aanwezig zijn met een diversiteit aan insecten, waarmee de imago's zich tijdens hun rijpingsperiode kunnen voeden. Jagende exemplaren worden vaak enige kilometers verwijderd van hun voortplantingsplek aangetroffen. Zo zijn er van de Meinweg uit diverse jaren waarnemingen bekend van jagende Gewone bronlibellen; bijvoorbeeld bij de Honigberg, het Paardengat en Steenheuvel. Het voortplantingshabitat van de Gewone bronlibel moet minimaal aan vier belangrijke elementen voldoen die in feite de pijlers zijn van het ecologisch basismodel van de soort en die al bij het habitat van de larven zijn beschreven [figuur 8].

In de Limburgse situatie liggen de meeste voortplantingslocaties van de Gewone bronlibel in bos of bosaanplant (Haeselaarsbroek), met uitzondering van de Ven- en Nartheciumbeek (HERMANS, 2007). Beken met een populatie van de Gewone bronlibel zijn volledig of bijna volledig beschaduwde (BISSINGER, 1996; STEPHAN, 1998) of liggen grotendeels of geheel in de zon (KAISER, 1982; BUCHWALD, 1988, DONATH, 1989). In Limburg liggen de belangrijkste voortplantingsplaatsen van de Gewone bronlibel in broekbossen met kwel. Dit komt in grote lijnen overeen met de beschrijvingen van andere auteurs (NEUMANN, 1981; RÖHN, 1992; BÖCKER, 1993; PFUHL, 1994). Langs het bovenstroomse traject van de Roode Beek behoort het broekbos tot de kwelvariant van het Elzenzegge-Elzenbroek [CARICI ELONGATAE-ALNETUM CARDAMINOTOSUM AMARAE] met overgangen naar het Goudveil-Essenbos [CARICI REMOTAE-FRAXINETUM] (HERMANS, 2013). Langs de Bosbeek is het elzenbroek slechts als een zeer smalle zone aanwezig. Nabij Maalbeek kan de vegetatie voorlopig gerekend worden tot het Verbond van Els en Vogelkers [ALNO-PADION]. Een uitzondering vormt het open gelegen Nartheciumbeekje dat verscholen ligt in een struweel van Wilde gale (*Myrica gale*) met op de oevers een vegetatie die behoort tot de Beenbreek-rijke variant van de Associatie van Gewone dophei [ERICETUM TETRALICIS] (HERMANS, 2013).

Sommige beekoevers, zoals de Bosbeek en diverse kwelbeken langs de Roode Beek, zijn vaak dicht be-

	Belfeld/Maalbeek	Meinweg: Bosbeek	Meinweg: Venbeek	Meinweg: Nartheciumbeek	Meinweg: Roode Beek	Haeselaarsbroek Echt/Lilbosch
Karakteristiek beek breedte	40-50 cm	50-100 cm	70-90 cm	30-40 cm	1,5-6 m	30-40 cm
diepte	5-10 cm	5-15 cm	5-10 cm	5-10 cm	10-40 (80) cm	5-10 cm
stroomsnelheid	20 cm/s	5 cm/s	5-10 cm/s	20 cm/s	25-50 cm/m	5 cm/s
Substraat	fijn zand met slib en detritus	fijn zand met detritus	fijn zand met plaatselijk slibconcentraties langs oever of Riet	fijn zand met plaatselijk fijn slib en detritus	fijn zand met plaatselijk slib langs oevers of als ophoping bij hout en/of takken	fijn zand met detritus
Waterhuishouding reliëf	groot	groot	geen, gegraven	groot	groot	geen, gegraven
kwel	afnemend	onregelmatig, afnemend	permanent	permanent	permanent via diverse afwaterende kwelstromen	afnemend
Waterkwaliteit EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	280	110	240	160	320	450
pH	7,3	6,0	5,8-6,3	5,5-6,5	7,3	6,0
zuurstof	86%	80-90%	90%	95-100%	84%	95%
Vegetatie	Duizendknoopfonteinkruid met veenen levermossen of afwezig	afwezig of op open plekken Duizendknoopfonteinkruid en/of Riet	afwezig of lokaal met Riet	Duizendknoopfonteinkruid met Beenbreek, Riet en Veldrus temidden van Wilde gageelstruweel	afwezig; kwelstromen in elzenbroekbos met Moeraszegge en bronindicatoren	lokaal veen- en levermossen met Moerasviooltje, Riet of afwezig
Ligging	dicht beschaduwd door bos en oeverstruweel	dicht beschaduwd door elzenbroek	open, lokaal schaduw van eiken en hoog opgroeiend Riet	open, maar schaduw van Wilde gageelstruweel met Riet	dicht beschaduwd door elzenbroek	dicht beschaduwd door Fijnsparaanplant

groeit, met name door Moeraszegge. Voor de imago's van de Gewone bronlibel is het echter van belang dat delen van de beek gedeeltelijk zichtbaar blijven, zodat de potentiële plaatsen voor de eiafzetting herkenbaar zijn en blijven. In de meeste kwelbeken komt geen waterplantenvegetatie voor, met uitzondering van Duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*), dat lokaal aanwezig is in de Bosbeek, bij Maalbeek en in het Nartheciumbeekje.

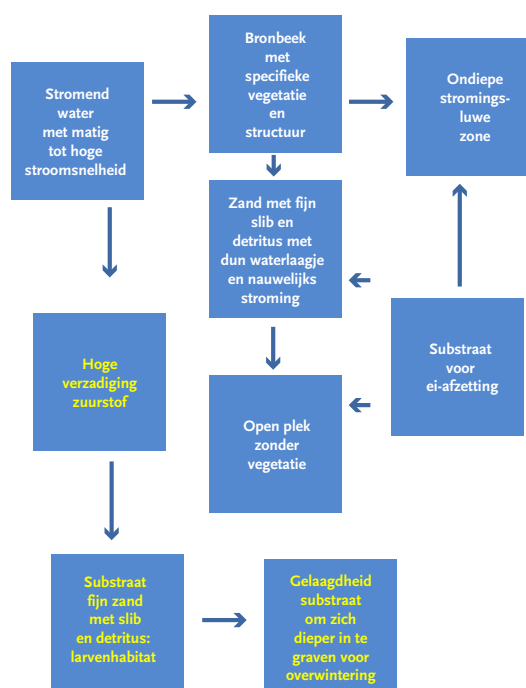
Patrouillerende mannetjes van de Gewone bronlibel worden op de Limburgse locaties aangetroffen boven kwelbeken met een stroomsnelheid variërend van <math><5-20\text{ cm/s}</math> [tabel 1]. Dit komt overeen met informatie van andere onderzoekers (PRODON, 1976; CLAUSNITZER, 1977; DONATH, 1987; STEPHAN, 1998). Op de plaatsen waar eitjes worden afgezet en larven verblijven bedraagt de stroomsnelheid aan het oppervlak 0-10 cm/s (STEPHAN, 1998).

BIOLOGIE VAN DE LARVEN

De larven leven ingegraven in het sediment. Bij fijnkorrelige sedimenten steken alleen de ogen en de anaalpiramide uit het zand, bij grofkorrelige substraten blijft ook de anaalpiramide in het substraat (PRODON, 1976) [figuur 9]. Tijdens het ingraven zijn de doorns en de stevige borstels aan de schenen (tibiae) van de midden- en achterpoten van groot nut. Volgens PRODON (1976), die het graafgedrag van de larven gedetailleerd onderzocht en beschreef, graven larven van de Gewone bronlibel zich sneller in bij stromend water (50% van alle larven in 5 minuten, 100% in 22 minuten) dan bij een langzame of luwe stroming (14% van alle larven in 52 minuten). De

larven van de Gewone bronlibel laten een geringe mobiliteit zien; ze verwisselen alleen van plaats wanneer er veranderingen in de stroming optreden, hun schuilplek dreigt droog te vallen of als ze gedreven worden door honger (HEYMER, 1973).

De larven jagen voornamelijk 's nachts. Het zijn passieve jagers die afwachten tot er een prooi nadert om die dan snel te grijpen, waarbij hun vangmasker ook met gemak zijdelingse vangmanoeuvres kan uitvoeren. Bovendien biedt een passieve jachttechniek ook meer bescherming met betrekking tot eventueel

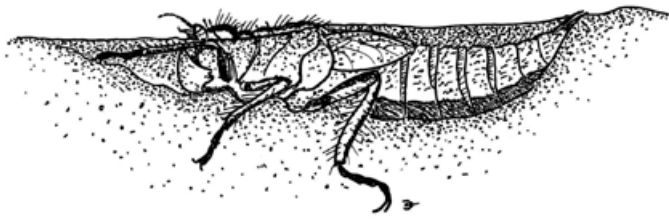


TABEL 1

Overzicht van enkele belangrijke abiotische kenmerken van de Limburgse voortplantingslocaties van de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) (bron: zie literatuur in tekstfragmenten van de habitat van larven en adulten).

FIGUUR 8

Ecologisch basis-schema waaraan het voortplantingshabitat van de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) moet voldoen: voor larven (gele tekst) en voor imago's (witte tekst) (tekening: J.T. Hermans).



▲▲ FIGUUR 9
Positie van een
ingegraven larve van
de Gewone bronlibel
(*Cordulegaster
boltonii*) (tekening: J.T.
Hermans).

▲ FIGUUR 10
Slibplaat met diffuus
afwaterende sijn-
stroompjes aan
het eind van een
bronbeekje langs de
Roode Beek (Meinweg)
(foto: J.T. Hermans).

aanwezige predatoren. De jachttechniek en de wijze waarop de prooi bemachtigd wordt, is een voorbeeld van een hooggespecialiseerd ontwikkeld gedrag (HEYMER, 1973; WEBER & CAILLIÈRE, 1978).

Larven van de Gewone bronlibel zijn opportunisten wat hun voedselkeuze betreft. Ze benutten het gehele spectrum dat aan potentiële prooidieren in hun habitat aanwezig is, waarbij bij toenemende ouderdom de grootte van de prooien en het aandeel daarvan binnen het spectrum van aanwezige prooidieren verandert (PFUHL, 1994). In de bovenlopen van beken bestaat een groot percentage van de prooidieren uit vlokreeften (*Gammarus spec.*). Ondanks het harde pantser van de vlokreeften is het met spitse tanden uitgeruste vangmasker van de larve van de Gewone bronlibel heel goed in staat om een dergelijke prooi vast te houden. Behalve vlokreeften bestaat het assortiment prooidieren ook uit waterkevers (Coleoptera) en hun larven, larven van steenvliegen (Plecoptera) en eendagsvliegen (Ephemeroptera), tweevleugeligen (vooral larven van dansmuggen, Chironomidae) en kokerjuffers (Trichoptera). Langs de Roode Beek kunnen vlokreeften, Chironomidae en Trichoptera in grote aantallen worden verzameld (mondelinge mededeling M. Korsten, Waterschap Limburg, 16 november 2020); ze vormen het merendeel van het basisvoedsel voor de larven. Ondanks hun stevig gebouwde kokers zijn larven van de Gewone bronlibel in staat om die behuizing van kokerjuffers te ‘kraken’ (CAILLIÈRE, 1976). Ook hieruit blijkt weer hun bijzonder ontwikkelde vang- en eettechniek. Prooidieren kunnen al op 15–20 cm afstand worden waargenomen; behalve optische prikkels spelen ook bewegingen van prooidieren en de door hen veroorzaakte mechanische veranderingen (bijvoorbeeld drukgolven in water) een rol bij het

opsporen. Fijne zintuigharen op de antennen, poten, borst en achterlijf van de larve zijn behulpzaam bij het opsporen van mechanische veranderingen die duiden op een prooi.

Tijdens onderzoek naar larven van de Gewone bronlibel langs de Roode Beek zijn slechts in twee kwelstroompjes jonge larven gevonden. De meeste larven van de Gewone bronlibel zijn aangetroffen in losse slib- en detrituslagen in de oeverzone van de Roode Beek [figuur 10]. Op de meeste plaatsen waren de aangetroffen aantallen laag (1–2), maar op sommige locaties werden 3–5 larven aangetroffen. In alle delen van de Roode Beek met een geschikt verblijfsubstraat zijn larven van de Gewone bronlibel gevonden. Hier verblijven ze ook in de winter door zich dieper in te graven en voltooien ze uiteindelijk hun ontwikkelingscyclus. In de gestuwde delen achter de beverdammen zijn geen larven aangetroffen, omdat het water hier te diep is, de stroming afneemt en zich daardoor dikke slib- en detrituslagen ophopen.

De larven doorlopen tijdens hun ontwikkeling 13–14 stadia. Op basis van morfometrische metingen van kopbreedte en (vleugel)lengte kunnen het ontwikkelingsstadium en de leeftijd worden ingeschat (PFUHL, 1994). De meeste larven die in de Roode Beek zijn gevangen en opgemeten (15 van de in totaal 27 larven) bevonden zich in ontwikkelingsstadium 9–11. Dat komt overeen met een afgeleide leeftijd van 2–3 jaar. Slechts tweemaal is een larve uit stadium 13 gevonden (leeftijd 3–5 jaar). GERAEDS (2008) vond in de Roode Beek onder de in 2007 gevangen larven (23 totaal) er ook 14 in ontwikkelingsstadium 9–11, vier larven uit stadium 13 en slechts vijf in ontwikkelingsstadium 6–7 (leeftijd 1–2 jaar). De vangst van voornamelijk larven in ontwikkelingsstadium 9–11 schijnt een ‘normaal’ beeld te zijn. STEPHAN (1998) geeft ook aan dat bij vangsten van hoge aantallen larven 95–97% daarvan larven met een leeftijd van maximaal twee jaar waren en dat oudere larven nauwelijks werden aangetroffen.

De duur van de larvale ontwikkeling wordt in hoge mate beïnvloed door de watertemperatuur en de daarvan weer afhankelijke intensiteit van voedselopname. Lange winters en een voortdurend droogvallen van een beekstelsysteem kunnen de ontwikkeling aanmerkelijk vertragen (KIAUTA, 1964). De ontwikkelingsduur van de larven bedraagt gemiddeld vier tot vijf jaar, terwijl andere auteurs voor West- en Midden-Europa een periode aangeven van drie tot zeven jaar (ROBERT, 1959; KIAUTA, 1964; GEIJSKES & VAN TOL, 1983; MAIBACH & MEIER, 1987). In beken in Zuid-Europa (Zuid-Frankrijk en Zuid-Spanje) zou de ontwikkelingsduur twee tot drie jaar in beslag nemen, ondanks uitdroging in de zomerperiodes (CHOVET, 1976; FERRERAS-ROMERO & GARCIA-ROJAS, 1995).

De larven van de Gewone bronlibel kunnen lange tijden van vasten doorstaan en daardoor ook in voedselarme habitats overleven. Dit betekent wel dat daardoor hun ontwikkelingstijd wordt verlengd (HEYMER, 1973; DONATH, 1987; 1989). Zoals reeds eerder opgemerkt

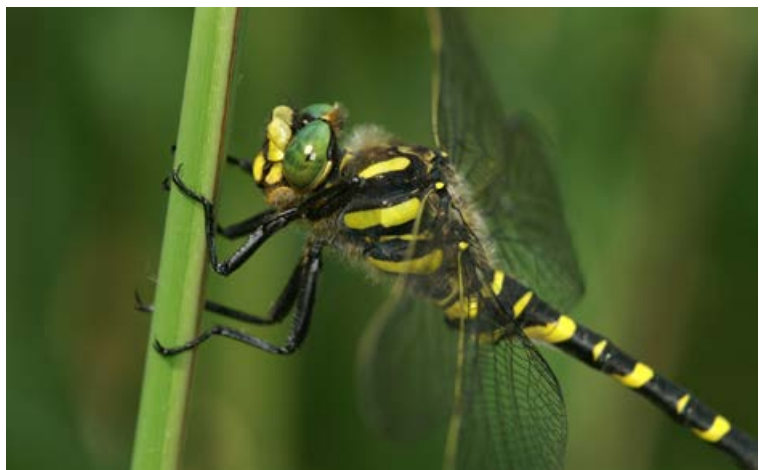
zijn larven van de Gewone bronlibel in staat om tijdelijk uitdrogen van een beektraject te overleven. In de literatuur wordt een droogtetolerantie tot vier weken genoemd (ROBERT, 1959; KIAUTA, 1964; CLAUSNITZER, 1977; FERRERAS-ROMERO, 1992). STEPHAN (1998) vond bij een beek die 's zomers over een lengte van meerdere honderden meters uitdroogde dat larven van 8 mm (ontwikkelingsstadium 6-7) een uitdroging van minstens 24 tot maximaal 57 dagen konden overleven.

BIOLOGIE VAN DE IMAGO'S

De mannetjes van de Gewone bronlibel patrouilleren over lange trajecten (honderden meters) waarbij ze meestal 10-30 cm boven het wateroppervlak vliegen. Bij de Roode Beek, met een breedte variërend van één tot zes meter, vliegen de mannetjes tientallen meters stroomopwaarts en -afwaarts op en neer, waarbij ze vooral over het midden van de beek vliegen. De vlucht over de Roode Beek wordt regelmatig onderbroken bij de diverse kwelstroompjes. Sommige kwelstroompjes worden uitgebreid geïnspecteerd op de aanwezigheid van mogelijk aanwezige, paringsbereide wijfjes. Daarbij tonen de mannetjes een voorkeur voor kwelbekken met een open, niet dichtbegroeide, brede uitmonding waar zich tussen de stroompjes opvallende zand- en slibplaten hebben gevormd [figuur 10]. Deze bronbekken worden gedurende tientallen meters stroomopwaarts gevolgd, zolang er stromend water zichtbaar blijft. Waar de kwelstroom aan het zicht wordt onttrokken door vegetatie keren de mannetjes om. Regelmatig kon worden waargenomen dat mannetjes bij de uitmonding van een kwelstroompje op zon-geëxponeerde plantenstengels of uitstekende takken gaan zitten en enige minuten pauzeren [figuur 11].

De mannetjes hebben geen afgebakende territoria (KAISER, 1982; OTT, 1988). Wanneer twee mannetjes elkaar tijdens hun patrouillevluchten bij een bronbeek ontmoeten, reageren ze agressief en vliegen elkaar korte tijd achterna, waarbij na enige minuten meestal één mannetje terugkeert en zijn patrouille voortzet. Langs de Roode Beek werd eenmaal een ontmoeting van drie mannetjes tegelijk waargenomen, waarbij de drie individuen na een kortstondig luchtgevecht elkaar achterna vlogen en in het bos uit het zicht verdwenen. Wijfjes worden slechts zeer zelden bij een water waargenomen en dan meestal alleen om eitjes te komen afzetten. Tussen 2017 en 2020 werd slechts viermaal een wijfje gespot, waarbij drie exemplaren werden geobserveerd tijdens de eiafzetting. Een paringswiel van de Gewone bronlibel werd sinds 2015 nooit meer waargenomen.

Vermoedelijk zijn de imago's zeer trouw aan de plek waar ze zijn gemetamorfoseerd (OTT, 1988). Vergelijkend onderzoek door LAISTER (2012) heeft aangetoond dat trouw aan de voortplantingsplek afhangt van de mate waarin deze voor de soort geschikt is. Zo toonden mannetjes bij de meest geschikte voort-



plantingsplekken een hoge plaatstrouw; bij minder geschikte beken werd het hoogste aantal vertrekkende mannetjes geconstateerd. Ook bleken sommige mannetjes vaker en langer bij een bepaald voortplantingswater te blijven dan andere.

Toch blijkt de Gewone bronlibel ook in staat om buiten haar bekende voortplantingshabitat, andere potentiële, soms tijdelijk geschikte, voortplantingsplekken op te sporen. Dat bewijst de succesvolle metamorfose van de Gewone bronlibel die bij een overloopstroompje van een vijver werd waargenomen (WOUDSTRA & WOUDSTRA, 2020).

Populatieschattingen zijn op basis van de dichtheid van aanwezige mannetjes nauwelijks mogelijk. Enerzijds bestaat daarbij het gevaar van dubbeltellingen, omdat individuen voortdurend heen en weer vliegen over een beek, maar ook het onoverzichtelijke habitat maakt dat bijna onmogelijk. Populatieschattingen op basis van aangetroffen dichtheden van de larven lijken daartoe betere mogelijkheden te bieden.

LIBELLENGEMEENSCHAP

In de Limburgse voortplantingsgebieden komt de Gewone bronlibel vaak samen voor met de Bosbeekjuffer (*Calopteryx virgo*) en in mindere mate met de Weidebeekjuffer (*Calopteryx splendens*). Gewone bronlibel en Bosbeekjuffer vertegenwoordigen in algemene zin een indicatieve soortencombinatie voor onvervuilde en morfologisch nog intacte bovenlopen van (kwel)bekken (REHFELDT, 1986).

Ook de Beekoeverlibel (*Orthetrum coerulescens*), die eveneens een voorkeur heeft voor kwelstroompjes en smalle beekjes, wordt op enkele locaties (Bosbeek, Nartheciumbeek en Venbeek) samen met de Gewone bronlibel aangetroffen.

Alhoewel de Vuurjuffer (*Pyrhosoma nymphula*) geen indicator is voor stromend water, wordt deze waterjuffer in alle voortplantingsbiotopen van de Gewone bronlibel waargenomen [tabel 2]. Dit heeft te maken met een lichte voorkeur van deze soort voor langzaam stromende beektrajecten en/of meanders waar door bomen of struiken beschaduwde plaatsen worden

FIGUUR 11

Uitrustend mannetje van de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) na het uitvoeren van een patrouillevlucht (foto: J.T. Hermans).

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	1	2	3	4	5	6
Bosbeekjuffer	<i>Calopteryx virgo</i>		*		*	*	
Weidebeekjuffer	<i>Calopteryx splendens</i>			*		*	
Beekoeverlibel	<i>Orthetrum coerulescens</i>		*	*	*		
Vuurjuffer	<i>Pyrhosoma nymphula</i>	*	*	*	*	*	*
Azuurwaterjuffer	<i>Coenagrion puella</i>	*		*			*
Lantaarntje	<i>Ischnura elegans</i>			*			*
Gewone oeverlibel	<i>Orthetrum cancellatum</i>			*	*		*
Gevlekte glanslibel	<i>Somatochlora flavomaculata</i>		*	*			

TABEL 2
Overzicht van libellen waar de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) in haar voortplantingsgebieden samen mee wordt aangetroffen: 1. Maalbeek; 2. Meinweg Bosbeek; 3. Meinweg Venbeek; 4. Meinweg Nartheciumbeekje; 5. Meinweg Roode Beek; 6. Haeselaarsbroek. Eenmalig waargenomen soorten zijn weggelaten.

afgewisseld met open delen met een rijk gestructureerde oevervegetatie.

BEDREIGINGEN EN BEHEER

Er is een aantal bedreigingen dat op termijn de kwaliteit van de bestaande voortplantingsgebieden van de Gewone bronlibel kan aantasten en in gevaar brengen. Het gaat daarbij vooral om het waarborgen van de kwaliteit van het (micro)habitat. In tabel 3 worden de bedreigingen per voortplantingsgebied van de Gewone bronlibel aangegeven met adviezen voor beheer en uitvoering. De belangrijkste bedreigingen voor de Limburgse populaties van de Gewone bronlibel worden hieronder behandeld.

Verdroging

Verdroging is een belangrijk knelpunt voor de voortplantingsgebieden van de Gewone bronlibel. Behalve antropogene invloeden (grondwaterpeildaling door afgravingen of wegeaanleg) is de verwachting dat door klimaatverandering de verdrogingsproblematiek in de komende jaren verder zal toenemen.

Een schrijnend voorbeeld hiervan zijn de ontwikkelingen rondom de Bosbeek in de Meinweg. Verdroging is daar al sinds 1990 een punt van zorg door de grondwaterpeildaling ten gevolge van de bruinkoolafgraving bij Garzweiler, hetgeen tot allerlei adviezen met maatregelen ter bestrijding van de verdroging heeft geleid

(MEULEMAN *et al.*, 1994). Sindsdien zijn door Staatsbosbeheer diverse maatregelen uitgevoerd om verdroging in het dal van de Bosbeek te bestrijden en is getracht door infiltratie in het diepe grondwater peilverlaging tegen te gaan. Helaas zijn die maatregelen onvoldoende gebleken, omdat vooral na 2010 de verdroging door klimaatverandering verder is toegenomen. Door het uitblijven van neerslagrijke winters, daarop volgende droge voortjaren en lange warme zomers wordt het grondwater niet meer voldoende aangevuld en valt de kweldruk steeds verder weg. Waren de droogteperiodes in de Bosbeek aanvankelijk beperkt tot enige weken, nu valt de beek steeds vroeger droog (in 2020 al begin mei) en is er meerdere maanden geen water aanwezig. Voor de aquatische macrofauna is dat funest en sterven soorten lokaal uit.

Ook in de brongebieden van Maalbeek en het Haeselaarsbroek lijkt steeds minder kwelwater beschikbaar. Het is noodzakelijk om in deze gebieden op korte termijn te analyseren op welke wijze er maatregelen kunnen worden uitgevoerd. Deze maatregelen moeten erop gericht zijn om zo lang mogelijk water vast te houden in het intrekgebied van het beekstelsel zodat de toestroom van kwel kan verbeteren.

Opstuwing

Door de aanwezigheid van Bevers (*Castor fiber*) langs de Roode Beek kunnen beverdammen op een aantal plaatsen leiden tot opstuwing van het waterpeil in de beek. Dit kan als gevolg hebben dat de uitmonding van een aantal kwelbeken in de Roode Beek onder water komt te staan en dat het micro-habitat voor de eiafzetting door de wijfjes niet meer bereikbaar is. Stuwing van enige centimeters is problematisch wanneer dit langdurig plaatsvindt. Met name in het stroomopwaartse traject van de Roode Beek waar de bronbeken geconcentreerd zijn is dit onwenselijk. Dat geldt overigens ook voor het behoud van andere karakteristieke macrofaunasoorten die gebonden zijn aan bronmilieus.

TABEL 3
Overzicht van bedreigingen en beheermaatregelen die in de Limburgse voortplantingsgebieden van de Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) actueel en noodzakelijk zijn. SBB: Staatsbosbeheer.

Voortplantingsgebied	Bedreiging	Bedreiging	Bedreiging	Bedreiging	Bedreiging	Bedreiging
Gewone bronlibel	Verdroging-verminderde kwel-aanvoer-verdamping-droogval	Opstuwing door beverdammen	Exoten	Eutrofiering	Maaien en opschonen	Recreatie-activiteiten
Maalbeek (SBB)						
Meinweg/Bosbeek (SBB)						
Meinweg/Venbeek gemeente Roerdalen)						
Meinweg/Nartheciumbeekje (SBB)						
Meinweg/Roode Beek (SBB)						
Haeselaarsbroek (gemeente Echt/Susteren)						

Omvorming van het voortplantingsbiotoop

De Gewone bronlibel komt voor langs beschaduwde bovenlopen van (kwel)beken.

In het Haeselaarsbroek is een aantal ontwateringsgreppels met omringende aanplantingen van Fijnspar indertijd bij de herinrichting gespaard ten behoeve van de Gewone bronlibel. Om de Gewone bronlibel hier te behouden is het echter noodzakelijk om de situatie in het brongebied verder te optimaliseren. Van belang is om te bekijken welke anti-verdrogingsmaatregelen er uitgevoerd kunnen worden om verdamping door bomen en struiken tegen te gaan en zodoende meer kwel te behouden.

Omvorming van de uitgespaarde Fijnsparrenopstand wordt in de praktijk bemoeilijkt omdat een deel al is omgewaaid en een ander deel door de Letterzetter (*Ips typographus*) is aangetast. Langs de bronloopjes zou kleinschalig moeten worden opgeschoond in combinatie met aanplant van Zwarte els. Verbetering van de situatie zou ook kunnen plaatsvinden door plaatselijk wat wortelkluiten in de afwateringsgreppels te plaatsen en naaldenstrooisel te verwijderen.

Langs de Nartheciumbeek moet opslag van struiken en bomen in het struweel van Wilde gagel worden tegengegaan. Dat leidt tot ongewenste schaduw en degradatie van Wilde gagel; bovendien is bladval in een voedselarm nat heidesysteem ongewenst. Het is noodzakelijk om eenmaal per jaar de opslag te verwijderen. Ook een te dominant optreden van Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*), waarbij deze in toenemende mate het beekdal binnendringt, is hier niet gewenst. Deze zich agressief uitbreidende soort moet door jaarlijks maaien worden teruggedrongen.

Exoten

Sinds 2018 is langs de bovenloop van de Roode Beek het voorkomen van Gele maskerbloem (*Mimulus guttatus*) vastgesteld. Deze uit Noord-Amerika afkomstige neofyt moet bestreden worden met als doel deze

volledig langs de Roode Beek te verwijderen. Het is een soort die veel zaden vormt en die zich door middel van uitlopers snel weet te vestigen. Ze vormt een ernstige bedreiging voor de lokale bronflora en is in staat om in korte tijd grote oppervlakken te domineren en overwoekeren. Wanneer dit gebeurt in de uitmondingszones van de kwelstromen dreigen deze als eiafzetplaatsen voor de Gewone bronlibel ongeschikt te worden.

Een andere in potentie gevaarlijke woekeraar is de Trosbosbes (*Vaccinium corymbosum*) waarvan bij de Nartheciumbeek een exemplaar is opgedoken. Ook deze soort dient onmiddellijk te worden verwijderd om verdere uitzaai te voorkomen.

Recreatie

Betreding of vervuiling van de bron- en kwelgebieden moet vanwege hun kwetsbaarheid voorkomen worden. De aanwezigheid van het knuppelpad langs de Roode Beek leidt tot een toename van weggeworpen afval dat vaak in de bronbeken en Roode Beek terecht komt. Bij Maalbeek wordt door mountainbikers regelmatig door de kwelbeken gefietst waardoor beschadiging van de kwetsbare vegetatie en van de beekbodem optreedt. Verder is hier ten behoeve van de recreatie een wandelpaadje opgehoogd met als gevolg dat een ongewenste opstuwing van het bronloopje heeft plaatsgevonden. Daardoor heeft in de bovenloop van het bronbeekje eutrofiëring plaatsgevonden en is de bronpoel bedekt met een dicht dek van Klein kroos (*Lemna minor*). In beide gevallen zou beter gehandhaafd moeten worden. Kwetsbare beektrajecten zoals bij Maalbeek dienen voor mountainbikers verboden te worden. Het ontoegankelijk maken en omleggen van paden zou hier prioriteit moeten krijgen.

Eutrofiëring en opschoning

Eutrofiëring speelt vooral een rol bij de kleine populatie van de Gewone bronlibel in de Venbeek (Flinke

Beheer	Beheer	Beheer	Beheer	Beheer	Aanvullende toelichting
Lokaal kappen van bomen en struikgewas	Verwijderen van beverdammen	Verwijderen van exoten	Aangepast maaien en opschonen	Handhaving en/ of afsluiten	
				Verlegging paden, kwetsbare beektrajecten afsluiten; betere handhaving	Water in brongebied langer vasthouden
			Laat maaien en delen van Riet en bodemsubstraat handhaven		Water in brongebied langer vasthouden
Opslag van bomen en struiken in beekdal en gagelstruweel jaarlijks verwijderen		Trosbosbes verwijderen; Adelaarsvaren maaien; jaarlijks bijhouden			Indien mogelijk oud gagelstruweel afzetten voor verjonging in gefaseerde uitvoering
	In het stroomopwaartse deel, zone kwelstroompjes	Gele maskerbloem langs oevers volledig verwijderen; jaarlijkse controle		Geen betreding van brongebieden. Handhaven op afval en betreding jaarlijks	Beverdammen verwijderen daar waar dit leidt tot een ongewenste stuwning van het waterpeil in de bronbeken
Gefaseerd in brongebied. Verwijderen van Fijnspar langs de afwateringgreppels, aanplant Zwarte els					Verwijderen dode Fijnsparren langs de afwateringgreppels; naaldenstrooisel verwijderen

Ven). Dit komt doordat meststoffen en/of bestrijdingsmiddelen in de Venbeek terecht kunnen komen. Het is vooral zichtbaar in het deel boven de stuw waar algenflap regelmatig het water bedekt. Regelmatig wordt de vegetatie in de beek verwijderd en worden de taluds gemaaid. Opschoning in het deel beneden de stuw zou pas in augustus moeten plaatsvinden na de hoofdvliegtijd van de Gewone bronlibel. Ook is handhaving van een deel van de rietbegroeiing wenselijk zodat schaduw en slibconcentraties aanwezig blijven. Het Flink Ven zou met voorrang in aanmerking moeten komen voor het stoppen van de agrarische activiteiten en verplaatsing daarvan naar elders. Het gebied is door de aanwezigheid van kwel een van de meest kansrijke gebieden in Midden-Limburg voor toekomstige natuurontwikkeling en -herstel. Het in ere herstellen van een kwelmoeras zou de huidige kleine en zeer kwetsbare populatie van de Gewone bronlibel aldaar een gunstiger perspectief kunnen bieden.

CONCLUSIE

De Gewone bronlibel is een zeer zeldzame soort in Nederland, die volgens de Rode Lijst als 'bedreigd' wordt gekwalificeerd vanwege de sterke afname (TERMAAT & KALKMAN, 2011). De soort geldt als indicatorsoort en vlaggenschip van schone kwelbekken en/of onbedorven bovenlopen van beken. De

belangrijkste voortplantingslocaties van deze soort in Nederland liggen alle in de provincie Limburg! De provincie heeft er daarom een grote verantwoordelijkheid voor. De grootste populatie van de Gewone bronlibel in Nederland bevindt zich in Nationaal Park De Meinweg.

Alhoewel bijna alle thans bekende voortplantingslocaties van de Gewone bronlibel in beschermde natuurgebieden liggen, is het voortbestaan van deze soort daar op de lange termijn vanwege diverse bedreigingen niet gegarandeerd. Daarnaast bieden bijzondere kwelgebieden langs de Peelrandbreuk, zoals het Flink Ven, grote kansen voor herstel van het leefgebied van de soort. Dat gebied kan vanwege haar uitzonderlijke ligging en de beschikbaarheid van kwel uitgroeien tot een van de belangrijkste natuur 'hotspots' in Limburg, met een hoge biodiversiteitswaarde.

DANKWOORD

Monique Korsten, Barend van Maanen (Waterschap Limburg) en Guido Verschoor worden bedankt voor hun aanvullende tips en suggesties die hebben bijgedragen aan een verbetering van de eerste concepttekst. Eveneens mijn dank aan Harry van Buggenum voor zijn suggesties voor de tekstfragmenten met betrekking tot de bedreigingen en het beheer van het Haeselaarsbroek. Gijs Baldee van de Naturalis bibliotheek was wederom zeer behulpzaam bij het verkrijgen van enkele publicaties.

Summary

THE GOLDEN-RINGED DRAGONFLY (*CORDULEGASTER BOLTONII*) IN THE DUTCH PROVINCE OF LIMBURG

A species severely endangered by worsening droughts

Part 2: Ecology and threats

The ecology, biology and behaviour of larvae and adults of the Golden-ringed dragonfly (*Cordulegaster boltonii*) are discussed, based on the findings of recent research, which are compared with the available literature.

The research particularly concerns the investigation of a population along the Roode Beek brook in the Meinweg National Park, which has been carried out since 2015. The main goal was to get more information about the oviposition sites and the presence of larvae. Oviposition was observed three times at small seepage streams where they flow into the Roode Beek. Most larvae were found in shallow places along the banks of the Roode Beek, where sand, fine mud and detritus had accumulated behind stones or wood, in meanders or where banks have collapsed.

The article ends with an overview of threats, and presents advice about necessary measures to reduce habitat damage. One of the

main threats to the Golden-ringed dragonfly is the increasing drought due to climate change. Groundwater supplies to some seepage streams are diminishing, and hence a rivulet like the Bosbeek brook falls dry every year for several weeks to months, which may cause the local population to go extinct. Conversely, seepage streams along the Roode Beek may become inaccessible as ovipositing sites if the water level is raised as a consequence of dam-building by Beavers (*Castor fiber*).

Some populations of the Golden-ringed dragonfly are very small and vulnerable, e.g. those at the Haeselaarsbroek site and along the Venbeek brook (Meinweg), where local threats can easily wipe out these populations. The province of Limburg harbours the largest and therefore most important populations of this species in the Netherlands. Improved protection of their breeding sites is necessary to give this beautiful dragonfly a brighter future.

Literatuur

BISSINGER, V., 1996. Zweigestreifte Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* Donovan 1807 und Kleine Zangenlibelle *Onychogomphus forcipatus* Linné 1758 (Anisoptera; Odonata) im Mooswald bei Freiburg.

Larvalökologische Untersuchungen in Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung der thermischen Verhältnisse. Diplomarbeit, Fakultät für Biologie, Universität Freiburg, Freiburg.

BÖCKER, L., 1993. Großen-spezifische Verteilung der Larven von *Cordulegaster boltoni* (Donovan) und *C. bidentatus* (Selys) über den Bachlauf. Untersuchungen an allo- und sympatrischen Bächen im Gieß-

- ner Raum. *Libellula* 12 (3/4): 225-247
- BROOKS, S.J., 1994. How much does acidity affect the distribution of "acidophilic" dragonflies? *Journal of the British Dragonfly Society* 10(1): 16-18.
- BUCHWALD, R., 1986. Die Bedeutung der Vegetation für die Habitatbindung einiger Libellenarten der Quellmoore und Fließgewässer. Dissertation, Fakultät für Biologie, Universität Freiburg: 1-459.
- BUCHWALD, R., 1988. Die Gestreifte Quelljungfer *Cordulegaster bidentatus* (Odonata) in Südwestdeutschland. *Carolina* 46: 49-64.
- CAILLIÈRE, L., 1976. Problème du repérage des proies chez les insectes carnivores, à la lumière des observations recueillies chez deux larves d'odonates *Caenobryx splendens* (Zygoptère) et *Cordulegaster boltonii* (Anisoptère). *Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique* 265: 227-239.
- CASANUEVA, P., F. CAMPOS, T. VELASCO, G. SANZ & L.F. NUNES, 2015. Selección de sustrato de emergencia por *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) (Odonata: Cordulegasteridae) en un río del centro de la Península Ibérica. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 56: 349-350.
- CHOVET, M., 1976. L'Alimentation de la larve de *Cordulegaster boltonii* (Donov. 1807) (Odonates: Anisoptères) dans son milieu naturel. Thèse. L'Université Claude Bernard, Lyon.
- CLAUSNITZER, H.-J., 1977. Fließwässerlibellen (Odonaten) in Heidebächen. *Beiträge Naturkunde Niedersachsen* 30(2): 38-45.
- DONATH, H., 1984. Libellen als Bioindikatoren für Fließgewässer. *Libellula* 3(3/4): 1-5.
- DONATH, H., 1987. Untersuchungen in einer Larvenkolonie von *Cordulegaster boltonii* (Donovan) in der Niederlausitz. *Libellula* 6(3/4): 105-116.
- DONATH, H., 1989. Verbreitung und Ökologie der Zweigestreifte Quelljungfer, *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) in der DDR. *Faunistische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden* 16: 97-106.
- FERRERAS-ROMERO, M., 1992. Current topics in dragonfly biology. In: Pritchard, G. (Hrsg.) *Societas Internationalis Odonatologica, Rapid Communications (Suppl.)* 15: 22.
- FERRERAS-ROMERO, M. & A.M. GARCIA-ROJAS, 1995. Life-history patterns and spatial separation exhibited by the odonates from a Mediterranean inland catchment in southern Spain. *Vie et Milieu* 45(2): 157-166.
- GEIJSKES, D.C. & J. VAN TOL, 1983. De libellen van Nederland (Odonata). *Uitgave nr. 31. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.*
- GERAEDS, R.P.G., 2008. Vondst van twee larven van de Gewone bronlibel in de Swalm. *Natuurhistorisch Maandblad* 97(5): 122-124.
- GROENENDIJK, D., 2002. Bosbeekjuffer en Gewone bronlibel in Nederland: ecologie en bescherming. *Rapportnummer VS2002.006 De Vlinderstichting, Wageningen.*
- HÄMÄLÄINEN & HUTTON, 1990. Estimation of acidity by means of benthic invertebrates: evaluation of two methods. In: Kauppi, P., P. Anttila & K. Kenttämies (Hrsg.) *Acidification in Finland*. Springer Verlag, Berlin: 1051-1070.
- HERMANS, J.T., 2007. De Gewone bronlibel in de Meinweg. *Natuurhistorisch Maandblad* 96(6): 165-169.
- HERMANS, J.T., 2013. De Meinweg, een eerste verkenning, landschap en vegetatie. In: Hermans, J.T., E. van Asseldonk & J. Boeren *De Biodiversiteit van Nationaal Park De Meinweg, een overzicht van alle waargenomen planten en dieren in de periode 1900-2012*. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht: 11-33.
- HERMANS, J.T., 2021. De Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) in Limburg. Een ernstig bedreigde soort door toenemende verdroging. Deel 1: Verspreiding en habitateisen. *Natuurhistorisch Maandblad* 110(97): 151-164.
- HEYMER, A., 1973. Das hochspezialisierte Beutefangverhalten der Larve von *Cordulegaster annulatus* (Latr., 1805), eine ökologische Einnischung (Odonata, Anisoptera). *Revue Comparative Animal* 7(2): 103-112.
- KAISER, H., 1982. Do *Cordulegaster* males defend territories? A preliminary investigation of mating strategies in *Cordulegaster boltonii* (Donovan). *Odonatologica* 11(2): 139-152.
- LAISTER, G., 2012. Ortstreue und Gewässerwechsel von *Cordulegaster boltonii* (Odonata: Cordulegasteridae). *Libellula* 31(3/4): 113-130.
- KIAUTA, B., 1964. Opazovanja iz življenja potocnik kajk Pastirjev v Loskem poporju. *Loski razgledi* 11: 183-192.
- LOHMANN, H., 1980. Faunenliste der Libellen (Odonata) der Bundesrepublik Deutschland und westberlins. *Societas Internationalis Odonatologica, rapid Communications* 1: 1-34.
- MAIBACH, A. & C. MEIER, 1987. Verbreitungsatlas der Libellen der Schweiz (Odonata) mit Roter Liste. *Documenta Fauna Helvetica* 4. Centre suisse de cartographie de la faune, Schweizerischer Bund für Naturschutz, Neuchâtel.
- MAUERSBERGER, R., 1985. Libellen des Mittleren Thüringer Waldes. *Entomologische Nachrichten und Berichte* 29(6): 255-264.
- MEULEMAN, A.F.M., J. W. KOOIMAN, C.M.L. MESTERS, P.J. STUYFZAND & F. LÜERS, 1994. Verdrogingsproject Meinweg. *Systeemanalyse en plan van aanpak*. Rapport SWO 94.268 Kiwa N.V., Nieuwegein.
- MÜNCHBERG, P., 1964. Über ein westfälisches Vorkommen von *Cordulegaster boltonii* (Donovan) und die von demselben aufgegebenen zoogeographischen Fragen, zugleich ein Beitrag zur Ethologie und Biologie dieser Großlibelle (Ordnung: Odonata). *Nachrichtenblatt der bayerischen Entomologen* 13(2): 8-13, 26-31, 37-39.
- NEUMANN, A., 1981. Die Invertebratenfauna von Bächen und Quellen des Raumes Eitorf (Sieg). *Decheniana* 134: 244-259.
- OTT, J., 1988. Markierungsexperimente an der Zweigestreiften Quelljungfer *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807), ein Beitrag zum Artenschutz (Anisoptera: Cordulegasteridae). *Libellula* 7(3/4): 77-88.
- PATRZICH, R., 1990. Zum Vorkommen von *Cordulegaster bidentatus* Selys (Odonata: Cordulegasteridae) bei Gießen/Hessen. *Hessische faunistische Briefe* 10(1): 4-13.
- PFUHL, D., 1994. Autökologische Untersuchungen an *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) (Insecta: Odonata). *Diplomarbeit, II. Zoologisches Institut, Universität Göttingen, Göttingen.*
- PRENDERGAST, E.D.V., 1989. Changes in the Odonata populations between 1985 and 1989 at the Moors Valley Country Park, Dorset. *Journal of the British Dragonfly Society* 5(2): 22-28.
- PRODON, R., 1976. Le substrat, facteur écologique et éthologique de la vie aquatique: observations et expériences sur les larves de *Micropterna testacea* et *Cordulegaster annulatus*. Thèse. L'Université Claude Bernard, Lyon.
- REHFELDT, G., 1986. Libellen als Indikatoren des Zustandes von Fließgewässern des nordwestdeutschen Tieflandes. *Archiv für Hydrobiologie* 108: 77-95.
- ROBERT, P.A., 1959. Les libellules (Odonates). *Delachaux & Niestlé, Neuchâtel/Paris.*
- RÖHN, C., 1992. Beitrag zur Ökologie der beiden Quelljungferarten *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) und *C. bidentatus* Selys 1843 unter besonderer Berücksichtigung syntoper Vorkommen (Odonata: Cordulegasteridae). *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg* 147: 299-323.
- STEPHAN, U., 1998. Untersuchungen zur Habitatbindung der Quelljungferarten *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) und *Cordulegaster bidentata* (Selys, 1843) in Waldbächen des Mittleren Schwarzwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Larvalökologie. *Diplomarbeit. Institut für Biologie II, Universität Freiburg, Freiburg.*
- STERNBERG, K. & R. BUCHWALD, 2000. Die Libellen Baden-Württembergs. Band 2: Großlibellen (Anisoptera). *Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.*
- TERMAAT, T. & V.J. KALKMAN, 2011. Basisrapport Rode Lijst Libellen volgens Nederlandse en IUCN-criteria. *Rapport VS2011.015 De Vlinderstichting, Wageningen.*
- WATERSCHAP ROER EN OVERMAAS, 2005. De fysisch-chemische en biologische (EBEOSWA) waterkwaliteit van beken in het beheersgebied van Waterschap Roer en Overmaas in de periode 2002-2004. *Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.*
- WEBER, T. & L. CAILLIÈRE, 1978. Thermistor telemetry of ventilation during prey capture by dragonfly larvae (*Cordulegaster boltonii*). *Journal of Comparative Physiology* 128: 341-345.
- WOUDSTRA, A. & E. WOUDSTRA, 2020. Onverwachte hulp voor een zeldzame libel. *Observatie, Landschapsvereniging De Kringloop Linne* 47(3): 6-7.
- ZIMMERMANN, W., 1975. Zum Vorkommen seltener Libellenarten in Thüringen (Odonata, Anisoptera). *Entomologische Berichte* 11: 23-36.



NATUURHISTORISCH
GENOOTSCHAP in LIMBURG

Colofon

DAGELIJKS BESTUUR

Frank Oelmeijer (voorzitter), Alfred Paarlberg (penningmeester), Ben Matheij & Math de Ponti.

ALGEMEEN BESTUUR

Wilfred Alblas, Toon van Baal, Marian Baars, Jan-Joost Bakhuizen, Susanne Hanssen, Wouter Jansen, Stef Keulen, Pieter Puts, Aidan Williams & Linda Wortel.

KANTOOR

Olaf Op den Kamp, Jeanne Cuypers & Martine Lemmens.

ADRES

Kapellerpoort 1, 6041 HZ Roermond,
tel. 0475-386470 (kantoor@nhgl.nl).
www.nhgl.nl.

LIDMAATSCHAP

€ 38,00 per jaar. Leden t/m 23 jaar € 17,50; bedrijven, verenigingen, instellingen e.d. € 120,00.
Okjen Weinreich (leden@nhgl.nl).
IBAN: NL73RABO0159023742, BIC: RABONL2U.

BESTELLINGEN/PUBLICATIEBUREAU

Publicaties zijn te bestellen bij het publicatiebureau, Marja Lenders (publicaties@nhgl.nl).
Losse nummers € 4,-; leden € 3,50 (incl. porto),
themanummers € 7,-.
IBAN: NL31INGB0000429851, BIC: INGBNL2A.

KRINGEN

KRING HEERLEN

Olaf Op den Kamp (kringheerlen@nhgl.nl).

KRING MAASTRICHT

Bert Op den Camp (kringmaastricht@nhgl.nl).

KRING ROERMOND

Math de Ponti (kringroermond@nhgl.nl).

KRING VENLO

Peter Eenshuistra (kringvenlo@nhgl.nl).

KRING VENRAY

Patrick Palmen (kringvenray@nhgl.nl).

STUDIEGROEPEN

FOTOSTUDIEGROEP

Bert Morelissen (fotostudiegroep@nhgl.nl).

HERPETOLOGISCHE STUDIEGROEP

Pieter Puts (herpetostudiegroep@nhgl.nl).

LIBELLENSTUDIEGROEP

Jan Hermans (libellenstudiegroep@nhgl.nl).

MOLLUSKEN STUDIEGROEP LIMBURG

Stef Keulen (molluskenstudiegroep@nhgl.nl).

MOSSENSTUDIEGROEP

Paul Spreuwenberg (mossenstudiegroep@nhgl.nl).

PADDENSTOELLENSTUDIEGROEP

Henk Henczyk (paddenstoellenstudiegroep@nhgl.nl).

PLANTENSTUDIEGROEP

Olaf Op den Kamp (plantenstudiegroep@nhgl.nl).

PLANTENWERKGROEP WEERT

Jacques Verspagen
(plantenwerkgroepweert@nhgl.nl).

SPRINKHANENSTUDIEGROEP

Harry van Buggenum
(sprinkhanenstudiegroep@nhgl.nl).

STUDIEGROEP EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA EN TRICHOPTERA

Harry Tolcamp (ept@nhgl.nl).

STUDIEGROEP ONDERAARDSE KALKSTEENGROEVEN

Rob Visser (secretariaat@sok.nl).

VISSENWERKGROEP

Victor van Schaik (vissenstudiegroep@nhgl.nl).

VLINDERSTUDIEGROEP

Mark de Mooij (vlinderstudiegroep@nhgl.nl).

VOGELSTUDIEGROEP

Nicky Hulsbosch (vogelstudiegroep@nhgl.nl).

WANTENSTUDIEGROEP LIMBURG

Martine Lemmens (wantsen@nhgl.nl).

WERKGROEP DRIESTRUIK

Wouter Jansen (werkgroepdriestruik@nhgl.nl).

ZOOGDIERENSTUDIEGROEP

Aegidia van Grinsven
(zoogdierenstudiegroep@nhgl.nl).

STICHTINGEN

STICHTING NATUURPUBLICATIES LIMBURG

Uitgever van publicaties, boeken en rapporten (snl@nhgl.nl).

STICHTING DE LIERELEI

Projectbureau voor onderzoek van natuur en landschap in Limburg (lierelei@nhgl.nl).

STICHTING IR. D.C. VAN SCHAÏK

Stichting voor het beheer van onderaardse kalksteengroeven in Limburg. Postbus 2235, 6201 HA Maastricht (vanschaikestichting@nhgl.nl).

STICHTING NATUURBANK LIMBURG

Stichting voor het beheer van waarnemingen van het NHGL (natuurbank@nhgl.nl).

NATUURHISTORISCH M A A N D B L A D

REDACTIE Olaf Op den Kamp (hoofdredacteur), Philip Bossenbroek, Henk Heijligers, Jan Hermans, Ton Lenders, Gerard Majoor (eindredactie), Guido Verschoor, Raymond Pahlplatz & Marc Poeth (redactie-assistent) (redactie@nhgl.nl).

RICHTLIJNEN VOOR KOPIJ-INZENDING

Diegenen die kopij willen inzenden, dienen zich te houden aan de richtlijnen voor kopij-inzending. Deze kunnen worden aangevraagd bij de redactie of zijn te bekijken op www.nhgl.nl.

LAY-OUT & OPMAAK Van de Manakker, Grafische communicatie, Maastricht (mvandemanakker@xs4all.nl).

EDITING SUMMARIES Jan Klerkx, Maastricht.

DRUK Grafagroep Zuid, Swalmen.



Copyright. Auteursrecht voorbehouden. Overname slechts toegestaan na voorafgaande schriftelijke toestemming van de redactie.

ISSN 0028-1107

provincie limburg

