

Aquatic insect responses to riparian habitat degradation

Elmar Becker
Supervised by:
Piet Verdonshot, Michiel Kraak, Arie Vonk, Ralf Verdonshot

1

- BSc and MSc at UvA
 - Markermeer
 - Curaçaoan sponge
 - Rat and Leptospira eDNA (KRW)
- Teaching BSc biology, Future planet studies
- PhD Stream restoration ecology
 - Focus on aquatic insects
 - Other interests: Ecotoxicology, fish ecology, marine ecology
- Outside work...
 - Cycling and camping

2

<1% of streams ~4% of streams 95% of streams

Verdonshot & Nijboer, 2004

We know how to do this...

But how to get back?

3

Aquatic insects → indicators of stream health

- Water quality
- Degradation
 - Hydrological
 - Morphological
 - Climate change
- Hypothesis:
 - Riparian habitat degradation = big(gest) constraint for aquatic insects
 - Most critical stage (adult/egg/pupae) overlooked
- Aim: to understand insect responses to riparian habitat degradation

4

POLL 1: Hoeveel EPT soorten zijn er (ongeveer) in Nederland?

E= Haften/eendagsvliegen (Ephemeroptera)
 P= Steenvliegen (Plecoptera)
 T = Kokerjuffers/schietmotten (Trichoptera)

A. Minder dan 100
 B. Tussen de 100 en 200
 C. Tussen de 200 en 300
 D. Meer dan 300

5

POLL 1: Hoeveel EPT soorten zijn er (ongeveer) in Nederland?

E= Haften/eendagsvliegen (Ephemeroptera)
 P= Steenvliegen (Plecoptera)
 T = Kokerjuffers/schietmotten (Trichoptera)

A. Minder dan 100
 B. Tussen de 100 en 200
 C. **Tussen de 200 en 300**
 D. Meer dan 300

- ~190 kokerjuffersoorten
- ~11 steenvliegsoorten
- ~60 haftensoorten.
- Een deel hiervan kan alsnog lokaal uitgestorven zijn, en soorten kunnen Nederland hebben ge(her)-koloniseert.

6

Research Article: **More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas**
 Caspar A. Hallmann¹, Martin Sorg², Heinz Swan³, Henk Stepel¹, Nick Hoffand¹, Hubert Sumser², Thomas Hörrn²

Article: **The recovery of European freshwater biodiversity has come to a halt**
 Published: 24 March 2022

Article: **Analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances**
 Roel van Klink^{1,2,3}, Diana E. Bowler^{1,4,5}, Konstantin B. Gotschalk^{6,7}, Ann B. Swengel⁸, Alessandro Gentile¹, Jonathan M. Chase^{1,9}

Waterkwaliteit Nederlandse sloten en pl... blijft slecht
 Slechts 22 procent van de waterkwaliteit. Dat zegt N van sloten, vennen, kanz

7

Background

Recovery of freshwater biodiversity following legislation → single stressors
 (Qu et al., 2023; Van Looy et al., 2016; Vaughan & Ormerod, 2012)

Followed by stagnation → multi-stressed environment? Haase et al. 2023

- Aim:
 - determine long term trends in aquatic biodiversity
 - link to trait composition

Timeline: 1950s to 1970s (Start of the great acceleration), 1980s (Peak acidification, LRTAP Sulphur Protocols), 1990s (Peak EU use of N and P fertilizers, Urban Waste Water Treatment Directive), 1996 (Peak alien species introduction), 2000 (EU Water Framework Directive), 2003 (Hottest summer in 500 years), 2005 (New neonic pesticides authorized in Europe), 2016 (Paris Climate Accord), 2018 (EU Strategy for Climate), 2020 (Plastics in a Circular Economy), 2021 (Hottest European summer).

8

UNIVERSITY OF AMSTERDAM
IBED

POLL 2: Zijn er voor laaglandbeken zoals we in Nederland hebben, nog referentiecondities?

A. Ja
B. Nee



9

UNIVERSITY OF AMSTERDAM
IBED

POLL 2: Zijn er voor laaglandbeken zoals we in Nederland hebben, nog referentiecondities?

A. Ja
B. Nee

- Nee, ik ben van mening van niet, voor referentiecondities wordt vaak naar het buitenland gekeken (delen Duitsland en Polen). Waar een (deels) andere fauna is, en eigen condities



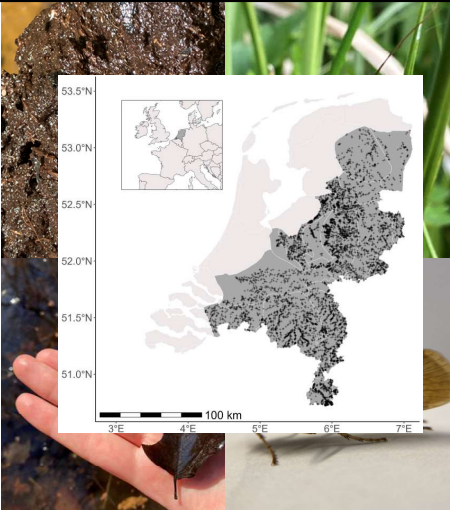
Jan van Holten Natuurfotografie

10

UNIVERSITY OF AMSTERDAM
IBED

Methods

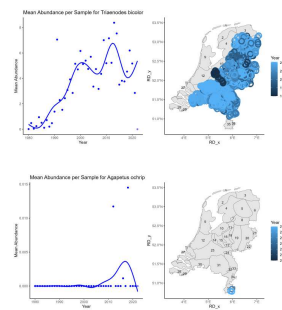
- Selected group: Trichoptera/Caddisflies
 - ~190 species in NL
 - Wide distribution
 - Diverse strategies
 - Varying habitat requirements
- Study area: eastern and southern NL > NAP
- Divided into 23 hydrobiological regions Mol, 1985
- WFD monitoring samples
 - 21,943 samples
 - 6,017 sampling sites



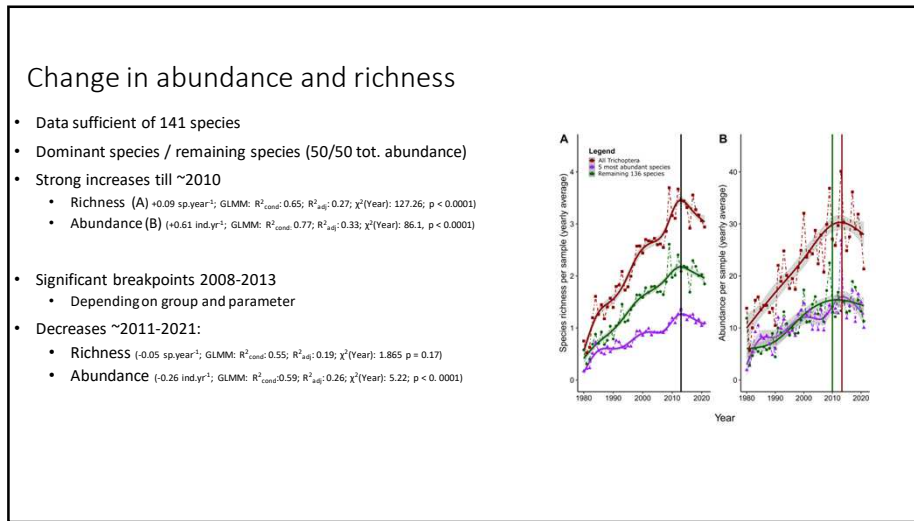
11

Analyses

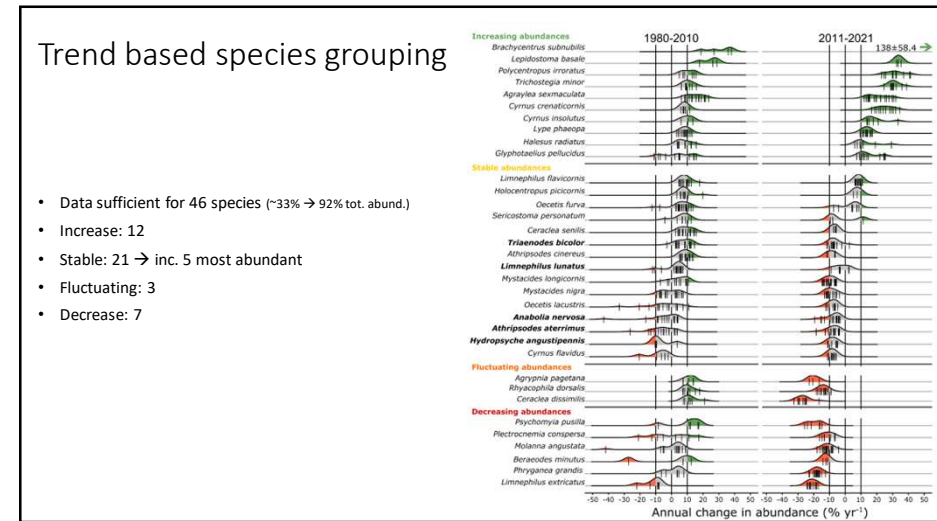
- Break in linear trend?
 - Breakpoint analyses → estimate if and when break is present
 - $\alpha < 0.05$, lowest BIC 'segmented' version 1.6.4 (Muggeo, 2008).
- Change in abundance and richness over time?
 - GLMM Fixed: Year, Region, proportion sample ID-ed to species (Rumschlag et al. 2023)
 - Random: season, site/region (Daskalova et al., 2021).
 - Negative binomial distribution (log-link) 'glimmTMB' ; Brooks et al., 2017
 - Assumptions and evaluations a.o Performance
- Trend based species grouping
 - Similar GLMM structure Per species, per region
 - Change in abundance significant if $> 10\% \text{ yr}^{-1}$
 - Van Kouwen et al., 2024
- Biological trait + ecological preferences
 - Freshwater ecology.info (Schmidt-Kloiber & Hering, 2015; Verberk et al., 2012)
 - Climate preferences (Sundermann et al., 2022).



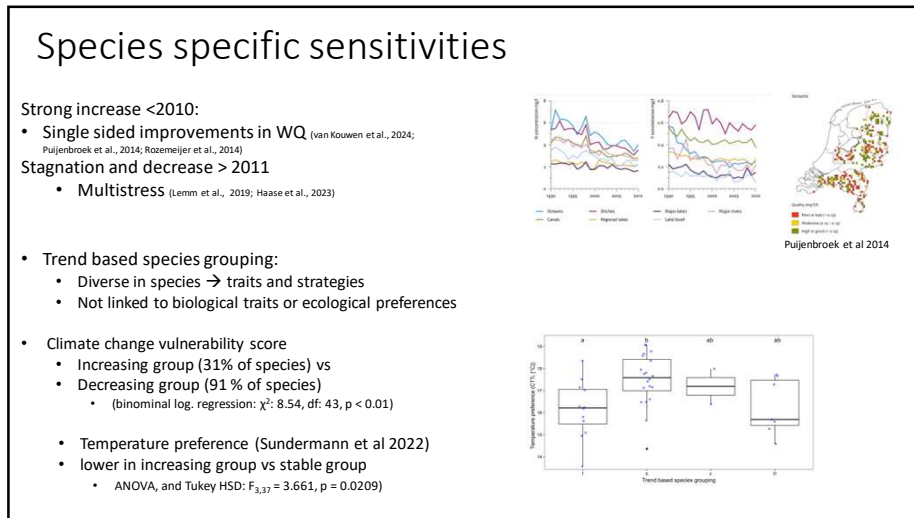
12



13



14



15

Poll 3. Is het introduceren van dood hout in beken een zinloze exercitie?

- Ja, als je de natuurlijke processen hersteld volgt gaat dit vanzelf
- Ne, het heeft nut en is belangrijk voor veel soorten, mits ook andere (natuurlijke) processen worden hersteld.
- Ne, het is leuk om te doen en het lucht op
- Ja, wat moeten ze nou met dood hout

- Antwoord na volgende slide 😊

16

Discussion – increasing group

- Relatively rare and locally distributed
- More in natural areas
- Species dependent on influx CPOM
 - (obligatory) wood eaters
- Restoration measures
 - Natural morphology and riparian vegetation

Antwoord poll 3.
B. Nee, het heeft nut en is belangrijk voor veel soorten, mits ook andere (natuurlijke) processen worden hersteld.

Kokerjuffers kunnen beekherstel afmaken

20 APRIL 2014 - Op woensdag 12 maart zijn in de Heelsumse beek op de Veluwe enkele duizenden larven van de kokerjuffer *Lepidostoma basale* uitgezet. Deze soort speelt een belangrijke rol in de afbraak van grof organisch materiaal, zoals takken en bladen, en kan zo zorgen voor een beter functionerend beekecosysteem. De reden om de natuur een handje te helpen is dat de meeste beekrechten zich bijzonder slecht voelen. Het is op dit moment gebruikelijk beken aanpakking met meer streekluisen door de soorten die van nature in zijn beek thuishoren.

R. Verdonchot; Nature today

17

Dis

Science of the Total Environment

Species Specific Responses to Anthropogenic Stressors Hamper Trichoptera Recovery in an Urbanised Landscape

Manuscript Draft

Manuscript Number:	STOTEN-D-24-10243
Article Type:	Research Paper
Keywords:	Urban water invertebrates; EPT; biodiversity loss; water quality; hydromorphology; anthropologically modified ecosystems
Corresponding Author:	Elmar Becker, MSc University of Amsterdam Amsterdam, NETHERLANDS
First Author:	Elmar Becker, MSc

- Decrease
- Out
- Se
- Metho
- Lir
- Rare and abundant species treated equally

- Further efforts urgently required to improve habitat quality
 - Large scale stressors (CC, pollutants, degradation)
- Positive effects local restoration measures

18

Poll 4. Adulte kokerjuffers, steenvliegen en haften eten niet

- A. waar
- B. Niet waar
- C. Soortafhankelijk

19

Poll 4. Adulte kokerjuffers, steenvliegen en haften eten niet

- A. waar
- B. Niet waar
- C. Soortafhankelijk

Antwoord: C, soortafhankelijk.

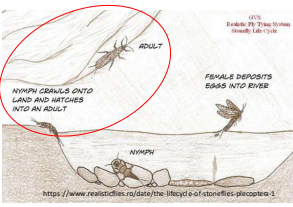
- Haften hebben onderontwikkelde monddelen en kunnen niet eten.
- Kokerjuffers eten in sommige gevallen, m.n. de langlevende soorten eten nectar en hebben dit nodig om de eitjes te laten ontwikkelen (Mackay & Wiggins, 1979).
- Steenvliegen eten o.a. pollen, schimmels en detritus als adult (Ruá & Tierno de Figueroa, 2014)

20

UNIVERSITY OF AMSTERDAM
IBED

Effect of temperature and drought: stream insects in the riparian zone

- Climate extremes predicted to increase
 - Drought & more intense rain
 - Temperature
- Interacts with hydromorphology
 - Flashier discharge
 - Less shading
- Organism bottleneck: Transition between life stages
- How do heat and drought affect riparian insects during emergence?




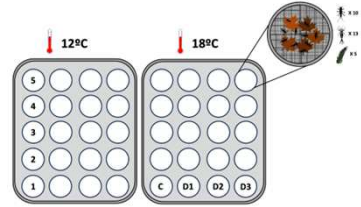
https://www.researchgate.net/publication/318540161

21

UNIVERSITY OF AMSTERDAM
IBED

Mesocosm setup

- Organism from Hierdense beek (March/April 2023)
 - Month to weeks before emergence
- Flow through mesocosm with sediment and OM
- 2 Temperatures
 - Ambient 12(C) and high (18C) temperature
- 4 Drought treatments
 - Permanent wet, 1, 2, 3, week dry → the rewetted
- Endpoints:
 - Survival, day of emergence
 - Fitness: wing length, body weight

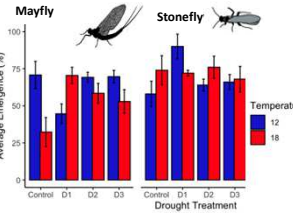
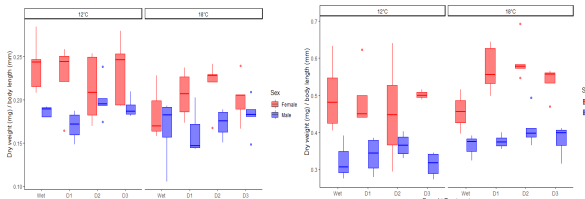



22

UNIVERSITY OF AMSTERDAM
IBED

Results

- Emergence**
 - Temperature:**
 - Reduced emergence in mayfly
 - Increased emergence in stoneflies
- significant interactive effect** of temperature and drought on the number of emerged mayflies and stoneflies
- Fitness
 - Female stoneflies **lower fitness at elevated temperatures** ($p = 0.03$)
 - Mayfly **increase** in condition factor of both sexes at elevated temperature ($p = 0.006$)

23

UNIVERSITY OF AMSTERDAM
IBED

Discussion

- Temperature negatively affects stoneflies, but positively affects mayflies
 - Stoneflies prefer colder waters (Conti et al., 2014; Tierno de Figueroa et al., 2010)
 - Mayflies cope with rising temperatures (Conti et al., 2014; Haidekker & Hering, 2008; Jourdan et al., 2018)
- Drought negatively affects mayflies and most stoneflies, but positively affects *Nemoura cinerea*
 - Adaptations of *N. cinerea* eggs and nymphs (Boulton & Lake, 2008; Iversen et al., 1978)
- Life cycle plasticity important trait**

Temperature accelerates development of stream insects (Gilbert & Raworth, 1996; Rowe & Ludwig, 1991)

24

Take-home message

Both species are vulnerable to at least one component of climate change



Implement effective water management strategies
Focus on the whole stream including riparian zones

25

UNIVERSITY OF AMSTERDAM
I B E D

Why is the riparian habitat important? How is the riparian habitat used?

STOWA publicatie – juni 2024 – Eisen insecten oevervegetatie
Ook internationaal project

26

Poll 5. Kokerjuffers (schietmotten) leggen hun eitjes altijd in het water.

- A. Nee, ze leggen heus wel eens eitjes op het droge
- B. Nee, ze doen gewoon waar ze die dag zin in hebben
- C. Ja, het zijn immers semi-aquatische insecten



27



28

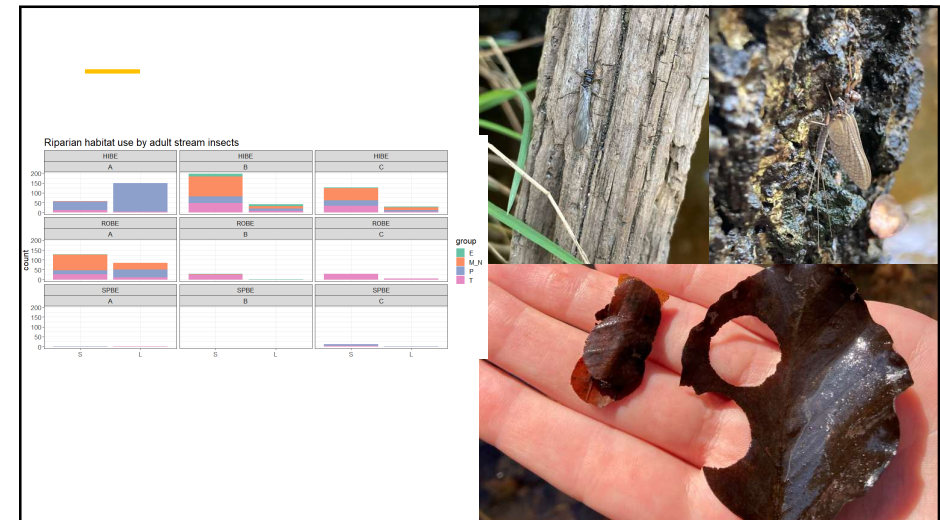
UNIVERSITY OF AMSTERDAM
I B E D

Questions?

E.Becker@uva.nl

Acknowledgements: (Co)-Promotors: Piet Verdonchot, Michiel Kraak, Arie Vonk & Ralf Verdonchot
Students: Sheragar van Wetten, Livia Brunner, Jelmer Klaasen, Charlotte Chambers de Moreira, Amina Schellekens, Elize Overboom
Area and Water management Boards:
Natuurmonumenten, Gelders Landschap, Staatsbosbeheer
Waterschap Overijssel, Waterschap Limburg, Waterschap Vallei en Veluwe

29



30