A microscopic image showing a large, transparent rotifer with internal structures visible, surrounded by numerous small, green, spherical microorganisms. The image is partially obscured by a white triangular shape on the left side of the slide.

Pestizide: Auswirkungen auf die Biodiversität (Arten, Ökosysteme, genetische Vielfalt)

Marion Junghans

VUR Jahrestagung, Solothurn, 15.06.2022



Pestizide

- Biologisch aktive Wirkstoffe zur Bekämpfung unerwünschter Organismen
 - Insekten → Insektizide
 - Herbizide → Pflanzen
 - Fungizide → Pilze
 - ...
- Im Jahr 2020 ca 500 zugelassene Wirkstoffe

Pflanzenschutzmittel (PSM): CH: Pflanzenschutzmittelverordnung (SR916.161)

- Schutz von (Kultur)Pflanzen oder Erntegütern vor Schadorganismen
- Hemmung des Wachstums unerwünschter Pflanzen
- Konservierung von Pflanzenerzeugnissen



Biozide: CH: Biozidprodukteverordnung (SR813.12)

- Bekämpfung von Schadorganismen ausserhalb der Lebensmittelerzeugung
- Z.B. Materialschutz, Schädlingsbekämpfung, Desinfektion



Einige Wirkstoffe sind sowohl als PSM als auch als Biozide zugelassen

Was wissen wir über die Auswirkungen von Pestiziden auf die Umwelt?



Basic and Applied Ecology
Volume 11, Issue 2, March 2010, Pages 97-105

Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland

Flavia Geiger^a, Jan Bengtsson^b, Frank Berendse^a, Wolfgang W. Weisser^c, Mark Emmerson^{d, e}, Manuel B. Morales^f, Piotr Ceryngier^g, Jaan Liira^h, Teja Tschamtkéⁱ, Camilla Winqvist^b, Sönke Eggers^b, Riccardo Bommarco^b, Tomas Pärt^b, Vincent Bretagnolle^j, Manuel Plantegenest^k, Lars W. Clement^c, Christopher Dennis^{d, e}, Catherine Palmer^{d, e} ... Pablo Inchausti^j

Review > Science. 2015 Mar 27;347(6229):1255957. doi: 10.1126/science.1255957.
Epub 2015 Feb 26.

Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers

Dave Goulson¹, Elizabeth Nicholls², Cristina Botías², Ellen L Rotheray²

> Proc Natl Acad Sci U S A. 2013 Jul 2;110(27):11039-43. doi: 10.1073/pnas.1305618110.
Epub 2013 Jun 17.

Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates

Mikhail A Beketov¹, Ben J Kefford, Ralf B Schäfer, Matthias Liess

Logo: RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, INRAE, Ifremer

Liberté, Egalité, Fraternité

The impacts of plant protection products on biodiversity and ecosystem services

Summary of the collective scientific expertise - Mai 2022

Biological Conservation 232 (2019) 8-27



Contents lists available at ScienceDirect

Biological Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/bioco

Review

Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers

Francisco Sánchez-Bayo^{a, *}, Kris A.G. Wyckhuys^{b, c, d}

^a School of Life & Environmental Sciences, Sydney Institute of Agriculture, The University of Sydney, Eveleigh, NSW 2015, Australia

^b School of Biological Sciences, University of Queensland, Brisbane, Australia

^c Chrysalis, Hanoi, Viet Nam

^d Institute of Plant Protection, China Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China

OPEN ACCESS Freely available online



Pesticide Acute Toxicity Is a Better Correlate of U.S. Grassland Bird Declines than Agricultural Intensification

Pierre Mineau^{1*}, Mélanie Whiteside^{1, 2}

Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale

Sebastian Stehle and Ralf Schulz¹

Institute for Environmental Sciences, University Koblenz-Landau, D-76829 Landau, Germany

Edited by Jules M. Blais, University of Ottawa, Ottawa, Canada, and accepted by the Editorial Board March 13, 2015 (received for review January 6, 2015)



ARTICLE

Received 7 Aug 2015 | Accepted 5 Jul 2016 | Published 16 Aug 2016

DOI: 10.1038/ncomms12459 OPEN

Impacts of neonicotinoid use on long-term population changes in wild bees in England

Ben A. Woodcock^{1*}, Nicholas J.B. Isaac^{1*}, James M. Bullock¹, David B. Roy¹, David G. Garthwaite², Andrew Crowe² & Richard F. Pywell¹



Published: 09 July 2014

Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations

Caspar A. Hallmann¹, Ruud P. B. Foppen, Chris A. M. van Turnhout, Hans de Kroon & Eelke Jongejans

Nature 511, 341-343 (2014) | Cite this article



Einige Erkenntnisse zum Verbleib von PSM in der Umwelt



- PSM können in allen Umweltkompartimenten nachgewiesen werden:
 - Boden, Luft, Wasser, Sediment und auch in Lebewesen
- Der grösste Eintrag von PSM kommt aus der Landwirtschaft (Fr>90%, CH >85%)
- In landwirtschaftlichen Gebieten gibt es mehr PSM als in Gebieten mit anderer Nutzung
 - Dies gilt auch für Bäche, die durch diese Gebiete fließen und für die Luft über diesen Flächen
- In welchem Umweltkompartiment einzelne PSM anzutreffen sind hängt von ihren chemischen Eigenschaften ab
 - Herbizide sind häufig eher wasserlöslich und finden sich hauptsächlich im Wasser
 - Viele Insektizide sind eher fettlöslich und finden sich daher eher in Böden, Sedimenten und Lebewesen als im Wasser
 - Fungizide werden häufig im Boden und in der Luft gefunden, aber auch im Wasser
- Häufig werden Mischungen von PSM beobachtet
- Nach einem Verbot von PSM nimmt die Konzentration in der Umwelt ab, z.B. DDT und Lindan

PSM können direkte und indirekte Auswirkungen auf die Umwelt haben



Figure 3. Représentation conceptuelle des effets possibles des PPP sur la biodiversité, les processus écologiques et les fonctions écosystémiques à travers leurs interrelations (traduit de Pesce et al., 2022)².

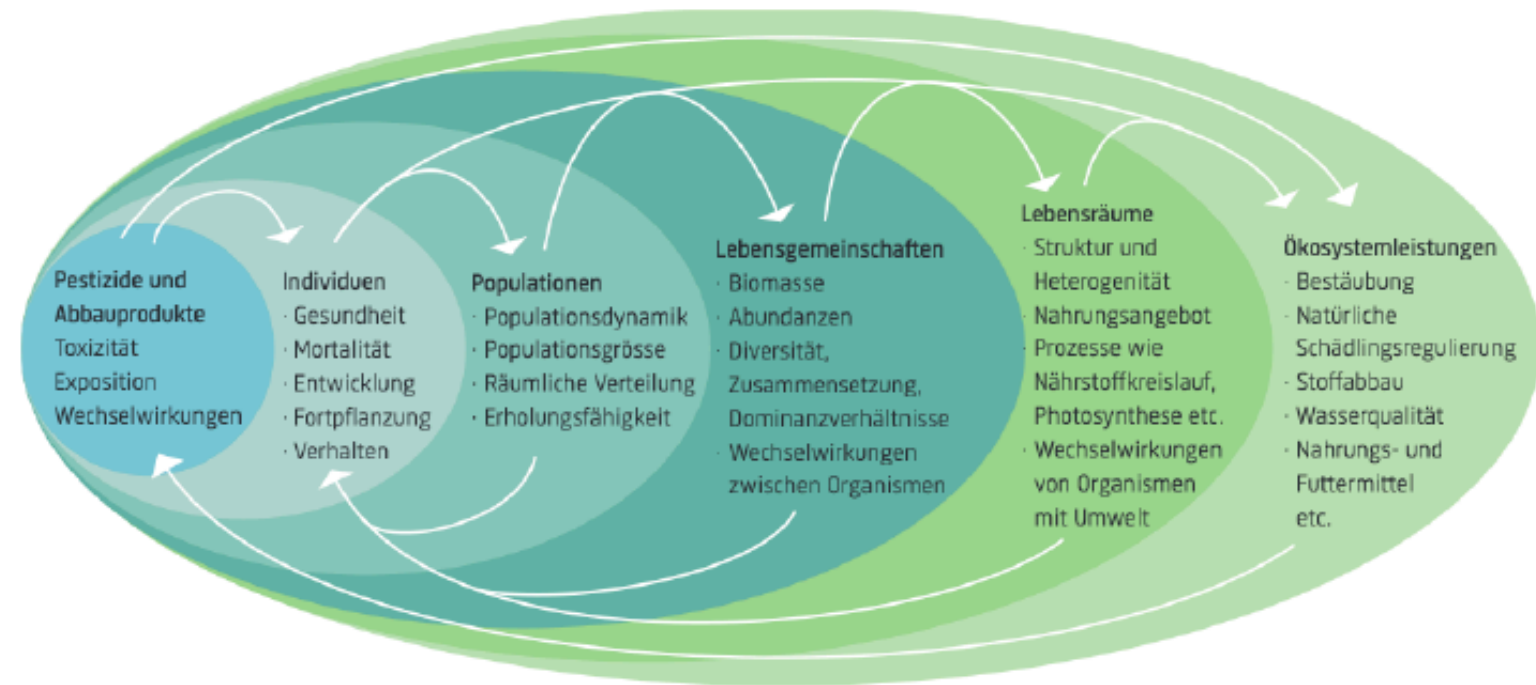


Abbildung aus SCNAT (2021) Pestizide: Auswirkungen auf Umwelt, Biodiversität und Ökosystemleistungen. Swiss academise factsheets Vo. 16, No.2, 2021

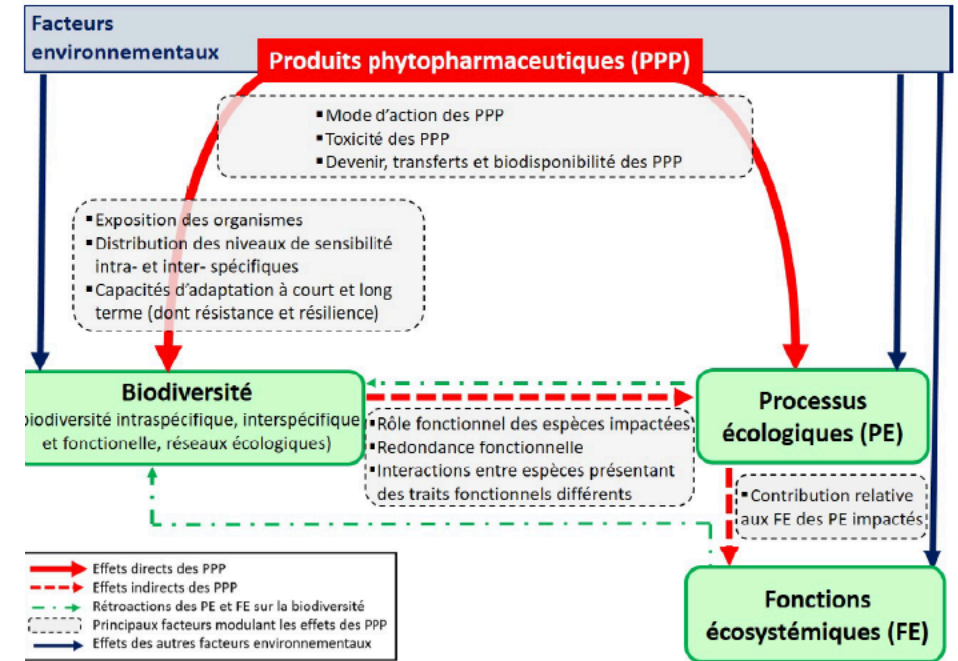
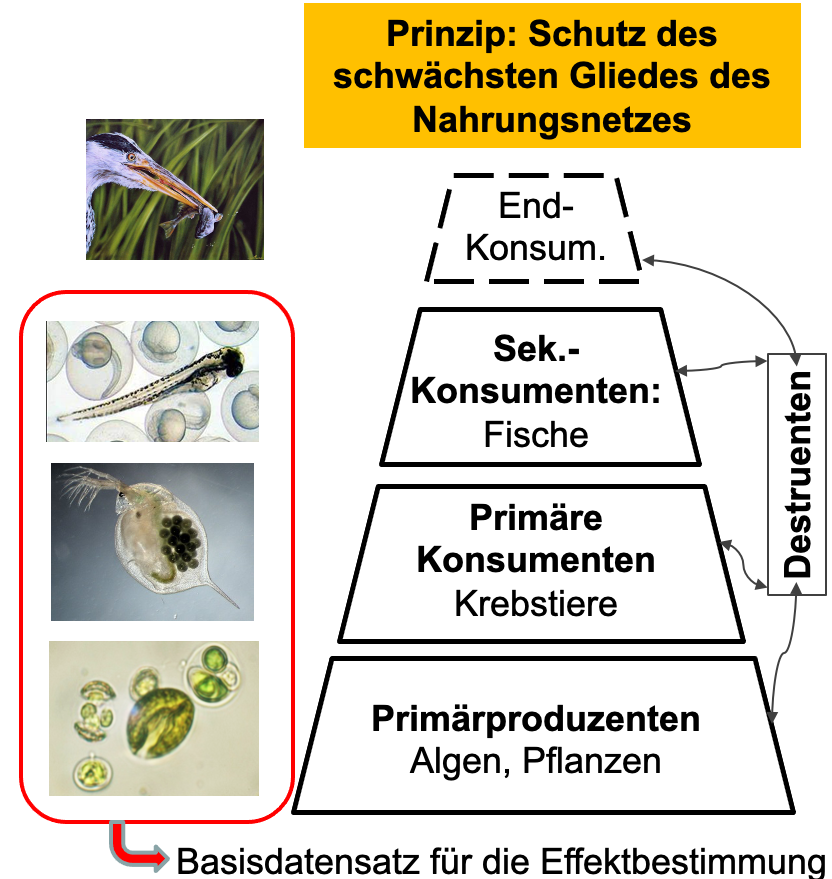


Abbildung aus INRAE & Ifremer https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/ExpertiseCollectivePestiEcotox_Résumé.pdf



- PSMV (SR 916.161)
 - *“Diese Verordnung soll sicherstellen, dass Pflanzenschutzmittel hinreichend geeignet sind und bei vorschriftsgemäsem Umgang keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt haben. Sie soll zudem ein hohes Schutzniveau für die Gesundheit von Mensch und Tier und für die Umwelt gewährleisten und die landwirtschaftliche Produktion verbessern.”*
- Die Antragsteller müssen Studien zur Verfügung stellen, in denen die Wirkung von PSM auf nicht-Zielorganismen in der Umwelt untersucht wurden
- Es können nicht alle Organismen untersucht werden, daher werden Stellvertreterarten ausgewählt
 - Z.B. Fische, Kleinkrebse, Insekten, Algen, Wasserpflanzen, Sedimentlebewesen
- Diese werden so ausgewählt, wichtige Vertreter des Nahrungsnetzes vertreten sind
- Anhand dieser Daten wird das Risiko für die Umwelt bestimmt



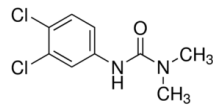


Risiko = Gefahr : Eintrittswahrscheinlichkeit



Umweltrisiko = Effektschwelle : Exposition

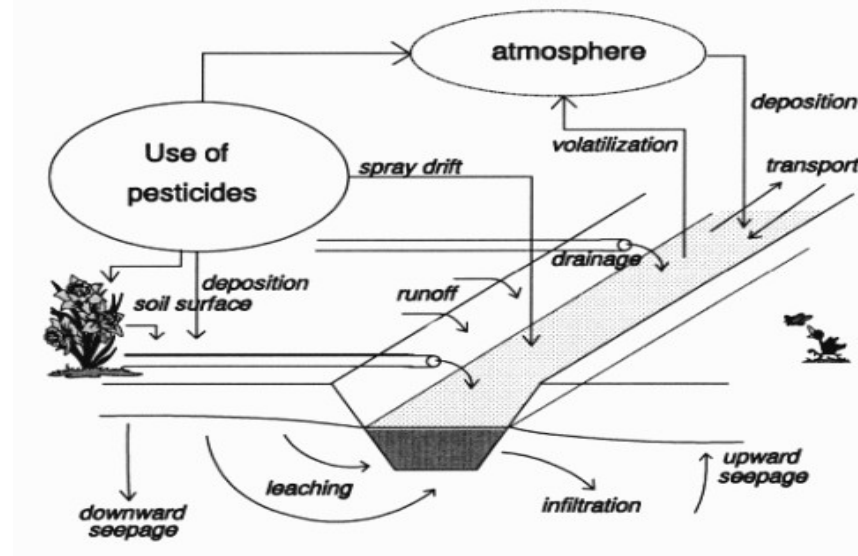
Festgestellter Effekt:
Wachstumshemmung



Diuron



(*Synechococcus major*
Bild: The Japanese
Fresh-water Algae, 1977)



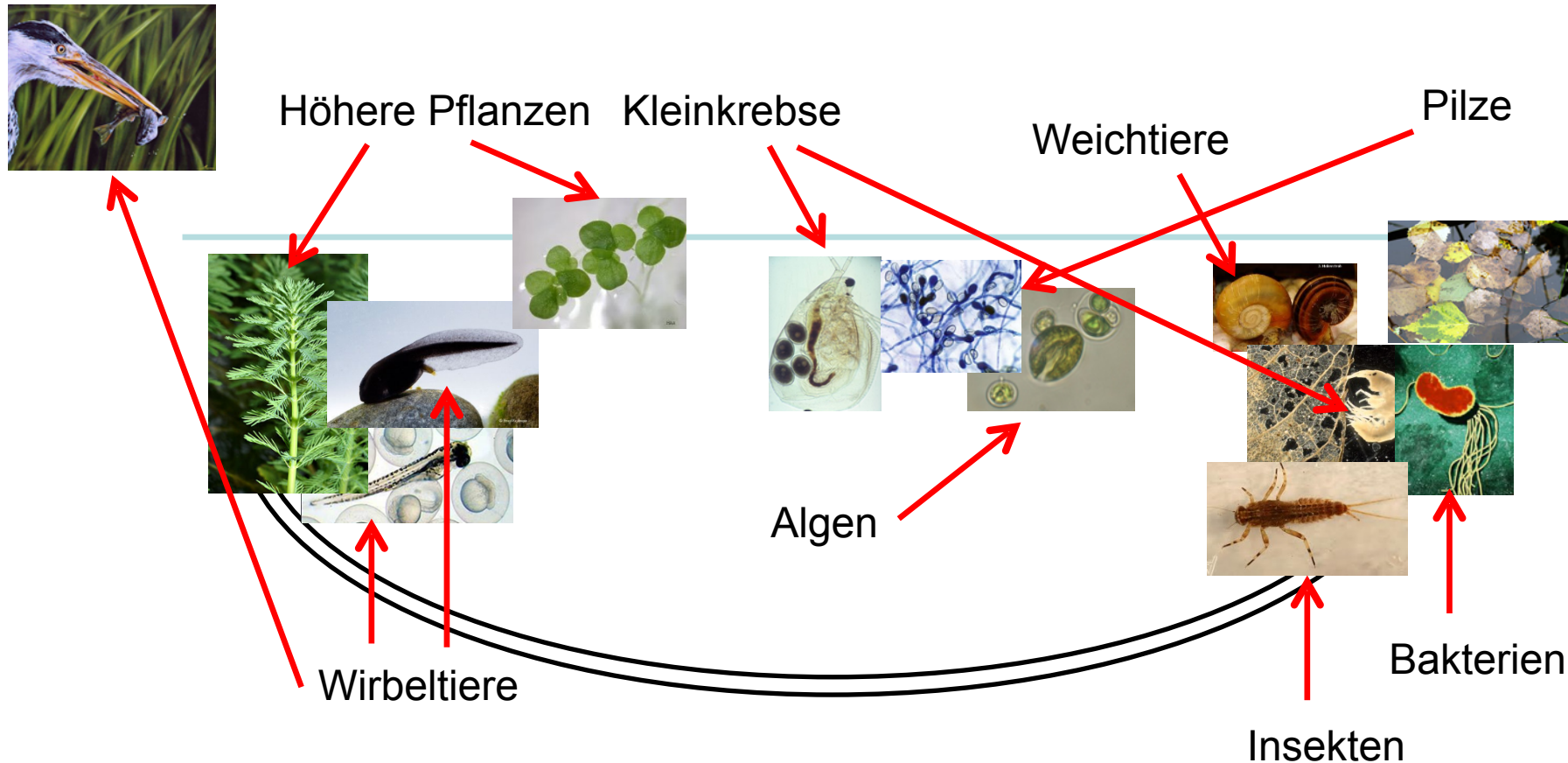
Beispiel: **FOCUS-TOXSWA 1.1.1** behandelt die Hydrologie und die Pestizidflüsse, die sich aus Oberflächenabfluss, Erosion und Drainage ergeben, sowie die momentanen Einträge über die Abdrift von Spritzmitteln

Anwendung:
Pestizidexposition im EU-Bewertungsprozess

Auch nach der Zulassung gibt es Anforderungen an PSM in der Umwelt



- Es gibt auch nach der Zulassungen Anforderungen an PSM in der Umwelt, z.B.
 - GSchV (SR 814.201)
 - «Die Wasserqualität soll so beschaffen sein, dass...Stoffe, die durch menschliche Tätigkeit ins Gewässer gelangen, die Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit empfindlicher Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen nicht beeinträchtigen»

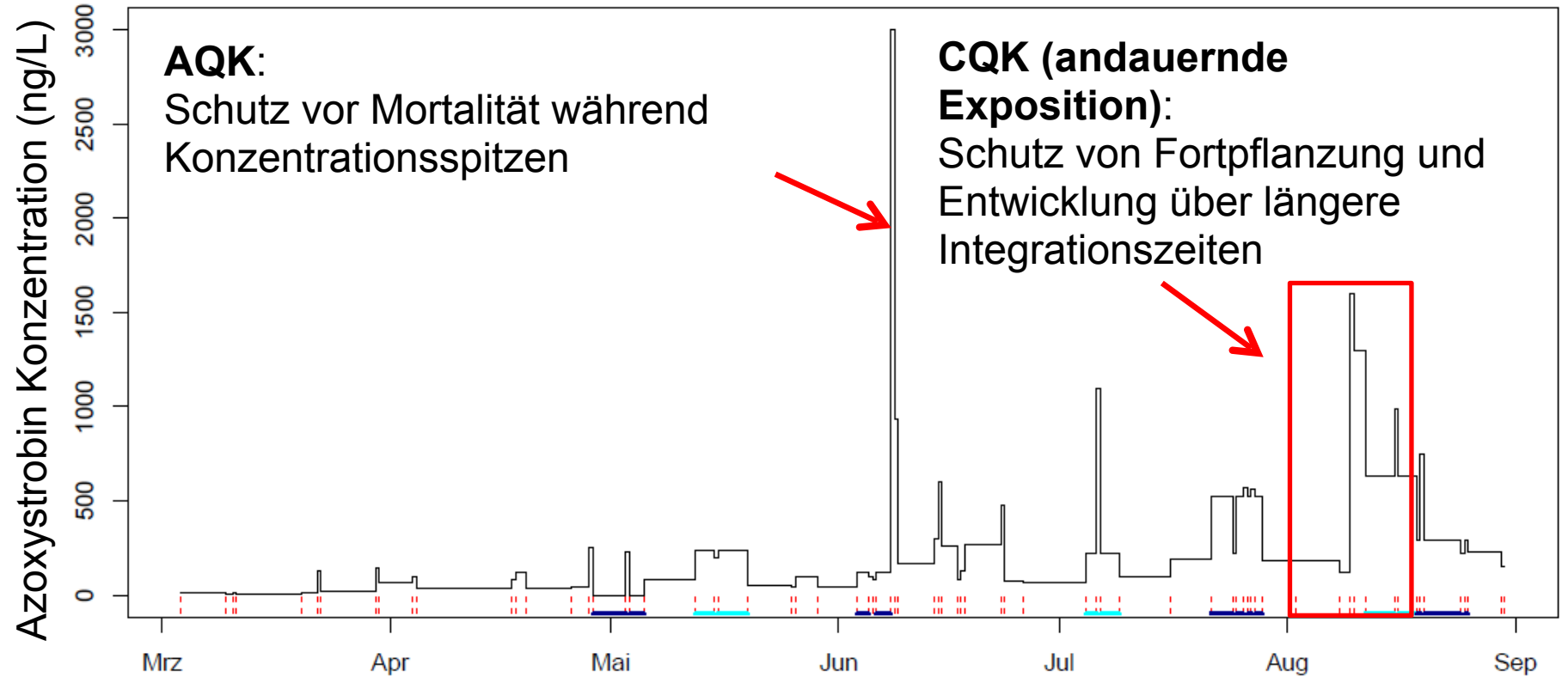




- Seit 2020 für 19 PSM individuelle Anforderungswerte
- Hergeleitet analog zur den EU-Wasserrahmenrichtlinie
- Das Oekotoxzentrum hat zur Beurteilung von Monitoring Ergebnissen noch für weitere Stoffe QK hergeleitet

AQK (Akutes Qualitätskriterium)

CQK (Chronisches Qualitätskriterium)



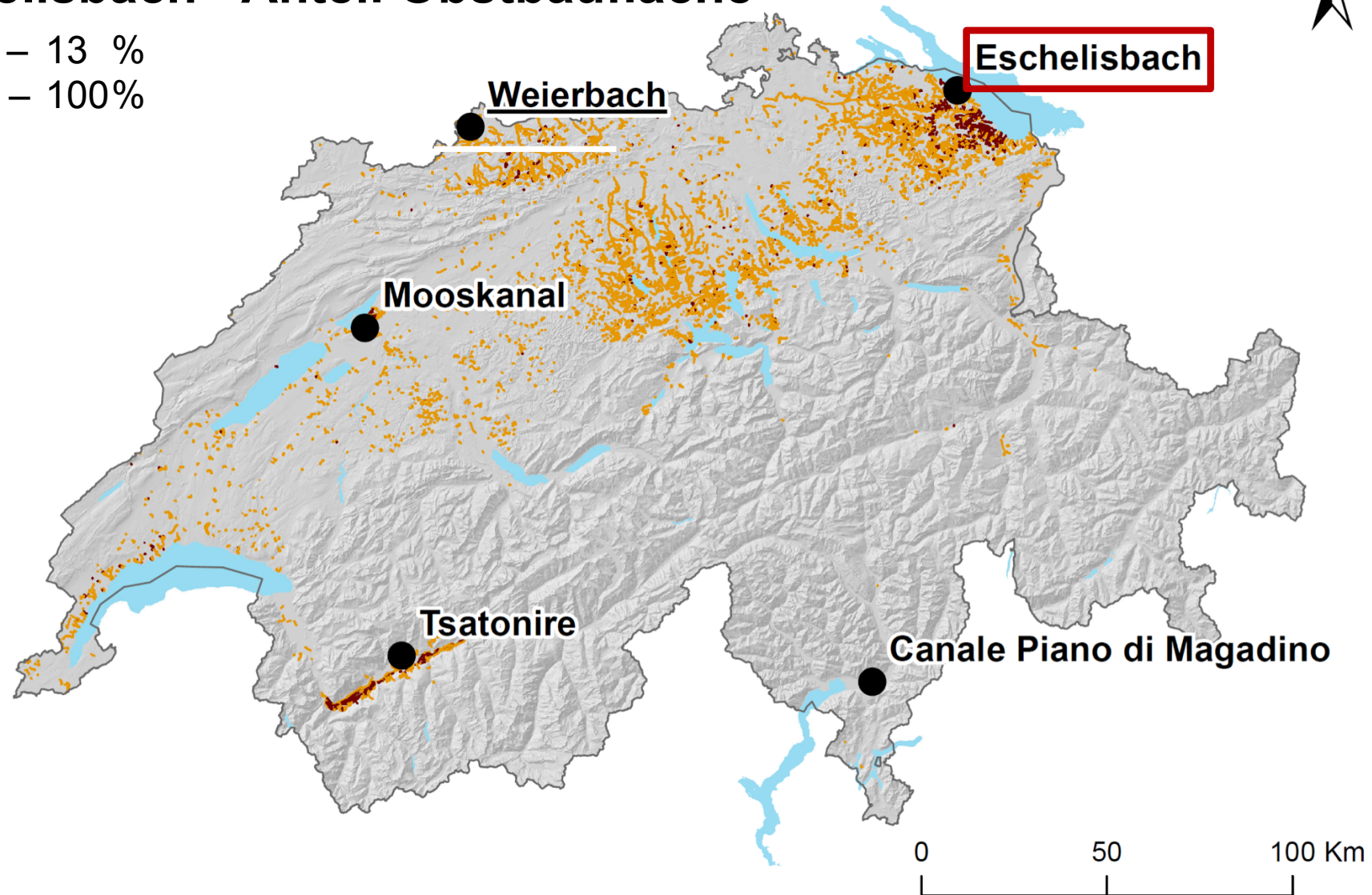
Integrationszeitraum CQK :

- Gemittelt über einen Zeitraum von 2 Wochen

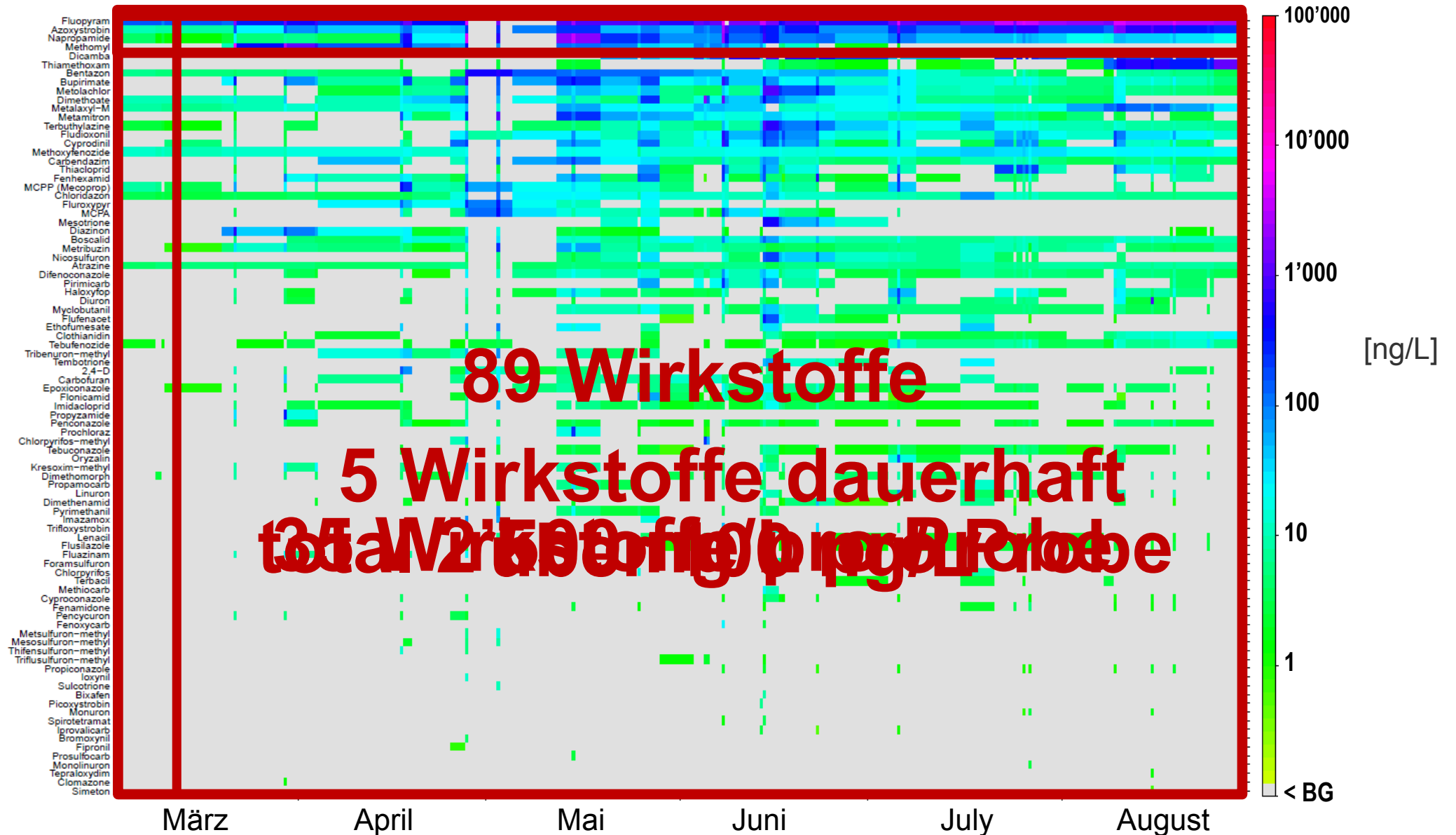


Eschelisbach - Anteil Obstbaufläche

- 2 – 13 %
- 13 – 100%



Im Eschelisbach gemessene Pflanzenschutzmittel





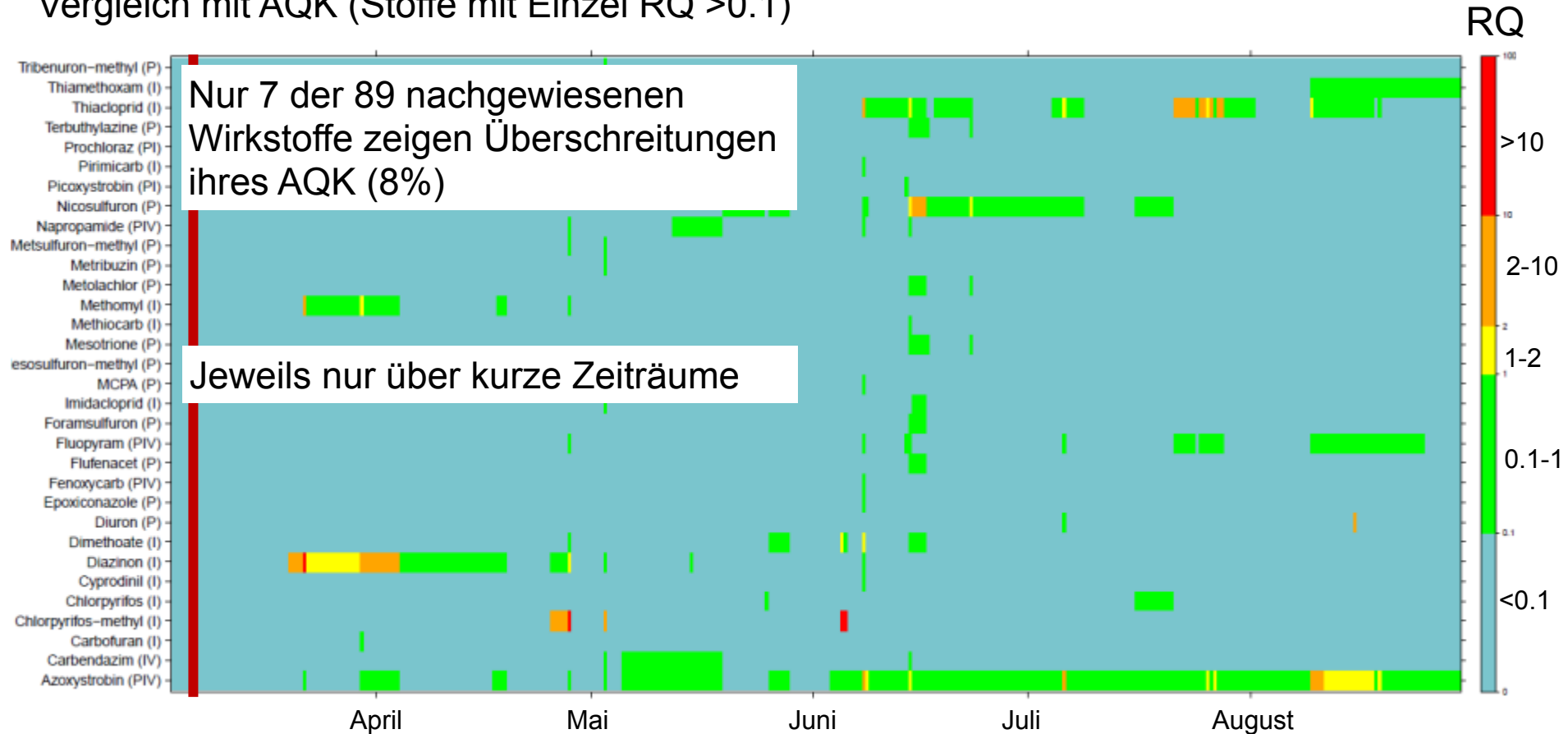
$$RQ = \frac{\text{Umweltkonzentration (MEC)}}{\text{Qualitätskriterium (QK)}}$$

Beurteilung		Bedingung/Beschreibung ($RQ = MEC / CQK$)	Einhaltung QK
	sehr gut	$RQ < 0.1$	QK eingehalten
	gut	$0.1 \leq RQ < 1$	
	mässig	$1 \leq RQ < 2$	QK überschritten (nicht eingehalten)
	unbefriedigend	$2 \leq RQ < 10$	
	schlecht	$RQ \geq 10$	

Was bedeuten die im Eschelisbach gemessenen Konzentrationen akut?



Vergleich mit AQK (Stoffe mit Einzel RQ >0.1)



Ist das gut?

➤ hängt von der Perspektive ab

Abbildung: Basierend auf Daten aus Simon Spycher et al. Environmental Science and Technology, 52(8), 4526-4535.

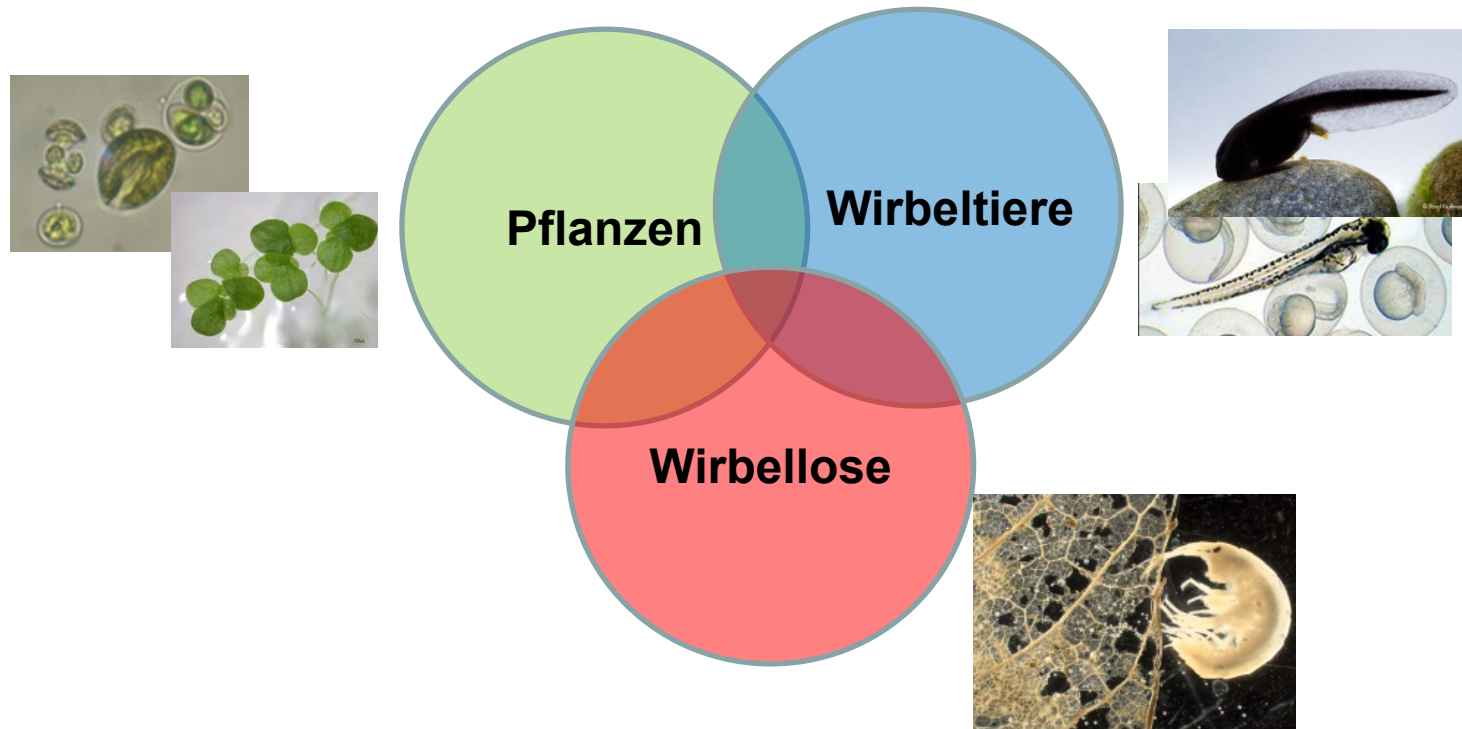
Ist die Beurteilung einzelner Stoffe ausreichend?



$$RQ_{\text{Mischung}} = \sum \frac{\text{Umweltkonzentration}_i}{QK_i}$$

> 1 = Risiko

Separate Bestimmung für jede dieser Organismengruppen:



Ist die Beurteilung einzelner Stoffe ausreichend?



Vergleich mit akuten Qualitätskriterien (Stoffe mit Einzel RQ >0.1)

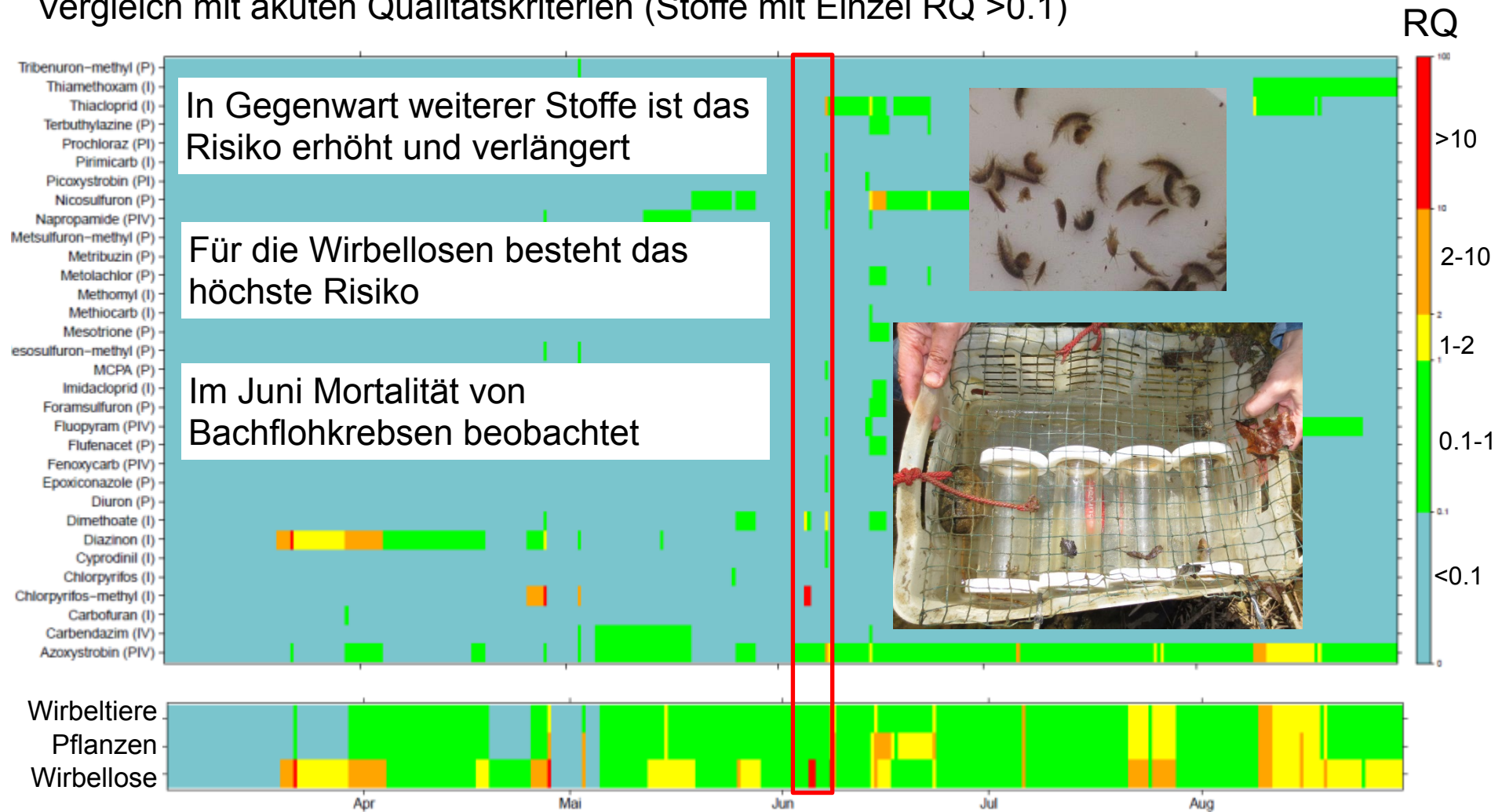


Abbildung: Simon Spycher et al.

Bachflohkrebsmortalität: Margje Koster, Kanton Thurgau

Was bedeuten die im Eschelisbach gemessenen Konzentrationen chronisch?



Vergleich mit CQK (alle gemessenen Stoffe)

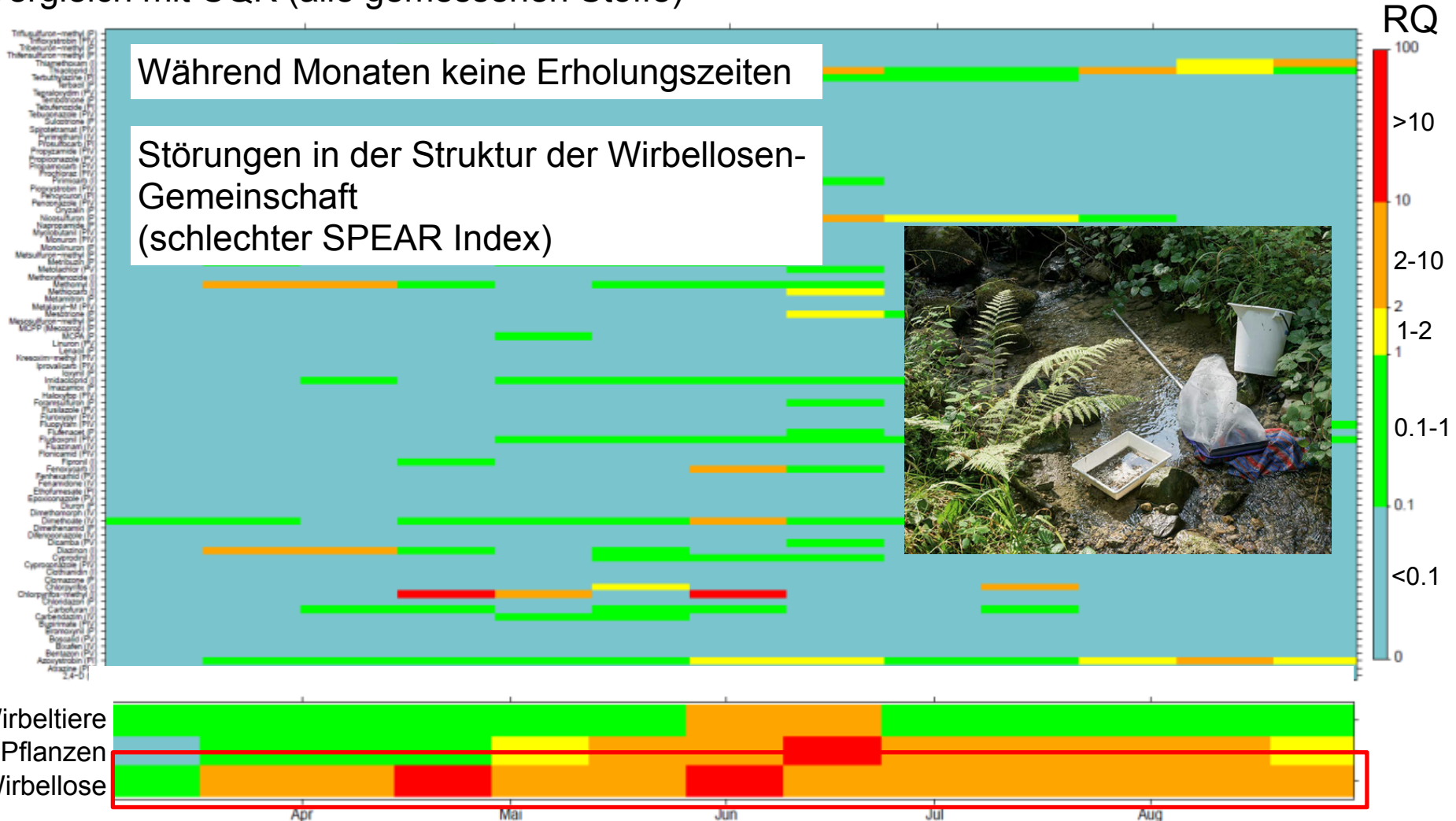


Abbildung: Simon Spycher et al. *in prep.*

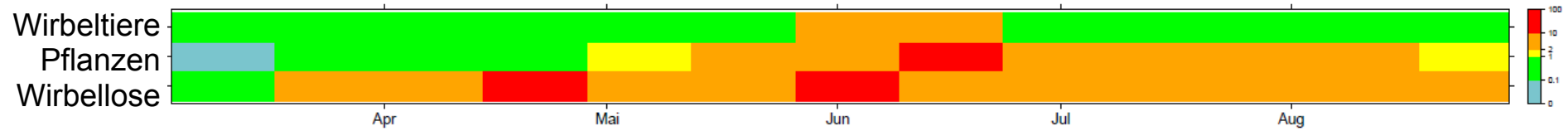
SPEAR Index: Caroline Baumgartner, Aqua Plus

Bild aus Aqua & Gas 2017 (4): BAFU

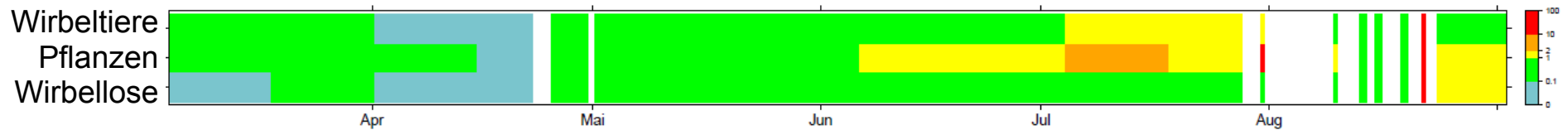


Chronisches Risiko

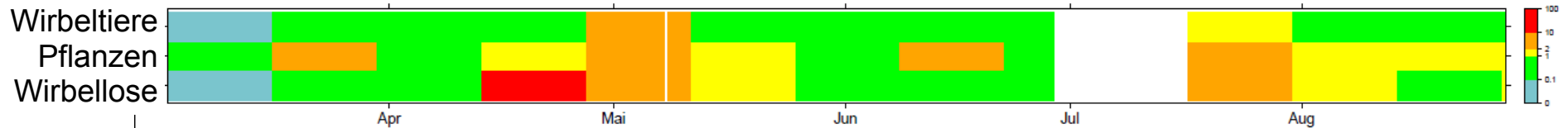
Eschelisbach (TG)



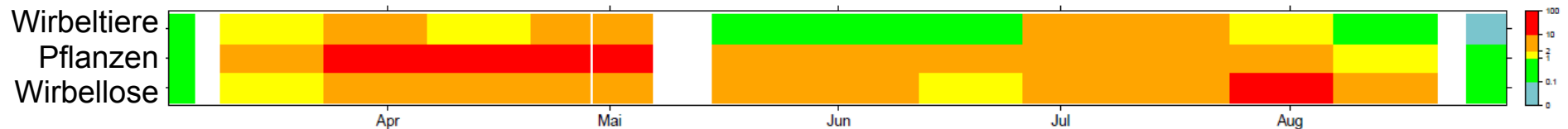
Canale Piano di Magadino (TI)



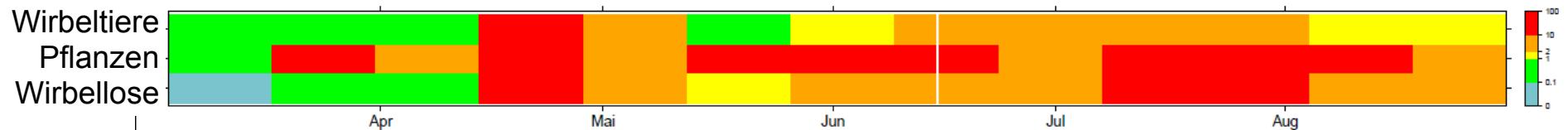
Mooskanal (BE)



Tsatonire (VS)



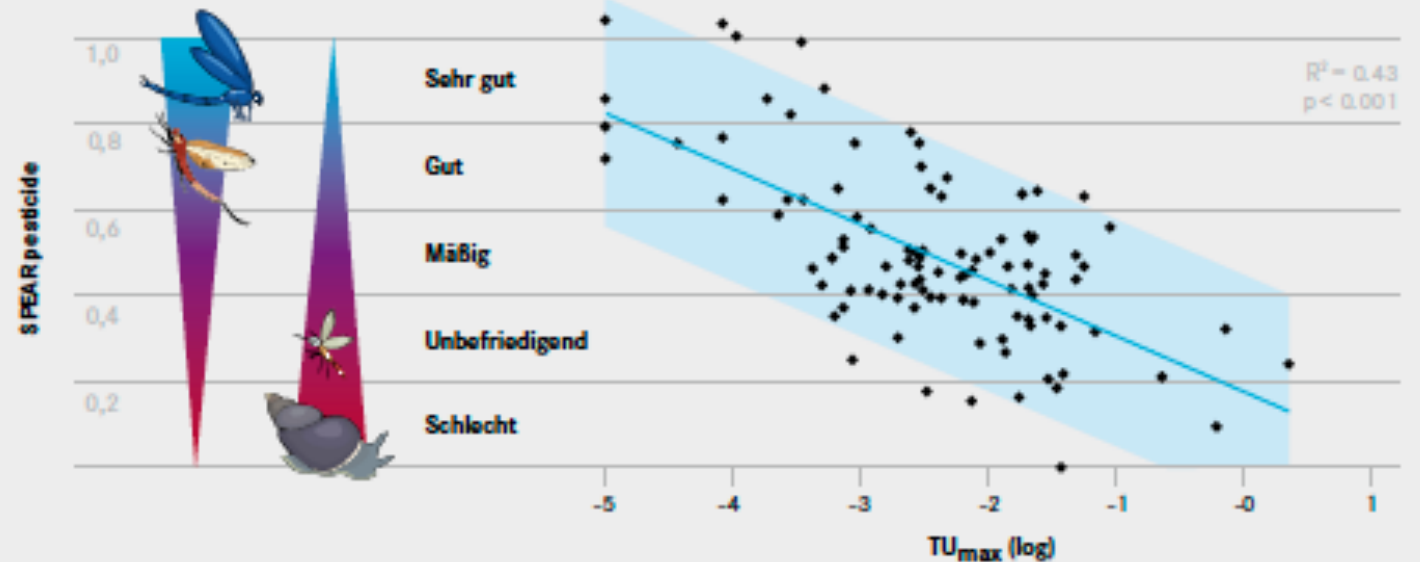
Weierbach (BL)



Ist die Schweiz eine Ausnahme?



- Auch in Deutschland beobachtet man einen negativen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von PSM in Kleingewässern und einer Verarmung der Wirbellosengemeinschaft in den Gewässern
- Im Monitoring von 2018-2019 sind z.T. die gleichen Wirkstoffe als risikoreich identifiziert worden wie in der Schweiz



Auswirkung der Toxizität von Pestiziden auf pestizidempfindliche wirbellose Arten

Der TU-Wert auf der X-Achse zeigt die Toxizität von Pestiziden im Gewässer. Von links (wenig toxisch) nach rechts (sehr toxisch) markieren die schwarzen Punkte immer die toxischste Messung an einer Probenahmestelle. Auf der Y-Achse ist der Indikator SPEAR_{pesticide} abgebildet, der den Anteil pestizidempfindlicher wirbelloser Arten im Verhältnis zur unbelasteten Gemeinschaft angibt. Je höher dieser Wert ist, desto mehr empfindliche Arten leben im Gewässer. Es wird deutlich, dass Messstellen mit einer geringen Pestizid-Toxizität einen guten SPEAR_{pesticide}-Wert aufweisen. Der linke Teil der Abbildung zeigt die Verschiebung in der Artengemeinschaft – empfindliche Arten gehen zurück, eher unempfindliche Arten nehmen zu.

Quelle: Matthias Liess et al.: Pesticides are the dominant stressors for vulnerable insects in lowland streams. Water Research (2021)

<https://www.ufz.de/kgm/index.php?de=44480>

Beispiel Nicosulfuron

- Für das Herbizid Nicosulfuron, das in der Schweiz Überschreitungen der Anforderung der GSchV zeigt, wurden auch in Deutschland Überschreitungen der gesetzlichen Anforderung (MAC-EQS) gemessen

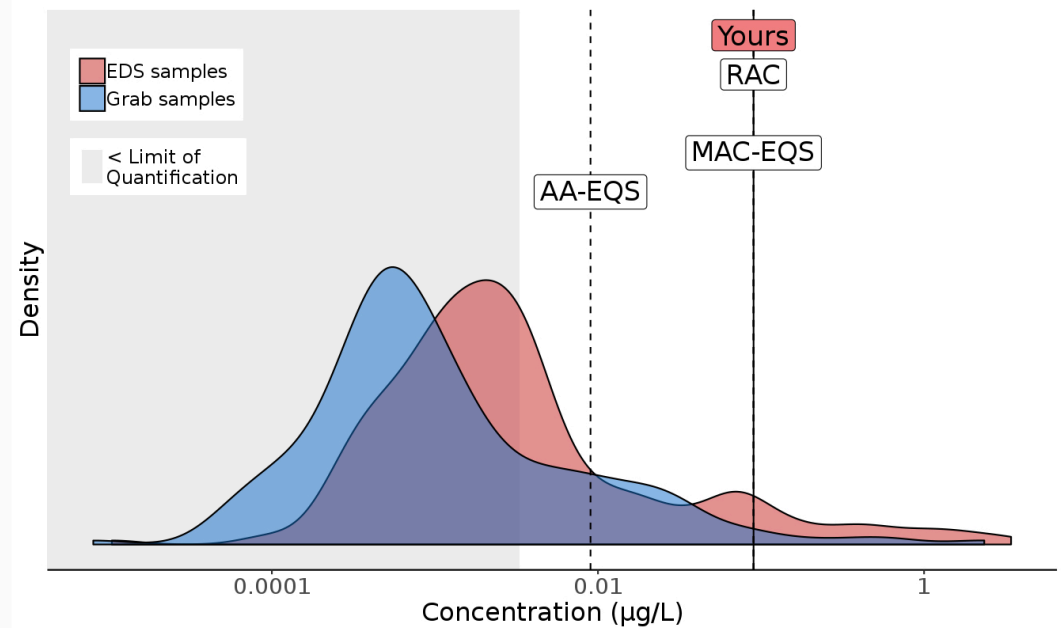
Select pesticide:

Nicosulfuron

Your concentration ($\mu\text{g/L}$):

0.09

Your concentration is higher than 94.6% of detects and exceeds the AA-EQS.



AC_{field} = not available

RAC = 0.09 $\mu\text{g/L}$

AA-EQS = 0.009 $\mu\text{g/L}$

MAC-EQS = 0.09 $\mu\text{g/L}$

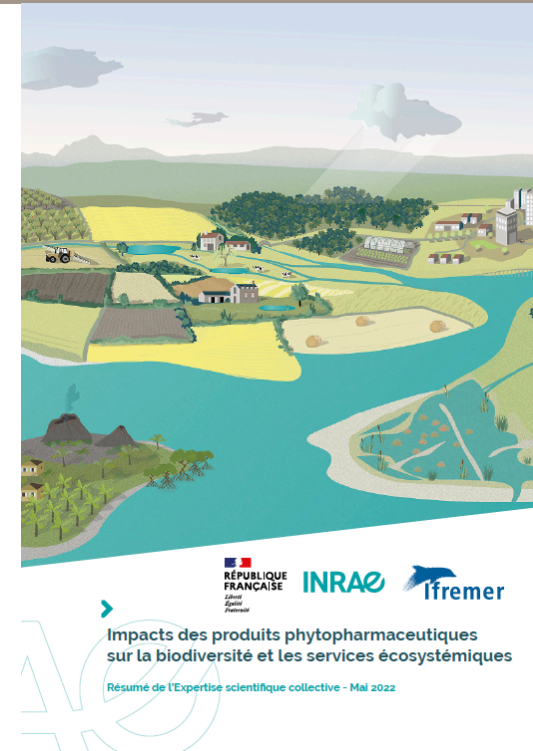
<https://www.ufz.de/kgm/index.php?de=48130>



- Die besten Daten liegen für die Gewässer vor, aber auch für ausserhalb des Gewässers gibt es Hinweise auf einen negativen Einfluss von PSM auf die Biodiversität, z.B.:
 - **Bienen:**
 - Die direkten Auswirkungen von Insektiziden aus der Gruppe der Neonikotinoide auf Bienen und andere Bestäuber wurden im Zulassungsverfahren anfänglich unterschätzt
 - Für die Überprüfung der Wiedezulassung wurden neue Daten erhoben
 - Daraufhin wurden viele Neonikotinoide vom Markt genommen
 - **Weitere Insekten:**
 - Es gibt Studien, die einen starken Rückgang der Insekten zeigen
 - Viele Insekten haben frühe Lebensstadien im Wasser und sind damit durch die Insektizide im Gewässer beeinflusst – auch hier wurden die Effekte der Neonikotinoide zunächst unterschätzt
 - Neben den direkten Effekten durch PSM vermutet man auch indirekte Einflüsse als Ursache für den Insektenrückgang, wie z.B. Habitatverarmung
 - **Vögel:**
 - In der Schweiz ist der Bestand insektenfressender Vogelarten des Kulturlandes seit den 1990er Jahren um 60% geschrumpft, die des Waldes jedoch stabil geblieben oder leicht gestiegen
 - Neben Landnutzungstechniken und Flurbereinigungen wird der Einsatz von Pestiziden als ein Einflussfaktor vermutet



SCNAT (2021) Pestizide: Auswirkungen auf Umwelt, Biodiversität und Ökosystemleistungen. Swiss academies factsheets Vo. 16, No.2, 2021



<https://www.inrae.fr/actualites/impacts-produits-phytopharmaceutiques-biodiversite-services-ecosystemiques-resultats-lexpertise-scientifique-collective-inrae-ifremer>



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit,
haben Sie Fragen?