

Physik statt Chemie – Die Wirkung öliger Flüssigkeiten auf Wasserorganismen

Hintergrund

In den letzten Jahren wurden auch Paraffinölprodukte, die im Pflanzenschutz angewendet werden, in das Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel einbezogen. Die wesentliche ökologische Nebenwirkung, die sich in Standardtests zeigte, ist eher physikalischer als chemischer Natur: Wasserflöhe werden im hydrophoben Oberflächenfilm, der sich auf der Testflüssigkeit bildet, gefangen und immobilisiert.

Ziel

Am Fraunhofer IME sollte ein spezifisches Studiendesign in Mikrokosmen entwickelt werden, um die Wirkung auf die empfindlichsten Wasserorganismen zu untersuchen, die Stabilität des Oberflächenfilms zu ermitteln und daraus resultierend das Wiederholungspotenzial betroffener Organismen abzuleiten.

Projektbeschreibung

Zusätzlich zu der in den Mikrokosmen etablierten Zooplankton-Lebensgemeinschaft wurden Insektenlarven und Ruderwanzen (Corixidae) eingesetzt, um die folgenden gegenüber Ölfilmen als besonders empfindlich angenommenen Endpunkte untersuchen zu können:

- Der Schlupf an der Wasseroberfläche, vor allem durch Mücken (*Chaoborus*, *Chironomus*) und Eintagsfliegen (*Baetis*)
- Das Überleben von Mückenlarven, die zum Atmen an der Wasseroberfläche angehaftet sind (Culicidae, gemessen als Emergenzrate)

- Das Überleben von Ruderwanzen, die in regelmäßigen Intervallen zum Atmen die Wasseroberfläche durchdringen müssen. Im Blickpunkt standen vor allem kleine Arten von etwa 0,5 cm Körperlänge.

Ergebnisse

Die Ergebnisse aus zwei Studien mit ähnlichen Produkten bei unterschiedlichen Dosen und Wassertiefen zeigten, dass das Zooplankton, der Schlupfprozess der Insekten und die Photosyntheseleistung durch die eingebrachte Substanz und den sich bildenden Ölfilm nicht signifikant beeinträchtigt wurden. Die Überlebensrate von Mückenlarven und Ruderwanzen wurde jedoch in Abhängigkeit von der Dosis reduziert. Die Mortalität der Ruderwanzen konnte so präzise ermittelt werden, dass mittels Probit-Analyse LD_{50} -Werte bestimmt werden konnten. Der Oberflächenfilm zersetzte sich dosisabhängig innerhalb einer Woche; ein Wiederholungspotenzial konnte entsprechend schnell gezeigt werden. Im Vergleich beider Studien unterschieden sich die Ergebnisse bezüglich der Ruderwanzen als empfindlichsten Organismen, wenn die Dosis auf das Wasservolumen bezogen wurde. Bei Bezug auf die Wasseroberfläche waren die Ergebnisse hingegen nahezu identisch (Fig. 1, $LD_{50}=190 \text{ mg/m}^2$), was den physikalischen Charakter der Wirkung unterstreicht.

Schlussfolgerungen für den Gewässerschutz

Neben ihrer Verwendung für die Pflanzenschutzmittelzulassung haben die Studien einen generellen Wert für die vergleichende Abschätzung von physikalischen gegenüber chemisch-toxi-

schen Wirkungen. Verglichen mit den Dosen, die nötig sind, um Effektkonzentrationen gelöster Substanzen zu erreichen, sind die Wirkdosen für die beobachteten Effekte niedrig. Bei homogener Belastung eines Wasserkörpers mit 100 m² Oberfläche und einer Tiefe von 50 cm mit der errechneten LD_{50} ist eine Menge von 19 g nötig, um 50 % der empfindlichsten Art zu töten. 19 g einer löslichen Substanz homogen im selben Wasserkörper verteilt entsprächen einer Konzentration von 0.38 mg/L. Dieser Vergleich unterstützt die berichteten Auswirkungen nichttoxischer nativer Öle und Fette, die in einem Übersichtsartikel für das Umweltbundesamt zusammengestellt wurden^{1,2}. Der Artikel und die dargestellten Ergebnisse (Fig. 1) dienen als Argumente für die Entscheidung der Kommission zur Bewertung wassergefährdender Stoffe (KBWS) in 2007, physikalische Effekte in die Bewertung einzubeziehen. Damit werden auch native Öle nicht länger als nicht wassergefährdend eingestuft und müssen einer Gefährdungsabschätzung unterzogen werden.

Ansprechpartner / Contact

Dr. Christoph Schäfers
christoph.schaefers@ime.fraunhofer.de
Tel: +49 2972 302–270

1) Fliedner A, Schäfers C (2005) Berücksichtigung von Kriterien zur Bewertung der Gefährdung von aquatischen Organismen durch native Öle und ölähnliche Stoffe durch physische Kontamination (Coating und Smothering) z. B. für die Einstufung in Wassergefährdungsklassen. Forschungsbericht Vorhaben Z6–98 316/5, Umweltbundesamt Berlin, 54 S.

2) Fliedner A, Schäfers C (2007) Wassergefährdungspotenzial nativer Öle und Fette: Berücksichtigung physikalischer Effekte. UWSF – Z Umwelchem Ökotox 19 (2) 103–107.

Physical Effects of Oily Liquids

Background

Paraffin oil products used for crop protection have recently been included in the pesticide registration procedure in Europe. The main ecological impact of such products, as demonstrated in standard tests, is a physical rather than chemical effect: Daphnids are trapped in the hydrophobic layer at the water surface.

Objective

A specific study was developed to determine the longevity of the hydrophobic layer at the water surface, its effect on representatives of the most sensitive species, and to demonstrate the resulting recovery potential.

Approach

We focused on the endemic zooplankton community and also introduced insect larvae and Corixidae. The potential inhibition of three ecophysiological properties was investigated:

- Emergence at the water surface, mainly by Diptera (*Chaoborus*, *Chironomus*) and Ephemeroptera (*Baetis*)
- The survival of midge larvae associated with the water surface for breathing (Culicidae, measured as emergence)
- The survival of Corixidae, which need to breath at the water surface at regular intervals. We focused on small species, 0.5 cm in length.

Results

The results of two studies with similar products at different water levels indicated that zooplankton, the process of insect emergence and system photosynthesis were not affected by the oil film, whereas the survival of Culicidae and Corixidae was reduced in a dose-dependent manner. The precise mortality data for Corixidae was evaluated by probit analysis. The hydrophobic surface layer dissipated in a dose-dependent manner within a week, and full recovery potential was confirmed. Comparing the two studies, the results for the most sensitive organisms (Corixidae) differed according to the water volume, but were almost identical in terms of applied doses per water surface area (Fig. 1, $LD_{50} = 190 \text{ mg/m}^2$), underpinning the physical character of the effect.

Conclusions for water protection

In addition to their value for the registration of plant protection products,

our studies enable the comparative evaluation of chemical and physical effects on the environment. Compared to the doses necessary to achieve effective concentrations of dissolved substances, the doses required to induce physical effects are considerably lower. When homogeneously dosing a body of water 100 m^2 in surface area and 50 cm deep with the LD_{50} , 19 g is required at the water surface to kill 50 % of the most sensitive species. The homogeneous application of 19 g of a soluble substance results in a concentration of 0.38 mg/L . The data and the comparison support the reported physical effects of non-toxic native oils and fats presented in a review paper prepared for the German Federal Environmental Agency^{1,2}. The review paper and the findings (Fig. 1) served as arguments for the 2007 decision of the German commission for the evaluation of substances hazardous for water (KBwS) to include physical effects in the evaluation. Thus, native oils are no longer classified as non-hazardous and must be evaluated in more detail.

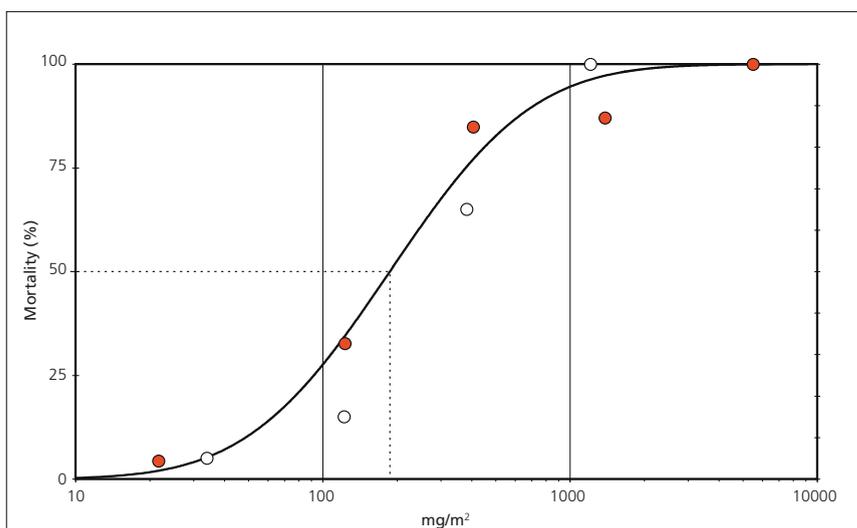


Figure 1: Dose-response relationship of oily surface layers affecting the survival of small Corixidae as the most sensitive endpoint. Combined statistical evaluation of two independent studies with different water depths, relating to applied amounts of paraffin oil products per square meter. Filled circles: study one; open circles: study two.