

1 Einführung

1.1 Einführung in die Problemstellung

Fließgewässer in landwirtschaftlich genutzten Gebieten sind durch einige Merkmale charakterisiert, die sie von naturnahen Gewässern unterscheiden. Dies sind zum einen morphologische Besonderheiten: Ein meist begradigter Gewässerverlauf mit einer erhöhten Strömungsgeschwindigkeit und einer tief eingesenkten Sohle verbunden mit einer fehlenden Aue (Verdonschot, 1990).

Zum anderen sind diese Gewässer charakterisiert durch hohe Stoffeinträge aus dem landwirtschaftlich genutzten Umland (Higler, 1981; Kladivko, Vanscoyoc, Monke, Oates, & Pask, 1991). Es erfolgt ein Eintrag der gut wasserlöslichen Stoffe durch Bodenfiltration sowie der schlechter wasserlöslichen Stoffe über den Oberflächenabfluß, teilweise in Verbindung mit Makroporenfluß während Starkregenfällen (Beven, 1982; Walther, 1980).

Der Oberflächenabfluß von landwirtschaftlich genutzten Flächen verändert im betroffenen Fließgewässer im einschneidenden Maß die physikalisch-chemischen Verhältnisse. So kann der Eintrag des Niederschlagswassers besonders in kleinen Fließgewässern eine sprunghafte Abflußerhöhung um mehrere Größenordnungen zur Folge haben (Gomme, Shurvell, Hennings, & Clark, 1991; Walther, 1980). Zusätzlich gelangen mit dem Niederschlagswasser suspendierte Bodenpartikel in das Gewässer (Hogg & Norris, 1991). Diese Mobilisierung der Bodenpartikel wird begünstigt durch die für landwirtschaftliche Flächen charakteristische geringe Bodenbedeckung während langer Zeiträume im Jahr (Edwards & Burney, 1991). Der Prozentsatz feiner Partikel liegt im Erosionswasser um das zehnfache höher als im Boden. An dieser durch Regentropfen vom Bodenaggregat "abgepellten" Fraktion befindet sich ein Großteil der

adsorbierten Substanzen (Ghadiri & Rose, 1991). So werden schlecht wasserlösliche Stoffe wie Phosphat (Walther, 1980) und Pestizide eingetragen (Alkämper, 1988; Cooper, 1991; Gomme et al., 1991; Hill, 1989; Leahey, 1985). Bereits 1974 wurde von (Bailey, Barnett, Payne, & Smith) festgestellt, daß der Oberflächenabfluß von landwirtschaftlichen Flächen den Hauptpfad des Pestizideintrages in die Gewässer darstellt. Trotz einer Vielzahl von Einzeluntersuchungen fehlt jedoch noch immer eine systematische Erfassung der Belastungen an Pestiziden, die von dieser Eintragsquelle ausgehen (Becker & Heitefuss, 1992). Neben dem Oberflächenabfluß wurden weiterhin folgende Eintragswege für Pestizide in die Gewässer erkannt: Drainageeintrag, direkte Applikation, Sprühabdriift, Industrieleitungen und Auswaschung aus der Luft durch Niederschlag (Crossland, Shires, & Bennet, 1982; Edwards, 1973; Rudolph & Boje, 1992).

Die in das Gewässer gelangten adsorbierten Stoffe werden teilweise desorbiert (Edwards, 1977; Huang, 1971) und können somit in Wechselwirkung mit Organismen treten. So stellte Gomme (1991) fest, daß der weitaus größte Anteil der vom ihm in einem Agrargewässer nachgewiesenen Pestizide in der gelösten Phase transportiert werden. Dies kann jedoch nicht für alle Substanzklassen angenommen werden, da z.B. die schlecht wasserlöslichen Pyrethroide in starkem Maße an Bodenpartikel adsorbiert bleiben (Leahey, 1985). Der weitere Verbleib der Pestizide wird durch eine Vielzahl von Prozessen bestimmt. Neben dem Anteil, der direkt in wäßriger Phase oder an Partikel gebunden in die Meere transportiert wird, verursachen Sedimentationsvorgänge einen verzögerten Abtransport. Der Anteil der Pestizide, der z.B. aufgrund geringer Austauschvorgänge oder geringer Wasserlöslichkeit längere Zeit im Sediment verbleibt, kann abgebaut werden. Eine teilweise mehrmonatige "Lag" - Phase geht diesem Abbau jedoch häufig voran, und besonders bei geringen Konzentrationen im Bereich des Trinkwassergrenzwertes, verlängern sich die Halbwertszeiten bis zu mehreren Jahren (Cavalier, Lavy, & Mattice, 1991). Als Konsequenz der beschriebenen Vorgänge wurden z.B. Insektizide in Gewässern mit einem Einzugsgebiet aus intensiv genutztem Ackerland in allen Komponenten des Ökosystems - im Wasser, Sedimenten und Fischen - gefunden (Cooper, 1991).

Eine umfangreiche Dokumentation der aufgeführten Belastungen, sowie die Aufnahme der Reaktion der betroffenen Gewässer-Lebensgemeinschaften ist eine Voraussetzung für die Folgeabschätzung der Belastungen. Eine derartige Dokumentation ist jedoch nicht vorhanden. So wird in den Schlußfolgerungen des DFG Arbeitskreises "Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln in aquatischen Ökosystemen" die Forderung nach Aufnahme der Belastung landwirtschaftlich beeinflusster Gewässer gestellt (Becker & Heitefuss, 1992). Schwierigkeiten, die sich bei der Dokumentation der Belastungen ergeben, liegen z.B. in dem meßtechnisch schwer zu erfassenden Oberflächenabfluß während hoher Niederschlagsmengen. Diese Einträge treten nur im Bereich von wenigen Stunden und kürzer auf und stellen somit hohe Anforderungen an die Probenahme. Weiterhin erreichen diese Einträge als diffuse Quellen den gesamten Gewässerverlauf und sind auch von daher schwer zu quantifizieren.

Neben den Problemen bei der Erfassung der Einträge stößt die Abschätzung der ökologischen Folgen auf methodische Schwierigkeiten. So wird z.B. die Toxizität von Pestiziden durch Sorptionsvorgänge verringert. Die anschließende langsame Desorption kann wegen der geringen Konzentrationen nur schwer nachgewiesen werden. Es treten jedoch auch bei derartig geringen Konzentrationen, die deutlich unter der Nachweisgrenze liegen, bereits letale Schäden auf (Muirhead-Thomson, 1981). Weiterhin kann die Bewertung von subletalen Schädigungen auf große Schwierigkeiten stoßen. Die in dieser Untersuchung festgestellte Veränderung der zeitlichen Schlupfdynamik von Köcherfliegen nach Insektizidkontamination benötigt für eine ökologische Folgeabschätzung z.B. bisher nicht vorhandenes Wissen über die Überlebensraten von adulten Köcherfliegen.

1.2 Ziel

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Beitrag für das Verständnis der ökologischen Zusammenhänge des Systems "Agrarfließgewässer" zu liefern. Im Mittelpunkt der Untersuchung steht dabei die ökotoxikologische Relevanz der Einträge von landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Besonders der Oberflächenabfluß als ein entscheidendes Charakteristikum dieses Ökosystems wird in verschiedenen Versuchsansätzen in seiner Bedeutung für die Makroinvertebraten-Lebensgemeinschaft untersucht. Dabei sollen Beiträge zu folgenden Themenkreisen geliefert werden:

1 Biologische Indikation von Belastungen

Ansätze für ein biologisches Indikatorsystem zur qualitativen Abschätzung des Oberflächenabflusses sowie ein Biotest zum Nachweis von Fenvalerat im Spurenbereich werden vorgestellt.

2 Ökotoxikologie von Pestizidkontamination

Aspekte des Einflusses von Insektizidkontamination werden beispielhaft an zwei Arten dargestellt. Die ausgewählten Arten sind durch unterschiedliche Reaktionen auf den Oberflächenabfluß von landwirtschaftlichen Flächen charakterisiert.

1.3 Aufbau der Untersuchung

- Grundlage dieser Arbeit ist eine in den Jahren 1987 und 1988 durchgeführte Aufnahme der Makroinvertebraten-Zönose an 20 beispielhaft ausgesuchten Fließgewässer-Abschnitten. Die Gewässer wurden im Hinblick auf die Menge des Oberflächenabflusses während starker Niederschläge differenziert. Es konnten sensitive und tolerante Arten von Makroinvertebraten in Bezug auf den Oberflächenabfluß erkannt werden (Liess, 1988 - Dipl. Arb.).

Auf der Basis dieser Daten wurde zu Beginn der vorliegenden Untersuchung mit Hilfe eines Diskriminanzmodells die Ausprägung der Lebensgemeinschaft in Abhängigkeit von der Menge des Oberflächenabflusses herausgearbeitet. Dieses Diskriminanzmodell sollte als Ansatz eines biologischen Indikatorsystems aufgrund der Makroinvertebraten-Zönose in einem Gewässerabschnitt die Menge des Oberflächenabflusses abschätzen können.

- In einem nächsten Schritt wurde 1989 an 37 Gewässerabschnitten der Oberflächenabfluß und die jeweilige Lebensgemeinschaft aufgenommen. Mit Hilfe des Diskriminanzmodells wurde der zu erwartende Oberflächenabfluß an den untersuchten Gewässerabschnitten auf der Basis der Makroinvertebraten-Zönose berechnet und mit dem gemessenen Oberflächenabfluß verglichen. Diese Vorgehensweise ermöglichte eine Überprüfung der Klassifizierung der Organismen und damit eine erste Güteabschätzung des Indikatorsystems.

Die im folgenden dargestellten Arbeiten beschränken sich auf Untersuchungen an den zwei Makroinvertebraten-Arten *Gammarus pulex* (Amphipoda) und *Limnephilus lunatus* (Trichoptera). Die bis zu diesem Zeitpunkt durchgeführten Untersuchungen zeigten, daß *Gammarus pulex* und *Limnephilus lunatus* im unterschiedlichen Maß vom Oberflächenabfluß beeinträchtigt werden. Für die im folgenden dargestellten Untersuchungen werden von daher diese Arten als Beispiel-Organismen verschiedener Aspekte von Wirkungen des Oberflächenabflusses herangezogen.

- Die Populationsdynamik der zwei Makroinvertebraten (*Gammarus pulex*; *Limnephilus lunatus*) wurde an jeweils einem Gewässer mit hohem Oberflächenabfluß und einem Gewässer mit niedrigem Oberflächenabfluß untersucht. Durch eine Probenahme mit hoher zeitlicher Auflösung konnten Hinweise zur Wirkung von starkregen-induzierten Einträgen gewonnen werden.

Aufbauend auf diesen Freilanduntersuchungen wurden Laboruntersuchungen an den beiden Beispiel-Arten zum Einfluß der charakteristischen Faktoren in Agrarfließgewässern durchgeführt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf dem Einfluß von Insektiziden.

- In Laborgerinnen wurde die Drift der beiden Makroinvertebraten in Abhängigkeit von hydraulischem Streß und Insektizid-Streß untersucht.

- Die beobachtete Verhaltensänderung von *Gammarus pulex* bei Exposition gegenüber dem Insektizid Fenvalerat wurde zur Entwicklung eines Biotestes für Konzentrationen im Spurenbereich herangezogen.

- Anpassungen gegenüber Fenvalerat (Insektizid) verschiedener *Gammarus pulex*-Populationen aus unterschiedlich belasteten Gewässern wurde untersucht.

- Die Wirkung niedriger und nur kurzzeitig applizierter Fenvalerat-Dosen auf Überleben und Schlupfdynamik von *Limnephilus lunatus* wurde in künstlichen Fließgewässern aufgenommen.

In der folgenden Übersicht wird der beschriebene Aufbau der Arbeit dargestellt.

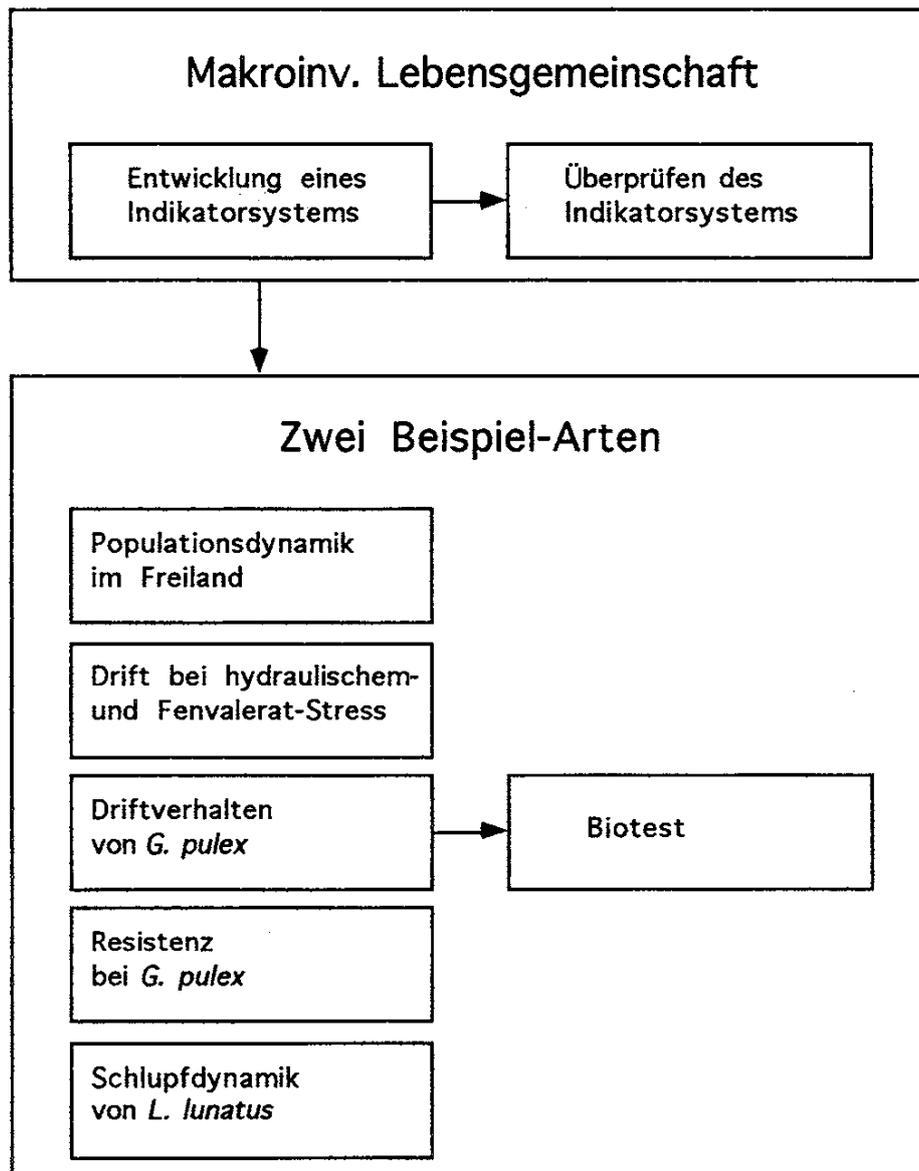


Abb. 1.1 Aufbau der Untersuchung

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden die einzelnen Untersuchungsabschnitte zunächst gesondert dargestellt und diskutiert. Abschließend erfolgt eine Einordnung und vergleichende Wertung aller Untersuchungen.