

|                                        |   |           |           |
|----------------------------------------|---|-----------|-----------|
| Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum | 8 | 145 – 153 | Wien 1994 |
|----------------------------------------|---|-----------|-----------|

## **Die Bedeutung von Sedimentuntersuchungen für den Gewässerschutz**

WILHELM R. VOGEL & ANDREAS CHOVANEC

### **Zusammenfassung**

Sedimentuntersuchungen bilden im Rahmen des Gewässerschutzes eine wertvolle Ergänzung zu Emissions - und Immissionsmessungen. In der nachstehenden Arbeit werden Vor- und Nachteile der einzelnen Untersuchungsmethoden diskutiert und ausgewählte Sedimentuntersuchungen aus Arbeiten des Umweltbundesamtes Wien vorgestellt.

### **Abstract**

In this paper the advantages and disadvantages of sediment investigations as a tool for aquatic environmental control (in addition to riverwater and wastewater analysis) are discussed and some investigations carried out by the Federal Environmental Agency of Austria are presented.

Keywords: sediment, heavy metals, sequential leaching, environmental control

### **1. Einleitung**

Sedimentuntersuchungen haben sich als Ergänzung zu Wasseruntersuchungen (Emissions- und Immissionsmessungen) bewährt und werden in zunehmendem Ausmaß zur Abschätzung von Gewässerbelastungen herangezogen. 1987 wurde mit dem Oberösterreichischen Wassergüteatlas (MÜLLER & WIMMER 1987, Fortschreibung MÜLLER & WIMMER 1989) erstmals für ein Bundesland eine flächendeckende Darstellung der Schwermetallbelastungen von Fließgewässersedimenten vorgelegt (über 680 Probenahmepunkte in 55 Bächen und Flüssen). Im Juni 1990 folgte eine weitere Arbeit über kärntner Fließgewässer (MÜLLER & SCHWAIGHOFER 1990). Z.Zt. werden Sedimente niederösterreichischer Fließgewässer von der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal untersucht.

Diese Arbeiten stellen wertvolle Ergänzungen zu den - auf dem Saprobien-system basierenden - klassischen Gewässergütekarten dar, in welchen nicht oder schwer abbaubare Schadstoffe weitgehend unberücksichtigt bleiben.

Darüber hinaus wurde durch die Wasserrechtsgesetz-Novelle 1990 in Österreich die Grundlage für ein flächendeckendes Monitoring-System geschaffen, das im Bereich der Fließgewässer bis zum Jahr 1993 von derzeit 100 auf etwa 240 Meßstellen erweitert werden soll. Auf Basis der Wassergüteerhebungsverordnung sollen an diesen Stellen auch einmal jährlich Sedimentuntersuchungen durchgeführt werden. Die EDV-gestützte Verwaltung der von den Fachabteilungen der Ämter der Landesregierungen übersandten Daten erfolgt am Umweltbundesamt Wien. Die Darstellung der Ergebnisse wird durch den Wasserwirtschaftskataster des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt durchgeführt.

In der folgenden Darstellung werden in kurzer Form die Vor- und Nachteile von Sedimentuntersuchungen jenen von Wasseruntersuchungen gegenübergestellt und Beispiele aus einschlägigen Arbeiten des Umweltbundesamtes Wien angeführt.

## **2. Grenzen der Aussagekraft von Wasseruntersuchungen**

Zur Abschätzung des Schadstoffeintrages von Betriebsanlagen kann entweder das Abwasser untersucht werden (Emissionsmessungen) oder aus Analysedaten des Gewässers (Immissionsmessungen im Vorfluter vor und nach der Einleitungsstelle) der Eintrag errechnet werden. Beide Verfahren weisen spezifische Vor- und Nachteile auf.

### **Emissionsmessungen**

Vorteile:

- Aufgrund relativ hoher Schadstoffkonzentrationen ist die Analytik im allgemeinen vergleichsweise einfach.
- Die emittierten Schadstoffmengen können leicht abgeschätzt werden.
- Leichtflüchtige Verbindungen werden weitestgehend erfaßt.
- Bei der Untersuchung von Teilströmen ist die Zuordnung der Emissionen zu bestimmten Anlagenteilen bzw. Produktionsverfahren möglich.

Nachteile:

- Die Untersuchungsstellen sind in vielen Fällen nicht jederzeit zugänglich (oft ist eine Anmeldung erforderlich); in manchen Fällen kann die Möglichkeit zur Manipulation – Emissionsreduktion während der Probenahme – nicht ausgeschlossen werden.

- Bei komplexer Analysenmatrix (z.B. hoher Feststoffanteil) kann die Schadstoffbestimmung erschwert werden.
- Der Einsatz von vorbelastetem Wasser (durch flußaufwärts gelegene Emittenten) kann die Ergebnisse verfälschen (Vergleichsmessungen notwendig).
- Es wird nur die augenblickliche Belastungssituation erfaßt.

### **Immissionsmessungen:**

Vorteile:

- Es wird die tatsächliche (ökologisch wirksame) Gewässerbelastung erfaßt.
- Es besteht jederzeit die Möglichkeit zur (unangemeldeten) Probenahme.
- Die Analysenmatrix ist meist vergleichsweise einfach.

Nachteile:

- Oft treten durch geringe Schadstoffkonzentrationen analytische Probleme auf.
- Leichtflüchtige Verbindungen werden nur unvollständig erfaßt.
- Bei mehreren Einleitungen auf kurzer Fließstrecke (unvollständige Einmischung vor dem nächsten Emittenten) ist die Zuordnung zu den Belastungsquellen oft nicht möglich.
- Die Schadstoffkonzentrationen hängen von der aktuellen Wasserführung ab.
- Es wird nur die augenblickliche Belastungssituation erfaßt.

### **3. Vorteile und Nachteile von Sedimentuntersuchungen**

Vorteile:

- Der Hauptvorteil von Sedimentuntersuchungen ist darin zu sehen, daß sie - anders als Emissionsmessungen und Immissionsmessungen in der fließenden Welle - in der Regel die Belastung über einen längeren Zeitraum repräsentieren.
- Vor allem lipophile organische Schadstoffe werden an Sedimentpartikel adsorbiert, somit gegenüber der wäßrigen Phase angereichert und analytisch leichter zugänglich.
- Bei geeigneten Sedimentationsverhältnissen können Tiefenprofile erstellt werden, welche die Chronologie der Belastungen widerspiegeln.
- Die Probenahme ist grundsätzlich jederzeit möglich (bei Hochwasser jedoch nur sehr eingeschränkt), Manipulationen seitens der Anlagenbetreiber sind - anders als bei Emissionsmessungen - praktisch ausgeschlossen.
- Kurzfristige hohe Belastungen, etwa aufgrund von technischen Gebrechen, können unter Umständen auch noch einige Zeit später erfaßt werden.

## Nachteile:

- Sedimente weisen zumeist eine relativ komplexe Analysenmatrix auf.
- Eine Abschätzung der Schadstoff-Frachten ist kaum möglich.
- Bei ungünstigen Sedimentationsverhältnissen ist es mitunter sehr schwierig, genügend Material zur Schadstoffanalyse zu erhalten (insbesondere bei organischen Schadstoffen).
- Aus den Totalgehalten kann in vielen Fällen nicht unmittelbar auf den (kurz- und mittelfristig) ökologisch relevanten Belastungsanteil geschlossen werden. Dieser Nachteil kann jedoch durch Anwendung (allerdings relativ aufwendiger) selektiver Laugungsverfahren (s.u.) vermieden werden.

#### 4. Beispiele für Sedimentuntersuchungen

##### *Metallverarbeitende Industrie*

In Treibach (Kärnten) werden Abwässer aus einem metallverarbeitenden Betrieb (Treibacher Chemische Werke) in die Gurk eingeleitet. Um die auftretenden Belastungen abschätzen zu können, wurden vom Umweltbundesamt Wien in den Sedimenten des Vorfluters 30 Elemente - überwiegend Metalle - bestimmt. Für einige dieser Metalle wurde, neben dem Gesamtgehalt, auch die Verfügbarkeit mit Hilfe der Methode der sequentiellen Laugung ermittelt (Nach KRALIK & SAGER 1986, Extraktionsfolge nach FÖRSTNER/TESSIER: TESSIER et al. 1979, RAPIN & FÖRSTNER 1983, SALOMONS & FÖRSTNER 1984). Die Ergebnisse sind in Abb. 1 zusammengestellt. Eine ausführliche Interpretation der Ergebnisse wird in SAGER & VOGEL (1993) gegeben.

Verfügbarkeit der einzelnen Fraktionen (nach KRALIK & SAGER 1986):

| <i>Laugungsschritt:</i>                              | <i>Verfügbarkeit:</i>                                                     |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| A austauschbar                                       | rasch, durch Wasser, für Algen, Pflanzen und Fische                       |
| B Karbonat                                           | Versauerung, Verdauung                                                    |
| C restl. Karbonate (Dolomit), amorphe Eisenhydroxide | Versauerung, Verdauung, biologische Verwitterung                          |
| D Eisenhydroxide (Coatings)                          | bei Fäulnis; Versauerung + Anaerobie vermindert durch Fällung v. Sulfiden |
| E organ. Verbindungen, Sulfide                       | langsam, oxidativ, Verdauung nicht generell                               |
| F Silikate                                           | langsam, nur für gewisse Bakterien                                        |
| G Silikate                                           | keine kurzfristige                                                        |

Laugungsschritt A erfaßt mit dieser Methode demnach den sehr leicht biologisch verfügbaren Anteil, die Anteile B bis F werden (in absteigender Reihenfolge) langsamer freigesetzt und der Anteil G wird als kurzfristig nicht verfügbar angesehen.

Wie Abb. 1 zu entnehmen ist, steigt der Anteil der biologisch verfügbaren Chromfraktionen bei nahezu allen Probenahmepositionen stärker an als der Gesamtgehalt.

### *Zellstoffindustrie*

Die Ager wird von Abwässern eines Zellstoffwerkes mit Viskoseproduktion (Lenzing AG) belastet. Abb. 2 zeigt die Veränderung ausgewählter Sedimentparameter im Flußverlauf (nach VOGEL & CHOVANEC 1989; s.a. CHOVANEC & VOGEL 1990). Der AOX (Summe adsorbierbarer organischer Halogenverbindungen) wurde nach Extraktion mit Aqua dest. bestimmt (nach der DEV-S4) um das Mobilisierungspotential abschätzen zu können. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, ist der aus den Sedimenten remobilisierbare Anteil an AOX im Vergleich zu den in der fließenden Welle vorliegenden Belastungen gering, sodaß nach Einstellung (oder Verringerung) der AOX-Emissionen mit einer sehr raschen Verbesserung der Wasserqualität (bezüglich des AOX) zu rechnen wäre.

### *Ein mit industriellen und kommunalen Abwässern belasteter Vorfluter*

In zwei Stauräumen der Mur wurden Tiefenprofile gewonnen, mit deren Hilfe der Belastungsverlauf des Flusses für zahlreiche Parameter über einen längeren Zeitraum rekonstruiert werden konnte. Abb. 3 zeigt die Situation im Stauraum Pernegg (aus: VOGEL et al., in Ausarbeitung). Derartige Profiluntersuchungen können auch zur Beweissicherung (Belastung vor Inbetriebnahme einer Anlage) oder zur Abschätzung der Wirksamkeit von Sanierungsmaßnahmen (vor allem bezüglich der Sanierung ganzer Flußabschnitte) herangezogen werden. Um derartige Aussagen entsprechend absichern zu können, ist es jedoch in den meisten Fällen notwendig, zeitlich überlappende Profile von verschiedenen Stellen des Fließgewässers zu vergleichen.

## 5. Literatur

- CHOVANEC A. & W. R. VOGEL, 1990. Zellstoff und Papierindustrie in Österreich: Belastungsprofil der Ager (Oberösterreich). Mitt. österr. geol. Ges. 83: 1-7.
- KRALIK M. & M. SAGER, 1986. Umweltindikator „Schwermetalle“: Gesamtgehalte und Mobilität österreichischer Donausedimente. Mitt. österr. geol. Ges. 79: 77-90.
- MÜLLER H. W. & B. SCHWEIGHOFER, 1990. Schwermetalle in Sedimenten der Fließgewässer. Amt d. Kärntner Landesregierung, Klagenfurt.
- MÜLLER G. & W. WIMMER, 1987. Schwermetalle in Sedimenten oberösterreichischer Fließgewässer. Amtl. Oberösterreichischer Wassergüteatlas Nr. 14, Linz.
- MÜLLER G. & W. WIMMER, 1989. Schwermetalle in Sedimenten oberösterreichischer Fließgewässer - Fortschreibung. Amtl. Oberösterreichischer Wassergüteatlas Nr. 17, Linz.
- RAPIN M. & U. FÖRSTNER, 1986. Sequential leaching techniques for particulate metal speciation, the selectivity of various extractants. Proc. Intern. Conf. Heavy Metals in the Environment, Heidelberg: 1074-1077.

- SALOMONS W. & U. FÖRSTNER, 1984. Metals in the Hydrocycle, Berlin.
- SAGER M. & W. R. VOGEL. 1993. Heavy Metal load of Sediments of the River Gurk (Carinthia/Austria) – Merits and Limitations of Sequential Leacheng. Acta hydrochim. dydrobid. 21: 21 – 32.
- TESSIER A., P. G. C. CAMPBELL & M. BISSON, 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Anal.Chem. 51: 844 – 851.
- VOGEL W. R. & A. CHOVANEC, 1989. Belastung der Fließgewässer durch die Zellstoff- und Papierindustrie in Österreich. Ökologie und Immissionen. Umweltbundesamt Wien, Monographie 17a.
- VOGEL W. R., K. KIENZL & A. RISS, 1991. Die Treibacher Chemischen Werke - Wirkungen auf die Umwelt Umweltbundesamt Wien, Monographien Band 26.
- VOGEL W. R. & A. CHOVANEC, 1992. Sediment analysis as a method of monitoring industrial emissions. Hydrobiologia 235/236: 723 – 730.

Name und Anschrift der Verfasser:

DR. WILHELM R. VOGEL  
DR. ANDREAS CHOVANEC

Umweltbundesamt  
Spittelauer Lände 5  
A-1090 WIEN

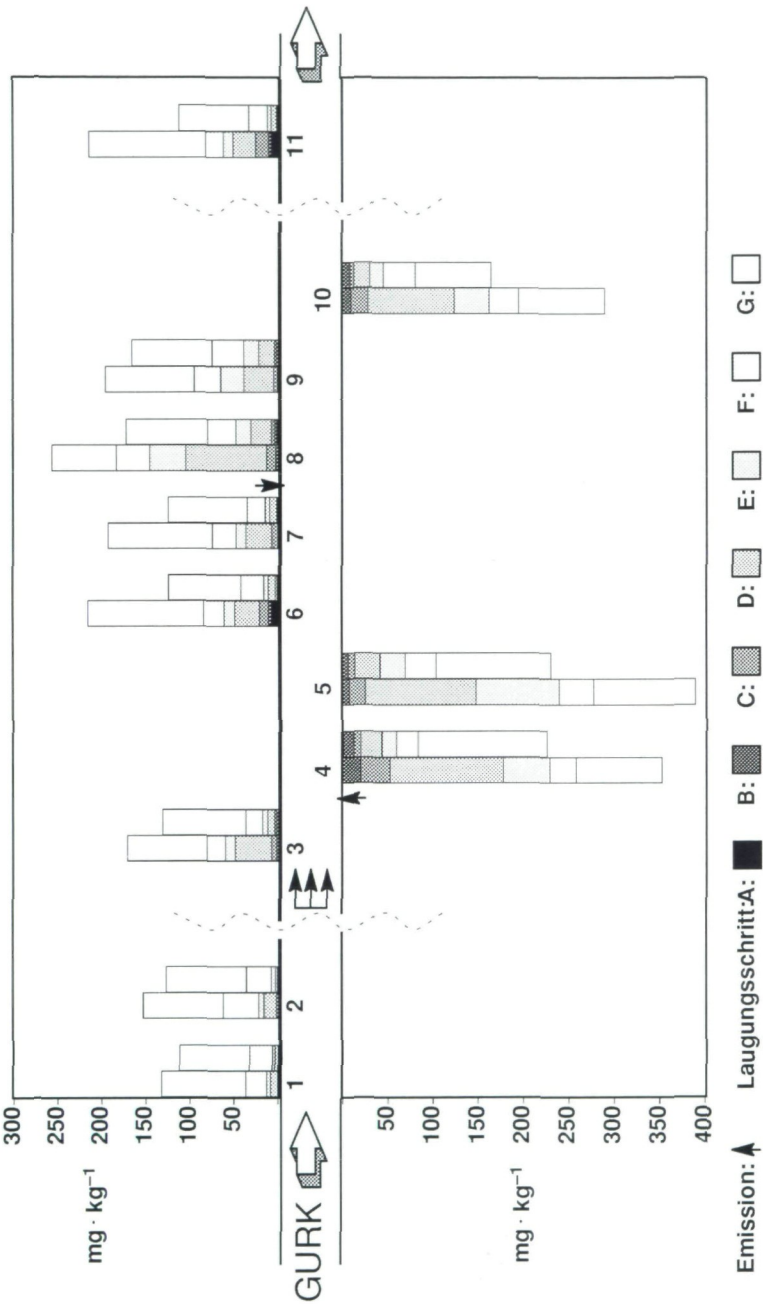
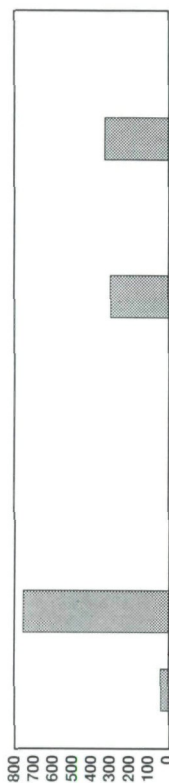
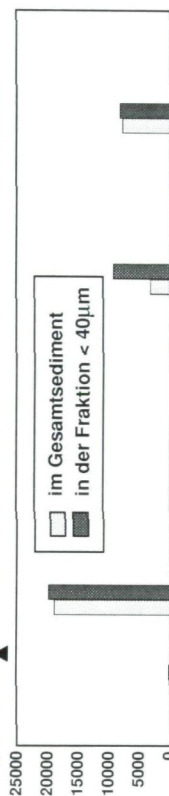


Abb. 1: Gehalt und Verfügbarkeit von Chrom in Sedimenten der Gurk im Einflußbereich der chemischen Werke von Treibach. Probenpunkte 1 und 2 liegen flussaufwärts des Werksgebietes, 3 bis 10 auf dem Werksgebiet und Punkt 11 einige km flussabwärts (Säulen nach oben: linkes Flußufer; Säulen nach unten: rechtes Flußufer). Der jeweils rechte Balken zeigt die Ergebnisse im Feinsediment ( $< 0.02 \text{ mm}$ ), der linke jene im Gesamtsediment. Pfeile markieren die Einleitungen (aus: VOGEL et al. 1991; s.a. VOGEL & CHOVANEC 1992).

**AOX**  
aus dem Sediment ( $\mu\text{g/kg}$   
Trockengewicht; Extraktion  
nach DEV-S4)



**Zink**  
im Sediment (in  $\text{mg/kg}$  Trocken-  
gewicht)



**Cadmium**  
im Sediment (in  $\text{mg/kg}$  Trocken-  
gewicht)



**Ager Abfluß**  
( $\text{m}^3/\text{sec}$ )

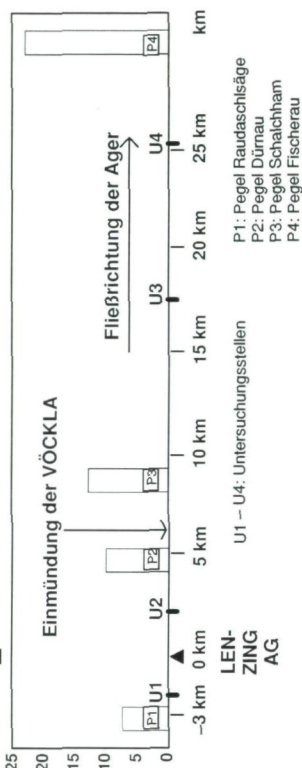


Abb. 2: Ausgewählte Sedimentparameter im Flußverlauf der Ager im Einflußbereich der Lenzing AG (aus: CHOVANEC & VOGEL 1990).

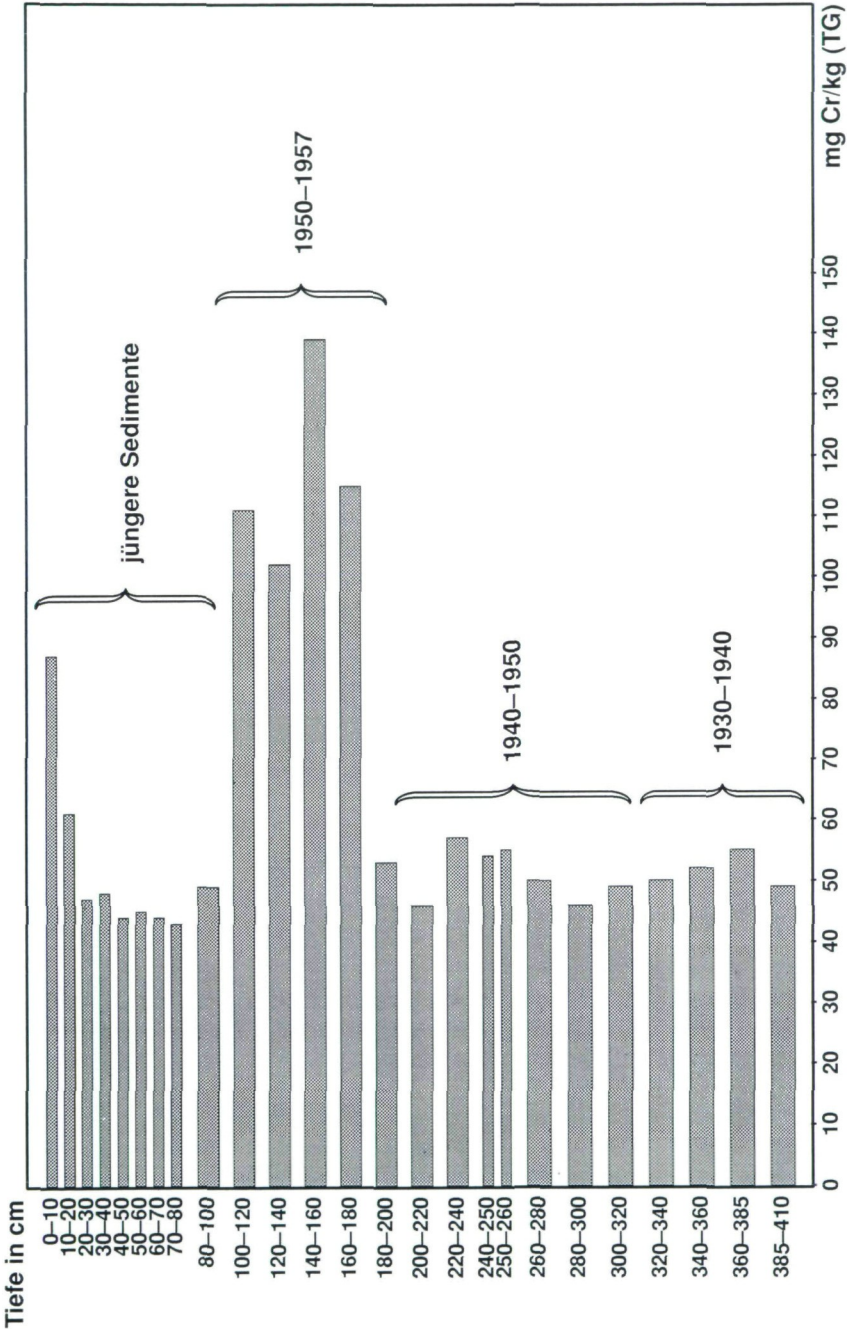


Abb. 3: Chromkonzentrationen in Stauraumsedimenten der Mur bei Pernegg (aus VOGEL et al.; in Ausarbeitung).

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Vogel Wilhelm R., Chovanec Andreas

Artikel/Article: [Die Bedeutung von Sedimentuntersuchungen für den Gewässerschutz. \(N.F. 335\) 145-153](#)