

Mitt. österr. geol. Ges.	83 (1990) Themenband Umweltgeologie	S. 151-158 2 Abb.	Wien, Februar 1991
--------------------------	---	----------------------	--------------------

Zellstoff- und Papierindustrie in Österreich: Immissionsökologische Auswirkungen — Konzept einer bundesweiten Untersuchung

Von Wilhelm R. VOGEL und Andreas CHOVANEC^{*)}

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Das Umweltbundesamt Wien hat im Jahr 1989 die Belastung österreichischer Fließgewässer durch die Zellstoff- und Papierindustrie untersucht. Das Untersuchungskonzept wird in Form eines Fließdiagrammes dargestellt und die wesentlichen Entscheidungskriterien bei der Auswahl der Standorte, Parameter und Untersuchungsmedien angegeben.

Summary

In 1989, the Austrian Federal Environmental Agency has carried out investigations on the influence of the pulp and paper industries on the Austrian running water systems. A flow chart of the investigations is shown and the criteria for the selection of the studied areas, analysed parameters and medias are discussed.

1. Einleitung und Problemstellung

Die Emissionen der Zellstoff- und Papierindustrie zählen, trotz wesentlicher Verbesserungen im Bereich des Umweltschutzes in den letzten Jahren, nach wie vor zu den gravierendsten Belastungsquellen österreichischer Gewässer.

Zwei Stoffgruppen sind es vor allem, die, mit dem Abwasser in die Flüsse gelangt, zu massiven Beeinträchtigungen der aquatischen Lebensgemeinschaften führen:

1. Große Mengen mehr oder weniger leicht biologisch abbaubarer Verbindungen, welche zwar nicht unmittelbar toxisch wirken, aber durch die mit ihrem Abbau im Gewässer verbundene Sauerstoffzehrung die Gewässerqualität drastisch herabsetzen und komplexeren Biozönosen die Lebensgrundlage entziehen. Analytisch werden diese Stoffe mit den Summenparametern CSB, BSB bzw. auch DOC erfaßt.
2. Bei der Produktion von chlorgebleichtem Zellstoff (insbesondere bei der Verwendung von Elementarchlor) werden große Mengen verschiedener chlororganischer Verbindungen gebildet. Diese gelangen mit dem Abwasser in die Flüsse und werden dort teilweise über die Nahrungskette in Organismen angereichert bzw. in Sedimenten akkumuliert. Viele chlororganische Verbindungen sind (vorwiegend chronisch) toxisch, manche auch mutagen, karzinogen und/oder teratogen. Aufgrund ihrer Toxizität sowie ihrer Persi-

^{*)} Adresse der Verfasser: Dr. Wilhelm R. VOGEL und Dr. Andreas CHOVANEC, Umweltbundesamt Wien, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien/Österreich.

stanz stellen diese Verbindungen ökotoxikologisch besonders schwerwiegende Belastungen dar. Da nach gegenwärtigem Wissensstand zumindest weit über 100 verschiedene organische Chlorverbindungen in Zellstoffabwässern vorkommen (s. z. B. SUNTIO et al., 1989), ist ihre Analytik sowie in der Folge die ökotoxikologische Beurteilung der Abwässer mit großen Schwierigkeiten verbunden. Große Werke emittieren täglich mit dem Abwasser mehrere Tonnen organischer Chlorverbindungen, darunter bis zu 50 kg Chloroform (VOGEL & CHOVANEC, 1989).

Der Nationalrat hat mit Entschliessung vom 2. Dezember 1988 die Bundesministerin für Umwelt, Jugend und Familie ersucht, das Umweltbundesamt Wien mit der Erstellung einer Studie über die von der österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie verursachten Gewässerbelastungen zu beauftragen. Als Zeitrahmen für diese Untersuchungen stand ein Jahr zur Verfügung.

Im Rahmen dieser Studie wurde der technologische Standard der österreichischen Werke erhoben und mit dem international erreichten Stand der Technik verglichen. Besonders berücksichtigt wurden bei dieser Erhebung alle Verfahren, die zu einer (innerbetrieblichen) Reduktion der anfallenden Schadstoffe führen (Kreislaufführungen, Wiederverwertung von Chemikalien usw.) sowie Technologien zur Reinigung der Abwässer ("end of pipe" — Technologien, z. B. Kläranlagen).

An 13 ausgewählten Standorten wurden darüberhinaus immissionsökologische Erhebungen durchgeführt. Neben dem physikalisch-chemischen „Standardprogramm“ zur Untersuchung von Zellstoffabwässern wurden auch eine Reihe weiterer Parameter erstmals in Österreich in diesem Zusammenhang analysiert, wobei die Wasserproben zum überwiegenden Teil unangemeldet und zu mehreren Terminen (inklusive Wochenenden sowie in den Nachtstunden) gezogen wurden. Ergänzend zu den Wasseruntersuchungen wurden an mehreren Standorten auch Sedimentproben analysiert sowie biologische Gütebewertungen des Gewässers durchgeführt.

Die Untersuchung wurde vom Umweltbundesamt in drei Teilen veröffentlicht (DANZER et al., 1989a; DANZER et al., 1989b; VOGEL & CHOVANEC, 1989).

In der vorliegenden Arbeit wird der gesamte Untersuchungsablauf in Form eines Fließdiagrammes dargestellt (Abb. 1). Der Auswahlprozeß für die immissionsökologischen Untersuchungen wurde dabei besonders berücksichtigt (Abb. 2).

2. Beschreibung und Diskussion der Diagramme

2.1. Auswahl von Standorten für immissionsökologische Untersuchungen

Aufgrund der angegebenen Auswahlkriterien wurden an den folgenden Standorten immissionsökologische Untersuchungen durchgeführt.

VORFLUTER	WERK/STANDORT
PÖLS:	ZELLSTOFF PÖLS AG, PÖLS (Steiermark)
MUR:	BRIGL & BERGMEISTER GMBH, NIKLASDORF (Steiermark) MAYR — MELNHOF & Co., FROHNLEITEN (Steiermark) LEYKAM MÜRZTALER AG, GRATKORN (Steiermark)
YBBS:	NEUSIEDLER AG, KEMATEN (Niederösterreich)

Abb.1: GESAMTKONZEPT

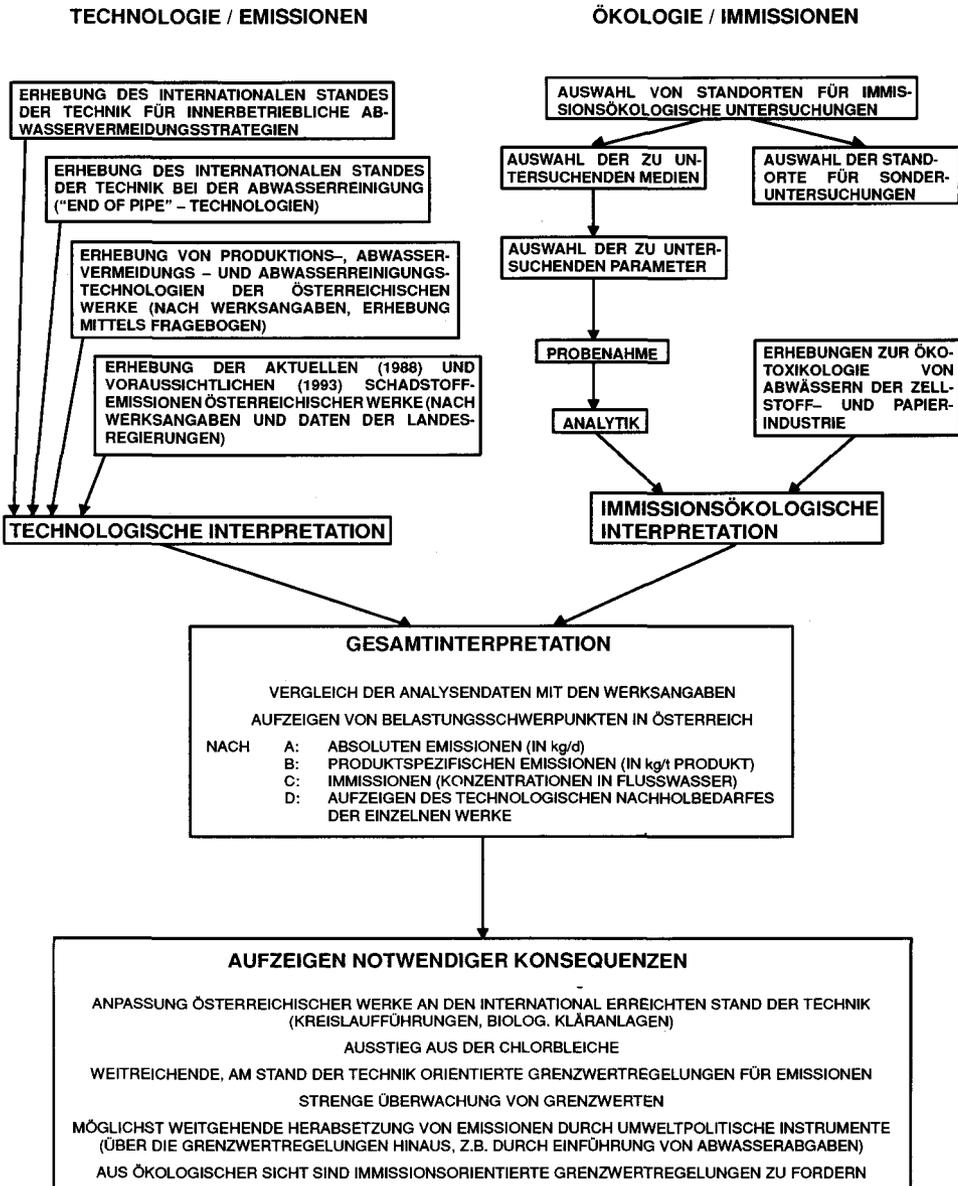
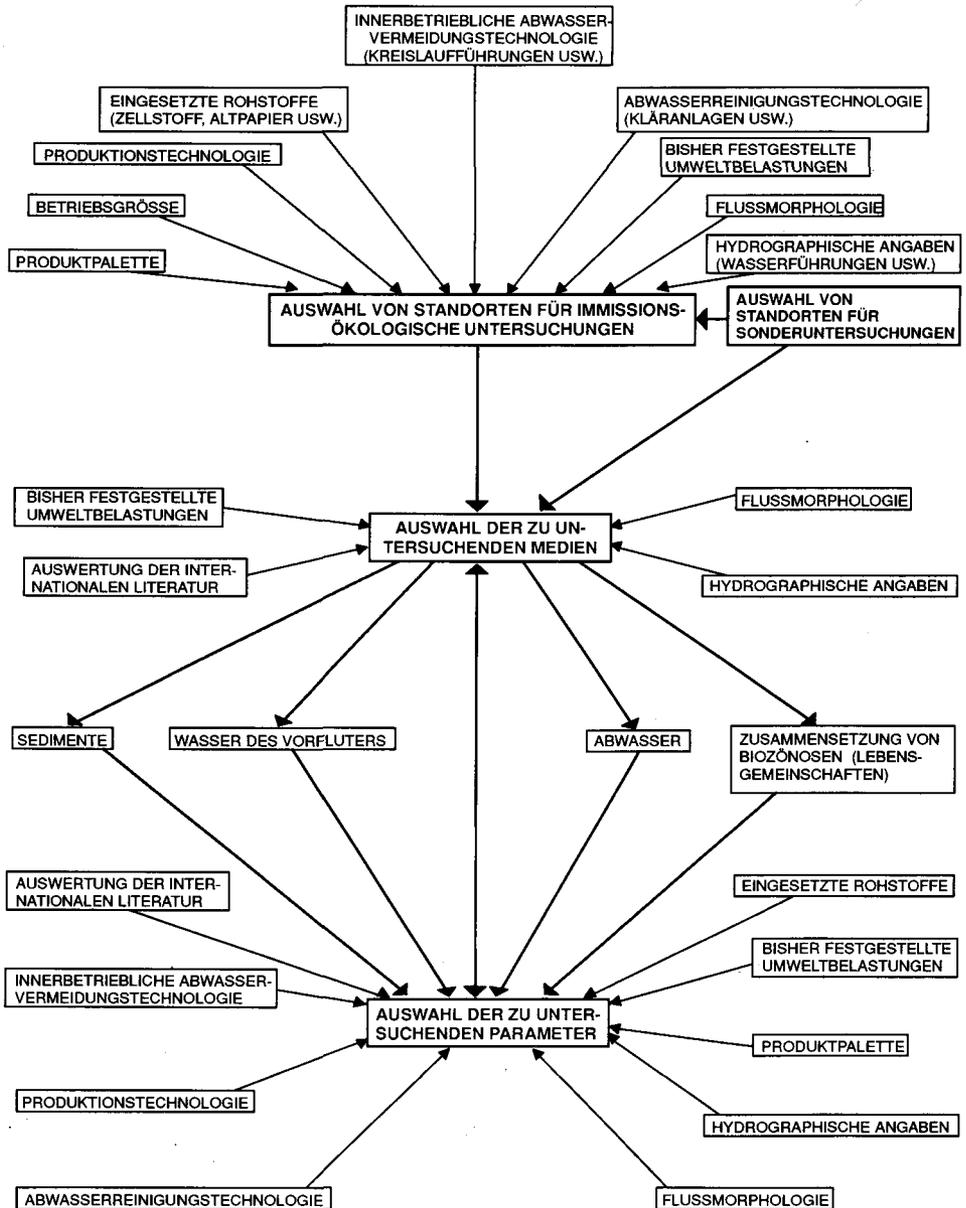


Abb.2: ENTSCHEIDUNGSKRITERIEN FÜR IMMISSIONSÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN



PIESTING:	BUNZL & BIACH AG, PERNITZ — ORTMANN, (Niederösterreich, nur Sedimentanalysen)
AGER:	LENZING AG, LENZING (Oberösterreich)
TRAUN:	STEYRERMÜHL AG, STEYRERMÜHL (Oberösterreich) LAAKIRCHEN AG, LAAKIRCHEN (Oberösterreich)
DRAU:	ST. MAGDALEN AG, VILLACH (Kärnten)
LAVANT:	PATRIA AG, FRANTSCHACH (Kärnten)
VELLACH:	OBIR GmbH, RECHBERG (Kärnten)
SALZACH:	HALLEIN PAPIER AG, HALLEIN (Salzburg)

2.1.1. Auswahl der Standorte für Sonderuntersuchungen

An drei Standorten wurden Sonderuntersuchungen durchgeführt: In Ager und Pöls — beides Flüsse mit relativ geringen Wasserführungen und großen Zellstoffwerken unterschiedlicher Technologie — wurden Flußlängsprofile untersucht, um Auskunft über das Verhalten der Schadstoffe im weiteren Flußverlauf zu erhalten. Für diese Längsprofile wurden auch Sedimentanalysen durchgeführt. Zur Abschätzung der Mobilisierbarkeit der hohen Zinkbelastungen im Sediment der Ager wurde die Methode der Sequentiellen Laugung nach Förstner und Tessier angewendet (KRALIK & SAGER, 1986). In der Mur wurden in zwei Staubereichen (Gralla und Pernegg) Sedimenttiefenprofile gewonnen, deren Untersuchung Aussagen über den zeitlichen Verlauf von Belastungen erwarten lassen (in Ausarbeitung). Da im Bereich Pernegg Sedimente über einen Zeitraum von 60 Jahren erfaßt wurden, läßt sich möglicherweise der zeitliche Verlauf der Gewässerbelastung der Mur über einen sehr langen Zeitraum rekonstruieren.

2.2. Auswahl der zu untersuchenden Medien

Zur Untersuchung der Gewässerbelastung wurden neben Proben aus dem Vorfluter (vor und nach den Werkseinleitungen) auch Proben aus den Abwasserkanälen genommen, sowie Sedimente und die Zusammensetzung der aquatischen Biozönosen analysiert. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Untersuchungsmedien werden im folgenden kurz zusammengefaßt:

2.2.1. Untersuchung des Abwassers

Abwasseruntersuchungen bieten aufgrund der höheren Stoffkonzentration den Vorteil einer meist einfacheren Analytik, wobei auch leichter flüchtige Verbindungen noch weitgehend vollständig erfaßt werden können. Da die Ablaufmenge bekannt ist, können die emittierten (absoluten) Schadstoffmengen jederzeit leicht errechnet werden. Als Nachteil ist zu werten, daß viele Abwassereinleitungen nur vom Werksgelände aus zugänglich sind und so oft nur nach Anmeldung bei der Werksleitung beprobt werden können. Manipulationen seitens der Anlagenbetreiber können daher nicht völlig ausgeschlossen werden. In vielen Betrieben werden Abwasserteilströme an mehreren Stellen in den Vorfluter eingeleitet, was den Aufwand bei Probenahme und Analytik stark vergrößert. Um den Belastungsanteil des Werkes zu erfassen, sind überdies auch Analysen zur Erhebung der Vorbelastung des eingesetzten Wassers notwendig.

2.2.2. *Untersuchung des Wassers im Vorfluter*

Untersuchungen des Flußwassers haben den Vorteil, daß das zu schützende Gut direkt gemessen wird und damit die ökologisch wirksamen Konzentrationen — aus allen Einleitungen — unmittelbar erfaßt werden. Gewässerproben können unangemeldet zu jeder beliebigen Tages- und Nachtzeit gezogen werden, was bei Kontrolluntersuchungen einen wesentlichen Vorteil darstellt. Die Schadstoffkonzentrationen im Flußwasser liegen meist deutlich unter jenen der Abwässer. Ein Umstand der — selbst bei relativ einfacher Matrix — bei einigen Stoffen zu analytischen Problemen führt. Die Schadstoffkonzentration hängt von der Wasserführung des Vorfluters ab, wodurch bei höheren Wasserständen die Analytik weiter erschwert wird. Eine für das Gewässer repräsentative Probenahme ist erst nach vollständiger Einmischung der Abwässer möglich. Da eine solche, je nach Gewässermorphologie, oft erst weit unterhalb der Einleitung erfolgt ist, können Einleitungen, die bloß durch kurze Fließstrecken getrennt sind, nur gemeinsam interpretiert werden. Stark flüchtige Substanzen werden nach längeren Fließstrecken nur mehr unvollständig erfaßt.

2.2.3. *Untersuchung der Sedimente*

Während Wasseruntersuchungen stets nur den augenblicklichen Zustand der Gewässerbelastung zeigen, integrieren Sedimente die Belastungen über einen längeren Zeitraum und sind daher für den Zustand eines Flusses eher repräsentativ. Stark lipophile Substanzen bzw. Stoffe mit einer geringen Wasserlöslichkeit werden zum überwiegenden Teil an Partikel gebunden transportiert. Sie werden dadurch bei vielen Wasseruntersuchungen nicht erfaßt (Filtration), können jedoch meist in Sedimenten nachgewiesen werden (PCBs, Dioxine usw.). Durch Bohrkernanalysen kann, geeignete Sedimentationsbedingungen und persistente Substanzen vorausgesetzt, überdies der zeitliche Belastungsverlauf rekonstruiert werden. Ein Nachteil der Sedimentanalytik als Instrument der Emissionskontrolle ist, neben analytischen Problemen, die Schwierigkeit bei der quantitativen Abschätzung von Emissionen. Vor allem bei der Analyse auf organische Schadstoffe — wofür meist wesentlich größere Sedimentmengen benötigt werden als beispielsweise zur Metallanalytik — kann es bei speziellen Geschiebeverhältnissen schwierig sein, ausreichende Mengen an Sedimentmaterial zu erhalten.

2.2.4. *Untersuchung der Zusammensetzung von Biozönosen*

Die Untersuchung der in einem Gewässer anzutreffenden Lebensgemeinschaften gibt ebenfalls Auskunft über die Gewässerbelastung, wobei, wie bei der Sedimentanalyse, die Belastung über einen längeren Zeitraum erfaßt wird. Biologische Systeme reagieren auch auf kurzfristige Belastungen, sodaß auch Einzelereignisse noch längere Zeit danach dokumentiert werden können. Anders als chemische Analyseverfahren reagieren Biozönosen grundsätzlich auf alle (wirksamen) Schadstoffe sowie auf deren synergistische und antagonistische Wechselwirkungen. Nachteilig wirkt sich aus, daß die Identifikation von Schadstoffen nur in sehr seltenen Fällen möglich ist. Primär werden leicht abbaubare organische Verbindungen erfaßt (Sauerstoffzehrung), sublethale Effekte (inkl. Teratogenität, Mutagenität und Karzinogenität) können meist nur mit aufwendigeren (längerdauernden) Untersuchungen nachgewiesen werden.

2.3. Auswahl der zu untersuchenden Parameter

2.3.1. Parameterliste – Abwasser und Wasser des Vorfluters

TEMPERATUR	CHLORID
pH-WERT	NITRAT
LEITFÄHIGKEIT	SULFIT
ABSORPTIONSKOEFFIZIENT	SULFAT
ABSETZBARE STOFFE	
SAUERSTOFF, gel.	
CSB	PAH: BENZO(a)PYREN
DOC	FLUORANTHEN
KOHLENWASSERSTOFFE (SUMME)	BENZO(a)FLUORANTHEN
PHENOL – INDEX	BENZO(k)FLUORANTHEN
LIGNINSULFONSÄUREN	BENZO(g,h,i)PERYLEN
BENZOL	INDENO(1,2,3-c,d)PYREN
TOLUOL	
XYLOLE	

ADSORBIERBARES ORGANISCHES HALOGEN (AOX)

TETRACHLORMETHAN	1,2-DICHLORBENZOL
TETRACHLORETHEN	1,3-DICHLORBENZOL
TRICHLORMETHAN	1,4 DICHLORBENZOL
1,1,1-TRICHLORETHAN	1,2,3-TRICHLORBENZOL
2-CHLORPHENOL	1,2,4-TRICHLORBENZOL
3-CHLORPHENOL	1,3,5-TRICHLORBENZOL
4-CHLORPHENOL	1,2,3,4-TETRACHLORBENZOL
2,4-DICHLORPHENOL	1,2,3,5-TETRACHLORBENZOL
2,4,6-TRICHLORPHENOL	1,2,4,5-TETRACHLORBENZOL
PENTACHLORPHENOL	PENTACHLORBENZOL
	HEXACHLORBENZOL
	DICHLORESSIGSÄURE
	TRICHLORESSIGSÄURE

2.3.2. Parameterliste – Sedimente

ORGANISCHER KOHLENSTOFF
 ZINK (TOTAL und FRAKTION < 0,02 mm)
 CADMIUM (TOTAL und FRAKTION < 0,02 mm)
 POLYCHLORIERTE BIPHENYLE (PCBs)
 POLYCHLORIERTE DIOXINE und FURANE
 ADSORBIERBARES ORGANISCHES HALOGEN – AOX (LAUGUNG nach der DEV S4)
 EXTRAHIERBARES ORGANISCHES HALOGEN – EOX

2.3.3. Parameterliste — Biozöosen

GEWÄSSERGÜTEKLASSE (BIOLOGISCHE GEWÄSSERGÜTE)

ARTENFEHLBETRAG

3. Danksagung

Die Autoren danken Frau E. Lössl und Frau H. Kaisersberger für die Erstellung der Grafiken.

4. Literatur

- DANZER, M., HRUSCHKA, A. & FLECKSEDER, H. 1989: Belastung von Fließgewässern durch die Zellstoff- und Papierindustrie in Österreich. — Monographien des Umweltbundesamtes, 17a: Technologie und Emissionen, Wien.
- DANZER, M., VOGEL, W. & CHOVANEC, A. 1989: Belastung von Fließgewässern durch die Zellstoff- und Papierindustrie in Österreich. — Monographien des Umweltbundesamtes, 17: Zusammenfassende Darstellung, Wien.
- KRALIK, M. & SAGER, M. 1986: Umweltindikator „Schwermetalle“: Gesamtgehalte und Mobilität in österreichischen Donausedimenten. — Mitt. österr. geol. Ges., 79: 72-90.
- SUNTIO, L. R., SHIU, W. Y. & MACKAY, D. 1988: A review of the nature and properties of chemicals present in pulp mill effluents. — Chemosphere, 17: 1249-1290.
- VOGEL, W. & CHOVANEC, A. 1989: Belastung von Fließgewässern durch die Zellstoff- und Papierindustrie in Österreich. — Monographien des Umweltbundesamtes, 17b: Ökologie und Immissionen, Wien.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 20. Juni 1990