

# **BELASTUNG VON FLIESSGEWÄSSERN DURCH DIE ZELLSTOFF- UND PAPIERINDUSTRIE IN ÖSTERREICH**

**Zusammenfassende Darstellung**

Mathilde Danzer  
Wilhelm Vogel  
Andreas Chovanec

Wien, Dezember 1989

## Teil A: Technologie und Emissionen

Autoren: M. Danzer (Umweltbundesamt; Kap. 1 / Koordination)  
A. Hruschka (Österr. Holzforschungsinstitut; Kap. 2)  
H. Fleckseder (TU Wien; Kap. 3-5)

## Teil B: Ökologie und Immissionen

Autoren: W. Vogel, A. Chovanec (Umweltbundesamt)

Analytik (Umweltbundesamt):

- |   |   |
|---|---|
| - AOX, EOX, DOC, CSB .....  | E. Frank, K. Heilingbrunner,<br>S. Hotowec, R. Oppolzer, R. Ulreich           |
| - Chlorbenzole, PCB .....   | M. Heinrich, R. Kohlert, G. Lorbeer   |
| - GC-MS-Screening .....   | W. Moche  |
| - Chlorid, Nitrat, Sulfit, Sulfat,<br>Absorptionskoeffizient, absetzbare Stoffe | R. Eckhart, G. Hobiger, C. Schütz   |
| - Summe der Kohlenwasserstoffe, DCA,<br>TCA, Benzol, Toluol, Xylol .....        | S. Geist, C. Lesemann, S. Oppolzer,<br>C. Schütz                              |
| - Polycyclische aromatische Kohlen-<br>wasserstoffe, Chlorphenole .....         | G. Kühmayer, S. Schuch, P. Seif   |
| - Schwermetalle .....   | E. Auer, R. Bürkl, E. Fürst, S. Spellitz                                      |
| - CLS, Phenolindex, O <sub>2</sub> -gelöst, CKW ..                              | G. Citroni, W. Hartl, H. Holztrattner,<br>G. Menneweger, W. Pichler, M. Unger |

Externe Analytik:

Chlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane: H. Hagenmaier, Universität Tübingen (BRD)

Grafik: S. Jandl (Umweltbundesamt)

Redaktion: M. Häupl, J. Mayer (Umweltbundesamt)

## Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1010 Wien, Biberstraße 11  
Druck: Fa. Riegelnik, 1080 Wien

Titelbild: Probenahme im Jänner 1989 an der Mündung des Abwasserkanals  
des inzwischen stillgelegten Zellstoffwerkes der Obir Ges.m.b.H.  
in die Vellach / Kärnten (Photo: F. Gattermig / Umweltbundesamt)

© Umweltbundesamt, Wien, Dezember 1989  
Alle Rechte vorbehalten  
ISBN 3-85457-044-9

## **CONTAMINATION OF RIVERS BY PULP AND PAPER MILL EFFLUENTS IN AUSTRIA (Summary)**

In december 1988, the Austrian Parliament requested a study by the Federal Environmental Agency – to be carried out within a year – on the influence of the Austrian pulp and paper industry on aquatic ecosystems. This study is presented in two parts and a separate summary volume.

Part A ("Technology and Emissions") contains a detailed description of the international state of the art of pollution abatement in the pulp and paper industry. This review is mainly concerned with bleaching in both sulphite and kraft processes, as well as with biological purification technologies.

The waste water discharges of each factory – in terms of quantity and quality – as well as its specific abatement strategies were investigated by an inquiry among all 38 Austrian pulp and paper plants. These data refer to the year 1988; industry representatives were also asked to estimate the discharges until the year 1993 in relation to specific measures to be taken by the company. According to this forecast emissions will be reduced (e.g. due to the introduction of oxygen delignification and additional biological waste water treatment), but still not according to today's state of the art.

Part B ("Ecology and Immissions") emphasized a quantitative and qualitative assessment of hazardous substances and their biological effects in rivers influenced by pulp and paper mill effluents, especially those from bleaching processes. Chemical analyses focused on the determination of chlorinated organic compounds.

The effects of 13 factories on the rivers Pöls, Mur, Ager, Traun, Drau, Vellach, Lavant, and Salzach were subject of detailed investigations.

COD (chemical oxygen demand), DOC (dissolved organic carbon), AOX (adsorbable organic halogen), specific organochlorine substances (e.g. chloroform, chlorphenols, chlorbenzenes) and physical parameters (e.g. temperature, pH, conductivity) were determined in the emissions and the receiving bodies of water.

Further measurements were made on sediments from the rivers Ager, Pöls, and Piesting (e.g. EOX – extractable organic halogen, PCB – polychlorinated biphenyls, polychlorinated dioxins and furans). Biological investigations on abundances and diversity of invertebrates were carried out to evaluate the water quality of Pöls and Ager.

Generally the impact of hazardous substances emitted by pulp mill effluents on aquatic ecosystems exceeds those from paper mills by far. Particularly in small rivers high levels of these compounds and serious ecological influences could be detected.

Considerable quantities of organochlorine substances could be found in the effluents of all pulp mills using chlorine or chlorine derivatives for bleaching. Top concentrations of AOX (up to 5.000 µg/l) were noted in the small river Pöls (Styria), influencing also the river Mur, where the highest absolute amounts of AOX were emitted by the Leykam AG at Gratkorn. However, as a result of the considerable water discharge of the Mur, resulting AOX

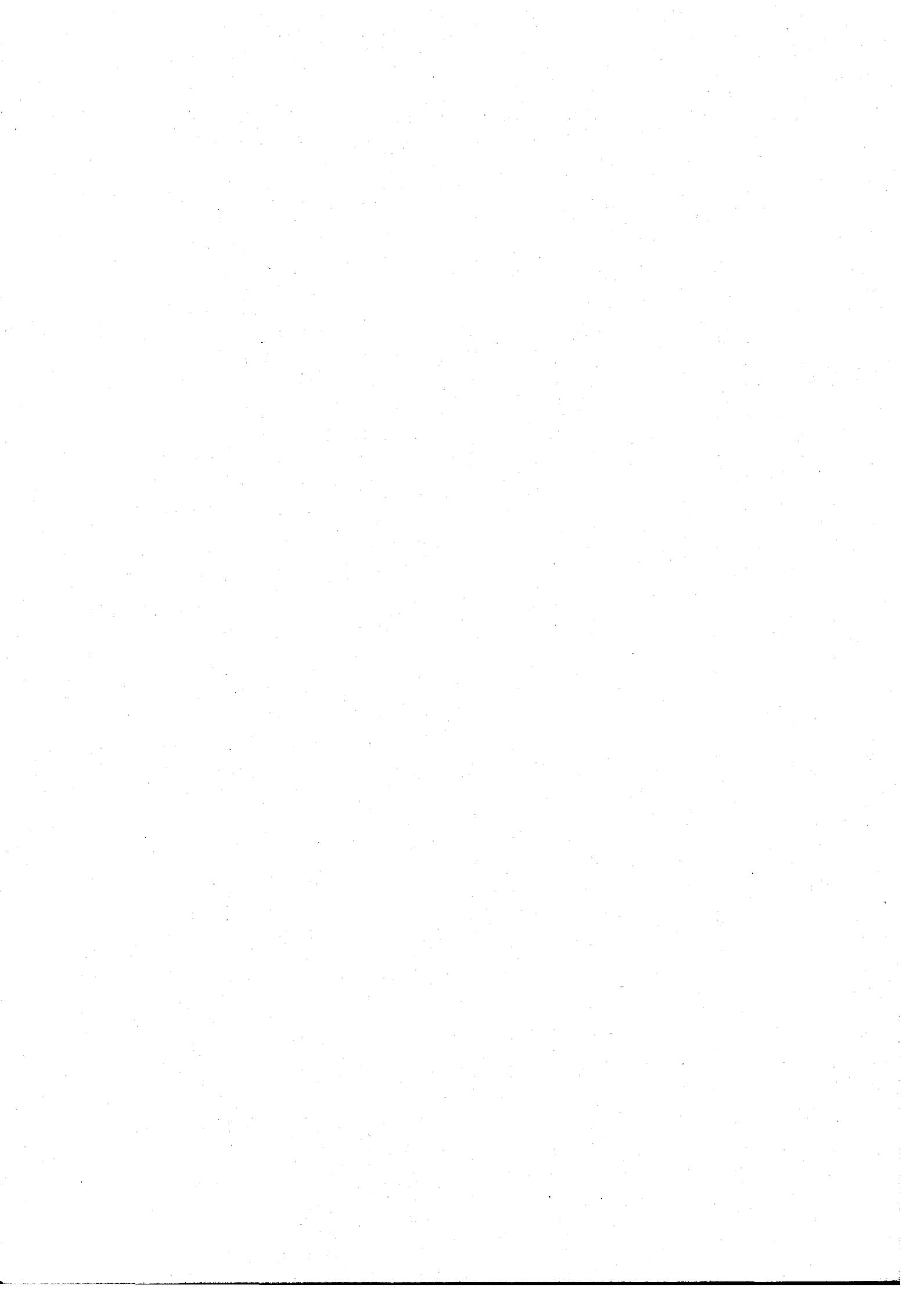
concentrations were lower than in the Pöls. Chloroform concentrations highly correlated with those of AOX. Thus, chloroform can be used as an additional tracer for bleached pulp mill effluents.

To minimize the influences on populations

and communities of all trophic levels in the rivers receiving the pulp and paper mill effluents the emission of organic compounds has to be drastically reduced. Considering their ecotoxicology any discharge of chlorinated organic substances must be avoided.

**INHALTSVERZEICHNIS**

1	VORBEMERKUNG .....	1
2	ÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN VON ABWÄSSERN DER ZELLSTOFF- UND PAPIERINDUSTRIE AUF FLIESSGEWÄSSER .....	3
3	ZELLSTOFF- UND PAPIERERZEUGUNG IN ÖSTERREICH: PRODUKTION UND ABWASSEREMISSIONEN .....	5
4	AUF DER BASIS VON WERKSANGABEN BERECHNETE BELASTUNG ÖSTERREICHISCHER FLIESSGEWÄSSER (Bezugsjahr 1988) .....	21
5	UNTERSUCHUNGEN DES UMWELTBUNDESAMTES ZUR IMMISSIONSSITUATION AN AUSGEWÄHLTEN STANDORTEN .....	27
5.1	Pöls und Mur .....	30
5.2	Ybbs .....	36
5.3	Ager und Traun .....	40
5.4	Drau, Vellach und Lavant .....	45
5.5	Salzach .....	50
5.6	Längsprofil für AOX in Pöls und Ager .....	50
6	STAND DER TECHNIK ZUR VERMINDERUNG DER ABWASSER- BELASTUNG IN DER ZELLSTOFF- UND PAPIERINDUSTRIE .....	55
6.1	Grundbegriffe der Zellstofferzeugung .....	55
6.2	Erfassen der Kochereiablauge .....	56
6.3	Behandeln der Kondensate .....	56
6.4	Chlorarme und chlorfreie Bleichverfahren .....	56
6.5	Externe Abwasserreinigung .....	57
6.6	In Österreich geplante Mindestanforderungen .....	58
6.6	Lenkungsmaßnahmen in Schweden und in der BRD .....	58
6.7	Minderung der Abwasserbelastung aus der Erzeugung von Holzstoff und Papier .....	50
7	AUSBLICK AUF DIE ENTWICKLUNG DER ABWASSEREMISSIONEN ÖSTERREICHISCHER ZELLSTOFFWERKE .....	63
8	GESETZLICHE EMISSIONSREGELUNGEN UND UMWELTABGABEN .	65
9	SCHLUSSBEMERKUNG .....	69



## 1 **VORBEMERKUNG**

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

In einer bei allen 38 österreichischen Werken dieser Branche durchgeführten Erhebung wurden grundlegende produktions- und umweltbezogene Daten für das Stichjahr 1988 sowie eine Vorausschau für das Jahr 1993 erfaßt.

An 13 nach Größe und Technologie ausgewählten Werksstandorten führte das Umweltbundesamt umfangreiche analytische Untersuchungen zur Immissions-situation der betroffenen Flüsse durch.

Der fertiggestellte Endbericht wird in drei Teilen vorgelegt:

- **Teil A** der Studie ("Technologie und Emissionen") stellt zunächst die innerbetrieblichen Maßnahmen nach dem Stand der Technik zur Reduktion der Abwasserbelastung, vor allem in

Hinblick auf die Zellstoffbleiche, sowie die externe Abwasserreinigung dar. Lösungswege für eine Verbesserung der Immissionssituation werden mit einer ausführlichen Diskussion der erhobenen Werksangaben für 1988 und 1993 verbunden. Die bereitwillige Beantwortung des Fragebogens durch die einzelnen Betriebe ermöglichte eine umfassende Darstellung.

- **Teil B** ("Ökologie und Immissionen") enthält einen Bericht über die immisionsökologischen Untersuchungen des Umweltbundesamtes. An den ausgewählten Werksstandorten wurden umfangreiche Serien von Wasserproben entnommen und in den Labors des Umweltbundesamtes auf Schadstoffe analysiert. Fallweise wurden auch Emissions- und Sedimentproben untersucht sowie eine biologische Bewertung der Gewässer vorgenommen. Im Bericht werden neben einer Diskussion der Ergebnisse auch Überlegungen zur Abwasserabgabe angestellt.

- Die vorliegende **Kurzfassung** beider Teile bietet einen Gesamtüberblick über die durchgeführten Arbeiten und deren Ergebnisse.



## 2 ÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN VON ABWÄSSERN DER ZELLSTOFF UND PAPIERINDUSTRIE AUF FLIESSGEWÄSSER

Ein Teil der bei der Zellstoffproduktion im Abwasser anfallenden Schadstoffe kann biologisch leicht abgebaut werden. Dieser Anteil wird analytisch mit dem Parameter *BSB* erfaßt (meist als *BSB<sub>5</sub>* = *Biochemischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen*). Werden große Mengen davon ungeklärt in ein Gewässer eingebracht, so wird diesem durch die biologischen Abbauvorgänge der Sauerstoff – und damit die Lebensgrundlage für eine reichhaltige Tier- und Pflanzenwelt entzogen.

Bei Einsatz biologischer Kläranlagen erfolgt dieser Abbau vor Einleitung in ein Gewässer. Ausreichend dimensionierte und entsprechend betriebene Kläranlagen bewirken einen Abbau (bezogen auf den *BSB<sub>5</sub>*) bis zu 99 %, sodaß die Gewässerbelastung deutlich reduziert werden kann. Vor allem bei kleineren Flüssen (oder bei Stauhaltungen, die die Selbstreinigungskräfte des Fließwassers herabsetzen) kann jedoch auch diese Restbelastung zu Beeinträchtigungen führen. In Österreich sind bisher nur 3 von 9 Zellstoffwerken mit biologischen Kläranlagen ausgerüstet.

Die Gesamtheit aller (oxidativ) abbaubaren Verbindungen (auch der nur langfristig abbaubaren) wird mit dem *CSB* erfaßt (*CSB* = *Chemischer Sauerstoffbedarf*). Der Wirkungsgrad von Kläranlagen ist für den *CSB* wesentlich ungünstiger (ca. 50 % bei Zellstoffabwässern), sodaß es bei größeren Werken trotz dem Stand der Technik entsprechender Reinigungsstrategien zu einer starken Gewässerbelastung kommen kann. Der schwer abbaubare Anteil wirkt sich vorwiegend bei längeren Verweilzeiten der Schadstoffe in Stauhaltungen oder in Se-

dimenten aus (z.B. durch Sauerstoffzehrung). Die Gesamtbelastung durch organische Schadstoffe wird auch mit dem *DOC* ausgedrückt (*DOC* = *Dissolved Organic Carbon*).

Besonders schädlich für aquatische Ökosysteme sind die mit der Produktion von Zellstoff anfallenden hohen *Schwebstofffrachten*, deren Abbau ebenfalls zu Sauerstoffzehrungsvorgängen führt; außerdem zerstört diese Auflage den für nahezu alle ans Fließwasser gebundenen Tiergruppen lebensnotwendigen Lückenraum des Bodensubstrates.

Wird der Zellstoff gebleicht und werden zur Bleiche chlorhaltige Substanzen eingesetzt, so bilden sich (je nach Art und Menge der Bleichreagentien) chlororganische Verbindungen, die zum überwiegenden Teil mit dem Abwasser in die Umwelt gelangen.

Die bei der Zellstoffbleiche anfallenden und mit dem Abwasser emittierten halogenorganischen Verbindungen umfassen nach Angaben der Fachliteratur mehrere hundert Substanzen. Eine Analyse aller Einzelstoffe ist mit vertretbarem Aufwand nicht möglich, daher wurde international die Bestimmung des *AOX* eingeführt (*AOX* = *Adsorbable Organic Halogen*). Mit dieser Methode wird die Gesamtmenge aller organisch gebundenen Halogene bestimmt (Summenparameter). Da diese Schadstoffgruppe sowohl relativ ungiftige als auch extrem giftige Substanzen beinhaltet, können mit diesem Parameter keine unmittelbaren Aussagen über die Toxizität von Abwässern gemacht werden. Für vergleichende Betrachtungen oder zur Abschätzung der Effizienz von Vermeidungs-

strategien hat sich dieser Parameter dennoch international gut bewährt.

Aquatische Ökosysteme sind durch Organochlorverbindungen besonders gefährdet. Eine Reihe der emittierten Substanzen wirkt auf höhere wie niedere Tierarten sehr toxisch (vor allem chronisch); einige Stoffe verursachen auch Krebs, die Mißbildung von Embryonen oder eine Schädigung der Erbanlagen (karzinogene, teratogene und mutagene Wirkungen). Außerdem sind viele chlororganische Substanzen persistent und werden in Nahrungsketten angereichert, sodaß in deren Endgliedern – z.B. in Fischen und Wasservögeln – höhere Konzentrationen gefunden werden, deren Auswirkungen nur zum Teil bekannt sind. So zeigen Fische aus mit Zellstoffabwässern (Chlor-

bleiche) belasteten Gewässern unter anderem morphologische und physiologische Störungen, die sich beispielsweise in Schädigungen des Knochenbaues oder verringerter Fortpflanzungskapazität ausdrücken. Neben direkt wirkenden Einflüssen stellen Faktoren wie Streß und verminderte Widerstandsfähigkeit ebenfalls Gefährdungspotentiale für Populationen dar. Derartig in Mitleidenschaft gezogene Lebensräume bzw. Fischpopulationen fallen in den meisten Fällen auch für Fischereizwecke aus.

In Österreich wird der weitaus größte Teil des produzierten Zellstoffes zu *Papier* weiterverarbeitet. Die dabei anfallenden Schadstoffmengen sind jedoch wesentlich geringer als bei der Zellstoffproduktion.

### 3 ZELLSTOFF- UND PAPIERERZEUGUNG IN ÖSTERREICH: PRODUKTION UND ABWASSEREMISSIONEN

Im Jahr 1988 wurden in Österreich 2.650.000 t *Papier, Maschinenkarton und Pappe* hergestellt. Davon wurden 75 % exportiert. Der Importanteil am Verbrauch (1.080.000 t) betrug 38,5 %. Die Faserstoffversorgung für die Produktion betrug 46 % Papierzellstoff, 42 % Altpapier und 12 % Holzstoff.

In Österreich wurden 1988 1.180.000 t Zellstoff erzeugt, davon 571.596 t gebleichter Sulfitzellstoff und 200.554 t gebleichter Sulfatzellstoff. 20 % des Zellstoffs wurden exportiert, der Importanteil am Verbrauch (1.260.000 t) betrug 27,1 %. Bei Holzstoff betrug die Produktion 280.000 t, der Importanteil 2,5 % (kein Export).

Der *Altpapierverbrauch* betrug rund 1.000.000 t, davon 56 % importiert und 44 % aus dem Inlandsaufkommen.

Die Produktion der österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie ist in den Abb. 1 u. 2 dargestellt. Genauere Angaben sind aus einer Übersichtstabelle mit Standortkarte im Anschluß an Abb. 1-10 zu entnehmen.

Die Ermittlung der Abwasseremissionen der einzelnen Betriebe erfolgte durch eine Fragebogenaktion, die vom Umweltbundesamt unter Mithilfe der Vereinigung Österreichischer Papierindustrieller unter den Betrieben durchgeführt wurde. Die detaillierten Ergebnisse dieser Erhebung für jeden Standort sind Kapitel 4 in Teil A der Studie zu entnehmen.

In den folgenden Abbildungen 3, 4 und 5 werden die ins Gewässer abgegebenen Tagesfrachten an Feststoffen  $\geq 0,1$  t pro Tag, an  $BSB_5 \geq 0,1$  t pro Tag und an  $CSB \geq 0,5$  t pro Tag dargestellt. Es werden jeweils die für das Jahr 1988 angegebenen

Werte mit den von den Betrieben als Prognose für 1993 veranschlagten Zahlen verglichen; letztere beruhen teilweise auf bescheidmäßigen Vorschreibungen.

Die Abb. 6, 7 u. 8 veranschaulichen die produktionsspezifischen (= bei der Produktion von 1 t Zellstoff bzw. Papier anfallenden) Emissionen an Feststoffen,  $BSB_5$  und  $CSB$ , wobei nach den Herkunftsbereichen Zellstoff- oder Papiererzeugung unterschieden wurde.

Abb. 9 zeigt die  $AOX$ -Tagesfrachten aus der Produktion von chlorgebleichtem Zellstoff sowohl für das Jahr 1988 als auch die erwarteten Reduktionen für 1993. Die Darstellung der für das Jahr 1988 angegebenen produktionsspezifischen Werte erfolgt in Abb. 10.

Bei der Interpretation der in den Abbildungen dargestellten Werksangaben ist zu berücksichtigen, daß diese nicht ohne Einschränkungen untereinander vergleichbar sind. Zwei Probleme seien herausgegriffen: Die unterschiedliche Probenvorbehandlung und der Umstand, daß biologisch gereinigte mit biologisch nicht gereinigten Abwässern verglichen werden, was insbesondere in bezug auf den Summenparameter  $CSB$  nicht korrekt ist. Der  $CSB$  vor Reinigung besteht aus biologisch leicht und schwer abbaubaren Verbindungen, während nach der Reinigung die schwer abbaubaren Verbindungen vorherrschen.

Die Gewässerbelastung durch den Standort Lenzing stammt nicht nur aus der Zellstoff- und Papiererzeugung, sondern auch aus der Viskoseproduktion; aus diesem Grund wurden die Viskoseabwässer, welche noch nicht biologisch gereinigt werden, für 1988 gesondert

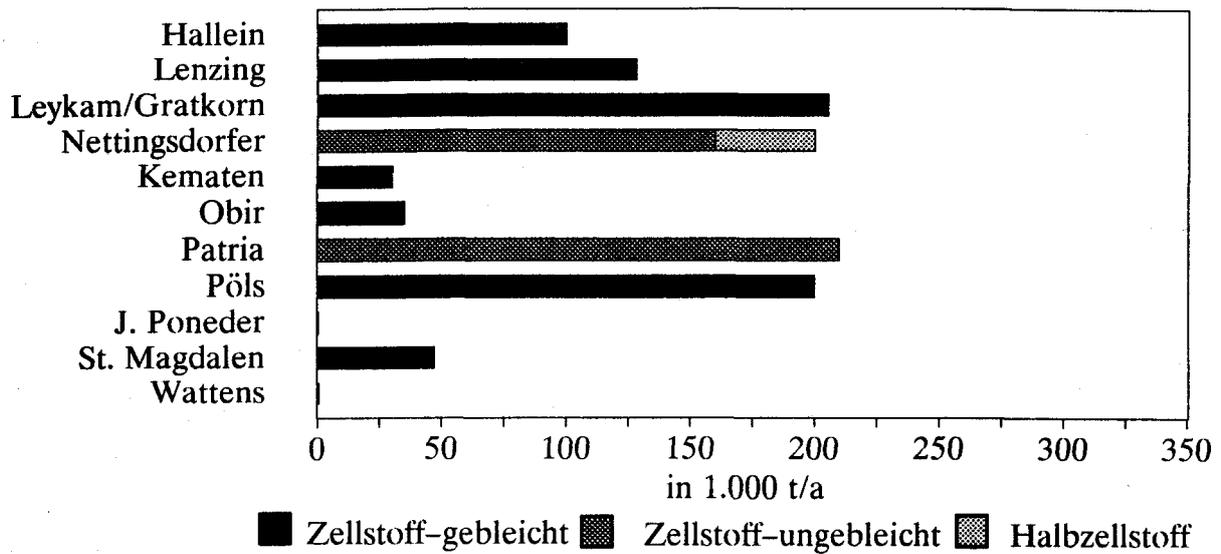
kenntlich gemacht. In der Prognose für 1993 werden die gesamten Abwässer des Standortes biologisch gereinigt.

Es sei betont, daß man zur Bewertung der Auswirkungen der einzelnen Tagesfrachten auch die Größe des Vorfluters berücksichtigen muß, z.B. kann auch eine Papierfabrik mit geringer Produktion einem schwachen Vorfluter großen Schaden zufügen.

Aus den Abbildungen kann man erkennen, daß die mit Abstand größte Abwasserbelastung bei der Produktion von gebleichtem Zellstoff entsteht. Die emissionsmindernden Maßnahmen der einzelnen Werke werden in Kap. 7 der Kurzfassung diskutiert.

# PRODUKTION 1988

## Zellstoff



## Papier

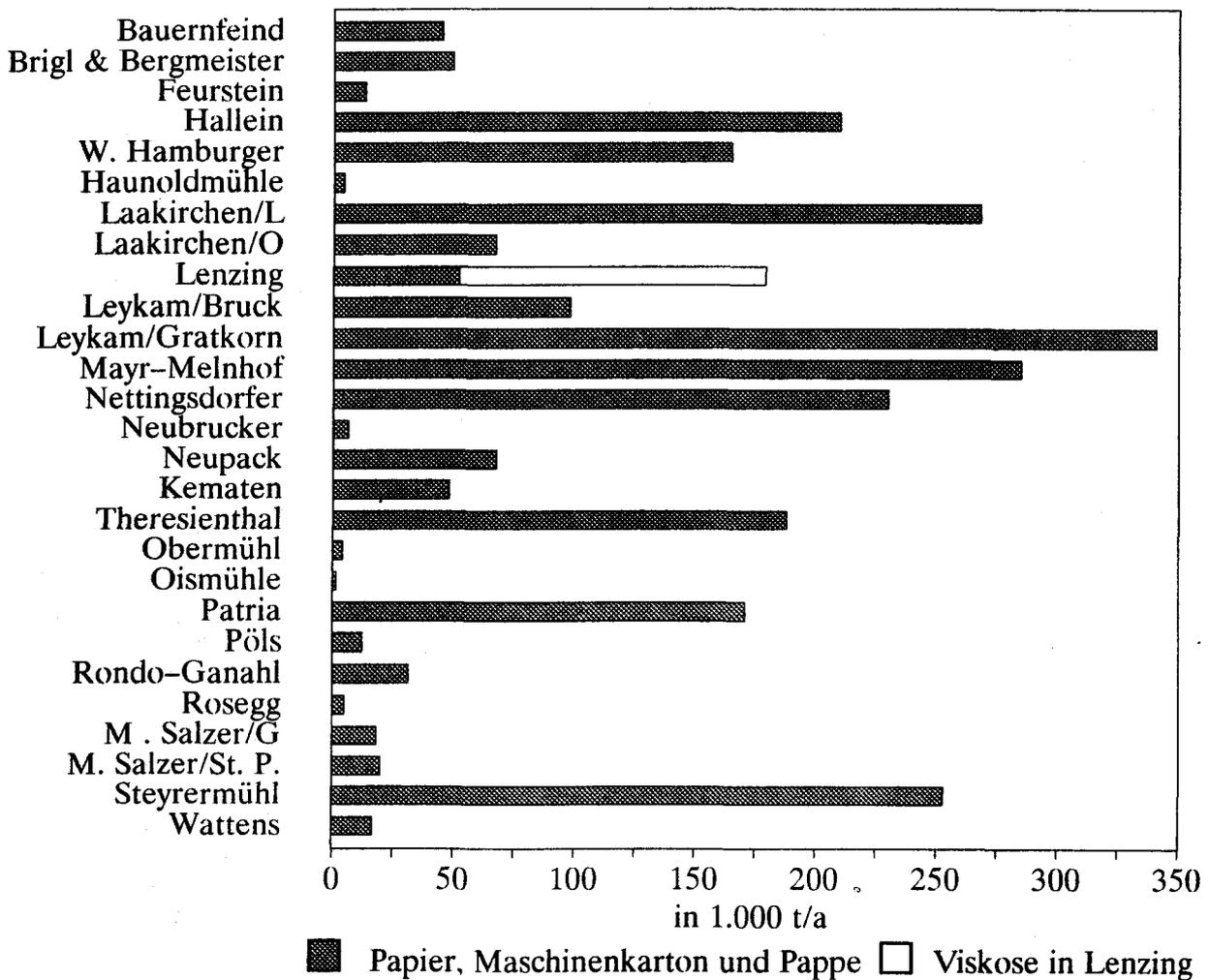


Abb. 1: Produktion der Österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie im Jahr 1988

# PAPIERPRODUKTION 1988

## Einsatz der Faserrohstoffe

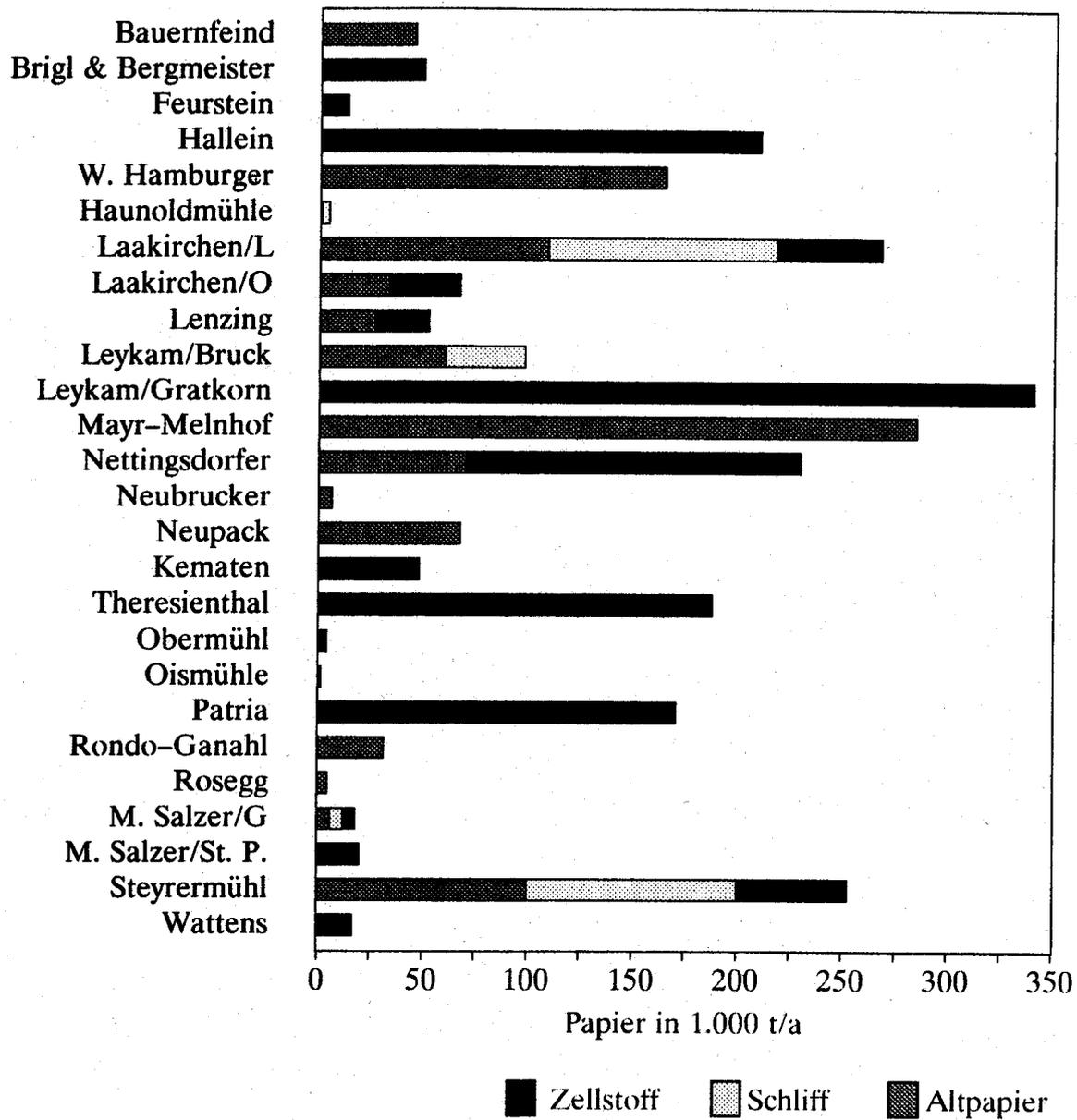


Abb. 2: Anteile der Faserrohstoffe in der Österreichischen Papierproduktion 1988.

# Emissionen 1988 und Prognose für 1993

Abfiltrierbare Stoffe – Frachten  $\geq 0,1$  t/d

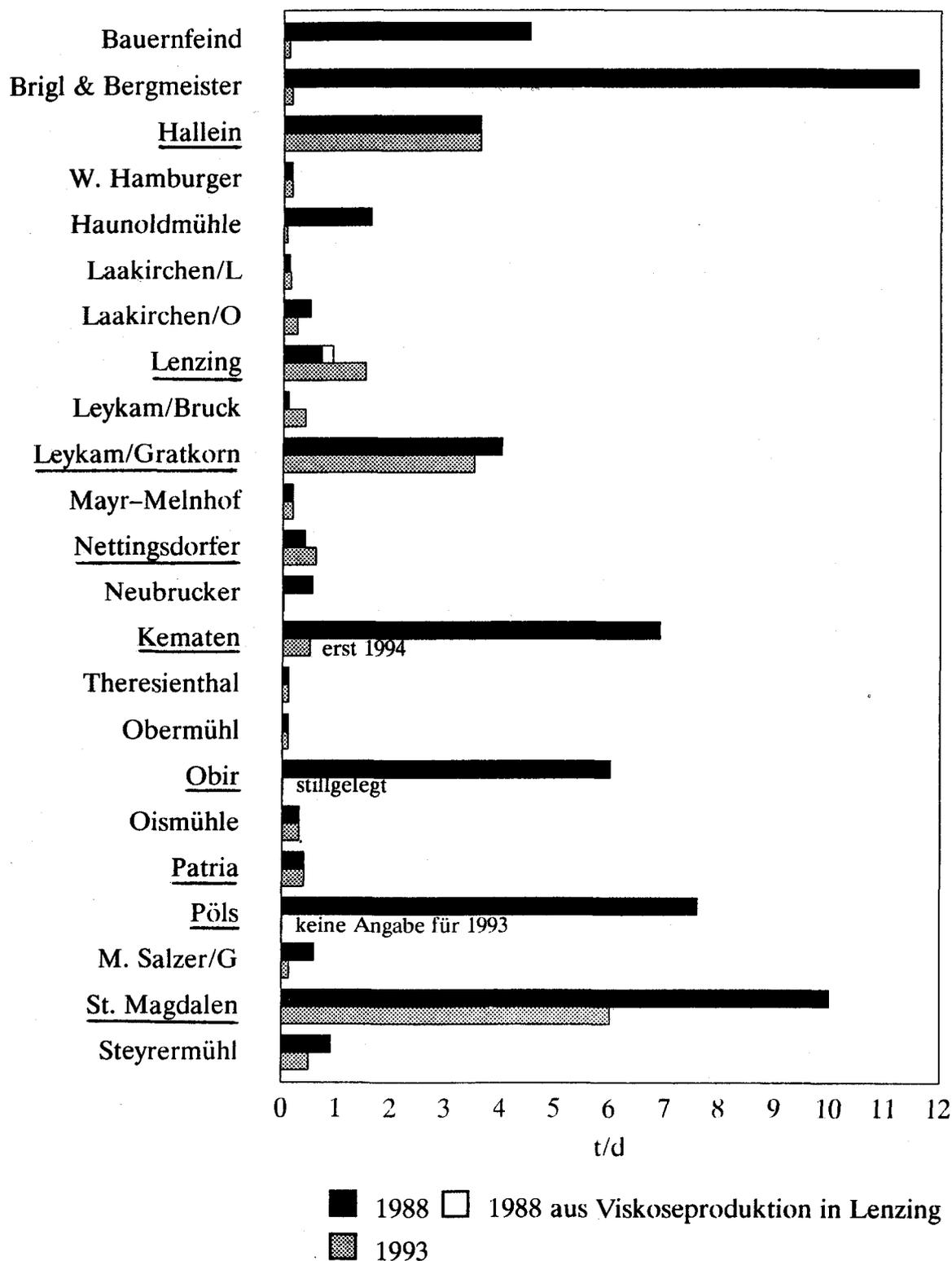


Abb. 3: Abfiltrierbare Stoffe in den Abwasseremissionen der Österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie in t/d: Stand 1988 und Prognose der Werke für 1993 (Werke mit Zellstoffherzeugung sind unterstrichen)

# Emissionen 1988 und Prognose für 1993

BSB<sub>5</sub> – Frachten  $\geq 0,1$  t/d

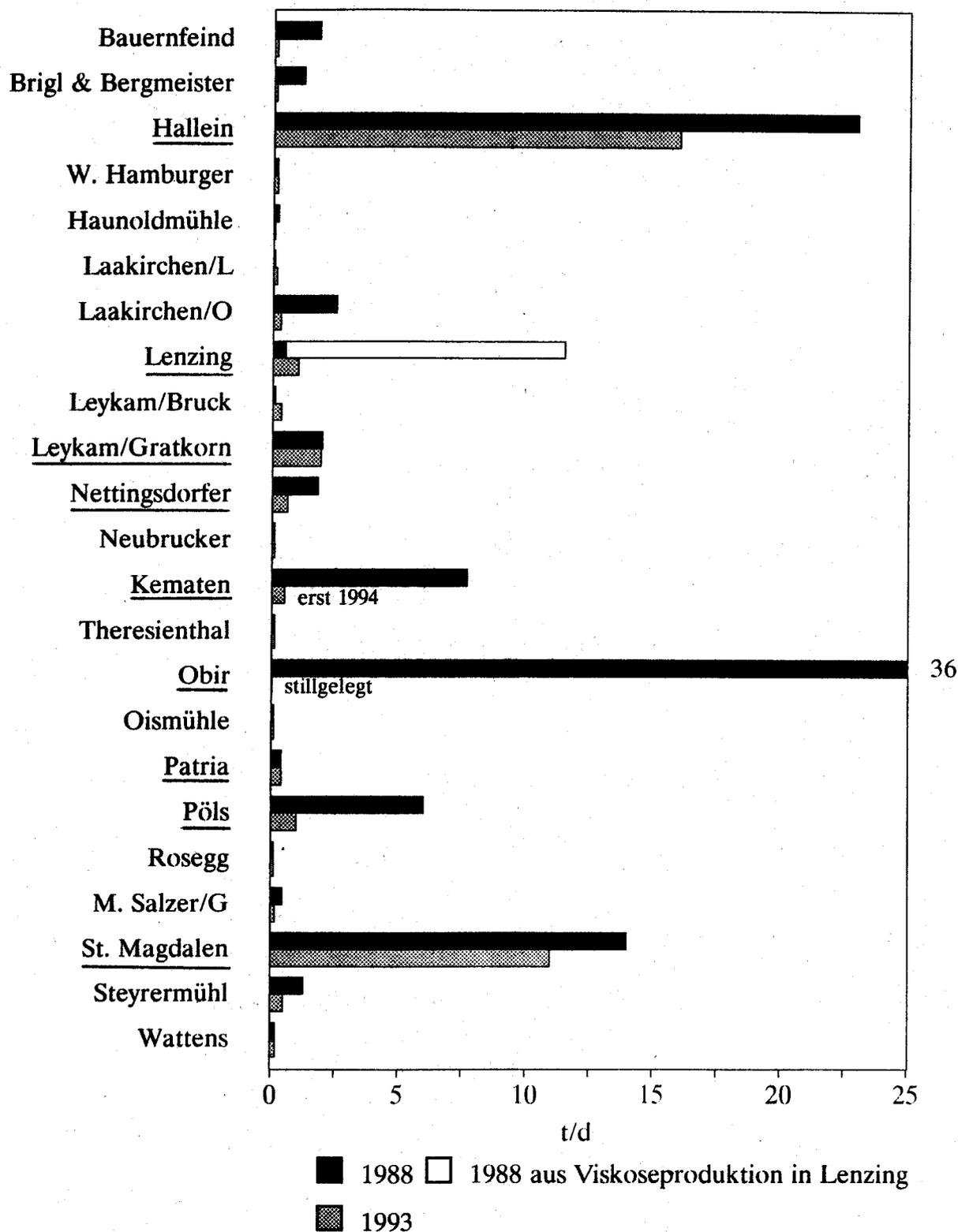


Abb. 4: Biologischer Sauerstoffbedarf in den Abwasseremissionen der österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie in t/d: Stand 1988 und Prognosen der Werke für 1993 (Werke mit Zellstoffherzeugung sind unterstrichen)

# Emissionen 1988 und Prognose für 1993

CSB – Frachten  $\geq 0,5$  t/d

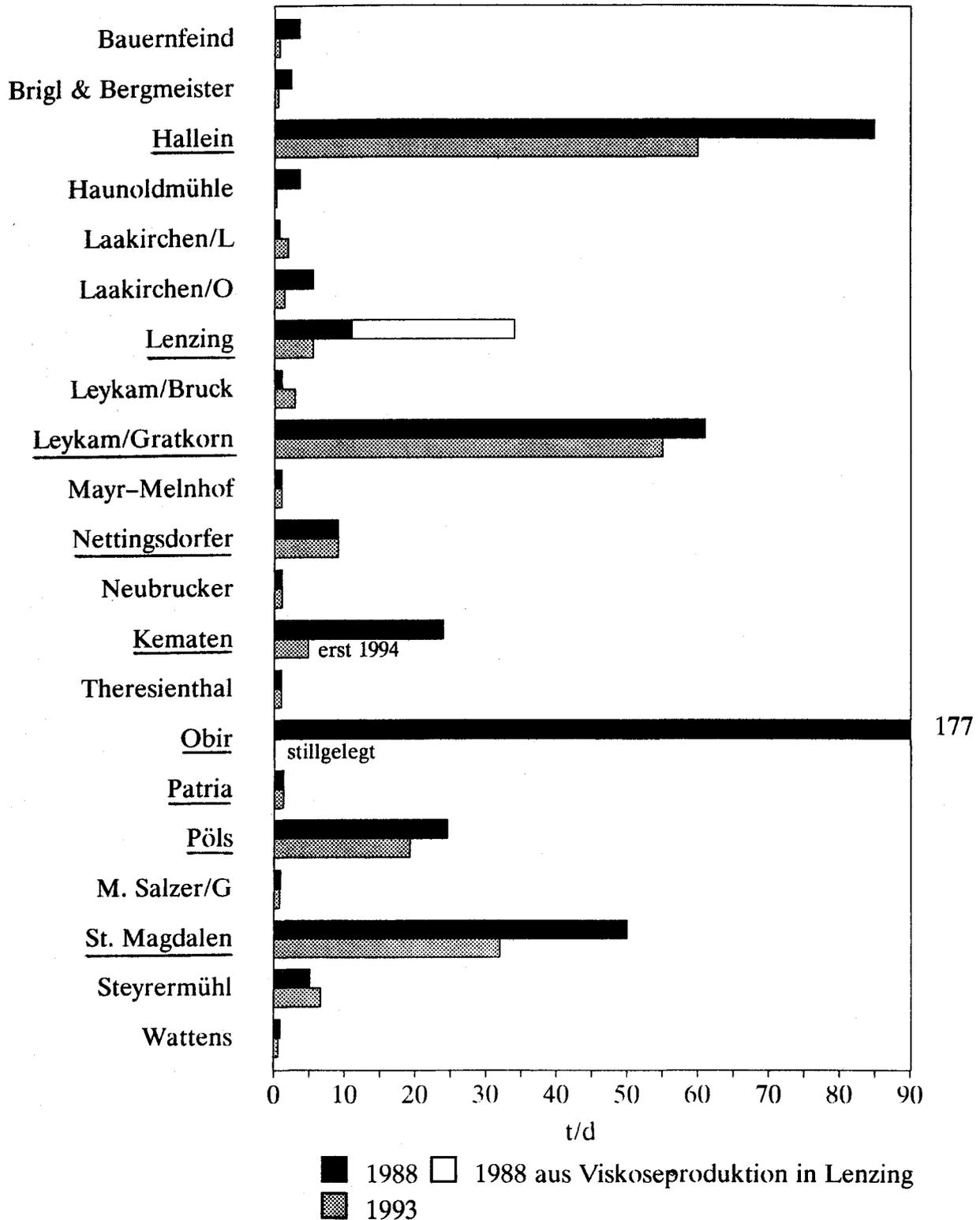


Abb. 5: Chemischer Sauerstoffbedarf in den Abwasseremissionen der österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie in t/d: Stand 1988 und Prognosen der Werke für 1993; Werke mit Zellstoffherzeugung sind unterstrichen)

# Abschätzung produktionsspezifischer Emissionen für 1988

## Abfiltrierbare Stoffe > 1 kg/t

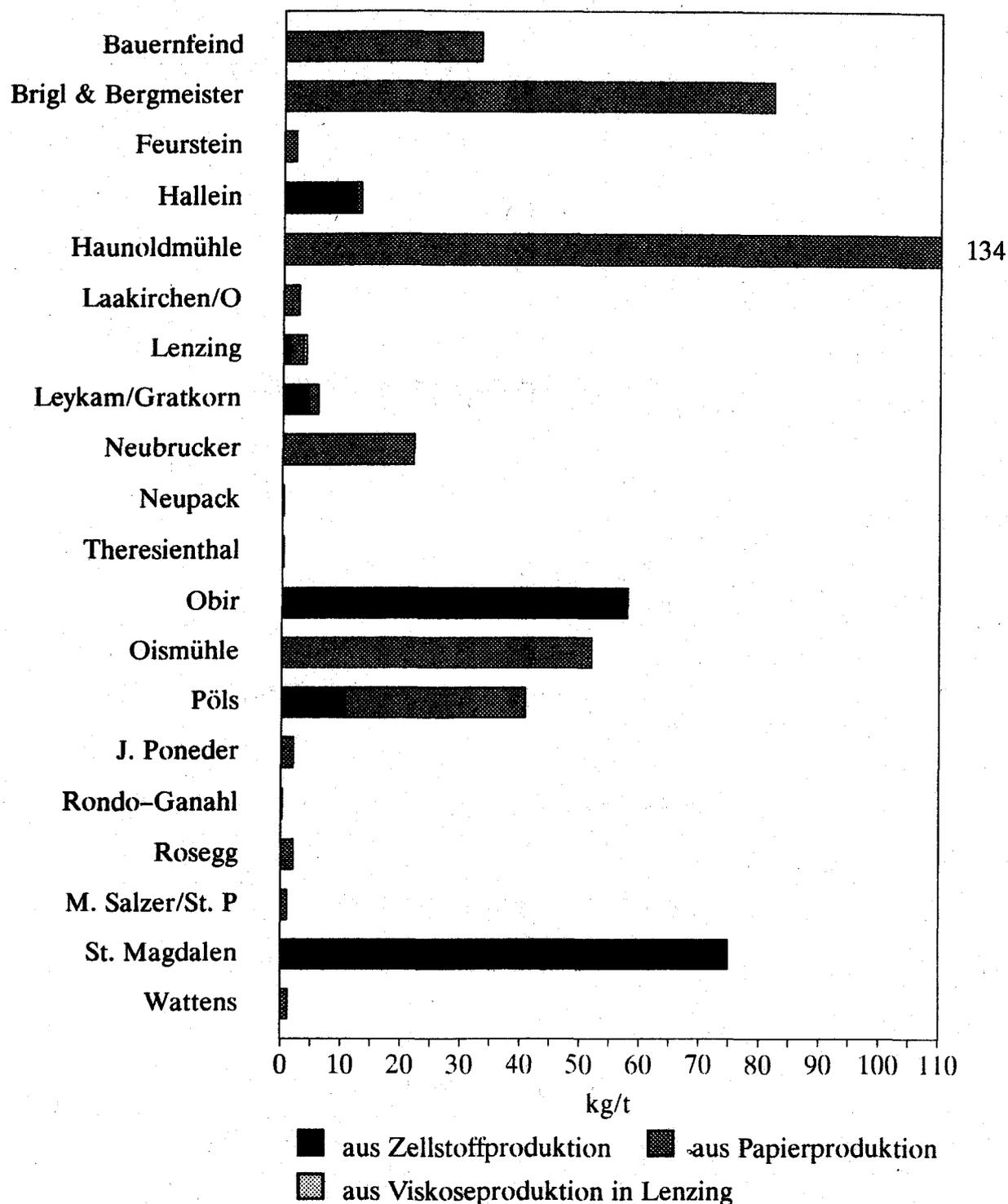


Abb. 6: Abschätzung produktionsspezifischer Emissionen der österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie an abfiltrierbaren Stoffen im Jahr 1988

# Abschätzung produktionsspezifischer Emissionen für 1988: BSB<sub>5</sub> (kg/t)

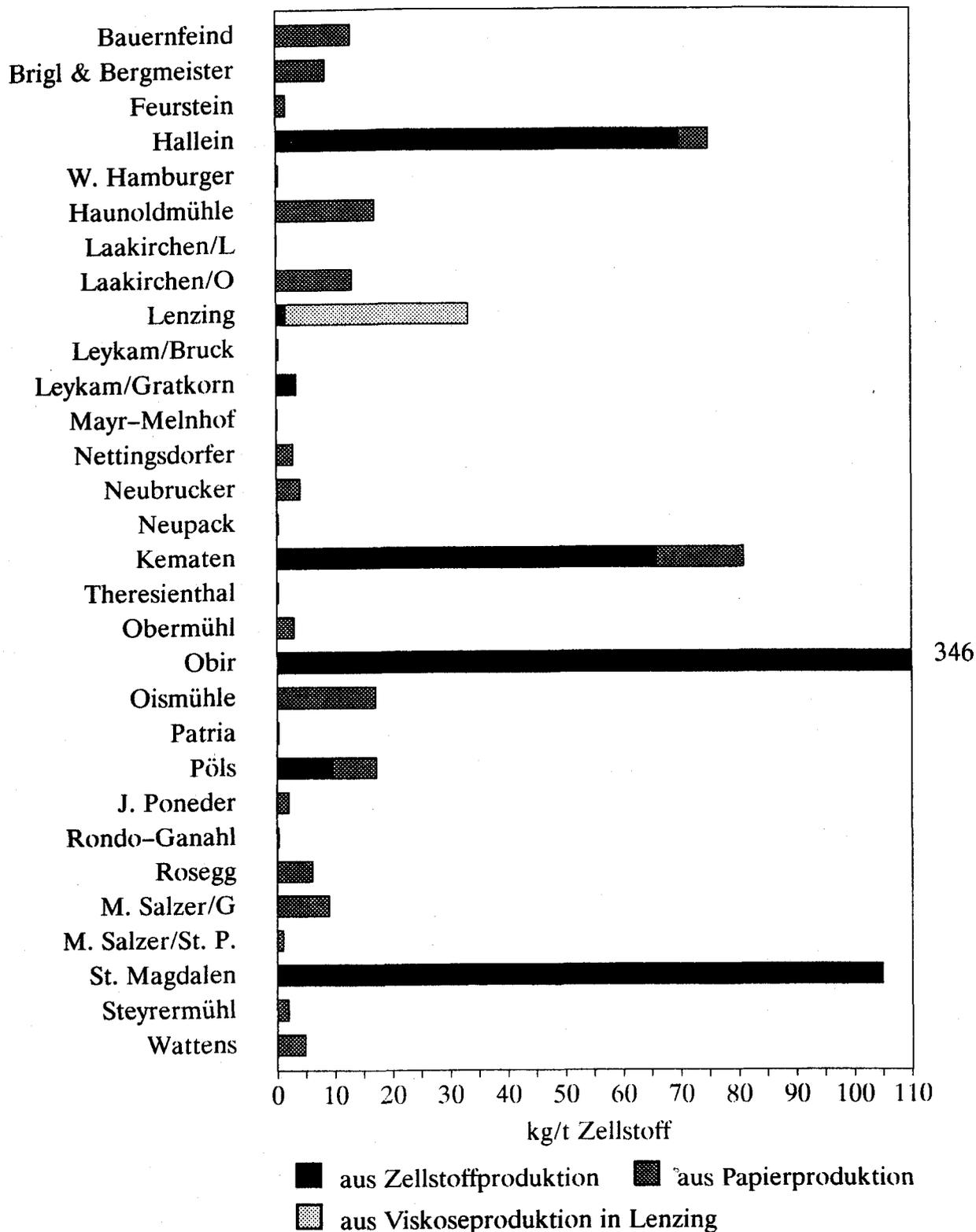


Abb. 7: Abschätzung produktionsspezifischer Emissionen der Österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie an BSB<sub>5</sub> in kg/t im Jahr 1988

# Abschätzung produktionsspezifischer Emissionen für 1988: CSB (kg/t)

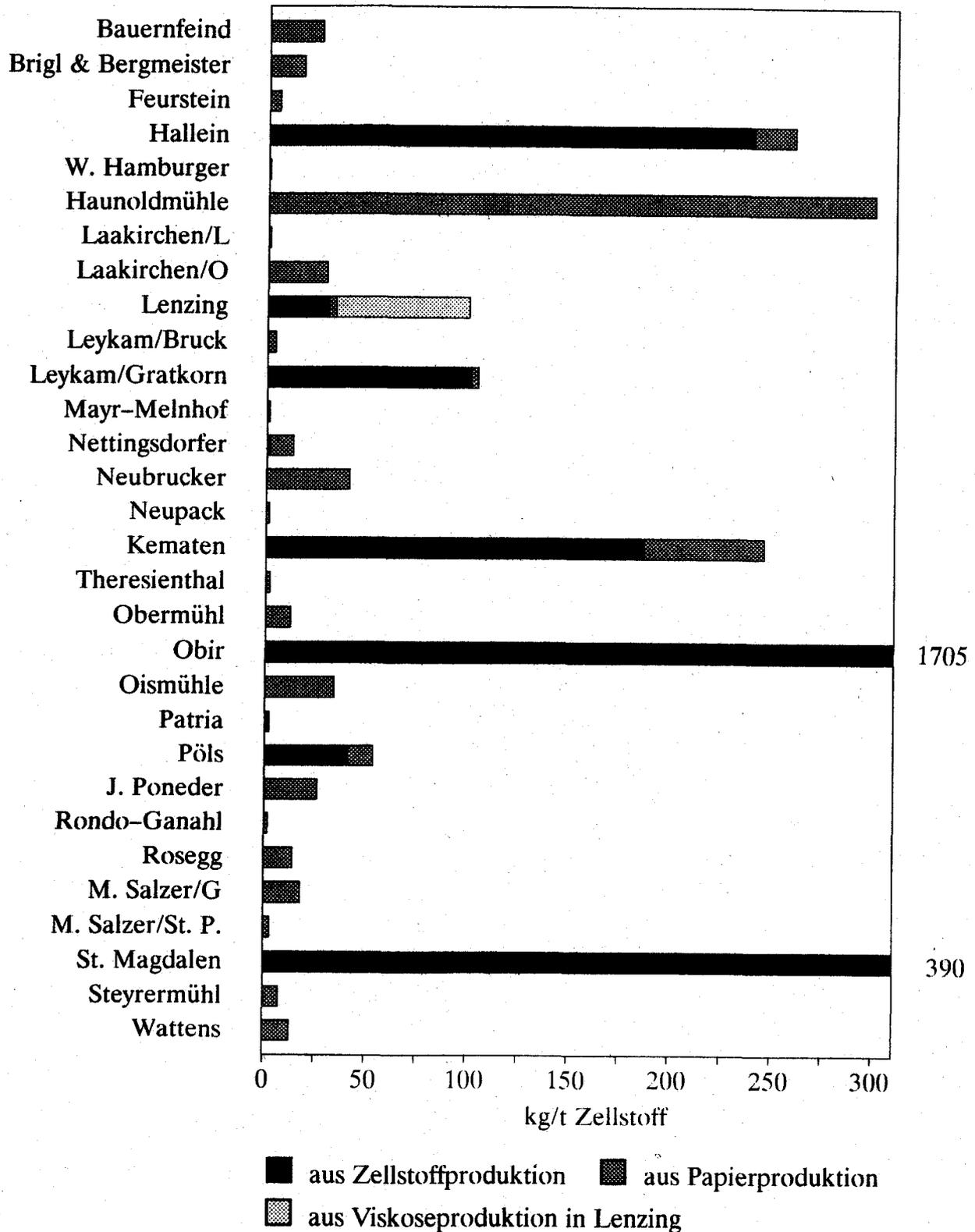


Abb. 8: Abschätzung produktionsspezifischer Emissionen der Österreichischen Papier- und Zellstoffindustrie an CSB in kg/t im Jahr 1988

# Emissionen 1988 und Prognose für 1993

## AOX aus der Zellstofferzeugung (kg/d)

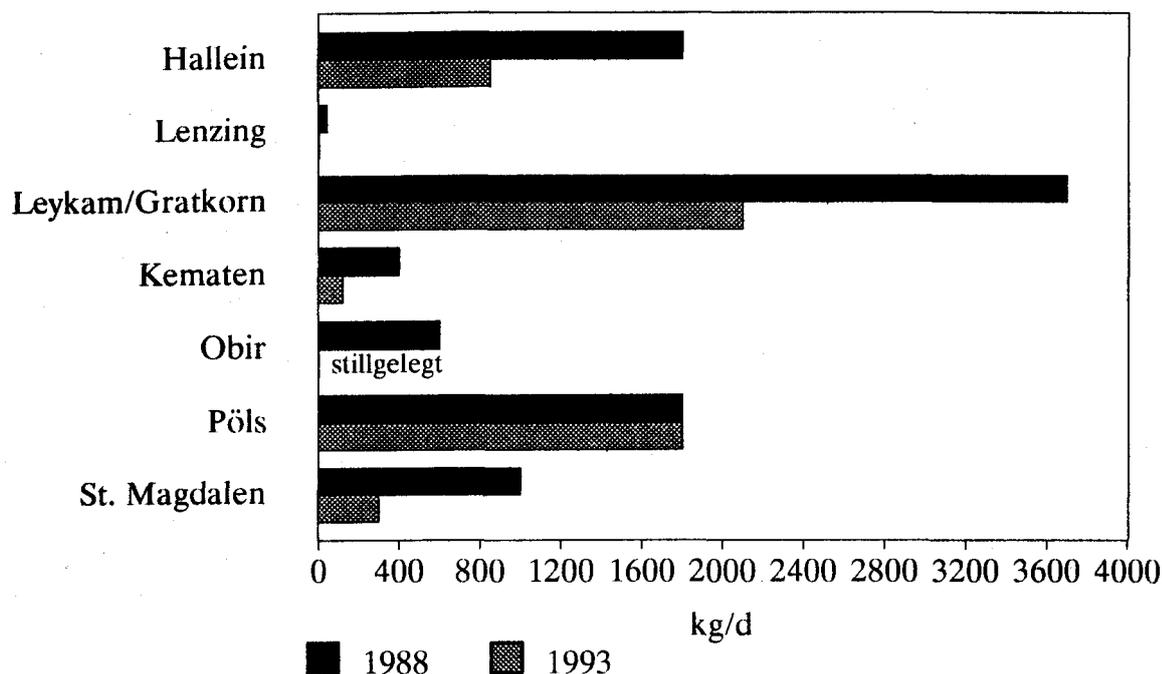


Abb. 9: AOX-Emissionen der österreichischen Zellstoffindustrie (Chlorbleiche) in kg/d; Stand 1988 und Prognose für 1993

# Produktionsspezifische Emissionen

## AOX in kg/t 1988

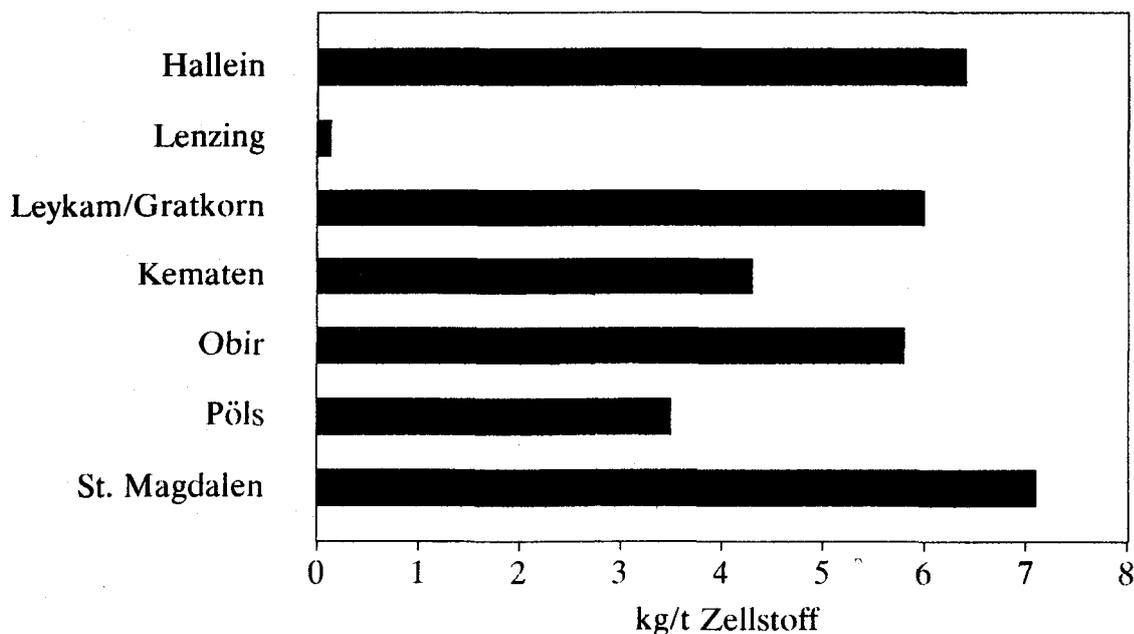
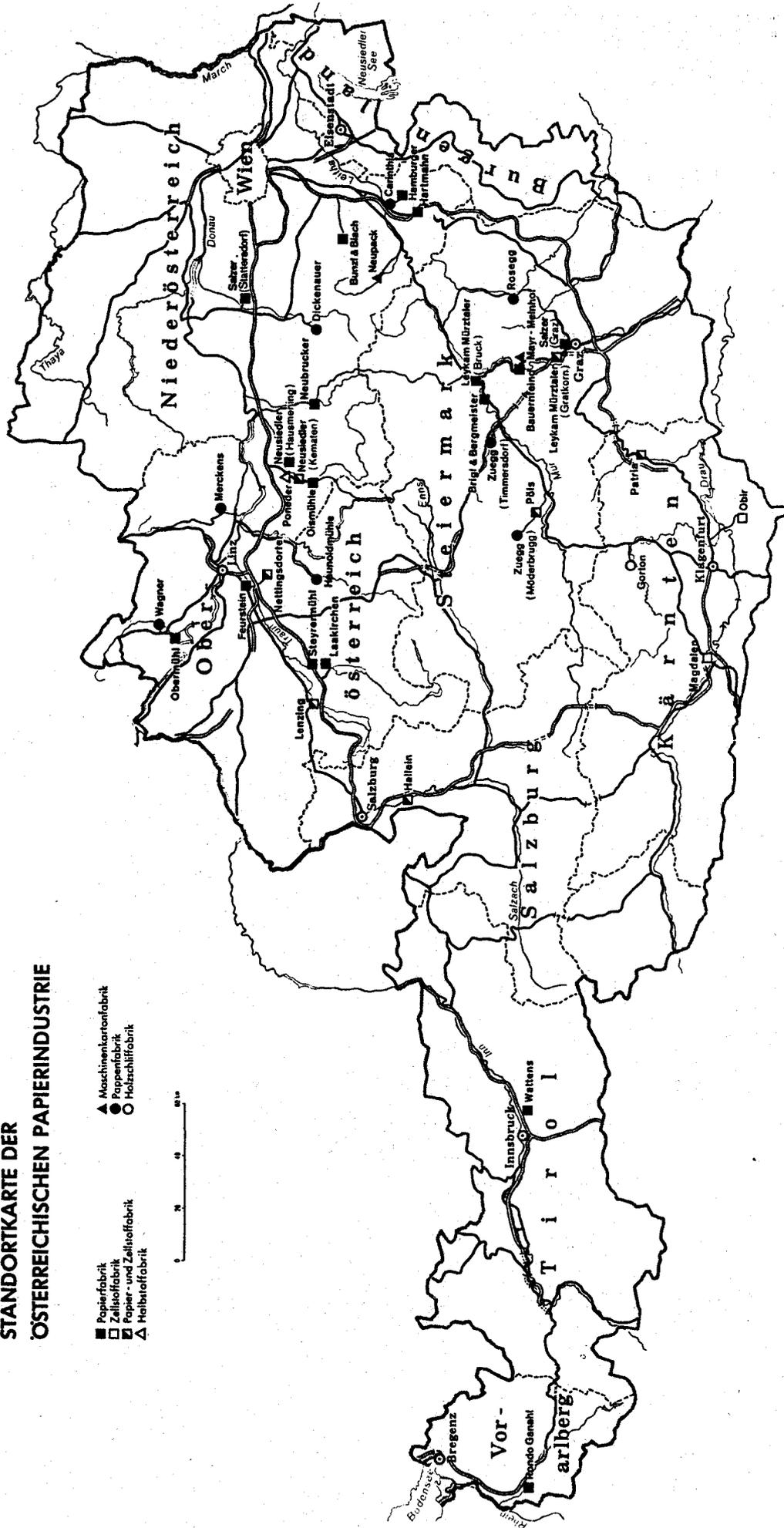


Abb. 10: Produktionsspezifische Emission der Österreichischen Zellstoffindustrie an AOX in kg pro Tonne Zellstoff für das Jahr 1988

# STANDORTKARTE DER ÖSTERREICHISCHEN PAPIERINDUSTRIE

- Papierfabrik
- Zellstofffabrik
- Papier- und Zellstofffabrik
- ▲ Holbstofffabrik
- ▲ Maschinenkartonfabrik
- Poppenfabrik
- Holzschnitfabrik



Quelle: Betriebsverzeichnis der österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie

Tabelle 1: Die österreichische Zellstoff- und Papierindustrie 1988 (Werke mit Zellstoffherzeugung sind unterstrichen;

\* = Analyse von Wasserproben durch das Umweltbundesamt)

Betrieb	Produktion	Rohstoffeinsatz in der Papierproduktion	biologische Abwasserreinigung
			1988 1993
* Bauernfeind	45.000 t/a lutro Wellpappenrohstoff	Altpapier (ohne Deinking)	nein ja
* Brigl & Bergmeister	49.340 t/a lutro holzhaltige und holzfreie, gestrichene Feinpapiere	Zellstoff, Holzschliff in geringen Mengen	nein ja
Carinthia	Spezialpappen	(Fragebogen wurde nicht beantwortet)	
Dickenaue	Braun-, Graupappen, kein Abwasser (geschlossener Kreislauf)		
Feurstein	12.921 t/a lutro Dünn- und Spezialpapiere	Zellstoff	ja ja
Gorton	Holzschliff	(Fragebogen wurde wegen geringer Produktion nicht beantwortet)	
* Hallein	100.000 t/a lutro gebleichter Sulfit-Zellstoff 210.000 t/a lutro holzfreie, gestrichene Papiere	Zellstoff	nein nein
Hamburger	165.000 t/a lutro Wellpappenrohstoff	Altpapier (ohne Deinking)	ja ja
Hartmann	Zellstoffwatte	(Fragebogen wurde nicht beantwortet)	
Haunoldmühle	4.150 t/a lutro Pappen	Altpapier (gebleicht), Holz (Braunschliff, gebleicht)	nein nein
* Laakirchen/Laakirchen	268.000 t/a lutro holzhaltige graphische Papiere und Hygienepapiere	Zellstoff, Altpapier (ohne Deinking), Holzschliff und Hygienepapiere	ja ja

Betrieb	Produktion	Rohstoffeinsatz in der Papierproduktion	biologische Abwas- reinigung	1988	1993
Laakirchen/Ortmann	67.000 t/a lutro Spezialpapiere, Hygienepapiere und gekreppte Papiere	Zellstoff, Altpapier (deinkt und gebleicht)	nein	ja	
* <u>Lenzing</u>	128.000 t/a lutro 52.000 t/a lutro holzfreie, gestrichene Druck- papiere, naifeste Papiere 127.000 t/a lutro Viskose	Zellstoff, Altpapier (holzfrei, deinkt und gebleicht)	ja	ja	
Leykam/Bruck	98.000 t/a lutro Zeitungsdruckpapier	Holzschliff (gebleicht), Altpapier (deinkt)	ja	ja	
* <u>Leykam/Gratkorn</u>	204.500 t/a atro 340.900 t/a lutro gebleichter Magnetit-Zellstoff holzfreie, gestrichene Druck- papiere	Zellstoff	ja	ja	
* <u>Mayr-Melnhof</u>	285.000 t/a lutro Faltschachtelkarton	Altpapier (ohne Deinking), wenig Zellstoff	ja	ja	
Merckens	Pappen	(Fragebogen wurde nicht beantwortet)			
<u>Nettingsdorf</u>	120.000 t/a atro 40.000 t/a atro 230.000 t/a atro ungebleichter Sulfat-Zellstoff Halbzellstoff ungebleichte Kraftpapiere	Zellstoff, Altpapier (ohne De- inking)	nein	ja	
Neubrucker	6.050 t/a lutro Hygienepapiere, Dünndruckpapiere	wenig Zellstoff, Altpapier (ohne Deinking)	nein	nein	
Neupack	67.500 t/a lutro diverse Kartonsorten, Falt- schachtelkarton	wenig Zellstoff, Altpapier (ohne Deinking)	ja	ja	

Betrieb	Produktion	Rohstoffeinsatz in der Papierproduktion	biologische Abwas- reinigung 1988	1993
* <u>Neusiedler/Kematen</u>	30.000 t/a atro 48.000 t/a atro	gebleichter Sulfit-Zellstoff holzfreie Papiere, Schreib- und Druckpapiere, Kopierpapiere	Zellstoff	nein nein
Neusiedler/Theresien- thal	188.000 t/a lutro	holzfreie Papiere, Schreib- und Druckpapiere, Kopierpapiere und beschichtete Papiere	Zellstoff	ja ja
Obermühl	4.000 t/a lutro	verschiedene holzhaltige Druck- papiere	Zellstoff, Altpapier (ohne De- inking)	nein nein
* <u>Obir</u>	35.000 t/a lutro	gebleichter Sulfit-Zellstoff		nein -
Oismühle	1.400 t/a lutro	Sulfit-Seidenpapiere, Hutpack- papiere	Zellstoff, Altpapier	nein nein
* <u>Patris</u>	210.000 t/a atro 171.000 t/a atro	ungebleichter Sulfat-Zellstoff Kraftpapiere	Zellstoff	ja ja
* <u>Pöls</u>	200.000 t/a lutro 12.000 t/a lutro	gebleichter Sulfat-Zellstoff gebleichte Kraftpapiere	Zellstoff	nein ja
Poneder	500 t/a atro	Baumwoll- und Fischhalbstoff für Feinpapierproduktion		ja ja
Rondo Ganahl	31.500 t/a lutro	Karton	Altpapier (ohne Deinking)	ja ja
Rosegg	4.700 t/a	Spezialpappen	Altpapier (ohne Deinking)	nein nein
Salzer/Graz	18.000 t/a lutro	Hygienepapiere, Spezialkrepp- papiere	Zellstoff, Holzstoff, Altpapier (ohne Deinking)	nein ja

Betrieb	Produktion	Rohstoffeinsatz in der Papierproduktion	biologische Abwasreinigung
			1988 1993
Salzer/Stattersdorf	20.000 t/a lutro hochvolumige Werkdruckpapiere, Vervielfältigungspapiere	Zellstoff und wenig Schliff	nein nein
* St. Magdalen	47.000 t/a atro gebleichter Sulfit-Zellstoff		nein nein
* Steyermühl	252.910 t/a Zeitungsdruck, holzhaltige Druckpapiere, Recyclingpapiere	Zellstoff (gebleicht), Altpapier (gebleicht, deinkt), Holzstoff (Zellstoffherzeugung wurde per März 1988 eingestellt)	ja ja
Wagner	Pappen	(Fragebogen wurde nicht beantwortet)	
Wattens	16.920 t/a lutro Dünnpapiere	eigene Halbstoffherzeugung (Hypochloritbleiche) und zugek. Zellstoff	teilw. teilw.
Zuegg (Möderbrugg/Timmersdorf)	Pappen	(Fragebogen wurde nicht beantwortet)	

#### 4 AUF DER BASIS VON WERKSANGABEN BERECHNETE BELASTUNG ÖSTERREICHISCHER FLIESSGEWÄSSER (Bezugsjahr 1988)

Auf Basis der vom Umweltbundesamt erhobenen Werksangaben für das Jahr 1988 wurde auf Grundlage hydrographischer Daten eine Abschätzung der Belastungssituation der betroffenen Gewässer für die Parameter BSB<sub>5</sub>, CSB und AOX durchgeführt. In den folgenden Abbildungen wird die so abgeschätzte Belastung österreichischer Oberflächengewässer durch die Zellstoff- und Papierindustrie zusammenfassend dargestellt.

Diese Berechnungen wurden durchgeführt, um eine ungefähre Orientierung über die Belastungssituation zu ermöglichen; sie sind jedoch aufgrund von Unterschieden bei den angewandten Bestimmungsverfahren nicht uneingeschränkt vergleichbar.

Für die ökologischen Auswirkungen von Abwassereinleitungen in Fließgewässer ist neben der absoluten Menge der eingebrachten Stoffe auch die Größe des jeweiligen Vorfluters entscheidend (s. Abb. 11 u. 12). Gleiche Mengen an eingebrachten Schadstoffen verursachen in kleineren Flüssen größere Schäden. Mit den natürlichen, meist jahreszeitlich bedingten Schwankungen der Wasserführung schwanken auch die durch (konstante) Emissionen verursachten Schadstoffkonzentrationen im Gewässer. Für die Ökosysteme ist dabei im allgemeinen die intensivste Belastungssituation, d.h. die Situation bei Belastungsspitzen bzw. bei Niederwasser entscheidend. Zusätzlich zu den absoluten Mengen an Abwasser, BSB<sub>5</sub>, CSB und AOX (s. Kap. 3) wurden daher auch die im Fluß zu erwartenden

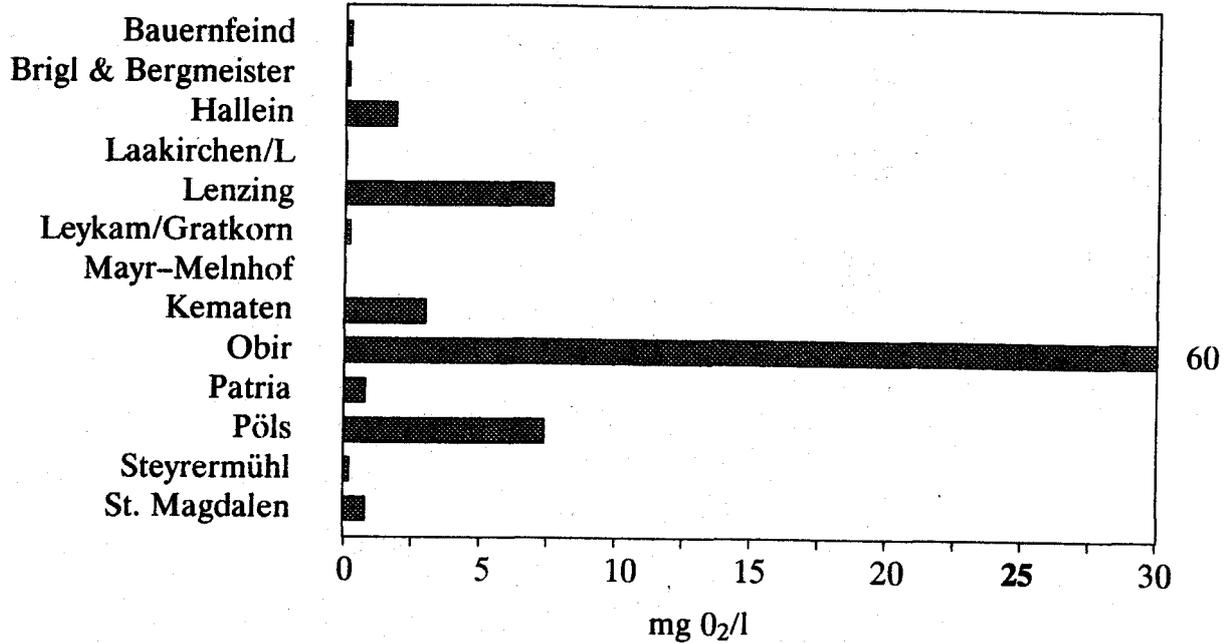
Konzentrationen bei Mittelwasser und bei ausgeprägtem Niederwasser errechnet (Abb. 13–15; die Berechnung erfolgte ohne Berücksichtigung der Vorbelastung des Vorfluters und unter der Annahme konstanter Emissionen auch bei Niederwasser).

Für die Parameter BSB<sub>5</sub> und CSB ist mit einer teilweise nicht anthropogen verursachten Vorbelastung in allen Gewässern zu rechnen. Diese natürliche Grundbelastung unterliegt starken Schwankungen, vor allem bei ausgeprägten Niederschlagsereignissen und bei hohen Abflüßmengen ist ein Ansteigen des BSB<sub>5</sub> und CSB zu erwarten.

Der mit Abstand größte Emittent in bezug auf beide Parameter, die Obir GmbH am Standort Rechberg, mußte den Betrieb im Herbst 1989 einstellen. In St. Magdalen ist die weitere Situation ungewiß. Bei Bunzl & Biach (Laakirchen AG am Standort Ortmann; NÖ) und Bauernfeind (Niklasdorf; Stmk) wurden 1989 biologische Reinigungsanlagen in Betrieb genommen, die eine wesentliche Verbesserung der Situation erwarten lassen. Auch die biologische Kläranlage in Steyrermühl wurde 1989 erweitert und ergänzt.

Organische Chlorverbindungen (als AOX bestimmt) kommen in anthropogen beeinflussten Gewässern nicht vor. Sie werden in die untersuchten Fließgewässer vorwiegend von Zellstoffwerken als Resultat der Chlorbleiche emittiert. Belastungen mit halogenorganischen Verbindungen treten vor allem im Verlauf der Mur auf.

## BSB<sub>5</sub> im Vorfluter (bei Mittelwasser/MQ)



## BSB<sub>5</sub> im Vorfluter (bei ausgeprägtem Niederwasser/NQ)

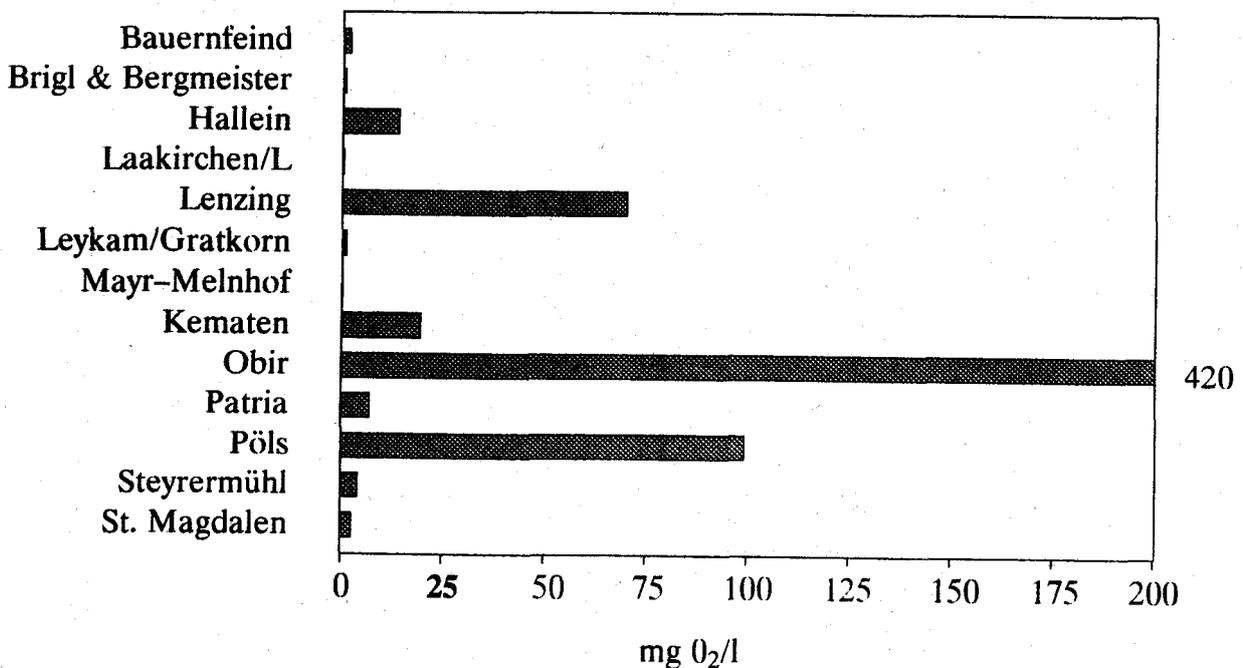
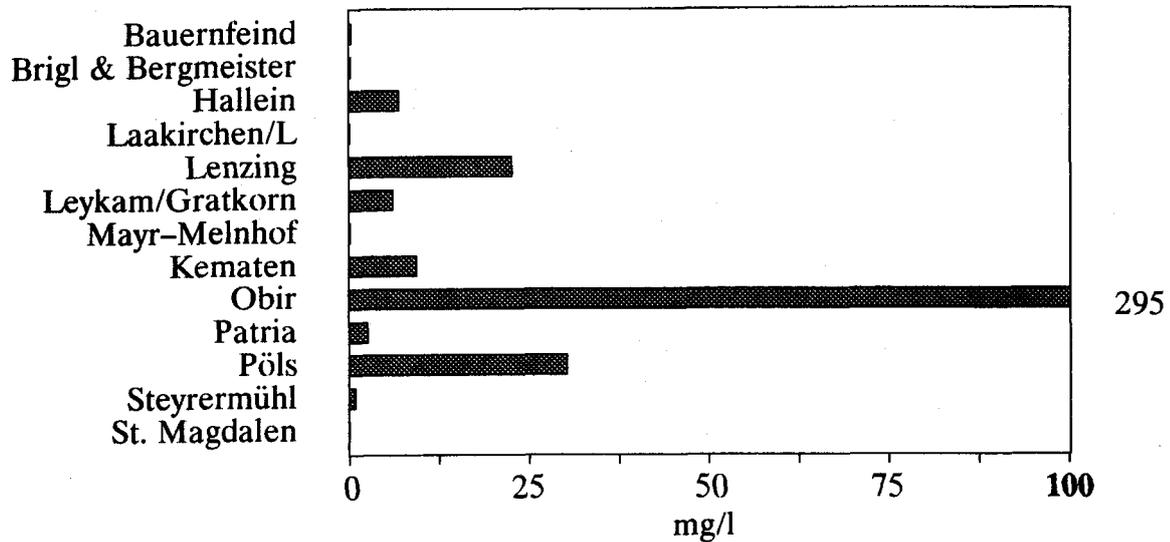


Abb. 13 a, b: BSB<sub>5</sub>-Belastung des Vorfluters bei MQ und NQ in mg O<sub>2</sub>/l errechnet aus Werksangaben für das Jahr 1988

## CSB im Vorfluter (bei Mittelwasser/MQ)



## CSB im Vorfluter (bei ausgeprägtem Niederwasser/NQ)

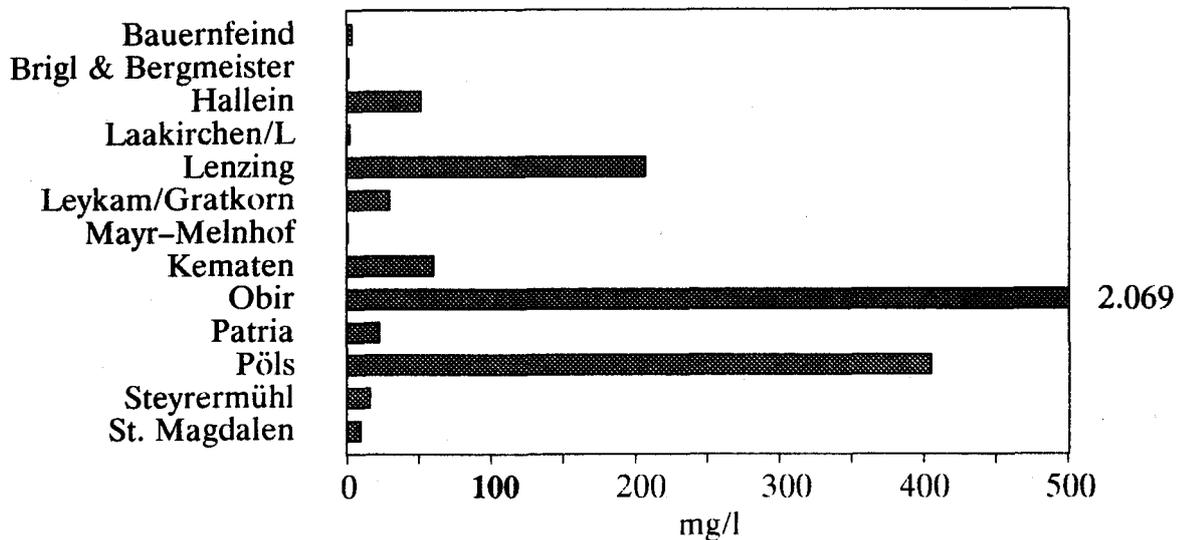
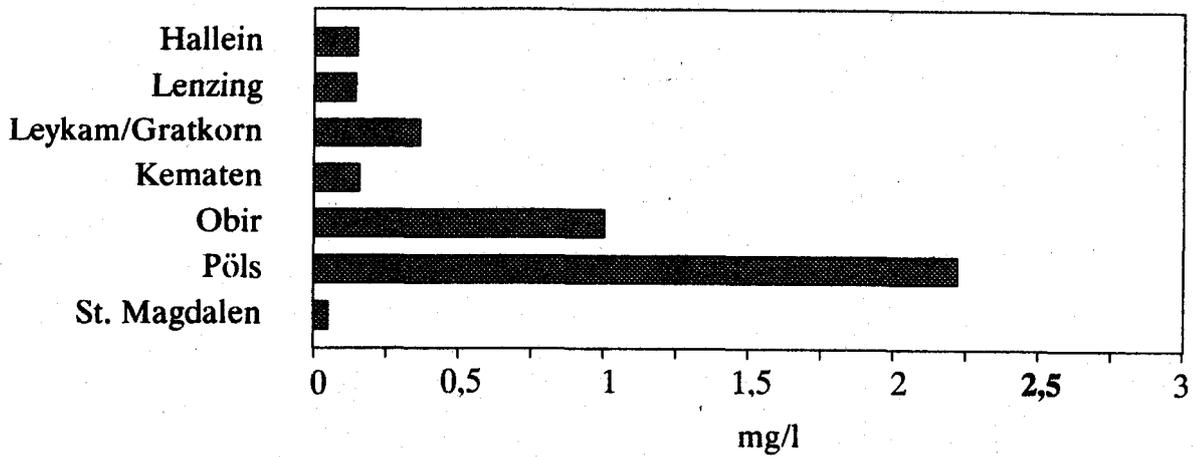


Abb. 14 a, b: CSB-Belastung des Vorfluters bei MQ und NQ in mg/l errechnet aus Werksangaben für das Jahr 1988

## AOX im Vorfluter (bei Mittelwasser/MQ)



## AOX im Vorfluter (bei ausgeprägtem Niederwasser/NQ)

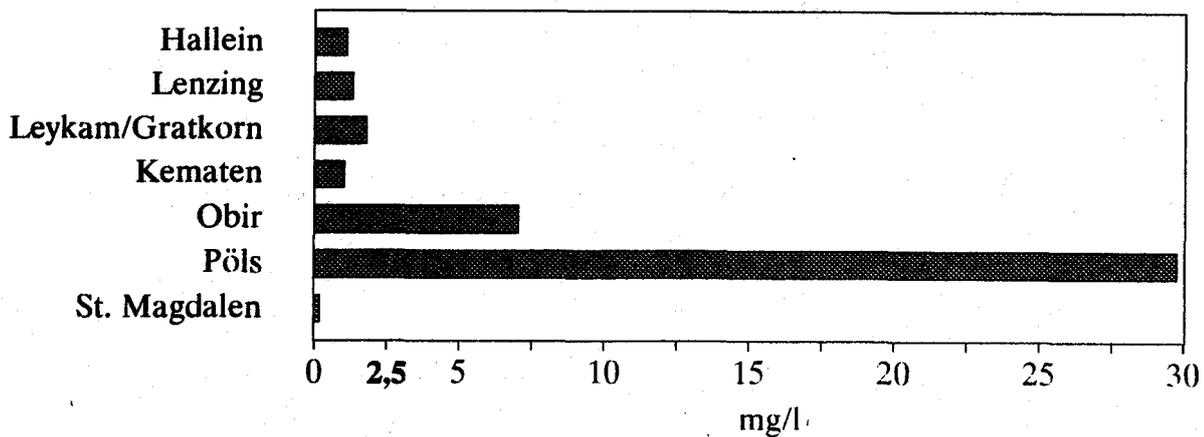


Abb. 15 a, b: AOX-Belastung des Vorfluters bei MQ und NQ in mg/l, errechnet aus den Werksangaben für das Jahr 1988 (Die Werte für Lenzing gelten für den Fall der Produktion von Kunstfaser- und Papierzellstoff)

## 5 UNTERSUCHUNGEN DES UMWELTBUNDESAMTES ZUR IMMISSIONSSITUATION AN AUSGEWÄHLTEN STANDORTEN

Das Umweltbundesamt führte an 13 ausgewählten Standorten im Jahr 1989 stichprobenartige Immissionsmessungen in den jeweiligen Vorflutern durch. Die Auswahl der untersuchten Betriebe der österreichischen Zellstoff- und Papier-

industrie erfolgte aufgrund ihrer Größe und Technologie; dem Untersuchungsauftrag entsprechend wurden Zellstoffwerke mit Chlorbleiche besonders berücksichtigt. Folgende Standorte wurden erfaßt:

<i>Werk</i>	<i>Ort</i>	<i>Bundesland</i>	<i>Vorfluter</i>
<i>Zellstoff Pöls AG</i>	<i>Pöls</i>	<i>Stmk</i>	<i>Pöls</i>
<i>Brigl &amp; Bergmeister Papierfabrik GmbH</i>	<i>Niklasdorf</i>	<i>Stmk</i>	<i>Mur</i>
<i>Roman Bauernfeind Papierfabrik GmbH</i>	<i>Frohnleiten</i>	<i>Stmk</i>	<i>Mur</i>
<i>Kartonfabrik Franz Mayr-Melnhof &amp; Co.</i>	<i>Frohnleiten</i>	<i>Stmk</i>	<i>Mur</i>
<i>Leykam Mürztaler Papier und Zellstoff AG</i>	<i>Gratkorn</i>	<i>Stmk</i>	<i>Mur</i>
<i>Neusiedler AG, Papier- und Zellstofffabrik</i>	<i>Kematen</i>	<i>NÖ</i>	<i>Ybbs</i>
<i>Lenzing AG</i>	<i>Lenzing</i>	<i>OÖ</i>	<i>Ager</i>
<i>Papierfabrik Laakirchen AG</i>	<i>Laakirchen</i>	<i>OÖ</i>	<i>Traun</i>
<i>Steyrermühl Papierfabriks- und Verlags AG</i>	<i>Steyrermühl</i>	<i>OÖ</i>	<i>Traun</i>
<i>Zellulose St. Magdalen GmbH</i>	<i>Villach</i>	<i>Ktn</i>	<i>Drau</i>
<i>Zellstoff Obir GmbH</i>	<i>Rechberg</i>	<i>Ktn</i>	<i>Vellach</i>
<i>Patria Papier und Zellstoff AG</i>	<i>Frantschach</i>	<i>Ktn</i>	<i>Lavant</i>
<i>Hallein Papier AG</i>	<i>Hallein</i>	<i>Sbg</i>	<i>Salzach</i>

Die chemisch-physikalischen Analysen dienten zur Erfassung der Belastung der jeweiligen Gewässer, wobei auch eine Reihe in Österreich in diesem Zusammenhang noch nicht bestimmter Parameter untersucht wurde. Ein Vergleich der erhaltenen Daten zeigte eine weitgehende Übereinstimmung mit den von den Werken angegebenen Emissionen.

Die für eine ökologische Interpretation der Daten wesentliche Vorbelastung der untersuchten Fließgewässer oberhalb der Werksstandorte wurde ebenfalls erhoben.

An Ager und Pöls erfolgten außerdem Untersuchungen der Schadstoffverteilungen im Flußlängsprofil sowie biologische Güteabschätzungen. Darüber hinaus wurden Emissionsmessungen durchgeführt und an ausgewählten Stellen Sedimentanalysen begonnen. Bei der Interpretation der Ergebnisse wurden auch die von den Dienststellen der Landesregierungen mitgeteilten Meßergebnisse und Erfahrungen berücksichtigt.

Die folgenden Tabellen geben eine Übersicht über die vom Umweltbundesamt in Wasserproben analysierten Parameter:

Vom Umweltbundesamt  
in Fließgewässern  
untersuchte halogen-  
organische Verbindungen  
(Teil 1)

	Pöls AG Pöls / Stmk, Pöls	Brigl & Bergmeister AG Niklasdorf / Stmk, Mur	R. Bauernfeind GmbH Frohnleiten / Stmk, Mur	Mayer-Melnhof & Co. Frohnleiten / Stmk, Mur	Leykam AG Gratkorn / Stmk, Mur	Neustädler AG Kematen / NÖ, Ybbs	Lenzing AG Lenzing / OÖ, Ager	Laakirchen AG Laakirchen, / OÖ Traun	Steyermühl AG Steyermühl, / OÖ Traun	St. Magdalen GmbH Villach / Ktn, Drau	Obir GmbH Reichberg / Ktn, Vellach	Patria AG Frantschach / Ktn, Lavant	Hallein Papier AG Hallein, Salzburg / Sbg
Adsorbierbares organisch gebundenes Halogen (AOX)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leichtflüchtige, halogenierte Kohlenwasserstoffe (*):													
Tetrachlormethan (CCl <sub>4</sub> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tetrachlorethen (C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trichlormethan (Chloroform, CHCl <sub>3</sub> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1,1,1-Trichlorethan (C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chlorphenole:													
2-Chlorphenol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3-Chlorphenol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4-Chlorphenol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2,4-Dichlorphenol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2,4,6-Trichlorphenol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pentachlorphenol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

(\*) Die chlorierten Kohlenwasserstoffe 1,1-Dichlorethen, 1,2-Dichlorethan, 1,2-Dichlorpropan, 1,4-Dichlorbutan, 1,2,3-Trichlorethan, Trichlorethen, 1,2,3-Trichlorpropan, 1,2,3,4-Tetrachlorbutan und Bromdichlormethan wurden nur in der Salzach untersucht.

Vom Umweltbundesamt  
in Fließgewässern  
untersuchte halogen-  
organische Verbindungen  
(Teil 2)

	Pöls AG Pöls / Stmk, Pöls	Brigl & Bergmeister AG Niklasdorf / Stmk, Mur	R. Bauernfeind GmbH Frohnleiten / Stmk, Mur	Mayer-Melnhof & Co. Frohnleiten / Stmk, Mur	Leykam AG Gratkorn / Stmk, Mur	Neustädler AG Kematen / NÖ, Ybbs	Lenzing AG Lenzing / OÖ, Ager	Laakirchen AG Laakirchen, / OÖ Traun	Steyermühl AG Steyermühl, / OÖ Traun	St. Magdalen GmbH Villach / Ktn, Drau	Obir GmbH Reichberg / Ktn, Vellach	Patria AG Frantschach / Ktn, Lavant	Hallein Papier AG Hallein, Salzburg / Sbg
Chlorbenzole:													
1,2-Dichlorbenzol							+	+	+		+		+
1,3-Dichlorbenzol							+	+	+		+		
1,4-Dichlorbenzol							+	+	+		+		
1,2,3-Trichlorbenzol							+	+	+		+		
1,2,4-Trichlorbenzol							+	+	+		+		
1,3,5-Trichlorbenzol							+	+	+		+		
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol							+	+	+		+		
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol							+	+	+		+		
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol							+	+	+		+		
Pentachlorbenzol							+	+	+		+		
Hexachlorbenzol							+	+	+		+		
Dichloressigsäure (DCA)	+	+		+	+		+			+		+	
Trichloressigsäure (TCA)	+	+		+	+		+			+		+	
Polychlorierte Biphenyle (PCBs)							+	+	+		+		



Generell ist festzuhalten, daß wesentliche Überschreitungen des in den Immissionsrichtlinien des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (1987) für den DOC festgelegten Richtwertes von 2 mg/l in Pöls, Ager und Vellach festgestellt werden konnten. Für den entsprechenden Richtwert des CSB von 10 mg/l wurden an diesen Standorten ebenfalls erhebliche Überschreitungen nachgewiesen.

Betrachtet man die Meßwerte in Verbindung mit den jeweiligen Abflußmengen ( $Q$  in  $m^3/sec$ , s. Legende der Abbildungen), so wird die je nach Wasserstand sehr unterschiedliche Verdünnung der Abwässer deutlich.

Über die Immissionsmessungen des Umweltbundesamtes und deren Termine wurden die ausgewählten Werke vorher nicht informiert. Die Probenahmen wurden auch in den Nachtstunden sowie an Wochenenden durchgeführt. Die ausgewählten Werksstandorte wurden erst nach Abschluß der Messungen im Rahmen einer gemeinsamen Sitzung mit den Betroffenen bekanntgegeben.

## 5.1 PÖLS UND MUR

An Pöls und Mur wurden fünf der dort vorhandenen Werke näher untersucht: zwei Zellstoffwerke mit Chlorbleiche (Zellstoff Pöls AG und Leykam Mürztaler Papier und Zellstoff AG in Gratkorn) sowie drei Papierfabriken (Brigl & Bergmeister Papierfabrik GmbH, Roman Bauernfeind Papierfabrik GmbH, Kartonfabrik Mayr-Melnhof & Co).

Aus den Abbildungen 16, 17 und 18 ist die Immissionssituation für die Parameter DOC, AOX sowie Trichlormethan (*Chloro-*

*form*) ersichtlich. Bedingt durch den großen Schadstoffausstoß in einen sehr kleinen Vorfluter wirken sich die Emissionen der Pöls AG verheerend auf die Pöls aus (s. auch die Angaben zur Gewässergüte in Teil B / Kap. 6 u. 10.2). Die Schadstoffbelastung durch die Pöls AG ist auch in der Mur, trotz ca. 10-facher Verdünnung, noch massiv feststellbar.

Orientiert man sich an dem in den Immissionsrichtlinien des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (1987) angeführten Werten, zeigen sich bei DOC (bis zu 15 mg/l) und CSB (bis zu 80 mg/l) unterhalb des Werkes in Pöls Überschreitungen um ein Vielfaches. Im Verlauf der Mur unterhalb der Einmündung der Pöls wurden leicht erhöhte DOC-Werte nachgewiesen, die unterhalb des Standortes Gratkorn geringfügig ansteigen.

Von sämtlichen im Rahmen dieser Studie untersuchten Gewässern sind in der Pöls die weitaus höchsten AOX-Konzentrationen nachweisbar (bis zu 5 mg/l bzw. 5.000  $\mu g/l$ ). Nach Angaben der Fachliteratur (siehe Teil B) sind Gewässer mit einer AOX-Konzentration von über 0,04 mg/l (= 40  $\mu g/l$ ) als sehr stark belastet einzustufen. Die Pöls ist nach der Einleitung der Abwässer der Pöls AG, je nach Wasserführung, 10 bis über 100 mal (!) höher belastet. Diese Belastungssituation wirkt sich, über die Pöls hinaus, auch in der Mur noch deutlichst aus. Bis zur Einmündung der Abwässer der Leykam AG (Gratkorn) oberhalb von Graz zeigt die Mur weiterhin eine – offensichtlich hauptsächlich auf die Pöls AG zurückzuführende – sehr starke AOX-Belastung. Nach der Einleitung der Zellstoffabwässer bei Gratkorn steigen die AOX-Konzentrationen wiederum deutlich an. Die absolute Menge an emittiertem AOX liegt an diesem Standort noch über jener der Pöls AG (s. Teil B / Kap. 6).

Die Emissionen von *Trichlormethan* verhalten sich ähnlich jenen von AOX. Stark erhöhte Konzentrationen wurden im Jänner in der Pöls bei niedrigem Wasserstand festgestellt (bis zu 140 µg/l). Auch die Trichlormethanemissionen der Leykam AG (Gratkorn) lassen sich im Vorfluter als deutliche Steigerungen der Konzentrationen nachweisen.

*Trichloressigsäure* (TCA) wurde in der Pöls sowie in der Mur unterhalb von Niklasdorf und, in Spuren, unterhalb von Gratkorn gefunden. Während in den Emissionsproben vorwiegend DCA (Dichloressigsäure) vorlag, ließ sich im Vorfluter nahezu ausschließlich TCA nachweisen. Dieser Umstand läßt auf eine Umwandlung von DCA in TCA nach Einbringung in den Vorfluter schließen.

Durch Abwässer der Pöls AG treten in der Pöls deutliche Erhöhungen der Konzentrationen weiterer Parameter auf: *Chlorid*, *Nitrat*, *Sulfat*, *Calcium-Ligninsulfonsäure*. Darüber hinaus zeigt sich eine signifikante Erhöhung der *Leitfähigkeit*; der Gehalt an *gelöstem Sauerstoff* sinkt.

Im Rahmen dieser Studie wurden an der Pöls weitere Untersuchungen durchgeführt (s. Längsprofil, Kap. 5.6).

Aus den gemessenen Immissionswerten und der jeweiligen Wasserführung wurden aus der Differenz der Belastungen oberhalb und unterhalb des Werkes folgende werksspezifische Schadstofffrachten errechnet:

Pöls (Pöls AG)	16.1.89	21.5.89	28.9.89
<i>Q</i> (m <sup>3</sup> /s):	4	19,4	13,3
<i>DOC</i> (t/d):	4,7	9,9	—
<i>CSB</i> (t/d):	25,2	39,4	—
<i>AOX</i> (kg/d):	1.700	838	1.976
<i>Trichlormethan</i> ( <i>Cloroform</i> ; kg/d):	53,4	—	40,2

Die für den 28.9.1989 angegebenen Daten wurden der Längsprofiluntersuchung entnommen (s. Kap. 5.6). Es wurde der mit den vorherigen Untersuchungen zusammenfallende Standort (Farrach) ausgewählt.

Mur (Leykam AG, Gratkorn):	6.3.89	7.3.89	21.5.89
<i>Q</i> (m <sup>3</sup> /s)	70,2	69,2	220,0
<i>DOC</i> (t/d)	7,0	5,0	10,5
<i>AOX</i> (kg/d)	1.516	1.395	1.806

Frachtab schätzung aus Emissionsdaten, die im Abwasserkanal der Leykam AG am 6.3.1989 ermittelt wurden (Abwassermenge nach Werksangaben 810 l/s): CSB 30,0 t/d; DOC 15,4 t/d; AOX 1.512 kg/d.

Die Abschätzung der Schadstoffemissionen (Frachten) aus Immissionsdaten ist mit gewissen Ungenauigkeiten verbunden. Ursache dafür sind z.B. Abbau im Vorfluter, Adsorptions- und Rücklösevorgänge, Inhomogenitäten im Wasserkörper, Ausgasen flüchtiger Substanzen aus dem Vorfluter, unberücksichtigte oder unbekannte (nicht dem Werk zuzuordnende) Einleitungen, niedrige und daher analytisch oft schwerer zugängliche Konzentrationen usw. Unter Berücksichtigung der genannten Einschränkungen sind derartige Erhebungen zur groben Emissionsabschätzung jedoch durchaus geeignet und weisen gegenüber reinen Emissionsmessungen auch eine Reihe von Vorteilen auf. Eine (für Kontrollzwecke sicher nicht unwesentliche) unangemeldete Probenahme ist zu jeder Tages- und Nachtzeit möglich, die Vorbelastung des Vorfluters und die sich mit der Werks-einleitung ergebende – ökologisch wirksame – Summenbelastung wird erfaßt und letztlich werden etwaige weitere Einleitungen im Werksbereich stets mitberücksichtigt.

**Legende zu Abb. 16–18 (Pöls und Mur)**

Alle Datumsangaben beziehen sich auf das Jahr 1989; die Entfernungen zu den Abwassereinführungen sowie alle Einzeldaten der Analysen sind den Tabellen in Teil B / Kap. 13.4 zu entnehmen.

**A: Pöls, Probe aus der Pöls auf dem Fabriks-  
gelände der Pöls AG (vor der Einmündung des  
Abwasserkanals).**

1: Mo 16.1. 16:45	Q= 4,4 m <sup>3</sup> /sec	Pegel Pöls
2: Mo 16.1. 14:15	Q= 4,4	
3: So 21.5. 01:00	Q= 19,4	
4: So 21.5. 16:05	Q= 19,4	

**B: Pöls, von der Brücke in Farrach aus.**

1: Mo 16.1. 14:45	Q= 4,4 m <sup>3</sup> /sec	Pegel Pöls
2: Di 17.1. 09:30	Q= 4,4	
3: Di 17.1. 12:30	Q= 4,4	
4: Di 17.1. 15:30	Q= 4,4	
5: Di 17.1. 18:30	Q= 4,4	
6: Di 17.1. 21:30	Q= 4,4	
7: Mi 18.1. 00:30	Q= 4,2	
8: Mi 18.1. 03:30	Q= 4,2	
9: Mi 18.1. 06:30	Q= 4,2	
10: Mi 18.1. 09:30	Q= 4,2	
11: Sa 20.5. 22:45	Q= 18,9	
12: So 21.5. 15:40	Q= 19,4	

**C: Mur, von der Brücke Weyernau aus (nahe  
Großlobming).**

1: Mo 16.1. 12:30
2: Di 17.1. 16:00

**D: Mur, kurz nach Abzweigung des Werkskanals.**

1: Mo 20.2. 12:10
2: Mo 20.2. 18:00
3: Mo 20.2. 24:00
4: Di 21.2. 06:00
5: Di 21.2. 12:00
6: So 21.5. 02:00
7: So 21.5. 12:45

**E: Mur, unterhalb vom Werk im Oberwasserkanal  
von der Brücke bei Picheldorf aus.**

1: Mo 20.2. 11:30
2: Mo 20.2. 11:45
3: Mo 20.2. 18:30
4: Di 21.2. 00:20
5: Di 21.2. 06:10
6: Di 21.2. 12:20

7: So 21.5. 02:45
8: So 21.5. 13:20

**F: Mur, im Staubereich einer Wehranlage 0,5 km  
oberhalb der Bauernfeind GmbH aus der Flußmitte  
(von einer Brücke aus).**

1: Mo 27.2. 16:15	Q= 90 m <sup>3</sup> /sec	Pegel
2: Di 28.2. 09:00	Q= 80	Bruck/Mur

**G: Mur, vom linken Ufer aus.**

1: Mo 27.2. 14:00	Q= 90 m <sup>3</sup> /sec	Pegel
2: Mo 27.2. 18:30	Q= 90	Bruck/Mur
3: Mo 27.2. 24:00	Q= 90	
4: Di 28.2. 07:30	Q= 80	
5: Di 28.2. 12:30	Q= 80	
6: So 21.5. 03:30	Q= 187	
7: So 21.5. 12:00	Q= 187	

**H: Mur, im Staubereich des E-Werkes Peggau/  
Deutschfeistritz; etwa 1 km oberhalb werden die  
Abwässer von Mayr-Melnhof in die Mur eingeleitet.**

1: Mo 27.2. 13:00	Q= 90 m <sup>3</sup> /sec	Pegel
2: Mo 27.2. 18:00	Q= 90	Bruck/Mur
3: Mo 27.2. 23:45	Q= 90	
4: Di 28.2. 07:00	Q= 80	
5: Di 28.2. 12:00	Q= 80	
6: So 21.5. 04:15	Q= 187	
7: So 21.5. 11:15	Q= 187	

**I: Mur, am Rande des Siedlungsgebietes Klein-  
stübing, von der Murbrücke Friesach-Kleinstübing  
aus; um Beeinträchtigungen durch die etwa 300 m  
oberhalb der Probenahmestelle auf der rechten  
Flußseite gelegene kommunale Kläranlage aus-  
zuschließen, wurden sämtliche Proben aus dem  
linken Flußbereich gezogen.**

1: Mo 6.3. 10:45	Q= 70 m <sup>3</sup> /sec	Pegel Graz
2: Mo 6.3. 16:15	Q= 70	
3: Mo 6.3. 23:00	Q= 70	
4: Di 7.3. 05:00	Q= 69	
5: Di 7.3. 11:00	Q= 69	
6: So 21.5. 04:50	Q= 220	
7: So 21.5. 10:00	Q= 220	

**J: Mur, von Murbrücke im Bereich des Stadtteiles  
Graz-Andritz aus.**

1: Mo 6.3. 13:30	Q= 70 m <sup>3</sup> /sec	Pegel Graz
2: Mo 6.3. 19:45	Q= 70	
3: Di 7.3. 02:00	Q= 69	
4: Di 7.3. 07:45	Q= 69	
5: Di 7.3. 12:00	Q= 69	
6: So 21.5. 10:45	Q= 220	

# PÖLS – MUR

## DOC

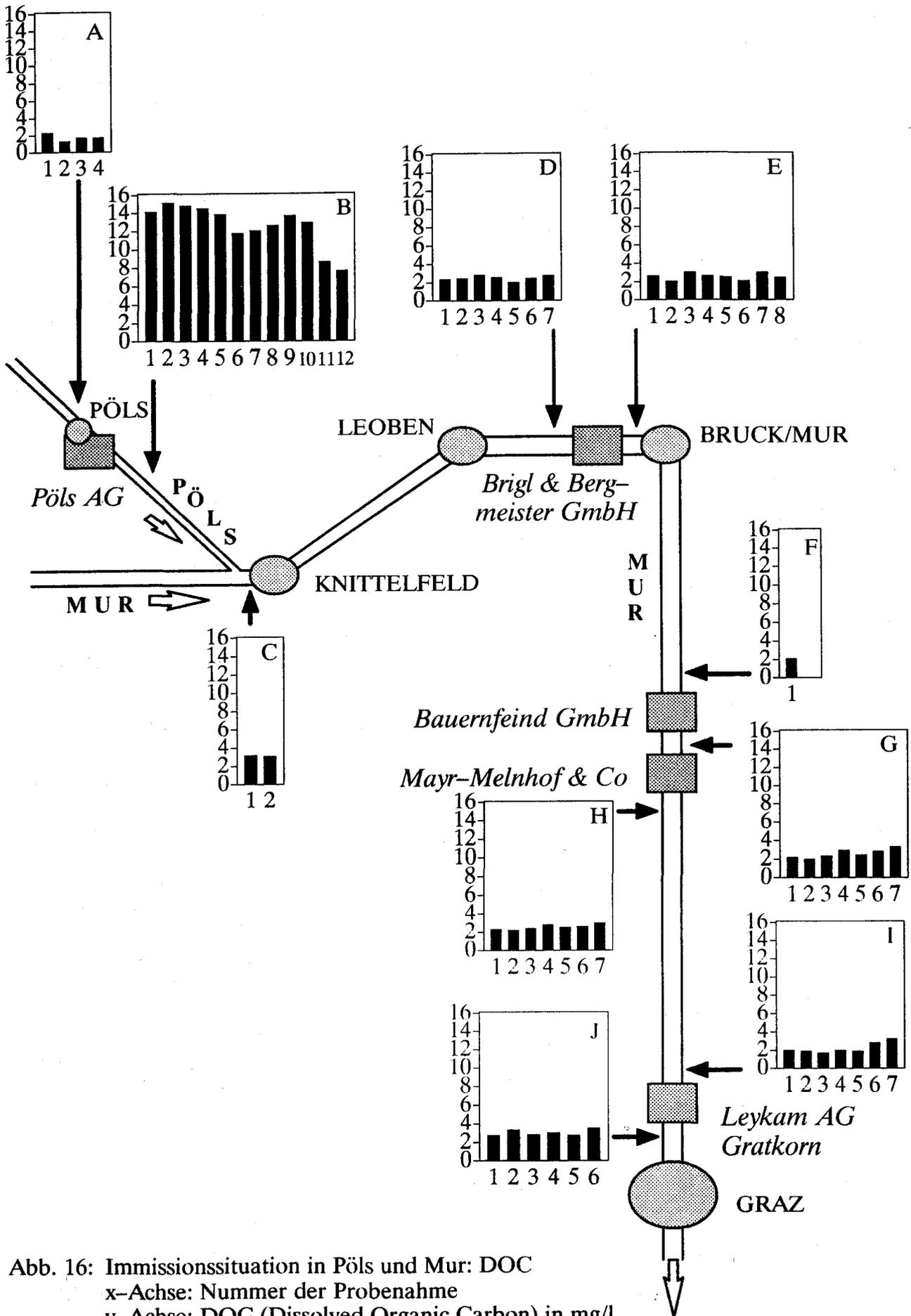


Abb. 16: Immissionsituation in Pöls und Mur: DOC  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: DOC (Dissolved Organic Carbon) in mg/l

# PÖLS – MUR

AOX

! SKALIERUNG !

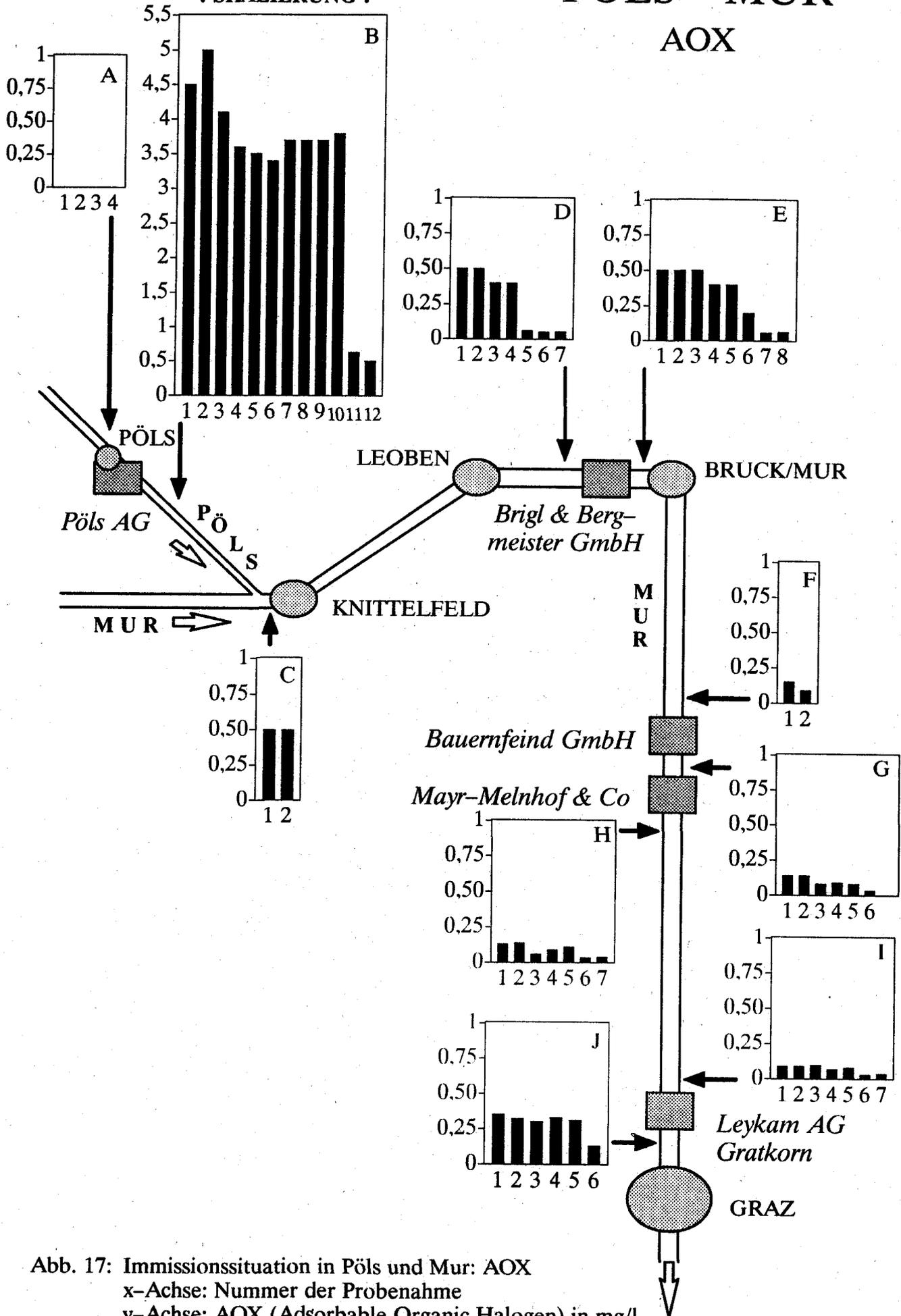


Abb. 17: Immissionssituation in Pöls und Mur: AOX  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: AOX (Adsorbable Organic Halogen) in mg/l

# PÖLS – MUR

## TRICHLORMETHAN (CHLOROFORM)

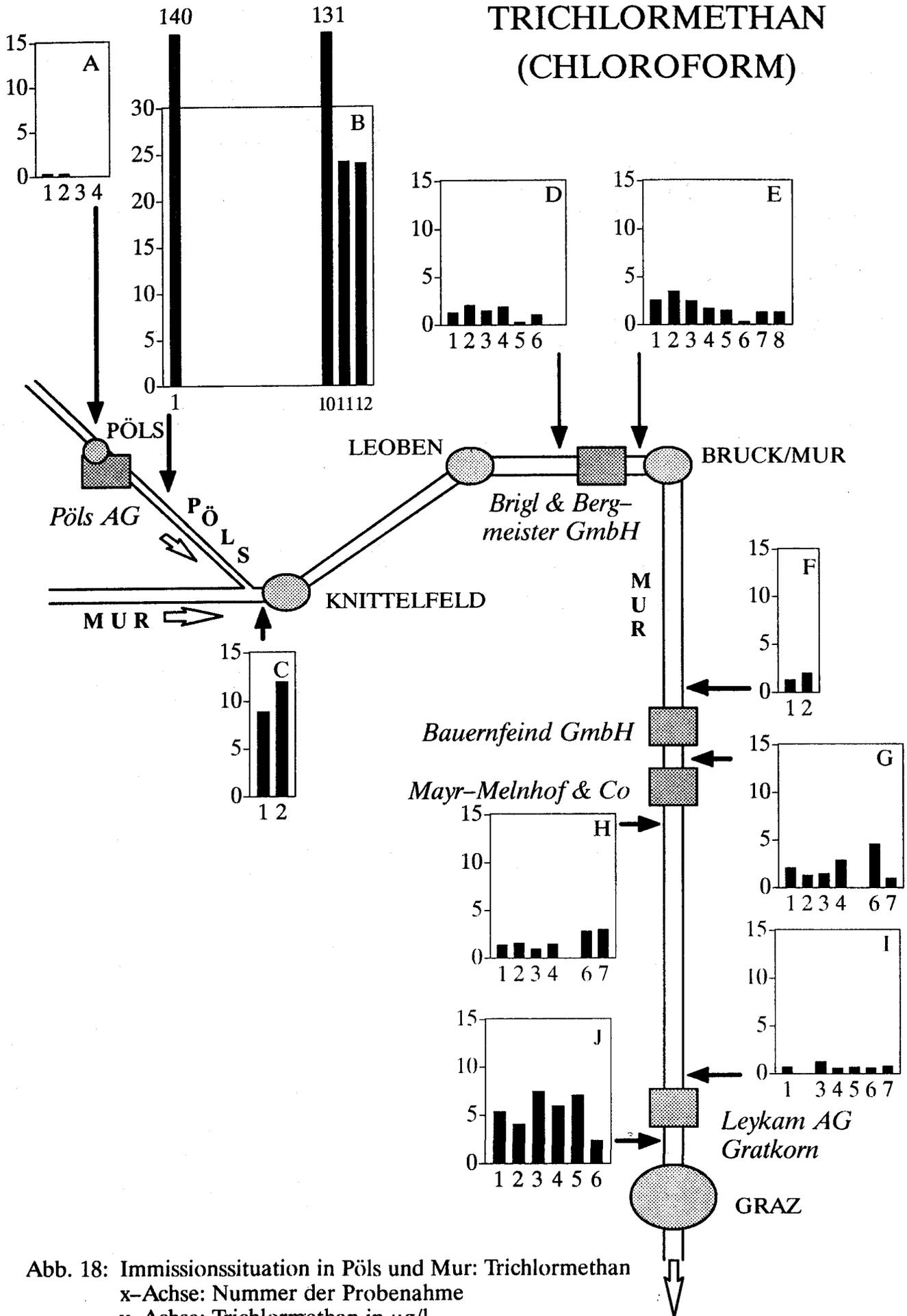


Abb. 18: Immissionssituation in Pöls und Mur: Trichlormethan  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: Trichlormethan in µg/l

## 5.2 YBBS

Der Einfluß der Neusiedler AG in Kematen läßt sich vor allem bei AOX (bis zu 0,11 mg/l = 110 µg/l) und Trichlormethan (bis zu 4,4 µg/l) deutlich feststellen. Nach den oben beschriebenen Kriterien für die AOX-Belastung kann die Ybbs als sehr stark belastet eingestuft werden. Die Abschätzung der AOX-Fracht für den 3.4.1989 sowie für den 4.4.1989 ergab unter Einbeziehung der unterschiedlichen Wasserführung jeweils etwa 320 kg/d und entspricht somit weitgehend den vom Werk angegebenen Daten.

### Legende zu Abb. 19–21 (Ybbs)

Alle Datumsangaben beziehen sich auf das Jahr 1989; die Entfernungen zu den Abwassereinleitungen sowie alle Einzeldaten der Analysen sind den Tabellen in Teil B / Kap. 13.4 zu entnehmen.

#### A: Ybbs, Siedlung Gleiß, vom linken Flußufer aus.

1:	Mo	3.4.	13:50	Q= 59 m <sup>3</sup> /sec	Pegel
2:	Mo	3.4.	19:50	Q= 59	Greimpersdorf
3:	Di	4.4.	01:50	Q= 43	
4:	Di	4.4.	07:50	Q= 43	
5:	Di	4.4.	13:50	Q= 43	

#### B: Ybbs, vom linken Flußufer aus, noch oberhalb der Einleitung durch die Ortskläranlage Kematen.

1:	Mo	3.4.	17:00	Q= 59 m <sup>3</sup> /sec	Pegel
2:	Mo	3.4.	20:10	Q= 59	Greimpersdorf
3:	Di	4.4.	02:10	Q= 43	
4:	Di	4.4.	08:10	Q= 43	
5:	Di	4.4.	14:20	Q= 43	

#### C: Ybbs, aus dem Bereich Amstetten, noch oberhalb der Ortskläranlage Amstetten.

1:	Mo	3.4.	15:30	Q= 59 m <sup>3</sup> /sec	Pegel Greimpersdorf
----	----	------	-------	---------------------------	------------------------

# YBBS DOC

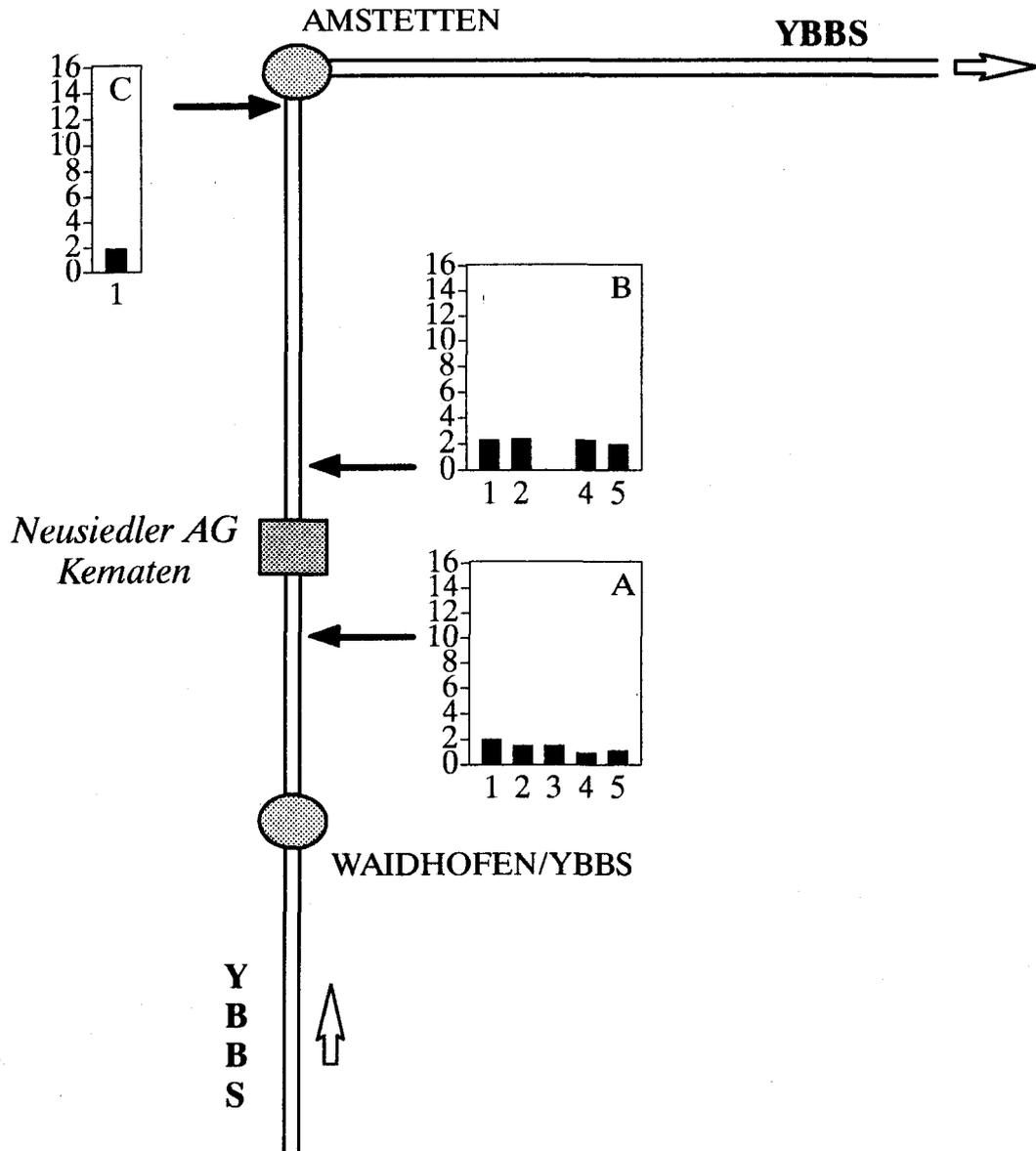


Abb. 19: Immissionsituation in der Ybbs: DOC  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: DOC (Dissolved Organic Carbon) in mg/l

# YBBS AOX

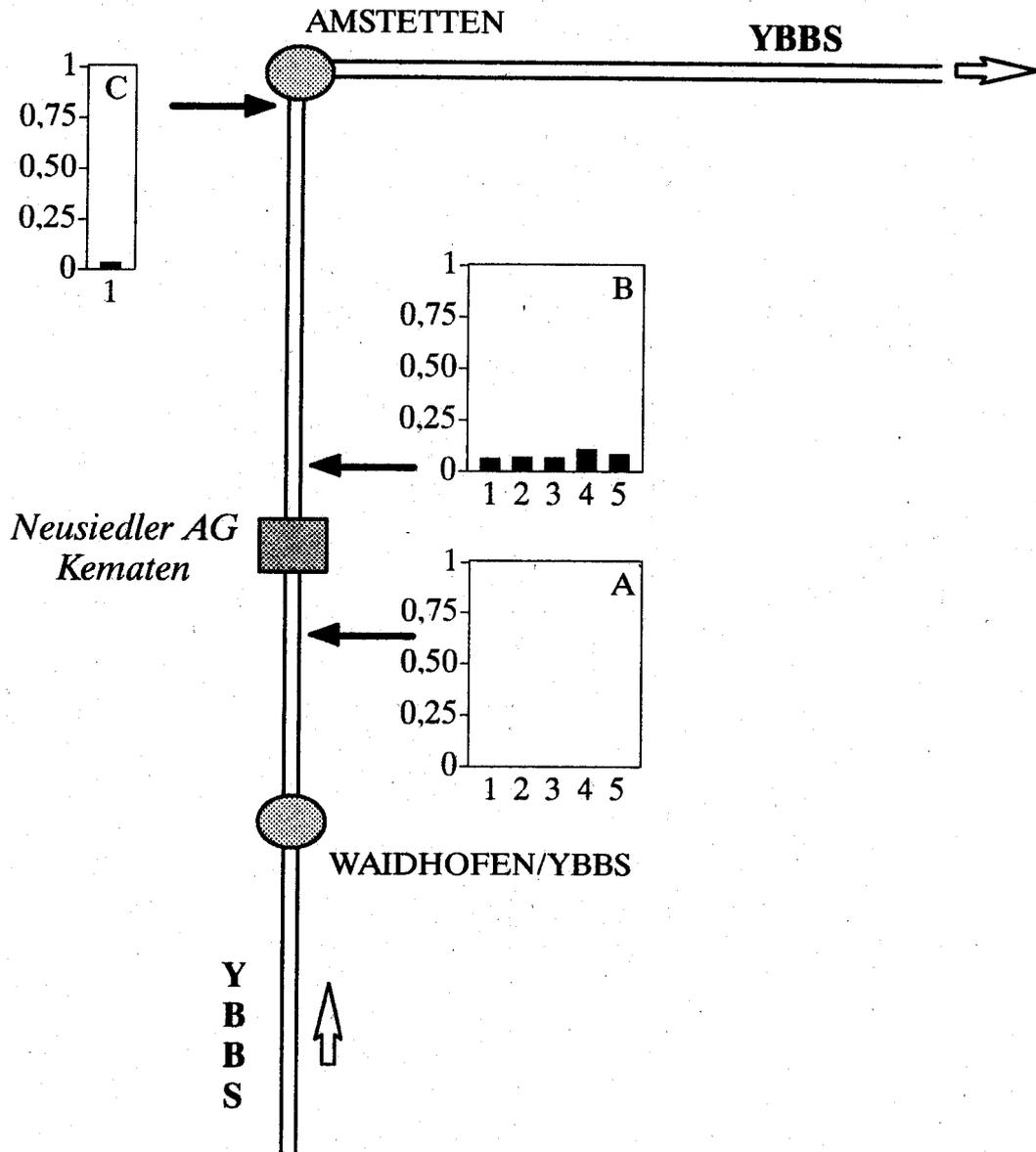


Abb. 20: Immissionssituation in der Ybbs: AOX  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: AOX (Adsorbable Organic Halogen) in mg/l

# YBBS TRICHLORMETHAN (CHLOROFORM)

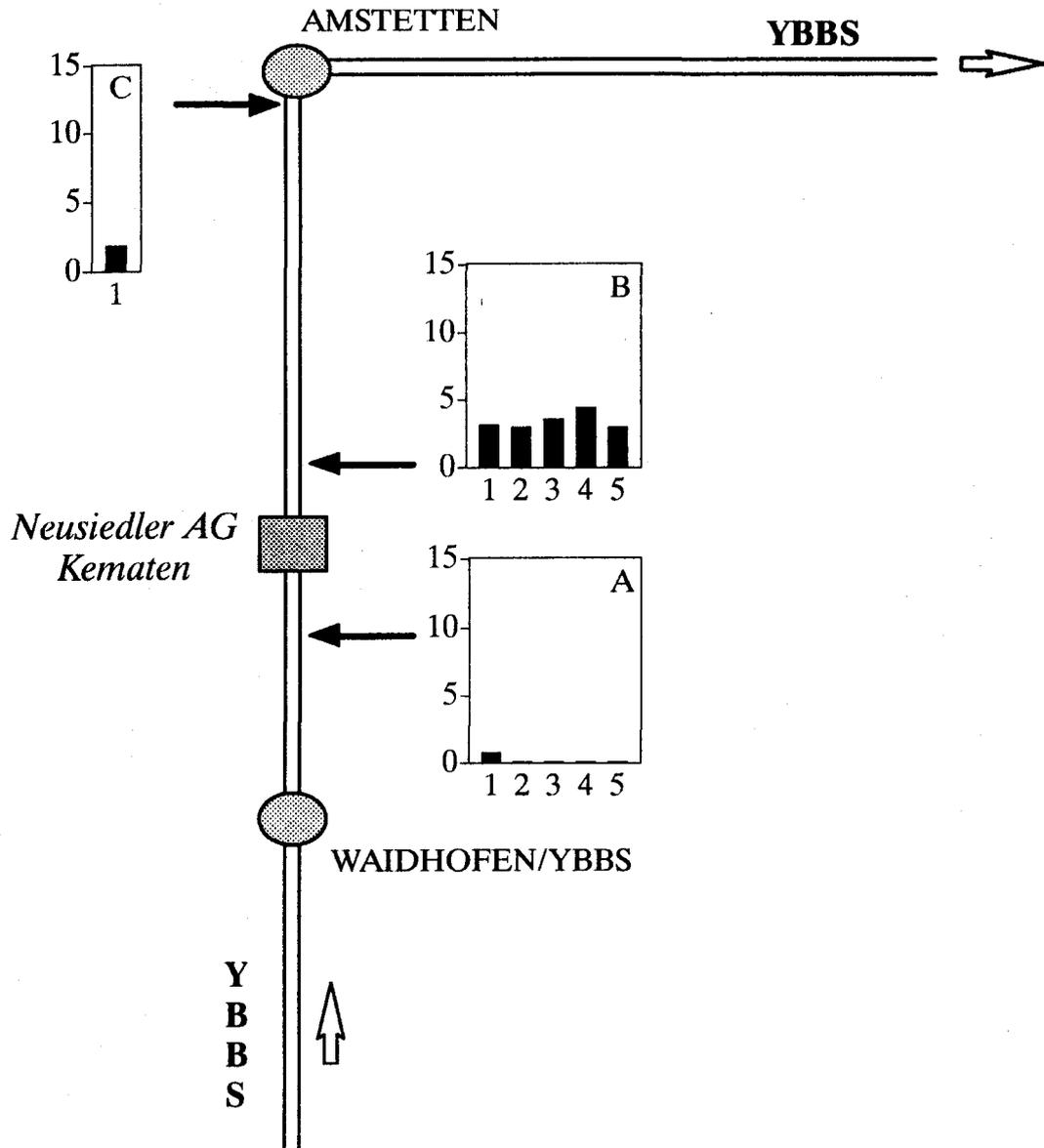


Abb. 21: Immissionssituation in der Ybbs: Trichlormethan  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: Trichlormethan in  $\mu\text{g/l}$

### 9.3 AGER UND TRAUN

Die Ager, wie die Pöls ein sehr kleiner Vorfluter, zeigt als Folge der Einleitung von Abwässern der Lenzing AG eine äußerst hohe *DOC*-Belastung (bis zu 15 mg/l), welche den oben genannten Immissionsrichtwert von 2 mg C/l um ein Vielfaches übersteigt. Diese hohe organische Belastung findet auch in der massiven Beeinträchtigung der biologischen Gewässergüte (s. Teil B / Kap. 8.3.2) ihren Niederschlag. Die *DOC*-Belastung der (wesentlich größeren) Traun durch die Werke Laakirchen AG und Steyrermühl AG ist hingegen als gering einzustufen (s. Abb. 22).

Die *AOX*-Konzentrationen in der Ager wurden an vier Tagen jeweils mehrfach untersucht. Dabei wurden an zwei Tagen im März mäßig starke (bis zu 0,017 mg/l = 17 µg/l), an einem Tag im Juni starke (bis zu 0,037 mg/l = 37 µg/l) und an einem Tag im Juli sehr starke Belastungen (bis zu 0,28 mg/l = 280 µg/l) unterhalb der Einleitungen der Lenzing AG gefunden (Bewertungsgrundlagen für *AOX* siehe Teil B, Kap 2.4). Im nationalen und internationalen Vergleich sind die *AOX*-Emissionen der Lenzing AG jedoch eher als gering zu werten. Die Messungen im Juli wurden im Rahmen der Erstellung eines Längsprofils der Ager durchgeführt und sind im Kap. 5.6 dargestellt. In der Traun konnten im Bereich der Werke Laakirchen AG und Steyrermühl AG keine

Organochlorverbindungen als *AOX* nachgewiesen werden (s. Abb. 23).

*Trichlormethan* konnte sowohl in der Ager als auch in der Traun festgestellt werden. Während der *Trichlormethan*gehalt der Traun auf oberhalb der beiden untersuchten Werke liegende Emittenten zurückzuführen sein dürfte, wird *Trichlormethan* auch von der Lenzing AG emittiert. Die gefundenen Konzentrationen liegen jedoch in allen Fällen noch weit unter den Trinkwassergrenzwerten und sind damit als sehr gering anzusehen (s. Abb. 24)

Eine *Temperaturerhöhung* durch warme Abwässer, eine Verringerung des *Sauerstoffgehaltes* und des *pH-Wertes* sowie ein deutlicher Anstieg der *Sulfatkonzentration* und der *Leitfähigkeit* konnte nur im Bereich der Lenzing AG nachgewiesen werden.

Eine Abschätzung der Frachten für die Lenzing AG brachte bezüglich des *CSB* im März (Emissionsprobe) gute Übereinstimmung mit den Angaben des Werkes (UBA: 32,3 t/d – Lenzing AG: 33 t/d). Auch die aus den Immissionsmessungen im Juni geschätzten Frachten stimmen mit den Werksdaten überein. Eine Frachtberechnung für den bei der Probenahme im Juli analysierten *AOX* (231 kg/d) entspricht ebenfalls der vom Werk im Fragebogen angegebenen (213 kg/d). Aus der Probenahme im März (Immissionsprobe) abgeleitete *DOC*-Frachten belaufen sich etwa auf 15 t/d.

**Legende zu Abb. 22–24 (Ager, Traun)**

Alle Datumsangaben beziehen sich auf das Jahr 1989; die Entfernungen zu den Abwassereinleitungen sowie alle Einzeldaten der Analysen sind den Tabellen in Teil B / Kap. 13.4 zu entnehmen.

**A: Ager, knapp unterhalb der Kläranlage des Reinhaltungsverbandes Attersee, eine Durchmischung der Ager mit dem Kläranlagenablauf ist gegeben; vom rechten Ufer aus.**

1:	Mo	13.3.	13:00	Q= 11 m <sup>3</sup> /sec	Pegel Dürnau
2:	Mo	13.3.	18:00	Q= 11	
3:	Di	14.3.	00:00	Q= 29	
4:	Di	14.3.	07:00	Q= 29	
5:	Di	14.3.	12:00	Q= 29	
6:	So	11.6.	00:00	Q= 8	
7:	So	11.6.	09:00	Q= 8	

**B: Ager, von der Straßenbrücke in Pichlwang aus (Flußmitte).**

1:	Mo	13.3.	14:00	Q= 11 m <sup>3</sup> /sec	Pegel Dürnau
2:	Mo	13.3.	18:30	Q= 11	
3:	Di	14.3.	00:30	Q= 29	
4:	Di	14.3.	08:00	Q= 29	
5:	Di	14.3.	12:30	Q= 29	
6:	So	11.6.	01:00	Q= 8	
7:	So	11.6.	10:00	Q= 8	

**C: Traun, vom rechten Ufer aus.**

1:	Mo	10.4.	11:05	Q= 71 m <sup>3</sup> /sec	
2:	So	11.6.	03:00	Q= 54	
3:	So	11.6.	12:00	Q= 54	

**D: Traun, von der Brücke der Landesstraße Steyermühl–Aurachkirchen aus (Flußmitte); eine Durchmischung der Abwasserfahne der Laakirchen AG ist gegeben.**

1:	Mo	10.4.	12:10	Q= 71 m <sup>3</sup> /sec	
2:	Mo	10.4.	18:00	Q= 71	
3:	Mo	10.4.	23:30	Q= 71	
4:	Di	11.4.	06:00	Q= 71	
5:	Di	11.4.	11:30	Q= 71	
6:	So	11.6.	04:00	Q= 54	
7:	So	11.6.	13:00	Q= 54	

**E: Traun, eine vollständige Durchmischung mit den Abwässern der Steyermühl AG ist gegeben.**

1:	Mo	10.4.	12:55	Q= 71 m <sup>3</sup> /sec	
2:	Mo	10.4.	18:30	Q= 71	
3:	Mo	10.4.	24:00	Q= 71	
4:	Di	11.4.	06:30	Q= 71	
5:	Di	11.4.	12:00	Q= 71	
6:	So	11.6.	05:00	Q= 54	
7:	So	11.6.	14:00	Q= 54	

# AGER – TRAUN

## DOC

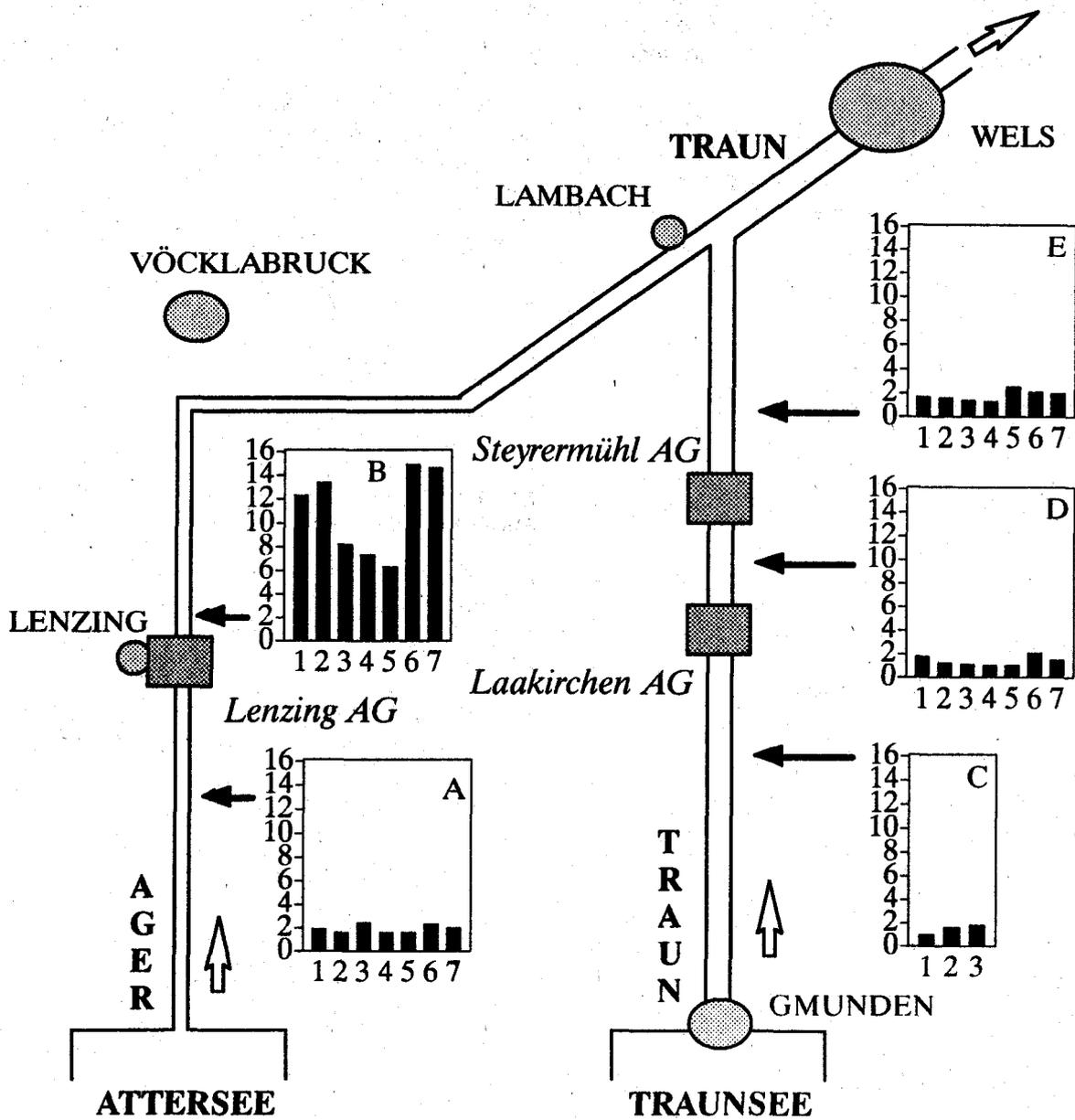


Abb. 22: Immissionssituation in Ager und Traun: DOC  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: DOC (Dissolved Organic Carbon) in mg/l

# AGER – TRAUN

## AOX

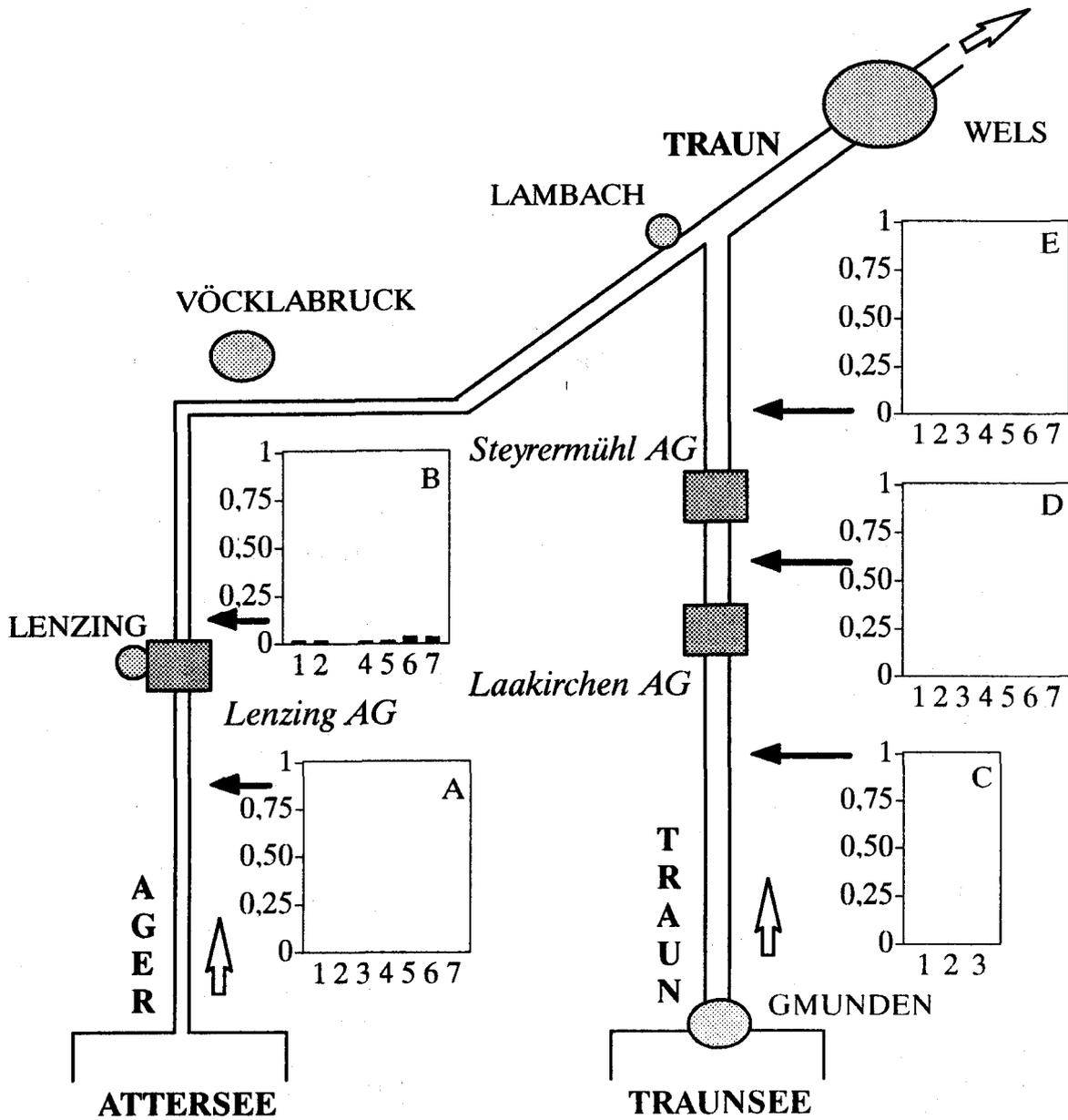


Abb. 23: Immissionssituation in Ager und Traun: AOX  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: AOX (Adsorbable Organic Halogen) in mg/l

# AGER – TRAUN TRICHLORMETHAN (CHLOROFORM)

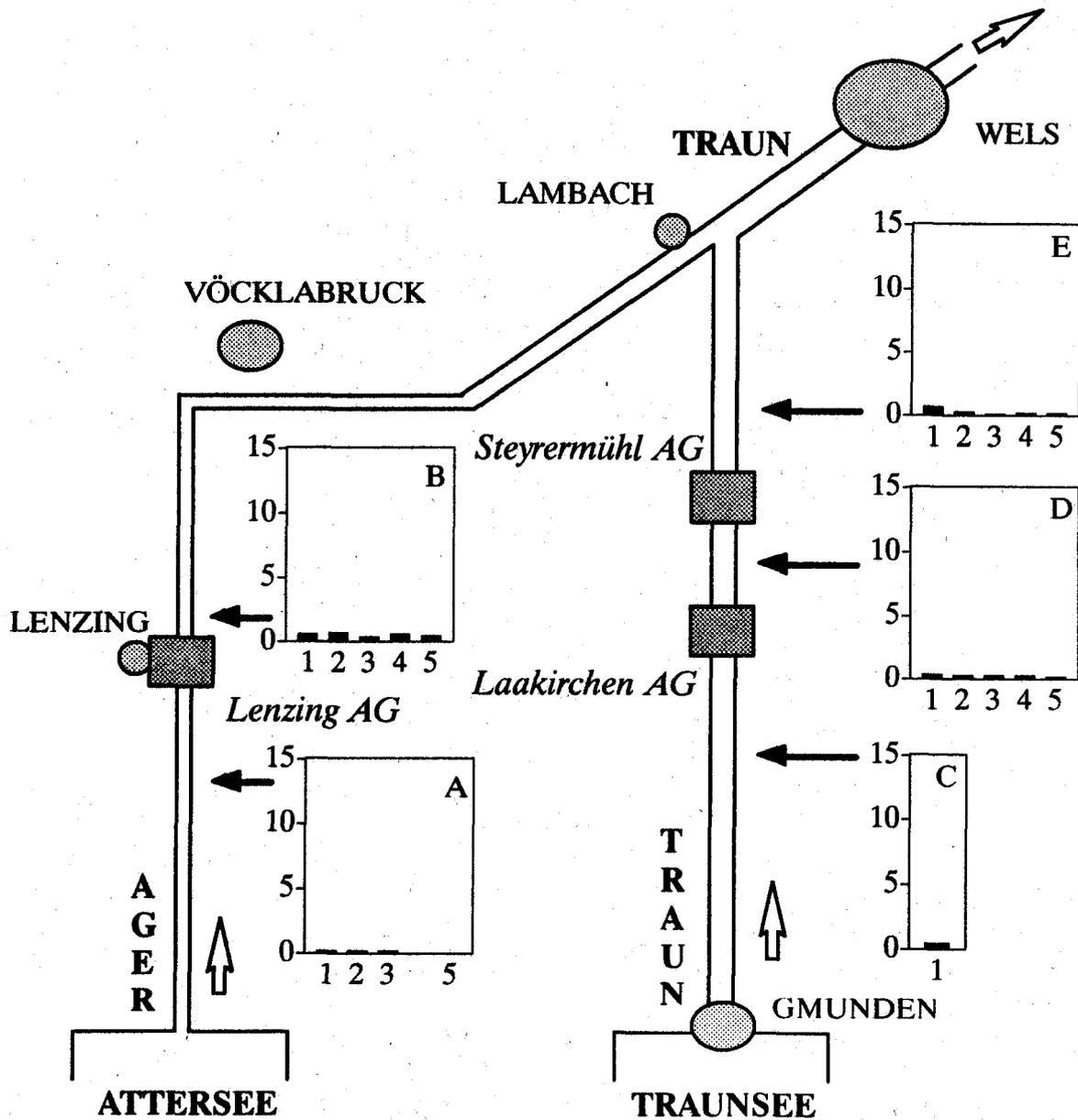


Abb. 24: Immissionsituation in Ager und Traun: Trichlormethan  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: Trichlormethan in µg/l

#### 5.4 DRAU, VELLACH UND LAVANT

Die das Werk St. Magdalen Zellulose GmbH in Villach betreffenden, sehr niedrigen *DOC-Emissionen* (s. Abb. 25) in die Drau sind nicht als repräsentativ zu betrachten, da der Betrieb erst kurz vor den für diese Studie durchgeführten Untersuchungen wieder aufgenommen wurde und daher vermutlich nicht unter Normalbedingungen produziert wurde.

Die durch das Zellstoffwerk der Obir GmbH in Rechberg verursachte Belastung der Vellach mit organischen Schadstoffen lag weit über jener anderer Werke und führte zur völligen Vernichtung komplexerer Lebensgemeinschaften des Flusses: Es wurden Werte bis zu 737 mg/l für DOC (s. Abb. 25) sowie bis zu 2.240 mg/l für CSB gemessen. Da an diesem Standort mittlerweile der Betrieb eingestellt werden mußte, ist längerfristig mit einer Erholung des Gewässers zu rechnen.

Die geringen *DOC-Emissionen* der Patria AG (Frantschach) in die Lavant sind offensichtlich auf die Effizienz der Kläranlage Mittleres Lavanttal zurückzuführen. Die Einbindung der Werksabwässer in diese Abwasserreinigung hatte auch eine gewisse Verbesserung der Gewässergüte der Drau zur Folge.

Die Belastung mit organischen Chlorverbindungen (gemessen als *AOX*, s. Abb. 26) in der Drau wies unterhalb des Werks in St. Magdalen sehr starke Schwankungen auf und läßt sich aus den oben genannten Gründen kaum interpretieren.

In der Vellach war sie durch die Emissionen des mittlerweile stillgelegten Werkes in Rechberg extrem hoch (*AOX* bis zu 1,3 mg/l = 1.300 µg/l).

Von fünf, unterhalb der Kläranlage Mittleres Lavanttal aus der Lavant gezogenen Proben wurde bei einer eine sehr hohe *AOX-Konzentration* festgestellt. Die Ursache für diese – offensichtlich nur kurzfristige – Belastung ist unbekannt.

Die in der Drau erhobene, allerdings sehr niedrige Belastung durch *Trichlormethan* (s. Abb. 27) ist vermutlich auf Emissionen des Zellstoffwerkes St. Magdalen zurückzuführen. In der Vellach wurden erwartungsgemäß höhere Konzentrationen gefunden. In der Lavant konnten keine nennenswerten *Trichlormethankonzentrationen* nachgewiesen werden.

Was die Auswirkungen der einzelnen Emissionen auf die anderen Parameter betrifft, bewirkt vor allem das Werk in Rechberg eine leichte *pH-Absenkung* in der Vellach, einen merkbaren Anstieg der *Leitfähigkeit* sowie der *Chlorid-* und *Sulfat-Konzentrationen* und einen der *DOC-Zunahme* entsprechenden dramatischen Anstieg des *CSB*. Darüber hinaus konnten flußabwärts der Einleitung gewaltige Mengen an *Ligninsulfonsäuren* nachgewiesen werden.

Bis auf markante *Temperaturerhöhungen* in der Lavant im Bereich der Patria AG konnten weder bei diesem Werk noch bei der Zellulose St. Magdalen nennenswerte Veränderungen bei den übrigen Parametern festgestellt werden (siehe Teil B / Kap. 13.4).

**Legende**  
**zu Abb. 25-27 (Drau, Vellach, Lavant)**

Alle Datumsangaben beziehen sich auf das Jahr 1989; die Entfernungen zu den Abwassereinführungen sowie alle Einzeldaten der Analysen sind den Tabellen in Teil B / Kap. 13.4 zu entnehmen.

**A: Drau, knapp unterhalb der Staumauer des Kraftwerkes Villach vom linken Ufer aus.**

- 1: Mo 13.2. 15:00  $Q=60 \text{ m}^3/\text{sec}$  Pegel Rosegg
- 2: Mo 13.2. 21:30  $Q=60$
- 3: Di 14.2. 04:30  $Q=65$
- 4: Di 14.2. 12:00  $Q=65$

**B: Gall, linkes Ufer, etwa 100 m vor dem Zusammenfluß mit der Drau.**

- 1: Mo 13.2. 15:00
- 2: Di 14.2. 07:00

**C: Drau, unmittelbar unter der Staumauer Rosegg/St. Jakob.**

- 1: Mo 13.2. 11:30  $Q=60 \text{ m}^3/\text{sec}$  Pegel Rosegg
- 2: Mo 13.2. 20:30  $Q=60$
- 3: Di 14.2. 04:00  $Q=65$
- 4: Di 14.2. 14:00  $Q=65$

**D: Vellach, kurz nach dem Ortsende von Eisenkappel in Richtung Obir GmbH.**

- 1: Mo 23.1. 17:30  $Q=0,43 \text{ m}^3/\text{sec}$  Pegel
- 2: Di 24.1. 11:00  $Q=0,43$  Miklautzhof

**E: Vellach, ca. 1,5 km vor der Einmündung in die Drau.**

- 1: Mo 23.1. 14:00  $Q=0,43 \text{ m}^3/\text{sec}$  Pegel
  - 2: Mo 23.1. 15:00  $Q=0,43$  Miklautzhof
  - 3: Mo 23.1. 16:00  $Q=0,43$
- (weitere Proben zu jeder vollen Stunde)
- 25: Di 24.1. 14:00  $Q=0,43$
  - 26: Di 24.1. 15:00  $Q=0,43$

**F: Lavant, knapp 2 km nach dem Ortsende von St. Gertraud-Frantschach, in unmittelbarer Nähe einer Pegelmeßstation von der Brücke aus.**

- 1: Mo 6.2. 14:05  $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{sec}$  Pegel
- 2: Di 7.2. 08:00  $Q=2,5$  St. Gertraud

**G: Lavant, auf Höhe der Fa. Gartenbau Ruthofer.**

- 1: Mo 6.2. 13:40  $Q=2,5 \text{ m}^3/\text{sec}$  Pegel
- 2: Mo 6.2. 19:00  $Q=2,5$  St. Gertraud
- 3: Di 7.2. 01:00  $Q=2,2$
- 4: Di 7.2. 07:00  $Q=2,2$
- 5: Di 7.2. 11:30  $Q=2,2$

**H: Lavant, auf Höhe der Ortschaft Krottendorf, neben der Pegelmeßstation, von der Brücke aus.**

- 1: Mo 6.2. 10:00  $Q=6,9 \text{ m}^3/\text{sec}$  Pegel
- 2: Mo 6.2. 16:15  $Q=6,9$  Krottendorf
- 3: Mo 6.2. 22:00  $Q=6,9$
- 4: Di 7.2. 04:00  $Q=7,1$
- 5: Di 7.2. 10:00  $Q=7,1$

# DRAU – VELLACH – LAVANT DOC

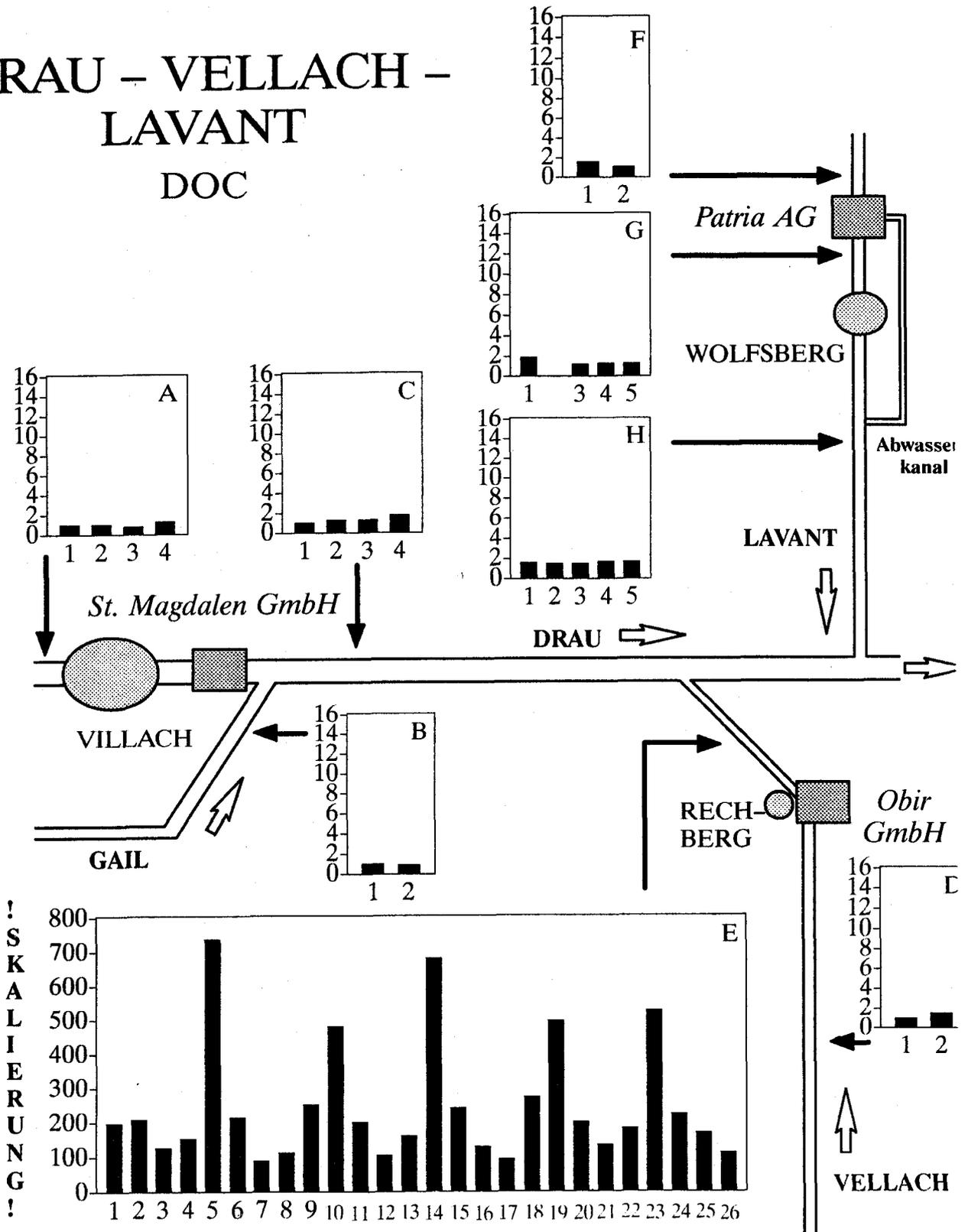


Abb. 25: Immissionssituation in Drau, Vellach und Lavant: DOC  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: DOC (Dissolved Organic Carbon) in mg/l

# DRAU – VELLACH – LAVANT

## AOX

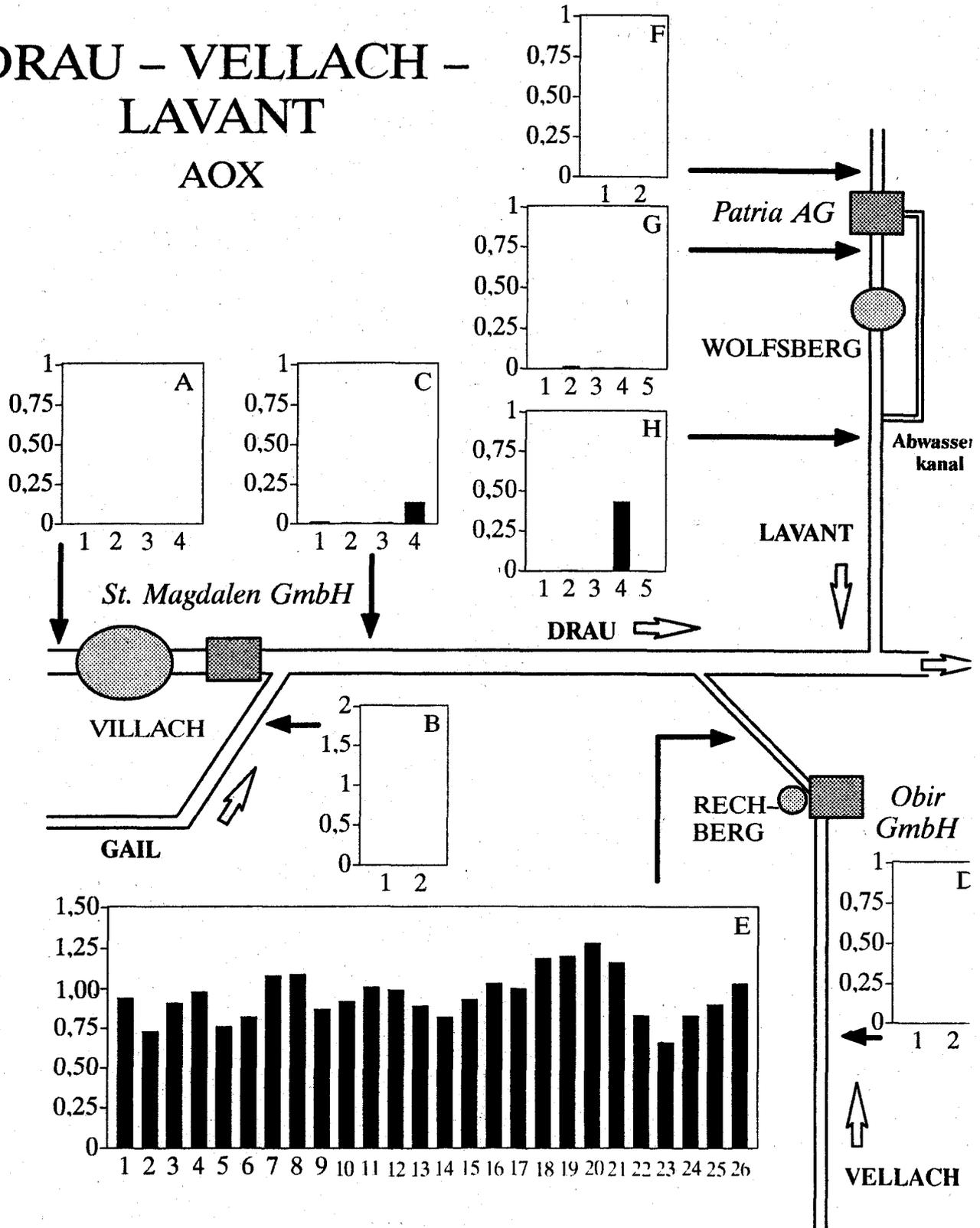


Abb. 26: Immissionssituation in Drau, Vellach und Lavant: AOX  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: AOX (Adsorbable Organic Halogen) in mg/l

# DRAU - VELLACH - LAVANT

## TRICHLORMETHAN (CHLOROFORM)

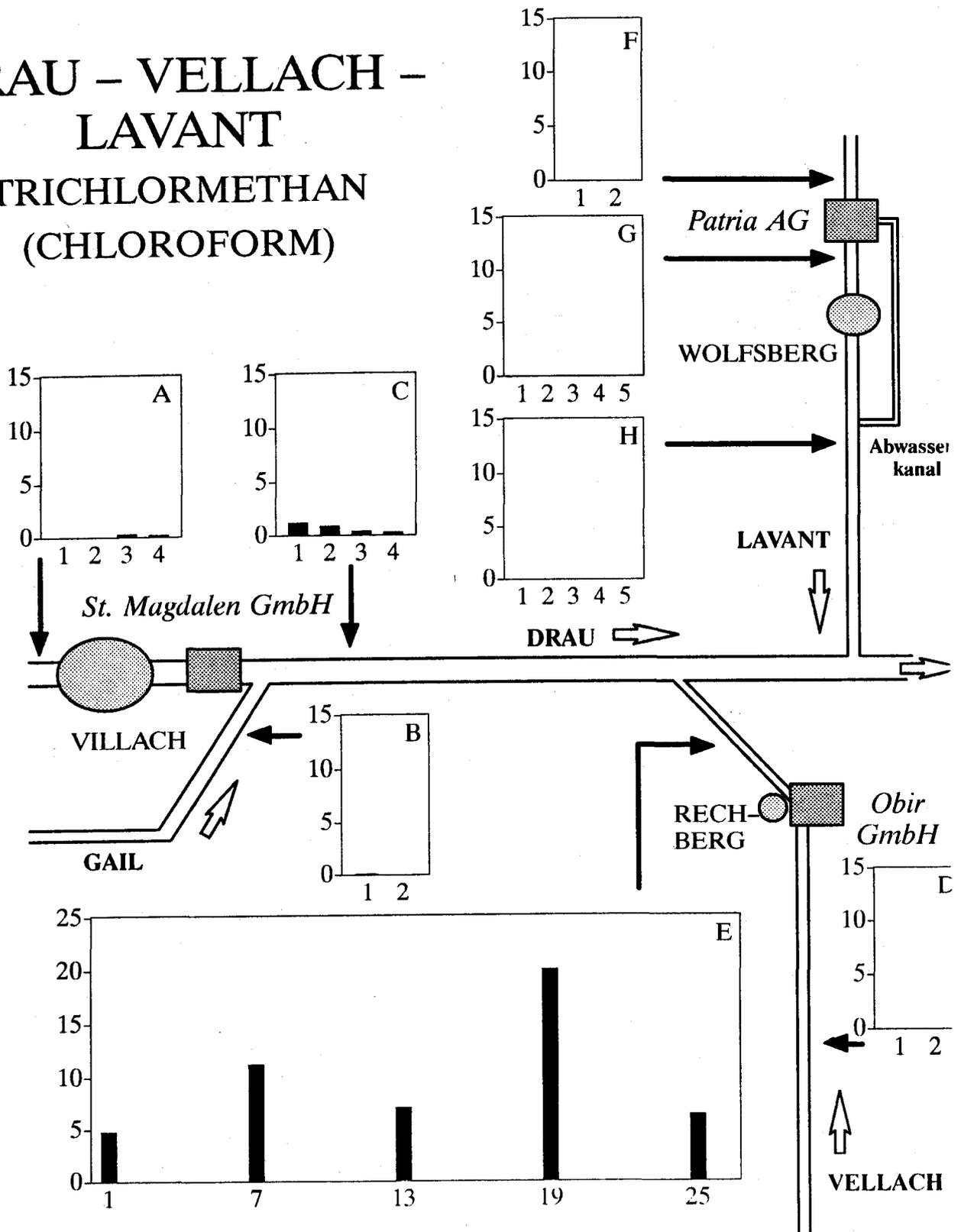


Abb. 27: Immissionssituation in Drau, Vellach und Lavant: Trichlormethan  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: Trichlormethan in  $\mu\text{g/l}$

### 5.5 Salzach

Die Abwasserreinigung der Hallein Papier AG war bereits im Jahr 1987 Gegenstand einer Studie des Umweltbundesamtes. Im Herbst und Winter 1988, noch vor der Erteilung des Auftrages zu der vorliegenden Studie an das Umweltbundesamt, wurden an diesem Standort Untersuchungen durchgeführt. Eine ausführliche Interpretation der erhobenen Daten ist für einen späteren Zeitpunkt geplant.

Ein Großteil der Einzelergebnisse ist den Tabellen in Kap. 13.4 zu entnehmen. Es soll hier lediglich eine kurze Gesamtdarstellung der Immissionssituation erfolgen.

Aufgrund der großen Wasserführung der Salzach bewirken die Emissionen der Hallein AG trotz der großen Menge an eingebrachten organischen Stoffen nur geringfügige Änderungen der *DOC*- und *CSB*-Konzentrationen.

Die *AOX*-Konzentration ist oberhalb des Werkes kaum meßbar (bis zu 0,005 mg/l bzw. 5 µg/l), unterhalb des Werkes ist die Salzach hingegen als sehr stark belastet einzustufen (*AOX*-Werte bis zu 0,19 mg/l = 190 µg/l).

Die Konzentrationen von *Chloroform* in der Salzach sind unterhalb des Werkes leicht erhöht.

### 5.6 Längsprofil für AOX in Pöls und Ager

Um das Verhalten chlororganischer Verbindungen im Verlauf von Fließgewässern genauer zu untersuchen, analysierte das Umweltbundesamt je eine zusätzliche Serie von Wasserproben aus Pöls und Ager insbesondere auf deren Gehalt an organischen Chlorverbindungen (gemessen als *AOX*); die Auswahl beider Vorfluter erfolgte aufgrund ihrer geringen durchschnittlichen Wasserführung.

Die Probenahme in der Pöls erfolgte am 28.9.1989 entlang eines Längsprofils, wobei eine Probe oberhalb der Pöls AG, eine unterhalb des Werkes vor Einleitung der Abwässer und 6 Proben entlang der Strecke zwischen Abwassereinleitung und Mündung der Pöls in die Mur gezogen wurden (s. Abb. 28).

Die *AOX*-Konzentrationen im Wasser der Pöls weisen auch bei diesen Proben erwartungsgemäß auf eine äußerst hohe Belastung des Flusses hin. Auffällig ist auch der mehr oder weniger unveränderte Verlauf der Konzentrationshöhe im Verlauf der Pöls.

Vergleichbare Längsprofile der Pöls wurden auch für Trichlormethan und Trichloressigsäure erstellt (s. Teil B / Kap. 10.2).

Ein *AOX*-Längsprofil der Ager wurde am 26.7.1989 erhoben; bei diesen Messungen wurden die für die Ager im Rahmen dieser Studie höchsten *AOX*-Werte nachgewiesen (s. Abb. 29 u. Kap. 5.3).

**Legende zu Abb. 28 (Pöls)**

Alle Datumsangaben beziehen sich auf das Jahr 1989; die Entfernungen zu den Abwasser-einleitungen sowie die einzelnen Meßdaten sind den Tabellen in Teil B / Kap. 13.4 zu entnehmen.

**A: Pöls, oberhalb der Pöls AG.**

*1: Do 28.9. 18:50  $Q = 13,3 \text{ m}^3/\text{s}$  Pegel Pöls*

**B: Pöls, unterhalb des Werkes, noch vor Einmündung der Abwässer.**

*1: Do 28.9. 18:30*

**C: Pöls, von der Brücke in Paßhammer aus.**

*1: Do 28.9. 17:55*

**D: Pöls, von der Brücke in Wasendorf aus.**

*1: Do 28.9. 17:30*

**E: Pöls, von der Brücke in Hetzendorf aus.**

*1: Do 28.9. 17:00*

**F: Pöls, in Aichdorf (zwischen Hetzendorf und Farrach).**

*1: Do 28.9. 16:30*

**G: Pöls, von der Brücke in Farrach aus.**

*1: Do 28.9. 16:00*

**H: Pöls, von der Brücke in Zeltweg aus.**

*1: Do 28.9. 15:30*

**Legende zu Abb. 29 (Ager)**

Alle Datumsangaben beziehen sich auf das Jahr 1989; die Entfernungen zu den Abwasser-einleitungen sowie die einzelnen Meßdaten sind den Tabellen in Teil B / Kap. 13.4 zu entnehmen.

**A: Ager, oberhalb der Lenzing AG, nach der Kläranlage des Reinhaltungsverbandes Attersee.**

*1: Mi 26.7. 16:00  $Q = 7,3 \text{ m}^3/\text{s}$  Pegel  
Raudaschlsäge*

**B: Ager, nach dem Werk, vor Pichlwang.**

*1: Mi 26.7. 11:00  $Q = 10,0 \text{ m}^3/\text{s}$  Pegel Dürnau*

**C: Ager, unterhalb des Staus in Deutenham.**

*1: Mi 26.7. 13:00  $Q = 12,7 \text{ m}^3/\text{s}$  Pegel  
Schalchham*

**D: Ager, knapp unterhalb des Wehres bei Schwanenstadt.**

*1: Mi 26.7. 9:00  $Q = 23,0 \text{ m}^3/\text{s}$  Pegel  
Fischerau*

# PÖLS

## AOX

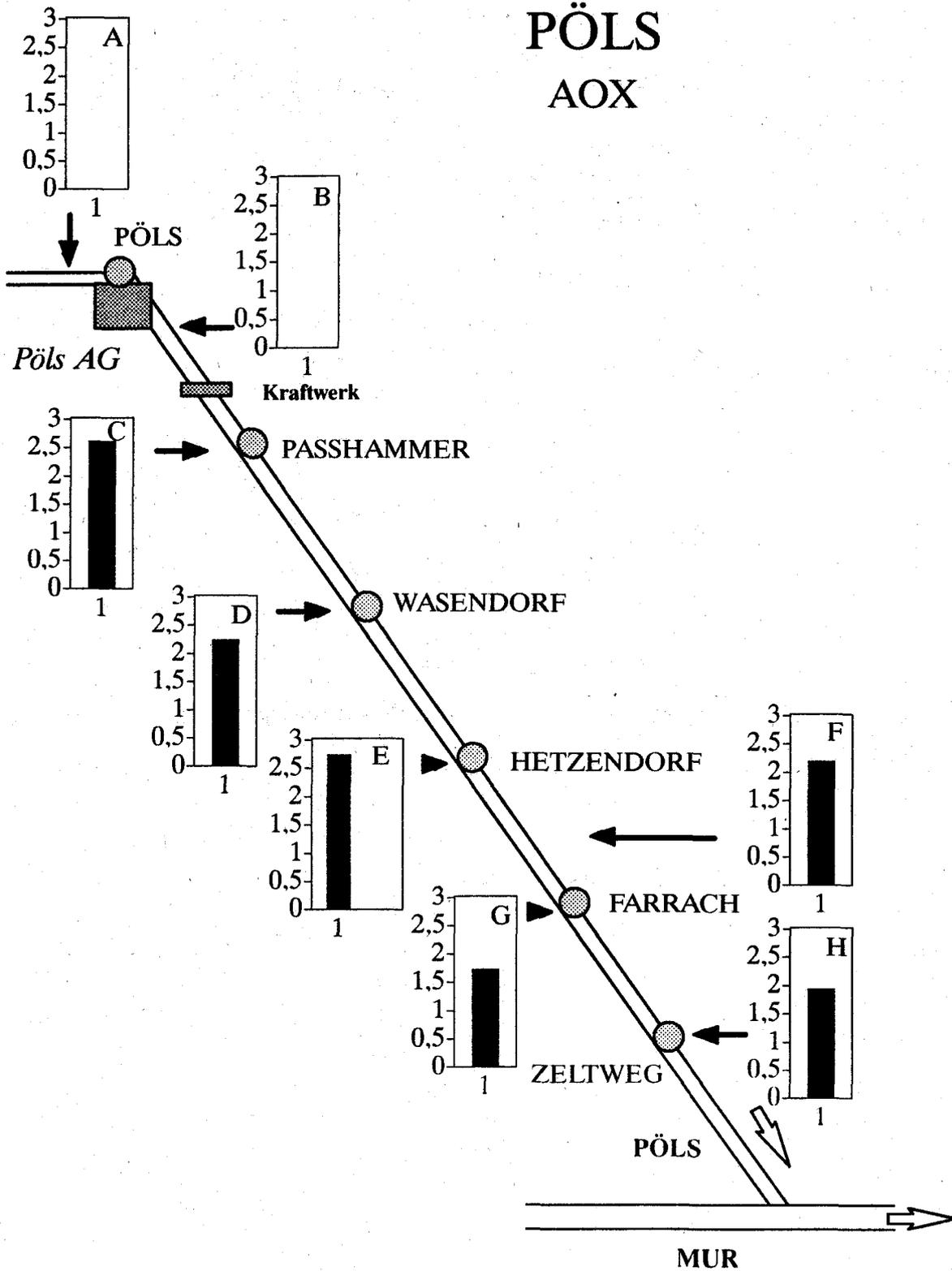


Abb. 28: Immissionssituation in der Pöls: AOX - Längsprofil  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: AOX (Adsorbable Organic Halogen) in mg/l

# AGER AOX

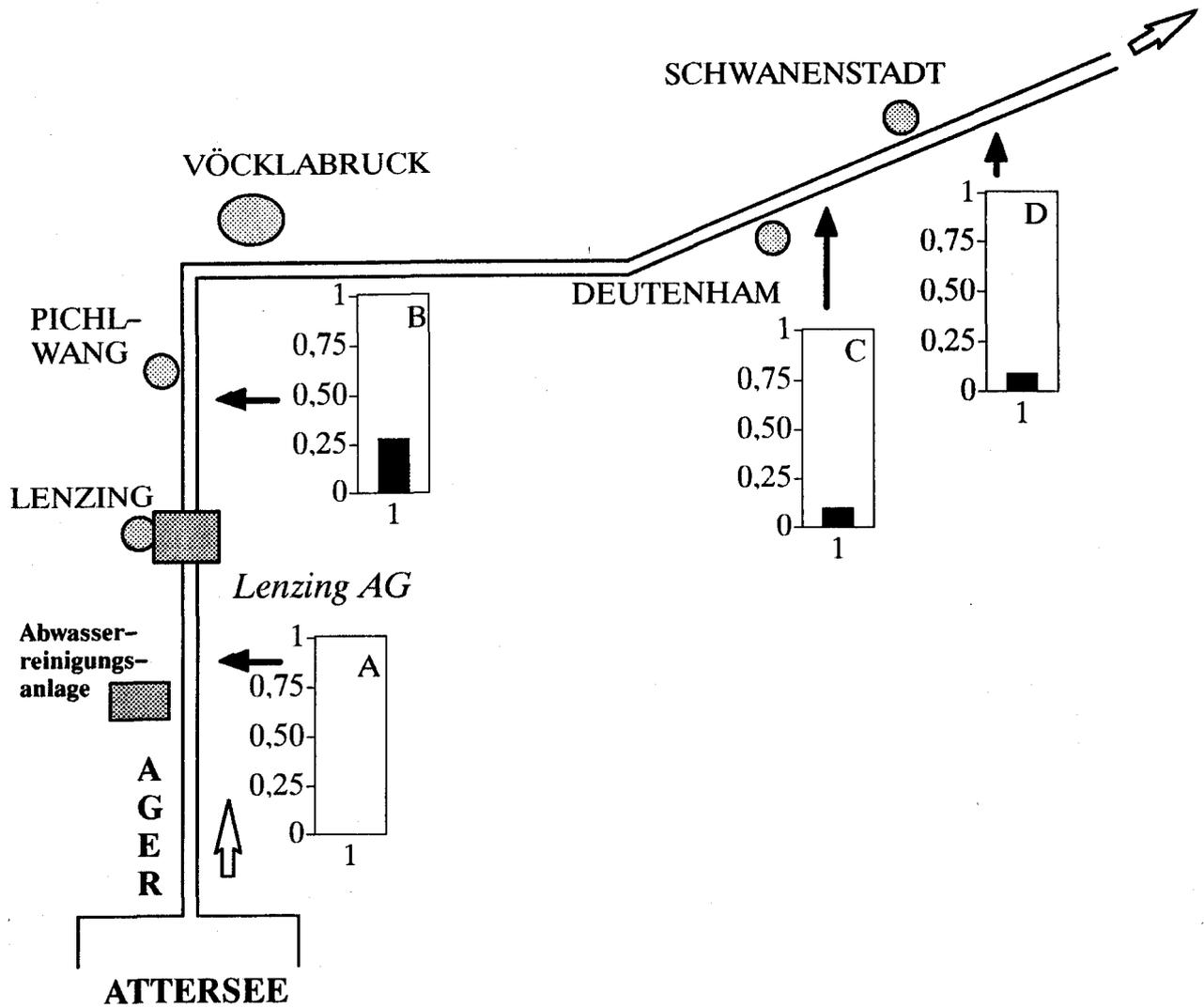
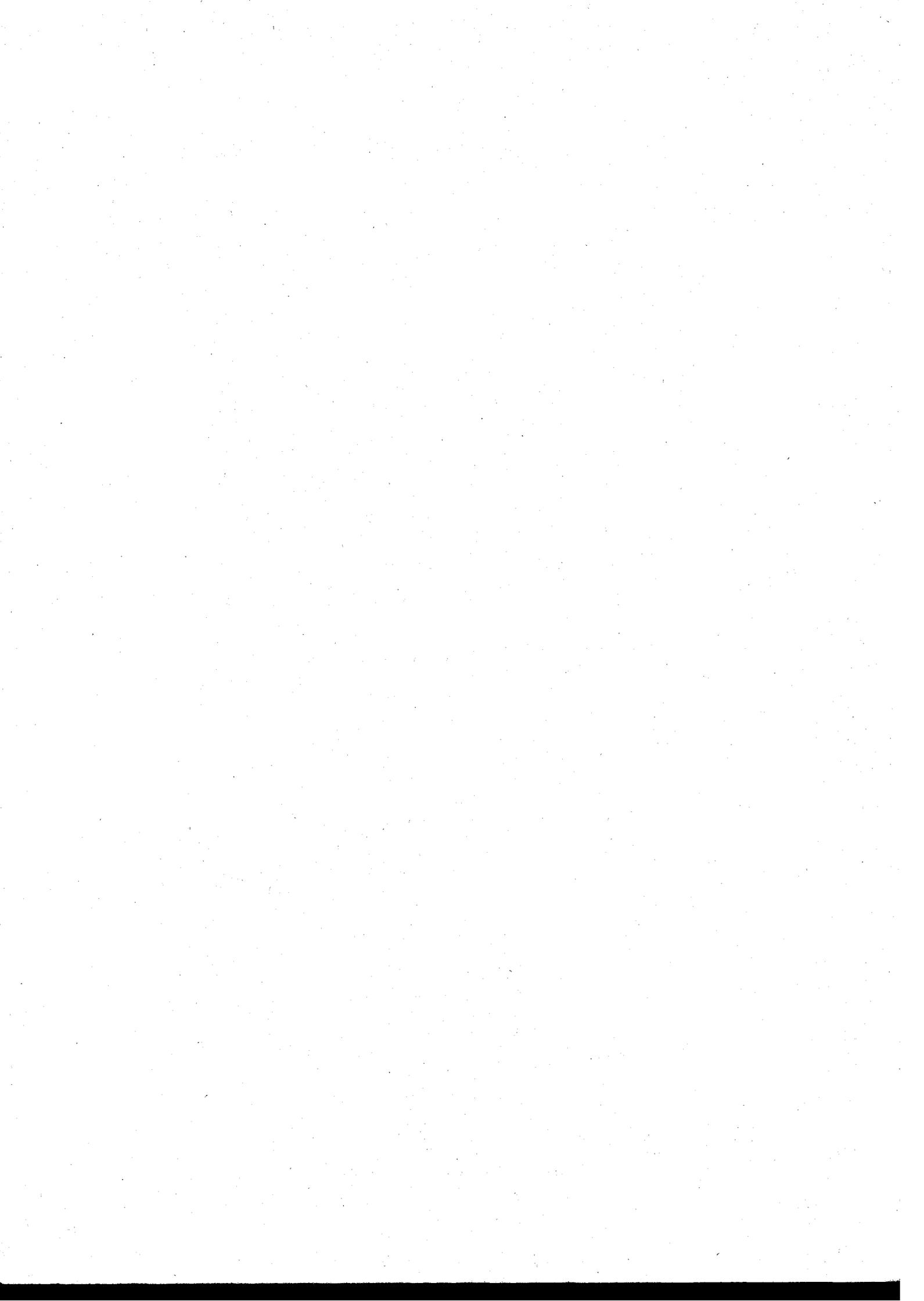


Abb. 29: Immissionssituation in der Ager: AOX - Längsprofil  
 x-Achse: Nummer der Probenahme  
 y-Achse: AOX (Adsorbable Organic Halogen) in mg/l



## 6 **STAND DER TECHNIK ZUR VERMINDERUNG DER ABWASSER-BELASTUNG IN DER ZELLSTOFF- UND PAPIERINDUSTRIE**

### 6.1 **Grundbegriffe der Zellstofferzeugung**

Zellstoff wird durch chemischen Aufschluß aus Holz hergestellt. Dabei werden das im Holz enthaltene Lignin und die Hemicellulosen weitgehend entfernt, sodaß die Cellulosefasern übrigbleiben.

Die Ausbeute bei der Zellstofferzeugung beträgt rund 50 % des eingesetzten Holzes. Die übrigen 50 % sind Abfall. Diese Nebenbestandteile werden zum größten Teil in der *Kochung* aus dem Holz gelöst und sind in der Ablauge mitsamt den verbrauchten Chemikalien enthalten. Die Trennung von Zellstoff und Ablauge erfolgt in der *Wäsche*, die durch den Grad der Laugenerfassung gekennzeichnet ist. Die Ablauge wird zur *Dicklauge* eingedampft und im *Laugenkessel* verfeuert, wobei die für die *Kochung* benötigten Chemikalien wiedergewonnen werden. Der Heizwert deckt etwa den gesamten Energiebedarf einer Zellstofffabrik (ohne angeschlossene Papierfabrik).

Diese Art der "Laugenwirtschaft" hat sich erst im Lauf der Zeit durchgesetzt. Früher wurde die *Kochereiablauge* aus vielen kleinen Werken mehr oder weniger ungenutzt in die Gewässer abgestoßen. Eine Steigerung der Produktion bei gleichzeitiger Verminderung der gesamten Abwasserbelastung war nur bei Einführung einer *Laugenwirtschaft* möglich. Damit ist eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit verbunden, sodaß die *Laugenwirtschaft* vor allem unter betriebswirtschaftlichen Aspekten gesehen werden muß und daher nicht ausschließlich als Umweltschutzmaßnahme dargestellt werden kann. Einige Werke in

Österreich führten diese Umstellung erst sehr spät durch, ein Werk nur mit niedriger Laugenerfassung (St. Magdalen) und ein Werk überhaupt nicht (Obir).

In der mehrstufigen *Zellstoffbleiche* wird weiteres organisches Material herausgelöst, wobei die problematischen organischen Chlorverbindungen entstehen. Durch die *Bleiche* erhält der Zellstoff die gewünschte *Weiß*e und *Reinheit*, wobei für die Herstellung von Papierzellstoff der Erhalt bestimmter Festigkeitseigenschaften nötig ist.

Zellstoff kann nach zwei grundsätzlich verschiedenen Verfahren hergestellt werden, durch sauren Aufschluß nach dem *Sulfitverfahren* oder durch basischen Aufschluß nach dem *Sulfatverfahren*:

Die Weltproduktion wird heutzutage vom *Sulfatverfahren* dominiert. Dieses war von vornherein auf einer *Ablaugenverbrennung* mit Chemikalienrückgewinnung aufgebaut. Der erhaltene Zellstoff weist gegenüber dem *Sulfitzellstoff* eine höhere Festigkeit auf, hat aber den Nachteil, daß er schwerer zu bleichen ist. Die organische Belastung des Abwassers aus dem *Sulfatprozeß*, gemessen an BSB und CSB, ist niedriger als die aus dem *Sulfitprozeß*. Demgegenüber steht die Tatsache, daß der Ausstoß an AOX nicht in dem Maß wie bei *Sulfitzellstoff* gesenkt werden kann. Ein Nachteil des *Sulfatverfahrens* ist das Entstehen äußerst geruchsintensiver Verbindungen, die nicht hundertprozentig beherrschbar sind.

Das *Sulfitverfahren* ist in Österreich für die Produktion von gebleichtem Zellstoff vorherrschend. In der Bundesrepublik Deutschland wird ausschließlich *Sulfitzellstoff* erzeugt. Für dieses Verfahren

wurde die Chemikalienrückgewinnung erst nach dem zweiten Weltkrieg entwickelt; der erzeugte Zellstoff weist geringere Festigkeiten auf, ist aber leichter bleichbar. Für Sulfitzellstoff werden bereits chlorarme und chlorfreie Bleichverfahren angewendet. Eine Sonderform des Sulfitverfahrens ist das Magnefiteverfahren. Dieses produziert einen festeren, aber schwerer zu bleichenden Zellstoff.

Das *Abwasser* aus der Zellstofferzeugung besteht im wesentlichen aus folgenden Anteilen:

- jenen Teil der Kochereiablauge, der nicht erfaßt wird;
- Kondensate, die beim Eindampfen der Ablauge entstehen;
- Abwässer aus der Bleicherei.

Das Abwasser aus der Bleicherei stellt das Hauptproblem einer umweltverträglichen Zellstofferzeugung dar, das nur durch Minimierung und letztlich Eliminierung des Einsatzes von Chlor und Chlorverbindungen gelöst werden kann.

## 6.2 Erfassen der Kochereiablauge

Es sind Erfassungsgrade von mehr als 99 % Stand der Technik, sowie das Eindampfen und Verbrennen der Ablauge. Der nicht erfaßte Teil der Ablauge gelangt mit dem Zellstoff in die Bleicherei und fällt letztlich im Bleichereiabwasser an.

## 6.2 Behandeln der Kondensate

Verschiedene chemisch-physikalische Behandlungsmethoden sind Stand der Technik, wodurch die beim Eindampfen der Ablauge anfallenden Kondensate in bezug auf ihren BSB<sub>5</sub>- und CSB-Gehalt

drastisch reduziert werden. Welche der einzelnen Maßnahmen sinnvollerweise zur Anwendung kommen können, ist produkt- und produktionsbedingt.

Im Sulfitprozeß kann zur Entlastung der Kondensate die Ablauge vor dem Eindampfen neutralisiert werden. Weitere Möglichkeiten sind z.B. das Strippen (Entfernen leichtflüchtiger Verbindungen), Extrahieren und Wiederverwenden der Kondensate im Prozeß. Häufig angewandt wird auch die anaerobe biologische Vorbehandlung der Kondensate (s. Kap. 6.5).

## 6.4 Chlorarme und chlorfreie Bleichverfahren

Im Zusammenhang mit chlorarmen und chlorfreien Bleichverfahren sind folgende Maßnahmen Stand der Technik:

(a) *Weiche Kochung* zur Verringerung des Ligningehalts des Zellstoffs: Dies ist sowohl bei Sulfat- als auch bei Sulfitzellstoffen möglich, schwieriger jedoch beim Magnefiteverfahren. Die weiche Kochung verringert die Abwasserbelastung auch dadurch, daß ein zusätzlicher Teil der organischen Substanz in die Laugen-erfassung kommt.

(b) Einsatz von *Sauerstoffbleichmitteln* (Elementarsauerstoff, Peroxid, Ozon): Eine möglichst intensive Sauerstoffdelignifizierung ist eine unabdingbare Voraussetzung für eine chlorarme Bleiche. Die Bleiche von Sulfatzellstoff mit Sauerstoff unter Druck (O-Stufe) ist weitverbreitet. Dabei wird das Abwasser der Sauerstoffstufe in den Chemikalienkreislauf rückgeführt. Bei Sulfitzellstofffabriken hat sich eher die sauerstoffverstärkte Extraktion durchgesetzt (EO, EOP). Die Rückführung von Abwässern aus der Bleiche ist beim Sulfitprozeß zwar technisch schwieriger, wird aber in einigen

Fabriken praktiziert. Die damit verbundenen Probleme sind vermeidbar, wenn das Abwasser separat eingedampft wird.

(c) Weitgehender Ersatz von Chlor und Hypochlorit durch *Chlordioxid*: Chlordioxid ist ein wirkungsvolles Oxidationsmittel, das erheblich weniger chlorierend wirkt als elementares Chlor. Dies hat eine Verminderung des AOX im Abwasser zur Folge.

(d) Eindampfen und thermisches oder anderweitiges Behandeln von hochbelasteten Abwasserteilströmen aus der Bleicherei.

Der Stand bei der Bleiche von *Sulfitzellstoff* kann wie folgt abgeschätzt werden:

– *Chlorfreie Verfahren*: Ohne Elementarchlor und ohne Chlorverbindungen gebleichte Zellstoffe sind derzeit nur mit Verzicht auf gewisse Eigenschaften, z.B. auf einen hohen Weißgrad herstellbar.

– *Elementarchlorfreie Verfahren*: Ohne Einsatz von elementarem Chlor vollgebleichte Zellstoffe gibt es bereits aus Schweden; auch aus der Bundesrepublik Deutschland sind sie bald zu erwarten. Mit diesen Verfahren sind spezifische AOX-Emissionen < 1 kg/t bereits vor der Abwasserreinigung erreichbar.

– *Chlorarme Verfahren*: Abhängig vom Chloreinsatz können mit einer biologischen Abwasserreinigung auch bei chlorarmen Verfahren AOX-Emissionen von rund 1 kg/t erreicht werden, wie Beispiele aus der BRD zeigen (Alfeld, Ehingen).

Für *Sulfatzellstoff* können derzeit noch keine chlorfreien Bleichverfahren eingesetzt werden. Die meisten Bescheidwerte, die in Schweden derzeit vorgeschrieben werden, liegen bei etwa 2 kg AOX pro Tonne Zellstoff.

## 6.5 Externe Abwasserreinigung

Selbst wenn alle prozeßinternen Maßnahmen zur Verminderung der Abwasserbelastung ausgeschöpft werden, verbleibt eine Restkonzentration an BSB und CSB, die etwa 10 – 20mal höher ist als die Werte der österreichischen Emissionsrichtlinien (BMLF, 1981). Die Notwendigkeit einer biologischen Reinigung des gesamten Abwassers einer Zellstofffabrik wird heute allgemein anerkannt. Selbst bei konventioneller Chlorbleiche kann ein Abbau des BSB von rund 95 % und des CSB von rund 50 % erreicht werden sowie eine drastische Verminderung der Toxizität.

Das Absetzen, Flotieren und die aerobe biologische Behandlung sind Stand der Technik. Anaerobe Verfahren sind für Abwasserteilströme (z.B. Brüdenkondensate) Stand der Technik, wobei eine aerobe Endreinigung vor Einleiten ins Gewässer nötig ist. Die aerobe biologische Reinigung ist dadurch charakterisiert, daß neben dem echten biologischen Abbau auch ungelöste Stoffe entfernt werden und gelöste Stoffe auch durch Adsorption oder Strippung beseitigt werden. Der Anfall an Überschussschlamm wird weniger vom Wachstum der Mikroorganismen, sondern mehr durch Anlagerung ungelöster Stoffe bestimmt. Der Überschussschlamm muß eingedickt werden und kann gemeinsam mit Reststoffen (Rinde, Reject aus der Zellstoffsartierung, u.a.) verbrannt werden. Eine der biologischen Reinigung nachgeschaltete Filtration zur Verbesserung des Feststoffrückhaltes kann in bestimmten Fällen notwendig sein. Die dunkelbraune Farbe, ein besonderes Problem des Zellstoffabwassers, kann durch biologische Reinigung nicht entfernt werden.

Weitere Verfahren zur Abwasserreinigung wie Umkehrosmose, Ultrafiltration, Naß-

oxidationen und Adsorption mit Regeneration der Träger sind noch nicht Stand der Technik, die Fällung dagegen schon. Diese wird z.B. im Werk Feldmühle, Baienfurt (BRD) angewandt. Die Vorteile liegen im hohen Wirkungsgrad zur Reduzierung von AOX, CSB und der Färbung. Die Nachteile sind große Schlammengen, die entsorgt werden müssen. Wie sinnvoll die Anwendung einer Fällung ist, z.B. für einen Abwasserteilstrom, kann nur im Einzelfall entschieden werden.

### 6.6 In Österreich geplante Mindestanforderungen

In Österreich wurde Ende 1989 im Zuge der Novellierung des Wasserrechts der Entwurf einer branchenspezifischen Verordnung für Abwässer aus dem Sulfitprozeß vorgestellt, in der Mindestanforderungen vorgesehen sind, die – sofern es die spezifische Immissionssituation eines Werksstandortes erfordert – in einem Bescheid durch strengere Auflagen ergänzt werden können. Diese Verordnung sieht, in Anlehnung an die in der Bundesrepublik Deutschland ab 1.1.1990 geltende Verwaltungsvorschrift, als Mindestanforderungen ab 1993 70 kg CSB/t und 1 kg AOX/t vor (AOX aus einer Tagesmischprobe, im Gegensatz zur Stichprobe in der BRD).

Die Notwendigkeit einer weiteren Absenkung dieser Grenzwerte wurde bereits jetzt erkannt; daher sollen ab 1995 50 kg CSB/t und 0,5 kg AOX/t als Mindestanforderung gelten. Ab 2001 sind 30 kg CSB/t und 0,1 kg AOX/t geplant.

Die ab 1995 bzw. 2001 vorgesehene Absenkung der CSB- und AOX-Grenzwerte beruht auf zwei verschiedenen Grundlagen:

– In der Absenkung des AOX ist die zu erwartende Weiterentwicklung des Standes der Technik zu erkennen.

– Die Verminderung des CSB kann vor allem durch das Eindampfen und Behandeln von Abwasserteilströmen aus der Bleicherei erreicht werden; dies ist eine Maßnahme, die bereits derzeit als Stand der Technik gilt und daher rascher realisiert werden sollte.

### 6.7 Lenkungsmaßnahmen in Schweden und in der BRD

Auf die Situation in Schweden und in der BRD wird im folgenden genauer eingegangen, da beide Staaten eine führende Rolle bei der Verminderung der Abwasserbelastung aus der Zellstoffindustrie spielen. Ähnliche Vorgangsweisen bzw. Überlegungen gibt es aber auch in anderen Staaten, z.B. in Finnland, Norwegen und Kanada.

In Schweden werden beachtliche Anstrengungen zur Reduktion der Emissionen an chlororganischen Verbindungen unternommen. Die folgende Tabelle zeigt die Entwicklung des produktionsspezifischen TOCl (Total Organic Chloride)-Ausstoßes, der als *Durchschnitt für Gesamt-schweden* ermittelt wurde, sowie die geplante weitere Senkung:

Jahr	TOCl (kg/t)	AOX (kg/t)*
1975	5–8	6,5–10,4
1984	3,5	4,6
1988	1,5–3,5	2,0–4,6
ca. 1992	1,5	2,0
ca. 2005	0,5	0,65
ca. 2010	0,1	0,13

\* Unter der Annahme, daß 1 kg TOCl ca. 1,3 kg AOX entspricht.

Im Jahr 1988 wurden in Schweden 3.870.000 t gebleichter Sulfatzellstoff und 570.000 t gebleichter Sulfitzellstoff hergestellt. Es gibt keine generell verbindlichen Abwassergrenzwerte, jede Fabrik erhält einen gesonderten Bescheid mit den für den jeweiligen Standort (z.B. am Binnen- oder am Meer) als notwendig erachteten Anforderungen.

Die Auflagen für jene 11 von 15 *Sulfatzellstoffwerken*, die eine Sauerstoffbleiche haben, bezüglich TOCl für die Jahre 1990 – 1992 liegen durchschnittlich bei 1,5 kg/t luto, das sind etwa 2 kg/t an AOX. Sulfatzellstoff ist schwerer bleichbar als Sulfitzellstoff.

Für die nach dem Jahr 2000 vorgesehene Verminderung des TOCl auf 0,5 kg/t und darunter existieren für Sulfatzellstoff noch keine großtechnisch erprobten Technologien, lediglich Laboruntersuchungen.

Die Substitution von Elementarchlor wird durch ein Abgabensystem enorm beschleunigt werden, das ab 1.7.1990 in Schweden eingeführt werden wird. Die Abgaben werden nach dem Verbrauch an Bleichchemikalien eingehoben, und zwar für Chlor 5 Kronen/kg. Die Abgabe ist damit fünfmal so hoch wie der Chlorpreis, der ca. 1 Krone/kg beträgt. Für Chlordioxid (als ClO<sub>2</sub>) werden 1 Krone/kg und für Hypochlorit (als Ion) 7 Kronen/kg eingehoben werden.

Für gebleichten *Sulfitzellstoff* in Schweden wird eine derzeitige Durchschnitts-Emission von 1,5 kg AOX pro t angegeben.

Mehrere schwedische Fabriken liefern bereits elementarchlorfrei oder völlig chlorfrei gebleichten Sulfitzellstoff. So erzeugt Mo och Domsjö elementarchlorfrei gebleichten Zellstoff aus Fichte, während Nymölla elementarchlorfrei vollgebleichten Mag-

nefizzellstoff aus Fichte und Birke liefert. Vargön und Holmens Bruk liefern mit geringem Chlordioxid-Einsatz bzw. vollständig chlorfrei gebleichten Zellstoff mit geringerem Weißgrad (80). Letzterer wird zu gestrichenem Papier für Zeitschriften- (Rollenoffset) verarbeitet. –

In der *Bundesrepublik Deutschland*, wo bedeutende Fortschritte sowohl bei der Reduktion von AOX- als auch von BSB- und CSB-Emissionen erzielt werden konnten, betrug die Jahresproduktion an gebleichtem Sulfitzellstoff 1988 760.000 t. Das Sulfatverfahren wird in der BRD nicht angewandt.

Seit 1982 gibt es *Mindestanforderungen* für das Einleiten von Abwasser aus der Zellstoff- und Papiererzeugung in Gewässer (19. Abwasser-Verwaltungsvorschrift). Die derzeit bis Ende des Jahres 1989 gültigen Werte beinhalten die damals anerkannten Regeln der Technik und waren durch verbesserte Laugenwirtschaft, aber auch ohne biologische Reinigung einhaltbar.

Nach der 1986 erfolgten Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes wurden die Behörden ermächtigt, Mindestanforderungen für gefährliche Stoffe im Abwasser nach dem Stand der Technik zu erlassen. Die neuen Mindestanforderungen an Abwasser aus der Zellstoffherzeugung treten mit 1.1.1990 in Kraft. Die folgende Tabelle stellt die bisher gültigen Mindestanforderungen den neuen gegenüber:

		ab 1982	ab 1990
Abwassermenge	(m <sup>3</sup> /t)	200	–
Absetzbare Stoffe	(kg/t)	6	–
Filtrierbare Stoffe	(kg/t)	10	–
CSB	(kg/t)	220	70
BSB	(kg/t)	70	5
Fischtoxizität	(G <sub>F</sub> )	8	2
AOX	(kg/t)	–	1

Die Zahlen für 1982 beziehen sich ausschließlich auf gebleichten Zellstoff (ohne biologische Abwasserreinigung, AOX noch nicht eingeführt), die Angaben für 1990 auf alle Zellstoffsorten (ohne eine gesonderte Festsetzung der ersten drei Parameter).

Die neuen Mindestanforderungen setzen folgende Art der Probenahme voraus: BSB, CSB und Fischgiftigkeit sind aus der nicht abgesetzten, homogenisierten 24-Stunden-Mischprobe zu bestimmen, der AOX aus der Stichprobe (nicht abgesetzt, homogenisiert).

In der Begründung zu diesen Mindestanforderungen wurde festgehalten: "Durch Einführung der Maßnahmen nach dem Stand der Technik sind in der Praxis weitere deutliche Verminderungen für CSB und BSB zu erwarten". Als Maßnahmen nach dem Stand der Technik werden u.a. folgende aufgezählt: Weitgehender oder völliger Ersatz von Elementarchlor und von Hypochlorit durch Sauerstoffbleichmittel und Chlordioxid; Erfassen, Eindampfen und thermisches oder anderweitiges Behandeln von hochbelasteten Teilströmen aus der Bleicherei.

Die *Einleitung von Abwasser* in Gewässer ist nur bei Erfüllung der Mindestanforderungen gestattet. Altanlagen, die diese Anforderungen nicht erfüllen, sind zu sanieren (WHG § 7a, Abs. 2). Das Setzen von Fristen für die Sanierung obliegt den Ländern. Die Behörden erstellen für die Einleitung von Abwasser Erlaubnisbescheide. Diese Erlaubnisbescheide sind prinzipiell widerruflich.

Die Umsetzung der Mindestanforderungen in der Bundesrepublik Deutschland wird, wenn nicht baldige Fristen zur Sanierung der Altanlagen gesetzt werden,

vor allem durch die Staffelung der *Abwasserabgabe* beschleunigt: Bei Erfüllen der Mindestanforderungen muß nur *die halbe Abgabe* entrichtet werden.

Für eine Schadeinheit sind seit 1.1.1986 40 DM zu entrichten. Einer Schadeinheit entsprechen 50 kg CSB, 2 kg AOX und bei der Fischgiftigkeit 3000 m<sup>3</sup> Abwasser, geteilt durch den Faktor G<sub>F</sub>. Die Abgabe soll ab 1991 auf 50 DM und ab 1993 auf 60 DM pro Schadeinheit erhöht werden.

Von den 9 Werken, die in der BRD gebleichten Sulfitzellstoff herstellen, sind 5 mit Sauerstoffvorbleiche ausgerüstet; eines dieser Werke bleicht elementarchlorfrei, ein anderes absolut chlorfrei. Mindestens 6 der 9 Werke werden in naher Zukunft elementarchlorfrei bleichen. Die Mehrzahl der Werke reinigt ihre Abwässer bereits jetzt zumindest teilweise biologisch, bei den übrigen sind Abwasserreinigungsanlagen entweder in Bau oder in Genehmigungsphase.

Eine detaillierte Aufstellung der Zellstoffwerke in der Bundesrepublik Deutschland mit den derzeit eingesetzten und zukünftigen Bleichsequenzen sowie einer biologischen Abwasserreinigung wird in Kapitel 2 des Teils A dieser Studie gegeben. Der Grund für die schnelle Umsetzung der Gewässerschutzmaßnahmen ist vor allem in der Abwasserabgabe zu suchen.

#### 6.7 Minderung der Abwasserbelastung aus der Erzeugung von Holzstoff und Papier

Die Abwasserbelastung aus der Holzstoff- und Papierproduktion ist im allgemeinen geringer als aus der Zellstoffproduktion. Vor allem fehlt die große Menge an chlorierten organischen Verbindungen.

*Holzstoff* ist unter hohem Energieaufwand mechanisch zerklebertes Holz, welches mit Ausbeuten von mehr als 90 % erzeugt wird und noch alle Bestandteile des Holzes enthält. Seine Bedeutung liegt im hohen Grad der Ausnutzung des Rohstoffs Holz. Holzstoff kann nur dort eingesetzt werden, wo es nicht auf eine besondere Alterungsbeständigkeit des Papiers ankommt, da er zum Vergilben neigt.

Neben Steinschliff gibt es Refinerstoff, der besonders mit thermischer oder chemischer Vorbehandlung eine zunehmende Bedeutung gewinnt: TMP = thermomechanical pulp und CTMP = chemithermomechanical pulp.

Das *Abwasser einer Papierfabrik* wird durch die Art der eingesetzten Faserstoffe sowie durch die verwendeten Chemikalien beeinflusst. Die Belastung ist geringer, wenn nur Zellstoff und wenig lösliche Hilfsstoffe eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Holzstoff und die Aufbereitung von Altpapier entstehen höhere Belastungen. Das liegt vor allem daran, daß die Holzstofferzeugung und die Altpapieraufbereitung in die Papierfabrik integriert

sind und das Abwasser daraus zumindest zum Teil als Papierfabriksabwasser anfällt. Im Gegensatz dazu wird das Abwasser einer gebleichten Zellstoffproduktion getrennt abgeführt.

Auch im Abwasser aus der Papierproduktion können – im Vergleich mit Zellstoffabwasser – geringe Mengen an chlorierten organischen Verbindungen enthalten sein. Diese kommen aus dem gebleichten Zellstoff und dadurch auch aus dem Altpapier. Größere Mengen können anfallen, wenn chlorhydrinhaltige Naßfestmittel eingesetzt werden.

Die Abwasserbelastung bei der Erzeugung von Holzstoff und Papier setzt sich aus den nicht zurückgehaltenen Faserstoffen, den aus dem Holz gelösten organischen Substanzen und den ins Abwasser gelangenden Chemikalien zusammen. Neben internen Maßnahmen wie Einengung von Wasserkreisläufen und Rückhalt von Feststoffen ist nach dem Stand der Technik eine biologische Reinigung unerlässlich.



## 7 AUSBLICK AUF DIE ENTWICKLUNG DER ABWASSER-EMISSIONEN ÖSTERREICHISCHER ZELLSTOFFWERKE

In der Vergangenheit wurden Maßnahmen zur Verminderung der Abwasserbelastung in unterschiedlichem Ausmaß zu unterschiedlichen Zeitpunkten in Angriff genommen. Dies hat zur Folge, daß sich die Situation in Österreich sehr uneinheitlich darstellt.

Die Tabelle faßt für die Produktion von gebleichtem Zellstoff die wichtigsten Daten mit Stand 1988 zusammen:

	Produktion t/a (lutro)*	AOX kg/t	CSB kg/t	biologische Abwasser- Reinigung
Hallein	100.000	6,4	260	nein
Lenzing	140.000	0,13	30	ja
Leykam	220.000	6,0	95	ja
Kematen	33.000	4,3	170	nein
Pöls	200.000	3,1	40	nein
Obir	35.000	5,8	1700	nein
St.Magdalen	30.000	7,1	390	nein

\*) alle Werte auf Zellstoff lutro (=lufttrocken) bezogen; 1 t lutro = 0,9 t atro (= absolut trocken)

Die von den Werken gegenwärtig angewandten und bis 1993 geplanten emissionsmindernden Maßnahmen können wie folgt zusammengefaßt werden:

**Hallein** besitzt keine biologische Abwasserreinigung. An diesem Standort wurde das Verfahren erst 1988 auf Magnesiumbase umgestellt. Deswegen sind die Werte für das Jahr 1988 noch nicht optimiert. In den nächsten Jahren wird eine Sauerstoffvorbleiche eingeführt, wobei 3,3 kg AOX/t und 180 kg CSB/t eingehalten werden müssen.

**Lenzing** stellt in der österreichischen Zellstoffproduktion einen Sonderfall dar. Es wird hauptsächlich Kunstfaserzellstoff

aus Buche hergestellt, welcher schon seit langem besonders chlorarm gebleicht wird. Die Papierzellstoffproduktion wird in nächster Zeit eingestellt werden. Da Lenzing mit einer großen Produktion (neben der Zellstoff- und Papierfabrik auch die Viskoseerzeugung) an einem kleinen Vorfluter steht, müssen nach dem heuer erlassenen Wasserrechtsbescheid zumindest österreichweit gesehen zukunftsweisende Maßnahmen ergriffen werden, den AOX-Ausstoß zu eliminieren oder weiter zu reduzieren und vor allem den CSB abzusenken (z.B. Eindampfen der Abwässer aus der Sauerstoffbleiche).

**Leykam** produziert nach dem Magnefite-Verfahren und besitzt neben Lenzing als einziges Werk eine Abwasserreinigungsanlage. Derzeit geht eine anaerobe Behandlung der Brüdenkondensate in Betrieb. Weiters ist eine verbesserte Zellstoffwäsche und für 1990 die Einführung einer Sauerstoffvorbleiche geplant, wodurch der AOX auf etwa 3,4 kg/t vermindert werden soll. Es wird keine Reduktion des CSB in Aussicht gestellt.

**Kematen** läßt die Abwässer ungereinigt ab. Es soll im Jahr 1991 eine elementarchlorfreie Bleiche installiert werden, mit Rückführung von Bleichereiabwässern in den Laugenkreislauf. Bereits 1989 wurde versuchsweise chlorfrei gebleichtes Kopierpapier erzeugt. Eine biologische Reinigung der Gesamtabwässer wird erst für 1994 in Aussicht gestellt; für dieses Jahr wird ein AOX von etwa 1,3 kg/t und ein CSB von etwa 42 kg/t prognostiziert.

**Pöls** hat zwar als modernes Sulfatzellstoffwerk bereits ohne Abwasserreinigung relativ niedrige CSB-Werte, jedoch keinen geringen AOX, für den auch keine Verminderung in Aussicht gestellt wurde. Eine

Abwasserreinigungsanlage ist derzeit in Bau. Ein besonderes Problem ist der für die Abwässer einer Zellstofffabrik dieser Größe grundsätzlich zu kleine Vorfluter.

*Obir* war der einzige Standort ohne jede Laugenwirtschaft und ohne Abwasserreinigung, überdies an einem kleinen Vorfluter. Es bestand keine Weiterverarbeitung des Zellstoffs. Das Werk wurde noch 1989 geschlossen.

*St. Magdalen* ist ebenfalls ein Standort ohne Weiterverarbeitung des Zellstoffs und ohne Abwasserreinigung. Die Laugenwirtschaft ist unzureichend. Der Weiterbestand des Werkes ist ungewiß.

Betrachtet man die Prognosen bis 1993, so bleiben trotz vieler Verbesserungen folgende Probleme:

Zwar wird durch die Einführung der Sauerstoffvorbleiche bei *Hallein* und *Leykam* der Chloreinsatz reduziert werden, aber die Emissionen von  $> 3$  kg AOX/t werden noch weit über dem als Stand der Technik

anzusehenden Wert von 1 kg AOX/t liegen; ebenso werden die CSB-Emissionen noch sehr hoch sein. *Kematen* plant zwar eine elementarchlorfreie Bleiche, aber eine biologische Abwasserreinigung ist erst für 1994 vorgesehen. Für die Verwirklichung einer biologischen Abwasserreinigung in *Hallein* wurden überhaupt keine Angaben gemacht. *Pöls* wird nach wie vor einen großen Ausstoß an chlororganischen Verbindungen aufweisen.

Vergleicht man zusammenfassend die Prognosen der Werke mit den in Österreich für 1993 geplanten (das sind im wesentlichen die in der BRD ab 1.1.1990 eingeführten) Mindestanforderungen für die Produktion von Sulfitzellstoff, so erkennt man die Notwendigkeit einer raschen und konsequenten Realisierung dieser Werte bei allen bestehenden Anlagen. Ebenso müßte der AOX-Ausstoß des Sulfitzellstoffwerkes in *Pöls* dem Stand der Technik entsprechend reduziert werden.

## 8 GESETZLICHE EMISSIONSREGELUNGEN UND UMWELTABGABEN

Die Begrenzung der Schadstoffemissionen in Oberflächengewässern erfolgt zur Zeit im wesentlichen über einzelne Bescheide der Landesregierungen oder (in Einzelfällen) des BMLF.

Darüber hinaus sind verbindliche bundesweite Regelungen zur Begrenzung der Emissionen in Oberflächengewässern notwendig; derzeit bestehen in diesem Bereich lediglich Richtlinien des BMLF sowie ÖNORMEN. Gesonderte Verordnungen betreffend Emissionen (u.a. auch für Sulfitzellstofffabriken) werden derzeit in Österreich im Rahmen der Novellierung des Wasserrechtsgesetzes erarbeitet.

Aus gewässerökologischer Sicht sind, als Ergänzung zu frachtorientierten Regelungen, Maßnahmen zu fordern, welche auch die Vorflutergröße berücksichtigen (etwa nach Art der Immissionsrichtlinien des BMLF).

Neben derartigen Grenzwertregelungen könnten mit einer Abwasserabgabe Anreize zur weiteren Emissionsreduktion geschaffen werden.

Als Vorteile derartiger Umweltabgaben sind zu nennen:

- Ein Anreiz zur weiteren Verminderung von Emissionen bleibt auch *nach Unterschreiten* der vorgeschriebenen Grenzwerte bestehen.
- Eine Abgabenregelung kann für sämtliche Emittenten in gleicher Weise getroffen werden. Eine Differenzierung nach der eingesetzten Technologie ist nicht unbedingt erforderlich.

- Derartige Umweltabgaben könnten relativ schnell eingeführt werden, da im Gegensatz zu Grenzwertregelungen, technische Anpassungen der Werke nicht abgeschlossen sein müssen. Mit einer entsprechend festzusetzenden Anhebung der Abgabenhöhe ließen sich einerseits Härtefälle in der Anfangsphase vermeiden, andererseits die Notwendigkeit zur baldigen Einleitung von emissionsmindernden Maßnahmen seitens der Betriebe steigern.

- Der staatliche Eingriff in das Unternehmen ist wesentlich geringer als bei der Vorschreibung von Produktions- und Vermeidungstechnologien und setzt mit der Emissionsbesteuerung konkret an der Stelle an, wo ein öffentliches Interesse berührt wird.

- Die mit Einführung einer derartigen Abgabe anfallenden Geldmittel können gezielt in Maßnahmen zur Gewässersanierung sowie zur Vollziehung des Wasserrechts- und Abwasserabgabengesetzes eingesetzt werden.

Als gewässerökologisches Ziel muß für chlororganische Verbindungen (gemessen als AOX) die Nullemission angestrebt werden; dies kann nur mit einem Ausstieg aus der Chlorbleiche erreicht werden. Für die natürlich auftretende organische Belastung (gemessen als CSB und BSB) sollten die Emissionen minimiert werden.

Eine derartige, derzeit auch in Österreich als Lenkungs- und Finanzierungsinstrument diskutierte Abwasserabgabe würde die heimische Zellstoff- und Papierbranche mit einer Abgabenlast von etwa 1,4 Mrd. ÖS pro Jahr treffen. Dieser Berechnung wurde die Bewertung von

AOX und CSB mit 280 öS je Schadeinheit (entsprechend dem derzeit in der BRD gültigen Satz von 40 DM / Schadeinheit) zugrundegelegt; eine mögliche Restschmutzhalbierung wurde in diese Abschätzung nicht einbezogen. Wie aus der folgenden Abbildung zu ersehen ist, wären die Zellstoffbetriebe am stärksten von dieser Abgabe betroffen. Anzumerken wäre zu dieser Aufkommensabschätzung,

daß das bereits stillgelegte Werk Obir in Rechberg noch berücksichtigt wurde. Weiters ist der in diese Abschätzung einfließende Abgabesatz, den gegenwärtigen Regelungen der Bundesrepublik Deutschland entsprechend, noch niedrig angesetzt; in der BRD wurde bereits eine Erhöhung dieses Abgabesatzes beschlossen.

# Abwasserabgabe in 1.000.000 öS

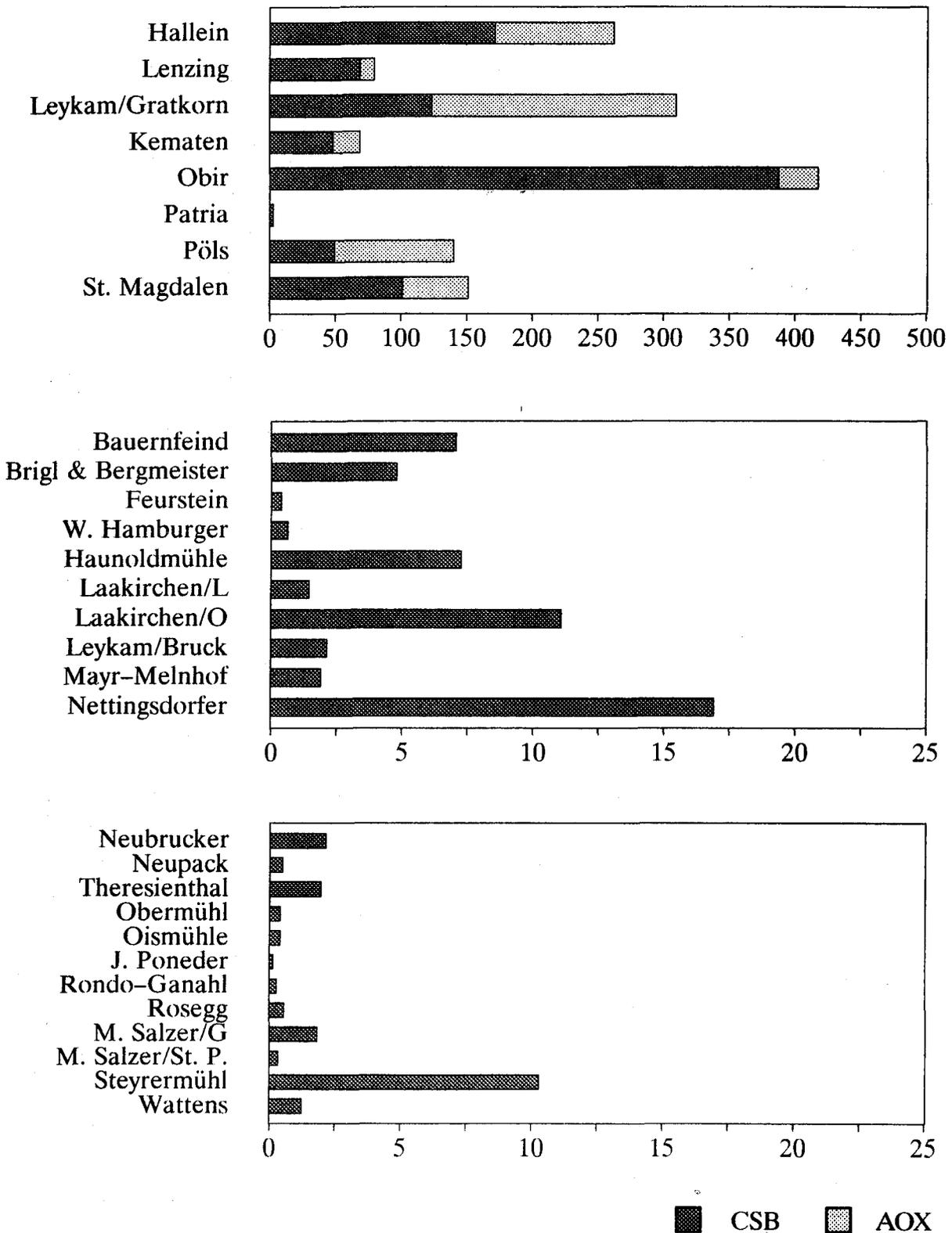


Abb. 30: Theoretische Belastung durch eine Abwasserabgabe nach BRD-Muster berechnet für CSB- und AOX-Emissionen (errechnet aus Werksangaben für das Jahr 1988)



## 9 SCHLUSSBEMERKUNG

Die Zellstoffindustrie ist – trotz großem finanziellen Aufwand für Umweltschutzmaßnahmen und teilweise deutlicher Verbesserung der Emissionssituation – immer noch Hauptverursacher der Verschmutzung österreichischer Gewässer. Im Jahr 1988 wurde das Abwasser von nur drei der neun Zellstoffwerke biologisch gereinigt (Lenzing, Leykam/Gratkorn und Patria). Die Belastung durch die Papierindustrie ist i.a. als geringer einzustufen.

Die Auswirkungen der organischen Belastung von Fließgewässern hängt stark von deren Wasserführung ab. Bei kleineren Gewässern stellen daher die Emissionen von Zellstoffwerken, auch bei guter Vermeidungs- und Reinigungsstrategie, eine ökologisch oft kaum zu verkraftende Belastung dar.

Bei Zellstoffwerken mit Chlorbleiche (Elementarchlor oder Chlorverbindungen) entstehen zudem große Mengen der ökotoxikologisch besonders bedenklichen Organochlorverbindungen. Diese werden zum überwiegenden Teil in das Gewässer eingeleitet. Chlororganische Verbindungen wurden, dem Auftrag des Parlamentes entsprechend, in der vorliegenden Untersuchung besonders berücksichtigt. Neben der Summe organischer Chlorverbindungen (als AOX) wurde auch eine Reihe von Einzelsubstanzen analysiert und bewertet.

Von den sieben Werken, die Zellstoff bleichen, besaßen im Jahr 1988 nur zwei eine Sauerstoffvorbleiche, durch welche der Chloreinsatz vermindert wird (Lenzing für den Kunstfaserzellstoff und Pöls, das einzige Sulfatzellstoffwerk).

Die Belastung einiger österreichischer Flußsysteme mit Organochlorverbindun-

gen ist als nicht vertretbar anzusehen. Die größten Mengen an diesen Verbindungen werden an den Standorten Gratkorn, Pöls und Hallein emittiert, wobei es vor allem in der Pöls aufgrund des kleinen Vorfluters – trotz der Sauerstoffvorbleiche – zu extremen Belastungen kommt.

Sowohl aus gewässerökologischer als auch aus gesamtökologischer Sicht muß die Nullemission für chlororganische Verbindungen forciert angestrebt werden, was jedenfalls den Ausstieg aus der Chlorbleiche bedeutet.

Entsprechende fortschrittliche, bundesweite gesetzliche Regelungen zur Minimierung der Emission sämtlicher organischer Schadstoffe in Abwässern der Zellstoff- und Papierindustrie erscheinen daher dringend notwendig. Besonders muß sowohl die Reduktion und letztlich Elimination chlororganischer Verbindungen als auch gleichzeitig die biologische Reinigung der Abwässer bei sämtlichen Werken verwirklicht werden. Erfahrungen aus dem Ausland zeigen, daß fiskalische Lenkungsmaßnahmen geeignete Instrumente sind, dieses Ziel schneller zu erreichen.

Ein wesentlicher, wenn auch nicht unmittelbar lokal wirksamer Beitrag zur Verminderung der Abwasserbelastung ist es, wenn für den vorgegebenen Verwendungszweck konsequent nur die jeweils benötigte Qualität von Zellstoff- und Papierprodukten eingesetzt wird. Wo immer möglich, sollten daher ungebleichte oder Recycling-Produkte verwendet werden. Holzfreie und vor allem hochweiße Papiere sollten nur noch in Sonderfällen herangezogen werden. Das bereits einsetzende Umdenken vieler Konsumenten in diesem Sinne muß jedenfalls durch geeignete Maßnahmen weiter gefördert werden.

