



**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>10960/</b>	Referat	<b>(31)</b>	Fördersumme	<b>60.000,-</b>
<b>Antragstitel</b>		<b>PVC-Analytik im Klärschlamm - Möglichkeit zur Reduzierung des AOX-Eintrags und der Kostenreduzierung bei der Klärschlamm Entsorgung</b>			
<b>Stichworte</b>		Analytik; PVC; AOX; Klärschlamm; Indirekteinleiter			
<b>Laufzeit</b>	<b>Projektbeginn</b>	<b>Projektende</b>	<b>Projektphase(n)</b>		
<b>1 Jahr</b>	<b>09.06.97</b>	<b>08.06.98</b>	<b>1</b>		
Zwischenberichte	vom 27.11.1997				
<b>Bewilligungsempfänger</b>	Spectral Service GmbH Laboratorium für Auftragsanalytik Postfach 30 11 86 50781 Köln			Tel	0221/541471
				Fax	0221/541921
				Projektleitung	Melanie Mertens
			Bearbeiter		
<b>Kooperationspartner</b>		Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V., Pleimesstr. 3, 53129 Bonn ETA-plus GmbH, Hugo-Eckener-Str. 29, 50829 Köln			

### **Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens**

Ziel dieses Projektes ist es, die analytische und konzeptionelle Grundlage dafür zu schaffen, den Klärschlamm, der abgesehen vom AOX allen Anforderungen der AbfKlärV genügt, durch Senkung der AOX-Belastung einer landwirtschaftlichen Verwertung zuführen zu können und damit für die Stadt Herrieden Kosten bei der Klärschlamm Entsorgung einzusparen.

PVC-Staub, der beim Transport oder der Verarbeitung mit dem Abwasser in Kläranlagen gelangt, ist häufig die Ursache für hohe AOX-Werte im Klärschlamm. Eine gezielte Klärschlamm- und Sichelhaut-analytik mittels Kernresonanzspektroskopie (NMR) ermöglicht die Identifizierung von PVC als Ursache hoher AOX-Werte, ebenso kann der Einleiter des PVCs genau ermittelt werden. Durch entsprechende technische Maßnahmen beim Einleiter lassen sich weitere PVC-Emissionen verhindern und der AOX-Wert kann gesenkt werden.

### **Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Zur Lokalisierung des PVC-Einleiters wurden Sichelhautproben verschiedener Gewerbebetriebe und anderer Kanalschnittstellen, verteilt über das gesamte Stadtgebiet, auf PVC untersucht. Die Auswahl der Probenstellen geschah derart, daß durch die Analysen systematisch eine Eingrenzung des AOX-Einleiters möglich ist und letztlich eine genaue Identifizierung der Einleiter erfolgen kann. Weiterhin ist mehrmals Klärschlamm vergleichend auf PVC und AOX untersucht worden. Die Untersuchung auf PVC erfolgte mit der NMR-Methode, die AOX-Bestimmung wurde nach DIN 38 141 durchgeführt.

Bei der NMR-Methode wird die getrocknete Probe (Klärschlamm, Sichelhaut) zunächst mit einem organischen Lösungsmittelgemisch und anschließend mit Tetrahydrofuran (THF) im Soxhlet extrahiert. Durch das THF wird selektiv PVC herausgelöst. Der THF-Extrakt wird zur Trockene eingedampft und in deuteriertem THF/Benzol zur <sup>1</sup>H-NMR-Messung eingesetzt. Die charakteristischen Resonanzen im NMR-Experiment ermöglichen dabei die direkte Bestimmung von PVC.

Der Chlorgehalt in PVC (57%) kann in einen theoretischen AOX-Wert umgerechnet und somit der Anteil von PVC am AOX (nach DIN 38141) bestimmt werden.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die Befunde der Sielhautanalysen weisen einen PVC-Fensterhersteller (Fa. HAPA) eindeutig als PVC-Einleiter und Verursacher der hohen AOX-Werte in Herrieden aus. Neben dem Fensterbetrieb wurde PVC in geringen Mengen auch an Probenstellen von Gewerbebetrieben ohne PVC-Verarbeitung und in Wohngebieten gefunden. Die Frage nach der Herkunft dieses PVC konnte im Rahmen des Projektes nicht beantwortet werden. Zwei Erklärungsansätze liegen dazu jedoch vor:

1. Es existieren diffuse Eintragsquellen für PVC, die nicht im Zusammenhang mit dem PVC-Verarbeiter HAPA stehen, die aber auch nicht näher benannt werden können.
2. Das PVC stammt aus den Abluffiltern des Fensterbetriebes und verteilt sich durch Wind über die Stadt und gelangt an verschiedenen Stellen mit dem Oberflächenwasser in die Sielhaut.

Am Beispiel des PVC-Verarbeiters HAPA ist vom Ingenieurbüro ETA-plus ein „Konzept für bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen eines PVC-verarbeitenden Betriebes zur Verhinderung von PVC-Einträgen in das kommunale Abwasser“ erstellt worden, das übertragbar ist auf ähnliche Fälle.

Im Rahmen dessen wurde bei HAPA eine Betriebsanalyse durchgeführt, in der sowohl der Umgang mit PVC als auch Prozeßabläufe und Produktströme untersucht sind. Basierend darauf zeigt das Konzept Schwachstellen auf und unterbreitet drei Lösungsvarianten für den Betrieb, die sich hinsichtlich der Anforderungen an die Wirksamkeit sowie der Investitionskosten unterscheiden.

Seit Projektbeginn im Juni 1997 zeigt der Verlauf der AOX-Gehalte im Klärschlamm zunächst einen deutlichen Anstieg des AOX von 780 auf 1070 mg/kg, der dann bis knapp unterhalb des Grenzwertes auf 490 mg/kg zurückgeht. Aus diesem Verlauf kann allerdings derzeit keine eindeutige Tendenz der Entwicklung abgelesen werden. Einerseits paßt die deutliche Zu- und Abnahme in den übrigen AOX-Verlauf seit Beginn der Messungen im Jahre 1992 und könnte somit im Bereich der „normalen“ Schwankungen liegen. Andererseits könnte der AOX-Rückgang seit Oktober 1997 ein Anzeichen für die Auswirkungen eines umsichtigeren Verhaltens beim Fensterbetrieb im Umgang mit dem PVC sein. Um diese Frage zu klären, müßte der AOX-Verlauf noch mindestens 3 weitere Monate verfolgt werden.

Die bisherigen Maßnahmen des Betriebes, die möglicherweise schon einen Rückgang bewirkt haben, bestehen darin, daß die offene Lagerung vom Betriebsglande in die Halle verlegt wurde und verschüttetes PVC-Pulver umgehend aufgekehrt wird. Es liegt jedoch die Vermutung nahe, daß diese, möglicherweise positiven Effekte, nur kurzfristig und auf die erhöhte Aufmerksamkeit der Geschäftsleitung und entsprechende Anweisungen an die Mitarbeiter während des Projektes zurückzuführen sind.

Eine langfristige und sichere Unterschreitung des AOX-Grenzwertes ist jedoch nur nach fachtechnisch geplanten Maßnahmen zu erwarten (Umstellung auf geschlossene Systeme für das PVC-Pulver, Filteranlage für das Oberflächenwasser), weshalb für den Fensterbetrieb die Einbeziehung von entsprechenden Firmen für die Planung und Umsetzung empfohlen wird.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

- Vorträge über das Projekt bei der InCom (Analytik-Symposium) am 23. + 25.04.1998 in der Uni Düsseldorf
- Fachbeitrag über das Projekt in der Juni-Ausgabe 1998 der *Korrespondenz Abwasser* (Herausgeber: Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik, GFA)
- Infobrief an 250 Kläranlagen
- weitere Veröffentlichungen in Fachzeitschriften sind in Vorbereitung

## **Fazit**

Projektziel des Vorhabens war, die Grundlagen für eine Senkung der AOX-Werte und der Kosteneinsparung bei der Klärschlamm Entsorgung zu schaffen. Dieses Ziel ist vollständig erreicht worden. Die durchgeführten Analysen weisen den Fensterbetrieb eindeutig als PVC-Einleiter und Verursacher der hohen AOX-Werte im Klärschlamm aus, und das erstellte Konzept enthält konkrete Maßnahmeempfehlungen für den PVC-Betrieb zur Emissionsverhinderung. Die Realisierung der Maßnahmen liegt nun im Ermessen der Stadt und des Fensterbetriebes.

Vor dem Hintergrund, daß sowohl die Analytik als auch die entsprechende Filtertechnik zur Verfügung stehen und mehrfach erfolgreich in der Praxis realisiert sind, kann dieses Projekt als Anreiz für andere Kommunen dienen, das Know-how zu nutzen und vermeidbare Emissionen zu verhindern.

## I) INHALTSVERZEICHNIS

1. Zusammenfassung .....	5.
2. Einleitung .....	6..
3. Gesetzliche Situation der Klärschlammentsorgung.....	7
4. Der Summenparameter AOX und die NMR-Methode.....	8
5. Möglichkeiten der Probenahme .....	9.
6. Durchführung des PVC/ AOX-Projektes Herrieden.....	10
6.1 Probenahme .....	10
6.2 NMR-Methode.....	10
6.3 Ergebnisse.....	13
6.3.1 Sielhautuntersuchungen.....	13
6.3.2 Klärschlammuntersuchungen.....	15
6.4 Konzept für Lösungsmöglichkeiten .....	17
7. Rückschlüsse und Abschlußbetrachtungen .....	18
8. Weiteres Vorgehen in Herrieden .....	19
9. Fazit .....	19

## II) ANHÄNGE

- Anhang 1: Kanalnetz Stadt Herrieden und Probenahmestellen
- Anhang 2: „Konzept für bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen eines PVC-verarbeitenden Betriebes zur Verhinderung von PVC-Einträgen in das kommunale Abwasser“
- Anhang 3: Besprechungsprotokoll vom 25.03.98 über das Abschlußgespräch in Herrieden

## 1. Zusammenfassung

Das PVC/AOX-Projekt Herrieden demonstriert einen Lösungsansatz, mit dem der PVC-bedingte hohe AOX-Gehalt des Klärschlammes durch eine kooperative Zusammenarbeit von Kommune, Fachleuten und dem Einleiter gesenkt werden kann, so daß eine Umweltentlastung erreicht wird und für die Kommune Kosteneinsparungen bei der Klärschlamm Entsorgung erzielt werden können.

Grundlage des Projektes stellt eine Analysenmethode mittels NMR-Spektroskopie (Kernresonanzspektroskopie) dar, mit der PVC und PVC-Copolymere als Komponente aus dem Summenparameter AOX bestimmt werden können. Neben der Bestimmung von PVC als Ursache von AOX-Belastungen ist mit der NMR-Methode anhand von Sielhautanalysen ebenso die Identifizierung des PVC-Einleiters möglich.

In Herrieden wurde ein PVC-Fensterhersteller durch systematische Klärschlamm- und Sielhautanalysen als Verursacher der hohen AOX-Werte im Klärschlamm identifiziert. Dazu waren Sielhautproben verschiedener Gewerbebetriebe und anderer Kanalschnittstellen, verteilt über das gesamte Kanalnetz der Stadt, untersucht worden. Die Befunde weisen den Fensterhersteller eindeutig als hauptsächlichen PVC-Emittenten aus. Neben dem Fensterhersteller wurde PVC in geringen Mengen auch an Probestellen von Gewerbebetrieben ohne PVC-Verarbeitung sowie in reinen Wohngebieten gefunden, wobei in diesen Fällen die Herkunft des PVC im Rahmen dieses Projektes nicht geklärt werden konnte.

Zur Lösung des dargestellten Umweltproblems führte ein Ingenieurbüro bei dem Fensterhersteller eine Betriebsanalyse durch, in der die Emissionsquellen des PVC aufgezeigt werden und Maßnahmeempfehlungen zur Verhinderung weiterer Emissionen abgeleitet sind.

Die wesentlichen Emissionen resultieren aus einem offenen Umgang (Sackware) mit dem PVC-Pulver sowie aus dem Mitarbeiterverhalten. Aufgrund vorhandener Betriebsabläufe kann sich das staubförmige PVC leicht auf dem Betriebsgelände und darüber hinaus verteilen und gelangt mit dem Niederschlagswasser über die Kanalisation in den Klärschlamm.

Zur Emissionsverhinderung wurde als dringlichste Maßnahme eine Umstrukturierung des Betriebes empfohlen. Der Umgang mit dem PVC-Pulver soll ausschließlich in geschlossenen Systemen erfolgen. Als weitergehender Eingriff ist der Einsatz einer Filteranlage vorgesehen. Damit wird das PVC-haltige Oberflächenwasser des Betriebsgeländes gereinigt, bevor es in die öffentliche Kanalisation eingeleitet wird. Zudem sollen die Mitarbeiter entsprechend geschult werden.

Die im Rahmen des Projektes durchgeführte Lokalisierung des PVC-Einleiters, ebenso wie die Erarbeitung eines Lösungskonzeptes für den Fenster-Betrieb, bilden die Grundlage zur Realisierung umweltentlastender und kostensparender Maßnahmen in Herrieden. Der aufgezeigte Lösungsweg ist dabei übertragbar auf andere Kommunen.

## 2. Einleitung

Ausgangspunkt für das vorliegende Projekt Herrieden war die Problematik um den Summenparameter AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen) im Zusammenhang mit der Klärschlammverordnung (AbfKlärV). Vornehmlich verfolgt die AOX-Messung das Ziel, problematische organische Halogenverbindungen zu quantifizieren. Sie erfaßt jedoch auch halogenhaltige Kunststoffe wie PVC, das zu 57% aus Chlor besteht und in erheblichem Maße den AOX-Meßwert erhöht. Bei Überschreitung des AOX-Grenzwertes ist eine landwirtschaftliche Klärschlammverwertung nicht zulässig, sondern der Schlamm muß i.d.R. verbrannt werden. Dies ist mit erheblichen Mehrkosten verbunden.

In Herrieden lag der AOX seit Einführung der Untersuchungspflicht im Jahre 1992 bei allen Untersuchungen mit Werten zwischen 540 und 1700 mg/kg z.T. erheblich über dem zulässigen Grenzwert von 500 mg/kg. Alle anderen Parameter unterschreiten dagegen deutlich die gesetzlich geforderten Werte. Aufgrund des überhöhten AOX ist eine landwirtschaftliche Nutzung des ansonsten verwertungsfähigen Schlammes seit 1992 nicht mehr möglich, obwohl dies zuvor jahrelang praktiziert wurde. Die Mehrkosten für die derzeitige Klärschlamm Entsorgung (Entwässerung und Deponierung) gegenüber der landwirtschaftlichen Verwertung belaufen sich seitdem auf ca. 45.000 DM pro Jahr (12 DM/EW\*a).

Im Januar 1997 identifizierte Spectral Service mit der NMR-Methode PVC als Ursache für die hohen AOX-Gehalte im Klärschlamm der Stadt Herrieden. Als Verursacher kam ein PVC-Fensterhersteller in Betracht.

Daraufhin wurde im Juni 1997 von Spectral Service in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt (AgPU) und der Stadt Herrieden das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderte PVC/AOX-Projekt Herrieden initiiert.

Ziel des Projektes ist es, die analytische und konzeptionelle Grundlage dafür zu schaffen, den Klärschlamm, der abgesehen vom AOX allen Anforderungen der AbfKlärV genügt, durch Senkung der AOX-Belastung wieder einer landwirtschaftlichen Verwertung zuführen zu können und damit für die Stadt Herrieden Kosten bei der Klärschlamm Entsorgung einzusparen.

Dazu wird durch Klärschlamm- und Sichelhautanalysen mit NMR-Methode der Einleiter ermittelt und ein übertragbares Konzept für technische Lösungen erstellt.

In früheren Untersuchungen, unabhängig vom Projekt Herrieden, wurden bei Spectral Service Klärschlämme aus verschiedenen Gebieten der BRD hinsichtlich PVC untersucht (**Abb. 1**). Aufgrund zahlreicher PVC-Befunde konnte dabei gezeigt werden, daß PVC-verursachte AOX-Belastungen ein überregionales Problemfeld darstellen. Diese Tatsache war ausschlaggebend für die Realisierung des Projektes.

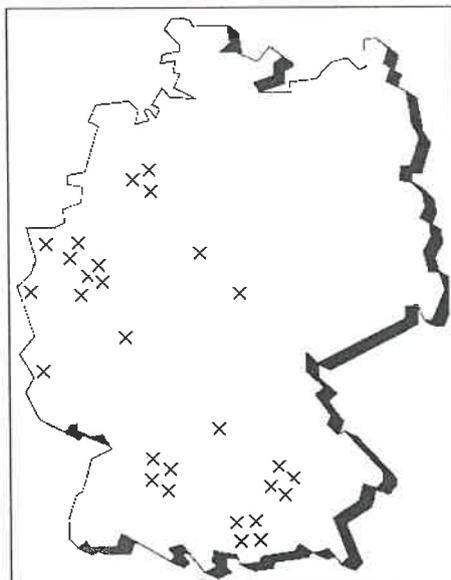


Abb. 1 Klärschlämme aus der BRD mit PVC-Befunden [1]

### 3. Gesetzliche Situation der Klärschlamm Entsorgung

Gemäß den Vorgaben des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) gilt bei Einhaltung der maximal zulässigen Schadstoffgehalte lt. AbfKlärV als oberste Priorität die stoffliche Verwertung für kommunale Klärschlämme, beispielsweise in Landwirtschaft und Landbau als Dünger und Bodenverbesserer.

Durch die AbfKlärV werden die rechtlichen Grundlagen geschaffen, die eine schadlose Verwertung in der Landwirtschaft gewährleisten und dem vorsorgenden Bodenschutz dienen. In der Tab. 1 sind die maximal zulässigen Schadstoffgehalte für verwertungsfähige Klärschlämme dargestellt.

Tab. 1 Maximal zulässige Schadstoffgehalte für den Klärschlamm, Angaben in mg/kg Trockenmasse [2]

Stoff	AbfKlärV 1982	AbfKlärV 1992	EG-Richtlinie 86/278/EWG
Blei	1200	900	750 - 1200
Cadmium	20	10	20 - 40
Chrom	1200	900	1)
Kupfer	1200	800	1000 - 1750
Nickel	200	200	300 - 400
Quecksilber	25	8	16 - 25
Zink	3000	2500	2500 - 4000
Dioxine/Furane	/	100 ng TE/kg	/
<b>AOX</b>	/	<b>500</b>	/
PCB	/	je 0,2	/

1) noch nicht festgelegt

Bei Überschreitung nur eines der Grenzwerte ist eine landwirtschaftliche Verwertung des Schlammes nicht zulässig und dieser muß in der Regel einer thermischen Behandlung zugeführt werden. Die damit verbundenen Kosten liegen deutlich höher als bei der landwirtschaftlichen Verwertung (Tab. 2). Die Deponierung unbehandelter und auch getrockneter Klärschlämme ist lt. TA Siedlungsabfall spätestens ab dem Jahr 2005 nicht mehr zulässig.

**Tab. 2 Struktur und Kosten der Klärschlammentsorgung [3,4]**

Verwertungsweg	Anteil	Kosten (DM/t TS)
Landwirtschaft	ca. 32 %	270 - 665 <sup>1)</sup>
Deponie nach Entwässerung	ca. 55 %	763 - 1300
Verbrennung <sup>2)</sup>	ca. 10 %	1050 - 1300
Kompostierung	3 - 4 %	ca. 300

1) Verwertung von flüssigem Klärschlamm  
2) nach Entwässerung mit nachfolgender Ablagerung von Schlacken und Aschen

#### 4. Der Summenparameter AOX und die NMR-Methode

Mit dem Summenparameter AOX werden die adsorbierten organischen Halogenverbindungen erfaßt, wobei X für die Halogene Chlor und Brom steht.

Der Grenzwert für AOX sowie für PCDD/PCDF und PCB wurden 1992 in die Änderung der AbfKlärV aufgenommen, um einer schleichenden Anreicherung der im Boden nur schwer abbaubaren organischen Schadstoffe entgegenzuwirken. Bei den Werten handelt es sich um Vorsorgewerte, die keine toxikologisch begründeten Schadstoffschwellen darstellen.

Bei der AOX-Bestimmung nach DIN 38 414 Teil 18 werden zunächst die anorganischen Halogenverbindungen durch Elution mit einer halogenidfreien, salpetersauren Lösung aus dem Schlamm verdrängt. Anschließend wird der eluierte Schlamm zusammen mit Aktivkohle im Sauerstoffstrom verbrannt, wobei die organisch gebundenen Halogene zu Halogenwasserstoff umgesetzt werden, dessen Massenanteil bestimmt wird. Der AOX als Summenparameter läßt dabei keine Rückschlüsse auf die Einzelkomponenten zu.

PVC enthält mit 57 % einen hohen Chloranteil und wird bei dieser Bestimmung als AOX erfaßt. Ist PVC im Klärschlamm enthalten, so ist es maßgeblich die Ursache für hohe AOX. Dabei sind Speditionsunternehmen, die PVC-Pulver transportieren sowie PVC-Verarbeiter wesentliche Eintragsquellen für PVC ins Abwasser. Bei den Speditionen gelangt das pulverförmige PVC vorwiegend mit dem Spülwasser der Silofahrzeuge ins Abwasser. PVC-verarbeitende Betriebe verursachen PVC-Einträge hauptsächlich durch verschüttetes PVC-Pulver, das vom Betriebsgelände mit dem Oberflächenwasser in den Kanal gelangt.

Zur Aufklärung hoher AOX-Werte im Klärschlamm wurde von Spectral Service eine Bestimmungsmethode für PVC mittels Kernresonanzspektroskopie (NMR) entwickelt [5]. Mit der NMR-Methode ist es möglich, PVC eindeutig als Einzelkomponente aus dem Summenpa-

parameter AOX zu identifizieren und zu quantifizieren.

Für Schadstoffe in Abwasser und Klärschlamm gilt im Sinne eines vorsorgenden Umwelt- und Bodenschutzes grundsätzlich ein Minimierungsgebot und Kläranlagenbetreiber sind angehalten, alle ihnen zur Verfügung stehenden Mittel zur Schadstoffreduzierung einzusetzen. Eine Verursacherermittlung bei den Indirekteinleitern in Verbindung mit Maßnahmen, die künftige Einträge unerwünschter Stoffe verhindern, tragen wesentlich zur Schadstoffminimierung bei. An dieser Stelle setzt das hier vorgestellte Projekt an.

## 5. Möglichkeiten der Probenahme

Zur Auffindung unzulässiger Schadstoffeinleitungen in das Kanalnetz existieren verschiedene Möglichkeiten, den oder die Einleiter zu ermitteln. Die schnellste Methode besteht in der direkten Beprobung der Verdachtsfirmen. Voraussetzung ist dabei eine kontinuierliche Einleitung. Wenn es sich jedoch um diskontinuierliche Einleitungen handelt, die möglicherweise nur einige Minuten oder Stunden dauern, so wird eine direkte Beprobung nur durch Zufall zum richtigen Ergebnis führen. Eine weitere Methode ist der Einsatz eines sogenannten Kanalspions, mit dem Ionenaustauscher oder Aktivkohleeinheiten in den Kanal gebracht werden. Die im vorbeiströmenden Abwasser gelösten Schadstoffe wie Schwermetalle oder adsorbierbare organische Halogenverbindungen werden dabei im Austauscher fixiert oder an Aktivkohle adsorbiert und können anschließend analysiert werden [6]. Auch bei dieser Methode ist Voraussetzung, daß z.Z. der Messung tatsächlich Schadstoffe im Abwasser enthalten sind.

Die bei diesem Projekt angewandte Methode besteht in der Untersuchung von Kanalsediment und Sielhaut. Dabei werden die im Kanal abgelagerten Feststoffe (Sedimente) sowie Sielhäute, die sich entlang der Kanalwandung gebildet haben, untersucht. Die Sielhaut besteht aus Bakterien- und Pilzbewuchs, der mit dem Abwasser in direktem Kontakt steht (**Abb. 2**). Diese Sielhaut kann bis zu 1 cm Schichtdicke erreichen und erneuert sich in bestimmten Abständen, abhängig vom Alter und den Strömungsverhältnissen im Abwasserkanal. In der Sielhaut reichern sich Schadstoffe aus dem vorbeiströmenden Abwasser an und bewirken so einen Memory-Effekt von u.U. einigen Wochen. Nach Regenfällen, bei denen Sedimente und Sielhäute aus dem Kanal gespült werden, sind im Klärschlamm beispielsweise erhöhte Schwermetallkonzentrationen feststellbar [7]. Die Sielhaut stellt ein Gedächtnis des Kanals dar, mit dem auch stoßweise Belastungen des Abwassers erfaßt werden können. Andere Untersuchungen [8] konnten belegen, daß sich die Sielhaut als Indikator für zeitlich begrenzte AOX-Emissionen im Kanalnetz gut eignet. Da auch in Herrieden nicht mit kontinuierlichen PVC-Emissionen zu rechnen war, wurde die Sediment- und Sielhautuntersuchung als Verfahren der Wahl herangezogen.

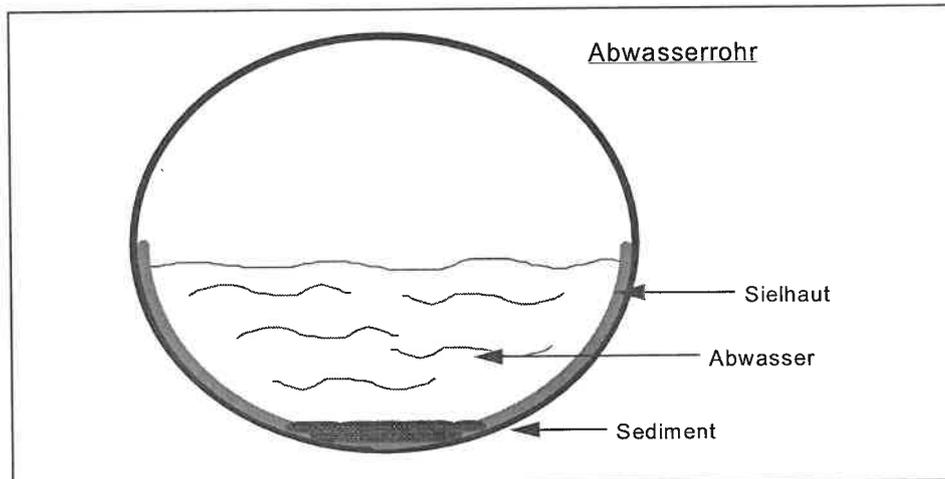


Abb. 2 Sediment und Sielhautbewuchs im Kanalrohr

## 6. Durchführung des PVC/ AOX-Projektes Herrieden

### 6.1 Probenahme

Die Probenahmestellen (Kanalschächte) wurden so gewählt, daß alle potentiellen Emittenten erfaßt und ggf. unerkannte Emissionsquellen identifiziert werden konnten. In Herrieden sind von Juli 1997 bis Januar 1998 an denselben Stellen 1 - 4 Mal Proben bestehend aus Sediment und Sielhaut gezogen worden (Tab. 3). Sediment und Sielhaut einer Probenstelle wurden dabei aus technischen Gründen gemischt und werden nachfolgend als Sielhautprobe bezeichnet. Probenstellen waren Schächte von ausgewählten Gewerbebetrieben und Wohngebieten (Anhang 1). Bei den Gewerbebetrieben lagen die Probenstellen auf dem Firmengelände, so daß eine Kontamination von anderen Betrieben ausgeschlossen werden konnte. In denselben Zeiträumen erfolgte 5 Mal eine Klärschlamm-Probennahme. Sowohl Sielhaut als auch Klärschlamm wurden nach der NMR-Methode und vier Klärschlammproben zusätzlich nach der DIN-Methode analysiert.

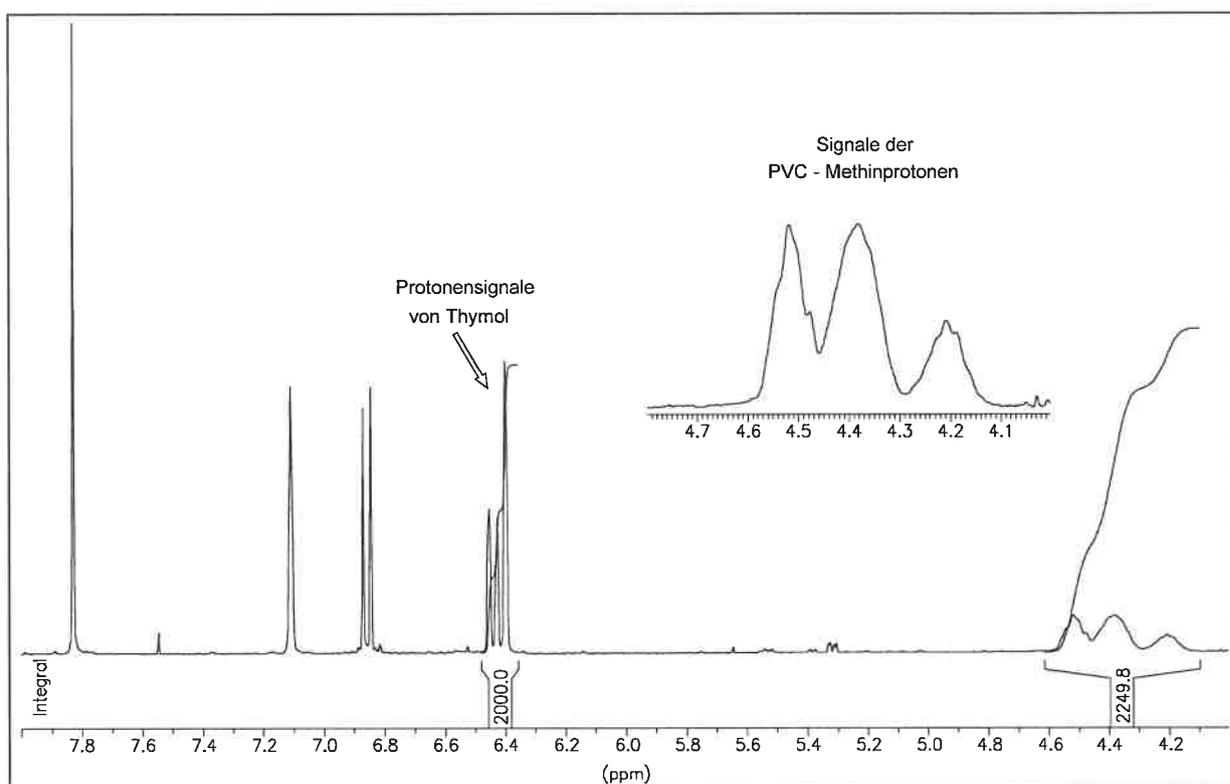
### 6.2 NMR-Methode

Als Probenmaterial sind verschiedene Materialien geeignet, beispielsweise Klärschlamm, Sielhaut, Abwasserfiltrat und Kompost. Zur Probenvorbereitung werden etwa 1 bis 5 Gramm der getrockneten und pulverisierten Probe im Soxhlet zunächst mit einem organischen Lösungsmittelgemisch vorextrahiert. Bei der anschließenden Soxhletextraktion mit Tetrahydrofuran (THF) wird selektiv PVC herausgelöst. Der zur Trockene eingedampfte Extrakt wird mit dem internen Standard Thymol versetzt, in deuterierten THF/ Benzol gelöst und zur <sup>1</sup>H-NMR-Messung eingesetzt. Die charakteristischen Resonanzen im NMR-Expe

riment ermöglichen die direkte Bestimmung von PVC, wobei die quantitative Auswertung durch Integration und Vergleich der Signale von PVC und internem Standard erfolgt.

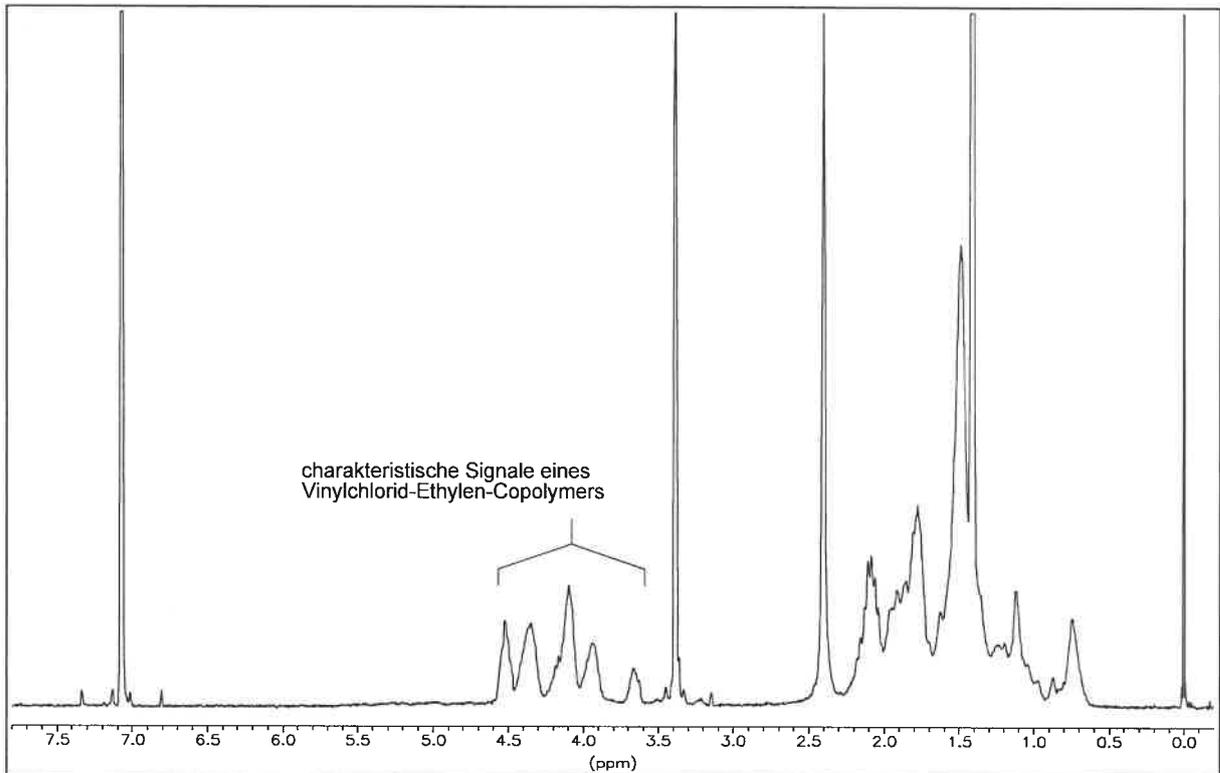
Ebenso können auch PVC-Copolymere identifiziert werden. In **Abb. 3** ist ein Ausschnitt aus dem  $^1\text{H-NMR}$ -Spektrum einer Sielhautprobe dargestellt und **Abb. 4** zeigt das  $^1\text{H-NMR}$ -Spektrum eines Vinylchlorid-Ethylen-Copolymers.

Die Nachweisgrenze der NMR-Methode ist maßgeblich von der Matrix abhängig und liegt für Sielhaut und Klärschlamm bei etwa 30 ppm.



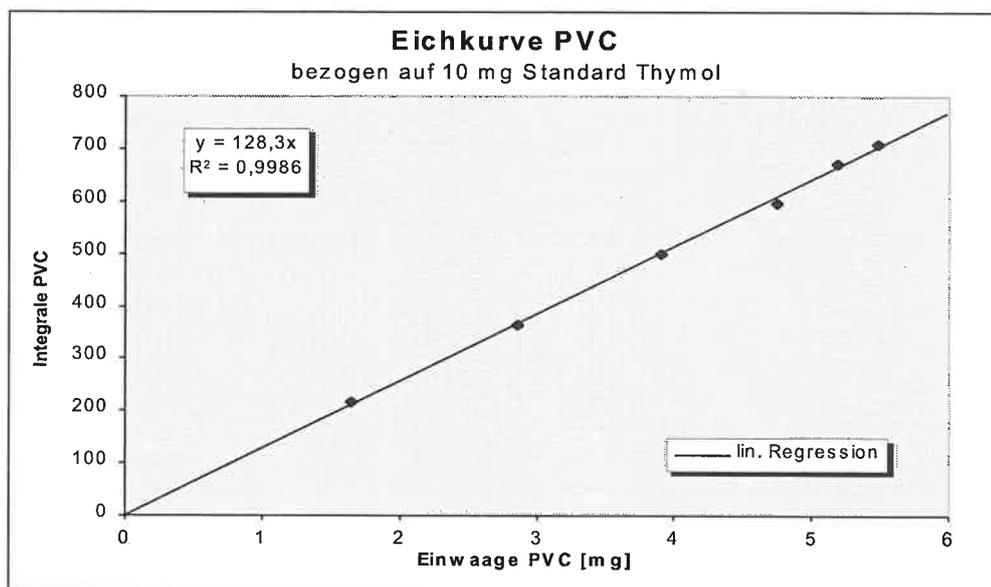
**Abb. 3**  $^1\text{H-NMR}$ -Spektrum einer Sielhautprobe des PVC-Verarbeiters in Herrieden

In **Abb. 3** sind zwischen 4,1 und 4,6 ppm die charakteristischen Signale der PVC-Methinprotonen zu erkennen, die zur Integration für die quantitative Bestimmung herangezogen werden. Ebenso erhält man bei den PVC-Copolymeren charakteristische Signale im Bereich zwischen 3,5 - 4,6 ppm (**Abb. 4**).



**Abb. 4  $^1\text{H}$ -NMR-Spektrum eines PVC-Copolymers (Vinylchlorid-Ethylen-Copolymer)**  
(Ein Muster des PVC-Copolymers wurde von der Wacker-Chemie GmbH zur Verfügung gestellt.)

Für die Eichkurve zur PVC-Bestimmung (**Abb. 5**) wurden unterschiedliche Mengen PVC-Pulver jeweils einfach in 500  $\mu\text{l}$  THF- $d_8$  und 200  $\mu\text{l}$  Benzol- $d_6$  gemessen. Die  $^1\text{H}$ -NMR-Spektren wurden aufgenommen mit einem NMR-Spektrometer AC-P 300 (BRUKER, Karlsruhe, D), ausgestattet mit automatischem Probengeber und QNP-Meßkopf für die Kerne  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$  und  $^{31}\text{P}$ . Der Korrelationskoeffizient der Eichkurve beträgt  $r^2=0,9986$ .



**Abb. 5 Eichkurve für die PVC-Bestimmung**

## 6.3 Ergebnisse

### 6.3.1 Sielhautuntersuchungen

Die Sielhautproben wurden nach der NMR-Methode (s. Kap. 5.2) auf PVC untersucht. Die Ergebnisse dazu sind in **Tab. 3** aufgelistet. Die unterschiedliche Anzahl der Meßwerte je Meßreihe (N1 - N5) ergab sich aus der jeweils verfügbaren Probenmenge, die teilweise nur eine Messung erlaubte. Die Schwankungen innerhalb einer Meßreihe resultieren aus der großen Inhomogenität der Probenmatrix Sielhaut. Die Ergebnisse können aufgrund der z.T. geringen Meßwerte je Probe (teilweise nur Einfachbestimmung) sowie der inhomogenen Matrix nur halbquantitativ bewertet werden. Insgesamt lassen sich aber folgende Ergebnisse eindeutig daraus ableiten:

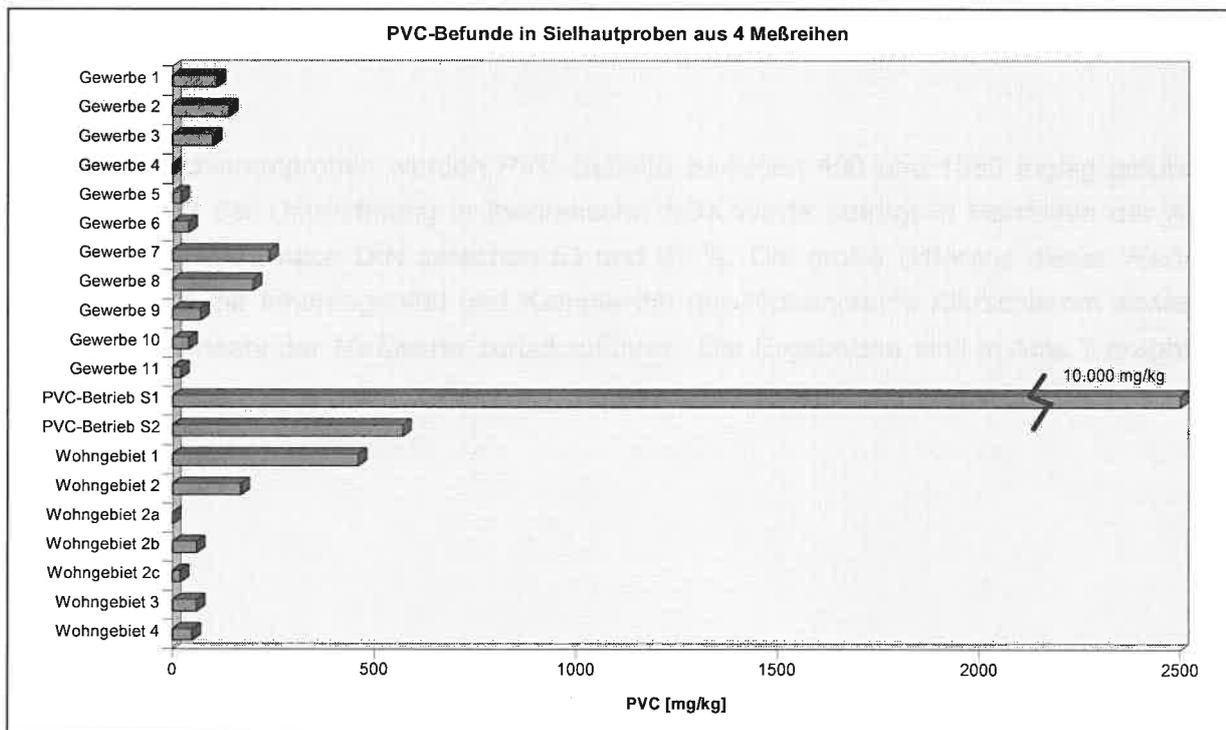
1. Der PVC-Fensterhersteller HAPA ist der hauptsächliche PVC-Emittent.
2. PVC wird unabhängig vom Fensterhersteller an fast allen anderen Probenstellen gefunden, allerdings um den Faktor 20 - 500 weniger. Die Herkunft des PVC in diesen Proben ist unbekannt.
3. Die PVC-Befunde - abgesehen vom Fensterhersteller - können aufgrund der geringen Mengen nur eine untergeordnete Bedeutung als Ursache für die hohe AOX-Belastung im Klärschlamm haben. Dabei kann eine Kontaminierung durch das Kanalsystem - ausgehend vom Fensterbetrieb - ausgeschlossen werden, da alle anderen Probenstellen vor dem PVC-Betrieb liegen.

**Tab. 3 Meßwerte der Sielhautuntersuchungen**

Probenbezeichnung	Gehalt PVC in mg/kg												
	Meßreihe 1 (7/97)					Meßreihe 2 (9/97)			Meßreihe 3 (10/97)		Meßreihe 4 (1/98)		Mittelwerte PVC-Gehalt
	N1	N2	N3	N4	N5	N1	N2	N3	N1	N2	N1	N2	
Gewerbe 1	0	#	#	#	#	50	#	#	270	#	#	#	110
Gewerbe 2	210	140	190	200	100	120	90	#	160	#	80	#	140
Gewerbe 3	90	#	#	#	#	#	#	#	220	#	0	#	100
Gewerbe 4	#	#	#	#	#	0	0	#	#	#	#	#	0
Gewerbe 5	0	#	#	#	#	90	#	#	0	#	0	#	20
Gewerbe 6	60	60	40	30	#	0	0	0	30	#	160	#	40
Gewerbe 7	210	330	370	480	#	150	30	160	170	#	250	#	240
Gewerbe 8	340	210	140	#	#	40	30	220	560	#	80	#	200
Gewerbe 9	0	0	#	#	#	200	#	#	0	#	150	#	70
Gewerbe 10	0	0	#	#	#	170	#	#	0	#	#	#	40
Gewerbe 11	#	#	#	#	#	0			0	#	73	#	20
PVC-Betrieb S1	4500 <sup>1)</sup>	#	#	#	#	4.640	3.100	21.460	12.580	3.150	15.000	#	9990
PVC-Betrieb S2	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	880	250	880
Wohngebiet 1	440	650	#	#	#	440	#	#	500	#	290	#	460
Wohngebiet 2	140	200	120	#	#	#	#	#	210	#	#	#	170
Wohngebiet 2a	#	#	#	#	#	0	0	0	0	#	#	#	0
Wohngebiet 2b	#	#	#	#	#	0	20	#	#	#	160	#	60
Wohngebiet 2c	#	#	#	#	#	20	30	#	0	#	#	#	20
Wohngebiet 3	20	50	90	#	#	70	#	#	100	#	0	#	60
Wohngebiet 4	#	#	#	#	#	#	#	#	90	#	0	#	50

<sup>1)</sup> Schätzwert, da keine Sielhaut vorhanden war, sondern nur das Filtrat aus ca. 50 ml Abwasser.

Für die graphische Darstellung in **Abb. 6** wurden die Mittelwerte aus den vier Meßreihen verwendet.



**Abb. 6 Ergebnisse der Sielhautuntersuchungen**

### 6.3.2 Klärschlammuntersuchungen

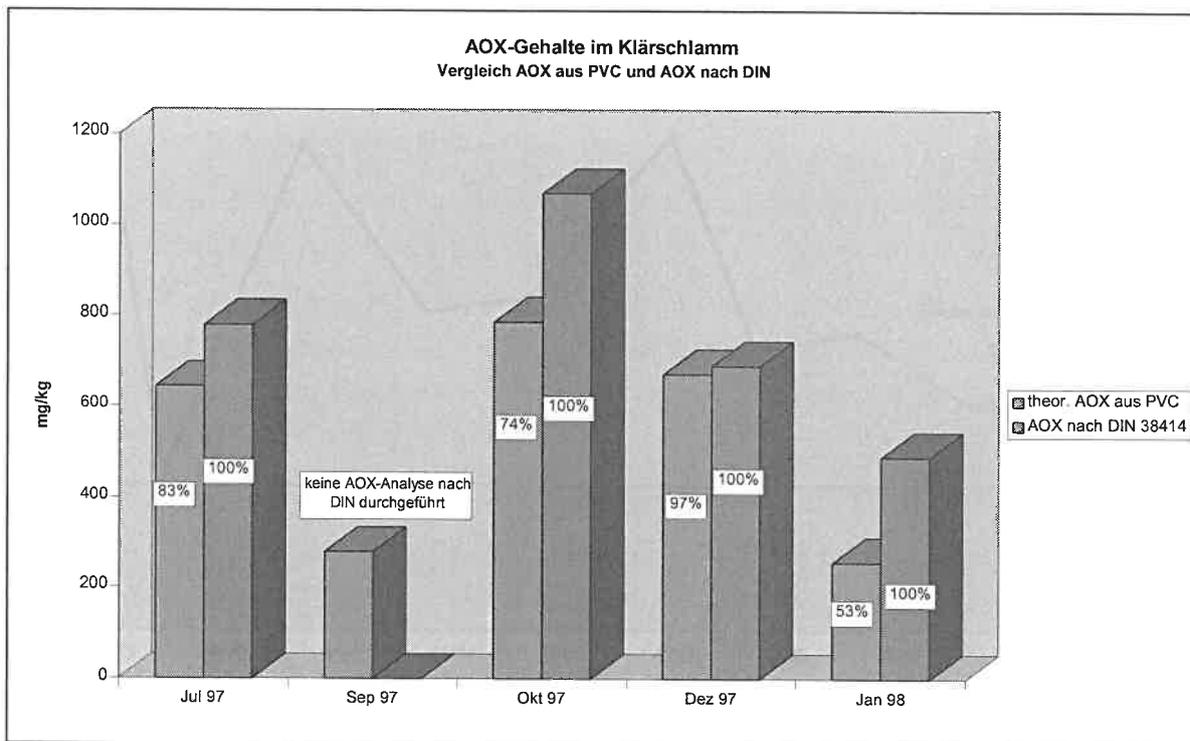
In Abständen von 1 - 2 Monaten wurden 5 Mal Klärschlammproben gezogen und in Mehrfachbestimmung mit der NMR-Methode auf PVC untersucht. Bei vier Proben ist zudem nach der DIN-Methode der AOX-Gehalt bestimmt worden.

PVC enthält 57 % Chlor, das bei der AOX-Bestimmung erfaßt wird. Aus dem PVC-Gehalt kann somit ein theoretischer AOX-Wert abgeleitet werden, der durch das PVC verursacht wird. Durch diese Umrechnung von PVC in theoretisches AOX kann ausgesagt werden, welchen Anteil PVC am AOX nach DIN hat. Die Septemberprobe wurde nicht nach der DIN-Methode auf AOX untersucht. Die Analysenwerte und Umrechnungen sind **Tab. 4** zu entnehmen.

**Tab. 4 Analysenwerte der Klärschlammuntersuchungen, Angaben in mg/kg**

Probenbezeichnung	DBU4677				DBU4724		DBU4837		DBU4973			DBU5081			
Probendatum	Jul 97				Sep 97		Okt 97		Dez 97			Jan 98			
PVC-Gehalt	1220	1200	920	1190	495	485	1.370	1.390	920	1.500	1.120	590	500	330	390
PVC-Gehalt Mittelwert	1.130				490		1.380		1.180			450			
theor. AOX durch PVC (57%)	640				280		790		670			260			
AOX nach DIN 38 414	780				keine Messung		1.070		690			490			
Anteil v. PVC am AOX nach DIN	83%				#		74%		97%			53%			

In den Klärschlammproben wurden PVC-Gehalte zwischen 490 und 1380 mg/kg gefunden. Entsprechend der Umrechnung in theoretische AOX-Werte beträgt in Herrieden der Anteil von PVC am AOX nach DIN zwischen 53 und 97 %. Die große Differenz dieser Werte ist einerseits auf die Inhomogenität und Komplexität der Probenmatrix Klärschlamm sowie auf die geringe Anzahl der Meßwerte zurückzuführen. Die Ergebnisse sind in **Abb. 7** graphisch dargestellt.

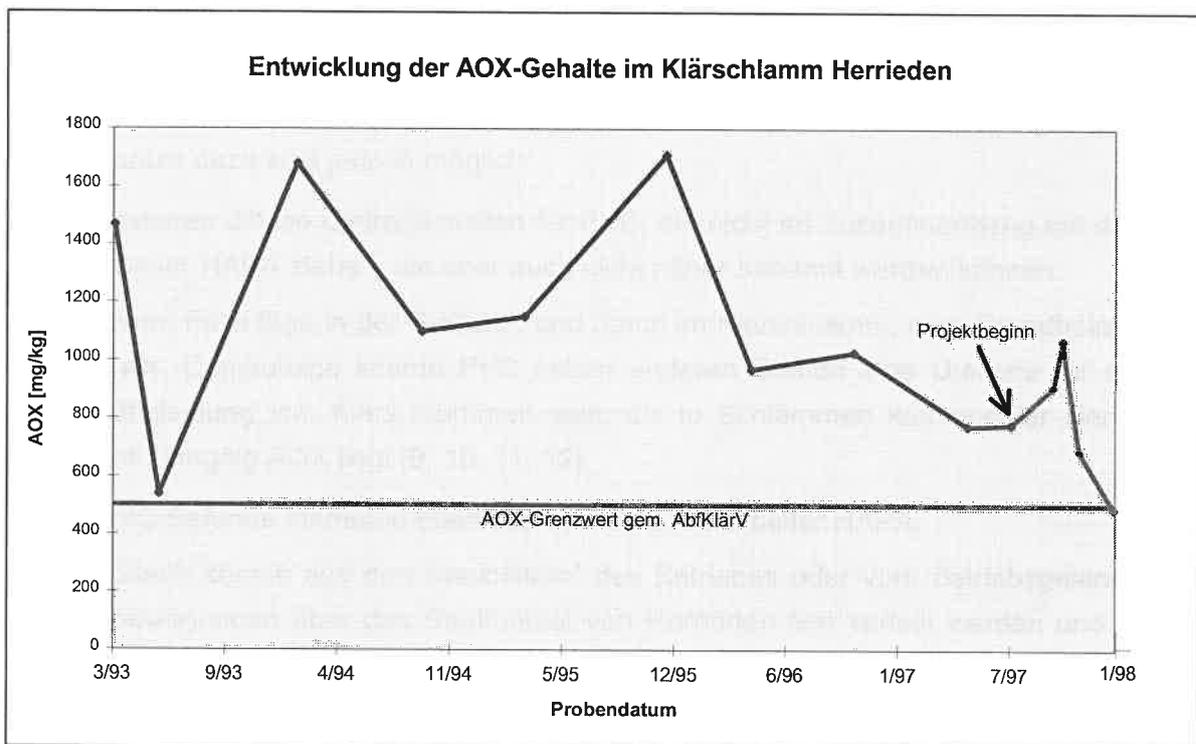


**Abb. 7 Ergebnisse der Klärschlammuntersuchungen**

Der relativ geringe PVC-Gehalt in der zweiten Probe ist wahrscheinlich auf eine regenarme Periode im Sommer zurückzuführen, in der die Kanäle nicht durch Regenwasser gespült werden und somit weniger PVC in den Klärschlamm gelangt ist. Das PVC reichert sich bis zum nächsten größeren Regen in Sielhaut und Sediment an und findet sich erst dann im Klärschlamm wieder.

Zunächst wurde auch vermutet, daß ein sorgfältigerer Umgang mit dem PVC innerhalb des Betriebes den PVC-Rückgang bei der zweiten Probe bewirkt hat. Nach den Ergebnissen der Oktober-Probe konnte diese Vermutung aber nicht bestätigt werden.

Seit Beginn des Projektes ist der AOX-Wert von 780 mg/kg im Juli bis auf 1070 mg/kg im Oktober 1997 angestiegen. Von Oktober an ist bis zur letzten Probenahme im Januar 1998 ein Rückgang auf 490 mg/kg, d.h. knapp unterhalb des Grenzwertes, zu verzeichnen (**Abb. 8**).



**Abb. 8** Entwicklung der AOX-Gehalte im Klärschlamm Herrieden

#### 6.4 Konzept für Lösungsmöglichkeiten

Am Beispiel des PVC-Verarbeiters HAPA ist vom Ingenieurbüro ETA-plus ein „**Konzept für bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen eines PVC-verarbeitenden Betriebes zur Verhinderung von PVC-Einträgen in das kommunale Abwasser**“ erstellt worden, das auf ähnliche Fälle übertragbar ist (Anhang 2).

Dazu wurde bei HAPA eine Betriebsanalyse durchgeführt, in der sowohl der Umgang mit PVC als auch Prozeßabläufe und Produktströme untersucht sind. Basierend darauf zeigt das Konzept Schwachstellen auf und unterbreitet drei Lösungsvarianten für den Betrieb, die sich hinsichtlich der Anforderungen an die Wirksamkeit sowie der Investitionskosten unterscheiden.

## 7. Rückschlüsse und Abschlußbetrachtungen

Die Herkunft der PVC-Befunde unabhängig vom PVC-Verarbeiter konnten innerhalb dieses Projektes nicht geklärt werden, dazu sind weitere Analysen erforderlich. Folgende Erklärungsansätze dazu sind jedoch möglich:

1. Es existieren diffuse Eintragsquellen für PVC, die nicht im Zusammenhang mit dem PVC-Verarbeiter HAPA stehen, die aber auch nicht näher benannt werden können.

In diesem Falle läge in der Sielhaut, und damit im Klärschlamm, eine Grundbelastung mit PVC vor. Demzufolge könnte PVC neben anderen Stoffen eine Ursache für die AOX-Grundbelastung von Klärschlämmen sein, die in Schlämmen kommunaler Herkunft bei 200 - 400 mg/kg AOX liegt [9, 10, 11, 12].

2. Die PVC-Befunde stammen ebenfalls vom PVC-Verarbeiter HAPA.

PVC-Staub könnte aus den Staubfiltern\* des Betriebes oder vom Betriebsgelände durch Windbewegungen über das Stadtgebiet von Herrieden fein verteilt werden und von versiegelten Flächen wie Straßen und Gehwegen wieder mit dem Oberflächenwasser in den Kanal und die Sielhaut gelangen.

Im Rahmen der Betriebsanalyse hatte ETA-plus die Fa. HAPA um Veranlassung von Abluftmessungen aus den Staubfiltern gebeten; dies war von HAPA zugesagt worden. Die Messungen sind jedoch nicht erfolgt, so daß die in Punkt 2 genannte Vermutung nicht belegt bzw. widerlegt werden kann. Zur Klärung dieser Frage sollten die Abluftmessungen jedoch unbedingt durchgeführt werden.

Der Verlauf der AOX-Gehalte im Klärschlamm (**Abb. 8**) zeigt seit Projektbeginn im Juni 1997 zunächst einen deutlichen Anstieg des AOX von 780 auf 1070 mg/kg, der dann bis knapp unterhalb des Grenzwertes auf 490 mg/kg zurückgeht. Aus diesem Verlauf kann allerdings derzeit keine eindeutige Tendenz der Entwicklung abgelesen werden. Einerseits paßt die deutliche Zu- und Abnahme in den übrigen AOX-Verlauf seit Beginn der Messungen im Jahre 1992 und könnte somit im Bereich der „normalen“ Schwankungen liegen.

Andererseits könnte der AOX-Rückgang seit Oktober 1997 ein Anzeichen für die Auswirkungen eines umsichtigeren Verhaltens beim Fensterbetrieb im Umgang mit dem PVC sein. Um diese Frage zu klären, müßte der AOX-Verlauf noch mindestens 3 weitere Monate verfolgt werden.

---

\* Die Abluft der Staubfilter wird in etwa 2 Metern Höhe auf das Betriebsgelände geblasen. Bei unvollständiger Filterung und Windbewegungen muß dabei mit einer weiträumigen Verteilung des PVC-Staubes gerechnet werden.

Die bisherigen Maßnahmen des Betriebes (die möglicherweise schon einen Rückgang bewirkt haben) bestehen darin, daß die offene Lagerung des Roh-PVC vom Betriebsgelände in die Halle verlegt wurde und verschüttetes PVC-Pulver umgehend aufgekehrt wird (s. a. Konzept, **Anhang 2**). Es liegt jedoch die Vermutung nahe, daß diese, möglicherweise positiven Effekte, nur kurzfristig und auf die erhöhte Aufmerksamkeit der Geschäftsleitung und entsprechende Anweisungen an die Mitarbeiter während des Projektes zurückzuführen sind.

Eine langfristige und sichere Unterschreitung des AOX-Grenzwertes ist jedoch nur nach fachtechnisch geplanten Maßnahmen zu erwarten (Umstellung auf geschlossene Systeme für das PVC-Pulver, Filteranlage für das Oberflächenwasser, s. Konzept, **Anhang 2**).

Letztlich kann nur eine gesicherte Einhaltung des Grenzwertes die landwirtschaftliche und damit kostengünstige Klärschlammverwertung sowie eine saubere Produktionsweise des Fensterherstellers gewährleisten. Deshalb wird für den Fensterbetrieb die Einbeziehung von entsprechenden Firmen für die Planung und Umsetzung empfohlen.

## **8. Weiteres Vorgehen in Herrieden**

Bei der Abschlußbesprechung am 24.03.1998 in Herrieden wurde vereinbart, daß die Stadt zunächst für drei weitere Monate die AOX-Werte messen läßt, um den angedeuteten Rückgang zu bestätigen bzw. zu widerlegen (s. **Anhang 3**). Daraufhin werden sich im Juni 1998 die Beteiligten erneut zu einer Besprechung über das weitere Vorgehen treffen.

## **9. Fazit**

Projektziel des Vorhabens war, die Grundlagen für eine Senkung der AOX-Werte und der Kosteneinsparung bei der Klärschlammverwertung zu schaffen. Dieses Ziel ist vollständig erreicht worden. Die durchgeführten Analysen weisen den Fensterbetrieb eindeutig als PVC-Einleiter und Verursacher der hohen AOX-Werte im Klärschlamm aus, und das erstellte Konzept enthält konkrete Maßnahmeempfehlungen für den PVC-Betrieb zur Emissionsverhinderung. Die Realisierung dieser Maßnahmen liegt nun im Ermessen der Stadt und des Fensterbetriebes.

Vor dem Hintergrund, daß sowohl die Analytik als auch die entsprechende Filtertechnik zur Verfügung stehen und mehrfach erfolgreich in der Praxis realisiert sind, kann dieses Projekt als Anreiz für andere Kommunen dienen, das Know-how zu nutzen und vermeidbare Emissionen zu verhindern.

## Danksagung

Unser Dank gilt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück, durch die das PVC/AOX-Projekt Herrieden gefördert wurde. Ebenso bedanken wir uns bei der Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V. und der Stadt Herrieden für die Unterstützung.

---

## Literatur

- [1] Spectral Service GmbH, Köln, Eigene Untersuchungen 1995-1997
- [2] BMU, Bericht gem. Artikel 17 der EG Richtlinie 86/278/EWG über die Klärschlammverwertung in der BRD, Berichtszeitraum 1991 bis 1994, Bonn/Berlin 1996
- [3] Witte H., Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung - Ökonomie oder Ökologie?, Vortrag bei der ATV-Landesgruppentagung, 18.-19.06.1997, Marburg.
- [4] Abwassertechnische Vereinigung e.V. (ATV), Klärschlammumfrage 1997
- [5] Mertens M., Methodenentwicklung zur Identifizierung und Quantifizierung von PVC in Klärschlamm mittels NMR-Spektroskopie, Diplomarbeit FH Aachen, Abt. Jülich, 1995
- [6] Langenohl T., Verbesserung der Klärschlammqualität durch gezielte Sielhautuntersuchungen, Wasser Abwasser Praxis 1, 1996
- [7] Gutekunst B., Praktische Erfahrungen und Ergebnisse aus Sielhautuntersuchungen zur Ermittlung schwermetallhaltiger Einleitungen; Korresp. Abwasser 36, 1989
- [8] Laschka D., Sielhautuntersuchungen zur Lokalisierung von AOX-Emittenten im Kanalnetz, Korresp. Abwasser 4, 1991
- [9] Leschber R., Organische Halogenverbindungen im Klärschlamm - Bedeutung für die landwirtschaftliche Schlammverwertung
- [10] Gutekunst B., Praktische Erfahrungen und Ergebnisse aus Sielhautuntersuchungen zur Ermittlung schwermetallhaltiger Einleitungen; Korresp. Abwasser 36, 1989
- [11] Schönberger H., Klärschlamm - Kontamination auf Raten, Institut für ökologisches Recycling, Berlin, 1990
- [12] Offenbacher G., Untersuchungen organischer Schadstoffe in Klärschlämmen, LUFA Bonn, 1991



## STADT HERRIEDEN

NR.	SCHACHT-NR	BEZEICHNUNG	PVC-BEFUND
1	253, 11	GEWERBE 1	110
2	625	GEWERBE 2	140
3	248	GEWERBE 3	100
4	243	GEWERBE 4	0
5	80	GEWERBE 5	20
6	305	GEWERBE 6	40
7	491	GEWERBE 7	240
8	491A	GEWERBE 8	200
9	220	GEWERBE 9	70
10	147	GEWERBE 10	40
11	625	GEWERBE 11	20
12	360	PVC-BETRIEB	9990
13	?	PVC-BETRIEB	8880
14	?	WOHNGBIET 1	460
15	477	WOHNGBIET 2	170
16	380	WOHNGBIET 2A	0
17	477, 1	WOHNGBIET 2B	60
18	293	WOHNGBIET 2C	20
19	358	WOHNGBIET 3	60
20	525	WOHNGBIET 4	50



Anhang 2

ETA-plus

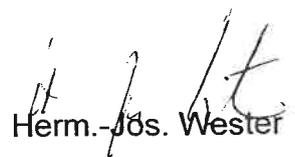


**Konzept für**  
**bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen**  
**eines PVC-verarbeitenden Betriebes**  
**zur Verhinderung von PVC-Einträgen in das**  
**kommunale Abwasser**



Köln, den 25.02.1998  
P.-Nr. 7.301.97-0, mm-me

**ETA - plus GmbH**  
Beratung - Planung - Projektsteuerung in  
Industrie, Kommunal- und Energiewirtschaft

  
Herm.-Jos. Wester

  
M. Mertens

Köln, den 25.03.1998

P.-Nr.: 7.301.97-1, mm-st

**Besprechungsprotokoll**

über das Abschlußgespräch zum PVC/AOX-Projekt im Rathaus Herrieden am 24.03.98 um 14<sup>00</sup> Uhr.

<b>Teilnehmer:</b> Stadt Herrieden;	Herr Herzog	Bürgermeister
	Herr Seiss	Verwaltung
	Herr Göppel	Klärmeister
Fa. HAPA;	Herr Hackl	Geschäftsführer
	Herr Nepovedomy	Mitarbeiter
Spectral Service;	Frau Mertens	Projektleiterin
AgPU;	Frau Lindner	
ETA-plus Köln (Ep);	Herr Wester	

<b>Verteiler:</b> Stadt Herrieden;	Herrn Herzog/H. Seiss/H. Göppel
Fa. HAPA;	Herrn Hackl
Spectral Service;	Frau Mertens
AgPU;	Frau Lindner
Deutsche Bundesstiftung Umwelt;	Herrn Lay
Ep;	Akte

**PVC / AOX-Projekt Herrieden****1. Anlaß**

Frau Mertens hatte den Termin vereinbart und alle Beteiligten zu dem Gespräch eingeladen. Anlaß der Besprechung war die abschließende Vorstellung der Sielhaut- und Klärschlammuntersuchungen sowie die Konzeptabgabe mit Maßnahmenempfehlungen für HAPA, auf deren Grundlage das weitere Vorgehen abgestimmt werden sollte.

## 2. Ergebnis

- Nach der Begrüßung durch Herrn Herzog stellten sich alle Anwesenden kurz vor.
- Frau Mertens faßte die Ergebnisse der Analyse wie folgt zusammen:
  - Anhand der Sielhaut-Analysen konnte die Fa. HAPA eindeutig als wesentlicher PVC-Ermittler lokalisiert werden.
  - An vielen anderen Probenstellen, verteilt über das Kanalnetz der Stadt wurde ebenfalls PVC gefunden, jedoch in sehr geringen Mengen (Faktor 1000 kleiner als im Probenschacht HAPA); die Herkunft des PVC ist derzeit nicht geklärt.
  - Im Klärschlamm sind 52 - 98 % des AOX durch PVC verursacht.
  - Die AOX-Werte im Klärschlamm sind seit Beginn des Projektes zurückgegangen. Die Werte von Jan./Febr. '98 liegen in Höhe des Grenzwertes bzw. knapp darunter (500 bzw. 490 mg/kg).
- Herr Hackl berichtete über emissionsverhindernde Maßnahmen in seiner Firma, die den Rückgang des AOX vermutlich bedingt haben (Lagerung des Roh-PVC jetzt in der Halle, Aufsaugen/Aufkehren von verschüttetem PVC).
- Anschließend wurden die Maßnahmenempfehlungen für HAPA diskutiert, die in dem Konzept von Ep erarbeitet wurden.
- Herr Hackl erklärte, er wolle zunächst weitere AOX-Messungen abwarten, um die Auswirkungen seiner bereits eingeführten Betriebsänderungen einzuschätzen. Er sei überzeugt, diese Maßnahmen reichten für einen AOX-Rückgang unterhalb des Grenzwertes aus und weitere Maßnahmen seien folglich nicht notwendig.
- Herr Herzog betonte, daß im Sinne der Kostenreduktion für die Stadt möglichst bald eine Lösung herbeigeführt werden müsse. In diesem Zusammenhang verwies er darauf, daß andere Indirekteinleiter in Herrieden z.T. erhebliche Investitionen (bis 500.000,-- DM) zur Abwasserbehandlung getätigt hätten.
- Herr Wester erläuterte, daß sowohl im Interesse der Stadt als auch von HAPA nur eine langfristige und sichere AOX-Absenkung unterhalb des Grenzwertes zu einer Konfliktlösung beitrage. Für HAPA würde dies vorteilhaft die Sicherheit und umweltverträgliche Produktion des Betriebes belegen und sich positiv auf die kontrovers geführte Debatte zum Thema PVC auswirken; dies liege ebenso im

Interesse der AgPU. Die Stadt müsse sichergehen, daß für die Kärschlammverwertung in der Landwirtschaft eine Klärschlammqualität gewährleistet werde, die einen deutlichen Abstand zum Grenzwert aufweist.

Insgesamt solle lt. Herrn Wester ein AOX-Wert von ca. 400 mg/kg angestrebt werden. Geringere Werte würden für HAPA einen zu großen Aufwand bedeuten bzw. seien kaum erreichbar (in den Nachbargemeinden mit ausschließlich kommunalen Einleitern liegt der AOX-Wert bei 300 - 350 mg/kg).

Die Mehrkosten der Stadt für die derzeitige Klärschlamm Entsorgung belaufen sich auf mindestens 40.000 - 50.000 DM/a.

Vor diesem Hintergrund erläuterte Herr Wester, daß alleine aus wirtschaftlichen Gründen Investitionen zur Emissionsverhinderung in Höhe von 400.000,- bis 500.000,- DM vertretbar seien. Zudem verwies er auf die Möglichkeit eines Investitionszuschusses.

- Abschließend wurde vereinbart, daß die Stadt weitere AOX-Messungen veranlaßt (für 3 Monate nach der letzten Messung, d.h. bis Ende Mai 1998) und daß die Ergebnisse dieser Messungen dann Gegenstand der nächsten Besprechung sind.

### **E T A - plus GmbH**

Beratung - Planung - Projektsteuerung in  
Industrie, Kommunal- und Energiewirtschaft

  
Herm.-Jos. Wester

  
Melanie Mertens