

## Maßnahmen auf dem Gebiet der Gewässerbelastung durch Wasch- und Reinigungsmittel

F. MALZ

### 1. Zusammensetzung der Waschmittel

Beim Waschen wird zweierlei angestrebt:

1. ein hygienischer Effekt durch die Entfernung von Keimen und Schmutz;
2. ein ästhetischer Effekt, um den gebrauchten Textilien soweit wie möglich ihr ursprüngliches Aussehen wiederzugeben.

Die wichtigsten Bestandteile eines modernen Waschmittels sind die waschaktiven Substanzen (früher Seife, heute Tenside) und die Phosphate in der Form des Pentanatriumtriphosphates  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ . Die Tenside und die Phosphate lösen den Schmutz von der Faser, die Phosphate verhindern außerdem die Inkrustation von Kalk oder Kalkseifen auf den Fasern und in der Waschmaschine.

Als Tenside werden die anionaktiven in überwiegendem Anteil verwendet, daneben nichtionische und in geringen Mengen kationische. Herr Dr. FISCHER hat in seinem Vortrag darüber ausführlich berichtet. Weiterhin findet sich in den Waschmitteln noch Natriumperborat, das durch eine oxidative Bleiche hartnäckige Flecken entfernt. Manche Waschmittel enthalten auch eiweiß-spaltende Enzyme. Natrium- und Magnesiumsilikate (Wasserglas) regulieren mit den Phosphaten die Alkalität der Waschlauge und die Bleichwirkung des Perborats. Carboxymethylzellulose wird in kleinen Mengen als zusätzliches Schmutztragemittel verwendet und Natriumsulfat aus verarbeitungstechnischen Gründen zugesetzt. Einen rein ästhetischen Effekt haben die optischen Aufheller und das Parfüm.

Als Rahmenrezeptur für ein Vollwaschmittel kann z. B. folgende Komposition angenommen werden:

Tenside	Alkylbenzolsulfonat	10 —15 %
	Seifen	
	Fettalkoholpolyglykoläther	
Komplexbildner	Pentanatriumtriphosphat	35 —45 %
Bleichmittel	Natriumperbonat	20 —30 %
optische Aufheller	Stilben- und Pyrazolinderivate	0,1— 0,3%
Vergrauungsinhibitoren	Carboxymethylzellulose	0,5— 1,0%
Avivagemittel	Seifen	5 %
Schaumregulatoren	Behenat	3 — 5 %
Stabilisatoren	ADTA	0,2— 2,0%
	Magnesiumsilikat	
Stellmittel	Natriumsulfat	5 —10 %
Parfümöl		0,2%

In den Waschmitteln treffen wir zwei Komponenten, die zu einer weltweiten Diskussion im Bereich der Wasserwirtschaft führten: 1. die Tenside und 2. die Phosphate. In dem Referat werde ich auf beide Komponenten eingehen und die Sachzusammenhänge zwischen den naturwissenschaftlichen Belangen und den Reinhaltanforderungen auf dem Gebiet der Gewässerbelastung durch die Waschmittel herausstellen.

## 2. Wirkung der Tenside in Kläranlagen und Gewässern

Auf Grund der spezifischen physikalisch-chemischen Eigenschaften und der Tatsache, daß die bis 1964 vorwiegend zur Anwendung gekommenen Alkylbenzolsulfonate stark verzweigte Alkylketten hatten und somit biologisch sehr langsam abbaubar waren, gelangten die Tenside nach der Nutzung im Haushalt und Industrie über den Weg des Abwassers, auch durch die biologischen Kläranlagen hindurch, in das Oberflächen- und Grundwasser. Das Detergentienproblem war im Grunde das Problem des verzweigt-kettigen Tetrapropylenbenzolsulfonates, das rd. 65% Anteil an den Gesamttensiden, d. h. anionaktiven, kationaktiven und nichtionischen Tensiden hatte.

Die in zahlreichen Untersuchungen ermittelten Abbauraten der methylenblauaktiven Substanzen, zu denen als anionaktives Tensid das TBS gehörte, lagen unter den technischen Bedingungen einer biologischen Vollreinigung, wie sie in der BRD existieren, bei maximal 25%. Unter

biologischer Vollreinigung verstehen wir in der BRD Abbauraten des BSB<sub>5</sub> unter 25 mg/l im Ablauf der Nachklärung bei z. B. 1,5 bis 2 Stunden Retentionszeit in der Belebtschlammstufe oder adequate Raumbelastungen der Tropfkörper.

In der Abb. 1 ist aus jenen Tagen (Sommer 1964) ein charakteristischer Waschtage mit hohem Detergentiengehalt im Abwasser herausgegriffen und die Verhaltensweise der MBAS beim Durchgang durch eine

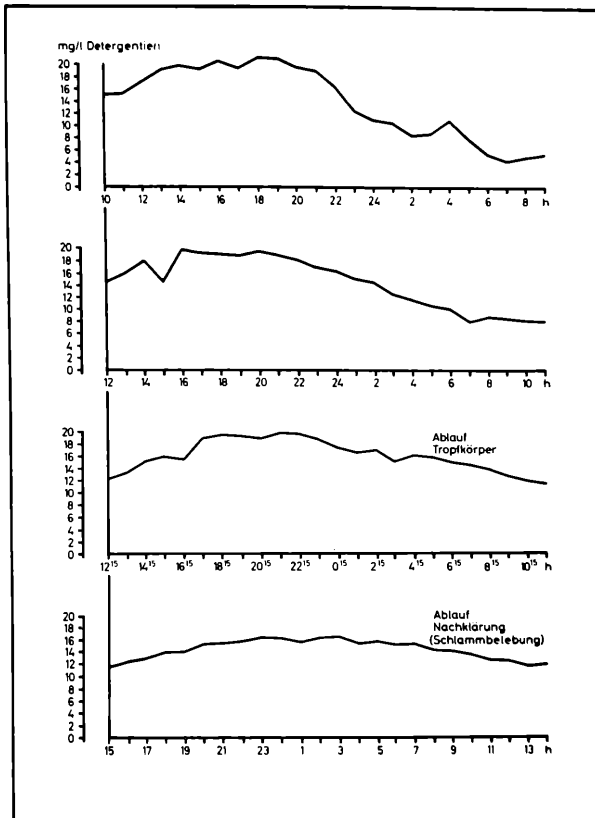


Abbildung 1

MBAS-Konzentrationen in verschiedenen Reinigungsstufen einer biologischen Kläranlage (harte Tenside)

biologische Kläranlage mit Tropfkörper dargestellt. Der Abbau ist minimal; es zeigt sich nur eine Egalisierung der MBAS-Konzentration.

Im Betrieb von Kläranlagen traten mit steigendem Gehalt an „harten“ Tensiden Störungen sowohl in den mechanischen als auch in den aeroben und anaeroben Klärprozessen auf. Besonders erschwerend für den Kläranlagenbetrieb war die dispergierende Wirkung der im Abwasser enthaltenen Sink- und Schwebestoffe, wodurch die Vorklärung beeinflusst war und die biologische Stufe stärker belastet wurde. In den Schlammbelebungsverfahren war durch die Anwesenheit von Tensiden, besonders bei der feinblasigen Belüftung, der Sauerstoffeintrag bis über 30% herabgesetzt. Durch das starke Schäumen in den Belebungsanlagen wurde der als biologisch aktive Masse prozeßbestimmende Belebtschlamm durch eine Schaumflotation aus den Belüftungsbecken herausgetragen und konnte somit nicht mehr zur Wirkung kommen (Abb. 2). Die

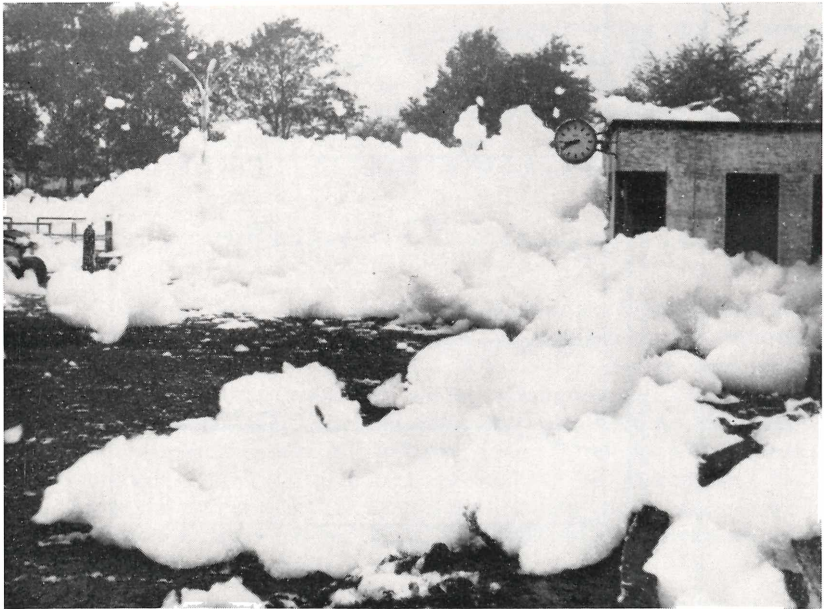


Abbildung 2

Detergentien-Schaum über dem Belüftungsbecken einer biologischen Kläranlage (1963)



Abbildung 3

Detergentien-Schaum auf der Lippe nach einem Wehrabsturz (1963)

anaerobe Schlammbehandlung war in erheblichem Umfang gestört, sowohl durch eine direkte Hemmung der Methanstufe als auch durch die Bildung außerordentlich stabiler Schäume, so daß Schaum und Schlamm in die Gasleitungen bis zu den Gasometern oder Kompressoren gelangten.

In den Flüssen und Kanälen war der zunehmende Tensidverbrauch in Schaumfahnen hinter den Schiffen und Schaumbänken von mehreren Metern Dicke an Wasserabstürzen und in Schleusen deutlich zu erkennen (Abb. 3).

Die natürliche und künstliche Bodenfiltration von Flußwasser wurde beeinträchtigt und somit die Trink- und Betriebswasserversorgung aus angereichertem Grundwasser erschwert. Die Trockenheit des Sommers 1959 führte in der Wasserversorgung der Stadt Essen zu einem Notstand, der sich neben der mengenmäßigen Versorgung vor allem in der Qualität des Trinkwassers auswirkte, da die Gewinnung zu überwiegendem

Teil durch Bodenfiltration des Ruhrwassers erfolgt. Zur Zeit der Trockenheit fiel der Zuschuß aus den Talsperren fort. Im Laufe der Wochen reicherte sich das Trinkwasser durch die notwendig gewordene teilweise Kreislaufführung über Kläranlagen und Vorflutern mit Mineralstoffen, aber auch mit den biologisch harten Tensiden bis zu 1,9 mg/l MBAS an, was sich z. B. durch starkes Schäumen bei Ausfließen des Wassers aus den Zapfstellen oder beim Kochen bemerkbar machte.

Analoge Zustände, wie sie hier aufgezeigt wurden, waren in vielen Ländern zu beobachten.

### 3. Maßnahmen

Die Schwierigkeiten in der klärtechnischen Erfassung der Tenside lagen im Gegensatz zur klassischen Seife darin, daß sie sich gegenüber den Härtebildnern indifferent verhalten und nicht wie die Seife schon in der Vorklärung abtrennbar waren; weiterhin, daß sie auf Grund der molekularen Struktur mit quaternären C-Atomen in der Seitenkette nur schwer dem biologischen Abbau zugänglich waren (Abb. 4).

Die Maßnahmen zur Bekämpfung der durch Tenside hervorgerufenen Störungen erfolgte zunächst weniger in einer gezielten Beseitigung dieser Stoffe aus dem Abwasser als vielmehr in einer Kupierung der äußeren Effekte, d. h. Vernichtung des Schaumes auf vielfältige Weise durch mechanische oder chemische Mittel wie Sprührohre oder Entschäumer.

In der BRD wäre es nur unter erheblichen Vergrößerungen der biologischen Stufen der Kläranlagen auf das 3- bis 4fache möglich gewesen auch das „harte“ TBS befriedigend abzubauen. Obwohl in England bei Belüftungszeiten von 8 bis 12 Stunden auch das harte TBS bis zu 60 bis 70% abgebaut wurde, zeigten sich noch deutliche Effekte in den aufnehmenden Vorflutern. In der BRD lagen, wie bereits zitiert, die Abbauraten bei 25% mit Belüftungszeiten um 1,5 bis 2 Stunden.

Die Aufsichtsbehörden, die Wasserwirtschaft und die einschlägige Industrie in der BRD waren sich bereits im Anfangsstadium der Diskussionen um das Problem Detergentien und Wasser durch die Aktivitäten des Hauptausschusses „Detergentien und Wasser“ einig, daß eine verfahrenstechnische Vergrößerung der bestehenden oder zu bauenden Kläranlagen wegen dieser einen Stoffgruppe Milliardenbeträge erfordern würde, um die „harten“ Tenside zu über 80% abzubauen, während die produktionstechnische Umstellung der waschaktiven Substanzen auf biologisch abbaubare Strukturen für die Industrie Investitionen im Bereich von

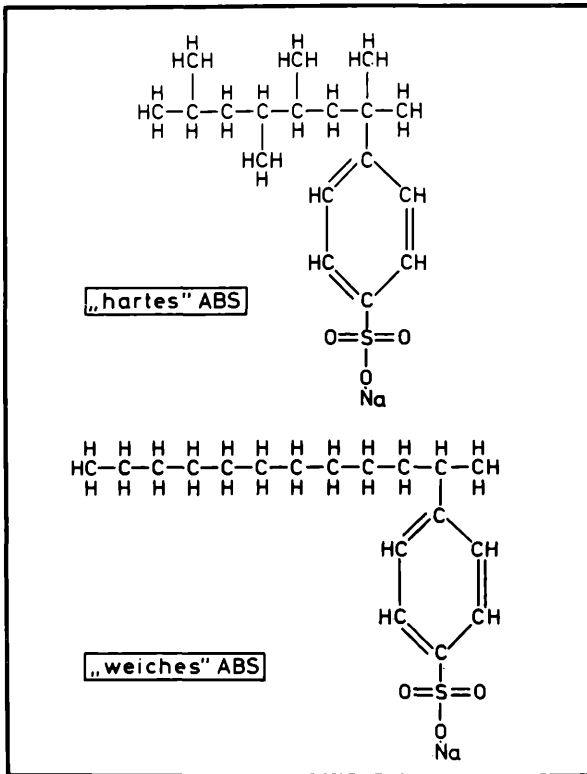


Abbildung 4  
Struktur von „hartem und weichem“ TBS

Millionen notwendig machen würde. Damit war der Weg zur Problemlösung vorgezeichnet.

Auf diesem Weg galt es einen brauchbaren Kompromiß zwischen den wasserwirtschaftlichen Anforderungen und den produktions- bzw. anwendungstechnischen Belangen zu finden. Die damaligen und auch heute noch gültigen Vorstellungen der Wasserwirtschaft über die biologische Abbaubarkeit der Tenside lassen sich in der einfachen Formulierung zusammenfassen: die biologische Abbaubarkeit sollte soweit gesteigert werden, damit die Abläufe der Kläranlagen wieder Tensidkonzentrationen

trationen aufweisen, wie sie vor dem Tensidboom anzutreffen waren, d. h. Abbauraten über 80%.

#### 4. Hauptausschuß „Detergentien und Wasser“

Um die Bundesregierung sowohl bei der Vorbereitung von Gesetzen und Rechtsverordnungen als auch bei den innenpolitischen und außenpolitischen Verhandlungen im Bereich OECD und EWG fachlich zu beraten oder zu vertreten, hatte sich 1959 der Hauptausschuß „Detergentien und Wasser“ konstituiert. In diesem Kreis sind alle mit dem Problem befaßten Sachbereiche vertreten, u. a. Vertreter des Bundes und der Länder, der Städte und Gemeinden, Vertreter der Wasserwirtschaft und Wasserverbände sowie der Waschrohstoffe und Waschmittelhersteller. In Beratungen, Ringtest und praktischen Versuchen werden seitdem die Anforderungen an die Wasch- und Reinigungsmittel aus wasserwirtschaftlicher Sicht konkretisiert und in dem technischen Team die erforderliche Analytik sowie die zweckmäßige Meßtechnik der Abbaubarkeit, der Toxizität usw. entwickelt. Der Hauptausschuß hat Verbindungen zu allen Industrienationen der Welt und pflegt einen intensiven internationalen Erfahrungsaustausch.

Der erste konkrete Schritt war die Empfehlung eines Meßverfahrens zum Detergentiengesetz der BRD vom 5. September 1961, in dem ein Meßverfahren zur Prüfung der biologischen Abbaubarkeit der anionaktiven Tenside angekündigt wurde. In dem Gesetz hieß es u. a.:

„Zweck des Gesetzes ist es, eine möglichst hohe Abbaubarkeit von Detergentien in Wasch- und Reinigungsmitteln zu erreichen. Wasch- und Reinigungsmittel dürfen vom Hersteller oder Einführer nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn die Abbaubarkeit der Detergentien den Anforderungen der zu erlassenden Rechtsverordnung nicht entspricht. Die Bundesregierung hat bis zum 30. Juni 1962 erstmalig eine Rechtsverordnung zu erlassen, in der die Abbaubarkeit und das Meßverfahren festzusetzen ist. Die Anforderungen müssen dem Stand von Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Herstellung von Detergentien und der Leistungsfähigkeit von Kläranlagen entsprechen.“

In der Rechtsverordnung vom 12. 12. 1962 wurde die Abbauraten für anionaktive Tenside zu 80% niedergelegt und das amtliche Meßverfahren verkündet sowie der Zeitpunkt bis zum Inkrafttreten, d. h. der 1. Oktober 1964, genannt. Bis Oktober 1964 mußte die Umstellung von biologisch „harten“ auf biologisch „weiche“ Tenside vorbereitet sein.



Industrie und Hauptausschuß „Detergentien und Wasser“ standen vor einer großen Aufgabe. Bei den Wasserverbänden, in staatlichen Institutionen und der Industrie wurden zahlreiche Produkte im Laboratorium, in Versuchsanlagen und in großtechnischen Kläranlagen getestet.

Bald zeigte sich, daß der angestrebte Kompromiß für die biologisch weichen Produkte bei einer Konfiguration der Seitenkette mit wenig Verzweigungen und einer isomeren Verteilung um 12 C-Atomen lag (Abb. 5). Bei im Mittel 12 C-Atomen in der Alkylgruppe war der Abbau der Alkylbenzolsulfonate in den biologischen Kläranlagen optimal, das Waschverhalten ausreichend und die Toxizität gemessen gegenüber Fischen noch tolerierbar.

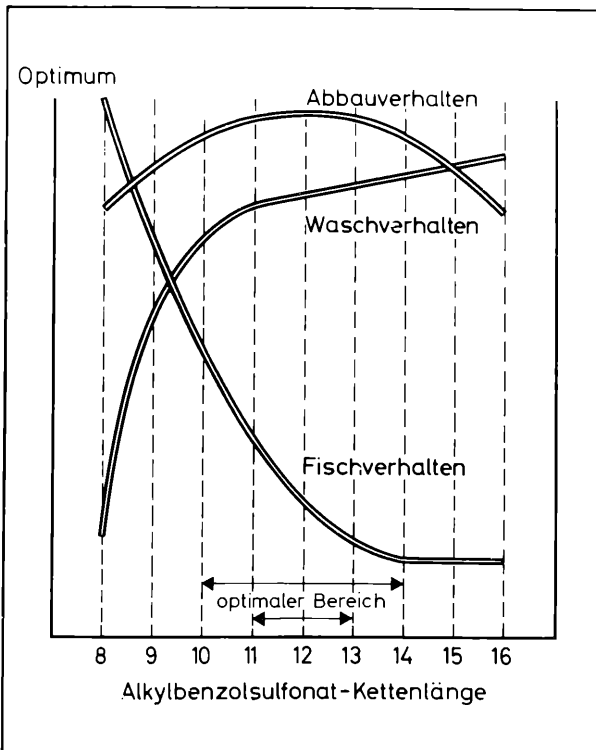


Abbildung 5

Waschwirkung und biologisches Verhalten von Alkylbenzolsulfonaten

Nachdem dies erkannt war, begannen die Waschrohstoffproduzenten mit der großtechnischen Umstellung auf die Erzeugung von linearen Alkylbenzolsulfonaten und die Konfektionäre mit der Umstellung auf den Einbau dieser neuen Produkte in die Waschmittelrezepturen. Vom Erlaß der Rechtsverordnung im Dezember 1962 bis zum Inkrafttreten waren 2 Jahre Frist gegeben. Im Oktober 1964 erfolgte die Umstellung von hart auf weich. Die Arbeit des Hauptausschusses hatte damit im Bereich der anionaktiven Tenside einen ersten Abschluß gefunden.

## 5. Rechtsverordnung

Wichtigster Bestandteil der Rechtsverordnung vom 12. 12. 1962 ist das Meßverfahren zur Prüfung, und zwar zunächst der anionischen Tenside sowie die Festsetzung der Abbaubarkeit auf über 80%.

Bei der Diskussion des Meßverfahrens zur Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit ging der Hauptausschuß „Detergentien und Wasser“ davon aus, daß die Prüfung in einer praxisnahen Form erfolgen sollte, d. h. unter der Anwendung einer Labor-Apparatur, die einem biologischen Abwasserreinigungsprozeß entspricht. Nach eingehenden Versuchen

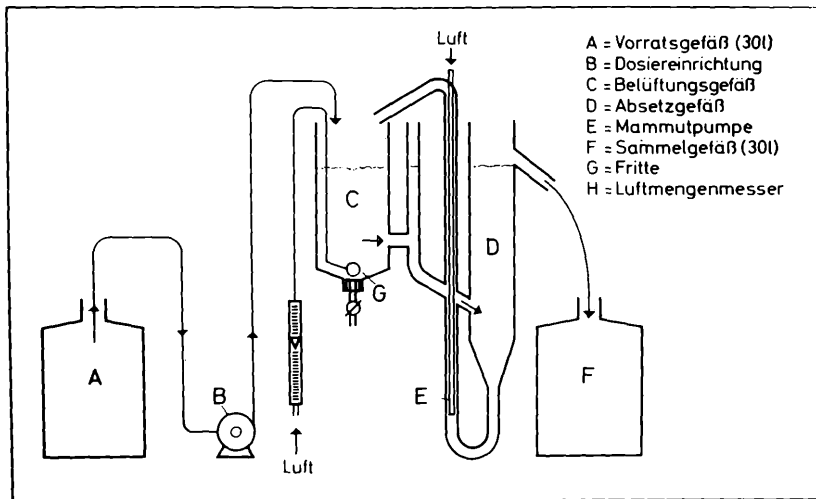


Abbildung 6

Apparatur zur Prüfung der biologischen Abbaubarkeit von Tensiden nach der Rechtsverordnung der BRD

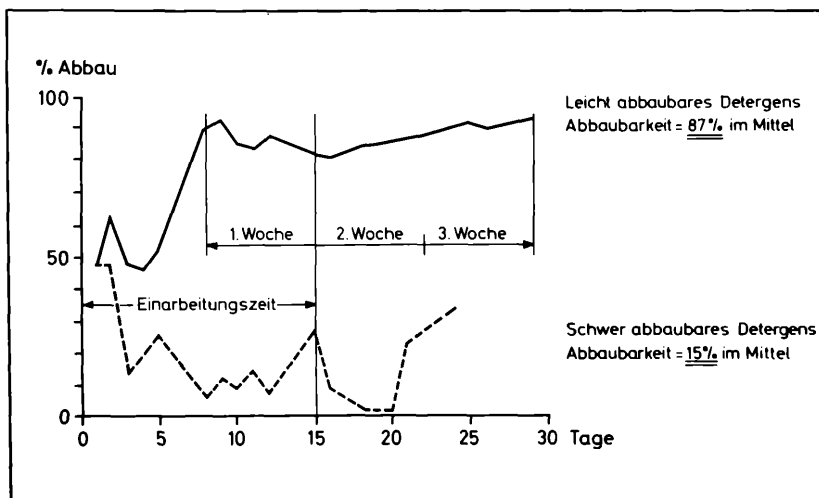


Abbildung 7  
Abbaukurven nach dem amtlichen deutschen Prüfverfahren

entschied man sich für das Belebtschlammverfahren (Abb. 6 und 7). Die Norm-Apparatur und die Rezeptur des synthetischen Abwassers ist so oft beschrieben worden, daß ich auf Details verzichten kann. Wesentliche Punkte in der Prüfvorschrift sind, daß die Belüftungszeit 3 Stunden beträgt, der Glühverlust der Belebtschlamm-Trockenmasse 2,5 g/l betragen soll und die anionischen Tenside im synthetischen Abwasser in Konzentrationen um 20 mg/l vorliegen. Für die erste Fassung der Rechtsverordnung war in der Auswertung, die über 21 Tage bei relativ konstanter Abbaurrate erfolgt, die Seife als anionisches Tensid mit 100% Abbaubarkeit einzurechnen.

Zu prüfen waren alle in den Handel kommenden Wasch- und Reinigungsmittel. Es genügte nicht, daß ein Hersteller von einer Bundesbehörde ein Zertifikat über sein Produkt bekam. Die Ausführungsbestimmungen sahen vielmehr vor, daß die Länder die zuständigen Prüfstellen errichteten und die Proben aus dem Laden holten, um festzustellen, ob das in den Paketen enthaltene Tensid den Anforderungen entsprach. Es muß hier gesagt werden, daß nur in Einzelfällen Produkte beanstandet wurden. Es waren Erzeugnisse kleinerer Betriebe oder Importe, die mengenmäßig unbedeutend waren. Die potenten Waschmittel-

produzenten hatten das Gesetz auf den Buchstaben genau erfüllt, so daß die Länderprüfstellen relativ bald nach der Umstellung im Oktober 1964 nur noch selten aktiv zu werden brauchten.

## 6. O E C D

Während in der BRD im Frühjahr 1965 die Umstellung von „harte“ auf „weiche“ Anionics den erwarteten Erfolg zeigte — ich komme darauf noch zurück — und somit ein erster Abschnitt in der Arbeit des Hauptausschusses erreicht war, begannen die Beratungen im Rahmen der OECD, die sich im wesentlichen auf 3 Punkte erstreckten:

- a) Analytik der anionaktiven Tenside;
- b) Orientierung über die biologische Abbaubarkeit in einem Schnell- oder Auswahltest;
- c) Prüfung der biologischen Abbaubarkeit in einem verbindlichen Schiedsverfahren.

Nach langjährigen und z. T. heftigen Diskussionen und umfangreichen praktischen Arbeiten fand man doch eine brauchbare Lösung der anstehenden Fragen.

Auf dem Gebiet der Analytik einigte man sich auf eine modifizierte Longwell und Manice-Methode, mit der als anionaktive Tenside alle die Konfigurationen angesprochen wurden, die mit Methylenblau einen chloroformlöslichen Komplex eingehen.

Das war für die deutsche Rechtsverordnung insofern von Wichtigkeit, als nunmehr in der Auswertung der Abbaubarkeit die Seife, zwar anionisch aber nicht methylenblauaktiv, nicht mehr hineingenommen wird. In den Vorschlägen zur Novellierung der deutschen Rechtsverordnung, die voraussichtlich noch in diesem Jahr erfolgen wird, ist auf diese OECD-Empfehlung bereits eingegangen.

Wesentlich für die Vereinheitlichung der Analytik war auch die Festlegung auf einen Bezugsstandard, und zwar das TBS, das gleichzeitig bei den Abbauteests als „harte“ Vergleichssubstanz angewendet wird.

Für die Prüfung der biologischen Abbaubarkeit lagen zahlreiche Methodenvorschläge aus den verschiedenen Ländern vor. In sachlicher Prüfung, die über Jahre hinwegging, einigte man sich auf zwei sich methodisch ergänzende Verfahren, und zwar den „Screening-Test“ als Auswahlverfahren und den „Confirmatory-Test“ als Schiedsmethode, nach der allein beurteilt wird, ob die anionischen Tenside den Anforderungen entsprechen oder das Produkt zurückgewiesen werden muß.

Herr Dr. FISCHER hat diese Verfahren im Detail beschrieben, so daß ich zusammenfassend die wesentlichsten Fakten nur zu wiederholen habe.

- a) Der Vorauswahltest soll einen Überblick über die biologische Abbaubarkeit geben. Produkte, deren Abbauraten unter den vorgeschriebenen Versuchsbedingungen über 80% liegt, können als biologisch abbaubar im Sinne der Rechtsverordnung betrachtet werden.
- b) Die letztliche Beurteilung über die biologische Abbaubarkeit erfolgt im Bestätigungstest. Erreicht die Abbauraten unter den vorgeschriebenen Bedingungen Werte über 80%, ist das Produkt im Sinne der Rechtsverordnung biologisch abbaubar.

Der Bestätigungstest wird vor allem dann durchgeführt, wenn die Resultate des Vorwahltestes nicht eindeutig sind bzw. um die Resultate des Vorauswahltestes zu bestätigen.

Allein das Ergebnis des Bestätigungstestes entscheidet über die Annahme oder Rückweisung eines Produktes.

Als Bezugssubstanzen für den „Screening-Test“ wurde für den „weichen“ Standard das Marlon A, technisches Alkylbenzolsulfonat mit einer Abbauraten um 92% und für den „harten“ Standard das TBS mit Abbauraten unter 35% unter diesen Testbedingungen gewählt.

Der entscheidende Punkt dürfte sein, daß man sich auf eine Anforderung an die Abbauraten von über 80% einigte.

1971 wurden die Arbeitsergebnisse der OECD veröffentlicht und den Mitgliedsstaaten als Empfehlung für entsprechende gesetzgeberische Maßnahmen zugeleitet.

## 7 EWG

Auch im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft befaßt man sich seit einigen Jahren mit den Tensiden.

Seit Anfang 1971 diskutiert eine Arbeitsgruppe „Beseitigung der technischen Handelshemmnisse im Warenverkehr — Biologische Abbaubarkeit von Detergentien“

Der Entwurf einer Richtlinie des Rates vom 29. März 1971 sah noch mehrere verschiedene Methoden der Abbauprüfung vor. Entscheidend ist aber der neueste Entschluß von der Sitzung Anfang dieses Jahres.

In den Richtlinien des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Detergentien wird es heißen: daß die Tenside

eine „durchschnittliche“ biologische Abbaubarkeit von 90% haben sollen. Als Tenside werden hier neben den anionischen auch die kationischen, nichtionischen und ampholytischen Substanzen angesprochen.

Die EWG-Richtlinien über die Prüfmethode und der Anwendung der Untersuchungsergebnisse werden folgenden Satz enthalten: „Die Mitgliederstaaten untersagen das Inverkehrbringen und die Verwendung von Tensiden in ihrem Hoheitsgebiet, bei denen die Messung der biologischen Abbaubarkeit einen Satz von weniger als 80% ergibt.“

Das heißt, die Tenside sollen im Durchschnitt rd. 90% biologisch abbaubar sein; ein Ablehnungsbescheid darf aber nur ergehen, wenn das Ergebnis mit den festgelegten Prüfmethode unter 80% liegt.

Als Meßmethoden der biologischen Abbaubarkeit, und zwar zunächst nur der anionischen Tenside, werden zugelassen:

- a) die amtliche französische Methode, veröffentlicht in der Experimentalnorm T 73—260, Februar 1971, herausgegeben von der AFNOR;
- b) die amtliche deutsche Methode vom 1. 12. 1962, Bundesgesetzblatt 1962, T I S. 698;
- c) der OECD-Confirmatory-Test, veröffentlicht im technischen Bericht der OECD vom 29. 12. 1970.

Im Falle von Auseinandersetzungen gilt letztlich das Ergebnis eines Referenztestes und dieser wird nach dem unter c) angegebenen OECD-Confirmatory-Test ausgeführt.

Weiterhin hat sich eine ad-hoc-Arbeitsgruppe „Fischtest“ gebildet, in der z. B. Belgien, Frankreich, Italien, Dänemark, England, Holland, die BRD und Fachverbände vertreten sind. Es gilt hier, nach kritischer Sichtung der verschiedenen Verfahren zur Bestimmung der Fischtoxizität eine Referenzmethode auszuarbeiten.

Der Hauptausschuß „Detergentien und Wasser“ ist an diesen Untersuchungen beteiligt.

## 8. Auswirkung der Umstellung

Welchen Effekt hatten die bisher vorgetragenen technischen und gesetzgeberischen Maßnahmen nun tatsächlich in der Praxis und war der eingeschlagene Weg richtig?

In den biologischen Kläranlagen des Lippeverbandes lagen die Abbauraten bis Oktober 1964 im Mittel bei 19,5%. Aber schon Ende Oktober 1964 bis Anfang 1965 stiegen die Abbauraten bis auf 48,4% an (Abb. 8). Man konnte somit deutlich erkennen, daß die alten „harten“ Bestände

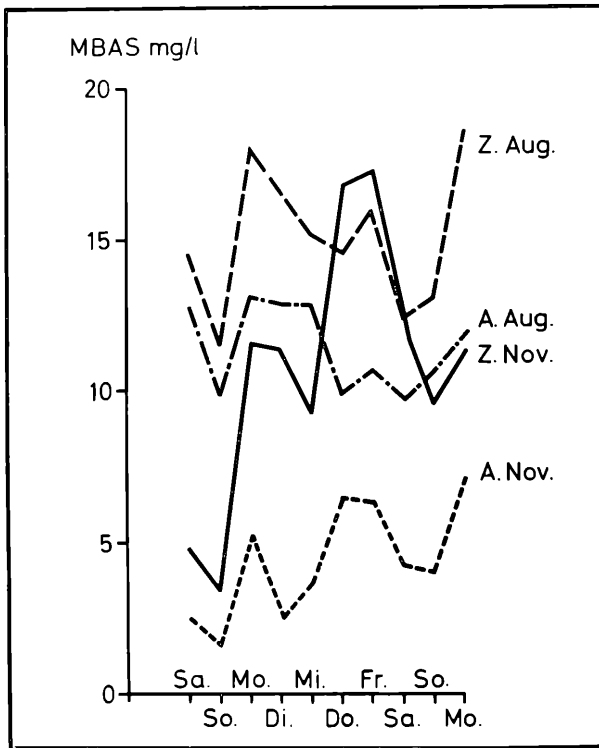


Abbildung 8

MBAS-Gehalte im Zu- und Ablauf einer biologischen Kläranlage vor und kurz nach der Umstellung auf biologisch weiche Tenside 1964

langsam aufgebraucht wurden und die „weichen“ Tenside zur Geltung kamen. Im Laufe des Jahres 1965 stiegen dann die Abbauraten bei diesen Kläranlagen auf im Mittel 73% und damit waren die MBAS-Gehalte in den Kläranlagenabläufen wieder auf der gleichen Höhe wie im Jahr 1955, zu Beginn des Detergentienbooms, d. h. das Ziel war erreicht. Nur die 73% befriedigten uns nicht, zumal die Abbauraten der neuen Tenside in den amtlichen Tests im Schnitt um 90% lagen. In umfangreichen Untersuchungen, vor allem durch die Bestimmung von Zwischenprodukten des Abbaues der linearen Alkylbenzolsulfonate, konnte fest-

gestellt werden, daß bereits in den Kanalisationen und Zulaufkanälen zu den Kläranlagen der Abbau einsetzte und je nach Länge und Art dieser Zuleitungen Abbauraten bis zu 24% gemessen wurden. Das war die Erklärung für die 73%. Analoge Feststellungen wurden auch bei anderen Kläranlagen, z. B. vom Ruhrverband usw., getroffen.

Auch die Störungen des Kläranlagenbetriebes, z. B. durch die übergroße Schaumbildung, gingen zurück und die Faulräume konnten wieder störungsfrei betrieben werden.

Es muß hier vermerkt werden, daß auch die weichen Tenside einen gewissen Einfluß auf die Sauerstoffeintragsleistung von Belüftern in den Belebungsbecken haben. Es hat sich als praktisch sinnvoll erwiesen, Belüfter-Leistungen in Anwesenheit von 5 bis 10 mg/l MBAS zu prüfen. Leistungszahlen in Trinkwasser sind nicht brauchbar (Abb. 9 und 10).

Während die geradkettigen Alkylbenzolsulfonate sehr schnell dem biologischen Abbau in aeroben Systemen unterliegen, entfalten sie in den Faulräumen bei gleichen Konzentrationen den gleichen hemmenden Effekt wie das verzweigt-kettige harte TBS. Daß es in der BRD dennoch nicht mehr zu Störungen in den Faulräumen kommt, liegt in dem

System	Energie - aufwand	Detergentien - gehalt	OC -Wert		$\alpha_D$
			ohne Det.	mit Det.	
-	W/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup> h	g/m <sup>3</sup> h	-
Simplex	45	10,1	102	122	1,20
Simcar	90	4,1	204	190	0,94
Vortair	35	10,2	72	104	1,44
Dorr - Oliver	25	9,8	50	50	1,00
feinblasige Druckluft	52	9,2	129	84	0,65
mittelblas. Druckluft	47	3,3	81	55	0,68
grobblasige Druckluft	49	10,1	80	64	0,80

Abbildung 9

Einfluß von Tensiden auf Sauerstoffzufuhr in Belüftungsbecken



System	Energie- aufwand	Detergentien- gehalt	Sohlgeschwindigkeit	
			ohne Det.	mit Det.
—	W/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	cm/s	cm/s
Simplex	47	5-10	23	23
Vortair	34	6-12	17	12
Dorr-Oliver	35	8.5	16	13
feinblasige Druckluft	63	5.7	23	9
grobblasige Druckluft	48	5-10	13	8

Abbildung 10

Einfluß von Tensiden auf die Sohlgeschwindigkeit in Belüftungsbecken

schnellen aeroben Abbau. Vorklär- und Überschussschlamm enthalten nicht mehr die Mengen an MBAS absorbiert, die zu den Hemmungen führen können.

Auch in den Oberflächengewässern konnte der Umstellungseffekt bald nachgewiesen werden. Hier addierten sich der Abbau in den Kläranlagen und der Abbau auf der Fließstrecke. In der Ruhr, als Beispiel, lag bei gleicher Wasserführung vor der Umstellung die MBAS-Fracht an der Mündung in den Rhein bei 1.390 kg/Tag und bald nach der Umstellung bei 435 kg/Tag. Das entspricht einem Rückgang um 70%. Der weitere Abbau im Fluß selbst wird aus der Abb. 11 deutlich.

Ein anderes klassisches Beispiel war der Neckar. Nach FISCHER lagen vor 1964 die MBAS-Konzentrationen zwischen 0,4 und 0,7 mg/l mit Spitzenwerten bis 1,27 mg/l. Ungeachtet der stetigen Zunahme im Verbrauch der MBAS liegen die Werte jetzt bei 0,2 bis 0,3 mg/l, das entspricht einer Senkung der MBAS um über 70%, bezogen auf die Werte vor der Umstellung. In der gleichen Größenordnung bewegen sich die Abnahmen in den Rheinzufüssen wie Wupper 76%, Lahn 76%, Sieg 70%, Lippe 67%, Ruhr 75% und das, obwohl der Konsum von Haushalts-Waschmitteln von rd. 360.000 t/a im Jahr 1964 auf rd. 530.000 t/a im Jahr 1972 angestiegen war.

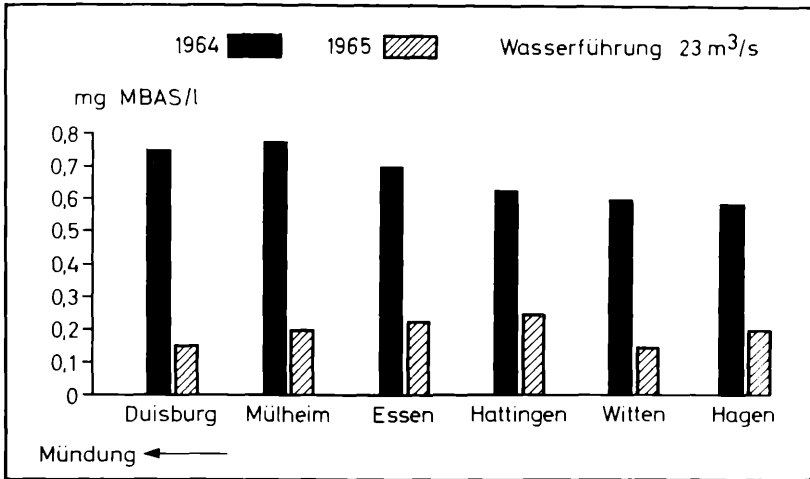


Abbildung 11  
MBAS-Gehalt in der Ruhr vor und nach der Umstellung

Abb. 12 zeigt die Lippe nach der Umstellung von harten auf weiche Detergentien von der gleichen Stelle aus wie die Abb. 3. Die Schaumberge sind verschwunden.

## 9. Zukünftige Entwicklungen

Die Anforderungen der Wasserwirtschaft an das Verhalten der anionischen Tenside sind erfüllt, sowohl hinsichtlich der Abbaubarkeit, die im Schnitt über 90% liegt als auch hinsichtlich der Fischtoxizität. Es ist kein Fall bekannt, wo in Oberflächengewässern Fischsterben auf diese Tenside zurückzuführen war.

Auftragsgemäß wird sich der Hauptausschuß „Detergentien und Wasser“ aber weiterhin mit den noch anstehenden Fragen befassen. Das ist als nächstes der Bereich der nichtionogenen Tenside.

Aus einer Situationsanalyse geht hervor, daß die wichtigsten Klassen der nichtionogenen Tenside folgende sind:

- Fettalkoholpolyglykoläther
- Fettsäurealkylolamide

Fettsäurepolyglykoläther  
 Pluronic  
 Alkylphenylpolyglykoläther.

Mengenmäßig am größten werden die Fettalkohlpolyglykoläther in den Wasch- und Reinigungsmitteln angewendet. Insgesamt können wir z. Z. mit einer Menge von ca. 20.000 bis 21.000 Tonnen Nichtionogene pro Jahr rechnen. Etwa 18 bis 22% des gesamten Tensidverbrauches in Wasch- und Reinigungsmitteln sind nichtionogene Substanzen. Rd. 75% kommen in den Vollwaschmitteln und 25% in Feinwaschmitteln, Haushaltsreinigern oder Geschirrspülmitteln zur Anwendung.

In den Flüssen treffen wir z. Z. um 0,01 bis 0,03 mg/l an, bei den Kläranlagen liegen die Werte bei etwa 15% der MBAS-Konzentration. Z. Z. arbeitet die OECD an einer Situationsanalyse der Verhältnisse über



Abbildung 12  
 Schaumbildung auf der Lippe nach der Umstellung auf biologisch weiche Tenside  
 (1965)

Verbrauch und Wirkung der Nichtionogenen, um für die weiteren Diskussionen eine fundierte Basis zu bekommen.

Auf dem Gebiet der Analytik der nichtionischen Tenside sind aus den Arbeiten des Hauptausschusses „Detergentien und Wasser“ und in enger Zusammenarbeit mit den Kollegen des englischen Detergentien-Komitees sowie der zuständigen Arbeitsgruppe der OECD zwei Methoden herausgestellt worden, die sich wertvoll ergänzen.

Mit dem Verfahren von WICKBOLD bestimmen wir die Konzentration der oberflächenaktiven nichtionischen Molekularstrukturen auf der Basis einer potentiometrischen Titration.

Mit dem Verfahren von PATTERSON schätzen wir die Konzentration der intakten Moleküle und deren Abbauprodukte an Hand einer dünn-schichtchromatografischen Trennung.

Mit der WICKBOLD-Methode, die bereits als Methode der OECD zur Empfehlung ansteht, kann sowohl die biologische Abbaubarkeit in den Tests als auch die Konzentration in Fluß- und Abwasser gemessen werden. Die PATTERSON-Methode unterstützt in wissenschaftlicher Aussage auch über Abbauprodukte diese Feststellungen in qualitativer und brauchbarer quantitativer Form.

Die Prüfung des biologischen Abbaues kann nach unserer Meinung in der OECD-Confirmatory-Methode durchgeführt werden. Z. Z. laufen im Rahmen der OECD-Arbeiten Ringversuche. Über den Screening-Test muß man noch diskutieren. Hier scheint ein geschlossener Flaschentest nach FISCHER methodische Vorteile zu bieten gegenüber einem offenen Flaschentest, so wie er z. Z. bei der OECD für die Anionischen gilt.

In der BRD wird es bei der Novellierung der deutschen Rechtsverordnung noch keine Vorschriften hinsichtlich der nichtionischen Tenside geben, dennoch wird, wie Sie sehen, an der Thematik, auch in breiter Abstimmung mit OECD und EWG, gearbeitet, um mit der technischen Entwicklung jeweils Schritt zu halten.

Im Rahmen der Projektgruppe „Umweltchemikalien und Biozide“ des Bundesministeriums für Jugend, Familie und Gesundheit konstituierte sich eine ad-hoc-Forschungsgruppe „Tenside“, in der schwerpunktmäßig Forschungsvorhaben diskutiert, erarbeitet und begutachtet werden sollen, die sich mit der toxikologischen Gesamtsituation auf diesem Gebiet befassen.

## 10. Phosphate

Im zweiten Teil meines Vortrages möchte ich auf die Phosphate eingehen, ein Thema, das seit einigen Jahren zu den unterschiedlichsten Auslegungen Anlaß gab, das aber unbedingt einer sinnvollen und sachlichen Abklärung bedarf, damit wieder von Emotionen freie praktische Arbeit geleistet werden kann.

Es besteht kein Zweifel darüber, daß wir in den Oberflächengewässern ein hohes Angebot an Nährstoffen antreffen und in den stehenden Gewässern, wie Talsperren und Seen sowie den sehr langsam fließenden Gewässern oder Flußabschnitten durch den Phosphor zu Eutrophierungserscheinungen kommen, die eine Gewinnung von Trink- und Betriebswasser deutlich erschweren und den Erholungswert dieser Gebiete schmälern.

## 11. Eutrophierung

Unter dem Begriff „Eutrophierung“ verstehen wir die Nährstoffanreicherung und alle Folgen und Veränderungen, die im ökologischen System eines Gewässers durch diese Nährstoffanreicherung hervorgerufen werden. War früher die Eutrophierung ein natürlicher Reifungsprozeß der Seen, der sich in Jahrtausenden vollzog, so wurde in den letzten Jahrzehnten durch die zivilisatorischen Aktivitäten der Menschen eine künstliche oder rasante Eutrophierung in Gang gesetzt.

Die erste Folge in der Nährstoffanreicherung ist eine Enthemmung der pflanzlichen Primärproduktion vor allem der Planktonalgen. Unter natürlichen Bedingungen wird die pflanzliche Urproduktion durch die Minimumstoffe kontrolliert und im Zaum gehalten. Diese Rolle kam früher vor allem dem Phosphor zu. Durch die zunehmende Anwendung von P und die zunehmende Einleitung von Abwässern aus diffusen und nichtdiffusen Quellen sind in den Seen diese Grenzbedingungen verlassen. Es gilt grundsätzlich, daß mit steigender P-Zuführung die Algenproduktion ansteigt, und zwar häufig in Stufen, wenn die kritische Grenze für eine Massenentfaltung einer neuen Art erreicht ist.

Über die Effekte einer überhöhten Algenproduktion wurde in letzter Zeit viel veröffentlicht, so daß ich nur einige Punkte hervorzuheben brauche. Der verstärkte Algengürtel behindert die Badenden; Anhäufungen von sich zersetzenden Algenmassen stören in ästhetischer und hygienischer Hinsicht. Unter bestimmten Bedingungen können z. B. Blaualgen toxische Stoffe abscheiden, die u. a. Hautreizungen hervorrufen. Durch die große Algenproduktion wird die Wachstumsgeschwindigkeit

der planktonfressenden Fische zwar erhöht, es ist aber gleichzeitig ein folgenreicher Eingriff in den Sauerstoffhaushalt der Seen verbunden. Abgesehen von der durchaus erwünschten O<sub>2</sub>-Produktion in den Tagesstunden treten in den Nachtstunden und allgemein in den Tiefenschichten der Seen reduktive Erscheinungen auf und diese nehmen an Umfang zu, je mehr in den oberen Wasserschichten produziert wird. Zu der laufenden Zufuhr von P mit den Zuflüssen eines Sees gibt es mehr oder weniger stark ausgeprägte P-Kreisläufe im Seekörper selbst.

## 12. Herkunft der Phosphate

Je nach dem Anwendungsbereich enthalten die Waschmittel unterschiedliche Mengen an Phosphaten.

Die Phosphate haben beim Waschvorgang 3 Funktionen zu erfüllen: 1. machen sie das für die Wasserhärte verantwortliche Ca und Mg in der Waschlauge durch Bildung löslicher Komplexe unschädlich; 2. wirken sie direkt schmutzlösend und schmutztragend; 3. steigern sie in synergistischer Wirkung die Wascheffekte der Tenside. In der Konzentration sind sie auf eine mittlere Wasserhärte abgestimmt. Es muß aber auch bedacht werden, daß ein erheblicher Anteil der Gesamthärte in der Waschlauge durch den Schmutz auf der Wäsche mit eingebracht wird. Generell rechnen wir in der BRD mit einem Verbrauch von rd. 200.000 t Na<sub>3</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> pro Jahr in den Waschmitteln.

Phosphate kommen aber nicht nur aus den Waschmitteln in die Gewässer, dies muß sehr deutlich ausgesprochen werden. Für die Bundesrepublik können wir feststellen, daß im Durchschnitt die P-Frachten zu

$\frac{1}{3}$  aus den Waschmitteln

$\frac{1}{3}$  aus dem menschlichen Stoffwechsel und der Ernährung

$\frac{1}{3}$  aus der Landwirtschaft und allgemeiner Bodenerosion

stammen.

Dies kann regional verschieden sein, je nach der landwirtschaftlichen Nutzung der Einzugsgebiete von Seen und Talsperren oder je nach der Besiedlungsdichte.

## 13. Problemlösungen

Die Vorschläge zur Lösung der Eutrophierungsprobleme reichen von der völligen Fernhaltung von Abwässern von den Gewässern bis zum völligen Phosphat-Verbot in den Waschmitteln. Die Diskussion wird mit aller Intensität und oft fern aller wissenschaftlichen Basis bis hinein in soziologisch-politische Bereiche geführt, wodurch nicht nur in der

BRD, sondern auch z. B. in den USA, Kanada und Schweden es den Fachleuten schwer wurde, mit ihren sachlich fundierten Argumentationen durchzudringen. Der Hauptausschuß „Detergentien und Wasser“ hat sich seit Jahren auch mit diesem Problembereich befaßt und arbeitet sehr eng mit der Arbeitsgruppe „Phosphate und Wasser“ der Fachgruppe Wasserchemie sowie den zuständigen Beratungsgruppen der OECD zusammen, um eine den Ansprüchen der Wasserwirtschaft entsprechende Lösung des Phosphatproblems zu finden.

Bei einer nüchternen Analyse der Situation zeichnen sich zwei diskutierbare Bereiche ab, wenn wir den Problembereich Detergentien — Phosphate — Wasser betrachten. Wir müssen einmal der Frage nachgehen, wie die technischen Möglichkeiten der P-Substitution in den Waschmitteln zu sehen sind und zum anderen, was die Abwasser-Klärtechnik durch entsprechende Maßnahmen hinsichtlich einer P-Elimination leisten kann.

#### 14. Substitution der Waschmittelposphate

Theoretisch und praktisch ist es möglich, das Trinatriumpentaphosphat in den Waschmitteln durch andere Komplexbildner zu ersetzen, solange nur der Mechanismus und Chemismus des Waschvorganges betrachtet wird. Und gerade diese sehr einseitige Betrachtungsweise war die Basis für manche vorschnelle Entscheidungen auch auf gesetzgeberischem Gebiet. „Die Waschmittelindustrie braucht die Phosphate nicht sie hat andere Stoffe; man verbiete die Phosphate in den Waschmitteln und das Eutrophierungsproblem ist gelöst.“ Diese Ansicht existiert noch immer.

Als Austausch-Stoffe werden u. a. genannt:

NTA

Natriumcitrat

ÄDTA

monomere Carbonsäuren, z. B. Glukonsäuren

Polyelektrolyte

Soda-Metasilikat-Seife.

Die internationale Waschmittelindustrie hat bisher mit einem erheblichen Aufwand Verbindungen der verschiedensten Stoffklassen einer systematischen Prüfung auf Brauchbarkeit als Austauschstoffe unterzogen. Die Kriterien in diesen Prüfungen waren: humantoxikologische Unbedenklichkeit, ökologische Unbedenklichkeit, gute waschtechnische Eigenschaften, technische Verfügbarkeit, produktionstechnische Verarbeitbarkeit, Wirtschaftlichkeit. Die beiden erstgenannten Kriterien, d. h. die

humantoxikologische und die ökologische Unbedenklichkeit, sind die entscheidenden.

Aus der Sicht der Wassergütwirtschaft müssen an diese Ersatzstoffe folgende Anforderungen gestellt werden:

1. Sie dürfen weder direkt noch indirekt schädlich sein für Mensch und Tier.
2. Sie müssen biologisch gut abbaubar sein sowohl in den Kläranlagen als auch unter den natürlichen Bedingungen in Flüssen und Seen.
3. Sie müssen die für die Waschwirkung erforderlichen Komplexbildungseigenschaften schnell verlieren, wenn sie zusammen mit dem häuslichen Abwasser in die Kläranlagen oder Oberflächenwässer gelangen.
4. Sie sollen phosphor- und möglichst stickstofffrei sein.

Ein Substitutionsprodukt, das diesen Vorstellungen relativ nahe kommt, ist die Zitronensäure. Sie entspricht aber nicht voll den Wascheigenschaften und der Verfügbarkeit.

Der am meisten genannte Austauschstoff ist die Nitrilotriessigsäure (NTA). Obwohl sie die waschtechnischen Eigenschaften erfüllt, bestehen berechtigte Zweifel, ob sie auch allen Anforderungen der Wassergütwirtschaft genügt. NTA ist nicht befriedigend biologisch abbaubar und verliert im Gegensatz zu den Polyphosphaten nur langsam die komplexierenden Eigenschaften. Dadurch werden Spurenmetalle während des Klärprozesses in Lösung gehalten und nicht abgeschieden und remobilisieren u. U. z. B. Eisenionen aus den Sedimenten. Hierdurch zeichnet sich eine sekundäre Schädwirkung ab; die Algenentwicklung kann z. B. durch dieses mobilisierte Eisen deutlich stimuliert werden und selbst bei P-freien Waschmitteln durch das NTA das Algenwachstum nicht absondern zunehmen. Es ist bekannt, daß bei der Trinkwasseraufbereitung die Flockungsprozesse mit Fe oder Al gestört sind.

#### 15. P-Fällung in Kläranlagen

In den biologischen Kläranlagen werden die Phosphate im Durchschnitt bis zu 30% eliminiert. Eine wirkungsvolle Erfassung der Phosphate ist nur über eine chemische Fällung mit Aluminium und Eisen-salzen möglich. Es stehen 4 verschiedene verfahrenstechnische Prozeßführungen zur Verfügung, und zwar die

- Vorfällung
- Simultan-Fällung
- Nachfällung
- Direktfällung.



Herr Dr. HOSENFELD wird in seinem Referat noch im Detail darauf eingehen.

Die Simultanfällung zeigt mit 85% den niedrigsten Effekt; die Nachfällung mit über 95% den höchsten Wirkungsgrad. In der BRD arbeiten z. Z. 8 Anlagen, weitere sind im Bau; die Versuchsanlagen sollen hier nicht erwähnt werden. In Schweden sind rd. 300 Anlagen in Betrieb, in Finnland sind es 70, in Kanada 30. In der Schweiz, die sehr früh mit der P-Fällung begann, soll in wenigen Jahren die in Seeneinzugsgebieten lebende Bevölkerung an Kläranlagen mit P-Fällung angeschlossen sein.

Es werden diesem Lösungsweg oft große Investitionen nachgesagt. Umfangreiche Untersuchungen zeigen jedoch, daß für die Verhältnisse der BRD Chemikalienkosten von rd. DM 2.15/E d entstehen würden, Kapitaldienst und Reparaturen wären mit DM 0.60 und Energie mit DM 0.20 anzusetzen. Einschließlich der Schlammbehandlung könnte man an Betriebskosten mit DM 3.50 bis DM 4.—/E . a rechnen. Die Investitionskosten werden sich zwischen DM 1.— bis DM 5.— pro angeschlossenem Einwohner bewegen.

#### 16. Kritischer Vergleich zwischen P-Fällung und P-Austausch

Wir stellen fest, daß phosphathaltige Abwässer aus den Kommunen ( $\frac{2}{3}$  der P-Fracht) und der Landwirtschaft ( $\frac{1}{3}$  der P-Fracht) kommen (Abb. 13).

Diffuse, d. h. klärtechnisch nicht erfaßbare Einleitungen, finden wir nur im Bereich der Landwirtschaft durch Abschwemmungen, Auslaugungen usw.

Abwässer müssen im allgemeinen, und wenn notwendig, den regionalen Erfordernissen entsprechend besonders gereinigt werden, ehe sie in das Ökosystem zurückgelangen.

Störmöglichkeiten der Nutzung von Gewässern durch Eutrophierung bei Einleitung auch von bereits vollbiologisch gereinigtem Abwasser treten auf, wenn es sich um Talsperren und Seen bzw. sehr langsam fließende Gewässer handelt.

Im kommunalen Abwasser stammt der P-Gehalt zu 50% aus den Waschmitteln und zu 50% aus den Stoffwechselreaktionen und der Ernährung.

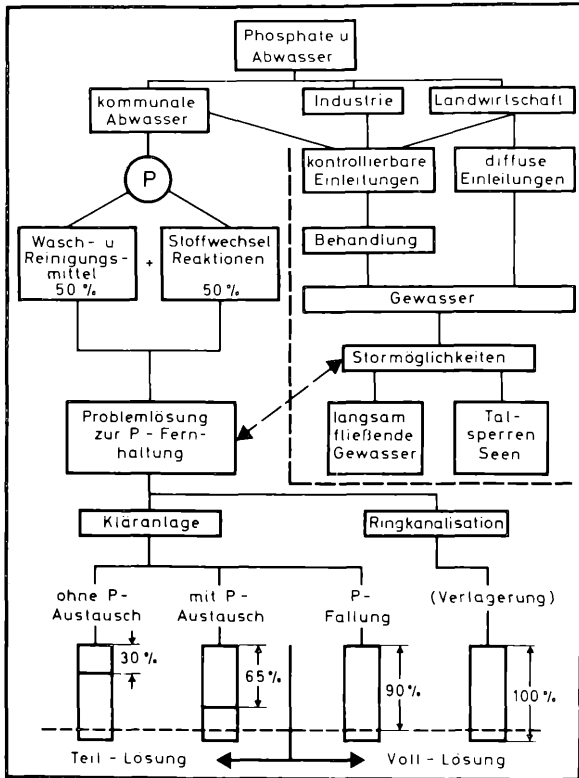


Abbildung 13  
Situationsanalyse Phosphate — Tenside — Wasser

Um den als Störfaktor erkannten Phosphor zu eliminieren, haben wir effektiv nur 2 technische Ansatzpunkte: die Kläranlage und die Ringleitung. Der P-Austausch kann nur sekundär wirksam werden.

Zu dieser Aussage führt der Vergleich von 4 Basiszuständen:

- Selbst bei vollbiologischer Reinigung der kommunalen Abwässer werden nur rd. 30% P eliminiert.
- Selbst bei 100% Austausch der Waschmittelphosphate durch organische, den BSB<sub>5</sub> des Abwassers erhöhende Verbindungen und vollbio-

logischer Reinigung ist nur mit einer 65%igen und damit unbefriedigenden Eliminierung des P zu rechnen.

- c) Mit einer in der Kläranlage vorzunehmenden Fällung der Waschmittel-Phosphate und der P-Anteile aus dem Stoffwechsel unterschreiten wir den erforderlichen Grenzbereich mit einer Eliminationsrate von über 90%.
- d) Mit der seit Jahren erfolgreich geübten Form der Ringkanalisation schalten wir 100% des Phosphors aus nichtdiffusen Quellen im örtlichen Bereich aus. Es ist dies aber keine Elimination aus dem Wasser, sondern nur eine Verlagerung der P-Frachten aus dem Bereich der Störmöglichkeiten.

Fall b ist eine unbefriedigende Teillösung, nur die Fälle c und d lösen das Problem.

Bei dem Vergleich der verschiedenen Fällungsformen mit der klassischen biologischen Abwasserreinigung wird deutlich, daß neben der P-Elimination mit der Einführung einer einfachen chemischen Grundoperation in die Klärtechnik eine Reihe weiterer positiver Effekte verbunden sind, die im Rahmen von Umweltschutzprogrammen deutlich in den Vordergrund gestellt werden müssen.

- a) weitgehende Entfernung von Trübstoffen und Färbungen;
- b) zusätzliche Erfassung von Rest-BSB<sub>5</sub>;
- c) weitgehende Erfassung von biologisch harten Verschmutzungen, die durch eine vollbiologische Kläranlage durchgehen;
- d) Viren, Bakterien und Darmparasiten werden weitgehend zurückgehalten;
- e) überlastete mechanische und biologische Kläranlagen lassen sich in der Wirkung bis zur Auslegungsleistung und darüber strecken, bis deren Sanierung im Schwerpunktprogramm an der Reihe ist;
- f) die Direktfällung in Verbindung mit bestehenden oder zu bauenden mechanischen Klärstufen kann als vollwertige Sofortlösung betrachtet werden für die Einzugsgebiete, in denen die Störmöglichkeiten durch P de facto gegeben sind, da hierbei biologisch harte Verbindungen und Keime weiter als bei der biologischen Vollreinigung erfaßt werden und auch der BSB<sub>5</sub> bis zu über 60% eliminiert wird. Der Ausbau der biologischen Reinigung kann dann nachgeholt werden, wenn die entsprechenden Investitionsmittel nach Aufbau der chemischen Fällung wieder zur Verfügung stehen.

Der Austausch der inerten Phosphate in den Waschmitteln führt konsequent zu einer Mehrbelastung des Abwassers mit rd. 10% organi-

scher Materie und somit zu erhöhten Klärkosten, sei es in der Kläranlage oder bei der Trink- und Brauchwasseraufbereitung. Hinzu kommt die erkannte und sehr ernstzunehmende Wirkung als Komplexbildner und Carrier. Die Elimination ist bei weitem nicht so einfach wie beim Phosphor und würde in jedem Fall zumindest eine vollbiologische Reinigung voraussetzen.

Und trotzdem würde der Gesamteffekt mit 65% P-Abnahme im vollbiologisch gereinigten Abwasser bei 100% Waschmittel-P-Austausch die Störschwelle nicht unterschreiten.

Diese Tatsache und die praktischen Erfahrungen führten die Schweden zur Forcierung im Ausbau der chemischen Fällung und der Erklärung, daß sie an dem Problem Phosphate und Waschmittel nicht mehr interessiert sind, obwohl gerade sie zuerst den P-Austausch per staatlicher Auflagen forderten.

Der Hauptausschuß Detergentien und Wasser hat der Bundesregierung daher nicht empfohlen, analog manchen anderen Staaten die Phosphate auszutauschen. Vielmehr sollte geprüft werden, ob gegebenenfalls durch geeignete Dosierungshinweise auf den Verpackungen der Verbrauch entsprechend der Wasserhärten gesteuert werden kann.

Damit soll die Industrie nicht gehindert werden, weiter nach anderen Komplexbildnern zu suchen. Nur müssen Stoffe, die auf den Markt kommen, den obengenannten Forderungen der Wassergütwirtschaft entsprechen.

## 17. Zusammenfassung

Der Problembereich Tenside — Phosphate — Wasser kann uns als Modell zur Findung von Lösungsansätzen für viele Fragen im Umweltschutz dienen. Es wird hier deutlich, daß durch das koordinierte Streben aller mit dem Problem befaßten Stellen optimale Kompromisse gefunden werden können. Weiterhin kommt zum Ausdruck, daß die Lösung des Detergentienproblems, d. h. die Umstellung von biologisch harten auf biologisch weiche Tenside, im wesentlichen Aufgabe der Industrie war, so liegt die Lösung im Problembereich Phosphate und Wasser im wesentlichen bei der Abwassertechnik. Der Beitrag der Industrie ist, den P-Gehalt den regionalen Erfordernissen anzupassen — und wenn schon — P-Substitute anzubieten, die nicht zu einer zusätzlichen Belastung im Ökosystem führen. Die P-Fällung kann aber dadurch nicht ersetzt werden.

Anschrift des Verfassers: Dr. Franz MALZ, Emschergenossenschaft, Kronprinzenstraße 24, D - 4300 Essen.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1972-1973

Band/Volume: [1972-1973](#)

Autor(en)/Author(s): Malz F.

Artikel/Article: [Maßnahmen auf dem Gebiet der Gewässerbelastung durch Wasch- und Reinigungsmittel 223-250](#)