

WATERPROOF

Dipl.-Ing. H.H. Neuburg

Verhinderung von Algen-Eintrag (*Cordylophora caspia*) in Kühlwassersystemen durch Einsatz von automatischen Rückspülfiltern.

Ökologie des Hydroides *Cordylophora caspia*.

Das koloniale Hydroid *Cordylophora caspia* findet eine weltweite Verbreitung, von dem kalten Nord- und Südpol bis zu subtropischen Regionen (Roch, 1924; Arndt, 1984).

Im allgemeinen erscheint *C. caspia* in Flußmündungen, Lagunen und küstennahen Seen (Arndt, 1989), weniger in Frischwässern (Boreo, 1984). Gut entwickelte

Kolonien von *C. caspia* leben in Flußmündungen und entfalten ein optimales Wachstum bei einem Salzgehalt von 16‰ (Schlichter 1999) unter relativ konstanten Umweltbedingungen und beträchtlichem Gezeiteinfluß (Arndt, 1989). Erscheinungen der *C. caspia* wurden auch festgestellt in Frischwasser (Fulton, 1962) unter günstigen Bedingungen wie hoher Geschwindigkeit, hoher Sauerstoffzufuhr, positiven Ionen-Anomalien (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{1+})

und ständiger Dämmerung (Kinne, 1956; Arndt, 1989).

Das Hydroid *C. caspia* als bedeutende Grobverschmutzung ist in den Kühlwasserkreisläufen beispielsweise im Bereich der niederländischen Küste stark verbreitet. Die Lebensbedingungen innerhalb von Kühlwasserkreisläufen in industriellen Einrichtungen sind sehr günstig für die Besiedelung und das Wachstum von Hydroiden. Großer Wasserzufluß innerhalb von Kühlkreisläufen bewirkt eine größere Sauerstoffzufuhr und Versorgung mit Nahrung um die Hydroid-Kolonie und verringert auch die Möglichkeit einer übermäßigen Sedimentablage auf der Kolonie (Boreo, 1984).

Die normale Erscheinungszeit liegt zwischen Frühjahr und Herbst, wobei über lange Zeiträume sehr unterschiedliche Populationsaufkommen beobachtet wurden. Viele verschiedene Umwelteinflüsse wie variierende Wasserqualität und Temperaturveränderungen bewirken starke jährliche Mengenschwankungen.

Die vermehrte Besiedelung von Hydroiden in Kondensatorrohren (z.B. Kraftwerk Velsen) bewirkt eine Verminderung der Wärmeübertragung und erfordert eine wiederholte manuelle Reinigung

auch nach intermittierender Chlorierung (Jenner, 2000). Nicht nur die Besiedelung in Apparaten, sondern auch der Eintrag in Kühlwassersysteme von lebenden und abgestorbenen Hydroiden, die dann in den Apparaten abgelagert werden, hat zur Folge, daß deren Funktion stark eingeschränkt werden kann.

Im folgenden Artikel soll speziell auf die aktuelle Situation in den Niederlanden eingegangen werden. An einigen Beispielen werden die Verschmutzungsprobleme aufgezeigt und mögliche Lösungen vorgeschlagen, die sich seit fast 20 Jahren bestens bewährt haben.

Inhalt

1. Ökologie des Hydroides *Cordylophora caspia*
2. Verbreitung von *Cordylophora caspia*
4. Problemlösung durch speziell entwickeltes Rückspülfilter
5. Filterfunktion
6. Installation des Filters
7. Schlußbetrachtung



Verbreitung der *Cordylophora caspia* (mundartlich „Affenhaar“/„Apehaar“) in den Niederlanden.

Die bekannten Vorkommen befinden sich markiert auf der Karte des Küstenbereiches der Niederlande (Bild 1). Es handelt sich um den Noordzeekanaal, die Maas und die Westerschelde. Aus den dort angesiedelten Kraftwerken und Chemiewerken liegen umfangreiche Erfahrungen vor, die hier in einigen Beispielen erläutert werden sollen.

1. Chemiewerk Pernis/Hoogvliet (Bereich Maas)

Seit Beginn der 90er Jahre ist im gesamten Kühlwasserkreislauf ein starkes Aufkommen der *C. caspia* zu beobachten, allerdings über die Jahre und die Jahreszeiten schwankend. Erhebliche Störungen in der Produktion führten dazu, daß eine Lösung in der Grobfiltration gesucht wurde, die der Schmutzart gerecht wurde. Einige Filtertypen, alles automatische Rückspülfilter, wurden getestet, wobei es sich zeigte, daß die Filterflächen innerhalb kürzester Zeit vermateten, was in einem Fall zur Zerstörung der Filterflächen innerhalb einiger Stunden führte. Die Abreinigung der Filterflächen erwies sich als großes Problem, da faseriger Schmutz dazu neigt, sich hinter dem Filterelement zu verknoten und so die gesamte Fläche des Filterelementes sich zu einem festen Teppich verschließt (Bild 2 und 3). Durch umfangreiche Versuche gelang es, mit einer speziellen Ausführung des Filterelementes in Verbindung mit einer vollständigen Druckentlastung eine hervorragende Lösung zu finden. In den folgenden Kapiteln soll diese Lösung

ausführlich beschrieben werden. Seit 1992 sind dort diese Filter mit Durchflussmengen zwischen 900 und 3500 m³/h in Betrieb mit der Folge, daß keinerlei Betriebsstörungen mehr auftraten.

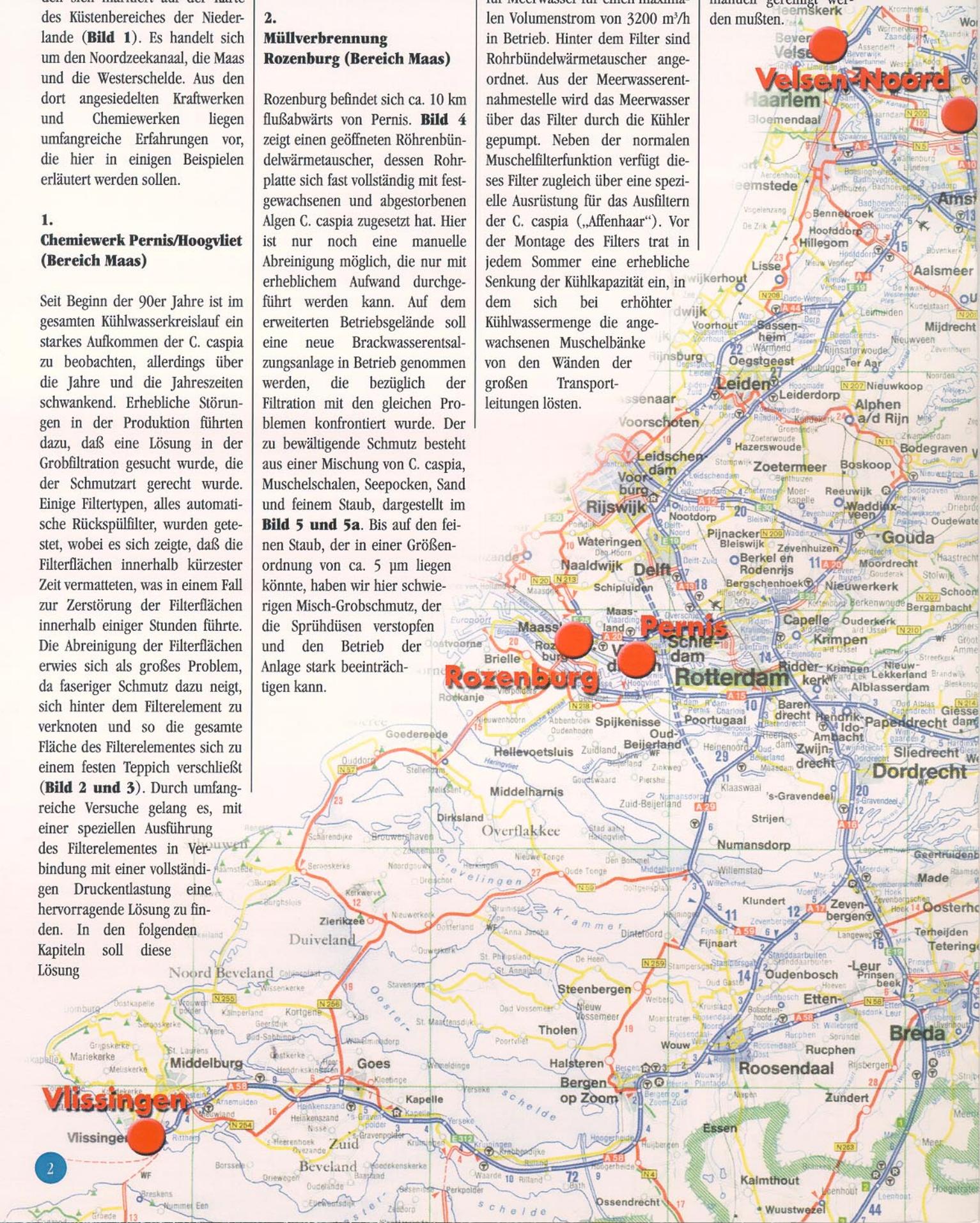
2. Müllverbrennung Rozenburg (Bereich Maas)

Rozenburg befindet sich ca. 10 km flußabwärts von Pernis. Bild 4 zeigt einen geöffneten Röhrenbündelwärmetauscher, dessen Rohrplatte sich fast vollständig mit festgewachsenen und abgestorbenen Algen *C. caspia* zugesetzt hat. Hier ist nur noch eine manuelle Abreinigung möglich, die nur mit erheblichem Aufwand durchgeführt werden kann. Auf dem erweiterten Betriebsgelände soll eine neue Brackwasserentsalzungsanlage in Betrieb genommen werden, die bezüglich der Filtration mit den gleichen Problemen konfrontiert wurde. Der zu bewältigende Schmutz besteht aus einer Mischung von *C. caspia*, Muschelschalen, Seepocken, Sand und feinem Staub, dargestellt im Bild 5 und 5a. Bis auf den feinen Staub, der in einer Größenordnung von ca. 5 µm liegen könnte, haben wir hier schwierigen Misch-Grobschmutz, der die Sprühdüsen verstopfen und den Betrieb der Anlage stark beeinträchtigen kann.

3. Chemiewerk Vlissingen (Bereich Westerschelde)

Seit Mitte 1994 ist im Werk Vlissingen ein rückspülbares Filter für Meerwasser für einen maximalen Volumenstrom von 3200 m³/h in Betrieb. Hinter dem Filter sind Rohrbündelwärmetauscher angeordnet. Aus der Meerwasserentnahmestelle wird das Meerwasser über das Filter durch die Kühler gepumpt. Neben der normalen Muschelfilterfunktion verfügt dieses Filter zugleich über eine spezielle Ausrüstung für das Ausfiltern der *C. caspia* („Affenhaar“). Vor der Montage des Filters trat in jedem Sommer eine erhebliche Senkung der Kühlkapazität ein, in dem sich bei erhöhter Kühlwassermenge die angewachsenen Muschelbänke von den Wänden der großen Transportleitungen lösten.

Verbunden damit wuchsen große Mengen der *C. caspia* heran, die die Problematik noch verschärften. Dieses hatte immer zur Folge, daß alle Kühler mindestens einmal pro Saison geöffnet und manuell gereinigt werden mußten.



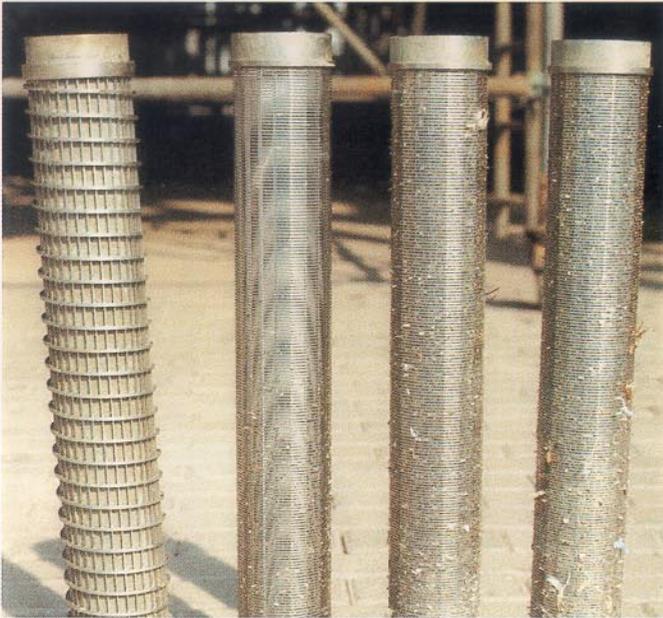


Bild 2

Nach den Erfahrungen des ersten Gebrauchsjahres konnten bereits positive Feststellungen getroffen werden, und zwar konnte eine Verschmutzung der Kühler nach dem Öffnen durch Muscheln und „Apehaar“ nicht mehr beobachtet werden. Die innere visuelle Kontrolle und die Funktionskontrolle des Filters haben nach einem Jahr ununterbrochenem Betrieb gezeigt, daß kein einziger Schaden und kein nennenswerter Verschleiß aufgetreten sind. Direkt von der Inbetriebnahme an hat das Filter ohne Störung und ohne Überwachung ein Jahr lang ununterbrochen bestens funktioniert. Selbst mit einer extrem hohen Meerwassertemperatur von

23°C im Sommer 1994 wurde die vollständige Kühlkapazität in den nachgeschalteten Kühlern erreicht.

4. Kraftwerk Velsen Noord (Bereich Noordzee)

Der installierte zweiwegige Kondensator besaß zunächst in die Umlenkammern hineinragende Rohre an der Rohrplatte. Dort verfangen sich ca. 50 cm lange „Apehaare“ und vermatteten dort. Dies hatte zur Folge, daß neben einer Verstopfung Korrosion auf der Rohrplatte entstand. Dem Hersteller des Kondensators wurde zur Auflage gemacht, die Rohre bündig abzutrennen, damit

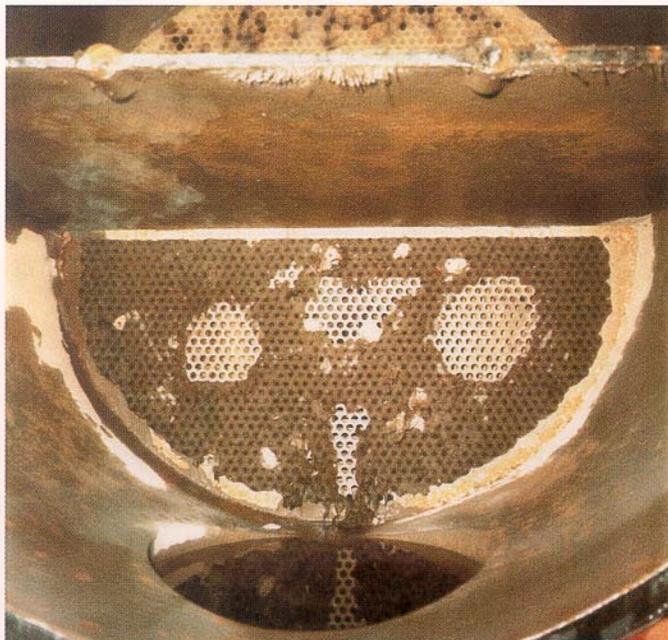


Bild 4



Bild 3

die Entstehung von Korrosion verhindert wurde. Allerdings war damit die Verstopfung durch die *C. caspia* noch nicht gelöst.

Zur Zeit muß 2 bis 3mal pro Jahr für jeweils 3 Tage die Produktion unterbrochen werden, um eine manuelle Reinigung vorzunehmen. Dies muß geschehen, obwohl eine biochemische Riolwasser-Säuberung eingesetzt wird. Zu beobachten ist außerdem, daß durch den verringerten Einsatz von Nitraten, Phosphaten und anderen Giftstof-

fen durch die Landwirtschaft die umgebende Wasserqualität deutlich besser geworden ist. Eine nicht vorhersehbare Änderung des umgebenden Nordseewassers ist jährlich zu beobachten, mit der Folge, daß in verschiedenen Perioden mit unterschiedlichen Belastungen zu rechnen ist, wie z.B. Muscheln, Seepocken, Apehaare usw.

In einem Kraftwerk in Amsterdam findet man vermehrt Krabben und Muscheln, weniger Apehaare.



Bild 5



Bild 5a

Lösung der Probleme mit „C. caspia“ durch ein speziell entwickeltes automatisches Rückspülfilter.

Für die angeführten Probleme wurde ein Filter entwickelt, welches in der Lage ist, eine vollständige Abreinigung der Filterflächen nach dem Rückspülen zu erreichen. Damit ergibt sich eine Lösungsmöglichkeit, die durch ihre uneingeschränkte Verfügbarkeit als Dauerlösung in Betracht gezogen werden sollte. Die Installation dieses Filtertyps garantiert einen störungsfreien Betrieb der Produktion und senkt die Kosten für manuelle Reinigung und Wartung erheblich.

Filterbeschreibung des „Apehaar“-Filters PR-BW 100-HP

Aufbau

Das Filter besteht aus einem kugelförmigen Gehäuse, das in der Mitte geteilt und durch ein Flanschenpaar miteinander verbunden ist (Bild 6). Zwischen dem Flanschenpaar ist der Filtereinsatz (Pkt. 2) – ein perforiertes Blech – montiert. Spalten zwischen der Schmutz- und der Reinwasserseite werden vermieden, so daß Schmutzteile keine Möglichkeit haben, das Filtersieb zu umgehen.

Die Lochung des Filtereinsatzes ist abhängig von der Schmutzart. Dessen Definition erforderte in speziellen Fällen, wie z.B. bei der Filtration von „Apehaar“, umfangreiche Versuche.

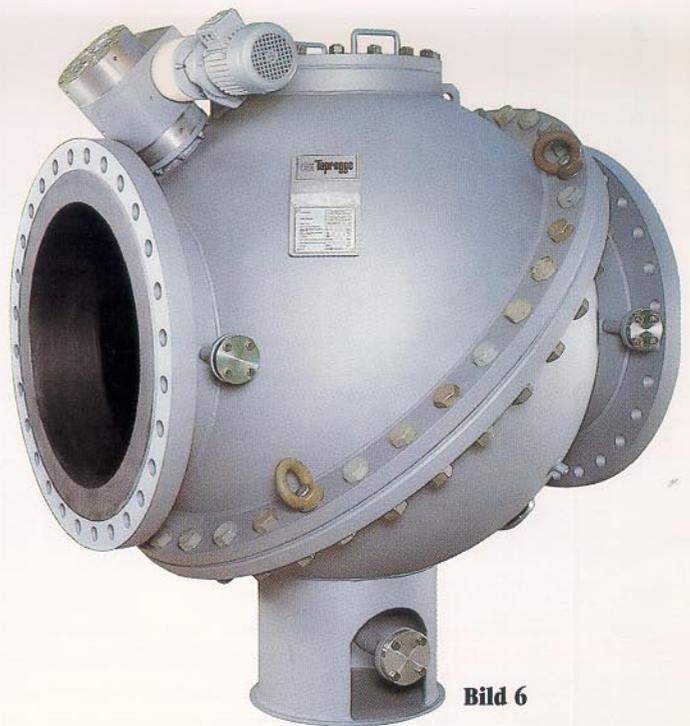
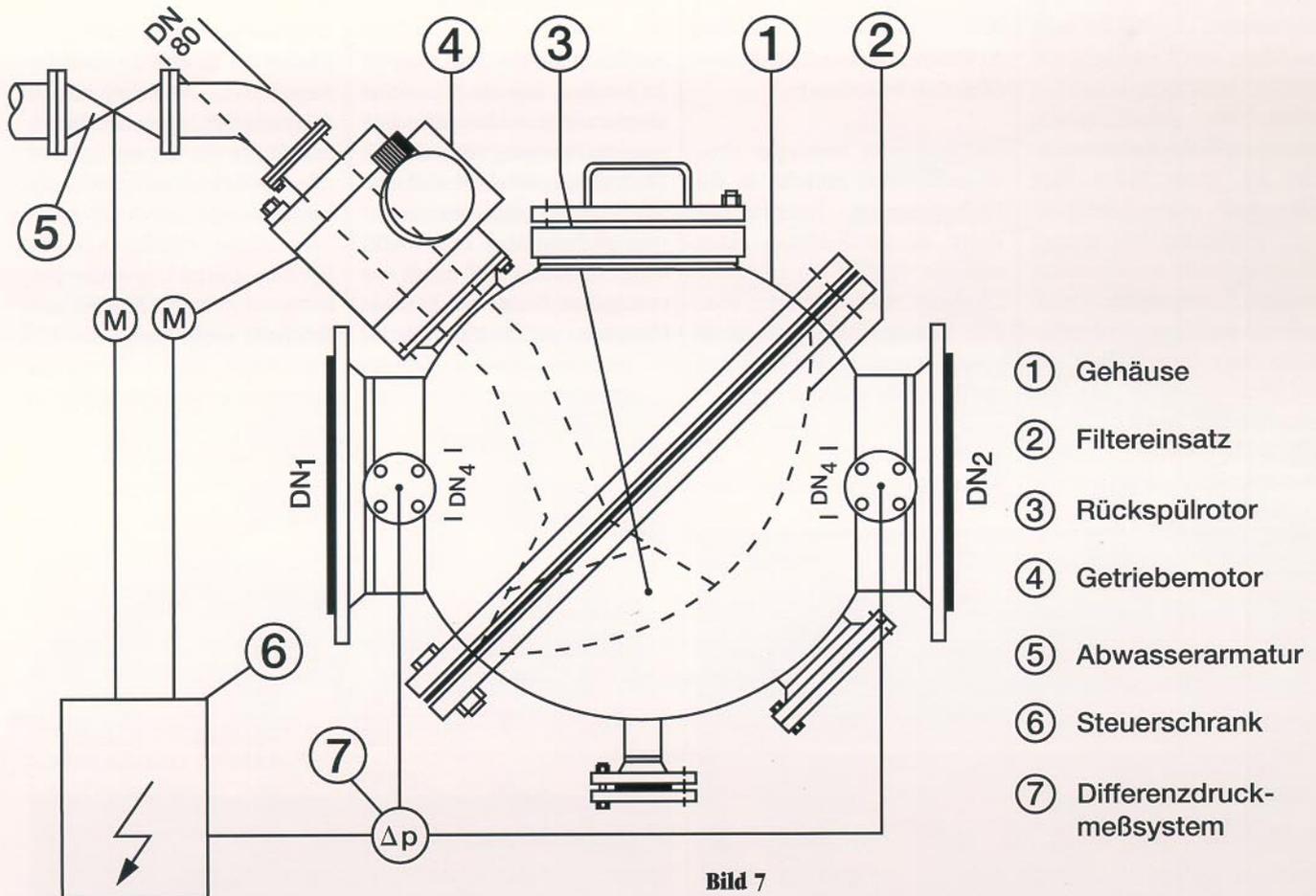


Bild 6



- ① Gehäuse
- ② Filtereinsatz
- ③ Rückspülrotor
- ④ Getriebemotor
- ⑤ Abwasserarmatur
- ⑥ Steuerschrank
- ⑦ Differenzdruckmeßsystem

Bild 7

Auf der Schmutzwasserseite des Filtereinsatzes ist ein Rückspülrotor (Pkt. 3) angeordnet. Der Rotor wird durch zwei Lager geführt und durch einen Getriebemotor (Pkt. 4) angetrieben. Die Einlauföffnung des Rückspülrotors ist als Saugkanal

ausgebildet, der den Filtereinsatz partiell überdeckt. Der Einlauf des Kanals ist mit einer flexiblen Gummimanschette versehen und hat einen bestimmten Mindestabstand zum Filtereinsatz. Ein Differenzdruck-Meßsystem (Pkt. 7) wird an den Stutzen DN 4 ange-

schlossen. Die Abwasserarmatur (Pkt. 5) darf keine Verengung des Querschnitts bewirken und wird mit einem Stellantrieb ausgerüstet. Die Abwasserleitung wird mit Leitungen niedrigeren Betriebsdruckes verbunden oder geht direkt in einen offenen Ablauf.

Zwischen dem Filter und dem Ende der Abwasserleitung entsteht ein Druckgefälle, welches groß genug sein muß, den Schmutz problemlos abzuführen (Skizze Bild 7).

Die Besonderheit des „Apehaar“-Filters PR-BW 100-HP besteht darin, daß eine auf der Reinwasserseite angeordnete Druckentlastungskammer mit dem Rückspülrotor verbunden mitläuft.

Funktion

Das Kühlwasser tritt durch den Stutzen DN 1 in das Filtergehäuse

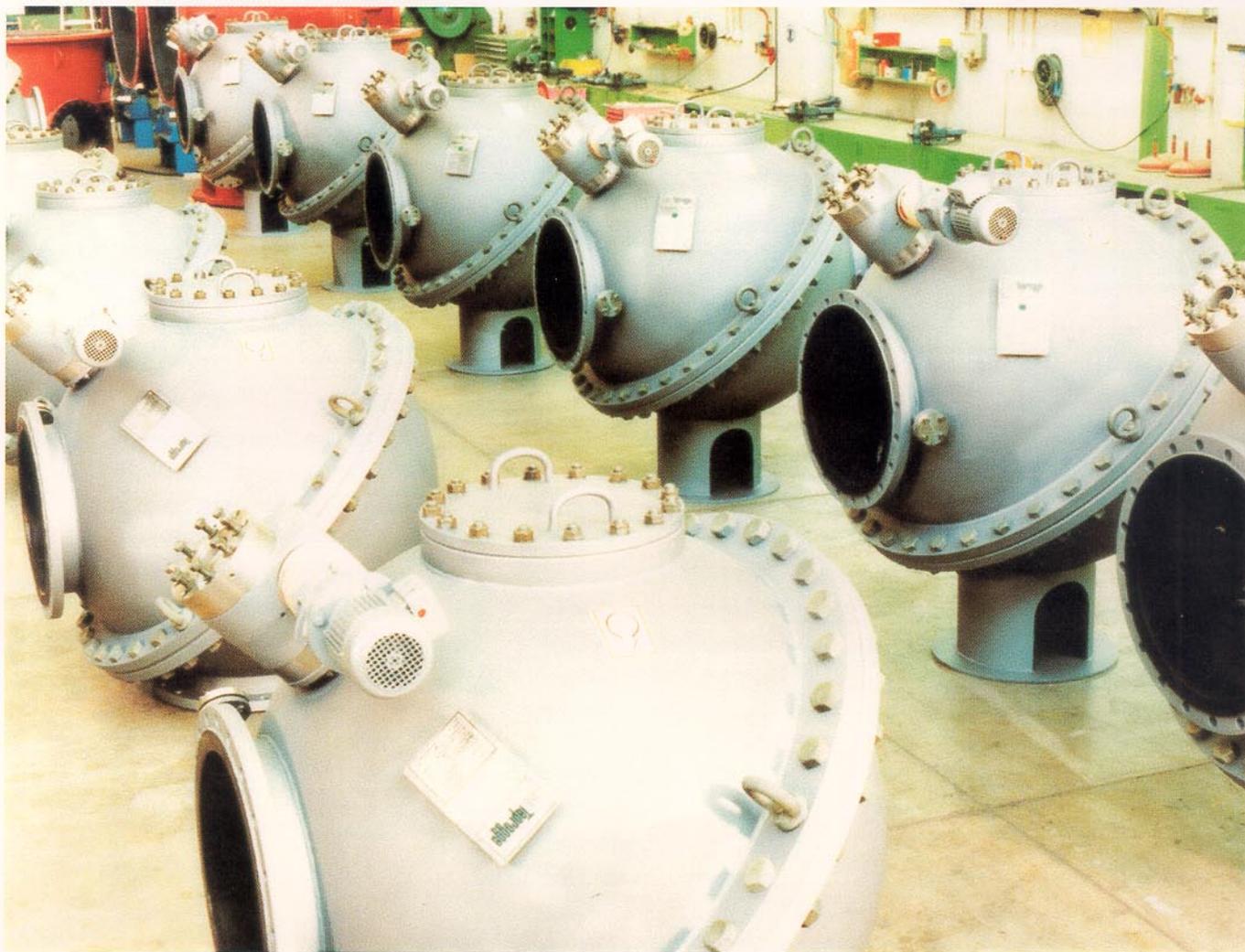
ein, passiert den Filtereinsatz und verläßt das Filter durch den Stutzen DN 2.

Alle Verschmutzungen, die größer sind als die vorgesehene Lochung, werden auf dem Filtereinsatz zurückgehalten. Durch das Differenzdruck-Meßsystem oder über eine Schaltuhr wird der Getriebemotor eingeschaltet und die Abwasserarmatur geöffnet.

Infolge der Druckdifferenz zwischen dem Betriebsdruck im Filter und dem Druck am Ende der Abwasserleitung entsteht die Rückspülung des Filtereinsatzes. Durch die Drehung des Rotors um 360° wird der gesamte Filtereinsatz automatisch mit dem Eigenmedium druckentlastet zurückgespült. Nach 3 Umdrehungen innerhalb von ca. 90 Sekunden ist

der Rückspülvorgang abgeschlossen. Die Rückspülmenge beträgt nicht mehr als maximal 5% der Gesamtdurchflußmenge während des Rückspülzyklusses.

Die Rückspülung wird solange durchgeführt, bis der Wert des ursprünglichen sauberen Differenzdruckes wieder erreicht worden ist.



Hochleistungsfilter PR-BW 100-HP in der Taprogge Fertigung

Installation

Das Filter kann horizontal und vertikal unter jedem beliebigen Winkel installiert werden, entweder gerade in die Rohrleitung oder anstelle eines Rohrbogens. (Bild 9)



Bild 9

Technische Daten

Anschlußstutzen DN 1 und DN 2	150 bis 800
Filterfläche	6 bis 8 x DN 1
Druckabfall bei 1,8 m/s	0,02 bar bei ≥ 3 mm Lochung
Spülwassermenge	$\leq 5\%$ der Durchflußmenge
Antriebsleistung	0,1 bis 0,5 kW

Besondere Merkmale und Vorteile

- Vollautomatische Selbstreinigung des Filtereinsatzes und Ableitung der Grobteile
- Keine Spalten zwischen Schmutz- und Reinwasserseite und damit kein Bypass von Grobteilen zum Reinwasser
- Bei Stromausfall kann die Rückspülung des Filtereinsatzes leicht manuell durchgeführt werden
- Geringe Spülwassermenge
- Kurze Spülzeiten
- Große Filterfläche
- Großes Schmutzspeichervolumen
- Geringster Druckverlust
- Geringer elektrischer Leistungsbedarf
- Geringer Platzbedarf
- Beliebige Stutzenstellung
- Sehr wirksam bei allen Grobverschmutzungen, insbesondere bei faserigen Arten
- Alle medienberührten Teile gummiert oder aus Edelstählen
- Einfache Steuerung
- Hohes Leistungs/Kostenverhältnis
- Hohe Anlagen- und Funktionssicherheit
- Keine Gegenspülung und kein Zusatz- oder Sperrwasser erforderlich

Weltweiter Einsatz des PR-BW 100 HP

Außer in den Niederlanden sind die Algenfilter noch in folgenden Bereichen in Betrieb:

Platform	Ostsee
Council Building	Chinesisches Meer
International Building	Südchinesisches Meer
Wärmepumpenkraftwerk Göteborg	Kläranlage
Kernkraftwerk Schweden	Ostsee
Chemiewerk Türkei	Mittelmeer
Chemiewerk Indien	Golf von Bengalen
Hotel Hong Kong	Chinesisches Meer
Chemiewerk	Kattegat



Insgesamt sind ca. 70 Algenfilter PR-BW 100 HP seit dem Jahr 1984 in Betrieb.

Als reine Grobschmutzfilter für z.B. Muscheln, Seepocken, Fische, Krabben, Quallen, Blätter, Äste, Gras, Plastikfolie, Betonstücke usw. sind die Filter als PR-BW 100 ohne spezielle Druckentlastungskammer in einer Anzahl von mehr als 300 Stück weltweit seit 1982 im Einsatz.

Schlußbetrachtung

Solange es möglich ist, Schmutz aus Gewässern mit Hilfe von Filtern mechanisch zu entnehmen und zwar so, daß die Filterflächen immer wieder sauber werden und die Filter somit einwandfrei ihre Aufgabe meistern, sollte auf den verstärkten Einsatz von Chlor oder anderen Chemikalien verzichtet werden.

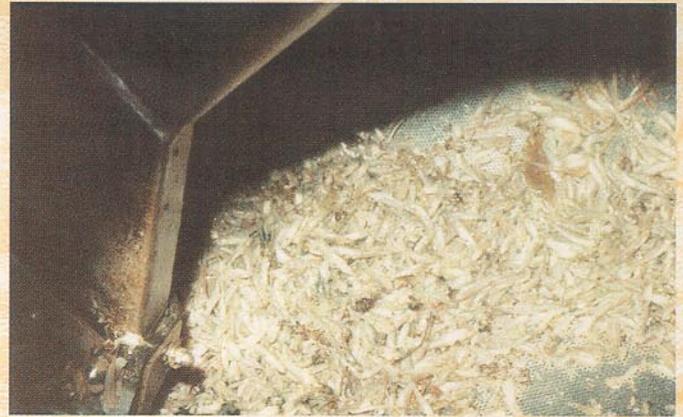
Dauergebrauch von Chlor oder Stoß-Chlorierung verhindert nicht das Wachstum von Lebewesen im Wasser, sondern kann es entsprechend reduzieren. Eine manuelle

Reinigung von Apparaten ist weiterhin regelmäßig notwendig und verursacht neben dem Betriebsausfall Kosten durch Geräte und Personal. Auch Chlor und andere Chemikalien sind regelmäßige Kosten, die nicht unerheblich sind. Der Betrieb von automatischen Rückspülfiltern und mäßige Zusätze von Chemikalien sind vom Ergebnis her die beste Versorgung der Kühlwässer, wie sich im Laufe der letzten Jahre gezeigt hat, natürlich auch hinsichtlich der Belastung der Umwelt.

Durch die vermehrte Installation von automatischen Rückspülfiltern

gerade in Chemiewerken wird bestätigt, daß dieser Weg Erfolg gezeigt hat und weiterhin

als hervorragende zukünftige Lösung zur Verfügung steht.



FRAGEBOGEN AUTOMATISCHE RÜCKSPÜLFILTER



Gesellschaft mbH
D-58292 Wetter

Tel. +49 2335 762-0

Telefax +49 2335 762-245

www.taprogge.com

Kunde: _____

Betreiber/Werk/Name: _____

Projekt Nr.: _____

FLÜSSIGKEIT

Meerwasser Brackwasser Flußwasser

Brunnenwasser Kühlteichwasser Kühlturmwasser

Andere Flüssigkeiten: _____

VORREINIGUNG

Grobsieb: (Maschenweite mm) _____ Feinsieb: (Maschenweite mm) _____

Andere Vorreinigung: _____

VERSCHMUTZUNGEN

Sand Fasern Schlamm Muscheln

Andere Schmutzart: _____

Schmutzfracht: (mg/l-ppm) _____ max. Partikelgröße: (mm) _____

FILTERAUSLEGUNG

Durchflußmenge: (m³/h-kg/s) _____ Erforderliche Spaltweite: (µm-mm) _____

Flanschanschluß: DN/Norm _____ Betriebsdruck: (bar) _____

Betriebstemperatur: (°C) _____ Stromversorgung: Ex-Schutz (Volt) _____

Zweck der Filtration: _____ Einbauort: _____

Einbauzeichnungen beigelegt: ja nein Wasseranalyse beigelegt: ja nein

Bemerkungen: _____

Ausgefüllt durch: _____ Datum: _____