

*Herrn Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr. R. LIEPOLT zum 80. Geburtstag gewidmet.*

## MYKOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN AN EINEM KLÄRWERK

B. STÜWE

### Einleitung

Bei der Untersuchung mikrobiologischer Umsatzprozesse in Gewässern werden überwiegend bakteriologische Fragen behandelt. Zeitweise können aber auch beträchtliche Konzentrationen von Pilzen in Wasserproben gefunden werden (COOKE, 1979)

Im Selbstreinigungsprozeß sind Pilze am Abbau von Pflanzmaterial und Holz beteiligt; auch in stark abwasserbelasteten, sehr nährstoffreichen Gewässern kann es zu einer Massentwicklung von Pilzen, insbesondere Hefepilzen, kommen (RHEINHEIMER, 1981)

Mykologische Untersuchungen in Abwasser und abwasserbelasteten Flüssen hat COOKE in USA durchgeführt (COOKE, 1954 a, b, 1957, 1959, 1979) Er fand, daß sich Pilze in diesem Milieu gut vermehrten und daß auch möglicherweise pathogene Organismen unter den Pilzen zu finden sind was eine pilzkundliche Abwasseruntersuchung auch aus hygienischer Sicht interessant erscheinen läßt.

In der biologischen Abwasserreinigung sind neben Bakterien immer wieder Pilze an den Abbauprozessen beteiligt (COOKE, 1979) Eine große Rolle kommt ihnen in "biologischen Rasen"-in Überzügen an Tropfkörpern, Rohren und Beckenwänden zu,

insbesondere dann, wenn Pilze gegenüber Bakterien durch das Milieu, zum Beispiel durch einen niedrigen pH-Wert, gefördert werden (ALEXANDER, 1977)

In der vorliegenden Untersuchung sollte überprüft werden, ob und in welchem Ausmaß Pilze in dem untersuchten Klärwerk vorkommen; welche Pilzkolonien sich in der Anlage und im Vorfluter nachweisen lassen und in welchem Verhältnis sie zu Bakterienkoloniezahlen stehen.

### Material und Methoden

Untersucht wurde ein kleines Klärwerk im ländlichen Raum nördlich von Kiel, in der Nähe der Ostseeküste in Schleswig-Holstein, in dem täglich 2500, im Sommer bis zu 6000 Einwohnergleichwerte Abwasser geklärt werden.

Die Anlage besteht aus einem Grobrechen, von dem aus das Abwasser in ein Belebungsbecken mit Belüftung durch zwei Paddelwalzen geleitet wird. Über ein Schaufelrad wird das Abwasser aus dem Belebungsbecken in das Nachklärbecken gepumpt, von dort wird Belebtschlamm rückgeführt, Überschussschlamm in einen Faulurm gepumpt und das geklärte Abwasser in den Vorfluter geleitet. Im Sommer, üblicherweise ab Ende Mai, wird das Klärwasser vor der Einleitung in den Vorfluter noch mit Hypochlorit desinfiziert. Im Jahr 1984 gab es durch Wechsel des Klärwärters und Überholung der Anlage eine Verzögerung, so daß die Chlorung im Untersuchungszeitraum nicht in Betrieb genommen wurde.

Der Vorfluter ist ein kleiner, relativ stark verschmutzter regulierter Bach, der nach der Abwassereinleitung etwa 200 m als gerader Graben durch Weideland fließt, dann durch eine kleine Schilfzone und über Sandstrand in die Ostsee

mündet. Die Schüttung beträgt schätzungsweise  $0,1 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Proben wurden nur aus dem freien Wasser genommen, Überzüge und Aufwuchs wurden nicht untersucht.

Der Untersuchungszeitraum war Mitte Januar bis Ende Mai 1984; es wurden insgesamt sieben Proben im Abstand von zwei bis vier Wochen untersucht.

#### Entnahmestellen:

- "Ablauf" = geklärtes Abwasser, direkt beim Einlauf in den Vorfluter  
"Bach, vor" = Vorfluter vor der Abwassereinleitung  
"Bach, 200 m" = 200 m nach der Abwassereinleitung  
"Zulauf" zum Klärwerk, vor dem Grobrechen  
"Belebungsbecken"

Die Probenahme erfolgte mit sterilen Glasflaschen. Nach dem Transport ins Labor (30 bis 90 min) wurden die Proben sofort aufgearbeitet.

Als bakteriologische Parameter wurden mit dem Gußplattenverfahren

1. die Zahl der Coliformen auf GÄßNER-Agar bei  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  nach 48 Stunden (GÄßNER, 1918) und
2. die Saprophytenzahl (= Koloniezahl nach den Deutschen Einheitsverfahren) auf ZOBELL-Wasseragar bei  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  nach 7 und 14 Tagen bestimmt (OPPENHEIMER und ZOBELL, 1952)

Zusätzlich wurde  $\text{NH}_4\text{-N}$  photometrisch bestimmt (Methode nach GRASSHOFF, 1968)

Pilze wurden grob in hyphenbildende (fädige) Pilze und in Hefen unterteilt. Koloniezahlen wurden

auf 0,65 µm Membranfiltern  
auf Gußplatten und  
auf ausgespatelten Platten

bestimmt, um das günstigste Verfahren zu finden.

Zur Isolierung einzelner Kolonien war das Spatelverfahren sehr günstig, ergab aber niedrigere Koloniezahlen als Filter- oder Gußplatten. Am konstantesten waren die Ergebnisse auf den Membranfiltern, hier gab es auch die wenigsten Ausfälle von Platten durch Überwucherung. Vorteilhaft ist auch, daß man beim Filtrieren der Probe die Probenmenge beliebig wählen kann, während beim Ausspateln oder Gießen von Platten die Probenmenge auf 0,1 bis 1 ml begrenzt ist.

Für fädige Pilze wurden Kartoffel-Möhren-Agar (K)

20 g Kartoffeln, 20 g Möhren, klein  
schneiden und in 1000 ml Wasser eine  
Stunde schwach kochen, abseihen und 20 g  
Agar zufügen, pH 6,5

und Malzextrakt-Agar (Oxoid) (M)

30 g Malzextrakt, 5 g mykologisches  
Pepton, 20 g Agar auf 1000 ml Wasser, pH 5,4

verwendet. Beiden Nährmedien wurde Bengalrosa (0,1 bis 0,2 g/l) nach dem Autoklavieren als Bakteriostatikum zugesetzt.

Die Platten wurden bei Zimmertemperatur bebrütet und nach 3 und 6 Tagen unter der Stereolupe ausgezählt.

Hefen wurden auf Hefemedium nach MEYERS, verändert nach HOPPE (1972 a,b) bestimmt:

20 g Glukose, 5 g Pepton, 3 g Fleisch-  
extrakt, 1 g Hefeextrakt, 15 g Agar auf  
1000 ml Wasser. Nach dem Autoklavieren mit  
10 %iger Milchsäure auf pH 4 4,5 ein-  
stellen und 0,25 g Antibiotikum (Binotal  
Bayer) zugeben.

Die Bebrütung erfolgte bei 15 °C sieben und vierzehn Tage, kühlere Temperaturen sollen ein Überwuchern der Platten mit Hyphenpilzen vermeiden.

### Ergebnisse

Malzextraktagar (M) eignete sich besser zur Bestimmung der Koloniezahl fädiger Pilze, er ergab höhere Koloniezahlen und geringere Schwankungen.

Die Ergebnisse der bakteriologischen Koloniezahlbestimmungen und die Werte der Filterplatten auf Malzextrakt- und Hefeagar sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Tab. 1.

## Klärwerk - Kontrollparameter, Pilze und Hefen

	Coli/ml	Koloniezahl/ml	mgNH <sub>4</sub> -N/l	pH	Kolonien/ml	
					Pilze Filter(Guß)-M	Hefen Filter-H
1. 1984 02 20 kalt,Nachklärung ein. Bach,vor gefroren,Schwimmedecke	700 10	16 700 5 000	0.840 0.500		10	(150) ( 20)
2. 1984 01 31 Regen,mild	2 000 155	600 000 760 000	0.166 0.585		100	( 83) ( 34)
3. 1984 02 15 trocken,kalt	2 950 26	340 000 49 000	0.176 0.654	7,5 8,0	20 35	( 11) ( 24)
4. 1984 02 27 trüb,kalt,Rundräumer kaputt "eingefroren",Bach,200m Belebung = null,fri- sche Gülle auf Wiese	110 000 190 8 000	13 900 000 30 000 2 340 000	6.752 0.998 22.360	8,4 8,0 8,2	30 12 30	
5. 1984 03 26 Räumer noch kaputt Klärwärter gestorben Neuanlauf d.Anlage	1 000 430 230	180 000 36 000 110 000	0.276 0.566 0.570		11 17 15	146 20 55
6. 1984 04 11 kühl,trocken,Anlage läuft	2 900 7 240	370 000 61 000 151 000	0.479 0.512 0.590	8,0 8,0 7,3	20 13 25	190 11 23
7 1984 05 14 kühl,windig,trocken Bach,200m	1 500 7 237	210 000 25 000 64 000	0.695 1.320 0.952		23 16 21	108 18 44
Zusätzliche Proben:						
1. 1984 01 20 Belebung	1 000	1 300 000	5.920			(200)
2. 1984 01 31 Zulauf	100 000	10 200 000	4.200			(700)
3. 1984 02 15 Belebung	45 000	1 100 000	0.168	7,3	2 800	(4000)
4. 1984 02 27 Zulauf	200 000	8 600 000	18.473	8,0	700	(900)

Im Betrieb des Klärwerkes gab es einige Störungen, die sich in den Kontrollparametern auch niedergeschlagen haben. Die Probenserien an den verschiedenen Tagen sind daher untereinander kaum vergleichbar; Vergleiche wurden nur innerhalb einer Probserie zwischen den einzelnen Entnahmestellen angestellt.

Pilzkoloniezahlen, mit dem KOCH'schen Plattenverfahren bestimmt, sind mit Bakterienkoloniezahlen (Saprophytenzahlen) nur bedingt vergleichbar. Saprophytenzahlen ergeben einen Wert für die Anzahl aktiver heterotropher Bakterienzellen in der Probe; diese sind am Abbau wesentlich beteiligt.

Pilzkolonien auf Agarplatten entstehen zum überwiegenden Teil aus Sporen, weniger aus vegetativen Zellen (PARK, 1974). Auch ist die Zellzahl und Biomasse eines Pilzthallus so variabel, daß sich aus einer geschätzten Sporenzahl nicht auf die pilzliche Biomasse schließen läßt.

Man kann allerdings aus der Koloniezahl erkennen, ob Pilze in der Probe, in diesem Fall im Klärwerk und im Vorfluter, vorhanden sind, ob sie sich vermehren, das heißt, Sporen in der Anlage angereichert oder eliminiert werden.

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in den Koloniezahlen. Das in die Kläranlage einfließende Abwasser weist hohe Pilzkonzentrationen auf, die Koloniezahlen steigen im Belebungsbecken auf das Fünf- bis Zehnfache an. Offenbar können Pilze in der Anlage wachsen und Sporen bilden und sind somit auch an den Abbauprozessen beteiligt.

Im ablaufenden Klärwasser sind die Koloniezahlen fädiger Pilze im Verhältnis zu den Hefe- und Bakterienkoloniezahlen stark zurückgegangen, es sind kaum mehr Kolonien zu finden.

als im unbelasteten Vorfluter. Das mag auf eine eliminierende Wirkung der Nachklärung hinsichtlich fädiger Pilze hindeuten.

Hefen finden sich im Klärwasser nach der Nachklärung noch etwa zehnmal so viele wie im Vorfluter. Auch nach 200 m Fließstrecke hat sich die Hefezahl trotz etwa zehnfacher Verdünnung (Schüttung des Baches ca.  $0,1 \text{ m}^3/\text{min}$ , Klärwasser ca.  $0,01 \text{ m}^3/\text{min}$ ) nicht entsprechend verringert, was auf ein Zerschlagen von Flocken im Bach zurückzuführen sein kann.

Da Hefen aber nach 200 m und daher auch noch an der Bachmündung am Sandstrand offensichtlich gut lebensfähig sind, wäre es aus hygienischer Sicht interessant zu untersuchen, ob pathogene Organismen darunter zu finden sind und wie weit sich die Chlorung im Sommer auf Hefen auswirkt.

Bei dieser Untersuchung wurden deutlich mehr Hefen als fädige Pilze gefunden. Bei den Hefen gab es einen hohen Anteil hyphenbildender Formen, einige waren stark pigmentiert. Unter den Hyphenpilzen wurden Vertreter der niederen Pilze: Familie Mucoraceae, Gattungen *Mucor* und *Rhizopus* und Vertreter der höheren Pilze, der Fungi imperfecti: Gattungen *Penicillium*, *Acremonium*, *Cladosporium*, beobachtet.

Eine Untersuchung des Klärwerks über einen längeren Zeitraum hinweg mit Einbeziehung von Überzügen in Rohren und an Beckenwänden und einer Analyse der Pilzpopulation wäre sicherlich interessant. Pilze kommen nicht nur in Abwasser- sondern auch in Trinkwassersystemen vor (NAGY und OLSON, 1982), können den Geschmack beeinflussen (COOKE, 1979), Rohre verstopfen oder bei Abbauprozessen nützlich sein.

Taxonomische Untersuchungen an Tropfkörpern könnten eine

gezielte Beimpfung ermöglichen (COOKE, 1979, La RIVIÈRE in ALEXANDER 1977)

Nimmt man auch an, daß Pilze in herkömmlichen Anlagen eine den Bakterien untergeordnete Rolle spielen, so könnten sie bei speziellen (Industrie-) Abwässern effektivere Filterpopulationen stellen (La RIVIÈRE in ALEXANDER, 1977), wenn man ihren Ansprüchen entgegenkommt.

### Zusammenfassung

In einem kleinen Klärwerk an der Ostseeküste in der Nähe von Kiel, BRD, wurde das Vorkommen von Pilzen mittels Bestimmung von Koloniezahlen im Klärwerk, im Ablauf und im Vorfluter untersucht. Die Koloniezahlbestimmung erfolgte auf Membranfiltern, Gußplatten und ausgespatelten Platten. Es wurden fädige Pilze und Hefen unterschieden. Die Ergebnisse zeigen ein Ansteigen insbesondere der Hefekoloniezahlen in der Kläranlage und im Ablauf. Membranfiltration erwies sich als geeignetste Untersuchungsmethode.

Die Untersuchung wurde an der Abteilung für Marine Mikrobiologie des Institutes für Meereskunde in Kiel durchgeführt.

Tab. 2.:

## Klärwerk Surendorf - Pilze und Hefen

Kolonien/ml	K <sup>2</sup>		M <sub>2</sub>		H	
	Guß	Filter	Guß	Filter	Guß	Filter
1 vor	14	3,4	20			
nach	500	7,6	150	10		
Belebung	600	7,1	200			
2. vor	39	14,5	34	7,8		
nach	76	11,3	83	100		
Zulauf	250	186	700			
3. vor	13	12	11	20	15	
nach	43	25	24	35		
Belebung	3250	560	4100	2800		
4. vor	3	6	2	12	26	30
nach	5	2	100	30	1000	1000
x		3	18	30	110	360
Zulauf	600	90	900	700	4400	800
5. vor		21		17		20
x		22		15		55
nach		20		13 / 86		175
6. vor		8,5		11		146
x		4		60 / 164		330
nach		6		7,5 / 0		16
7. vor				25		23
x				30 / 260		40
nach				20		190
8. vor				7,5 / 19		170
x				16		8
nach				21		18
				23		44
				keine Werte		19
						108
						92

P / H

5 / 8

13 / 86

60 / 164

7,5 / 0

30 / 260

7,5 / 19

0,4

1,5

8

## SUMMARY

### Investigation of a sewage fungus in a sewage treatment plant near Kiel (FRG)

A small sewage treatment plant near Kiel, FRG, was investigated for the occurrence of fungi. Colony-forming units were estimated in the reactor, in the effluent and in the discharge river. The number of colonies was determined on agar plates, using both the pour- and spread-plate techniques as well as millipore filters. Filamentous fungi and yeasts were differentiated. Results showed an increase of yeast colonies in the treatment reactor and the effluent. The membrane-filtration-technique proved to be the most suitable method.

All investigations were carried out at the Abt.f. Marine Mikrobiologie des Inst. f. Meereskunde, Kiel.

## Literatur

- ALEXANDER, M., ed. (1977): *Advances in Microbiol Ecology*, Vol. 1.- Plenum Press, New York.
- COOKE, W.B. (1954a) *Stream Pollution: II. Isolation Techniques.- Sewage and Industrial Wastes* 26, 661-674.
- (1954b): *Stream Pollution: III. Fungi in a Small Polluted Stream.- Sewage and Industrial Wastes* 26, 790-794.
- (1957) *Nutritional Requirements of Nine Common Sewage Fungi.- Sewage and Industrial Wastes* 29, 1243-1249.
- (1979) *The Ecology of Fungi.- CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.*

- COOKE, W.B., BARTSCH, A.F. (1959): Aquatic Fungi in Water with high Waste Loads.- Sewage and Industrial Wastes 31, 1316-1322.
- GABNER, G. (1918): Ein neuer Dreifarbenährboden zur Typhus-Ruhr-Diagnose.- Zbl Bakt Parasit Kde Abt.I..Vol.80,219-222.
- GRASSHOFF, K. (1968): Über eine empfindliche und direkte Methode zur automatischen und manuellen Bestimmung von Ammoniak im Meerwasser.- Z Analyt Chem 234 (1), 13-22.
- HOPPE, H.-G. (1972a) Ökologie der Hefen im Bereich der westlichen Ostsee.- Kieler Meeresforschungen 28, H.1.  
(1972b): Taxonomische Untersuchungen an Hefen aus der westlichen Ostsee.- Kieler Meeresforschungen 28, H.2.
- NAGY, L.A., OLSON, B.H. (1982): The Occurrence of Filamentous Fungi in Drinking Water Distribution Systems.- CJ Microb 28.6, 667-671.
- OPPENHEIMER, C.H., ZOBELL, C.E. (1952): The Growth and Viability of Sixty-three Species of Marine Bacteria as Influenced by Hydrostatic Pressure.- J Mar Res 11,10-18.
- PARK, D. (1972) Methods of Detecting Fungi in Organic Detritus in Water.- Trans Brit Mycol Soc 58, 281-290.  
(1974): Accumulation of Fungi by Cellulose Exposed in a River.- Trans Brit Mycol Soc 63, 437-447
- RHEINHEIMER, G. (1981): Mikrobiologie der Gewässer. 3.Auflg.- Vlg. G. Fischer, Stuttgart.

# 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: 1986

Band/Volume: [1986](#)

Autor(en)/Author(s): Stüwe Barbara

Artikel/Article: [Mykologische Beobachtungen an einem Klärwerk 225-236](#)