

*Aus der Hydrologischen Untersuchungsstelle Salzburg
Herrn Univ.-Prof.Dr. D. STRAUCH zum 60. Geburtstag gewidmet*

SALMONELLADIAGNOSTIK IM KLÄRSCHLAMM - EIN ERFAHRUNGSBERICHT

G. SIGL

1. Einführung in die Problemstellung

Klärschlamm als Konzentrat von Siedlungsabwasser enthält praktisch alle Krankheitserreger von akut Erkrankten, latent Infizierten, bekannten sowie unbekanntem Dauerausscheidern sowie aus Krankenhäusern, Schlacht- und Viehhöfen, landwirtschaftlichen, gewerblichen sowie industriellen Betrieben des Einzugsbereiches (STRAUCH, 1986). Sowohl über die Konzentration der verschiedenen Bakteriengruppen im Rohabwasser als auch über die Veränderungen der Keimkonzentrationen im Zuge der Abwasserreinigung liegen zahlreiche, z.T. sehr unterschiedliche Untersuchungsergebnisse vor (POPP, 1973; KOHL, 1981; POPP, 1984; TIEFENBRUNNER, 1985; GERHARDT, 1986; TEITGE, 1986; KAYSER, 1987; LANG, 1987; SCHOMBURG, 1987;). Die Einschleusung, Verankerung und Verbreitung von Krankheitserregern in die Biozönose über die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm wird als Bedrohung einer einwandfreien Urproduktion in lebensmittelhygienischer Hinsicht eingestuft (Abb.1).

Dem umfangreich belegten Salmonellenrisiko (HESS, 1975; BREER, 1981; WHO, 1981; BREER, 1983; STRAUCH, 1983; PIETZSCH, 1985; SIGL, 1986; STRAUCH, 1987; KÖCK, 1988) wird in der Schweiz durch die Schweizerische Klärschlammverordnung vom 8. April 1981 und in der BRD durch die Klärschlammverordnung vom 25. Juni 1982 zu begegnen versucht.

Referat geringfügig erweitert, gehalten an der 21. Jahrestagung "100 Jahre Kongreß für Hygiene und Demographie in Wien" der Österreichischen Gesellschaft für Hygiene, Mikrobiologie und Präventivmedizin in Baden bei Wien am 20. Mai 1988.

In Österreich besteht bislang keine einheitliche Auffassung über Regelungen über die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (CHYTIL, 1986; HANCVENCL, 1986). Mangels einer bundeseinheitlichen Regelung bestehen lediglich für einzelne Bundesländer, wie z. B. für Salzburg, Tirol, die Steiermark und Vorarlberg Regelungen, die sich nicht nur qualitativ sowie quantitativ erheblich untereinander, sondern auch von den Empfehlungen für Betreiber von Abwasserreinigungsanlagen des ÖWWV-Regelblattes Nr. 17 zur landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm aus 1984 unterscheiden. Als bislang restriktivste Maßnahme ist für Österreich das generelle Verbot der Verwendung von Klärschlamm als Düngemittel für landwirtschaftliche Betriebe mit hartkäsetauglicher Milch zu bewerten.

Demgemäß bestehen sowohl über den qualitativen als auch über den quantitativen Umfang der Untersuchung von Klärschlamm im Zuge der Verfahrens- sowie Prozeßkontrolle keine international einheitlichen Vorstellungen. Weiters gibt es bislang keine Standardmethoden zur mikrobiologischen Untersuchung von Klärschlamm. Über die Erfahrungen der Untersuchung von Klärschlamm auf Salmonellen wird berichtet.

2. Untersuchungsmethodik und Material

Im Zuge der behördlicherseits vorgeschriebenen Überwachung von landwirtschaftlich zu verwertenden Klärschlämmen wurden an der Hydrologischen Untersuchungsstelle Salzburg, beginnend mit 1981, bislang 110 Klärschlammproben aus 18 verschiedenen biologischen Kläranlagen des Bundeslandes Salzburg bzw. dem angrenzenden Tirol mit Anlagengrößen zwischen 1 000 und 80 000 EGW u.a. auf Salmonellen untersucht.

Die in Abb. 2 dargestellten Untersuchungsergebnisse sind die Zusammenfassung einer Vielzahl von Versuchen mit unterschiedlichen Probenmengen, Anreicherungsmedien, Bebrütungstemperaturen sowie Ausstrichen auf verschiedene Platten.

Nach den ersten Vorversuchen zur Entwicklung eines standardisierbaren Untersuchungsverfahrens stellte sich bald heraus, daß die in anderen Bereichen erfolgreich eingesetzten Methoden zur Isolation von Salmonellen nicht so ohne weiteres auf Klärschlamm aus biologischen Kläranlagen übertragbar waren. Jedenfalls mußten einer hohen Selektivität eine hohe Ausbeute sowie die Anwendbarkeit im Routine-labor gegenübergestellt werden. Dabei waren spezifische Materialeigenschaften, wie flüssig bis pastös, stichfest bis krümelig hart, schwer bis nicht entwässerbar, von toxischen Inhaltsstoffen durchsetzt, ausgeprägte und unterschiedliche Belgeitflora sowie subletal geschädigte bis in Vermehrung befindliche Bakterienzellen zu berücksichtigen.

Auch wenn über die Notwendigkeit der Voranreicherung gepuffertem Peptonwasser (Oxoid CM 509) bereits seit längerem keine Zweifel mehr bestanden (SIGL, 1986), wurden in Verbindung mit der Einführung der Salmonellenanreicherungsbouillon nach RAPPAPORT und VASSILIADIS - R 10 (Merck 7700) vergleichende Untersuchungen mit den klassischen Salmonel-

lenanreicherungsmedien Tetrathionat nach MÜLLER-KAUFFMANN (Oxoid CM 343), Tetrathionat-Kristallviolett-Anreicherungsbouillon nach PREUSS (Merck 5173) sowie dem SALMOSYST-System (Merck 10131) durchgeführt.

Alle Versuche wurden im Doppelansatz mit 1,0 g homogenisiertem Klärschlamm angesetzt, wobei unabhängig von Konsistenz der Probe die Auflösung jeweils direkt im Voranreicherungsmedium durch dreiminütiges Schütteln erfolgte. Die Voranreicherung von 1,0 g Probe in 9 ml gepuffertem Peptonwasser wurde über 14 18 Stunden bei 37 °C bebrütet. Anschließend wurden daraus 0,1 ml in das Anreicherungsmedium nach RAPPAPORT und VASSILIADIS R 10 sowie je 10 ml in die Medien nach MÜLLER-KAUFFMANN bzw. PREUSS überführt und je bei 37 °C sowie 43 °C über 16 bis 20 Stunden bebrütet.

Aus den Hauptanreicherungen wurden je 2 Standard-Impfösen auf BPLS-Agar (Oxoid CM 329) zur Vereinzelnung ausgestrichen. In zahlreichen Vorversuchen erwies sich dieser Selektivnährboden als derjenige mit der höchsten Ausbeute. Die Anreicherung nach PREUSS wurde auf LEIFSON-Agar (Merck 2896) ausgestrichen. Alle Platten wurden über 24 bis 48 Stunden bei 37 °C bebrütet. Verdächtige Kolonien wurden zunächst am Objektträger mit polyvalentem Salmonella-Testserum (Behring ORMT 10/11) agglutiniert, im positiven Fall wurden Reinkulturen zur Serotypisierung zur Salmonella-Zentrale an der Bundesstaatlichen Bakteriologisch-Serologischen Untersuchungsanstalt in Graz verschickt. Zusätzlich wurde ca. jede dritte bis fünfte Kolonie mittels Enterotube II bzw. API 20 E Rapid auf biochemische Leistung untersucht.

3. Untersuchungsergebnisse

Wie der Abb. 2 zu entnehmen ist, waren von insgesamt 110 Proben 62, entsprechend 56 *Salmonella* positiv. Unter Berücksichtigung des bislang noch sehr bescheidenen Anteil des hygienisierter Klärschlämme liegt der Prozentsatz der positiven Proben im Durchschnitt bei 62. Abgesehen von 1985 ist ein kontinuierlicher Anstieg der positiven Befunde zu beobachten, wobei seit Einführung des R 10-Mediums ein Niveau von knapp unter 80 nicht hygienisierter Klärschlämme erreicht ist.

Aus 54 positiven Proben wurden bislang 34 Serotypen insgesamt 87 mal isoliert. Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Gruppen nach dem KAUFFMANN-WHITE-Schema (WINKLE, 1979) sind den Abbildungen 3 und 4 zu entnehmen.

Abb. 2: Zusammenstellung Untersuchungsergebnisse KS

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Gesamt
Proben gesamt	4	10	11	12	17	20	24	12	110
positive Proben	3	5	6	8	2	15	16	7	62
positive in %	75	50	54	67	12	75	66	58	56
hygienisierte P.	0	0	0	0	0	1	3	3	7
hygienis.P. in %	0	0	0	0	0	5	13	25	6,4
nicht hyg. P.	4	10	11	12	17	19	21	9	103
pos. in %	75	50	54	67	12	78	76	78	60
ST gesamt	/	/	8	16	3	23	26	11	87
ST einzel	/	/	7	10	1	9	5	2	34

Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Serotypen

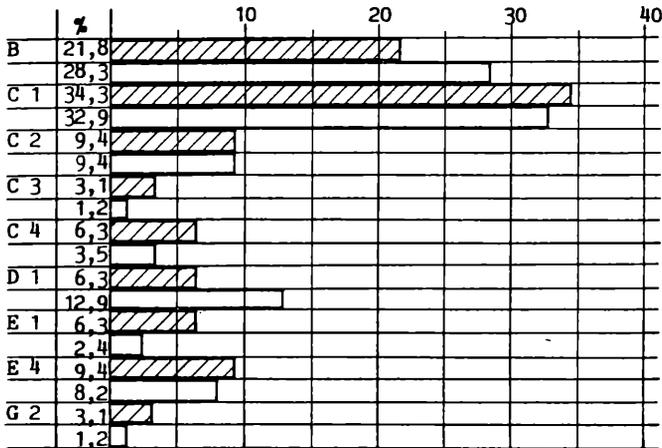
Serotyp	Gr.	n	%	5	10
1. S. panama	D 1	9	10,3		
2. S. typhimurium	B	8	9,2		
3. S. agona	B	7	8,0		
4. S. infantis	C 1	6	6,9		
5. S. braenderup	C 1	5	5,7		
S. thompson	C 1	5	5,7		
S. senftenberg	E 4	5	5,7		
6. S. bredeney	B	3	3,4		
S. saint paul	B	3	3,4		
S. tennessee	C 1	3	3,4		
S. hadar	C 2	3	3,4		
S. muenchen	C 2	3	3,4		
S. enteritidis	D 1	2	2,3		
7. S. oranienburg	C 1	2	2,3		
S. livingstone	C 1	2	2,3		
S. gold coast	C 2	2	2,3		
S. eiasbüttel	C 4	2	2,3		
8. S. paratyphus B	B	1	1,1		
S. monophas B	B	1	1,1		
S. brandenburg	B	1	1,1		
S. virchow	C 1	1	1,1		
S. ohio	C 1	1	1,1		
S. mbandaka	C 1	1	1,1		
S. montevideo	C 1	1	1,1		
S. bareilly	C 1	1	1,1		
S. corvallis	C 3	1	1,1		
S. nienstedten	C 4	1	1,1		
S. give	E 1	1	1,1		
S. anatum	E 1	1	1,1		
S. krefeld	E 4	1	1,1		
S. westerstede	E 4	1	1,1		
S. havana	G 2	1	1,1		
S. der C. Gruppe	-	1	1,1		
Rauhstamm	-	1	1,1		

Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Serotypen

Serotyp	Gr.	n	%	5	10
<i>S. paratyphus B</i>	B	1	1,1	█	
<i>S. typhimurium</i>	B	8	9,2	██████████	█
<i>S. bredeney</i>	B	3	3,4	████	
<i>S. saint paul</i>	B	3	3,4	████	
<i>S. agona</i>	B	7	8,0	█████████	
<i>S. monophas B</i>	B	1	1,1	█	
<i>S. brandenburg</i>	B	1	1,1	█	
<i>S. infantis</i>	C 1	6	6,9	████████	█
<i>S. virchov</i>	C 1	1	1,1	█	
<i>S. braenderup</i>	C 1	5	5,7	███████	
<i>S. thompson</i>	C 1	5	5,7	███████	
<i>S. ohio</i>	C 1	1	1,1	█	
<i>S. oranienburg</i>	C 1	2	2,3	██	
<i>S. mbandaka</i>	C 1	1	1,1	█	
<i>S. livingstone</i>	C 1	2	2,3	██	
<i>S. tennessee</i>	C 1	3	3,4	███	
<i>S. montevideo</i>	C 1	1	1,1	█	
<i>S. bareilly</i>	C 1	1	1,1	█	
<i>S. hadar</i>	C 2	3	3,4	███	
<i>S. muenchen</i>	C 2	3	3,4	███	
<i>S. gold coast</i>	C 2	2	2,3	██	
<i>S. corvallis</i>	C 3	1	1,1	█	
<i>S. eimsbuettel</i>	C 4	2	2,3	██	
<i>S. panama</i>	D 1	9	10,3	██████████	█
<i>S. enteritidis</i>	D 1	2	2,3	██	
<i>S. nienstedten</i>	C 4	1	1,1	█	
<i>S. give</i>	E 1	1	1,1	█	
<i>S. anatum</i>	E 1	1	1,1	█	
<i>S. senftenberg</i>	E 4	5	5,7	███████	
<i>S. krefeld</i>	E 4	1	1,1	█	
<i>S. westerstede</i>	E 4	1	1,1	█	
<i>S. havana</i>	G 2	1	1,1	█	
<i>S. der C. Gruppe</i>	/	1	1,1	█	
<i>Rauhstamm</i>	/	1	1,1	█	

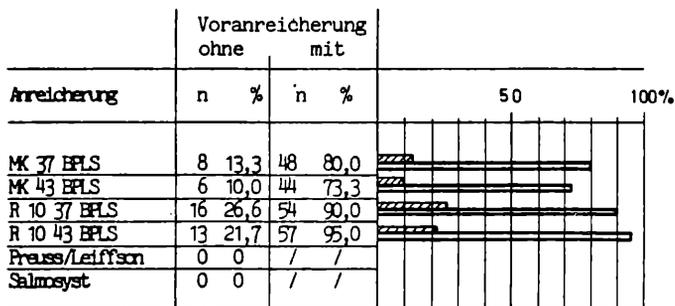
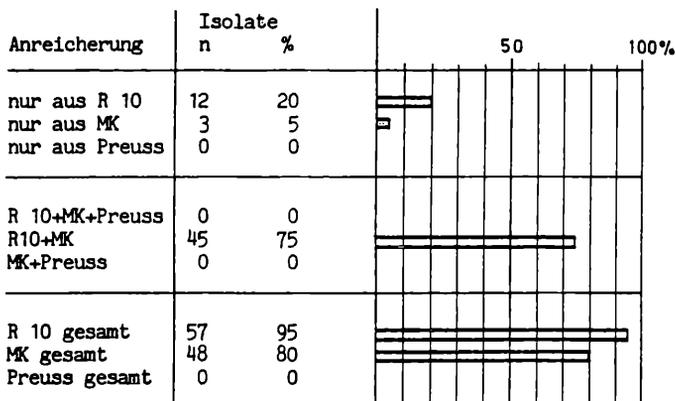
Am häufigsten wurden *S. panama*, *S. typhimurium*, *S. agona*, *S. infantis*, *S. braenderup*, *S. thompson* und *S. senftenberg* isoliert, mit 11 Serotypen oder 32,3 % war die Gruppe C 1 damit am stärksten vertreten.

Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der Gruppensumme



Die Untersuchungsergebnisse des Vergleichs der verschiedenen Anreicherungsverfahren mit 38 Klärschlammproben aus 16 Kläranlagen sind der Abb. 6 zu entnehmen. Danach haben sich das Anreicherungsmedium nach PREUSS mit Ausstrich auf LEIFSON-Agar sowie das SALMOSYST-System als unbrauchbar für die Isolierung von Salmonellen aus Klärschlamm erwiesen.

Abb. 6: Vergleich Anreicherungsmedium mit und ohne Voranreicherung in gepuffertem Peptonwasser



Die Resusztation in gepuffertem Peptonwasser erweist sich damit auch für Klärschlamm als unbedingtes Erfordernis (SCHMIDT-LORENZ, 1988). Das VASSILIADIS-RAPPAPORT-Medium-R 10 zeigte sich dem MÜLLER-KAUFFMANN-Medium gegenüber deutlich überlegen, vergleichbare Ergebnisse wurden für

zahlreiche andere Produkte veröffentlicht (JONAS, 1986; MERSCH-SUNDERMANN, 1987; MUNOZ, 1987).

Die mehrfach beobachtete starke Unterdrückung der Begleitflora, insbesondere von *Proteus* spp., kann auch aus den vorgelegten Untersuchungsserien abgeleitet werden.

Im Zuge der Auswertung der Daten erschienen noch zwei Fragen von Interesse:

Wie aus den Abbildungen 7 und 8 zu entnehmen ist, wurde zum einen geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen Kläranlagengröße und Zahl an Serotypen bzw. positiven Isolaten von Salmonellen aus Klärschlamm besteht.

Dabei zeigte sich sowohl für die Zahl der Serotypen als auch für die Summe der Isolate in Abhängigkeit der Anlagengröße eine statistisch hochsignifikante bzw. signifikante Korrelation. Diese Berechnungen beziehen sich auf Anlagengrößen zwischen 1 000 bis 25 000 EGW für das Untersuchungsgebiet und werden sowohl durch die Regressionsanalyse als auch durch die verteilungsunabhängige Prüfung auf Zusammenhänge mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach SPEARMANN (WEBER, 1986) bestätigt.

Zum anderen wurden die in vier Bezirken des Bundeslandes Salzburg in den Klärschlammproben gefundenen Serotypen denen der in den Gesundheitsämtern registrierten gegenübergestellt.

Dabei ergab sich bei 77 Befunden bei 23 (29,9 %) eine Übereinstimmung zwischen Klärschlammbefunden und Befunden am Gesundheitsamt. 23 (29,9 %) Salmonellenbefunde waren nur am Gesundheitsamt registriert, 31 (40,2 %) nur im Klärschlamm. Von 35 Serotypen wurden 13 (37 %) nur aus dem Klärschlamm isoliert, 6 (17 %) nur im Rahmen der Tätigkeit der Gesundheitsämter und 16 (46 %) sowohl im Klärschlamm

als auch bei den Gesundheitsämtern. Damit steht der Gruppe der sowohl als Erreger gemeldeten als auch im Klärschlamm gefundenen Serotypen eine relativ große Gruppe von Serotypen gegenüber, die nur aus Klärschlamm isoliert werden konnte.

Abb. 7: Serotypen und Summe der Serotypen
1 000 - 25 000 EGW

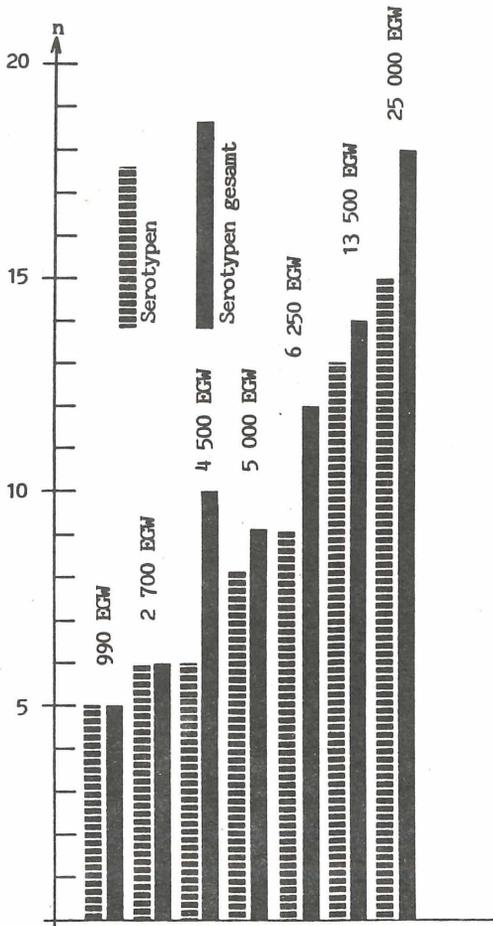
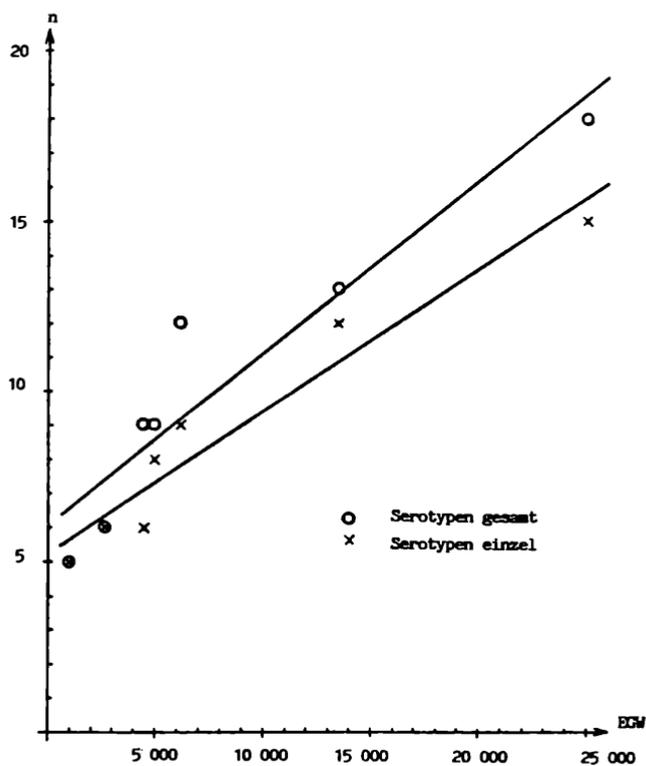
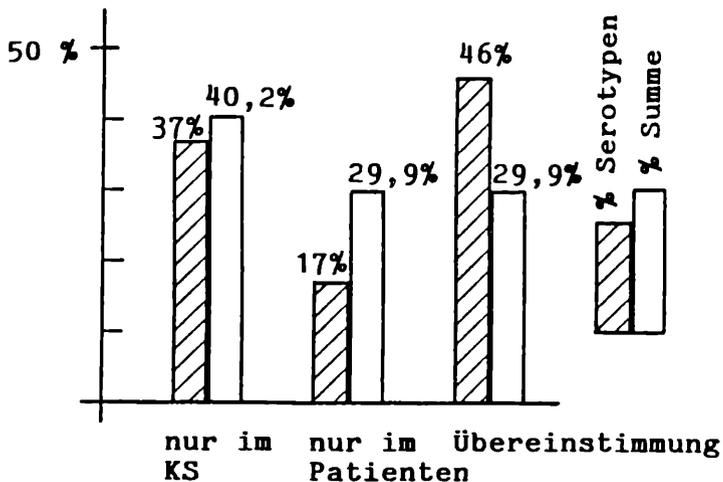


Abb. 8: Serotypen und Summe der Serotypen
1 000 - 25 000 EGW



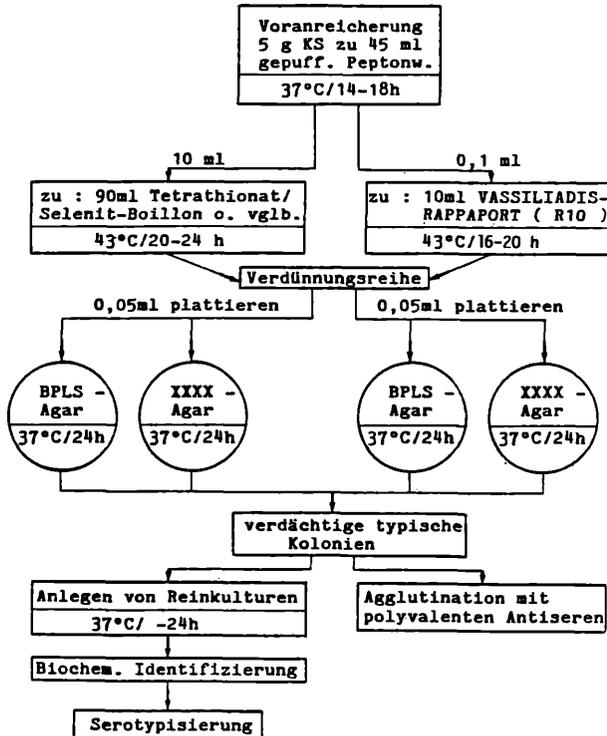
Für derartige Befunde finden sich in der Literatur zahlreiche Interpretationsversuche (SCHÜSSELER, 1986; SOBOTTA, 1986; WICKE, 1986), bislang jedoch kaum einer, der die angewandten Untersuchungsmethoden zur Isolierung von Salmonellen als Anhaltspunkt ausführt (GÄRTNER, 1975). Jedenfalls gibt es einige Hinweise darauf, daß die in der klinischen Mikrobiologie erfolgreich angewendeten Untersuchungsmethoden zur Isolierung von Salmonellen nicht unmittelbar auf die Untersuchung von Klärschlamm übertragbar sind (HEINRICH, 1959; HASLAUER, 1984; PHILIPP, 1988).

Abb. 9: Serotypen KS und Patient



Die in Abb. 10 dargestellte Methodik wird zur Untersuchung von Klärschlamm auf Salmonellen vorgeschlagen. Zur Erhöhung der Serotypenausbeute wird Ausplattieren auf mindestens zwei selektiven Platten empfohlen. Eine mehrstufige Hauptanreicherung scheint nach den vorläufigen Erfahrungen durch die vorgeschlagene Methodik nicht erforderlich. Ob künftighin mit einem einzigen Medium zur Hauptanreicherung auszukommen sein wird, bedarf weiterer Untersuchungen. Zur Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse verschiedener Laboratorien wird die Standardisierung als dringendes Erfordernis angesehen.

Abb. 10: Nachweis von Salmonellen in Klärschlamm



5. Zusammenfassung

Die mehrjährigen Untersuchungen von Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen von 1 000 bis 80 000 EGW ergaben für "nichtentseuchte" Proben ca. 80 Salmonella positive Befunde, wobei die Auffindungsrate in erheblichem Maße direkt vom angewendeten Untersuchungsverfahren abhängig ist. Aus 54 positiven Proben wurden bislang 34 Serotypen isoliert. Am häufigsten wurden *S. panama*, *S. typhimurium*, *S. agona*, *S. infantis*, *S. braenderup*, *S. thompson* und *S. senftenberg* isoliert. Die Gruppe C 1 war mit 11 Serotypen am häufigsten vertreten. Es konnte nachgewiesen werden, daß zur Isolierung von Salmonellen aus Klärschlamm eine Voranreicherung in gepuffertem Peptonwasser (37 °C, 14 18 Stunden) in Verbindung mit dem Anreicherungsmedium nach RAPPAPORT und VASSILIADIS-R 10 (nunmehr RV) (43 °C, 16... 20 h) unter besonderer Beachtung einer hohen Verdünnung zwischen Vor- und Hauptanreicherung eine erhebliche Erhöhung der Ausbeute gegenüber "klassischen" Medien mit sich bringt. Brillantgrünagar (BPLS) erwies sich als hochselektiver Nährboden für die Ausstriche der Hauptanreicherung. Zur Erhöhung der Ausbeute, sowohl an positiven Befunden als auch insbesondere an Serotypen (*S. typhi*), sollten weiterhin ein klassisches Anreicherungsmedium sowie auch eine weitere selektive Platte verwendet werden.

Zwischen der Größe der Abwasserreinigungsanlage und den isolierten Serotypen besteht für 1 000 bis 25 000 EGW ein statistisch abgesicherter, signifikanter Zusammenhang für das Untersuchungsgebiet.

Wegen der hohen Wiederfindungsrate von Salmonellen im Klärschlamm können unter Umständen derartige Salmonellabefunde weitere vertiefende Erkenntnisse über deren Ausbreitung ermöglichen. Durch konsequente, standardisierte und

längerfristige Erstellung von Salmonellaprofilen nicht hygienisierter Klärschlämme ist aus den vorgestellten Erkenntnissen ein Modell bzw. eine Meßmethode zur Überprüfung der umwelthygienisch relevanten Wirksamkeit der Desinfektion von Klärschlamm denkbar. Weitere diesbezügliche Untersuchungen sind erforderlich.

Als zusätzlicher Faktor für die Diskrepanz zwischen den aus Klärschlamm einerseits und von Stuhlproben humaner Herkunft andererseits isolierten Serotypen sind die nicht aufeinander abgestimmten Untersuchungsmethoden anzusehen. Die in der klinischen Mikrobiologie erfolgreich eingesetzten Untersuchungsmethoden zur Isolierung von Salmonellen sind nicht direkt auf die Untersuchung von Klärschlamm zu übertragen. Eine Methode mit hoher Ausbeute wird vorgeschlagen. Wegen der zentralen Bedeutung der Überwachung von Klärschlamm in mikrobiologischer Hinsicht im Sinne einer umwelthygienischen Schutzmaßnahme ist eine internationale Standardisierung des Salmonellennachweises im Klärschlamm anzustreben.

SUMMARY

Detection of salmonella in the sludge from sewage treatment plants. A report of practical experience

Salmonella were detected in 80 % of the samples originating from sludge, which had not been disinfected. Positive results largely depended on the method of detection. 34 serotypes have been isolated from 54 positive samples. *S. panama*, *S. typhimurium*, *S. agona*, *S. infantis*, *S. braenderup*, *S. thompson* and *S. senftenberg* were the most frequent types.

A method for the detection of salmonella in sludge is described. Preliminary enrichment in buffered peptonwater at 37°C for 14 to 18 hours and enrichment in the highly selective medium of RAPPAPORT and VASSILIADIS-R 10 for 10 to 18 hours at 43°C provides result that are superior in comparison with classical enrichment media. It is advisable, however, to use a classical medium in addition.

The use of brilliant green agar (BPLS) as plating medium for the isolation of salmonella is proposed because of its outstanding selectivity. A second selective plating medium should also be used. There is a significant positive correlation between samples appearing salmonella serotype positive and the size of sewage treatment works between 1.000 and 25.000 population equivalent. The method of detection of salmonella in sludge cannot be compared directly with the routine examination of stools. The method for detection of salmonella in sludge should be standardized and data should be used to develop a calculation model to control the ecological use of sludge disinfecting.

Danksagung

Für die Befunde der Serotypen sei den Mitarbeitern der Salmonella-Zentrale und dem Direktor, Hofrat Dr. W. THIEL, an der Bundesstaatlich-serologischen Untersuchungsanstalt in Graz herzlich gedankt.

Herrn Hofrat Univ.-Prof. Dr. W. KOHL, Direktor der Bundesanstalt für Wassergüte, Wien, sowie Herrn Dr. Gerhard KAVKA, ebd., dankt der Autor ganz besonders für die ständige Bereitschaft zur fachübergreifenden Diskussion sowie die zahlreichen Anregungen.

Literatur

- AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (1987): Richtlinie für die Ausbringung von Klärschlamm auf Böden.
- AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG (1984): Richtlinien für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm.- 10.7.1984.
- BREER, C. (1981): Freilandbiologie und Infektzyklen der Salmonellen.- Schw A T 123, 89-96.
- (1983) Die Bedeutung der Klärschlammdüngung für die Fleischhygiene.- Schw A T 125, 729-732.
- BULLING, E. (1988): Die Rolle von Klärschlamm in der Epidemiologie von Zoonosen.- Bericht des 2. Hohenheimer Seminars "Entseuchung von Klärschlamm" - Erfahrungsberichte aus der Praxis, Stuttgart-Hohenheim 1988, 5-24.
- BUNDESSTAATL. BAKTERIOLOG.-SEROLOG. UNTERSUCHUNGSANSTALT GRAZ - Salmonellazentrale (1983-1988): Salmonelloseüberwachung in Österreich.
- CHYTIL, K. (1986): Probleme der Klärschlamm-entseuchung.- Der Förderungsdienst 34, 267-269.
- GÄRTNER, H., HAVEMEISTER, G., WALDVOGEL, B., WUTHE, H.-H. (1975): Qualitative und quantitative Salmonellenuntersuchungen und ihre hygienische Bewertung im Zusammenhang mit dem *E. coli*-Titer, dargestellt an Beispielen aus den Küstengewässern der Kieler Bucht (westl. Ostsee).- Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 160, 246-267.
- GERHARDT, G.G., TEITGE, E. (1986): Quantitative Untersuchungen an Fäkalindikatoren in verschiedenen Klärstufen zweier Klärwerke in Schleswig-Holstein (BRD).- Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 182, 104-119.
- HANCVENCL, P. (1986): Rechtliche Aspekte der Klärschlammverwendung in der Landwirtschaft.- Der Förderungsdienst 34, 5-7.
- HASLAUER, J., et al. (1984): Untersuchungsergebnisse von Klärschlammanalysen im Bundesland Salzburg von 1981 - 1984.- Ber. Nat.-Med. Vor. Salzburg, 7, 67-70.
- HEINRICH, S., PULVERER, G. (1959): Ein Beitrag zur Methodik des Salmonellennachweises in Abwasser, Fließwasser und Schlamm.- Zeitschrift f. Hygiene 145, 529-542
- HESS, E., BREER, C. (1975): Salmonellenepidemie und Grünlanddüngung mit Klärschlamm.- Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 158, 446-455.

- JONAS, D., POLLMANN, H., BUGL, G. (1986): Salmonella-Isolierungen aus Lebensmitteln tierischer Herkunft. Vergleichsuntersuchungen zur Leistungsfähigkeit des modifizierten Rappaportmediums (R10).- Arch. f. Lebensmittel-, Fleisch-, Fisch- u. Milchhygiene 37, 57-84.
- KAMMER FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT SALZBURG (1987): Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft.
- KAYSER, R., BOLL, R., MÜLLER, H.E. (1987): Quantitative Untersuchungen der Elimination von Salmonellen durch biologische Abwasserbehandlung.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig. B 184, 195-205.
- KÖCK, M. (1988): Klärschlamm, epidemiologische Bedeutung für die Übertragung von Zoonosen.- Sonderheft, Informationszentrale für Umweltschutz des Landeshygienikers für Steiermark, Graz 1988.
- KOHL, W. (1965): Oberflächenwasser als Zwischenträger in der Infektkette bei Haustierkrankungen.- Wasser und Abwasser Bd. 1965, 177-193.
- (1981): Hygienische Aspekte in der Wassergütwirtschaft.- Wasser und Abwasser 24, 183-201.
- LANG, A. (1987): Mikrobiologische Untersuchungen über die Eignung verschiedener Indikatororganismen zur seuchenhygienischen Beurteilung von Klärschlamm.- Diss. Univ. Hohenheim.
- MERCK (1988): Nährböden-Handbuch.- Darmstadt.
- MERSCH-SUNDERMANN, V., WUNDT, W. (1987): Die bakteriologische Beschaffenheit des Wassers vom Rhein und seinen Zuflüssen im Rhein-Neckar-Raum.- Zlb. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig. B 184, 470-482.
- MILCHWIRTSCHAFTSFONDS (1987): 69. Kundmachung von Beschlüssen des geschäftsführenden Ausschusses des Milchwirtschaftsfonds.- Öst. Milchwirtsch 42, Beil. Nr.14 zu H.16, 209-214.
- MUNOZ, A. et al. (1987): Isolation of Salmonella Using Three Selective Enrichment Broths from Sausages naturally Contaminated. Its Relationship with other Microorganisms that Produce Food Toxi-Infections.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig. B 185, 105-111.
- PHILIPP, W. (1988): Universität Hohenheim, pers. Mitteilung.
- PITZSCH, O. (1985): Möglichkeiten der Salmonellose - Bekämpfung.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig. B 180, 282-298.

- POPP, L. (1973): Über die Elimination von Salmonellen durch biologische Abwasserbehandlung.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig.B 157, 184-195.
- (1984): Ziele des Gewässerschutzes und Leistungsfähigkeit konventioneller Klärverfahren in bakteriologischer Hinsicht.- Münch Beitr 38, 480-494.
- SCHMIDT-LORENZ, W., SPILLMANN, H. (1988): Kritische Überlegungen zum Aussagewert von *E.coli*, Coliformen und Enterobacteriaceen in Lebensmitteln.- Archiv f. Lebensmittelhygiene 39, 1-24.
- SCHOMBURG, I., MÜLLER, H.E. (1987): Vergleichende Untersuchungen zur Kinetik hygienisch relevanter Mikroorganismen im Belebtschlamm.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig.B 184, 183-194.
- SCHÜSSELER, G. et al. (1986): Die verschiedenen Salmonella-Serotypen im Klärwerk einer kleineren Stadt im Jahresablauf.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig.B 182, 131-142.
- SCHWEIZERISCHE KLÄRSCHLAMMVERORDNUNG vom 8.April 1981.- SR 814.225.23
- SIGL, G. (1986): Zur Problematik des Salmonellennachweises im Klärschlamm.- Hsg.: Hydrologische Untersuchungsstelle Salzburg, 21-25.
- SOBOTTA, B. et al. (1986): Die verschiedenen Salmonella-Serotypen im Klärwerk einer Großstadt im Jahresablauf.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig.B 182, 143-154.
- STRAUCH, D. (1983): Ursachen und mögliche Auswirkungen des Vorkommens pathogener Agentien im kommunalen Klärschlamm.- Schw A T 125, 621-659.
- STRAUCH, D. (1986): Hygienische Grundsätze, Erfordernisse und Kontrollmöglichkeiten der Klärschlammuntersuchung.- Bericht des 1. Hohenheimer Seminars "Entseuchung von Klärschlamm", Stuttgart-Hohenheim 1986, 42-73.
- (1987): Zum gegenwärtigen Stand der Empfehlungen für Definitionen von Klärschlammuntersuchungsverfahren.- Forum Städte Hygiene 38, 340-346.
- TEITGE, E., GERHARDT, G.G., GUNDERMANN, K.O. (1986): Quantitative Untersuchungen an Salmonellen in zwei Kläranlagen in Schleswig-Holstein.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig.B, 120-130.

- TIEFENBRUNNER, F., STEINKASSERER, A., NIEDERHAUSER, S. (1985): Verhalten von Fäkalindikatoren und Salmonellen bei der Abwasserreinigung und nach Vorfluter-einleitung.- Schr. "Wasserwirtschaft Wasservorsorge", Hsg.: BMLF, Wien.
- VERORDNUNG DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1987): Bodenschutzprogrammverordnung vom 14.12.1987, Landes-gesetzblatt 1987, 19. Stück, 93-106.
- WEBER, E. (1986): Grundriß der Biologischen Statistik, Anwendung der mathematischen Statistik in Forschung, Lehre und Praxis. 9. Auflage.- Vlg. Fischer, Stuttgart.
- WICKE, T. et al. (1986): Die verschiedenen Salmonella-Serotypen im Kieler Abwassernetz im Jahreslauf.- Zbl. Bakt. Hyg. I.Abt. Orig.B 182, 165.176.
- WINKLE, S. (1979): Mikrobiologische und serologische Dia-gnostik mit Berücksichtigung der Pathogenese und Epidemiologie. 3. Auflg.- Vlg. G. Fischer.
- WHO (1981): The risk to health of microbes in sewage sludge applied to land.- EURO REPORTS and STUDIES No. 54, WHO-Reg.Office, Copenhagen.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Ing. Dipl.Wirtsch.Ing. Gerold SIGL, Universitätslektor für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie an der Universität Salzburg, Hydrologische Untersuchungsstelle Salzburg, Lind-hofstr. 5, A-5020 Salzburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [1988](#)

Autor(en)/Author(s): Sigl Gerold

Artikel/Article: [Salmonelladiagnostik im Klärschlamm - ein Erfahrungsbericht 111-132](#)