

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire  
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 123 (1981)

**Artikel:** Freilandbiologie und Infektzyklen der Salmonellen

**Autor:** Breer, C.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-589849>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Aus dem Institut für Veterinärhygiene der Universität Zürich  
(Direktor: Prof. Dr. E. Hess)

## Freilandbiologie und Infektzyklen der Salmonellen

C. Breer<sup>1</sup>

Weltweit ist eine ständige Zunahme der durch Enteritis-Salmonellen hervorgerufenen Toxi-Infektionen beim Menschen zu beobachten [11, 25]. In der Schweiz hat die Zahl der beim Bundesamt für Gesundheitswesen registrierten Infektionen von 23 Fällen im Jahre 1955 auf 3629 Fälle im Jahre 1979 zugenommen. Dabei wird geschätzt, dass die tatsächliche Ansteckungsquote rund 10 mal höher liegt [19].

Häufigste und gefährlichste Infektionsquelle für den Menschen sind die vom Tier stammenden Lebensmittel. Als biologisch hochwertige Produkte sind die Nahrungsmittel tierischer Herkunft in der Lage, einer massiven Salmonellenvermehrung Vorschub zu leisten. Deshalb muss im Zusammenhang mit der Salmonellose des Menschen die Verseuchungsdichte bei den Nutztieren interessieren.

Auch unter den Schlachttieren nehmen die Salmonellenausscheider ständig zu, so dass immer häufiger mit kontaminierten Nahrungsmitteln zu rechnen ist. Bei den Untersuchungen von *Fey* und *Valette* [8] im Jahre 1961 erwiesen sich 6,3% der 1140 untersuchten Schlachtschweine als infiziert. 1967 fanden *Lott* und *Britschgi* [13] unter 500 gesund geschlachteten Schweinen bereits 9,8% Salmonellenträger. 1978 konnten wir unter ebenso vielen Schlachttieren 63 Schweine (12,6%) mit klinisch inapparenten Salmonelleninfektionen nachweisen.

Da enger Kontakt und Stress während des Transportes und in den Wartebuchten des Schlachthofes zu Ansteckungen disponieren [3], muss die Untersuchung von Schlachtschweinen nicht unbedingt ein echtes Bild der Bestandesverseuchung wiedergeben. *Meier* [16] hat deswegen die Gülle von 100 schweizerischen Betrieben mit ausschliesslicher Schweinehaltung bakteriologisch kontrolliert. Er fand, dass 23 Bestände mit Salmonellen verseucht waren.

Auch bei den Rindern ist eine Zunahme der Zahl der Salmonellenausscheider zu verzeichnen. *Valette* [24] untersuchte am Schlachthof Genf im Jahre 1965 300 Schlachtrinder. Bei einem einzigen Tier (= 0,3%) konnte er Salmonellen isolieren. 12 Jahre später untersuchten wir an 4 öffentlichen Schlachthöfen der Nordostschweiz Material von insgesamt 2515 erwachsenen, gesunden Schlachtrindern. Bei 63 Tieren (= 2,5%) gelang uns der Salmonellennachweis. Am häufigsten fanden wir *S. typhimurium* und *S. enteritidis*, Serotypen die auch beim Menschen am meisten isoliert werden.

Eine entsprechende Zunahme der Salmonellen-Kontamination im Fleisch zeigen auch unsere monatlichen Hygienekontrollen in nahezu 300 Metzgereien. In den letz-

<sup>1</sup> Adresse: Winterthurerstr. 270, CH-8057 Zürich

ten Jahren stieg die Zahl der Salmonellenfunde in den unerhitzten Hackfleisch- und Brätproben ständig an. Daneben mussten auch immer mehr Betriebe als positiv befunden werden. So isolierten wir 1979 die Erreger in 56 (19,3%) der 290 überwachten Metzgereien, und 2,6% aller untersuchten Fleischwaren erwiesen sich als salmonellenhaltig. Dabei sei betont, dass sich die Nachweismethoden seit Beginn der Kontrollen nicht geändert haben. Die häufigeren Salmonellenfunde sind also nicht auf eine verbesserte Nachweistechnik zurückzuführen, sondern beruhen auf einer tatsächlichen Zunahme der Salmonellen-Kontaminationen.

Beim Schwein wird der Import kontaminiert Fisch- und Fleischmehle, die für die Mischfutterherstellung verwendet werden, als hauptsächlichste Infektionsquelle angesehen. Beim Rind dagegen beruht die Häufung der Salmonellen-Infektionen kaum auf einer Ansteckung durch Importfuttermittel, die hauptsächlich aus unverdächtigen Vegetabilien bestehen. Hingegen kommt bei uns der Kontamination der betriebseigenen Futterpflanzen durch Austrag von unhygienisiertem Klärschlamm wesentliche Bedeutung zu.

Klärschlamm enthält bis zu 20000 Salmonellen pro Gramm Trockensubstanz [14]. Neben dieser mengenmässigen Belastung der Schlämme ist für die Epidemiologie der Salmonellose die gute Überlebensfähigkeit der Erreger an der Aussenwelt von Bedeutung. Aus der Literatur ist bekannt, dass Salmonellen während 72 bis 480 Tagen im Erdboden vermehrungsfähig bleiben [6, 9, 15, 22]. Von an Pflanzen angetrockneten Vogelklecksen konnte *Steiniger* [20] die Erreger noch nach 28 Monaten isolieren, und *Piening* [18] gelang der Salmonellennachweis im Heu bis zu 333 Tagen nach der Überschwemmung der Wiesen mit abwasserhaltigem Flusswasser. In Klärschlamm können die Keime, speziell wenn er an Pflanzen angetrocknet ist, nach den Untersuchungen verschiedener Autoren im Maximum während 143 bis 180 Tagen überdauern [2, 4, 5, 17].

Wir haben ähnliche Versuche angestellt. In einem Grasbeet, das wir im Frühsommer mit salmonellenhaltigem Klärschlamm gedüngt und dann den atmosphärischen Witterungseinflüssen ausgesetzt hatten, konnten wir Salmonellen im Gras während 14 Monaten, in der oberflächlichen Humusschicht während 13 Monaten isolieren.

Ergänzt werden diese Erfahrungen durch einen Modellversuch unter definierten Umweltbedingungen. Hierzu mischten wir Klärschlämme aus 8 verschiedenen Kläranlagen und kontaminierten den Mischschlamm mit *S. typhimurium*, so dass 10000 Keime pro Gramm Trockensubstanz enthalten waren. In diesen Pool tauchten wir Grashalme, die anschliessend in 4 hermetisch verschliessbaren Glaszyllindern frei aufgehängt wurden. Die Halme waren durchschnittlich mit 0,3 g Schlamm behaftet. 2 Behälter wurden bei +4 °C, die beiden anderen bei +18 °C aufbewahrt. In je einem Gefäss hielten wir die relative Luftfeuchtigkeit konstant über 90%, in den beiden anderen unter 30%. Die maximale Überlebenszeit der Salmonellen betrug unter diesen Bedingungen 114 Wochen (Tabelle 1).

Diese gute Überlebensfähigkeit von Salmonellen, speziell im trockenen Milieu und bei tiefen Temperaturen, ist der Grund, dass die Einhaltung von bestimmten Schutzfristen zwischen Düngung und Weideauftrieb – *Gibson* [10] fordert eine Zeitspanne von 6 Monaten – als Mittel zur Bekämpfung der Rindersalmonellose völlig

Tabelle 1: Überlebenszeit von *S. typhimurium* unter definierten Lagerbedingungen

Lagerbedingung		Maximale Überlebenszeit in Wochen
Temperatur	relative Luftfeuchtigkeit	
+ 4 °C	90%	17
+ 18 °C	90%	24
+ 18 °C	30%	107
+ 4 °C	30%	114

ungeeignet ist. Deshalb stellen Futterflächen, auch wenn sie in der Vegetationsruhe mit unhygienisiertem Klärschlamm gedüngt wurden, ein echtes Infektionsrisiko für die Weidetiere dar.

Der unmittelbare Zusammenhang zwischen einer Klärschlammdüngung und Salmonelleninfektionen ist denn auch durch verschiedene Beobachtungen belegt. So beschreiben *Strauch* und *Perracova* [21] einen Fall, bei dem Faulschlamm auf Rindviehweiden ausgebracht wurde. 3 Wochen nach Düngung erfolgte der Auftrieb von Rindern, worauf im betreffenden Bestand eine Infektion mit *S. paratyphi* B auftrat. Nach Meinung der Verfasser ist in diesem Fall der Übertragungsweg vom Klärschlamm auf das Rind eindeutig gegeben, da *S. paratyphi* B spezifisch an den Menschen adaptiert ist, also primär aus dem Abwasser stammte.

Auch *Kampelmacher* [12] berichtet über wiederholte Kontrollen in einem Milchviehbestand, dessen Futterflächen regelmässig mit Klärschlamm gedüngt wurden. 4,7% der Kühe aus diesem Betrieb schieden Salmonellen aus, während der Durchschnitt der Salmonellenträger in den holländischen Rinderherden auf Grund einer zweimaligen Enquête nur 0,3% bzw. 0,5% betrug.

Durch gezielte Untersuchungen konnten auch wir akute Salmonellosen im Anschluss an eine Düngung mit Klärschlamm aufdecken. In einem Fall erkrankten 9 Tiere eines Bestandes an fieberhaftem Durchfall, verbunden mit Inappetenz und dramatischem Milchrückgang. Den Tieren war Gras von einer Wiese verfüttert worden, die 4 Wochen zuvor nach der Heuernte mit Klärschlamm gedüngt worden war. Nachdem bei allen 9 Tieren *S. tokoin* gefunden wurde, ein Serotyp, der bis dahin noch nie in der Schweiz isoliert worden war, untersuchten wir das verbliebene Gras auf besagter Wiese. In angetrockneten Schlammresten auf den Grashalmen gelang uns sofort der Nachweis von *S. tokoin*. Der Zusammenhang zwischen Klärschlammdüngung und Rindersalmonellose kann in diesem Fall als gesichert gelten.

Für den Besitzer haben solche Infektionen meist weitreichende wirtschaftliche Folgen. Besonders hart traf es einen Landwirt, dessen Weideflächen in unmittelbarer Umgebung einer Kläranlage liegen. Auf einer Wiese, gegenüber der Abgabestelle für den ausgefaulten Schlamm, grasten während des Frühsommers mehrere Rinder. Der Vorplatz der Kläranlage, auf dem die Landwirte den Schlamm in ihre Druckfässer

füllten, fällt zu der betreffenden Weide hin. Deshalb konnte jedesmal, wenn der Vorplatz mit Wasser gereinigt wurde, der gesamte übergelaufene Schlamm in die angrenzende Wiese abfliessen. Nachdem 5 Jungtiere an einer Salmonellose erkrankten, und eines der Tiere sogar notgeschlachtet werden musste, untersuchten wir mehrere Grasproben von der betreffenden Weide. Ausserdem wurde eine andere Wiese, die mit Faulschlamm aus der gleichen Kläranlage gedüngt worden war, in die Kontrollen mit einbezogen. Dabei gelang uns in sämtlichen Proben der Nachweis des gleichen Serotyps wie bei den erkrankten Rindern.

Auch in 4 weiteren Rinderbeständen mussten wir den offensichtlichen Zusammenhang zwischen Klärschlammdüngung und Salmonelleninfektionen anerkennen. Die Erhebungen in den Herkunftsbetrieben im Anschluss an die Isolierung der Erreger anlässlich einer bakteriologischen Fleischuntersuchung ergaben in allen 4 Fällen, dass das Futter der betroffenen Tiere von Wiesland stammte, welches 2–3 Monate zuvor mit unhygienisiertem Klärschlamm gedüngt worden war.

Weit gefährlicher als diese klinisch manifesten Erkrankungen sind aber die stummen Keimträger unter unseren Schlachttieren, die in der Regel nicht festgestellt werden. Gerade diese symptomlosen Salmonellenträger stellen nach einem Bericht des US Department of Agriculture [23] ein grosses Risiko für die Volksgesundheit dar, weil die aus ihnen gewonnenen Lebensmittel nicht als suspekt erkannt werden und der Massregelung entgehen.

Die Zahl dieser Salmonellenträger angeben zu wollen, ist völlig unmöglich, es würde bedeuten, sämtliche Nutztiere mehrfach bakteriologisch kontrollieren zu müssen. Auf keinen Fall dürfen jedoch von der relativ kleinen Zahl der bekannt gewordenen Salmonellosen irgendwelche Rückschlüsse auf die Häufigkeit der Keimträger unter unseren Haustieren gezogen werden. Ob eine Infektion klinisch manifest wird oder stumm verläuft, hängt von der Zahl der aufgenommenen Keime und von der individuellen Abwehrbereitschaft des betreffenden Tieres ab.

Dass eine Verbindung zwischen Düngung mit Klärschlamm und diesen klinisch inapparenten Infektionen beim Rind besteht, lässt sich auch aus zwei weiteren Beobachtungen ableiten. Die stichprobenweise Kontrolle von klinisch gesunden Schlachtrindern in den Weideperioden 1974 und 1975 ergab einen Anteil von 5,3% Salmonellenträgern. Alle 600 überprüften Tiere stammten aus Gebieten mit regelmässiger Klärschlammdüngung. Im gleichen Zeitraum untersuchten wir ausserdem 83 Weiderinder aus dem Kanton Graubünden. Alle Tiere aus dieser Region mit damals sehr geringem Anfall an Klärschlamm erwiesen sich als salmonellenfrei.

Auch aus unserer Instituts-Statistik lassen sich epidemiologische Zusammenhänge zwischen Schlammdüngung und Rindersalmonellosen erkennen. In den Jahren 1969 bis 1978 haben wir über 26000 Proben von erwachsenen Rindern auf Salmonellen untersucht. Die Auswertung des jahreszeitlich gleichmässig verteilten Untersuchungsmaterials zeigt eine deutliche Kumulation der Salmonellenisolierungen während der Grünfütterungsperiode (Abb. 1). Diese Häufung der Fälle in den Sommermonaten ist unserer Meinung nach eine Folge des massiven Schlammaustrages im Anschluss an die Heuernte und wird gefördert durch das kurze Intervall zwischen Düngung und zweitem Schnitt bzw. Weidegang im Zeitpunkt der intensivsten Wachs-

**Abb. 1: Jahreszeitliche Verteilung der Salmonellenisolierungen  
beim erwachsenen Rind  
1969 - 1978 = 26 646 Proben**

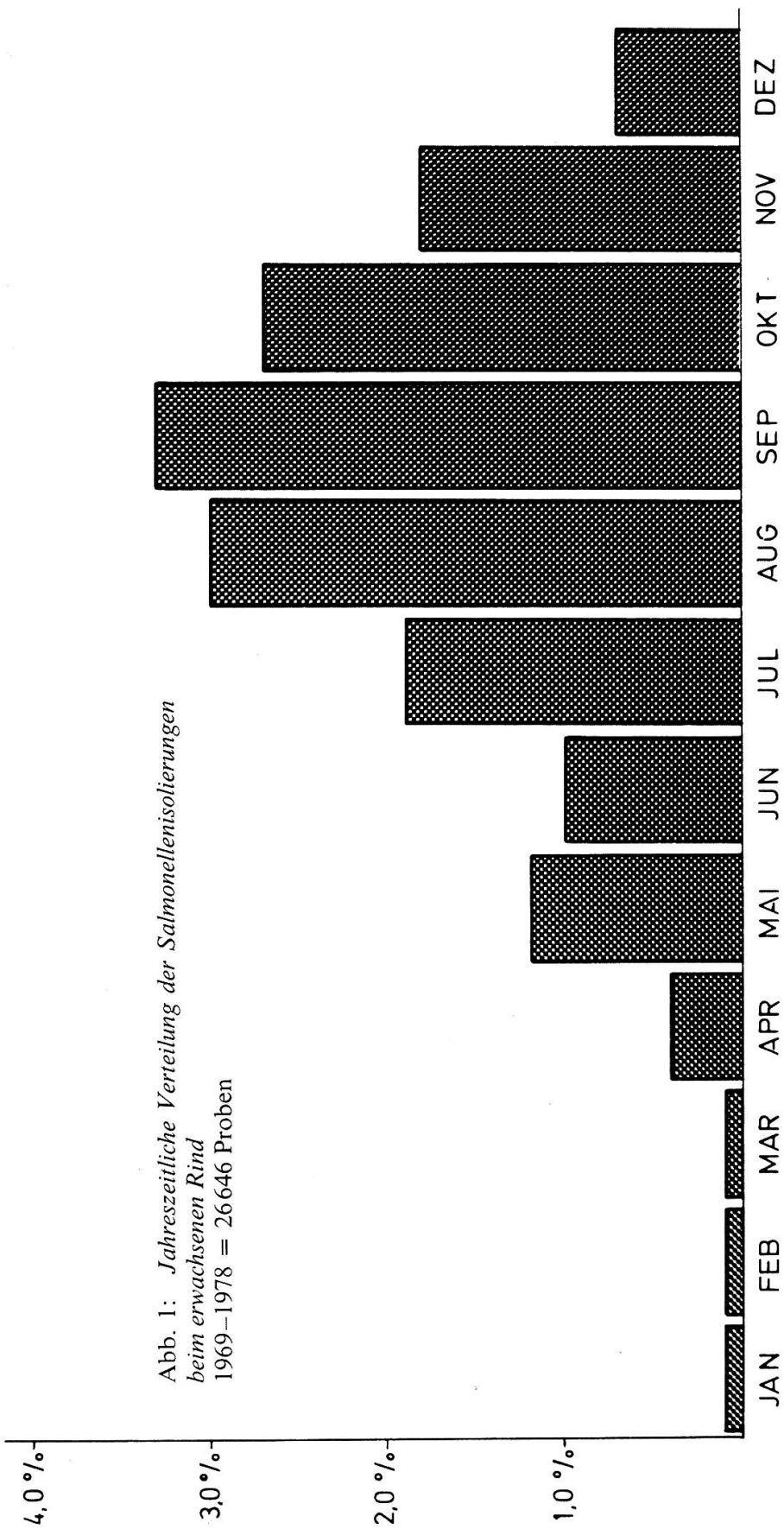
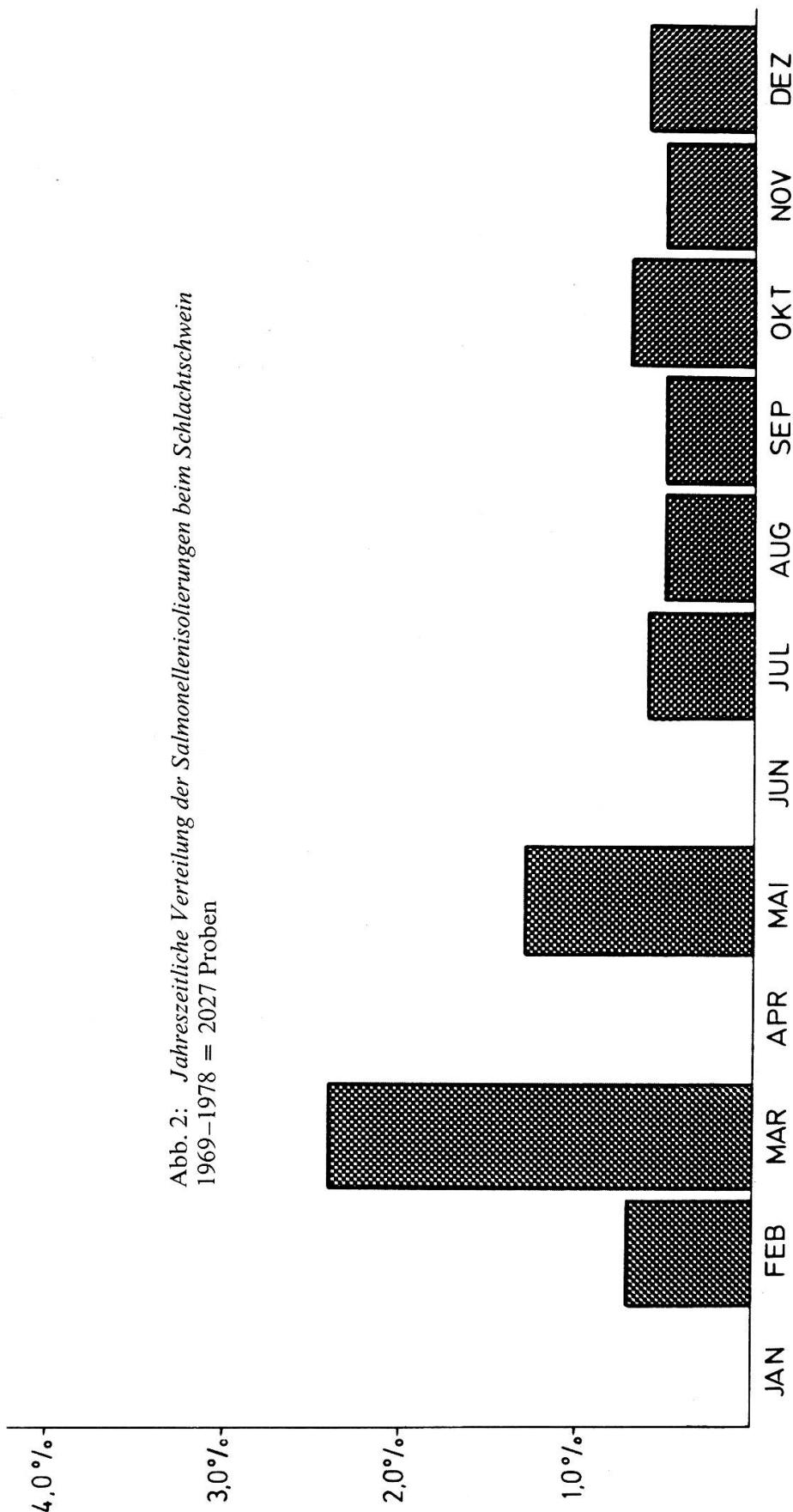


Abb. 2: Jahreszeitliche Verteilung der Salmonellenisoliierungen  
beim Schlachtschwein  
1969 - 1978 = 2027 Proben



tumsphase. Beim Schwein lässt die Statistik einer analogen Untersuchung im gleichen Zeitraum keinerlei saisonale Abhängigkeit der Salmonellenfunde erkennen (Abb. 2).

Aus unseren epidemiologischen Recherchen geht also eindeutig hervor, dass ein Salmonellen-Infektionszyklus: Mensch – Klärschlamm – Futterpflanze – Weidetier – Schlachtkörper – Mensch besteht. Den schlüssigen Beweis für die Existenz eines derartigen Zyklus haben erstmals *Edel* und Mitarbeiter [7] geliefert. In dem geschlossenen Biotop der holländischen Insel Walcheren gelang es ihnen, die identischen Salmonellentypen aus Abwasser, fliegenden Insekten, Schlachtieren, Metzgerei-Einrichtungen, menschlichen Dauerausscheidern und aus Patienten mit Durchfall zu isolieren.

Nachdem dieser Zyklus bekannt geworden war, wurde von seiten einiger Abwasserfachleute eine Verschärfung der Massnahmen anlässlich der Fleischbeschau gefordert. Dabei wurde aber übersehen, dass die bei weitem überwiegende Zahl der stummen Salmonellenträger weder durch die Lebendschau, noch durch die Kontrolle der Schlachtkörper und der Organe erfasst werden kann. Da eine bakteriologische Untersuchung aller Schlachttiere ebenfalls völlig unmöglich ist, muss der Salmonellenkreislauf anderweitig unterbrochen werden. Hierfür stellt die Hygienisierung des Schlammes, der als Dünger von Grünflächen vorgesehen ist, die einzige praktikable Lösung dar. Ein Verzicht auf seine Verwendung als Düngemittel kommt angesichts der von Jahr zu Jahr steigenden Klärschlamm-Menge nicht in Frage, da die anderen Beseitigungsverfahren wie das Deponieren oder das restlose Verbrennen des gesamten anfallenden Schlammes wirtschaftlich kaum tragbar wären.

Als Hygienisierungsverfahren der Wahl gilt zur Zeit die Pasteurisierung von Frischschlamm mit anschliessender anaerober Ausfaulung [1]. Derartig behandelter Klärschlamm disponiert im Gegensatz zu pasteurisiertem Faulschlamm nicht zur Anreicherung von Rekontaminanten. Die Erfahrungen in bisher 3 Kläranlagen haben gezeigt, dass die Frischschlamm-Pasteurisierung einwandfrei funktioniert und als Methode zur ganzjährigen Klärschlamm-Hygienisierung empfohlen werden kann.

### Zusammenfassung

Nicht nur beim Mensch, sondern auch bei den Nutzieren nimmt die Zahl der Salmonellenisoliierungen ständig zu. Ein Grund hierfür ist neben anderen die Kontamination der Futterflächen mit unhygienisiertem Klärschlamm. So wurde in mehreren Fällen ein direkter Zusammenhang zwischen Klärschlammdüngung und Salmonellen-Infektionen unter den betroffenen Weidetieren beobachtet. Um den Infektzyklus Mensch–Klärschlamm–Futterpflanze–Weidetier–Schlachtkörper–Mensch zu unterbrechen, muss der gesamte zur Düngung von Futterflächen vorgesehene Klärschlamm vor dem Austrag hygienisiert werden.

### Résumé

La contamination des prairies par les boues d'épuration non «hygiénisées» est l'une des raisons de l'augmentation du nombre des isolements de salmonelles aussi bien chez l'homme que chez l'animal de rente. Il est en effet assez fréquent de pouvoir établir une relation directe entre la fumure à la boue d'épuration et des infections à salmonelles qui se déclarent parmi les animaux du troupeau concerné. Une interruption du cycle infectieux homme–boue d'épuration–herbe–animal

de rente—carcasse—homme n'est possible que par une «hygiénisation» avant l'épandage de la totalité de la boue d'épuration servant à la fumure.

### Riassunto

La frequenza degli isolamenti di Salmonelle aumenta non solo nell'uomo ma anche negli animali. Uno dei motivi di questo fatto è la contaminazione dei terreni a produzione erbosa con fanghi di depurazione non decontaminati. Infatti è stato osservato in numerosi casi un rapporto diretto tra concimazione con fanghi di depurazione e salmonellosi tra gli animali al pascolo della stessa azienda. Per interrompere il ciclo uomo—fanghi di depurazione—vegetali per alimentazione animale—animali a pascolo—carrasse—uomo, è indispensabile che i fanghi di depurazione da utilizzarsi per i terreni a produzione erbosa, vengano decontaminati prima della estrazione.

### Summary

Environmental biology and infection cycles of *Salmonellae*: There is a continuous increase not only in man but also in food animals of the number of *Salmonella* isolations. One of the causes is the contamination of pasture and forage land by unsanitized sewage sludge. In several instances a direct connection between a *Salmonella* infection in pastured animals and manuring with sewage sludge was observed. The interruption of the infection cycle: man—sewage sludge—plant—animal—meat—man necessitates the sanitation of sewage sludge before its application.

### Literaturverzeichnis

- [1] Breer, C., E. Hess und U. Keller: Gas, Wasser, Abwasser 59, 323 (1979). – [2] Brunner, G.: Gesundh. Ing. 73, 19 (1952). – [3] Chau, P. Y., K. F. Shortridge und C. T. Huang: J. Hyg. Camb. 78, 253 (1977). – [4] Danielson, M.-L.: Acta Vet. Scand., Suppl. 65, 1–126 (1977). – [5] Dedié, K.: Städtehygiene 6, 177 (1955). – [6] Delage, B.: Arch. Inst. Past. Maroc. 6, 139 (1961). – [7] Edel, W., M. van Schothorst und E. H. Kampelmacher: Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A 325, 476 (1976). – [8] Fey H. und H. Valette: Schweiz. Arch. Tierheilk. 103, 519 (1961). – [9] Findlay, C. R.: Vet., Rec. 91, 233 (1972). – [10] Gibson, E. A.: Agriculture London 74, 183 (1967). – [11] Grossklaus, D.: Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 168, 83 (1979). – [12] Kampelmacher, E. H.: pers. Mitteilung, 1973. – [13] Lott, G. und T. Britschgi: Schweiz. Arch. Tierheilk. 109, 363 (1967). – [14] Maier, R.: Vet. Med. Diss., Zürich (in Vorbereitung). – [15] Mair, N. S. und A. J. Ross: Minist. Hlth. Lab. Serv. Month. Bull. 19, 39 (1960). – [16] Meier, J.: Vet. Med. Diss., Zürich 1979. – [17] Müller, W.: Vet. Med. Diss., Giessen 1967. – [18] Piening, C.: Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 67, 277 (1954). – [19] Seeliger, H.: Bundesgesundheitsblatt 13, 211 (1970). – [20] Steiniger, F.: Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 74, 389 (1961). – [21] Strauch, D. und E. Perracova: Mitteil. DVG 84, 1256 (1969). – [22] Tannock G. W. und J. M. B. Smith: Res. Vet. Sci. 13, 150 (1972). – [23] U. S. Department of Agriculture and the Food and Drug Administration: An Evaluation of the *Salmonella* Problem, National Academy of Science, Washington DC, 1969. – [24] Valette, H.: Schweiz. Arch. Tierheilk. 107, 456 (1965). – [25] Wiesmann, E.: Medizinische Mikrobiologie, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1978.