

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 72 (1980)
Heft: 1-2

Artikel: Die Hygienisierung von Klärschlamm mit Hilfe verschiedener
Behandlungsverfahren = L'hygiénisation des boues d'épuration avec
l'aide de différents procédés de traitement
Autor: Breer, Claus
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941370>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.05.2025

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

Die Hygienisierung von Klärschlamm mit Hilfe verschiedener Behandlungsverfahren

Claus Breer

Um eine Aussage über die Leistungsfähigkeit einer Anlage zur Desinfektion von Klärschlamm machen zu können, bedarf es einer Methode, die verlässliche und reproduzierbare Resultate ergibt. Wir beurteilen den Hygienisierungseffekt eines Verfahrens anhand der Reduktion der Enterobacteriaceen-Zahl durch die Schlammbehandlung. Die Gesamtzahl der Enterobacteriaceen ist ein verlässlicherer Massstab als etwa diejenige der Salmonellen, da sie im unbehandelten Klärschlamm regelmässig und in grossen Mengen anzutreffen sind. Zudem gehören sämtliche pathogenen Fäkalbakterien, die als Zoonosenerreger in Frage kommen, der Familie der Enterobacteriaceen an und haben eine vergleichbare Resistenz gegenüber Umwelteinflüssen. Orientierungshalber bestimmen wir in der Regel ausser der Gesamt-Enterobacteriaceen-Zahl auch noch den Gehalt an Salmonellen vor und nach der Schlammbehandlung. Diese Methode der Hygienekontrolle wird auch von den verschiedenen Fachleuten im In- und Ausland anerkannt und praktiziert.

1. Pasteurisation von Frischschlamm

Die Pasteurisation von Frischschlamm war ursprünglich deshalb vorgeschlagen worden, weil der Faulprozess und die Gasproduktion im vorher erhitzten Schlamm intensiviert wird [2, 4, 5]. Wir suchten in der Vorpasteurisierung eine Alternative zur Faulschlammhygienisierung. Pasteurisierter Faulschlamm disponiert nämlich zur Anreicherung von Rekontaminanten, das heisst von Enterobacteriaceen, die während der Lagerung in den behandelten Schlamm gelangen.

Zudem unterbleibt bei der Vorpasteurisierung die ständige Beimpfung der Faultürme mit Enterobacteriaceen- und damit mit Salmonellen-haltigem Rohschlamm, so dass mit der Zeit eine Verarmung dieser Keime im ausgefaulten Schlamm zu erwarten war. Da ausserdem der völlig geschlossene Nachfaulraum als Stapelbehälter benützt wird, war auch die Gefahr einer Rekontamination des Schlammes mit Aerosolen weitgehend gebannt.

In der ARA Altenrhein konnten wir in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umweltschutz und Ing. U. Keller gross-technische Versuche durchführen, wobei wir in zwei völlig getrennten Achsen die Enterobacteriaceen-Entwicklung mit und ohne Vorpasteurisation verfolgten.

In der Achse I wurde der Frischschlamm vor dem Ausfaulen in einem Chargenpasteur auf 70 °C erhitzt und während 30 Minuten heiss gehalten. Anschliessend wurde der Schlamm soweit abgekühlt, dass der Vorfaulraum der Achse I ohne zusätzliche Heizung betrieben werden konnte. Parallel zu dieser Achse wurde der Schlamm in der Achse II ohne Pasteurisierung ausgefault.

Den anfallenden Rohschlamm fingen wir zunächst in einem Voreindicker auf und verteilten ihn gleichmässig auf beide Achsen. Nach jeder Füllung der Pasteurisierungsanlage in der Achse I wurde eine gleiche Menge Rohschlamm in den Vorfaulraum der Achse II eingespeist. Auf diese Art war gewährleistet, dass beide Achsen gleichartigen Schlamm enthielten und die bakteriologischen Ergebnisse miteinander vergleichbar waren.

Die bakteriologische Stufenkontrolle umfasste den Frischschlamm im Voreindicker sowie in beiden Achsen den Vor-

L'hygiénisation des boues d'épuration avec l'aide de différents procédés de traitement

Claus Breer

Si l'on veut être en mesure de porter un jugement sur le rendement hygiénique d'une installation de désinfection des boues d'épuration, il faut une méthode qui fournisse des résultats fiables et reproductibles. En principe, nous apprécions l'effet d'hygiénisation d'un procédé au moyen de la réduction du nombre des entérobactériacées obtenue lors du traitement des boues. La quantité totale des entérobactériacées représente une échelle plus sûre que par exemple celle des salmonelles, car on en trouve en grande quantité et de manière régulière dans les boues fraîches et non traitées d'épuration. En outre, toutes les bactéries fécales pathogènes qui entrent en ligne de compte comme agents producteurs de zoonoses font partie de la famille des entérobactériacées et présentent une résistance comparable face aux influences de l'environnement. Pour information, nous déterminons en règle générale, en plus du nombre total des entérobactériacées, également la teneur en salmonelles et ceci avant et après le traitement des boues. Cette méthode de contrôle de l'hygiénisation des boues est reconnue et appliquée par divers spécialistes en Suisse et à l'étranger.

1. Pasteurisation des boues fraîches

La pasteurisation des boues fraîches était à l'origine recommandée parce que le processus de digestion et la production de gaz sont intensifiés si les boues sont chauffées préalablement [2, 4, 5]. Nous avons cherché dans la prépasteurisation une alternative à l'hygiénisation des boues digérées. Les boues digérées pasteurisées ont une grande prédisposition pour faire proliférer les recontaminants, c'est-à-dire des entérobactériacées qui parviennent dans les boues traitées pendant leur stockage.

En outre, si l'on pratique la prépasteurisation, il n'y a plus de recontamination permanente des digesteurs avec des boues brutes contenant des entérobactériacées et donc des salmonelles, de sorte qu'il faut s'attendre avec le temps à un appauvrissement de ces germes dans les boues digérées. Etant donné par ailleurs que le digesteur secondaire entièrement fermé est utilisé comme récipient de stockage, on éliminait dans une large mesure le danger de recontamination des boues par des aérosols.

En collaboration avec l'Office fédéral de la protection de l'environnement et M. U. Keller, ingénieur, nous avons pu procéder à d'importants essais techniques dans la station d'épuration d'Altenrhein, où nous avons suivi dans deux chaînes entièrement séparées le développement des entérobactériacées avec et sans prépasteurisation.

Dans la chaîne I, la boue fraîche a été portée à 70 °C avant la digestion dans un pasteurisateur par charges et maintenue à cette température pendant 30 minutes. Ensuite, nous avons refroidi la boue de telle manière que le digesteur de la chaîne I puisse fonctionner sans chauffage. Parallèlement à cette chaîne, la boue fut digérée dans la chaîne II sans pasteurisation.

Nous avons mis la quantité de boues brutes dans un préépaisseur et l'avons ensuite répartie en parts égales dans les deux chaînes. Après chaque remplissage de l'installation de pasteurisation de la chaîne I, nous avons alimenté en boues brutes, en parts égales, la chambre de prépasteurisation de la chaîne II. De cette manière, on était assuré que les

faulraum, den Nachfaulraum und die Abgabestelle. Zusätzlich kontrollierten wir in der Achse I zwei Proben aus der Leitung zwischen Pasteur und Vorfaulraum, eine unmittelbar nach dem Pasteur und eine kurz vor Einmündung in den Faulturm.

Vor Beginn der Versuche waren beide Vorfaulräume mit nicht pasteurisiertem Faulschlamm gefüllt. Auf eine Leerung beider Faultürme der Achse I wurde mit Rücksicht auf die spätere Praxis verzichtet.

Die Enterobacteriaceen-Zahl sank im Vorfaulraum I innerhalb von 3 Wochen nach Versuchsbeginn kontinuierlich von 109 000/ml auf 500/ml (Bild 1). Nach weiteren 10 Wochen lag ihre Zahl unter 10/ml und blieb während insgesamt 30 Wochen, mit Ausnahme von zwei absichtlich inszenierten Betriebsunfällen, unter 10/ml. Salmonellen waren im Vorfaulraum nur noch während der ersten 2 Wochen nach Beginn der Frischschlamm-Pasteurisierung nachweisbar; alle nachfolgend erhobenen Proben erwiesen sich als negativ.

Im Vorfaulraum der Vergleichsachse II schwankte der Enterobacteriaceen-Gehalt stark, da dort ständig Frischschlamm mit 10 bis 30 Millionen Enterobacteriaceen/ml zugemischt wurde. Der Mittelwert lag im Vorfaulraum II während der Versuchsdauer bei 111 000 Enterobacteriaceen/ml. Salmonellen waren in 69,8 % der 86 untersuchten Proben nachweisbar.

Im Nachfaulraum der Achse I fiel der Enterobacteriaceen-Gehalt mit einer Verzögerung von einer Woche gegenüber dem Vorfaulraum I ebenfalls rasch ab (Bild 2). Zu Beginn der Versuche betrug er 9000/ml, nach 5 Wochen 80/ml. Nach 13 Wochen wurde der Wert von weniger als 10 Enterobacteriaceen/ml erreicht und während der übrigen Versuchsdauer von 30 Wochen, mit Ausnahme der erwähnten simulierten Betriebsunfälle, gehalten. Auch an der Abgabestelle für den ausgefaulten Schlamm der Pasteurisierungsachse lagen ab der 12. Versuchswoche alle Werte unter 10 Enterobacteriaceen/ml.

Die Enterobacteriaceen-Zahlen im Nachfaulraum II variierten wie im Vorfaulraum II recht stark und lagen mit einem Mittelwert von 2270/ml schliesslich 3 Zehnerpotenzen höher als die Vergleichswerte aus der Achse I. Zudem konnten im Nachfaulraum II im Gegensatz zu demjenigen der Achse I immer wieder Salmonellen nachgewiesen werden.

Es konnte festgestellt werden, dass die Frischschlamm-Pasteurisierung mit nachfolgender Ausfäulung des Schlammes die bakteriologische Stabilität des Endproduktes gewährleistet. Diese Ergebnisse liessen sich auch in der Klär-

deux chaînes contenaient des boues de même nature et que les données bactériologiques étaient directement comparables entre elles.

Le contrôle bactériologique échelonné comprenait les boues fraîches dans le préépaisseur, et pour les deux chaînes, dans le prédigester, le postdigester et le poste d'expédition des boues. Nous avons contrôlé dans la chaîne I deux échantillons supplémentaires: les deux provenaient de la conduite située entre le pasteurisateur et le prédigester, l'un tout de suite après le pasteurisateur, et l'autre juste avant l'embouchure dans le prédigester.

Au début des essais, les deux prédigesteurs avaient été laissés remplis de boues d'épuration non pasteurisées. On renonça à vider les deux digesteurs de la chaîne I en prévision d'une pratique ultérieure.

Trois semaines après le début de l'essai, le nombre des entérobactériacées tomba dans le prédigester I de 109 000/ml à 500/ml (figure 1). Dix semaines plus tard, leur nombre était descendu en dessous de 10/ml et resta à ce niveau durant un total de 30 semaines, à l'exception de deux accidents d'exploitation provoqués intentionnellement. On a trouvé des traces de salmonelles dans le prédigester pendant deux semaines encore après le début de la pasteurisation des boues fraîches; tous les autres échantillons prélevés par la suite se sont révélés négatifs.

Dans le prédigester de la chaîne II, il y avait une fluctuation relativement forte du nombre des entérobactériacées du fait qu'il était alimenté en permanence de boues fraîches contenant de 10 à 30 millions d'entérobactériacées/ml. Durant l'essai, la valeur moyenne dans le prédigester II était de 111 000 entérobactériacées/ml. Parmi les 86 échantillons prélevés, on a pu constater dans 69,8 % des cas la présence de salmonelles.

Dans le postdigester de la chaîne I, la teneur en entérobactériacées chuta également rapidement, bien qu'avec une semaine de retard par rapport au prédigester I (figure 2). Au début de l'essai, elle était de 9000/ml, après 5 semaines de 80/ml. Après 13 semaines, le seuil de moins de 10 entérobactériacées/ml était atteint; il fut ensuite maintenu à ce niveau pendant les 30 mois que dura encore l'essai, à l'exception des accidents d'exploitation simulés. Egalement au poste d'expédition des boues digérées de la chaîne de pasteurisation, toutes les valeurs étaient en dessous de 10 entérobactériacées/ml à partir de la 12^e semaine d'essai.

Le nombre d'entérobactériacées dans le postdigester II varia fortement, tout comme dans le prédigester II, et se

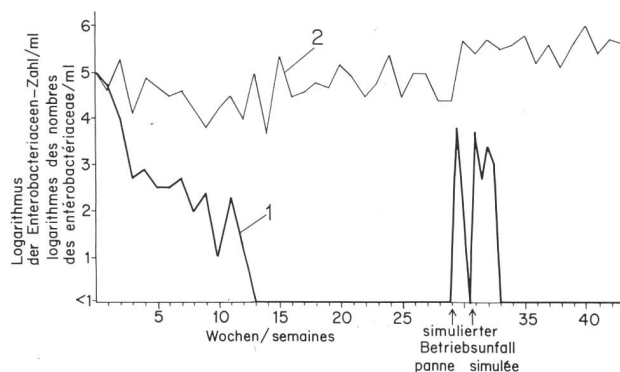


Bild 1. Entwicklung der Enterobacteriaceen-Zahl im Vorfaulraum.

- 1 Frischschlamm pasteurisiert (Vorfaulraum, Achse I)
- 2 Frischschlamm nicht pasteurisiert (Vorfaulraum Achse II)

Figure 1. Variation du nombre des entérobactériacées dans les prédigesteurs.

- 1 boues fraîches pasteurisées (prédigester de la chaîne I)
- 2 boues fraîches non pasteurisées (prédigester de la chaîne II)

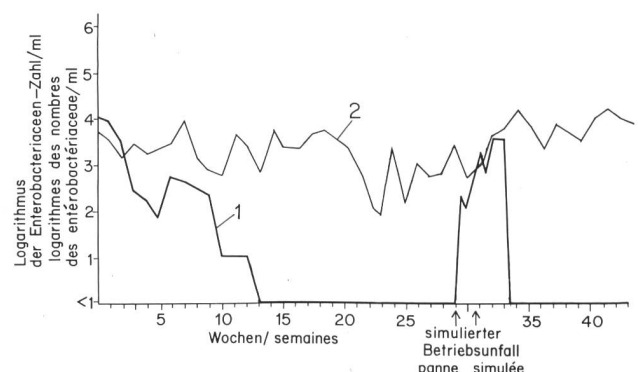


Figure 2. Variation du nombre des entérobactériacées dans les postdigesteurs.

- 1 boues fraîches pasteurisées (postdigester de la chaîne I)
- 2 boues fraîches non pasteurisées (postdigester de la chaîne II)

Bild 2. Entwicklung der Enterobacteriaceen-Zahl im Nachfaulraum.

- 1 Frischschlamm pasteurisiert (Nachfaulraum Achse I)
- 2 Frischschlamm nicht pasteurisiert (Nachfaulraum Achse II)

anlage Au/St. Gallen sowie in zwei Anlagen in der BRD bestätigen.

2. Thermische Trocknung

Bisher konnten wir die Prototypen zweier Verfahren zur Trocknung von Klärschlamm auf ihre Wirksamkeit in hygienischer Hinsicht überprüfen. Bei beiden Systemen gelangen Temperaturen von über 100 °C zur Anwendung, so dass die Hygienisierung des Schlammes in jedem Falle sichergestellt ist. Alle 18 bis heute untersuchten Chargen waren in 10 g Schlamm frei von Enterobacteriaceen. Da zudem im Endprodukt mit einem Restwassergehalt von nur etwa 15 % das zur Keimvermehrung unbedingt benötigte freie Wasser fehlt, sind die getrockneten Schlämme ohne weiteres auch über längere Zeit stapelfähig.

3. Aerob-thermophile Klärschlammbehandlung

Man unterscheidet zwei Möglichkeiten der aerob-thermophilen Klärschlammbehandlung, die beide erst in den letzten Jahren entwickelt wurden und teilweise noch in der Phase der Erprobung stehen:

- die aerob-thermophile Fermentation von Flüssigschlamm und
- die Kompostierung von vorentwässertem Schlamm entweder mit oder ohne Zusatzstoffe.

Die aerob-thermophile Fermentation von Flüssigschlämmen führt bei geeignetem Verfahren aufgrund der Stoffwechselaktivitäten von mesophilen bzw. thermophilen Mikroorganismen im Schlamm zu einer Temperaturerhöhung auf 60 bis 70 °C [6]. Hauptbestandteil dieser Anlagen ist ein thermisch isolierter Reaktionsbehälter, in dem der Kärtschlamm während einiger Stunden intensiv belüftet wird.

Wir hatten Gelegenheit, zwei Versuchsanlagen, die auf diesem Prinzip basieren, bakteriologisch zu überprüfen. Dabei liess sich feststellen, dass der Hygienisierungseffekt in beiden Fällen zufriedenstellend war. Enterobacteriaceen konnten in den behandelten Schlämmen pro 10 Gramm nicht mehr nachgewiesen werden. Bei der anschliessenden Stapelung in einem geschlossenen Behälter erwies sich der hygienisierte Schlamm auch bei einer Lagerung während 1 bis 2 Monaten als frei von Enterobacteriaceen.

In einer dritten Anlage erreichte der Schlamm im Verlauf der mehrtägigen Belüftung lediglich Temperaturen von 35 bis 40 °C. Die bakteriologische Kontrolle verschiedener Chargen derartig behandelten Schlammes ergab einen Enterobacteriaceen-Gehalt zwischen 4500 und 23 000/ml. Wir konnten mit diesen Untersuchungen die verschiedentlich geäusserte Behauptung, Klärschlamm könne auch bei Temperaturen von 40 °C durch intensive Belüftung hygienisiert werden, eindeutig widerlegen.

Bei der Kompostierung von Klärschlamm in sogenannten Bioreaktoren muss der Schlamm vorentwässert werden [1]. Der optimale Restwassergehalt schwankt bei diesen Verfahren zwischen 50 und 60 %. Voraussetzung für eine zufriedenstellende Verrottung und Hygienisierung ist die ausreichende und gleichmässige Zufuhr von Sauerstoff. Deswegen wird dem Klärschlamm bei den meisten Verfahren nach dem Wasserentzug Sägemehl, Baumrinde, Stroh oder dergleichen sowie Rückgut aus dem Reaktor beigemischt, um eine ausreichend poröse Struktur des Rottegutes zu erzielen. Diese Mischung wird in der Regel kontinuierlich dem zylindrischen, 4 bis 5 m hohen Reaktor zugeführt, den sie von oben nach unten durchläuft. Die Luft wird meist im Gegenstrom durch den Reaktor geführt und zuletzt in einen Erdfilter geleitet, um Geruchsemissionen weitgehend zu vermeiden.

trouva finalement avec une valeur moyenne de 2270/ml à 10³ au-dessus des valeurs comparatives provenant de la chaîne I. En outre, contrairement au postdigesteur de la chaîne I, la présence de salmonelles a pu régulièrement être décelée dans le postdigesteur II.

Nous avons en principe constaté que la pasteurisation des boues fraîches, suivie de la digestion, assurait la stabilité bactériologique du produit fini. On est également arrivé à cette conclusion dans la station d'épuration d'Au/St-Gall de même que dans deux installations en RFA.

2. Séchage thermique

Jusqu'ici, nous avons pu soumettre à un examen hygiénique les prototypes de deux procédés de séchage des boues d'épuration. Dans les deux systèmes, on utilise des températures de plus de 100 °C, par conséquent l'hygiénisation des boues est assurée dans les deux cas. Toutes les 18 charges examinées jusqu'à présent ne présentaient pas d'entérobactériacées dans les 10 g de boues prélevées à chaque fois.

Comme en outre dans le produit fini, ayant une teneur en eau résiduaire de seulement 15 % environ, l'eau libre absolument indispensable à la prolifération des germes n'est pas présente, les boues sèches peuvent être stockées sans crainte durant de longues périodes.

3. Traitement thermophile-aérobie des boues d'épuration

On distingue en principe deux possibilités de traitement thermophile-aérobie des boues d'épuration, lesquelles n'ont été développées qu'au cours des dernières années et sont partiellement encore dans une phase d'essai:

- la fermentation thermophile-aérobie des boues liquides et
- le compostage des boues prédéshydratées soit avec ou sans substances d'appoint.

La fermentation thermophile-aérobie des boues liquides conduit, lors d'un procédé approprié sur la base des activités du métabolisme des micro-organismes mésophiles ou thermophiles contenus dans les boues, à une élévation de la température de 60 à 70° C. La partie principale de ces installations est le réacteur, un récipient isolé thermiquement, dans lequel les boues subissent une aération intensive pendant quelques heures.

Nous avons eu l'occasion de contrôler bactériologiquement deux installations d'essais basées sur ce principe. A cette occasion, nous avons pu établir que l'effet d'hygiénisation était satisfaisant dans les deux cas. Aucune trace d'entérobactériacées n'a plus été décelée dans 10 g de boues traitées. Egalement lors du stockage qui suivit dans un grand récipient fermé, les boues hygiénisées ne présentèrent plus d'entérobactériacées, même après un à deux mois.

Dans une troisième installation, les boues atteignirent, après une aération de plusieurs jours, des températures de 35 à 40° C seulement. Le contrôle bactériologique de diverses charges de boues traitées de cette manière révéla une teneur en entérobactériacées comprise entre 4500 et 23 000/ ml. Grâce à ces analyses, nous avons pu réfuter les diverses affirmations selon lesquelles on parvenait également à l'hygiénisation des boues d'épuration à des températures de 40° C par aération intensive.

Lors du compostage des boues d'épuration dans ce qu'on nomme communément des bioréacteurs, il faut que les boues soient prédéshydratées [1]. La teneur optimale en eau résiduaire varie, pour ces procédés, entre 50 et 60 %. La condition essentielle pour un compostage et une hygié-

Während des Aufenthaltes im Reaktor erwärmt sich der Schlamm. In einer Anlage konnten wir bereits einen Meter unter der Oberfläche Temperaturen von 71 °C am Rand und 82 °C im Zentrum des Zylinders messen. Unsere Stufenkontrollen von drei Bioreaktoren zeigten, dass im Austrag des Reaktors pro 10 g Material keine Enterobacteriaceen mehr nachweisbar waren.

Während der anschliessenden Nachrotte in Mieten auf dem Areal der Kläranlagen waren die hygienisierten Schlämme mit einer Ausnahme bereits wieder mit Enterobacteriaceen rekontaminiert worden. Das Stapelproblem derartig behandelter Schlämme ist demnach noch nicht restlos gelöst.

4. Bestrahlung von Klärschlamm

Eine Alternative zu den bisher erwähnten thermischen Hygienisierungsmethoden ist die Bestrahlung von Klärschlamm mit Gammastrahlen oder beschleunigten Elektronen. Wir haben beide Verfahren in Modellversuchen getestet und hatten Gelegenheit, die so gewonnenen Resultate in der ersten Schlammbestrahlungsanlage in Geiselbullach zu überprüfen [3].

Bei unseren Versuchsreihen mit verschieden hoher Bestrahlungsintensität konnten wir feststellen, dass die Absterberate der Enterobacteriaceen mit steigender Dosis zunimmt. Die Applikation von 350 krad hatte eine mittlere Enterobacteriaceen-Reduktion von 6 Zehnerpotenzen zur Folge. Da korrekt ausgefauter Schlamm nach unseren Erfahrungen nie mehr als 10⁶ Enterobacteriaceen/ml enthält, ist die Hygienisierung von Faulschlamm demnach gewährleistet, wenn eine Dosis von 350 krad appliziert wird. Diese Ergebnisse konnten wir durch unsere Untersuchungen in der Anlage Geiselbullach, in der zurzeit täglich 145 m³ Faulschlamm hygienisiert werden, vollumfänglich bestätigen.

Nach unseren Erfahrungen spielt es keine Rolle, ob der Schlamm mit Gammastrahlen oder mit beschleunigten Elektronen behandelt wird. Voraussetzung für eine einwandfreie Hygienisierung ist nur, dass jedes Schlammteilchen mit der erforderlichen Strahlendosis von 350 krad bestrahlt wird. Beim Einsatz von Elektronenbeschleunigern lässt sich aber diese Bedingung bis heute noch nicht mit der notwendigen Sicherheit erfüllen. Bezüglich des Verhaltens von strahlenhygienisiertem Klärschlamm während der Stapelung liegen bisher noch zu wenig Untersuchungsergebnisse vor, um ein endgültiges Urteil abgeben zu können.

nisation satisfaisants réside dans un apport régulier et suffisant d'oxygène. C'est une des raisons pour lesquelles dans la plupart des procédés, on mélange de la sciure, des écorces de bois, de la paille ou autres, ainsi que des produits déjà compostés et recyclés, afin d'obtenir une structure suffisamment poreuse de la charge du réacteur. Ce mélange est en règle générale introduit de manière continue dans le réacteur cylindrique de 4 à 5 m de hauteur qu'il parcourt de haut en bas. L'air est conduit généralement à contre-courant dans le réacteur et aboutit finalement dans un filtre dit de terre, afin d'éviter dans une large mesure des émissions d'odeurs.

Pendant son séjour dans le réacteur, il y a un réchauffement de la boue. Dans une installation, nous avons mesuré à un mètre sous la surface de boue près des parois du cylindre des températures de 71 °C et de 82 °C au centre. Nos contrôles échelonnés dans trois bioréacteurs ont révélé que par 10 g de matériaux prélevés dans le réacteur, il n'y avait plus d'entérobactériacées.

Pendant le postcompostage qui suivit en tas dans l'enceinte de la station d'épuration, les boues hygiénisées étaient à une exception près à nouveau recontaminées avec des entérobactériacées. Ceci démontre que le problème du stockage des boues ainsi fait n'est pas résolu de manière définitive.

4. Irradiation des boues d'épuration

L'irradiation des boues d'épuration au moyen de rayons gamma ou d'électrons accélérés représente une alternative aux méthodes d'hygiénisation thermique mentionnées jusqu'ici. Nous avons testé les deux procédés dans le cadre d'essais-modèles et avons eu l'occasion de vérifier les résultats obtenus dans la première installation d'irradiation des boues de Geiselbullach [3].

Lors de nos séries d'essais avec diverses intensités d'irradiation, nous avons pu constater que le taux de mortalité des entérobactériacées augmentait en dose croissante. L'application de 350 krad avait pour conséquence une réduction moyenne des entérobactériacées de 10⁶. Comme selon nos expériences les boues correctement digérées ne contiennent jamais plus de 10⁶ d'entérobactériacées/ml, l'hygiénisation des boues digérées est assurée lorsqu'on applique une dose de 350 krad.

Nous avons pleinement pu confirmer ces résultats par nos recherches dans l'installation de Geiselbullach, dans laquelle 145 m³ de boues digérées sont actuellement hygiénisées chaque jour.

D'après nos expériences, cela ne joue pratiquement aucun rôle que les boues soient traitées avec des rayons gamma ou des électrons accélérés. La condition préalable à une hygiénisation parfaite consiste uniquement à ce que chaque particule de boue soit irradiée avec la dose de rayons nécessaire de 350 krad. Mais lors de l'application d'accélérateurs d'électrons, cette condition ne peut être satisfaite à ce jour avec toute la sécurité voulue. En ce qui concerne le comportement des boues d'épuration hygiénisées par irradiation pendant le stockage, nous disposons jusqu'à présent de trop peu de résultats d'enquêtes pour porter un jugement définitif.

Des exemplaires traduits en français de cet article «Les boues d'épuration doivent-elles être pasteurisées avant ou après la digestion?» sont disponibles à l'Office fédéral de la protection de l'environnement, 3003 Berne.

Literaturverzeichnis

- [1] Bidlingmaier, W.: Proc. 11. Seminar «Klärschlammdeinfektion», Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin (1979)
- [2] Görlich, L.: «Wasser, Energie, Luft» 70, 173 (1978)
- [3] Hess, E. und C. Breer: In: «Radiation for a clean Environment» IAEA Wien (1975)
- [4] Liebmann, H. und Offhaus, K.: «Berichte ATV», Heft 12, ZfGW-Verlag Frankfurt a. M. (1960)
- [5] Wuhrmann, K. A.: «Wasser, Energie, Luft» 70, 1 (1978)
- [6] —: «Gas, Wasser, Abwasser» 57, 678 (1977)

Adresse des Verfassers: Dr. Claus Breer, Institut für Veterinärhygiene der Universität Zürich, Winterthurerstrasse 270, 8057 Zürich.

Adresse de l'auteur: Dr. Claus Breer, Institut d'hygiène vétérinaire de l'Université de Zurich, Winterthurerstrasse 270, 8057 Zurich.