

Seuchenhygienische Gefahren bei der Einbringung von Abfallstoffen aus Siedlungen in Gewässer

Dr. Koloman Megay,

Leiter der Bundesstaatlichen bakteriologisch-serologischen Untersuchungsanstalt Linz

Schon in der Frühzeit der sogenannten bakteriologischen Ära wurde der Zusammenhang zwischen Gewässerverunreinigungen und Seuchenvorkommen erkannt und vor der unbedachten Einleitung von Siedlungsabwässern, aber auch vor der gedankenlosen Einbringung fester Abfallstoffe aus menschlichen Siedlungen in öffentliche Vorfluter gewarnt, ohne daß der epidemiologische Mechanismus dieser „waterborn epidemics“ in jedem Falle klar gestellt werden konnte. Die systematische Forschung der letzten Jahrzehnte hat diesbezüglich in zweifacher Hinsicht zu Fortschritten geführt:

1. Durch die Aufdeckung der Infektions- und Weiterverbreitungsvorgänge bei den wichtigsten durch Wasser übertragbaren epidemischen Erkrankungen, durch Erkenntnisse über die Standortgebundenheit der pathogenen Keime und über ihre Beeinflussung durch gesunde und geschädigte Biocoenosen ist der Mythos von der unbeschränkten Selbstreinigungskraft der Oberflächengewässer zerstört, bzw. auf das richtige Maß zurückgeführt worden.

2. Es wurde erkannt, daß nicht nur die „klassischen“ Seuchenerreger (Typhus, Paratyphus, Ruhr, Cholera) Wasserepidemien verursachen können, sondern daß durch Siedlungsabwässer außerdem neben den Entwicklungsformen parasitärer *Eingeweidewürmer* auch die Erreger von *Viruserkrankungen* auf die verschiedenste Weise wieder auf den Menschen übertragen werden können. Hierbei spielen die Erreger der epidemischen Kinderlähmung (Poliomyelitis) und der infektiösen Leberentzündung (Hepatitis) eine besondere Rolle.

Voraussetzung für die Kenntnis des Wassers als Zwischenträger von Infektionen beim Menschen war die schrittweise Klärung der epidemiologischen Zusammenhänge bei den einzelnen Infektionskrankheiten überhaupt. An den Menschen werden pathogene Keime ja auf verschiedene Weise herangetragen:

1) als *Staubinfektion*, wobei zu bemerken ist, daß sich nicht alle pathogenen Mikroorganismen durch längere Zeit lebend und virulent halten.

Besonders lang behalten im Staube ihre Infektiosität die Sporenbildner und die Tuberkelbakterien sowie gewisse resistente Kokken.

II) Als *Schmierinfektion*, bei der verschmutzte Hände, Wäschestücke und Gebrauchsgegenstände die Keimübertragung besorgen.

III) Als *Tröpfcheninfektion*, bei der die Krankheitserreger mit den Sekreten des Nasen-Rachenraumes beim Niesen, Husten, Sprechen versprüht werden

IV) Durch *übertragende Insekten*, wie dies vom Flecktyphus (Kleiderlaus) oder der Malaria (Anophelesmücke) bekannt ist, um nur einige Beispiele zu nennen.

V) Durch *Nahrungsmittel oder Wasser*, wobei die krankmachenden Keime gar nicht immer erst im eigentlichen Darmtrakt wirksam werden (Ruhr), sondern sehr oft sich im lymphadenoiden Gewebe des Rachens ansiedeln und von dort, auf dem Blut- oder Lymphwege weiterverschleppt, zum eigentlichen Erfolgsorgan gelangen. In diesem Zusammenhang darf ja auch nicht übersehen werden, daß die Salzsäure des gesunden Magens für manche Krankheitserreger ein beachtliches, wenn auch nicht unüberwindliches Hindernis darstellt.

Nicht jede Keiminvasion führt zum Haften des Erregers und zur Erkrankung. Ob es zu dieser kommt, wird durch die verschiedensten Faktoren beeinflußt:

Von Seiten des Erregers, ob dieser obligat oder nur fakultativ pathogen ist, d. h. ob es sich um einen echten Krankheitserreger oder aber einen Mikroorganismus handelt, der wohl zur Erkrankung führen kann, aber nicht führen muß (div. „Angina-Streptokokken“). Dann ist es bedeutsam, ob der Keim im Zustand der „Virulenz“ ist, d. h. über eine gewisse Angriffskraft verfügt, oder ob er etwa durch Milieuschädigungen angelagert nicht mehr voll aktionsfähig ist. Endlich ist die Anzahl der infizierenden Mikroorganismen für die Folgen der Infektion mitentscheidend, denn wenn auch theoretisch ein einzelner Keim zum „Angehen“ einer Infektion genügen müßte, so zeigt die Erfahrung, daß in vielen Fällen doch erst die Aufnahme mehrerer hundert oder tausend Keime eine manifeste Erkrankung auslöst.

Von Seiten des Menschen sind ebenfalls zahlreiche Faktoren, bzw. deren Zusammenspiel, entscheidend für die Folgen einer Keiminvasion. Es seien hier nur beispielshalber einige genannt, wie etwa die gesamte körperliche Verfassung — also ein durch Maßzahlen nicht ausdrückbarer Zustand. Dann verschiedene lokale und allgemeine Abwehrfaktoren, wie etwa der Säuremantel der gesunden Haut, das Lysozym im Speichel oder das Alexin und das Normalpsorin im Blut. Von großer Bedeutung ist ferner die Eintrittspforte der Infektion. Aber auch frühere Infekte mit dem Er-

reger, das Fehlen oder Vorhandensein einer Durchseuchungsresistenz, bzw. einer erworbenen Immunität beeinflussen die Folgen einer neuerlichen Ansteckung.

Die *Infektion* ist somit ein *Vielfaktorenproblem*, woraus sich die Unmöglichkeit einer exakten Voraussage ergibt. Und wenn ich mich genötigt sah, die epidemiologischen Grundlagen eingangs etwas eingehender zu erörtern, als es vielleicht dem Thema entspricht, so nur, um das Verständnis dafür zu wecken, daß auch die hygienischen Gefahren von Siedlungsabwässern nicht mit einem generellen Maßstab gemessen werden können, sondern fallweise auf Grund der Erfahrung des ärztlichen Sachverständigen beurteilt werden müssen.

Die frühere Überschätzung der Staub- und Tröpfcheninfektion mußte jedenfalls revidiert werden, die epidemiologischen Beweismittel für das Wasser als zumindest Mitüberträger bei vielen Erkrankungen sind vermehrt und gefestigt worden. Ich erinnere in diesem Zusammenhang an das hochaktuelle Problem der spinalen Kinderlähmung. Im Gegensatz zu früher weiß man von ihrem Erreger, einem Virus, heute, daß er nicht nur durch Tröpfchen-, bzw. Schmierinfektion, übertragen wird, sondern daß er sich teilweise massiv im Stuhl der Erkrankten findet, mit diesem in das Abwasser und in die Vorfluter gelangt, von wo er nachweislich sowohl durch Fliegen passiv verschleppt wird, als auch fallweise in das Trinkwasser gelangt. Ähnliches gilt vom Hepatitisvirus, also jenem der infektiösen Gelbsucht, dessen Nachweis in Trinkwasser gelungen ist. Für den Beweis des Abwasser- bzw. Wasserweges einer Infektion war naturgemäß die Vervollkommenung der bakteriologischen und virologischen Untersuchungstechnik, die Verfeinerung der Nachweisverfahren von pathogenen Mikroorganismen im Wasser erste Voraussetzung. Die starke Verdünnung der Keime im Wasser, auch im Abwasser, noch mehr aber im Trinkwasser erfordert zum Erreger nachweis verschiedene Anreicherungsverfahren. Für den Bakteriennachweis — aber auch für die Zählung der Eier parasitärer Eingeweidewürmer — hat sich hier die von Kruse inaugurierte Membranfiltermethode als äußerst hilfreich erwiesen, während für den Virusnachweis die Ultrazentrifuge von großer Bedeutung ist. Hand in Hand mit den verfeinerten Anreicherungsverfahren ging eine wesentliche Verbesserung der Züchtungstechnik, so daß das Laboratorium heute bereits dem Gutachter oder Amtssachverständigen recht präzise Auskünfte auf seine mikrobiologischen Fragestellungen geben kann. Hier wäre eine gewisse Vertrautheit der ärztlichen und technischen Sachverständigen mit den Möglichkeiten und Voraussetzungen der Laboratoriumstechnik wünschenswert. Er würde sich dann nicht mehr wundern, wenn der Bakteriologe beim Lokalaugenschein plötzlich eine Art Verbandpäckchen aus der Tasche zieht und nun Bänder aus sterilen Mullstreifen in ein Abwassergerinne hängt, um die Anreicherung von Keimen oder Viren vorzunehmen. Auch würde dann die vom Labora-

torium verlangte Bereitstellung von Eiskassetten oder gar Trockeneis nicht mehr als Schikane empfunden.

Als wichtigste Möglichkeiten der Infektionsübertragung durch Siedlungs-abwasser sind zu nennen:

a) der Infektweg: Abwasser — Vorfluter — direkte Übertragung auf den Menschen, etwa beim Baden oder beim Gemeingebräuch.

b) der Infektweg: Abwasser — Vorfluter — Trinkwasser, durch Eindringen infizierten Vorfluterwassers in das Trinkwasser oder bei der Trinkwassergewinnung aus dem Vorfluter, bzw. der Infektweg: Abwasser — Trinkwasser als Kurzschluß bei Defekten im Rohrnetz einer kommunalen Versorgung, wenn Abwasser aus der Kanalisation aussickert und durch feine Risse in die Trinkwasserleitungen gelangt oder in Grundwasserfassungen einströmt. Hier muß der verbreiteten Auffassung entgegentreten werden, daß durch den Überdruck im Wasserleitungsrohr ein Eindringen von Außenwasser nicht möglich sei; ein solches wird durch feine Risse im Wasserleitungsrohr beim Strömen des Wassers nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe eingesaugt (Injektormechanismus), solche „Kurzschlüsse“ sind also möglich.

c) der Infektweg: Abwasser — passiver Zwischenträger (Ratten, Insekten) — Mensch. Dabei ist der Infektionsmechanismus jeweils verschieden bei Bakterien, Viren und Parasiten. Im Einzelnen ist zu den Infektwegen zu bemerken:

zu a) Bei der direkten Übertragung kann das infizierte Wasser in den Nasen-Rachenraum eindringen oder verschluckt werden, wie dies für Infektionen mit Keimen der TPE-Gruppe (Typhus — Paratyphus — Enteritis), Anginastreptokokken, Meningokokken und Tuberkelbakterien sowie für die Viren der Poliomyelitis und der Hepatitis epidemica bekannt ist. Eine Aufnahme durch die Schleimhäute erfolgt beispielsweise bei den Erregern der Schwimmbadkonjunktivitis (Augen-Bindehautentzündung), während durch die intakte oder verletzte Haut Leptospiren, Rotlaufstreptokokken und die Erreger der Badedermatitiden eindringen.

zu b) Aus dem Abwasser von Siedlungen über den Vorfluter oder direkt in das Trinkwasser gelangen vor allem etwa Choleravibriionen oder TPE-Keime. Eine Infiltration der Krankheitserreger aus dem Wasser eines als Vorfluter dienenden Flusses oder Sees in das zur Trinkwassergewinnung verwendete ufernahe Grundwasser erfolgt besonders leicht bei pathogenen Viren, da diese infolge ihrer Kleinheit durch die Filterwirkung des Bodens noch weniger zurückgehalten werden als Bakterien.

zu c) Aus dem Abwasser über verschiedene Zwischenträger auf den Menschen gelangen von den eigentlichen Mikroorganismen verschiedenste Krankheitserreger. So werden häufig Paratyphuskeime und Lebensmittelvergifter durch den Genuss von *Muscheln*, *Krebsen* oder *Fischen* auf den Menschen übertragen, wenn diese Tiere — die mit ihrer Nahrung pathogene

Keime aus Siedlungsabwässern aufgenommen haben — roh oder nur gepökelt oder geräuchert konsumiert werden. Verschiedene Leptospirenarten, vor allem der Erreger der Weil'schen Krankheit, haben ihren Standort in *Ratten*, die weitgehend mit ihnen verseucht sind. Mit dem Urin der Ratten gelangen die Leptospiren in das Wasser und werden beim Baden oder bei Sturz ins Wasser vom Menschen aufgenommen. Nahezu alle Krankheitserreger können auch durch *Insekten* von der Uferregion der Vorfluter aus verschleppt werden. Besonders dort, wo in grob fahrlässiger Weise feste Abfallstoffe (Hausmüll und Kehricht) einfach in ein Naturgewässer oder einen offenen Kanal geworfen werden, bilden sich an den Uferzonen ideale Brutplätze für Fluginsekten. Dabei können die Krankheitserreger durch die Insekten entweder rein passiv übertragen, d. h. in menschliche Siedlungen verschleppt werden (Musciden, Lucilien, Calliphora u. a. m.), oder durch Biß oder Stich weitergegeben werden (Tabaniden). Besonders kompliziert werden die Verhältnisse, wenn die Krankheitserreger einen obligaten Wirtswechsel durchmachen müssen, wodurch aber andererseits die Infektkette leichter abreißen kann. So bedürfen die meisten helminthischen, also Wurmparasiten eines Wirtswechsels (z. B. Taenien) oder zumindest eines Reifungsstadiums in der Außenwelt. Bei ihnen verläuft der Infektionsweg dann vom Abwasser entweder über einen Vorfluter oder direkt auf Weiden, wo die Entwicklungsstadien von Weidevieh aufgenommen werden (Finnen) oder über Rieselfelder auf Gemüsepflanzen, die roh genossen werden (Ascariden). Welche hygienischen Gefahren sich dabei ergeben können, zeigt die Spulwurmepidemie in Darmstadt 1948, bei der 90 Prozent der Bevölkerung verwurmt wurden und 23 Todesfälle (Darmverschluß, Intoxikation) auftraten. Der Zusammenhang mit dem Siedlungsabwasser wurde einwandfrei geklärt.

Woher stammen nun die pathogenen Keime im Abwasser, wie können sie in dieses gelangen? Dort, wo der Standort eines Krankheitserregers beim Menschen ist, stellen „Keimträger“ und „Dauerausscheider“ das Keimbzw. Virusreservoir dar, aus dem die Keime mit den Ausscheidungen in das Abwasser gelangen. Dabei sind Keimträger Personen, die pathogene Keime — etwa an den Schleimhäuten des Nasen-Rachenraumes — beherbergen, ohne selbst Krankheitszeichen aufzuweisen. Dauerausscheider dagegen sind Personen, die eine Infektionskrankheit überstanden haben, vollkommen wiederhergestellt und gesund sind, mit ihren Entleerungen (Stuhl, Harn) aber laufend noch virulente Erreger absondern, die sich in irgendeinem Organ (Gallenblase, Niere) angesiedelt haben. So werden etwa 3 bis 5 Prozent aller Typhusfälle zu Dauerausscheidern.

Hinsichtlich der Infektiosität der einzelnen, durch Siedlungsabwässer übertragbaren Krankheitserreger kann man obligate, fakultative und gelegentliche Seuchenkeime unterscheiden. Während die *obligaten Seuchenerreger* (Cholera, Typhus, Ruhr, Poliomyelitis, Hepatitis epidemica) ihren

Standort, ihr Virusreservoir in menschlichen Siedlungen haben und durch menschliche Ausscheidungen in das Wasser gelangen, zeigt die Gruppe der *fakultativen Seuchenerreger* (Paratyphus, Tier-Salmonellosen, teilweise auch Tuberkulose, Milzbrand und Leptospirosen) deutliche Beziehungen zu Standorten im Tierreich und gelangt von dort in das Abwasser. Die Infektionsketten dieser Zoonosen oder Anthropo-Zoonosen sind teilweise recht verwickelt. Auf Einzelheiten kann in diesem Rahmen nicht eingegangen werden.

Bei massiver Infektion, z. B. eines Trinkwassers mit den klassischen Abwasser-Krankheitserregern, ist der *Epidemiecharakter* zumeist ein explosionsartiger und folgt zuerst in räumlicher Begrenzung dem Versorgungsbezirk des verseuchten Wassers. Solche große Wasserepidemien waren die Choleraepidemie des Jahres 1892 in Hamburg, wo innerhalb weniger Tage rund 17 000 Erkrankungen mit 8600 Todesfällen zu verzeichnen waren, dann die Typhusepidemie 1901 in Gelsenkirchen mit 3300 Kranken und 300 Toten sowie jene in Hannover 1926 mit 2400 Kranken und 280 Toten. Im gleichen Jahre kam es bei einer Typhusepidemie in Rostow am Don zu 2936 Erkrankungen mit 241 Todesfällen. Ebenfalls explosionsartigen Charakter hatte die 1955 im Ennepe-Ruhrkreis und Hagen aufgetretene kombinierte Typhus-Paratyphusepidemie mit 356 Typhusfällen, 238 Paratyphusfällen und 24 Mischinfektionen, die zwar als durch Milch bedingte Epidemie auftrat, bei der aber nachgewiesen werden konnte, daß die Infektion ihren Ausgang von einem Molkereibrunnen nahm, durch den ein undicht gewordenes Abwasserkanalrohr zog! So spielte auch hier Siedlungsabwasser eine bedeutsame Rolle. In manchen Fällen geht der eigentlichen Typhus- oder Paratyphusepidemie eine sogenannte *Wasserkrankheit* voraus. Darunter versteht man meist leicht verlaufende Gastro-Enteritisfälle ohne klaren bakteriologischen Befund, wahrscheinlich hervorgerufen durch nur fakultativ pathogene Abwasserbakterien (*Bacterium coli*, von dem es ja auch pathogene Rassen gibt) als Zeichen dafür, daß ein mehr oder weniger massiver Einbruch von Abwasser in das Trinkwasserversorgungsnetz erfolgt ist. In meist kurzem zeitlichem Abstand folgt dann die eigentliche Epidemie, meist so rasch, daß das Warnsignal der „Wasserkrankheit“ für etwaige preventive Maßnahmen zu spät kommt.

Eine sehr wesentliche Frage ist nun die, ob es eine *echte Vermehrung* der mit menschlichen Siedlungsabwässern ausgeschiedenen Krankheitserreger gibt oder nicht. Diese Frage kann weder generell bejaht noch verneint werden. Es besteht aber kaum ein Zweifel, daß je nach den Umständen eine echte Vermehrung von Seuchenerregern — weniger im Abwasser — aber vor allem im Vorfluter möglich ist. Ihr Ausmaß dürfte eine Funktion des Gleichgewichtszustandes zwischen Nährstoffangebot einerseits und Vernichtung der Keime durch die Biocoenosen des Wassers andererseits sein, wie sich dies auch aus den Untersuchungen von Steiniger

(Jahrbuch: „Vom Wasser“, Bd. XXI/1954, Verlag Chemie, Weinheim/Bergstraße) zu ergeben scheint. Man weiß durch Arbeiten von Boltz (zitiert bei Steiniger), daß zur Vermehrung von Salmonellen in Wasser in diesem mindestens 67 mg Eiweiß/Liter notwendig sind. Vor allem scheinen bestimmte Abbaustufen und einzelne Aminosäuren von den Keimen bevorzugt zu werden. Die in Sielen, Polderwässern usw. gefundenen Salmonellenarten stammen aber nur zum Teil aus menschlichen Siedlungen. Sie können vielmehr auch durch den Kot von Wasservögeln oder durch Fische eingebracht sein, wie dies für *Salmonella anatum* und *S. bareilly* mehrfach nachgewiesen worden ist. Für das Schicksal der mit Siedlungsabwässern ausgeschiedenen Krankheitserreger im Vorfluter ist außer dem Nährstoffangebot im Wasser wohl auch das „biologische Spektrum“ der Begleitbakterien aber auch der Ciliaten, Paramaecien und anderen Bakterienfresser verantwortlich, also die Gesamtbiocoenose. Daneben haben aber auch gelöste Stoffe Bedeutung (Phenole). Zwischen Colititer und Salmonellentiter eines Wassers, bzw. Abwassers, besteht keine direkte Beziehung. Dort, wo eine echte Vermehrung von Krankheitserregern im Wasser nicht stattfinden kann, haben wir aber dennoch mit einer sehr langen Lebensdauer oder Überlebensdauer der Krankheitserreger im Wasser und vor allem im Schlamm zu rechnen. Salmonellen fanden sich im Wasser 14 bis 32 Tage, in Abwasser 23 Tage, in Schlamm bis zu 180 Tage, im Kot bis zu 2 Jahre lebend. In Gartenerde wurden (Steiniger, l. c.) Typhusbakterien nach 5 Monaten, Paratyphus-B-Bakterien nach 13 Monaten lebend vorgefunden. Ähnliche Daten gelten nach weitgehend übereinstimmenden Untersuchungen auch für andere bakterielle Krankheitserreger und Viren.

Sehr bedauerlich ist die aus den aufschlußreichen Untersuchungen von Gertrud Müller (Hamburg) abzuleitende Erkenntnis, daß auch im mechanisch und biologisch vorgereinigten Abwasser ein völliges Verschwinden der *Salmonella*-Keime nicht zu erreichen ist, sondern bestenfalls eine Abnahme auf etwa 40 Prozent der im Rohabwasser gefundenen Werte. (Gertrud Müller: Städtehygiene, Heft 5, S. 106, 1955.)

Es wird sich nach all dem noch die Frage aufdrängen, ob ein Zusammenhang zwischen der Gewässergüteklaasse und dem Befund pathogener Keime im Vorfluter besteht. Auch hier liegen keineswegs einheitliche Verhältnisse vor. Es können Krankheitserreger gewiß auch in oligosaproben und sauerstoffreichen Vorflutern gefunden werden, aber besonders gefährlich sind biologisch verödete, polysaprobe Gewässerstrecken mit starker Verpilzung. R. Liepolt hat mit Recht wiederholt darauf hingewiesen, daß das eiweißreiche Substrat sowohl der echten Abwasserpilze (z. B. *Leptotinus*), als auch der in Massen auftretenden Abwasserbakterien (*Sphaerotilus natans*) einen idealen Nährboden für die Ansiedelung nicht nur der Colibakterien, sondern auch pathogener Darmkeime bildet. Wir werden daher poly-

saprobe Gewässerstrecken mit Pilztreiben nicht nur vom biologischen, sondern auch vom hygienischen Standpunkt aus schärfstens zu verurteilen haben.

Wie können wir nun den Bestand und die Vermehrung von Seuchenerreger aus Siedlungsabwässern in den Vorflutern wirksam bekämpfen? Es ergeben sich aus dem oben Gesagten vor allem zwei Wege:

1. Weitestgehende Zurückhaltung der Eiweißstoffe, deren Abbauprodukte und aller anderen organischen Stoffe, die als Bakterienährsubstrat dienen können. Das wird zumeist nur mit Hilfe mechanisch-biologischer Abwasserreinigungsanlagen oder durch innerbetriebliche Maßnahmen möglich sein.

2. Schutz für die gesunden Lebensgemeinschaften im Wasser, also für die Biocoenosen, die ja eine eminent wichtige Rolle bei der Selbstanreinigung der Gewässer spielen und denen schließlich auch die pathogenen Mikroorganismen zum Opfer fallen.

Keinesfalls wird der Hygieniker einer generellen Desinfektion der Siedlungsabwässer das Wort reden können, und zwar aus fachlichen, technischen und wirtschaftlichen Überlegungen heraus, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Abwasserdesinfektion — durchgeführt zumeist in Form der Chlorung — bleibt weiterhin Sonderfällen vorbehalten, wie sie sich bei der Aufbereitung der Abwässer aus Krankenhäusern, vor allem Infektionsstationen, Lungenheilstätten u. a. m. ergeben. Bei jeder Abwasserdesinfektion wird deren Fortwirkung auf die biologischen Selbstanreinigungs Kräfte im Vorfluter sorgfältig erwogen werden müssen; die Abwasserchlorung hat in Theorie und Praxis mit einer Fülle von Fußangeln aufzuwarten. Selbst dann, wenn etwa in Epidemiezeiten einmal tatsächlich Siedlungsabwässer gechlort werden müßten, wird es großer fachlicher Erfahrung bedürfen, eine wirksame Einrichtung dafür zu schaffen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: [1956](#)

Autor(en)/Author(s): Megay Koloman

Artikel/Article: [Seuchenhygienische Gefahren bei der Einbringung von Abfallstoffen aus Siedlungen in Gewässer 58-65](#)