

# Dichtheitsprüfung privater Abwasseranschlussleitungen

## ***Laborversuche der Fachhochschule Bielefeld auf Abwasserhausanschlussleitungen nicht übertragbar***

Eine Analyse von Dipl.-Ing. Ulrich Engelke, wiss. Mitarbeiter Ralph Lenkert MdB (DIE LINKE.)  
Berlin, 28.11.2012

Der Verband der unabhängigen Sachkundigen für Dichtheitsprüfung lässt in seiner [Pressemitteilung 05 - 2012](#) verlauten, Abwasser aus undichten Kanälen versickere im Boden und eine Selbstabdichtung sei gemäß der Untersuchungen von Professor Weinig von der Fachhochschule Bielefeld nicht nachweisbar, Zitat:

*Das Abwasser aus undichten Abwasserkanälen versickert im Boden. Eine Selbstabdichtung ([Kolmation](#)) des Bodens kann nicht nachgewiesen werden, selbst nicht im schluffigen Sand mit der geringen Sickerfähigkeit von Durchlässigkeitswerten bis zu  $k_f = 10^{-7}$  m/s. Das ist das Ergebnis einer Untersuchung an der FH Bielefeld, die mit der Unterstützung des Verbandes der unabhängigen Sachkundigen für Dichtheitsprüfungen von Abwasseranlagen (VuSD) im November 2012 vorgelegt wurde. Bei den Untersuchungen wurde im Labormaßstab und in halbtechnischen Versuchen überprüft, ob infolge der Durchsickerung von Abwasser durch ein Bodenfilter bis zu 150 cm Länge der Porenraum verblockt (kolmatiert). Dabei wurde Abwasser aus dem Vorklärbecken einer kommunalen Kläranlage entnommen und durch ein Lysimeter mit schluffigem Sand geschickt. Die entsprechenden Durchlässigkeitswerte nach DIN-Norm lagen bis  $k_f = 10^{-7}$  m/s, also ziemlich undurchlässig.*

Dem stehen die Ergebnisse aus der Doktorarbeit von Dr. Thoma gegenüber, der konkrete Untersuchungen von Abwasserleitungen vorgenommen hat, [Zitat aus infodienst Grundstück und Wasser](#):

*In seiner Promotionsarbeit hat Dr. Robert Thoma die Exfiltrationsrisiken undichter privater Grundleitungen untersucht. Dazu hat er das häusliche Abwasser von vier bis sieben Personen über gut drei Jahre in eine sandgebettete Versuchsleitung mit sechs simulierten Leckagen geleitet (Schlitze < 3 mm Breite) und die Qualität und Quantität des Exfiltrats gemessen. Darüber hinaus wurden die Auswirkungen von Kanalschäden an Grundleitungen von acht Gebäuden – fünf Verwaltungsgebäude, eine Kaserne sowie zwei Wohngebäude – untersucht. An den Grundleitungen wurden verschiedene Schadstellen freigelegt, um Bodenproben an den schadhaften Rohren entnehmen zu können. Die Proben wurden chemisch analysiert. Leitparameter waren Trockensubstanz (TS) und die Konzentrationen<sup>1</sup> [TOC](#), [Pges](#), [TN](#), [Cu](#), [Pb](#), [Zn](#) und [Ba](#) im Feststoff.*

### ***Erkenntnisse für Grundstückseigentümer***

*Abwasseraustritt führt unter Kanalleckagen zu Selbstabdichtungsprozessen im Boden, die eine Verringerung des Porenraums durch eingetragene Partikel und mikrobiologisches Biomassenwachstum bewirken und die Exfiltration deutlich reduzieren.*

*Nennenswerte Emissionen aus Grundleitungsleckagen konnten in dem Langzeitversuch und den Stichproben in der Regel nur bis 10 Zentimeter unterhalb der Rohrsohle nachgewiesen werden. Eine Boden- und Grundwasserverunreinigung sei laut Thoma in der Regel nicht zu erwarten.*

- Woher kommen also die unterschiedlichen Ergebnisse und was sagen sie für häusliche Abwasseranschlussleitungen aus?

<sup>1</sup> [TotalOrganicCarbon](#), [Pges](#) - Gesamtphosphor, [TotalNitrogen](#)

Thoma hat an realen Abwasserleitungen ermittelt, dass Abwasserleckagen nie vollständig geschlossen werden, ein wenig Abwasser ständig exfiltriert und in den ersten 10 cm des an die Leckage angrenzenden Bodens die biologische Umsetzung der Abwasserinhaltsstoffe erfolgt. Bis sich annähernd stabile Verhältnisse gebildet haben, vergehen einige Wochen.

Vergleichbare Ergebnisse hat die [Universität Karlsruhe](#) an realen Leitungen ebenfalls ermittelt, Zitat Seite 16:

*Die anfangs hohen Ablaufmengen von etwa 13 l/d gingen bereits nach der ersten Woche auf 2,4 l/d zurück. Dabei gaben die Segmente im näheren Umfeld der Leckage erwartungsgemäß höhere Mengen von etwa 2 l/d ab, während in den entfernteren Feldern 1,2 l/d anfielen. Die täglichen Sickerwassermengen wechselten periodisch zwischen 1,3 l/d und 3 l/d. Einem Gleichgewichtszustand zustrebende Exfiltrationsmengen oder gar eine vollständige Abdichtung der Leckage konnte auch nach 320 Versuchstagen nicht festgestellt werden.*

Bei den Untersuchungen der Universität Karlsruhe wurde auch ermittelt, dass nach rund 4 Monaten Ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) faktisch vollständig (99%) zu Nitrat oxidiert wird, Zitat Seite 18:

*Für die abbaubaren organischen Inhaltsstoffe ist ein effektiver Rückhalt ( $\text{NH}_4\text{-N} \sim 99\%$ ,  $\text{COD} \sim 60\%$ ) im Bodenkörper feststellbar. Die Nitratwerte stiegen vom 129. bis zum 195. Versuchstag von etwa 0 auf  $> 100 \text{ mg/l}$  an und blieben dann weitgehend konstant. Offenbar verfügte der Sandkörper über genügend Sauerstoffreserven, um das mit dem Leckageabwasser eingebrachte Ammonium vollständig zu nitrifizieren.*

### **Kommentar**

Die oben genannten Feststellungen von Thoma und der Universität Karlsruhe sind höchst bedeutsam. In den ersten Monaten baut sich innerhalb der ersten wenigen Zentimeter der Bodenschicht unter einer Leckage eine Kolmationsschicht auf, die den Wasserweg bis auf eine annähernd konstante kleine Restmenge versperrt. Es stellen sich aerobe Verhältnisse mit verhältnismäßig hohen Sauerstoffkonzentrationen ein, denn sonst könnte keine [Nitrifikation](#) erfolgen.

Zum Vergleich: In Kläranlagen wird für Nitrifikation eine Sauerstoffkonzentration von ca.  $2 \text{ mg O}_2/\text{l}$  im Belebungsbecken eingestellt.

Aus der praktisch vollständigen Nitrifikation lässt sich schließen, dass die biologisch abbaubaren Stoffe in der Kolmationsschicht bis auf die üblichen Restkonzentrationen abgebaut werden - denn solange die Mikroben noch verhältnismäßig viel Nahrung ( $\text{BSB}_5$ ) aus dem Abwasser gewinnen können, liegt die Sauerstoffkonzentration bei praktisch Null. Aus der von der Universität Karlsruhe genannten Exfiltration von  $2 \text{ l/d}$  (bei deren Standardleckage) lässt sich ein Sauerstoffbedarf von rund  $1,3 \text{ g O}_2/\text{d}$  ermitteln. Diese Menge konnte über den Bodenkörper zuströmen.

Als Erklärung für eine stets exfiltrierte Restmenge bietet sich ein mikrobieller Selbstregelungseffekt an. Zum einen ist eine gewisse Stärke der Kolmationsschicht erforderlich, um den Durchfluss wirksam zu hemmen, andererseits würde ein zu kleiner Durchfluss die hinteren Schichten der Kolmationsschicht auf Grund von Nahrungsmangel absterben lassen. Es bildet sich also eine Durchflussmenge aus, die die hinteren aktiven Teile der Schicht gerade noch ernährt. Daher ist die Durchströmung der Schicht die notwendige Bedingung für deren Erhalt. Das schließt nicht aus, dass die praktisch absolute Zusetzung der Leckage durch Inertstoffe langfristig nicht erfolgen kann. Ein derartige mechanische Zusetzung würde jedoch lange Zeit (mikrobiell) ausgegeregelt werden und wäre nur schwer messbar.

Innerhalb der Kolmationsschicht der Leckage eines (ständig durchströmten) Rohres ergibt sich für die Mikroben ein Dilemma. Zu Beginn der Schicht ist die Nahrungsmittelkonzentration ( $BSB_5$ ) hoch, die Sauerstoffkonzentration bzw. die Zuflussmenge von Sauerstoff aus dem Bodenbereich zur Verwertung der Nahrung jedoch niedrig. Am Ende der Kolmationsschicht ist der  $BSB_5$  abgebaut, dafür steht (nicht verwertbarer) Sauerstoff zur Verfügung → der Nahrungsmittelstrom und der Sauerstoffstrom laufen gegeneinander. Dies Dilemma könnte u. a. für die von Thoma beobachteten sehr periodischen Schwankungen der Exfiltration und für die verhältnismäßig langen Aufbauzeiten der Schichten verantwortlich sein. Temperatureinflüsse auf das Mikrobewachstum sind eine weitere Einflussgröße.

Bei zeitweilig trockenfallenden Leitungen wie bei Ein- und kleineren Mehrfamilienhäusern sind die Verhältnisse beim Aufbau der Kolmationsschichten entscheidend anders. Über lange Zeit steht Luftsauerstoff auch am Anfang einer Schicht zur Verfügung, anaerobe Zustände sind hier (nur) bei Durchfluss vorhanden. Die Biozönose ist wechselhaften Bedingungen ausgesetzt, ähnlich wie sie bei der [Biologischen Phosphorelimination](#) auftreten. Es wäre zu klären, wie sich die Exfiltration unter diesen Bedingungen zeitlich entwickelt, welche Biozönose gebildet wird und welche Resistenzen die Biozönose gegen Störungen besitzt. Aufgrund des gleichgerichteten Stroms von Luftsauerstoff und Nahrung könnte der Aufbau von Sperrschichten bedeutend schneller erfolgen und außerdem stabilere Innere Kolmationsschichten erzeugen.

### **Übertragbarkeit der Versuche der FH Bielefeld auf häusliche Abwasserleitungen**

Bei dem Versuchsaufbau der Fachhochschule Bielefeld wurde ein [Lysimeter](#) verwendet, Zitat s. oben: „Dabei wurde Abwasser aus dem Vorklärbecken einer kommunalen Kläranlage entnommen und durch ein Lysimeter mit schluffigem Sand geschickt.“

Üblicherweise besteht ein Lysimeter aus einem abgeschirmten und unten verschlossenen Behälter. Im Bodenbereich befindet sich ein Ablauf. Zuführt wurde ein übliches Abwasser. Der Sauerstoffbedarf zur aeroben Reinigung inklusive Nitrifikation dieses Abwassers bestimmt sich mit den Standardwerten von 250 mg  $BSB_5$ /l und 50 mg  $NH_4$ -N/l zu etwa 1.300 mg  $O_2$ /l. Man muss annehmen, dass der Versuchsaufbau eine Zufuhr von Sauerstoff ausschloss, allenfalls zu Beginn eines Versuchs eine Sauerstoffmenge im Sand gespeichert war.

Aufgrund des mutmaßlich fehlenden Sauerstoffeintrags konnte eine effektive aerobe Reinigung und Nitrifikation nicht stattfinden. Eine bedeutende anaerobe Umsetzung ist ebenfalls auszuschließen, denn deren Restkonzentrationen nach der biologischen Verarbeitung liegen beim prozessentscheidenden Parameter  $BSB_5$  üblicherweise in der Größenordnung des Abwasserzustroms – eine mikrobiell nutzbares Konzentrationsgefälle bzw. Energiepotential liegt nicht vor. Eine anaerobe Reinigung und damit der mikrobielle Aufbau einer Kolmationsschicht benötigt Nahrungs- bzw. Verschmutzungskonzentrationen von dreistelligen  $BSB_5$ -Werten – zieht man Anaerobreaktoren zum Vergleich herbei. Derartig hohe Werte liegen im häuslichen Abwasser (im Mittel) nicht vor. Eine weitere Hemmnis ergibt sich durch das für anaerobe Mikroben sehr kalte Milieu.

Innere [Kolmationsschichten](#) unterhalb Leckagen werden durch horizontale Spülstöße in Leitungen wenig berührt. Bei den teilgefüllten Rohren erhöhen sich Exfiltrationen beispielsweise durch Verdoppelung der Füllhöhe (nach [Prandtl-Colebrook](#)) um etwa die Quadratwurzel aus zwei. Für Freispülungen sessiler Mikroben reichen diese Druckunterschiede längst nicht aus.

Aus den Versuchen der Fachhochschule Bielefeld kann man wenig auf dauernd durchströmte Abwasserleitungen zurückschließen. Es wurde ausgeführt, dass eine Anwendung auf häusliche Abwasseranschlussleitungen wegen sehr unterschiedlicher Randbedingungen insgesamt auszuschließen ist.

## **Zusammenfassung**

- Aufgrund der Randbedingungen bei den Versuchen der FH Bielefeld konnte sich eine wirksame Innere Kolmationsschicht (im Gegensatz zu realen Bedingungen an einer defekten Leitung) schwerlich ausbilden.
- Die Überschrift aus der Pressemitteilung des Verbandes der unabhängigen Sachkundigen für Dichtheitsprüfung von Abwasseranlagen, „Abwasser aus undichten Kanälen versickert im Boden“, muss erheblich relativiert werden. Die exfiltrierte Menge ist klein und inklusive Nitrifikation mikrobiell gereinigt.
- Der in der Untersuchung der FH Bielefeld genannte Spülstoß bei Regen ist auf Anschlussleitungen von Häusern nicht übertragbar. Regenwasser fällt nicht regelmäßig in diesen Leitungen an. Außerdem berührt ein Spülstoß die äußere Kolmationsschicht, jedoch nicht die wichtigere innere.
- Der in der Pressemitteilung genannte Wert von  $26\text{m}^3/\text{m}^2/\text{a}$  impliziert erhebliche Exfiltrationen in Boden und Grundwasser. In der Mitteilung wird dazu noch der Niederschlag von  $0,8\text{m}^3/\text{m}^2/\text{a}$  ins Verhältnis gesetzt. Es ist wissenschaftlich jedoch nicht haltbar, einen Regeneintrag über die gesamte Fläche eines Gebietes mit der Exfiltration aus einigen Quadratzentimetern Rohrfläche in Beziehung zu setzen. Haltbar wäre nur der Vergleich von Grundwasserneubildung in einem Bereich mit der Summe der Exfiltration in dem betreffenden Gebiet.
- Bei Abwasserleitungen von Ein- und kleineren Mehrfamilienhäusern fällt Abwasser sehr diskontinuierlich an. Der Abfluss erfolgt häufig in Bereichen von mehreren Sekunden oder Minuten. Schon ausschließlich hydraulisch betrachtet, bleibt beim häuslichen Abwasseranfall wenig Zeit für eine Durchsickerung, vergl. auch [Prof. Dr.-Ing. Hepcke von der FH Münster auf Seite 4](#). Hepcke gibt die Zeit der Befüllung mit 1% an. Die im vorigen Punkt genannten  $26\text{m}^3/\text{m}^2/\text{a}$  werden bei häuslichen Leitungen etwa um den Faktor 100 verfehlt.
- Die Verhältnisse bei den diskontinuierlich durchströmten Abwasserleitungen von Ein- und kleineren Mehrfamilienhäusern sind unaufgeklärt. Es sind weder Exfiltrationsmengen, noch Boden oder Grundwasser belastende Schmutzfrachten bisher untersucht worden. Die Kolmationsschichten werden sich auf Grund der kurzen Beaufschlagungszeiten (Wechsel aerob - anaerob) biologisch und zeitlich anders ausbilden.

### Anschrift des Verfassers:

Ulrich Engelke  
c/o Ralph Lenkert MdB  
Platz der Republik 1  
11011 Berlin

Telefon: 030-227-72637

Mail: [ralph.lenkert.ma02@bundestag.de](mailto:ralph.lenkert.ma02@bundestag.de)