



PRÜF- UND ENTWICKLUNGsinstitut FÜR ABWASSErTECHNIK AN DER RWTH AACHEN E.V.

Kurzfassung Abschlussbericht

„Anwendbarkeit der Trübungsmessung zur Feststellung der Hygienisierungsleistung von Kleinkläranlagen“

AZ IV – 9 – 042 1D1

für das



**Ministerium für
Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**

Aachen, im Juni 2007

Dr.-Ing. Elmar Dorgeloh

Inhalt

1	Veranlassung	1
2	Untersuchungen	2
3	Ergebnisse	4
3.1	Zusammenhang zwischen der Trübung des gereinigten Abwassers und dessen Gehalt an E.coli.....	4
3.1.1	Gesamtauswertung aller Anlagen.....	4
3.1.2	Kläranlagen mit Hygienisierung	5
3.1.3	Kläranlagen ohne Hygienisierung.....	6
3.2	Vergleich der Ergebnisse der Verfahren „Colilert-18/Quanti-Tray“ und „Compact Dry“	7
4	Fazit und Empfehlung	8
	Literatur	9

Verzeichnis der Bilder

Bild 1:	Laborgeräte und –materialien für das Colilert-18/Quanti-Tray-Verfahren.....	3
Bild 2:	Platten mit Trockennährböden des Compact Dry-Verfahrens	3
Bild 3:	Trübungs- und E.coli-Werte. Gesamtauswertung	4
Bild 4:	Anzahl von E.coli bei einer Trübung von 4 TE/F	5
Bild 5:	Trübungs- und E.coli-Werte des gereinigten Abwassers aus den Kleinkläranlagen ohne Hygienisierung	6
Bild 6:	Vergleich der Verfahren „Compact Dry“ und „Colilert-18/Quanti-Tray“ bei E.coli-Werten unter 2.500 E.coli [1/100 ml]	7

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Beprobte Anlagen.....	2
------------	-----------------------	---

1 Veranlassung

Hygienische Parameter treten im Zusammenhang mit der Reinigungsleistung von Kleinkläranlagen immer stärker in den Focus der Diskussion, da von mikrobiologischen Verunreinigungen Gefahren für die Umwelt ausgehen können. Daher werden in ökologisch empfindlichen Gebieten sowie in Trinkwasserschutzgebieten, aber auch zum Zweck der Abwassernutzung, z.B. für die Bewässerung, Kläranlagen benötigt, die neben der Nährstoffelimination eine Hygienisierung des Abwassers ermöglichen.

Kleinkläranlagen mit zusätzlicher Hygienisierung (Klasse „+H“) sollen gemäß den Zulassungsgrundsätzen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) das Abwasser soweit hygienisieren, dass in 100 ml Ablaufwasser höchstens 100 faecal coliforme Keime enthalten sind (DIBt, 2006).

Um eine Einschätzung der Hygienisierungsleistung von Kleinkläranlagen während der Wartung vor Ort zu ermöglichen, fordert das DIBt in seinen Zulassungsgrundsätzen für allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Kleinkläranlagen bei Wartungen von Anlagen mit Hygienisierung die Feststellung der Trübung des gereinigten Abwassers mit der Messung des spektralen Absorptionskoeffizienten (SAK) bei 520 nm (DIBt, 2006). Das DIBt gibt jedoch keine Vorgaben oder Hinweise wie mit den ermittelten Trübungswerten verfahren werden soll. Es werden weder Grenzwerte aufgeführt, noch wird dargelegt, in welcher Weise ein Zusammenhang zwischen der ermittelten Trübung des Ablaufwassers und der Hygienisierungsleistung der Kleinkläranlagen hergestellt werden kann.

Vor dem Hintergrund, dass es fraglich erscheint, Rückschlüsse auf die Hygienisierungsleistung einer Kleinkläranlage aufgrund der Trübung des Ablaufwassers der Anlagen zu ziehen, wurde der Entschluss gefasst, diesen Aspekt in einem Forschungsvorhaben zu untersuchen.

2 Untersuchungen

Die Untersuchungen erfolgten an 9 Kleinkläranlagen, die auf dem Prüffeld des PIA in Aachen installiert waren und an einer extern betriebenen kleinen Kläranlage. Alle im Rahmen des Forschungsvorhabens beprobten Anlagen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Beprobte Anlagen

Nr.	Kläranlagentyp	Reinigungsverfahren	Art der Hygienisierung	Anzahl der Proben	Verwertbare Proben
1	Kleinkläranlage	SBR-Anlage	UV	14	12
2	Kleinkläranlage	Belebungsanlage	Membran	9	9
3	Kleinkläranlage	Belebungsanlage	Membran	6	3
4	Kleinkläranlage	Belebungsanlage	Membran	9	7
5	Kleine Kläranlage	Belebungsanlage	Membran	10	10
6	Kleinkläranlage	Belebungsanlage	-	8	2
7	Kleinkläranlage	Scheibentauchkörper	-	8	6
8	Kleinkläranlage	Scheibentauchkörper	-	4	3
9	Kleinkläranlage	Getauchtes Festbett	-	5	1
10	Kleinkläranlage	Getauchtes Festbett	-	5	0
Gesamt				78	53

Vor allem aufgrund von Überschreitungen des Messbereiches des eingesetzten Analyseverfahrens „Colilert-18/Quanti-Tray“ sowie aufgrund von Ungenauigkeiten infolge sehr hoher Verdünnungen konnten von den insgesamt 78 durchgeführten Analysen nur 53 Messwerte für die Untersuchung genutzt werden.

Für die quantitative Bestimmung von E.coli wurde das Colilert-18/Quanti-Tray-Verfahren eingesetzt (Bild 1). Jede Probe wurde zusätzlich parallel mit dem Compact Dry-Verfahren (Bild 2) analysiert, um die beiden Methoden miteinander vergleichen zu können.



Bild 1: Laborgeräte und -materialien für das Colilert-18/Quanti-Tray-Verfahren



Bild 2: Platten mit Trockennährböden des Compact Dry-Verfahrens

Das Colilert-18/Quanti-Tray-Verfahren ist gegenüber dem Compact Dry-Verfahren wesentlich teurer und mit mehr Aufwand verbunden, liefert jedoch genauere Ergebnisse und ist als Alternativverfahren gemäß Trinkwasserverordnung anerkannt (IDEXX 2007).

Die Feststellung der Abwassertrübung erfolgte mit einem Photometer bei einer Wellenlänge von 520 nm mit Rechteck-Küvetten. Die Messung beruht auf der Spektralphotometrie, mittels derer die Absorption des Lichtes, das eine Flüssigkeit durchstrahlt, festgestellt wird. Von dem hierzu eingesetzten Photometer wurden die Trübungswerte in der Trübungseinheit Formazin (TE/F) ausgegeben.

3 Ergebnisse

3.1 Zusammenhang zwischen der Trübung des gereinigten Abwassers und dessen Gehalt an E.coli

3.1.1 Gesamtauswertung aller Anlagen

34 % der Abwasserproben konnten den vom DIBt geforderten Grenzwert von 100 E.coli in 100 ml Ablaufwasser bei Anlagen mit Hygienisierung einhalten (Bild 3). Die übrigen 66 % lagen zum Teil weit über diesem Wert, was unter anderem damit zu erklären ist, dass in diese Auswertung Abwasserproben aus Anlagen ohne Hygienisierung mit einbezogen wurden und daher auch hohe E.coli-Werte zu erwarten waren. Berücksichtigte man ausschließlich die Abwasserproben mit einer E.coli-Anzahl von maximal 2.420, deren Anteil 66 % der Gesamtproben ausmachten, erhielt man einen Korrelationswert von nur 0,03 und damit das Resultat eines kaum vorhandenen Zusammenhangs zwischen der Trübung und dem Gehalt an E.coli im Ablaufwasser.

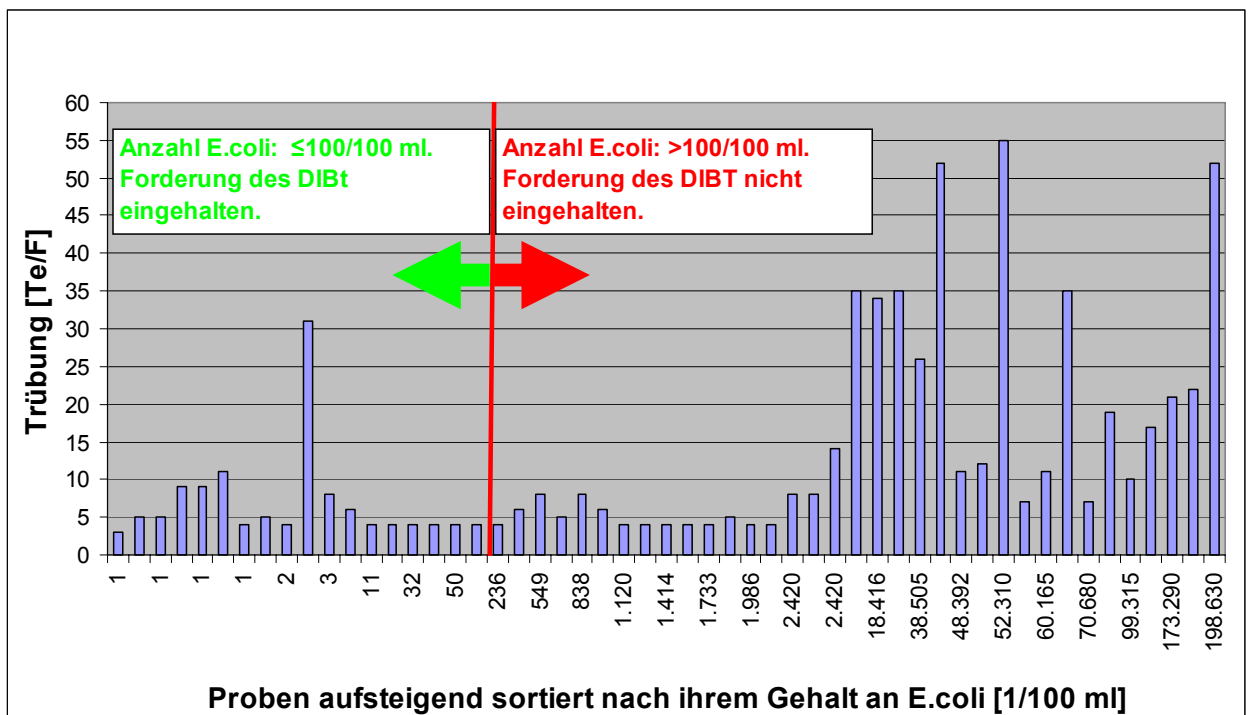


Bild 3: Trübungs- und E.coli-Werte. Gesamtauswertung

Bild 3 zeigt, dass aufgrund der Trübung des Ablaufwassers keine sichere Aussage bezüglich dessen Gehaltes an E.coli getroffen werden kann. So wurden Trübungswerte von unter 5 TE/F sowohl bei E.coli-Werten von 1 [1/100 ml], als auch bei E.coli-Werten von 2.420 [1/100 ml] festgestellt. Eine Tendenz zu erhöhten E.coli-Werten war bei Trübungswerten von > 10 TE/F zu erkennen. 79 % der Proben mit Trübungswerten von > 10 TE/F wiesen Werte von über 18.000 E.coli [1/100 ml] auf und 89 % dieser Proben lagen über den vom DIBt geforderten Wert von 100 E.coli [1/100 ml]. Abwassertrübungen von über 10 TE/F waren zwar relativ häufig mit hohen E.coli-Werten verbunden, eine sichere Aussage bezüglich des Zusammenhangs der beiden Parameter Trübung und Gehalt an E.coli im Ablaufwasser von Kläranlagen lässt sich aber nicht treffen.

3.1.2 Kläranlagen mit Hygienisierung

Bei der Gesamtbetrachtung der Ergebnisse aller Kläranlagen mit Hygienisierung, konnte mit einem Korrelationswert von $r = 0,2$ ein geringer Zusammenhang zwischen der Trübung des Ablaufwassers und dessen Gehalt an E.coli festgestellt werden. Dieser rein rechnerisch ermittelte Zusammenhang wird jedoch bei näherer Betrachtung der Ergebnisse abgeschwächt. In Bild 4 wird exemplarisch für den am häufigsten aufgetretenen Trübungswert von 4 TE/F die Spannweite der bei diesem Wert gemessenen E.coli-Werte aufgezeigt. Bei dem insgesamt sechzehnmal auftretenden Trübungswert von 4 TE/F wurden E.coli-Werte zwischen 1 und 2.420 [1/100 ml] ermittelt, was auf einen Nichtzusammenhang der Parameter Trübung und E.coli schließen lässt.

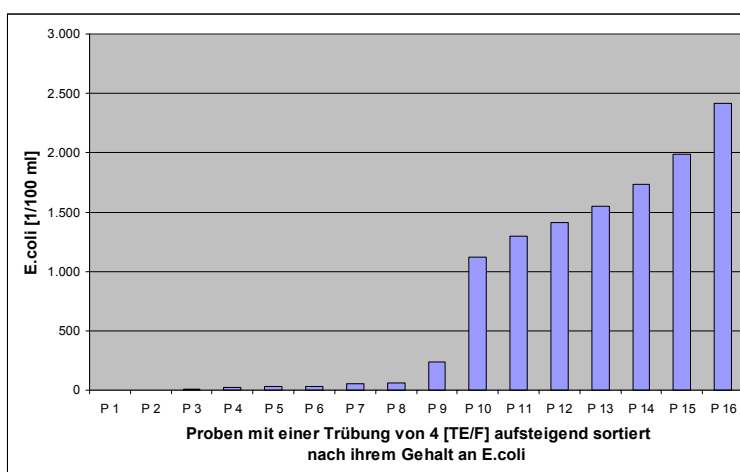


Bild 4: Anzahl von E.coli bei einer Trübung von 4 TE/F

3.1.3 Kläranlagen ohne Hygienisierung

Für die Erfassung hoher E.coli- und sehr hoher Trübungswerte wurden 5 Kleinkläranlagen ohne Hygienisierung in die Untersuchung mit einbezogen.

Der aus den Messwerten dieser Anlagen ermittelte Korrelationswert von -0,26 demonstriert, dass kein positiver Zusammenhang zwischen den beiden Parametern Trübung und E.coli bestand. Der ermittelte negative Zusammenhang verdeutlicht, dass steigende Trübungswerte keineswegs mit ebenfalls steigender E.coli-Anzahl verbunden sind.

Das Bild 5 veranschaulicht, dass in relativ engen Trübungsbereichen, große Unterschiede bezüglich der Anzahl von E.coli aufgetreten sind. Feld A beschreibt beispielhaft den Trübungsbereich zwischen 17 und 26 TE/F, in dem E.coli-Werte von 38.505 bis 198.630 [1/100 ml] gemessen wurden.

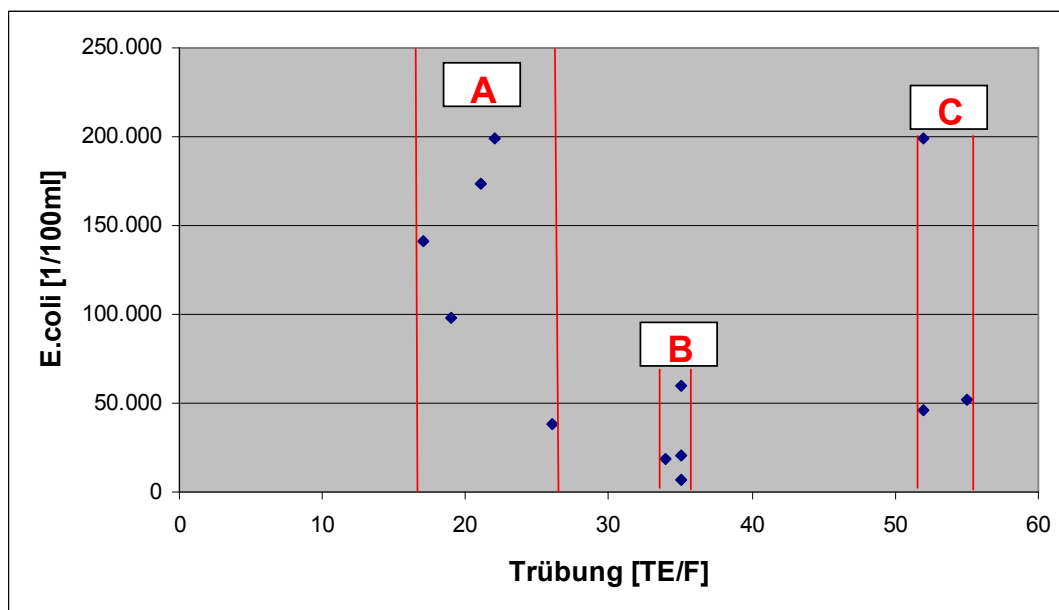


Bild 5: Trübungs- und E.coli-Werte des gereinigten Abwassers aus den Kleinkläranlagen ohne Hygienisierung

3.2 Vergleich der Ergebnisse der Verfahren „Colilert-18/Quanti-Tray“ und „Compact Dry“

Obwohl die Ergebnisse der Verfahren „Colilert-18/Quanti-Tray“ und „Compact Dry“ nicht genau übereinstimmen, zeigen sie eine ähnliche Tendenz und liegen besonders bei niedrigen Werten eng beieinander (Bild 6).

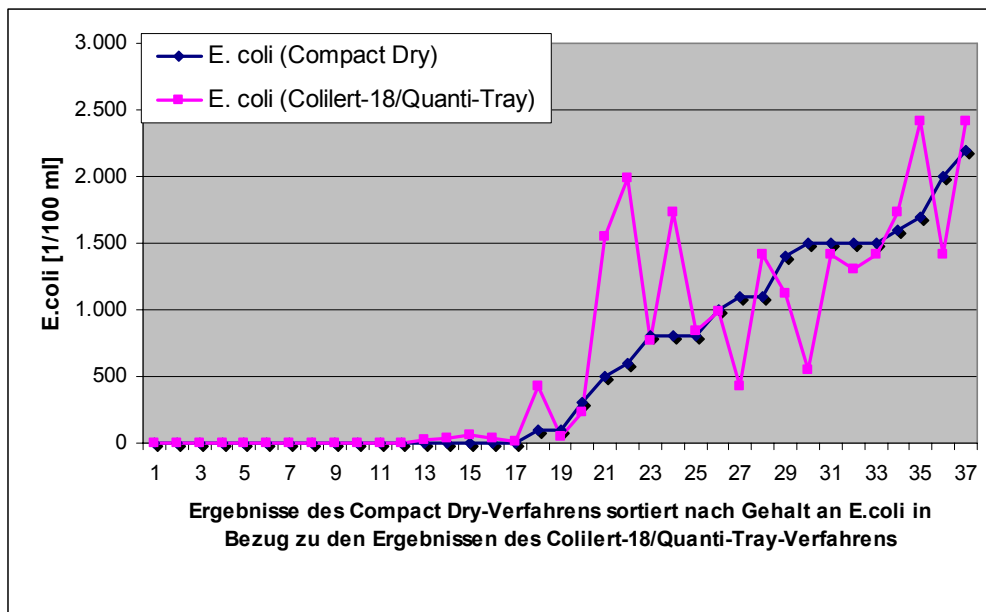


Bild 6: Vergleich der Verfahren „Compact Dry“ und „Colilert-18/Quanti-Tray“ bei E.coli-Werten unter 2.500 E.coli [1/100 ml]

Für die Überprüfung des vom DIBt geforderten Grenzwertes von ≤ 100 E.coli je 100 ml gereinigtem Abwasser bei Kleinkläranlagen mit Hygienisierung, sind sowohl das Colilert-18/Quanti-Tray-Verfahren, als auch das Compact Dry-Verfahren geeignet. Letzteres ist besonders für eine Ersteinschätzung im Rahmen einer Anlagenwartung zu empfehlen. Das Ablesen der E.coli-Kolonien auf den bei diesem Verfahren eingesetzten Platten ist besonders bei niedrigen Werten schnell und problemlos durchzuführen. Weitere Vorteile dieses Verfahrens sind vor allem in den kostengünstigen Laborgeräten- und materialien, in dem geringen Platzbedarf sowie in der einfachen Handhabung zu sehen. Für eine genauere und wasserrechtlich verwertbare Analyse sollte hingegen das Colilert-18/Quanti-Tray-Verfahren verwendet werden.

4 Fazit und Empfehlung

Auf Grundlage der in diesem Forschungsvorhaben gewonnenen Erkenntnisse, erscheint die in den Zulassungsgrundsätzen für allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Kleinkläranlagen des DIBt geforderte Messung der Trübung des gereinigten Abwassers zur Feststellung der Hygienisierungsleistung im Rahmen der Kleinkläranlagenwartung nicht sinnvoll. Im Einzelnen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Trübung des gereinigten Abwassers und dessen Gehalt an fäkalkoliformen Keimen.
- Die Spannweite der Anzahl an E.coli ist in relativ engen Trübungsbereichen sehr hoch, so dass bei dem gleichen Trübungswert sehr unterschiedliche E.coli-Werte festgestellt werden konnten.
- Eine Tendenz zu erhöhten E.coli-Werten war bei Trübungswerten von > 10 TE/F zu erkennen.
- Die Ergebnisse der Verfahren „Colilert-18/Quanti-Tray“ und „Compact Dry“ haben eine ähnliche Tendenz und liegen bei niedrigen Werten eng beieinander.
- Das Compact Dry-Verfahren ist vor allem aus Kostengründen für eine Ersteinschätzung im Rahmen einer Anlagenwartung zu empfehlen.
- Für eine wasserrechtlich verwertbare Bestimmung von E.coli sollte das Colilert-18/Quanti-Tray-Verfahren verwendet werden.

Empfehlung

Die vom DIBt geforderte Messung der Trübung des Ablaufwassers zur Feststellung der Hygienisierungsleistung von Kleinkläranlagen sollte durch eine Laboranalyse des Parameters E.coli ersetzt werden. Ein Verfahren mit Trockennährboden, wie das Compact Dry-Verfahren, ist qualitativ ausreichend.

Literatur

DIBT (2006): Zulassungsgrundsätze für allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für Kleinkläranlagen (Stand Februar 2006), Berlin

IDEXX (2007): Umweltbundesamt nimmt Colilert®-18 / Quanti-Tray® in die Liste zugelassener alternativer Testmethoden auf. Online im Internet: http://www.idexx.com/water/refs/GermanApproval_De.pdf (Stand: 23.06.2007)