

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der einzelnen Stufenproben der Pflanzenkläranlagen

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der einzelnen Stufenproben werden zunächst die Wasserproben und anschließend die Feststoffproben dargestellt. Die Indikatorkeime *E. coli* werden getrennt von den Fäkalstreptokokken aufgeführt, da sich die Keimkinetik zum Teil stark unterscheidet. Da die Interpretation der Ergebnisse bezüglich der Gesamtbakterienzahl und der *Enterobacteriaceae* weitestgehend zu gleichen Aussagen wie die Interpretation der Indikatororganismen führte, werden diese nur bei Abweichungen erwähnt. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes kam es nicht zum Salmoneleintrag aus dem Abwasser, weshalb auf diesen erst in den Durchflussversuchen eingegangen wird.

4.1.1 Ergebnisse der Wasserproben

Die Ergebnisse der wie in Punkt 3.2.2 beschriebenen und entsprechend entnommenen Wasserproben werden für jede Pflanzenkläranlage gesondert aufgeführt. Bei der Beschreibung der Einzelwerte findet sich eine tabellarische Aufstellung der Keimzahlen mit anschließender grafischer Darstellung des Verlaufes der Höhe der Keimzahlen über den jeweiligen Untersuchungszeitraum.

4.1.1.1 Ergebnisse der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-1“

Beim Start der Untersuchung im Oktober '96 fallen hohe Keimzahlen nach dem Rottefilter auf. So erhöht sich z. B. die Anzahl für *E. coli* von $2,3 \times 10^5$ KBE/ml auf $2,3 \times 10^7$ KBE/ml. Dies fällt zusammen mit einer starken Ansammlung von groben Fäkalienbrocken im Rottefilter (s. Tab. 4).

Hohe Keimzahlen finden sich ebenfalls im Dezember '96 im Ablauf des Schilfbeetes und im Überlauf des Teiches. Dies fiel zeitlich mit dem Fremdwasserzulauf sowie mit dem Überlauf des Rottefilter zusammen. Im März/April '97 kommt es zu auffallend hohen Keimzahlen nach dem Rottefilter mit anschließend hoher Keimzahlreduktion nach dem Teich. So erhöht sich z. B. im April '97 die Anzahl Fäkalstreptokokken von $6,4 \times 10^2$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^3$ KBE/ml und fällt nach dem Teich auf $6,4 \times 10^0$ KBE/ml. (s. Tab. 4). Die höchsten Werte für *E. coli* fanden sich in den Abwasserproben im Juli '98 mit $9,3 \times 10^6$ KBE/ml und die niedrigsten im Dezember '96 mit $1,5 \times 10^4$ KBE/ml bei einem Medianwert von $4,3 \times 10^5$ KBE/ml (s. Tab. 4 und Abb. 19). In den Wasserproben nach dem Rottefilter lag der Median mit $8,4 \times 10^5$ KBE/ml innerhalb der gleichen log-Stufe wie der des Abwassers. Die Abweichungen um den Median lagen für *E. coli* im Bereich von drei log-Stufen bei einem minimalen Werte von $4,3 \times 10^4$ KBE/ml im Januar '97 und einem maximalen Werte von $2,3 \times 10^7$ KBE/ml im Oktober '96.

Im Vergleich der Keimzahlen zwischen Zu- und Ablauf des Rottefilters kam es am Anfang der Untersuchung von Oktober '96 bis September '97 zu einer Erhöhung, die maximal im Oktober '96 mit zwei log-Stufen von $2,3 \times 10^5$ KBE/ml auf $2,3 \times 10^7$ KBE/ml stattfand. Während in der Mitte des Untersuchungszeitraumes von Oktober '97 bis Juni '98 die Keimzahlen weitgehend in den gleichen log-Stufen um 10^5 KBE/ml lagen, zeigte sich an dessen Ende von Juli '98 bis September '98 jeweils eine Verminderung um eine log-Stufe, wobei die höchste Keimzahlreduktion im Juli '98 von $9,3 \times 10^6$ KBE/ml auf $4,3 \times 10^5$ KBE/ml zu verzeichnen war.

Bei der Betrachtung der Medianwerte während der Passage des Schilfbeetes konnte eine Keimzahlreduktion von drei log-Stufen von $8,4 \times 10^5$ KBE/ml auf $6,8 \times 10^2$ KBE/ml ermittelt werden. Zwar kam es immer zu einer Keimzahlreduktion, jedoch waren in den einzelnen Ergebnissen starke Schwankungen zu erkennen, so dass die Keimzahlreduktion im ungünstigsten Falle im Juni '97 nur innerhalb der gleichen log-Stufe von $9,3 \times 10^5$ KBE/ml auf $1,5 \times 10^5$ KBE/ml stattfand (s. Tab. 4).

Tab. 4: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ auf *E. coli* und Fäkalstreptokokken

Datum	<i>E. coli</i>					Fäkalstreptokokken				
	Abwasser	Rottefilter	Schilfbeet	Teich	Vorflut	Abwasser	Rottefilter	Schilfbeet	Teich	Vorflut
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Okt 96	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^7$	$4,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$9,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^2$	$7,5 \times 10^2$	$2,0 \times 10^3$	< 0,3
Dez 96	$1,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	< 0,3
Jan 97	$2,1 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$7,4 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^0$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^3$	< 0,3	$9,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^{-1}$
Mrz 97	$4,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^2$	$7,5 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3
Apr 97	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^2$	< 0,3	$6,4 \times 10^2$	$9,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^2$	$6,4 \times 10^0$	< 0,3
Jun 97	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	$4,3 \times 10^2$	$3,8 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$7,5 \times 10^0$
Jul 97	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^0$	$2,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	< 0,3
Aug 97	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^0$	< 0,3	$3,6 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	< 0,3	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$
Sep 97	$4,3 \times 10^5$	$1,2 \times 10^6$	$7,2 \times 10^3$	< 0,3	$2,3 \times 10^0$	$1,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	$2,9 \times 10^2$	$3,6 \times 10^{-1}$	< 0,3
Okt 97	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^1$	< 0,3	$1,2 \times 10^1$	$1,5 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	< 0,3	< 0,3	$9,2 \times 10^{-1}$
Nov 97	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	k.W.	$1,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^0$	k.W.
Dez 97	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3
Jan 98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$2,1 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^0$	$3,6 \times 10^1$	< 0,3
Feb 98	$9,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	< 0,3	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3
Mrz 98	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	< 0,3	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	< 0,3	< 0,3
Apr 98	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3
Mai 98	$7,5 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	< 0,3	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	< 0,3	$2,3 \times 10^0$
Jun 98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$7,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^1$	< 0,3	$9,2 \times 10^{-1}$
Jun 98	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^0$	$3,6 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$	$1,5 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$2,3 \times 10^0$	< 0,3	$9,2 \times 10^{-1}$
Jul 98	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$	$9,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$7,4 \times 10^{-1}$	< 0,3	$4,3 \times 10^0$
Aug 98	$1,5 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^1$	$1,5 \times 10^1$	$4,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^0$	$7,5 \times 10^0$	$2,0 \times 10^0$
Sep 98	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$
Median gesamt	$4,3 \times 10^5$	$8,4 \times 10^5$	$6,8 \times 10^2$	$1,2 \times 10^1$	$1,5 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	$1,8 \times 10^{-1}$	< 0,3
8.97 bis 9. 98	$7,5 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^0$	< 0,3	$6,4 \times 10^{-1}$

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k.W. = kein Wert, weil kein Wasserfluss vorhanden war
- < 0,3 = Keimzahlen kleiner 0,3 KBE/ml (Nachweisgrenze)
- 1) Abwasser = Wasserprobe aus dem Zulauf zum Rottefilter
- 2) Rottefilter = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- 3) Schilfbeet = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeetes
- 4) Teich = Wasserprobe aus dem Überlauf des Teiches
- 5) Vorflut = KBE/ml im Bach vor Einlauf des Wassers aus dem Schönungsteich
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Entnahmestelle

Im günstigsten Fall kam es im August'97 bei einem Zulaufwert von $4,3 \times 10^6$ KBE/ml zu einer Keimzahlreduktion um sechs log-Stufen auf einen Ablaufwert von $1,5 \times 10^0$ KBE/ml (s. Tab. 4).

Nach der Neufüllung und ausschließlichen Beschickung des linken Schilfbeckens im Juni'98 kam es zunächst zu einer Keimzahlreduktion um fünf log-Stufen von $9,3 \times 10^5$ KBE/ml auf $2,3 \times 10^0$ KBE/ml. Bei einer gleichbleibenden Keimzahl im Zulauf um 10^5 KBE/ml verminderte sich diese vergleichsweise hohe Reduktionsrate in den folgenden drei Monaten auf drei log-Stufen, wie z. B. die im September'98 gemessene Keimzahl von $4,3 \times 10^2$ KBE/ml im Ablauf des Schilfbeckes zeigte.

Eine weitere Keimzahlreduktion um eine log-Stufe von im Median $6,8 \times 10^2$ KBE/ml auf $1,2 \times 10^1$ KBE/ml fand sich für *E. coli* nach der Passage des Schönungsteiches. Am Anfang der Untersuchung im Oktober'96 kam es zu den höchsten Keimzahlen sowohl im Zulauf des Teiches mit $4,3 \times 10^5$ KBE/ml als auch im Ablauf mit $1,5 \times 10^5$ KBE/ml.

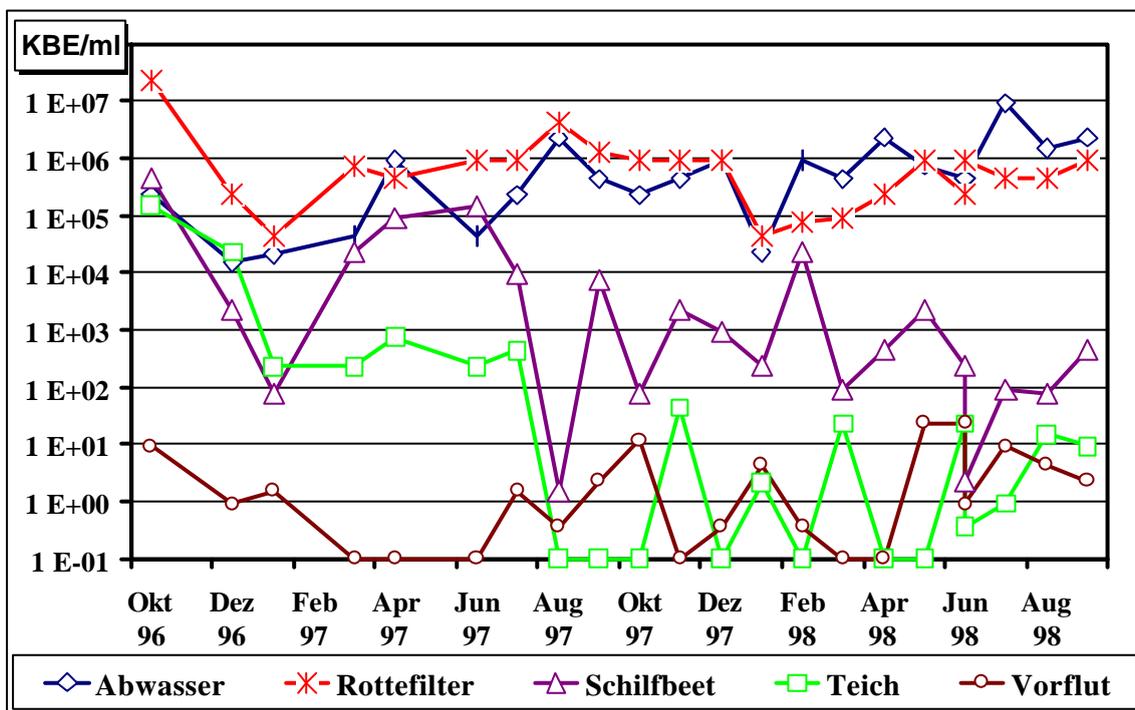


Abb. 19: *E. coli* in Wasserproben von „Nord-1“

Dargestellt ist der Verlauf der Keimzahlen für *E. coli* über den Zeitraum von Oktober 1996 bis September 1998 in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“. Der tiefste Wert stellt die Nachweisgrenze von $<0,3$ KBE/m dar und wird in der Grafik bei 10^{-1} KBE/m dargestellt. Die Darstellung der Keimzahlen in der Y-Achse erfolgt in logarithmischer Skalierung, die Darstellung des zeitlichen Verlaufes auf der X-Achse in monatlichen Schritten. Die dazugehörigen Werte befinden sich in der Tab. 4.

Legende:

- $1,0 \text{ E} + 02$ = $1,0 \times 10^2$
- 1) Abwasser (blau, Kästchen) = Wasserprobe aus dem Zulauf der Anlage
- 2) Rottefilter (rot, Kreuze) = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- 3) Schilfbeet (lila, Dreiecke) = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeckes
- 4) Teich (grün, Vierecke) = Wasserprobe aus dem Ablauf der Teichanlage
- 5) Vorflut (braun, Kreise) = Wasserprobe aus der Vorflut vor Einlauf aus der Teichanlage

Im Zeitraum von März'97 bis Juni'97 konnte eine stabile Keimzahlreduktion um bis zu drei log-Stufen gemessen werden, wobei die Keimzahlen im Einlauf des Teiches zwischen $2,3 \times 10^4$ KBE/ml und $1,5 \times 10^5$ KBE/ml und die Keimzahlen im Ablauf bei $2,3 \times 10^2$

KBE/ml und $7,5 \times 10^2$ KBE/ml lagen. Von August '97 bis Mai '98 lagen die Ablaufwerte des Teiches für *E. coli* meistens unterhalb der Nachweisgrenze von 0,3 KBE/ml. Nur in den drei Monaten November '97, Januar '98 und März '98 konnte ein Nachweis geführt werden. Die höchste gemessene Anzahl an *E. coli* in dieser Zeitspanne fand sich im November '97 mit $4,3 \times 10^1$ KBE/ml.

Bei einer Betrachtung der schwankenden Zahlen im Teichzulauf von $1,5 \times 10^0$ KBE/ml im August '97 bis $2,3 \times 10^4$ KBE/ml im Februar '98 ergaben sich Keimzahlreduktionen von bis zu vier log-Stufen (gemessen im Februar '98, Tab. 4).

Bei einer Betrachtung der Keimzahlen zum Ende des Untersuchungszeitraumes von August '97 bis September '98 wurde festgestellt, dass eine Keimzahlreduktion im Median von drei log-Stufen stattfand, wobei der Medianwert im Teichzulauf von $2,3 \times 10^2$ KBE/ml auf $3,6 \times 10^{-1}$ KBE/ml im Teichablauf sank.

Eine gesonderte jahreszeitliche Betrachtung ab August '97 führte zu der Feststellung, dass die *E. coli*-Keimzahlen des Teichablaufes sowohl im Sommer als auch im Winter nur eine Abweichung von einer log-Stufe um die Keimzahl 10^0 KBE/ml aufwiesen. Im Median gesehen hatte der Teichablauf mit $3,6 \times 10^{-1}$ KBE/ml eine log-Stufe geringere Keimzahlen an *E. coli* als der Median der unbelasteten Vorflut mit $2,3 \times 10^0$ KBE/ml.

In der Vorflut der Anlage lag die *E. coli* Keimzahl im Median bei $1,5 \times 10^0$ KBE/ml. Die einzelnen Werte waren konstant knapp über der Nachweisgrenze von 0,3 KBE/ml. Im November '97 führte der Bach kein Wasser vor dem Einlauf aus dem Teich.

Bei der Betrachtung des Zeitraumes von August '97 bis September '98 war der Medianwert für *E. coli* in dem Wasser nach der Teichanlage mit $3,6 \times 10^{-1}$ KBE/ml auffälligerweise geringer als der Median $2,3 \times 10^0$ KBE/ml in der Vorflut. Somit war das natürliche Wasser in der Vorflut im Median vergleichsweise stärker belastet als das ablaufende Wasser der Pflanzenkläranlage.

Der Median der Keimzahlen im Abwasser lag für Fäkalstreptokokken bei $2,3 \times 10^3$ KBE/ml (s. Tab. 4 und Abb. 20). Die Keimzahl lag für den gesamten Untersuchungszeitraum stabil um den Median bei einer Abweichung, die in den meisten Fällen nur eine log-Stufe betrug. Die Spannweite der gemessenen Werte betrug insgesamt aber bis zu vier log-Stufen bei einem Minimalwert im März '97 mit $2,3 \times 10^1$ KBE/ml und einem Maximalwert im September '98 von $2,3 \times 10^5$ KBE/ml (s. Tab. 4).

Der Median für die Fäkalstreptokokken des Abwassers lag mit $2,3 \times 10^3$ KBE/ml in der gleichen log-Stufe etwas niedriger als der Median der Wasserproben nach dem Rottefilter mit $9,3 \times 10^3$ KBE/ml.

In den Einzelwerten kam es sowohl zu einer Keimverminderung um eine log-Stufe (April '98) von $2,3 \times 10^4$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^3$ KBE/ml als auch zu einer Keimzahlerhöhung (Januar '97) von $9,3 \times 10^2$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^3$ KBE/ml.

Die Abweichung vom Median des aus dem Rottefilter ablaufenden Wassers betrug für Fäkalstreptokokken drei log-Stufen bei minimalen Werten von $9,3 \times 10^2$ KBE/ml im Oktober '96 und März '97 mit Maximalwerten von $4,3 \times 10^5$ KBE/ml im September '98.

Während der Passage des Schilfbeetes kam es bei den Medianwerten zu einer Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen von $9,3 \times 10^3$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^1$ KBE/ml. Die höchste gemessene Keimzahl fand sich im Mai '98 mit $2,3 \times 10^3$ KBE/ml. Die Untersuchungsergebnisse vom Januar, August und Oktober '97 wurden als Minimalwerte angesehen, da sich die Keimzahlen unterhalb der Nachweisgrenze befanden.

Nach dem Aufenthalt des Wassers in der Teichanlage konnte eine Keimzahlreduktion im Median von zwei log-Stufen festgestellt werden ($9,3 \times 10^1$ KBE/ml auf $1,8 \times 10^{-1}$

KBE/ml). Zu einer Erhöhung der Anzahl an Fäkalstreptokokken kam es nur im Oktober '96 von $7,5 \times 10^2$ KBE/ml auf $2,0 \times 10^3$ KBE/ml.

Wie für *E. coli* konnte auch für Fäkalstreptokokken eine bessere Reinigungsleistung festgestellt werden, als lediglich der Zeitraum des letzten Teils des Untersuchung von August '97 bis September '98 betrachtet wurde. Im Median lagen dann die Keimzahlen für Fäkalstreptokokken unterhalb der Nachweisgrenze. Dieser Medianwert liegt damit tiefer als der Medianwert der Vorflut mit $6,4 \times 10^{-1}$ KBE/ml im selben Zeitraum.

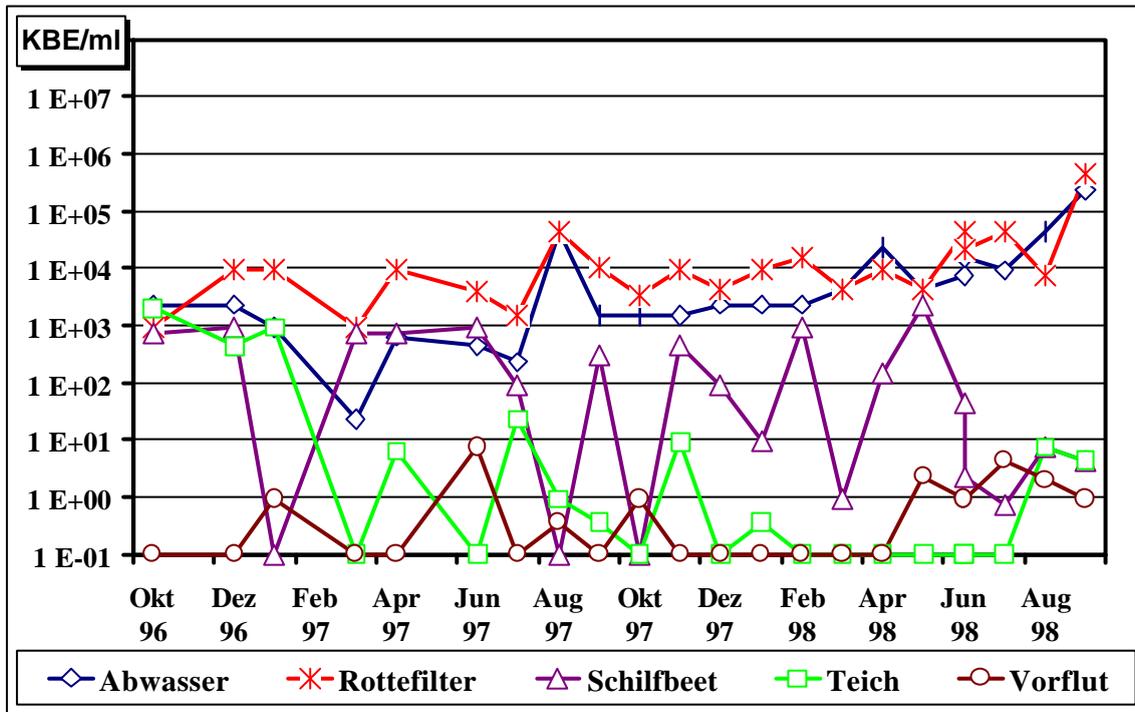


Abb. 20: Fäkalstreptokokken in Wasserproben von „Nord-1“

Dargestellt ist der Verlauf der Keimzahlen für Fäkalstreptokokken über den Zeitraum Oktober 1996 bis September 1998 in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“. Der tiefste Wert stellt die Nachweisgrenze von $<0,3$ KBE/m dar und wird in der Grafik bei 10^{-1} KBE/m dargestellt. Die Darstellung der Keimzahlen in der Y-Achse erfolgt in logarithmischer Skalierung, die Darstellung des zeitlichen Verlaufes auf der X-Achse in monatlichen Schritten. Die dazugehörigen Werte befinden sich in der Tab. 4, die Legende entspricht der von Abb. 19.

In einer vergleichenden Betrachtung des Verlaufes der Höhe der Medianwerte für *Enterobacteriaceae* in den einzelnen Klärstufen war ein ähnliches Bild wie bei den Werten für *E. coli* zu erkennen. So kam es nach dem Durchfluss durch den Rottefilter im Median zu einer geringen Keimzahlerhöhung innerhalb der gleichen log-Stufe von $4,3 \times 10^5$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^5$ KBE/ml (s. Tab. 5, S. 62). Im weiteren Verlauf kam es dann im Median je Reinigungsstufe zur einer Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen auf $1,9 \times 10^3$ KBE/ml nach dem Schilfbeet und auf $5,5 \times 10^1$ KBE/ml nach dem Teich. Dessen Median lag damit immer noch um eine log-Stufe höher als der Median der Vorflut mit $2,3 \times 10^0$ KBE/ml. Für den gesondert betrachteten Zeitraum von August '97 bis September '98 waren für die *Enterobacteriaceae* keine auffälligen Unterschiede zu erkennen.

Die Medianwerte für die Gesamtbakterienzahl lagen immer ein bis zwei log-Stufen höher als die der *Enterobacteriaceae* und *E. coli* sowie bis zu drei log-Stufen höher als die der Fäkalstreptokokken. (s. Tab. 5).

So betragen diese in dem zulaufenden Abwasser im Median $6,3 \times 10^6$ KBE/ml, nach dem Rottefilter $6,9 \times 10^6$ KBE/ml und nach dem Schilfbeet $5,5 \times 10^3$ KBE/ml. Nach dem

Schilfboot waren diese Medianwerte damit um eine log-Stufe höher als die von *E. coli* und um zwei log-Stufen höher als die der Fäkalstreptokokken. Der Medianwert nach dem Teich war mit $4,6 \times 10^2$ KBE/ml dem des natürlichen Wassers in der Vorflut mit $3,5 \times 10^2$ KBE/ml fast gleich. Der Medianwert für die Gesamtbakterienzahl nach dem Teich lag um eine log-Stufe höher als der der *Enterobacteriaceae* und der von *E. coli* sowie um drei log-Stufen höher als der der Fäkalstreptokokken.

Tab. 5: Ergebnisse der mikrobiologischen Wasseruntersuchung der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ auf *Enterobacteriaceae* und Gesamtbakterienzahl

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>					Gesamtbakterienzahl				
	Abwasser	Rottefilter	Schilfboot	Teich	Vorflut	Abwasser	Rottefilter	Schilfboot	Teich	Vorflut
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Okt 96	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^7$	$9,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$9,3 \times 10^0$					
Dez 96	$2,1 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$< 0,92$					
Jan 97	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$7,4 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^2$	$7,4 \times 10^{-1}$					
Mrz 97	$4,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$< 0,3$					
Apr 97	$9,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$	$9,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^2$	$< 0,3$					
Jun 97	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$					
Jul 97	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^0$	$3,7 \times 10^7$	$8,4 \times 10^6$	$6,3 \times 10^4$	$8,7 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$
Aug 97	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^2$	$< 0,3$	$4,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^6$	$8,7 \times 10^6$	$9,5 \times 10^2$	$4,2 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$
Sep 97	$4,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$	$7,9 \times 10^3$	$8,8 \times 10^1$	$2,3 \times 10^0$	$2,8 \times 10^6$	$9,7 \times 10^7$	$5,6 \times 10^4$	$9,8 \times 10^1$	$5,5 \times 10^0$
Okt 97	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$5,9 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$	$9,2 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$
Nov 97	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	k.W.	$8,9 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$	$4,9 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	k.W.
Dez 97	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^3$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$8,9 \times 10^7$	$5,6 \times 10^7$	$3,7 \times 10^3$	$3,7 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$
Jan 98	$2,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^0$	$1,5 \times 10^6$	$4,9 \times 10^6$	$6,1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$
Feb 98	$9,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,2 \times 10^{-1}$	$1,5 \times 10^0$	$5,6 \times 10^6$	$7,2 \times 10^6$	$5,5 \times 10^5$	$4,2 \times 10^1$	$3,9 \times 10^1$
Mrz 98	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^1$	$1,5 \times 10^2$	$3,0 \times 10^{-1}$	$8,4 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$	$1,5 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$7,2 \times 10^1$
Apr 98	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	$6,6 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$	$8,9 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$5,4 \times 10^1$
Mai 98	$7,5 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^1$	$4,2 \times 10^6$	$7,1 \times 10^6$	$3,9 \times 10^6$	$2,2 \times 10^3$	$3,8 \times 10^2$
Jun 98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$	$4,2 \times 10^6$	$6,1 \times 10^6$	$9,0 \times 10^3$	$5,4 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$
Jun 98	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$	$5,3 \times 10^6$	$7,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$
Jul 98	$9,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$7,6 \times 10^6$	$5,5 \times 10^6$	$6,6 \times 10^2$	$3,7 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$
Aug 98	$1,5 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$2,1 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$8,1 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$6,5 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$2,7 \times 10^3$
Sep 98	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$7,3 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$4,4 \times 10^3$	$2,4 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$
Median	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$1,9 \times 10^3$	$5,5 \times 10^1$	$2,3 \times 10^0$	$6,3 \times 10^6$	$6,9 \times 10^6$	$5,5 \times 10^3$	$4,6 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$
8'97 bis 9'98	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$3,3 \times 10^0$	$5,9 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$	$4,9 \times 10^3$	$3,7 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$

Legende s. Tab. 4

In der Tab. 6 sind die Ergebnisse der qualifizierten 24-Stunden-Wassermischproben dargestellt, die wie in Punkt 3.2.2.1 beschrieben gewonnen wurden. Im Verlauf dieser Woche entsprachen die Keimzahlen von *E. coli* fast exakt denen der *Enterobacteriaceae*.

Die Höhen der Keimzahlen in dem Wasser nach dem Rottefilter befanden sich innerhalb derselben log-Stufe wie der Median von $9,3 \times 10^5$ KBE/ml. Gleiches galt sowohl für die Keimzahlen im Wasser nach dem Schilfboot, welche im Median eine Höhe von $9,3 \times 10^3$ KBE/ml erreichten, als auch für die im Wasser des Teichablaufes mit einer Höhe von $1,6 \times 10^2$ KBE/ml im Median. Somit kam es zu einer Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen nach dem Schilfboot und einer log-Stufe nach der Teichpassage.

Tab. 6: Ergebnis einer qualifizierten 24-Stunden-Wasserprobe über 7 Tage in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ (automatische Mischprobenentnahme abhängig vom Durchfluss) vom 17. - 23. Juni 1997

<i>Enterobacteriaceae</i>	17.06.97	18.06.97	19.06.97	20.06.97	21.06.97	22.06.97	23.06.97	Median
Rottefilter	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$
Schilfbeet	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$
Teich	k.W.	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
<i>E. coli</i>	17.06.97	18.06.97	19.06.97	20.06.97	21.06.97	22.06.97	23.06.97	Median
Rottefilter	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$
Schilfbeet	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$
Teich	k.W.	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
Fäkalstreptokokken	17.06.97	18.06.97	19.06.97	20.06.97	21.06.97	22.06.97	23.06.97	Median
Rottefilter	k.W.	k.W.	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$
Schilfbeet	k.W.	k.W.	$1,5 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$1,5 \times 10^2$
Teich	k.W.	k.W.	$1,5 \times 10^0$	$2,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k.W. = kein Wert
- Rottefilter = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- Schilfbeet = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeeetes
- Teich = Wasserprobe aus dem Überlauf des Teiches
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Entnahmestelle

Die Einzelwerte für Fäkalstreptokokken lagen maximal um eine log-Stufen höher oder tiefer als die jeweiligen Medianwerte von $7,5 \times 10^3$ KBE/ml nach dem Rottefilter, $1,5 \times 10^2$ KBE/ml nach dem Schilfbeet und $2,3 \times 10^1$ KBE/ml nach dem Teich. Hierbei kam es insgesamt zu einer Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen.

Eine Darstellung der Untersuchungsergebnisse bezüglich Salmonellen findet in der Tabelle von „Nord-1“ in diesem Punkt nicht statt, da über den gesamten Versuchszeitraum keine anderen als die eingebrachten Salmonellen nachweisbar waren.

4.1.1.2 Ergebnisse der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-2“

Die Keimzahlen für das Abwasser in der Pflanzenkläranlage „Nord-2“ lagen für *E. coli* im Median bei $7,5 \times 10^4$ KBE/ml und für Fäkalstreptokokken bei $4,3 \times 10^3$ KBE/ml (s. Tab. 7 mit Abb. 21 und Tab. 8 mit Abb. 22).

Die Spannweite der Einzelwerte reichte für *E. coli* insgesamt über fünf log-Stufen von minimal $2,3 \times 10^2$ KBE/ml im Januar '97 bis maximal $4,3 \times 10^6$ KBE/ml im September '97 und für Fäkalstreptokokken über vier log-Stufen von $7,5 \times 10^1$ KBE/ml bis auf $9,3 \times 10^4$ KBE/ml in jeweils denselben Monaten.

Die Medianwerte für den Rottefilter von $2,3 \times 10^4$ KBE/ml für *E. coli* und $4,3 \times 10^3$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken lagen in der gleichen log-Stufe wie die Mediane des Abwassers.

Tab. 7: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-2“ auf *E. coli*

Datum	<i>E. coli</i>					
	Abwasser	Rottefilter	Schilfbeet	Teich	Vorflut 1	Vorflut 2
	1	2	3	4	nicht in Abb.	6
Okt 96	$7,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$3,6 \times 10^1$	$4,3 \times 10^0$	k.W.	k.W.
Dez 96	$9,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^2$	$9,3 \times 10^0$	k.W.	k.W.
Jan 97	$2,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^0$	k.W.	< 0,3
Mrz 97	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,4 \times 10^4$	$4,3 \times 10^1$	k.W.	< 0,3
Apr 97	$4,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$6,4 \times 10^0$	k.W.	< 0,3
Jun 97	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	< 0,3	k.W.	$3,6 \times 10^{-1}$
Jul 97	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	< 0,3	k.W.	$9,3 \times 10^2$
Aug 97	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	< 0,3	$1,5 \times 10^0$	$9,3 \times 10^2$
Sep 97	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^0$	$2,1 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$
Okt 97	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^1$	$1,1 \times 10^1$	$4,3 \times 10^0$	$1,2 \times 10^1$
Nov 97	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^1$	< 0,3	$9,2 \times 10^{-1}$	$7,4 \times 10^{-1}$
Dez 97	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Jan 98	$2,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	< 0,3	$3,0 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-1}$
Feb 98	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	< 0,3
Mrz 98	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^1$
Apr 98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	< 0,3
Mai 98	$9,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$2,1 \times 10^3$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$
Jun 98	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$
Jul 98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	< 0,3	$4,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$
Aug 98	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$4,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$
Sep 98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$
Median	$7,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,1 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$1,2 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$

Legende für Tab. 7, Tab. 8, Tab. 9 und Tab. 10:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k.W. = kein Wert, weil kein Wasserfluss vorhanden war
- < 0,3 = Keimzahlen kleiner 0,3 KBE/ml (Nachweisgrenze)
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- 1) Abwasser = Wasserprobe aus dem Zulauf zum Rottefilter
- 2) Rotte = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- 3) Schilfbeet = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeetes
- 4) Teich = Wasserprobe aus dem Überlauf des Teiches
- 5) Vorflut 1 = KBE/ml im Bach nach Einlauf des Wassers aus dem Schönungsteich
- 6) Vorflut 2 = KBE/ml im Bach vor Einlauf des Wassers aus dem Schönungsteich

Die Einzelwerte nach dem Rottefilter variierten in einem Bereich von fünf log-Stufen für *E. coli* und vier log-Stufen für Fäkalstreptokokken, allerdings bei einem Minimalwert von $9,2 \times 10^1$ KBE/ml im Januar '97 und einem Maximalwert von $7,5 \times 10^5$ KBE/ml im Mai '98 für *E. coli* sowie von $2,3 \times 10^1$ KBE/ml im April '98 auf $4,3 \times 10^4$ KBE/ml im August und September '98 für Fäkalstreptokokken (s. Tab. 7 und Tab. 8).

Oft kam es für *E. coli* im Rottefilter nicht zu einer Keimzahlreduktion, so dass die Einzelwerte vor und nach dem Rottefilter innerhalb der gleichen log-Stufe lagen, wie zum Beispiel im Juni '97 bei 10^4 KBE/ml. Nur in Einzelfällen kam es zu einer Keimzahlreduktion von bis zu vier log-Stufen, wie im März '98 ersichtlich ($2,3 \times 10^5$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^1$ KBE/ml).

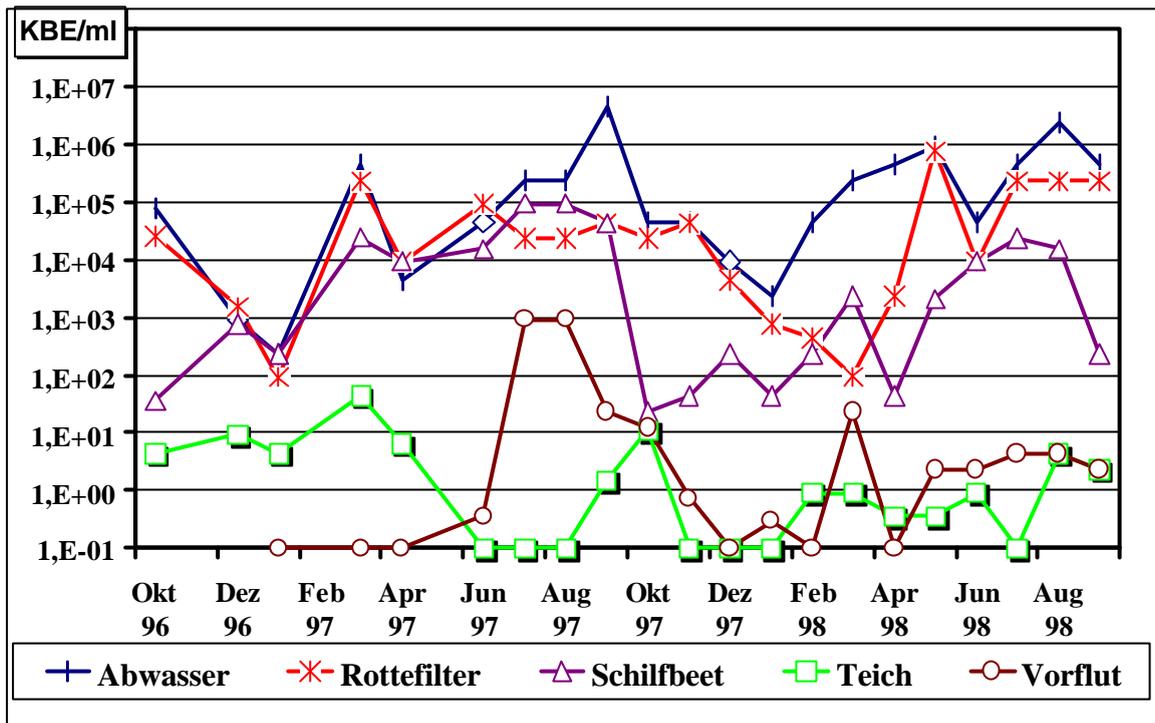


Abb. 21: *E. coli* in Wasserproben von „Nord-2“

Dargestellt ist der Verlauf der Keimzahlen für *E. coli* über den Zeitraum von Oktober 1996 bis September 1998 in der Pflanzenkläranlage „Nord-2“. Der tiefste Wert stellt die Nachweisgrenze von $<0,3$ KBE/m dar und wird in der Grafik bei 10^{-1} KBE/m dargestellt. Die Darstellung der Keimzahlen in der Y-Achse erfolgt in logarithmischer Skalierung, die Darstellung des zeitlichen Verlaufes auf der X-Achse in monatlichen Schritten. Die dazugehörigen Werte befinden sich in der Tab. 4. Die Datenreihe „Vorflut 1“ ist nicht dargestellt.

Legende (für Abb. 21 und Abb. 22):

- $1,0 \text{ E} + 02$ = $1,0 \times 10^2$
- Abwasser (blau, Kästchen) = Wasserprobe aus dem Zulauf der Anlage
- Rottefilter (rot, Sternchen) = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- Schilfbeet (lila, Dreiecke) = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeetes
- Teich (grün, Vierecke) = Wasserprobe aus dem Ablauf der Teichanlage
- Vorflut (braun, Kreise) = Wasserprobe aus der Vorflut vor Einlauf aus der Teichanlage

Bei den Keimzahlen für Fäkalstreptokokken kam es ebenso häufig zu Keimzahlreduktionen wie auch zu Keimzahlerhöhungen. Im Einzelfall wurden Keimzahlreduktionen bis zu zwei log-Stufen von $4,3 \times 10^3$ KBE/ml auf $2,3 \times 10^1$ KBE/ml festgestellt (s. April'98, Tab. 8).

Nach dem Durchlaufen des Schilfbeetes sanken die Keimzahlen für *E. coli* im Median von $2,3 \times 10^4$ KBE/ml auf $2,1 \times 10^3$ KBE/ml und für Fäkalstreptokokken von $4,3 \times 10^3$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^1$ KBE/ml. Dies entsprach einer Keimzahlreduktion um eine log-Stufe bei *E. coli* und zwei log-Stufen bei Fäkalstreptokokken. Bei der Betrachtung der Einzelwerte kam es für *E. coli* sowohl zu hohen Keimzahlreduktionsraten von drei log-Stufen, wie im November'97 von $4,3 \times 10^4$ KBE/ml auf $4,3 \times 10^1$ KBE/ml, als auch zu einer Keimzahlerhöhung um eine log-Stufe im Ablauf von $9,2 \times 10^1$ KBE/ml auf $2,3 \times 10^2$ KBE/ml im Januar'97. Für Fäkalstreptokokken kam es zu einer Keimzahlreduktion bis zu vier log-Stufen von $2,3 \times 10^4$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^0$ KBE/ml im November'97 oder darüber, wie im Oktober'96 von $1,5 \times 10^4$ KBE/ml auf eine Keimzahl unterhalb der Nachweisgrenze. Eine Keimzahlerhöhung wurde nicht festgestellt.

Insgesamt betrachtet fanden sich im Ablauf des Schilfbeetes die Keimzahlen beider Indikatorkeime in einem Bereich von vier log-Stufen. *E. coli* erreichte Keimzahlen von

minimal $2,3 \times 10^1$ KBE/ml im Oktober'97 bis $9,3 \times 10^4$ KBE/ml im Juli'97 und August'97. Für Fäkalstreptokokken lagen die Werte von $4,3 \times 10^0$ KBE/ml im Dezember und Januar'97 bis zu $4,6 \times 10^3$ KBE/ml im März und April'97.

Tab. 8: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-2“ auf Fäkalstreptokokken

Datum	Fäkalstreptokokken					
	Abwasser	Rottefilter	Schilfbeet	Teich	Vorflut 1	Vorflut 2
	1	2	3	4	nicht in Abb.	6
Okt 96	$1,5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	< 0,3	k.W.	k.W.	k.W.
Dez 96	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$3,6 \times 10^{-1}$	k.W.	k.W.
Jan 97	$7,5 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$	k.W.	< 0,3
Mrz 97	$9,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$6,4 \times 10^3$	< 0,3	k.W.	< 0,3
Apr 97	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$6,4 \times 10^3$	< 0,3	k.W.	< 0,3
Jun 97	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^1$	< 0,3	k.W.	$9,2 \times 10^{-1}$
Jul 97	$2,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	k.W.	$9,3 \times 10^1$
Aug 97	$2,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$
Sep 97	$9,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$
Okt 97	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^2$	$9,3 \times 10^0$	$1,5 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$
Nov 97	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$3,6 \times 10^{-1}$
Dez 97	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^0$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Jan 98	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^0$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Feb 98	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Mrz 98	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Apr 98	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Mai 98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	< 0,3	$9,2 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$
Jun 98	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$
Jul 98	$2,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$
Aug 98	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^0$
Sep 98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$
Median	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$3,6 \times 10^{-1}$

Legende s. Tab. 7

Durch den Aufenthalt des aus den Schilfbeeten ablaufenden Wassers in die Teichanlage konnte in den Sommermonaten Juni'97 bis August'97 eine Keimzahlreduktion um bis zu vier log-Stufen bis unter die Nachweisgrenze erreicht werden, wobei die maximale Keimzahlreduktion von $9,3 \times 10^4$ KBE/ml, ausgehend vom Juli'97 und August'97, gemessen wurde.

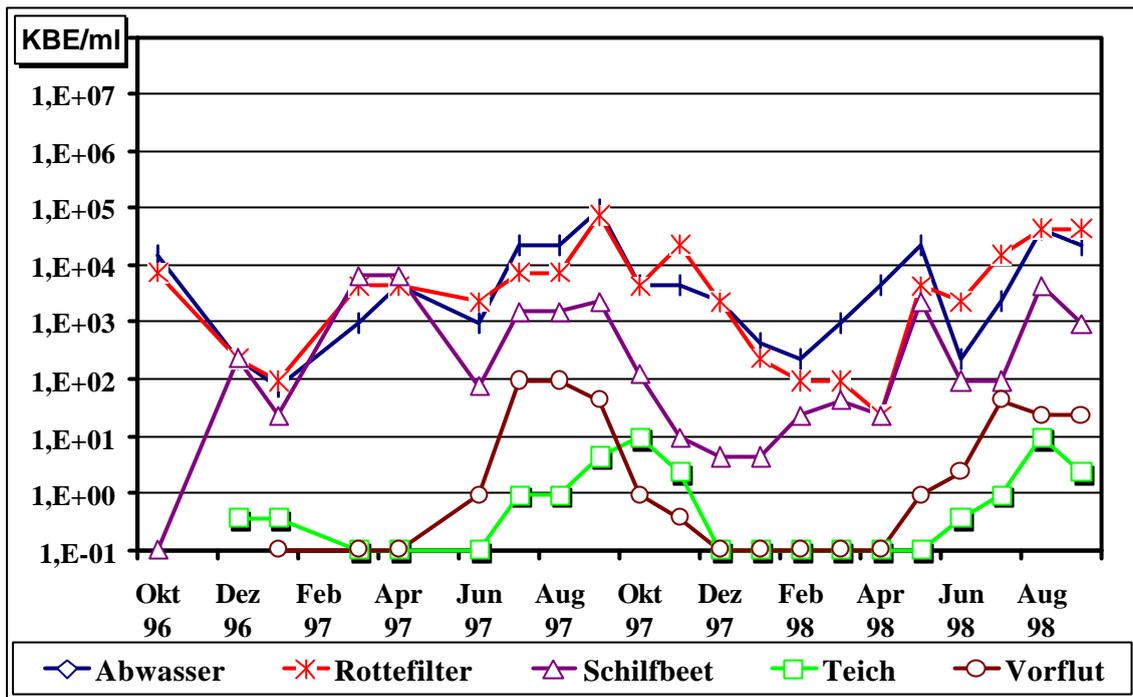


Abb. 22: Fäkalstreptokokken in Wasserproben von „Nord-2“

Dargestellt ist der Verlauf der Keimzahlen für Fäkalstreptokokken über den Zeitraum von Oktober 1996 bis September 1998 in der Pflanzenkläranlage „Nord-2“. Der tiefste Wert stellt die Nachweisgrenze von $<0,3$ KBE/ml dar und wird in der Grafik bei 10^1 KBE/ml dargestellt. Die Darstellung der Keimzahlen in der Y-Achse erfolgt in logarithmischer Skalierung, die Darstellung des zeitlichen Verlaufes auf der X-Achse in monatlichen Schritten. Die dazugehörigen Werte befinden sich in der Tab. 4. Die Datenreihe „Vorflut 1“ ist nicht dargestellt.

Legende s. Abb. 21

Meistens lagen die Keimzahlen im Ablauf der Teichanlage an der Nachweisgrenze bei $0,3$ KBE/ml, so dass im Median $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml gemessen wurden. Die Abweichung vom Median betrug meist nur eine log-Stufe, lediglich im Oktober '97 und März '97 zwei log-Stufen nach oben bei maximal $4,3 \times 10^1$ KBE/ml.

Der Median der Keimzahlen in der Vorflut lag mit $1,2 \times 10^0$ KBE/ml eine log-Stufe höher, sowohl zum Median des Teiches mit $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml als auch zum Median der unbelasteten Vorflut mit $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml. Die Medianwerte für das Teichwasser und die unbelastete Vorflut waren also dieselben.

Bei der Betrachtung der Einzelwerte von den Wasserproben vor und nach dem Einlauf des Abwassers aus der Teichanlage mit einer Keimzahl für *E. coli* unterhalb der Nachweisgrenze kam es sowohl zu einer Keimzahlerhöhung um eine log-Stufe von $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml auf $4,3 \times 10^0$ KBE/ml im Juli '98 als auch zu einer Keimzahlreduktion um 2 log-Stufen von $9,3 \times 10^2$ KBE/ml auf $1,5 \times 10^0$ KBE/ml im August '97.

Für Fäkalstreptokokken kam es vor allem im Winter 97/98 und im Frühjahr 97 zu Ablaufwerten aus dem Teich unterhalb der Nachweisgrenze, so dass im Median $6,3 \times 10^{-1}$ KBE/ml gemessen wurden. Die Abweichungen vom Median betrug höchstens eine log-Stufe bei einem Maximalwert von $9,3 \times 10^0$ KBE/ml im Oktober '97.

Der Median der Keimzahlen in der Vorflut vor Einlauf betrug für Fäkalstreptokokken $3,6 \times 10^{-1}$ KBE/ml und lag damit tiefer als der Median von $2,3 \times 10^0$ KBE/ml nach Zulauf des Teichwassers. Dabei gilt es zu beachten, dass von der Pflanzenkläranlage „Nord-3“ ebenfalls eine Keimfracht von im Median $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml an Fäkalstreptokokken zufluss. Bei einem Vergleich der Keimzahlen zwischen Teichablauf und Vorflut nach Ein-

lauf fällt auf, dass es sowohl im Median als auch bei den einzelnen Probenahmen zu einer Keimzahlerhöhung von einer log-Stufe kam, obwohl die Höhe der zufließenden Keimzahl aus dem Teich nicht der Höhe der Keimzahl im Vorflutwasser nach Zulauf entsprach. So kam es im besonderen Fall im Juli '98 für Fäkalstreptokokken bei einer Keimzahl in der Vorflut von $3,6 \times 10^{-1}$ KBE/ml nach einem Zulauf von einer Keimfracht aus dem Teich von $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml zu einer Keimzahlerhöhung auf $4,3 \times 10^1$ KBE/ml. Die Menge des aus dem Teich ablaufenden Wassers entsprach dem Volumen der Vorflut vor dem Zulauf.

Tab. 9: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-2“ auf *Enterobacteriaceae*

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>					
	Abwasser	Rottefilter	Schilfboot	Teich	Vorflut 1	Vorflut 2
	1	2	3	4	5	6
Okt 96	$4,3 \times 10^5$	$2,2 \times 10^5$	$3,6 \times 10^1$	k.W.	k.W.	k.W.
Dez 96	$9,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^2$	$9,3 \times 10^0$	k.W.	k.W.
Jan 97	$2,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^0$	k.W.	$1,5 \times 10^0$
Mrz 97	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,4 \times 10^4$	$9,3 \times 10^1$	k.W.	$1,5 \times 10^0$
Apr 97	$4,3 \times 10^3$	$6,4 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$6,4 \times 10^0$	k.W.	$3,6 \times 10^{-1}$
Jun 97	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	< 0,3	k.W.	$2,3 \times 10^0$
Jul 97	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$3,0 \times 10^{-1}$	k.W.	$9,3 \times 10^2$
Aug 97	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$3,0 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$
Sep 97	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$
Okt 97	$1,2 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$
Nov 97	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^0$	$2,1 \times 10^1$
Dez 97	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$
Jan 98	$2,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$
Feb 98	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$
Mrz 98	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$
Apr 98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$	$7,4 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$
Mai 98	$9,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$2,1 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$
Jun 98	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$
Jul 98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	< 0,3	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$
Aug 98	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^1$
Sep 98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^1$
Median	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$3,3 \times 10^0$	$6,8 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$

Legende s. Tab. 7

Der Median der Keimzahlen an *Enterobacteriaceae* war mit $2,3 \times 10^5$ KBE/ml im Abwasser eine log-Stufe höher als der von *E. coli*, so dass es nach der Passage des Rottefilters zu einer Keimzahlreduktion von einer log-Stufe auf $2,3 \times 10^4$ KBE/ml kam (s. Tab. 9). Der Median nach dem Schilfboot lag mit $2,3 \times 10^3$ KBE/ml fast gleichhoch wie der von *E. coli* mit $2,3 \times 10^3$ KBE/ml. Der Median in dem Wasser nach dem Teich lag mit $3,3 \times 10^0$ KBE/ml eine log-Stufe höher als der von *E. coli*, so dass hier nur eine Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen festgestellt werden konnte. Im Vergleich mit dem Median des natürlichen Wassers aus der Vorflut von $4,3 \times 10^0$ KBE/ml lagen beide innerhalb der gleichen log-Stufe.

Die Medianwerte der Gesamtbakterienzahl waren in allen Reinigungsstufen höher als die der einzeln untersuchten Keime. So wurden im Abwasser $1,9 \times 10^6$ KBE/ml, nach dem Rottefilter $6,1 \times 10^5$ KBE/ml und nach dem Schilfboot $8,3 \times 10^4$ KBE/ml ermittelt (s.

Tab. 10). Insgesamt kam es nur zu einer Keimzahlreduktion von vier log-Stufen auf einen Medianwert von $6,9 \times 10^2$ KBE/ml nach dem Teich, der damit unterhalb des Medianwertes des normal in dieser Vorflut fließenden Wassers von $1,1 \times 10^3$ KBE/ml lag.

Ergebnisse der Untersuchung auf Salmonellen werden hier nicht beschrieben, da in keiner der Wasserproben native Salmonellen nachgewiesen werden konnten.

Tab. 10: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-2“ auf Gesamtbakterienzahl

Datum	Gesamtbakterienzahl					
	Abwasser	Rottefilter	Schilfbeet	Teich	Vorflut 1	Vorflut 2
	1	2	3	4	5	6
Jul 97	$5,8 \times 10^5$	$3,5 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$	$1,2 \times 10^1$	k.W.	$4,5 \times 10^3$
Aug 97	$6,5 \times 10^6$	$5,4 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$	$1,2 \times 10^2$	$5,6 \times 10^3$	$9,8 \times 10^2$
Sep 97	$7,5 \times 10^6$	$6,7 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$	$4,6 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$
Okt 97	$7,1 \times 10^6$	$3,2 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$	$3,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$
Nov 97	$1,3 \times 10^6$	$6,1 \times 10^6$	$8,5 \times 10^4$	$5,6 \times 10^2$	$2,8 \times 10^3$	$5,4 \times 10^3$
Dez 97	$7,3 \times 10^5$	$6,1 \times 10^5$	$9,1 \times 10^3$	$6,9 \times 10^2$	$6,5 \times 10^3$	$7,0 \times 10^2$
Jan 98	$2,3 \times 10^6$	$2,4 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$4,4 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$
Feb 98	$7,6 \times 10^5$	$2,7 \times 10^3$	$4,8 \times 10^3$	$4,4 \times 10^2$	$9,7 \times 10^1$	$8,2 \times 10^1$
Mrz 98	$4,2 \times 10^5$	$5,3 \times 10^4$	$3,9 \times 10^4$	$7,5 \times 10^2$	$5,2 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$
Apr 98	$6,5 \times 10^5$	$7,3 \times 10^3$	$2,2 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	$5,1 \times 10^2$
Mai 98	$1,3 \times 10^6$	$2,6 \times 10^6$	$4,9 \times 10^4$	$8,6 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$
Jun 98	$5,7 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$8,3 \times 10^4$	$7,3 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$
Jul 98	$1,9 \times 10^6$	$7,2 \times 10^6$	$4,4 \times 10^5$	$3,3 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$8,1 \times 10^3$
Aug 98	$7,9 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$5,0 \times 10^5$	$2,2 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
Sep 98	$6,4 \times 10^6$	$6,2 \times 10^6$	$8,6 \times 10^4$	$3,5 \times 10^3$	$9,8 \times 10^4$	$7,3 \times 10^3$
Median	$1,9 \times 10^6$	$6,1 \times 10^5$	$8,3 \times 10^4$	$6,9 \times 10^2$	$2,2 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$

Legende s. Tab. 7

4.1.1.3 Ergebnisse der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-3“

Die Ablaufwerte aus dem Rottefilter betragen im Median $4,3 \times 10^4$ KBE/ml für *E. coli* sowie $1,6 \times 10^3$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken (s. Tab. 11). Der Bereich der Einzelwerte erstreckte sich über sechs log-Stufen bei einem Minimalwert von $1,5 \times 10^1$ KBE/ml bis zu einem Maximalwert von $2,3 \times 10^6$ KBE/ml für *E. coli* sowie über drei log-Stufen für Fäkalstreptokokken von $1,2 \times 10^2$ KBE/ml bis $4,3 \times 10^4$ KBE/ml.

Der Medianwert für das Wasser nach dem Schilfbeet von $6,8 \times 10^2$ KBE/ml für *E. coli* und von $4,3 \times 10^1$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken zeigte im Vergleich mit dem Zulaufmedian von $4,3 \times 10^4$ KBE/ml für *E. coli* und $1,6 \times 10^3$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken eine Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen für beide Indikatorkeime. Bei der Betrachtung der Einzelwerte gleichen die guten Keimzahlreduktionen ab Mai'98 bis September'98, die schlechten Keimzahlreduktionen zwischen Oktober'97 und April'98 aus.

So kam es in dieser ersten Hälfte des Untersuchungszeitraumes im Winter maximal zu einer Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen wie im Dezember'97 von $4,3 \times 10^4$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^2$ KBE/ml für *E. coli* oder wie im Oktober'97 von $2,3 \times 10^3$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^1$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken.

Tab. 11: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzkläranlage „Nord-3“ auf *E. coli* und Fäkalstreptokokken

Datum	<i>E. coli</i>				
	Rottefilter	Schilfbeet	Teich	Vorflut 1	Vorflut 2
	1	2	3	4	5
Okt 97	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$1,1 \times 10^1$	$4,3 \times 10^0$	$1,2 \times 10^1$
Nov 97	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	< 0,3	$9,2 \times 10^{-1}$	$7,4 \times 10^{-1}$
Dez 97	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Jan 98	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	< 0,3	$3,0 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-1}$
Feb 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	< 0,3
Mrz 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^1$
Apr 98	$1,5 \times 10^1$	$4,3 \times 10^2$	$3,6 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	< 0,3
Mai 98	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^2$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$
Jun 98	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$
Jul 98	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^2$	< 0,3	$4,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$
Aug 98	$9,3 \times 10^4$	$7,4 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$
Sep 98	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$
Median	$4,3 \times 10^4$	$6,8 \times 10^2$	$9,2 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$	$1,6 \times 10^0$
Datum	Fäkalstreptokokken				
Okt 97	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^0$	$1,5 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$
Nov 97	$9,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$3,6 \times 10^{-1}$
Dez 97	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Jan 98	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Feb 98	$2,3 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Mrz 98	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Apr 98	$1,2 \times 10^2$	$2,1 \times 10^1$	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Mai 98	$2,3 \times 10^3$	$2,1 \times 10^1$	< 0,3	$9,2 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$
Jun 98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^0$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$
Jul 98	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$
Aug 98	$2,3 \times 10^4$	$2,1 \times 10^1$	$9,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^0$
Sep 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$
Median	$1,6 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$3,0 \times 10^{-1}$	$6,1 \times 10^{-1}$	$3,3 \times 10^{-1}$

Legende für Tab. 11 und Tab. 12:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- < 0,3 = Keimzahlen kleiner 0,3 KBE/ml (Nachweisgrenze)
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- 1) Rottefilter = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- 2) Schilfbeet = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeetes
- 3) Teich = Wasserprobe aus dem Überlauf des Teiches
- 4) Vorflut 1 = KBE/ml im Bach nach Einlauf des Wassers aus dem Schönungsteich
- 5) Vorflut 2 = KBE/ml im Bach vor Einlauf des Wassers aus dem Schönungsteich

In der zweiten Hälfte im Sommer dagegen betrug die Keimzahlreduktion bis zu fünf log-Stufen wie im Juni '98 von $2,3 \times 10^6$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^1$ KBE/ml für *E. coli* sowie bis zu vier log-Stufen für Fäkalstreptokokken wie im Juni '98 von $2,3 \times 10^4$ KBE/ml auf $4,3 \times 10^0$ KBE/ml.

Der Medianwert der *Enterobacteriaceae* verminderte sich in jeder Reinigungsstufe um zwei log-Stufen, und zwar von $4,3 \times 10^4$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^2$ KBE/ml nach der Passage des Schilfbeetes sowie auf $2,3 \times 10^0$ KBE/ml nach Passage des Teiches.

Tab. 12: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Nord-3“ auf *Enterobacteriaceae* und Gesamtbakterienzahl

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>				
	Rottefilter	Schilfbeet	Teich	Vorflut 1	Vorflut 2
	1	2	3	4	5
Okt 97	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$
Nov 97	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^0$	$2,1 \times 10^1$
Dez 97	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$
Jan 98	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$
Feb 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$
Mrz 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,2 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$
Apr 98	$1,5 \times 10^6$	$9,3 \times 10^2$	$3,6 \times 10^{-1}$	$7,4 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$
Mai 98	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$
Jun 98	$2,3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^0$
Jul 98	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$
Aug 98	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^1$
Sep 98	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^1$
Median	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$3,3 \times 10^0$	$2,2 \times 10^1$
Datum	Gesamtbakterienzahl				
Okt 97	$4,6 \times 10^5$	$6,3 \times 10^5$	$3,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$
Nov 97	$8,6 \times 10^5$	$3,7 \times 10^4$	$5,6 \times 10^2$	$2,8 \times 10^3$	$5,4 \times 10^3$
Dez 97	$4,6 \times 10^5$	$8,3 \times 10^3$	$6,9 \times 10^2$	$6,5 \times 10^3$	$7,0 \times 10^2$
Jan 98	$3,9 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$4,4 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$
Feb 98	$8,5 \times 10^5$	$6,4 \times 10^4$	$4,4 \times 10^2$	$9,7 \times 10^1$	$8,2 \times 10^1$
Mrz 98	$7,1 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$	$7,5 \times 10^2$	$5,2 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$
Apr 98	$3,1 \times 10^6$	$1,8 \times 10^3$	$1,2 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	$5,1 \times 10^2$
Mai 98	$3,2 \times 10^6$	$9,1 \times 10^4$	$8,6 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$
Jun 98	$7,2 \times 10^6$	$6,7 \times 10^2$	$7,3 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$
Jul 98	$2,5 \times 10^6$	$3,9 \times 10^4$	$3,3 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$8,1 \times 10^3$
Aug 98	$6,5 \times 10^6$	$2,2 \times 10^4$	$2,2 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
Sep 98	$3,4 \times 10^6$	$5,3 \times 10^4$	$3,5 \times 10^3$	$9,8 \times 10^4$	$7,3 \times 10^3$
Median	$2,8 \times 10^6$	$4,6 \times 10^4$	$7,1 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$6,5 \times 10^2$

Legende s. Tab. 11

Die Medianwerte der Untersuchung auf die Gesamtbakterienzahl zeigten eine ähnliche Keimzahlreduktion. So kam es von $2,8 \times 10^6$ KBE/ml im Median nach dem Rottefilter zu einer Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen auf $6,4 \times 10^4$ KBE/ml im Wasser nach dem Schilfbeet. Eine weitere Keimzahlreduktion um zwei log-Stufen ergab der Vergleich des mit dem aus dem Teich ablaufenden Wassers, welches im Median $7,1 \times 10^2$ KBE/ml enthielt.

4.1.1.4 Ergebnisse der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Süd-1“

Die Keimzahlen des Abwassers aus der ersten Kammer der Mehrkammerausfallgrube betragen im Median $2,3 \times 10^4$ KBE/ml für *E. coli* und $2,3 \times 10^3$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken (s. Tab. 12). Die Keimzahlen bewegten sich dabei für *E. coli* im Bereich von vier log-Stufen von $2,3 \times 10^1$ KBE/ml im August'97 bis $9,3 \times 10^4$ KBE/ml im August'98 und für Fäkalstreptokokken von $2,3 \times 10^4$ KBE/ml im April'98 bis $9,3 \times 10^0$ KBE/ml im Juni'98.

Tab. 13: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Süd-1“ auf *E. coli* und Fäkalstreptokokken

Datum	<i>E. coli</i>			Fäkalstreptokokken		
	1. Kammer	Grube Ablauf	Schilfbeet	1. Kammer	Grube Ablauf	Schilfbeet
	1	2	3	1	2	3
Nov 96	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^3$	$2,3 \times 10^0$
Mrz 97	$4,3 \times 10^2$	$1,4 \times 10^3$	$3,6 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^1$	< 0,3
Mai 97	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3
Jun 97	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	< 0,3	$1,5 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$	< 0,3
Jul 97	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^0$	$1,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$3,0 \times 10^{-1}$
Aug 97	$2,3 \times 10^1$	$1,5 \times 10^2$	< 0,3	$7,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	< 0,3
Sep 97	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$1,5 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3
Okt 97	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	< 0,3
Nov 97	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$3,6 \times 10^{-1}$
Dez 97	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$
Jan 98	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^1$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	< 0,3
Feb 98	$7,5 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	< 0,3	$7,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^4$	< 0,3
Mrz 98	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$3,6 \times 10^{-1}$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^0$
Apr 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	< 0,3	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	< 0,3
Mai 98	$4,3 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$	< 0,3	$9,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	< 0,3
Jun 98	$4,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	< 0,3	$9,3 \times 10^0$	$1,5 \times 10^3$	< 0,3
Jul 98	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$4,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	< 0,3
Aug 98	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	< 0,3	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	< 0,3
Sep 98	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	< 0,3	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3
Median	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	< 0,3	$2,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	< 0,3

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- < 0,3 = Keimzahlen kleiner 0,3 KBE/ml (Nachweisgrenze)
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- 1) in 1. Kammer = Wasserprobe aus der Mitte der 1. Kammer der Ausfallgrube
- 2) in Grube Ablauf = Wasserprobe aus dem Ablauf der 3. Kammer der Ausfallgrube
- 3) nach Schilfbeet = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeetes

Die Keimzahlen im ablaufenden Wasser nach der dritten Kammer betragen im Median $4,3 \times 10^3$ KBE/ml für *E. coli* und $1,5 \times 10^3$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken und damit für beide Indikatorkeime maximal eine log-Stufe weniger als in der ersten Kammer (s. Tab. 12). Die Einzelwerte von *E. coli* lagen mit einer Abweichung von maximal einer log-Stufe um den Median und reichten von $1,5 \times 10^2$ KBE/ml im August'97 bis $4,3 \times 10^4$ KBE/ml im November'97 und Februar'98. Bei den Fäkalstreptokokken fanden sich Abweichungen von bis zu zwei log-Stufen bei Einzelwerten von $4,3 \times 10^1$ KBE/ml im Juni'97 bis $2,1 \times 10^4$ KBE/ml im Februar'98.

In der Abb. 23 ist der zeitliche Verlauf der Keimzahlen für Fäkalstreptokokken über den Zeitraum von November 1996 bis September 1998 in der Pflanzenkläranlage „Süd-1“ entsprechend den Werten aus der Tab. 13 dargestellt. Der tiefste Wert stellt die Nachweisgrenze von $<0,3$ KBE/m dar und wird in der Grafik bei 10^{-1} KBE/m dargestellt. Die Darstellung der Keimzahlen in der Y-Achse erfolgt in logarithmischer Skalierung, die Darstellung des zeitlichen Verlaufes auf der X-Achse in monatlichen Schritten.

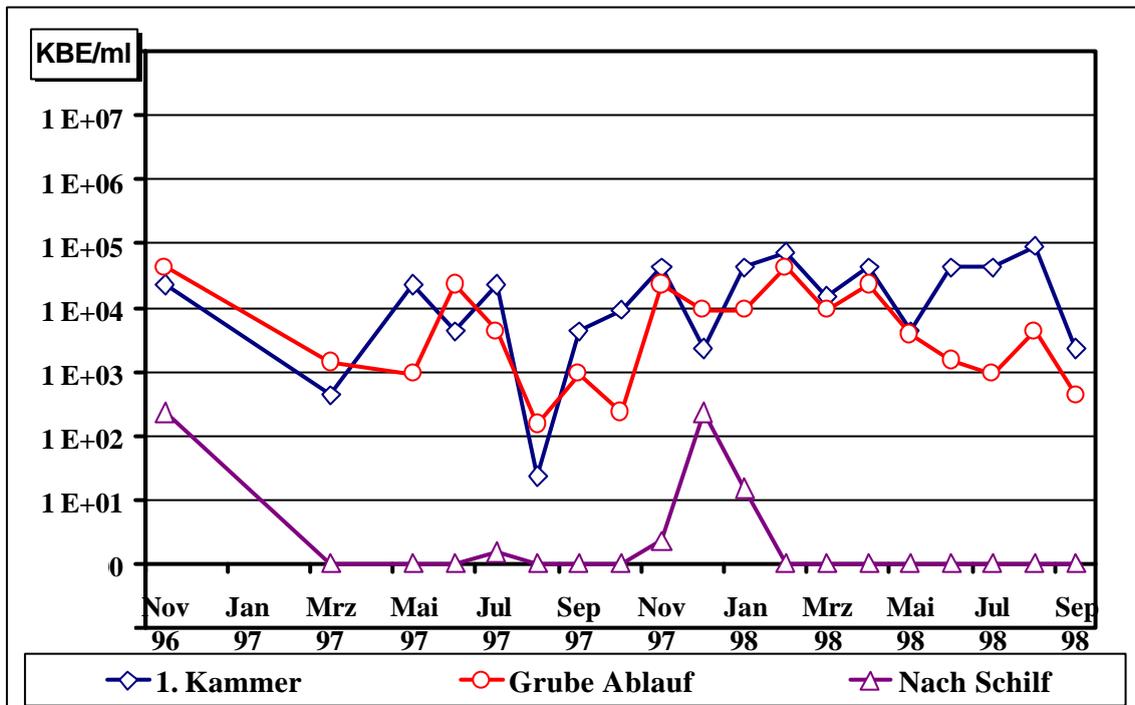


Abb. 23: Fäkalstreptokokken in den Wasserproben von „Süd-1“

Legende:

- 1,0 E + 02 = $1,0 \times 10^2$
- 1. Kammer (blau, Rechteck) = Keimzahlverlauf in der ersten Kammer (Spalt Nr. 1 in Tab. 12)
- Grube Ablauf (rot, Kreis) = Keimzahlverlauf aus dem Ablauf der Grube (Spalt Nr. 1 in Tab. 12)
- Nach Schilf (lila, Dreieck) = Keimzahlverlauf aus dem Ablauf des Schilfbeckes (Spalt Nr. 1 in Tab. 12)

Bei den meisten Probennahmen konnte zwischen dem Abwasser aus der ersten und der dritten Kammer für *E. coli* keine oder nur eine Keimzahlreduktion um eine log-Stufe festgestellt werden. Im März und im Juni '97 kam es sogar zu einer Erhöhung der Keimzahl um eine log-Stufe. Für Fäkalstreptokokken kam es sowohl zu einer Keimzahlreduktion als auch zu einer Keimzahlerhöhung im Bereich einer log-Stufe. Auffällig ist die Probennahme vom Juni '98, in der es zu einer Keimzahlerhöhung von drei log-Stufen kam. Insgesamt konnte in dem aus der Mehrkammerausfallgrube ablaufenden Wasser von einer kontinuierlichen Keimfracht an Fäkalstreptokokken im Bereich von 10^2 bis 10^3 KBE/ml ausgegangen werden (s. Tab. 13).

Nach der Passage des Schilfbeckes kam es zu einer erneuten Keimzahlreduktion von im Median $4,3 \times 10^3$ KBE/ml für *E. coli* und $1,5 \times 10^3$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken auf einen Medianwert unterhalb der Nachweisgrenze von 3×10^{-1} KBE/ml. Dabei lagen für *E. coli* alle gemessenen Werte nur gering über dieser Nachweisgrenze mit Ausnahmen im November '96 und Dezember '97. Bei diesen Proben kam es zu einer größeren Abweichung von drei log-Stufen mit absoluten Keimzahlen von $2,3 \times 10^2$ KBE/ml. Für die Fäkalstreptokokken kam es zu einer geringeren Abweichung vom Median mit nur zwei log-Stufen bei einem Maximalwert von $4,3 \times 10^1$ KBE/ml im Dezember '97.

Tab. 14: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzkläranlage „Süd-1“ auf *Enterobacteriaceae* und Gesamtbakterienzahl

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>			Gesamtbakterienzahl		
	1. Kammer	3. Kammer	Schilfbeet	1. Kammer	3. Kammer	Schilfbeet
	1	2	3	1	2	3
Nov 97	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$			
Mrz 97	$2,3 \times 10^4$	$3,8 \times 10^3$	$1,1 \times 10^2$			
Mai 97	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	< 0,3			
Jun 97	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	< 0,3			
Jul 97	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^0$	$1,5 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$	$8,0 \times 10^2$
Aug 97	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$2,4 \times 10^5$	$3,5 \times 10^4$	$7,9 \times 10^2$
Sep 97	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$6,2 \times 10^{-1}$	$8,6 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$
Okt 97	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^0$	$3,0 \times 10^5$	$5,1 \times 10^4$	$1,1 \times 10^3$
Nov 97	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^1$	$9,7 \times 10^5$	$2,6 \times 10^4$	$9,8 \times 10^2$
Dez 97	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^1$	$5,8 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$
Jan 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^1$	$1,8 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$6,6 \times 10^3$
Feb 98	$7,5 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$9,2 \times 10^{-1}$	$8,5 \times 10^5$	$7,3 \times 10^5$	$5,3 \times 10^3$
Mrz 98	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,2 \times 10^5$	$7,8 \times 10^5$	$3,7 \times 10^2$
Apr 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	< 0,3	$7,9 \times 10^5$	$3,8 \times 10^5$	$4,6 \times 10^2$
Mai 98	$4,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^4$	< 0,3	$2,2 \times 10^5$	$6,4 \times 10^5$	$2,6 \times 10^2$
Jun 98	$4,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	< 0,3	$2,9 \times 10^5$	$4,9 \times 10^5$	$5,3 \times 10^2$
Jul 98	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$2,1 \times 10^5$	$1,6 \times 10^6$	$1,5 \times 10^2$
Aug 98	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	< 0,3	$9,5 \times 10^4$	$1,2 \times 10^5$	$1,5 \times 10^2$
Sep 98	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	< 0,3	$6,7 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$6,9 \times 10^2$
Median	$2,3 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$	$7,4 \times 10^2$

Legende s. Tab. 13

Bei den Ergebnissen der mikrobiologischen Untersuchungen auf *Enterobacteriaceae* und Gesamtbakterienzahl werden weitestgehend identische Werte ermittelt. So beträgt der Median der *Enterobacteriaceae* in der ersten Kammer $2,3 \times 10^4$ KBE/ml und verringert sich im Wasser nach Durchlauf durch die Anlage auf $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml, was einer Reduktion um fünf log-Stufen entspricht.

Bei der Gesamtbakterienzahl kam es während des Untersuchungszeitraumes von Juli '97 bis September '98 zu einer Keimzahlreduktion um drei log-Stufen, und zwar von $2,3 \times 10^5$ KBE/ml im Wasser der ersten Kammer auf $7,4 \times 10^2$ KBE/ml im ablaufenden Wasser der Anlage.

Aus dem Abwasser konnten während des gesamten Untersuchungszeitraumes keine nativen Salmonellen nachgewiesen werden.

4.1.1.5 Ergebnisse der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Süd-2“

In der Pflanzenkläranlage „Süd-2“ lag die Keimzahl nach dem Rottefilter im Median bei $1,5 \times 10^4$ KBE/ml für *E. coli* und $7,5 \times 10^3$ KBE/ml für Fäkalstreptokokken. Die Spannweite der gemessenen Einzelwerte reichte über fünf log-Stufen. Für *E. coli* wurden dabei Minimalwerte von $2,3 \times 10^1$ KBE/ml im April'98 und Maximalwerte bis $9,3 \times 10^5$ KBE/ml im Juni'98 gemessen und für Fäkalstreptokokken Minimalwerte von $2,8 \times 10^1$ KBE/ml im September'97 bis Maximalwerte von $1,5 \times 10^5$ KBE/ml im Mai'98 und Juli'98 (s. Tab. 15).

Tab. 15: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Süd-2“ auf *E. coli* und Fäkalstreptokokken

Datum	<i>E. coli</i>				Fäkalstreptokokken			
	Rottefilter	Schilfbeet	Sandfilter	Vorflut	Rottefilter	Schilfbeet	Sandfilter	Vorflut
	1	2	3	4	1	2	3	4
Mrz 97	$3,6 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$3,6 \times 10^0$	$3,0 \times 10^{-1}$	$1,1 \times 10^4$	$2,4 \times 10^3$	$3,6 \times 10^0$	$9,2 \times 10^{-1}$
Mai 97	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	$3,8 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$3,0 \times 10^{-1}$
Jun 97	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	$1,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^1$	< 0,3
Jul 97	$2,1 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$1,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^1$	< 0,3
Aug 97	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	< 0,3
Sep 97	$7,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$	k.W.	$2,8 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	k.W.
Okt 97	$1,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	k.W.	$7,5 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	k.W.
Nov 97	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	< 0,3	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3
Dez 97	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$1,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$3,8 \times 10^2$	$1,1 \times 10^0$
Jan 98	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	< 0,3	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	< 0,3
Feb 98	$3,8 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	< 0,3
Mrz 98	$7,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$3,8 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^4$	$2,1 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	< 0,3
Apr 98	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$	$1,5 \times 10^3$	k.W.	$4,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$	k.W.
Mai 98	$2,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	k.W.	$1,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	k.W.
Jun 98	$9,3 \times 10^5$	$3,8 \times 10^5$	$4,3 \times 10^3$	k.W.	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	k.W.
Jul 98	$2,7 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^1$	k.W.	$1,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	k.W.
Aug 98	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	k.W.	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	k.W.
Median	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$7,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3

Legende für Tab. 15 und Tab. 16:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k.W. = kein Wert, weil kein Wasserfluss vorhanden war
- < 0,3 = Keimzahlen kleiner 0,3 KBE/ml (Nachweisgrenze)
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- 1) nach Rottefilter = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- 2) nach Schilfbeet = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeetes
- 3) nach Teich = Wasserprobe aus dem Überlauf des Teiches
- 4) in Vorflut = KBE/ml im Bach vor Einlauf des Wassers aus dem Schönungsteich

Bei *E. coli* kam es, bis auf diese beiden Abweichungen, nur noch im September'97 mit $7,5 \times 10^2$ KBE/ml zu einer extremen Abweichung. Alle anderen Werte lagen bis maximal eine log-Stufe vom Median entfernt.

Nach der Passage des Schilfbeetes kam es für *E. coli* zu einer Keimzahlreduktion von im Median $1,5 \times 10^4$ KBE/ml zu einem Median von $9,3 \times 10^3$ KBE/ml. Da dies nicht einmal eine Halbierung der Keimzahl ist, kann als Ergebnis festgehalten werden, dass die Passage des Schilfbeetes nicht zu einer Keimzahlreduktion in Bezug auf *E. coli* geführt hatte. Die gleiche Aussage trifft für Fäkalstreptokokken zu, da sich der Median von $7,5 \times 10^3$ KBE/ml auf einen Median von $4,3 \times 10^3$ KBE/ml nicht einmal halbiert hatte.

Die Einzelwerte für die Wasserproben nach dem Schilfbeet erstreckten sich für *E. coli* über einen Bereich von fünf log-Stufen von dem Minimalwert $4,3 \times 10^1$ KBE/ml im September '97 bis zum Maximalwert von $9,3 \times 10^5$ KBE/ml im Mai '97, ohne eine jahreszeitliche Rhythmik erkennen zu lassen. Für Fäkalstreptokokken ergab sich ebenfalls keine jahreszeitliche Rhythmik, allerdings variierten die Werte nur in einem Bereich von drei log-Stufen bei einem Minimalwert von $2,3 \times 10^2$ KBE/ml im Februar '98 bis zu einem Maximalwert von $4,3 \times 10^4$ KBE/ml im Mai '98.

Es kam für *E. coli* bei keiner der Einzeluntersuchungen zu einer nennenswerten Keimzahlreduktion, meistens lagen die Zu- und Ablaufwerte des Schilfbeetes innerhalb der gleichen log-Stufe. Auffällig war das Ergebnis vom Juni '97, bei dem es während einer Keimzahlreduktion für *E. coli* um eine log-Stufe von $4,3 \times 10^4$ KBE/ml auf $9,3 \times 10^3$ KBE/ml gleichzeitig zu einer Erhöhung der Keimzahl für Fäkalstreptokokken um ebenfalls eine log-Stufe von $1,5 \times 10^2$ KBE/ml auf $4,3 \times 10^3$ KBE/ml kam.

Bei einer Betrachtung der Einzelwerte für Fäkalstreptokokken in den Wasserproben nach dem Schilfbeet kam es am Anfang der Untersuchung bis zum Dezember '97 zu einer leichten Erhöhung der Keimzahlen nach der Passage des Schilfbeetes. Ab Januar '98 war, bis auf Juni '98 und August '98, eine Keimzahlreduktion von einer log-Stufe zu verzeichnen. Die maximal gemessene Keimzahlreduktion betrug für Fäkalstreptokokken zwei log-Stufen im Juli '98 (s. Tab. 15).

In den Wasserproben nach dem Sandfilter kam es im Vergleich der Medianwerte für *E. coli* mit $9,3 \times 10^2$ KBE/ml und für Fäkalstreptokokken mit $2,3 \times 10^2$ KBE/ml für beide Indikatorkeime zu einer Keimzahlreduktion von drei log-Stufen bis unter die Nachweisgrenze von 0,3 KBE/ml.

Die einzelnen Werte verliefen für *E. coli* über einen Bereich von fünf log-Stufen von $3,6 \times 10^0$ KBE/ml im März '97 bis $1,5 \times 10^4$ KBE/ml im Mai '98 und für Fäkalstreptokokken über vier log-Stufen von $2,3 \times 10^0$ KBE/ml im Februar '98 auf $4,3 \times 10^3$ KBE/ml im Mai '98.

Eine jahreszeitliche Rhythmik ist auch hier nicht zu erkennen. So gelangte eine *E. coli* – Keimfracht von $4,3 \times 10^3$ KBE/ml sowohl im Winter (Januar '98) als auch im Sommer (Juni '98) in die Vorflut. Diese Aussage trifft auch für die Fäkalstreptokokken zu, wobei eine Keimfracht von $1,5 \times 10^2$ KBE/ml im Winter (Januar '98) und von $2,3 \times 10^3$ KBE/ml im Sommer (August '98) in die Vorflut gelangte.

Insgesamt betrug die Keimzahlreduktion der gesamten Pflanzenkläranlage für *E. coli* von den Medianwerten aus gesehen drei log-Stufen, wenn man den Ablaufmedian von $9,3 \times 10^2$ KBE/ml betrachtet und den Median des Abwassers der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ mit $4,3 \times 10^5$ KBE/ml zu Grunde legt. Für Fäkalstreptokokken ergibt sich bei gleicher Berechnung mit $2,3 \times 10^3$ KBE/ml auf einen hier gemessenen Ablaufmedian von $2,3 \times 10^2$ KBE/ml eine gesamte Keimzahlreduktion um eine log-Stufe.

Bei einer alleinigen Betrachtung der Reinigungsleistung der Bodenkörper ergab sich die höchste gemessene Keimzahlreduktion für *E. coli* mit drei log-Stufen im März '97 von $3,6 \times 10^3$ KBE/ml auf $3,6 \times 10^0$ KBE/ml und die höchste Keimzahlerhöhung im April '98 um zwei log-Stufen von $2,3 \times 10^1$ KBE/ml auf $1,5 \times 10^3$ KBE/ml.

Für Fäkalstreptokokken ergab sich bei diesem Vergleich der Keimzahlen ebenfalls eine maximale Keimzahlreduktion um vier log-Stufen im März '97 von $1,1 \times 10^4$ KBE/ml auf $3,6 \times 10^0$ KBE/ml sowie eine maximale Keimzahlerhöhung um eine log-Stufe von $4,3 \times 10^2$ KBE/ml auf $2,3 \times 10^3$ KBE/ml im August '97.

Auffallend war, dass *E. coli* und Fäkalstreptokokken nicht zeitgleich Keimzahlreduktionen aufweisen konnten.

Tab. 16: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Wasserproben der Pflanzenkläranlage „Süd-2“ auf *Enterobacteriaceae* und Gesamtbakterienzahl

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>				Gesamtbakterienzahl			
	Rottefilter	Schilfbeet	Sandfilter	Vorflut	Rottefilter	Schilfbeet	Sandfilter	Vorflut
	1	2	3	4	1	2	3	4
Mrz 97	$2,3 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$				
Mai 97	$1,5 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^3$	< 0,3				
Jun 97	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	< 0,3				
Jul 97	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	< 0,3	$2,2 \times 10^6$	$4,8 \times 10^6$	$2,2 \times 10^5$	$9,8 \times 10^1$
Aug 97	$1,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^1$	$2,8 \times 10^6$	$2,4 \times 10^5$	$6,8 \times 10^4$	$6,3 \times 10^2$
Sep 97	$7,5 \times 10^2$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^2$	k.W.	$7,6 \times 10^4$	$4,9 \times 10^4$	$8,3 \times 10^3$	k.W.
Okt 97	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	k.W.	$1,7 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$	$7,3 \times 10^4$	k.W.
Nov 97	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$3,0 \times 10^{-1}$	$8,9 \times 10^5$	$9,4 \times 10^5$	$6,3 \times 10^4$	k.W.
Dez 97	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$1,6 \times 10^5$	$4,9 \times 10^5$	$6,2 \times 10^4$	$4,7 \times 10^2$
Jan 98	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$9,2 \times 10^{-1}$	$8,3 \times 10^5$	$1,6 \times 10^6$	$2,9 \times 10^5$	$4,2 \times 10^2$
Feb 98	$3,8 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$8,6 \times 10^5$	$6,4 \times 10^4$	$6,8 \times 10^3$	$3,3 \times 10^2$
Mrz 98	$7,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	$3,8 \times 10^1$	$7,4 \times 10^{-1}$	$4,4 \times 10^5$	$1,7 \times 10^4$	$2,9 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$
Apr 98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^3$	k.W.	$6,7 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$	$3,3 \times 10^4$	k.W.
Mai 98	$2,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	k.W.	$7,4 \times 10^6$	$7,1 \times 10^6$	$6,2 \times 10^4$	k.W.
Jun 98	$9,3 \times 10^5$	$3,8 \times 10^5$	$4,3 \times 10^3$	k.W.	$2,6 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$5,1 \times 10^4$	k.W.
Jul 98	$2,1 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^2$	k.W.	$8,3 \times 10^6$	$4,1 \times 10^4$	$7,0 \times 10^2$	k.W.
Aug 98	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	k.W.	$6,4 \times 10^6$	$5,6 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	k.W.
Median	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	$8,3 \times 10^{-1}$	$8,9 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$	$5,1 \times 10^4$	$3,3 \times 10^2$

Legende s. Tab. 15

Die Keimzahlen für *Enterobacteriaceae* lagen im Median im Wasser nach dem Rottefilter mit $2,3 \times 10^4$ KBE/ml in derselben log-Stufe wie die von *E. coli*. Nach der Passage des Schilfbeetes kam es zu einer geringen Keimzahlerhöhung auf im Median $4,3 \times 10^4$ KBE/ml. Zu einer Keimzahlreduktion kam es anschließend im Sandfilter, in dessen Ablauf im Median $9,3 \times 10^2$ KBE/ml *Enterobacteriaceae* nachgewiesen wurden. Dieser Medianwert entsprach dabei exakt dem von *E. coli*.

Der Median der Gesamtbakterienzahl war mit $8,9 \times 10^5$ KBE/ml höher als die jeweiligen Medianwerte bei den Untersuchungen auf die einzelnen Keime. Der Medianwert von $2,9 \times 10^5$ KBE/ml nach dem Schilfbeet zeigte eine geringe Keimzahlreduktion innerhalb derselben log-Stufe. Zu einer Keimzahlreduktion von einer log-Stufe kam es nach der Passage des Sandfilters auf einen Median von $5,1 \times 10^4$ KBE/ml. Die Keimzahlreduktion im Sandfilter betrug somit bei allen Untersuchungen eine log-Stufe.

Der Fluss führte nur bei wenigen Probennahmen Wasser, so dass eine vergleichende Darstellung mit Ergebnissen aus der Vorflut nicht möglich war.

4.1.2 Ergebnisse der Feststoffproben

Die Ergebnisse der wie in Punkt 3.2.2 entnommenen Feststoffproben werden für jede Pflanzenkläranlage gesondert aufgeführt. Nach der Beschreibung der Einzelwerte findet sich eine grafische Darstellung des Verlaufes der Keimzahlen über den gesamten Untersuchungszeitraum. In der Anlage „Nord-3“ wurden keine Feststoffproben entnommen.

4.1.2.1 Ergebnisse der Feststoffproben der Pflanzenkläranlage „Nord-1“

Zur Untersuchung des Rottefilters erfolgt eine Aufteilung des Zeitraumes in eine Beschickungs- und eine Rottephase. Die Beschreibung der Keimzahlverläufe aus „Nord-1“ sind für den Indikatorkeim *E. coli* im folgenden Text erläutert. In der Abb. 24 werden diese grafisch dargestellt.

Tab. 17: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Feststoffproben aus dem Rottefilter der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ auf *Enterobacteriaceae* und *E. coli*

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>				<i>E. coli</i>			
	Rottefilter 1	Rottefilter 2	Rottefilter 3	Schilfbeet	Rottefilter 1	Rottefilter 2	Rottefilter 3	Schilfbeet
Mrz 97	$1,5 \times 10^8$			$4,3 \times 10^6$	$7,5 \times 10^6$			$4,3 \times 10^6$
Apr 97	$1,1 \times 10^8$			$1,4 \times 10^5$	$1,1 \times 10^8$		Median	$9,3 \times 10^4$
Jun 97	$4,3 \times 10^5$			$1,5 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$		$2,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$
Jul 97	$2,1 \times 10^5$			$2,3 \times 10^4$	$2,1 \times 10^5$			$2,3 \times 10^4$
Aug 97	$4,3 \times 10^5$			$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^5$			$2,3 \times 10^5$
	Ende	Start		U	Ende	Start		U
Sep 97	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$		$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$		$4,3 \times 10^4$
Okt 97	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^6$		$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^6$		$4,3 \times 10^2$
Nov 97	$4,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^7$		$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^7$		$9,3 \times 10^3$
Dez 97	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^6$		$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^6$		$4,3 \times 10^3$
Jan 98	$9,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^7$		$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^7$	Median	$2,3 \times 10^3$
Feb 98	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^4$		$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$
Mrz 98	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^6$		$4,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^1$	$2,3 \times 10^6$		$2,3 \times 10^2$
Apr 98	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^6$		$2,3 \times 10^2$	$3,6 \times 10^0$	$4,3 \times 10^6$		$2,3 \times 10^2$
Mai 98	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^6$		$2,3 \times 10^3$	$3,6 \times 10^0$	$4,3 \times 10^6$		$2,3 \times 10^3$
Jun 98	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^6$		$4,3 \times 10^3$	$3,6 \times 10^0$	$4,3 \times 10^6$		$4,3 \times 10^3$
	Fertig	Ende	Start	U	Fertig	Ende	Start	U
Jul 98		$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^2$		$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^2$
Aug 98		$1,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^1$		$1,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^1$
Sep 98	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^2$
Median				$4,3 \times 10^3$				$3,3 \times 10^3$

Legende s. Tab. 18

Die Keimzahlen von *E. coli* während der Beschickungsphase mit Abwasser hatten im Rottefilter 1 eine Spannweite über einen Bereich von vier log-Stufen bei Mindestwerten von $2,1 \times 10^5$ KBE/g im Juli '97 und Maximalwerten bis $1,1 \times 10^8$ KBE/g im April '97 (s. Tab. 17).

Nach dem Beschickungsende kam es zu einer kontinuierlichen Abnahme der Keimzahl von $4,3 \times 10^5$ KBE/g im September '97 auf $3,6 \times 10^0$ KBE/g im Juni '98. In dieser Zeit konnte eine Vererdung des Materials und eine Verdichtung auf ein Drittel des ursprünglichen Volumens beobachtet werden.

Die *E. coli* Keimzahlen im Schilfbeet erweisen sich als ähnlich hoch und erstreckten sich über einen Bereich von drei log-Stufen von $2,3 \times 10^4$ KBE/g im Juli '97 bis $4,3 \times 10^6$ KBE/g im März '97. Während der Beschickungsphase mit dem Rottefilter 1, welcher lediglich mit Filterplatten ausgestattet war, betragen die Keimzahlen im Median $2,3 \times 10^5$ KBE/g. Nach der Optimierung des zweiten, neu beschickten Rottefilters mit Strohballen und Holzhäcksel als zusätzliche Filtermasse, fiel im August '97 der Medianwert für den Zeitraum Oktober '97 bis Juni '98 im Bodenkörper des Schilfbeetes auf $2,3 \times 10^3$ KBE/g, wobei maximale Keimzahlen von $9,3 \times 10^3$ KBE/g im November '97 gemessen wurden.

Nach einer weiteren Optimierung der Rottefiltertechnik kam es beim Umstellen auf den Rottefilter 3 im Juli '98 erneut zu geringeren Keimzahlen im Schilfbeet, die nun nicht mehr den Wert $4,3 \times 10^2$ überschritten. (s. Tab. 17).

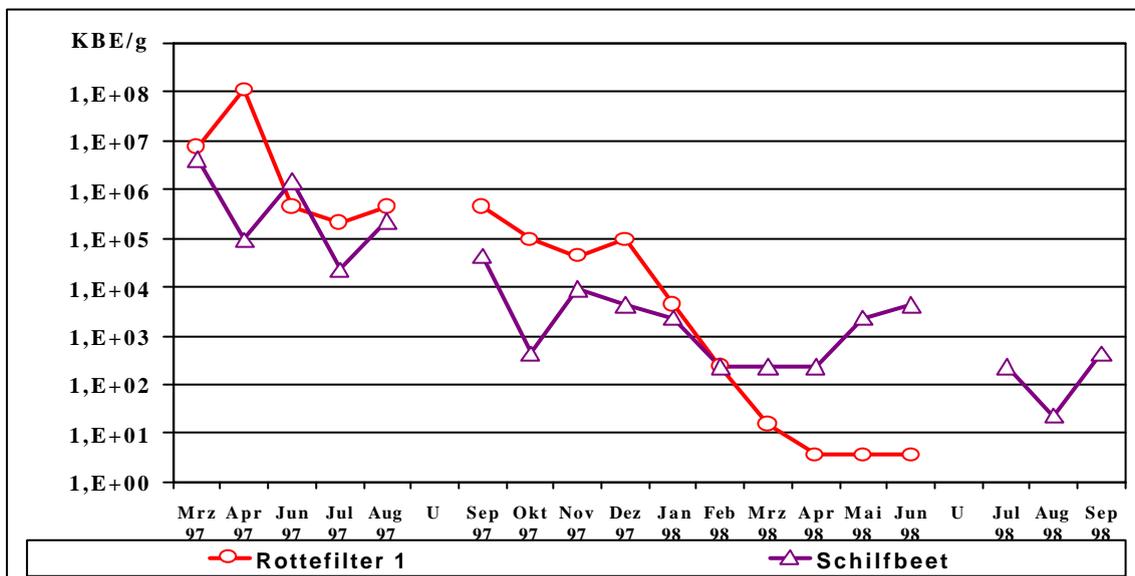


Abb. 24: *E. coli* in den Feststoffproben von „Nord-1“

Die Abb. 24 ist die grafische Darstellung der Untersuchungsergebnisse aus der Tab. 17 für *E. coli*. Sie zeigt den zeitlichen Verlauf der Keimzahlen in den Feststoffen der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ an. Es ist eine kontinuierliche Keimzahlreduktion zu erkennen. Die Unterbrechungen in den Kurven markiert die Umschaltung auf einen neuen Rottefilter. Die Probenahme erfolgte danach aus dem nicht mehr beschickten Rottefilter und dem weiterhin beschickten Schilfbeet.

Legende:

- U = Rottefilter Umschaltung
- Rottefilter 1 (rot, Kreis) = Linker Rottefilter nur mit Platten
- Schilfbeet (lila, Dreieck) = Bodenproben aus dem Schilfbeet von „Nord-1“

Bei einer Betrachtung der Untersuchungsergebnisse von *Enterobacteriaceae*, Fäkalstreptokokken und Gesamtbakterienzahl sahen diese bezüglich des Keimzahlverlaufes ähnlich aus.

Während die Keimzahl der *Enterobacteriaceae* im Rottefilter 1 am Anfang der Rottephase im September '97 bei $4,3 \times 10^5$ KBE/g gleich hoch waren wie die der *E. coli*, blieben sie am Ende der Rottephase mit $4,3 \times 10^2$ KBE/g bis zu zwei log-Stufen höher. Somit verminderte sich bei einer vergleichenden Betrachtung die Keimzahl um drei log-Stufen. Da die *Enterobacteriaceae*-Keimzahlen im Schilfbeet fast exakt denen von *E.*

coli entsprachen, können die vorher im Text für *E. coli* erwähnten Beschreibungen herangezogen werden.

Tab. 18: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Feststoffproben aus dem Rottefilter der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ auf Fäkalstreptokokken und Gesamtbakterienzahl

Datum	Fäkalstreptokokken				Gesamtbakterienzahl			
	Rottefilter 1	Rottefilter 2	Rottefilter 3	Schilfbeet	Rottefilter 1	Rottefilter 2	Rottefilter 3	Schilfbeet
Mrz 97	4,3 x 10 ⁵			4,3 x 10 ⁵				
Apr 97	2,1 x 10 ³			3,0 x 10 ⁻¹				
Jun 97	2,1 x 10 ⁷			2,3 x 10 ⁵				
Jul 97	2,3 x 10 ⁴			4,3 x 10 ³	1,6 x 10 ⁸			2,3 x 10 ⁵
Aug 97	2,3 x 10 ⁵			1,5 x 10 ³	9,3 x 10 ⁶			4,3 x 10 ⁶
	Ende	Start		U	Ende	Start		U
Sep 97	4,3 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁵		2,3 x 10 ³	6,8 x 10 ⁸	2,3 x 10 ⁷		9,3 x 10 ⁴
Okt 97	2,3 x 10 ⁴	4,3 x 10 ⁵		4,3 x 10 ¹	6,1 x 10 ⁷	2,3 x 10 ⁷		9,3 x 10 ⁴
Nov 97	4,3 x 10 ³	9,3 x 10 ⁵		2,3 x 10 ¹	4,9 x 10 ⁷	6,7 x 10 ⁸		5,6 x 10 ⁴
Dez 97	2,3 x 10 ²	7,5 x 10 ⁵		2,1 x 10 ¹	6,1 x 10 ⁷	2,2 x 10 ⁸		7,6 x 10 ⁵
Jan 98	1,5 x 10 ²	9,3 x 10 ⁵		4,3 x 10 ¹	8,5 x 10 ⁷	1,0 x 10 ⁸		3,1 x 10 ⁴
Feb 98	9,3 x 10 ²	4,3 x 10 ⁴		4,3 x 10 ¹	3,8 x 10 ⁶	2,1 x 10 ⁷		7,1 x 10 ⁴
Mrz 98	1,5 x 10 ²	4,3 x 10 ³		2,3 x 10 ¹	1,5 x 10 ⁷	7,4 x 10 ⁷		7,6 x 10 ³
Apr 98	7,4 x 10 ⁰	9,3 x 10 ⁴		2,3 x 10 ²	4,5 x 10 ⁵	5,5 x 10 ⁷		3,5 x 10 ³
Mai 98	3,6 x 10 ⁰	9,3 x 10 ⁴		2,3 x 10 ²	7,0 x 10 ⁵	6,1 x 10 ⁷		9,4 x 10 ³
Jun 98	3,6 x 10 ⁰	1,5 x 10 ⁵		2,3 x 10 ²	3,1 x 10 ⁶	4,8 x 10 ⁷		3,6 x 10 ⁴
	Fertig	Ende	Start	U	Fertig	Ende	Start	U
Jul 98		2,3 x 10 ²	9,3 x 10 ³	2,3 x 10 ¹		4,3 x 10 ⁷	4,8 x 10 ⁷	5,7 x 10 ⁴
Aug 98		1,5 x 10 ³	4,3 x 10 ³	3,6 x 10 ¹		2,3 x 10 ⁷	6,2 x 10 ⁷	6,8 x 10 ⁴
Sep 98	1,5 x 10 ⁰	4,3 x 10 ²	2,3 x 10 ⁴	2,3 x 10 ²	2,3 x 10 ⁴	6,7 x 10 ⁷	8,2 x 10 ⁷	5,5 x 10 ³
Median				1,4 x 10²				5,7 x 10⁴

Legende für Tab. 17 und Tab. 18:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- Start = Start der Beschickungsphase mit Abwasser
- Ende = Ende der Beschickungsphase mit Abwasser → entspricht dem Anfang der Verrottungsphase im Rottefilter
- Fertig = Abschluss der Verrottung im Rottefilter
- U = Umschaltung der Rottefilter, keine technischen Veränderungen im Schilfbeet
- 1) in Rottefilter 1 = Linker Rottefilter nur mit Filterplatten
- 2) in Rottefilter 2 = Rechter Rottefilter mit Filterplatten, Strohwand und Holzhäcksel
- 3) in Rottefilter 3 = Linker Rottefilter mit Filterplatten, Strohwand und Holzhäcksel

Im Rottefilter 1 konnte nach acht Monaten Rottephase eine absolute Keimzahl im Bereich von 10⁰ KBE/g bezüglich Fäkalstreptokokken und *E. coli* nachgewiesen werden. Dies entsprach damit insgesamt einer Keimzahlreduktion um vier log-Stufen von anfänglich 4,3x10⁴ KBE/g auf letztendlich 7,4x10⁰ KBE/g. Die einzelnen Keimzahlen aus den Bodenproben des Schilfbeetes unterschieden sich während des gesamten Untersuchungszeitraumes nur wenig und lagen im Median bei 1,4x10² KBE/g für Fäkalstreptokokken und 3,3x10³ KBE/g für *E. coli*.

Die Gesamtanzahl an Bakterien verminderte sich in der Rottephase nur um zwei log-Stufen von $6,8 \times 10^8$ KBE/g auf $3,1 \times 10^6$ KBE/g. Im Schilfbeet blieb sie ebenso wie die Anzahl an Fäkalstreptokokken relativ konstant und hatte einen Medianwert von $5,7 \times 10^4$ KBE/g.

4.1.2.2 Ergebnisse der Feststoffproben der Pflanzenkläranlage „Nord-2“

Die Feststoffe aus der Pflanzenkläranlage „Nord-2“ wurden aus einem Rottefilter entnommen, der über den gesamten Untersuchungszeitraum von 19 Monaten beschickt wurde. Für *E. coli* wurden weitgehend konstant bleibende Keimzahlen festgestellt, die im Median $4,3 \times 10^6$ KBE/g betragen. Insgesamt erstreckten sich diese über einen Bereich von vier log-Stufen bei minimalen Keimzahlen von $2,3 \times 10^4$ KBE/g im Juni '97 und maximalen Werten von $9,3 \times 10^7$ KBE/g im Januar '98.

Tab. 19: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Feststoffproben aus dem Rottefilter der Pflanzenkläranlage „Nord-2“ auf *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, Fäkalstreptokokken und Gesamtbakterienzahl

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>		<i>E. coli</i>		Fäkalstreptokokken		Gesamtbakterienzahl	
	Rotte	Schilfbeet	Rotte	Schilfbeet	Rotte	Schilfbeet	Rotte	Schilfbeet
	1	2	1	2	1	2	1	2
Mrz 97	$4,6 \times 10^7$	$7,5 \times 10^4$	$4,6 \times 10^7$	$7,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^4$	k.W.	k.W.
Apr 97	$9,3 \times 10^5$	$6,4 \times 10^4$	$4,3 \times 10^5$	$6,4 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	k.W.	k.W.
Jun 97	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	k.W.	k.W.
Jul 97	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,6 \times 10^6$	$8,6 \times 10^5$
Aug 97	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$1,1 \times 10^8$	$5,6 \times 10^5$
Sep 97	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^7$	$1,1 \times 10^5$
Okt 97	$2,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$4,5 \times 10^7$	$7,5 \times 10^5$
Nov 97	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	$8,4 \times 10^7$	$6,5 \times 10^5$
Dez 97	$2,3 \times 10^7$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^7$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$6,2 \times 10^8$	$3,7 \times 10^5$
Jan 98	$9,3 \times 10^7$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^7$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	$5,4 \times 10^8$	$7,2 \times 10^4$
Feb 98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$6,2 \times 10^6$	$9,8 \times 10^3$
Mrz 98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$4,2 \times 10^7$	$6,5 \times 10^5$
Apr 98	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^1$	$5,5 \times 10^7$	$8,6 \times 10^3$
Mai 98	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$8,2 \times 10^7$	$6,9 \times 10^5$
Jun 98	$1,5 \times 10^7$	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^7$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^7$	$1,7 \times 10^6$
Jul 98	$7,5 \times 10^6$	$3,8 \times 10^3$	$7,5 \times 10^6$	$3,8 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$4,5 \times 10^7$	$6,1 \times 10^5$
Aug 98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$4,4 \times 10^6$	$6,8 \times 10^5$
Sep 98	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$7,6 \times 10^7$	$8,6 \times 10^4$
Median	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$	$5,5 \times 10^7$	$6,1 \times 10^5$

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k.W. = kein Wert, weil kein Wasserfluss vorhanden war
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- 1) in Rotte = Feststoffprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- 2) im Schilfbeet = Feststoffprobe aus dem Ablauf des Schilfbeetes

Das ebenso über den gesamten Zeitraum beschickte Schilfbeet hatte für *E. coli* im Median eine Keimzahl von $4,3 \times 10^4$ KBE/g, welche sich über einen Bereich von zwei log-Stufen erstreckte bei einer maximalen Abweichungen nach unten bis $9,3 \times 10^2$ KBE/g im Januar '98 und nach oben bis $7,5 \times 10^4$ KBE/g im März '97 (s. Tab. 19 mit Abb. 25).

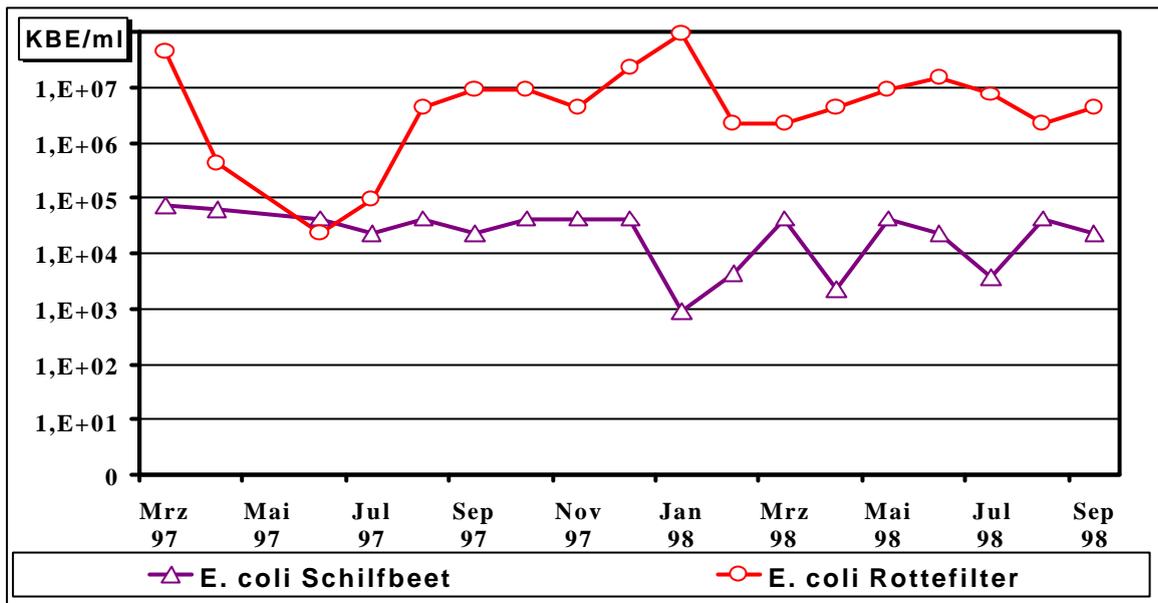


Abb. 25: *E. coli* in den Feststoffproben von „Nord-2“

Die Abbildung zeigt vergleichend den zeitlichen Verlauf der Keimzahlen von *E. coli* im Rottefilter und im Schilfboot der Pflanzenkläranlage „Nord-2“ in logarithmischer Skalierung.

Legende:

- 1,0 E + 02 = 1,0x10²
- Rottefilter (rot, Kreis) = Probennahme aus dem Rottematerial
- Schilfboot (lila, Dreieck) = Probennahme aus dem Bodenkörper des Schilfbootes

Der Median bezüglich des Rottefilters war somit zwei log-Stufen höher als der des Schilfbootes. Die Keimzahlen für *Enterobacteriaceae* waren so weitgehend mit denen von *E. coli* identisch, dass sogar der gleiche Median errechnet wurde.

Der Median für die Fäkalstreptokokken lag im Rottefilter bei $2,3 \times 10^4$ KBE/g und im Schilfboot bei $1,6 \times 10^3$ KBE/g, was einem Unterschied von einer log-Stufe entsprach. Die gesamte Anzahl an Bakterien betrug im Rottefilter $5,5 \times 10^7$ KBE/g und im Schilfboot $6,1 \times 10^5$ KBE/g, was einen Unterschied von zwei log-Stufen bedeutete.

4.1.2.3 Ergebnisse der Feststoffproben der Pflanzenkläranlage „Nord-4“

In den während der Entleerung des Rottefilters untersuchten Feststoffproben konnten *E. coli* und Fäkalstreptokokken in allen Schichttiefen nachgewiesen werden. Die höchsten Keimzahlen wurden dabei mit $9,3 \times 10^5$ KBE/g für *E. coli* und $4,3 \times 10^4$ KBE/g für Fäkalstreptokokken ermittelt. An der tiefsten und dichtesten Stelle befand sich stark durchnässtes Material mit einem Keimgehalt von $9,3 \times 10^3$ KBE/g für *E. coli* und $2,1 \times 10^2$ KBE/g für Fäkalstreptokokken. Je tiefer die Proben entnommen wurden, um so geringer waren die pH-Werte. An der tiefsten Stelle von 120 cm wurde ein leicht saurer pH von 6,7 gemessen.

Tab. 20: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung des Rottematerials eines seit 9 Jahren in Betrieb befindlichen Rottefilters

Tiefe des Rottematerials	Enterobacteriaceae	<i>E. coli</i>	Fäkalstreptokokken	Gesamtbakterienzahl	pH - Wert
0 cm	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$2,6 \times 10^9$	7,6
30 cm	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$7,8 \times 10^8$	7,0
60 cm	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$6,5 \times 10^8$	6,8
90 cm	$9,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	$1,2 \times 10^8$	7,0
120 cm	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$2,1 \times 10^2$	$6,5 \times 10^7$	6,7

Legende:

- alle Werte in KBE/g Probe
- Rottematerial = Proben aus dem Filtermaterial des Rottefilters
- 0 bis 120 cm = Tiefe der Probenentnahme

4.1.2.4 Ergebnisse der Feststoffproben der Pflanzenkläranlage „Süd-1“

Die Höhe der einzelnen Keimzahlen von *E. coli* lag in den Feststoffen der Mehrkammerausfallgrube gleichmäßig um den Median von $4,3 \times 10^5$ KBE/g und im Schilfbeet um den Median von $2,3 \times 10^1$ KBE/g, was im Vergleich einen Unterschied von vier log-Stufen ausmachte.

Die Einzelwerte bei der Untersuchung auf *Enterobacteriaceae* waren nahezu identisch mit denen von *E. coli*, so dass für die Feststoffe der Grube der gleiche Median errechnet wurde. Der Medianwert für das Schilfbeet lag mit $1,4 \times 10^2$ KBE/g im Vergleich drei log-Stufen tiefer als der Median der Grube und eine log-Stufe höher als der entsprechende Medianwert von *E. coli*.

Die Keimzahlen für Fäkalstreptokokken in der Mehrkammerausfallgrube lagen im Median bei $4,3 \times 10^4$ KBE/g. Die Einzelwerte schwankten bis zu zwei log-Stufen um den Median bei Minimalwerten von $2,1 \times 10^2$ KBE/g im Juni '97 bis $2,3 \times 10^6$ KBE/g im November '97. Für das Schilfbeet lagen die Werte im Median bei $3,0 \times 10^0$ KBE/g, was einem Unterschied von vier log-Stufen zur Grube entsprach. Außer im Juli '97 und August '97 lagen die Einzelwerte im Schilfbeet maximal eine log-Stufe vom Median entfernt. In mehreren Fällen lagen die Keimzahlen sogar unterhalb der Nachweisgrenze (s. Abb. 26 und Tab. 21).

Bei der Untersuchung auf die Gesamtbakterienzahl in der Mehrkammerausfallgrube wurde festgestellt, dass die Einzelwerte nur bis zu einer log-Stufe vom Median von $8,8 \times 10^6$ KBE/g abwichen. Ein Unterschied von drei log-Stufen bestand zum Median des Schilfsandes mit $4,3 \times 10^3$ KBE/g. Bei der Betrachtung der Einzelwerte fiel auf, dass

diese am Anfang der Untersuchung zunächst höher waren bei einem Maximalwert von $1,1 \times 10^7$ KBE/g im August'97 und zum Ende hin geringer wurden bei einem Minimalwert von $2,3 \times 10^3$ KBE/g im August'98.

Tab. 21: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Feststoffproben der Pflanzenkläranlage „Süd-1“ bezüglich *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, Fäkalstreptokokken und Gesamtbakterienzahl

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>		<i>E. coli</i>		Fäkalstreptokokken		Gesamtbakterienzahl	
	Grube	Schilf	Grube	Schilf	Grube	Schilf	Grube	Schilf
	1	2	1	2	1	2	1	2
Mrz 97	$1,4 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^4$	$9,2 \times 10^0$	$4,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^1$	k.W.	k.W.
Mai 97	$4,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	< 3	k.W.	k.W.
Jun 97	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$2,1 \times 10^2$	$2,8 \times 10^1$	k.W.	k.W.
Jul 97	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^2$	$2,1 \times 10^6$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$4,5 \times 10^7$	$6,2 \times 10^6$
Aug 97	$2,3 \times 10^7$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$3,3 \times 10^8$	$1,1 \times 10^7$
Sep 97	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^1$	$8,9 \times 10^7$	$7,6 \times 10^6$
Okt 97	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^0$	$9,6 \times 10^6$	$7,6 \times 10^5$
Nov 97	$4,3 \times 10^5$	$3,6 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^5$	< 3	$2,3 \times 10^6$	$9,2 \times 10^0$	$5,4 \times 10^6$	$4,6 \times 10^4$
Dez 97	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^4$	$3,8 \times 10^1$	$1,7 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$
Jan 98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^6$	$9,9 \times 10^2$
Feb 98	$4,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^0$	$4,3 \times 10^5$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^3$	< 3	$7,4 \times 10^5$	$3,3 \times 10^2$
Mrz 98	$4,3 \times 10^5$	$3,6 \times 10^0$	$4,3 \times 10^5$	$3,6 \times 10^0$	$2,3 \times 10^4$	< 3	$8,1 \times 10^6$	$3,4 \times 10^3$
Apr 98	$4,3 \times 10^5$	$9,2 \times 10^0$	$4,3 \times 10^5$	$9,2 \times 10^0$	$7,5 \times 10^5$	$3,6 \times 10^0$	$2,8 \times 10^6$	$4,1 \times 10^3$
Mai 98	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^4$	< 3	$4,6 \times 10^6$	$3,9 \times 10^3$
Jun 98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^4$	< 3	$8,8 \times 10^6$	$4,1 \times 10^3$
Jul 98	$2,3 \times 10^5$	$3,6 \times 10^0$	$2,3 \times 10^5$	< 3	$4,3 \times 10^3$	$3,6 \times 10^0$	$9,8 \times 10^6$	$4,3 \times 10^3$
Aug 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^4$	< 3	$2,3 \times 10^3$	< 3	$5,6 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$
Sep 98	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^3$	< 3	$4,3 \times 10^3$	< 3	$7,1 \times 10^5$	$9,3 \times 10^3$
Median	$4,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^2$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^4$	$3,0 \times 10^0$	$8,8 \times 10^6$	$4,3 \times 10^3$

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k.W. = kein Wert
- < 3 = Keimzahlen kleiner 0,3 KBE/ml (Nachweisgrenze)
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- 1) in Grube = Feststoffprobe aus der Mehrkammerausfallgrube
- 2) im Schilf = Feststoffprobe aus dem Schilfbeetsand nach ca. 70 cm Laufstrecke

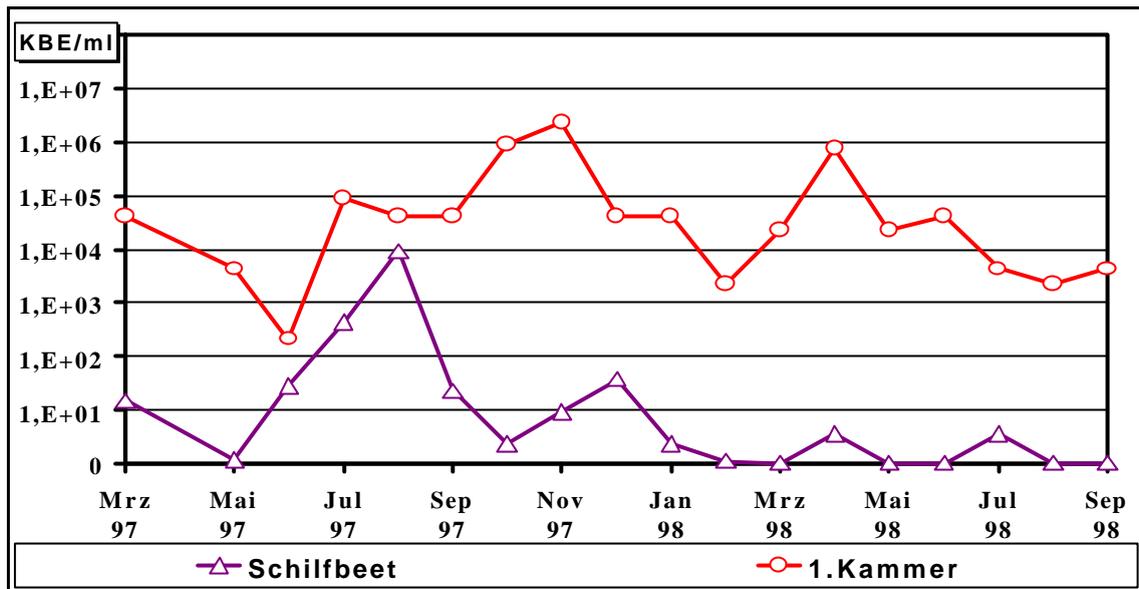


Abb. 26: Fäkalstreptokokken in den Feststoffproben von „Süd-1“

Die Abbildung zeigt vergleichend den zeitlichen Verlauf der Keimzahlen von Fäkalstreptokokken in den Feststoffproben aus der Mehrkammerausfallgrube und dem Schilfbeet in der Pflanzenkläranlage „Süd-1“ in logarithmischer Skalierung.

Legende:

- 1,0 E + 02 = 1,0x10²
- Schilfbeet (lila, Dreiecke) = Probennahme aus dem Bodenkörper des Schilfbeetes
- 1. Kammer (rot, Kreise) = Probennahme aus dem Rottematerial

4.1.2.5 Ergebnisse der Feststoffproben der Pflanzenkläranlage „Süd-2“

Die zunächst hohen Keimzahlen für *E. coli* von $4,3 \times 10^6$ KBE/g vom März'97 während der Beschickungsphase sanken nach sieben Monaten Rottephase bis zum Februar'98 unterhalb der Nachweisgrenze von 0,3 KBE/g. Am Anfang der Verrottungsphase wurden mehrmals hohe Keimzahlen, wie z. B. im Oktober'97 und Dezember'97 von $9,3 \times 10^4$ KBE/g, gefunden. Ab Februar'98 bis zum Ende der Untersuchung blieb die Höhe der Keimzahlen immer in der Nähe der Nachweisgrenze bei einem Median von $3,0 \times 10^0$ KBE/g. Einzige Ausnahme war der Wert vom Juli'98 mit $2,3 \times 10^2$ KBE/g (s. Tab. 22, Abb. 27).

Für das Schilfbeet, das ab Februar'98 mit einem neu eingerichteten Rottefilter beschickt wurde, ergab sich eine Keimzahl von im Median $3,3 \times 10^4$ KBE/g, wobei die Einzelwerte stark vom Median abwichen. Sie erstreckten sich insgesamt über einen Bereich von fünf log-Stufen bei einem Minimum von $2,3 \times 10^1$ KBE/g im Februar'98 und einem Maximum von $7,5 \times 10^5$ KBE/g im April'98.

Der Verlauf der Keimzahlen für *Enterobacteriaceae* ist im Rottefilter und im Schilfbeet ähnlich wie der von *E. coli* mit dem Unterschied, dass die Keimzahlen im Schilfbeet nicht unter die Nachweisgrenze fielen und einen Medianwert von $9,3 \times 10^4$ KBE/g hatten.

Die Keimzahlen für Fäkalstreptokokken waren im Rottefilter wie bei *E. coli* zunächst hoch bei einem Maximalwert von $1,5 \times 10^7$ KBE/g, fielen aber bereits nach fünf Monaten stabil in einen Bereich unterhalb der Nachweisgrenze, wie das Ergebnis im Dezember

ber'97 mit einem Wert kleiner als 0,2 KBE/g zeigte. Im Schilfbeet wurde ein Median von $4,3 \times 10^3$ KBE/g ermittelt, wobei die höchsten Keimzahlen am Anfang der Untersuchung im März'97 bei $1,5 \times 10^5$ KBE/g und die niedrigsten am Ende im September'98 bei $2,3 \times 10^2$ KBE/g lagen (s. Tab. 22).

Tab. 22: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Feststoffproben der Pflanzenkläranlage „Süd-2“ auf *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, Fäkalstreptokokken und Gesamtbakterienzahl

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>		<i>E. coli</i>		Fäkalstreptokokken		Gesamtbakterienzahl	
	Rottefilter	Schilf	Rottefilter	Schilf	Rottefilter	Schilf	Rottefilter	Schilf
	1	2	1	2	1	2	1	2
Mrz 97	$9,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$	$9,2 \times 10^3$	$1,5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^5$		
Mai 97	$9,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$7,5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^5$		
Jun 97	$9,3 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$		
Jul 97	$7,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$7,5 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^4$	$5,6 \times 10^7$	$2,2 \times 10^7$
Aug 97	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$4,7 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$
Sep 97	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^6$	$2,1 \times 10^6$
Okt 97	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$
Nov 97	$2,1 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^1$	$1,5 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$
Dez 97	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	< 0,2	$9,3 \times 10^4$	$6,2 \times 10^6$	$5,4 \times 10^7$
Jan 98	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^3$	$4,1 \times 10^5$	$5,5 \times 10^5$
Feb 98	$2,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^1$	< 3	$2,3 \times 10^1$	< 3	$4,3 \times 10^2$	$9,5 \times 10^4$	$5,2 \times 10^6$
Mrz 98	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^4$	< 3	$2,3 \times 10^4$	$9,2 \times 10^{-1}$	$1,5 \times 10^3$	$6,1 \times 10^3$	$4,8 \times 10^5$
Apr 98	$4,3 \times 10^1$	$7,5 \times 10^5$	$3,6 \times 10^0$	$7,5 \times 10^5$	< 3	$2,1 \times 10^4$	$8,7 \times 10^7$	$6,6 \times 10^6$
Mai 98	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^4$	< 3	$3,8 \times 10^3$	$2,2 \times 10^7$	$1,8 \times 10^6$
Jun 98	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^1$	$1,5 \times 10^4$	< 3	$4,3 \times 10^3$	$4,6 \times 10^6$	$3,7 \times 10^5$
Jul 98	$2,1 \times 10^3$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^5$	< 3	$2,1 \times 10^4$	$4,7 \times 10^6$	$5,7 \times 10^5$
Aug 98	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^4$	$1,0 \times 10^0$	$4,3 \times 10^4$	$4,9 \times 10^6$	$4,6 \times 10^4$
Sep 98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	< 3	$2,3 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^2$	$8,6 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$
Median	$9,3 \times 10^4$	$3,0 \times 10^0$	$3,3 \times 10^4$		$4,3 \times 10^3$		$2,3 \times 10^6$	

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- < 3 = Keimzahlen kleiner 0,3 KBE/ml (Nachweisgrenze)
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- 1) in Rotte = Feststoffprobe aus dem Ablauf des Rottefilters
- 2) im Schilfbeet = Feststoffprobe aus dem Ablauf des Schilfbeetes

Die Gesamtbakterienzahl im Rottefilter war trotz des Wechsels der Betriebsphasen gleichbleibend hoch in einem Bereich um 10^6 KBE/g bei einem maximalen Wert von $8,7 \times 10^7$ KBE/g im April'98 und einem minimalen Wert von $6,1 \times 10^3$ KBE/g, was einem Unterschied von vier log-Stufen entsprach. Im Schilfbeet konnte ein Median von $2,3 \times 10^6$ KBE/g ermittelt werden, wobei die Einzelwerte maximal um eine log-Stufe von diesem abwichen.

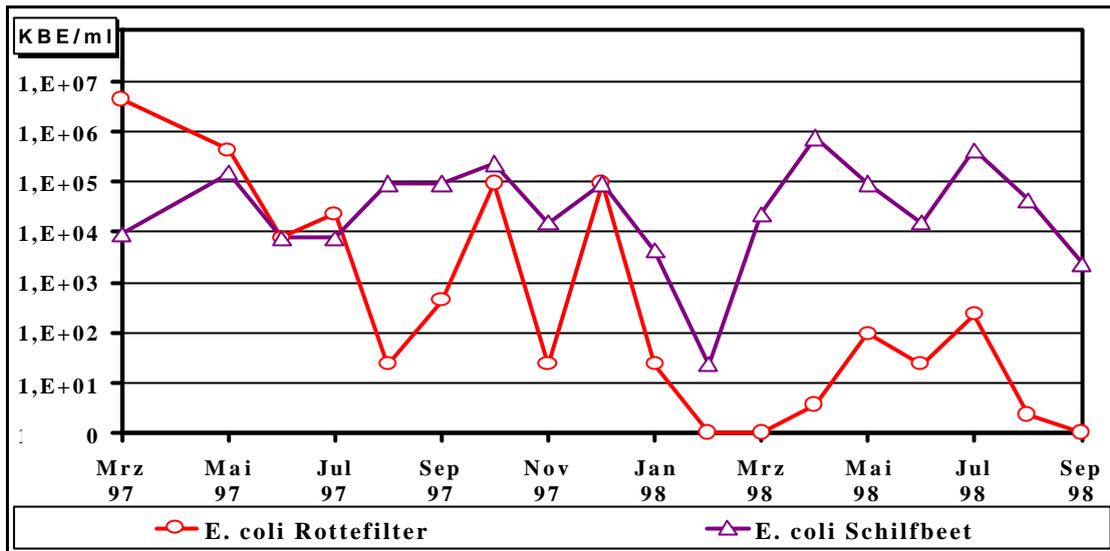


Abb. 27: *E. coli* in den Feststoffproben von „Süd-2“

Die Abbildung zeigt vergleichend den Verlauf der Keimzahlen von *E. coli* in den Feststoffproben aus der Pflanzenkläranlage „Süd-2“ in logarithmischer Skalierung.

Legende:

- 1,0 E + 02 = $1,0 \times 10^2$
- Rottfilter (rot, Kreise) = Probennahme aus dem Rottematerial
- Schilfbeet (lila, Dreiecke) = Probennahme aus dem Bodenkörper des Schilfbeetes

4.2 Ergebnisse der Prüfkörper – Tenazitätsversuche

Bei der Beschreibung der Tenazitätsversuche werden zuerst die mit Salmonellen und anschließend die mit Spulwurmeiern dargestellt.

4.2.1 Gesamtergebnis der Tenazitätsversuche mit Salmonellen

Bei den Tenazitätsversuchen mittels Prüfkörpertechnik konnte festgestellt werden, dass im Normalbetrieb keine der Anlagen als Ganzes in der Lage war, die eingebrachten Salmonellen vollständig zu eliminieren (s. Abb. 28, Tab. 23 und Abb. 29, Tab. 24).

Tab. 23: Ergebnisse der Prüfkörper-Tenazitätsversuche in den Vorklärunen

Monate	Abb.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
„Nord-1“	K S ges.	4,3 x 10 ⁵	1,4 x 10 ⁶	k.W.	3,3 x 10 ⁰	+	-	-	ENDE						
„Nord-2“	K St ges.	1,4 x 10 ⁶	3,3 x 10 ⁶	k.W.	5,1 x 10 ⁴	2,4 x 10 ²	1,6 x 10 ³	1,5 x 10 ¹	-	3,6 x 10 ⁰	+	+	+	+	+
„Süd-1“	G ges.	6,8 x 10 ⁶	3,3 x 10 ⁴	3,3 x 10 ⁴	2,4 x 10 ²	2,3 x 10 ¹	7,4 x 10 ⁰	3,8 x 10 ²	+	-	+	+	+	+	
„Süd-2“	K D ges.	1,3 x 10 ⁷	5,8 x 10 ³	1,2 x 10 ⁵	2,4 x 10 ²	1,2 x 10 ³	5,0 x 10 ³	1,2 x 10 ³	3,0 x 10 ⁰	+	+	+	+	+	
Kontrollproben	GKN	4,3 x 10 ⁶	4,3 x 10 ⁶	4,3 x 10 ⁴	4,3 x 10 ⁴	4,3 x 10 ²	2,3 x 10 ¹	1,1 x 10 ⁰	2,3 x 10 ³	+	+	+	+	+	+

Legende für Tab. 23 und Tab. 24:

- Alle Angaben in KBE/ml
- KT in „Nord-1“ = Einbringungsort der Prüfkörper
- k.W. = Kein Wert
- Abb. = Bezeichnung der Säulen in der Abbildung
- + = Nur qualitativer Nachweis von Salmonellen möglich
- - = Kein Nachweis von Salmonellen möglich
- Ende = Ende des Versuches und Auswertung aller Prüfkörper
- Monate = Anzahl der Monate, die die Prüfkörper jeweils in die Anlage eingebracht waren
- Kontrollprobe = Kontrolle durch Feststellung der natürlichen Absterberate der Salmonellen

Anfänglich wurden in der Vorklärun hohe Reduktionsraten sowohl in den Prüfkörpern als auch in den Kontrollproben festgestellt. Es gelangen jedoch, trotz zwischenzeitlicher negativer Ergebnisse in den Prüfkörpern, bis zum Ende der Untersuchungen nach 14 Monaten Reisolationen der eingebrachten Salmonellen.

Tab. 24: Ergebnisse der Tenazitätsversuche mit Prüfkörpern in den Schilfbeeten

Monate	Abb.	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
„Nord-1“	S S ges.	3,3 x 10 ⁶	5,8 x 10 ⁵	6,8 x 10 ³	2,4 x 10 ³	1,4 x 10 ²	1,2 x 10 ¹	3,6 x 10 ⁻¹	-	+	+	+	+	+
„Süd-1“	S Sü ges.	2,4 x 10 ⁶	1,6 x 10 ⁴	1,9 x 10 ³	1,4 x 10 ²	2,3 x 10 ¹	2,3 x 10 ¹	2,2 x 10 ²	1,6 x 10 ¹	+	+	+	+	+
„Süd-2“	S D ges.	2,5 x 10 ⁶	5,8 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁴	1,5 x 10 ¹	4,3 x 10 ¹	+	-	+	+	+	+	+	+
Kontrollproben	G S N	2,1 x 10 ⁷	2,1 x 10 ⁷	4,3 x 10 ⁶	2,3 x 10 ³	4,3 x 10 ¹	9,2 x 10 ⁻¹	4,3 x 10 ¹	+	+	+	+	+	+

Legende s. Tab. 23

In der Anlage „Nord-1“ konnte eine Eliminierung der Salmonellen im Rottefilter nach vier Monaten festgestellt werden (s. Tab. 25), wogegen im Schilfbeet nach sechs Monaten noch ein qualitativer Nachweis geführt werden konnte. In den Vergleichsproben, die bei optimalen Überlebenstemperaturen von 4 °C bis 6 °C im Labor gelagert wurden, konnten ebenfalls bis ans Ende der Untersuchungen Salmonellen reisoliert werden.

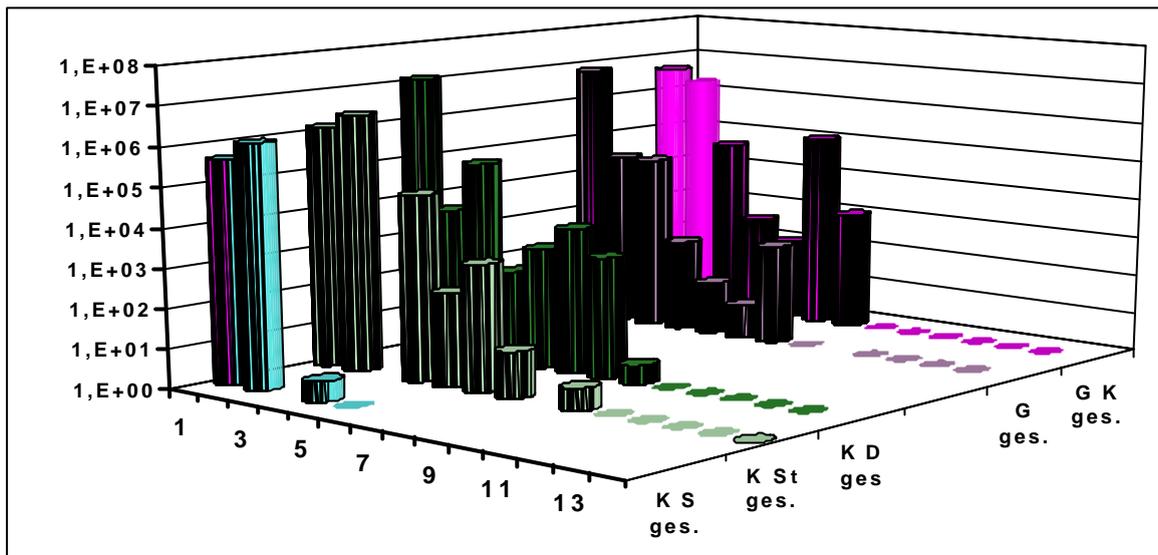


Abb. 28: Vergleichende Darstellung der reisolierter Salmonellenzahl aus den in den Rottefiltern und der Mehrkammerausfallgrube eingebrachten Prüfkörpern

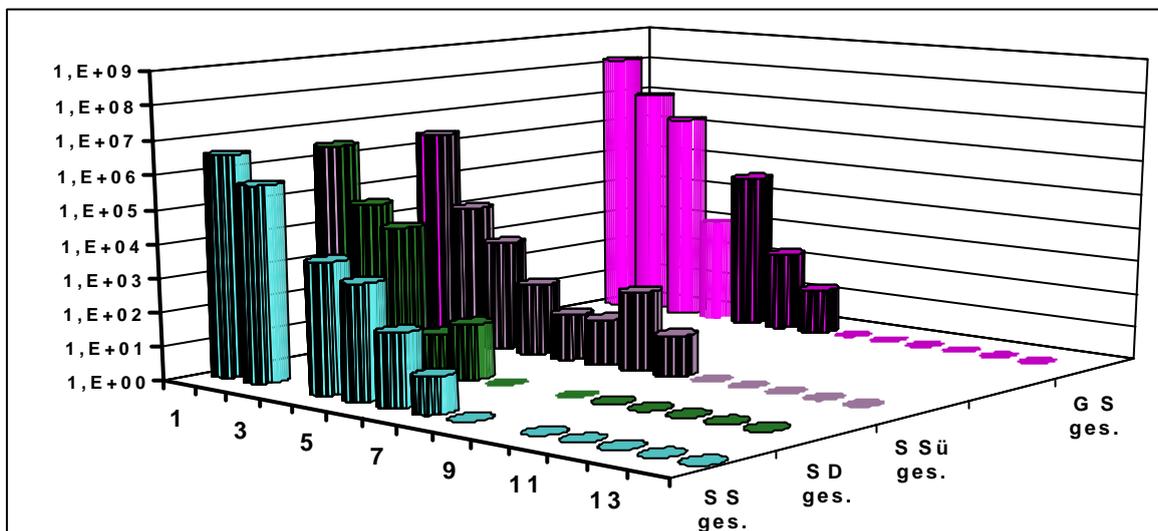


Abb. 29: Vergleichende Darstellung der reisolierter Salmonellenzahl aus den in den Schilfbeeten eingebrachten Prüfkörpern

Legende für Abb. 28 und Abb. 29:

- | | |
|----------------------------------|--|
| - 1,0 E + 02 | = 1,0x10 ² KBE/g |
| - KS ges./ SS ges. (blau) | = Probe aus dem Rottefilter/Schilfbeet „Nord-1“ |
| - K ST. ges. (hellgrün) | = Probe aus dem Rottefilter „Nord-2“ |
| - KD ges./ SSü ges. (dunkelgrün) | = Probe aus dem Rottefilter/Schilfbeet „Süd-2“ |
| - G ges./SD ges. (pink) | = Probe aus der Mehrkammergrube/Schilfbeet „Süd-1“ |
| - GK ges./GS ges. (rosa) | = Kontrollprobe Rottefilter/Schilfbeet gesamt |
| - 1 bis 14 | = Anzahl der Monate |

In der Abb. 28 und der Abb. 29 werden von links nach rechts die Keimzahlen der Tab. 23 und der Tab. 24 im zeitlichen Verlauf dargestellt. Eine auf Scheibengröße reduzierte Säule verdeutlicht, dass lediglich ein qualitativer Nachweis möglich war.

4.2.1.1 Ergebnisse der Tenazitätsversuche in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“

Bei den Tenazitätsversuchen kam es im Rottefilter nach einem Monat mit einer Keimzahl von $4,3 \times 10^5$ KBE/ml zu einer um eine log-Stufe höheren Keimzahlreduktion als in den Kontrollproben mit $4,3 \times 10^6$ KBE/ml (s. Tab. 25). Nach dem vierten Monat kam es

zu einer spontanen Keimzahlreduktion um fünf log-Stufen auf $2,3 \times 10^0$ KBE/ml und $4,3 \times 10^0$ KBE/ml. Diese Keimzahlreduktion war damit um drei log-Stufen höher als die Keimzahlreduktion in der Kontrollprobe, in der nur eine Keimzahlreduktion um zwei log-Stufen auf $4,3 \times 10^4$ KBE/ml stattfand.

Tab. 25: Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche mit Salmonellen in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“

KT in „Nord-1“	Abb.	Mrz 97	Apr 97	Jun 97	Jul 97	Aug 97	Sep 97	Okt 97	Nov 97	Dez 97	Jan 98	Feb 98	Mrz 98	Apr 98
Monate		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rottefilter „Nord-1“ 1	K S 1	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^0$	+	-	-	ENDE						
Rottefilter „Nord-1“ 2	K S 2	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^0$	+	-	-	ENDE						
Mittelwert Rottefilter „Nord-1“	K S ges.	$4,3 \times 10^5$	$1,4 \times 10^6$	$3,3 \times 10^0$	+	-	-	ENDE						
Schilf „Nord-1“ 1	SS 1	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	+	-	-	+	-	+	+
Schilf „Nord-1“ 2	SS 2	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	-	+	+	+	-	+
Mittelwert Schilf „Nord-1“	S S ges.	$3,3 \times 10^6$	$5,8 \times 10^5$	$6,8 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$	$1,2 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$	-	+	+	+	+	+
Kontrollprobe Rottefilter Nord	G K N	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$1,1 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$	+	+	+	+	+	+
Kontrollprobe Schilf Nord	G S N	$2,1 \times 10^7$	$2,1 \times 10^7$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^1$	+	+	+	+	+	+

Legende für die Tab. 25, Tab. 26, Tab. 27 und Tab. 28.:

- Alle Angaben in KBE/ml
- Die Spalten mit der Bezeichnung KT in „Nord-1“, „Nord-2“, „Süd-1“ und „Süd-2“ weisen auf die Einbringungsorte der Prüfkörper in den untersuchten Anlagen hin
- + = Nur qualitativer Nachweis von Salmonellen möglich
- - = Kein Nachweis von Salmonellen möglich
- ENDE = Ende des Versuches und Auswertung aller Prüfkörper
- Monate = Anzahl der Monate, die die Prüfkörper jeweils in die Anlage eingebracht waren
- Mittelwert = Mittelwert der Ergebnisse von zwei parallel eingebrachten Prüfkörpern
- Kontrollprobe = Vergleichskontrolle durch Feststellung der natürlichen Absterberate der Salmonellen. Aufbewahrung der Kontrollproben im gleichen Medium bei 4 °C bis 6 °C

Während in der Kontrollprobe innerhalb eines Monats eine weitere Keimzahlreduktion von zwei log-Stufen auf $4,3 \times 10^2$ KBE/ml gemessen wurde, war in den Prüfkörpern aus den Rottefiltern nur noch der qualitative Nachweis möglich. Nachdem in den Rottefiltern im August '97 und September '97 keine Salmonellen mehr nachweisbar waren, erfolgte die Entnahme und Auswertung aller Prüfkörper. Es wurden keine Salmonellen mehr nachgewiesen. In den Kontrollproben konnten über den gesamten Untersuchungszeitraum von 14 Monaten Salmonellen ermittelt werden.

Bei den Prüfkörperuntersuchungen im Schilfbeet kam es nach dem ersten Monat zu einer Keimzahlreduktion auf $2,3 \times 10^6$ KBE/ml und $4,3 \times 10^6$ KBE/ml. Diese Keimzahlreduktion war damit ebenfalls eine log-Stufe höher als die in der Kontrollprobe. Sowohl im Schilfbeet als auch bei der Kontrollprobe wurde nach acht Monaten der letzte quantitative Nachweis geführt. Der qualitative Nachweis gelang bis zum Ende der Untersuchungen im letzten Prüfkörper ebenso wie in der Kontrollprobe.

4.2.1.2 Ergebnisse der Tenazitätsversuche in der Pflanzenkläranlage „Nord-2“

Bei den Tenazitätsuntersuchungen mit Salmonellen erfolgte im Rottebehälter der Pflanzenkläranlage in „Nord-2“ in den ersten beiden Monaten keine Verminderung der Keimzahl.

In den Prüfkörpern und in den Kontrollproben befand sich die Anzahl an Salmonellen im Bereich von 10^6 KBE/ml. Bis zum siebten Monat erfolgte eine Keimzahlreduktion um fünf log-Stufen auf $1,5 \times 10^1$ KBE/ml. In der Kontrollprobe konnte eine Keimzahlreduktion von sechs log-Stufen mit einem Endgehalt von $1,1 \times 10^0$ KBE/ml ermittelt werden (s. Tab. 26).

Tab. 26: Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche mit Salmonellen in der Pflanzenkläranlage „Nord-2“

KT in „Nord-2“	Abb.	Mrz 97	Apr 97	Jun 97	Jul 97	Aug 97	Sep 97	Okt 97	Nov 97	Dez 97	Jan 98	Feb 98	Mrz 98	Apr 98
Monate		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rottefilter „Nord-2“ 1	K St 1	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	+	-	$3,6 \times 10^0$	-	+	+	-	-
Rottefilter „Nord-2“ 2	K St 2	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^1$	-	-	-	+	-	+	+
Mittelwert Rottefilter „Nord-2“	K St ges.	$1,4 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	$5,1 \times 10^4$	$2,4 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$	$1,5 \times 10^1$	-	$3,6 \times 10^0$	+	+	+	+	+
Kontrollprobe Rottefilter Nord	G K N	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$1,1 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$	+	+	+	+	+	+
Kontrollprobe Schilf Nord	G S N	$2,1 \times 10^7$	$2,1 \times 10^7$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^1$	+	+	+	+	+	+

Legende s. Tab. 25

Der quantitative Nachweis von Salmonellen war in den Prüfkörpern bis zum November '97 einen Monat länger möglich als in den Kontrollproben, bei denen der letzte qualitative Nachweis im Oktober '97 mit $2,3 \times 10^3$ KBE/ml gelang. Bis zum Ende der Untersuchung konnte sowohl in den Prüfkörpern als auch in den Kontrollproben ein Salmonellennachweis geführt werden (s. Tab. 26).

4.2.1.3 Ergebnisse der Tenazitätsversuche in der Pflanzenkläranlage „Süd-1“

Nach dem ersten Monat der Untersuchung war die Keimzahlreduktion in der Mehrkammerausfallgrube bei einer Keimzahl von $6,8 \times 10^6$ KBE/ml etwa gleich hoch wie in der Kontrollprobe bei $4,3 \times 10^6$ KBE/ml. Im zweiten Monat war die Keimzahlreduktion in der Mehrkammerausfallgrube bei $3,3 \times 10^4$ KBE/ml bereits eine log-Stufe höher als die Keimzahlreduktion in der Kontrollprobe von $2,3 \times 10^5$ KBE/ml. Bis zum siebten Monat im November '97 kam es in den Prüfkörpern insgesamt zu einer Keimzahlreduktion um vier log-Stufen auf $3,8 \times 10^2$ KBE/ml und in den Kontrollproben um fünf log-Stufen auf $2,3 \times 10^0$ KBE/ml. Im weiteren Verlauf der Untersuchung konnte nur noch ein qualitativer Salmonellennachweis bis zum Ende der Untersuchung nach 13 Monaten geführt werden. Für die Salmonellen im Schilfboot ergab sich im zweiten Monat eine Keimzahlreduktion um zwei log-Stufen von $2,4 \times 10^6$ KBE/ml auf $1,6 \times 10^4$ KBE/ml, während gleichzeitig die Keimzahlen in der Kontrollprobe von $2,3 \times 10^8$ KBE/ml auf $2,3 \times 10^1$ KBE/ml fielen. Da jeder Wert aus einer einzeln gelagerten Kontrollprobe entnommen wurde, ist diese hohe Keimzahlreduktion möglich. Die anderen Kontrollproben zeigten im Verlauf der Untersuchung eine Keimzahlreduktion um diese acht log-Stufen auf $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml, während in den Prüfkörpern im Schilf in dieser Zeit eine Keimzahlre-

duktion um fünf log-Stufen von $2,4 \times 10^6$ KBE/ml auf $1,6 \times 10^1$ KBE/ml stattfand. Bis zum Ende der Untersuchungen war sowohl in den Prüfkörpern als auch in den Kontrollproben ein qualitativer Nachweis von Salmonellen möglich.

Tab. 27: Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche mit Salmonellen in der Pflanzekläranlage „Süd-1“

KT in „Süd-1“	Abb.	Mai 97	Jun 97	Jul 97	Aug 97	Sep 97	Okt 97	Nov 97	Dez 97	Jan 98	Feb 98	Mrz 98	Apr 98	Mai 98
Monate		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Grube „Süd-1“ 1	G 1	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$7,4 \times 10^0$	$3,8 \times 10^2$	-	-	-	+	-	-
Grube „Süd-1“ 2	G 2	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Mittelwert Grube „Süd-1“	G ges.	$6,8 \times 10^6$	$3,3 \times 10^4$	$3,3 \times 10^4$	$2,4 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$7,4 \times 10^0$	$3,8 \times 10^2$	+	-	+	+	+	+
Schilf „Süd-1“ 1	S Sü 1	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^0$	$2,3 \times 10^1$	-	+	-	-	+
Schilf „Süd-1“ 2	S Sü 2	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	+	$4,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^0$	+	-	+	+	+
Mittelwert Schilf „Süd-1“	S Sü ges.	$2,4 \times 10^6$	$1,6 \times 10^4$	$1,9 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$2,2 \times 10^2$	$1,6 \times 10^1$	+	+	+	+	+
Kontrollprobe Rottefilter Süd	G K S	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^1$	+	+	+	+	+	+
Kontrollprobe Schilf Süd	G S S	$2,3 \times 10^8$	$2,3 \times 10^1$	$1,5 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$	$9,2 \times 10^{-1}$	+	+	+	+	+	+

Legende s. Tab. 25

4.2.1.4 Ergebnisse der Tenazitätsversuche in der Pflanzekläranlage „Süd-2“

Die Anzahl an Salmonellen in den Prüfkörpern im Rottefilter sank von $1,3 \times 10^7$ KBE/ml auf $5,8 \times 10^3$ KBE/ml. Sie hielt sich danach in einem Bereich von 10^3 KBE/ml bis zu den letzten quantitativen Nachweisen mit $3,0 \times 10^0$ KBE/ml nach sieben Monaten. Danach war bis zum Ende der Untersuchungen nach 13 Monaten nur noch ein qualitativer Nachweis möglich.

Im Schilfbeet fand sich ein ähnlicher Verlauf der Keimzahlreduktion mit anfänglich $2,5 \times 10^6$ KBE/ml bis auf $1,5 \times 10^1$ KBE/ml nach vier Monaten. Bis zum Ende der Untersuchung nach 13 Monaten gelang ein qualitativer Nachweis der eingebrachten Salmonellen. Die Keimzahlen in den Kontrollproben lagen während des Untersuchungszeitraumes sowohl über als auch unter den Keimzahlen in den Prüfkörpern. Während in den Prüfkörpern der letzte quantitative Salmonellennachweis mit $3,0 \times 10^0$ KBE/ml im Dezember '97 möglich war, gelang dies in der Kontrollprobe nur bis zum November '97 mit $2,3 \times 10^1$ KBE/ml.

Tab. 28: Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche mit Salmonellen in der Pflanzenkläranlage „Süd-2“

Kt in „Süd-2“	Abb.	Mai 97	Jun 97	Jul 97	Aug 97	Sep 97	Okt 97	Nov 97	Dez 97	Jan 98	Feb 98	Mrz 98	Apr 98	Mai 98
Monate		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rottefilter „Süd-2“ 1	K D 1	2,3 x 10 ⁷	2,3 x 10 ³	2,3 x 10 ⁵	4,3 x 10 ²	9,3 x 10 ²	9,3 x 10 ³	9,3 x 10 ¹	3,0 x 10 ⁰	+	+	+	+	+
Rottefilter „Süd-2“ 2	K D 2	2,3 x 10 ⁶	9,3 x 10 ³	4,3 x 10 ³	4,3 x 10 ¹	1,5 x 10 ³	7,5 x 10 ²	2,3 x 10 ³	3,0 x 10 ⁰	+	+	+	+	+
Mittelwert Rottefilter „Süd-2“	K D ges.	1,3 x 10 ⁷	5,8 x 10 ³	1,2 x 10 ⁵	2,4 x 10 ²	1,2 x 10 ³	5,0 x 10 ³	1,2 x 10 ³	3,0 x 10 ⁰	+	+	+	+	+
Schilf „Süd-2“ 1	S D 1	7,5 x 10 ⁵	2,3 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁴	-	4,3 x 10 ¹	-	-	+	-	-	-	+	-
Schilf „Süd-2“ 2	S D 2	4,3 x 10 ⁶	9,3 x 10 ⁴	9,3 x 10 ³	1,5 x 10 ¹	-	+	-	+	+	+	+	-	+
Mittelwert Schilf „Süd-2“	S D ges.	2,5 x 10 ⁶	5,8 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁴	1,5 x 10 ¹	4,3 x 10 ¹	+	-	+	+	+	+	+	+
Kontrollprobe Rottefilter Süd	G K S	4,3 x 10 ⁶	2,3 x 10 ⁵	4,3 x 10 ⁴	4,3 x 10 ²	2,3 x 10 ²	2,3 x 10 ⁵	2,3 x 10 ¹	+	+	+	+	+	+
Kontrollprobe Schilf Süd	G S S	2,3 x 10 ⁸	2,3 x 10 ¹	1,5 x 10 ³	2,3 x 10 ²	9,3 x 10 ⁴	4,3 x 10 ²	9,2 x 10 ⁻¹	+	+	+	+	+	+

Legende s. Tab. 25

4.2.2 Zusammengefasstes Ergebnis der Tenazitätsversuche mit Spulwurmeiern

Das Ergebnis der Tenazitätsuntersuchungen mit Spulwurmeiern lässt sich sehr einheitlich darstellen. Es war festzustellen, dass die Entwicklungsfähigkeit zwar in dem gesamten Untersuchungszeitraum in unterschiedlicher Höhe schwankte, aber permanent vorhanden war (s. Tab. 29 und Tab. 30).

Tab. 29: Zusammengefasste Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche in drei Rottefiltern vergleichend mit einer Mehrkammerausfallgrube

Monate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kontrollprobe	91,9	89,1	85,8	88,0	88,1	84,0	82,9	81,5	87,5	85,1	86,1	86,2	84,6	89,2
Süd-1	88,5	k.W.	87,5	46,7	82,7	77,2	86,4	73,5	61,5	59,1	60,4	73,7	k.W.	56,8
Süd-2	86,6	k.W.	86,0	81,5	76,6	88,5	83,3	84,4	84,0	89,2	88,7	86,6	k.W.	87,7
Nord-1	89,9	89,0	k.W.	94,0	86,8	83,6	74,2	74,1	74,7	71,8	74,8	71,9	75,2	68,3
Nord-2	91,8	88,8	k.W.	87,8	85,4	87,6	86,2	84,3	81,5	80,2	72,0	82,0	78,9	76,3

Legende für die Tab. 29 und Tab. 30:

- Alle Angaben in % entwicklungsfähiger Eier zu nicht entwicklungsfähigen Eiern von *Ascaris suum*
- „Nord-1“ = Ergebnisse Rottefilter / Pflanzenbeet der Pflanzenkläranlage „Nord-1“
- „Nord-2“ = Ergebnisse Rottefilter / Pflanzenbeet der Pflanzenkläranlage „Nord-2“
- „Süd-1“ = Ergebnisse Mehrkammerausfallgrube/Pflanzenbeet der Pflanzenkläranlage „Süd-1“
- „Süd-2“ = Ergebnisse Rottefilter / Pflanzenbeet der Pflanzenkläranlage „Süd-2“
- Monate = Anzahl der Untersuchungsmonate
- Kontrollprobe = Natürliche Verminderung der prozentualen Anzahl an entwicklungsfähigen Eiern von der Gesamtzahl aller Eier
- k.W. = Kein Wert

Sowohl im Rottefilter, in der Ausfaulgrube als auch in den Schilfbeeten konnten bis zum Ende der Untersuchung in den dort eingebrachten Prüfkörpern infektiöse Eier nachgewiesen werden. Die Kontrollproben wiesen meistens eine höhere Entwicklungsfähigkeit bis zu einem Maximalwert von 91,9 % nach dem ersten Versuchsmonat auf. Diese hohe Entwicklungsfähigkeit blieb über den gesamten Untersuchungszeitraum weitgehend konstant und sank nicht unter den Wert von 81,5 % im achten Untersuchungsmonat. Mit fortgesetzter Versuchsdauer ließ sich eine Abnahme der Entwicklungsfähigkeit feststellen. Die höchste Reduktionsrate konnte in der Ausfaulgrube nachgewiesen werden..

Tab. 30: Zusammengefasste Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche in drei Schilfbeeten von Pflanzenkläranlagen

Monate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kontroll- probe	91,9	89,1	85,8	88,0	88,1	84,0	82,9	81,5	87,5	85,1	86,1	86,2	84,6	89,2
Süd-1	88,9	k.W.	87,0	84,6	84,4	83,8	84,8	83,6	88,3	83,5	84,8	85,0	k.W.	80,0
Süd-2	86,2	k.W.	84,8	82,5	89,5	87,1	83,0	78,5	81,5	84,0	84,9	83,8	k.W.	81,4
Nord-1	90,9	92,9	k.W.	92,6	85,2	82,8	82,8	77,5	90,0	91,2	81,9	88,4	89,3	84,7

Legende siehe Tab. 29

Von den 88,5 % entwicklungsfähigen Eiern waren zum Zeitpunkt der letzten Prüfkörperentnahme nach 13 Monaten noch 56,8 % infektiös. Die Verminderung der Entwicklungsfähigkeit der unter optimalen Bedingungen als Kontrollprobe gelagerten Askarideneier erfolgte von 92,6 % auf 89,2 %. Die in der Abb. 30 für die Vorklä rung und in Abb. 31 für die Schilfbeete als Säulen dargestellte Anzahl an entwicklungsfähigen Eiern zeigt deutlich, dass zu jedem Zeitpunkt entwicklungsfähige Stadien vorhanden waren.

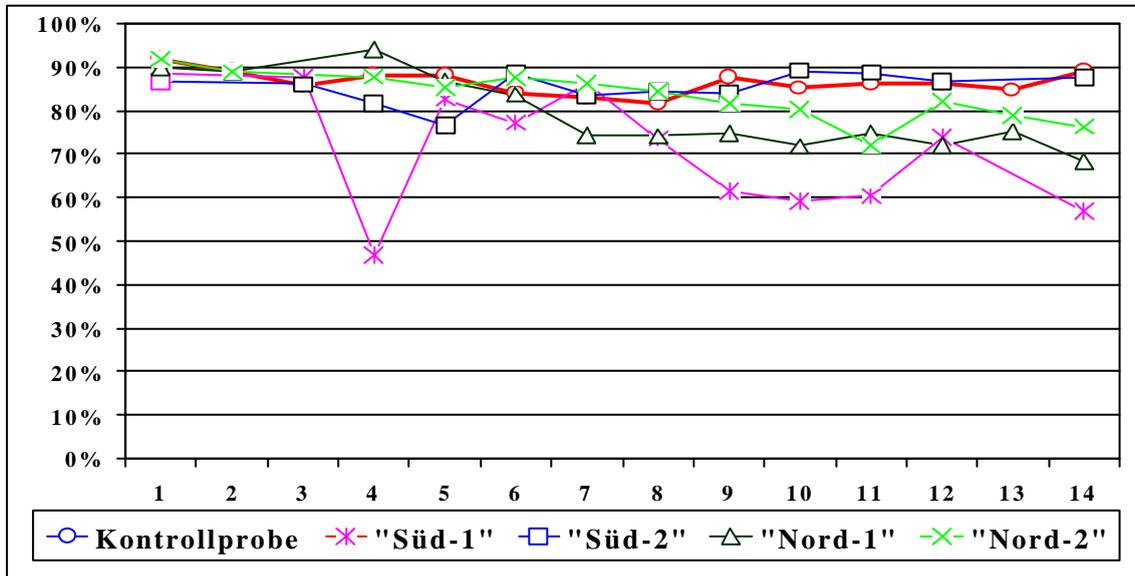


Abb. 30: Entwicklungsfähigkeit der Askariden bei den Tenazitätsversuchen in der Vorklä rung

Legende für Abb. 30 und Abb. 31:

- 0 bis 100 % = Anteil der infektiösen Stadien
- rot (Kreis) = Ergebnis der Kontrollprobe bei 4 °C bis 6 °C Lagerungstemperatur
- lila (Stern) = Ergebnis Mehrkammerausfaulgrube/Schilfbeet „Süd -1“
- blau (Viereck) = Ergebnis Rottefilter/Schilfbeet „Süd -2“
- dunkelgrün (Dreieck) = Ergebnis Rottefilter/Schilfbeet „Nord -1“
- grün (Kreuz) = Ergebnis Rottefilter „Nord -2“
- 1 bis 14 = Anzahl der Monate des Untersuchungszeitraumes

Die Entwicklungsfähigkeit bei der Entnahme der Prüfkörper beschreibt die Anzahl an infektiösfähigen Stadien im Vergleich zu der Gesamtzahl der Eier, die ohne Bebrütung festgestellt werden konnte. Eine anfängliche Entwicklungsfähigkeit konnte nur in dem Rottefilter der Pflanzenkläranlage „Süd-2“ festgestellt werden, weshalb nur dort die Werte in der Tabelle aufgeführt sind.

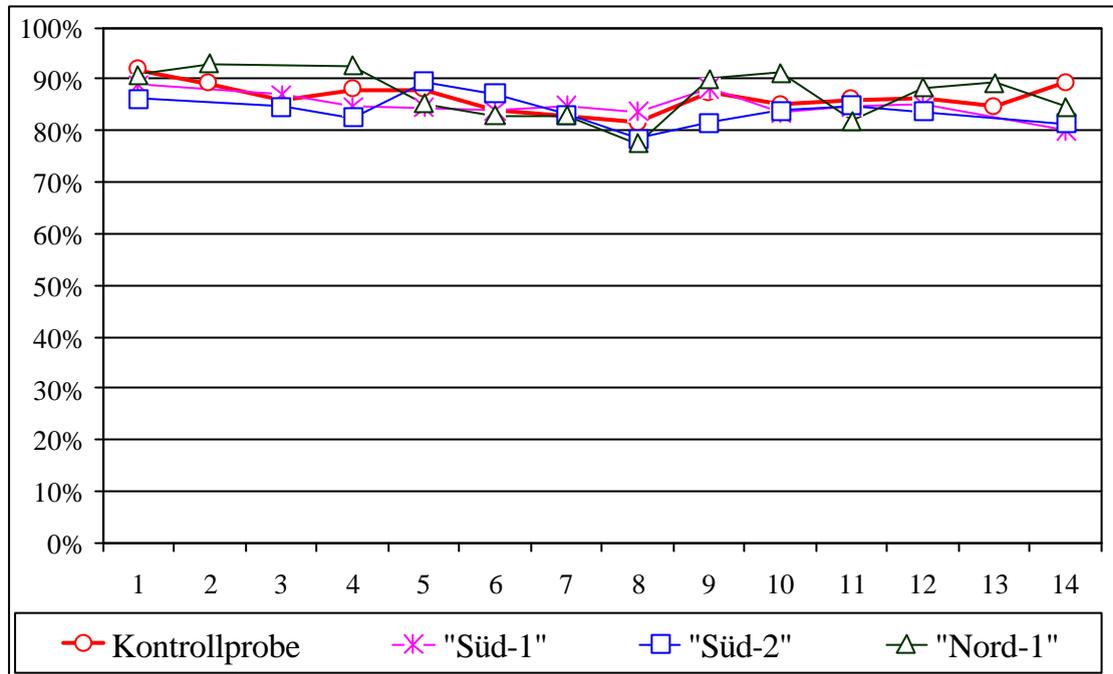


Abb. 31: Entwicklungsfähigkeit der Askariden bei den Tenazitätsversuchen in den Schilfbeeten (Legende s. Abb. 30)

Die Abb. 30 stellt die Ergebnisse aus der Tab. 29 grafisch dar. Der prozentuale Anteil von entwicklungsfähigen Stadien aus der Gesamtzahl der reisolierten Eier aus Prüfkörpern auf der y-Achse wird zum Verlauf des Untersuchungszeitraumes von 14 Monaten aufgetragen. In gleicher Darstellung sind zum Vergleich die Ergebnisse aus der Tab. 30 in der Tab. 32 zu sehen. Hier wird das gleichbleibende Niveau an entwicklungsfähigen Stadien besonders anschaulich.

4.2.2.1 Ergebnisse der Tenazitätsversuche in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“

Zu Beginn der Versuche waren bei der Einbringung der Prüfkörper 94,3 % der Askarieneier fähig, ein entwicklungsfähiges Stadium zu erreichen.

Im März'97 waren es im Rottefilter noch 89,9 % und im Schilfbeet 90,9 %, während in der Kontrollprobe ein höherer Wert mit 93,4 % entwicklungsfähiger Eier gemessen wurde. Bis zum Ende der Untersuchung im April'98 sank die Anzahl der entwicklungsfähigen Eier im Rottefilter auf 68,3 % und im Schilfbeet auf 84,7 %. Im Rottefilter blieben die Werte bis August'97 mit über 80 % in etwa konstant.

Von September'97 bis März'98 befanden sich die Werte zwischen 70 % und 80 %. Im letzten Monat der Untersuchung fielen die Werte erstmalig unter 70 %. Im Schilfbeet konnten im Verlauf der Untersuchung noch geringere Werte als der Endwert gemessen werden, wobei ein Minimalwert von 77,5 % im Oktober'97 sowie ein Maximalwert von 92,9 % im April'97 festgestellt wurde (s. Tab. 31).

Tab. 31: Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche mit *Ascaris suum* in der Pflanzekläranlage „Nord-1“

KT in „Nord-1“	Februar 97	März 97	April 97	Juni 97	Juli 97	August 97	September 97
Monate	0	1	2	4	5	6	7
Rottefilter	94,3	89,9	89,0	94,0	86,8	83,6	74,2
Schilf	94,3	90,9	92,9	92,6	85,2	82,8	82,8
Kontrollprobe	94,3	93,4	92,4	93,2	88,2	82,3	82,2
KT in „Nord-1“	Oktober 97	November 97	Dezember 97	Januar 98	Februar 98	März 98	April 98
Monate	8	9	10	11	12	13	14
Rottefilter	74,1	74,7	71,8	74,8	71,9	75,2	68,3
Schilf	77,5	90,0	91,2	81,9	88,4	89,3	84,7
Kontrollprobe	79,4	89,8	87,4	88,3	89,9	89,7	89,2

Legende:

- Alle Angaben in % entwicklungsfähiger Eier von der Gesamtzahl aller Eier
- KT in „Nord-1“ = Einbringungsorte in „Nord-1“
- Monate = Anzahl der Untersuchungsmonate
- Kontrollprobe = Natürliche Verminderung der prozentualen Anzahl an entwicklungsfähigen Eiern von der Gesamtzahl aller Eier

4.2.2.2 Ergebnisse der Tenazitätsversuche in der Pflanzekläranlage „Nord-2“

Als Ergebnis der Tenazitätsuntersuchung in „Nord-2“ konnte im Rottefilter eine Verminderung der Entwicklungsfähigkeit von zu Beginn 94,3 % auf 76,3 % im April'98 festgestellt werden. Nach dem ersten Monat lagen die Werte im März'97 noch über 90 % und von April'97 bis Dezember'97 zwischen 80 % und 90 %. Ab Januar'98 lagen die Werte mit einer Ausnahme im Februar'98 bei 82,0 %, ansonsten zwischen 70 % und 80 % (s. Tab. 32).

Tab. 32: Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche mit *Ascaris suum* in der Pflanzekläranlage „Nord-2“

KT in „Nord-2“	Februar 97	März 97	April 97	Juni 97	Juli 97	August 97	September 97
Monate	0	1	2	4	5	6	7
Kontrollprobe	94,3	93,4	91,4	90,9	88,2	82,3	82,2
Rottefilter	94,3	91,8	88,8	87,8	85,4	87,6	86,2
KT in „Nord-2“	Oktober 97	November 97	Dezember 97	Januar 98	Februar 98	März 98	April 98
Monate	8	9	10	11	12	13	14
Kontrollprobe	79,4	81,9	87,4	88,3	89,9	89,7	89,2
Rottefilter	84,3	81,5	80,2	72,0	82,0	78,9	76,3

Legende:

- Alle Angaben in % entwicklungsfähiger Eier von der Gesamtzahl aller Eier
- KT in „Nord-2“ = Einbringungsorte in „Nord-2“
- Monate = Anzahl der Untersuchungsmonate
- Kontrollprobe = Natürliche Verminderung der prozentualen Anzahl an entwicklungsfähigen Eiern von der Gesamtzahl aller Eier

Bei den Kontrollproben erstreckten sich die Werte im Verlauf der Untersuchung von anfänglich 94,3 % bis zum Ende im April'98 auf 89,2 % bei Mindestwerten von 79,4 %

im Oktober '97 und Maximalwerten im März '97. Die Werte der Kontrollproben waren zu jedem Zeitpunkt höher als die Werte aus dem Rottefilter.

4.2.2.3 Ergebnisse der Tenazitätsversuche in der Pflanzenkläranlage „Süd-1“

Von den in der Tenazitätsuntersuchung verwendeten Askarideneiern in „Süd-1“ waren vor dem Befüllen der Prüfkörper 92,6 % fähig, ein entwicklungsfähiges Stadium zu erreichen.

Tab. 33: Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche mit *Ascaris suum* in der Pflanzenkläranlage „Süd-1“

KT in „Süd-1“	März 97	April 97	Juni 97	Juli 97	August 97	September 97	Oktober 97
Monate	0	1	3	4	5	6	7
Grube	92,6	88,5	87,5	46,7	82,7	77,2	86,4
Schilf	92,6	88,9	87,0	84,6	84,4	83,8	84,8
Kontrollprobe	92,6	90,3	85,8	82,7	87,9	85,7	83,7
KT in „Süd-1“	November 97	Dezember 97	Januar 98	Februar 98	März 98	Mai 98	
Monate	8	9	10	11	12	14	
Grube	73,5	61,5	59,1	60,4	73,7	56,8	
Schilf	83,6	88,3	83,5	84,8	85,0	80,0	
Kontrollprobe	83,7	85,2	82,8	83,9	82,6	79,6	

Legende:

- Alle Angaben in % entwicklungsfähiger Eier von der Gesamtzahl aller Eier
- KT in „Süd-1“ = Einbringungsort in „Süd-1“
- Monate = Anzahl der Untersuchungsmonate
- Kontrollprobe = Natürliche Verminderung der prozentualen Anzahl an entwicklungsfähigen Eiern von der Gesamtzahl aller Eier

Bei der Reisolation aus den Prüfkörpern konnte nach einem Monat im April '97 eine Reduktion auf 88,5 % in der Grube und 88,9 % im Schilfbeet festgestellt werden. In der Kontrollprobe sank die Anzahl der infektiösfähigen Eier in dieser Zeit auf 90,3 %.

Im Verlauf der Untersuchung kam es nach 14 Monaten in der Grube zu einer Reduktion auf 56,8 % und im Schilfbeet auf 80,0 %. Die Kontrollprobe sank im gleichen Zeitraum auf 79,6 %, wobei zwischenzeitlich sowohl Werte unter denen in den Prüfkörpern wie im Juni '97 als auch Werte darüber wie im April '97 gemessen wurden.

4.2.2.4 Ergebnisse der Tenazitätsversuche in der Pflanzenkläranlage „Süd-2“

Bei den Tenazitätsversuchen in „Süd-2“ lag die Anzahl der infektiösfähigen Eier in den Prüfkörpern des Rottefilters und dem Schilfbeet während des gesamten Zeitraumes in einem Bereich zwischen 80 % bis 90 %. Tieferere Werte wurden nur im August '97 im Rottefilter mit 76,6 % sowie im November '97 mit 78,5 % im Schilfbeet festgestellt. Der Rottefilter der Pflanzenkläranlage „Süd-2“ war die einzige Stelle, an der eine anfängliche Entwicklungsfähigkeit festgestellt werden konnte. Diese begann im Juli '97 mit 31,4 %, erreichte im November '97 das Maximum mit 84,4 % und sank bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes nach 14 Monaten auf 23,3 %. Im Schilfbeet wurde keine anfängliche Entwicklungsfähigkeit gemessen.

Tab. 34: Ergebnisse der Prüfkörper - Tenazitätsversuche mit *Ascaris suum* in der Pflanzkläranlage „Süd-2“

KT in „Süd-2“	März 97	April 97	Juni 97	Juli 97	August 97	September 97	Oktober 97
Monate	0	1	3	4	5	6	7
Rottefilter	92,6	86,6	86,0	81,5	76,6	88,5	83,3
Schilf	92,6	86,2	84,8	82,5	89,5	87,1	83,0
Kontrollprobe	92,6	90,3	85,8	82,7	87,9	85,7	83,7
AF Rottefilter	k.W.	0,0	0,0	31,4	40,4	59,6	66,1
AF Schilf	k.W.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
KT in „Süd-2“	November 97	Dezember 97	Januar 98	Februar 98	März 98	Mai 98	
Monate	8	9	10	11	12	14	
Rottefilter	84,4	84,0	89,2	88,7	86,6	87,7	
Schilf	78,5	81,5	84,0	84,9	83,8	81,4	
Kontrollprobe	86,8	85,2	82,8	83,9	82,6	79,6	
AF Rottefilter	84,4	43,0	54,0	66,6	15,0	23,2	
AF Schilf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Legende:

- Alle Angaben in % entwicklungsfähiger Eier zu nicht entwicklungsfähigen Eiern von *Ascaris suum*
- KT in „Süd-2“ = Einbringungsorte in „Süd-2“
- Monate = Anzahl der Untersuchungsmonate
- Kontrollprobe = Natürliche Verminderung der prozentualen Anzahl an entwicklungsfähigen Eiern von der Gesamtzahl aller Eier
- AF = Anfängliche Entwicklungsfähigkeit ohne Bebrütung
- k.W. = Kein Wert

4.2.3 Ergebnisse der Durchflussversuche

Als Ergebnis der Durchflussversuche kann zusammengefasst festgestellt werden, dass die Salmonellen sowohl den Rottefilter, die Ausfallgrube als auch den Bodenkörper einer Pflanzenkläranlage passieren können. Die Passage der Rottefilter dauerte nur wenige Minuten und die Ausfallgrube wurde von den Salmonellen in einer Stunde überwunden.

Abhängig von dem Typ der Anlage und von den äußeren Witterungsbedingungen dauerte es zwischen vier Stunden („Nord-1“) und einer Woche („Süd-1“), bis die eingebrachten Salmonellen im Auslauf nachgewiesen werden konnten. Der Verlauf der Höhe der Keimzahlen ist in den Abb. 32 bis Abb. 35 dargestellt. Er ist über einen Zeitraum von maximal drei Wochen kontinuierlich abnehmend. Die Versuche galten zu dem Zeitpunkt als beendet, als im Ablauf kein Nachweis mehr geführt werden konnte (s. Pkt. 3.2.1.2).

4.2.4 Ergebnisse der Durchflussversuche in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“

Bereits wenige Minuten nach Zugabe der Salmonellen in den Zulauf gelang deren Nachweis im Ablaufwasser des Rottefilters mit $2,3 \times 10^2$ KBE/ml (s. Tab. 35). In absteigender Konzentration waren die Keime dort über einen Zeitraum von 12 Tagen nachweisbar, wobei der zuletzt gemessene Wert $1,5 \times 10^0$ betrug. Die einzelnen Keimzahlen für die weiteren nachgewiesenen Keime lagen eng um den jeweiligen Median, der für *E. coli* und *Enterobacteriaceae* $9,3 \times 10^5$ KBE/ml, für die Fäkalstreptokokken $4,3 \times 10^4$ KBE/ml und für die Gesamtbakterienzahl $7,6 \times 10^7$ KBE/ml betrug.

Tab. 35: Keimzahlen in den Wasserproben nach dem Rottefilter im Verlaufe des Durchflussversuchs in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ im Winter

Datum / Uhrzeit	Zeit (min)	Salmonellen	Enterobacteriaceae	<i>E. coli</i>	Fäkalstreptokokken	Gesamtbakterienzahl
4.12.97 11:15	15	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$	$7,6 \times 10^7$
4.12.97 11:30	45	$4,3 \times 10^5$	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 12:00	75	$4,3 \times 10^6$	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 12:30	105	$9,3 \times 10^6$	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 13:00	135	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$6,5 \times 10^7$
4.12.97 13:30	165	$2,3 \times 10^6$	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 14:00	195	$4,3 \times 10^5$	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 14:30	225	$2,3 \times 10^6$	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 15:00	255	$1,5 \times 10^5$	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 15:30	285	$2,3 \times 10^4$	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 16:00	5 Stunden	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$4,6 \times 10^7$
4.12.97 18:00	7 Stunden	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$9,7 \times 10^7$
9.12.97 4:00	5 Tage	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$9,4 \times 10^7$
13.12.97 4:00	9 Tage	$2,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$5,6 \times 10^7$
16.12.97 16:00	12 Tage	$1,5 \times 10^0$	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^3$	$8,8 \times 10^7$
Median			$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$7,6 \times 10^7$

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k. W. = kein Wert
- negativ = keine Salmonellen nachweisbar

Tab. 36: Keimzahlen in den Wasserproben nach dem Schilfbeet im Verlaufe des Durchflussversuchs in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ im Winter (Teil 1 von 2)

Datum / Uhrzeit	Salmonellen	Enterobacteriaceae	<i>E. coli</i>	Fäkalstreptokokken	Gesamtbakterienzahl
4.12.97 11:15	negativ	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$7,8 \times 10^2$
4.12.97 11:30	negativ	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	$2,1 \times 10^1$	$1,2 \times 10^3$
4.12.97 12:00	negativ	$2,1 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^1$	$3,5 \times 10^3$
4.12.97 12:30	negativ	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$6,7 \times 10^3$
4.12.97 13:00	negativ	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$3,5 \times 10^2$
4.12.97 13:30	negativ	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$4,5 \times 10^2$
4.12.97 14:00	negativ	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$6,5 \times 10^2$
4.12.97 14:30	negativ	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$5,8 \times 10^2$
4.12.97 15:00	$2,0 \times 10^0$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$2,1 \times 10^4$
4.12.97 15:30	$1,0 \times 10^1$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$6,8 \times 10^3$
4.12.97 16:00	$1,0 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$4,9 \times 10^2$
4.12.97 16:30	$8,0 \times 10^1$	$2,1 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^2$
4.12.97 18:00	$1,1 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^2$
4.12.97 20:00	$1,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$6,5 \times 10^2$
4.12.97 22:00	$2,0 \times 10^1$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$5,8 \times 10^2$
5.12.97 0:00	$4,0 \times 10^1$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$1,2 \times 10^3$
5.12.97 2:00	$2,2 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,1 \times 10^1$	$9,5 \times 10^2$
5.12.97 4:00	$1,1 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^0$	$7,9 \times 10^2$
5.12.97 6:00	$8,5 \times 10^1$	$2,1 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$9,3 \times 10^0$	$6,7 \times 10^2$
5.12.97 8:00	$6,5 \times 10^1$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^0$	$7,9 \times 10^2$
5.12.97 10:00	$7,5 \times 10^1$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$
5.12.97 12:00	$5,5 \times 10^1$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^0$	$3,2 \times 10^3$
5.12.97 14:00	$3,0 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^0$	$6,4 \times 10^2$
5.12.97 16:00	$5,5 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^0$	$5,9 \times 10^2$
6.12.97 4:00	$8,2 \times 10^1$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$9,5 \times 10^2$
6.12.97 16:00	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$7,6 \times 10^2$
7.12.97 4:00	$5,2 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$6,4 \times 10^3$
7.12.97 16:00	$3,2 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$9,7 \times 10^3$
8.12.97 4:00	$2,1 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$8,2 \times 10^3$
8.12.97 16:00	$6,5 \times 10^0$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$
9.12.97 4:00	$1,4 \times 10^1$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$3,4 \times 10^3$
9.12.97 12:00	$2,1 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$7,3 \times 10^3$
9.12.97 20:00	$1,5 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	$9,1 \times 10^3$
10.12.97 4:00	$2,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$3,9 \times 10^3$
10.12.97 12:00	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$7,5 \times 10^1$	$6,6 \times 10^3$
10.12.97 20:00	$9,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$3,8 \times 10^3$
11.12.97 4:00	$7,5 \times 10^0$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$8,1 \times 10^2$
11.12.97 12:00	$2,1 \times 10^0$	$1,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$6,3 \times 10^3$
11.12.97 20:00	$3,6 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^1$	$9,4 \times 10^3$
12.12.97 4:00	$1,1 \times 10^0$	$1,5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^1$	$2,1 \times 10^3$
12.12.97 12:00	$2,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$4,4 \times 10^3$
12.12.97 20:00	$2,9 \times 10^0$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^1$	$6,1 \times 10^3$
13.12.97 4:00	$1,5 \times 10^0$	$1,5 \times 10^3$	$9,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^1$	$3,7 \times 10^3$
13.12.97 12:00	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^0$	$2,3 \times 10^0$	$3,0 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$
13.12.97 20:00	$3,6 \times 10^{-1}$	$9,3 \times 10^0$	$9,3 \times 10^0$	$9,2 \times 10^0$	$6,5 \times 10^1$

Vier Stunden nach Versuchsbeginn waren die ersten Salmonellen im Ablauf des Pflanzenbeetes mit $2,0 \times 10^0$ KBE/ml nachweisbar (s. Tab. 36 und Tab. 37, Abb. 33). Nach 12 Tagen erfolgte der letzte Nachweis mit $3,6 \times 10^{-1}$ KBE/ml. Während des ganzen Winterversuches konnten keine Salmonellen im Ablauf des Teiches ermittelt werden. Erst bei dem zweiten Versuch im April gelang dies in zwei Proben (s. Tab. 39).

Tab. 37: Keimzahlen in den Wasserproben nach dem Schilfbeet im Verlaufe des Durchflussversuchs in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ im Winter (Teil 2 von 2)

Datum / Uhrzeit	Salmonellen	Enterobacteriaceae	<i>E. coli</i>	Fäkalstreptokokken	Gesamtbakterienzahl
14.12.97 4:00	$3,0 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^1$	$3,0 \times 10^{-1}$	$8,7 \times 10^1$
14.12.97 12:00	$9,2 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$3,0 \times 10^{-1}$	$8,3 \times 10^2$
14.12.97 20:00	$3,6 \times 10^{-1}$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$4,3 \times 10^0$	$5,9 \times 10^2$
15.12.97 4:00	$3,6 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$3,0 \times 10^0$	$6,2 \times 10^2$
15.12.97 12:00	$3,6 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$3,6 \times 10^0$	$4,4 \times 10^2$
15.12.97 20:00	$9,3 \times 10^{-1}$	$1,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$3,6 \times 10^0$	$8,6 \times 10^2$
16.12.97 4:00	$7,4 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$3,7 \times 10^2$
16.12.97 12:00	$3,6 \times 10^{-1}$	$9,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$1,5 \times 10^1$	$2,2 \times 10^1$
16.12.97 16:00	$3,6 \times 10^{-1}$	$1,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$3,0 \times 10^0$	$4,3 \times 10^2$
Median		$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^1$	$8,3 \times 10^2$

Legende s. Tab. 35

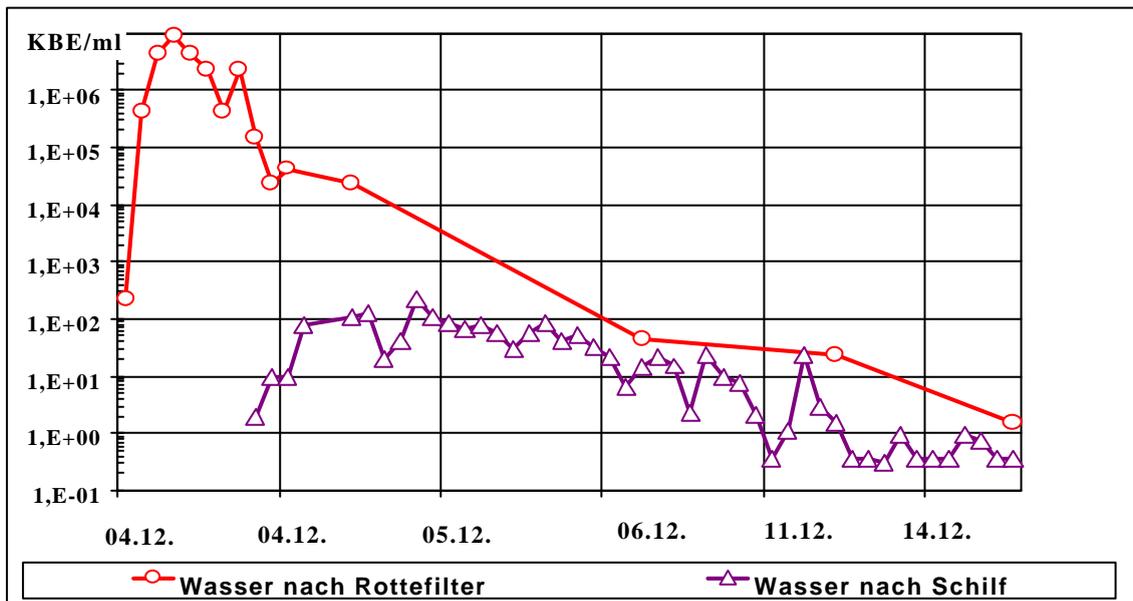


Abb. 32: Durchflussversuch in „Nord-1“ im Winter 1997 zu Tab. 36

Legende:

- 1,0 E + 02 = $1,0 \times 10^2$
- Rot (Kreis) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Rottefilters
- Lila (Dreieck) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Schilfbeetes

Die weiteren Untersuchungen aus dem Wasser nach dem Schilfbeet ergaben für *E. coli* und *Enterobacteriaceae* einen Median von $4,3 \times 10^2$ KBE/ml, für Fäkalstreptokokken einen Median von $2,3 \times 10^1$ KBE/ml und für die Gesamtbakterienzahl einen Median von $8,3 \times 10^2$ KBE/ml. Außer bei der Gesamtbakterienzahl zeigte sich eine tageszeitliche

Schwankung dahingehend, dass tagsüber bis zu einer log-Stufe höhere Wert als nachts gemessen wurden. Die Untersuchungen im Dezember fanden bei Außentemperaturen zwischen 0 °C und 4 °C statt.

Tab. 38: Keimzahlen in den Wasserproben nach dem Schönungsteich im Verlaufe des Durchflussversuchs in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ im Winter

Datum / Uhrzeit	Zeit	Salmonellen	Enterobacteriaceae	<i>E. coli</i>	Fäkalstreptokokken	Gesamtbakterienzahl
4.12.97 11:15	15 Minuten	negativ	$2,3 \times 10^1$	negativ	negativ	$6,8 \times 10^2$
4.12.97 11:30	30 Minuten	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 12:00	1 Stunden	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 12:30	1,5 Stunden	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 13:00	2 Stunden	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 13:30	2,5 Stunden	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 14:00	3 Stunden	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 14:30	3,5 Stunden	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 15:00	4 Stunden	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 15:30	4,5 Stunden	negativ	k. W.	k. W.	k. W.	k. W.
4.12.97 16:00	5 Stunden	negativ	$3,6 \times 10^0$	negativ	negativ	$5,1 \times 10^2$
4.12.97 18:00	7 Stunden	negativ	$3,0 \times 10^{-1}$	negativ	negativ	$4,6 \times 10^2$
9.12.97 4:00	5 Tage	negativ	$1,5 \times 10^0$	negativ	negativ	$5,6 \times 10^2$
13.12.97 4:00	9 Tage	negativ	$3,6 \times 10^{-1}$	negativ	negativ	$3,7 \times 10^2$
16.12.97 16:00	12 Tage	negativ	$3,6 \times 10^{-1}$	negativ	negativ	$4,6 \times 10^2$
Median			$9,0 \times 10^{-1}$			$4,9 \times 10^2$

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k.W. = kein Wert, weil kein Wasserfluss vorhanden war
- negativ = Keimzahl unterhalb der Nachweisgrenze von 0,3 KBE/ml

Bei der bakteriologischen Untersuchung des Wassers nach der Teichanlage konnten weder Salmonellen noch *E. coli* oder Fäkalstreptokokken nachgewiesen werden (s. Tab. 39). Bei einem Vergleich der Medianwerte dieses Versuches mit denen des gesamten Untersuchungszeitraumes lagen diese hier bezüglich *Enterobacteriaceae* mit $9,0 \times 10^{-1}$ KBE/ml zwei log-Stufen tiefer und bezüglich der Gesamtbakterienzahl mit $4,9 \times 10^2$ KBE/ml in der gleichen log-Stufe (s. Tab. 5).

Die Abb. 32 stellt die grafische Darstellung der Tab. 36 und der Tab. 37 dar. Hier ist der zeitliche Verlauf der Salmonellenkeimzahlhöhe in der Pflanzenkläranlage „Nord-1“ während des Durchflussversuchs im Winter 1997 in logarithmischer Skalierung zu sehen. Die Verlaufskurve für die Wasserproben nach dem Schilfbeet beginnt mit dem ersten positiven Salmonellennachweis.

Bei höheren Tagestemperaturen um 10 °C konnten bei den Untersuchungen im April die eingebrachten Salmonellen etwas länger als eine Woche nachgewiesen werden (s. Tab. 39). Die Abnahme der Keimzahlen war schneller als im Dezember. Ab dem siebten Tag wurden im Ablauf des Schilfbeetes keine Salmonellen mehr gefunden, obwohl gleichzeitig aus dem Rottefilter $4,3 \times 10^1$ KBE/ml zuzuflossen. Bei der letzten Probennahme nach drei Wochen war in keiner der Wasserproben ein Salmonellennachweis möglich.

Tab. 39: Salmonellen in den Wasserproben während des Durchflussversuchs in der Pflanzekläranlage „Nord-1“ im April '98

Datum	Zeit	Wasser nach Kompost	Wasser nach Schilf	Wasser nach Teich
20.4.98	0 Minuten	negativ	negativ	negativ
20.4.98	30 Minuten	$2,1 \times 10^6$	negativ	k. W.
20.4.98	60 Minuten	$4,3 \times 10^5$	negativ	k. W.
20.4.98	90 Minuten	$9,3 \times 10^5$	negativ	k. W.
20.4.98	2 Stunden	$9,3 \times 10^5$	negativ	k. W.
20.4.98	2,5 Stunden	$2,3 \times 10^5$	negativ	k. W.
20.4.98	3 Stunden	$9,3 \times 10^4$	negativ	k. W.
20.4.98	4 Stunden	$1,5 \times 10^4$	negativ	k. W.
21.4.98	1 Tag	$2,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	negativ
22.4.98	2 Tage	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^1$	$1,0 \times 10^0$
23.4.98	3 Tage	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^0$	$1,0 \times 10^0$
24.4.98	4 Tage	$1,5 \times 10^2$	$9,2 \times 10^{-1}$	negativ
25.4.98	5 Tage	$2,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$	negativ
27.4.98	7 Tage	$4,3 \times 10^1$	negativ	negativ
11.5.98	3 Wochen	negativ	negativ	negativ

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- k.W. = kein Wert, weil kein Wasserfluss vorhanden war
- negativ = Keimzahl unterhalb der Nachweisgrenze von 0,3 KBE/ml

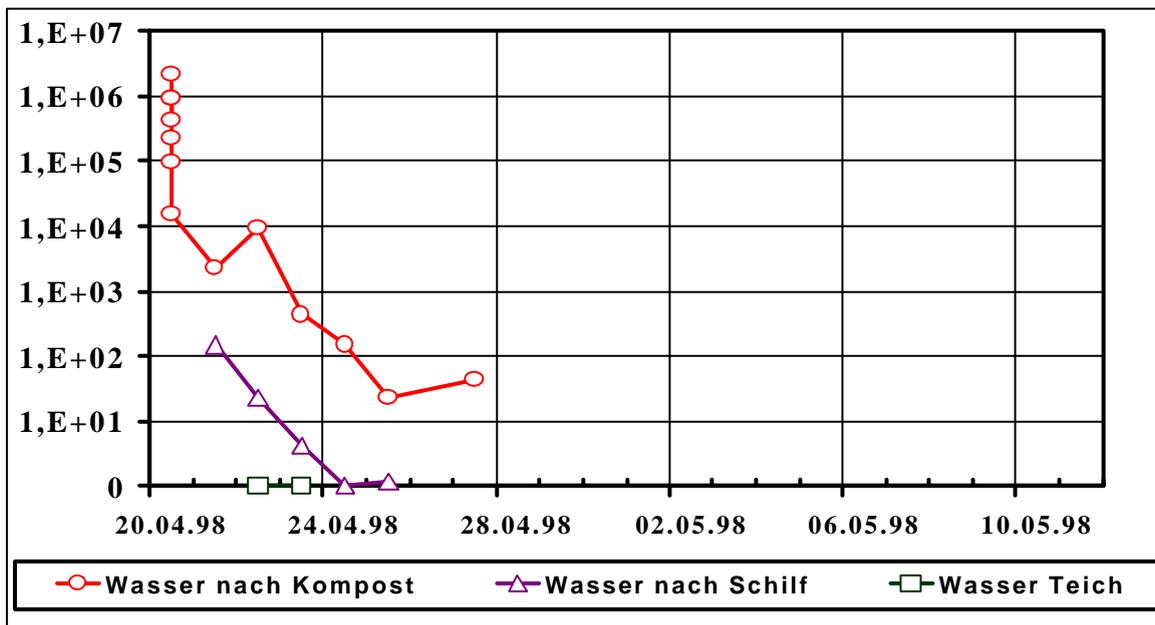


Abb. 33: Durchflussversuch in „Nord-1“ im Frühjahr 1998

Legende:

- $1,0 \text{ E} + 02$ = $1,0 \times 10^2$
- Rot (Kreis) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Rottefilters
- Lila (Dreieck) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Schilfbeetes
- Grün (Viereck) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Teiches

Die Abb. 33 zeigt grafisch den zeitlichen Verlauf der Salmonellenkeimzahl in der Pflanzekläranlage „Nord-1“ aus der Tab. 39 in logarithmischer Skalierung. Während

dieses Durchflussversuchs im Frühjahr 1998 beginnt die Verlaufskurve für die Wasserproben nach dem Schilf erst mit Feststellung des ersten positiven Salmonellennachweises.

4.2.5 Ergebnisse der Durchflussversuche in der Pflanzenkläranlage „Süd-1“

Die in die erste Kammer der Mehrkammerausfallgrube eingebrachten Salmonellen konnten am nächsten Tag im Ablauf der Grube nachgewiesen werden (s. Tab. 40). Nach sechs Tagen konnten die Keime im Ablauf des Schilfbeckes nachgewiesen werden. Über einen Zeitraum von vier Wochen gelang der Nachweis bei einem zuletzt gemessenen Wert von $1,5 \times 10^3$ KBE/ml im Grubenablauf sowie $9,2 \times 10^{-1}$ KBE/ml nach dem Schilfbeck. Einen weiteren Monat später im Mai '98 waren keine Salmonellen mehr nachweisbar (s. Tab. 40). Die Abb. 34 zeigt den zeitlichen Verlauf der Werte aus der Tab. 40 in logarithmischer Skalierung.

Tab. 40: Verlauf der Salmonellenkeimzahl in dem Durchflussversuch an der Pflanzenkläranlage „Süd-1“

Datum	Wasser nach Grube	Wasser nach Schilf
18.2.98	negativ	negativ
19.2.98	$2,3 \times 10^2$	negativ
20.2.98	$9,3 \times 10^1$	negativ
21.2.98	$9,3 \times 10^3$	negativ
22.2.98	$1,5 \times 10^4$	negativ
23.2.98	$9,3 \times 10^3$	negativ
24.2.98	$1,5 \times 10^4$	$3,0 \times 10^{-1}$
25.2.98	$9,3 \times 10^3$	$3,0 \times 10^{-1}$
2.3.98	$2,3 \times 10^1$	$3,6 \times 10^{-1}$
9.3.98	$3,6 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-1}$
16.3.98	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-1}$
26.3.98	$1,5 \times 10^3$	$9,2 \times 10^{-1}$
20.5.98	negativ	negativ

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- negativ = Keimzahlen $< 0,3$ KBE/ml (Nachweisgrenze)
- Wasser nach Grube = Wasserprobe aus dem Ablauf des Mehrkammerausfallgrube
- Wasser nach Schilf = Wasserprobe aus dem Ablauf des Schilfbeckes

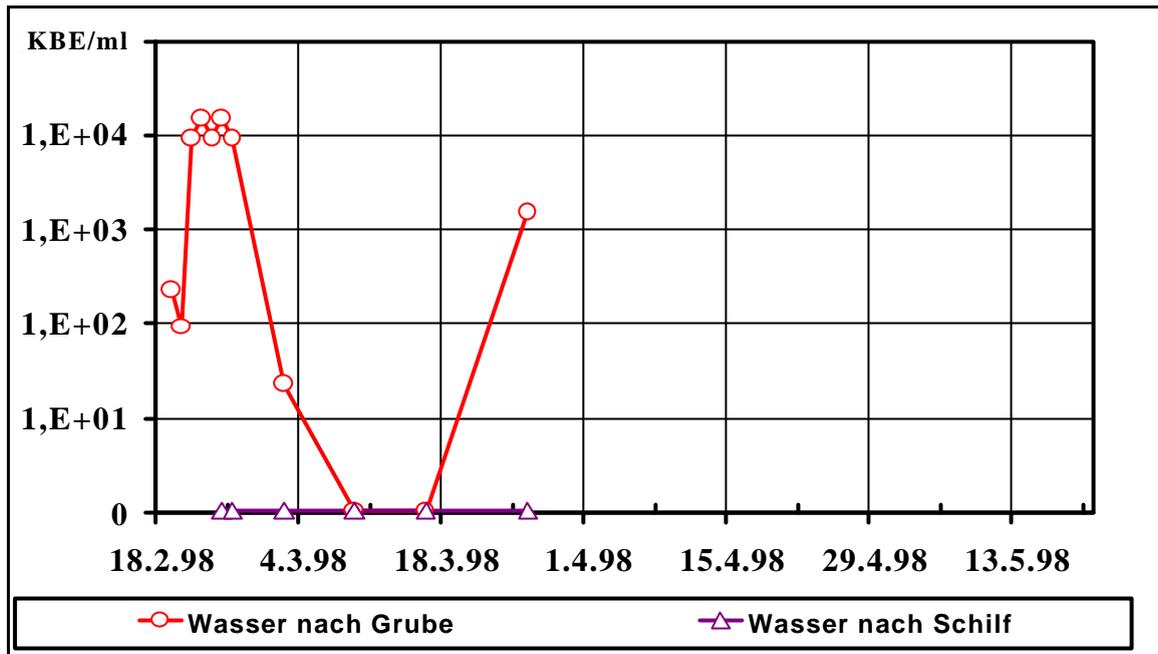


Abb. 34: Durchflussversuch in „Süd-1“ im Frühjahr 1998 (s. Tab. 40)

Legende:

- 1,0 E + 02 = $1,0 \times 10^2$
- Rot (Kreis) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser der Mehrkammergrube
- Lila (Dreieck) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Schilfbeetes

4.2.6 Ergebnisse der Durchflussversuche in der Pflanzenkläranlage „Süd-2“

Die in den Rottfilter der Pflanzenkläranlage eingebrachten Salmonellen wurden ab dem dritten Tag des Versuches in allen Klärstufen nachgewiesen (s. Tab. 41 und Abb. 35). Die gemessenen Werte lagen nur gering über der Nachweisgrenze.

Tab. 41: Verlauf der Salmonellenkeimzahl in dem Durchflussversuch an der Pflanzenkläranlage „Süd-2“

Datum	Wasser nach Rottfilter	Wasser nach Schilf	Wasser nach Sandfilter
18.2.98	negativ	negativ	negativ
20.2.98	$3,6 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$
21.2.98	$3,0 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-1}$	$1,5 \times 10^0$
22.2.98	$3,6 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^3$
23.2.98	$2,3 \times 10^0$	$3,0 \times 10^{-1}$	$4,3 \times 10^1$
24.2.98	$4,3 \times 10^0$	$1,5 \times 10^0$	$2,3 \times 10^2$
25.2.98	$4,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^0$	$4,3 \times 10^1$
2.3.98	$4,3 \times 10^1$	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$
9.3.98	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$	$3,0 \times 10^{-1}$
16.3.98	$3,6 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-1}$
20.5.98	negativ	negativ	negativ

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- negativ = Keimzahlen kleiner $0,3 \text{ KBE/ml}$ (Nachweisgrenze)
- Wasser nach Rottfilter = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottfilters
- Wasser nach 1. Schilf = Wasserprobe aus dem Ablauf des 1. Schilfbeetes
- Wasser nach Sandfilter = Wasserprobe aus dem Ablauf des Sandfilters

Der Nachweis gelang über vier Wochen bis zum 16. März mit Keimzahlen in einer Höhe von $3,6 \times 10^{-1} \text{ KBE/ml}$ nach dem Rottfilter, mit $9,2 \times 10^{-1} \text{ KBE/ml}$ nach dem Schilf-

beet und $3,6 \times 10^{-1}$ KBE/ml nach dem Sandfilter. Bei der nächsten Probennahme im April konnten keine Salmonellen mehr nachgewiesen werden.

Die in Tab. 41 beschriebenen Ergebnisse sind in der Abb. 35 grafisch dargestellt. Sie zeigt in logarithmischer Skalierung den zeitlichen Verlauf der Salmonellenkeimzahl. Es sind nur positive Salmonellenachweise aufgetragen.

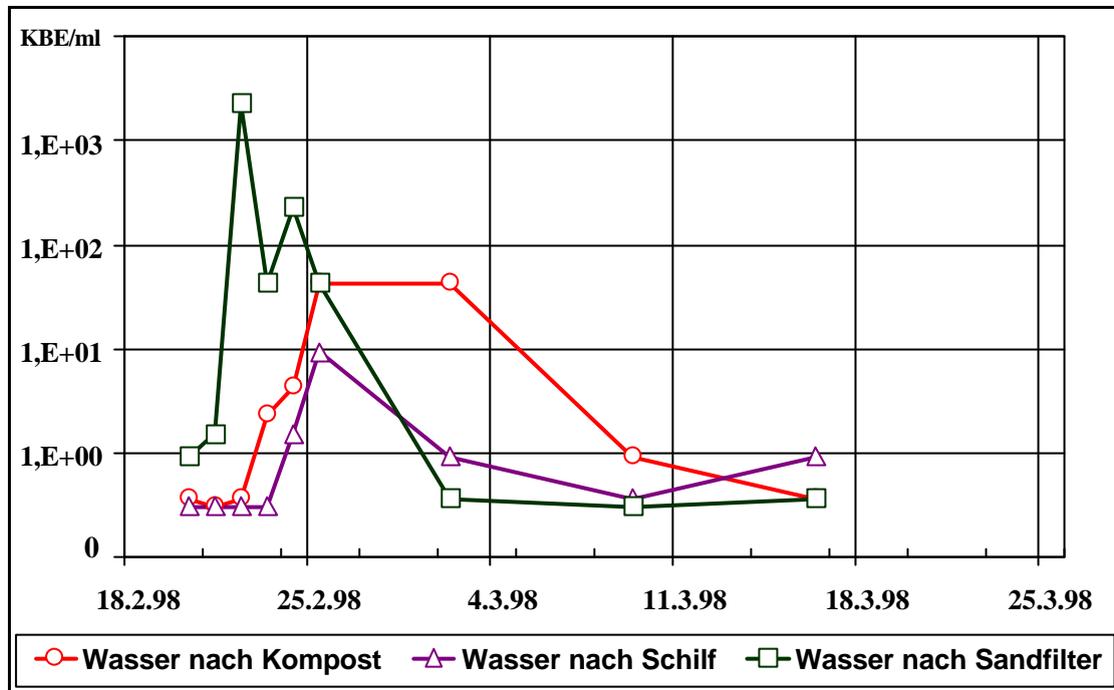


Abb. 35: Durchflussversuch in „Süd-2“ im Frühjahr 1998

Legende:

- 1,0 E + 02 = $1,0 \times 10^2$
- Rot (Kreis) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Rottefilters
- Lila (Dreieck) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Schilfbeetes
- Grün (Viereck) = Verlauf der Salmonellenkeimzahl im Abflusswasser des Sandfilters

4.3 Ergebnisse im Modellversuch Rottefilter

4.3.1 Ergebnisse der Keimzahlen während der Filtrationsphase

Das zufließende Abwasser stammt aus dem Einzugsgebiet einer normalen kommunalen Kläranlage. Im Median waren $2,3 \times 10^5$ KBE/ml an *E. coli* enthalten. Nach der Passage durch die Rottefilter blieb die Keimzahl praktisch unverändert (s. Tab. 42). Die einzelnen Werte schwankten maximal um eine log-Stufe um den Median und betragen im Wasser minimal $2,3 \times 10^4$ KBE/ml am 2. April 98 sowie maximal $9,3 \times 10^6$ KBE/ml am 4. Juni 98.

Bei der Untersuchung auf *Enterobacteriaceae* wurde mit $4,3 \times 10^5$ KBE/ml ein Median in der gleichen log-Stufe wie für *E. coli* ermittelt. Nach der Passage der Rottefilter waren die Medianwerte mit $2,3 \times 10^5$ KBE/ml die selben wie für *E. coli*.

Tab. 42: Ergebnisse der mikrobiologischen Wasseruntersuchung auf *Enterobacteriaceae* und *E. coli* während der Filtrationsphase

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>				<i>E. coli</i>			
	Zulauf Abwasser	Rotte-filter 1	Rotte-filter 3	Rotte-filter 2	Zulauf Abwasser	Rotte-filter 1	Rotte-filter 2	Rotte-filter 3
16.2.98	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$
3.3.98	$1,5 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$
23.3.98	$7,5 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$
11.3.98	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$
2.4.98	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$
8.4.98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$
16.4.98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$
23.4.98	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$
6.5.98	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$
12.5.98	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$
25.5.98	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$
4.6.98	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$
9.6.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$
15.6.98	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$
19.6.98	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$
23.6.98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$
30.6.98	$1,5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$
Median	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- Abwasser = Wasserprobe aus dem Zulauf zum Rottefilter
- Rottefilter 1 = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters 1 mit Bioabfall
- Rottefilter 2 = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters 2 mit Pflanzenabfall
- Rottefilter 3 = Wasserprobe aus dem Ablauf des Rottefilters 3 mit Strohfällung

Bei der Untersuchung auf Fäkalstreptokokken wurde im zufließenden Abwasser ein Median von $2,3 \times 10^4$ KBE/ml ermittelt, welcher ebenfalls wie bei *E. coli* im Wasser nach der Passage der Rottefilter unverändert blieb. Die Gesamtbakterienzahl veränderte sich in diesem Versuchsansatz von im Median $6,6 \times 10^6$ KBE/ml nur innerhalb der selben log-Stufe. Insgesamt war die Gesamtbakterienzahl um eine log-Stufe höher als die der anderen untersuchten Keime.

Tab. 43: Ergebnisse der mikrobiologischen Wasseruntersuchung auf Fäkalstreptokokken und Gesamtbakterienzahl während der Filtrationsphase

Datum	Fäkalstreptokokken				Gesamtbakterienzahl			
	Zulauf Abwasser	Rotte- filter 1	Rotte- filter 3	Rotte- filter 2	Zulauf Abwasser	Rotte- filter 1	Rotte- filter 2	Rotte- filter 3
16.2.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$6,5 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$	$5,2 \times 10^6$	$6,2 \times 10^6$
3.3.98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$8,5 \times 10^6$	$7,6 \times 10^6$	$3,4 \times 10^7$	$6,2 \times 10^6$
23.3.98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$	$9,2 \times 10^6$	$6,1 \times 10^7$
11.3.98	$4,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$6,8 \times 10^5$	$6,3 \times 10^5$	$5,4 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$
2.4.98	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,6 \times 10^6$	$6,8 \times 10^6$	$7,3 \times 10^6$	$9,4 \times 10^6$
8.4.98	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$6,7 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$	$8,4 \times 10^6$	$6,9 \times 10^6$
16.4.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,2 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$	$9,4 \times 10^5$	$4,6 \times 10^6$
23.4.98	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$7,1 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$	$9,6 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$
6.5.98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$6,5 \times 10^6$	$5,3 \times 10^6$	$9,6 \times 10^6$	$7,4 \times 10^6$
12.5.98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$6,4 \times 10^6$	$6,3 \times 10^7$	$9,7 \times 10^7$	$9,8 \times 10^7$
25.5.98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,6 \times 10^6$	$6,3 \times 10^6$	$8,6 \times 10^6$	$9,7 \times 10^8$
4.6.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$8,5 \times 10^7$	$9,6 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$	$8,6 \times 10^6$
9.6.98	$4,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$5,3 \times 10^6$	$6,8 \times 10^6$	$9,2 \times 10^7$	$3,7 \times 10^7$
15.6.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$9,6 \times 10^6$	$8,5 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$
19.6.98	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$9,7 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$	$6,4 \times 10^7$	$3,7 \times 10^7$
23.6.98	$2,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$	$4,6 \times 10^7$	$6,7 \times 10^6$	$6,5 \times 10^6$	$6,3 \times 10^6$
30.6.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$6,6 \times 10^6$	$9,7 \times 10^6$	$7,7 \times 10^6$	$3,9 \times 10^6$
Median	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$6,6 \times 10^6$	$6,8 \times 10^6$	$8,4 \times 10^6$	$6,9 \times 10^6$

Legende s. Tab. 42

4.3.2 Ergebnisse der Keimzahlen während der Rottephase

Während der ca. 10-wöchigen Rottephase 30. Juni bis zum 8. September kam es in keinem der Rottefilter zu nennenswerten Keimzahlreduktionen. Für *E. coli* und *Enterobacteriaceae* befanden sich die Keimzahlen bei allen drei Versuchsansätze im Median bei $2,3 \times 10^6$ KBE/g (s. Tab. 44). Die einzelnen Werte schwankten für *E. coli* maximal um eine log-Stufe um den Median bei einem Maximalwert von $3,4 \times 10^7$ KBE/g, der sowohl im Rottefilter 1 als auch im Rottefilter 3 erreicht wurde. Ein Minimalwert wurde im Rottefilter 1 mit $1,5 \times 10^5$ KBE/g am 6.7.98 erreicht. Es waren keine auffälligen Unterschiede zwischen den Einzelwerten während der Rottephase in den Filterbauten oder denen nach der Umschichtung feststellbar.

Die Keimzahlen für Fäkalstreptokokken lagen im Median bei $2,3 \times 10^4$ KBE/g im Rottefilter 1 und $4,3 \times 10^4$ KBE/g in den Rottefilter 2 und 3. Die Einzelwerte lagen weitestgehend im Bereich einer log-Stufe um den Median. Einzige Ausnahme war die erste Messung vom 30. Juni 98, bei der eine Keimzahl von $9,3 \times 10^6$ KBE/g im Rottefilter 3 gemessen wurde. Die höchsten Keimzahlen wurden bei der Untersuchung auf die Gesamtbakterienzahl mit $7,7 \times 10^6$ KBE/g im Rottefilter 3 ermittelt. Bei den Rottefilter 1 und 2 lagen die Medianwerte in derselben log-Stufe. Insgesamt lagen fast alle Einzelwerte dieser Untersuchung im Bereich von 10^6 KBE/g, wobei am Beginn der Messreihen auch Keimzahlen im Bereich von 10^7 KBE/g gemessen wurden.

Tab. 44: Keimzahlen von *Enterobacteriaceae* und *E. coli* während der Verrottung der Feststoffe in dem Rotteversuch

Datum	<i>Enterobacteriaceae</i>			<i>E. coli</i>		
	Rottefilter 1 (Bioabfall)	Rottefilter 2 (Pflanzen- reste)	Rottefilter 3 (Stroh/Heu)	Rottefilter 1 (Bioabfall)	Rottefilter 2 (Pflanzen- reste)	Rottefilter 3 (Stroh/Heu)
30.6.98	$4,3 \times 10^6$	$7,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^7$	$4,3 \times 10^6$	$7,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^7$
6.7.98	$4,3 \times 10^5$	$2,1 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$
13.7.98	$2,3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$
17.7.98	$4,3 \times 10^7$	$9,3 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$
23.7.98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$
29.7.98	$3,8 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^6$	$3,8 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$
6.8.98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$
10.8.98	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$
19.8.98	$4,3 \times 10^7$	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^7$	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$
28.8.98	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$
1.9.98	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$
8.9.98	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$
	Umsetzung	Umsetzung	Umsetzung	Umsetzung	Umsetzung	Umsetzung
10.9.98	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^7$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^7$
11.9.98	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$
14.9.98	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$
16.9.98	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$
22.9.98	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^6$
Median	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$

Legende:

- alle Werte in KBE/ml Probe
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- Umsetzung = Umsetzung des Filtermaterials in einzelnen Mieten
- Rottefilter 1 (RF 1) = Feststoffprobe aus dem Ablauf des Rottefilters 1
- Rottefilter 2 (RF 2) = Feststoffprobe aus dem Ablauf des Rottefilters 2
- Rottefilter 3 (RF 3) = Feststoffprobe aus dem Ablauf des Rottefilters 3

Über einen Zeitraum von drei Wochen wurden vom 30.6. bis zum 22.7. die Temperaturen im Inneren der Rottefilter sowie die äußeren Lufttemperaturen aufgezeichnet. Parallel zum beginnenden Sommer mit ansteigenden Außentemperaturen konnte in den Rottefiltern ebenfalls ein kontinuierlicher Temperaturanstieg von 17 °C bis auf Werte um 29 °C festgestellt werden (s. Tab. 46).

Die Tag- und Nachtschwankungen der Außentemperaturen fanden sich parallel über den gesamten Untersuchungszeitraum leicht zeitverzögert auch bei den Innentemperaturen. Dabei führte z.B. die in dem Zeitintervall 452 gemessene extrem hohe Außentemperatur kurzfristig auch zu einer fast ebenso hohen Innentemperatur von 51 °C im Rottefilter 3.

Tab. 45: Keimzahlen von Fäkalstreptokokken und Gesamtbakterienzahl während der Verrottung der Feststoffe in dem Rotteversuch

Datum	Fäkalstreptokokken			Gesamtbakterienzahl		
	Rottefilter 1 (Bioabfall)	Rottefilter 2 (Pflanzen- reste)	Rottefilter 3 (Stroh/ Heu)	Rottefilter 1 (Bioabfall)	Rottefilter 2 (Pflanzen- reste)	Rottefilter 3 (Stroh/ Heu)
30.6.98	$4,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$	$5,4 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$	$3,3 \times 10^7$
6.7.98	$2,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$6,4 \times 10^7$	$8,7 \times 10^7$	$8,1 \times 10^6$
13.7.98	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$2,1 \times 10^5$	$5,2 \times 10^7$	$6,1 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$
17.7.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$6,9 \times 10^7$	$5,9 \times 10^6$	$3,1 \times 10^7$
23.7.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$3,9 \times 10^6$	$7,3 \times 10^7$	$8,6 \times 10^6$
29.7.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$6,6 \times 10^6$	$7,8 \times 10^6$	$6,5 \times 10^7$
6.8.98	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^4$	$6,4 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$
10.8.98	$2,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$4,8 \times 10^7$	$3,2 \times 10^6$	$7,7 \times 10^6$
19.8.98	$2,3 \times 10^2$	$9,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$3,7 \times 10^6$	$2,9 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$
28.8.98	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$9,8 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$4,9 \times 10^6$
1.9.98	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^4$	$8,6 \times 10^6$	$9,6 \times 10^6$	$7,2 \times 10^7$
8.9.98	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$6,7 \times 10^6$	$8,6 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$
	Umsetzung	Umsetzung	Umsetzung	Umsetzung	Umsetzung	Umsetzung
10.9.98	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$8,2 \times 10^5$	$8,1 \times 10^6$	$2,7 \times 10^7$
11.9.98	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^6$	$7,5 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$
14.9.98	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^3$	$6,8 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$8,8 \times 10^6$
16.9.98	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$6,1 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$	$7,3 \times 10^6$
22.9.98	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^4$	$2,2 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$
Median	$2,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	$6,6 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$	$7,7 \times 10^6$

Legende s. Tab. 44

Bei einer vergleichenden Betrachtung der Temperaturverläufe in den einzelnen Rottefiltern hatte der Rottefilter 3 meistens die höchsten Innentemperaturen und glich Änderungen der Außentemperatur am schnellsten aus (s. Tab. 46, Abb. 36). Im Rottefilter 2 wurden die niedrigsten Innentemperaturen und die trägsten Reaktionen auf Änderungen der Außentemperatur festgestellt. Zum Ende der Messung nach drei Wochen war die Temperatur dort um vier Grad niedriger als die in den anderen Rottefiltern. Die Innentemperaturen und die Angleichungszeiten an die Außentemperaturen lagen bezüglich des Rottefilters 1 etwas niedriger als beim Rottefilter 3.

Bei einer zusätzlichen manuellen Messung am 10.8. wurden morgens Temperaturen von 28,9 °C im Rottefilter 1, von 18,8 °C im Rottefilter 2 und 20,1 °C im Rottefilter 3 bei einer Außentemperatur von 11,2 °C ermittelt.

Tab. 46: Temperaturmesswerte während der Verrottungsphase im Rottefilterversuch

Zeit	RF 1	RF 2	RF 3	Luft	Zeit	RF 1	RF 2	RF 3	Luft	Zeit	RF 1	RF 2	RF 3	Luft
0	19,2	18,5	19,5	22	176	22,2	20,3	23,2	17,1	352	24,5	21,3	25,3	13
4	18,7	17,8	18,8	18,8	180	22,5	20,5	23,6	16,5	356	25,5	22,5	26,8	16,2
8	19,1	18,5	19,7	18,4	184	21,7	19,5	22,7	14,9	360	25,1	22	26,1	18
12	19,7	19,1	20,4	18,3	188	21,9	19,7	22,5	14,8	364	25,1	21,8	25,7	17,3
16	19,7	18,8	20,2	17,6	192	22	20	22,5	15,1	368	25	21,8	25,6	15,2
20	19,6	18,1	19,2	20	196	22	20	23,1	14,5	372	24,7	21,6	25,5	13,2
24	20,1	19,2	20,6	21,4	200	22	19,3	21,9	12,4	376	25,1	21,8	26	12,5
28	20,5	19,6	21	20,2	204	21,7	19,4	22,7	13,1	380	25,7	22,6	27	15,8
32	20	19,3	21,1	18,8	208	22,1	19,3	22,1	12,3	384	26	22,9	27,5	15,7
36	19,4	19,4	19,3	15,1	212	22,5	20,1	23,6	14,5	388	26	23,1	27,8	16,2
40	19,2	17,8	19,2	12,1	216	22,7	20,1	23,3	15,3	392	25,8	22,7	27,5	16
44	20,7	19,5	20,8	21,6	220	23,7	21,5	25	17,5	396	26,4	23	28	15,3
48	20,2	18,7	19,6	22,8	224	22,7	20,3	23,9	15,8	400	26,6	32,6	28,3	15,4
52	19,8	18,3	19,3	20,5	228	22,5	20,1	24	15,7	404	26,2	24,2	29,9	19,6
56	20	18,6	20,1	19,7	232	23,1	20,5	24,3	15,5	408	33,6	33	41,1	36
60	20	18,7	20,3	18,3	236	22	19	22,6	13,7	412	26,5	23,2	28,3	19,5
64	20,4	18,8	20,2	18,7	240	23,2	20,8	24,5	17,8	416	26,1	22,6	27,6	17
68	21,2	19,6	21,3	24,3	244	23,5	21,3	25,5	18,6	420	25,8	22,3	27,2	15,9
72	20,7	18,7	20,2	25,4	248	22,8	20,3	24,4	16,8	424	26,2	22,6	27,5	16,1
76	20,1	18,2	19,5	21,8	252	23,7	21,6	25,5	17,2	428	27,2	23,6	28,3	17,8
80	19,8	18,1	19,5	18,2	256	23,2	21,1	24,9	15,6	432	27,6	24,3	29,1	20,7
84	20,6	19,1	20,7	17,3	260	22,6	19,6	24,3	16,5	436	27,4	24	28,9	19,6
88	21,3	19,8	21,6	18,4	264	23,7	21,1	25,3	20,5	440	26,8	23,2	28,1	17,7
92	21,2	19,7	21,7	19,2	268	23,3	20,6	24,3	17,6	444	26,9	23,2	28,2	17,1
96	20,5	18,6	20,3	17,6	272	23,4	20,7	24,4	18,8	448	27,1	23,6	28,2	16
100	20,5	18,5	20,2	17,8	276	23,5	20,8	24,3	16,5	452	39,8	41	51,8	52,1
104	20,7	18,8	20,7	17,3	280	24,2	21,7	26	17,1	456	32,1	30,4	37,6	38,5
108	20,8	19	21	17,3	284	24,1	21,5	25,5	17,1	460	27,5	23,7	28,6	25,1
112	22	20,3	22,2	18,5	288	24,7	22,3	26,5	18	464	27	23	27,7	20,5
116	21,6	19,7	22,1	19,6	292	24,7	22	26,2	18,7	468	27,1	23,2	28,2	19,5
120	21,4	19,6	21,7	20,6	296	24,8	22,6	27,4	19,1	472	27,3	23,6	28,7	19,8
124	21	19,1	21,1	18,4	300	24,7	21,8	25,8	16,7	476	28,5	25,1	30,3	27,6
128	21,5	19,7	22,1	19	304	24,6	21,8	25,6	18,6	480	28,5	24,9	35,1	33,5
132	21,7	19,8	22,1	19	308	25	22,2	26,6	22,3	484	27,4	23,3	28	29
136	21,7	20	22,2	17,7	312	24,8	21,8	25,8	23,8	488	27,2	23,2	27,7	24,6
140	22,1	20,3	22,7	19,4	316	24,1	21	25	18,7	492	27,3	23,2	27,7	23
144	22,2	20,4	22,9	22	320	24,3	21,2	25,6	17,1	496	27,5	23,2	27,9	21,8
148	22	20,1	22,7	20,8	324	24,3	21,3	25,5	16,1	500	27,9	24	28,7	26,1
152	22	20,2	22,8	20	328	24,1	21,2	25,2	15,1	504	29	24,1	28,7	30,8
156	22	20,1	22,8	18,6	332	25,5	22,4	26,4	16,6	508	27,8	23,5	28	25,7
160	22	19,5	22,1	17	336	24,9	21,9	26,1	18,6	512	27,5	23,2	27,7	21,5
164	22,1	20,2	23	28,8	340	24,6	21,3	25,5	17,3	516	27,7	23,3	28	20,2
168	22,3	20,3	23,5	18,7	344	24,5	21,3	25,4	14,7	520	28	23,8	28,6	20,1
172	22,2	20,4	23,3	17,8	348	24,5	21,2	25,4	13,6	524	28,7	24,9	30	21,8

Legende (s. auch Tab. 44):

- alle Werte in °C, Zeit = Stunden

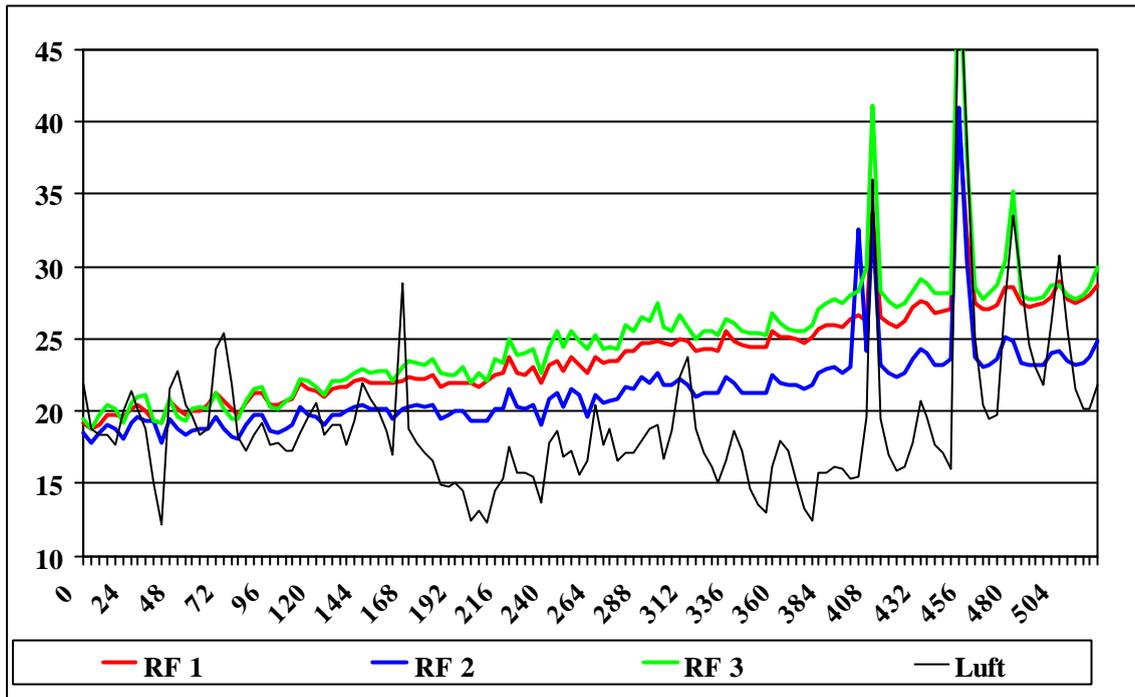


Abb. 36: Temperaturverlauf während der Verrottungsphase im Rottefilterversuch
 In der Abb. 36 ist die Temperatur auf der y-Achse gegen die Zeit in Stunden auf der x-Achse aufgetragen. Die Werte wurden mit einem automatischen Temperaturschreiber aufgezeichnet. Somit ist der Temperaturverlauf über die ersten drei Wochen des Rottefilterversuches zu erkennen. Die dicken, farbigen Linien verdeutlichen die inneren Kerntemperaturen des Filtermaterials. Die dünne, schwarze Linie zeigt zum Vergleich die Außentemperatur an. Die zeitweiligen extrem hohen Werte wurden durch direkte Sonneneinstrahlung verursacht.

Legende:

- y-Achse = Temperaturen in °C
- x-Achse = Zeit in Stunden
- RF 1 (rot) = Temperaturverlauf im Inneren des Rottefilters 1 mit Bioabfall
- RF 2 (blau) = Temperaturverlauf im Inneren des Rottefilters 2 mit Pflanzenresten
- RF 3 (grün) = Temperaturverlauf im Inneren des Rottefilters 3 mit Stroh/Heu
- Luft (schwarz) = Temperaturverlauf in der Außenluft neben den Rottefiltern

4.3.3 Ergebnisse der Keimzahlen (Salmonellen) während der Rottephase

Am letzten Tag der Abwasserbeschickung wurden speziell kultivierte Salmonellen mit dem Abwasser in die Rottefilter eingebracht. Nach dem Beginn der Rottephase konnten über den gesamten Versuchszeitraum mit einigen Unterbrechungen regelmäßig Salmonellen reisoliert werden. Die Zeitpunkte, an denen keine Salmonellennachweise gelangen, verteilten sich willkürlich auf alle drei Rottefilter. Die gemessene Salmonellenzahl betrug in allen Rottefiltern im Median $2,3 \times 10^1$ KBE/g, wobei Maximalwerte von $2,3 \times 10^3$ KBE/g am 30. Juni '98 und Minimalwerten unterhalb der Nachweisgrenze ermittelt wurden. Die insgesamt geringsten Keimzahlen wurden im Rottefilter 3 ermittelt und betrugen $4,3 \times 10^1$ KBE/g am 23. Juli 1998 und 10. August 1998.

Nach der Umschichtung des Materials in Komposthaufen war ein Salmonellennachweis nur noch vier Tage lang möglich. Der letzte Nachweis in Rottefilter 2 und 3 erfolgte mit einer Keimzahl von $2,3 \times 10^1$ KBE/g am 11. September 1998.

Die zuallerletzt ermittelte Keimzahl kam aus dem Rottefilter 2 und betrug $2,3 \times 10^1$ KBE/g am 14. September '98.

Tab. 47: Keimzahlen Verrottungsphase *Salmonellen* (Modellversuch Rottefilter)

Salmonellen			
Datum	Rottefilter 1	Rottefilter 2	Rottefilter 3
30.6.98	$1,2 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$	negativ
6.7.98	$2,3 \times 10^2$	negativ	$2,3 \times 10^1$
13.7.98	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$
17.7.98	$7,4 \times 10^0$	negativ	$2,0 \times 10^1$
23.7.98	$4,3 \times 10^1$	negativ	$4,3 \times 10^1$
29.7.98	negativ	$4,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$
6.8.98	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	negativ
10.8.98	$9,3 \times 10^1$	negativ	$4,3 \times 10^1$
19.8.98	$2,3 \times 10^1$	negativ	$2,3 \times 10^1$
28.8.98	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$
1.9.98	$2,3 \times 10^1$	negativ	$2,3 \times 10^1$
8.9.98	negativ	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$
Umschichtung in einzelne Mieten	Umschichtung	Umschichtung	Umschichtung
10.9.98	negativ	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$
11.9.98	$2,3 \times 10^1$	negativ	$2,3 \times 10^1$
14.9.98	negativ	$2,3 \times 10^1$	negativ
16.9.98	negativ	negativ	negativ
22.9.98	negativ	negativ	negativ
Median	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$

Legende:

- alle Werte in KBE/g Probe
- Median = Median aller Werte aus der entsprechenden Reinigungsstufe
- negativ = Kein Nachweis von Salmonellen möglich
- Rottefilter 1 = Feststoffprobe aus dem Rottefilter 1 (mit Bioabfall)
- Rottefilter 2 = Feststoffprobe aus dem Rottefilter 2 (mit Pflanzenresten)
- Rottefilter 3 = Feststoffprobe aus dem Rottefilter 3 (mit Stroh)
- Umschichtung = Umschichtung des Rottmaterials aus den Filtern in Kompostmieten

4.3.4 Ergebnisse der Keimzahlen nach der Umschichtung

Im letzten Teil des Rotteversuches wurde der Inhalt der einzelnen Rottefilter zur vergleichenden Untersuchung über das Verhalten nach der Umsetzung in je zwei Mieten pro Rottefilter umgesetzt (s. Abb. 17).

Bei den in Tab. 48 beschriebenen Versuchen ohne Zugabe von CaO wurden bei Lufttemperaturen bis zu 22 °C und Regenwetter die Rottehaufen mit einer Kerntemperatur bis zu 30 °C aus den Rottefiltern entnommen. Im Einzelnen erreichte diese im Rottefilter 1 eine Kerntemperatur bis zu 30 °C. In Rottefilter 2 wurden 27 °C gemessen und im Rottefilter 3 lag die Kerntemperatur mit 21 °C ein Grad unter der Außentemperatur von 22 °C.

Im weiteren Verlauf des Versuches sanken die Temperaturen im Rottehaufen 1 und Rottehaufen 2 ab und betrugen zwischen 16 °C und 21 °C. Rottefilter 1 zeigte zu jeder Messung mindestens eine um ein Grad höhere Temperatur als in den anderen zwei Rottehaufen gemessen wurde.

Die Keimzahlen bleiben in der gleichen Höhe vorhanden, wie sie vorher während der Rottephase in den Rottefiltern erreicht wurden. Für *E. coli* konnte ein Maximalwert von $4,3 \times 10^7$ KBE/g am 10.9.98 im Rottehaufen 3 sowie ein Minimalwert um zwei log-Stufen tiefer mit $4,3 \times 10^5$ KBE/g am 11.9.98 und 22.9.98 im Rottehaufen 1 gemessen werden. Die höchste Anzahl Fäkalstreptokokken wurde am letzten Versuchstag im Rot-

Rottehaufen 3 mit $2,3 \times 10^6$ KBE/g gemessen und der geringste Wert am gleichen Tag im Rottehaufen 1 mit $2,3 \times 10^3$ KBE/g. Über die 12 Tage betrachtet ist kein einheitlicher Verlauf einer Keimzahlreduktion oder Keimzahlerhöhung feststellbar. Generell liegen die Keimzahlen im Rottehaufen 3 immer höher als in den beiden anderen Rottehaufen.

Tab. 48: Keimzahlen nach Umschichtung ohne CaO (Modellversuch Rottefilter)

<i>Enterobacteriaceae</i>	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	$4,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$

<i>E. coli</i>	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	$9,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$9,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	$9,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	$4,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$	$9,3 \times 10^6$

Fäkalstreptokokken	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	$2,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^6$
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	$4,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$9,3 \times 10^4$

Gesamtbakterienzahl	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	$8,2 \times 10^5$	$3,3 \times 10^6$	$6,8 \times 10^6$	$6,1 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	$8,1 \times 10^6$	$7,5 \times 10^6$	$6,4 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	$2,7 \times 10^7$	$3,5 \times 10^6$	$8,8 \times 10^6$	$7,3 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$

Salmonellen	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	negativ	$2,3 \times 10^1$	negativ	negativ	negativ
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	$2,3 \times 10^1$	negativ	$2,3 \times 10^1$	negativ	negativ
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	negativ	negativ	negativ

Temperaturen	10.9.98	10.9.98	10.9.98	11.9.98	12.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	30 °C	25 °C	20 °C	18 °C	18 °C	19 °C	20 °C	21 °C
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	27 °C	21 °C	20 °C	16 °C	17 °C	18 °C	17 °C	18 °C
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	21 °C	21 °C	20 °C	16 °C	17 °C	18 °C	18 °C	19 °C

Lufttemperatur	22 °C	21 °C	21 °C	18 °C	20 °C	20 °C	21 °C	20 °C
pH – Werte (Rottehaufen 1)	6,2	6,9	7,1	6,9	7,2	7,0	6,9	7,1

Legende für Tab. 48 und Tab. 49:

- alle Werte in KBE/g Probe
- negativ = Kein Nachweis von Salmonellen möglich
- < 3 = Keimzahlen kleiner 3 KBE/ml (Nachweisgrenze)
- Rottefilter 1 = Feststoffprobe aus dem Rottefilter 1 (mit Bioabfall)
- Rottefilter 2 = Feststoffprobe aus dem Rottefilter 2 (mit Pflanzenresten)
- Rottefilter 3 = Feststoffprobe aus dem Rottefilter 3 (mit Stroh)

Die in Tab. 49 beschriebenen Ergebnisse der Umschichtungsversuche mit CaO wurden bei 21 °C Lufttemperatur und Regenwetter ermittelt. Nach der Zugabe von 80 kg/m^3 CaO zu den Rottehaufen kam es innerhalb von 30 Minuten zu einer Temperaturentwicklung von im Kern 85 °C in Rottehaufen 1, 87 °C in Rottehaufen 2 und 90 °C in Rottehaufen 3. Diese Temperaturen verringerten sich unter Berücksichtigung der Temperatur

des Regenwassers von 12 °C bis zum nächsten Tag auf 40 °C in Rottehaufen 1 und Rottehaufen 3 sowie 42 °C in Rottehaufen 2 ab. Im Verlauf weiterer zwei Tage sank die Kerntemperatur auf die Werte im Bereich der Umgebungstemperatur von 17 °C bis 19 °C ab.

Tab. 49: Keimzahlen nach Umschichtung mit CaO (Modellversuch Rottefilter)

<i>Enterobacteriaceae</i>	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98			
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	<3	<3	<3	<3	<3			
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	<3	<3	<3	<3	<3			
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	<3	<3	<3	<3	<3			
<i>E. coli</i>	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98			
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	<3	<3	<3	<3	<3			
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	<3	<3	<3	<3	<3			
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	<3	<3	<3	<3	<3			
Fäkalstreptokokken	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98			
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	<3	<3	<3	<3	<3			
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	<3	<3	<3	<3	<3			
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	<3	<3	<3	<3	<3			
Gesamtbakterienzahl	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98			
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	<3	<3	1,2 x 10 ¹	4,2 x 10 ²	4,6 x 10 ²			
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	<3	<3	5,4 x 10 ¹	5,3 x 10 ²	7,6 x 10 ²			
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	<3	<3	6,5 x 10 ¹	2,6 x 10 ¹	6,4 x 10 ²			
Salmonellen	10.9.98	11.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98			
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ			
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ			
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ			
Temperaturen	10.9.98	10.9.98	10.9.98	11.9.98	12.9.98	14.9.98	16.9.98	22.9.98
Rottehaufen 1 (Bioabfall)	30 °C	78 °C	85 °C	40 °C	37 °C	21 °C	18 °C	19 °C
Rottehaufen 2 (Pflanzenreste)	27 °C	75 °C	87 °C	42 °C	35 °C	20 °C	19 °C	18 °C
Rottehaufen 3 (Stroh/Heu)	21 °C	88 °C	90 °C	40 °C	35 °C	20 °C	18 °C	17 °C
Lufttemperatur	22 °C	21 °C	21 °C	18 °C	20 °C	20 °C	21 °C	20 °C
pH – Werte (Rottehaufen 1)	> 12	> 12	> 12	> 12	10	9,2	9,0	8,7

Legende s. Tab. 48

Über die gesamten 12 Tage des Versuches konnten keine Indikatorkeime aus dem Material isoliert werden. Die ersten generellen kulturellen Nachweise gelangten bei der Untersuchung auf die Gesamtbakterienzahl vier Tage nach dem Versuchsstart mit einem Maximalwert von 6,5x10¹ KBE/g in Rottehaufen 1. Bis zum Ende des Versuches am 22.9.98 erreichte die Gesamtbakterienzahl ein Maximum von 7,6x10² KBE/g in Rottehaufen 2. Die Werte der anderen beiden Rottehaufen bewegten sich in der gleichen log-Stufe.

Unmittelbar nach der CaO Zugabe stieg der pH-Wert im Rottehaufen 1 über pH 12 und blieb bis zum nächsten Tag in dieser Höhe. Vier Tage nach dem Versetzen mit CaO sank der Wert auf pH 10 und erreichte am Ende des Versuches einen Wert von pH 8,7.