Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend	29	1988	23–54

Qualitative und quantitative Verteilungsmuster von human– und veterinärmedizinisch interessanten Parasiten in Abwassersystemen

Eine Untersuchung im Raum Bielefeld

Mit 9 Abbildungen und 10 Tabellen

Marlis ELBERTZ, Bielefeld
und
Rolf MANNESMANN, Bielefeld

Inhalt

1.	Einleitung	24
2.	Die epidemiologische Situation	26
3.	Material und Methode	30
4.	Ergebnisse	32
4.1	Helmintheneier im Rohabwasser	32
4.2	Helmintheneier im Schlachthofabwasser	34
4.3	Helmintheneier im Haushaltsabwasser	36
4.4	Helmintheneier im geklärten Abwasser	37
4.5	Parasiteneier im Bielefelder Abwasser und Reinigungsleistung der Kläranlage	39
5.	Auswertung und Diskussion	40
6.	Zusammenfassung	50
7.	Literaturverzeichnis	51

Verfasser:
Marlis Elbertz und Prof. Dr. Rolf Mannesmann, Universität Bielefeld, Fakultät Biologie, Postfach 8640, D–4800 Bielefeld 1.

1. Einleitung und Fragestellung

Der Großraum Bielefeld weist durch seine topographische Lage und Besiedlungsstruktur spezifische Merkmale des Wasserhaushaltes auf. Dies gilt sowohl für die Situation der natürlichen Gewässer als auch für die Trink- und Abwasserverhältnisse. Zu einem relativ großen, rein städtischen Bereich von ca. 40 km^2 mit dichter Besiedlung (3400 Einwohner/km^2) kommt ein Bereich von ca. 220 km^2 hinzu, in dem landwirtschaftliche Streubesiedlung mit zahlreichen Einzelgehöften vorherrscht. Der gesamte Raum Bielefeld zerfällt zudem durch den ihn durchziehenden Teutoburger Wald in zwei Teile mit großen hydrologischen Unterschieden. So ist der Bereich nördlich des Teutoburger Waldes durch das abflußarme Ravensberger Hügelland gekennzeichnet. Der südlich des Teutoburger Waldes gelegene Teil geht von den Berglagen in die Ausläufer des Münsterbeckens mit zahlreichen Abflüssen über.

Insgesamt leben in dem Gesamtraum z.Z. ca. 300.000 Einwohner. Der Viehbestand (Rinder, Schweine) kann auf mindestens 34.000 Stück geschätzt werden. Hinzu kommen zahlreiche Hühnermastbetriebe, eine zunehmende Haltung von Schafen sowie ein relativ hoher Bestand an Pferden. Hinsichtlich der Abwasserentsorgung ergibt sich besonders im nördlichen Teil des Bielefelder Raumes eine spezielle Situation: Einer relativ hohen Einwohnerzahl und einem hohen Nutztierbestand steht eine geringe Zahl natürlicher Wasserläufe (z.B. Johannisbachsystem) entgegen, die nahezu allesamt als Vorfluter dienen müssen. Darüberhinaus nehmen sie einen großen Anteil der Parasitenfracht des Weideviehs auf. Hinzu kommt die in ländlichen Bereichen des Raumes vorherrschende Streubesiedlung, die eine Anbindung der Einzelgehöfte und Wohnhäuser an das öffentliche Kanalisationsnetz kostenbedingt weitgehend unmöglich macht. In solchen Regionen herrschen nach wie vor Sickergruben im sog. Dreikammersystem vor, d.h. ein Großteil der potentiellen Parasitenfracht solcher Anlagen gelangt unmittelbar in die Bäche.

Hinsichtlich der Bakterien- und Parasitenfracht sind die Fließgewässer des Bielefelder Raumes durch drei Faktoren gekennzeichnet: 1. Belastung durch die Verursacher; 2. Geringe Verdünnungsrate durch das geringe Wasservolumen der Gewässersysteme; 3. Hoher Anteil an kurzen Wasserkreisläufen durch unmittelbare Entnahme von Vorfluterwasser für Bewässerungs- oder andere Zwecke. Aus epidemiologischer Sicht ist es daher besonders interes-

sant, die Parasitenfracht des Abwassers auf seine qualitative und quantitative Zusammensetzung hin zu analysieren. Hieraus können erste Rückschlüsse auf eine generelle Verbreitung von wichtigen Parasitenarten in der Region gezogen werden. Die vorliegende Studie ist hierzu ein erster Versuch.

Aus methodischen Gründen wurde zunächst das innerstädtische Abwassersystem, speziell der Einzugsbereich der Kläranlage in Heepen untersucht, da hiermit auch die Abwässer des Schlachthofes am Kesselbrink erfaßt werden können. An einer Analyse der Parasitenfracht in den städtischen Randbereichen (speziell Jölle, Johannisbach) wird z.Zt. gearbeitet. Gerade der Nutzung dieser Bäche, als Vorfluter und als Einspeiser von Ober- und später auch Untersee, kommt eine große epidemiologische Bedeutung zu. Erst die Gesamtschau, sowohl der Ergebnisse dieser Studie als auch der über die städtischen Randbereiche (in Vorbereitung), ermöglicht eine realistische Einschätzung der Parasitenfracht der Gewässer des Bielefelder Raumes.

Eine besondere Problematik stellt die Frage nach der geeigneten Untersuchungsmethode sowie die Identifizierung von Parasitenarten dar. Gerade was die Untersuchungsmethode anbelangt, sind nur bedingt brauchbare Verfahren verbreitet, d.h. die Rate nicht im Probenmaterial nachgewiesener Wurmeier als größtem Anteil der Parasitenstadien ist mehr oder weniger hoch. Dies mindert die Aussagefähigkeit der erhaltenen Daten z.T. erheblich. Die hier angewandte Untersuchungsmethode ist nach vielfältiger Erprobung der bekanntesten Techniken (Sedimentations- oder Flotationsverfahren) eine modifizierte Entwicklung, welche sich den anderen Techniken als deutlich überlegen erwies.

Die Frage nach der Zusammensetzung der Parasitenfracht des Wassers konnte nur beantwortet werden durch eine möglichst optimale Bestimmungsmethode von Parasiteneiern. So müssen die Eier (und Larven) freilebender Helminthen von parasitischen Arten unterscheidbar sein. Dies gilt besonders für die Gruppe der sog. Magen-Darm-Strongyliden (verschiedene Familien der Ordnung *Strongylida*), bei denen exakte Identifizierungen anhand der Eier unmöglich sind. Ein aus verschiedenen Literaturquellen zusammengestellter Bestimmungsschlüssel für die Eier der häufigsten Parasitenarten hat sich dabei als hilfreich erwiesen.

Die Untersuchungen umfassen einen Zeitraum von einem halben Jahr (1985).

2. Die epidemiologische Situation

Eine Untersuchung von Gewässerproben auf das Vorkommen von humanmedizinisch relevanten Parasiten erfolgt – wenn überhaupt – durch die kommunalen Gesundheitsämter oder entsprechende Institutionen. Solche Untersuchungen werden im Rahmen allgemeiner Überprüfungen des Hygiene–Status der Gewässer durchgeführt, wobei in der Regel stichprobenartig die Belastung mit Fäkalbakterien und bakteriellen Krankheitserregern festgestellt wird. Entsprechend wenig ist bekannt über die Belastung mit Parasiten. Dies gilt vor allem für die ungeklärten und geklärten Abwässer einer Gemeinde. Die heute etwa für Kläranlagen angegebenen Werte der Belastung des Abwassers und der Klärleistung hinsichtlich Parasiteneier beruhen meist auf veralteten Untersuchungen (ZARTNER 1951; FORSTNER 1960; ROSENBERG 1970). Die Leistungsfähigkeit von Kläranlagen und die (veterinär–) medizinische Versorgung sind gegenüber den ersten beiden Jahrzehnten nach dem Kriege wesentlich verbessert worden. Allerdings hat die Viehhaltung, insbesondere bei Schweinen, Rindern und Geflügel, nicht nur insgesamt stark zugenommen, sondern auch eine enorme Konzentration hin zur Intensivhaltung erfahren. Die Parasitierung von Schweinen aus großen Mastbetrieben, etwa mit *Ascaris suum*, dem Schweinespulwurm, ist in der Regel sehr hoch. Durch verstärkten Einsatz von Medikamenten in der Viehhaltung und durch allgemeine veterinärmedizinische Überwachung haben sich aber auch Verschiebungen im Parasitenspektrum ergeben. Bekannt ist das nahezu völlige Verschwinden von Trichinen (*Trichinella spiralis*) aus dem Nutztierbestand der Bundesrepublik Deutschland, bedingt durch die gesetzlich vorgeschriebene "Trichinenschau". Weiterhin ist etwa die Verbreitung von *Taenia saginata*, dem sog. Rinderfinnenbandwurm, nach wie vor ein epidemiologisches Problem, da in manchen Gegenden die Cysticercose des Rindes ständig zunimmt und derzeit in Mitteleuropa bei etwa 6 % liegt (HIEPE & BUCHWALDER 1978; KOZAKIEWICZ 1979). Nicht zu unterschätzende Faktoren hierbei sind die indirekten Kontaktbereiche zwischen Weiderindern und Menschen wie Campingplätze, Autobahnraststellen, Sportanlagen in unmittelbarer Nachbarschaft von Weideflächen. Hier ist bei mangelhafter Abwasserentsorgung (Toilettenanlagen) die Chance besonders hoch, daß der Entwicklungszyclus des Parasiten geschlossen bleibt (s.S.49).
Auch durch die Sorglosigkeit mancher Vieh– und Haustierhalter, etwa durch das völlige Vertrauen auf die jährliche/halbjährliche Wurmkur, – wenn sie überhaupt durchgeführt wird – wird häufig erreicht, daß Tiere sozusagen "im Verborgenen" z.T. erheblich parasitiert sein können. Dies gilt insbeson-

dere deshalb, weil Anthelminthika meist keine nennenswerte Langzeitwirkung haben und auch nicht immer zur völligen Eliminierung der Parasitenlast führen.
Genauere Zahlen für den Bielefelder Raum liegen bei verschiedenen Nutztierarten vor. So fanden BECKER & KLEYMANN (1985) bei einer koproskopischen Untersuchung von 100 Pferden aus dem Raum Bielefeld einen 98 %igen Befall mit Magen – Darm – Strongyliden. Diese Befallsrate liegt etwa doppelt so hoch wie entsprechende Routineuntersuchungen des Staatlichen Veterinäramtes Detmold über den Zeitraum 1975 – 1983 ergaben. Besonders häufig wurden davon *Trichonema* – Arten nachgewiesen. Aber auch andere Intestinalparasiten (insgesamt 14 Arten) wurden gefunden, darunter *Parascaris equorum*, der Pferdespulwurm, mit einer Befallsrate von 4 %. Überraschend waren bei dieser Untersuchung auch die Ergebnisse über Eiausscheidungen, die unmittelbar nach einer Wurmkur mit Anthelminthika gewonnen wurden. Nur bei einem Pferd sank die Zahl der ausgeschiedenen Eier nach der Kur auf Null. Bei allen Tieren stieg die Eizahl (vor allem von Magen – Darm – Strongyliden) schon nach wenigen Tagen wieder stark an! Bezüglich der Pferdepopulation der Region kann aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen von BECKER & KLEYMANN (1985) auf eine erhebliche Wurmbelastung der Weiden in Bereichen mit Pferdehaltung geschlossen werden. Dies verdeutlichen auch die absoluten Eizahlen pro Gramm Pferdekot, die bei durchschnittlich 300, in Extremfällen bei 700 lagen. Man muß davon ausgehen, daß ein großer Anteil dieser Eier in Gewässer gelangt.
Bei Schweinen und Rindern liegen einigermaßen verläßliche Zählungen über die Untersuchung des Schlachtviehs aus dieser Region vor. So werden im städtischen Schlachthof Bielefeld ca. 125.000 Schweine pro Jahr geschlachtet. Unsere Untersuchungen ergaben einen durchschnittlichen Befall von 30 % mit *Ascaris suum*, wobei die individuelle Befallsrate teilweise sehr hoch lag. Da das Abwasser des Bielefelder Schlachthofes, wie auch anderer Schlachthöfe der Region, nicht vorgeklärt in die öffentliche Kanalisation gelangt, geht alleine von der Schweineschlachtung eine erhebliche Belastung aus. Besonders Ascarideneier stellen ein besonderes Problemfeld dar, da sie durch ihre enorme Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen und mechanischen Einflüssen weitgehend unbeschadet auch einen längeren Klärprozeß einer Abwasseranlage überstehen können. Bekanntlich kann *Ascaris suum* auch für einen Teil seiner Entwicklung den Menschen als Wirt annehmen.
Gegenüber früher wird heute der Schweinefinnenbandwurm *Taenia solium* in dieser Region wegen der überwiegenden Stallhaltung der Schweine kaum gefunden.

Bei Rindern herrscht der Befall mit *Fasciòla hepatica*, dem Großen Leberegel vor. Vor allem Weiderinder sind stark mit *Fasciola* befallen, Stallhaltung hat geringere Befallszahlen zur Folge. Damit schwanken die Angaben in Abhängigkeit von der Haltung. So wurden im Schlachthof Bielefeld deutlich geringere Zahlen von befallenen Rindern gefunden (laut Angabe ca. 10 %; Gesamtschlachtung pro Jahr ca. 4000 Rinder). In einem Schlachthof bei Gütersloh liegt der Befall bei 20 – 40 % (Schlachtung laut Angabe: ca. 15.000 Rinder / Jahr). Diese Zahlen dürften weitgehend für die gesamte Region gelten. Auch der Große Leberegel kann im Menschen parasitieren.
Hinsichtlich der Parasitierung der Schafe und Ziegen sowie des Geflügels der Region liegen keine Beobachtungen vor. Da diese Tiere jedoch fast ausschließlich im Freien leben, kann von einer hohen Parasitenlast ausgegangen werden.
Insgesamt stellen damit die Nutztierbestände des Untersuchungsgebietes ein epidemiologisch bedeutsames Potential von Parasiten dar. Ein erheblicher Teil der von diesen abgegebenen Eier wird über das Gewässersystem verbreitet.
Eine ähnliche Situation besteht auf der humanmedizinischen Seite. Einerseits sind viele früher hier weit verbreitete Parasitenarten heute in Mitteleuropa nahezu verschwunden (z.B. *Ancylostoma duodenale*, Hakenwurm), andererseits gewinnen Arten an Bedeutung, welche zuvor kaum eine Rolle spielten. Faktoren, die diese Situation begünstigen, sind der internationale Reiseverkehr und die Zuwanderung von Personen aus verschiedenen Ländern der Welt, in denen die Bevölkerung z.T. erheblich stärker parasitiert ist. So ist etwa die Zunahme von *Hymenolepis nana*, dem Zwergbandwurm, der in Europa vor allem im Mittelmeerraum und sonst weltweit in warmen Zonen verbreitet ist, sicherlich durch solche Ursachen zu erklären (PIEKARSKI 1986).
Da eine parasitologische Untersuchung von Patienten in der Regel nur bei Verdacht auf Helminthenbefall durchgeführt wird, kann angenommen werden, daß die "Dunkelziffer" – also nicht diagnostizierter Parasitenbefall (z.B. von Intestinalparasiten) – relativ hoch ist. Hinzu kommt, daß bei geringem Befall eine Infektion häufig unerkannt bleibt, dies entweder, weil keine Beschwerden vorliegen, oder weil die geringe Befallsrate auch eine geringe Eiproduktion zur Folge hat und damit der koproskopische Nachweis nur schwer gelingt. Auch ist die Eiproduktion pro Tag bei verschiedenen Arten außerordentlich unterschiedlich. So produziert ein *Ascaris*-Weibchen pro Tag bis zu 200.000 Eier (PIEKARSKI 1986). Andere Arten legen schubweise oder nur generell geringe Mengen von Eiern, so daß eine Infektion leicht unentdeckt bleibt. Auch der Kenntnisstand des untersuchenden Personals hinsichtlich der Identi-

fizierung von Parasiteneiern aus einer Stuhlprobe dürfte hierbei ein wichtiger Faktor sein. Insofern sind die Ergebnisse einer Befragung von Laborpraxen dieser Region (inklusive Herford und Gütersloh) nur unter diesem Vorbehalt zu werten. So wurden im Zeitraum 1985 von insgesamt 2.829 Stuhlproben folgende Zahlen über Parasitennachweise verzeichnet (Tab. 1):

Eine Nachfrage 1987 im Bereich Gütersloh ergab keine nennenswerten Unterschiede zu 1985. Auffallend ist der hohe Anteil von *Enterobius vermicularis*, der vor allem darauf zurückzuführen sein dürfte, daß diese Art vornehmlich und häufig bei Kindern diagnostiziert wird, während befallene Erwachsene wegen der Geringfügigkeit der Beeinträchtigungen den Arzt deswegen gar nicht erst aufsuchen. Weiterhin ist bemerkenswert, daß sowohl *Ancylostoma duodenale* als auch *Hymenolepis nana* bei immerhin ca. 5% bzw. ca. 6% der positiven Fälle gefunden wurde. Es handelt sich hier überwiegend um Nachweise bei Patienten, die entweder aus wärmeren Ländern stammten oder dort (etwa als Touristen) gewesen sind. Mit einiger Sicherheit kann angenommen werden, daß neben den in Tab. 1 aufgeführten Parasitenarten auch weitere Arten bei der Bevölkerung der Region vorkommen. Zu denken ist hier z.B. an den Befall mit *Toxocara canis* und *T. mystax*, dies insbesondere bei Hunde- und Katzenhaltern, möglicherweise auch bei Kindern, die in Sandkästen spielen, wenn diese häufig von Hunden und Katzen zum Kotabsetzen aufgesucht werden.

Tab. 1: Nachgewiesene Helmintheninfektionen bei Stuhlproben in Bielefeld, Herford, Gütersloh (nach ELBERTZ, 1987)

A. Zahl der Stuhlproben	2829	(= 100 %)
B. Zahl der pos. Fälle	102	(= 3,6 %)

	gesamt	% von A	% von B
Fasciola hepatica	1	0.04	0.98
Taenia saginata	15	0.53	14.70
T. solium	1	0.04	0.98
Hymenolepis nana	6	0.21	5.88
Enterobius vermicularis	35	1.24	34.31
Trichuris trichiura	21	0.74	20.58
Ascaris lumbricoides	17	0.60	16.67
Ancylostoma duodenale	5	0.18	4.90
nicht identifizierte Eier	1	0.04	0.98

3. Material und Methode

3.1 Untersuchungsplan und Probestellen

Ziel der Untersuchungen war es, eine möglichst realistische Einschätzung der Parasitenverteilung im Bielefelder Abwasser zu erhalten. Neben dem Tages- und Wochenspektrum sollte die getrennte Aufarbeitung von Haushalts- und Schlachthofabwässern eine Aussage über die Herkunft der identifizierten Helmintheneier ermöglichen.
Abb. 1 zeigt die untersuchten Probestellen sowie die im Rahmen der Untersuchungen relevanten Kanalisationsabschnitte des Entwässerungssystems. Der Hauptsammler I leitet Haushaltsabwässer aus dem östlichen Stadtgebiet von Bielefeld in die Kläranlage Heepen. Der Hauptsammler II nimmt neben Haushaltsabwässern auch die Abwässer des städtischen Schlachthofes auf. Die Abwässer der beiden Sammler werden erst kurz vor Einlauf in die Kläranlage zusammengeleitet.
Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von April 1985 bis Oktober 1985. Insgesamt wurden 114 Liter Abwasser folgender Herkunft untersucht:

- 45 l Rohabwasser (ungeklärtes Abwasser) vom Einlauf der Kläranlage
- 12 l Schlachthofabwasser
- 12 l Haushaltsabwasser
- 45 l mechanisch und biologisch geklärtes Abwasser vom Auslauf der Kläranlage

3.2 Methode

Die Aufarbeitung der ein Liter Abwasserproben erfolgte nach einem modifizierten Flotationsverfahren in Anlehnung an die Arbeiten von SIEVERS-PREKEHR (1973) und WILKENS (1981). Zur Dokumentation der "objektiven Leistungsfähigkeit der angewandten Methode" (ENGELBRECHT & ISSERSTEDT 1970), wurde eine definierte Anzahl von blau markierten Ascarideneiern der zu untersuchenden Probe zugegeben und die prozentuale Wiederfundrate berechnet.
Zur Verringerung der Menge des Untersuchungsmaterials und zum Herausfiltern störender, grober Schmutzpartikel wurde das Abwasser durch einen Satz von drei Schüttelsieben gewaschen (200 µm, 63 µm, 20 µm). Die Siebrück-

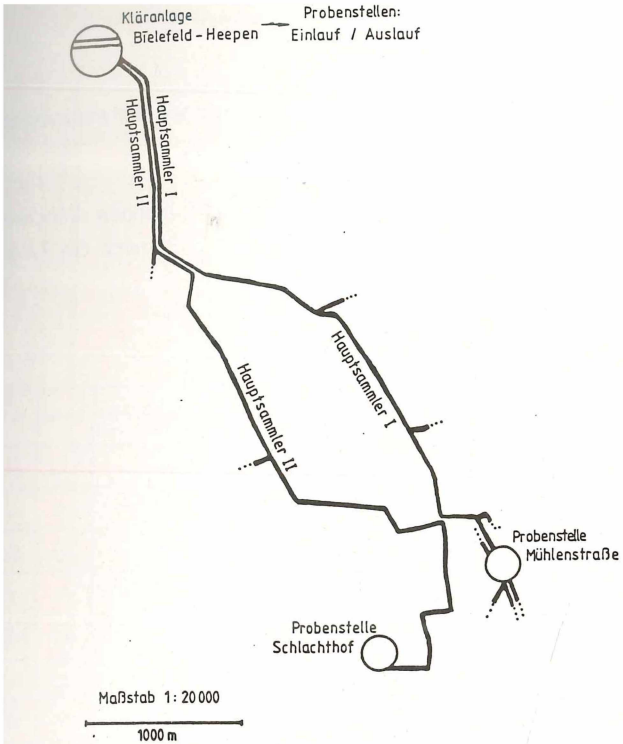


Abb. 1: Ausschnitt aus dem Bielefelder Entwässerungsplan

stände wurden mit gesättigter Magnesiumsulfatlösung nach einer Zentrifugation in eine Untersuchungskammer überführt. Bei der anschließenden Untersuchung der gesamten Kammerfläche wurden die Helmintheneier anhand eines eigens erstellten Bestimmungsschlüssels und nach Literaturangaben identifiziert (SPENCER & MONROE 1961; SLOSS 1970; THIENPONT et al 1979).
Die erhaltenen Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet (PÄTAU 1943).

4. Ergebnisse

4.1 Helmintheneier im Rohabwasser

Aufnahme eines Tagesspektrums zur Ermittlung tageszeitlicher Schwankungen im Wurmeigehalt

Am Zulauf der Kläranlage wurden in drei aufeinanderfolgenden Wochen jeweils dienstags von 10 Uhr bis mittwochs 10 Uhr alle 3 Stunden ein Liter Rohabwasser auf Wurmeier untersucht.

Tab. 2: Verteilung des Artenspektrums im Rohabwasser (Eizahl / l)

Zeit	Ascaris spec.	Enterobius spec.	Magen-Darm-Strongyliden	Trichuris spec.	Taenia spec.	Toxascaris spec.	Hymenolepis diminuta	Passalurus spec.	Toxocara spec.	Summe	%
1 Uhr	0,8	1,5	-	1,4	-	0,8	-	-	-	4,5	5,1
4 Uhr	2,0	2,3	-	-	-	-	0,8	0,7	-	5,8	6,6
7 Uhr	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	2,4
10 Uhr	11,4	1,7	1,8	1,2	0,5	0,5	-	-	-	17,1	19,5
13 Uhr	26,4	4,2	5,4	0,8	0,8	0,8	-	-	-	38,4	43,7
16 Uhr	5,7	0,7	-	0,7	0,6	-	-	-	0,6	8,3	9,4
19 Uhr	3,5	1,4	1,3	-	1,2	-	-	-	-	7,4	8,4
22 Uhr	1,0	2,7	0,6	-	-	-	-	-	-	4,3	4,9
Summe	52,9	14,5	9,1	4,1	3,1	2,1	0,8	0,7	0,6	87,9	100
Anteil %	60,2	16,5	10,4	4,7	3,5	2,4	0,9	0,8	0,7	100	
Tages-mittel	6,6	1,8	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	11,0	
Streu-ung	± 8,72	± 1,14	± 1,86	± 0,59	± 0,46	± 0,37	± 0,28	± 0,29	± 0,21	± 11,96	

Tab. 2 zeigt die Mittelwerte der Ergebnisse der drei Untersuchungstage zu den verschiedenen Tageszeiten und die Differenzierung in Helminthengattungen. Aus der graphischen Darstellung (Abb. 2) ist die Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert ersichtlich. Im Mittel waren während 24 Stunden insgesamt 88 Wurmeier – davon 60 % Ascarideneier – im Rohabwasser nachweisbar. Die höchste Anzahl an Eiern wurde mit 38 Eiern pro Liter um 13 Uhr ermittelt.

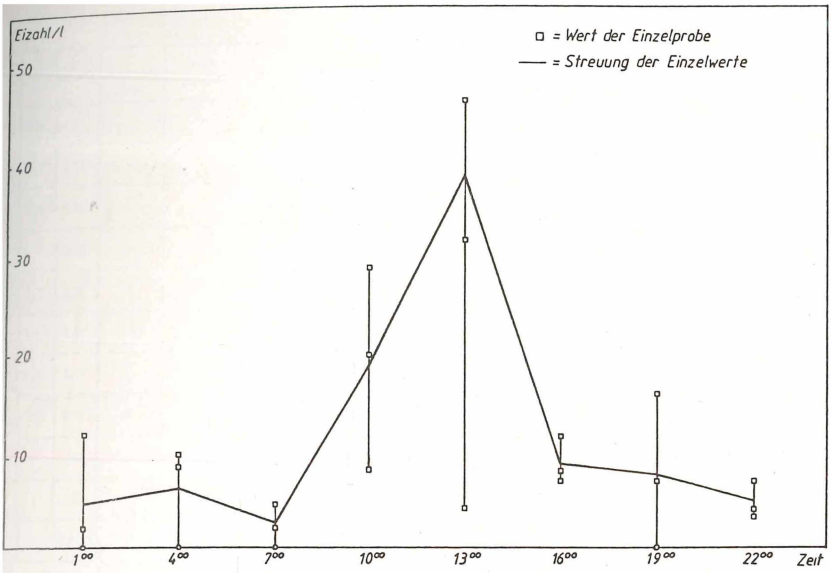


Abb. 2: Helmintheneier im Rohabwasser zu verschiedenen Tageszeiten

Aufnahme eines Wochenspektrums zur Ermittlung von Fluktuationen des Wurmeigehaltes an verschiedenen Wochentagen

Zum Zeitpunkt des höchsten Eigehaltes im Tagesspektrum, d.h. um 13 Uhr, wurde über einen Zeitraum von drei Wochen täglich am Zulauf der Kläranlage eine Probe genommen und auf Wurmeier untersucht.
Tab. 3 zeigt die Eigehalte an verschiedenen Wochentagen und die Differenzierung in Helminthengattungen. Aus der graphischen Darstellung (Abb. 3) ist die Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert ersichtlich.
Im Mittel wurden in diesen Proben pro Woche ca. 280 Wurmeier gefunden, was einem Gehalt von 40 Eiern pro Liter entspricht. Die höchsten Eizahlen ergaben sich am Dienstag mit 67 Eiern /l, Donnerstag mit 68 Eiern /l und Samstag mit 62 Eiern /l. An den anderen Wochentagen lagen die Eigehalte 20 – 30 % niedriger. Mit 47 % waren Eier der Magen – Darm – Strongyliden am häufigsten im Rohabwasser vorhanden. 38 % aller Eier stammten von Ascariden. Magen – Darm – Strongyliden – und Ascarideneier zeigten

Tab. 3: Verteilung des Artenspektrums im Rohabwasser (Eizahl / l)

Wochen-tag	Magen-Darm-Strongyliden	Ascaris spec.	Enterobius spec.	Trichuris spec.	Hym. nana	Toxocara spec.	Toenia spec.	Toxascaris spec.	Hym. diminuta	Ascaridia spec.	Summe	%
Montag	8,6	11,9	2,7	3,8	-	-	0,5	-	-	-	27,5	9,8
Dienstag	14,8	46,9	2,3	1,1	-	-	0,6	1,3	-	-	67,0	24,0
Mittwoch	5,7	7,2	2,8	2,8	2,8	0,9	0,6	0,9	-	-	23,7	8,5
Donnerstag	51,0	12,6	2,2	0,5	0,5	0,6	0,6	-	-	-	68,0	24,3
Freitag	16,6	1,5	1,0	-	0,5	-	-	-	-	-	19,6	7,0
Samstag	28,6	24,0	4,0	1,0	1,5	1,1	-	-	1,1	0,5	61,8	22,1
Sonntag	5,2	1,3	1,4	0,6	1,5	0,6	0,5	-	0,8	-	11,8	4,2
Summe	130,5	105,4	16,4	9,8	6,8	3,2	2,8	2,2	1,9	0,5	279,5	100
Anteil %	46,7	37,7	5,9	3,5	2,4	1,1	1,0	0,8	0,7	0,2	100	
Wochen-mittel	18,6	15,1	2,3	1,4	1,0	0,5	0,4	0,3	0,3	0,1	40,0	
Streuung	± 16,4	± 16,0	± 0,98	± 1,38	± 1,02	± 0,46	± 0,28	± 0,55	± 0,50	± 0,19	±24,54	

über die Woche Schwankungen mit Maxima entsprechend der Gesamteisumme am Dienstag, Donnerstag und Samstag.
Die Zusammenfassung der Ergebnisse des Tages- und Wochenspektrums läßt Rückschlüsse auf die Gesamtparasitenlast des Abwassers im Untersuchungsgebiet zu und zeigt weiterhin welche Parasitenarten das Abwasser besonders belasten (Tab.4).

4.2 Helmintheneier im Schlachthofabwasser

Vom Bielefelder Schlachthof wurden an den Schlachttagen Montag, Dienstag, Donnerstag und Samstag jeweils um 8 Uhr, 10 Uhr und 12 Uhr Abwasserproben untersucht*). Insgesamt wurden 58.150 Wurmeier in 12 Liter nachgewiesen. Daraus ergab sich ein mittlerer Gehalt von 4846 Eiern pro Liter Abwasser.

*) Schlachtzeiten und Auftrieb:
Montag: 7–14 Uhr (ca. 25 Rinder und ca. 500 Schweine)
Dienstag: 6–9 Uhr (ca. 30 Rinder), 9.30–15 Uhr (ca. 400 Schweine)
Donnerstag: 7–13 Uhr (ca. 500 Schweine, vereinzelt Rinder)
Samstag: 6–14 Uhr (ca. 800 Schweine)

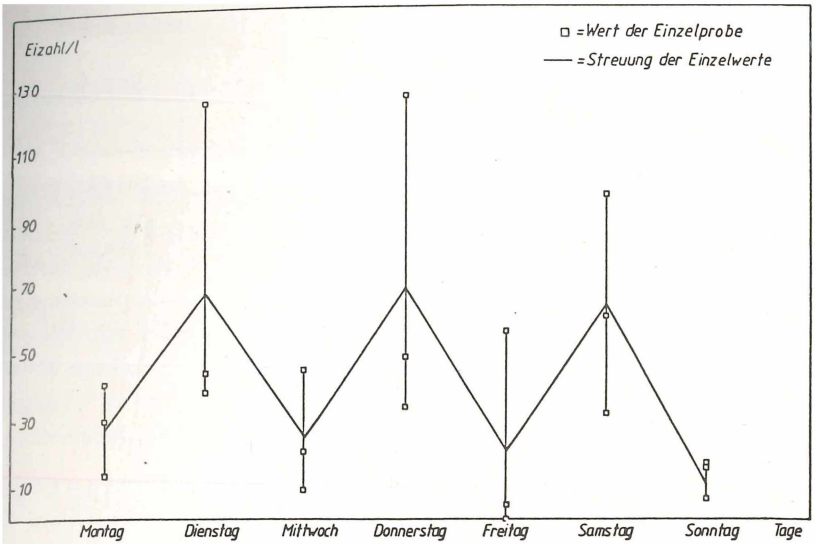


Abb. 3: Helmintheneier im Rohabwasser an verschiedenen Wochentagen

Tab. 4: Eizahl und prozentualer Anteil der Helmintheneier in 45 l Rohabwasser

Helminthengattung	Eizahl/45 l	Anteil %	Eizahl/l
Ascaris spec.	452.9	42.2	10.06
Magen – Darm – Strongyliden	413.9	38.6	9.20
Enterobius vermicularis	92.3	8.6	2.05
Trichuris spec.	41.3	3.8	0.92
Hymenolepis nana	20.7	1.9	0.46
Taenia spec.	16.8	1.6	0.37
Toxascaris spec.	12.0	1.1	0.27
Toxocara spec.	11.4	1.1	0.25
Hymenolepis diminuta	8.0	0.7	0.18
Passalurus spec.	2.0	0.2	0.04
Ascaridia spec.	1.6	0.2	0.04
Summe	1072.9	100.0	23.84

Tab. 5: Helmintheneier im Schlachthofabwasser

	Ascaris spec. spec.	MDS*)	*Trichuris*	Summe
Eizahl in 12 l	45426.6	11870.7	852.0	58149.3
Anteil %	78.1	20.4	1.5	100
Eizahl /l	3785.6	989.2	71.0	4845.8

*) Magen – Darm – Strongyliden

4.3 Helmintheneier im Haushaltsabwasser

Aus einem Kanal, der ausschließlich Haushaltsabwässer aufnimmt (= Hauptsammler I, Abb. 1) wurden montags, dienstags, donnerstags und freitags 12 Proben entnommen und auf Helmintheneier untersucht. Aus organisatorischen Gründen konnten diese Proben nur zu vier verschiedenen Zeitpunkten (8, 9, 10^{30}, 13 Uhr) entnommen werden. Dabei wurden insgesamt in 12 Liter 52 Wurmeier gefunden, was einem durchschnittlichen Gehalt von 4.4 Eiern pro Liter entspricht. Die Ergebnisse zeigt Tab. 6.

Tab. 6: Zahl und prozentualer Anteil der Helmintheneier im Haushaltsabwasser

Gattungen	Eizahl/12 l	Anteil %	Eizahl/l
MDS*)	16.8	32.1	1.40
Ascaris spec.	13.5	25.8	1.13
Enterobius vermicularis	10.7	20.4	0.89
Hymenolepis nana	6.0	11.5	0.50
Trichuris spec.	5.4	10.3	0.45
Summe	52.4	100.0	4.37

*) Magen – Darm – Strongyliden

4.4 Helmintheneier im geklärten Abwasser

Aufnahme eines Tagesspektrums zur Ermittlung tageszeitlicher Schwankungen im Wurmeigehalt

Am Auslauf der Kläranlage wurde mechanisch und biologisch gereinigtes Abwasser auf den Gehalt an Parasitenstadien untersucht. Die Probenentnahme erfolgte unter Berücksichtigung der Durchflußzeit in der Kläranlage in drei aufeinanderfolgenden Wochen jeweils dienstags von 17 Uhr bis mittwochs 17 Uhr alle drei Stunden.
Der Wurmeigehalt pro Liter gereinigten Abwassers ist Tab. 7 zu entnehmen. Insgesamt wurden über 24 Stunden im Mittel 4.4 Eier gefunden, was einem durchschnittlichen Gehalt von 0,6 Eiern / l entspricht.

Tab. 7: Helmintheneier pro Liter geklärten Abwassers

Zeit	MDS*)	*Ascaris spec.*	Summe	%
8 Uhr	0.5	–	0.5	11.4
11 Uhr	–	–	–	–
14 Uhr	0.5	–	0.5	11.4
17 Uhr	0.6	–	0.6	13.6
20 Uhr	0.6	–	0.6	13.6
23 Uhr	1.0	–	1.0	22.7
2 Uhr	–	–	–	–
5 Uhr	–	1.2	1.2	27.3
Summe	3.2	1.2	4.4	
Anteil %	72.7	27.3	100.0	
Tageszeitmittel	0.4	0.2	0.6	
Kläreffekt %	64.0	97.0	94.6	

*) Magen – Darm – Strongyliden

Aufnahme eines Wochenspektrums zur Ermittlung möglicher Fluktuationen im Wurmeigehalt an verschiedenen Wochentagen

Proben dieser Untersuchungsreihe wurden in drei aufeinanderfolgenden Wochen zum Zeitpunkt des höchsten Wurmeigehaltes im Rohabwasser unter Berücksichtigung der Durchflußzeit, d.h. um 20 Uhr entnommen.
Tab. 8 faßt die Ergebnisse zusammen. Im Mittel waren pro Woche ca. 6 Eier im geklärten Abwasser vorhanden was einem Gehalt von ca. 1 Ei / l entspricht.

Tab. 8: Helmintheneier pro Liter geklärten Abwassers

Wochentag	MDS*)	*Ascaris spec.*	*Enterobius vermicularis*	Summe	%
Montag	0.6	0.6	–	1.2	19.7
Dienstag	1.6	–	–	1.6	26.2
Mittwoch	0.6	–	–	0.6	9.8
Donnerstag	1.2	0.5	0.5	2.2	36.1
Freitag	–	–	–	–	–
Samstag	0.5	–	–	0.5	8.2
Sonntag	–	–	–	–	–
Summe	4.5	1.1	0.5	6.1	
Anteil	73.8	18.0	8.2	100.0	
Wochentagsmittel	0.6	0.2	0.1	0.9	
Kläreffekt %	96.8	98.7	95.7	97.8	

*) Magen – Darm – Strongyliden

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Tages – und Wochenspektrums zeigt die Parasitenfracht des geklärten Abwassers und damit die Belastung des Vorfluters mit Helmintheneiern (Tab.9).

Tab. 9: Eizahl und prozentualer Anteil von Wurmeiern in 45 l geklärtem Abwasser

	MDS*)	*Ascaris spec.*	*Enterobius vermicularis*	Summe
Eizahl in 45 l	22.9	6.9	1.6	31.4
Anteil %	72.9	22.0	5.1	100.0
Eizahl / l	0.51	0.15	0.04	0.70

*) Magen – Darm – Strongyliden

4.5 Parasiteneier im Bielefelder Abwasser und Reinigungsleistung der Kläranlage

Tab. 10 gibt eine zusammmenhängende Darstellung der im Bielefelder Abwasser gefundenen Wurmeier und deutet auf den Reinigungseffekt der untersuchten Kläranlage bezüglich der Wurmeier hin.
Vom Schlachthof gelangten pro Liter Abwasser an den Tagen der Probenentnahme 4846 Helmintheneier in die städtische Kanalisation. Dort mischten sie sich mit der entsprechenden Menge an Haushaltsabwässern, die im Mittel 4.4 Eier / l enthielten. Somit wurden wenigstens an den vier Schlachttagen mindestens 4850 Wurmeier pro Liter Abwasser in die Kläranlage Heepen eingeschwemmt. Im Rohabwasser am Einlauf der Kläranlage wurden ca. 24 Eier pro l nachgewiesen, d.h. die Wurmeier erfuhren in der Kanalisation auf dem Weg zum Klärwerk eine mehr als 150fache Verdünnung. Im geklärten Abwasser befanden sich während der Untersuchungen im Mittel noch 0.7 Wurmeier je Liter. Hochgerechnet auf die tägliche Abwassermenge der Kläranlage entspricht dies einer Gesamteizahl von 28 Millionen. Die Differenz der Mittelwerte von Einlauf bzw. Auslauf der Kläranlage erwies sich erwartungsgemäß als hoch signifikant mit $t = 4.4113$ und $P = 0.0002$. Der Wirkungsgrad der Kläranlage Heepen lag bei 97 %. Die restlichen 3 % der Eier konnten während des Klärprozesses nicht aus dem Abwasser eliminiert werden und gelangten mit dem geklärten Wasser in den Vorfluter.

Tab. 10: Übersicht der Ergebnisse

	Art des Abwassers							
Eier von	Schlachthof Eizahl/l	%	Haushaltsabwasser Eizahl/l	%	Rohabwasser Eizahl/l	%	geklärtes Abwasser Eizahl/l	%
Ascaris spec.	3785,55	78,1	1,13	25,8	10,06	42,2	0,15	22,0
MDS*	989,23	20,4	1,40	32,1	9,20	38,6	0,51	72,9
Enterobius ver.	–	–	0,89	20,4	2,05	8,6	0,04	5,1
Trichuris spec.	71,0	1,5	0,45	10,3	0,92	3,8	–	–
Hym. nana	–	–	0,50	11,5	0,46	1,9	–	–
Taenia spec.	–	–	–	–	0,37	1,6	–	–
Toxascaris spec	–	–	–	–	0,27	1,1	–	–
Toxocara spec.	–	–	–	–	0,25	1,1	–	–
Hym. diminuta	–	–	–	–	0,18	0,7	–	–
Passalurus spec	–	–	–	–	0,04	0,2	–	–
Ascaridia spec.	–	–	–	–	0,04	0,2	–	–
Gesamt	4845,78		4,37		23,84		0,70	

* Magen-Darm-Strongyliden

5. Auswertung und Diskussion

Im Rohabwasser am Einlauf der Kläranlage waren im Untersuchungszeitraum im Mittel 24 Eier pro Liter vorhanden (Tab. 4). Im Vergleich mit den in den letzten Jahren in der Literatur veröffentlichten Angaben über Parasiteneier im Abwasser (OWEN 1979; WILKENS 1981; FAASCH & MÜLLER 1984) liegt dieser Wert weit über dem Durchschnitt. Unter normalen Bedingungen (d.h. Fehlen von Wurmepidemien) wird davon ausgegangen, daß Parasitenstadien in kommunalen Abwässern in relativ geringer Anzahl, d.h. etwa 2 bis 3 Eier pro l vorhanden sind (RUF 1984). Diese generalisierende Aussage berücksichtigt keine regionalen Besonderheiten, wie z.B. die örtlich stark differierenden Wurminfektionsraten in der Bevölkerung und bei den Haustieren, den Anschluß von Schlachthöfen an die Kanalisation, im Stadtrandgebiet angesiedelte landwirtschaftliche Betriebe, Massentierhaltungen, Zustand der Kläranlagen, Zusammensetzung und Herkunft der Abwässer. Frühere Untersuchungen haben gezeigt, daß z.B. Schlachthofabwässer einen erheblichen Einfluß auf den Wurmeigehalt der Rohabwässer ausüben können (LEHMANN 1954; FORSTNER 1960; KNAACK & RITSCHEL 1975). Es ist daher von besonderer Bedeutung das Einzugsgebiet der zu untersuchenden

Kläranlage näher zu charakterisieren, um über die Herkunft der Parasitenstadien genauere Aussagen machen zu können.
Die in dieser Untersuchung ermittelten Wurmeigehalte im Rohabwasser zu verschiedenen Tageszeiten und Wochentagen dokumentieren deutlich den Einfluß des Schlachthofabwassers auf die Eilast des Abwassers am Einlauf der Kläranlage. Die höchste Anzahl an Wurmeiern war mit ca. 38 Eiern /l während der Mittagszeit um 13 Uhr vorhanden; in den Nachtstunden lag der Eigehalt zwischen 80 und 95 % unter dem Mittagswert (Tab. 2). Berücksichtigt man die Fließgeschwindigkeit der Abwässer in der Kanalisation (0.6 m/s) und etwa die Wegstrecke vom Schlachthof bis zum Einlauf in die Kläranlage (ca. 5 km), so läßt sich der Zeitpunkt des höchsten Eigehaltes im Rohabwasser mit der Hauptschlachtzeit am späten Vormittag erklären. An den Schlachttagen war der Gehalt des Abwassers an Wurmeiern mit durchschnittlich über 60 Eiern /l am höchsten. Dagegen erreichte die Eizahl an den anderen Tagen nur Werte zwischen ca. 12 und 24 Eiern /l (Tab. 3).
Der hohe Eigehalt im Bielefelder Rohabwasser um 13 Uhr wurde von den Untersuchungen des Schlachthof– und Haushaltsabwassers bestätigt. Beide Abwässer wiesen um ca. 10 Uhr die höchsten Eigehalte auf und trugen so, wenn man ca. 2 bis 2 1/2 Stunden Aufenthaltszeit in der Kanalisation einkalkuliert, auch zur hohen Eilast am Einlauf der Kläranlage bei. Während sich die hohe Fracht beim Schlachthofabwasser durch die genannten Gründe erklären läßt, ist der Helmintheneigehalt des Haushaltsabwassers auf eine stärkere Toilettenbenutzung am frühen Morgen zurückzuführen.
Die Differenzierung der gefundenen Wurmeier nach Gattungen zeigte, daß im Tagesdurchschnitt Ascarideneier (s.Abb. 4) mit 6.6 Eiern /l am häufigsten im Rohabwasser vorhanden waren. Da die Eier von *A. lumbricoides* und die Eier von *A. suum* anhand morphologischer Kriterien nicht zu unterscheiden sind, ließ sich der Ursprung der Ascarideneier nicht eindeutig bestimmen. Man kann aber davon ausgehen, daß ein Großteil der Eier mit dem Schlachthofabwasser in die Kläranlage eingeschwemmt wurde, da diese Abwässer am Dienstag (Tag der Rohabwasserprobenentnahme für das Tagesspektrum) um 10 Uhr die höchsten Eizahlen aufwiesen. Zu diesem Zeitpunkt wurden im Schlachthof nur Schweine geschlachtet, die in der Regel stark mit Ascariden infiziert sind. Aber auch die während der übrigen Entnahmezeiten gefundenen Ascarideneier dürften zum größten Teil von *A. suum* stammen, da in der Kanalisation ein gewisser Anteil mechanisch zurückgehalten und damit erst

zeitlich verzögert abtransportiert wird. Besonders im Auslaufbereich des Schlachthofes konnte dieser Effekt beobachtet werden. Dies gilt auch für die Eier der Magen – Darm – Strongyliden, die in Mitteleuropa in erster Linie von Haus – und landwirtschaftlichen Nutztierparasiten stammen. Da die untersuchte Kläranlage keine landwirtschaftlichen Abwässer reinigt, muß davon ausgegangen werden, daß diese Parasitenstadien ebenfalls mit den Abwässern des Schlachthofes in die Kläranlage gelangt sind. Der Gehalt des Schlachthofs – und damit auch des Rohabwassers an Helmintheneiern hängt in erster Linie von der Verwurmung der Schlachttiere ab, die aufgrund durchgeführter Wurmkuren in vielen Mastbetrieben im Laufe des Jahres großen Schwankungen unterworfen ist (BECKER & KLEYMANN 1985). Die gefundenen Eigehalte geben daher nur einen Überblick über den Wurmeigehalt während des Untersuchungszeitraumes 1985. Es kann allerdings angenommen werden, daß diese Zahlen charakteristisch für diese Region sind.
Die auffälligen Maxima des Wurmeigehaltes im Rohabwasser im Wochenspektrum beruhten hauptsächlich auf den hohen Gehalt an Eiern der Magen – Darm – Strongyliden und der Ascariden, die Samstag 85 % bzw. Dienstag und Donnerstag mehr als 90 % vom Gesamteigehalt ausmachten. Nach den Schlußfolgerungen, die aus den Ergebnissen des Tagesspektrums gezogen werden können, müssen diese Helmintheneier in erster Linie auf Schlachttiere zurückgeführt werden. Die Schlachttage sind somit anhand der Maxima im Wurmeigehalt und anhand der Helminthenarten im Rohabwasser zu erkennen. Die geringere Anzahl an Wurmeiern am Montag (Schlachttag!,

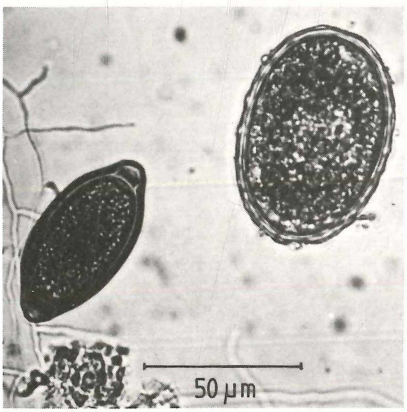


Abb. 4: Eier von *Trichuris spec.* (links) und *Ascaris spec.* (rechts)

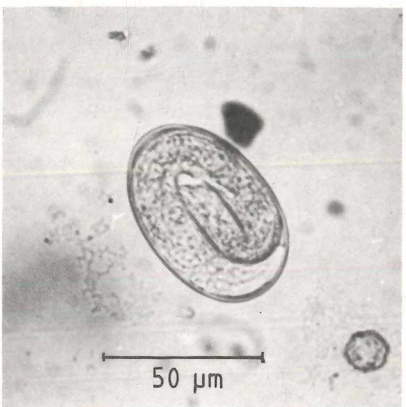


Abb. 5: Embryoniertes Magen – Darm – Strongylidenei

Tab. 3) ist möglicherweise damit zu erklären, daß an diesem Tag regelmäßig bestimmte Mastbetriebe Tiere anliefern, bei denen prophylaktische medikamentöse Wurmbehandlungen durchgeführt werden und so die Eilast im Schlachthofabwasser geringer ist als an den übrigen Schlachttagen. In den Schlachthofabwasseruntersuchungen wurde der geringere Eigehalt am Montag bestätigt.

Verglichen mit den Untersuchungen der letzten Jahre liegen die Ergebnisse dieser Arbeit mit 10 Spulwurmeiern pro Liter Rohabwasser (Tab. 4) wesentlich über den Angaben von OWEN (1979), WILKENS (1981), FAASCH & MÜLLER (1984). Verfolgt man die Untersuchungen bis in die 40er Jahre zurück, so sind gerade bei Ascarideneiern große Schwankungen erkennbar. Durch eine generelle Verschlechterung der hygienischen Verhältnisse, durch Düngung der Gemüseanbauflächen mit ungeklärten Abwässern und mangelhafte medizinische Versorgung kam es in manchen Städten und Gemeinden zum Ausbruch von Wurmepidemien und in der Folge zu einem hohen Wurmeigehalt in den Abwässern (REINHOLD 1948; GÄRTNER & MÜTING 1949; HARMSEN 1953). Waren Ende der 40er Jahre während der Wurmepidemien örtlich 90 % der Bevölkerung mit Ascariden infiziert, so lag die Befallsrate in den 70er und 80er Jahren bei Europäern nur noch bei 0.2 bis 0.7 % (PETERS 1971; KIMMIG & MERÖ 1983; FAASCH & MÜLLER 1984). Für den Raum Bielefeld liegen aus dieser Zeit keine Angaben vor. Man kann aber davon ausgehen, daß auch in dieser Region der Parasitierungsgrad nicht wesentlich anders war.

Die in dieser Arbeit durchgeführten Haushaltsabwasseruntersuchungen wiesen einen Gehalt von ca. 1 Ascaridenei pro Liter auf. Da Helminthen dieser Gattung nur in Schweinen und dem Menschen parasitieren, wurde aufgrund der Herkunft des untersuchten Abwassers und nach Kenntnis der koprologischen Befunde in Bielefeld angenommen, daß diese Parasitenstadien auf den Spulwurm des Menschen zurückzuführen waren.

Eier der Magen – Darm – Strongyliden (s.Abb. 5) hatten im Rohabwasser der hier untersuchten Kläranlage einen Anteil von 38.6 % am Gesamteigehalt und wurden mit 9.2 Eiern /l am zweithäufigsten gefunden. Generell werden in der Literatur diese Wurmeier selten mit berücksichtigt, da nach OCKERT (1968) aus epidemiologischen Gesichtspunkten einem solchen Befund keine große Bedeutung beizumessen sei. Die hohen wirtschaftlichen Verluste, die jährlich durch die in Nutztierbeständen weit verbreiteten, meist subklinisch verlau-

fenden Parasitosen entstehen (FORSTNER 1977), erfordern jedoch eine Beachtung dieser Parasitenstadien. Wie in dieser Untersuchung nachgewiesen werden konnte, werden nicht alle dünnschaligen Nematodeneier während des Klärprozesses aus dem Abwasser eliminiert (Tab. 9). Der Ablauf der Reinigungsanlage enthielt im Mittel noch 0.5 Magen – Darm – Strongylideneier pro Liter. Rechnet man diese Menge auf die täglich zu reinigende Abwassermenge um, so ergibt sich daraus eine Vorfluterbelastung von ca. 20 Millionen pro Tag. Das Risiko zur Verbreitung von Infektionen ist somit durchaus gegeben.

Der Großteil der im Bielefelder Abwasser gefundenen dünnschaligen Nematodeneier kann auf Helminthen der Rinder und Schweine zurückgeführt werden, da das Schlachthofabwasser einen hohen Magen – Darm – Strongylideneigehalt aufwies (Tab. 5). Offizielle Angaben über den Wurmbefall des Schlachtviehs bzw. generell landwirtschaftlicher Nutztiere, liegen nach Mitteilung des Veterinäramtes Bielefeld für den ostwestfälischen Raum nicht vor. Die Befallsraten dürften sich aber nicht wesentlich von den in der Literatur angegebenen Werten unterscheiden und demnach als relativ hoch zu bezeichnen sein (DONNERBAUER et al 1975; FIEDLER 1970; HÖRSCHNER et al 1980). Auch bei schwachem Befall, ohne klinische Symptomatik, kann die Zahl der Eier und Larven auf Grund des hohen Fortpflanzungsvermögens dieser Arten sehr hoch sein (ENIGK 1980) und so eine starke Wurmeibelastung der Abwässer verursachen.

Neben den Ascariden und Magen – Darm – Strongyliden befanden sich im Bielefelder Rohabwasser Eier von Humanparasiten und Vermehrungsstadien, bei denen eine Wirtsbestimmung nicht eindeutig geklärt werden konnte. Die Verbreitung im Abwasser war unabhängig vom Einfluß des Schlachthofbetriebes, zeigte weder tageszeitliche Abhängigkeiten noch Unterschiede zwischen den Wochentagen. Eier von *Enterobius vermicularis* (s.Abb. 6), dem Madenwurm des Menschen, waren im Rohabwasser während des Untersuchungszeitraumes relativ gleichmäßig verteilt. *Enterobius spec.* ist ubiquitär verbreitet und kann in den gemäßigten Breiten als der häufigste parasitische Nematode des Menschen gelten (DÖNGES 1980). Die Eier des Madenwurms werden jedoch im Perianalbereich abgesetzt, so daß sie in häuslichen Abwässern in weit geringerer Zahl nachweisbar sind, als bei dem hohen Grad des Befalls der Bevölkerung zu erwarten wäre. In Bielefeld wurden 50 % der

positiven Stuhluntersuchungen auf eine *Enterobius*infektion zurückgeführt (Tab. 1).

Im Rohabwasser wurden weitere acht verschiedene Gattungen bzw. Arten von Helmintheneiern nachgewiesen (Tab. 4), deren Ursprung nicht eindeutig festgestellt werden konnte. Es wurde davon ausgegangen, daß in erster Linie Haustiere als Wirte der identifizierten Helminthen in Frage kommen und diese Stadien über Gehwege und Straßen mit dem Oberflächenwasser in das Abwasser gelangen. Aufgrund der Umfrage bei Laborärzten im Raum Bielefeld wurde jedoch die Möglichkeit einer Kontamination des Abwassers mit selteneren Humanparasiten (z.B. *Hymenolepis nana*, s.Abb. 7) nicht ausgeschlossen.

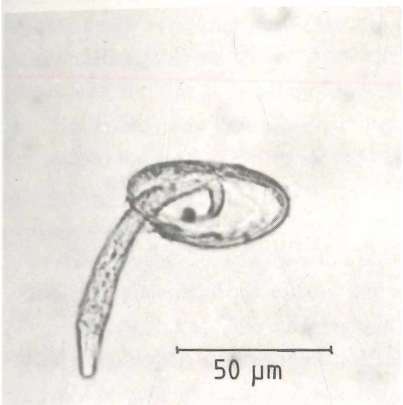


Abb. 6: Ei von *Enterobius vermicularis* mit ausschlüpfender Larve

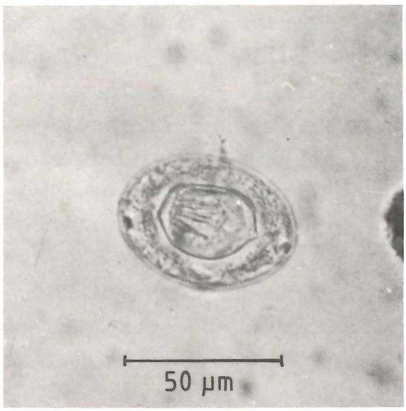


Abb. 7: Ei von *Hymenolepis nana*

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen wurden bei einem Gehalt von etwa 24 Wurmeiern je Liter Rohabwasser und einem täglichen Abwasseraufkommen von ca. 40.000 m^3 mindestens 954 Millionen Eier pro Tag in die Kläranlage eingeschwemmt. Obwohl nur in der älteren Literatur vergleichbar hohe Angaben gemacht werden (ZARTNER 1951; OCKERT 1968), dürften für die meisten größeren Städte mit entsprechenden Voraussetzungen ähnliche Verhältnisse auch heute noch zutreffen. Geringere Eigehalte gehen zum Teil auf Mängel der angewandten Untersuchungstechnik zurück (ENGELBRECHT & ISSERSTEDT 1969; KNAACK & RITSCHEL 1975; Es sollte auch bedacht werden, daß von den in den Kläranlagen ankommen-

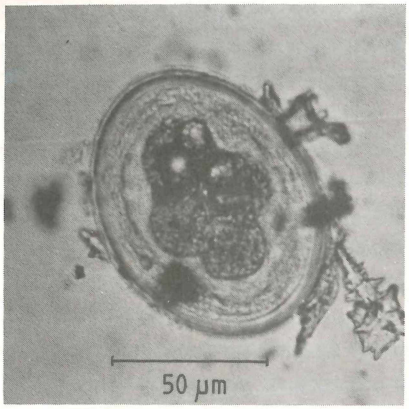
den Abwassermengen aus arbeitstechnischen Gründen immer nur sehr geringe Volumina untersucht werden können. Ein Rückschluß auf die tatsächliche Wurmeierlast muß dies berücksichtigen. Die gewonnenen Daten verdeutlichen aber dennoch die unter heutigen Verhältnissen beachtliche Anzahl an nachweisbaren Parasiteninfektionen, sowohl bei Haustieren als auch beim Menschen. Zur Einschätzung des vom Abwasser ausgehenden Risikos bezüglich der Verbreitung von Parasitosen sollte daher der Tages- bzw. Jahresrhythmus der Wurmeierlast der Kläranlagen bekannt sein.

Im Auslauf der Kläranlage wurden nur Eier derjenigen Helminthen gefunden, die auch im Rohabwasser am häufigsten auftraten (Tab. 9). Es kann somit angenommen werden, daß ca. 97 % der im Rohabwasser vorhandenen Wurmeier während der Passage durch die Kläranlage eliminiert wurden. Die meisten Parasitenstadien werden in den Absetzbecken zurückgehalten, besonders große Eier mit hohem spezifischem Gewicht und geringer Oberfläche. So wurde z.B. nachgewiesen, daß Eier von *Ascaris spec.* mit einer Geschwindigkeit von ca. einem Meter pro Stunde sedimentieren (SCHROEDER 1949; GERMANS 1954). Sie werden somit bei den normalen Absetzzeiten von 1 1/2 bis 2 Stunden größtenteils aus dem Abwasser entfernt. Im geklärten Abwasser der Kläranlage in Bielefeld befanden sich in einigen Proben noch Ascarideneier, die möglicherweise durch die Absorption an langsamer sedimentierenden Schmutzpartikeln über das Absetzbecken und die biologischen Klärstufen in den Auslauf gelangten. Die Sinkgeschwindigkeit der Wurmeier kann auch durch schaumbildende Detergentien und einige Industrieprodukte herabgesetzt sein (SCHUH 1984). Die dünnschaligen Eier der Magen-Darm-Strongyliden und die Eier von *Enterobius vermicularis* sind zwar aufgrund der dünneren Eischalen wesentlich empfindlicher als Ascarideneier. Sie besitzen aber zum Teil ein geringeres spezifisches Gewicht, somit eine geringere Sedimentationsgeschwindigkeit (z.B. *Enterobius spec.* ca. 0.7 m/h) und sind deshalb, falls keine höher konzentrierten, toxisch wirkenden Substanzen im Abwasser vorhanden sind, häufiger im Ablauf der Absetzbecken nachweisbar (OCKERT 1968; ENGELBRECHT & ISSERSTEDT 1970; WILKENS 1981). In der untersuchten Kläranlage betrug die Reinigungsleistung bezüglich der Magen-Darm-Strongylideneier 94,5 %.

Das Abwasser am Einlauf wies im Gegensatz zum geklärten Abwasser acht weitere Parasitenarten auf. Die spezifisch schwereren Eier, wie *Trichuris spec.* (Abb. 4), *Toxascaris spec.* (Abb. 8 a), *Toxocara spec.* (Abb. 8 b),

Ascaridia spec. sind wahrscheinlich in den Absetzbecken zurückgehalten worden. Die Eier geringeren spezifischen Gewichtes und geringerer Sedimentationsgeschwindigkeit wie *Hymenolepis spec., Taenia spec.* (s.Abb. 9 a; 0.05 bis 0.2 m/h), *Passalurus spec.* (s. Abb. 9 b) werden möglicherweise durch ihren großen Reibungswiderstand und hoher Oberflächenspannung vom Schwimmschlamm auf der Wasseroberfläche der Absetzbecken festgehalten. Sie gelangen über die biologischen Stufen in den Auslauf und sind nur aufgrund des geringen Gehaltes im Rohabwasser im Auslauf dann nicht mehr nachweisbar. Generell konnten im geklärten Abwasser an solchen Tagen keine Wurmeier gefunden werden (Tab. 8), an denen am Einlauf im Verhältnis zu den anderen Wochentagen eine geringe Eizahl vorhanden war.

Aus den Untersuchungen des geklärten Abwassers geht hervor, daß eine Verbreitung von Parasitenstadien in die Umwelt auch durch das mechanisch – biologisch gereinigte Abwasser ausgehen kann. Bei der Vorfluterbelastung ist trotz der hohen Eliminationsleistung von ca. 97 %, neben der volumenbezogenen Parasiteneizahl auch die Abwassermenge zu berücksichtigen. Bei einem Wurmeigehalt von 0.7 Eiern pro Liter im Kläranlagenablauf und einer Abwassermenge von ca. 40.000 m^3 pro Tag resultiert somit eine tägliche Vorfluterbelastung von 28 Millionen Wurmeiern. Dies stellt vor allem im Sommer, bei Gewässern mit geringer Wasserführung ein beachtliches Infektionsrisiko, sowohl für Nutztiere als auch für den Menschen (Badebetrieb!), dar. Bei schnell fließenden Gewässern ist das Infektionsrisiko weitaus geringer, als z.B. bei langsam fließenden, verschlammten und / oder verkrauteten Bächen und Flüssen, da die Wurmeier dort genügend Absetzmöglichkeiten finden. Unter epidemiologischen Gesichtspunkten ist die Rolle des geklärten Abwassers bei der Verbreitung der human – und veterinärmedizinisch wichtigen Helminthen jedoch als relativ gering einzuschätzen (OCKERT 1968), da sich viele Infektionskreisläufe nicht wieder schließen können. Für die widerstandsfähigen Spul – und Peitschenwurmeier ist unter geeigneten Voraussetzungen grundsätzlich die Möglichkeit einer erfolgreichen Übertragung auch nach längerer Zeit gegeben. Im Vorfluter oder auf Überschwemmungsgebieten haben die Eier dieser Parasiten jedoch wenig Aussicht, wieder in die betreffenden Endwirte zu gelangen, da z.B. Hunde und Katzen keine Pflanzenfresser sind und Schweine in der Regel nur noch in Stallhaltung anzutreffen sind. Für die Verbreitung der Eier von *Enterobius spec.*, die



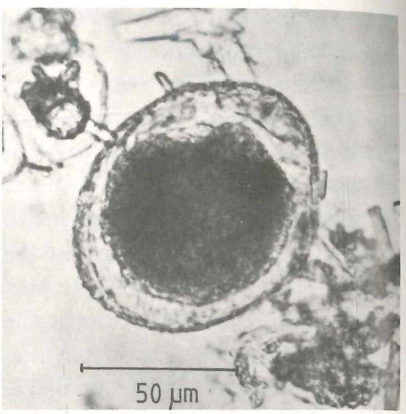
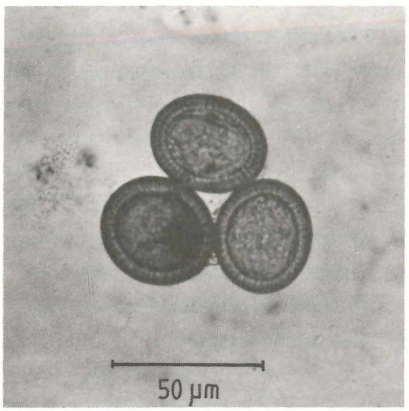


Abb. 8 a und b: Eier von *Toxascaris spec.* (links) und *Toxocara spec.* (rechts)



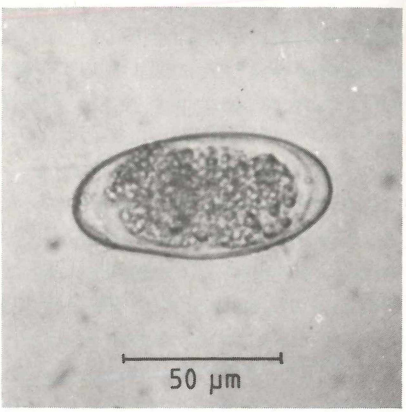


Abb. 9 a und b: Eier von *Taenia spec.* (links) und *Passalurus spec.* (rechts)

im Wasser verhältnismäßig rasch, spätestens nach 1 bis 2 Tagen, zugrunde gehen, spielt der Abwasserweg keine Rolle (SCHROEDER 1949). Im geklärten Abwasser der Anlage in Bielefeld konnte nur 1 *Enterobius*ei gefunden werden.

Aufgrund der geringen Sedimentationsleistung können *Taenia*eier im Ablauf von Kläranlagen sehr häufig auftreten (WILKENS 1981; RUF 1984). Sie bilden auch nach längerem Aufenthalt in geklärtem Abwasser (PRIESTER et al 1975), besonders aber auf überschwemmten Weideflächen an Futterpflan-

zen eine Invasionsgefahr für Rinder. In Hochwassergebieten abwasserbelasteter Flüsse ist eine deutliche Zunahme der Rindercysticercose zu beobachten (LIEBMANN 1964). Ebenso ist die Gefahr der percutanen Infektion mit Strongylidenlarven in solchen Gebieten besonders groß (OCKERT 1968).
Beim Kontakt mit wurmeihaltigem Wasser dürfte, im Gegensatz zu larvenhaltigem Wasser, von einigen Arten kaum eine unmittelbare Invasionsgefahr ausgehen. Dagegen sprechen die langen Entwicklungszeiten mancher Eiarten. So benötigen Ascarideneier z.B. bei 18 bis 20 °C ca. 35 Tage (DÖNGES 1980) bis zur Invasionsreife. *Taenia*eier benötigen dagegen nur 4 Tage. Durch die landwirtschaftliche Verwertung von Abwässern und Vorfluterwasser, gelangen die zooparasitären Stadien in den Bereich der Nahrungs- und Futterpflanzen, wo sie günstige Entwicklungsmöglichkeiten finden und unter Umständen jahrelang invasionstüchtig bleiben. Besonders die Verbreitung der Rindercysticercose stellt hier ein hygienisches Problem dar, das den unmittelbaren Zusammenhang zwischen dem Stand der Abwasserreinigung eines Gebietes und der parasitären Durchseuchung eindrucksvoll demonstriert. Je besser und vollständiger die Fäkalien beseitigt und die Abwässer durch Hauptsammler zusammengefaßt und gereinigt werden, auch diejenigen von landwirtschaftlichen Betrieben, Streusiedlungen etc., desto geringer ist die Rinderverfinnung in den betreffenden Bereichen (LIEBMANN 1970; HIEPE & BUCHWALDER 1978; KOZAKIEWICZ 1979).
Allgemeingültige Regeln über die Vernichtung von Wurmeiern bei der Abwasserreinigung lassen sich bei der Vielzahl der heute arbeitenden Systeme nicht aufstellen. Auch die Abwasserzusammensetzung ist regional sehr unterschiedlich. Nicht zuletzt spielen der Belastungsgrad der Anlage sowie die momentanen Durchflußzeiten eine entscheidende Rolle. Ein guter Abbau angreifbarer organischer Substanzen bedeutet jedoch nicht zwangsläufig eine hohe Vernichtungsrate für Wurmeier (FORSTNER 1971). Daher ist eine regelmäßige Untersuchung der Parasitenfracht des Abwassers sicherlich sinnvoll, scheiterte bis jetzt meist an der aufwendigen Untersuchungstechnik. KNAACK & RITSCHEL (1975) beschrieben eine Methode, wie man aufwendige helminthologische Untersuchungen durch Messung der absetzbaren Stoffe ersetzen kann. Es ergaben sich signifikante Zusammenhänge zwischen der Anzahl an Wurmeiern und dem Schlammgehalt im Ablauf der Reinigungsanlagen. Generell wurden bei weniger als 0.2 ml absetzbarer Stoffe pro Liter keine, bzw. nur ganz selten Wurmeier aus dem Abwasser isoliert,

während mit zunehmendem Sedimentanteil auch die Anzahl der Parasitenstadien anstieg. In den Normalanforderungen für Abwasserreinigungsverfahren wurden die wasserwirtschaftlichen Grenzwerte der absetzbaren Stoffe für den Ablauf natürlicher und künstlicher biologischer Anlagen auf 0.3 ml /l festgelegt (IMHOFF 1972). Wünschenswert wäre eine Herabsetzung des Grenzwertes auf 0.2 bis 0.1 ml /l, der bei richtiger Wartung einer Kläranlage, d.h. Einhaltung der Mindestaufenthaltszeit in der mechanischen Vorreinigung und in den Nachklärbecken, auch eingehalten werden könnte.
Im Interesse des Gewässerschutzes und der Gesundheit von Mensch und Tier, sollte der Abwasserreinigung größere Aufmerksamkeit entgegengebracht werden, um eine Verbreitung der epidemiologisch wichtigen Parasitenstadien in der Umwelt über das geklärte Abwasser zu vermeiden.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Abwässer unterschiedlicher Herkunft – ungeklärtes und geklärtes Abwasser einer mechanisch-biologischen Kläranlage, Abwasser eines Schlachthofes und Abwasser eines Kanalisationsabschnittes, der nur Haushaltsabwässer führt – auf Wurmeier untersucht. Hierzu wurden entsprechende Probestellen im Stadtgebiet von Bielefeld ausgewählt.
Hintergrund der Untersuchung war die Aufklärung über Anzahl, Art und Herkunft von Wurmeiern in Abwassersystemen, sowie die Erfassung möglicher Fluktuationen im Eigehalt bezüglich der Tageszeit und den Wochentagen.
Die Aufarbeitung der Proben erfolgte nach einem modifizierten Flotationsverfahren (n. SIEVERS-PREKEHR 1973; WILKENS 1981, verändert).

Das Rohabwasser am Einlauf der Kläranlage enthielt im Mittel 24 Wurmeier pro Liter. Die höchsten Anteile am Gesamteigehalt hatten mit 42.2 % Eier der Gattung *Ascaris* und mit 38.6 % Stadien der Magen-Darm-Strongyliden. Für weitere Wurmeiarten ergaben sich folgende durchschnittliche Anteile: *Enterobius vermicularis* 8.6 %, *Trichuris spec.* 3.8 %, *Hymenolepis nana* 1.9 %, *Taenia spec.* 1.6 %, *Toxascaris spec.* und *Toxocara spec.* je 1.1 %, *Hymenolepis diminuta* 0.7 %, *Passalurus spec.* und *Ascaridia spec.* je 0.2 %. Bezogen auf die täglich anfallende Rohabwassermenge errechnete

sich eine mittlere Eilast von 954 Millionen pro Tag.
Unter Einbeziehung der Untersuchungsergebnisse des Schlachthof- und Haushaltsabwassers sowie der Ergebnisse der koprologischen Befunde von Ärzten im Raume Bielefeld, wurden die möglichen Verursacher bzw. die Herkunft der Parasitenstadien im Abwasser diskutiert.
Im mechanisch-biologisch-gereinigtem Abwasser am Auslauf der Kläranlage befanden sich im Liter durchschnittlich noch 0.7 Wurmeier, von denen 72.9 % den Eiern der Magen-Darm-Strongyliden, 22.0 % den Ascariden und 5.1 % den *Enterobius*eiern zuzuordnen waren. Eine Gegenüberstellung der mittleren Eizahlen des ungereinigten und des gereinigten Abwassers ließ auf eine Reinigungsleistung bezüglich der Wurmeier von 97 % schließen. Die tägliche Vorfluterbelastung belief sich somit auf 28 Millionen Wurmeier.
Unter Hinweis auf die hohe Widerstandsfähigkeit und lange Lebensdauer einiger Parasitenstadien im Außenmilieu (Wasser, Boden, Vegetation), wurden die vom Abwasser ausgehenden Infektionsgefahren eingeschätzt.

7. Literaturverzeichnis

ANONYMUS (1985): Statistisches Jahrbuch der Stadt Bielefeld 1985, 35. Jahrgang, Hrsg. Stadt Bielefeld – Statistisches Amt

BECKER, A. und KLEYMANN, B. (1985): Koproskopische Untersuchungen zur Verbreitung von Magen-Darm-Parasiten an einer Pferdepolupation in Ostwestfalen-Lippe – Staatsexamensarbeit, Universität Bielefeld

DÖNGES, J. (1980): Parasitologie Verlag Thieme, Stuttgart

DONNERBAUER, H. J., HOFFMANN, H. und HORNER M. (1975): Die Verbreitung von Magen-Darmwürmern bei Schweinen in klinisch gesunden Beständen und in Problembetrieben – Berl. Münch. tierärztl. Ws., 88: 393-396

ELBERTZ, M. (1987): Verbreitungsmuster von Parasitenstadien in Abwassersystemen, dargestellt am Beispiel Bielefeld – Diplomarbeit Universität Bielefeld

ENGELBRECHT, H. (1969): Beiträge zur Untersuchung von Abwasser, Boden und Vegetabilien auf parasitäre Infektionsstadien; I. Ein leistungsfähiges Sedimentationsgefäß zu Anreicherung von Eiern medizinisch

wichtiger Helminthenarten aus dem Abwasser – Z. Wasser–Abwasser–Forschg., 2: 62–63

ENGELBRECHT, H. und ISSERSTEDT, K. (1970): Beiträge zur Untersuchung von Abwasser, Boden und Vegetabilien auf parasitäre Infektionsstadien; V. Der Wert von Nachweisverfahren mit hoher diagnostischer Sicherheit für die hygienische Bewertung des geklärten Abwassers – Z. ges. Hyg., 16: 54–58

ENIGK, K. (1980): Vernichtung parasitärer Entwicklungsformen in Flüssigmist – Berl. Münch. tierärztl. Ws., 94: 379–384

FAASCH, H. und MÜLLER, H. E. (1984): Helminthologische Untersuchungen des Abwassers und der Bevölkerung von Braunschweig – Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Org. B., 179: 274–279

FIEDLER, H. (1970): Zur Verbreitung des Wurmbefalls bei Schweinen im westfälischen Raum unter besonderer Berücksichtigung der Magen–Darm–Strongyliden – Berl. Münch. tierärztl. Ws., 20: 398–401

FORSTNER, M. J. (1960): Parasitologische Untersuchungen an der Kläranlage Mindelheim zur Beurteilung des Wurmbefalls von Weiderindern des Abwasserverregnungsgebietes – Berl. Münch. tierärztl. Ws., 73: 161–164

FORSTNER, M. J. (1971): Die Feststellung der Ansteckungsfähigkeit von Wurmeiern in Abwasserkläranlagen mit Hilfe morphologischer Kriterien und des Tierversuchs. Möglichkeiten der Standardisierung der Methoden – Münchner Beiträge zur Abwasser–, Fischerei– und Flußbiologie, 2. Auflage, 19: 114–128, Verlag R. Oldenbourg, München

FORSTNER, M. J. (1973): Parasitologische Probleme bei der Beseitigung von Abwasser, Abwasserschlämmen und Abfällen landwirtschaftlicher Nutztiere – Tierärztl. Praxis, 1: 119–126

FORSTNER, M. J. (1977): Die Verbreitung parasitärer Vermehrungsstadien aus landwirtschaftlichen Nutztieren durch Stallabgänge, Abwasser und Abwasserschlämme sowie Möglichkeiten zu ihrer Vernichtung – Übersichtsreferat – Berl. Münch. tierärztl. Ws., 90: 37–42

GÄRTNER, H. und MÜTING, L. (1949): Beitrag zur Verbreitung der Wurmkrankheiten – Dt. med. Ws., 74: 881–883

GERMANS, W. (1954): Laboratoriumsuntersuchungen über die Resistenz der Eier des menschlichen Spulwurms *Ascaris lumbricoides* – Z. Parasitenk., 16: 93–110

HARMSEN, H. (1953): Fäkale Gemüsekopfdüngung als gesundheitliche Gefahr der Verwurmung, der Ausbreitung gefährlicher Darmkrankheitserreger und der Verbreitung der Erregung der Kinderlähmung und epidemischen Hepatitis – Münch. med. Ws., 95: 1301–1305

HIEPE, TH. und BUCHWALDER, R. (1978): Experimentelle Untersuchungen zur Epidemiologie, Pathogenese und Intravitaldiagnostik der Rinderzystizerkose – Parasit. Hung., 11: 57–62

HÖRSCHNER, F., GRELCK, H., UNTERHOLZNER, J., HEIDORN, K. P., und TUNGER G. (1980): Helminthosen im Schweinebetrieb – Berl. Münch. tierärztl. Ws., 93: 370–373

IMHOFF, K. R. (1972): Taschenbuch der Stadtentwässerung – 23. Auflage, Verlag R. Oldenbourg, München

KIMMIG, P. und MERÖ, E. (1983): Parasitologische Stuhluntersuchungen bei Asylbewerbern und deutschen Staatsangehörigen – Statistische Übersicht. Infektionsweg, Epidemiologie, Pathologie und Therapie der Darmparasitosen – Öff. Gesundh.–Wesen, 45: 233–243

KNAACK, J. und RITSCHEL, H. (1975): Zur Eliminierung von exogenen Helminthenstadien aus dem kommunalen Abwasser durch verschiedene Abwasserreinigungsverfahren – Z. ges. Hyg., 21: 746–750

KOZAKIEWICZ, B. (1979): The occurence of bovine *Taenia saginata* against aspects of anthropopressure – Medycyna Wet., 35: 705–709

LEHMANN, O. J. M. (1954): Der Gehalt des Memminger Abwassers an Eiern von Zooparasiten und deren Verhalten während des Klärprozesses – Vet. med. Diss. München

LIEBMANN, H. (1964): Übertragung von Parasiten durch Wasser und Abwasser – Z. Parasitenk., 25: 7

LIEBMANN, H. (1970): Neue Erfahrungen bei der Beseitigung und Reinigung von Schlachthofabwässern – Münchner Beiträge zur Abwasser–, Fischerei– und Flußbiologie, 2. Auflage, 8: 45–58, Verlag R. Oldenbourg, München

OCKERT, G. (1968): Einige Ergebnisse parasitologischer Abwasseruntersuchungen – Z. ges. Hyg., 14: 689–696

OWEN, P. H. (1979): A survey of human parasite egg concentration in the West Berlin sewage system – Diplomarbeit, FU Berlin

PÄTAU, K. (1943): Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen (Eine neue t – Tafel) – Biol. Zbl., 63: 152–168

PETERS, H. (1971): Befallshäufigkeit mit intestinal-pathogenen Würmern bei Einheimischen und Gastarbeitern – Münch. med. Ws., 113: 425–431

PIEKARSKI, G. (1986): Medizinische Parasitologie in Tafeln – 3. Auflage, Verlag Springer Berlin, Heidelberg, New York

PRIESTER, H., GOSCH, A., FUNK, W. und DÜWEL, D. (1975): Untersuchungen über die Infektiosität von Wurmeiern in einer Kläranlage – gwf–wasser/abwasser, 116: 144–146

REINHOLD, F. (1948): Untersuchungen zur Spulwurmplage in Darmstadt – Gesundh.–Ing., 69: 85–86

ROSENBERG, U. (1970): Ascarideneier in Abwässern – Arch. Hyg., 154: 122–127

RUF, M. (1984): Verminderung der Wurmparasitenkeime bei der Abwasserreinigung – Münchener Beiträge zur Abwasser–, Fischerei– und Flußbiologie, Bd. 38, Verlag R. Oldenbourg, München

SCHROEDER, H. (1949): Zur Frage der Wurmeier im Abwasser Berlins – Gesundh.–Ing., 70: 410–416

SCHUH, R. (1984): Untersuchungen über das Vorkommen von Parasiteneiern im Klärschlamm von Abwasserreinigungsanlagen in Baden–Württemberg sowie über den Einfluß von Kalk auf Eier von *Ascaris suum* – Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Stuttgart

SLOSS, M. W. (1970): Veterinary clinical parasitology – The Iowa State University Press, Ames, 4 th Edition

SIEVERS–PREKEHR, G. H. C. (1973): Methode zur Gewinnung von III. Strongylidenlarven aus dem Weidegras – Vet. med. Diss. Hannover

SPENCER, F. M. and MONROE, L. S. (1961): The color atlas of intestinal parasites – Chas. C. Thomas, Springfield, Illinois 1 st ed.

THIENPONT, D., ROCHETTE, F. and VANPARIJS, O. F. J. (1979): Diagnose von Helminthosen durch koproskopische Untersuchung – Janssen Research Foundation Beerse Belgium

WILKENS, S. (1981): Untersuchungen über die Ansteckungsfähigkeit von Rindern mit *Taenia saginata* und *Sarcocystis spp.* auf Abwasserverregnungsflächen und über das Absetzverhalten von Helmintheneiern in vitro – Vet. med. Diss. Hannover

ZARTNER, H. (1951): Untersuchungen über die Anzahl und den Verbleib von Eiern des Spulwurms *Ascaris lumbricoides* in der Münchener Kläranlage – Vet. med. Diss. München

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 29

Autor(en)/Author(s): Elbertz Marlis, Mannesmann Rolf

Artikel/Article: Qualitative und quantitative Verteilungsmuster von human— und veterinärmedizinisch interessanten Parasiten in Abwassersystemen 23-54