

# OBERFLÄCHENGEWÄSSER IN FRANKFURT AM MAIN

HYGIENISCHE QUALITÄT  
1987 - 2008



# **OBERFLÄCHENGEWÄSSER IN FRANKFURT AM MAIN**

## **HYGIENISCHE QUALITÄT 1987 - 2008**

Amt für Gesundheit  
Abteilung Medizinische Dienste und Hygiene  
- Umwelthygiene -  
Bearbeiter: Dipl. Ing. E. Götz und Dipl. Ing. W. Hentschel  
Breite Gasse 28  
60313 Frankfurt am Main

Frankfurt am Main, im Februar 2009

Layout der Titelseite:  
Heike Märtens

Danksagung:

Hiermit bedanken wir uns bei Allen, die zu dem Gelingen dieses Bandes beigetragen haben, dem Umweltlabor der Stadt Frankfurt am Main für die Analyse der Pestizide und der physikalisch-chemischen Parameter, den beauftragten Labors SGS Institut Fresenius, der Agrolab-Labor GmbH und der Hessenwasser GmbH für die mikrobiologischen Untersuchungen, dem Stadtvermessungsamt für die Erstellung der Karte und nicht zuletzt den Mitarbeitern unserer Abteilung, die die Probenahmen und Messungen vor Ort durchgeführt haben.

Bild auf der Titelseite mit freundlicher Genehmigung © PIA Stadt Frankfurt am Main



Liebe Bürgerinnen und Bürger,

unsere Umwelt beeinflusst die Gesundheit der Menschen. Der umweltbezogene Gesundheitsschutz, die Umwelthygiene ist eine wichtige Aufgabe des öffentlichen Gesundheitsdienstes. Die Gesundheitsämter haben die Pflicht, den Gesundheitszustand der Bevölkerung in ihrem Zuständigkeitsbereich zu beobachten, mögliche Einflussfaktoren festzustellen und ggf. Anregungen zur Verbesserung zu geben. Vor diesem Hintergrund führt das Amt viele Untersuchungen durch oder bewertet Untersuchungsergebnisse anderer Institutionen aus gesundheitlicher Sicht. Die Ergebnisse legen wir der Öffentlichkeit im Rahmen unserer umweltbezogenen Gesundheitsberichterstattung vor.



In diesem Zusammenhang freue ich mich, Ihnen einen weiteren Bericht vorlegen zu können, den Bericht über die **Hygienische Qualität der Frankfurter Oberflächengewässer 1987-2008**. Nach den früheren Berichten zu diesem Thema aus den Jahren 1990, 1996 und 2002 stellen wir in dem vorliegenden Bericht den weiteren Entwicklungstrend und die aktuellen Werte der Oberflächengewässer-Untersuchungen in Frankfurt bis Ende 2008 vor. Aber auch die neuere Literatur zu möglichen Gesundheitsrisiken durch die Nutzung der Oberflächengewässer wird zusammengefasst dargelegt.

Während die biologische Güte der Oberflächengewässer in den letzten Jahren in Deutschland insgesamt deutlich besser wurde, hat sich die hygienische Güte der Gewässer in den letzten 20 Jahren nur wenig geändert. D.h. nach den heute geltenden Kriterien muss die Nutzung der Gewässer z.B. zur Bewässerung von Obst- und Gemüsekulturen oder aber auch zum Schwimmen kritisch gesehen werden. Nicht nur, weil Grenz- oder Leitwerte der Keimbelastung überschritten werden, sondern insbesondere auch, weil neuere Literatur zeigt, dass beispielsweise Schwimmen in ähnlich belasteten Oberflächengewässern zu schweren Erkrankungen bis hin zu tödlichen Infektionen führen kann.

Das soll Sie aber nicht davon abhalten, an den Ufern unserer Bäche und Flüsse spazieren zu gehen, Sport zu treiben und die Landschaft zu genießen – dies ist Gesundheitsförderung im besten Sinne.

Den Mitarbeitern, die an der Erstellung dieses Berichts mitgewirkt haben, möchte ich an dieser Stelle herzlich danken. Ihnen, den Lesern wünsche ich eine interessante Lektüre.

A handwritten signature in black ink that reads "Sonja Stark". The script is cursive and fluid.

Dr. Sonja Stark  
Leiterin des Amtes für Gesundheit



## INHALT

<b>Weshalb untersuchen wir Frankfurter Oberflächengewässer?</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Fachliche Grundlagen</b> .....	<b>1</b>
Hygienische Gewässergüte .....	1
Nutzung von Oberflächengewässern als Bewässerungswasser / Beregnungswasser .....	2
Baden in Oberflächengewässern – Sonderfall Triathlon-Wettkämpfe .....	4
Pathogene Mikroorganismen in Oberflächengewässern .....	7
Pflanzenschutzmittel (PSM), sonstige organische Stoffe, Schwermetalle und Arzneimittel.....	9
<b>2. Rechtliche Grundlagen</b> .....	<b>11</b>
Infektionsschutzgesetz IfSG (48) .....	11
Hessisches Gesetz über den öffentlichen Gesundheitsdienst (HGöGD) (50).....	11
<b>3. Untersuchungsmethoden - Analytik</b> .....	<b>12</b>
Gewässer, Probenahmestellen und -häufigkeit, Karte.....	12
Untersuchungsparameter und Methoden .....	14
Datenbearbeitung.....	15
<b>4. Ergebnisse und Diskussion</b> .....	<b>16</b>
Gütesituation der Frankfurter Oberflächengewässer .....	16
Hygienische Güte / Bewässerung in Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau sowie von Park- und Sportanlagen .....	21
Baden in Main und Nidda?.....	24
Pflanzenschutzmittel .....	27
Sonderuntersuchungen .....	29
Parasiten.....	29
Baden im Main – Triathlon im Osthafenbecken?.....	33
N-Nitrosomorpholin (NMOR) .....	37
Perfluorierte Verbindungen (PFC) .....	37
Tolyfluanid, Dimethylsulfamid (DMS), Chloridazon .....	38
<b>5. Ergebnisse zu den einzelnen Oberflächengewässern</b> .....	<b>39</b>
Main.....	39
Nidda .....	42
Erlenbach .....	45
Eschbach.....	48
Sulzbach.....	51
Urselbach .....	53
Westerbach .....	56
Liederbach.....	58
Königsbach.....	60
Kalbach .....	62
Rebstockweiher.....	64
<b>6. Verzeichnis der Tabellen</b> .....	<b>66</b>
<b>7. Verzeichnis der Abbildungen</b> .....	<b>67</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>68</b>
<b>9. Gütezahlen, Bewässerung-Eignungsklassen, Messwerte im Detail</b> .....	<b>72</b>



## Weshalb untersuchen wir Frankfurter Oberflächengewässer?

Die Eigenschaften eines Gewässers lassen sich je nach Fragestellung nach unterschiedlichen Kriterien messen und einstufen. Die steigende anthropogene Belastung der Oberflächengewässer wurde im Rahmen der Gewässergütekartierung seit 1975 von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) regelmäßig publiziert (1). Dass sich die Verschmutzung nicht nur auf die großen Vorfluter beschränkte, sondern in zunehmendem Maße auch kleinere Fließgewässer und Bäche von Verunreinigungen betroffen waren, zeigte sich an der schlechten Wasserqualität der Unterläufe einiger Taunusbäche.

Die Güte eines Gewässers ist bestimmend für die Nutzungsmöglichkeiten durch den Menschen. Zu Beginn der 1980er Jahre führte das Stadtgesundheitsamt Frankfurt anlassbezogene Untersuchungen zur Frage der hygienischen Eignung einzelner Gewässer für die **Bewässerung** von Kleingartenanlagen durch. Vor dem Hintergrund des Risikos für die menschliche Gesundheit beim Verzehr von möglicherweise kontaminiertem Obst und Gemüse untersuchte das Stadtgesundheitsamt die Frankfurter Oberflächengewässer dann seit 1987 regelmäßig. Neben der Beurteilung der hygienischen Qualität zur Bewässerung von Kleingartenanlagen, Sport- und Tennisplätzen sowie zum Zweck der landwirtschaftlichen Ertragssteigerung wurde Anfang der 1990er Jahre die Eignung von Main und Nidda für wassersportliche Aktivitäten bis hin zur Nutzung zum **Baden** diskutiert. In den letzten Jahren stellte sich die Frage nach der hygienischen Eignung des Mains als Badegewässer im Rahmen der Durchführung großer sportlicher Ereignisse mit mehr als zweitausend Beteiligten (z.B. Triathlon). Darüberhinaus ist das Konzept des **Grundwasserschutzes** bei der Infiltration von Oberflächenwasser zu nennen, das zum Beispiel im Rahmen der natürlich vorkommenden Uferfiltration (Infiltration von Oberflächenwasser in den Grundwasserraum) oder bei künstlicher Infiltration zur Regulierung der Grundwasserpegel zu berücksichtigen ist.

Der vorliegende 4. Bericht zur hygienischen Qualität der Frankfurter Oberflächengewässer dokumentiert die Kontinuität der hygienischen Beurteilung dieser Gewässer vor dem Hintergrund des gesetzlichen Wandels über einen Zeitraum von inzwischen 20 Jahren.

## 1. Fachliche Grundlagen

### Hygienische Gewässergüte

Insgesamt sind die Probenahmetechniken und die hygienische Bewertung von Gewässern in Deutschland bislang nicht vereinheitlicht. Die starke Schwankungsbreite der Konzentration der Mikroorganismen in den Gewässern während verschiedener Wasserführungen und Jahreszeiten ist schwierig zu erfassen. Aus finanziellen Gründen können nicht alle infrage kommenden Krankheitserreger untersucht werden und eine den Abflussverhältnissen proportionale und kontinuierliche Probenahme ist nicht möglich.

Bezüglich der nachzuweisenden Keime wird, wie bei den Standardmethoden der Trink- und Badewasserhygiene auch, der Nachweis von Indikatorkeimen durchgeführt sowie die "Keimzahl", d.h. die bei 20°C oder 36°C auf Standardnährböden anzüchtbaren Keime, ermittelt. Die mit der "Keimzahl" nachgewiesenen Größen spiegeln aber nur einen sehr kleinen Teil der wirklich vorhandenen bakteriellen Besiedlung des Gewässers wieder und dürfen in ihrer Aussagekraft bezüglich der hygienischen Gewässergüte nicht überbewertet werden. Pathogene Spezies werden mit Ausnahme von Salmonellen und VTEC (auch EHEC: Verotoxinbildende E. coli) meist nur aus gegebenem Anlass in Einzelfäl-

len untersucht. Anstelle einer kontinuierlichen Beprobung werden in der Regel nur verhältnismäßig wenige Stichproben pro Jahr erfasst. Solche diskontinuierlichen Probenahmen vermitteln jedoch nur dann ein den tatsächlichen Güteverhältnissen nahekommendes Bild, wenn die Proben in allen Jahreszeiten möglichst häufig und über einen großen Zeitraum hinweg an den immer gleichen Stellen zu definierten Zeiten entnommen und beurteilt werden können.

Unsere Auswertungen zur hygienischen Gewässergüte bis 1995 basieren auf dem Bewertungsschema nach Wachs (2). Hier werden die fäkalcoliformen Keime als Coli-Titer angegeben, der die kleinste in ml ausgedrückte Wassermenge, in der E.coli noch nachweisbar ist, darstellt. Seit 1996 wird die hygienische Gewässergüte gemäß POPP (3) ermittelt, der eine 7-stufige hygienische Bewertung auf der Basis der Beurteilung der Konzentrationen der gesamtcoliformen Keime und der fäkalcoliformen Keime beschreibt, die sich an die Gütebegriffe der biologischen Güte nach Saprobienindex anlehnt (Tab.1) (3). Aus der Beurteilung der Anzahl der fäkalcoliformen Keime und der gesamtcoliformen Keime kann ermittelt werden, ob eine bestimmte Art der menschlichen Gewässernutzung möglich ist.

**Tabelle 1: Hygienische Bewertung nach Wachs / POPP für fäkalcoliforme Keime und allgemeine Keimzahlen bei 20 und 36 °C**

Beschreibung	Gütezah STGA	E.coli-Titer STGA n. Wachs bis 1995	Bewertung nach POPP ab 1996	
			Fäkalcoliforme Keime [KBE/100 ml]	Koloniezah Median [KBE/ml]
unbelastet	1	1000	< 1	< <b>200</b>
gering belastet	2	100	1-10	[50-100]
mäßig belastet	3	10	11-100	> <b>200-5.000</b>
kritisch belastet	4	1	101-1000	[>1.000-30.000]
stark verschmutzt	5	0,1	1.001-10.000	> <b>5.000-200.000</b>
sehr stark versch.	6	0,01	10.001-100.000	[>30.000-200.000]
übermäßig	7	<0,001	> 100.000	> <b>200.000</b>

STGA: Stadtgesundheitsamt

## Nutzung von Oberflächengewässern als Bewässerungswasser / Beregnungswasser

Nach DIN 19650 „Hygienisch-mikrobiologische Klassifizierung von Bewässerungswasser“ (Tab. 2) (4) ist eine Bewässerung so durchzuführen, dass eine Gefährdung

- der Gesundheit von Mensch und Tier
- der mit dem Bewässerungswasser in Kontakt gekommenen Ernteprodukte
- des Grundwassers, besonders in Trinkwasserschutzgebieten

ausgeschlossen wird.

In der DIN werden für Fäkalstreptokokken, E.coli und Salmonellen erstmals maximale Keimkonzentrationen in Abhängigkeit des zu beregnenden Gutes festgelegt. Nach Anwendungszweck ist die hygienische Unbedenklichkeit der Oberflächenwässer und der unterschiedlich gereinigten Abwässer nachzuweisen. Insbesondere bei der Planung können die im Rahmen von Oberflächenwasserüberwachungen vorliegenden Analysen mit einbezogen werden.

Zur Epidemiologie von lebensmittelbedingten Infektionen, die möglicherweise durch Kontamination des Beregnungswassers verursacht werden, wurden in den USA zwischen 1993 und 1997 insgesamt

2751 Ausbrüche registriert mit 86 058 Infizierten. Die genauere Analyse zeigte, dass 2,4 % (1,4-3,0%) der Ausbrüche und 14,4 % der Infektionen (6-24% in den unterschiedlichen Jahren) durch Obst und Gemüse verursacht und weitere 3,5 % der Ausbrüche sowie 5,3 % der Fälle mit dem Genuß von Salat in Verbindung gebracht wurden (5). Die Tendenz ist steigend. So wurden in den darauffolgenden 5 Jahren, d.h. von 1998 bis 2002, in den USA 6647 lebensmittelbedingte Ausbrüche mit 128907 Infizierten registriert, wobei 3,4-4,6 % der Ausbrüche und 6,9-10,1 % der Infektionen durch Obst und Gemüse verursacht waren (6). Es kann angenommen werden, dass diese Infektionen in einem nicht unerheblichen Anteil durch kontaminierte Roh-Lebensmittel hervorgerufen wurden (ein weiterer Teil der Lebensmittel/Speisen könnte während der Verarbeitungsschritte kontaminiert worden sein).

**Tabelle 2: DIN 19650 Hygienisch-mikrobiologische Klassifizierung von Bewässerungswasser (4)**

Eignungs-Klasse	Anwendung	Fäkal-Streptokokken-Koloniezahl/ 100 ml (nach TrinkwV [51] bzw. Badegewässerrichtlinie <sup>1</sup> )	E. coli-Koloniezahl/ 100 ml(nach TrinkwV [51] bzw. Badegewässerrichtlinie <sup>1</sup> )	Salmonellen/ 1000 ml (nach DIN 38414-13)	Potentiell infektiöse Stadien von Mensch- und Haustierparasiten <sup>2)</sup> in 1000 ml
1 (Trinkwas.)	- alle Gewächshaus- und Freilandkulturen ohne Einschränkung	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
2 <sup>3)</sup>	- Freiland- und Gewächshauskulturen für den Rohverzehr - Schulsportplätze, öffentliche Parkanlagen	< 100 <sup>4)</sup>	< 200 <sup>4)</sup>	Nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
3 <sup>3)</sup>	- nicht zum Verzehr bestimmte Gewächshauskulturen - Freilandkulturen für den Rohverzehr bis Fruchtansatz bzw. Gemüse bis 2 Wochen vor der Ernte - Obst und Gemüse zur Konservierung - Grünland bzw. Grünfütterpflanzen bis 2 Wochen vor dem Schnitt oder der Beweidung - alle anderen Freilandkulturen ohne Einschränkung - sonstige Sportplätze <sup>5)</sup>	< 400	< 2000	Nicht nachweisbar	nicht nachweisbar
4 <sup>3,5)</sup>	- Wein- und Obstkulturen zum Frostschutz - Forstkulturen, Polterplätze und Feuchtbiotop - Zuckerrüben, Stärkekartoffeln, Ölfrüchte und Nichtnahrungspflanzen zur industriellen Verarbeitung und Saatgut bis 2 Wochen vor der Ernte - Getreide bis zur Milchreife (nicht zum Rohverzehr) - Futter zur Konservierung bis 2 Wochen vor der Ernte	Abwasser, das mindestens eine biologische Reinigungsstufe durchlaufen hat			-für Darm-Nematoden keine Standardempfehlung möglich -Für Stadien von Taenia: nicht nachweisbar

- 1) Mikrobiologische Untersuchungen nach den für Badegewässer üblichen Verfahren; z. B. [9]
- 2) Soweit dies für die Sicherung der Gesundheit von Mensch und Tier erforderlich ist, kann eine Untersuchung des vorgesehenen Bewässerungswassers auf Darm-Nematoden (Ascaris- und Trichuris-Arten sowie Hakenwürmer) und/oder Bandwurm-Lebensstadien (insbesondere Taenia) nach WHO-Empfehlung [1] angeordnet werden.
- 3) Wenn durch das Bewässerungsverfahren eine Benetzung der zum Verzehr geeigneten Teile der Ernteprodukte ausgeschlossen ist, entfällt eine Einschränkung nach hygienisch-mikrobiologischen Eignungsklassen.
- 4) Richtwert, der analog der TrinkwV § 2 Abs. 3 [3] so weit unterschritten werden sollte, wie dies nach dem Stand der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalles möglich ist". Zur Verbesserung der Wasserqualität siehe 5.4.
- 5) Bei der Beregnung muss durch Schutzmaßnahmen sichergestellt werden, dass Personal und Öffentlichkeit keinen Schaden nehmen.

Eine mögliche Belastungsquelle roher Lebensmittel ist verunreinigtes Bewässerungswasser. Umfangreiche Tests in den USA und Zentralamerika zeigten, dass 28 % der untersuchten Wasserproben mit Mikrosporidien, 60 % mit Giardia lamblia-Zysten und 36 % mit Oozysten von Crytosporidien verunreinigt waren (7). In entsprechenden Rohwässern aus Norwegen lag die Rate positiver Parasitenbefunde mit 25 % ebenfalls recht hoch. Auch auf 6 % der untersuchten Gemüseproben in Norwegen (Kopfsalat und Bohnen etc) wurden Parasiten gefunden.

In den USA wurden verschiedene Ausbrüche lebensmittelbedingter EHEC(VTEC)-Infektionen mit dem Genuß kontaminierten Kopfsalats in Zusammenhang gebracht und in verschiedenen Laboruntersuchungen konnte bewiesen werden, dass mit dem Bewässerungswasser aufgebraachte EHEC über die Wurzeln der Pflanzen in den Kopfsalat aufgenommen werden können (8). Diese Beobachtungen unterstreichen die Bedeutung einer guten hygienischen Qualität des Bewässerungswassers für die Lebensmittelproduktion.

### Baden in Oberflächengewässern – Sonderfall Triathlon-Wettkämpfe

Um einem geänderten Nutzungsverhalten und dem Stand der Technik und Wissenschaft Rechnung zu tragen, wurde im März 2006 die neue Richtlinie 2006/7/EG über die „Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung“ im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht (9). Sie war bis 2008 in nationales Recht umzusetzen. Zur Umsetzung der Richtlinie in Hessen wurde am 21. Juli 2008 die VO-BGW - Verordnung über die Qualität und die Bewirtschaftung der Badegewässer – erlassen (10). Der Anspruch bei der Novellierung der EG-Badegewässerrichtlinie war zum Einen, nur solche Überwachungsparameter aufzunehmen, die einen direkten Bezug zu gesundheitlichen Risiken haben und zum Anderen die Festsetzung von Grenzwerten, die auf wissenschaftlichen Ergebnissen basieren. Außerdem sollte ein Umdenken von einer passiven Überwachung der Wasserqualität zu einem aktiven Management der Badestellen für einen optimalen Verbraucherschutz gefördert sowie die Information der Öffentlichkeit verbessert werden (11). Tabelle 3 zeigt den Vergleich der für diesen Bericht noch zugrunde liegenden Badegewässerrichtlinie mit der neuen Richtlinie bzw. der Hessischen Verordnung.

**Tabelle 3: Vergleich der Bewertung eines Badegewässers nach „alter“ und „neuer“ Richtlinie**

Quelle	Bewertung	E. coli [/100ml]	Colifome Bakterien [/100 ml]	Fäkalstreptok. [/100ml]	Salmonellen [l]	Transparenz [m]	Mineralöle [mg/l]
EG-Badegewässer-Richtlinie „alt - noch gültig“	Leitwert	100	500	100	-	2	Nicht sichtbar
	Grenzwert	2000	10000	-	0	1	≤ 0,3
Richtlinie „neu“ VO-BGW	ausgezeichnete Qualität	≤ 500*	-	≤ 200*	-	-	-
	gute Qualität	≤ 1000*	-	≤ 400*	-	-	-
	ausreichende Qualität	≤ 900**	-	≤ 330**	-	-	-
	mangelhafte Qualität	> 900**	-	> 330**	-	-	-

\* Auf der Grundlage einer 95-Perzentil-Bewertung

\*\* Auf der Grundlage einer 90-Perzentil-Bewertung

Aus seuchenhygienischer Sicht ist davon auszugehen, dass Oberflächengewässer neben den genannten Mikroorganismen noch eine Vielzahl anderer potentiell krankmachender Erreger mit sich führen. Beispielfähig können hier verschiedene Virenspezies, Bakterien der Gattungen *Shigella*, *Yersinia*, *Vibrio*, *Aeromonas* und *Leptospira* sowie die bereits aufgeführten Parasitenzyten (vor allem *Giardia*-Arten aus menschlichen Abwässern) genannt werden, deren Risikopotential aufgrund ihrer hohen Infektiosität in der letzten Zeit zunehmend in den Blickpunkt seuchenhygienischer Bedenken bezüglich Trink- und Badewässern gerückt sind. Auf die Existenz der Bakteriengattung *Aeromonaden* und deren hygienische Bedeutung hat das Bundesgesundheitsamt beispielsweise schon 1990 aufmerksam gemacht (12). Auch die Bedeutung von Viren als Auslöser badebedingter Infektionen wird in den letzten Jahren zunehmend erkannt (13).

Da in Deutschland badewasserbedingte Infektionen nicht systematisch erfaßt und gemeldet werden, liegen hierzulande nur wenige Publikationen über badewasserbedingte Ausbrüche vor; u.a. ein Bericht über mehrere Infektionsserien im Bereich Berlin 1991/2 und ein Ausbruch an Shigelleninfektionen durch Baden in einem See im Regierungsbezirk Leipzig (14,15).

Demgegenüber werden solche Erkrankungen in England und den USA seit langem systematisch erfaßt. So wurden in den USA zwischen 1971 und 1998 insgesamt 171 Ausbrüche badewasserbedingter Infektionen dokumentiert, die Hälfte davon wurden in Oberflächengewässern (Seen, Flüssen, Küstenwässern) erworben. Im Jahre 1997/8 wurden durch Baden in Badegewässern insgesamt 8 Ausbrüche gemeldet, 2 davon durch EHEC, 2 durch Norwalkviren und einer durch *Cryptosporidien* verursacht (15b). 1993/4 wurden ebenfalls 8 solcher Ausbrüche mit ca 1000 Erkrankten gemeldet, wobei die meisten Infektionen durch Shigellen (3 Ausbrüche, 437 Infizierte) und *Cryptosporidien* (1 Ausbruch, 418 Infizierte) zu verzeichnen waren (16). Insgesamt ist in den letzten Jahren in den USA die Zahl der gemeldeten Ausbrüche und Erkrankungen steigend: Während 1999-2000 insgesamt 59 Ausbrüche mit 2093 Erkrankten gemeldet wurden (17), waren es 2001-2002 insgesamt 65 Ausbrüche mit 2536 Erkrankten (18) und 2005-2006 wurden 78 Ausbrüche mit 4412 Erkrankten gemeldet (18b). Jeweils die Hälfte bis zwei Drittel der Ausbrüche ereignen sich in nicht natürlichen Badegewässern. Hauptauslöser sind darmpathogene Keime wie *Cryptosporidien*, *E. coli* oder Noroviren. Allerdings sind unter den Erkrankungen in natürlichen Badewässern auch solche mit *Naegleria fowleri*, die jährlich zu einigen Todesfällen führen.

Nach einer Studie in England (Küstengewässer) traten bereits bei 32 Fecal-Streptokokken/100 ml erhöhte Infektionsraten bei den Badenden auf; Infektionsauslöser waren dabei nicht die als Indikatoren gemessenen Fecalstreptokokken selbst, sondern andere, mit ihnen assoziiert auftretende Keime (19).

Man geht allgemein davon aus, dass jeder Badende ca. 50 ml des ihn umgebenden Badewassers schluckt. Speziell beim Leistungsschwimmen werden jedoch unzweifelhaft noch größere Wassermengen verschluckt und als Aerosol von den Athleten eingeatmet, was das potenzielle Infektionsrisiko erhöht. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass gerade durch das intensive Training der Triathleten die Immunabwehr geschwächt wird, u.a. sind erniedrigte Immunglobulin-A-Spiegel im Speichel beschrieben, wodurch Triathleten einem besonderen Infektionsrisiko ausgesetzt sind (20).

Zur Frage der Infektionsgefährdung von Triathleten beim Schwimmen in Oberflächengewässern liegen eine Reihe von Untersuchungen vor.

Van Asperen et. al. (21) fanden zum Beispiel, dass bis zu 0,4-5,2 % von 827 Triathleten (aus 7 Veranstaltungen swim-bike-run) nach der Teilnahme am Schwimmwettbewerb Magen-Darm-Erkrankungen aufwiesen. Bei 773 Triathleten, die nicht schwammen (run-bike-run), lag diese Rate bei nur 0,1-2,1 %.

Eine deutliche Steigerung der Erkrankungshäufigkeit war beim Schwimmen in Wässern zu beobachten, deren Konzentration an coliformen Keimen den Wert von  $\geq 200\text{KBE}/100\text{ ml}$  oder deren Konzentration an *Escherichia coli*  $335\text{ KBE}/100\text{ ml}$  betrug. Diese Konzentrationen werden im Main regelmäßig bei weitem überschritten.

Eine weitere Untersuchung von Gruteke et al. (22) an 629 Triathleten, die im Rhein in den Niederlanden schwammen, fand auf der Basis einer Umfrage statt. 439 Teilnehmer und 217 Kontrollpersonen nahmen daran teil. 140 der Teilnehmer (32 %) berichteten von einer leichten Durchfallerkrankung, 28 Teilnehmer (6,4 %) von einer schweren Durchfallerkrankung. Insgesamt wurde ermittelt, dass das Risiko der Erkrankung an einer Magen-Darm-Infektion bei den aktiven Teilnehmern an dieser Veranstaltung 14,7mal höher lag als das der Kontrollgruppe.

Guarner et al. (23) und Morgan et al. (24) beschrieben eine akute fiebrige Erkrankung bei Triathleten in Illinois, deren Schwimm-Wettkampf in einem See stattfand. Von den 876 Teilnehmern begaben sich 120 (14 %) anschließend in ärztliche Behandlung, 22 Teilnehmer (2,5 %) mussten in ein Krankenhaus eingewiesen werden, 2 Patienten davon wurde die Gallenblase entfernt. Als verursachende Keime wurden bei diesem Ausbruch Leptospiren identifiziert.

Zuvor waren bereits im Rahmen anderer Wassersportaktivitäten bzw. Wettbewerbe Leptospirose-Ausbrüche publiziert worden. 1996 erkrankten ein Drittel von 26 Water Raftern in Costa Rica (25). Bei dem Öko-Challenge in Borneo im Jahre 2000 erkrankten 42% von insgesamt 304 Athleten an Leptospirose, 36 % mussten im Krankenhaus behandelt werden (26). Knapp 10 % der Sportler, die 2001 in einem Fluß in Irland Kanu gefahren sind, erwarben eine Leptospirose; schon alleine ein großer Schluck Oberflächenwasser hatte ausgereicht, eine manifeste Erkrankung hervorzurufen (27). Und aus Frankreich wurde über 11 Fälle von Leptospirose bei Wassersportlern in Lothringen zwischen 1996 und 2002 berichtet (28). Alleine im Juni 2001 erkrankten in Frankreich fünf Jugendliche, nachdem sie im Genouille Kanal geschwommen waren (29).

Auch aus Deutschland wurde über Leptospiren-Erkrankungen bei Triathleten berichtet (30).

### **Leptospirose**

Die Leptospirose wird durch Leptospiren ausgelöst, deren natürliche Wirte neben Ratten und Mäusen zahlreiche Haus-, Nutz- und Wildtiere sind. Die Übertragung erfolgt oft durch unmittelbaren Kontakt mit dem Urin infizierter Tiere, aber auch über mit dem Urin dieser Tiere kontaminiertem Oberflächenwasser bei Wassersport und Schwimmen. Die Infektion verläuft häufig als unspezifische grippeähnliche Erkrankung, es können jedoch auch schwere Krankheitsbilder (31) mit Blutungsneigung, Leber- und Nierenversagen mit Todesfolge eintreten. Die Leptospirose war insgesamt in Deutschland von 1962 bis 1997 rückläufig, seither wurde – in folge geänderter Reise- und Sportaktivitäten?- wieder eine Zunahme beobachtet (32). Dies zeigt sich auch in den Meldungen nach Infektionsschutzgesetz: Zwischen 2001 und 2006 hatte die Zahl der gemeldeten Erkrankungen bei 40-60 gelegen, im Jahre 2007 wurden über 160 Leptospiroserkrankungen gemeldet mit zwei Todesfällen (33).

## Pathogene Mikroorganismen in Oberflächengewässern

Quellen pathogener Mikroorganismen in Oberflächengewässern sind in der Regel kommunales und landwirtschaftliches Abwasser, das punktuell über Kläranlagen oder diffus ins Wasser gelangt. Die Übertragung auf den Menschen erfolgt durch den Konsum kontaminierten Trinkwassers, durch Verschlucken von Wasser beim Baden, durch Hautkontakt oder Inhalation kontaminierter Aerosole. Roh verzehrtes Obst und Gemüse, das regelmäßig bewässert wurde, kann ebenfalls mit pathogenen Mikroorganismen kontaminiert sein. Ein in Walkerton, Kanada, aufgetretener Gastroenteritisausbruch wurde durch *Escherichia coli* O157:H7, bedingt durch die Aufnahme kontaminierten Grundwassers (34), verursacht.

Intestinale parasitäre Protozoen (Parasiten) zeichnen sich unabhängig von ihrer taxonomischen Zugehörigkeit durch die Bildung resistenter Dauerstadien aus, deren Übertragung und Verbreitung in erster Linie über die Umwelt erfolgt. Von humanpathogener Bedeutung sind hierbei v. a. Vertreter der Gattungen *Entamoeba*, *Acanthamoeba*, *Giardia*, *Balantidium*, *Isopora*, *Sarcocystis*, *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Toxoplasma* und *Microsporidium*. Prinzipiell sind alle diese Parasiten auch über das Wasser übertragbar, eine wesentliche Bedeutung als Verursacher von trinkwasserbedingten Masseninfektionen kommt jedoch derzeit nur zwei von ihnen zu, nämlich *Giardia lamblia* und *Cryptosporidium parvum* (35).

**Tabelle 4: Ergebnisse der Untersuchungen von Rohwässern in Deutschland auf Cryptosporidien und Giardien Untersuchungszeitraum 1992-2001 (36)**

Parasit	Gewässertyp	Proben insgesamt	Proben positiv	Mittlere Zysten-zahl/100 L Wasser
Giardien	Oberflächenwasser	212	45	5,3
	oberflächenwasser-beeinflusstes Grundwasser (Karstwasser)	66	4	0,3
	Grundwasser (nicht oberflächenwasser-beeinflusst)	6	0	0
Cryptosporidien	Oberflächenwasser	245	65	5,5
	oberflächenwasser-beeinflusstes Grundwasser (Karstwasser)	79	27	7,9
	Grundwasser (nicht oberflächenwasserbeeinflusst)	6	0	0

Giardien und Cryptosporidien sind auch in Deutschland verbreitet (Tab.4). So haben umfangreiche Untersuchungen des Landesgesundheitsamtes von Flusswässern, Seewässern und Karstwässern in Baden-Württemberg gezeigt, dass sich in bis zu 50 % der untersuchten Wässer Dauerstadien dieser Parasiten nachweisen lassen. Die mittleren Parasitenzahlen waren hier allerdings mit 1 – 5 / 100 l *Giardia*-Zysten und 5 – 8 / 100 l *Cryptosporidien*-Oozysten relativ niedrig. In Nordrhein-Westfalen wurden z. T. vergleichbare Werte gemessen, teilweise fanden sich aber auch wesentlich höhere Parasitenzahlen mit durchschnittlich 88 Giardien und 115 *Cryptosporidien* pro 100 Liter (36).

### Cryptosporidien und Giardien

Intestinale parasitäre Protozoen (Parasiten) zeichnen sich unabhängig von ihrer taxonomischen Zugehörigkeit durch die Bildung resistenter Dauerstadien aus, deren Übertragung und Verbreitung in erster Linie über die Umwelt erfolgt. Als Verursacher von trinkwasserbedingten Masseninfektionen sind derzeit zwei von Bedeutung, nämlich *Giardia lamblia* und *Cryptosporidium parvum*. Die Infektion mit diesen Parasiten erfolgt direkt (ohne Wirtswechsel) auf fäkal-oralem Wege über Zysten bzw. Oozysten. Beide verursachen Diarrhoen und allgemeine gastrointestinale Erscheinungen. Diese halten bei der Cryptosporidiose durchschnittlich 3 – 14 Tage an, bei der Giardiasis Wochen bis Monate. Die Bildung und Ausscheidung von infektiösen Oozysten bzw. Zysten setzt nach durchschnittlich 1 Woche bzw. nach 2 – 4 Wochen ein; sie kann bei beiden Parasitosen auch nach Sistieren der klinischen Beschwerden noch einige Zeit anhalten (35).

Zurzeit existieren weltweit keine Richt- oder Grenzwerte für Cryptosporidien und Giardien. Unter Bezug auf die im Zusammenhang mit Cryptosporidiosis-Ausbrüchen festgestellten Oozysten-Konzentrationen im Trinkwasser wurde ein sogenannter **Action-Level** von 10 bis 30 Cryptosporidien-Oozysten / 100 l Trinkwasser und 3 bis 5 *Giardia*-Cysten/100l Trinkwasser vorgeschlagen. Bei diesen Konzentrationen muss die Möglichkeit eines Ausbruchs angenommen werden. Aber auch bei geringeren Konzentrationen im Trinkwasser können Erkrankungen auftreten (37).

**Parasiten und Viren** benötigen lebende Organismen bzw. Zellen zu ihrer Reproduktion. Eine Weitervermehrung in der unbelebten Umwelt ist bei diesen Erregern nicht zu befürchten. Diesem aus hygienischer Sicht positiven Umstand stehen jedoch mehrere negative Eigenschaften gegenüber, die in der Wasserhygiene zu erheblichen Problemen führen können:

- *lange Überlebenszeiten in der Umwelt*: Für Cryptosporidien werden Zeiten von 6 – 9 Monaten angegeben, die Vitalität von *Giardia*-Zysten bleibt über mehrere Wochen erhalten. Unbehüllte Viren weisen durchweg eine hohe Umweltstabilität auf und können hier über Wochen bis Monate infektiös bleiben.
- *hohe Ausscheidungsraten*: Cryptosporidien-Oozysten werden von den infizierten Wirten über 1 – 2 Wochen in einer Menge von bis zu  $10^6$  /g Kot abgegeben, die Zahl der Giardienzysten liegt um Zehnerpotenzen niedriger, dafür beträgt die Ausscheidungszeit Wochen bis Monate.
- *niedrige Infektionsdosen*: Bei Cryptosporidien wird die Infektionsdosis mit 1 – 10 bzw. < 100 Oozysten angegeben, bei Giardien wird eine Infektionsdosis von 10 Zysten aufgeführt; die Infektionsdosis bei den enteralen Viren ist nicht genau bekannt, man geht von ca. 1 – 10 infektiösen Einheiten aus.
- *geringe Größe der infektiösen Stadien*: Der Durchmesser der Cryptosporidien-Oozysten beträgt 5 µm, die Giardien-Zysten weisen einen Längsdurchmesser von 15 µm auf. Die Größe der Viren liegt im Bereich von 30 – 100 nm.
- *Resistenz gegenüber Desinfektionsmitteln*: Cryptosporidien und Giardien weisen eine exzessiv hohe Chlorresistenz auf, die weit über den üblichen Konzentrationen liegt. Die Ozonung ist bei Cryptosporidien erst bei hohen Konzentrationen ab 1,15 mg/L und 5 min. Einwirkzeit wirksam, - auch enterale Viren können nur z. T. mit den genannten Desinfektionsverfahren inaktiviert werden (36).

Algenmassenentwicklungen in stehenden Gewässern können eine weitere Gesundheitsgefahr beim Baden bedingen; Badegäste sind dann insbesondere durch Toxine der Blaualgen gefährdet. Detaillierte Empfehlungen hierzu sind publiziert (38). Da sich der vorliegende Bericht jedoch auf Fließgewässer bezieht, wird auf die Blaualgenproblematik hier nicht weiter eingegangen.

## Pflanzenschutzmittel (PSM), sonstige organische Stoffe, Schwermetalle und Arzneimittel

Durch Einführung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (39) im Jahre 2000 wurde ein neues Konzept zur Beurteilung der Fließgewässer eingeführt. Die WRRL strebt einen integrierten Gewässerschutz an. Bei oberirdischen Gewässern werden der chemische und der ökologische Zustand beurteilt.

### Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Ziel der Wasserrahmenrichtlinie ist es, den guten chemischen und den guten ökologischen Zustand flächendeckend zu erhalten oder bis Ende 2015 zu erreichen. Der gute chemische Zustand ist erreicht, wenn die Qualitätsnormen für die in Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) genannten prioritären Stoffe eingehalten werden. Hier wurde seitens der EG eine Liste von „33 Stoffen und Stoffgruppen, die toxisch, persistent und bioakkumulierbar sind und von sonstigen Stoffen und Stoffgruppen, die in ähnlichem Maße Anlass zur Besorgnis geben“ als Liste der prioritären Stoffe festgelegt. Im Wesentlichen sind dies Schwermetalle, Pflanzenschutzmittel (PSM) und andere organische Verbindungen. Die Liste ist als Anhang IX und X in die WRRL eingefügt und wird im Abstand von 4 Jahren durch die EU-Kommission geprüft und erforderlichenfalls fortgeschrieben. Qualitätskriterien zur Bewertung von PSM in Gewässern finden sich, neben der WRRL, in der Hessischen Verordnung zur Umsetzung der Anhänge II und V der WRRL (40), in den Zielvorgaben der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (41) und in der EU-Gewässerschutzrichtlinie 2006/11/EG (42). Insgesamt existieren für 60 Pestizide Qualitätskriterien, davon sind derzeit 14 Wirkstoffe zugelassen.

Entsprechend dem Ergebnis früherer Untersuchungen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) ist der überwiegende Teil der Gewässerbelastung durch **Pflanzenschutzmittelwirkstoffe** auf die Einleitungen aus landwirtschaftlichen Betrieben über öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen zurückzuführen. Eintragspfade sind der Oberflächenabfluss von behandelten Feldern, Drainagen, Austritte von belastetem Grundwasser, Niederschläge und trockene Deposition sowie eingeleitete Reinigungsabwässer der Ausbringungsgeräte und Spritzmittelreste (43). Bei einer Pflanzenschutzmittel-Messkampagne der HLUG im Jahre 2004/2005 (6 Messungen, 119 Messstellen) wurden in ca. 700 Proben von 95 analysierten Substanzen 74 nachgewiesen (Tab. 5) (43, 44).

Die Belastung der als Vorfluter für die Abläufe meist kommunaler Kläranlagen genutzten Fließgewässer steht in direktem Zusammenhang mit deren Abwasseranteil (45). In stark durch kommunale Abwassereinleitungen geprägten nicht schiffbaren Gewässern wurde eine erhöhte Konzentration von **Tributylzinnverbindungen, PCB's** (Polychlorierte Biphenyle) **und PAK's** (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe) in den Schwebstoffen nachgewiesen (46). Die Einleitungen industrieller Direktleitungen tragen aufgrund des hohen Standards der Maßnahmen zur Verminderung der Abwasserbelastungen nur noch in untergeordnetem Umfang zur Konzentration prioritärer Stoffe in hessische Gewässer bei (47).

Vergleichbares wurde für die **Schwermetalle** festgestellt, Gewässer mit hohem Abwasseranteil an der Wasserführung zeigen sowohl in der Wasserphase als auch im Schwebstoff erhöhte Schwermetallkonzentrationen. Auch hier tragen Direktleitungen von gewerblichem Abwasser nur in untergeordnetem Maße zur Belastung bei (47).

**Tabelle 5: Stoffe mit den häufigsten Qualitätsnormüberschreitungen in Oberflächengewässern in Hessen (43, 44)**

Parameter	QN [µg/l]	Anzahl QN- Überschreitung	% positiver Befunde	Rechtsquelle
Terbutryn	0,03	44	33	LAWA**
Isoproturon	0,3 / 1,0 / 0,1	29	53	EU-Kommission*
MCPA	0,1	24	31	Hess. VO***
Bentazon	0,1	23	35	Hess. VO
MCPPP	0,1	19	38	Hess. VO
2,4-DP	0,1	14	27	Hess. VO
Diuron	0,2 / 1,8 / 0,1	12	36	EU-Kommission*
n-Chloridazon	0,1	10	15	Hess. VO
Metolachlor	0,2	3	4	Hess. VO
2,4-D	0,1	2	5	Hess. VO
Metazachlor	0,4	2	8	Hess. VO
Terbuthylazin	0,5	1	15	Hess. VO
Atrazin	0,6 / 2,9	1	9	EU-Kommission*

Qualitätsnorm (QN)

\* Diskussionsstand zu Vorschlägen der EU-Kommission zu prioritären Stoffen

\*\* in der LAWA zu prüfender QN-Vorschlag (41)

\*\*\* Hessische Verordnung zur Umsetzung der Anhänge II und V der WRRL (40)

Ein bundesweites Untersuchungsprogramm von **Humanarzneimitteln** und ihrer Metaboliten in Klärwerkszu- und -abläufen sowie in klärwerksbeeinflussten und repräsentativen Flüssen, bei dem ca. 700 Proben aus 250 Messstellen auf bis zu 39 Arzneistoffe analysiert wurden, zeigte in Abwasser- und Oberflächenwasserproben regelmäßig ein ähnliches Spektrum von Verbindungen. Röntgenkontrastmittel wurden mit der höchsten Konzentration nachgewiesen, gefolgt von Diclofenac, Carbamazepin und verschiedenen Lipidsenkern. In geringeren Konzentrationen folgten Schmerzmittel, Chemotherapeutika und Antibiotika. In erheblich abwasserbeeinflusst eingeschätzten Flüssen wurden für viele Stoffe Medianwerte > 0,5 µg/l gefunden, in den für repräsentativ gehaltenen Flüssen, insbesondere den großen Strömen, lagen die Medianwerte im Bereich unter 0,5 µg/l (47).

## 2. Rechtliche Grundlagen

### Infektionsschutzgesetz IfSG (48)

#### § 6 Meldepflichtige Krankheiten

**§ 6 Abs. 1** „Namentlich ist zu melden: ...

2. der Verdacht auf und die Erkrankung an einer mikrobiell bedingten Lebensmittelvergiftung oder an einer akuten infektiösen Gastroenteritis, wenn
  - a) eine Person betroffen ist, die eine Tätigkeit im Sinne des § 42 Abs. 1 ausübt,
  - b) zwei oder mehr gleichartige Erkrankungen auftreten, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird,...

#### § 7 Meldepflichtige Nachweise von Krankheitserregern

**§ 7 Abs. 1** „Namentlich ist bei folgenden Krankheitserregern, soweit nicht anders bestimmt, der direkte oder indirekte Nachweis zu melden, soweit Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen: ...

10. *Cryptosporidium parvum* ...“
16. *Giardia lamblia*...“

Nachfolgend ist bei entsprechender Meldung seitens des Gesundheitsamtes abzuklären, inwieweit bei Häufungen entsprechender Erkrankungen Hinweise auf eine einheitliche Infektionsquelle vorliegen; in diesem Zusammenhang muss auch Badewasser als Infektionsquelle berücksichtigt werden (49).

#### § 42 Tätigkeits- oder Beschäftigungsverbote

**§ 42 Abs. 1** „Personen, die ... an ...einer anderen infektiösen Gastroenteritis ...erkrankt oder dessen verdächtig sind, ...dürfen nicht tätig sein oder beschäftigt werden...“

### Hessisches Gesetz über den öffentlichen Gesundheitsdienst (HGöGD) (50)

#### § 8 Umweltbezogener Gesundheitsschutz

**§ 8 Abs. 1** „Den Gesundheitsämtern obliegen die Beobachtung und Bewertung von Einwirkungen aus der Umwelt auf die menschliche Gesundheit. Die Gesundheitsämter informieren und beraten die Bevölkerung und Behörden in Fragen des umweltbezogenen Gesundheitsschutzes.“

Beispielsweise sind hier die häufig an das Stadtgesundheitsamt gestellten Fragen bezüglich Baden in Oberflächengewässern bei sportlichen Veranstaltungen oder Anfragen von Kindergärten zum Planschen in Oberflächengewässern zu nennen.

**§ 8 Abs. 2** „Bei Planungsvorhaben, Genehmigungsverfahren, Baumaßnahmen und sonstigen Maßnahmen, die gesundheitliche Belange der Bevölkerung wesentlich berühren, nehmen die Gesundheitsämter zu den Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit Stellung.“

Hierzu zählen zum Beispiel unsere Stellungnahmen zu Anträgen auf Wasserentnahme aus Oberflächengewässern für Beregnungszwecke.

### 3. Untersuchungsmethoden - Analytik

#### Gewässer, Probenahmestellen und -häufigkeit, Karte

Stichprobenartige hygienische Gewässeruntersuchungen durch das Stadtgesundheitsamt fanden in den Jahren 1982 bis 1985 statt. Seit 1986 wurden die in Tabelle 6 und auf der Karte 1 aufgeführten Oberflächengewässer regelmäßig untersucht. Die Proben wurden als Beitrag zur Haushaltskonsolidierung in den Jahren 2003 und 2004 ausgesetzt und ab 2005 in vollem Umfang wieder fortgeführt. In den Jahren 1990, 1996 und 2002 hat das Stadtgesundheitsamt zusammenfassende Bewertungen der bis dahin vorliegenden Befunde veröffentlicht und zur Grundlage seiner amtlichen Stellungnahmen und Empfehlungen gemacht (51, 52, 53).

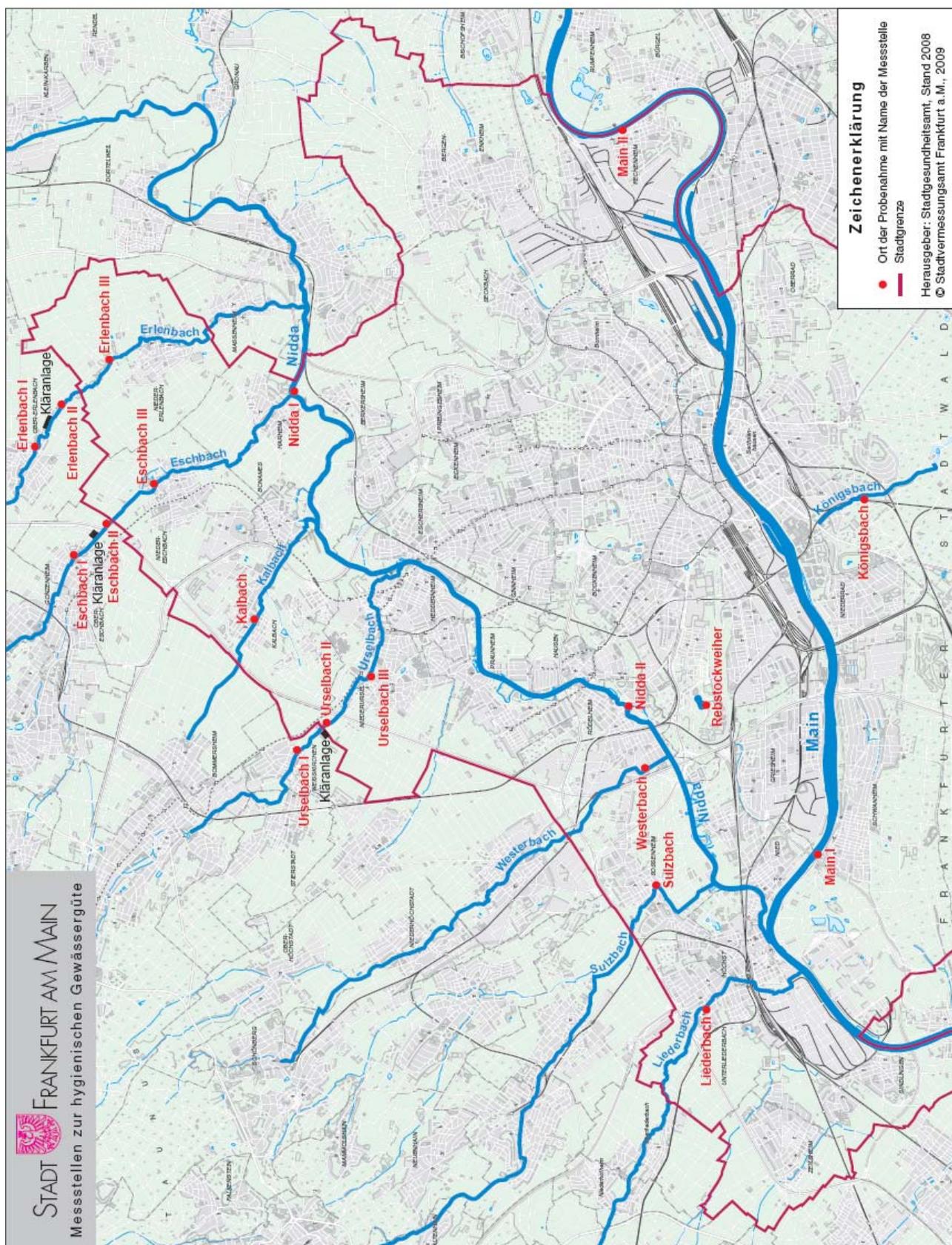
Main und Nidda werden beim Eintritt und beim Verlassen der Frankfurter Gemarkung beprobt. Erlenbach, Eschbach und Urselbach, deren Gewässerqualität durch Abwasserreinigungsanlagen wesentlich beeinflusst wird, werden jeweils kurz vor dem Kläranlageneinlauf, kurz nach dem Kläranlageneinlauf sowie 1000 m nach dem Kläranlageneinlauf beprobt. Kalbach, Westerbach, Sulzbach, Liederbach und Königsbach werden an einer für die Ortslage typischen Stelle beprobt. Der Rebstockweiher wird an einer festgelegten Uferstelle beprobt, der Steinbach ist auf Grund seiner Verrohrung im Bereich der Ortslage Praunheim nicht zu beproben.

**Tabelle 6: Gewässer und Probenahmestellen-Bezeichnung**

Gewässer	Entnahme-Bezeichnung	Entnahmestelle
Main	Main-1	bei Fechenheim
	Main-2	bei Höchst
Nidda	Nidda-1	bei Harheim
	Nidda-2	bei Rödelheim
Erlenbach	Erlenbach-1	direkt vor der ARA Ober-Erlenbach
	Erlenbach-2	direkt nach der ARA Ober-Erlenbach
	Erlenbach-3	Ortslage Nieder-Erlenbach
Eschbach	Eschbach-1	direkt vor der ARA Nieder-Eschbach
	Eschbach-2	direkt nach der ARA Nieder-Eschbach
	Eschbach-3	Ortslage Harheim
Urselbach	Urselbach-1	direkt vor der ARA Weißkirchen
	Urselbach-2	direkt nach der ARA Weißkirchen
	Urselbach-3	Ortslage Niederursel
Kalbach	Kalbach	Kalbach-Stadtpark
Königsbach	Königsbach	Straßenbahnhaltestelle „Louisa“
Liederbach	Liederbach	Park Unterliederbach
Rebstockweiher	Rebstockweiher	Rebstock-Park
Sulzbach	Sulzbach	unterhalb Ortslage Sulzbach
Westerbach	Westerbach	Rödelheim, Nähe Niddamündung

ARA: Abwasserreinigungsanlage

**Karte 1: Messstellen der Frankfurter Oberflächengewässer**



## Probenahmetechnik



Mittels einer Probenahmestange werden die Proben in ca. 1 m Entfernung vom Ufer, kurz unterhalb der Wasseroberfläche, in eine sterile 1-Liter-Klarglasflasche abgefüllt und umgehend an das Untersuchungsinstitut weitergeleitet.

## Untersuchungsparameter und Methoden

Die physikalisch-chemischen Parameter elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert und die Strömungsgeschwindigkeit werden durch den Probennehmer des Stadtgesundheitsamtes am Probenahmeort bestimmt. Koloniezahl, coliforme und fäkalcoliforme Keime, Salmonellen und VTEC werden von einem beauftragten Institut analysiert. Sauerstoffsättigung, BSB<sub>5</sub>, Ammoniumstickstoff, Nitrat-Stickstoff, Ortho-Phosphat-P, Chemischer Index, Nitrit-Stickstoff, TOC und die Pestizide analysiert das Umweltlabor der Stadt Frankfurt.

### Untersuchte Parameter:

Mikrobiologische Untersuchungen	Chemische und physikalisch-chemische Parameter und Untersuchungen
Escherichia coli	Aussehen
Coliforme Keime	Geruch
Keimzahl bei 20 °C	pH-Wert
Keimzahl bei 36 °C	Temperatur
Salmonellen	Elektr. Leitfähigkeit
EHEC (enterohaemorrhagische Escherichia coli, O 157)	Sauerstoffgehalt
Fäkalstreptokokken	Sauerstoffsättigung
	Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB 5)
	Ammonium
	Nitrat-Stickstoff
	Nitrit-Stickstoff
	o-Phosphat
	chemischer Index

Pestizide (seit 2002)	Phenylharnstoffderivate	Phenylharnstoffderivate
Triazine und sonstige		
Desethylatrazin	2,4-DB	Fenuron
Dichlobenil	Clofibrinsäure	Isoproturon
Simazin	MCP (Mecoprop)	Chlortoluron
Atrazin	MCPA	Diuron
Diethyltoluamid	2,4-DP (Dichlorprop)	
Terbutylazin	2,4-D	
Desisopropylatrazin	Bromoxynil	
Metolachlor	Fenoprop	
Metazachlor	MCPB	
	2,4,5-T	
	Bentazon	

**Untersuchungsmethoden:**

Parameter	Messgerät / Messverfahren
Elektrische Leitfähigkeit und Temperatur	WTW -TetraCon 325
Sauerstoffgehalt	WTW – Oxi 330i
pH-Wert	WTW 340 i
Strömungsgeschwindigkeit	Höntzsch Mikrop TAD
Koloniezahl bei 20°C / 36°C Bebrütungstemperatur	TrinkwV 1990
Coliforme Keime, Fäkalcoliforme Keime	BGBL 10/1995
Salmonellen	ISO/DIS 10250 (2004)
VTEC, verotoxinbildende E-Coli (O157, /H7)	DIN EN 16654 11-2001
Sauerstoffsättigung	DIN 38408 G22/23
BSB <sub>5</sub>	DIN 38409 H51
Ammonium-Stickstoff	DIN 38406 E5
Nitrat-Stickstoff	EN ISO 10304 D20
Ortho-Phosphat-P	EN 1189 D11
Chemischer Index	
Nitrit-Stickstoff	EN ISO 10304 D20
Sauerstoffgehalt	EN 25814 G22
total organic carbon (TOC)	EN 1484 H3
Pestizide	

**Datenbearbeitung**

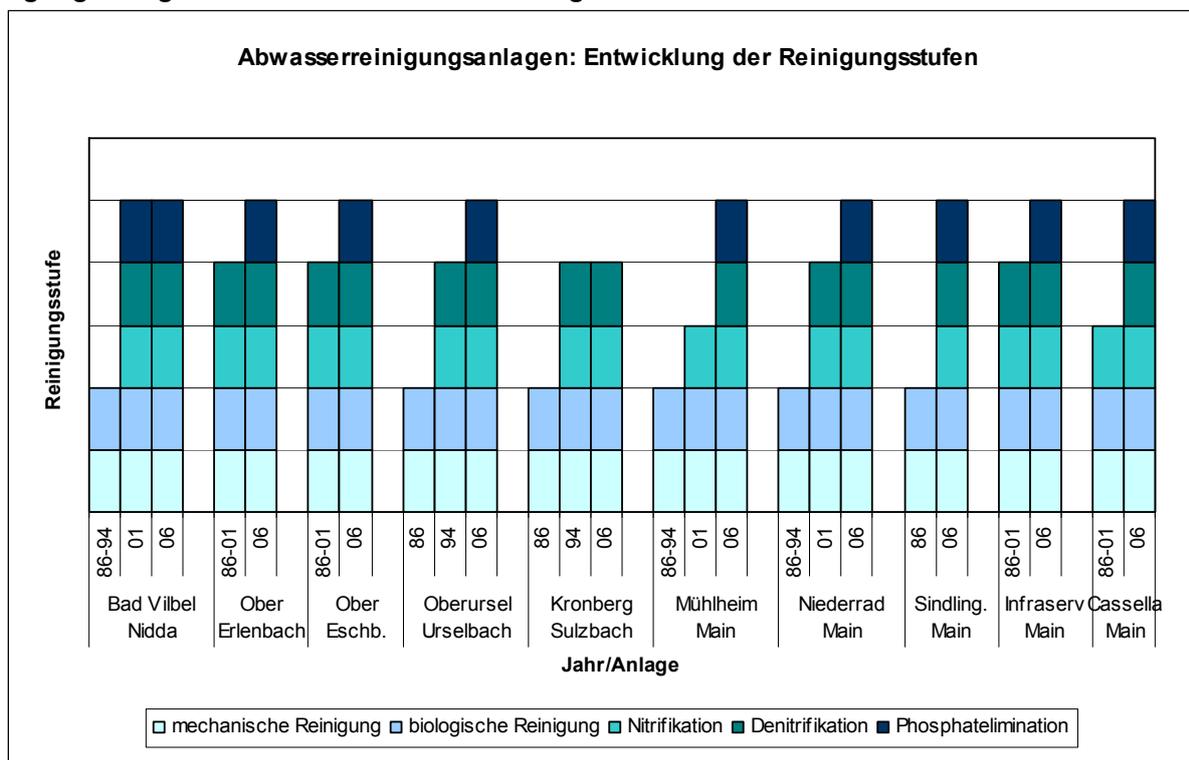
Die zugrunde liegenden Daten der bakteriologischen Befunde aus den Jahren 2002 bis 2008 werden nach dem POPP-Bewertungsschema ausgewertet (s. Tab.1) und zusammengestellt, die fäkalcoliformen Keime werden hierbei in das 7-stufige Bewertungsschema eingestuft (3). Die Keimzahlen bei 20 °C und 36 °C werden in die 4 Hauptklassen „1, 3, 5 und 7“ eingeordnet, die Zwischenklassen „2, 4 und 6“ werden gem. POPP (3) nach Lage des 80 %-Perzentils der Einzelbefunde eines Jahres in definierten Intervallen bestimmt. An Stelle des 80 %-Perzentils wurde hierbei das 75 %-Perzentil angewandt, da das Auswertungsprogramm die Funktion „Oberes Quartil“ als 75 %-Quantil berechnet.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

### Gütesituation der Frankfurter Oberflächengewässer

Die Anzahl und Größe der industriellen und kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA's) bestimmen im Wesentlichen die Belastungssituation der Frankfurter Oberflächengewässer. Abbildung 1 und Tabelle 7 zeigen die Entwicklung der Ausbaustufen der untersuchten Gewässer über den Verlauf der letzten 20 Jahre.

**Abbildung 1: Entwicklung der Ausbaustufen der kommunalen und industriellen Abwasserreinigungsanlagen der Frankfurter Oberflächengewässer**



**Tabelle 7: Kenngrößen der kommunalen und industriellen Abwasserreinigungsanlagen (K=Kommunal; I=Industriell; EGW=Einwohnergleichwert=60g BSB<sub>5</sub> pro Person und Tag)**

Ort(Vorfluter)	Art	Größe (EGW)	Jahr	Reinigungsstufen
Bad Vilbel Nidda	K	80.000	1986 -1994	m,b
			2001	m,b,n,d,p
			2006	m,b,n,d,p
Ober Erlenbach (Erlenbach)	K	59.000	1986-1994	m,b,n,d
			2001	m,b,n,d
			2006	m,b,n,d,p
Ober Eschbach (Eschbach)	K	80.000	1986-2001	m,b,n,d
			2006	m,b,n,d,p
Oberursel (Urselbach)	K	75.000	1986	m,b
			1994	m,b,n,d
			2001-2006	m,b,n,d,p
Kronberg (Sulzbach)	K	25.700	1986	m,b
			1994	m,b,n,d
			2006	b,n,d,p
Mühlheim (Main)	K	80.000	1986	m,b
			1994	m,b
			2001	m,b,d
			2006	m,b,n,d,p
Niederrad / Griesheim (Main)	K	1.350.000	1986-1994	m,b
			2001	m,b,n,d
			2006	m,b,n,d,p
Sindlingen (Main)	K	470.000	1986	m,b
			1994	Außer Betrieb
			2006	m,b,n,d,p
Infraserv (Main)	I	1.000.000	1986	m,b,n,d
			1994	m,b,n,d
			2001	m,b,n,d
			2006	m,b,n,d,p
Cassella (Main)	I	100.000	1986	m,b,n
			1994	m,b,n
			2001	m,b,n
			2006	m,b,n,d,p

m: mechanische Reinigung

b: biologische Reinigung

n: Nitrifikation

d: Denitrifikation

p: Phosphatelimination

Die über die Messung der Strömungsgeschwindigkeit bei entsprechendem Querschnittsprofil errechneten Fließvolumina der beprobten Oberflächengewässer sind in Tab. 8 aufgeführt. Aus dem Fließvolumen lässt sich das Verhältnis „Bachwasser zu Abwasser“ berechnen.

Insbesondere bei kleineren Fließgewässern sind teilweise sehr hohe Abwasseranteile, bezogen auf die Abflussmenge vor der Abwassereinleitestelle, feststellbar. Für den Urselbach liegt das Verhältnis Bachwasser zu Abwasser (Tab. 9) zwischen 0,1 und 2,8. In sieben von zehn Jahren lag der Abwasseranteil im Urselbach über dem Anteil des Bachwassers. Da die Berechnung der Abwasseranteile auf lediglich vier Strömungsgeschwindigkeitsmessungen pro Jahr basiert, sind diese Werte jedoch nur als Näherungswerte aufzufassen.

Tabelle 8: Fließvolumen einiger Frankfurter Oberflächengewässer [m³/h]

Jahr	Kalbach	Sulzbach	Liederbach	Eschbach III	Urselbach I	Urselbach II	Westerbach	Königsbach	Erlenbach I	Erlenbach III
I / 96	44,34					1014,66		213,84		
II / 96	630	173,14	190,3	1005,35	259,74	980,24	111,51	672,3	500,94	2060,38
III / 96	8,42	177,21	35,08	660,06	135,27	437,85	302,04	26,28	57,69	343,26
IV / 96	43,74	150,75	527,04	2632,3	1628,64	2552,4	889,34	228,33	3493,98	6296,13
I / 97	108,9	585,63	1005,03	2374,2	M.d	M.d	473,26	734,58	1405,26	3683,97
II / 97	2,59	83,81	67,64	1163,41	226,35	398,34	stehend	14,76	183,33	638,55
III / 97	0	136,5	44,55	1135,69	135,9	539,1	2736	0,27	45,99	493,34
IV / 97	7,02	1260	143,1	1354,57	99,36	415,8	145,8	2,02	361,48	1846,35
I / 98	2,52	212,98	450,18	895,5	149,94	168,48	38,75	38,5	302,22	914,4
II / 98	0	123,48	50,4	1156,01	352,35	604,8	3,67	18,4	312,57	1288,98
III / 98	210,60	389,52	35,19	913	70,92	496,08	6,91	trocken	135,41	1074,51
IV / 98	210,6	6990,3	3388,5	4930,42	2058,75	2187	2199,78	422,1	4647,42	5491,08
I / 99	154,44	2140,38	4255,88	5952,64	2853,99	2708,1	4519,8	1952,37	4592,25	4215,51
II / 99	10,8	415,8	532,75	1558,26	194,4	426,24	120,58	159,73	431,1	2421,7
III / 99	13,5	258,3	130,68	934,4	223,56	268,2	5,67	78,3	50,31	414,18
IV / 99	10,08	563,09	359,1	1030,5	161,01	649,08	19,44	27,36	318,33	778,95
I / 00	288	2025	1703,52	5722,81	2191,68	2260,35	1673,28	108,45	3851,1	4324
II / 00	18,14	894,24	266,44	M.d	M.d	M.d	173,88	79,87	250,6	815,4
III / 00	8,64	211,96	75,74	926,91	434,01	844,38	17,55	25,47	157,59	724,68
IV / 00	M.d	2046,92	1645,11	M.d	M.d	M.d	1296	M.d	M.d	M.d
II / 01	90,40	745,77	701,42	2372,97	k.M.	k.M.	594	k.M.	2128,32	1564,56
III / 01	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.

Jahr	Kalbach	Sulzbach	Liederbach	Eschbach III	Urselbach I	Urselbach II	Westerbach	Königsbach	Erlenbach I	Erlenbach III
I / 02	262,08	972	2281,14	29399,49	k.M.	k.M.	1108,8	1825,74	4348,98	k.M.
II / 02	95,04	914,40	125,28	2604,78	593,91	1426,14	1080,00	406,35	7553,92	431,30
III / 02	30,24	k.M.	k.M.	345,60	330,30	629,46	k.M.	24,95	528,62	653,31
IV / 02	162,36	306,94	HW	k.M.	k.M.	k.M.	3827,25(HW)	343,21	k.M.	k.M.
IV / 04	166,32	135,36	244,80	1101,20	212,94	k.M.	17,82	12,22	367,49	k.M.
I / 05	83,52	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.
II / 05	1,73	304,56	367,38	1396,20	621,36	1357,65	181,13	378,18	1563,84	1044,09
III / 05	100,80	89,28	18,94	374,24	283,95	k.M.	0,11	2,43	78,05	338,67
IV / 05	10,08	101,25	24,16	1357,34	139,86	352,35	107,15	2,67	101,25	1035,45
I / 06	46,68	706,86	1143,00	3642,88	k.M.	2158,22	298,15	38,07	3097,80	k.M.
II / 06	4,82	k.M.	k.M.	1453,55	642,24	594,09	216,88	k.M.	154,44	888,30
III / 06	0,86	287,10	146,88	1844,64	198,63	227,61	53,35	k.M.	141,39	280,13
IV / 06	10,15	284,21	511,58	1297,98	924,30	859,95	278,46	25,20	682,29	429,48
I/07	149,04	1353,51	1505,57	5101,74	3332,16	2954,70	572,40	792,76	3349,08	3976,29
II/07	22,68	185,31	76,59	1030,68	486,90	433,80	54,00	5,40	137,16	631,76
III/07	48,51	110,74	19,94	1569,42	416,07	993,33	k.M.	866,88	27,90	278,19
IV/07	kaum Wasser	486,36	637,74	1654,07	467,55	937,08	175,32	20,70	381,60	1616,22
I/08	18	376,56	364,086	1311,84	799,02	813,42	163,08	k.M.	638,55	HW
II/08	14,4	226,08	148,32	547,74	492,84	687,96	16,85	26,46	130,81	646,06
III/08	12,555	114,3	3,51	1210,86	58,14	k.M.	k.M.	5,40	47,70	578,88
IV/08	2,16	81,081	355,131	727,2	192,24	202,4352	8,10	3,31	138,06	563,22

k.M.: keine Messung  
HW: Hochwasser  
M.d.: Messgerät defekt

**Tabelle 9: Anteile der Abwassereinleitungen am Urselbach  
Abflusswerte: Jahres-Medianwerte aus 4 Messungen**

Jahr	vor ARA [m³h]	nach ARA [m³h]	Bachwasser/ Abwasser
1996	259,7	997,4	1 : 2,8
1997	135,9	415,8	1 : 2,1
1998	251,1	550,4	1 : 1,2
1999	209	537,7	1 : 1,6
2000	1110,3	1552,4	1 : 0,4
2002	330,3	629,5	1 : 0,9
2005	380,61	855	1 : 1,2
2006	420,4	727	1 : 0,7
2007	467,6	965,2	1 : 1,1
2008	192,2	202,4	1 : 0,1

## Hygienische Güte / Bewässerung in Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau sowie von Park- und Sportanlagen

Die Entwicklung über die letzten 20 Jahre zeigt für die Oberflächengewässer keine deutliche Verbesserung der hygienischen Gewässergüte (Tab. 10); dies betraf Gewässer erster Ordnung – mit Schifffahrt und multiplen Einleitern – aber auch die Gewässer nach einer Abwasserreinigungsanlage. Somit muß die Nutzung der Frankfurter Oberflächengewässer zu Bewässerungszwecken kritisch gesehen und im Einzelfall bewertet werden.

**Tabelle 10: Hygienische Gewässergüte 1987-2008: Mittelwerte der Gütezahlen nach POPP**

Jahr	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	05	06	07	08
Erlenbach I	5,7	5,3	4,7	5,0	4,3	5,0	4,5	4,8	3,5	2,8	6,0	3,8	5,0	5,3	4,0	5,0	4,7	4,3	5,3	5,0
Erlenbach II			6,7	5,5	5,3	5,5	5,3	4,5	3,8	5,0	5,8	5,5	5,5	6,0	5,8	6,0	6,0	5,3	6,0	6,3
Erlenbach III	6,1	6,1	6,3	6,0	3,3	4,5	5,5	5,0	6,0	5,8	5,5	4,3	6,0	6,3	5,8	6,0	5,5	5,3	6,0	5,0
Eschbach I	4,5	4,3	5,5	5,5	4,0	5,5	5,0	2,8	6,0	5,0	4,8	5,5	4,5	5,0	4,8	4,8	5,5	5,6	5,8	4,3
Eschbach II	6,3	6,5	6,7	5,8	5,5	6,8	5,8	5,8	5,5	6,0	5,3	5,8	6,3	6,0	6,3	6,0	5,0	4,8	6,5	5,5
Eschbach III	5,3	5,5	5,5	5,3	5,5	5,0	5,3	5,5	5,8	5,8	6,0	6,0	5,8	5,8	6,0	6,0	5,5	5,5	5,8	6,0
Kalbach	6,5	4,8	4,5	4,3	4,3	4,3	4,0	4,0	4,5	3,3	4,8	5,0	5,0	5,8	4,8	5,5	5,0	4,8	4,0	4,3
Königsbach			4,0	4,3	5,0	4,8	4,3	3,3	3,7	3,8	4,3	3,8	4,0	5,3	4,0	4,5	4,5	4,3	4,3	4,7
Liederbach	5,3	4,6	4,8	5,3	5,0	3,3	3,8	5,3	5,3	3,5	4,8	5,0	5,0	5,5	4,3	5,8	4,5	5,5	5,8	4,5
Main I		5,5	5,7	5,3	5,0	5,3	3,8	4,3	5,0	4,3	3,8	5,0	4,8	5,0	5,0	4,8	4,8	3,5	4,8	4,8
Main II		5,3	5,4	4,8	3,8	3,8	3,3	5,7	3,8	4,0	4,5	5,0	5,0	4,0	4,8	4,8	4,7	4,3	5,3	4,5
Nidda I	6,2	5,9	6,3	6,0	4,5	5,5	5,3	4,8	5,3	4,3	5,0	5,8	5,5	5,8	5,3	6,0	5,5	5,5	5,0	6,0
Nidda II	6,4	5,7	6,5	6,0	4,5	4,8	5,0	6,0	5,8	3,8	3,8	5,3	5,5	5,3	4,0	6,3	5,0	5,8	5,0	6,0
Rebstock	5,0	4,2	4,5	4,5	3,5	3,8	4,0	4,5	4,0	3,3	3,0	3,5	3,3	3,0	3,5	3,3	4,0	3,3	4,0	3,8
Sulzbach	5,0	5,6	5,3	5,8	5,0	6,0	6,0	5,3	4,5	4,3	4,8	5,5	5,5	6,3	5,5	6,3	6,0	5,8	5,3	5,8
Urselbach I	6,0	5,0	5,5	4,8	3,8	5,3	5,8	5,0	6,0	4,3	4,5	4,8	4,8	4,8	4,8	5,0	4,5	4,5	5,3	5,6
Urselbach II	6,6	6,3	6,8	7,0	7,0	5,8	5,5	5,3	6,5	5,0	5,0	5,3	5,8	5,0	5,5	6,0	4,5	5,5	6,8	6,8
Urselbach III	6,3	6,1	6,5	6,5	7,0	6,0	6,0	5,3	5,5	4,5	5,0	5,3	5,3	4,8	5,0	6,0	6,3	5,5	6,3	5,8
Westerbach	5,8	5,0	5,0	5,8	4,3	5,0	5,5	5,5	5,0	4,3	4,8	6,3	5,3	5,3	4,5	6,3	5,3	5,3	5,0	4,5

Zu Gütezahlen s. Tabelle 1

Hinsichtlich der Eignungsklassen gibt Tabelle 11 einen Überblick über die Befunde der letzten 13 Jahre. Die abhängig vom Anwendungszweck nachzuweisende hygienische Unbedenklichkeit wird gemäß DIN 19650 mittels der E.coli-Koloniezahlen sowie der Salmonellen ermittelt.

Graduelle Unterschiede zwischen den einzelnen Oberflächengewässern sind, je nach Belastungssituation, zu verzeichnen, eine Verbesserung der Eignungsklasse ist über diesen Zeitraum nicht festzustellen. Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen wären demnach, mit Ausnahme des Rebstockweihers, mit keinem der untersuchten Oberflächengewässer zu bewässern. Sonstige Sportplätze können mit Wasser aus dem Main, dem Liederbach, dem Königsbach und dem Kalbach beregnet werden, wenn sichergestellt ist, dass Personal und Öffentlichkeit keinen Schaden nehmen.

**Tabelle 11: Eignungsklassen (E-Klassen) gem. DIN 19650 für die Bewässerung in Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau sowie von Park- und Sportanlagen**

Jahr	96				97				98				99				2000				2001				2002				04	2005				2006				2007				2008			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV																
Erlenbach I	2	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	3	4	4	3	4	4	4	2	3	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3
Erlenbach II	3	2	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4
Erlenbach III	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Eschbach I	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4
Eschbach II	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Eschbach III	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Kalbach	2	4	4	2	3	3	4	3	2	3	3	2	1	4	4	3	1	4	3	4	4	3	4	2	4	4	3	3	4	2	3	4	4	2	2	3	4	2	3	4	4	2	3	4	4
Königsbach	2	3	4	3	2	4	4	2	2	4	3	2	2	2	3	4	3	4	4	3	2	4	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	4	2	3	4	2	2	4	4	2	3	4	4	4
Liederbach	2	4	3	2	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	2	3	4	3	4	2	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3
Main I	2	4	1	2	3	1	3	2	3	1	4	1	4	2	1	1	4	1	4	1	4	1	3	1	4	4	2	4	2	4	4	3	4	3	1	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4
Main II	2	4	4	2	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	2	3	3	4	3	3	4	4	2	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4
Nidda I	2	4	4	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Nidda II	2	4	3	2	4	1	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
Rebstock	2	2	3	3	2	1	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	1	2	3	3	3	2	2	3	1	3	3	3	2	2	4	3	3	2	2	3	2	2	4	3	4	2	4	3	2
Sulzbach	2	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Urselbach I	2	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	2	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	1	3	2	2	2	3	2	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3
Urselbach II	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Urselbach III	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Westerbach	2	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	2	3	-	3	3	3	-	2

zu den Kriterien der Eingungsklassen s. Tabelle 2



## Baden in Main und Nidda?



Der Main dient als Vorflut mehrerer industrieller und kommunaler Großkläranlagen und ist Bundeswasserstraße. Es existieren eine Vielzahl von Oberflächenwasserabläufen, von Verkehrsflächen sowie Einleitstellen von Regenwasserentlastungsbauwerken durch die, zumal bei oder nach Starkregen, kurzfristig erhebliche Mengen stark schadstoff- und keimbelasteten Oberflächenwassers und Abwasser sowie sonstige Schadstoffe aus Schadensfällen

(z.B. Öl) in den Main gelangen. Unabhängig von den Untersuchungsergebnissen ist festzustellen, dass der Main aufgrund der gegebenen regionalen Bedingungen über eine Vielzahl von Einleitmöglichkeiten verfügt, über die laufend unkontrollierbare Einträge der verschiedensten menschlichen Krankheitserreger stattfinden.

Die nach Popp (3) vorgenommene Einstufung der Gewässerqualität zeigt die mangelhafte hygienische Gewässerqualität von Main und Nidda in den seit 1986 vorgenommenen Untersuchungen auf (s. 6.1. / 6.2.). Die hygienische Gewässerqualität, die anhand der Konzentration der vorliegenden Fäkalbakterien im Flusswasser definiert wird, korreliert nicht mit der biologischen Gewässergüte / Ökologischen Zustandsklasse, die sich am Auftreten und der Verteilung von gewässertypischen Mikro- und Makroorganismen orientiert. Beide Bewertungsskalen basieren auf unterschiedlichen Grundlagen und dienen unterschiedlichen Zwecken. Sie sind daher nicht vergleichbar.

Eine Auswertung der Daten von 1996 bis 2008 in Hinblick auf die Badegewässerrichtlinie zeigt für beide Gewässer eine deutliche Überschreitung der Richt- und Grenzwerte gemäß EG-Badegewässerrichtlinie für E. coli (EC) und Coliforme Keime (CF) in den letzten zehn Jahren (s. Abb. 2 und 3). Vor diesem Hintergrund und angesichts der bekannten Literatur zu Infektionen von Schwimmern und zur erhöhten Gefährdung von Triathleten (s. S. 7 und 8) war durch das Gesundheitsamt in infektionspräventiver Hinsicht das Schwimmen im Main nicht zu gestatten. Die Sonderuntersuchung zur Fragestellung Triathlon aus 09/2004 (s. Seite 34) bestätigt dieses Ergebnis. Die Ergebnisse aus der Sonderuntersuchung Parasiten (s. Seite 30) sind sowohl hinsichtlich der Parasitendauerformen als auch der Enterokokken als kritisch einzustufen, insbesondere unter der Annahme, dass beim Schwimmen und Baden ca. 50 ml Wasser pro Badenden verschluckt werden.

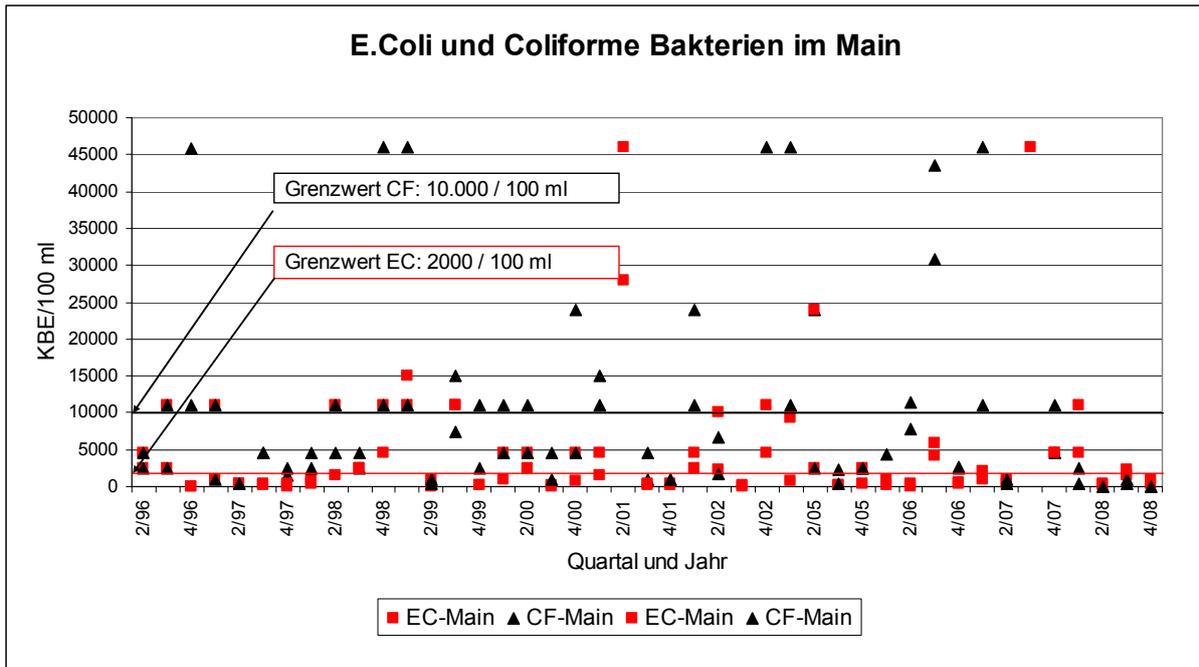


Abbildung 2: E. coli und Coliforme Keime im Main

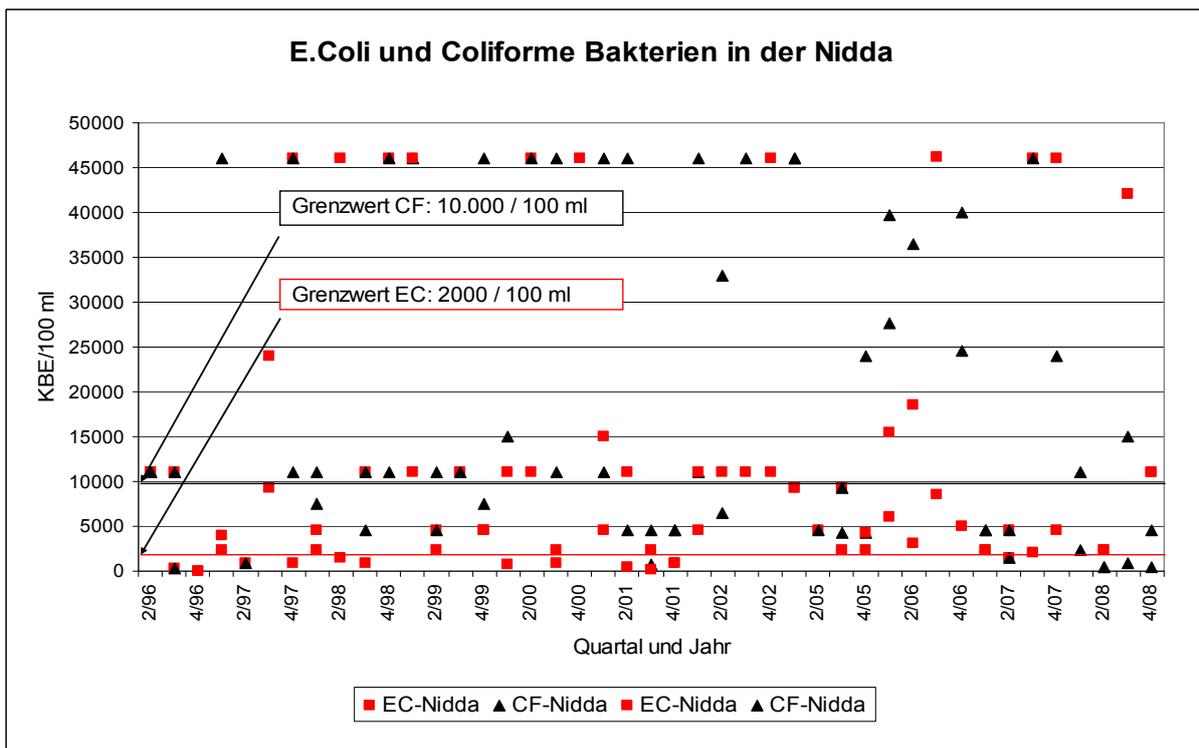


Abbildung 3: E. coli und Coliforme Keime in der Nidda

Eine weitere Gefährdung geht von der geringen Sichttiefe des Mains aus, die eine Rettung Ertrinkender erschwert oder gar unmöglich macht. Dieser Umstand ist zwar ohne formale Rechtsrelevanz für eine Verfügung nach § 16 Abs.1 Infektionsschutzgesetz, muss aber im Interesse der Nutzer berücksichtigt werden. Die Vorgabe der EG-Badewasserrichtlinie nach 1m Sichttiefe wird im Main nicht eingehalten. Letztlich ist auch der ästhetische Aspekt zu berücksichtigen, von dessen stark wechselnder Qualität man sich durch Augenschein jederzeit ein eigenes Bild machen kann.

Immer wieder wird die Frage gestellt, ob und gegebenenfalls wie man den Main in ein Badegewässer verwandeln kann. Ein vergleichbares Projekt, wie das Pilotvorhaben zur Wiederherstellung der Badegewässerqualität der Isar, ist am Main nicht ausführbar. In der Oberen Isar ist das Baden wieder möglich, seit im August 2000 die erste UV-Anlage zur Abwasserdesinfektion an einem Fließgewässer in Deutschland in Betrieb ging. Die darauf folgende, erhebliche Verbesserung der hygienisch-bakteriologischen Qualität der Isar basiert auf der Feststellung, dass die fäkalen Verunreinigungen zum überwiegenden Teil aus den Abläufen der Kläranlagen stammen. Punktuelle oder diffuse Einträge spielen bei der Oberen Isar nur eine untergeordnete Rolle (54,55,56). Die hydrogeologischen Verhältnisse am Main, die Vielzahl an möglichen punktuellen und diffusen Eintragsquellen, die deutliche Trübung des Wassers und nicht zuletzt die Bedeutung des Mains als Bundeswasserstraße sind Bedingungen, die gegen den Erfolg eines solchen Verfahrens sprechen.

## **Pflanzenschutzmittel**

Im Zeitraum von 2002 bis 2007 wurden insgesamt 9576 Analysen auf Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte durchgeführt. Bei 199 Analysen, entsprechend 2,08 %, wurden Konzentrationen über der Nachweisgrenze von 0,05 µg/l gefunden; es waren dies Isoproturon mit 41 Befunden, Diuron mit 47 Befunden, Diethyltoluamid mit 32 Befunden, MCPP mit 11 Befunden sowie Fenuron mit 29 Befunden über der Nachweisgrenze. Weitere Befunde über der Nachweisgrenze können Tabelle 13 entnommen werden, hier liegen die Summenwerte für Befunde über der Nachweisgrenze für alle Oberflächengewässer unter 10. (Die Daten aus 2008 bleiben unberücksichtigt, da die Analyseergebnisse zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vorlagen).

Für 13 der 24 analysierten Parameter existieren Zielvorgaben oder Qualitätsnormen, insgesamt elfmal wurde der vorgegebene Wert überschritten. Das bedeutet, dass bei 0,11 % der Proben der geforderte Qualitätszielwert nicht erreicht wurde. Die häufigsten Überschreitungen (je 3) wurden für Diuron im Sulzbach und Urselbach nachgewiesen. Je eine Qualitätszielwertüberschreitung für Diuron wurde im Westerbach und Liederbach ermittelt. Zweimal wurde der vorgegebene Wert für Isoproturon in der Nidda, einmal im Eschbach überschritten.

Tabelle 13: Pflanzenschutzmittelbefunde: Anzahl über der Nachweisgrenze 2002-2007

	Erlenbach			Eschbach			Kal- bach	Königs- bach	Lieder- bach	Main		Nidda		Reb- stock	Sulz- bach	Urselbach			Wester- bach
	I	II	III	I	II	III				I	II	I	II			I	II	III	
Desethylatrazin				1						1	1							1	
Metazachlor	1		1																
Clofibrinsäure			1						1								2	2	
MCPP		1	1								1	1	1		2		2	1	1
MCPB				1															
Fenoprop		1							1			1			1		1	1	1
Fenuron	1	1	3	1	4	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Isoproturon	4	4	4	1	2	3	1		1	4	3	5	4		1		1	2	1
Diuron	1	4	5	2	1	6		1	3	1		3	3		7		3	3	4
Chlortoluron					1							3	2						
Diethyltoluamid	1	3	1		4	5				1					3	2	6	6	
Atrazin					1					1	1		1						
Lindan					1														
Bentazon							1												
MCPA									1									1	1
2,4-D									1										
2,4-DB									1										
2,4-DP										1								1	
Linuron											1								

Im Vergleich wurden bei der in 2004/2005 von der HLUG durchgeführten Messkampagne (s. S. 11) (43) folgende Ergebnisse ermittelt: Der Mittelwert für MCPA in der Nidda (Messstelle Bad Vilbel) lag hier über der Qualitätsnorm. Der Erlenbach zeigte im unteren Verlauf für MCPA, n-Chloridazon und Terbutryn Mittelwerte über der Qualitätsnorm; im Bereich Ober-Erlenbach war der nachgewiesene Mittelwert der Konzentration für Bentazon gerade an der geforderten Qualitätsnorm. Der Urselbach (Messstelle Heddernheim) zeigte für MCPP und Terbutryn Mittelwerte über der Qualitätsnorm. Die Messstelle Harheim des Eschbachs zeigte für MCPP und Terbutryn Mittelwerte über der Qualitätsnorm.

## Sonderuntersuchungen

### Parasiten

Zur Bewertung des Risikos für Badende in Main und Nidda und durch möglichen Kontakt mit zur Bewässerung verwendeten Oberflächengewässern wurden in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (UBA) Bad Elster, Fachgebiet II 3.5 „Mikrobiologie des Trink- und Badebeckenwassers“ (Fr. Dr. I. Feuerpeil) im Zeitraum August bis Oktober 2007 verschiedene Frankfurter Oberflächengewässer auf das Vorkommen von Cryptosporidien-Oocysten und Giardia-Cysten untersucht. Probenahme und Bestimmung erfolgten gemäß ISO 15553 „Water Quality – Isolation and identification of Cryptosporidium oocysts and Giardia cysts from water“.



An der Probenahmestelle wurde mit Hilfe einer batteriebetriebenen Saug-Druck-Pumpe (Spannung 12 V) 20 l Wasser durch eine Schaumstoff-Filterkapsel (Fa. Idexx) gepumpt. Bei einer starken Belastung des Wassers mit Schwebstoffen kann es zu einer vorzeitigen Verblockung des Filters kommen; in diesem Fall wird entsprechend weniger Wasser filtriert, die Wassermenge wird notiert und in die spätere Berechnung einbezogen. Die Durchflussmenge sollte 2 l/min nicht überschreiten. Die verschlossenen Gehäuse mit den Filterkapseln wurden per Kurier zur weiteren Aufarbeitung in das Labor nach Bad Elster gebracht.

Die weitere Bearbeitung der Proben erfolgte in nachfolgend aufgeführten Stufen:

- Extraktion der Filter mit einem Puffer-Tensid-Gemisch (Gerät der Firma Idexx, Filta-Max).
- Konzentration des Extraktes über einen Membranfilter.
- Abtrennung der Cysten/Oocysten mit Hilfe des Verfahrens der Immunomagnetischen Separation (IMS) (Bindung der Parasitendauerformen an magnetische Partikel, welche mit spezifischen Antikörpern beladen sind; Abtrennung der Komplexe mit Hilfe eines Permanentmagneten, Trennung der Parasit-Magnetträger-Komplexe durch pH-Wert-Verschiebung).
- Färbung der Cysten/Oocysten mit FITC (Fluoresceinisothiocyanat) und DAPI (Diamidinophenylindol) – Fluoreszenzfarbstoffen.
- Zählung der Cysten/Oocysten im Aufricht-Fluoreszenzmikroskop.
- Berechnung der Menge an Parasitendauerformen bezogen auf 100 l Wasser.

Zusätzlich wurden in den Proben weitere mikrobiologische Parameter bestimmt: E. coli, coliforme Bakterien, Enterokokken, somatische Coliphagen, C. perfringens und Campylobacter. Die Methoden sind in Tabelle 14 aufgeführt.

**Tabelle 14: Untersuchungsverfahren der mikrobiologischen Parameter**

Parameter	Untersuchungsmethode
<i>E. coli</i> /coliforme Bakterien	Colilert®-18/Quanti-Tray® bzw. Quanti-Tray®2000 (s. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 12/2002 S.1018 und Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 7/2004 S.714-715)
Enterokokken	DIN EN ISO 7899-1
<i>C. perfringens</i>	m-CP-Agar (Methode nach Trinkwasserverordnung 2001 Anlage 5 Nr.1)
Campylobacter	ISO 17995
Coliphagen	Methoden der biologischen Wasseruntersuchung, Band 1: Hygienisch-mikrobiologische Wasseruntersuchungen. Hrsg.: E. Schulze, Gustav-Fischer-Verlag Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm (1996)

Beprobt wurden die in Tabelle 12 aufgeführten Oberflächengewässer an den dort bezeichneten Entnahmestellen. Main und Nidda wurden vor dem Hintergrund der Reproduzierbarkeit dreimal beprobt. Die Ergebnisse der ersten Probenahme „Eschbach vor / nach ARA“ gaben einen Hinweis auf einen möglichen Beschriftungsfehler, es erfolgte deshalb eine zweite Probenahme.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 15 zusammengestellt. Mit Ausnahme des Rebstockweihers wurden in allen Proben Giardia-Cysten im Bereich von 10 bis ca. 8400 pro 100 l nachgewiesen (Abb. 4-8). Ca. 1/3 aller Proben waren frei von Cryptosporidien-Oocysten, die Gehalte waren deutlich niedriger als die Giardia-Cysten-Gehalte und lagen zwischen 10 und 460 pro 100 l. In Main, Königsbach und Liederbach wurden keine Cryptosporidien-Oocysten nachgewiesen (Abb. 9-11).

Stark belastet mit Giardia-Cysten und Cryptosporidien-Oocysten waren Eschbach (Abb. 6) und Nidda (Abb. 5), während der Main vergleichsweise gering belastet war (Abb. 4), sehr hohe Giardia-Konzentrationen wurden im Ursel- und Sulzbach gefunden (Abb. 7, 8).

Die Schwankungsbreite der in einem Oberflächengewässer nachgewiesenen Giardienkonzentrationen war zum Teil erheblich, so wurden im Eschbach Giardienwerte zwischen 250 und 1570 pro 100 l ermittelt, im Urselbach lagen die Gehalte zwischen 130 und 3510 pro 100 l und in der Nidda zwischen 325 und 4300 pro 100 l. Die Niddaproben zeigen auch für die Cryptosporidien-Oocysten eine auffällige Schwankungsbreite von 10 bis 460 pro 100 l. Die Relation Giardia-Cysten zu Cryptosporidien-Oocysten entspricht den vom UBA in vielen anderen Oberflächengewässern nachgewiesenen Verhältnissen.

**Tabelle 15: Ergebnisse Sonderuntersuchung Parasitendauerformen in Oberflächengewässern**

Entnahmestelle	Datum	Parasiten		E.coli	Coli-forme	Intestinale Enterok.	Coli-phagen	Clostr. perfr.	Camp. bakter	Anmerkungen
		Giardien /100 l	Cryptosp. /100 l	MPN /100ml	MPN /100 ml	MPN /100 ml	PFU / l	KBE /100 ml	MPN /100 ml	
Eschbach-vor ARA	20.08.2007	~8400	65	n.u.	n.u.	34659	31600	n.u.	< 0,3	0)
Eschbach-nach ARA	20.08.2007	880	20	n.u.	n.u.	6119	3700	n.u.	0,62	0)
Eschbach-Nieder-Eschb. Sportpl.	20.08.2007	2400	20	n.u.	n.u.	2929	5300	n.u.	< 0,3	
Eschbach-vor ARA	08.10.2007	250	70	738	6488	250	200	80	1,47	
Eschbach-nach ARA	08.10.2007	1570	95	8164	14136	4500	1800	900	23,98	
Eschbach-Nieder-Eschb. Sportpl.	08.10.2007	700	45	5172	15531	2500	400	180	1,47	
Sulzbach	20.08.2007	3655	36	n.u.	n.u.	4179	23600	-	< 0,3	deutlich trüb
Erlenbach-vor ARA	27.08.2007	60	80	3654	12033	2369	32400	620	<0,3	1)
Erlenbach-nach ARA	27.08.2007	630	170	274	1918	78	20700	480	0,35	1)
Erlenbach-Nieder-Erlenbach	27.08.2007	310	n.n.2)	960	3255	78	22400	420	2,06	1)
Westerbach-Rödelheim	27.08.2007	50	10	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	sehr wenig Wasser 1)
Urselbach vor ARA	03.09.2007	130	40	292	573	305	200	230	<0,3	starke Strömung
Urselbach nach ARA	03.09.2007	3510	35	3130	6910	17570	5300	2400	1,26	starke Strömung
Urselbach ca. 2,3 km nach ARA	03.09.2007	1394	24	1340	3890	1674	9200	1800	1,54	mäßige Strömung
Kalbach-Stadtpark Kalbach	03.09.2007	425	460	1050	1860	3500	300	270	23,98	niedriger Wasserstand
Main-Schwanheim	10.09.2007	10	n.n.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Main-Fechenheim	10.09.2007	30	n.n.	41	231	38	800	30	n.u.	
Main-Schwanheim	24.09.2007	60	n.n.	801	9804	119	900	50	n.u.	Vorbeifahrt Schiff, kurz vor PN
Main-Fechenheim	24.09.2007	40	n.n.	108	842	0	1100	13	n.u.	
Main-Schwanheim*	01.10.2007	117	n.n.	794	9208	770	7500	270	n.u.	starke Strömung, deutlich trüb, Schiff, 12 l
Main-Fechenheim*	01.10.2007	40	n.n.	512	11199	1190	6400	700	n.u.	starke Strömung, deutlich trüb, 15 l filtriert
Liederbach	17.09.2007	56	n.n.	723	6131	635	1100	80	n.u.	18 l filtriert
Nidda-Harheim	10.09.2007	610	45	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Nidda-Rödelheim Niddawehr	10.09.2007	980	10	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	
Nidda-Harheim	24.09.2007	775	110	959	9804	208	3000	180	n.u.	
Nidda-Rödelheim Niddawehr	24.09.2007	780	90	512	19863	305	3100	260	n.u.	leichte Schaumbildung
Nidda-Harheim*	01.10.2007	325	n.n.	410	4320	4600	21600	800	n.u.	starke Strömung, deutlich trüb
Nidda-Rödelheim Niddawehr*	01.10.2007	4300	460	1830	36540	750	23200	600	n.u.	starke Strömung, deutlich trüb, 12 l filtriert
Königsbach	17.09.2007	375	n.n.	364	12033	1076	100	70	n.u.	wenig Strömung
Rebstock	17.09.2007	0	n.n.	4611	74	38	200	0	n.u.	
Norm/Richt/Grenzwerte		3-5	10-30	2000	10000	700	10-1000 : 1 Virus			
DIN 19650 - Schulsportpl., öff. Parks, E-Kl. 2 - sonst. Sportplätze, E-Klasse 3 (4)				200 2000		100 400				

\*Hochwassersituation!      0) mögl. Probe 1 und 2 vertauscht      1) Probe bei Aufarbeitung geteilt      2) nicht nachgewiesen in 20 l

## **Bewertung**

Eine Bewertung kann nur im Kontext mit der vorgesehenen Nutzung des Wassers erfolgen, da keine Grenz- oder Richtwerte existieren.

Der für Cryptosporidien festgelegte Handlungs-Wert („Action-Level“) von 10 bis 30 Cryptosporidien-Oozysten/100 l Trinkwasser und 3 bis 5 Giardia-Cysten/100l Trinkwasser basiert auf der Datengrundlage dokumentierter Cryptosporidiosis-Ausbrüche (37) und wird in den nachfolgenden Abbildungen als Beurteilungsgrundlage herangezogen. Auf der Basis dieser geringen Infektionsdosis und unter Berücksichtigung der großen Schwankungsbreite der Befunde bleibt hinsichtlich der Verwendung der Gewässer zum Baden nur eine restriktive Beurteilung. Nach den genannten Kriterien sind alle Proben, mit Ausnahme des Rebstockweihers, bezüglich der Giardien und Cryptosporidien als kritisch zu beurteilen.

Die Auswertung der bakteriologischen Parameter zeigt, dass die E.coli/coliformen Bakterien die Anforderungen der EU-Badegewässerrichtlinie im Wesentlichen einhalten. Die zumeist hohen Werte für Enterokokken weisen auf eine länger zurückliegende oder permanente fäkale Belastung des Wassers hin. Wendet man die bislang zur Umsetzung der EU-Richtlinie vorgeschlagenen Werte an, sind insbesondere die Enterokokkenbefunde kritisch zu sehen. Die hohen Werte für Coliphagen von bis zu 32.400 PFU/l weisen auf das Vorhandensein von enteralen Viren hin. In der Literatur wird für Flusswasser ein Verhältnis von 10 – 1000 Coliphagen pro 1 enteralen Virus beschrieben (57); hier sind insbesondere Nidda, Erlenbach und Sulzbach zu nennen. Korrelationen zwischen den Befunden der Parasitendauerformen und den Konzentrationen von C.perfringens und weiteren bakteriologischen Parametern waren nicht festzustellen. Auffällig war, dass bei hoher Belastung der Oberflächengewässerproben mit Giardien häufig auch vergleichsweise hohe Werte für Clostridium perfringens und weitere bakteriologische Parameter nachweisbar waren.

Die hier untersuchten Oberflächengewässer werden auf ihre Eignung als Beregnungswasser gemäß DIN 19650 bewertet. Die Befunde werden gemäß den dort angegebenen Konzentrationen für Fäkalstreptokokken (FS) und E.coli (EC) ausgewertet und in die entsprechenden Diagramme in Kapitel 6 bzw. in die Tabellen in Kapitel 10 aufgenommen. Bei der Beurteilung der Oberflächengewässer nach DIN 19650 sollte beachtet werden, dass die Parasitendauerformen in der Umwelt sehr persistent sind und in der Literatur Überlebenszeiten von bis zu einem Jahr beschrieben werden (57).

## **Diskussion**

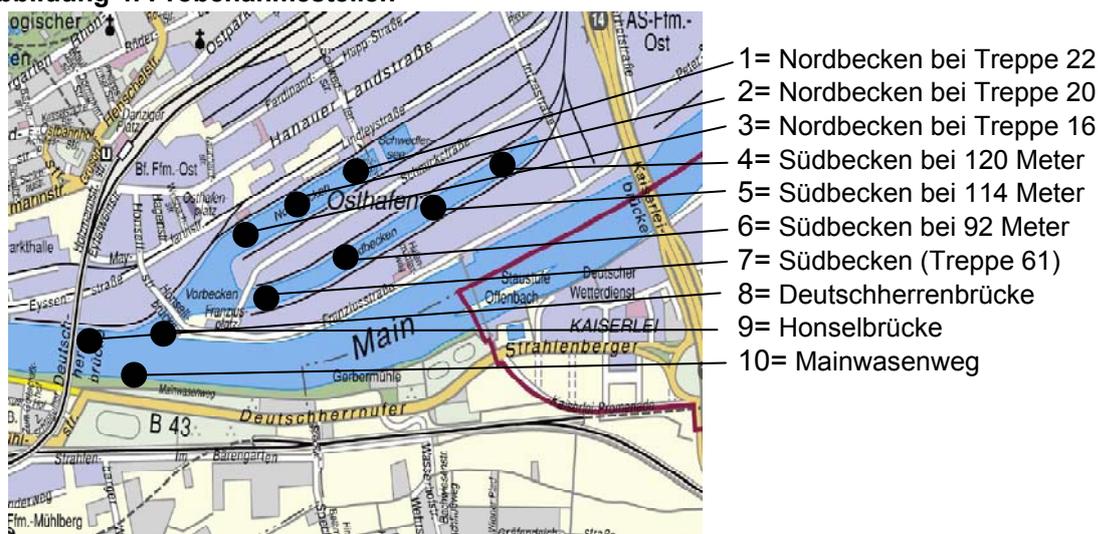
Die hohen Schwankungsbreiten der Parasiten-Befunde innerhalb eines Oberflächengewässers zeigen zum einen die Problematik bei der Bewertung der Befunde und zum anderen die bedingte Aussagefähigkeit bei geringer Probenzahl. Beurteilt man das Gewässer jedoch auf der Basis des jeweiligen Action-Level, bestätigt die vom Stadtgesundheitsamt über 20 Jahre fortgeführte hygienisch-mikrobiologische Untersuchung und Bewertung für Main und Nidda, dass sich diese Gewässer zum Baden nicht eignen.

Die über die Fäkalstreptokokken- und E. coli-Konzentrationen berechneten Eignungsklassen für die Beregnung entsprechen überwiegend den vom Stadtgesundheitsamt über die letzten 10 Jahre ermittelten Eignungsklassen. Eine Bewässerung von Schulsportplätzen und öffentlichen Parkanlagen wäre mit keinem der beprobten Oberflächengewässer zulässig. Sonstige Sportplätze können mit Wasser aus dem Main, der Nidda und dem Erlenbach beregnet werden, wenn durch Schutzmaßnahmen sichergestellt ist, dass bei der Beregnung Personal und Öffentlichkeit keinen direkten Wasserkontakt haben.

## Baden im Main – Triathlon im Osthafenbecken?

Nachdem das Gesundheitsamt angesichts der publizierten Studien zum Infektionsrisiko von Triathleten sowie angesichts der über Jahre hinweg nicht für einen Schwimmwettbewerb geeigneten Gewässergüte des Mains keine Möglichkeit sah, einem Triathlon im Main zuzustimmen, wurde im Rahmen der Durchführung des Triathlon Frankfurt / 2005 die Möglichkeit der Durchführung des Schwimmwettbewerbes im Main/Osthafenbecken diskutiert. Vor diesem Hintergrund wurden am 30. September 2004 Wasserproben aus den beiden Becken des „Osthafens“ sowie aus den angrenzenden Bereichen des Mains entnommen und gemäß der EG-Badegewässerrichtlinie untersucht.

**Abbildung 4: Probenahmestellen**



Die Verteilung der Meßpunkte sollte einen Vergleich der Wasserqualitäten der Osthafenbecken und der fließenden Welle des Mains ermöglichen.

## Ergebnisse

Die ermittelten Meßwerte sind den nachfolgenden Tabellen 16 bis 18 zu entnehmen, die grafischen Darstellungen Abb. 13 – 16, die Leit- und Grenzwerte stehen in Tabelle 19.

Bei der Probenahme fiel auf, dass das Wasser der Osthafenbecken stark mit umher schwimmenden Plastiktüten, Schwemmholz und sonstige Abfällen verschmutzt und daher aus ästhetischer Sicht zu bemängeln war. Die Sichttiefe wurde am 19.10.2004 bestimmt, sie betrug zwischen 30 und 60 cm in den Osthafenbecken und im Main 130 cm (Tab.16).

**Tabelle 16: Sichttiefen - Osthafenbecken**

Transparenz am 19.10.2004	Meter
Nordbecken Ende	0,60
Nordbecken Mitte	0,60
Nordbecken Anfang	0,30
Südbecken Ende	0,50
Südbecken Mitte	0,40
Südbecken Anfang	0,40
Vorbecken	0,40
Main Mitte vor Osthafen	1,30

Transparenz= Sichttiefe [m]

**Tabelle 17: Messwerte der Untersuchung – Osthafenbecken - vom 30. September 2004**

Ort	Datum	KBE 20	KBE 36	EC	CF	EK	Salmonellen
Deutschherrenbrücke(Treppe Nr. 4)	03. Apr	385	220	930	11000	>100	neg.
Honselbrücke (Molekopf)	03. Apr	440	275	930	>11000	>100	neg.
Mainwasenweg (gegenüber Treppe Nr. 5)	03. Apr	495	275	230	11000	>100	neg.
Mittelwert		<b>440</b>	<b>257</b>	<b>697</b>	<b>~11000</b>	<b>~100</b>	
Nordbecken (Treppe 16)	03. Apr	440	330	150	>11000	41	neg.
Nordbecken (Treppe 22)	03. Apr	>1000	550	74	>11000	>100	neg.
Nordbecken (gegenüber Treppe Nr. 20)	03. Apr	660	275	230	>11000	25	neg.
Mittelwert		<b>~700</b>	<b>385</b>	<b>151</b>	<b>~11000</b>	<b>~55</b>	
Südbecken bei 120 Meter links	03. Apr	550	275	92	>11000	69	neg.
Südbecken bei 092 Meter links	03. Apr	>1000	275	92	>11000	>100	neg.
Südbecken bei 114 Meter rechts	03. Apr	>1000	>660	36	>11000	87	neg.
Südbecken (Treppe 61)	03. Apr	550	550	430	>11000	>100	neg.
Mittelwert		<b>~775</b>	<b>~440</b>	<b>163</b>	<b>~11000</b>	<b>~89</b>	

EC= Fäkalcoliforme Bakterien [ / 100 ml]; CF= Gesamtcoliforme Bakterien [ / 100 ml]; EK= Fäkalstreptokokken (Enterokokken) [ / 100 ml]; KBE 20 / 36= Standardkeimzahlen [ /ml ] ; Salm: Salmonellen [ /l]

~: Mittelwert wegen Meßbereichsüberschreitung bei einer oder mehreren Proben unpräzise

**Tabelle18: Messwerte der Untersuchung – Main - vom 03. September 2004**

Ort	Datum	Quartal	KBE 20	KBE 36	EC	CF	EK	Salm
Fechenheim	03.09.04	3/04	>1000	825	430	4600	<100	neg.
Eiserner Steg	03.09.04	3/04	605	330	230	11000	19	neg.
Schwanheim	03.09.04	3/04	660	550	430	>11000	>100	neg.

EC= Fäkalcoliforme Bakterien [ / 100 ml]; CF= Gesamtcoliforme Bakterien [ / 100 ml]; EK= Fäkalstreptokokken (Enterokokken) [ / 100 ml]; KBE 20 / 36= Standardkeimzahlen [ /ml]; Salm: Salmonellen [ /l]

**Tabelle 19: Beurteilungswerte - Badegewässer**

Quelle	EC	CF	EK	Salmonellen	Transparenz
Leitwert EG	100	500	100	-	1
Grenzwert EG	2000	10000	-	0	2

EC= Fäkalcoliforme Bakterien [ / 100 ml]; CF= Gesamtcoliforme Bakterien [ / 100 ml]; EK= Fäkalstreptokokken (Enterokokken) / 100 ml]; KBE 20 / 36= Standardkeimzahlen [ /ml], Transparenz= Sichttiefe [m ] ; Salm: Salmonellen [ /l]

## Bewertung

Die Bewertung kann angesichts der geringen Anzahl von Messwerten nur im Sinne einer Abwägung erfolgen, da jahreszeitliche Abhängigkeiten und Variationsbreiten nicht bekannt sind. Vor dem Hintergrund der aus dem Main langjährig bekannten Verhältnisse ist aber dennoch davon auszugehen, dass unsere Bewertung der Realität nahe kommt. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse der Osthafenproben erheblich häufiger mit dem logischen Junktor „>“ gekennzeichnet sind als die Ergebnisse der Mainwasserproben, weil die Keimkonzentrationen in diesen Proben die verfahrensbedingte Grenze der Auszählbarkeit überschritten. Zur Berechnung wurde der „untere Werte der Bestimmungsgrenze“ eingesetzt, dies ist bei der Beurteilung der Mittelwerte zu berücksichtigen.

Die **Standardkeimzahlen** in den Proben aus dem Osthafenbecken lagen geringfügig über denen der Proben aus dem Main, während dessen die Konzentrationen der Fäkalkeime im Mittel deutlich unter denen der Mainproben lagen. Dieser Befund ist biologisch durchaus erklärlich, da die Fäkalkeime nicht zur autochtonen Biozönose des Mains zählen und einer von der Aufenthaltszeit im Mainwasser abhängenden Absterbekinetik unterliegen. Es ist davon auszugehen, dass die Aufenthaltszeit in den Osthafenbecken erheblich über der des Mains selbst liegt.

Die Konzentration der **fäkalcoliformen Bakterien (EC)** in den Hafenbecken lag unter dem EG-Grenzwert, aber deutlich über dem Leitwert.

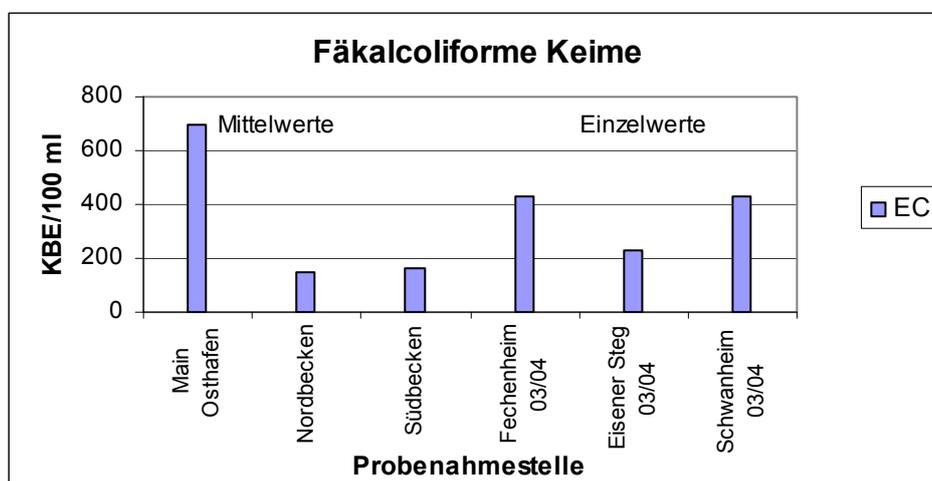
Die Konzentration der **gesamtcoliformen Bakterien (CF)** lag immer über dem EG-Leit- und dem EG-Grenzwert. Alle Konzentrationen lagen über der Auszählungsgrenze.

Die Konzentrationen an **Enterokokken (EK)** lagen im Südbecken in 2 von 4 Proben über dem EG-Grenzwert.

Die **Transparenz (Sichttiefe)** des Wassers in den Osthafenbecken lag mit Werten zwischen 0,3 m und 0,6 m unter den Grenzwerten der EG-Badegewässer-Richtlinie und damit noch deutlich unter der Transparenz des Maines, wo am gleichen Tag in Höhe der Einfahrt zum Osthafen in Flussmitte eine Transparenz von 1,3 m gemessen wurde.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich auch die Osthafenbecken aus infektionspräventiver und ästhetischer Sicht sowie wegen mangelnder Unfallsicherheit nicht zur Durchführung von Schwimmwettbewerben eignen.

**Abbildung 5: Konzentrationen von fäkalcoliformen Bakterien (EC) in den Osthafenbecken und dem Main**



**Abbildung 6: Konzentrationen von coliformen Bakterien (CF) in den Osthafenbecken und dem Main**

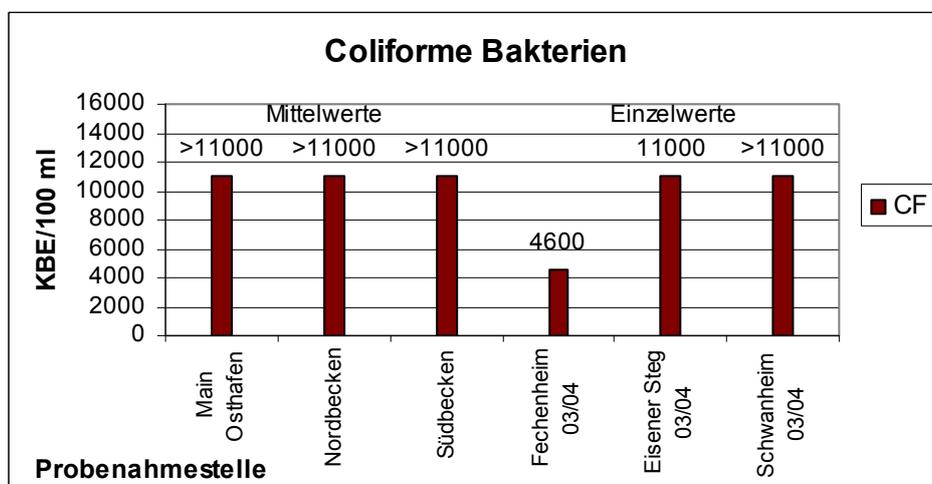


Abbildung 7: Konzentrationen von Enterokokken (EK) in den Osthafenbecken und dem Main

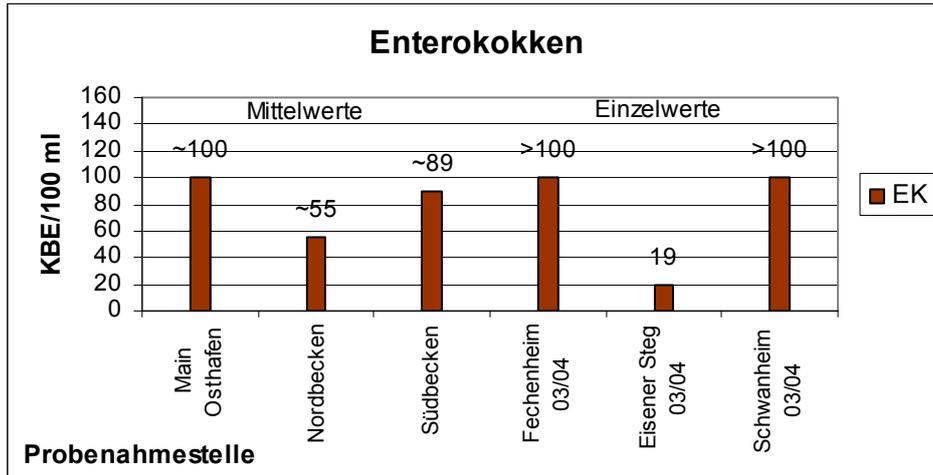
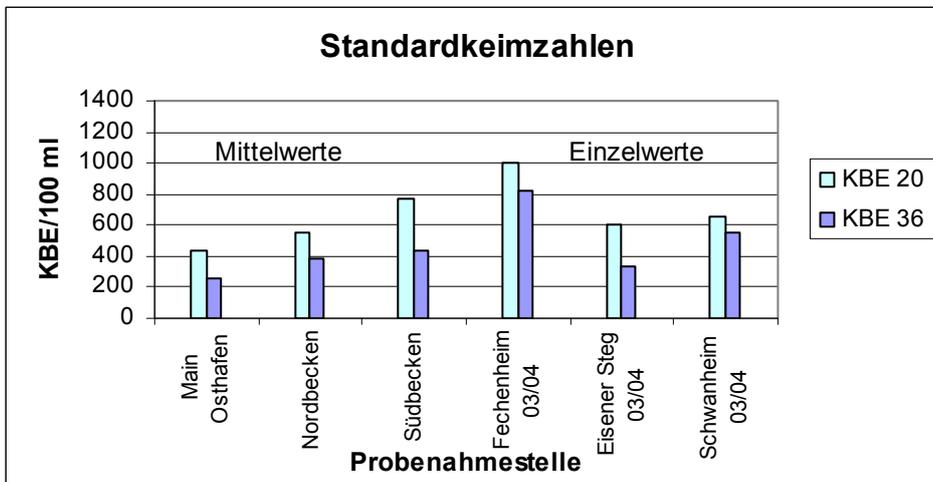


Abbildung 8: Standardkeimzahlen in den Osthafenbecken und dem Main



### **Besondere chemische Stoffe**

Unabhängig von den regelmäßigen Oberflächengewässeruntersuchungen des Stadtgesundheitsamtes werden immer wieder Untersuchungen anderer Stellen bekannt, die auf Grund besonderer Anlässe durchgeführt werden. Diese betreffen fast immer chemische Stoffe im Main, die aus industriellen und kommunalen Abwasserreinigungsanlagen stammen. Aufgrund ihrer hygienischen Bedeutung soll eine Auswahl dieser Stoffe hier vorgestellt werden.

#### **N-Nitrosomorpholin (NMOR)**

Im Rahmen des seit 2005 begonnenen und von der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke, dem VCI und dem DVGW-Technologiezentrum Wasser getragenen Projektes zur Untersuchung von Nitrosaminen in Rhein und Main wurden insgesamt 3 Nitrosamine regelmäßig nachgewiesen (58). Nachdem insbesondere NMOR als wasserwerksrelevant und partiell trinkwasserrelevant eingestuft wurde, ergaben weitere Untersuchungen, dass die Rheinbelastung ursächlich auf die Einleitung von Stoffen aus der Produktion chemischer Betriebe in den Main zurückgeht. Da aufbereitetes Mainwasser seit 1978 in erheblichen Mengen zur Bearbeitung eines Grundwasserschadens im Stadtwald infiltriert wird, erfolgte somit auch eine entsprechende Verlagerung des NMOR. Aufgrund seiner Stoffeigenschaften wird NMOR weder in der Mainwasseraufbereitungsanlage noch über die Bodenpassage nennenswert abgebaut. Wegen der stark gentoxischen und möglicherweise krebserzeugenden Wirkung des Nitrosamines wurden vom Stadtgesundheitsamt, auf Grundlage der humantoxikologischen Einstufung des NMOR durch das Umweltbundesamt, Trinkwassergrenzwerte festgesetzt (s. Tab. 20). Durch Kooperation von Behörden und Verursacherbetrieben konnte über geänderte Prozessführung, getrennte Behandlung bzw. Verbrennung verschiedener Abwasserströme innerhalb weniger Monate eine drastische Reduzierung der Einleitung und damit Minimierung der NMOR-Konzentration im Mainwasser herbeigeführt werden. Seit Anfang 2007 bewegen sich die NMOR-Konzentrationen in der Regel im Bereich der Bestimmungsgrenze von 1 ng/l.

#### **Perfluorierte Verbindungen (PFC)**

Aufgrund ihrer schmutz-, farb-, fett-, öl- und wasserabweisenden Eigenschaften finden poly- und perfluorierte Tenside Anwendungen in zahlreichen Produkten, wie Pflanzenschutzmitteln, Textilien, Feuerlöschmitteln, Farben und Kosmetika. Zur Herstellung der PFC werden unter anderem Perfluorooctancarbonsäure (PFOA) und Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) eingesetzt. Aufgrund ihrer grenzflächenaktiven Eigenschaften werden sie auch als „Perfluortenside“ (PFT) bezeichnet. PFC sind persistent, werden weltweit im menschlichen Blut nachgewiesen und nur langsam wieder ausgeschieden. Im Tierversuch erwiesen sich beide Chemikalien als fortpflanzungsgefährdend und das Wachstum von Tumoren fördernd (59). Grundlage für die hygienisch-toxikologische Bewertung von perfluorierten Verbindungen im Trinkwasser ist die Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt (60). Darin wird für die Summe von PFOA (Perfluorooctansäure) und PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) im Trinkwasser ein toxikologisch begründeter gesundheitlicher Leitwert von 300 ng/l genannt. Das heißt, dass Trinkwasser mit PFOA/PFOS-Konzentrationen bis 300 ng/l lebenslang konsumiert werden kann, ohne dass nach derzeitigem Kenntnisstand hierdurch Gesundheitsschädigungen zu erwarten sind. Als langfristig anzustrebenden Zielwert empfiehlt die Trinkwasserkommission für die Summe von PFOA/PFOS eine Konzentration von 100 ng/l.

Das Umweltbundesamt (UBA) empfiehlt, die Gewässer routinemäßig auf perfluorierte Verbindungen zu überprüfen. Für PFOS und PFOA in Oberflächengewässern ist ein Qualitätszielwert von < 10µg/l fest-

gelegt, d. h. dass 90 Prozent der in einem Jahr ermittelten Messwerte die Zielvorgabe von jeweils <10 µg/l für PFOS und PFOA in Gewässern einhalten sollten (61).

Signifikante Einleitungen sind im Bereich Frankfurt nicht festzustellen. Über die Einleitung aufbereiteten Mainwassers im Stadtwald Frankfurt zur Grundwasseranreicherung (58) erfolgt keine Verlagerung. Sowohl der gesundheitliche Leitwert für die Summe PFOA und PFOS von 0,3 µg/l wie auch der Vorsorge-Zielwert von 0,1 µg/l werden im Frankfurter Trinkwasser sicher eingehalten.

#### **Tolyfluamid, Dimethylsulfamid (DMS), Chloridazon**

N-Nitrosodimethylamin (NDMA) ist ein stark genotoxischer und wahrscheinlich humankarzinogener Stoff, der im Trinkwasser aus Vorsorgegründen grundsätzlich auf geringstmögliche Konzentrationen zu begrenzen ist (62). Als Ursache für die von verschiedenen Wasserversorgern bei der Ozonung beobachtete Bildung von NDMA wurde im Rahmen des oben genannten Projektes der Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasser-Werke, dem VCI und dem DVGW-Technologiezentrum Wasser das N,N-Dimethyl-sulfamid (DMS) ermittelt. DMS ist ein, bis vor kurzem unbekannter, Metabolit des zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten in Obst, Wein, Hopfen und Gemüsekulturen eingesetzten Fungizids Tolyfluamid (58). Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit hat am 21.02.2007 vorsorglich für die Tolyfluamid enthaltenden Pflanzenschutzmittel das Ruhen der Zulassung bei Anwendungen im Freiland angeordnet.

Bislang konnte für DMS im Main keine Überschreitung des IAWR (Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke) -Zielwertes für Pflanzenschutzmittel von 0,1 µg/l festgestellt werden (s. Tab. 20).

**Tabelle 20: Zusammenstellung der Grenzwerte/ maximal nachgewiesenen Konzentrationen verschiedener chemischer Stoffe**

<b>Stoff</b>	<b>Grenzwerte</b> [ng/l]		<b>Maximal nachgewiesene Konzentration im Main</b> [ng/l]
<b>NMOR</b>	60 [ng/l]	für drei Jahre festgesetzt	140 [ng/l]
	10 [ng/l]	lebenslang duldbar	Seit 11/2006: < 10 [ng/l]
<b>PFT</b> PFOS PFOA Summe PFOS/PFOA	5 [µg/l]	Maßnahmewert Trinkwasser	19 [ng/l] 6 [ng/l] 23 [ng/l]
	<10 [µg/l]	vorläuf. Qualitätsziel für OFG	
	300 [ng/l] 100 [ng/l]	Leitwert Trinkwasserkommission Zielwert - " -	
<b>DMS</b> Summe Chloridazone Chloridazon DMS Desphenylchloridazon	100 [ng/l]	IAWR-Leitwert- Pflanzenschutzmittel	90 [ng/l] 0 [ng/l] 100 [ng/l] 90 [ng/l]

## 5. Ergebnisse zu den einzelnen Oberflächengewässern

### Main

#### Beschreibung

Der Main ist der größte rechte Nebenfluss des Rheines und der größte Fluss in Hessen. Er entsteht durch die Vereinigung der beiden Quellzuflüsse, dem Weißen und dem Roten Main bei Kulmbach. Nach insgesamt 541 km Fließstrecke mündet er bei Mainz-Kastel in den Rhein. Das Frankfurter Stadtgebiet durchquert er ab Flusskilometer 46,5 bei Fechenheim bis Flusskilometer 22 unterhalb Sindlingen.

Der Main wird im größten Umfang zur Wasserversorgung, Abwassereinleitung, Wasserkraftgewinnung und Naherholung genutzt, ferner dient er von Flusskilometer 0 (Mündung in Mainz) bis Flusskilometer 387,69 als bedeutende Bundeswasserstraße und ist ein Stück der transkontinentalen Wasserstraßenverbindung zwischen der Nordsee und dem Schwarzen Meer über den Rhein-Main-Donau-Kanal (63).

Der Main wurde an 2 Entnahmestellen beprobt:

- Fechenheim
- Schwanheim

#### Ergebnisse

Die hygienische Wasserqualität des Maines lag in den Jahren an beiden Probenahmestellen zwischen den Stufen „kritisch belastet“ und „stark verschmutzt“. Die im letzten Bericht festgestellte Tendenz zur Verbesserung der hygienischen Wasserqualität von „stark verschmutzt“ nach „kritisch belastet“ an der Probenahmestelle Fechenheim setzt sich weiter fort. Bei Schwanheim zeigt sich die hygienische Wasserqualität für den Verlauf über die letzten 20 Jahre praktisch konstant zwischen „kritisch belastet“ und „stark verschmutzt“.

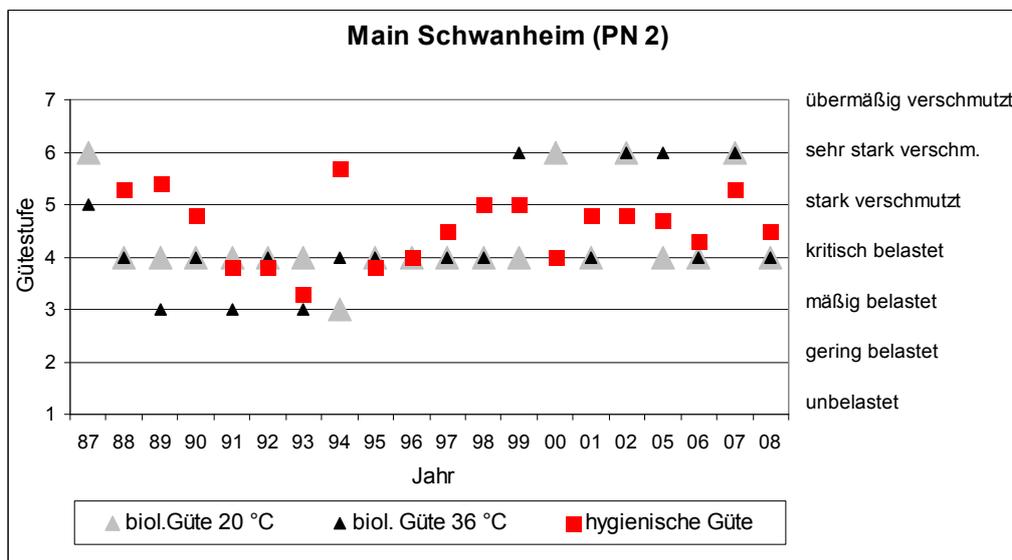
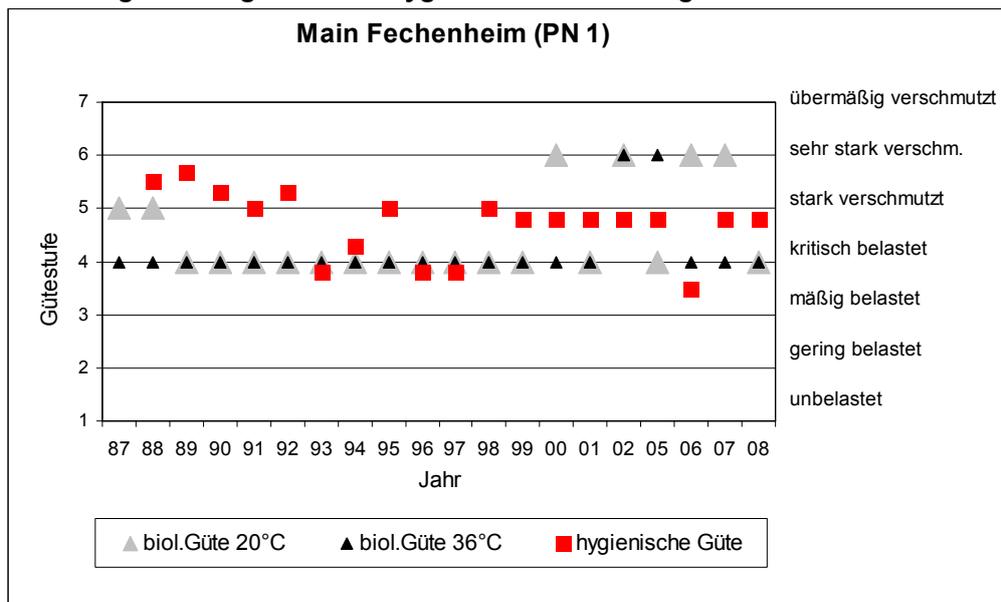
Die biologische Güte, basierend auf den ermittelten Keimzahlen, bleibt an beiden Probenahmestellen überwiegend „kritisch belastet“, teilweise „sehr stark verschmutzt“.

Von 2006 bis 2008 wurden an den Probenahmestellen Fechenheim und Schwanheim 12 mal Salmonellen nachgewiesen. An beiden Probenahmestellen wurden zweimal EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli) nachgewiesen.

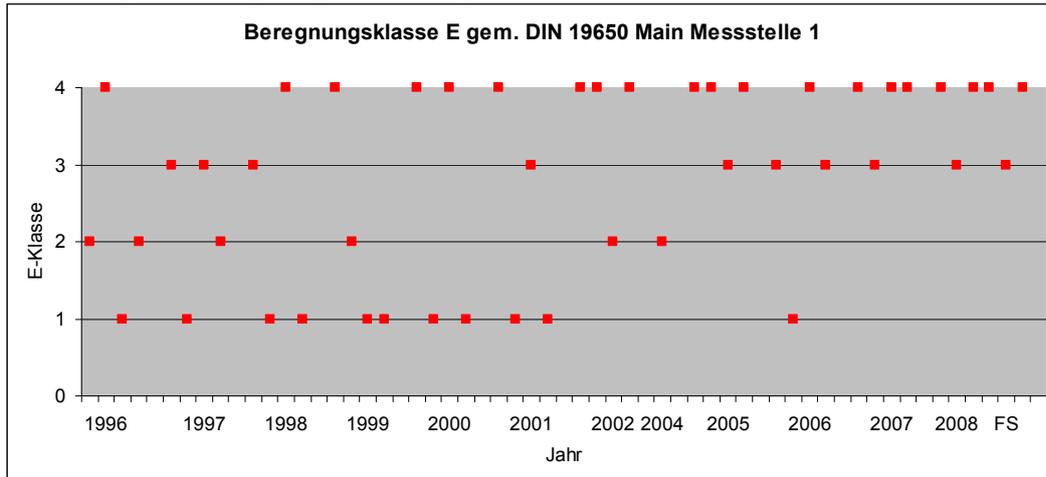
Die Beregnungskategorie E gem. DIN 19650 liegt für beide Probenahmestellen im Mittel bei 3, d.h. Schul-sportplätze und öffentliche Parkanlagen können mit diesem Wasser nicht beregnet werden. Bei der Beregnung anderer Sportplätze ist durch Schutzmaßnahmen sicher zu stellen, dass Personal und Öffentlichkeit keinen Schaden nehmen.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können Tabelle 18 entnommen werden.

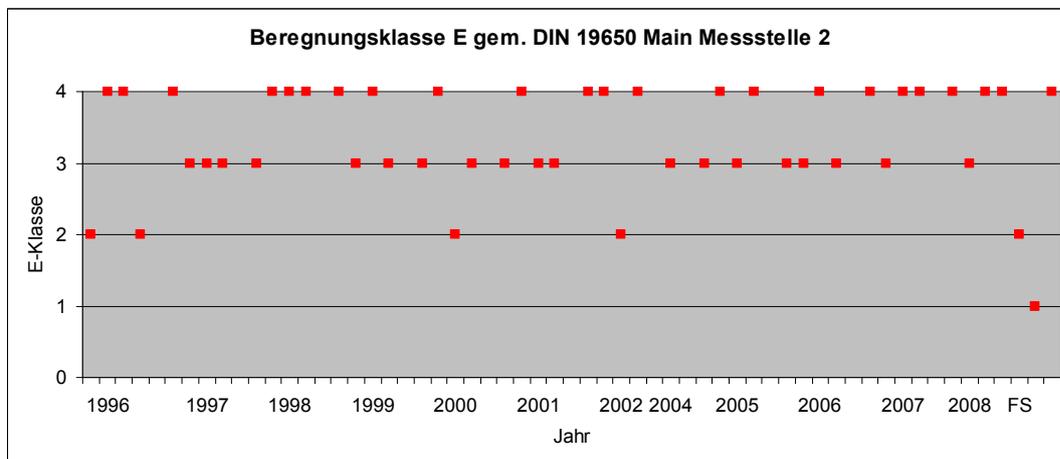
**Abbildung 9: Biologische und hygienische Gewässergüte des Maines von 1987 bis 2008**



**Abbildung 10: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Maines von 1996 bis 2008**



EC: E. coli, FS: Fäkalstreptokokken – Berechnung der E-Klasse aus den in der Sonderuntersuchung 2007 erhobenen Befunden



EC: E. coli, FS: Fäkalstreptokokken – Berechnung der E-Klasse aus den in der Sonderuntersuchung 2007 erhobenen Befunden

## Nidda

### Beschreibung

Die Nidda entspringt bei Schotten im Hohen Vogelsberg und tritt nach Durchfließen der Wetterau hinter Bad Vilbel in die Frankfurter Gemarkung bei Harheim ein. Nach 90 km Fließstrecke, wovon 18 km auf Frankfurter Stadtgebiet entfallen, mündet sie im Ortsteil Höchst in den Main. Bis zu ihrer Einmündung nimmt die Nidda alle wesentlichen Bäche des Taunus-Südrandes mit Ausnahme des Liederbaches, der direkt in den Main mündet, auf. Als Pilotprojekt wurde 1993 mit dem naturnahen Ausbau vom Berkersheimer Bogen bis zum westlichen Bonameser Altarm begonnen. Mit der Anlage von Ersatzauen, die bei Hochwasser überschwemmt werden, und von Fließhindernissen zur Reduzierung der Fließgeschwindigkeit wurde eine naturnahe Fließdynamik wiederhergestellt. Weitere naturnahe Umbaumaßnahmen sind geplant (63).

Die Belastung der Nidda mit Kläranlagenabwässern resultiert, was die nähere Umgebung der Eintrittsstelle nach Frankfurt betrifft, aus dem Ablauf der Kläranlage Bad Vilbel sowie aus den Zuflüssen der ebenfalls belasteten Bäche Erlenbach und Eschbach.

Die Nidda wurden an 2 Entnahmestellen beprobt:

- Ost: in Harheim an der Brücke „Harheimer Stadtweg“
- West: am Rödelheimer Wehr

### Ergebnisse

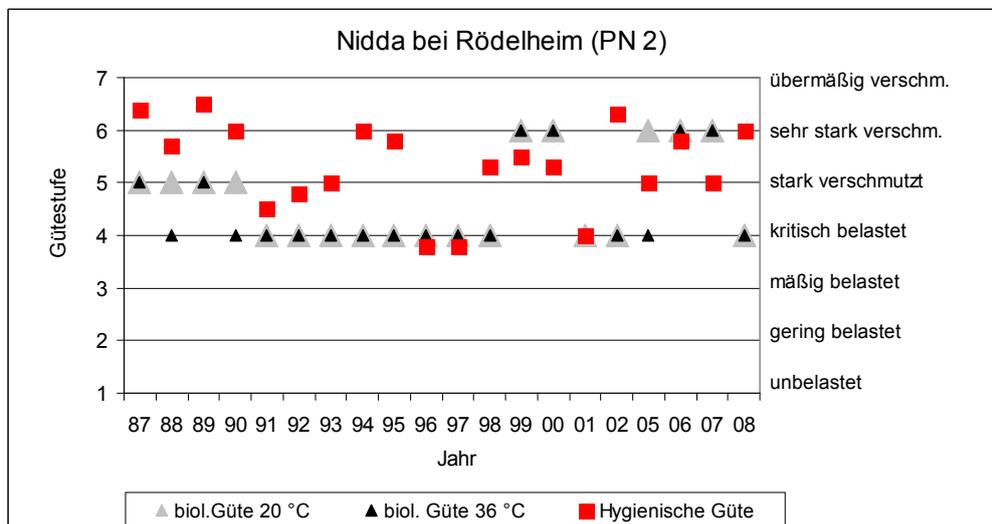
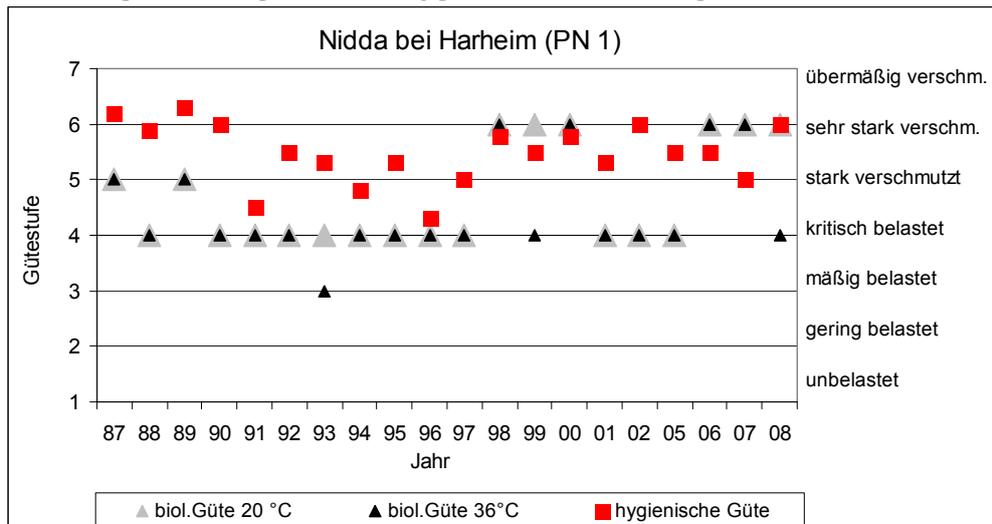
Die hygienische Güte der Nidda liegt für die letzten 5 Jahre an beiden Probenahmestellen im Bereich „stark verschmutzt“. Betrachtet man den Zeitraum der letzten 20 Jahre, zeigen beide Messstellen eine tendenzielle Verbesserung um eine Gütestufe.

Die biologische Güte zeigt sich in den Jahren 2002 bis 2008 im Bereich „stark verschmutzt“, über die letzten 20 Jahre ist eine Verschlechterung um eine Gütestufe fest zu stellen. Salmonellen wurden an der Messstelle „Harheim“ zehnmal-, an der Entnahmestelle Rödelheim siebenmal nachgewiesen. In den letzten zehn Jahren wurden an jeder Entnahmestelle einmal EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7) nachgewiesen.

Für beide Messstellen wird eine Beregnungsklasse gem. DIN 19650 zwischen 3 und 4 ermittelt. Die festzustellende Tendenz in Richtung Eignungsklasse 4 lässt eine Bewässerung von öffentlichen Sportplätzen kritisch erscheinen.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können Tabelle 19 entnommen werden.

**Abbildung 11: Biologische und hygienische Gewässergüte der Nidda von 1987 bis 2008**





## Erlenbach

### Beschreibung

Der Erlenbach, der nordöstlich des Sandplackens am Taunus entspringt, nimmt bei seinem Weg über den Stahlheimer Grund nach Wehrheim und in das Köpperner Tal mehrere Seitenarme auf und vereinigt sich oberhalb von Ober-Erlenbach mit dem Seulbach. Nach Durchfließen von Ober-Erlenbach wird ihm kurz vor Eintritt in die Frankfurter Gemarkung der Ablauf der Kläranlage Ober-Erlenbach zugeführt. Danach fließt der Erlenbach in südöstlicher Richtung in einem naturnahen Bachbett in Richtung des Stadtteils Nieder-Erlenbach, tritt danach in die Gemarkung Bad Vilbel ein, durchfließt Massenheim und mündet westlich von Bad Vilbel außerhalb der Frankfurter Stadtgrenze in die Nidda. Bei einer Gesamtlänge von 30 km entfallen 3,4 km der Fließstrecke auf Frankfurter Stadtgebiet, hier zeigt sich der Erlenbach größtenteils in einem naturnahen Zustand. In der Ortslage Nieder-Erlenbach liegen öffentliche Grünanlagen, Hausgärten und Kleingärten im Uferbereich (63).

Aufgrund des Kläranlageneinflusses wird der Erlenbach an drei Entnahmestellen beprobt:

- Vor der Kläranlage Ober-Erlenbach
- Direkt nach dem Kläranlagenablauf
- Ca. 1000 m unterhalb des Kläranlagenablaufes in der Ortslage Nieder-Erlenbach am Sportplatz

### Ergebnisse

Vor der Kläranlage ist die hygienische Güte zwischen „kritisch belastet und stark verschmutzt“ einzustufen, direkt und 1000 m nach der Kläranlage liegt sie im Bereich zwischen „stark verschmutzt“ und „sehr stark verschmutzt“. Über den Zeitraum der letzten 20 Jahre ist vor der Kläranlage eine Tendenz zur Verbesserung der hygienischen Güte, nach der Kläranlage eher eine leichte Verschlechterung festzustellen.

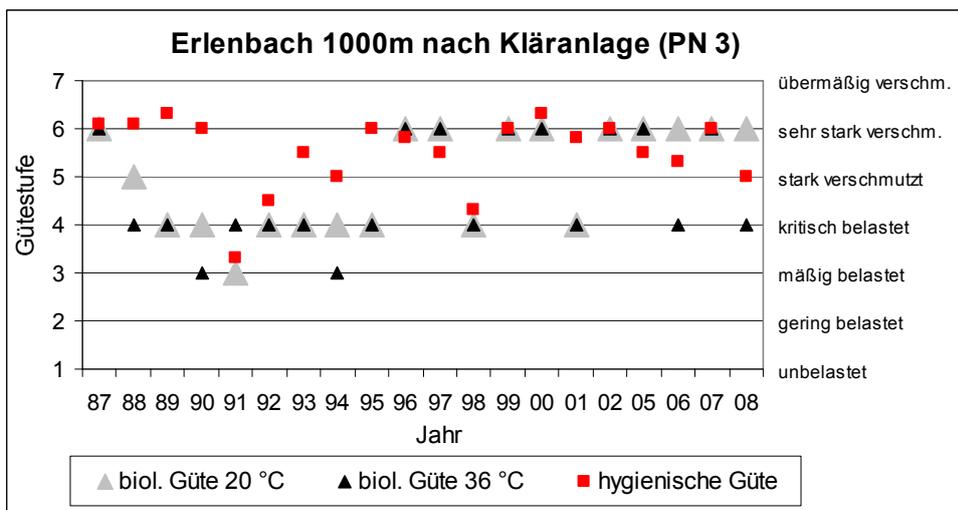
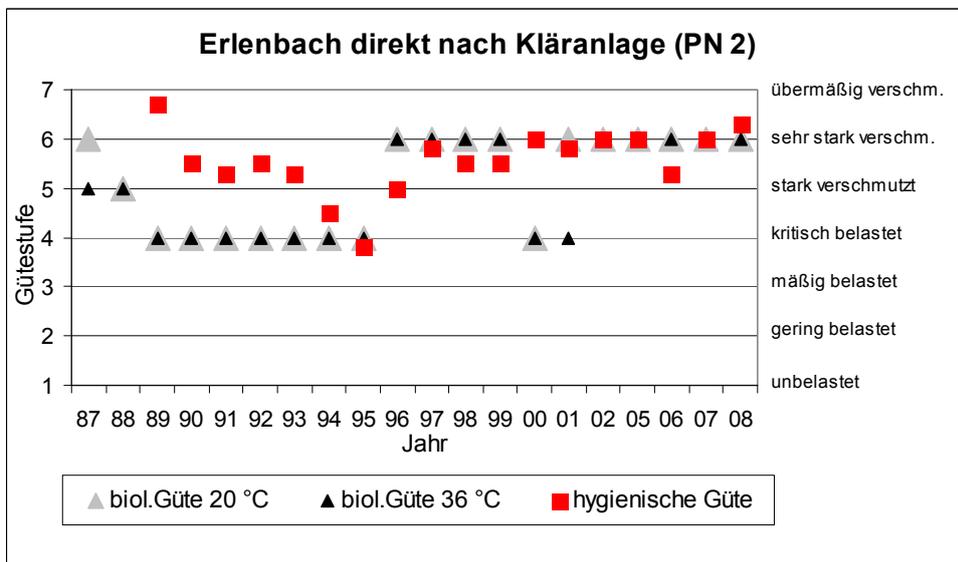
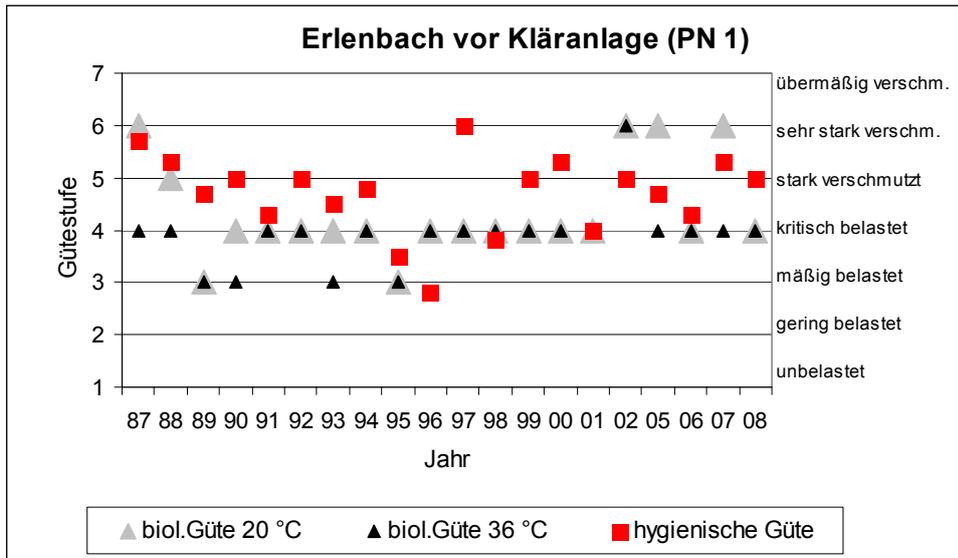
Die biologische Güte nach der allgemeinen Keimbelastung ist vor der Kläranlage als „kritisch belastet“ einzustufen, die nach der Kläranlage entnommenen Proben sind als „sehr stark verschmutzt“ einzuordnen, hier ist über die letzten 20 Jahre eine Abnahme der biologischen Güte um ein bis zwei Gütestufen zu verzeichnen.

Für alle 3 Messstellen liegt die Beregnungsklasse gem. DIN 19650 zwischen 3 und 4. Tendenziell liegen die Werte eher im Bereich 4, d.h. von einer Bewässerung öffentlicher Sportplätze ist abzuraten, öffentliche Parkanlagen und Schulsportplätze können mit diesem Wasser nicht beregnet werden.

An der Probenahmestelle 1 wurden in den letzten zehn Jahren fünfmal Salmonellen und zweimal EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7), an Probenahmestelle 2 vierzehnmal Salmonellen und einmal EHEC, an Messstelle 3 achtmal Salmonellen und einmal EHEC nachgewiesen.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können Tabelle 20 entnommen werden.

Abbildung 13: Biologische und hygienische Gewässergüte des Erlenbaches von 1987 bis 2008





## Eschbach

### Beschreibung

Der Eschbach gliedert sich in seinem Oberlauf in mehrere Seitenarme auf, die in den staatsforstlichen Wäldern von Bad Homburg und dem Stadtwald Bad Homburg entspringen. Das Gewässer durchfließt die Stadt Bad Homburg einschließlich der Stadtteile Gonzenheim und Ober-Eschbach. Am Übertritt in die Frankfurter Gemarkung nimmt der Eschbach den Ablauf der Kläranlage Ober-Eschbach auf. Auf Frankfurter Gebiet fließt der Eschbach in südlicher Richtung am Rande des Stadtteils Nieder-Eschbach entlang, durchquert den Stadtteil Harheim und mündet kurz danach an der Brücke "Harheimer Stadtweg" in die Nidda. Im Stadtgebiet Frankfurt fließt der Eschbach insgesamt auf einer Länge von ca. 5 km. Bereits 1863 wurde er reguliert ausgebaut und zeigt sich heute in der Gemarkung Nieder-Eschbach vollständig ausgebaut, mit nahezu geradlinigem Verlauf. Zwischen Nieder-Eschbach und Harheim ist der Verlauf nach einem naturnahen Umbau wieder mäandrierend (63).

Aufgrund des Kläranlageneinflusses wurden am Eschbach 3 Probenahmestellen beprobt:

- Vor der Kläranlage Ober-Eschbach
- Direkt nach dem Kläranlagenablauf
- Ca. 1000 m unterhalb des Kläranlagenzulaufes in der Ortslage Nieder-Eschbach an der Fußgängerbrücke „Budapester Strasse“

### Ergebnisse

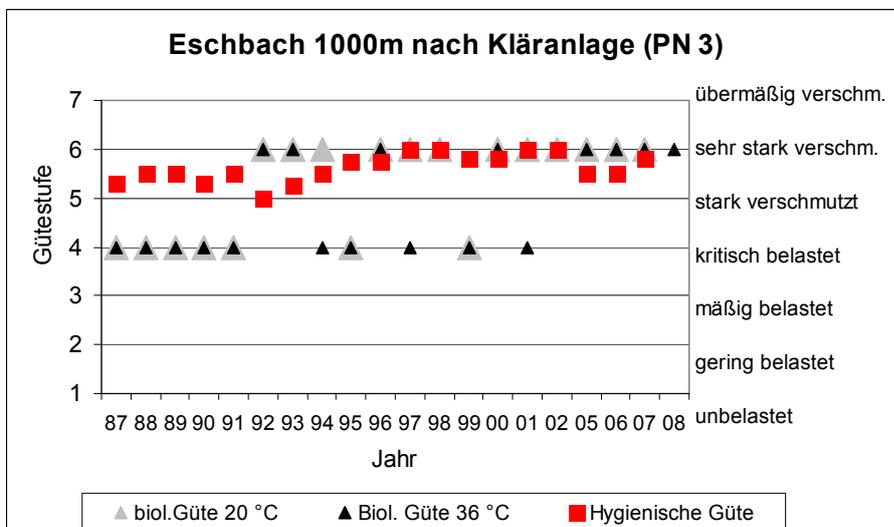
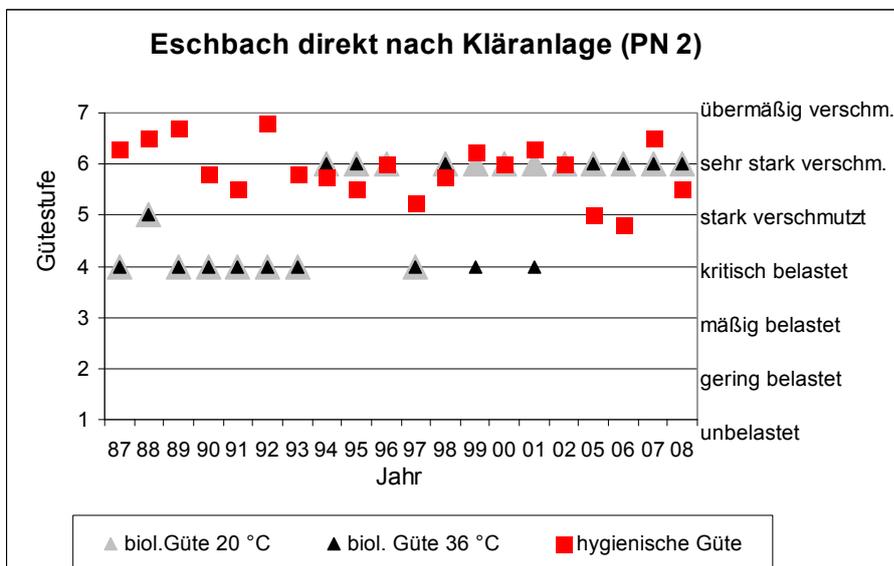
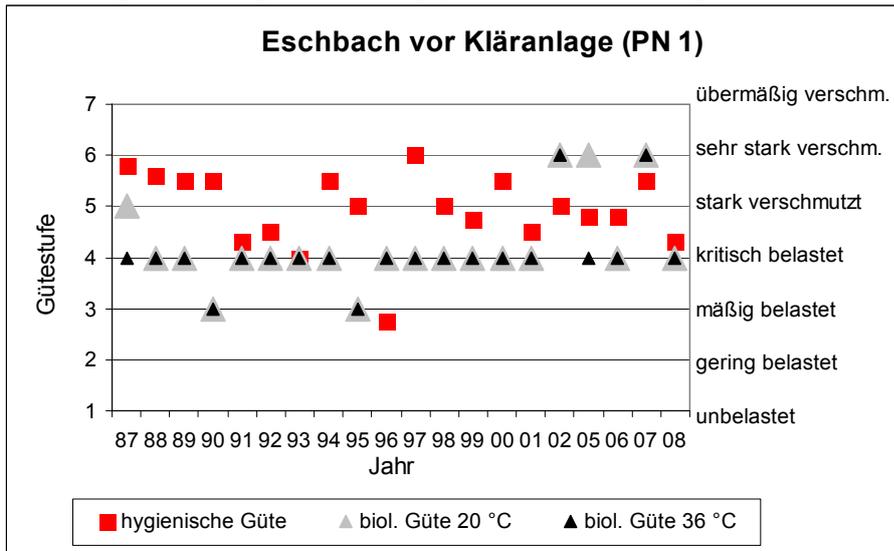
Die hygienische Güte kann vor der Kläranlage als "stark verschmutzt", unmittelbar und 1000 m nach der Kläranlage als "sehr stark verschmutzt" eingestuft werden. Über den Zeitraum der letzten 20 Jahre betrachtet ist die hygienische Güte vor der Kläranlage praktisch unverändert geblieben, unmittelbar nach der Kläranlage ist eine leichte Tendenz zur Verbesserung erkennbar, während 1000 m nach der Kläranlage eine geringe tendenzielle Verschlechterung festzustellen ist.

Die Beregnungsklasse gem. DIN 19650 liegt für die 3 Messstellen bei 4, d.h. eine Bewässerung öffentlicher Sportplätze, Schulsportplätze und Parkanlagen ist gem. DIN 19650 nicht möglich.

Salmonellen wurden in den vergangenen zehn Jahren an der Entnahmestelle 1 zweimal, an der Entnahmestelle 2 elfmal und an der Entnahmestelle 3 siebenmal nachgewiesen. EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7) wurden an Messstelle 2 und 3 je zweimal, an Messstelle 1 einmal nachgewiesen.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können Tabelle 21 entnommen werden.

Abbildung 15: Biologische und hygienische Gewässergüte des Eschbaches von 1987 bis 2008





## **Sulzbach**

### **Beschreibung**

Wie der Liederbach hat der Sulzbach seinen Ursprung im Königsteiner Stadtteil Schneidhain. Er nimmt seinen Weg über Bad Soden und Sulzbach und tritt nördlich der Sonnenschein-Siedlung im Stadtteil Sossenheim in die Frankfurter Gemarkung ein. Auf Frankfurter Stadtgebiet durchfließt er auf einer Länge von 2,7 km die Stadtteile Sossenheim und Höchst, um dann in Höhe des ehemaligen Tillybades in die Nidda zu münden. Unterhalb des Ortsteils Sulzbach kommt der in mehrere Seitenarme aufgegliederte Schwalbach hinzu, der die Abwässer des Abwasserverbandes Kronberg aufnimmt. In den letzten Jahren wurde der Gewässerabschnitt zwischen der Autobahn und dem Ortskern von Sossenheim naturnah umgestaltet (63), so dass nun zwei Fließwege in diesem Teilabschnitt für das Gewässer vorhanden sind. Ein weiterer naturnaher Ausbau ist südlich von Sossenheim bis zum Tillybad vorgesehen.

Die Entnahme der Proben erfolgte an der Kurmainzer Straße in Sossenheim.

### **Ergebnisse**

Die hygienische Güte der letzten Jahre liegt, wie die Jahre zuvor, zwischen "stark verschmutzt" und "sehr stark verschmutzt".

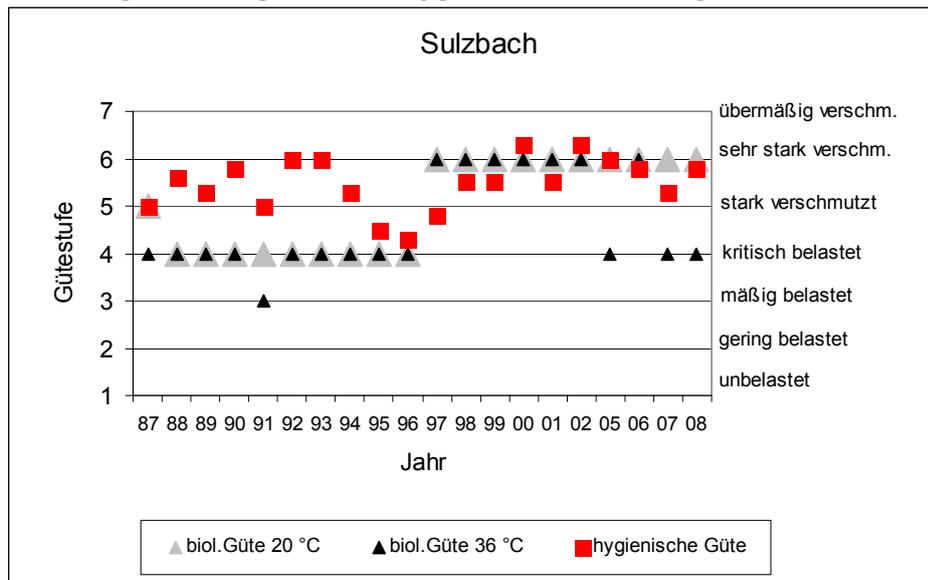
Die biologische Güte liegt ebenso im Bereich "sehr stark verschmutzt", über die letzten 20 Jahre hat sie sich um 2 Gütestufen deutlich verschlechtert.

Salmonellen wurden in den letzten zehn Jahren zehnmal nachgewiesen. Zweimal waren positive Befunde von EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7) zu verzeichnen.

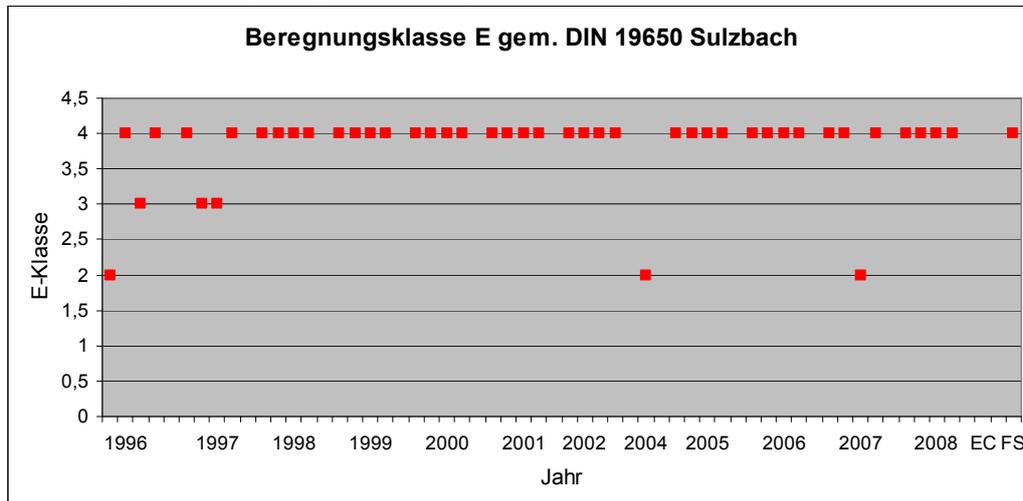
Die Beregnungsklasse gem. DIN 19650 für den Sulzbach liegt zwischen 3 und 4, Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen sowie öffentliche Sportplätze können mit diesem Wasser nicht beregnet werden.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können der Tabelle 22 entnommen werden.

**Abbildung 17: Biologische und hygienische Gewässergüte des Sulzbaches von 1987 bis 2008**



**Abbildung 18: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Sulzbaches von 1996 bis 2008**



EC: E. coli, FS: Fäkalstreptokokken – Berechnung der E-Klasse aus den in der Sonderuntersuchung 2007 erhobenen Befunden

## Urselbach

### Beschreibung

Der zahlreiche Gräben und Seitenbäche aufnehmende Urselbach entspringt im Feldberggebiet. Er durchfließt die Stadt Oberursel auf gesamter Länge und tritt kurz vor Niederursel in die Frankfurter Gemarkung ein. Auf eine Gesamtlänge von 18,5 km Fließstrecke entfallen 4,2 km auf das Frankfurter Stadtgebiet. Unmittelbar vor der Eintrittsstelle befindet sich die Kläranlage Oberursel, deren Abwässer der Urselbach aufnimmt. Am nördlichen Rand des Stadtteils Niederursel entlangfließend, tangiert der Urselbach im weiteren Verlauf das südliche Mertonviertel und mündet kurz unterhalb des Eschersheimer Wehres in die Nidda. Diese Strecke war bis 1994 weitgehend verrohrt und ist seither naturnah gestaltet. Es ist geplant, den naturnahen Ausbau des Urselbachs im Mündungsbereich im Zusammenhang mit der Umgestaltung des Eschersheimer Niddaweihres fortzuführen (63).

Wegen des Kläranlageneinflusses sind auch hier 3 Probenahmestellen festgelegt:

- Vor der Kläranlage Oberursel
- Direkt nach dem Kläranlagenablauf
- Ca. 1250 m im Abstrom der Kläranlage in der Ortslage Niederursel „Am Mühlgraben“

### Ergebnisse

Die hygienische Belastung des Urselbaches vor der Kläranlage liegt zwischen Gütestufe 4 und 5, unmittelbar nach der Kläranlage und im weiteren Abstrom ist eine Abnahme der hygienischen Güte in Richtung Gütestufe 5 und 6 zu verzeichnen. Alle drei Probenahmestellen zeigen eine tendenzielle Zunahme der hygienischen Qualität über den Zeitraum der letzten 20 Jahre; nach der Kläranlage beträgt die Zunahme eine Gütestufe.

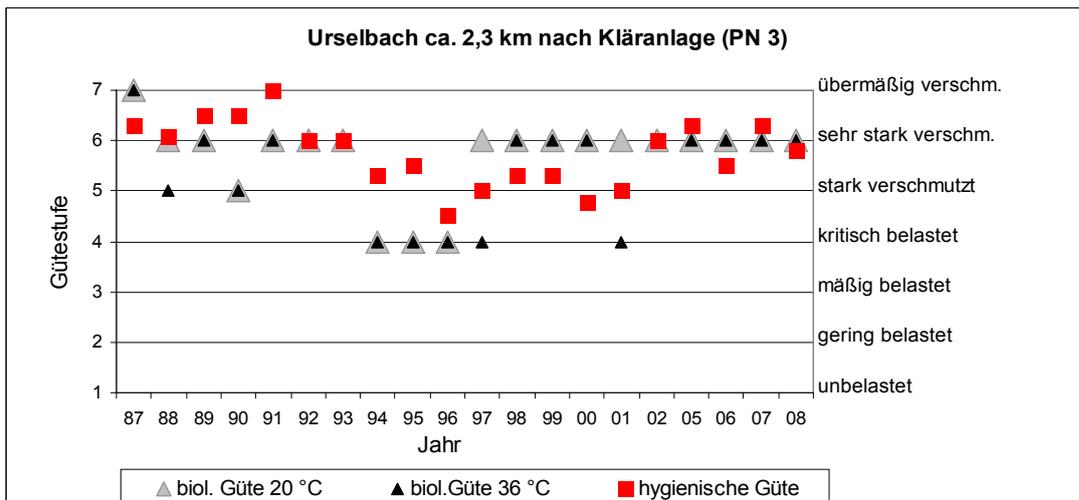
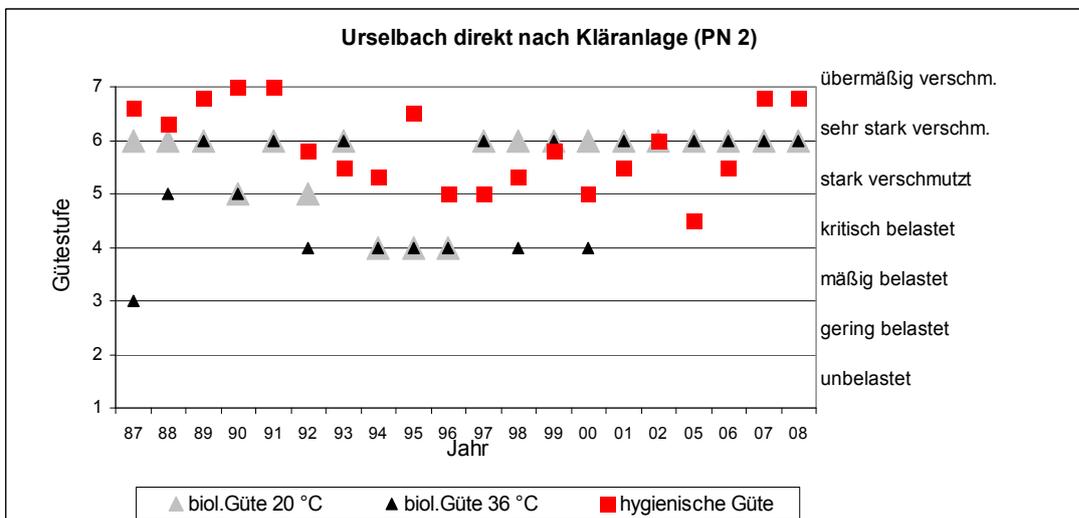
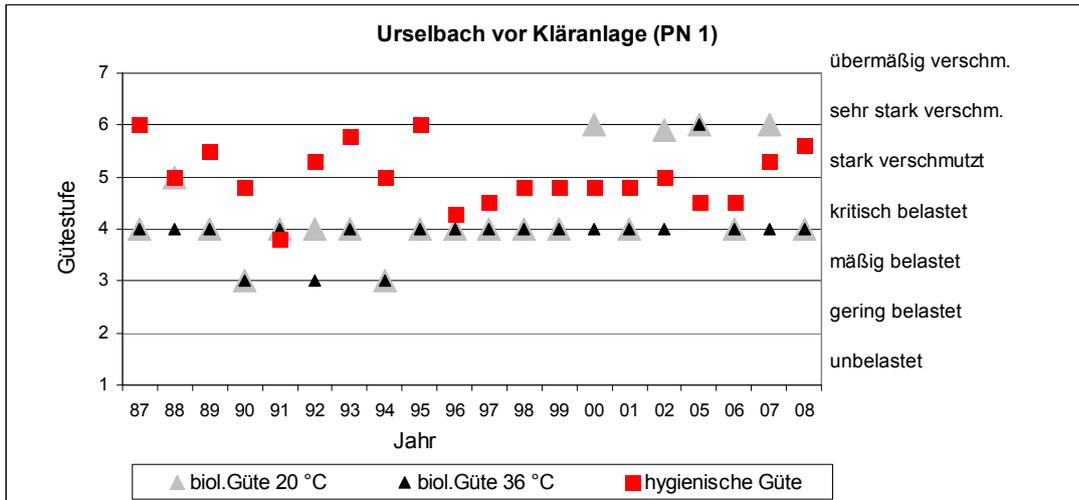
Die biologische Güte des Urselbaches bezogen auf die Keimzahlen ist vor der Kläranlage als „kritisch belastet“ einzuordnen und verschlechtert sich im weiteren Abstrom deutlich auf „sehr stark verschmutzt“; über die letzten 20 Jahre hat sich die biologische Güte um etwa eine Gütestufe reduziert.

Positive Salmonellenbefunde konnten an Probenahmestelle 1 einmal, an Probenahmestelle 2 neunmal und an Probenahmestelle 3 zehnmal verzeichnet werden. EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7) wurden dreimal an Messstelle 2 nachgewiesen.

Der Urselbach liegt vor der Kläranlage gem. DIN 19650 zwischen den Beregnungsklassen drei und vier, die Bewässerung öffentlicher Sportplätze wäre hier abzuwägen, Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen können bei dieser Wasserqualität nicht bewässert werden. Nach der Kläranlage ist eine Einstufung in Beregnungsklasse 4 vorzunehmen, öffentliche Sportanlagen, Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen können mit diesem Wasser nicht beregnet werden.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können Tabelle 23 entnommen werden.

Abbildung 19: Biologische und hygienische Gewässergüte des Urselbaches von 1987 bis 2008





## **Westerbach**

### **Beschreibung**

Der Westerbach hat seinen Ursprung im Kronberger Stadtwald nördlich des Stadtteils Schönberg. Zwischen dieser Ortschaft und Niederhöchstadt (Eschborn) nimmt er den ebenfalls aus einem Waldgebiet des Taunus kommenden Stuhlbergbach auf. Von Eschborn aus fließt der Westerbach westlich der Autobahn A5 und zeigt sich hier überwiegend naturnah. Bis zur Mündung in die Nidda, westlich des Breidensteiner Wegs im Stadtteil Rödelheim, gleicht der Westerbach einem ausgebauten Kanal mit geradlinigem Verlauf (63). Bei einer Gesamtlängsstrecke von 11,5 km entfallen 2,8 km auf das Frankfurter Stadtgebiet. Das Gewässer wird nicht durch Kläranlagenabläufe beeinträchtigt.

Die Entnahme der Proben erfolgt im Bereich der Strubbergstraße des Stadtteils Rödelheim.

### **Ergebnisse**

Der Westerbach ist, wie die Jahre zuvor, fäkalcoliform "stark verschmutzt". Die allgemeine Keimbelastung der letzten Jahre liegt im Bereich der Gütestufe "sehr stark verschmutzt" und hat sich in den letzten 20 Jahren um zwei Gütestufen verschlechtert.

Viermal wurden im betrachteten Zeitraum Salmonellen nachgewiesen, dreimal konnten positive EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7)-Befunde verzeichnet werden.

Die Beregnungskategorie gem. DIN 19650 für den Westerbach liegt zwischen 3 und 4. Da über einen längeren Zeitraum betrachtet eine tendenzielle Verbesserung der E-Kategorie zu verzeichnen ist, können zwar Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen mit diesem Wasser nicht beregnet werden, eine Bewässerung öffentlicher Sportplätze kann aber erwogen werden.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können der Tabelle 24 entnommen werden.



## **Liederbach**

### **Beschreibung**

Die am Südhang des Feldbergs entspringenden Bäche Rombach und Reichenbach vereinigen sich in Königsstein/Ts. zum Liederbach. Unterhalb von Liederbach übertritt er die Frankfurter Gemarkungsgrenze und fließt im Frankfurter Stadtgebiet auf 5 km Länge durch die Gemarkungen Unterliederbach und Höchst. Er mündet, nachdem er südlich des Höchster Bahndammes geradlinig und lokal verrohrt den Industriepark Höchst passiert hat, bei km 24 nahe der Leunabrücke nach insgesamt 21 km Fließstrecke in den Main (63).

Die Probenahmestelle liegt in der Ortslage von Unterliederbach.

### **Ergebnisse**

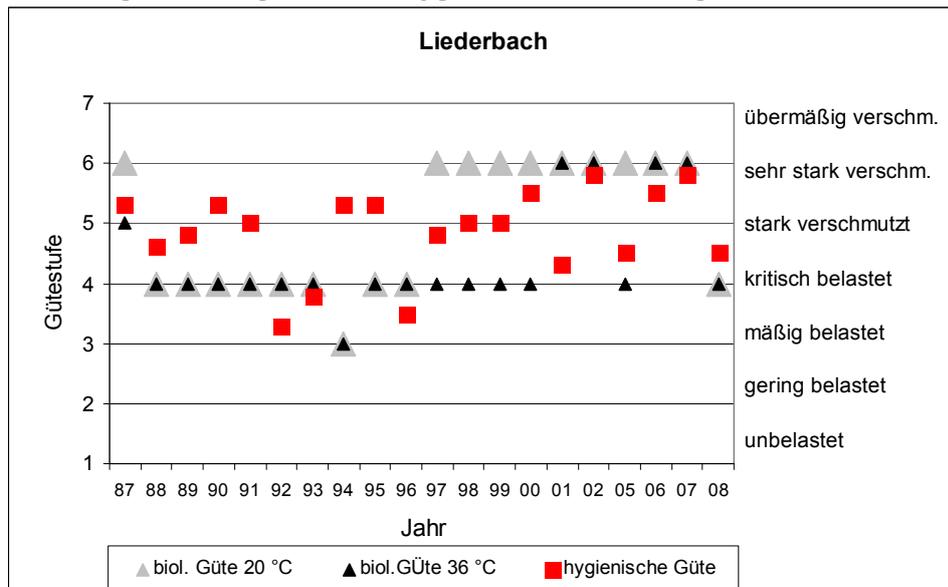
Die fäkalcoliforme Belastung des Liederbaches ist als „kritisch belastet“ bis „stark verschmutzt“ zu bezeichnen, die allgemeine Keimbelastung differiert für die Keime bei 36 °C als „kritisch belastet“ und für 20 °C als „sehr stark verschmutzt“. Für den Untersuchungszeitraum ist keine Tendenz zu verzeichnen, auffällig ist jedoch die Verschlechterung der Keimzahlen bei 20 °C über zwei Gütestufen.

Drei positive Salmonellenbefunde und ein positiver EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7)-Befund waren in den letzten 10 Jahren zu verzeichnen.

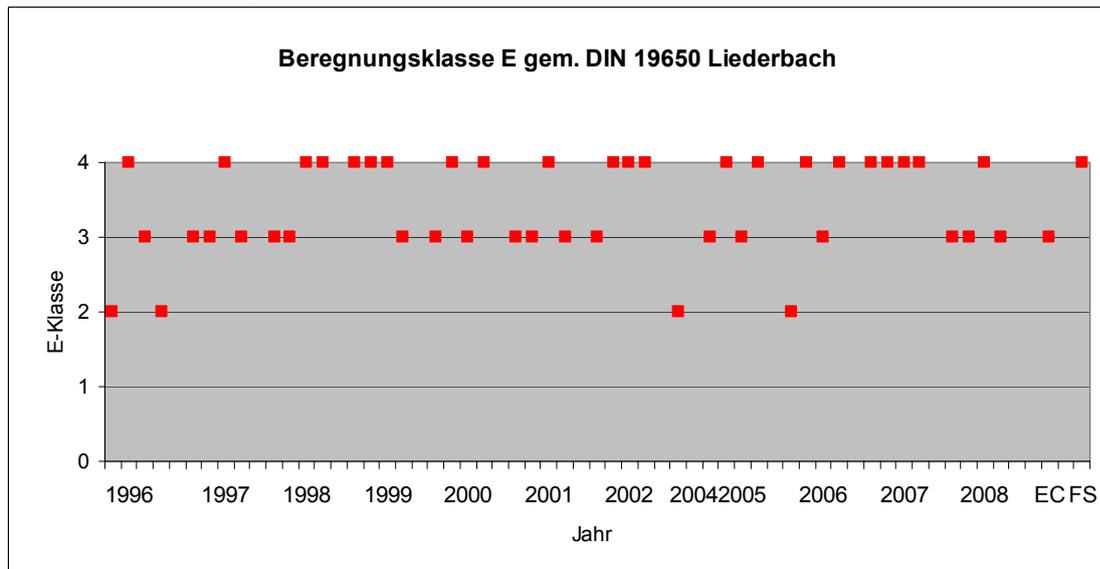
Die Beregnungskategorie gem. DIN 19650 für den Liederbach liegt zwischen 3 und 4. Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen sollten mit diesem Wasser nicht beregnet werden, eine Bewässerung öffentlicher Sportplätze kann erwogen werden.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können der Tabelle 25 entnommen werden.

**Abbildung 23: Biologische und hygienische Gewässergüte des Liederbaches von 1987 bis 2008**



**Abbildung 24: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Liederbaches von 1996 bis 2008**



EC: E. coli, FS: Fäkalstreptokokken – Berechnung der E-Klasse aus den in der Sonderuntersuchung 2007 erhobenen Befunden

## **Königsbach**

### **Beschreibung**

Der Königsbach, auch unter dem Namen Luderbach geführt, entspringt in der Nähe von Gut Neuhoof in Dreieich auf einer Höhe von ca. 157 m ü NN. Er durchfließt den Jakobiweiher, verläuft in nördlicher Richtung am Wild Park Luisa vorbei und wird, etwa ab der Kennedy-Allee verrohrt, entlang der Eisenbahnlinie in Richtung Main geführt. Es gibt verschiedene Zuflüsse aus den Überläufen der Teiche im Osten des Oberwaldes. Der Königsbach mündet in Höhe der Main-Neckar-Brücke in Niederrad in den Main (ca. 95 m ü NN). Er ist 14,2 km lang, etwa 5,9 km des Bachs fließen in Frankfurter Stadtgebiet.

Die Probenahmestelle befindet sich in der Nähe des Ziegelhüttenweges im Stadtteil Sachsenhausen.

### **Ergebnisse**

Die fäkalcoliforme Belastung des Königsbaches ist, wie in den Jahren zuvor, als „kritisch belastet“ einzustufen. Die biologische Güte schwankt, wie bereits in den davor liegenden Jahren, erheblich zwischen den Gütestufen „kritisch belastet“ bis „sehr stark verschmutzt“, eine deutliche Tendenz zur Abnahme der biologischen Güte ist festzustellen.

Salmonellen wurden einmal, EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7) bislang nicht nachgewiesen.

Die Beregnungskategorie gem. DIN 19650 für den Königsbach liegt bei 3. Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen sollten mit diesem Wasser nicht beregnet werden, eine Bewässerung öffentlicher Sportplätze ist möglich.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können der Tabelle 26 entnommen werden.



## **Kalbach**

### **Beschreibung**

Der Kalbach hat seinen Ursprung am Südhang des Taunus auf Oberurseler Gemarkung. Er durchfließt in Frankfurt die Gemarkungen Kalbach und Bonames, bevor er in den westlichen Teil des Bonameser Altarmes der Nidda mündet. Von seiner Gesamtlängstrecke von 5,4 km liegen 3,6 km auf Frankfurter Stadtgebiet. Die Sohle des Kalbaches ist über weite Strecken innerorts mit Betonplatten ausgekleidet (63). Der Kalbach nimmt Wasser von mehreren Entwässerungsgräben auf, der größte Zufluss ist hierbei die Kätcheslach. Durch die Neubaugebiete rund um den Ortsteil Kalbach nehmen die Regenwassereinleitungen in die Gewässer zu, in diesem Zusammenhang werden Kalbach und Kätcheslach ausgebaut und naturnah umgestaltet.

Die Probenahmestelle des Kalbaches befindet sich im Stadtpark Kalbach an der Fußgängerbrücke.

### **Ergebnisse**

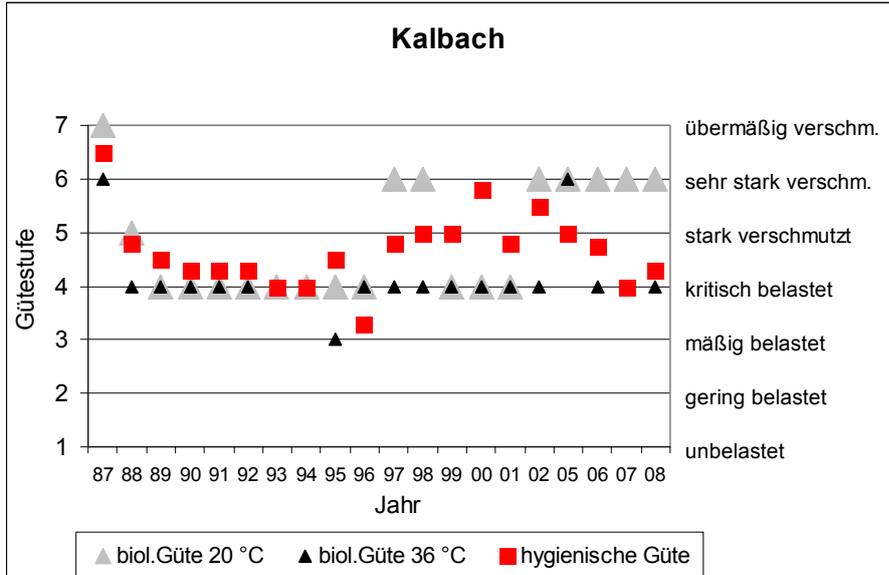
Die hygienische Güte dieses Oberflächengewässers liegt in den letzten fünf Jahren zwischen „kritisch belastet“ und „stark verschmutzt“. Die biologische Güte, basierend auf den Keimzahlen, ist über den Zeitraum der letzten fünf Jahre in Gütestufe „stark verschmutzt“ einzustufen.

Salmonellen (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7) wurden bislang dreimal nachgewiesen, es gibt einen positiven EHEC-Befund.

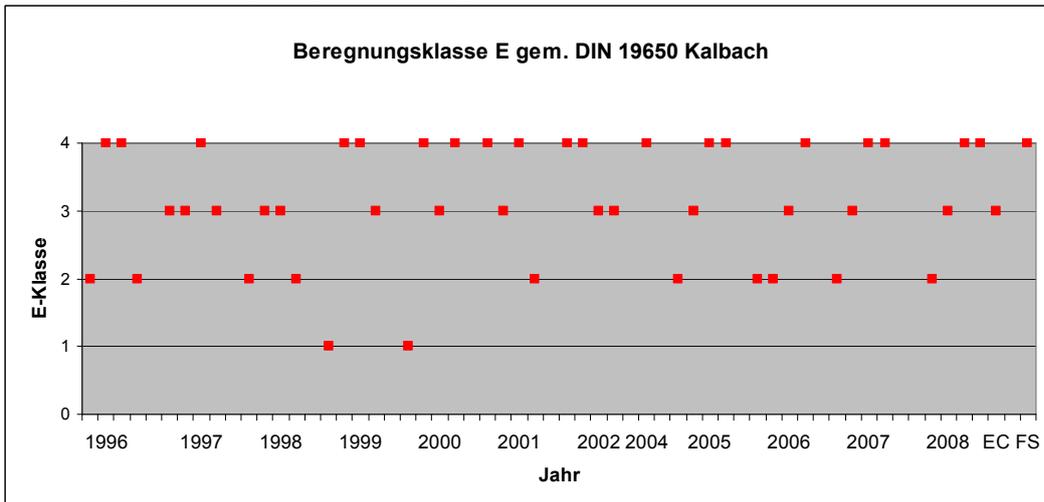
Die Berechnungskategorie gem. DIN 19650 für den Kalbach liegt bei 3. Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen sollten mit diesem Wasser nicht beregnet werden, eine Bewässerung öffentlicher Sportplätze ist möglich.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können der Tabelle 27 entnommen werden.

**Abbildung 27: Biologische und hygienische Gewässergüte des Kalbaches von 1987 bis 2008**



**Abbildung 28: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Kalbaches von 1996 bis 2008**



EC: E. coli, FS: Fäkalstreptokokken – Berechnung der E-Klasse aus den in der Sonderuntersuchung 2007 erhobenen Befunden

## **Rebstockweiher**

### **Beschreibung**

Der Rebstockweiher ist ein künstlich angelegtes, ruhendes Gewässer ohne Oberflächenzustrom. Er wird ausschließlich aus Grundwasser gespeist. Seine Wasserfläche beträgt 31550 m<sup>2</sup>, die maximale Tiefe ca. 3,5 m. Die Anlage des Weihers erfolgte in den Jahren 1958-1962 als Teil des Volksparkes Rebstock, der anfallende Aushub wurde im Straßenbau in der näheren Umgebung verwendet. Der Rebstockweiher wird nicht mit Booten befahren, sondern nur als Angelgewässer und als Landschaftselement genutzt. Er verfügt neben dem Fischbesatz auch über einen nennenswerten Besatz mit Wasservögeln.

### **Ergebnisse**

Die hygienische Güte des Rebstockweihers liegt für die letzten fünf Jahre zwischen „mäßig bis kritisch belastet“. Über die letzten 20 Jahre ist eine deutliche Tendenz zur Verbesserung um mehr als eine Gütestufe zu verzeichnen.

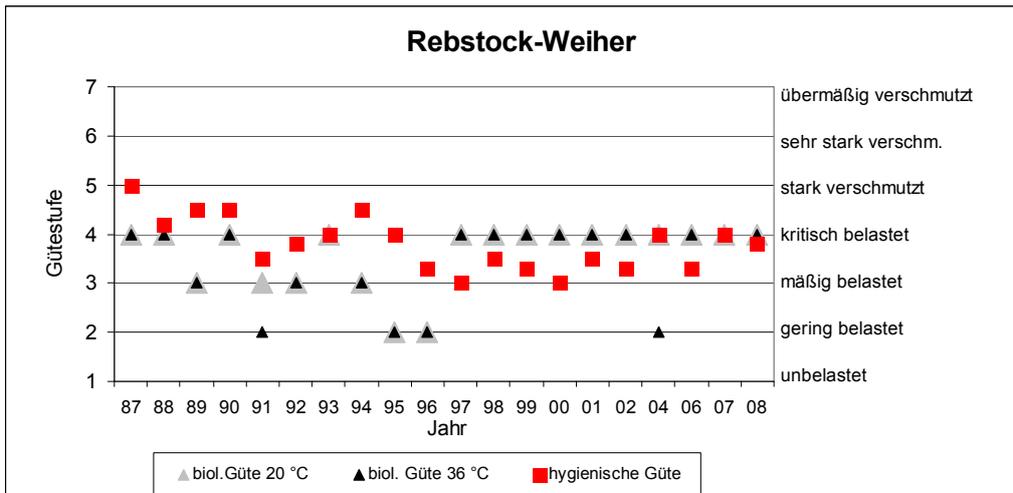
Die biologische Güte (basierend auf den Keimzahlen) der letzten fünf Jahre liegt bei der Gütestufe „kritisch belastet“. Tendenziell ist eine leichte Verschlechterung der biologischen Güte über die letzten 20 Jahre festzustellen.

Salmonellen (Enterohämorrhagische Escherichia coli, Serotyp O157:H7) wurden bislang zweimal nachgewiesen, es gibt einen positiven EHEC-Befund.

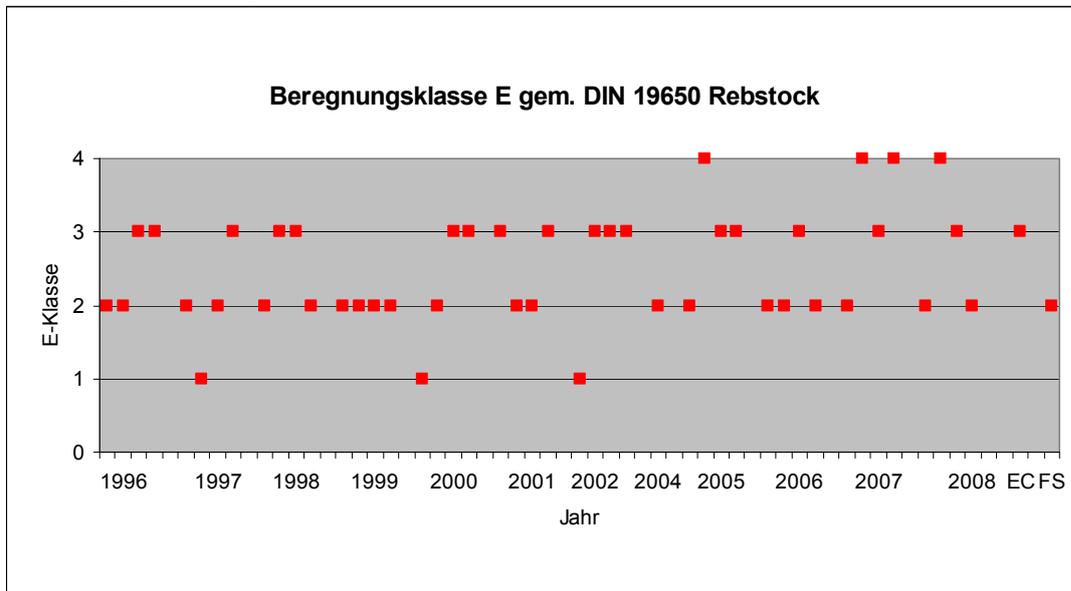
Die Berechnungsklasse gem. DIN 19650 für den Rebstockweiher liegt zwischen 2 und 3. Da über die letzten 10 Jahre eine deutliche Tendenz zur Verschlechterung festzustellen ist, sollten Schulsportplätze und öffentliche Parkanlagen mit diesem Wasser nicht beregnet werden, eine Bewässerung öffentlicher Sportplätze ist möglich.

Weitere Daten zur biologischen Gewässergüte sowie die physikalischen Parameter können der Tabelle 28 entnommen werden.

**Abbildung 29: Biologische und hygienische Gewässergüte des Rebstockweihers von 1987 bis 2008**



**Abbildung 30: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Rebstockweihers von 1996 bis 2008**



EC: E. coli, FS: Fäkalstreptokokken – Berechnung der E-Klasse aus den in der Sonderuntersuchung 2007 erhobenen Befunden

## 6. Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Hygienische Bewertung nach Wachs / POPP für fäkalcoliforme Keime und allgemeine Keimzahlen bei 20 und 36 °C .....	2
Tabelle 2: DIN 19650 Hygienisch-mikrobiologische Klassifizierung von Bewässerungswasser (4).....	3
Tabelle 3: Vergleich der Bewertung eines Badegewässers nach „alter“ und „neuer“ Richtlinie .....	4
Tabelle 4: Ergebnisse der Untersuchungen von Rohwässern in Deutschland auf Cryptosporidien und Giardien Untersuchungszeitraum 1992-2001 (36).....	7
Tabelle 5: Stoffe mit den häufigsten Qualitätsnormüberschreitungen in Oberflächengewässern in Hessen (43, 44).....	10
Tabelle 6: Gewässer und Probenahmestellen-Bezeichnung .....	12
Tabelle 7: Kenngrößen der kommunalen und industriellen Abwasserreinigungsanlagen (K=Kommunal; I=Industriell; EGW=Einwohnergleichwert=60g BSB <sub>5</sub> pro Person und Tag).....	17
Tabelle 8: Fließvolumen einiger Frankfurter Oberflächengewässer [m <sup>3</sup> /h] .....	18
Tabelle 9: Anteile der Abwassereinleitungen am Urselbach Abflusswerte: Jahres-Medianwerte aus 4 Messungen .....	20
Tabelle 10: Hygienische Gewässergüte 1987-2008: Mittelwerte der Gütezahlen nach POPP .....	21
Tabelle 11: Eignungsklassen (E-Klassen) gem. DIN 19650 für die Bewässerung in Landwirtschaft, Gartenbau, Landschaftsbau sowie von Park- und Sportanlagen .....	22
Tabelle 12: Positive Salmonellen- und EHEC-Befunde in Frankfurter Oberflächengewässern .....	23
Tabelle 13: Pflanzenschutzmittelbefunde: Anzahl über der Nachweisgrenze 2002-2007 .....	28
Tabelle 14: Untersuchungsverfahren der mikrobiologischen Parameter .....	30
Tabelle 15: Ergebnisse Sonderuntersuchung Parasitendauerformen in Oberflächengewässern .....	31
Tabelle 16: Sichttiefen - Osthafenbecken .....	33
Tabelle 17: Messwerte der Untersuchung – Osthafenbecken - vom 30. September 2004 .....	34
Tabelle 18: Main – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1988 – 2008 .....	72
Tabelle 19: Nidda – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987-2008 .....	77
Tabelle 20: Erlenbach– Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008.....	82
Tabelle 21: Eschbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008 .....	90
Tabelle 22: Sulzbach– Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987-2008.....	98
Tabelle 23: Urselbach– Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987-2008.....	101
Tabelle 24: Westerbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987-2008 .....	111
Tabelle 25: Liederbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987- 2008 .....	114
Tabelle 26: Königsbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008 .....	117
Tabelle 27: Kalbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008 .....	120
Tabelle 28: Rebstockweiher – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008 .....	123

## 7. Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Entwicklung der Ausbaustufen der kommunalen und industriellen Abwasserreinigungsanlagen der Frankfurter Oberflächengewässer.....	16
Abbildung 2: E. coli und Coliforme Keime im Main .....	25
Abbildung 3: E. coli und Coliforme Keime in der Nidda .....	25
Abbildung 4: Probenahmestellen .....	33
Abbildung 5: Konzentrationen von fäkalcoliformen Bakterien (EC) in den Osthafenbecken und dem Main.....	35
Abbildung 6: Konzentrationen von coliformen Bakterien (CF) in den Osthafenbecken und dem Main.....	35
Abbildung 7: Konzentrationen von Enterokokken (EK) in den Osthafenbecken und dem Main.....	36
Abbildung 8: Standardkeimzahlen in den Osthafenbecken und dem Main .....	36
Abbildung 9: Biologische und hygienische Gewässergüte des Maines von 1987 bis 2008 .....	40
Abbildung 10: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Maines von 1996 bis 2008.....	41
Abbildung 11: Biologische und hygienische Gewässergüte der Nidda von 1987 bis 2008 .....	43
Abbildung 12: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 der Nidda von 1996 bis 2008.....	44
Abbildung 13: Biologische und hygienische Gewässergüte des Erlenbaches von 1987 bis 2008 .....	46
Abbildung 14: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Erlenbaches von 1996 bis 2008 .....	47
Abbildung 15: Biologische und hygienische Gewässergüte des Eschbaches von 1987 bis 2008 .....	49
Abbildung 16: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Eschbaches von 1996 bis 2008.....	50
Abbildung 17: Biologische und hygienische Gewässergüte des Sulzbaches von 1987 bis 2008 .....	52
Abbildung 18: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Sulzbaches von 1996 bis 2008.....	52
Abbildung 19: Biologische und hygienische Gewässergüte des Urselbaches von 1987 bis 2008 .....	54
Abbildung 20: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Urselbaches von 1996 bis 2008 .....	55
Abbildung 21: Biologische und hygienische Gewässergüte des Westerbaches von 1987 bis 2008 .....	57
Abbildung 22: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Westerbaches von 1996 bis 2008 .....	57
Abbildung 23: Biologische und hygienische Gewässergüte des Liederbaches von 1987 bis 2008 .....	59
Abbildung 24: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Liederbaches von 1996 bis 2008.....	59
Abbildung 25: Biologische und hygienische Gewässergüte des Königsbaches von 1987 bis 2008 .....	61
Abbildung 26: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Königsbaches von 1996 bis 2008.....	61
Abbildung 27: Biologische und hygienische Gewässergüte des Kalbaches von 1987 bis 2008 .....	63
Abbildung 28: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Kalbaches von 1996 bis 2008.....	63
Abbildung 29: Biologische und hygienische Gewässergüte des Rebstockweiher von 1987 bis 2008 .....	65
Abbildung 30: Berechnungsklasse E gem. DIN 19650 des Rebstockweiher von 1996 bis 2008 .....	65

## 8. Literaturverzeichnis

1. <http://www.env-it.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2392>, Zugriff: 27.01.2009
2. Wachs, B.: Zur Bewertung der Wassergüte von Fließgewässern nach dem bakteriologischen Befund, Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- u. Flussbiologie (1969) 15: 12-22.
3. Popp W: Mikrobiologische Kenngrößen und ihre Bedeutung für die ökologische Bewertung von Gewässern. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie (1994) 48: 569 ff.
4. DIN 19650: Bewässerung. Hygienische Belange von Bewässerungswasser. Beuth Verlag. (1999) Feb.
5. Olsen S et al. Surveillance for foodborne disease outbreaks – US 1993-1997. MMWR (2000) 49 (SS01) 1-51
6. Lynch M, Painter J, Woodruff R, Braden C. Surveillance for foodborne disease outbreaks – United States, 1998-2002. MMWR (2006) 10: 55 (SS10); 1-34.
7. Thurston-Enriquez JA et al: Detection of protozoan parasites and microsporidia in irrigation waters used for crop production. J Food Prot (2002) 65: 673-6.
8. Solomon et al. Transmission of Escherichia coli O157:H7 from contaminated manure and irrigation water to lettuce plant tissue and its subsequent internalization. Appl Environ Microbiol (2002) 68: 397-400. Wachtel et al: Association of Escherichia coli O157:H7 with preharvest leaf lettuce upon exposure to contaminated irrigation water. J Food Prot (2002) 65: 18-25.
9. Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung. 76/160 EWG-Amtsblatt der Europ. Union L 64/37 (2006): L64/51
10. VO-BGW- Verordnung über die Qualität und die Bewirtschaftung der Badegewässer – Hessen – vom 21. Juli 2008. GVBl. I Nr. 14 vom 24.07.2008 S.796 ff
11. Szewzyk R: Umsetzung der Badegewässerrichtlinie. Bundesgesundheitsbl. (2007) 50: 354-358.
12. Bernoth EM: Risiken durch bewegliche Aeromonaden beim Umgang mit Fischen. Bundesgesundheitsbl (1990) 33: 48
13. Myint S, Manley R, Cubitt D: Viruses in bathing waters. Lancet (1994) 25: 343 Eratum in: Lancet (1995) 23-3; Comment on: Lancet (1994) 21; 343
14. Fellmann G, Gericke B, Carmienke I, Schröder C, Kühn H, Mündörfer H: Ausbruch von Shigella-sonnei-Infektionen nach Baden in einem See. Bundesgesundhbl. (1992) 35: 336-339.
15. Kautek L, Chorus I, Deuckert I: Erkrankungen nach dem Baden in Berlin und Umland 1991/1992. Bundesgesundhbl. (1993) 36: 405-409.
15. b) NN: Surveillance for waterborne-disease outbreaks – United States, 1997-1998. MMWR (2000) 49: SS4
16. NN: Surveillance for waterborne-disease outbreaks – United States, 1993-1994. MMWR (1996) 45: SS1
17. Lee SH, Levy DA, Craun GF, Beach MJ, Calderon R: Surveillance for waterborne disease outbreaks- United States 1999-2000. MMWR (2002) 51 (SS08); 1-28.
18. Yoder JS, Blackburn BG, Craun GF, Hill V, Levy DA, Chen N, Lee SH, Calderon RL, Beach MJ: Surveillance for waterborne disease outbreaks associated with recreational water use–

- United States 2001-2002. *MMWR* (2004) 53 (SS08); 1-44
- 18 b) N: Surveillance for waterborne-disease and outbreaks associated with recreational water use and other aquatic facility-associated health events – United States, 2005-2006. *MMWR* (2008) 57: SS09
- 19 Kay D, Fleisher JM, Salmon RL, Jones F, Wyer MD, Godfree AF, Zelenauch-Jacquotte Z, Shore R: Predicting likelihood of gastroenteritis from sea bathing: results from randomised exposure. *Lancet* (1994) 344: 905-9
- 20 Steerenberg PA, van ASperen IA, Van Niew Amerongen A, Biewenga J, Mol D, Miedema GJ: Salivary levels of immunoglobulin A in triathletes. *Eur J Oral Sci* (1997) 105: 305-309.
- 21 van Asperen IA, Medema G, Borgdorff MW, Sprenger MJ, Havelaar AH: Risk of gastroenteritis among triathletes in relation to faecal pollution of fresh waters. *Int J Epidemiol* (1988) 27: 309-15.
- 22 Gruteke P, Medema GJ, Coenen T, Havelaar AH: Health complaints in relation to quality of swimming water in participants of a triathlon. *Ned Tijdschr Geneesk* (1992) 136: 2232-6.
- 23 Guarner J, Shieh WJ, Morgan J, Bragg SL, Bajani MD, Tappero JW, Zaki SR: Leptospirosis mimicking acute cholecystitis among athletes participating a triathlon. *Hum Pathol* (2001) 32: 750-2.
- 24 Morgan J, Bornstein L, Karpati AM, Bruce M, Bolin CA et al. Outbreak of leptospirosis among Triathlon participants and Community residents in Springfield, Illinois, 1998. *Clin Infect Dis* (2002) 34: 1593-1599.
- 25 NN. Outbreak of leptospirosis among white-water Rafters – Costa Rica, 1996. *MMWR* (1997) 46: 577-579
- 26 Sejvar J, Bancroft E, Winthrop K, Bettinger J, Bajani M, Bragg S et al. Leptospirosis in “Eco-Challenge” athletes, Malaysian Borneo, 2000. *Emerg Infect Dis* (2003) 9: 702-707
- 27 Boland M, Sayers G, Coleman T, Bergin C, Sheehan N, Creamer E, O’Connell M, Jones L, Zochowski W. A cluster of leptospirosis cases in canoesists following a competition on the River Liffey. *Epidemiol. Infect* (2004) 132: 195-200.
- 28 Laurent D, Chirouze C, Galois AC, Lion C, May T, Rabaud C. Eleven cases of leptospirosis: clinical and microbiological features. *Med Mal Infect* (2004) 34: 42-47.
- 29 Perra A, Servas V, Terrier G, Postic D, Baranton G, Andre-Fontaine G, Vaillant V, Capek I: Clusters of cases of leptospirosis in Rochefort, France, June 2001. *Eurosurveillance* (2002) 7: 131-136.
- 30 Brockmann S. Leptospirose bei zwei Sportlern nach Triathlons in Baden-Württemberg. *Epidemiol. Bulletin* (2006) S. 329.
- 31 Guarner J, Shieh WJ, Morgan J, Bragg SL, Bajani MD, Tappero JW, Zaki SR: Leptospirosis mimicking acute cholecystitis among athletes participating a triathlon. *Hum Pathol* (2001) 32: 750-2
- 32 Jansen A, Schöneberg I, Frank C, Alpers K, Schneider T, Stark K. Leptospirosis in Germany, 1962-2002. *Emerg Infect Dis* (2005) 11: 1048-1054.
- 33 RKI Robert Koch Institut: Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2007. RKI, Berlin, 2008
- 34 Howard K.W.F: Polluted ground-water-deadly lessons from Walkerton, Ont., Canada, aus: Seiler KP, Wohnlich S (Editoren): *New approaches to characterising flow*. Rotterdam: Balkema

- (2001) 521-525.
- 35 Grundwasserdatenbank: Parasiten und Viren – mikrobiologische Anforderungen an das Rohwasser. Wasserversorgung. <http://www.grundwasserdatenbank.de/viren.htm>. Zugriff: 27.01.2009
  - 36 Höller C, Heinemeyer EA: Umweltassoziierte Gesundheitsstörungen durch Baden in freien Gewässern. Umweltbundesamt UBA-FBNr: 000773, (2004) Nov., <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3145.pdf> , Zugriff: 27.01.2009
  - 37 Exner M, Gornik V, Kistemann T: Charakterisierung, Risikoeinschätzung und Prävention wasserassoziierter Parasitosen. Bundesgesundheitsbl. (2001) 44: 358-363.
  - 38 Carmienke I. Algenmassenentwicklungen und hygienisch-bakteriologischer Status. Beobachtungen an Badegewässern Nordwestsachsens. Bundesgesundheitsblatt (1993) 36: 410-414
  - 39 WRRL - Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik. 2000/60/EG (2000) 10
  - 40 Verordnung zur Umsetzung der Anhänge II und V der EG-Wasserrahmenrichtlinie (VO-WRRL) Vom 17. Mai 2005, GVBl. I S. 382
  - 41 Umweltbundesamt Lawa-Zielvorgaben 03/2006: [http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/oberflaechengewaesser/ow\\_s2\\_2.htm](http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/oberflaechengewaesser/ow_s2_2.htm), Zugriff: 27.01.2009
  - 42 Richtlinie 2006/11/EG (ABl. 2006 L64 S52 vom 4. März 2006) Richtlinie 2006/11/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 betreffend die Verschmutzung infolge der Ableitung bestimmter gefährlicher Stoffe in die Gewässer der Gemeinschaft
  - 43 Seel: PBSM in hessischen Fließgewässern. Fortbildungsveranstaltung HLUG (2007)
  - 44 Seel, HLUG, 02/2008, mündl. Mitteilung
  - 45 Terner T: Vorkommen und Herkunft von Arzneimitteln in Fließgewässern. Heil-lasten. Arzneimittelrückstände in Gewässern: 10. Berliner Kolloquium (2006).
  - 46 HMULV: Statusbericht gefährliche Stoffe nach WRRL in hessischen Fließgewässern (2003). [interweb1.hmuv.hessen.de/imperia/md/content/internet/wrrl/3\\_stadt\\_land\\_fluss/ags6\\_4.pdf](http://interweb1.hmuv.hessen.de/imperia/md/content/internet/wrrl/3_stadt_land_fluss/ags6_4.pdf), Zugriff: 27.01.2009
  - 47 BMU: Wasserwirtschaft in Deutschland. Teil 1-Grundlagen (2006), [www.bmu.de/gewaesserschutz/downloads/doc/36911.php](http://www.bmu.de/gewaesserschutz/downloads/doc/36911.php), Zugriff: 27.01.2009
  - 48 Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG). Bundesgesundheitsbl. (2000) 1: 1045 ff. zuletzt geändert durch Gesetz vom 05. November 2001 (BGBl. I S. 2960).
  - 49 Gornik V, Behringer K, Kölb B, Exner M: Erster Giardiasisausbruch in Zusammenhang mit kontaminiertem Trinkwasser, Bundesgesundheitsbl. (2001) 44: 352-357.
  - 50 Hessisches Gesetz über den öffentlichen Gesundheitsdienst (HGöGD) vom 28. September 2007. GVBl (2007) 21.
  - 51 Stadtgesundheitsamt Frankfurt: Die hygienische Qualität der Frankfurter Oberflächengewässer (2002). [www.frankfurt.de](http://www.frankfurt.de)
  - 52 Stadtgesundheitsamt Frankfurt (Hentschel W): Die hygienische Qualität der Frankfurter Oberflächengewässer 1987-1995, Stadtgesundheitsamt Frankfurt (1996)

- 53 Stadtgesundheitsamt Frankfurt: Hygienische Gewässergüte ausgewählter Frankfurter Fließgewässer (1990)
- 54 [http://www.lfu.bayern.de/analytik\\_stoffe/fachinformationen/biol\\_analytik\\_mikrobielle\\_oekologie/abtoetung\\_krankheitserreger/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/fachinformationen/biol_analytik_mikrobielle_oekologie/abtoetung_krankheitserreger/index.htm),
- 55 König R: Abwasserdesinfektion mittels UV-Licht- „Renaturierung“ der Oberen Isar als Badegewässer, (2002)  
[www.gefahrstoffe.de/libary/common/umwelt/2002-12\\_Wedeco.pdf](http://www.gefahrstoffe.de/libary/common/umwelt/2002-12_Wedeco.pdf) -, Zugriff: 27.01.09
- 56 Popp W, Huber S, Kexel S. Abwasserdesinfektion zur Verbesserung der Badegewässerqualität an der oberen Isar. Wasser und Abfall (2004) 5: 14-18
- 57 Walter R: Umweltvirologie, ISBN-13: 978-3-211-83345-2, (2000)
- 58 Post B: Monitoring für die Wasserwerke im Frankfurter Stadtwald, Teil III – Qualitatives Monitoring Roh- und Reinwasser, Berichtszeitraum 2006, Hessenwasser (2007)
- 59 Umweltbundesamt 02/2007: Perfluorierte Verbindungen: falscher Alarm oder berechtigte Sorge? [www.umweltbundesamt.de/newsletter/UBA\\_nl\\_01\\_07.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/newsletter/UBA_nl_01_07.pdf), Zugriff: 27.01.2009
- 60 <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/pft-im-trinkwasser.pdf>, Zugriff: 27.01.2009
- 61 Stellungnahme der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt: Zur regulatorischen Bewertung von pflanzenschutzrechtlich nicht als relevant bewerteten Metaboliten im Rohwasser für die Trinkwassergewinnung und im Trinkwasser. Beschlossen am 08.03.2006, aktualisiert am 12.12.2006
- 62 DVGW-Rundschreiben W 04/06: Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Bildung des Nitrosamins NDMA im Rahmen der Rohwasseraufbereitung
- 63 Stadt Frankfurt am Main, Umweltamt – Untere Wasserbehörde: Stadtgewässer – Flüsse, Bäche, Altarme entdecken  
[http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=4628&\\_ffmpar\[\\_id\\_inhalt\]=54420](http://www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=4628&_ffmpar[_id_inhalt]=54420), Zugriff: 27.01.2009

## 9. Gütezahlen, Bewässerung-Eignungsklassen, Messwerte im Detail

Tabelle 18: Main – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1988 – 2008

Main			Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1988	1	12	4	7	5,5	5,5	-	-
	2	12	4	6	5,3	5	-	-
1989	1	3	5	6	5,7	6	-	-
	2	5	5	6	5,4	5,0	-	-
1990	1	4	4	6	5,3	5,5	-	-
	2	4	4	5	4,8	5,0	-	-
1991	1	4	3	6	5,0	5,5	-	-
	2	4	3	5	3,8	3,5	-	-
1992	1	4	3	6	5,3	6,0	-	-
	2	4	3	6	3,8	3,0	-	-
1993	1	4	3	6	3,8	3,0	-	-
	2	4	3	4	3,3	3,0	-	-
1994	1	3	3	6	4,3	4,0	-	-
	2	3	5	6	5,7	6,0	-	-
1995	1	4	3	6	5,0	5,5	-	-
	2	4	3	6	3,8	3,0	-	-
1996	1	3	3	4	4,3	4,5	1	4
	2	4	2	6	4,0	4,0	2	4
1997	1	4	3	4	3,8	4,0	1	3
	2	4	4	6	4,5	4,0	3	4
1998	1	4	3	6	5,0	5,0	1	4
	2	4	4	6	5,0	5,0	3	4
1999	1	4	3	6	4,8	5,0	1	4
	2	4	2	6	5,0	5,0	3	4
2000	1	2	5	5	5,0	5,0	1	4
	2	4	3	5	4,0	4,0	2	4
2001	1	2	4	6	5,0	5,0	1	4
	2	4	4	6	4,8	4,5	3	4
2002	1	4	4	5	4,8	5,0	2	4
	2	4	4	5	4,8	5,0	2	4
2005	1	4	4	5	4,8	5,0	3	4
	2	4	4	6	4,7	4,0	3	4
2006	1	4	1	5	3,5	4,0	1	4
	2	4	4	5	4,3	4,0	3	4
2007	1	4	4	6	4,8	4,5	3	4
	2	4	4	7	5,3	5,0	3	4
2008	1	4	4	6	4,8	4,5	3	4
	2	4	4	5	4,5	4,5	3	4

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE	1987	1	6	2800	9800	6300	5850	9600
20 °C		2	6	5300	44800	19100	11150	33600
[KBE/ml)	1988	1	12	784	16800	7033	6720	10920
<b>Main</b>		2	12	392	11400	3858	1680	7170
	1989	1	3	1260	5600	3332	3136	5600
		2	5	336	7580	4057	3808	7280
	1990	1	4	728	5040	2486	2088	3808
		2	4	1240	11200	4304	2387	7112
	1991	1	4	34	11200	2921	224	5740
		2	4	32	1680	522	188	1008
	1992	1	4	952	25760	7238	1120	13440
		2	4	392	11200	4438	3080	7560
	1993	1	4	336	2240	11106	924	1820
		2	4	784	1568	1036	896	1288
	1994	1	3	784	6160	2875	1680	6160
		2	3	392	896	709	840	896
	1995	1	4	560	1288	938	952	1260
		2	3	616	1792	1251	1344	1792
	1996	1	4	336	1176	784	840	1008
		2	4	0	2744	1134	896	1442
	1997	1	4	168	1300	933	1132	1225
		2	4	0	900	351	252	435
	1998	1	4	950	17200	5113	1150	5200
		2	4	900	26000	8125	2800	9950
	1999	1	4	1050	17000	6563	4100	9050
		2	4	700	27000	7380	910	7575
	2000	1	4	3500	7000	5275	5300	7000
		2	4	2000	8500	5625	6000	6700
	2001	1	4	860	8500	3715	2750	5275
		2	4	700	21000	6350	1850	7125
	2002	1	4	750	27480	16313	18510	22470
		2	4	230	22200	13063	14910	19613
	2005	1	4	1680	24000	9143	1750	12875
		2	4	930	1150	1003	930	1040
	2006	1	4	800	144000	38458	4516	39818
		2	4	700	11818	5627	4995	8805
	2007	1	4	1080	300000	79170	7800	84450
		2	4	380	34000	14970	12750	23500
	2008	1	4	800	5000	2425	1950	3350
		2	4	0	3100	1113	675	1525

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE	1987	1	6	1600	9600	3740	2250	5040
36 °C		2	6	2500	61600	14817	7100	7900
[KBE/ml]	1988	1	12	160	11200	2927	890	3935
<b>Main</b>		2	12	168	8000	2392	980	4170
	1989	1	3	840	5040	2333	1120	5040
		2	5	224	5010	1338	504	504
	1990	1	4	150	2240	1195	1195	1850
		2	4	130	7280	2511	1316	4480
	1991	1	4	78	1600	610	380	1080
		2	4	12	1120	452	338	868
	1992	1	4	560	14560	4326	1092	7840
		2	4	224	6720	2436	1400	4480
	1993	1	4	616	2464	1139	738	1606
		2	4	560	1232	798	700	980
	1994	1	3	504	2800	1717	1848	2800
		2	3	448	1400	840	672	1400
	1995	1	4	224	1176	798	896	1120
		2	3	448	1904	1191	1220	1904
	1996	1	4	448	1120	840	952	1036
		2	4	0	2072	952	868	1232
	1997	1	4	224	3000	1594	1576	2400
		2	4	0	1100	456	362	650
	1998	1	4	1200	13300	4800	2350	5275
		2	4	1100	14200	4750	1850	5500
	1999	1	4	2000	7500	4300	3850	5250
		2	4	1300	9900	5525	5450	9225
	2000	1	4	2200	5900	4450	4850	5900
		2	4	1700	6100	4425	4950	6025
	2001	1	4	1100	5300	2775	2350	3650
		2	4	860	17000	5435	1940	6425
	2002	1	4	3600	24000	13935	14070	20595
		2	4	750	17930	8145	6950	11758
	2005	1	4	550	46000	19517	12000	29000
		2	4	540	5800	4047	5800	5800
	2006	1	4	1100	9273	4748	4310	7831
		2	4	700	11818	5627	4995	8805
	2007	1	4	660	30000	9740	4150	12900
		2	4	2700	15600	10850	12550	13650
	2008	1	4	810	2500	1728	1800	2425
		2	4	310	4500	1570	735	1875

Jahr	Main		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	1	4	8,3	26,3	15,5	13,6	4,7	13,8	9,8	10,4
	2	4	9,0	26,3	15,6	13,6	6,3	12,1	9,1	9,1
1991	1	4	3,0	25,8	13,7	13,0	8,1	13,3	10,4	10,1
	2	4	1,9	24,7	13,2	13,0	7,5	12,8	9,8	9,5
1992	1	4	6,1	25,4	13,5	11,3	6,0	12,0	9,7	11,1
	2	4	7,0	26,4	13,8	10,9	7,3	13,0	10,6	11,5
1993	1	4	5,3	22,2	14,3	14,9	3,6	9,0	6,3	6,3
	2	4	4,6	21,3	14,1	15,3	4,2	8,8	6,6	6,7
1994	1	3	3,5	19,7	11,0	9,8	7,1	8,4	7,7	7,7
	2	3	3,5	18,6	10,4	9,2	6,3	8,2	7,4	7,7
1995	1	4	7,3	26,0	14,6	12,5	5,6	8,2	7,0	7,1
	2	4	7,0	24,7	14,3	12,7	4,5	7,6	6,2	6,4
1996	1	4	4,4	15,2	8,0	6,3	7,7	13,0	11,2	12,1
	2	4	5,1	21,4	12,6	11,9	6,9	12,6	10,2	10,6
1997	1	4	7,2	22,3	12,0	9,2	6,2	11,8	9,1	9,3
	2	4	6,6	21,7	14,1	14,0	6,5	14,1	10,0	9,8
1998	1	4	6,8	21,0	13,6	13,3	5,5	14,1	10,8	11,8
	2	4	6,8	20,3	13,2	12,8	5,4	14,5	9,2	8,4
1999	1	4	5,2	16,5	9,3	7,7	8,2	14,1	11,1	11,0
	2	4	5,2	21,6	12,8	12,1	5,5	13,0	10,1	10,9
2000	1	4	4,4	22,3	13,8	14,3	6,2	13,0	9,1	8,5
	2	4	5,9	24,3	14,9	14,7	1,1	7,8	5,9	7,3
2001	1	4	5,1	21,7	13,3	13,2	6,5	12,6	9,8	10,1
	2	4	7,3	24,6	14,3	12,6	-	-	-	-
2002	1	4	6,2	22,0	13,3	12,5	6,5	13,2	9,3	8,7
	2	4	6,6	23,0	14,0	13,2	6,9	13,7	9,3	8,4
2005	1	4	2,6	21,0	13,3	14,7	10,4	13,5	12,1	12,2
	2	4	2,8	21,7	13,8	15,3	9,1	13,5	11,5	11,7
2006	1	4	4,2	22,8	13,2	12,8	5,7	8,0	6,5	5,7
	2	4	3,3	23,3	13,9	14,5	7,4	7,4	7,4	7,4
2007	1	4	6,8	22,3	14,5	14,4	6,3	13,3	10,1	10,4
	2	4	7,1	22,6	14,4	13,9	6,8	13,5	10,0	9,8
2008	1	4	8,0	21,4	15,5	16,3	6,0	9,0	7,8	8,2
	2	4	7,9	21,8	15,6	16,3	7,0	12,0	8,6	7,9

Jahr	Main		Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]				pH-Wert			
	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1989	1	3	575	722	654	665	6,4	7,4	7,0	7,2
	2	-	-	-	-	-	6,8	7,4	7,1	7,0
1990	1	4	663	919	826	862	7,4	7,7	7,5	7,5
	2	4	691	813	753	755	7,5	7,6	7,5	7,5
1991	1	4	825	932	894	909	7,2	8,2	7,7	7,7
	2	4	764	831	810	822	7,0	8,2	7,6	7,6
1992	1	4	591	760	686	696	6,6	7,2	6,9	6,8
	2	4	550	749	672	694	6,4	7,5	7,0	7,1
1993	1	4	752	825	785	782	6,8	7,2	7,0	7,0
	2	4	686	773	720	710	-	-	-	-
1994	1	3	700	804	745	732	7,0	7,0	7,0	7,0
	2	3	639	680	664	674	7,0	7,2	7,1	7,2
1995	1	4	557	804	680	679	6,7	7,3	7,1	7,2
	2	4	524	731	633	639	6,7	7,4	7,2	7,3
1996	1	4	627	830	753	778	7,6	8,1	7,8	7,8
	2	4	649	802	719	713	7,4	7,9	7,6	7,6
1997	1	4	472	842	662	667	7,8	7,9	7,8	7,8
	2	4	472	792	684	737	7,7	8,4	8,0	7,9
1998	1	4	579	826	716	729	6,8	8,4	7,7	7,8
	2	4	579	809	721	749	6,8	8,1	7,5	7,5
1999	1	4	511	826	654	639	6,8	7,9	7,3	7,3
	2	4	588	798	695	697	7,0	7,8	7,5	7,6
2000	1	4	713	832	799	825	7,1	8,0	7,7	7,8
	2	4	645	850	743	738	7,1	7,7	7,4	7,5
2001	1	4	628	802	710	705	7,9	8,0	8,0	8,0
	2	4	613	722	665	663	6,4	8,6	7,6	7,8
2002	1	4	400	793	587	577	7,3	8,3	7,7	7,7
	2	4	400	732	567	568	7,7	8,2	7,9	7,9
2005	1	4	471	837	706	758	7,4	8,6	7,9	7,8
	2	4	464	845	706	757	7,4	8,6	7,9	7,9
2006	1	4	538	756	661	675	6,8	8,3	7,5	7,5
	2	4	570	782	660	644	6,8	8,0	7,6	7,9
2007	1	4	503	730	597	577	7,5	8,2	7,8	7,7
	2	4	534	807	629	587	7,4	8,1	7,7	7,6
2008	1	4	723	810	753	739	7,2	8,2	7,6	7,6
	2	4	678	799	729	719	7,7	7,9	7,8	7,8

**Tabelle 19: Nidda – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987-2008**

Jahr	Nidda		Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1987	1	5	5,0	7,0	6,2	6,0	-	-
	2	5	6,0	7,0	6,4	6,0	-	-
1988	1	10	5,0	7,0	5,9	6,0	-	-
	2	10	4,0	7,0	5,7	6,0	-	-
1989	1	4	6,0	7,0	6,3	6,0	-	-
	2	4	6,0	7,0	6,5	6,5	-	-
1990	1	4	5,0	7,0	6,0	6,0	-	-
	2	4	5,0	7,0	6,0	6,0	-	-
1991	1	2	3,0	6,0	4,5	4,5	-	-
	2	2	3,0	6,0	4,5	4,5	-	-
1992	1	4	3,0	7,0	5,5	6,0	-	-
	2	4	3,0	6,0	4,8	5,0	-	-
1993	1	4	3,0	7,0	5,3	5,5	-	-
	2	4	3,0	7,0	5,0	5,0	-	-
1994	1	4	3,0	6,0	4,8	5,0	-	-
	2	4	5,0	7,0	6,0	6,0	-	-
1995	1	4	3,0	6,0	5,3	6,0	-	-
	2	4	3,0	7,0	5,8	6,5	-	-
1996	1	4	2,0	6,0	4,3	4,5	2	4
	2	4	2,0	6,0	3,8	3,5	2	4
1997	1	4	4,0	6,0	5,0	5,0	3	4
	2	4	1,0	5,0	3,8	4,5	1	4
1998	1	4	5,0	6,0	5,8	6,0	4	4
	2	4	7,0	7,7	7,4	7,5	3	4
1999	1	4	5,0	6,0	5,5	5,5	4	4
	2	4	6,3	7,9	7,2	7,4	4	4
2000	1	4	5,0	6,0	5,8	6,0	4	4
	2	4	4,0	7,0	5,3	5,0	3	4
2001	1	4	4,0	6,0	5,3	5,5	3	4
	2	4	3,0	5,0	4,0	4,0	2	4
2002	1	4	5,0	7,0	6,0	6,0	4	4
	2	4	6,0	7,0	6,3	6,0	4	4
2005	1	4	5,0	7,0	5,5	5,0	4	4
	2	4	5,0	5,0	5,0	5,0	4	4
2006	1	4	5,0	6,0	5,5	5,5	4	4
	2	4	5,0	6,0	5,8	6,0	4	4
2007	1	4	5,0	5,0	5,0	5,0	4	4
	2	4	4,0	6,0	5,0	5,0	3	4
2008	1	4	5,0	7,0	5,5	5,0	4	4
	2	4	5,0	5,0	5,0	5,0	4	4

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 20 °C	1987	1	5	3700	16800	7530	5600	6270
[KBE/ml]		2	5	4400	31200	14480	14600	16800
<b>Nidda</b>	1988	1	10	1344	28000	7568	4760	11200
		2	10	840	22400	8514	5858	13440
	1989	1	4	7280	39200	16995	10750	25200
		2	4	1680	9200	5560	5680	7680
	1990	1	4	1680	3920	2563	2325	3360
		2	4	1460	8000	5025	5320	7920
	1991	1	2	280	6720	3500	3500	6720
		2	2	112	7280	3696	3696	7280
	1992	1	4	728	17360	5166	1288	9520
		2	4	560	1680	1008	896	1400
	1993	1	4	504	1848	1120	1064	1596
		2	4	952	12880	3948	980	6944
	1994	1	4	560	3920	2086	1932	3416
		2	4	280	3360	1792	1764	2800
	1995	1	4	504	6160	2184	1036	3668
		2	4	672	2800	1566	1396	2180
	1996	1	4	896	1400	1064	980	1148
		2	4	336	3752	1596	46616	2030
	1997	1	4	616	10300	4092	2726	5950
		2	4	112	6400	3181	44740	6175
	1998	1	4	5500	40500	16613	10225	18038
		2	4	2200	77000	20950	39800	20975
	1999	1	4	3800	7800	5950	6100	7650
		2	4	4400	43500	15450	33950	17550
	2000	1	4	5200	62000	21050	8500	23750
		2	4	3700	30000	15925	21800	19500
	2001	1	4	1800	9700	5225	4700	6775
		2	4	1500	6700	3650	4800	4450
	2002	1	4	930	16500	6415	4115	9600
		2	4	2650	460000	122763	11000	129475
	2005	1	4	660	8200	3887	2800	5500
		2	4	1870	21600	11735	11735	16668
	2006	1	4	3800	31000	13743	10087	16880
		2	4	8500	86640	34910	22250	48585
	2007	1	4	5600	150000	45925	14050	54000
		2	4	1500	55000	29125	30000	48250
	2008	1	4	660	8200	3887	2800	5500
		2	4	1700	4100	2798	2695	3275

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 36 °C [KBE/ml]	1987	1	5	2560	16800	8492	8400	11200
		2	5	1680	16800	9896	8100	16200
Nidda	1988	1	10	448	11200	4820	4760	8500
		2	10	728	28000	8134	2520	11200
	1989	1	4	1790	20300	8483	5920	14070
		2	4	720	9125	5401	5880	7923
	1990	1	4	500	3360	1536	1142	2430
		2	4	860	3360	1977	1845	2795
	1991	1	2	40	1736	888	888	1736
		2	2	30	1680	855	855	1680
	1992	1	4	616	8960	3192	1596	5600
		2	4	392	2240	1177	1038	1850
	1993	1	4	672	1008	840	840	980
		2	4	728	15680	4690	1176	8624
	1994	1	4	672	1680	1274	1372	1596
		2	4	392	2240	1540	1764	2044
	1995	1	4	392	2128	1017	773	1540
		2	4	616	2240	1162	896	1680
	1996	1	4	224	2016	868	616	1092
		2	4	448	3192	1274	728	1344
	1997	1	4	280	11100	3943	2196	5775
		2	4	168	7000	2709	1834	4375
	1998	1	4	3800	17000	9688	8975	12388
		2	4	2600	43400	13275	3550	14150
	1999	1	4	2300	14000	6325	4500	7325
		2	4	2250	11200	5963	5200	8650
	2000	1	4	3000	32000	11700	5900	14300
		2	4	2100	7800	5875	6800	7350
	2001	1	4	2300	5800	3475	2900	3925
		2	4	770	3800	1943	1600	2300
	2002	1	4	2070	24000	8318	3600	9600
		2	4	2650	460000	122763	14200	129475
	2005	1	4	220	2830	1583	1700	2265
		2	4	681	4000	2341	2341	3170
	2006	1	4	4536	27700	11959	7800	13525
		2	4	3750	68670	34068	31925	47168
	2007	1	4	1200	220000	58100	5600	61000
		2	4	1500	53000	27875	28500	47750
	2008	1	4	220	2830	1583	1700	2265
		2	4	990	6000	2335	1175	2438

Jahr	Nidda		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1992	1	4	5,8	22,0	11,8	9,7	0,0	10,8	7,1	8,8
	2	4	5,4	23,6	12,8	11,2	0,0	13,0	8,5	10,5
1993	1	4	3,6	17,1	11,5	12,7	4,1	7,9	5,7	5,5
	2	4	3,6	19,1	11,8	12,2	5,5	8,6	7,2	7,3
1994	1	4	5,0	20,5	12,4	12,0	4,4	7,8	6,4	6,8
	2	4	2,2	17,0	10,9	12,1	6,6	10,4	7,9	7,4
1995	1	4	3,8	21,0	11,3	10,1	4,7	6,9	6,1	6,4
	2	4	6,6	20,9	13,2	12,6	5,7	8,3	7,1	7,2
1996	1	4	3,4	17,4	10,4	10,5	5,8	11,3	9,0	9,5
	2	4	2,6	16,9	10,0	10,3	8,8	59,1	23,6	13,3
1997	1	4	8,2	18,9	13,3	13,0	6,7	9,1	7,6	7,0
	2	4	6,3	19,6	12,5	12,0	7,0	11,4	9,3	9,4
1998	1	4	7,8	16,0	11,5	11,2	4,4	9,8	7,6	8,0
	2	4	6,8	17,1	12,4	12,8	7,8	13,3	9,8	9,1
1999	1	4	3,6	16,5	9,8	9,6	6,0	13,4	10,4	11,2
	2	4	6,4	17,3	11,6	11,4	6,7	13,7	10,7	11,2
2000	1	4	4,7	21,3	12,7	12,4	6,8	12,0	8,8	8,1
	2	4	5	21,2	13,0	12,9	6,4	11,8	9,5	9,9
2001	1	4	6,8	20,0	12,9	12,4	8,2	10,0	9,0	9,0
	2	4	7,6	22,5	13,6	12,1	8,1	13,2	10,7	10,7
2002	1	4	4,6	19,0	11,5	11,2	7,7	11,1	9,4	9,5
	2	4	4,9	19,0	11,5	11,0	7,4	12,5	10,3	10,7
2005	1	4	3,1	17,7	11,9	13,3	8,4	14,9	11,1	10,5
	2	4	2,7	20,2	12,5	13,5	9,6	13,6	10,7	9,8
2006	1	4	5,5	22,0	13,6	13,5	6,9	11,9	9,5	9,7
	2	4	5,0	20,1	13,1	13,7	6,6	8,4	7,7	8,2
2007	1	4	7,7	19,5	13,6	13,5	6,3	11,9	9,0	8,8
	2	4	6,9	17,9	11,2	8,9	7,2	13,7	9,4	8,3
2008	1	4	10,2	18,7	14,9	15,4	7,6	10,8	8,8	8,4
	2	4	8,6	19,7	14,1	14,1	6,4	10,0	8,3	8,4

Jahr	Nidda		Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]				pH-Wert			
	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1992	1	4	465	972	791	863	6,4	7,2	6,9	6,9
	2	4	419	950	779	873	6,4	7,6	7,1	7,3
1993	1	4	816	923	886	902	6,8	8,2	7,4	7,3
	2	4	755	991	843	813	6,9	7,2	7,0	7,0
1994	1	4	547	954	755	759	7,2	7,5	7,3	7,2
	2	4	688	906	809	820	6,9	7,2	7,1	7,1
1995	1	3	483	1040	770	788	6,5	7,5	7,1	7,2
	2	4	415	705	521	481	7,0	7,5	7,3	7,3
1996	1	4	633	1004	790	762	7,5	7,8	7,6	7,6
	2	4	605	805	693	680	7,1	7,9	7,5	7,6
1997	1	4	570	1123	862	877	7,3	7,7	7,5	7,4
	2	4	557	1098	907	986	7,3	8,0	7,6	7,6
1998	1	4	361	1145	840	926	6,5	7,5	7,2	7,3
	2	4	412	1013	826	939	7,0	7,7	7,4	7,5
1999	1	4	485	940	780	915	7,3	7,9	7,6	7,7
	2	4	905	958	932	932	6,3	7,9	7,2	7,4
2000	1	4	479	955	729	740	7,6	7,9	7,7	7,7
	2	4	512	856	735	786	6,8	7,6	7,3	7,5
2001	1	4	684	913	808	818	7,1	8,1	7,7	7,9
	2	4	650	928	795	801	6,5	7,9	7,3	7,4
2002	1	4	395	686	513	485	7,7	7,8	7,7	7,7
	2	4	371	529	460	470	7,4	7,8	7,7	7,8
2005	1	4	387	856	618	614	7,2	7,8	7,5	7,5
	2	4	418	1040	707	685	7,3	7,9	7,5	7,4
2006	1	4	630	835	690	648	7,2	8,1	7,6	7,6
	2	4	430	640	576	617	7,0	8,0	7,6	7,6
2007	1	4	466	878	679	686	7,6	7,8	7,7	7,7
	2	4	397	1271	861	887	7,2	7,7	7,5	7,5
2008	1	4	805	993	877	855	7,2	7,9	7,7	7,9
	2	4	778	946	850	837	6,7	8,0	7,6	7,9

**Tabelle 20: Erlenbach– Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008**

Jahr	PN-Stelle	n	Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
			Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1986	1	2	6	6	6,0	6,0	-	-
	2	3	2	6	4,7	6,0	-	-
	3	3	2	6	4,3	5,0	-	-
1987	1	6	5	7	5,7	5,5	-	-
	2	10	4	7	6,0	6,0	-	-
	3	10	4	7	6,1	6,0	-	-
1988	1	8	4	7	5,3	5,0	-	-
	2	8	5	7	6,1	6,0	-	-
	3	8	5	7	6,1	6,0	-	-
1989	1	3	4	5	4,7	5,0	-	-
	2	3	6	7	6,7	7,0	-	-
	3	3	6	7	6,3	6,0	-	-
1990	1	4	3	7	5,0	5,0	-	-
	2	4	3	7	5,5	6,0	-	-
	3	4	6	6	6,0	6,0	-	-
1991	1	3	3	6	4,3	4,0	-	-
	2	3	3	7	5,3	6,0	-	-
	3	3	3	4	3,3	3,0	-	-
1992	1	4	3	6	5,0	5,5	-	-
	2	4	3	7	5,5	6,0	-	-
	3	4	3	6	4,5	4,5	-	-
1993	1	4	3	6	4,5	4,5	-	-
	2	4	3	6	5,3	6,0	-	-
	3	4	3	7	5,5	6,0	-	-
1994	1	4	3	6	4,8	5,0	-	-
	2	4	3	6	4,5	4,5	-	-
	3	4	3	6	5,0	5,5	-	-
1995	1	4	3	5	3,5	3,0	-	-
	2	4	3	6	3,8	3,0	-	-
	3	4	6	6	6,0	6,0	-	-
1996	1	4	2	5	2,8	2,0	2	4
	2	4	4	6	5,0	5,0	2	4
	3	4	5	6	5,8	6,0	4	4
1997	1	0	6	6	6,0	6,0	4	4
	2	4	4	7	5,8	6,0	3	4
	3	4	4	6	5,5	6,0	3	4
1998	1	0	3	6	3,8	3,0	2	4
	2	4	4	6	5,5	6,0	3	4
	3	4	4	5	4,3	4,0	3	4
1999	1	4	4	6	5,0	5,0	2	4
	2	4	5	6	5,5	5,5	4	4
	3	4	6	6	6,0	6,0	4	4
2000	1	4	4	6	5,3	5,5	3	4
	2	4	5	7	6,0	6,0	4	4
	3	4	5	7	6,3	6,5	4	4
2001	1	4	3	5	4,0	4,0	2	4
	2	4	5	6	5,8	6,0	4	4
	3	4	5	6	5,8	6,0	4	4
2002	1	4	4	6	5,0	5,0	3	4
	2	4	6	6	6,0	6,0	4	4
	3	4	6	6	6,0	6,0	4	4

<b>Jahr</b>	<b>PN-Stelle Erlenbach</b>	<b>n</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittel</b>	<b>Median</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
2005	1	4	4	5	4,7	4,5	3	4
	2	4	5	5	6,0	6,0	4	4
	3	4	5	5	5,5	5,5	4	4
2006	1	4	4	5	4,3	4,0	3	4
	2	4	5	6	5,5	5,5	4	4
	3	4	5	6	5,5	5,5	4	4
2007	1	4	4	6	5,3	5,0	3	4
	2	4	5	6	5,8	6,0	4	4
	3	4	5	6	5,8	6,0	4	4
2008	1	4	4	5	5,0	4,5	3	4
	2	4	6	6	6,3	6,0	2	4
	3	4	5	5	5,0	5,0	4	4

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%il
KBE 20 °C [KBE/ml]	1986	1	2	2110	5040	3575	3575	5040
		2	3	2240	44800	21280	16800	44800
		3	3	7280	28000	15493	11200	28000
Erlenbach	1987	1	6	1100	168000	38440	9120	39200
		2	10	1400	240000	51604	15950	61600
		3	10	5600	280000	62670	23650	86600
	1988	1	8	986	16800	8161	7510	15120
		2	8	6600	78402	21615	10640	24360
		3	8	2800	22400	10682	9100	18200
	1989	1	3	112	840	448	392	840
		2	3	1232	16800	6571	1680	16800
		3	3	1568	6720	3319	1670	6720
	1990	1	3	336	1568	821	560	1568
		2	4	1008	8560	3456	2128	5680
		3	4	896	2016	1400	1344	1792
	1991	1	3	40	1680	741	504	1680
		2	3	2240	4039	3026	2800	4039
		3	3	616	1176	971	1120	1176
	1992	1	4	89	2240	904	644	1456
		2	4	952	7840	3038	1680	4760
		3	4	896	8960	3152	1375	5180
	1993	1	4	224	2800	1414	1316	2072
		2	4	1008	4928	2688	2408	4144
		3	3	2520	6048	3789	2800	6048
	1994	1	4	280	2240	1013	766	1540
		2	4	668	4032	1903	1456	2856
		3	4	224	2240	1064	896	1764
	1995	1	4	280	896	700	812	868
		2	4	784	1848	1190	1064	1568
		3	3	504	1680	1026	896	1680
	1996	1	0					
		2	4	1100	47000	17875	11700	26000
		3	4	8800	53000	21225	11550	23075
	1997	1	0					
		2	4	2100	58000	26925	23800	39100
		3	4	1900	14000	9850	11750	13250
	1998	1	0					
		2	4	5700	25500	15725	15850	20175
		3	4	3200	5700	4225	4000	4725
	1999	1	4	560	1848	1205	1206	1682
		2	4	6000	16500	11550	11850	14025
		3	4	4000	16600	9650	9000	12400
	2000	1	4	280	12300	4079	1868	4575
		2	4	2800	38400	12400	4200	13125
		3	4	8100	75000	47775	54000	69750
	2001	1	4	1800	8000	3850	2800	4175
		2	4	4200	24000	9700	5300	10125
		3	4	4800	50000	16150	4900	16250
	2002	1	4	430	19100	9408	9050	16025
		2	4	10400	46000	27400	26600	38875
		3	4	1570	46000	21103	18420	32725
	2005	1	4	2300	22000	12150	12150	17075
		2	4	2300	110000	56150	56150	83075
		3	4	10000	46000	28000	28000	37000
<b>Parameter</b>	<b>Jahr</b>	<b>PN-</b>	<b>n</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittel</b>	<b>Median</b>	<b>75%il</b>

		<b>Stelle</b>						
KBE 20 °C	2006	1	4	2700	14400	6500	4450	7275
[KBE/ml]		2	4	4873	17600	9718	8200	12800
<b>Erlenbach</b>		3	4	3900	19000	10450	9450	13000
	2008	1	4	1290	11000	5348	4550	7025
		2	4	4700	40000	18025	13700	23500
		3	4	2300	10400	5900	5450	8600

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%il
KBE 36 °C	1986	1	2	810	6160	3485	3485	6160
[KBE/ml]		2	3	1010	22400	9403	4800	22400
<b>Erlenbach</b>		3	3	3920	9100	7173	8500	9100
	1987	1	6	900	11200	4325	2250	8400
		2	10	2100	112000	25902	9850	28000
		3	10	1980	112000	32648	10800	67200
	1988	1	8	336	4480	1937	1543	3200
		2	8	3110	50400	13418	5880	17682
		3	8	1600	10640	4680	4200	5600
	1989	1	3	112	392	299	392	392
		2	3	280	7280	2837	952	7280
		3	3	448	3920	2016	1680	3920
	1990	1	3	168	672	355	224	672
		2	4	448	22400	6285	1146	11788
		3	4	392	910	651	651	798
	1991	1	3	12	1120	489	336	1120
		2	3	500	2576	1772	2240	2576
		3	3	280	1232	717	640	1232
	1992	1	4	106	3920	1245	476	2212
		2	4	448	5600	2352	1680	3920
		3	4	168	3920	1554	1064	2800
	1993	1	4	280	952	616	616	868
		2	4	728	3248	1932	1876	2744
		3	3	1568	3920	2389	1680	3920
	1994	1	4	168	1680	756	588	1288
		2	4	448	3024	1260	784	1932
		3	4	336	748	509	476	626
	1995	1	4	168	784	462	448	616
		2	4	392	1960	905	634	1344
		3	3	224	1848	896	616	1848
	1996	1	0					
		2	4	600	22000	11300	6900	13000
		3	4	4100	17000	10550	4900	7925
	1997	1	0					
		2	4	710	40400	20555	11850	22250
		3	4	3150	15400	9275	10600	13300
	1998	1	0					
		2	4	1800	24000	12900	10100	15675
		3	4	700	18000	9350	11700	15825
	1999	1	4	168	1176	672	1064	1134
		2	4	3000	10800	6900	7700	10800
		3	4	2300	15000	8650	6000	8775
	2000	1	4	784	14600	7692	1444	4850
		2	4	1300	36900	19100	1880	10800
		3	4	5000	73000	39000	24000	43000
	2001	1	4	400	3200	1800	2250	3050
		2	4	4100	17000	10550	4900	7925
		3	4	3600	31000	17300	3800	10750
	2002	1	4	2700	46000	24350	7550	17575
		2	4	2160	240000	121080	11400	68925
		3	4	1570	460000	230785	9850	125200
	2005	1	4	800	1710	1255	1255	1483
		2	4	800	110000	55400	55400	82700
		3	4	4000	19450	11725	11725	15588

<b>Parameter</b>	<b>Jahr</b>	<b>PN-Stelle</b>	<b>n</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittel</b>	<b>Median</b>	<b>75%il</b>
KBE 36 °C	2006	1	4	1300	3800	2550	2309	2900
[KBE/m]		2	4	2300	9800	6050	5650	8600
<b>Erlenbach</b>		3	4	1500	8000	4750	4605	7325
	2007	1	4	1100	13000	7050	2150	5350
		2	4	2400	110000	56200	58000	110000
		3	4	6500	46000	26250	33500	46000
	2008	1	4	87	8000	4044	3385	6875
		2	4	3000	39000	21000	8750	18750
		3	4	1000	7000	4000	3850	6475

Erlenbach		Temperatur [°C]					Sauerstoff [mg/l]			
Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	1	3	7,3	18,0	13,9	16,4	9,0	19,5	14,0	13,6
	2	4	8,5	19,5	13,6	13,2	7,9	20,9	11,8	9,2
	3	4	8,0	19,3	13,1	12,5	7,5	13,6	10,0	9,5
1991	1	3	6,1	24,0	14,3	12,7	7,5	11,8	9,5	9,1
	2	3	10,0	20,4	14,8	14,0	5,2	7,5	6,4	6,5
	3	3	9,0	19,7	13,9	13,1	6,6	8,2	7,5	7,6
1992	1	4	5,1	20,0	11,3	10,0	0,0	15,7	9,3	10,7
	2	4	6,5	20,0	11,8	10,4	0,0	9,4	6,5	8,2
	3	4	6,5	19,5	12,2	11,5	0,0	10,7	7,6	9,9
1993	1	4	2,0	17,3	9,7	9,7	5,9	11,9	8,8	8,6
	2	4	4,8	18,5	11,6	11,5	3,5	8,1	5,5	5,3
	3	4	4,6	18,5	11,3	11,0	5,4	9,7	6,9	6,3
1994	1	4	8,3	14,6	11,5	11,6	6,5	9,9	8,0	7,9
	2	4	9,1	17,1	12,7	12,3	5,5	7,9	6,6	6,4
	3	4	10,6	17,0	13,4	13,0	6,3	10,4	8,1	7,8
1995	1	4	2,4	19,7	9,2	7,3	6,0	8,3	7,4	7,6
	2	4	4,9	19,4	10,9	9,7	5,7	7,5	6,7	6,7
	3	4	5,3	19,1	10,4	8,6	6,1	8,5	7,0	6,7
1996	1	4	3,3	17,1	10,1	10,0	7,6	12,2	10,4	11,0
	2	4	2,9	15,9	9,8	10,1	8,1	12,8	10,6	10,8
	3	4	1,0	16,2	9,3	10,1	9,1	14,2	12,1	12,5
1997	1	4	8,0	19,8	13,2	12,5	5,7	10,7	8,6	9,3
	2	4	8,8	18,9	13,2	12,6	6,7	10,8	8,8	9,0
	3	4	6,6	19,1	12,6	12,4	7,9	12,7	10,4	10,6
1998	1	4	9,1	15,6	12,4	12,4	5,1	9,4	7,5	7,7
	2	4	8,2	16,6	11,1	9,8	5,9	9,2	8,0	8,4
	3	4	7,4	15,4	11,5	11,6	7,4	15,0	10,8	10,5
1999	1	4	3,7	18,1	10,8	10,8	5,9	13,9	9,9	10,0
	2	4	3,1	17,2	10,1	10,1	6,4	14,2	9,9	9,6
	3	4	2,6	18,7	9,2	7,8	7,6	15,4	11,7	11,9
2000	1	4	4,5	21,5	13,0	13,1	6,7	10,6	9,1	9,5
	2	4	5,0	21,3	13,0	12,9	6,4	10,3	8,4	8,4
	3	4	4,2	20,8	12,1	11,7	6,5	13,0	9,7	9,6
2001	1	4	5,3	21,0	11,9	10,7	8,9	11,5	10,0	9,8
	2	4	6,3	21,1	13,0	12,2	6,1	8,6	7,8	8,2
	3	4	6,7	21,5	13,4	12,7	7,1	8,8	8,1	8,3
2002	1	4	5,0	18,0	11,4	11,4	8,1	11,4	9,5	9,3
	2	4	4,2	19,0	11,3	11,0	7,9	10,6	9,3	9,3
	3	4	5,1	18,0	11,4	11,3	8,1	11,3	9,6	9,4
2005	1	4	2,6	17,8	11,1	11,9	7,3	12,8	10,5	10,9
	2	4	3,7	18,4	12,3	13,5	5,0	11,5	7,9	7,6
	3	4	3,0	16,4	11,3	12,9	5,5	11,6	9,5	10,5
2006	1	4	4,4	20,2	12,7	13,2	8,8	11,7	10,0	9,8
	2	4	5,0	20,0	13,1	13,6	7,4	11,5	8,6	7,7
	3	4	5,3	19,8	12,5	12,5	6,5	13,6	8,8	7,6
2007	1	4	6,2	19,3	12,7	12,7	5,0	10,1	7,6	7,7
	2	4	7,0	19,0	13,0	13,0	4,9	10,5	7,5	7,2
	3	4	8,1	19,0	13,6	13,6	5,5	11,7	7,9	7,3
2008	1	4	7,8	17	12,7	13,0	8,6	12,0	9,6	8,9
	2	4	10,6	18,4	14,9	15,2	5,2	10,0	7,0	6,4
	3	4	10,4	17,7	14,3	14,6	5,6	9,0	7,1	6,8

Erlenbach			Leitfähigkeit[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]				pH-Wert			
Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	1	3	306	717	552	634	-	-	-	-
	2	4	551	1020	762	739	-	-	-	-
	3	4	594	1056	793	760	-	-	-	-
1991	1	3	389	634	488	442	7,2	8,0	7,6	7,7
	2	3	710	929	850	910	7,1	7,3	7,2	7,2
	3	3	688	921	827	871	7,2	7,6	7,4	7,5
1992	1	4	292	686	398	307	6,4	7,4	6,7	6,5
	2	4	450	842	706	765	6,6	7,6	7,1	7,0
	3	4	463	838	696	741	6,5	7,8	7,1	7,0
1993	1	4	247	428	336	334	6,3	7,0	6,7	6,8
	2	4	677	929	749	695	7,0	7,6	7,2	7,0
	3	4	663	752	723	738	7,2	7,8	7,4	7,2
1994	1	4	308	552	400	371	7,0	7,2	7,1	7,1
	2	4	514	748	645	659	7,0	7,4	7,2	7,3
	3	4	488	744	600	584	6,8	7,3	7,1	7,1
1995	1	3	275	554	396	358	6,4	7,7	7,0	7,0
	2	3	366	797	628	721	6,6	7,5	7,1	7,1
	3	4	275	738	454	538	6,9	7,4	7,2	7,2
1996	1	4	401	818	568	526	7,3	7,8	7,6	7,6
	2	4	423	830	572	518	7,3	7,9	7,7	7,7
	3	4	317	399	362	365	7,6	8,3	8,0	8,0
1997	1	4	392	905	625	602	7,1	7,6	7,3	7,3
	2	4	383	4843	1720	828	7,2	7,7	7,6	7,7
	3	4	299	526	398	383	7,5	8,1	7,8	7,8
1998	1	4	348	815	591	600	6,5	7,4	7,1	7,2
	2	4	345	700	557	592	6,5	7,7	7,2	7,3
	3	4	263	405	329	324	6,0	8,1	7,4	7,7
1999	1	4	498	865	715	783	7,0	7,5	7,3	7,4
	2	4	394	810	662	783	7,0	7,6	7,4	7,5
	3	4	350	371	364	370	6,8	7,8	7,3	7,4
2000	1	4	321	688	435	366	7,2	7,7	7,5	7,5
	2	4	346	832	566	543	7,4	7,8	7,6	7,6
	3	4	270	852	466	372	7,3	8,2	7,6	7,4
2001	1	4	291	536	396	378	6,9	8,1	7,7	7,9
	2	4	449	953	701	701	7,0	7,9	7,6	7,7
	3	4	455	915	684	683	6,7	7,8	7,3	7,3
2002	1	4	367	609	457	425	7,4	7,7	7,6	7,6
	2	4	260	417	328	317	7,5	7,9	7,7	7,7
	3	4	367	623	463	430	7,5	7,6	7,6	7,6
2005	1	4	306	579	400	357	7,3	7,8	7,6	7,6
	2	4	348	1140	767	791	7,2	7,7	7,4	7,4
	3	4	414	960	687	686	7,2	7,7	7,5	7,5
2006	1	4	346	590	463	457	7,3	8,2	7,7	7,7
	2	4	490	653	595	618	7,0	7,9	7,3	7,2
	3	4	598	840	680	642	7,1	7,6	7,4	7,4
2007	1	4	265	568	401	386	7,2	8,0	7,6	7,7
	2	4	360	919	651	662	7,3	7,8	7,6	7,6
	3	4	448	917	659	636	6,9	7,7	7,3	7,4
2008	1	4	352	489	415	409	7,5	8,0	7,9	7,9
	2	4	737	892	835	856	7,3	8,0	7,5	7,5
	3	4	717	816	766	765	7,4	8,0	7,6	7,6

**Tabelle 21: Eschbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008**

Jahr	PN-Stelle	n	Fäkalcoliforme Keime n. POPP als Gütezahl				E-Klasse	
			Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1986	1	2	6,0	6,0	6,0	6,0	-	-
	2	3	5,0	7,0	6,0	6,0	-	-
	3	3	5,0	6,0	5,7	6,0	-	-
1987	1	6	5,0	7,0	5,8	5,5	-	-
	2	10	6,0	7,0	6,7	7,0	-	-
	3	10	5,0	7,0	6,7	7,0	-	-
1988	1	8	5,0	7,0	5,6	5,0	-	-
	2	7	6,0	7,0	6,6	7,0	-	-
	3	7	6,0	7,0	6,7	7,0	-	-
1989	1	4	3,0	7,0	5,5	6,0	-	-
	2	4	6,0	7,0	6,3	6,0	-	-
	3	4	6,0	7,0	6,3	6,0	-	-
1990	1	4	5,0	6,0	5,5	5,5	-	-
	2	4	6,0	7,0	6,5	6,5	-	-
	3	4	6,0	7,0	6,3	6,0	-	-
1991	1	3	4,0	5,0	4,3	4,0	-	-
	2	3	6,0	7,0	6,7	7,0	-	-
	3	3	3,0	7,0	5,3	6,0	-	-
1992	1	4	3,0	7,0	4,5	4,0	-	-
	2	4	3,0	7,0	5,8	6,5	-	-
	3	4	3,0	7,0	5,5	6,0	-	-
1993	1	4	3,0	7,0	4,0	3,0	-	-
	2	4	4,0	6,0	5,5	6,0	-	-
	3	4	3,0	7,0	5,5	6,0	-	-
1994	1	4	3,0	7,0	5,5	6,0	-	-
	2	4	6,0	7,0	6,8	7,0	-	-
	3	4	4,0	6,0	5,3	5,5	-	-
1995	1	4	3,0	6,0	5,0	5,5	-	-
	2	4	3,0	7,0	5,8	6,5	-	-
	3	4	3,0	7,0	5,5	6,0	-	-
1996	1	4	2,0	5,0	2,8	2,0	2	4
	2	4	4,0	7,0	5,8	6,0	3	4
	3	4	4,0	6,0	5,0	5,0	3	4
1997	1	4	6,0	6,0	6,0	6,0	4	4
	2	4	4,0	6,0	5,5	6,0	3	4
	3	4	4,0	6,0	5,3	5,5	3	4
1998	1	4	4,0	6,0	5,0	5,0	3	4
	2	4	5,0	7,0	6,0	6,0	4	4
	3	4	5,0	6,0	5,5	5,5	4	4
1999	1	4	3,0	6,0	4,8	5,0	2	4
	2	4	4,0	6,0	5,4	5,5	3	4
	3	4	5,0	6,0	5,8	6,0	4	4
2000	1	4	5,0	6,0	5,5	5,5	4	4
	2	4	5,0	7,0	5,8	5,5	4	4
	3	4	5,0	6,0	5,8	6,0	4	4
2001	1	4	4,0	5,0	4,5	4,5	3	4
	2	4	6,0	7,0	6,3	6,0	4	4
	3	4	5,0	7,0	6,0	6,0	4	4
2002	1	4	4,0	7,0	5,0	4,5	3	4
	2	4	5,0	7,0	6,0	6,0	4	4

<b>Jahr</b>	<b>PN-Stelle Eschbach</b>	<b>n</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittel</b>	<b>Median</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
	3	4	5,0	7,0	6,0	6,0	4	4
2005	1	4	4,0	5,0	4,8	5,0	3	4
	2	4	5,0	5,0	5,0	5,0	3	4
	3	4	5,0	7,0	6,0	6,0	3	4
2006	1	4	4,0	6,0	4,8	4,5	3	4
	2	4	1,0	6,0	4,8	6,0	4	4
	3	4	5,0	6,0	5,5	5,5	4	4
2007	1	4	4,0	7,0	5,5	5,5	3	4
	2	4	6,0	7,0	6,5	6,5	4	4
	3	4	5,0	7,0	5,8	5,5	4	4
2008	1	4	4,0	5,0	4,3	4,0	3	4
	2	4	4,0	7,0	5,5	5,5	3	4
	3	4	5,0	7,0	6,0	6,0	4	4

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%il
KBE 20 °C	1986	1	2	13320	516000	264660	264660	516000
[KBE/ml]		2	3	11760	22400	15307	11760	22400
<b>Eschbach</b>		3	3	6160	23700	13500	10640	23700
	1987	1	6	600	100800	24295	12000	18300
		2	10	4400	784000	117676	30800	72800
		3	10	4840	616000	87926	23200	44800
	1988	1	8	392	22400	6745	2632	12400
		2	7	1400	28000	15741	16800	28000
		3	7	30	44800	11956	7840	15680
	1989	1	4	392	16800	4648	700	8820
		2	4	672	10640	3710	1764	6440
		3	4	336	8960	2925	1201	5485
	1990	1	4	392	896	672	700	812
		2	4	1400	28000	15330	15960	25200
		3	4	672	30800	21308	26880	29400
	1991	1	3	336	3920	2147	2184	3920
		2	2	2016	5600	3808	3808	5600
		3	2	4300	4500	4400	4400	4500
	1992	1	4	224	4480	2296	2240	4200
		2	4	728	6160	3094	2744	4704
		3	4	560	10080	3808	2296	6440
	1993	1	4	1008	14560	4522	1260	7980
		2	4	1232	2520	1820	1764	2380
		3	4	1064	2240	1806	1960	2100
	1994	1	4	336	1680	1204	1400	1596
		2	4	1288	6160	3262	2800	4760
		3	4	392	6160	2282	1288	3920
	1995	1	4	280	1120	728	756	952
		2	4	784	6720	2910	2067	4670
		3	4	188	4480	1825	1316	3024
	1996	1	4	616	1624	1117	1114	1363
		2	4	3300	29500	18450	20500	25375
		3	4	4000	90600	27488	7675	28763
	1997	1	4	728	2576	1288	924	1358
		2	4	960	34000	13765	10050	19525
		3	4	2000	8000	5975	6950	7250
	1998	1	4	560	1008	770	756	882
		2	4	10000	39300	23825	23000	30825
		3	4	3900	8600	5700	5150	6800
	1999	1	4	336	1400	812	756	980
		2	4	2000	5700	3475	3100	3900
		3	4	3300	8000	4800	3950	5150
	2000	1	4	728	10350	4183	2827	5820
		2	4	1700	34350	12813	7600	16838
		3	4	5600	15000	10400	10500	12000
	2001	1	4	1700	45000	13100	2850	14025
		2	4	4500	42000	15225	7200	16575
		3	4	2800	56000	17275	5150	18350
	2002	1	4	2100	80900	32890	24280	53195
		2	4	9800	206480	108320	108500	134120
		3	4	6300	128920	82030	96450	114730

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%il
KBE 20 °C	2005	1	4	220	120000	74200	74200	97100
[KBE/ml]		2	4	34000	40400	32200	32200	36300
<b>Eschbach</b>		3	4	9000	98800	63400	63400	81100
	2006	1	4	860	28000	10375	4850	11275
		2	4	4200	22000	12933	10000	16000
		3	4	2600	20000	11500	10600	13700
	2007	1	4	1060	413000	108725	9500	111500
		2	4	2700	370000	104875	22700	122500
		3	4	2500	24000	12150	11000	18000
	2008	1	4	600	4400	2975	2900	3950
		2	4	870	49000	16750	7100	19750
		3	4	3000	46000	17800	12100	23500

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%il
KBE 36 °C	1986	1	2	8400	29600	19000	19000	29600
[KBE/ml]		2	3	8960	16800	11947	10080	16800
<b>Eschbach</b>		3	3	2170	14000	8750	10080	14000
	1987	1	6	224	84000	20304	4200	28000
		2	10	1600	336000	71527	22400	39200
		3	10	1240	448000	63298	16800	26100
	1988	1	8	55	8600	2708	591	5700
		2	7	170	31360	10100	9100	14560
		3	7	102	10080	3707	3100	6160
	1989	1	4	280	10080	2870	560	5320
		2	4	616	6160	2298	1207	3752
		3	4	224	7840	2402	772	4580
	1990	1	4	224	672	420	392	560
		2	4	616	16800	8134	7560	12880
		3	4	616	22400	11109	10710	20100
	1991	1	3	20	2240	1145	1176	2240
		2	2	3020	3192	3106	3106	3192
		3	2	2900	3640	3270	3270	3640
	1992	1	4	76	5600	2329	1820	4480
		2	4	672	7280	2730	1484	4536
		3	4	280	14560	4914	2408	8960
	1993	1	4	504	10080	3021	750	5482
		2	4	1400	1970	1683	1680	1825
		3	4	952	1568	1190	1120	1344
	1994	1	4	280	1624	952	952	1316
		2	4	728	5600	2334	1504	3912
		3	4	616	2800	1323	938	2030
	1995	1	4	112	869	483	476	715
		2	4	224	5600	2478	2044	4536
		3	4	504	1792	1162	1176	1596
	1996	1	4	280	1400	798	756	1106
		2	4	1200	24600	14950	17000	21150
		3	4	3750	40500	14138	6150	16275
	1997	1	4	560	1792	910	644	994
		2	4	900	32800	13025	9200	20050
		3	4	1100	10600	6175	6500	8500
	1998	1	4	224	840	406	280	420
		2	4	5600	23700	11825	9000	14925
		3	4	4450	4450	4450	4450	4450
	1999	1	4	56	1120	574	560	742
		2	4	1400	4200	2850	2900	3900
		3	4	1900	7600	4000	3250	4450
	2000	1	4	392	12200	4242	2187	5323
		2	4	250	28100	10148	6120	15425
		3	4	1400	96000	44750	40800	80250
	2001	1	4	24600	24600	24600	24600	24600
		2	4	3800	36000	12200	4500	12600
		3	4	2300	31000	9650	2650	9850
	2002	1	4	1250	72300	24138	11500	32100
		2	4	5800	460000	154898	76895	179665
		3	4	2900	240000	79163	36875	88350

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%il
KBE 36 °C	2005	1	4	220	30800	10693	1060	15930
[KBE/ml]		2	4	34000	87300	60650	60650	73975
<b>Eschbach</b>		3	4	9000	12900	10950	10950	11925
	2006	1	4	860	19200	5740	1450	6000
		2	4	4200	14400	9533	10000	12200
		3	4	2600	20000	8475	5650	11450
	2007	1	4	1060	110000	37515	19500	48500
		2	4	2700	176000	53425	17500	65000
		3	4	2500	19000	9875	9000	11500
	2008	1	4	600	3300	1368	785	1478
		2	4	870	41000	15268	9600	17750
		3	4	3000	13000	8250	8500	10750

Jahr	Eschbach		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	1	4	5,6	18,6	12,1	12,2	7,1	17,4	13,3	14,3
	2	4	10,9	20,8	15,5	15,1	5,1	11,0	7,4	6,8
	3	4	11,3	20,1	15,5	15,3	5,2	12,5	8,3	7,8
1991	1	3	6,4	23,3	15,2	16,0	9,9	16,6	13,8	14,8
	2	3	12,1	21,5	16,6	16,3	5,9	6,1	6,0	5,9
	3	3	12,3	21,0	16,4	15,9	6,7	7,8	7,2	7,0
1992	1	4	4,7	16,7	10,6	10,5	0,0	18,6	10,0	10,8
	2	4	7,9	21,0	13,0	11,5	0,0	14,3	7,2	7,2
	3	4	8,4	19,8	13,8	13,5	0,0	11,0	7,0	8,5
1993	1	4	1,2	17,9	9,5	9,5	6,4	14,5	9,5	8,5
	2	4	5,8	20,4	13,4	13,6	4,0	9,7	6,0	5,1
	3	4	6,7	20,2	13,4	13,3	4,6	11,2	6,9	6,0
1994	1	4	9,6	17,7	13,0	12,3	6,4	8,6	7,4	7,4
	2	4	8,6	18,7	14,0	14,3	4,1	8,2	5,8	5,4
	3	4	9,7	15,5	13,2	13,8	6,3	9,5	7,7	7,4
1995	1	4	4,1	20,1	10,2	8,3	6,8	9,1	8,0	8,0
	2	4	6,0	21,2	12,0	10,4	4,8	7,4	6,1	6,2
	3	4	5,8	20,3	12,4	11,7	5,4	7,6	6,6	6,8
1996	1	4	0,8	15,8	8,6	9,0	10,3	16,2	12,7	12,2
	2	4	7,7	18,5	12,2	11,3	6,4	11,5	9,0	9,1
	3	4	5,6	17,0	11,1	11,0	8,1	15,7	11,3	10,6
1997	1	4	5,8	17,9	11,6	11,3	8	15,2	12,1	13,1
	2	4	9,2	20,4	14,2	13,5	5,1	9,9	7,5	7,6
	3	4	10,2	19,2	13,9	13,2	6,8	11,6	9,1	9,0
1998	1	4	6,7	15,4	11,2	11,3	7,8	18,8	12,0	10,7
	2	4	10,8	18,0	14,0	13,6	5	9,5	7,5	7,7
	3	4	6,2	17,0	12,7	13,9	5,6	11,9	8,4	8,0
1999	1	4	3,6	15,8	9,2	8,7	8,29	15,4	12,1	12,5
	2	4	4,7	18,6	12,5	13,3	4,86	11,94	7,8	7,2
	3	4	6,2	16,7	11,8	12,1	5,79	11,9	8,8	8,7
2000	1	4	3,9	21,5	12,8	12,8				
	2	4	5,9	21,3	14,0	14,4	6,1	12,2	7,9	6,5
	3	4	6,2	20,9	11,4	9,3	5,5	9,2	7,5	7,6
2001	1	4	5,6	22,4	12,2	10,5	8,2	10,2	9,3	9,5
	2	4	9,9	21,3	15,2	14,8	7,0	7,3	7,2	7,2
	3	4	7,5	21,0	14,1	13,9	7,1	9,1	8,2	8,3
2002	1	4	5,7	17,0	11,0	10,7	7,3	11,0	8,9	8,6
	2	4	6,5	18,0	12,1	12,0	5,4	10,5	7,9	7,9
	3	4	6,6	18,0	12,4	12,4	7,9	10,9	9,8	10,1
2005	1	4	3,0	16,3	11,7	13,7	9,2	12,7	10,7	10,4
	2	4	3,4	19,4	13,3	15,2	6,2	12,4	8,4	7,6
	3	4	4,7	18,4	13,3	15,1	7,9	11,7	9,3	8,9
2006	1	4	4,8	18,5	12,0	12,3	9,2	12,4	10,6	10,5
	2	4	5,7	21,3	14,6	15,6	6,5	11,5	8,0	6,9
	3	4	6,9	19,7	13,8	14,2	8,8	11,7	9,8	9,4
2007	1	4	6,0	18,3	12,3	12,4	6,6	12,7	9,1	8,6
	2	4	8,0	19,0	13,9	14,3	4,9	12,3	7,5	6,3
	3	4	8,8	18,8	15,4	18,6	6,1	12,1	8,5	7,2
2008	1	4	18,1	19,2	18,7	18,7	7,9	12,5	9,6	9,0
	2	4	8,0	19,0	13,9	14,3	4,9	12,3	7,5	6,3
	3	4	9,8	19,6	15,3	16,0	7,2	10,6	8,6	8,3

Jahr	Eschbach		Leitfähigkeit[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]				pH-Wert			
	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	1	4	288	678	440	396	-	-	-	-
	2	4	727	1128	994	1060	-	-	-	-
	3	4	743	1122	972	1012	-	-	-	-
1991	1	3	333	661	512	543	6,8	8,0	7,3	7,0
	2	3	838	1062	965	996	7,0	7,3	7,2	7,3
	3	3	953	1059	998	981	7,2	7,4	7,3	7,4
1992	1	4	256	556	397	387	6,4	6,8	6,5	6,5
	2	4	470	945	651	594	6,8	7,0	6,9	6,9
	3	4	601	954	792	807	6,4	7,3	6,9	6,9
1993	1	4	332	644	482	475	6,4	7,3	7,0	7,1
	2	4	603	975	811	833	7,0	7,4	7,2	7,2
	3	4	656	1010	839	845	6,8	7,7	7,3	7,4
1994	1	4	401	799	583	565	6,9	7,2	7,1	7,1
	2	4	284	818	634	718	6,4	7,4	7,0	7,0
	3	4	470	814	616	589	7,0	7,8	7,3	7,1
1995	1	3	232	436	342	359	6,4	7,1	6,8	6,8
	2	3	385	812	582	549	6,7	7,4	7,1	7,1
	3	3	516	804	706	797	6,7	7,7	7,2	7,1
1996	1	4	277	618	420	392	7,3	8,6	7,9	7,8
	2	4	437	804	685	749	6,8	7,2	7,0	7,0
	3	4	510	812	694	727	7,0	8,2	7,5	7,5
1997	1	4	247	481	386	408	7,9	8,9	8,3	8,2
	2	4	523	957	742	745	6,9	7,7	7,2	7,2
	3	4	522	952	740	744	7,3	7,9	7,6	7,6
1998	1	4	217	550	385	386	6,6	8,8	7,8	8,0
	2	4	390	824	687	767	6,6	7,2	6,9	7,0
	3	4		840	546	666	6,8	7,7	7,1	7,0
1999	1	4	297	398	348	350	7,0	8,1	7,6	7,6
	2	4	458	878	720	773	6,8	7,2	7,0	7,0
	3	4	631	840	740	744	6,8	7,2	7,0	7,0
2000	1	4	242	358	298	295	7,5	8,4	7,8	7,7
	2	4	377	804	589	588	6,8	7,4	7,1	7,1
	3	4	382	777	603	626	6,9	7,5	7,2	7,1
2001	1	4	244	450	351	355	7,1	8,3	7,8	8,0
	2	4		864	542	649	6,8	7,4	7,2	7,3
	3	4	445	897	692	713	7,0	7,8	7,4	7,6
2002	1	4	160	380	282	294	7,1	8,3	7,8	8,0
	2	4	445	897	692	713	7,0	7,8	7,4	7,6
	3	4	200	707	495	536	7,5	7,7	7,6	7,6
2005	1	4	230	522	411	445	7,2	7,6	7,5	7,6
	2	4	290	911	591	582	7,1	7,4	7,3	7,3
	3	4	492	905	667	635	6,6	7,6	7,2	7,3
2006	1	4	290	470	403	426	7,4	7,9	7,6	7,6
	2	4	401	740	614	657	7,1	7,4	7,2	7,2
	3	4	564	735	666	683	7,0	7,9	7,5	7,5
2007	1	4	242	440	350	358	7,4	7,9	7,7	7,7
	2	4	254	786	496	472	7,5	7,7	7,6	7,6
	3	4	328	823	567	551	7,5	7,8	7,7	7,7
2008	1	4	396	788	577	563	6,9	7,7	7,2	7,2
	2	4	254	786	496	472	7,5	7,7	7,6	7,6
	3	4	533	846	700	711	6,9	7,3	7,0	7,0

**Tabelle 22: Sulzbach– Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987-2008**

Jahr	n	Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
		Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1987	2	5,0	7,0	5,8	5,5	-	-
1988	12	4,0	6,0	5,0	5,0	-	-
1989	4	4,0	6,0	5,0	5,0	-	-
1990	4	4,0	7,0	5,8	6,0	-	-
1991	4	3,0	6,0	4,3	4,0	-	-
1992	4	3,0	7,0	5,0	5,0	-	-
1993	4	3,0	7,0	5,5	6,0	-	-
1994	4	4,0	7,0	5,5	5,5	-	-
1995	4	3,0	6,0	5,0	5,5	-	-
1996	4	2,0	6,0	4,3	4,5	2	4
1997	4	4,0	6,0	4,8	4,5	3	4
1998	4	5,0	7,0	5,5	5,0	4	4
1999	4	5,0	6,0	5,5	5,5	4	4
2000	4	6,0	7,0	6,3	6,0	4	4
2001	4	5,0	7,0	5,5	5,0	4	4
2002	4	5,0	7,0	6,3	6,5	4	4
2005	4	5,0	7,0	6,0	6,0	4	4
2006	4	5,0	7,0	5,8	5,5	4	4
2007	4	4,0	6,0	5,3	5,5	2	4
2008	4	5,0	6,0	5,8	6,0	4	4

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 20 °C	1987	2	1900	39200	12605	4660	23200
[KBE/ml]	1988	12	448	61600	15549	6440	23520
<b>Sulzbach</b>	1989	4	504	728	616	616	672
	1990	3	560	22400	6314	1148	12040
	1991	4	168	7280	2548	1372	4760
	1992	4	952	22400	7098	2520	12600
	1993	4	336	3360	1624	1400	2604
	1994	4	168	5040	2296	1988	4200
	1995	4	560	1344	896	840	1148
	1996	4	728	3808	1829	952	2380
	1997	4	224	47000	18408	8000	27500
	1998	4	8300	450000	131850	37650	162750
	1999	4	4000	31100	15875	14200	18575
	2000	4	19300	754000	131475	62150	176250
	2001	4	7400	282650	20725	20200	34250
	2002	4	24000	130700	54760	45400	80900
	2005	4	400	36000	17566	16300	26150
	2006	4	2260	228900	70540	25500	88725
	2007	4	500	21000	9200,0	7650	12225
	2008	4	2200	13300	8150	8550	9850

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 36 °C	1987	4	710	224000	56678	1000	112550
[KBE/m l]	1988	12	168	10080	2830	1940	4230
<b>Sulzbach</b>	1989	4	168	392	294	308	364
	1990	4	336	17920	4788	448	9240
	1991	4	42	3920	1481	980	2800
	1992	4	448	28000	8232	2240	15400
	1993	4	448	10080	5124	4984	9520
	1994	4	112	8960	2597	657	4885
	1995	4	392	1008	658	616	986
	1996	4	448	3304	1456	616	1960
	1997	4	280	22000	9827	7200	14600
	1998	4	4450	240000	73563	24900	91425
	1999	4	600	14200	9125	10850	13525
	2000	4	6000	180000	60350	27700	75750
	2001	4	1800	34000	17675	17450	32500
	2002	4	2220	57600	35980	42050	48900
	2005	4	450	8727	3812	2260	5494
	2006	4	1090	158450	46510	13250	56113
	2007	4	500	6200	3200	3050	4625
	2008	4	400	3800	1775	1450	2600

Sulzbach		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1986	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	4	4,3	19,5	12,5	13,2	-	-	-	-
1991	4	4,0	21,8	13,0	13,2	5,9	13,8	9,3	8,7
1992	4	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	4	5,3	16,6	11,1	11,3	5,7	8,7	7,7	8,1
1994	4	0,1	14,0	7,9	8,7	5,5	12,7	8,5	7,9
1995	4	4,3	19,5	11,4	11,0	5,0	8,0	7,1	7,6
1996	4	5,9	14,8	11,2	13,0	9,7	22,3	13,7	11,5
1997	4	6,3	16,5	11,5	11,6	7,3	12,5	10,0	10,1
1998	4	4,5	17,9	12,0	12,7	8,5	18,2	13,5	13,8
1999	4	4,7	16,8	10,0	9,2	7,4	14,4	11,6	12,3
2000	4	4,6	20,5	13,2	13,8	8,1	10,2	9,3	9,4
2001	4	6,6	20,3	12,4	11,4	8,5	12,7	10,7	10,9
2002	4	5,0	20,0	12,0	11,5	7,4	11,1	9,3	9,3
2005	4	3,3	19,1	11,9	12,6	9,6	13,3	10,8	10,2
2006	4	4,4	18,3	11,9	12,5	8,2	8,9	8,6	8,6
2007	4	7,8	22,9	14,3	13,2	8,3	9,9	9,18	9,3
2008	4	7,9	17,3	13,1	13,6	6,7	14,4	9,1	7,6

Sulzbach		Leitfähigkeit[µS/cm]				pH-Wert			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	-	-	-	-	-				
1991	4	486	926	786	866	6,6	7,7	7,0	6,8
1992	4	354	441	389	398	-	-	-	-
1993	4	340	1113	587	447	6,6	7,2	6,9	6,9
1994	4	496	1049	661	549	7,0	7,4	7,2	7,3
1995	4	287	678	419	356	7,0	7,5	7,3	7,4
1996	4	882	1759	1290	1260	7,7	8,1	7,9	8,0
1997	4	846	1820	1324	1316	7,6	8,4	8,0	8,1
1998	4	454	1767	1167	1224	7,3	8,7	8,0	7,9
1999	4	371	1510	820	579	6,2	8,3	7,5	7,7
2000	4	627	1720	999	824	7,2	8,3	7,7	7,8
2001	4	787	1735	1181	1022	7,1	8,5	7,7	7,6
2002	4	425	810	684	750	7,9	8,2	8,0	8,0
2005	4	925	2040	1412	1342	7,4	8,0	7,7	7,7
2006	4	500	1000	769	789	7,2	8,3	7,7	7,6
2007	4	715	2140	1458	1518	7,7	8,2	7,9	7,8
2008	4	1460	1960	1675	1640	7,3	7,9	7,6	7,6

**Tabelle 23: Urselbach– Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987-2008**

Jahr	PN-Stelle	n	Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
			Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1987	1	6	4	7	6,0	6,0	-	-
	2	9	6	7	6,6	7,0	-	-
	3	9	4	7	6,3	7,0	-	-
1988	1	12	3	7	5,0	4,5	-	-
	2	12	3	7	6,3	6,5	-	-
	3	12	3	7	6,1	6,0	-	-
1989	1	4	5	6	5,5	5,5	-	-
	2	4	6	7	6,8	7,0	-	-
	3	4	5	7	6,5	7,0	-	-
1990	1	4	4	6	4,8	4,5	-	-
	2	4	7	7	7,0	7,0	-	-
	3	4	6	7	6,5	6,5	-	-
1991	1	4	3	5	3,8	3,5	-	-
	2	4	7	7	7,0	7,0	-	-
	3	4	7	7	7,0	7,0	-	-
1992	1	4	4	6	5,3	5,5	-	-
	2	4	3	7	5,8	6,5	-	-
	3	4	5	7	6,0	6,0	-	-
1993	1	4	5	6	5,8	6,0	-	-
	2	4	3	7	5,5	6,0	-	-
	3	4	3	7	6,0	7,0	-	-
1994	1	4	4	6	5,0	5,0	-	-
	2	4	3	6	5,3	6,0	-	-
	3	4	3	7	5,3	5,5	-	-
1995	1	4	5	7	6,0	6,0	-	-
	2	4	6	7	6,5	6,5	-	-
	3	4	3	7	5,5	6,0	-	-
1996	1	4	2	6	4,3	4,5	2	4
	2	4	2	6	5,0	6,0	2	4
	3	4	2	6	5,0	6,0	2	4
1997	1	4	5	5	5,0	5,0	3	4
	2	4	5	7	6,0	6,0	4	4
	3	4	5	6	5,5	5,5	3	4
1998	1	4	4	6	5,0	5,0	3	4
	2	4	4	6	5,3	5,5	3	4
	3	4	5	6	5,8	6,0	4	4
1999	1	4	4	6	4,5	4,0	2	4
	2	4	6	6	6,0	6,0	4	4
	3	4	5	6	5,8	6,0	3	4
2000	1	4	4	5	4,3	4,0	3	4
	2	4	5	6	5,8	6,0	4	4
	3	4	5	7	6,0	6,0	4	4
2001	1	4	4	5	4,3	4,0	3	4
	2	4	5	6	5,5	5,5	4	4
	3	4	4	6	5,3	5,5	3	4
2002	1	4	4	6	5,0	5,0	3	4
	2	4	5	7	6,0	6,0	4	4
	3	4	5	6	5,8	6,0	4	4

<b>Jahr</b>	<b>PN-Stelle Urselbach</b>	<b>n</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittel</b>	<b>Median</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
2005	1	4	3	5	4,5	5,0	2	4
	2	4	3	5	4,5	5,0	2	4
	3	4	3	5	4,5	5,0	2	4
2006	1	4	4	5	4,5	4,5	3	4
	2	4	5	6	5,5	5,5	4	4
	3	4	5	6	5,5	5,5	4	4
2007	1	4	5	6	5,3	5,0	3	4
	2	4	6	7	6,8	7,0	4	4
	3	4	6	7	6,3	6,0	4	4
2008	1	4	4	6	5,0	5,0	4	4
	2	4	6	7	6,8	7,0	4	4
	3	4	5	6	5,8	6,0	4	4

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 20 °C [KBE/ml] Urselbach	1987	1	6	1500	8000	3002	1655	3700
		2	9	10800	672000	196900	188400	224000
		3	9	5800	1344000	320811	44800	448000
	1988	1	12	224	53760	10148	2080	14560
		2	12	1736	560000	103166	32200	56000
		3	12	3920	117600	32573	21280	34160
	1989	1	4	224	1680	1000	1047	1495
		2	4	2240	89600	46760	47600	75600
		3	4	2240	224000	65800	18480	128800
	1990	1	4	392	1008	742	784	924
		2	4	5600	33600	17360	15120	25480
		3	4	1904	20100	10681	10360	18450
	1991	1	4	224	3360	1596	1400	2520
		2	4	3640	336000	88270	6720	172480
		3	4	11760	67200	37690	35900	56000
	1992	1	4	616	1400	924	840	1148
		2	4	1120	48720	13748	2576	26320
		3	4	728	61600	18357	5550	34950
	1993	1	4	392	13440	3752	588	7084
		2	4	3360	224000	93370	73060	156500
		3	4	1176	336000	111874	55160	218400
	1994	1	4	448	952	672	644	812
		2	4	1064	6720	3346	2800	5040
		3	4	784	2240	1414	1316	1932
	1995	1	4	224	2240	812	392	1316
		2	4	1400	2800	2142	2184	2576
		3	4	784	2240	1288	1064	1764
	1996	1	4	392	1624	868	728	1204
		2	4	1344	3472	2086	1764	2212
		3	4	1008	3416	1834	1456	1988
	1997	1	4	1008	4800	2392	1879	3263
		2	4	840	7500	4588	5006	7200
		3	4	890	9050	5197	5424	9013
	1998	1	4	1400	7900	3700	2750	4600
		2	4	2000	18000	7950	5900	9075
		3	4	3200	36900	16750	13450	21750
	1999	1	4	970	6200	3418	3250	4475
		2	4	3600	27800	11450	7200	13400
		3	4	7400	22000	14350	14000	19750
	2000	1	4	880	8200	5570	6600	7975
		2	4	2700	7700	5675	6150	7025
		3	4	1000	10000	7100	8700	9700
	2001	1	4	1100	6100	3650	3700	4600
		2	4	5100	33000	17025	15000	22500
		3	4	5100	17000	8575	6100	8825
	2002	1	4	430	58380	17263	5120	18675
		2	4	4300	110000	49648	42145	79393
		3	4	4100	70720	26600	15790	30115
	2005	1	4	21600	42700	32150	32150	37425
		2	4	24080	85000	54540	54540	69770
		3	4	14440	22000	18220	18220	20110

<b>Parameter</b>	<b>Jahr</b>	<b>PN-Stelle</b>	<b>n</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittel</b>	<b>Median</b>	<b>75%-il</b>
KBE 20 °C	2006	1	4	1200	5400	2700	2100	3225
[KBE/ml]		2	4	3200	28000	11900	8200	16300
<b>Urselbach</b>		3	4	3300	44000	17250	10850	21500
	2007	1	4	2500	18000	9675	9100	12750
		2	4	5200	238000	74800	28000	81250
		3	4	5100	785000	203025	11000	208250
	2008	1	4	1500	8000	4750	4750	7250
		2	4	8000	35000	20750	20000	29750
		3	4	7000	30000	19500	20500	29250

Parameter	Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 36 °C	1987	1	6	336	9100	2679	1185	3200
[KBE/ml]		2	9	6800	986000	261122	156800	336000
<b>Urselbach</b>		3	9	4300	896000	239578	78400	280000
	1988	1	12	83	25200	5297	645	8290
		2	12	2688	840000	100194	13440	28280
		3	12	270	39200	15714	13720	19020
	1989	1	4	168	1170	636	603	1020
		2	4	2352	56000	32228	35280	47600
		3	4	2520	96000	32750	16240	56400
	1990	1	4	224	672	448	448	560
		2	4	1904	39200	13916	7280	23520
		3	4	1400	28000	9674	4648	17640
	1991	1	4	392	1680	1018	1000	1540
		2	4	2240	224000	60060	7000	115640
		3	4	16000	45920	24300	17640	32200
	1992	1	4	156	1008	529	476	812
		2	4	1008	5040	2632	2240	3920
		3	4	560	67200	18845	3810	35560
	1993	1	4	336	5600	2114	1260	3640
		2	4	1512	168000	78078	71400	120400
		3	4	840	280000	94290	48160	184800
	1994	1	4	168	784	560	644	728
		2	4	784	6720	3546	3340	5880
		3	4	728	1456	1060	1028	1308
	1995	1	4	168	1792	616	252	1064
		2	4	1008	3360	1974	1764	2800
		3	4	392	2072	1274	1316	1736
	1996	1	4	224	1120	504	336	616
		2	4	1008	3024	1526	1036	1554
		3	4	560	2240	1246	1092	1568
	1997	1	4	626	2670	1687	1726	2543
		2	4	672	11800	5902	5568	8950
		3	4	448	10450	4647	3844	6363
	1998	1	4	490	6800	2873	2100	3725
		2	4	1400	31500	10575	4700	12300
		3	4	3700	15000	7675	6000	8625
	1999	1	4	105	8200	3051	1950	4150
		2	4	3200	21000	11575	11050	14250
		3	4	4700	11000	7200	6550	8900
	2000	1	4	260	3300	1865	1950	2325
		2	4	2200	6800	4250	4000	5900
		3	4	610	7600	5078	6050	6625
	2001	1	4	300	4500	2383	2365	3600
		2	4	4000	29000	13700	10900	17750
		3	4	3900	8300	5075	4050	5150
	2002	1	4	4000	29000	13700	10900	17750
		2	4	2300	150000	58195	40240	77835
		3	4	1500	150000	62313	48875	85275
	2005	1	4	920	10500	5710	5710	8105
		2	4	47000	168400	107700	107700	138050
		3	4	13300	82400	47850	47850	65125

<b>Parameter</b>	<b>Jahr</b>	<b>PN-Stelle</b>	<b>n</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittel</b>	<b>Median</b>	<b>75%-il</b>
KBE 36 °C	2006	1	4	260	11200	3140	550	3250
[KBE/m]		2	4	3500	16000	9825	9900	13600
<b>Urselbach</b>		3	4	3700	23200	13225	13000	16300
	2007	1	4	1500	133000	35900	4550	37450
		2	4	5900	119000	41975	21500	49250
		3	4	1800	102000	34450	17000	41250
	2008	1	4	430	21000	7833	4950	11250
		2	4	11000	34000	19250	16000	21250
		3	4	3000	21000	10500	9000	12750

Urselbach			Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1989	1	4	4,7	15,2	9,4	8,8	8,4	13,0	10,7	10,7
	2	4	7,2	15,5	11,1	10,8	5,8	10,1	8,1	8,2
	3	4	7,0	15,7	11,1	10,8	6,4	11,4	9,2	9,6
1990	1	4	7,8	19,0	12,6	11,8	9,3	13,3	10,9	10,5
	2	4	9,5	19,6	13,9	13,3	6,2	9,1	7,5	7,3
	3	4	9,3	20,0	14,6	14,5	6,8	9,4	8,0	8,0
1991	1	4	2,4	21,0	11,1	10,5	9,3	14,0	11,3	11,0
	2	4	4,0	22,0	12,6	12,2	4,8	11,5	7,6	7,0
	3	4	5,0	22,6	12,9	12,0	6,2	12,0	8,5	7,9
1992	1	4	4,7	16,7	9,7	8,6	0,0	14,6	9,8	12,4
	2	4	5,3	19,4	11,1	9,8	0,0	12,5	6,9	7,6
	3	4	6,3	18,7	11,5	10,5	0,0	10,0	6,5	8,0
1993	1	4	1,2	19,0	9,9	9,6	6,0	12,1	8,1	7,2
	2	4	6,1	19,5	12,4	11,9	4,1	7,4	5,2	4,6
	3	4	4,3	18,7	11,6	11,7	3,6	9,7	5,7	4,7
1994	1	4	8,5	15,3	11,6	11,4	6,8	9,4	7,8	7,6
	2	4	9,7	18,5	14,3	14,4	4,8	7,4	6,4	6,7
	3	4	9,5	17,4	13,8	14,1	6,3	7,7	6,8	6,7
1995	1	4	3,9	18,2	10,1	9,2	6,3	8,0	7,4	7,6
	2	4	5,5	24,5	12,6	10,2	4,7	7,3	6,3	6,5
	3	4	4,6	20,6	11,7	10,9	6,0	8,8	7,3	7,1
1996	1	4	2,6	14,4	8,7	8,9	9,8	17,4	12,8	11,9
	2	4	7,7	18,7	12,8	12,3	7,3	16,7	12,0	12,1
	3	4	7,7	17,4	11,7	10,9	8,9	21,4	13,2	11,2
1997	1	4	6,4	16,6	11,8	12,0	7,8	12,5	10,4	11,0
	2	4	8,6	20,4	14,3	14,2	5,9	9,7	8,2	9,1
	3	4	8,3	19,5	13,5	13,2	6,6	12,0	9,5	9,9
1998	1	4	8,3	16,3	11,9	11,4	6,2	12,1	9,0	8,8
	2	4	10,7	18,7	14,1	13,5	4,7	8,4	6,7	6,9
	3	4	9,5	17,7	13,3	13,0	5,9	11,3	9,0	9,5
1999	1	4	4,5	14,9	9,3	9,0	7,8	13,7	10,9	11,1
	2	4	7,6	19,2	13,0	12,6	5,6	10,1	7,7	7,5
	3	4	5,8	17,9	11,6	11,4	7,1	12,6	10,5	11,1
2000	1	4	5,8	18,7	11,8	11,4	6,5	10,6	9,1	9,6
	2	4	8,8	21,2	14,1	13,1	5,2	10,6	8,0	8,2
	3	4	7,4	20,6	14,0	13,9	6,6	8,9	8,1	8,4
2001	1	4	5,9	20,7	11,8	10,3	8,2	10,0	9,1	9,1
	2	4	9,3	22,0	14,5	13,4	7,4	8,3	7,9	7,9
	3	4	7,3	20,8	13,2	12,4	7,7	11,3	9,0	8,0
2002	1	4	6,0	16,0	11,3	12,0	7,0	11,2	8,7	8,0
	2	4	7,1	18,0	13,0	14,0	6,2	10,3	7,7	6,6
	3	4	6,8	18,0	12,9	14,0	6,7	10,6	8,0	6,8
2005	1	4	4,2	16,4	11,1	11,8	9,2	12,5	10,6	10,4
	2	4	5,8	19,5	13,4	14,1	6,8	10,3	8,0	7,4
	3	4	5,0	18,6	13,1	14,4	7,4	12,0	9,2	8,7
2006	1	4	5,3	17,9	11,7	11,8	9,2	13,4	10,9	10,4
	2	4	8,9	21,2	14,4	13,7	7,3	9,1	8,4	8,6
	3	4	6,8	20,9	14,0	14,1	8,6	11,5	10,2	10,4
2007	1	4	7,6	19,0	12,9	12,5	6,2	9,6	8,0	8,0
	2	4	5,9	19,4	13,3	13,9	5,6	10,3	7,7	7,5

Jahr	Urselbach			Temperatur [°C]			Sauerstoff [mg/l]			
	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
2008	1	4	7,7	19	13,6	13,9	8,4	12	9,8	9,5
	2	4	10,2	19,4	15,9	17,1	6,5	7,9	7,0	6,9
	3	4	9,4	20,4	15,5	16,2	6,2	10,3	8,0	7,7

Urselbach			Leitfähigkeit [µS/cm]				pH-Wert			
Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1989	1	4	166	296	234	237	-	-	-	-
	2	4	384	690	531	525	-	-	-	-
	3	4	499	655	559	541	-	-	-	-
1990	1	4	200	320	259	258	-	-	-	-
	2	4	491	730	635	660	-	-	-	-
	3	4	497	743	647	673	-	-	-	-
1991	1	4	226	393	301	292	6,8	8,0	7,6	7,8
	2	4	580	694	634	630	7,3	7,6	7,5	7,5
	3	4	592	832	705	698	7,2	7,9	7,6	7,6
1992	1	4	163	286	220	215	6,4	6,8	6,6	6,6
	2	4	190	713	473	495	6,4	7,2	7,0	7,1
	3	4	337	723	569	608	6,4	7,0	6,8	6,8
1993	1	4	193	307	248	246	6,4	7,4	6,9	6,9
	2	4	623	792	702	696	7,1	7,8	7,4	7,4
	3	4	566	773	680	690	6,9	7,8	7,2	7,0
1994	1	4	169	275	223	224	6,4	7,3	6,8	6,8
	2	4	469	681	546	516	6,4	7,2	6,8	6,7
	3	4	372	574	500	526	6,4	7,2	6,8	6,9
1995	1	3	224	386	294	272	6,4	7,1	6,7	6,6
	2	3	296	515	409	417	6,4	7,0	6,7	6,8
	3	3	194	542	420	523	6,4	7,1	6,8	6,8
1996	1	4	195	265	229	228	6,9	8,1	7,5	7,5
	2	4	532	696	605	597	6,6	7,1	6,8	6,8
	3	4	394	626	512	513	7,1	7,8	7,5	7,5
1997	1	4	194	293	247	250	7,5	8,3	7,8	7,7
	2	4	429	700	610	656	6,3	7,0	6,7	6,7
	3	4	313	682	452	407	5,8	7,7	7,2	7,6
1998	1	4	159	596	332	287	6,0	8,0	7,0	7,1
	2	4	570	718	651	657	6,3	7,0	6,7	6,7
	3	4	305	647	506	536	5,8	7,7	7,2	7,6
1999	1	4	166	278	233	243	6,8	7,7	7,2	7,2
	2	4	600	812	696	687	7,0	7,2	7,1	7,1
	3	4	482	668	560	545	7,1	7,7	7,4	7,4
2000	1	4	176	183	180	180	6,9	7,2	7,0	7,0
	2	4	235	700	545	623	6,9	7,0	6,9	7,0
	3	4	327	485	380	355	7,1	7,5	7,2	7,1
2001	1	4	139	450	237	180	7,3	8,0	7,6	7,5
	2	4	578	742	640	621	7,0	7,4	7,2	7,1
	3	4	340	617	485	492	7,2	7,7	7,4	7,3
2002	1	4	150	200	167	150	7,5	7,9	7,7	7,6
	2	4	250	478	396	460	7,1	7,3	7,3	7,3
	3	4	220	475	358	380	7,5	7,6	7,6	7,6
2005	1	4	190	313	257	263	7,3	7,8	7,6	7,7
	2	4	196	737	517	568	7,0	7,7	7,4	7,4
	3	4	362	693	539	551	7,2	7,5	7,4	7,5
2006	1	4	210	220	216	218	7,5	8,1	7,8	7,7
	2	4	344	830	556	526	6,8	7,3	7,1	7,2
	3	4	421	538	481	483	7,0	7,7	7,3	7,3
2007	1	4	147	363	212	169	7,4	8,0	7,7	7,8
	2	4	261	750	434	362	7,4	7,6	7,5	7,5

Urselbach			Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]				pH-Wert			
Jahr	PN-Stelle	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
2008	1	4	162	294	226	224	7,3	7,6	7,5	7,5
	2	4	612	818	716	717	7,0	7,6	7,2	7,2
	3	4	496	709	607	611	7,2	7,6	7,4	7,4

**Tabelle 24: Westerbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987-2008**

		Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1987	2	5,0	7,0	5,8	5,5	-	-
1988	12	4,0	6,0	5,0	5,0	-	-
1989	4	4,0	6,0	5,0	5,0	-	-
1990	4	4,0	7,0	5,8	6,0	-	-
1991	4	3,0	6,0	4,3	4,0	-	-
1992	4	3,0	7,0	5,0	5,0	-	-
1993	4	3,0	7,0	5,5	6,0	-	-
1994	4	4,0	7,0	5,5	5,5	-	-
1995	4	3,0	6,0	5,0	5,5	-	-
1996	4	2,0	6,0	4,3	4,5	2	4
1997	4	4,0	6,0	4,7	4,0	3	4
1998	4	5,0	7,0	6,3	7,0	4	4
1999	4	4,0	6,0	5,0	5,0	3	4
2000	4	5,0	6,0	5,7	6,0	3	4
2001	4	4,0	5,0	4,3	4,0	3	4
2002	4	6,0	7,0	6,3	7,0	4	4
2005	4	4,0	6,0	5,3	5,5	3	4
2006	4	4,0	6,0	5,3	5,5	3	4
2007	3	3,0	7,0	5,0	5,0	2	4
2008	3	3,0	3,0	7,0	4,5	2	3

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 20 °C	1987	4	1900	39200	12605	4660	23200
[KBE/ml)	1988	12	448	61600	15549	6440	23520
<b>Wester-</b>	1989	4	504	728	616	616	672
<b>bach</b>	1990	4	560	22400	6314	1148	12040
	1991	4	168	7280	2548	1372	4760
	1992	4	952	22400	7098	2520	12600
	1993	4	336	3360	1624	1400	2604
	1994	4	168	5040	2296	1988	4200
	1995	4	560	1344	896	840	1148
	1996	4	504	3640	1624	1176	2086
	1997	4	0	68000	22238	10476	32000
	1998	4	4800	115000	58725	57550	95875
	1999	4	9900	18000	13225	12500	15375
	2000	4	3600	1400000	394400	87000	455000
	2001	4	3800	40000	17425	12950	21175
	2002	4	4380	161000	57295	31900	84650
	2005	4	330	310000	114110	32000	171000
	2006	4	2140	247400	84635	44500	114350
	2007	3	3000	10700	7500	8800	9750
	2008	3	1700	78000	32233	17000	47500

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 36 °C	1987	4	710	224000	56678	1000	112550
[KBE/ml]	1988	12	168	10080	2830	1940	4230
<b>Wester</b>	1989	4	168	392	294	308	364
<b>bach</b>	1990	4	336	17920	4788	448	9240
	1991	4	42	3920	1481	980	2800
	1992	4	448	28000	8232	2240	15400
	1993	4	448	10080	5124	4984	9520
	1994	4	112	8960	2597	657	4885
	1995	4	392	1008	658	616	986
	1996	4	168	3360	1372	980	1722
	1997	4	0	90000	24960	4920	29250
	1998	4	2700	64000	34500	35650	51250
	1999	4	4500	18600	11650	11750	13650
	2000	4	1400	490000	87000	52000	188500
	2001	4	1300	43000	12950	4000	14350
	2002	4	2230	110000	31900	59700	95450
	2005	4	110	174000	71370	40000	107000
	2006	4	260	188650	72478	50500	104163
	2007	3	2000	6900	4300	4000	5450
	2008	3	430	16000	7010	4600	10300

Westerbach		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	4	4,3	19,5	12,5	13,2	-	-	-	-
1991	4	4	21,8	13	13,2	5,9	13,8	9,3	8,7
1992	4	8,2	20,1	14,2	14,2	-	-	-	-
1993	4	5,3	16,6	11,1	11,3	5,7	8,7	7,7	8,1
1994	4	0,1	14	7,9	8,7	5,5	12,7	8,5	7,9
1995	4	4,3	19,5	11,4	11	5,0	8,0	7,1	7,6
1996	4	10,9	14,8	10,9	13,3	10,4	29,0	17,6	13,5
1997	4	12,2	19,1	12,2	11,0	9,3	14,0	9,3	8,8
1998	4	11,8	17,5	11,8	12,4	11,4	17,5	11,4	10,7
1999	4	9,6	17,3	9,6	8,8	13,4	15,7	13,4	13,2
2000	4	12,7	20,4	12,7	13,5	10,3	12,1	10,3	10,6
2001	4	12,2	20,7	12,2	11,0	11,5	12,9	11,5	11,2
2002	4	11,3	20,0	11,3	10,5	9,6	12,0	9,6	9,6
2005	4	1,9	13,9	10,6	13,3	9,9	15,7	12,4	12,0
2006	4	4,9	17,6	11,7	12,2	9,5	13,8	11,3	10,6
2007	3	7,1	17,0	10,6	7,7	8,5	13,3	11,2	11,8
2008	3	7,2	17	11,4	10	7,9	12,1	9,8	9,3

Westerbach		Leitfähigkeit [µS/cm]				pH-Wert			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1991	4	486	926	786	866	-	-	-	-
1992	2	354	441	389	398	6,6	7,7	7,0	6,8
1993	4	340	1113	587	447	6,6	7,2	6,9	6,9
1994	4	496	1049	661	549	7,0	7,4	7,2	7,3
1995	4	287	678	419	356	7,0	7,5	7,3	7,4
1996	4	476	620	476	482	7,9	8,7	7,9	7,8
1997	4	551	1151	551	460	7,8	8,3	7,8	7,8
1998	4	489	854	489	462	7,9	8,5	7,9	7,9
1999	4	485	705	485	482	7,8	8,5	7,8	8,2
2000	4	472	877	472	358	7,6	8,5	7,6	7,5
2001	4	633	1121	633	525	7,9	8,7	7,9	7,8
2002	4	232	430	341	350	8,1	8,3	8,1	8,2
2005	4	290	530	376	342	7,4	13,8	9,4	8,1
2006	4	260	359	324	338	7,0	8,4	7,8	7,9
2007	3	230	510	359	337	7,5	7,9	7,7	7,6
2008	3	573	718	644	640	7,9	8,2	8,0	8,0

**Tabelle 25: Liederbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1987- 2008**

Jahr	n	Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
		Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1987	6	4,0	7,0	5,3	5,0	-	-
1988	12	3,0	7,0	4,6	4,0	-	-
1989	4	3,0	6,0	4,8	5,0	-	-
1990	4	4,0	6,0	5,3	5,5	-	-
1991	4	3,0	6,0	5,0	5,5	-	-
1992	4	3,0	4,0	3,3	3,0	-	-
1993	4	3,0	6,0	3,8	3,0	-	-
1994	4	4,0	6,0	5,3	5,5	-	-
1995	4	5,0	6,0	5,3	5,0	-	-
1996	4	2,0	5,0	3,5	3,5	2	4
1997	4	4,0	5,0	4,8	5,0	3	4
1998	4	4,0	7,0	5,0	4,5	3	4
1999	4	4,0	6,0	5,0	5,0	3	4
2000	4	4,0	7,0	5,5	5,5	3	4
2001	4	4,0	5,0	4,3	4,0	3	4
2002	4	4,0	7,0	5,8	6,0	3	4
2005	4	4,0	5,0	4,5	4,5	3	4
2006	4	4,0	5,0	5,5	5,5	2	4
2007	4	5,0	5,0	5,8	5,5	4	4
2008	4	4,0	5,0	4,5	4,5	3	4

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 20 °C	1987	6	1300	56000	17318	5800	33600
[KBE/ml]	1988	12	448	17600	3135	1645	3080
<b>Liederbach</b>	1989	4	168	2600	1147	909	1985
	1990	4	1680	6720	3234	2268	4508
	1991	4	4	4480	1448	654	2614
	1992	4	504	6720	2506	1400	4200
	1993	4	616	7840	3024	1820	5320
	1994	4	448	1176	756	700	952
	1995	4	448	1736	1288	1484	1652
	1996	4	448	3696	1596	1120	2268
	1997	4	392	23000	11308	10920	21500
	1998	4	1800	600000	154925	8950	158250
	1999	4	1600	34600	15762,5	13425	24325
	2000	4	4300	440000	147300	72450	215000
	2001	4	2000	14000	7100	6200	9050
	2002	4	1620	121000	55880	50450	87925
	2005	4	13500	23000	18250	18250	20625
	2006	4	1700	314400	103385	48720	149850
	2007	4	4100	435000	124375	29200	147750
	2008	4	1400	8000	3875	3050	5150

KBE 36 °C	1987	6	300	22400	9208	7250	17300
[KBE/ml]	1988	12	55	8400	1356	560	1391
<b>Liederbach</b>	1989	4	112	2300	925	644	1486
	1990	4	510	1456	987	990	1344
	1991	4	2	1680	589	336	1064
	1992	4	336	4480	2198	1988	3920
	1993	4	448	7840	3290	2436	5880
	1994	4	168	952	588	616	812
	1995	4	224	1904	938	812	1484
	1996	4	168	3696	1260	588	1596
	1997	4	504	22000	7077	2902	9475
	1998	4	670	230000	78592	41850	118550
	1999	4	1100	68000	20250	5950	24800
	2000	4	1200	140000	40975	11350	50000
	2001	4	920	15000	4547	1135	4725
	2002	4	342	47500	31461	39000	46375
	2005	4	180	4182	22873	2500	3341
	2006	4	255	315350	88701	19600	105838
	2007	4	2000	130000	39950	13900	51250
	2008	4	500	2600	1325	1100	1550

Liederbach		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	4	4,1	18,0	11,8	12,5	6,0	10,4	8,2	8,1
1991	4	4,0	19,7	12,1	12,3	7,6	12,8	9,8	9,5
1992	4	6,2	19,1	11,1	9,5	9,8	13,6	11,3	10,4
1993	4	2,6	15,3	9,9	10,9	5,9	10,5	7,7	7,1
1994	4	0,4	13,7	7,8	8,7	5,8	9,9	7,9	8,0
1995	4	5,9	17,8	11,5	11,2	6,8	8,2	7,5	7,5
1996	4	3,5	14,2	8,5	8,7	10,1	22,8	14,3	12,1
1997	4	4,8	17,6	12,0	11,2	8,3	14,2	12,3	13,4
1998	4	5,0	17,6	11,7	11,8	6,0	15,4	10,4	10,1
1999	4	5,0	17,7	9,9	9,1	9,4	12,8	11,3	11,6
2000	4	5,5	20,4	12,1	12,3	7,1	10,7	8,7	8,6
2001	4	4,3	18,4	11,7	11,2	7,8	11,5	9,5	9,3
2002	4	4,4	19,0	11,4	11,0	6,7	11,7	9,4	9,6
2005	4	2,4	17,3	11,1	12,3	9,5	13,0	10,5	9,8
2006	4	3,6	16,8	10,9	11,7	8,9	12,4	10,0	9,4
2007	4	7,6	22,0	13,9	13,1	8,5	12,5	10,7	10,8
2008	4	8,5	16,1	13,1	13,8	7,1	11,2	8,5	7,8

Liederbach		Leitfähigkeit [µS/cm]				pH-Wert			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	3	262	1069	631	563				
1991	4	328	1039	638	593	6,9	7,7	7,2	7,0
1992	4	259	620	406	372	6,4	7,4	6,9	6,8
1993	4	240	488	337	310	6,6	7,7	6,9	6,7
1994	4	410	1367	704	519	7,0	7,3	7,2	7,2
1995	4	315	800	513	468	6,8	8,0	7,4	7,4
1996	4	361	662	517	523	7,5	8,4	7,9	7,9
1997	4	274	1064	556	443	7,4	8,5	7,9	7,9
1998	4	232	503	399	431	7,5	8,4	8,0	8,0
1999	4	327	1357	744	547	6,6	8,2	7,6	7,8
2000	4	244	420	326	320	7,0	7,7	7,5	7,6
2001	4	326	680	457	411	7,0	7,9	7,6	7,7
2002	4	278	300	289	288	7,3	7,9	7,7	7,9
2005	4	223	1560	863	834	7,4	7,8	7,6	7,7
2006	4	238	922	458	335	6,8	8,2	7,4	7,2
2007	4	301	965	519	405	7,4	8,1	7,7	7,7
2008	4	389	1260	848	872	6,8	8,2	7,4	7,3

**Tabelle 26: Königsbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008**

Jahr	n	Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
		Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1986	1	4,0	4,0	4,0	4,0	-	-
1989	4	3,0	5,0	4,3	4,5	-	-
1990	3	4,0	6,0	5,0	5,0	-	-
1991	4	4,0	6,0	4,8	4,5	-	-
1992	4	3,0	6,0	4,3	4,0	-	-
1993	4	3,0	4,0	3,3	3,0	-	-
1994	3	3,0	4,0	3,7	4,0	-	-
1995	4	-	-	-	-	-	-
1996	4	2,0	5,0	3,8	4,0	2	4
1997	4	3,0	6,0	4,3	4,0	2	4
1998	4	3,0	5,0	3,8	3,5	2	4
1999	4	3,0	5,0	4,0	4,0	2	4
2000	4	4,0	7,0	5,3	5,0	3	4
2001	4	3,0	5,0	4,0	4,0	2	4
2002	4	4,0	6,0	4,5	4,0	3	4
2005	4	4,0	5,0	4,5	4,5	3	4
2006	4	3,0	5,0	4,3	4,0	2	4
2007	4	3,0	5,0	4,3	4,0	2	4
2008	4	4,0	5,0	4,7	5,0	3	4

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 20 °C	1986	1	830	830	830	830	830
[KBE/ml]	1989	4	224	2184	865	527	1423
<b>Königs- bach</b>	1990	3	30	95200	33610	5600	95200
	1991	4	672	22400	8148	4760	14000
	1992	4	392	1680	952	868	1456
	1993	4	616	2016	1078	840	1484
	1994	3	392	672	504	448	672
	1995	4	280	2128	1036	868	1596
	1996	4	0	3360	1078	476	1302
	1997	4	410	65000	16955	1204	17300
	1998	4	1600	24300	13175	13400	19050
	1999	4	3500	24000	11813	9875	13688
	2000	4	2800	28000	13650	11900	21400
	2001	4	1300	8700	6300	7600	8550
	2002	4	4600	183420	56138	18265	67403
	2005	4	330	32200	19043	24600	28400
	2006	4	2100	70363	21140	6048	22466
	2007	4	3200	23800	14475	15450	23350
	2008	4	1100	40000	14550	8550	18025

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 36 °C	1986	1	520	520	520	520	520
[KBE/ml]	1989	4	33	504	260	252	392
<b>Königs- bach</b>	1990	3	23	3360	1894	2300	3360
	1991	4	280	3920	2408	2716	3360
	1992	4	336	728	532	532	672
	1993	4	224	1960	938	784	1428
	1994	3	280	952	504	280	952
	1995	4	224	3584	1148	392	2072
	1996	4	0	2016	840	673	1345
	1997	4	150	24500	6429	532	6587
	1998	4	570	10000	4593	3900	7300
	1999	4	710	8600	5628	6600	7250
	2000	4	680	16000	6020	3700	8575
	2001	4	2400	4700	3575	3600	4700
	2002	4	2250	110000	49585	43045	84343
	2005	4	330	5000	2117	1020	3010
	2006	4	290	67273	17843	1905	18318
	2007	4	400	14800	5425	3250	8200
	2008	4	500	12000	3875	1500	4575

Königsbach		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1989	4	5,5	14,3	10,1	10,2	8,4	11,3	10,2	10,5
1990	3	6,1	18,8	10,7	7,3	10,9	14,0	12,7	13,1
1991	4	2,4	14,6	8,6	8,6	8,9	14,2	10,4	9,2
1992	4	6,8	19,0	11,2	9,4	8,8	10,6	9,7	10,1
1993	4	4,1	16,8	11,0	11,5	5,5	8,2	6,3	5,8
1994	3	4,4	18,0	12,5	15,0	4,9	7,2	6,1	6,3
1995	4	3,8	19,2	11,1	10,7	5,1	7,4	6,5	6,7
1996	4	1,9	16,4	9,7	10,3	7,9	15,0	11,0	10,5
1997	4	4,2	13,8	10,2	11,5	5,8	14,2	9,4	8,8
1998	4	4,9	13,6	8,7	7,7	9,5	13,3	10,9	9,9
1999	4	5,2	16,7	11,4	11,8	7,0	11,2	9,7	10,3
2000	4	5,6	19,7	12,3	11,9	7,9	10,8	8,9	8,4
2001	4	6,2	19,5	12,3	11,7	8,0	9,7	8,7	8,6
2002	4	4,8	19	11,9	11,9	7,0	12,3	9,8	10,0
2005	4	2,0	17,0	11,2	12,8	9,2	13,3	10,7	10,2
2006	4	3,0	15,3	10,5	11,9	5,4	15,4	9,0	7,7
2007	4	5,8	21,5	13,4	13,2	7,0	12,4	9,6	9,4
2008	4	6,4	19,8	13,3	13,4	7,0	10,9	8,5	8,1

Königsbach		Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]				pH-Wert			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1989	4	555	819	720	753	7,4	7,6	7,5	7,4
1990	3	724	751	740	745	7,2	7,9	7,6	7,6
1991	4	695	1072	848	813	7,0	8,0	7,5	7,5
1992	4	725	834	777	775	6,6	7,9	7,1	6,9
1993	4	700	865	779	775	7,0	7,2	7,2	7,2
1994	3	770	878	810	782	7,2	7,4	7,3	7,4
1995	4	506	727	668	720	6,5	7,4	7,1	7,3
1996	4	648	865	771	786	7,5	8,1	7,8	7,7
1997	4	687	779	749	766	7,8	8,2	8,0	8,1
1998	4	579	837	728	767	6,8	8,4	7,6	7,5
1999	4	-	-	-	-	6,5	7,7	7,2	7,3
2000	4	641	745	706	719	7,1	8,2	7,6	7,5
2001	4	622	794	722	736	6,6	8,3	7,7	8,1
2002	4	390	724	514	471	7,4	8,2	7,8	7,8
2005	4	649	870	766	773	7,6	8,1	7,9	8,0
2006	4	658	858	754	749	7,0	8,3	7,7	7,7
2007	4	630	751	702	714	7,5	8,2	7,8	7,8
2008	4	658	813	738	740	7,5	8,0	7,8	7,8

**Tabelle 27: Kalbach – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008**

Jahr	n	Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
		Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1986	1	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-
1987	2	6,0	7,0	6,5	6,5	-	-
1988	12	3,0	6,0	4,8	5,0	-	-
1989	4	3,0	6,0	4,5	4,5	-	-
1990	4	3,0	6,0	4,3	4,0	-	-
1991	4	3,0	6,0	4,3	4,0	-	-
1992	4	3,0	6,0	4,3	4,0	-	-
1993	4	3,0	6,0	4,0	3,5	-	-
1994	4	3,0	5,0	4,0	4,0	-	-
1995	4	3,0	6,0	4,5	4,5	-	-
1996	4	1,0	5,0	2,8	3,0	2	4
1997	4	4,0	6,0	4,8	4,5	3	4
1998	4	4,0	6,0	5,0	5,0	2	3
1999	4	3,0	6,0	5,0	5,5	1	4
2000	4	5,0	7,0	5,8	5,5	1	4
2001	4	4,0	6,0	4,8	4,5	2	4
2002	4	4,0	5,0	4,3	4,0	3	4
2005	4	3,0	7,0	5,0	5,0	2	4
2006	4	4,0	7,0	4,8	4,0	2	4
2007	4	1,0	7,0	4,0	4,0	2	4
2008	4	3,0	6,0	4,3	4,0	2	4

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 20 °C	1986	1	21700	21700	21700	21700	21700
[KBE/ml]	1987	2	448000	537600	492800	492800	537600
<b>Kalbach</b>	1988	12	1960	56000	13183	5600	14280
	1989	4	336	16800	5347	2125	9660
	1990	4	336	4480	2842	3276	4116
	1991	4	1680	3360	2296	2072	2912
	1992	3	612	8900	3469	896	8900
	1993	4	560	12320	3962	1484	7084
	1994	4	220	5040	2127	1624	3976
	1995	4	237	1792	871	728	1428
	1996	4	280	1736	938	868	1190
	1997	4	728	17000	7934	7004	14000
	1998	4	1000	20200	7950	5300	10000
	1999	4	515	18000	6579	3900	8850
	2000	4	2400	32000	10650	4100	11900
	2001	4	800	11000	3713	1525	4400
	2002	4	1100	11000	6825	7600	10775
	2005	4	12000	137000	74500	74500	105750
	2006	4	2900	72000	24889	12328	27525
	2007	4	800	600000	1508500	16600	1520250
	2008	4	3100	70000	21850	7150	24100

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 36 °C	1986	1	1300	1300	1300	1300	1300
[KBE/m l]	1987	2	117600	224000	170800	170800	224000
<b>Kalbach</b>	1988	12	120	33600	5389	1025	7060
	1989	4	448	16800	4928	1232	9156
	1990	4	94	1680	767	647	1232
	1991	4	280	1400	1022	1204	1344
	1992	3	336	16800	6067	1064	16800
	1993	4	80	15120	4164	728	8064
	1994	4	448	3360	1372	840	2268
	1995	4	112	1232	563	454	980
	1996	4	146	1400	611	448	896
	1997	4	560	11000	4836	3892	8000
	1998	4	240	22300	7335	3400	8200
	1999	4	70	14000	4868	2700	7025
	2000	4	610	14000	4853	2400	5900
	2001	4	300	7700	3220	2440	4925
	2002	4	870	46000	12510	1585	13225
	2005	4	11000	31000	21000	21000	26000
	2006	4	700	58000	16993	4637	18250
	2007	4	100	1140000	286900	3750	289800
	2008	4	750	83000	21695	1515	22400

Kalbach		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1989	4	6,0	15,5	10,6	10,4	8,2	12,0	9,7	9,4
1990	4	7,6	18,4	12,7	12,4	7,9	13,6	11,6	12,5
1991	4	3,7	19,5	12,0	12,3	8,2	14,8	12,1	12,7
1992	4	7,0	20,7	11,7	9,6	14,8	19,8	16,5	14,9
1993	4	3,8	17,6	11,8	13,0	5,4	14,4	9,2	8,5
1994	4	8,2	17,4	11,8	10,8	7,3	7,6	7,5	7,5
1995	4	7,0	16,6	10,5	9,1	7,7	9,4	8,4	8,2
1996	4	3,7	16,0	10,0	10,1	10,3	12,9	11,6	11,5
1997	4	8,5	19,2	13,0	12,1	7,9	10,6	9,6	10,4
1998	4	8,0	15,9	11,6	11,2	1,2	14,0	8,8	10,1
1999	4	5,0	16,2	10,3	10,0	7,4	14,5	11,4	11,8
2000	4	6,3	20,1	12,8	12,4	8,9	11,9	10,3	10,3
2001	4	7,9	17,9	11,8	10,7	9,5	11,2	10,4	10,4
2002	4	10,4	16,0	13,2	13,2	10,0	12,6	11,3	11,3
2005	4	10,4	16,0	13,2	13,2	7,6	12,5	10,7	11,4
2006	4	6,0	21,6	13,4	13,0	4,5	10,9	8,3	8,9
2007	4	7,8	18,6	13,5	13,8	4,4	9,9	6,8	6,4
2008	4	9,7	19,2	15,1	15,8	7,7	15,5	10,3	9,0

Kalbach		Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]				pH-Wert			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1989	4	858	917	890	893	7,2	7,4	7,3	7,3
1990	4	798	947	889	905	7,4	8,0	7,8	7,7
1991	4	707	915	841	870	7,3	8,0	7,6	7,6
1992	4	768	860	815	816	6,7	7,4	7,1	7,2
1993	4	358	893	724	822	6,8	7,7	7,3	7,3
1994	4	744	857	816	831	7,2	7,6	7,4	7,4
1995	3	734	879	794	768	7,0	7,6	7,3	7,2
1996	4	826	894	853	845	8,0	8,2	8,2	8,2
1997	4	557	935	776	807	7,4	8,4	8,0	8,0
1998	4	701	895	835	871	6,8	7,9	7,6	7,8
1999	4	839	919	882	889	7,6	8,2	7,9	7,9
2000	4	752	927	846	852	7,4	8,3	7,9	7,9
2001	4	777	965	873	875	6,5	8,1	7,6	7,9
2002	4	767	900	834	834	8,0	8,2	8,1	8,1
2005	4	810	1060	912	890	7,3	8,2	7,7	7,6
2006	4	453	1000	771	815	7,3	7,8	7,6	7,7
2007	4	715	921	816	815	7,5	7,8	7,6	7,6
2008	4	402	978	788	885	7,7	8,1	7,9	8,0

**Tabelle 28: Rebstockweiher – Messwerte, Gütezahlen, Eignungsklassen für 1986-2008**

		Fäkalcoliforme Keime nach POPP als Gütezahl				E-Klasse	
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
1986	2	3,0	4,0	3,5	3,5	-	-
1987	1	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-
1988	13	3,0	6,0	4,2	4,0	-	-
1989	4	3,0	7,0	4,5	4,0	-	-
1990	4	4,0	6,0	4,5	4,0	-	-
1991	4	3,0	4,0	3,5	3,5	-	-
1992	4	3,0	5,0	3,8	3,5	-	-
1993	4	3,0	5,0	4,0	4,0	-	-
1994	4	3,0	6,0	4,5	4,5	-	-
1995	4	3,0	5,0	4,0	4,0	-	-
1996	4	3,0	4,0	3,5	3,5	2	3
1997	4	1,0	4,0	3,0	3,5	1	3
1998	3	3,0	4,0	3,7	4,0	2	3
1999	4	3,0	4,0	3,3	3,0	2	2
2000	4	1,0	4,0	3,0	3,5	1	3
2001	4	3,0	4,0	3,5	3,5	2	3
2002	4	1,0	4,0	3,3	4,0	1	3
2005	4	3,0	5,0	4,0	4,0	2	3
2006	4	3,0	4,0	3,3	3,0	2	2
2007	4	3,0	5,0	4,0	4,0	2	4
2008	4	3,0	5,0	3,8	3,5	2	4

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 20 °C	1986	2	560	3920	2240	2240	3920
[KBE/ml]	1987	1	1680	1680	1680	1680	1680
<b>Rebstock-</b>	1988	13	392	5040	1453	1120	1680
<b>weiher</b>	1989	4	25	448	249	262	420
	1990	4	126	6160	2006	868	3696
	1991	4	112	504	266	224	364
	1992	4	280	1400	644	448	952
	1993	4	35	1176	597	588	1036
	1994	4	6	392	210	222	392
	1995	4	35	504	215	160	392
	1996	3	44	1906	679	88	997
	1997	4	33	7300	2175	684	2725
	1998	3	1900	4600	2975	2700	3475
	1999	4	245	2800	1099	675	1488
	2000	4	160	8500	2455	580	2643
	2001	4	930	19000	6158	2350	7075
	2002	4	230	4100	1874	1584	2975
	2005	4	82	5100	2127	1200	3150
	2006	4	130	1480	545	285	648
	2007	4	200	3300	1228	705	1725
	2008	4	460	3500	1653	1325	2375

Parameter	Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	75%-il
KBE 36 °C	1986	2	616	2800	1708	1708	2800
[KBE/ml]	1987	1	1460	1460	1460	1460	1460
	1988	13	120	2800	885	700	1120
	1989	4	11	392	213	224	364
	1990	4	21	1288	579	504	1008
	1991	4	18	224	131	140	196
	1992	4	336	784	512	464	632
	1993	4	37	1288	597	532	1008
	1994	4	10	448	217	205	364
	1995	4	58	672	244	124	420
	1996	3	24	1848	637	38	943
	1997	4	29	22000	5860	706	6475
	1998	3	650	7850	3293	2335	4813
	1999	4	100	1150	463	300	513
	2000	4	230	8300	2415	565	2683
	2001	4	230	24000	6558	1000	7050
	2002	4	117	4600	2124	1889	3625
	2005	4	28	5273	1816	147	2710
	2006	4	70	840	340	225	398
	2007	4	210	900	603	650	750
	2008	4	96	4000	1954	1860	3625

Rebstockweiher		Temperatur [°C]				Sauerstoff [mg/l]			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	4	7,2	23,0	15,2	15,2	4,2	7,8	6,0	6,0
1991	4	3,6	26,1	15,0	15,1	3,0	13,4	8,9	9,6
1992	4	-	-	-	-				
1993	4	3,6	19,8	12,1	12,4	3,6	10,4	6,4	5,8
1994	4	2,3	20,0	11,9	12,7	4,8	9,7	6,7	6,1
1995	4	6,5	24,4	14,6	13,7	5,7	7,3	6,4	6,3
1996	4	3,6	19,5	10,7	9,9	8,5	20,3	12,6	10,9
1997	4	7,7	22,2	13,9	12,8	7,2	14,6	10,2	9,6
1998	4	5,8	19,4	12,6	12,5	4,9	15,3	9,2	8,4
1999	4	4,9	20,1	12,3	12,2	6,7	18,5	11,8	11,1
2000	4	4,4	23,9	14,1	14,0	5,6	10,5	8,0	8,0
2001	4	4,4	23,9	14,1	14,0	5,6	10,5	8,0	8,0
2002	4	6,3	24,0	13,8	12,5	7,4	12,2	9,2	8,5
2005	4	3,1	22,5	14,1	15,4	7,5	13,1	10,1	9,9
2006	4	5,0	22,9	14,2	14,5	10,1	11,1	10,6	10,6
2007	4	7,8	23,0	15,3	15,3	7,8	14,8	10,7	10,2
2008	4	9,6	21,6	15,3	15,1	6,1	11,3	8,7	8,8

Rebstockweiher		Leitfähigkeit [µS/cm]				pH-Wert			
Jahr	n	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median
1990	4	700	966	806	780	7,8	8,2	8,0	8,0
1991	4	815	896	843	830	6,6	7,7	7,1	7,0
1992	2	943	966	955	955	6,9	7,0	7,0	7,0
1993	4	977	1058	1013	1009	6,9	7,2	7,1	7,1
1994	4	980	1052	1018	1020	7,0	7,3	7,2	7,2
1995	4	606	1034	834	848	6,9	7,9	7,4	7,5
1996	4	970	1043	1010	1014	7,6	8,5	8,1	8,1
1997	4	1033	1077	1052	1049	7,8	8,5	8,1	8,1
1998	4	1005	1255	1092	1053	7,1	8,1	7,6	7,7
1999	4	1037	1085	1056	1047	6,5	8,4	7,7	7,9
2000	4	1006	1090	1060	1072	7,4	8,0	7,6	7,6
2001	4	1006	1090	1060	1072	7,4	8,0	7,6	7,6
2002	4	853	1000	911	896	7,9	8,4	8,2	8,3
2005	4	937	1800	1180	992	7,1	7,8	7,5	7,6
2006	4	740	850	815	835	7,3	7,9	7,6	7,6
2007	4	799	873	837	837	7,5	8,5	7,9	7,9
2008	4	703	960	810	789	6,8	8,0	7,5	7,7