



Stadt Nürnberg

Stadtentwässerung
und Umweltanalytik

Auftrag: Untersuchung Wöhrder See und Pegnitz nach BayBadeGewV, Badesaison 2015

Projekt: Untersuchung der Wasserqualität des Wöhrder Sees und der Pegnitz vor und nach der Einleitung Klärwerk 2 nach Bayerischer Badegewässerverordnung im Zeitraum 2015 bis 2018

Auftraggeber: Stadt Nürnberg, Umweltreferat (Ref III)
Ihr Zeichen:

Auftragnehmer: Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN)
Umweltmanagement
Bereich Trink- und Badewasser
Herr Peter Daum
Adolf-Braun Straße 15 90429 Nürnberg
Telefon (0911) 231-3624 Telefax (0911) 231-5622

Projektbearbeitung: Frau Dr. Packebusch

Unser Zeichen: 800-53-10
Berichtsnummer: 20151753 **Projektnummer:** 2015-UFGW

Dieser Bericht umfasst 13 Seiten und 3 Anlagen.

Nürnberg, den 19.01.2016
i.A.

Dr. Packebusch

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Zusammenfassung	2
2.	Anlass und Aufgabenstellung	2
3.	Ausgeführte Arbeiten	3
3.1	Auswahl der Messstellen und Probenahme	3
3.2	Untersuchungsumfang	4
3.3	Rechtliche Vorgaben	4
4.	Ergebnisse	5
4.1	Zeitliche Darstellung der Messergebnisse (2012-2015)	6
4.2	Korrelation zur Trübung	8
5.	Beurteilung.....	9
5.1	Bewertung als Badegewässer.....	9
5.2	Gesamtzustand der Pegnitz.....	9
6.	Handlungsempfehlungen.....	10
6.1	Eignung der Pegnitz als Badegewässer.....	10
6.2	Weitergehende Untersuchungen	11
7.	Einschränkungen.....	11
8.	Literaturverzeichnis.....	12

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Lageplan mit Probenahmestellen Wöhrder See und Pegnitz (2 Seiten)
- Anlage 2: Grafische Zusammenstellung von Messergebnissen (2 Seiten)
- Anlage 3: Projekt Flusshygiene (1 Seite)

1. Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht dient der Erstellung einer Vorlage für den Gesundheitsausschuss der Stadt Nürnberg.

Es wurden relevante Sachverhalte und Messergebnisse dokumentiert (teilweise bereits auch in der Vorlage für den Umweltausschuss dokumentiert).

Bei einer positiven Prognose, die erst nach Vorlage der Untersuchungsergebnisse 2015-2018 erfolgen kann, wird zusammen mit WWA, UwA und Gh eine abgestimmte Empfehlung zur Fortschreibung der Verordnung über das Baden im Freien und das Betreten und Befahren von Eisflächen (Bade- und EislaufVO - BEVO) vorgelegt.

2. Anlass und Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung wurde aus den Ergebnissen der bisher durchgeführten Messprogramme entwickelt.

In 2009 wurde von der ARGE Gewässerschutz Obere Regnitz zur Einschätzung der aktuellen Belastungssituation der Fließgewässer Pegnitz, Rednitz und Regnitz ein Untersuchungsprogramm zur Ermittlung der mikrobiologischen Parameter (E.Coli, I. Enterokokken) als Schwerpunktaktion durchgeführt.

Im Zusammenhang mit den Umbauplänen bzw. der Neugestaltung des Wöhrder Sees sowie mit den bereits 2009 angestoßenen Überlegungen, die Pegnitz als „sommerfrisches Fließgewässer“ zum Baden nutzbar zu machen, vor allem im Bereich Lederersteg/Wasserrad, wo im Rahmen der Ausbaumaßnahme des Freistaates Bayern („Stadt am Fluss“) ein Badezugang geschaffen wurde, hat die Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN/U) die Untersuchung der Wasserqualität der Pegnitz nach BayBadeGewV für 2011 bis 2014 durchgeführt.

Mit Beschluss des Umweltausschusses vom 24.07.2015 wurde SUN/U mit der Durchführung eines Untersuchungsprogrammes über die Jahre 2015 bis 2018 an Pegnitz und Wöhrder See beauftragt. Das Ziel bei einer positiven Prognose ist, zusammen mit WWA, UwA und Gh eine abgestimmte Empfehlung zur Fortschreibung der Verordnung über das Baden im Freien und das Betreten und Befahren von Eisflächen (Bade- und EislaufVO - BEVO) vorzulegen.

Obwohl eine Einstufung als Badegewässer im Sinne der EU-Richtlinie nicht beabsichtigt ist, sollen entsprechend § 2 BadeGewV die „Ursachen von Verschmutzungen, die sich auf die Badewasserqualität auswirken und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen können“, ermittelt und nach Abschluss 2018 seitens des Gesundheitsamtes bewertet werden.

3. Ausgeführte Arbeiten

Während der Badesaison 2015 wurden die sechs Aufträge 20150892, 20151061, 20151369, 20151062, 20151471, 20151753 bearbeitet.

3.1 Auswahl der Messstellen und Probenahme

Die Auswahl der Messstellen erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Untersuchung an maximal vier Probenahmestellen
- Probenahmestelle muss zugänglich sein und sollte den Anforderungen der BayBadeGewV Anlage 5 entsprechen
- Die Messstellen sollen repräsentativ für die Wasserqualität
 - am Wöhrder See,
 - in der geplanten Norikusbucht, Wöhrder See,
 - in der Pegnitz vor der Einleitung Klärwerk 2,
 - in der Pegnitz nach Klärwerk 2 und vor der Einleitung Klärwerk 1

sein.

Nach eingehender Prüfung unter Beteiligung des Gesundheitsamtes (Herr Sippel) konnten folgende Messstellen festgelegt werden:

- **Wöhrder See Sandstrand**
Der Uferbereich des Wöhrder Sees ist hier gut zugänglich. Dieser Abschnitt des Sees ist gleichzeitig mit Seevögeln besiedelt.
- **Wöhrder See Umweltstation (ab 2016 Norikusbucht)**
In 2015 wurde die Wasserqualität des Wöhrder Sees unterhalb der geplanten Umweltstation erfasst. Mit der Fertigstellung des Dammes (ab 2016) wird einfließendes Wasser über eine biologische Reinigungsstrecke fließen und so die Wasserqualität in der Norikusbucht beeinflussen.
- **Pegnitz Lederersteg**
Es wird die Wasserqualität der Pegnitz vor Klärwerk 2 und im Pegnitzgrund auf Höhe Lederersteg erfasst. Die Messstelle ist vergleichbar mit der Messstation Theodor-Heuss Brücke, so dass die dort entstandenen Onlinedaten zum Vergleich herangezogen werden können.
- **Pegnitz Fuchsloch**
Es wird die Wasserqualität der Pegnitz an der Brücke, ca. 100 m vor der Einleitungsstelle des Klärwerks 1, erfasst.

Der Beprobungszeitraum war vom 15.05. bis 15.09.2015. Die Probenahme erfolgte weitestgehend nach den Anforderungen der BayBadeGewV in sterilen Glasflaschen mit Hilfe eines Schöpfgerätes. Nicht immer eingehalten werden konnte aufgrund geringer Wasserführung die Entnahmetiefe von 30 cm unter der Wasseroberfläche.

Der Transport erfolgte gekühlt in Kühlboxen. Die Proben wurden innerhalb 24 Stunden bearbeitet.

Es wurden insgesamt sechs Beprobungen durchgeführt, da aufgrund einer kurzzeitigen Verschmutzung (Starkregenereignis am 23.06.15) eine zusätzliche Probenahme erforderlich wurde.

3.2 Untersuchungsumfang

Die mikrobiologischen Untersuchungen der Wasserproben erfolgten durch SUN/U-A1 nach den vorgegebenen Referenzmethoden:

- für die Bestimmung der intestinalen Enterokokken MPN-Verfahren entsprechend der ISO-Norm 7899-1
- für die Bestimmung der Escherichia coli MPN-Verfahren entsprechend der ISO-Norm 9308-3

Die Parameter pH-Wert (DIN 38404-5), Wasser-/Lufttemperatur (DIN 38404-4), Sauerstoffgehalt (DIN EN ISO 5814) und Sensorik wurden vor Ort, die Trübung (DIN EN ISO 7027) wurde im Labor bestimmt.

Für eine weitere Auswertung an der Pegnitz stehen die online gemessenen Parameter pH-Wert, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, Trübung, ortho-Phosphat, Ammonium und Nitrat aus der Messstation Theodor-Heuss-Brücke zur Verfügung.

3.3 Rechtliche Vorgaben

Entsprechend BayBadeGewV vom 15. Februar 2008 [1] gelten für die Überwachung und Einstufung der Qualität von Badegewässern in Bayern die entsprechend der Richtlinie 2006/7/EG definierten Bewertungen. Für die Beurteilung werden die beiden mikrobiologischen Parameter Intestinale Enterokokken sowie Escherichia coli genutzt.

Tabelle 1: Mikrobiologische Qualitätsanforderungen an Badegewässer nach BayBadeGewV

Parameter	Ausgezeichnete Qualität	Gute Qualität	Ausreichende Qualität	Referenz-analysenmethode
Intestinale Enterokokken (KBE/100mL)	200 ¹⁾	400 ¹⁾	330 ²⁾ 660 ¹⁾	ISO 7899-1 oder ISO 7899-2
Escherichia coli (KBE/100mL)	500 ¹⁾	1000 ¹⁾	900 ²⁾ 1800 ¹⁾	ISO 9308-3

1) auf der Grundlage einer 95-Perzentil-Bewertung analog Anlage 2

2) auf der Grundlage einer 90-Perzentil-Bewertung analog Anlage 2

KBE = koloniebildende Einheiten

Badegewässer sind als mangelhaft einzustufen, wenn im Bewertungszeitraum die Perzentil-Werte schlechter sind als die in der Spalte für „Ausreichende Qualität“ festgelegten Werte.

Für den Bewertungszeitraum gilt es je Badesaison (Zeitraum vom 15. Mai bis 15. September eines Jahres) mindestens 4 Beprobungen bei maximal vierwöchigem Abstand über 4 Jahre durchzuführen.

Abweichend kann eine Bewertung der Badegewässerqualität auf der Grundlage eines Datensatzes über die Badegewässerqualität erfolgen, wenn das Badegewässer neu bestimmt worden ist.

4. Ergebnisse

Bei der Darstellung der Ergebnisse 2015 wurden die Ergebnisse aus früheren Jahren, soweit vorhanden, in die Auswertung einbezogen.

Die Darstellung der Onlinemessungen an der Messstation Theodor-Heuss-Brücke und der Niederschlagsmessungen befindet sich in Anlage 2.

Tabelle 2 Darstellung der mikrobiologischen Messergebnisse 2015

Entnahmedatum	Wöhrder See Sandstrand		Wöhrder See Umweltstation		Pegnitz Lederersteg		Pegnitz Fuchsloch	
	E.Coli	Enterokokken	E.Coli	Enterokokken	E.Coli	Enterokokken	E.Coli	Enterokokken
19.05.2015	38	38	78	78	38	77	255	78
23.06.2015	1800	77	1500	93	890	45	2500	520
02.07.2015	94	15	77	30	272	30	144	15
16.07.2015	161	15	371	15	61	46	195	45
06.08.2015	179	15	61	15	144	46	327	45
01.09.2015	270	15	77	30	197	15	268	46

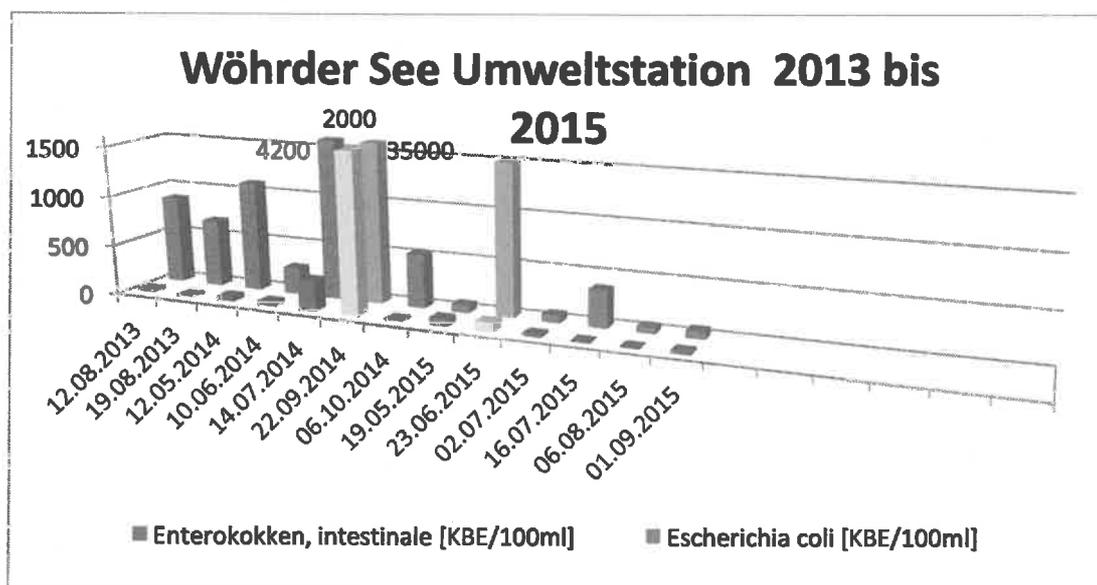
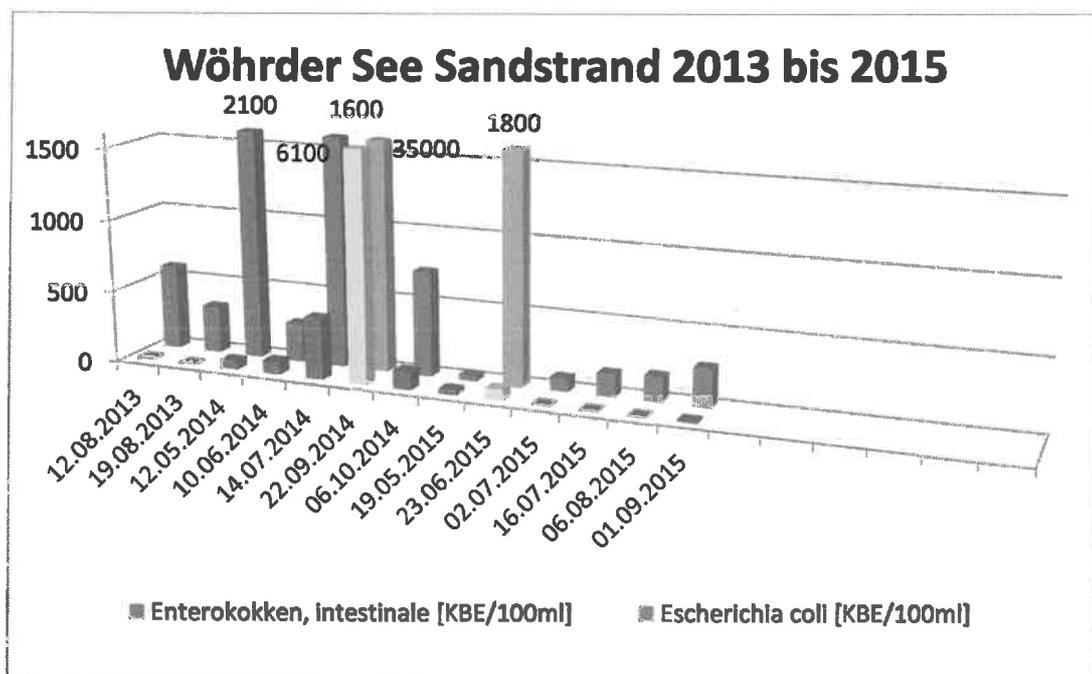
Angaben in KBE/ 100 ml

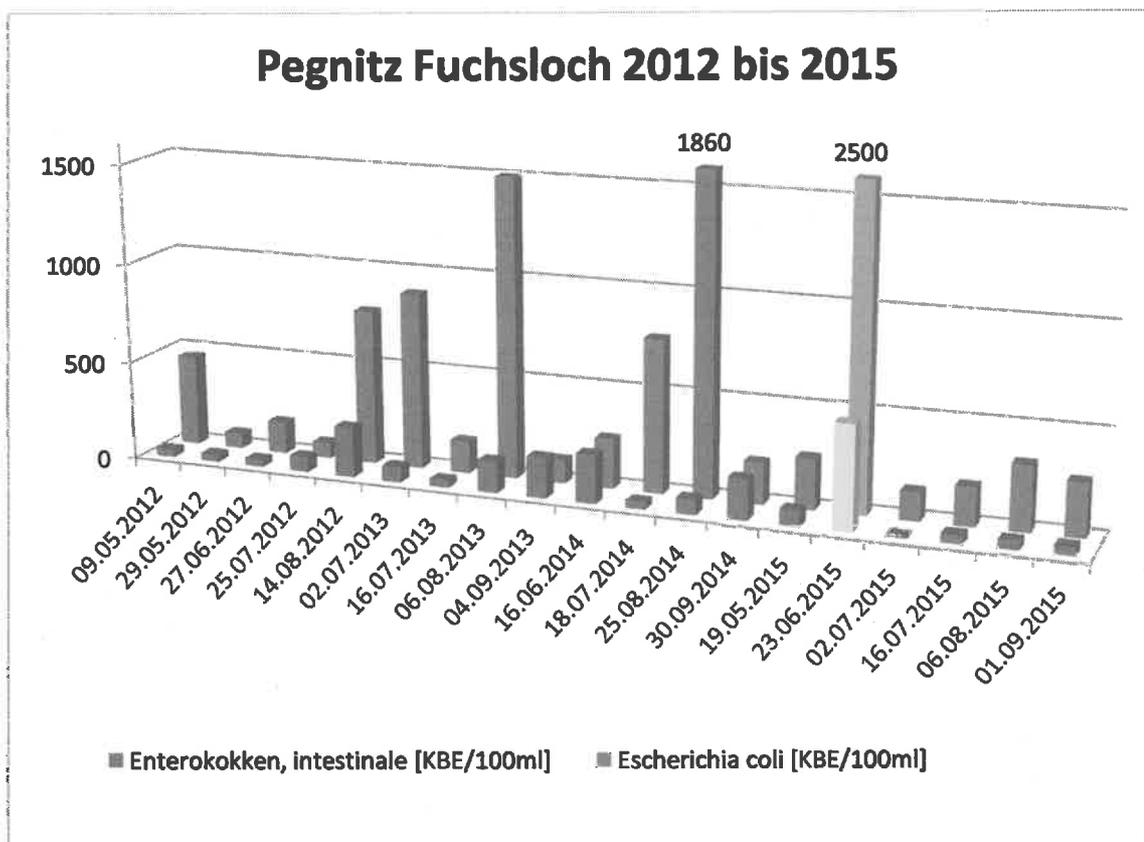
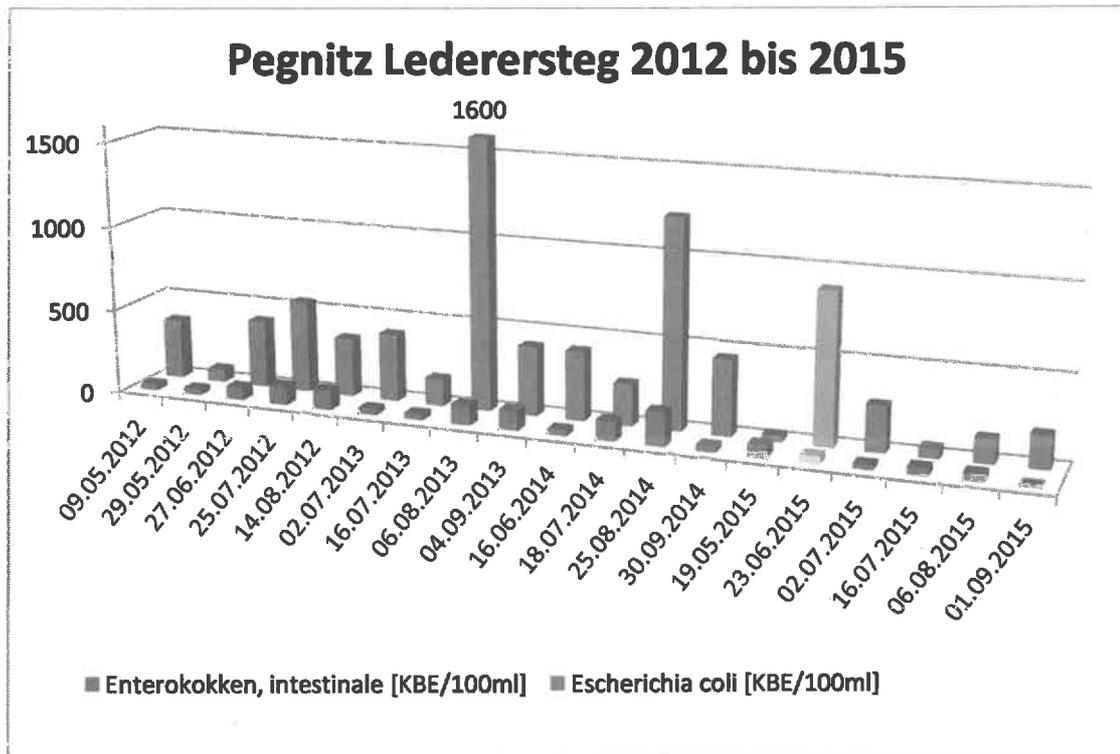
Werte unterhalb der Nachweisgrenze (Escherichia Coli 38 KBE/100ml, Enterokokken 15 KBE/100ml) wurden mit der Nachweisgrenze angegeben.

4.1 Zeitliche Darstellung der Messergebnisse (2012-2015)

Die Messwerte 2013 und 2014 am Wöhrder See wurden vom Wasserwirtschaftsamt Nürnberg gemessen.

Bei zwei Probenahmen (graue Säulen) konnte eindeutig eine kurzzeitige Verschmutzung aufgrund von Starkregen nachgewiesen werden. Am 02.07.2015 wurde eine zusätzliche Probenahme durchgeführt.

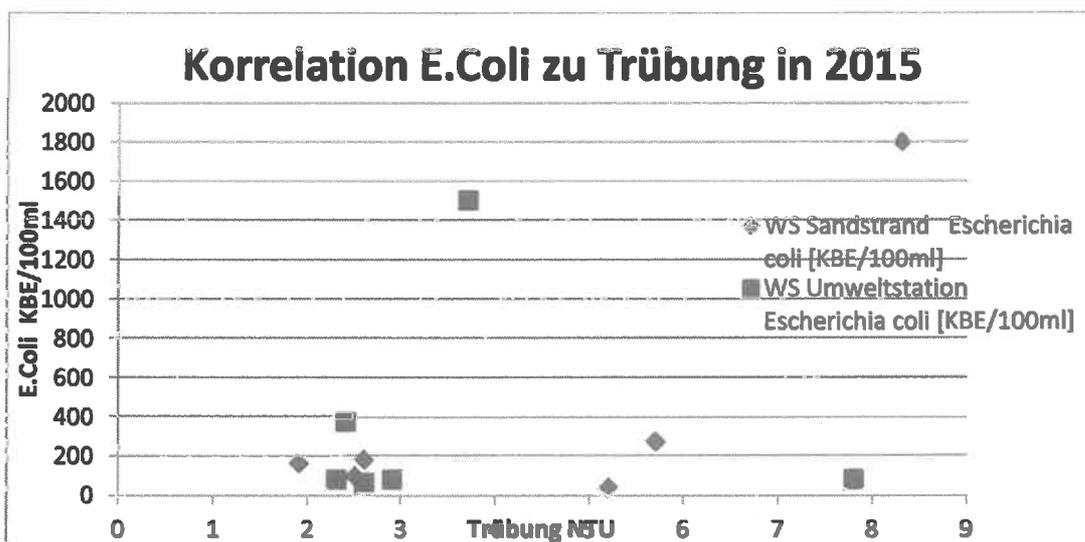




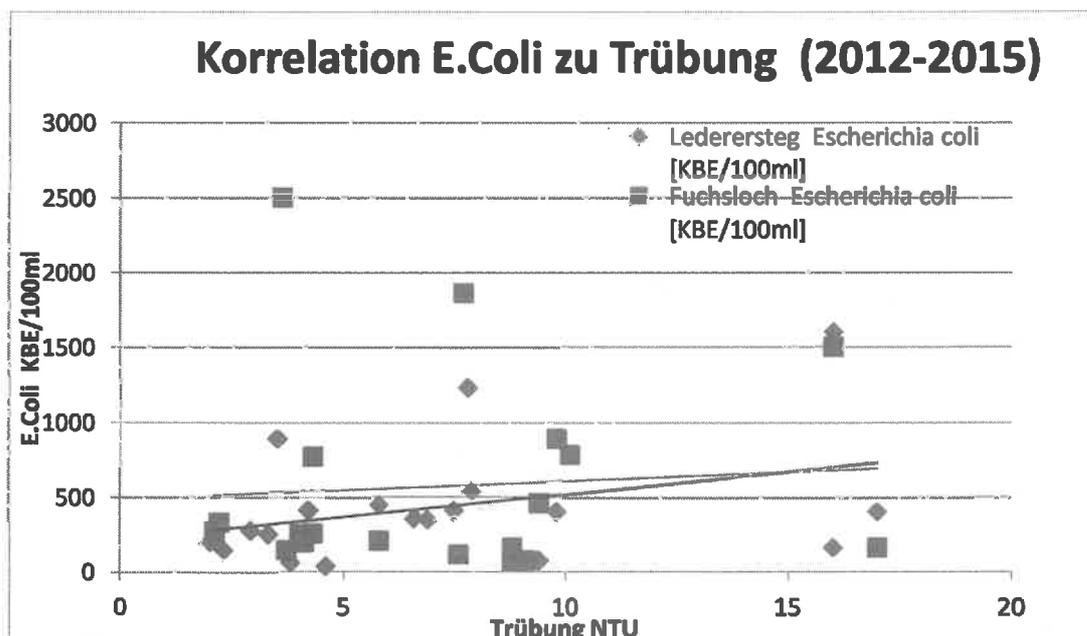
Offensichtlich sind zufällige Schwankungen in der Keimbelastung über mehrere Untersuchungsjahre gegeben. Eine mögliche Beeinflussung könnte durch Baumaßnahmen Wöhrder See und/oder Änderungen bei Regenwassereinleitungen erfolgt sein.

4.2 Korrelation zur Trübung

Aufgrund der geringen Anzahl Trübungswerte kann keine Korrelation ermittelt werden.



An der Pegnitz zeigt sich für den Lederersteg eine deutlich bessere Korrelation als am Fuchsloch (nach Einleitung Ablauf Klärwerk 2).



5. Beurteilung

5.1 Bewertung als Badegewässer

Tabelle 3 Bewertung

[KBE/100ml]	Wöhrder See Sandstrand		Wöhrder See Umweltstation		Pegnitz Lederersteg		Pegnitz Fuchsloch	
	Wert	Bewertung nur 2015	Wert	Bewertung nur 2015	Wert	Bewertung 2012-2015	Wert	Bewertung 2012-2015
E.Coli 95-Perzentil	1.608	ausreichend	1.314	ausreichend	1.443	ausreichend	1.879	mangelhaft
E.Coli 90-Perzentil	1.001	-----	820	-----	1.013	-----	1.281	mangelhaft
Enterokokken 95-Perzentil	73	ausgezeichnet	123	ausgezeichnet	173	ausgezeichnet	349	gut

----- = die 90-Perzentile sind nicht definiert

Die Bewertung erfolgte unter Berücksichtigung aller vorliegenden Messwerte.

Bei der Bewertung der Befunde für Intestinalen Enterokokken ist mit einer guten Badewasserqualität zu rechnen.

Das 95-Perzentil für Escherichia Coli wird für den Wöhrder See und die Pegnitz bis zum Lederersteg wahrscheinlich zu einer ausreichenden Bewertung führen. Am Fuchsloch führen beide Perzentilwerte zu einer mangelhaften Bewertung.

Ein Einfluss durch den Ablauf Klärwerk 2 für E.Coli und die Enterokokken ist zu vermuten.

5.2 Gesamtzustand der Pegnitz

Als Einflussparameter für die mikrobiologische Verschlechterung der Gewässerqualität kann immer ein Witterungseinfluss abgeleitet werden. Durch Regenereignisse kommt es zu Einschwemmungen von organischen Schmutzpartikeln sowohl von Erdoberflächen als auch von befestigten Oberflächen und damit zu einer massiven Zunahme der mikrobiologischen Aktivität bzw. zum Wachstum von fäkalen Bakterienzellen. Bei Mischwasserentlastungen gelangen mit dem Niederschlagswasser stoßweise hohe Keimzahlen in den Vorfluter. Der Parameter „Escherichia coli“ zeigt dabei Keime an, die in Faeces von Menschen vorkommen. Die „intestinalen Enterokokken“ erfassen eher Bakterien aus tierischen Fäkalien (z.B. Vögel).

Der Einfluss von Regenereignissen kann in der Pegnitz über die Trübung erkannt werden.

Als Kriterien für die Trockenwettereinstufung können nach gegenwärtigem Kenntnisstand folgende Kriterien festgelegt werden:

- Parameter Trübung in der Fließgewässer-Messstation Theodor-Heuss-Brücke: möglichst konstanter Werteverlauf, Messwerte in den letzten 48 h maximal 10 NTU
- Trockenwetterphase, kein Niederschlag bis 3 Tage vor Probenahme
- Abfluss am Pegel Lederersteg konstant oder fallend, Pegelstand gleich oder kleiner 180 cm

Zu beachten ist, dass ein geringer Trübungsanstieg der Online-Messung im Sommer in Form von Tagesgängen beobachtet wird. Als Ursache kommen Trübungen durch Algenwachstum in Frage.

Untersuchungsergebnisse zur chemischen Belastung der Pegnitz werden erst nach Abschluss der vier Jahre eruiert und im Endbericht ausgewertet.

6. Handlungsempfehlungen

6.1 Eignung der Pegnitz als Badegewässer

In den Jahren 2012 und 2013 wurde für die beiden Pegnitzmessstellen zusätzlich eine Spezifizierung von *Escherichia coli* im Hinblick auf EHEC-Erreger am Klinikum Nürnberg beauftragt. Es wurden keine EHEC identifiziert. Diese Untersuchungsergebnisse stehen im Einklang mit den Ergebnissen eines Untersuchungsprogrammes des Wasserwirtschaftsamtes Nürnberg im Zeitraum 2003 bis 2005 (30 Beprobungen) an der Pegnitz. Hier wurde ein positiver EHEC-Befund nach einem Regenereignis nachgewiesen. Weitere Untersuchungen werden für nicht erforderlich erachtet.

Ein einzelnes Niederschlagsereignis außerhalb der Stadtgrenze, aber im Einzugsbereich der Pegnitz, kann Keime eintragen. Dieser Keimeintrag ist nach entsprechender Fließzeit durch einen Anstieg der Trübungswerte an der Gewässermessstation Theodor-Heuss-Brücke erkennbar. Bei Starkregen im Stadtgebiet Nürnberg muss mit diffusen Einträgen über Straßenabschwemmungen gerechnet werden, die vor allem als *E. coli* bzw. coliforme Bakterien quantifiziert werden. Der Parameter Enterokokken zeigt eher langfristige Keimbelastungen an, Niederschlagsereignisse wirken sich nur gering aus. Für eine Entscheidung, ob Baden tolerierbar ist, sollten in jedem Fall die Ergebnisse weiterer zwei Jahre abgewartet werden.

Der Parameter Trübung wird als Online-Messwert an der Messstation Theodor-Heuss-Brücke kontinuierlich ermittelt. Im 15-Minuten-Rhythmus erfolgt seit August 2012 die Aktualisierung dieses Parameters im Internet unter <http://www.umweltdaten.nuernberg.de> und steht damit ständig als Bewertungskriterium für die Badegewässerqualität zur Verfügung. Eine aktuelle und regelmäßige Information der Öffentlichkeit wäre damit möglich. Bei Trübungswerten > 10 NTU bzw. bei steigender Tendenz kann von einer sogenannten „kurzzeitigen Verschmutzung“ d.h. Keimeintrag gemäß BayBadeGewV, Anlage 3, Buchstabe b, ausgegangen werden. Ein Rückgang der Keimbelastung kann je nach Ausmaß und Zeitdauer des Niederschlags sowie nach Ausmaß der Mischwasserentlastung mehrere Tage beanspruchen. Anhand des Verlaufs des Parameters Trübung ist eine Kontrolle jederzeit möglich.

6.2 Weitergehende Untersuchungen

Neben der Trübung als Frühindikator für höhere Keimzahlen könnten weitere Maßnahmen ergriffen werden.

So gibt es erste innovative Verfahren zur Messung der mikrobiologischen Wassergüte mittels Onlinemessung [2]. Im Gegensatz zu Labormethoden, bei denen die Bakterien zunächst gezüchtet und dann identifiziert werden, basiert das neue Verfahren (ColiMinder) auf der Messung des Stoffwechsels (Enzymaktivität) der Bakterien. Eine Eignung für Oberflächengewässer ist bisher allerdings nicht nachgewiesen.

Seit Juli 2015 wurde das Forschungsprojekt Flusshygiene (Hygienisch relevante Mikroorganismen und Krankheitserreger in multifunktionalen Gewässern und Wasserkreisläufen – Nachhaltiges Management unterschiedlicher Gewässertypen Deutschlands) gestartet [3]. Ziel des Projektes ist es u.a. ein Frühwarnsystem zu entwickeln. Der geplante Handlungsleitfaden mit Checkliste kann weitere Hinweise zu Eintragspfaden und der Dynamik hygienischer Belastungen aufzeigen, die mit den vorhandenen Untersuchungsergebnissen eine sicherere Bewertung der Badewasserqualität der Pegnitz ermöglichen könnten.

7. Einschränkungen

Alle Ergebnisse und deren Beurteilungen basieren auf den Gegebenheiten, die während dieses Zeitraums an den untersuchten Örtlichkeiten angetroffen wurden bzw. auf Informationen die zu diesem Zeitpunkt für SUN/U zur Verfügung standen.

Der vorliegende Bericht beinhaltet eine Beschreibung der von SUN/U bei der Erbringung der Leistungen zugrunde gelegten Methoden und der verwendeten Informationsquellen. Die dargestellten Untersuchungsergebnisse beziehen sich in diesem Zusammenhang ausschließlich auf die durch die Entnahmedaten beschriebenen Prüfgegenstände.

Wurden für die Erstellung des vorliegenden Berichtes auch Daten Dritter herangezogen, so wurden diese keiner unabhängigen Prüfung durch SUN/U unterzogen, sofern dies nicht explizit im Bericht abweichend ausgeführt wird.

8. Literaturverzeichnis

- [1] „Bayerische Badegewässerverordnung,“ 15.02.2008.
- [2] W. Vogel, „Innovatives Verfahren zur Wassergütekontrolle aus Österreich,“ *GWF*, pp. 638-639, 6 2015.
- [3] „https://bmbf.nawam-rewam.de/wp-content/uploads/2015/11/ReWaM_FLUSSHYGIENE.pdf“.