



Untersuchung von Badebeckenwasser und Badegewässern in Nürnberg durch die Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN)

1. Schwimm- und Badebeckenwasser

Baden und Wassersport sind beliebte Freizeitvergnügen. Im Durchschnitt schluckt ein Schwimmer beim Baden ca. 50 ml, ein Nichtschwimmer ca. 30 ml Wasser und Kinder beim Herumtoben oft ein Vielfaches dieser Mengen. Damit Baden ein gesundes Vergnügen bleibt, ist es wichtig, die hygienische Wasserqualität ausreichend gut zu kontrollieren, um ein Erkrankungsrisiko möglichst auszuschließen.

1.1 Gesetzliche Grundlagen

Die gesetzliche Grundlage für die Qualitätsanforderungen an Schwimm- und Badebeckenwasser ist § 37 Abs. 2 des Infektionsschutzgesetzes vom 20.07.2000: „Schwimm- oder Badebeckenwasser in Gewerbebetrieben, öffentlichen Bädern sowie in sonstigen nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen muss so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist.“

Die für die Überwachung der Anforderungen an Badebeckenwasser zuständige Behörde ist das Gesundheitsamt.

Die Anforderungen an das Beckenwasser und seiner Untersuchung sind in der DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“ geregelt. So muss z. B. der Gehalt an freiem Chlor im Wasser zwischen 0,3 und 0,6 mg/l liegen, damit eine ausreichende Keimtötungsgeschwindigkeit gewährleistet werden kann.

1.2 Untersuchungsumfang und Anforderungen an das Beckenwasser

Häufigkeit der Untersuchungen durch die Untersuchungsstelle (SUN):

- Schwimm- und Badebecken in Hallenbädern werden einmal monatlich oder alle 2 Monate beprobt.
- Saunakontrastbecken und Bewegungsbecken werden einmal im Vierteljahr untersucht.

- Bei Freibädern werden pro Badesaison in der Regel drei Untersuchungen vorgenommen.

Untersuchungsparameter:

Da das Wasser nicht auf alle möglichen Krankheitserreger hin untersucht werden kann, bestimmt man die Konzentration an Indikatororganismen, die ihrerseits auf das Vorhandensein von Krankheitserregern hinweisen können. Durch die Festlegung von Höchstgrenzen soll ein Infektionsrisiko nahezu ausgeschlossen werden. Bei Becken mit einer Wassertemperatur über 23° C und möglicher Aerosolbildung werden zusätzlich Legionellen untersucht. Das Einatmen von erregerrhaltigen Aerosolen und auch das Eindringen von legionellenhaltigem Wasser in die Lunge kann zu schweren Infektionen führen. Um die Gefahr einer Vermehrung von Legionellen im Beckenwasser möglichst auszuschließen, werden auch die Filterabläufe vor Zugabe von Chlor auf Legionellen geprüft. Neben den mikrobiologischen Parametern werden auch physikalische und chemische Parameter (siehe Tabelle 1.1) untersucht, die den Betriebszustand der Beckenwasseraufbereitung dokumentieren.

Vor Ort werden von SUN bereits Messungen von nicht konservierbaren Parametern wie Temperatur oder Chlor vorgenommen, und die Ergebnisse an den Betreiber weitergegeben.

Teilweise werden auch die Warmwasserinstallationen (Duschen) der Betriebe auf Legionellen untersucht. Die Untersuchung der Trinkwasserinstallationen ist in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) 2001 geregelt. Die Duschen sollten nach TrinkwV einmal jährlich untersucht werden.



Tabelle 1.1: Anforderungen an das Beckenwasser und Filtrat (DIN 19643-1:1997-04)

Parameter	Einheit	Grenzwert nach DIN 19643
Koloniezahl bei 22° C	KBE/ml	100
Koloniezahl bei 36 ° C	KBE/ml	100
Escherichia Coli	KBE/100 ml	0
Pseudomonas aeruginosa	KBE/100 ml	0
Legionella (1)	KBE/100 ml	0
Legionella im Filtrat	KBE/ml	0
Klarheit		Einwandfreie Sicht über den gesamten Beckenboden
Färbung (SAK 436 nm)	1/m	0,5
Trübung	FNU	0,5
Temperatur	° C	---
pH-Wert		6,5 – 7,6 6,5 ≤ pH-Wert ≤ 7,3 : 750 7,3 < pH-Wert ≤ 7,6 : 770
Redoxwert an betrieblicher Anzeige (2)	mV	
freies Chlor	mg/L	0,3 – 0,6
gebundenes Chlor	mg/L	0,2
Nitrat (über dem Wert des Füllwassers)	mg/L	20
Permanganatindex (O ₂) (über dem Wert des Füllwassers)	mg/L	0,75
Trihalogenmethane, berechnet als Chloroform	mg/L	0,020

(1) nur bei Beckenwassertemperaturen $\geq 23^{\circ}\text{C}$

(2) gegen Ag / AgCl 3,5 m KCl

1.3 Anzahl und Art der untersuchten Einrichtungen (2009)

Tabelle 1.2: Untersuchte Bäder und Probenahmestellen

Objekte	Anzahl
Hallenbäder, Krankenhausbäder, Hotelbäder, Kurbäder, Saunen, Sportstätten, Schulen	24
Hallenbäder Probenahmestellen (Becken, Filterabläufe)	59
Freibäder	7
Freibäder Probenahmestellen (Becken, Filterabläufe)	23

Die Tabelle zeigt den Umfang der zu untersuchenden Bäder und Entnahmestellen für das Jahr 2009

1.4 Auswertung der Untersuchungsergebnisse 2009

Die folgenden Tabellen enthalten die Anzahl der Proben, der Messwerte und der Grenzwertüberschreitungen bei physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Parametern für das Jahr 2009.



Tabelle 1.3: Anzahl Proben, Messwerte und Grenzwertüber- oder unterschreitungen

Auswertung	Hallenbäder	Freibäder
Anzahl Proben	488	80
Anzahl Untersuchungsparameter inkl. Betriebsdaten	8022	1250
Anzahl physikalische und chemische Messwerte	2437 100 %	394 100 %
Anzahl mikrobiologischer Messwerte	1782 100 %	271 100 %
Grenzwertverletzungen physikalische und chemische Messwerte	222 9,1 %	40 10,1 %
Grenzwertverletzungen mikrobiologische Messwerte	50 2,8 %	4 1,5 %

Tabelle 1.4: Grenzwertüberschreitungen – Mikrobiologische Parameter im Einzelnen

Parameter	Hallenbäder	Freibäder
Koloniezahl bei 22° C	2 4 %	0
Koloniezahl bei 36° C	14 28 %	4 100 %
Escherichia Coli	4 8 %	0
Pseudomonas aeruginosa	0	0
Legionella im Filtrat	26 52 %	0
Legionella im Beckenwasser	4 8 %	0

Tabelle 1.5: Grenzwertüber- und unterschreitungen – physikalische und chemische Parameter im Einzelnen

Parameter	Hallenbäder	Freibäder
pH-Wert	14 6 %	2 5 %
Redoxwert	31 14 %	7 18 %
Nitrat, über dem Wert des Füllwassers	11 5 %	0
Kaliumpermanganatindex, über dem Wert des Füllwassers	7 3 %	3 7 %
Chlor, frei	81 37 %	15 38 %
Chlor, gebunden	47 21 %	5 12 %
Summe Trihalogenmethane	31 14 %	8 20 %

Die Grenzwertüberschreitungen bei mikrobiologischen Parametern sind mit 2,8 % (Hallenbäder) und 1,5 % (Freibäder) der Messwerte eher die Ausnahme und kommen oft in Zusammenhang mit ungenügender Chlorung des Füllwassers und hoher Belastung durch Badegäste vor. In Hallenbädern sind die meisten bakteriellen Beanstandungen bei Legionella im Filtrat zu verzeichnen (52 % der Grenzwertüberschreitungen). Das Filtrat ist das aufbereitete Rohwasser, dem noch kein Chlor zugesetzt wurde. Der Grenzwert ist mit 1 KBE/100 ml sehr niedrig und soll verhindern, dass sich Legionellen im Filter vermehren können.

Nach Zugabe von Chlor sind in der Regel im Füllwasser keine Legionellen mehr nachweisbar. Die Parameter Koloniezahl bei 22° C und 36° C sind Indikatoren für die allgemeine hygienische Wasserbeschaffenheit. E.Coli (Darmbakterien) und Legionellen im Beckenwasser wurden nur vereinzelt nachgewiesen. Pseudomonas aeruginosa (infektiöser Krankheitserreger) wurde nicht gefunden.



Bei allen mikrobiologischen Grenzwertüberschreitungen sind vom Betreiber sofort Maßnahmen zur Abhilfe zu ergreifen. In besonderen Fällen kann das Gesundheitsamt ein Becken solange schließen, bis wieder ein hygienisch unbedenklicher Zustand hergestellt ist.

Das Risiko einer Infektion beim Baden durch orale Aufnahme ist im Allgemeinen sehr gering. Dies wird durch die Untersuchungen von SUN bestätigt.

Bei den physikalischen und chemischen Parametern wurden 9 % (Hallenbäder) bzw. 10 % (Freibäder) der Messergebnisse beanstandet. Die Parameter freies (wirksames) und gebundenes Chlor wurden am häufigsten beanstandet.

Gebundenes Chlor bzw. Choramine entstehen durch Reaktion von Chlor mit stickstoffhaltigen Verbindungen, z. B. Harnstoff (Urin) oder Schweiß und verursachen den typischen Hallenbadgeruch. Der Vorsorgewert 0,2 mg/l für gebundenes Chlor soll vor allem Badegäste vor Irritationen der Augenbindehäute schützen.

Die Trihalogenmethane (THM) entstehen durch Reaktionen des Chlors mit natürlichen oder eingebrachten organischen Belastungsstoffen. Der Grad der organischen Belastung wird durch den Parameter Kaliumpermanganatindex festgestellt. Die THM sind Indikatorparameter für die große Gruppe der Desinfektionsnebenprodukte (DNP), zu der auch Haloacetonitrile, Haloessigsäuren, Haloacetaldehyde und aliphatische Aldehyde gehören. Die DNP werden für verschiedene gesundheitsschädigende Wirkungen verantwortlich gemacht. Dazu gehören die reizende Wirkung auf Schleimhäute und Augen. Epidermiologische Studien zeigen einen möglichen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber DNP und der Ausbildung von Asthma, Krebs oder Reproduktionsstörungen (1).

Die leichtflüchtigen DNP werden von den Schwimmern überwiegend über die Atmung aufgenommen.

In Freibädern wird häufiger der Grenzwert für THM überschritten als in Hallenbädern (siehe Tabelle 1.5), da in Freibädern mit einem erhöhten Schmutzeintrag zu rechnen ist, und auf Grund der größeren Chlorzehrung durch Sonneneinstrahlung eine höhere Chlorung erforderlich ist. Messungen der Luftkonzentration an THM ergaben für Hal-

lenbäder aber höhere Werte als in Freibädern (2). Der Grund dafür ist der bessere Luftaustausch in Freibädern.

Sind THM-Konzentrationen erhöht, hat der Betreiber geeignete Maßnahmen (Optimierung der Aufbereitungstechnik, Frischwasserzufuhr) zu ergreifen. Das Umweltbundesamt empfiehlt den Betrieb der Raumluftechnischen Anlagen nach den technischen Regeln zu betreiben, um eine Anreicherung von Schadstoffen in der Raumluf zu minimieren (3).

Zusammenfassend ist die Wasserqualität im Beckenwasser von Nürnberger Badebetrieben als gut zu beurteilen. Eine gesundheitliche Gefährdung ist in der Regel nicht zu besorgen.

2. Badegewässer

2.1 Badegewässer in Nürnberg

Im Nürnberger Stadtgebiet werden 2 Gewässer untersucht:

- Langsee, Schwimmverein TSV Nürnberg 1846, 1 Probenahmestelle
- Kleiner Dutzendteich, 2 Probenahmestellen

2.2 Gesetzliche Grundlage

Die Gewässer werden nach der „Verordnung über die Qualität und die Bewirtschaftung der Badegewässer (Bayerische Badegewässerverordnung – BayBadeGewV)“ vom 15.02.2008 untersucht.

2.3 Parameter

Abweichend von der Verordnung wurde mit dem Gesundheitsamt und SÖR ein erweiterter Untersuchungsumfang vereinbart.

Folgende Parameter wurden untersucht:

Tabelle 2.1: Untersuchungsparameter Badegewässer

Besucherzahl bis Probenahme
Wetter am Untersuchungstag
Wetter am Vortag
Auffälligkeiten bei der Probenahme
Luftdruck vor Ort
Lufttemperatur vor Ort
Wassertemperatur vor Ort



Klarheit vor Ort
Färbung vor Ort sensorisch
Geruch vor Ort sensorisch
Sichttiefe mit Secchischeibe vor Ort
pH-Wert vor Ort
Sauerstoff vor Ort
Sauerstoffsättigungsindex vor Ort
Ammonium vor Ort
Gesamtphosphor
Algenabundanz in Oberflächenwasser
Mikroskopische Differenzierung von Algen in Oberflächengewässern
Chlorophyll-a
Phaeopigmente
Enterokokken, intestinale mittels MPN-Verfahren
Escherichia coli mittels MPN-Verfahren

2.4 Untersuchungsaufwand

Die Badegewässer wurden im Jahr 2009 je dreimal zwischen Mai und August untersucht. Es wurden dazu 9 Proben gezogen und 180 Messwerte erzeugt bzw. Daten erhoben.

2.5 Qualität der Badegewässer

2.5.1 Kleiner Dutzendteich

Der kleine Dutzendteich musste zeitweise wegen starker Blaualgenblüte gesperrt werden. Der Wert für die Algenabundanz (Häufigkeit) stieg von Mai bis August von 1 bis auf 6 (Skala von 1 bis 7) an. Die mikroskopische Untersuchung ergab bereits ab Juli eine starke Vermehrung der Blaualgenart *Microcystis*.

Verschiedene Blaualgen (Cyanobakterien) produzieren Giftstoffe (Cyanotoxine). Beim Verschlucken können Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Fieber sowie Reizung von Nasen- und Rachenschleimhaut auftreten. Bei wiederholter Aufnahme kann es zu Leberschäden kommen. Blaualgen können auch Hautreizungen und Hautausschläge verursachen (4). Auch für Haustiere sind Cyanotoxine sehr gefährlich. Es sind bereits mehrfach Todesfälle bei Hunden durch Vergiftung mit Cyanotoxinen vorgekommen.

Die Konzentration an den Fäkalindikatoren *E.Coli* und Enterokokken waren im Untersuchungszeit-

raum unauffällig niedrig. Trotzdem kann auf Grund der Algensituation das Baden im kleinen Dutzendteich nicht empfohlen werden.

2.5.2 Langsee

Der Langsee zeigte während des Untersuchungszeitraumes durchweg eine sehr gute Wasserqualität. Die Messergebnisse für die Fäkalanzeiger *E.Coli* und Enterokokken waren unterhalb der Nachweisgrenze. Blaualgen wurden nur vereinzelt festgestellt. Die Sichttiefe lag im Juli und August durch Trübstoffe bei 1 m.

Das Baden kann hier empfohlen werden, allerdings auf Grund der relativ geringen Sichttiefe nur unter Aufsicht.

3. Baden in der Pegnitz

Im Rahmen eines Untersuchungsprogrammes der Arbeitsgemeinschaft Gewässerschutz obere Pegnitz der Städte Erlangen, Fürth, Schwabach und Nürnberg sollte eine Überprüfung der Wasserqualität in der Badesaison 2009 in Bezug auf die Eignung als Badegewässer erfolgen.

Entsprechend BayBadeGewV vom 15. Februar 2008 gelten für die Überwachung und Einstufung der Qualität von Badegewässern in Bayern neue Bewertungen, die entsprechend der Richtlinie 2006/7/EG definiert wurden. Unter anderem wurden dabei auch die hygienischen Untersuchungsparameter aktualisiert. Für die Beurteilung werden die beiden mikrobiologischen Parameter Intestinale Enterokokken sowie *Escherichia Coli* genutzt.

Aus ökologischer Sicht weist die Pegnitz eine gute Wasserqualität auf und verfügt heute wieder über einen artenreichen und vielfältigen Bestand an Organismen. Unter dem besonderen Gesichtspunkt der Badewasserqualität, die völlig anders als die ökologische Qualität eines Gewässers definiert ist und insbesondere auch an dem Vorhandensein potentiell gesundheitsgefährdender Keime orientiert ist, stellt sich die Gewässerqualität der Pegnitz nach BayBadeGewV als unzureichend dar. In mehr als 60 % der Proben ist die Gewässerqualität immerhin noch als ausreichend eingestuft. Als Einflussparameter der zeitweiligen mikrobiologischen Verschlechterung der Gewässerqualität kommen vor allem Witterungsbedingungen in Frage. Solange Trockenwetter herrscht



weist die Pegnitz durchaus akzeptable Qualität im Sinne der BayBadeGewV auf. Durch Regeneinfluss, jedoch, kann es zu Einschwemmungen von organischen Schmutzpartikeln und damit zu massiver Zunahme der mikrobiologischer Aktivität bzw. zur Vermehrung von Fäkalbakterien kommen. Bei Mischwasserentlastungen gelangen mit dem Niederschlagswasser stoßweise hohe Keimzahlen über unzureichend gereinigte Abwässer in den Vorfluter.

Eine Verbesserung der Gewässerqualität bzw. ein Rückgang der Keimbelastung nach einem Niederschlagsereignis kann je nach Ausmaß des Niederschlags und Zeitdauer sowie je nach Ausmaß einer Mischwasserentlastung mehrere Tage beanspruchen.

Da die mikrobiologische Belastung sich sprunghaft ändern kann, ohne dass es für die Nutzer erkennbar wäre, kann ein Baden in der Pegnitz nicht befürwortet werden.

Üblich ist heute die Einstufung der Pegnitz als sommerfrisches Fließgewässer mit guter Wasserqualität, das aber nicht zum Baden und Schwimmen geeignet und frei gegeben ist.

Literatur:

- (1) Umweltbundesamt: Wasser, Trinkwasser und Gewässerschutz, Schwimm- und Badebeckenwasser. Letzte Änderung 13.08.2007, www.umweltbundesamt.de
- (2) GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Umweltberatung Bayern: Schwimm- und Badebeckenwasser, 1997
- (3) Empfehlung des Umweltbundesamtes: Hygieneanforderung an Bäder und deren Überwachung, Bundesgesundheitsblatt 9.2006
- (4) Landesamt für Gesundheit und Arbeitssicherheit des Landes Schleswig-Holstein: Vergiftungen durch Cyanobakterien, „Toxische Blaualgenblüten“