Kantonales Laboratorium
Abteilung Trink- und Badewasser

Thurgau

Gefahren durch Mikroorganismen im Badewasser

Es ist gut bekannt, dass das Baden in verschmutzen Gewässern mit gesundheitlichen Beschwerden einher gehen kann und dass es dabei besonders oft zu Magen-Darm-Beschwerden [a] kommt. Klar ist auch, dass sich das Erkrankungsrisiko mit steigender Anzahl Bakterien erhöht [1]. Weniger gut bekannt ist hingegen, ab welchem Zustand ein Gewässer als verschmutzt betrachtet werden muss. Diese Frage beantwortet eine amerikanische und deutsche Studie. Im Rahmen der amerikanischen Studie wurden an 4 Badeplätzen [b] regelmässig die Anzahl *Enterokokken* in Wasser bestimmt und gleichzeitig total 21'015 Badegäste 10-12 Tage nach dem Baden befragt [2]. Im Rahmen der deutschen Studie wiederum wurden die Anzahl *E. coli* gemessen und total 2‘196 Badegäste nach deren medizinischen Befinden nach und vor dem Baden befragt [3]. Die Resultate der Studien zeigten, dass sich das Risiko einer Magen-Darm-Erkrankung mit steigender Anzahl *Enterokokken* und *E. coli* im Badewasser erhöht (siehe Abbildung 1). Die amerikanische Studie zeigte überdies, dass Kinder besonders stark betroffen sind. Die Tatsache, dass Kinder besonders anfällig sind, lässt sich wohl auf den Umstand zurückführen, dass Kinder länger baden, grosse Mengen Wasser schlucken und/oder eine geringere Widerstandskraft gegenüber Keimen besitzen. Übrigens zeigen verschiedene Studien, dass auch betagte Menschen überdurchschnittlich oft nach dem Baden in verunreinigtem Wasser erkranken.

In der Verordnung des Kantons Thurgau über die öffentlichen Bäder und Duschanlagen (TG RB 817.31) ist geregelt, ab welcher Anzahl Bakterien das Wasser einer Badestelle zu beanstanden und das Qualitätsmerkmal D zu vergeben ist [c]. Vergleicht man die Resultate der amerikanischen und deutschen Studien mit der durch die Verordnung 817.31 gegebenen Grenzwerten, so erkennt man – in Abbildung 1 ist dies graphisch dargestellt – dass im Falle der *Enterokokken* und *E- coli* das Kantonale Laboratorium dann die Wasserqualität beanstandet, wenn statistisch betrachtet etwa 4-8% der Badegäste Magen-Darmbeschwerden erleiden. Bei der Einnahme von Medikamenten spricht man von einer häufigen Nebenwirkung, wenn 1-10% aller damit behandelten Personen Nebenwirkungen zeigen. Zieht man dies als Vergleich heran, so wird das Badewasser also erst dann beanstandet, wenn das – an und für sich gesunde – Badevergnügen häufig von einer „Nebenwirkung“ begleitet wird.

---

[a] Eine Magen-Darmerkrankung wird in diesem Zusammenhang folgendermassen definiert: Durchfall, Übelkeit, Magenschmerzen oder Erbrechen
[b] Alle Strände befanden sich im Einflussgebiet von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen.
[c] Auch gemäss Gewässerschutzverordnung des Bundes 814.201 Anhang 2 sind die Kantone verpflichtet, an jenen Stellen für eine ausreichende Wasserqualität der oberirdischen Gewässer zu sorgen, wo das Baden von der Behörde gestattet ist oder wo üblicherweise eine grosse Anzahl von Personen badet. Diese Aufgabe obliegt den Betreibern der Badestelle, der Vollzug liegt beim Kanton.

Spannerstrasse 20, 8510 Frauenfeld
T +41 58 345 53 00, F +41 58 345 53 01
www.kantlab.tg.ch, kantlab@tg.ch

Oktober 2015

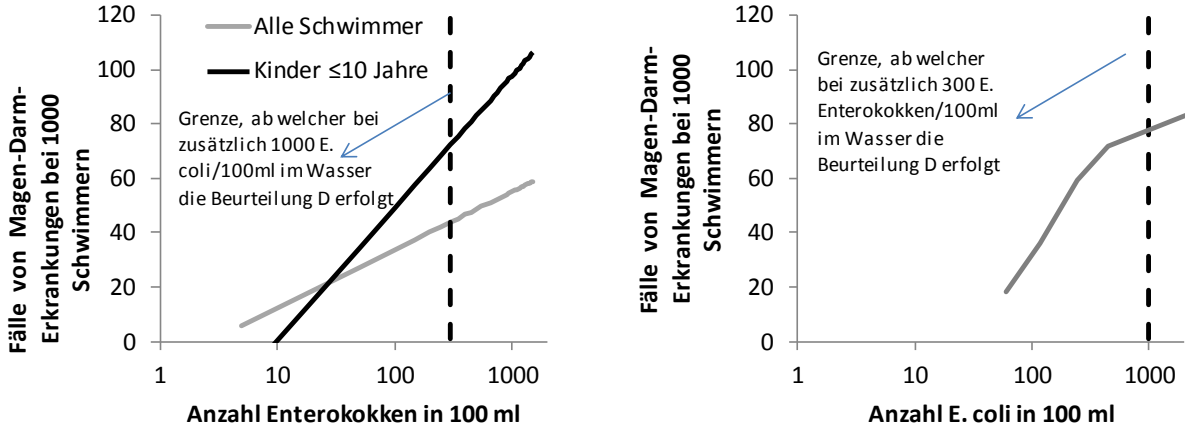

Abbildung 1: Anzahl erkrankter Personen in Abhängigkeit der Anzahl der *Enterokokken* [2] und *E. coli* [3] im Wasser (beides sind Indikatorkeime).

Wie das mikrobielle Risiko beurteilt wird

Das Kantonale Laboratorium beurteilt die Qualität des Wassers anhand sogenannter Indikatorkeime, konkret den *Enterokokken* und den *Escherichia coli (E. coli)*. Die Bestimmung dieser Indikatorkeime ist ein einfaches und zuverlässiges Mittel, um das Risiko einer mikrobiellen Belastung von Wasser zu beurteilen. In der Regel werden diese Indikatorkeime einem gesunden Menschen nicht gefährlich (abgesehen von einigen Ausnahmen wie z.B. dem besonders gefährlichen Stamm *E. coli O157:H7*). Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass die Anwesenheit der Indikatorkeime auf eine fäkale Verunreinigung hinweist und somit andere – wesentlich gefährlichere – Keime oder Viren im Wasser enthalten sein können.

Welches sind die krankmachenden (pathogenen) Keime?

Obschon man mit dem Nachweis der Indikatorkeime ein ziemlich zuverlässiges Instrument zur Hand hat, um bakteriologische Risiken zu erkennen, bleibt die Frage nach der Natur der pathogenen Keime bestehen. Prinzipiell existiert eine unüberschaubare Anzahl pathogener Keime, eine abschliessende Aufzählung ist nicht möglich. Es lassen sich jedoch ein paar übliche Verdächtige identifizieren. In Tabelle 1 sind einige der wichtigsten Erreger zusammen mit deren Infektionsdosen aufgelistet. Als Infektionsdosis wird die Menge eines Erregers (Virus, Pilz oder Bakterium) bezeichnet, welche notwendig ist, um in wenigstens 50% aller Fälle eine Infektion auszulösen. Sie stellt daher ein Mass für die Gefährlichkeit eines Erregers dar. An dieser Stelle mag man sich die Frage stellen, wieso nicht direkt diese gefährlichen Erreger an Stelle der Indikatorkeime nachgewiesen werden. Nun dies liegt ganz einfach im Aufwand begründet. Wollte man diese Keime nachweisen, wären die Kosten schlicht zu hoch oder die Dauer, die bis zum Nachweis verstreichen würde, zu lang.

Tabelle 1: Pathogene Keime im Badewasser [4]

Erreger	Infektions-Dosis	Bemerkung
Cryptosporidium parvum	6	Dünndarm Parasit, welcher sich im Wasser nicht vermehren kann, aber äusserst widerstandsfähig ist (Sporenbildner). Vermutlich sind die meisten Fälle von Erkrankungen durch Badewasser auf *Cryptosporidien* [5], [6], [7] zurückführen
Escherichia coli Typ O157	10	Die meisten *E. coli* sind harmlos, der *O157* Stamm gehört zu einem der wenigen gefährlichen Stämme. Dieser Stamm verursacht Magenkrämpfe, Durchfall, Fieber oder Erbrechen. Man darf annehmen, dass es sich hierbei um einen wichtigen pathogenen Erreger im Badewasser handelt [8].
Giardia lamblia	10	Dünndarm Parasit, welcher sich im Wasser nicht vermehren kann, aber äusserst widerstandsfähig ist (Sporenbildner). Die Giardien wurden als wichtige pathogene Erreger im Badewasser identifiziert [9].
Norovirus	55	Viren besitzen in der Regel eine sehr niedrige Infektionsdosis (üblicherweise 1-10 Viren), vermehren sich aber in Wasser nicht [9]. Adeno- und Noroviren sind pathogene Erreger im Badewasser.
Shigella sonnei	10-200	Ist im Ausland oft anzutreffen und dort für eine wesentliche Menge der Durchfallerkrankungen verantwortlich [10]. Die Bedeutung dieses Bakteriums im Badewasser in der Schweiz ist unsicher. Die letzte durch Trinkwasser (mit)bedingte Erkrankung in der Schweiz war in La Neuville, 1998 [11]).
Pseudomonas aeruginosa	1000	Vermehrt sich selbst in relativ sauberem Wasser ziemlich gut, ist aber vermutlich nur für geschwächte Menschen eine Gefahr [9]
Salmonellen typhi	100‘000	Die Bedeutung dieses Bakteriums im Badewasser ist unsicher. Die letzte durch Trinkwasser (mit)bedingte Erkrankung in der Schweiz war in Zermatt, 1963 [11].
Clostridium perfringens	100‘000	Wurde in der EU als weiterer Indikatorkeim eingeführt. Ist für manche Nahrungsmittel-Vergiftungen verantwortlich. Die mit Trinkwasser aufgenommene Menge ist aber in der Regel nicht gesundheitsgefährdend.
Escherichia coli, enteropathogenic (EPEC)	etwa 3‘400‘000‘000	Ein Indikatorkeim. Spielt wegen seiner hohen Infektionsdosis selten eine direkte Rolle als pathogener Keim.

Woher kommen die pathogenen Keime?
In der Regel gelangen die pathogenen Keime über fäkale Verunreinigungen in das Wasser. Da die beiden Indikatorkeime *E. coli* und *Enterokokken* Bestandteile der Darmflora von Warmblütern sind, deutet deren Anwesenheit auf eine fäkale Verunreinigungen hin (z.B. durch Abwasser, Jauche oder dem Zufluss einer Abwasserreinigungsanlage) womit die Anwesenheit von pathogenen Keimen vermutet werden muss. Das Schwimmen in unmittelbarer Nähe einer Abwasserreinigungsanlage ist übrigens nicht empfehlenswert, da sich dort zum Teil sehr hohe Bakterienzahlen finden lassen. So etwa wurden im geklärten Wasser einer grossen deutschen Kläranlage in Hamburg in 100ml Wasser 2‘500-530‘000 *E. coli* gefunden [12]:

Dr. S. Brandenberger

Literatur

[1] A. Prüss, Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water, International Journal of Epidemiology 27 (1998) 1-9

[2] T.J. Wade et al., High Sensitivity of Children to Swimming-Associated Gastrointestinal Illness, Epidemiology 19 (2008) 375–383

[3] A. Wiedenmann et al., A Randomized Controlled Trial Assessing Infectious Disease Risks from Bathing in Fresh Recreational Waters in Relation to the Concentration of Escherichia coli, Intestinal Enterococci, Clostridium perfringens, and Somatic Coliphages, Environ Health Perspect 114 (2006) 228–236

[4] H. C. Leggett et al., Mechanisms of Pathogenesis, Infective Dose and Virulence in Human Parasites, PLOS Pathogens, 8; 2 (2012) 1-5

[5] C. Furtado et al., Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-1995, Epidemiol. Infect. *121* (1998) 109-119

[6] M. Insulander et al., An outbreak of cryptosporidiosis associated with exposure to swimming pool water Scandinavian Journal of Infectious Diseases, 37 (2005) 354-360

[7] S. Baldurrson et al., Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks -- An update 2004-2010, Water Research, 45 (2011) 6603-6614

[8] M. Muniesa et al., Environ. Sci. Technol. 2006, 40, 7141-7149, Occurrence of Escherichia coli O157:H7 and Other Enterohemorrhagic Escherichia coli in the Environment

[9] H. Leclercac et al., Microbial Agents Associated with Waterborne Diseases, Critical Reviews in Microbiology, 28; 4 (2002) 371–409

[10] Norbert Suttorp und andere, Infektionskrankheiten, Thieme, Stuttgart, 2004, S. 238

[11] A. Auckenthaler und P. Huggenberger, Pathogene Mikroorgansimen im Grund- und Trinkwasser, Springer Verlag Basel AG, Basel, 2003, S. 15-16

[12] C. Ajonina et al., Microbial Pathogens in Wastewater Treatment Plants (WWTP) in Hamburg, Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A: Current Issues, 78; 6 (2015) 381-387