

Dr. Mareike Schmidt

Projekt zur Prüfung der Eignung der Trübung oder der Abflussmenge als Indikator für die mikrobiologische Wasserqualität des Rheins in Basel



Ausgangslage

Das Schwimmen im Rhein hat in Basel eine lange Tradition. Als Oberflächengewässer mit einem grossen Einzugsgebiet wird die Wasserqualität des Rheins durch zahlreiche Faktoren beeinflusst – darunter Wetterereignisse im Einzugsgebiet, die Qualität der Zuflüsse, Einleitungen aus Kläranlagen sowie Einträge aus Industrie und Landwirtschaft.

Die Rheinüberwachungsstation (RÜS), welche von der Schweiz und dem deutschen Bundesland Baden-Württemberg nach der Brandkatastrophe von Schweizerhalle vom 1. November 1986 eingerichtet wurde, überwacht kontinuierlich die Wasserqualität des Rheins beim Rheinkilometer 171,37 in Weil am Rhein (D). Neben den Gehalten zahlreicher Schadstoffe wie Pestizide, Arzneimittel, Schwermetalle werden dort auch physikalische Parameter wie pH-Wert, Temperatur, Sauerstoff-Gehalt und Leitfähigkeit gemessen. Die physikalischen Parameter werden kontinuierlich alle 15 min gemessen und sind nahezu in Echtzeit online abrufbar.

Für die Gesundheit der Badenden ist neben der Anwesenheit von Schadstoffen vor allem die mikrobiologische Qualität des Wassers von Bedeutung. Anwesende Krankheitserreger wie Bakterien (z.B. Salmonellen, pathogene *Escherichia coli*), Viren (z.B. Noroviren, Hepatitis-A-Viren) und Parasiten (z.B. *Giardia*, Cryptosporidien) gelangen überwiegend durch fäkale Verunreinigungen, also durch den Eintrag von tierischem oder menschlichem Kot, in das Gewässer.

Da eine umfassende Analyse aller in Frage kommenden Krankheitserreger sehr aufwendig wäre, wird stattdessen die Konzentration sogenannter Fäkalindikatoren bestimmt. Diese Bakterien kommen typischerweise in Fäkalien von Mensch und Tier vor und ermöglichen Rückschlüsse auf das Ausmass fäkaler

Verunreinigungen – und damit auf das mögliche Vorkommen von Krankheitserregern. Je höher die Konzentration dieser Indikatoren, desto grösser das gesundheitliche Risiko für die Badenden.

Als Fäkalindikatoren dienen die Darmbakterien *Escherichia (E.) coli* und intestinale Enterokokken. Dabei ist der Nachweis von *Escherichia coli* ein Zeichen für kürzlich erfolgte Verunreinigungen. Enterokokken hingegen sind resistenter und erlauben es so, auch zeitlich weiter zurückliegende Verunreinigungen zu erkennen.

Die Untersuchungen zur mikrobiologischen Qualität von Badegewässern in der Schweiz erfolgen seit 2013 auf Grundlage der Eidgenössischen Empfehlungen zur Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern. Diese vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) herausgegebene Vollzugshilfe richtet sich primär an die zuständigen Vollzugsbehörden und orientiert sich inhaltlich an der EU-Badegewässerrichtlinie von 2006. Anhand der ermittelten Keimzahlen der Fäkalindikatoren *E. coli* und intestinalen Enterokokken erfolgt eine Einstufung des Gewässers in Qualitätsklassen, die Auskunft über das gesundheitliche Risiko beim Baden geben.

Qualitätsklasse	<i>Escherichia coli</i> KbE pro 100 ml*	Intestinale Enterokokken KbE pro 100 ml*	Gesundheitliche Beeinträchtigung beim Baden ist...
A	weniger als 100	weniger als 100	...nicht zu erwarten
B	100 bis 1'000	weniger als 100	...nicht zu erwarten
	oder bis 1'000	100 bis 300	
C	bis 1'000	mehr als 300	...nicht auszuschliessen
	oder mehr als 1'000	bis 300	
D	mehr als 1'000	mehr als 300	...möglich

Tabelle: Qualitätsklassen zur Einteilung eines Gewässers gemäss der Eidgenössischen Empfehlungen zur Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern

Untersuchungsziele

Im Gegensatz zu den physikalischen Messwerten, die nahezu in Echtzeit verfügbar sind, liegen die Ergebnisse mikrobiologischer Analysen in der Regel erst ein oder mehrere Tage nach der Probenahme vor. Daher ist es derzeit nicht möglich, sich vor dem Schwimmen im Rhein über die aktuelle mikrobiologische Wasserqualität zu informieren.

Im Jahr 2024 (finale Auswertung 2025) wurde am Kantonalen Laboratorium Basel-Stadt im Rahmen eines Projekts untersucht, ob die Trübung des Rheinwassers oder die Abflussmenge des Rheins als Indikatoren für die mikrobiologische Wasserqualität geeignet sind. Beide Parameter werden in kurzen Intervallen (5-15 min) gemessen und sind zeitnah online abrufbar.

Ziel dieser Untersuchung war es, zu prüfen, ob sich aus der Trübung oder der Abflussmenge Rückschlüsse auf fäkale Verunreinigungen des Wassers ziehen lassen – und damit auf ein potenzielles Gesundheitsrisiko für Badende. Sollte sich ein belastbarer Zusammenhang bestätigen, könnten sich Badeinteressierte künftig bereits vor dem Schwimmen im Rhein über eine mögliche mikrobiologische Belastung informieren – und das nahezu in Echtzeit.

Probenbeschreibung und Herkunft der Trübungsdaten

Die mikrobiologischen Daten stammen von Wasserproben, welche hauptsächlich während der Sommermonate der Jahre 2009 bis 2024 an drei Messstellen im Rhein (Breite-Bad, Münsterfähre und St. Johannbad) erhoben wurden.

Die dazugehörigen Trübungs- und Abflussdaten für die Jahre 2009 bis 2023 wurden vom Amt für Umwelt und Energie zur Verfügung gestellt. Die Abflussdaten sowie die Trübungsdaten für das Jahr 2024 wurden online auf <https://data.bs.ch/> abgerufen (Stundendurchschnitt der gemessenen Werte).

Prüfverfahren

Die Analysen erfolgten gemäss den in der EU-Badewasserrichtlinie 2006/7/EG genannten Referenzmethoden am Tag der Probenerhebung. Die quantitative Bestimmung von *Escherichia coli* erfolgte gemäss der Norm EN ISO 9308-3 nach dem MPN-Verfahren mittels MUG-haltigem Nährmedium (fluorogene Methode), die quantitative Bestimmung von intestinalen Enterokokken gemäss der Norm EN ISO 7899-1 nach dem MPN-Verfahren mittels MUD-haltigem Nährmedium (fluorogene Methode).

Ergebnisse

Um Trübung oder Abflussmenge des Rheinwassers als mögliche Indikatoren für eine fäkale Kontamination nutzen zu können, muss eine Korrelation zwischen diesen physikalischen Parametern und der mikrobiologischen Belastung des Wassers bestehen. Aus diesem Grund wurden die Keimzahlen der Fäkalindikatoren *E. coli* und intestinale Enterokokken bestimmt und auf eine mögliche Korrelation mit der zum Zeitpunkt der Probenahme vorherrschenden Trübung oder der Abflussmenge auf Höhe der RÜS untersucht.

Für die Analyse wurde der Stundenmittelwert der an der RÜS gemessenen Trübung bzw. der Abflussmenge zum Zeitpunkt der Probenahme herangezogen.

Unsere Daten zeigen keine Korrelation zwischen einem der bestimmten Fäkalindikatoren und der Trübung oder der Abflussmenge (Abb.1).

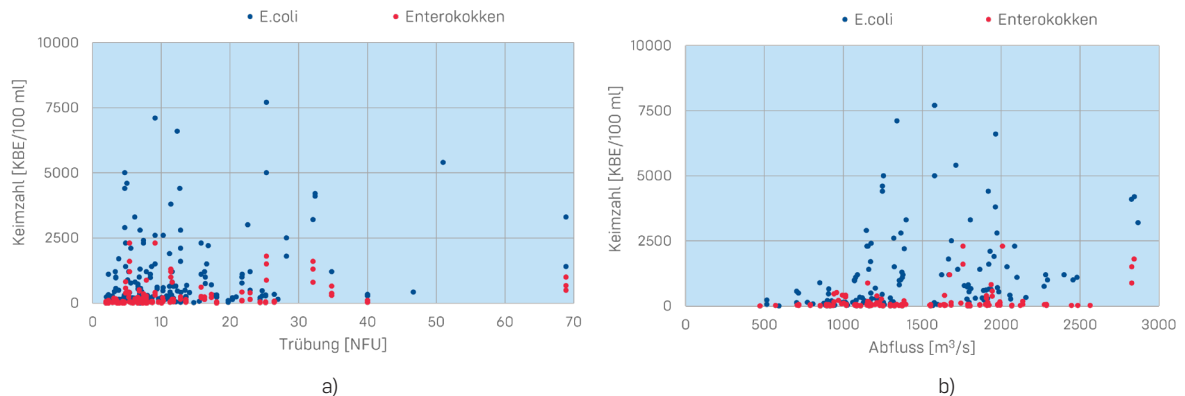


Abb.1: Untersuchung der Korrelation zwischen der a) Trübung bzw. b) Abflussmenge und den Keimzahlen von *Escherichia coli* sowie intestinalen Enterokokken (KBE/100 ml = koloniebildende Einheiten pro 100 ml Wasser)

Gemäss den Empfehlungen zur Untersuchung und Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern kann die Wasserqualität eines Badegewässers in verschiedene Klassen eingeteilt werden. In einem nächsten Schritt wurde daher untersucht, ob die Trübung oder die Abflussmenge Rückschlüsse erlaubt über die Qualitätsklasse des Rheinwassers. Dies würde dem Badeinteressierten ebenfalls ermöglichen, das gesundheitliche Risiko eines Bads im Rhein direkt vor dem Baden abzuschätzen.

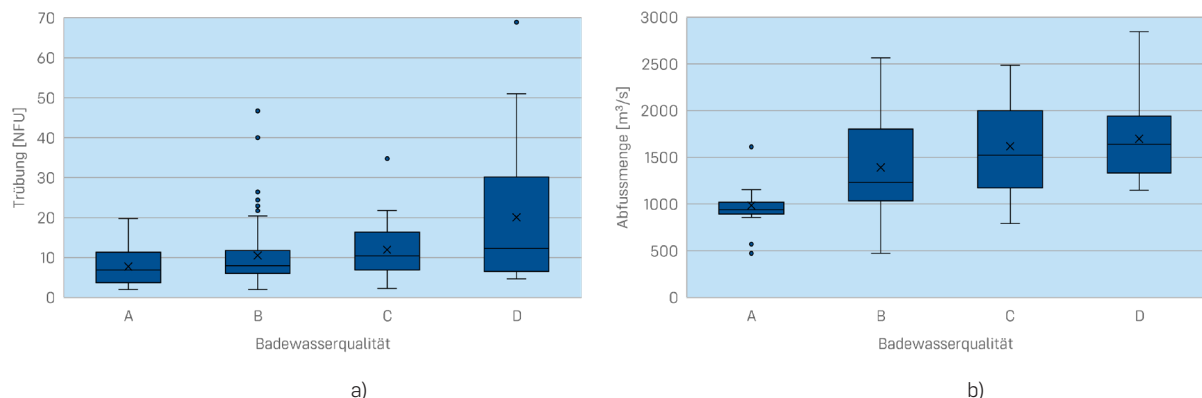


Abb.2: Vergleich der a) Trübung und b) Abflussmenge zwischen den verschiedenen Qualitätsklassen über eine Darstellung als Boxplot

Abb. 2 zeigt die Verteilung der Trübungs- und Abflusswerte in den verschiedenen Qualitätsklassen anhand von Boxplots. Dabei wird deutlich, dass sowohl Trübung als auch Abflussmenge eine erhebliche Streuung innerhalb der einzelnen Klassen aufweisen. Zudem überschneiden sich die Wertebereiche der einzelnen Qualitätsklassen stark. Ein verlässlicher Rückschluss auf die Wasserqualität allein anhand dieser Parameter ist daher nicht möglich. Lediglich bei sehr niedrigen Abflussmengen unter etwa 700 m³/s hatte das Rheinwasser ausschliesslich die gute Badewasserqualität A oder B. Dies könnte darauf hindeuten, dass bei solchen Bedingungen ein geringeres gesundheitliches Risiko für Badende besteht. Allerdings ist der zugrunde liegende Datenumfang für eine belastbare Aussage zu gering.

Zur Vereinfachung der Analyse und Auswertung wurden die Qualitätsklassen anschliessend in die Kategorien „gute Wasserqualität“ (Qualitätsklassen A und B) und „eingeschränkte Wasserqualität“ (C und D) zusammengefasst (Abb. 3). Auch in dieser vereinfachten Darstellung zeigt sich, dass die grosse Streuung der Datenpunkte keine klare Trennung zwischen guter und eingeschränkter Wasserqualität anhand der Trübung oder Abflussmenge zulässt. Dennoch lässt sich auch hier feststellen, dass bei niedrigen Abflussmengen die Wahrscheinlichkeit für eine gute Wasserqualität – und damit ein geringeres Risiko für Badende – erhöht ist.

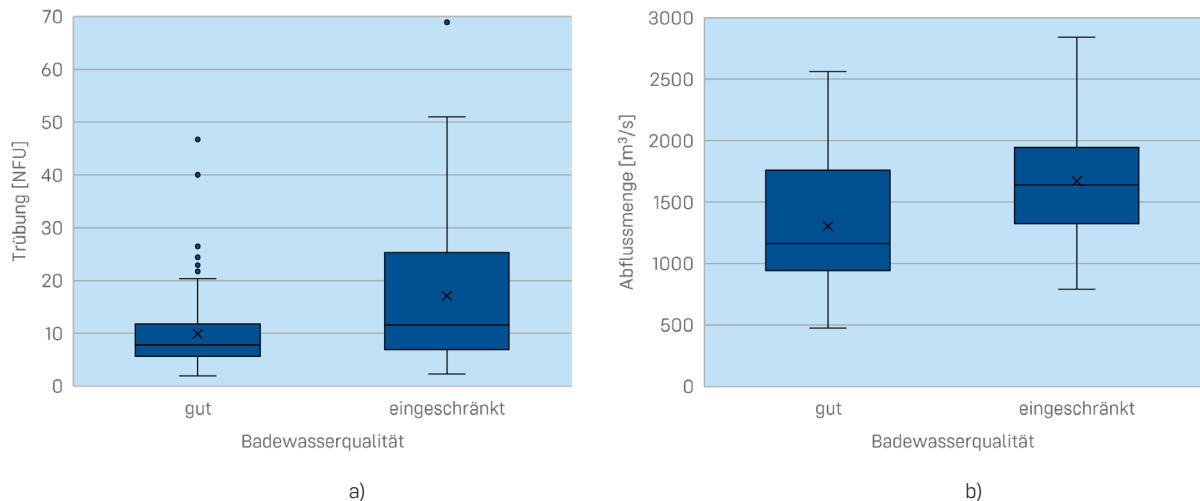


Abb.3: Vergleich der a) Trübung und b) Abflussmenge zwischen guter und eingeschränkter Badewasserqualität über eine Darstellung als Boxplot

Schlussfolgerungen

Unsere Daten zeigen, dass im Rhein bei Basel kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Trübung und Badegewässerqualität besteht. Diese Messgrösse stellt somit keinen verlässlichen Indikator für die Einstufung der Wasserqualität dar, welche dem Badeinteressierten zuverlässige Informationen über das mikrobiologische Risiko eines Bades im Rhein bieten kann.

Auch die Aussagekraft der Abflussmenge ist begrenzt: Nur bei sehr niedrigen Abflusswerten lässt sich ein möglicher Hinweis auf eine gute Wasserqualität und damit auf ein geringeres mikrobiologisches Risiko für Badende ableiten. Für eine belastbare Schlussfolgerung reicht der derzeitige Datenumfang jedoch nicht aus.

Das Kantonale Labor wird daher weitere Möglichkeiten evaluieren, wie die mikrobiologische Qualität des Rheinwassers verlässlich und zeitnah erfasst werden kann, um der Bevölkerung eine verlässliche Entscheidungsgrundlage für das Baden im Rhein zu bieten.