

# Die Beurteilung der Verschmutzungsfaktoren in offenen Seebädern

Autor(en): **Adam, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **20 (1963)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-783038>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Die Beurteilung der Verschmutzungsfaktoren in offenen Seebädern

Von Dr. F. Adam, Kantonschemiker, Luzern

Von Herrn Dr. Th. Müller, Vorsteher des Gesundheitsamtes des Kantons Basel-Stadt, erschien im Informationsblatt Nr. 6 der Föderation Europäischer Gewässerschutz die Wiedergabe seines am FEG-Symposium vom 12. und 13. Oktober 1961 in Paris gehaltenen Referates über das Thema: Hygienische Anforderungen an natürliche Freibäder an Flüssen, Seen und Teichen. Nachdem ich mich auftragsgemäss innerhalb der letzten Jahre mit dieser Frage konkret befassen musste und weil das recht zwiespältige Ergebnis der früheren Diskussionen über dieses Thema eine Beurteilung viel mehr erschwerte als erleichterte, habe ich nach einer etwas andern Beurteilungsgrundlage gesucht.

Die erwähnte Diskussion, die in sehr verdienstvoller Weise durch Herrn Prof. Dr. Otto Jaag, Direktor der EAWAG, Zürich, veranlasst und geleitet wurde, begann bekanntlich mittels Fragebogen und endete in einer mündlichen Aussprache unter schweizerischen Fachleuten vom 28. Februar 1958 in Zürich, ohne klare Entscheidungen oder eine Einigung zu zeitigen. Es war unmöglich, aus den stark widersprechenden Voten eine einheitliche Richtlinie herauszukristallisieren. Namentlich wurde damals von ärztlicher Seite die Möglichkeit von Infektionen durch offene Seebäder als recht unbedeutend hingestellt. Es wurde argumentiert, es sei nur in Ausnahmefällen gelungen, den Zusammenhang zwischen Infektionen und der Benützung offener Bäder zu beweisen.

Es wurde dabei aber wohl zu wenig bedacht, dass es im konkreten Einzelfall in der Regel sehr schwierig sein dürfte, wirklich zu beweisen, ob eine Infektion durch Badewasser oder durch den Genuss infizierter Speisen hervorgerufen wird. Zur Zeit der Badesaison werden in grossen Quantitäten Eiscreme und vielfach auch Sommerfrüchte (Beeren, Kirschen) genossen, die sehr wohl Träger von Bakterien aus dem Kreis der sogenannten Lebensmittelvergifter sein können. Viele dieser Infektionen, z. B. aus der Salmonellengruppe, kommen überhaupt nicht zur ärztlichen Betreuung oder werden nicht gemeldet.

Der mangelnde Beweis dafür, dass der Badesport Ursache gewisser Infektionskrankheiten sei, kann also durchaus noch nicht als Argument für die These ins Feld geführt werden, dass Baden in verschmutztem Wasser grundsätzlich als harmlos zu betrachten sei. Jedenfalls dürfen die Gesundheitsbehörden ihre Massnahmen nicht nach dieser These ausrichten. Auch eine nur potentielle Gefahr verpflichtet sie zum Handeln.

Es gilt für sie vorzubeugen, bevor ein Schaden manifest wird. In unserem Falle bedeutet dies, dass die Behörde ein Gesuch um Einrichtung eines Bade-

platzes nur dann zu genehmigen hat, wenn die Voruntersuchung sowohl augenscheinlich wie wissenschaftlich *im Rahmen der vorhandenen Baugelegenheiten* die sauberste, also günstigste Stelle bezeichnet hat. Unter Umständen folgt daraus, dass eine Badeanlage zugunsten eines bessern Platzes aufgegeben werden muss.

Praktisch gesehen, liegen die besten Badeplätze an möglichst natürlichen, nicht überbauten Ufern, d. h. also fern von Kanalisationsmündungen und auch ausserhalb ihres Strömungsbereichs. Dass daneben auch Besonnung und Bodenbeschaffenheit wichtig sind, bedarf keiner besonderen Betonung.

Der Abwasserschlamm, der aus unsern Kanalisationen ausgespült wird, setzt sich relativ rasch ab. Die feinsten Auswaschprodukte dieses Schlammes kommen dazu in den Bereich der Selbstreinigungsfaktoren (Plankton, Bodenfauna und Flora). Die Winde sorgen für eine rasche Zerteilung in horizontaler Richtung über die ganze Wasseroberfläche, so dass die Untersuchungen von Seewasser gleicher Tiefenstufen, z. B. also Oberflächenproben bis nahe ans Ufer (innerhalb 100 m Uferdistanz), meist schon nur noch minimale Unterschiede zum offenen See ergeben. Ausnahmen bilden etwa enge Buchten oder sonst abgeschlossene Seepartien. Man kann es also erleben, dass man ganz nahe einer Kanalisationsmündung, wenn diese momentan kein Wasser oder relativ sauberes Wasser führt, in den Wasserproben kaum einen Hinweis auf die Schmutzquelle finden kann.

Anders dürfte es sich mit dem Bodenschlamm verhalten. Die Sinkstoffe aus den Abwasserkanälen und Schmutzwasserbäche gelangen langsam in die obersten Sandschichten, sie vermischen sich mit ihnen, daher dürfen wir erwarten, dass solche Stoffe und mit ihnen eine Anreicherung lebender Abwasserkeime nur bis wenige Millimeter in den Sandschlamm hinein vorhanden sind. Der Nachweis der letztern wird sich nur auf eine ganz dünne Sandschicht beschränken müssen, weil diese Keime infolge ihrer Kurzlebigkeit in etwas tiefern Schichten bereits nicht mehr nachweisbar sein werden, soweit jedenfalls die uns interessierenden thermophilen Keime der erweiterten Coli-Salmonella-Gruppe und andere Krankheitserreger in Frage kommen.

Diese Ueberlegungen legten den Gedanken nahe, es bei der Untersuchung und Beurteilung von Badezonen an freien Gewässern mit bakteriologischen Schlammuntersuchungen zu versuchen. Erstmals haben wir für die Probenahme den bekannten Schlammbugger nach Friedinger verwendet, der jedoch rund 10 cm tief

greift und keine dickenmässig genauer begrenzte Schlammsschicht erfasst.

Wir beschafften uns darauf das Rammkolbenlot von Züllig, das eine genau begrenzte, ungestörte Schlammssäule zu stechen gestattet. Von den Schlammssäulen liessen sich beliebige Dicken abheben. Wir benützten für die bakteriologische Prüfung jeweils eine zentimeterdicke Schicht, indem wir diese in sterilem Wasser gründlich ausspülten und von diesem Waschwasser aliquote Teile ansetzten.

Die folgende Zusammenstellung gestattet einen Vergleich der Ergebnisse im freien Wasser, im Schlamm der Baggerprobe und im Schlamm der obersten Zentimeterschicht an ein und derselben Stelle.

	Keimzahl/ml bzw. pro gr.	Coli/100 ml bzw. pro 100 gr. Schlamm
Wasser . . . . .	280	1 180
Schlamm, Baggerprobe (Durchschnitt) . . . . .	200 000	in 10 mg S. neg. *
Schlamm, Rammkolbenlot . . . . .	540 000	173 000

\* also nicht über 10 000/100 g.

Die Colizahlen betragen im Moment der Probenahme im freien Wasser über der Schlammsschicht also rund 1000, im Bagger Schlamm jedenfalls noch nicht über 10 000, im obersten Zentimeter jedoch zwischen 100 000 und 200 000/100 g Nassschlamm. Es könnten für kurze Zeitspannen aber auch einmal im Wasser stärkere Konzentrationen vorhanden sein als im Schlamm. Das obige Resultat stammt von einer Zone im unmittelbaren Bereich (30 bis 50 m Abstand) einer Ortskanalisationsmündung mit mechanisch geklärtem Abwasser. Eine Auswertung der Gesamtkeimzahlen soll nicht vorgenommen werden, weil diese verschiedenen Keimarten ebensovielen Eigenschaften entsprechen, um in einem gegebenen Milieu die Entwicklung zu begünstigen, in einem andern hingegen zu hemmen.

Die Zahl der Probenahmestellen bei einer solchen Untersuchung ist im Hinblick auf die in der Uferzone naturgemäss oft rasch wechselnde Situation genügend hoch zu bemessen. Auf jeden Fall sollte sie genügend gross sein, um auch die nähere Umgebung der Bade-

anstalt einigermaßen objektiv beurteilen zu können.

Bevor wir auf die Diskussion der bisher erhaltenen Colizahlen eintreten, sei das augenscheinliche Bild der herausgestochenen Schlammssäulen vom Standpunkt der Bäderfrage aus kurz besprochen. Diese *Schlammprofile* stellen eine hellere oder dunklere, in der Regel hell und dunkel gebänderte Sandmasse mit horizontaler Schichtung dar. Es ist bekannt, dass die Prähistoriker und die Biologen diese Bohrkern mit grossem Vorteil zu geschichtlichen Studien benützten. Diese grossen Dienste leisten sie uns hier nicht, schon deshalb nicht, weil wir gegenwärtige Zustände erforschen wollen, wobei uns eigentlich nur die Oberfläche des Bohrkerns oder höchstens die obersten 1 bis 2 cm interessieren.

Bei gewissen überlasteten Seen ist das Schlammprofil am Grund des Sees normalerweise schwarz, sicher immer dann, wenn über dem Schlamm der Sauerstoff fehlt. Wir haben dann ein Reduktionsregime, wobei sich aus Eisenkarbonat und -hydroxyd schwarzes Schwefeleisen bildet. Wird solcher Schlamm mit sauerstoffreichem Wasser überschichtet, so erscheint er nach wenigen Stunden an der Oberfläche wieder in seiner Normalfarbe, vielleicht hellgrau oder gelblich, je nach seinem Mineralgehalt. Diese reversiblen Vorgänge spielen sich rasch ab. In den Badezonen, die ja stets in der Ufer- und Brandungsregion liegen, sind diese Schwärzungen also nicht vorhanden. Hier darf mit sehr geringen Ausnahmen in der Regel ein sauerstoffreiches Wasser erwartet werden. Unsere Profile zeigten nun aber, dass selbst in relativ sauberen Seen, wie dem Vierwaldstättersee, Uferzonen existieren, in denen zuoberst am Bohrkern tiefschwarze Reduktionsschichten von einigen Millimetern bis zu einigen Zentimetern vorhanden sind. Oft ist auch die schwarze Schicht noch durch eine helle Schicht überlagert, in welcher die Oxydation die Reduktion übertrifft. Es wäre also daraus zu schliessen, dass die oberflächlichen Reduktionsschichten als Folge intensiver Abbauprozesse besonders stark mit Bakterien — insbesondere Abwasserbakterien — durchsetzt sein sollten.

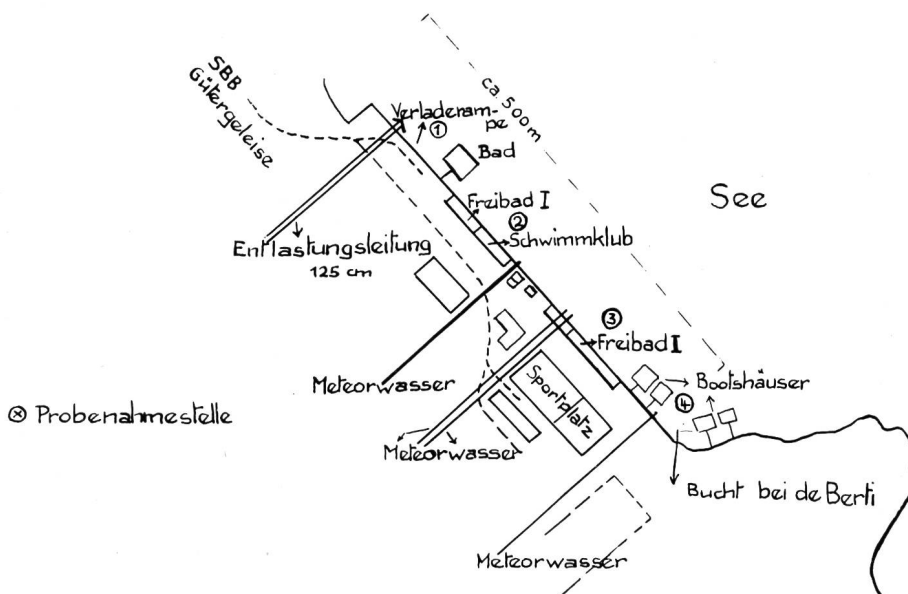


Abb. 1.  
Untersuchungsstelle Nr. 1 am Ufer des Vierwaldstättersees.

Dies trifft nun nicht unbedingt zu. Im grossen ganzen darf wohl Parallelität angenommen werden. Wir haben jedoch dicke Eisensulfidzonen in relativ sehr keim- und besonders coliarmem Schlamm gefunden. Im einen Fall befand sich am Ufer eine grössere Laubwaldgruppe, so dass der Massenfall von Laub in den See als Verursacher der Reduktion in Frage kommen wird, ein Laub, das vermutlich wegen seiner Gerbsäure die Entwicklung tierischen und bakteriellen Lebens sogar gehemmt hat. In andern Fällen wurden von Seeanstössern gewisse Uferstrecken beanstandet mit dem Argument, dass man darin einsinke. Untersuchungen an Ort ergaben zunächst das Bild eines schön sauberen hellgelbgrauen Sandstrandes, bei dessen Betreten man aber durchbrach und bis an die Waden in einem schwarzgrünen, stinkigen Schlick versank! Es handelte sich um angeschwemmte Massen von Fadenalgen, die in der Brandungszone mit sauberem Sand leicht überdeckt worden waren. Hier war also nicht ein Abwasserzustrom die Ursache der Unbenützbarkeit des Badestrandes. Derartige Faulzonen werden naturgemäss sehr lange im Reduktionsstatus bleiben, auch wenn die Bakterientätigkeit schon längst auf ein Minimum gesunken ist, weil die Schichten z. B. mit sehr feinem lehmhaltigen Sand bedeckt sind und damit sauerstoff- bzw. wasserundurchlässig werden.

Auch unsere Colizahlbestimmungen zeigten deutlich, dass eine Parallelität zwischen ihnen und den Schlammfärbungen nicht immer besteht. Maxima an Colizahlen fanden wir z. B. unmittelbar vor der Mündung eines mechanisch geklärten Abwassers in einem braungrünlichen, massenhaft Chironomiden enthaltenden Schlamm. Dank den vielen Schlammröhren dieser Larven war hier der Boden offenbar stark belüftet, so dass sich eine Reduktionszone aus diesem Grund nicht ausbilden konnte.

#### Ergebnisse der bakteriologischen Schlammuntersuchung auf Coli

Als Colikeime wurden, wie es auch bei der hygienischen Trinkwasseruntersuchung heute weitgehend praktiziert wird, die auf Endoagar (Fuchsin-Sulfitagar) mit rotem Hof und Fuchsinglanz wachsenden dunkelroten Kolonien angesprochen. In anderer Form und Farbe auftretende Kolonien würden wir allgemein als coliforme Keime beurteilen, doch sind deren Zahlen in der Regel wesentlich höher. Sie sind auch vielfach überhaupt nicht fäkalen Ursprungs und könnten daher das Bild eher verwischen, so dass wir sie bei unsern Auszählungen gar nicht berücksichtigt haben. Wir werden in Zukunft die Prüfung eher noch auf direkt auszählbare spezifische Fäkalindikatoren, wie die Gruppe der Enterokokken, ausdehnen. Die Salmonellengruppe ist leider praktisch nur qualitativ zu erfassen, weil Anreicherungsverfahren angewendet werden müssen.

Das sogenannte Titerverfahren mit Milchzucker oder gar Traubenzuckerbouillon ist, weil es zuviel atypische oder gar ubiquistisch auftretende Keimgattungen erfasst, offensichtlich ungeeignet.

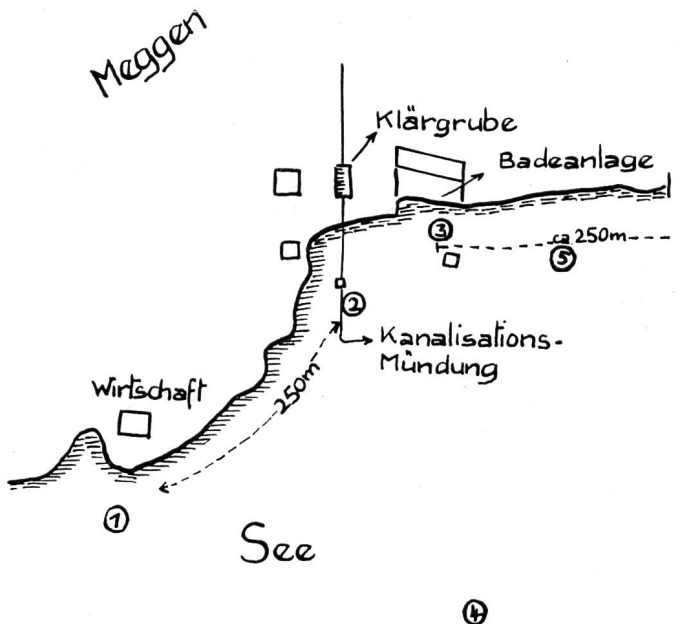


Abb. 2. Untersuchungsstelle Nr. 2 in einer Bucht des Vierwaldstättersees.

In der eingangs erwähnten Arbeit im Informationsblatt Nr. 6 wird ausgeführt, auf dem Symposium in Paris vom Oktober 1961 habe man allgemein einen Colititer von 0,1 und 1 ml im Wasser offener See-, Fluss- und Teichbäder noch als zulässig, einen solchen von 0,01 als Warntiter und erst einen solchen von 0,001 ml als zu hoch bezeichnet. Dies würde auf die Plattenzählmethode übertragen heissen, dass eine Coli-

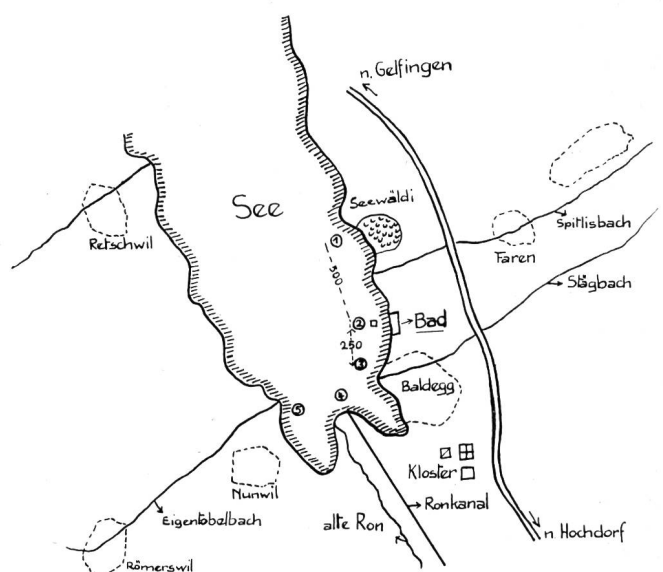


Abb. 3. Untersuchungsstelle Nr. 3 im oberen Seeteil des Baldeggersees.

zahl von 1000 Hundertstel ml Wasser noch als zulässig, eine solche von 10 000 Hundertstel ml als Warnwert und erst ein Befund von 100 000 Hundertstel ml als zu hoch zu bewerten wäre. Diese Bewertungen scheinen aber nun doch, wenn ich meine Beobachtungen ins Feld führen darf, sehr large und jedenfalls mit den örtlichen Verhältnissen kaum in Übereinstimmung zu bringen. Im Bereich von 20 bis 30 m vor der Austrittsstelle von teils ungeklärten, in einem Fall mechanisch geklärten Abwässern in den Vierwaldstättersee haben wir bei verschiedenen Gelegenheiten folgende Colizahlen pro 100 ml Wasser gefunden:

10 650 54 26 1200 1180 5 470 300 300  
470 260 50 8000

Diese beiden Plätze waren auf Grund direkter Beobachtungen durch Badegäste und Bademeister seit langem beanstandet worden. Teils sind sie inzwischen auch durch anderweitige Ableitung der betr. Kanalisationen saniert worden. Es gab hier Stellen, wo in gewissen Momenten das Wasser einen höchst unappetitlichen Eindruck machte!

Wenn wir auf die obigen Zahlen abstellen wollten, so wäre darin jedoch bloss ein Warnzeichen zu erblicken.

Unsere jetzt zu besprechenden Zahlenwerte beziehen sich nun aber auf den Schlamm. 100 g Schlamm bilden bei 1 cm Dicke etwa eine Fläche von  $7 \times 7$  cm, oder rund 50 cm<sup>2</sup>. Dieser Schlamm wird in den Badezonen durch die Füsse zum Teil aufgeschwemmt, womit die feinen Schmutzteilchen und die Bakterien ins Wasser gelangen.

Die Diskrepanz zwischen unsern Zahlen und den augenscheinlichen Verhältnissen sind aber nicht so krass, wie sie aussehen. Wir erhalten auch auf der Endplatte, wenn wir die atypischen Keime mitzählen, höhere Zahlen als bei Berücksichtigung lediglich der gemäss obiger Definition typischen Kolonien. Wir dürften daher, wenn wir die im Informationsblatt erwähnten Beurteilungsnormen berücksichtigen, mit den oben vorgeschlagenen Beurteilungsnormen (zum Beispiel 10 000 endotypische Coli/100 g Schlamm) als Warnwert nicht schlecht fahren. Diese Norm würde auch mit den bei unsern Studien gemachten Erfahrungen gut übereinstimmen.

Bisher haben wir 3 verschiedene Badezonen, 2 davon am Vierwaldstättersee und 1 am obern Baldeggersee, nach den behandelten Grundsätzen untersucht. Die erste ist in der Skizze 1 umschrieben. Nennen wir sie Nr. 1. Es handelt sich um eine gemauerte Uferpartie, wo auf einer Strecke von rund 500 m verschiedene öffentliche Badeanstalten unmittelbar nebeneinander eingerichtet wurden. In diesem Sektor mündeten nach Meinung der technischen Instanzen nur noch Meteorwasserleitungen. Erst auf Grund der diversen Beschwerden und im Verlauf einer Wasseruntersuchung vom Sommer 1959 ergab sich, dass an einzelne dieser Leitungen noch ganze Häusergruppen angeschlossen waren. Es kam daher in der Regel nach starken Regenfällen zu einem Ausschwemmen dieser Lei-

tungen, in welchen sich bei Trockenwetter mangels Wasserdurchflusses richtige Abwasserschlammdépôts bilden konnten. Die schlimmsten Zustände bildeten sich dabei am nördlichen Ende der Badezone, in der Nähe der in Skizze 1 als Verladerrampe bezeichneten Stelle heraus.

#### Ergebnis der Keim- und Colizahlbestimmung in Zone I

	Keimzahl/gr.	Coli/100 g.
Vor Verladerrampe . . . . .	32 000	142 000
Vor Schwimmklubanlage . . . . .	18 000	8 000
Vor Freibad II . . . . .	6 500	weniger als 1 000
In der Bucht (De Berti) . . . . .	3 500	weniger als 1 000

Mit Ausnahme der ersten Station wären also die Badeverhältnisse an den Badeplätzen gut bis tolerierbar (Schwimmklubanlage) gewesen. Nachdem nun diese Hausanschlüsse m. W. abgefangen und die Einleitungen mit Ausnahme der zwei grösseren Leitungen im vorderen nördlichen Teil der Zone, die immer noch gleichzeitig Regenüberfälle der Hauptkanalisation sind, nur noch reine Meteorwasserabflussfunktionen ausüben, ist auch der Schlamm namentlich im hintern Teil qualitativ besser geworden, als er vermutlich vorher war. Trotzdem könnte das Baden unter den heutigen Umständen in der bezeichneten Strecke nur als Notbehelf in Frage kommen. Angesichts der auf dem vordern Teilstück erhaltenen Ergebnisse wäre eine Verlegung der Badeanstalten weiter südlich ins Gebiet des Schönbühlriedes unbedingt wünschbar. In der heutigen Badezone machen sich eben nicht nur häusliche Abwässer, sondern auch noch ölige Abgänge der nahegelegenen Schiffswerft bemerkbar.

Die Badeanlage Nr. II liegt in einer andern Bucht des Vierwaldstättersees in rein ländlicher Umgebung. Das Abwasser aus der Kläranlage eines Gemeindeteils mündet jedoch in nur etwa 50 m Abstand rund 30 m vom Ufer entfernt unter Seeniveau ein.

Im übrigen liegt rund 100 m südwestlich der Badeanlage an idyllischer Stelle ein Gasthaus in Ufernähe des im ganzen offen besiedelten Gebietes. 300 m in nordöstlicher Richtung mündet ein kleiner Bach mit den Abwässern eines andern Gemeindegebietes ein, der aber eher harmlos aussieht. Innerhalb des umschriebenen Gebietes haben wir wiederum 30 bis 50 m vor dem Ufer eine Anzahl Schlammprobenahmestellen fixiert. Dort erhielten wir folgende Resultate:

#### Ergebnis der Keim- und Colizahlbestimmung in Zone II

Siehe Skizze 2:

	Sommer 1961		Herbst 1961	
	Keimzahl/ml	Coli/100 ml	Keimzahl/ml	Coli/100 ml
Stelle 1	30 000	unter 1 000	10 000	1 000
	320 000 *	1 000 *		
Stelle 2	180 000	1 000 000	19 000	90 000
	540 000 *	173 000 *		
Stelle 3	20 000	100 000	430 000	1 800 000
Stelle 4	—	—	6 000	51 000
Stelle 5	10 000	unter 1 000	4 000	16 000

\* Werte vom Sommer 1960.

Die Stellen 1 und 5 befinden sich bereits weiter als 100 m von der Kanalisationsmündung entfernt, die

das Bild in der Badeanstalt so ungünstig beeinflusst. Stelle 2 liegt unmittelbar ausserhalb der Kanalisationsmündung. Stelle 4 liegt rund 300 m weit vor der Badeanlage im See draussen, fast in der Mitte der langgestreckten Bucht. Direkt am Ende der Bucht liegt die grosse Ortschaft Küsnacht am Rigi, die ihr Abwasser ungeklärt in den See leitet. Vermutlich haben wir aus diesem Grunde im Bodenschlamm dieser Stelle noch 51 000 Coli/100 g festgestellt. Stelle 3 liegt zwischen Nichtschwimmerschranke und Floss. Diese Zahlen stammen also aus der engern Badezone.

Hier wird offensichtlich wiederum die augenscheinliche Beurteilung der örtlichen Situation derjenigen der bakteriologischen Gegebenheit entsprechen: entweder die Badeanstalt oder die Kanalisation ist zu verlegen.

Die *Badeanlage III* liegt am Nordufer des landschaftlich reizvollen Baldeggersees, der seit vielen Jahren Eigentum des Schweizerischen Bundes für Naturschutz ist. Es ist indessen bekannt, dass dieser See, wie auch der benachbarte Hallwilersee, ebenfalls seit langem punkto Reinheit in einem schlechten Rufe steht. Die Ursache der Verschmutzung bilden die Zuflüsse im obern Seeteil, insbesondere der Ronbach, in geringerem Masse auch der Baldeggerbach und der Stegbach. Sie bringen die vorläufig noch ungeklärten Abwässer von Hochdorf und Baldegg in den See, der ein mit Oscillatorien stark verseuchtes eutrophes Gewässer darstellt. Am Schluss der Sommerstagnationsperiode reicht der Sauerstoff in der Regel nur noch bis auf etwa 8 bis 10 m Tiefe hinab, unter gewissen Strömungsverhältnissen findet sich etwa in 20 m noch einmal eine leichte Sauerstoffzone. Die fragliche Badeanlage liegt ebenfalls im obersten Seeteil, gemäss Skizze 3.

#### Ergebnis der Keim- und Colizahlbestimmung in Zone III

Siehe Skizze 3:

	Juli 1962		Oktober 1962	
	Keimzahl/g	Coli/100 g	Keimzahl/g	Coli/100 g
Stelle 1	88 000	136 000	40 000	900 000
Stelle 2	113 000	140 000	130 000	500 000
Stelle 3	78 000	98 000	70 000	140 000
Stelle 4	135 000	440 000	18 000	150 000
Stelle 5	2 000 000	1 000 000	38 000	240 000

Hier liegen sämtliche Colizahlen zwischen etwa 100 000 und 1 000 000. Die niedrigen Zahlen von etwa 1000 bis 10 000, wie wir sie an den Entnahmestellen im Vierwaldstättersee antrafen, fehlen, daneben allerdings auch extrem hohe. In der Badeanstalt selbst mit 140 000 bzw. 500 000 Colikeimen ist der Zustand nicht schlechter und nicht besser als an den übrigen Stellen. Im ganzen untersuchten Bereich, also im oberem Seeteil am nördlichen Ufer, ist die Situation für eine

Badeanstalt gleichwertig, d. h. gleich ungünstig. Es hätte also keinen Wert, die Badeanstalt innerhalb des abgetasteten Bereichs zu verlegen. Wir haben es — im Gegensatz zu den weiter oben besprochenen Uferzonen — nicht mit lokalen Einflüssen zu tun. Der heutige Zustand der Badeanlage muss bis zur endgültigen Sanierung des Sees durch mechanisch-biologische Reinigung einfach in Kauf genommen werden, wenn man diese nicht viel weiter seeabwärts und eventuell sogar auf das Südufer verlegen will. Das würde eine vorherige Untersuchung dieses Gebietes zur Voraussetzung haben.

Betrachten wir zum Schluss die Ergebnisse unserer kleinen Versuchsreihe zusammenfassend, müssen wir zunächst feststellen, dass sie nur einen Anfang, eine erste Orientierung darstellen, die zeigen soll, ob es sinnvoll ist, auf diesem Wege weiterzugehen. Dies scheint mir durchaus der Fall. Es gilt, zunächst mehr konkrete Zahlen zu sammeln, und zwar nicht nur aus verdächtigen Badezonen, sondern auch von andern sauberen und unsauberen Uferstellen, namentlich auch von möglichst unberührten Ufern reiner Seen. Dann stellt sich auch die Frage der Einbeziehung anderer Verschmutzungsindikatoren, die sich quantitativ ermitteln lassen, wie z. B. fäkaler Streptokokken oder pathogener Keime, wie Salmonellen und Staphylokokken. Im Hinblick auf die meist kurze Lebensdauer solcher Keime im Wasser verspricht letzteres allerdings meines Erachtens zum vorneherein nicht viel.

Im ganzen gesehen sind die Ergebnisse jedenfalls für die Beurteilung einer bestimmten Uferstrecke oder einer abgegrenzten Seefläche bezeichnend. Wir sehen, dass die Colizahlen im Uferschlamm im Bereich von Kanalisationen mit einer relativ guten Reproduzierbarkeit grosse Ausschläge gegenüber abseits gelegenen Stellen zeigen, was sich bei den Colizahlen des freien Wassers nicht sagen lässt. Insbesondere dürfte sich die Einflusszone durch die Schlammuntersuchung besser lokalisieren lassen. Wir haben gesehen, dass im relativ sauberen Vierwaldstättersee schon in geringem Abstand von den Kanalisationsmündungen die Colizahlen der Grössenordnung  $10^{-5}$  bis  $10^{-6}$  auf  $10^{-3}$  und darunter sinken, während sie im Baldeggersee im ganzen Untersuchungsbereich zwischen  $10^{-5}$  bis  $10^{-6}$  lagen. Im ersteren See waren die Einflusszonen folglich lokalisiert, im letztern lassen sie sich nicht lokalisieren, indem die Abwasserbelastung durch die verschiedenen, stark verunreinigten Bäche die kleine Oberfläche des oberem Sees zu rasch erfasst. Daraus resultiert die praktische Folgerung, dass es nicht zweckmässig wäre, diese Badeanlage irgendwo in die Nachbarschaft zu verlegen. Mit der Erfahrung werden sich im Laufe der Zeit auch feinere Nuancierungen in der Beurteilung vornehmen lassen.