

**Zeitschrift:** Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen

**Herausgeber:** Eidgenössische Turn- und Sportschule Magglingen

**Band:** 33 (1976)

**Heft:** 9

**Artikel:** Keimzahlen in Abhängigkeit des Chlorgehaltes in einer Schwimmanlage

**Autor:** Werner, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-994391>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Nach internationalem wissenschaftlichem Brauch erscheinen Publikationen in dieser 8 Seiten umfassenden Beilage in der Originalsprache und werden durch die Redaktion lediglich mit einer anderssprachigen Zusammenfassung ergänzt.

Selon la coutume internationale dans les sciences, les publications de ce complément de 8 pages se font dans leur langue d'origine. La rédaction ajoute uniquement un bref résumé dans l'autre langue.

## **Keimzahlen in Abhängigkeit des Chlorgehaltes in einer Schulschwimmanlage**

M. Werner

Auszug aus der Diplomarbeit zur Erlangung des eidg. Turn- und Sportlehrerdiploms II der ETH Zürich. Die Diplomarbeit wurde am Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH-Z unter der Leitung von PD Dr. H. U. Wanner ausgeführt und von den Jurymitgliedern des «Preisausschreibens 1975 des Forschungsinstituts der ETS Magglingen» mit dem ersten Preis ausgezeichnet.

### **1. Einleitung und Fragestellung**

Die Forderungen nach einer hygienisch einwandfreien Wasserqualität in Schwimmbädern sind heute unbestritten. Allerdings bereitet die Erfüllung der bakteriologischen und chemischen Anforderungen, die heute mit Recht an ein Badewasser gestellt werden, oft mehr Schwierigkeiten, als allgemein angenommen wird. Viele unserer Schwimmbäder werden leider mangels geeigneter Überwachungs- und Steuerungsmöglichkeiten überchlort, um die Keimzahlen sicher unter den zulässigen Werten zu halten; die Folge davon sind unerwünschte Reizwirkungen – insbesondere auf die Augen.

Bei der Benützung des gleichen Wassers durch eine Vielzahl von Personen in unterschiedlichem Gesundheitszustand wird dieses sowohl bakteriell als auch mit organischen und anorganischen Substanzen verunreinigt. Neben Schmutz, Staub, Resten von Kosmetika, abgeschilferten Epithelien, Schweißresten und sonstigen Körpersekreten wie Speichel, Urin und Kotresten gelangen damit auch zahlreiche, zum Teil krankheitserregende Keime ins Badewasser.

Um zu einer hygienisch einwandfreien Wasserbeschaffenheit im Schwimmbecken zu gelangen, muss das Wasser aufbereitet werden, und insbesondere müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Die Durchströmung des Schwimmbeckens muss gleichmässig sein, damit sich innerhalb des Beckens keine Rotationszonen bilden und das gesamte Beckenwasser am Austausch teilnimmt.
- Die von den Badenden ausgehenden Verunreinigungen des Wassers müssen durch Zusatz von Flockungsmitteln und anschliessende Filtrierung optimal entfernt werden.
- Die Keimzahlen des Badewassers müssen mit einem geeigneten Desinfektionsmittel gemäss den SIA-Normen gehalten werden:

Gesamtkeimzahl	Beckeneinlauf:	höchstens	300 Keime/ml
	Beckenauslauf:	höchstens	5000 Keime/ml
Coliforme Keime	Beckeneinlauf:	maximal	5 in 100 ml
	Beckenauslauf:	maximal	30 in 100 ml

- Das Beckenwasser muss täglich durch genügend Frischwasser ergänzt werden.
- Die Besucherzahl muss pro Betriebsstunde begrenzt werden, um Überbelastungen des Beckenwassers zu vermeiden.

Werden diese Voraussetzungen nicht erfüllt, lässt sich eine hygienisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit nicht erreichen. Als Ausweg wird vielfach versucht, eine vorhandene schlechte Wasserbeschaffenheit durch Erhöhung der Desinfektionsmittelkonzentration zu verbessern. Der Erfolg solcher Massnahmen ist jedoch höchst fraglich und führt wiederum zu den unerwünschten Reizerscheinungen.

In den folgenden Untersuchungen ging es darum, die Beziehungen zwischen Chlorgehalt, Keimzahlen und Reizwirkungen zu ermitteln. Es sollte überprüft werden, welche minimalen Chlorkonzentrationen in Schulschwimmanlagen für eine hygienisch einwandfreie Wasserqualität erforderlich sind und auf welche Weise die notwendige Chlorzugabe zuverlässig gesteuert werden kann.

### **2. Methoden**

#### **2.1. Bestimmung von freiem und gebundenem Chlor**

##### **a) DPD-Verfahren**

Als Indikator wurde Diäthyl-p-phenylendiamin (DPD) verwendet. Chlor reagiert mit diesem Indikator augenblicklich unter Rotfärbung; die anschliessende Zugabe von Kaliumjodid bewirkt die Reaktion mit gebundenem Chlor (erneute Rotfärbung).

##### **b) Amperometrisch-analytisch**

Mit Hilfe eines Chlorüberschussmessgerätes wurde im Wasser kontinuierlich der Gehalt an freiem Chlor gemessen. Das Messgerät arbeitet nach dem Prinzip der Depolarisation durch Oxidationsmittel bei galvanischen Elementen. In einer Messzelle wird ein dem Chlorgehalt proportionaler Strom erzeugt, der verstärkt und angezeigt wird.

#### **2.2. Bestimmung des Redoxpotentials**

Das Redoxpotential, ein Mass für die desinfizierende Wirkung, wurde unter Verwendung einer Platin- und Kalomel-Elektrode mit einem mV-pH-Meter gemessen, das an einen Linienschreiber angeschlossen war, um den Repoverlauf kontinuierlich registrieren zu können.

#### **2.3. pH-Messung**

Der pH-Wert wurde mit einem pH-Meter, das mit einer kombinierten Kalomel-Gaselektrode arbeitet, gemessen. Zur periodischen Eichung diente ein auf pH 7 eingestellter Phosphatpuffer.

## 2.4. Bestimmung der Keimzahlen

Um die desinfizierende Wirkung des Chlors zu unterbinden, wurden pro zu untersuchende Wasserprobe von jeweils 100 ml 0,5 ml sterile Natriumthiosulfatlösung (0,1 n) zugegeben. Entsprechend den zu erwartenden Keimzahlen wurden Verdünnungsreihen angesetzt.

### a) Bestimmung der Gesamtkeimzahl

Von jeder Wasserprobe wurde 1 ml Probewasser auf zwei Platten angesetzt. Als Nährboden diente Plate-Count-Agar (Difco). (Bebrütung 37°C/2 Tage; Giesstemperatur 45 bis 50°C.)

### b) Bestimmung der coliformen Keime

Methode: Membranfiltertechnik

Durch einen Filter mit bekannter Porengrösse wurden 100 ml der Wasserprobe durchgesogen. Danach wurde das Filter auf den Nährboden gelegt. Als Nährboden diente Endo-Agar (Difco). (Bebrütung 37°C/2 Tage.)

### c) Bestimmung der Enterokokken

Es wurde nach der selben Methode vorgegangen wie bei der Bestimmung der coliformen Keime. Als Nährboden diente Enterokokken-Agar (Difco).

## 2.5. Schölerumfrage über Reizwirkung des Badewassers

Anschliessend an den Schwimmunterricht wurden die Schüler noch in der Schwimmhalle über die vom jeweiligen Badewasser verursachten Augenreizungen befragt. Dabei hatten sie drei Antwortmöglichkeiten und mussten sich durch Handaufhalten für eine der drei folgenden Antworten entschliessen:

Augenreiz: stark – schwach – kein

Die Befragung wurde immer von der selben Person und auf die gleiche Weise durchgeführt.

## 3. Durchführung

### 3.1. Beschreibung der Schulschwimmanlage

Die Untersuchungen wurden in einer regelmässig und stark frequentierten Schulschwimmanlage durchgeführt. Das Bassin hatte eine Grösse von 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> m auf 8 m und war längsdurchströmt, die Wasseraufbereitungsanlage war mit einem Kieselgur-Anschwemmfilter versehen, und das Badewasser, das mit Chlorgas desinfiziert wurde, wies einen konstanten pH-Wert (Säuregrad) von 7,2 bis 7,4 auf.

### 3.2. Versuchsablauf

Um vergleichbare Resultate zu erhalten, wurden die Messungen immer an den selben aufeinanderfolgenden Wochentagen bei gleichbleibender Belegung über den ganzen Betriebstag ausgeführt. In der *ersten Woche* wurde die Schwimmanlage in gewohnter Weise durch den Schwimmlehrer betrieben. Dabei schwankte die Konzentration des freien Chlores im Badewasser zwischen 0,3 und 0,4 mg/l. In der *zweiten Woche* wurde

im Beckenrücklauf ein konstanter Gehalt an freiem Chlor von 0,1 mg/l und in der *dritten Woche* von 0,2 mg/l aufrechterhalten.

Die Steuerung des Chlorgehaltes erfolgte manuell mit der Chlorgasdosierungsanlage, wobei der Chlorgehalt fortlaufend durch ein Chlorüberschussmessgerät angezeigt wurde.

### 3.3. Messstellen und Probenahmen

In der *Abbildung 1* sind die Probenahmestellen für die verschiedenen Messungen eingezeichnet. Die Beckenproben B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> wurden 30 cm vom Bassinrand und in einer Tiefe von 15 bis 30 cm entnommen.

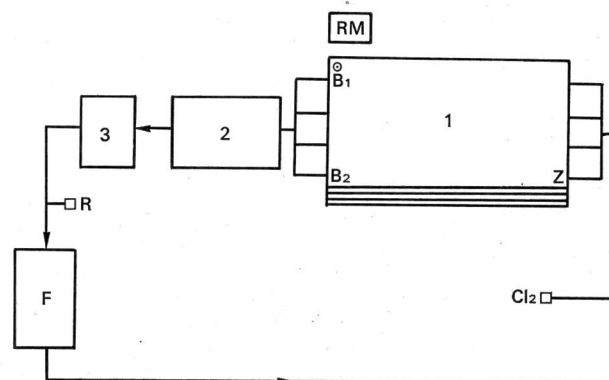


Abbildung 1

Schematische Darstellung der Schulschwimmanlage und Lage der Probenahmestellen

- 1 = Lehrschwimmbassin
- 2 = Ausgleichsbecken zur Regulierung des Wasserstandes
- 3 = Zwischenbassin für die Rückspülung des Filters
- B<sub>1</sub> = Beckenprobe 1 (Ort der tiefsten Stelle)  
Redoxsonde  
pH-Messung
- B<sub>2</sub> = Beckenprobe 2 (Ort der geringsten Tiefe)
- Z = Zulaufprobe
- R = Rücklaufprobe  
Chlorüberschussmessung
- RM = Redoxpotentialmess- und Registriergerät
- F = Filter
- Cl<sub>2</sub> = Chlorgasdosierungsanlage

### 3.4. Versuchsprogramm

Während der Versuchsperioden wurden dem Wasser jeweils alle drei Stunden (um 8 Uhr vor Badebeginn, um 11, um 14 und um 17 Uhr) bei B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, R und Z Proben entnommen und immer sofort an Ort und Stelle analysiert. Von allen Proben wurde der Gehalt an freiem und gebundenem Chlor bestimmt. Die Proben B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> und Z wurden auf ihre Gesamtkeimzahl und die Beckenproben B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> noch zusätzlich auf das Vorhandensein von Coli-Keimen und Enterokokken untersucht.

Das Redoxpotential des Badewassers wurde über die ganze Versuchszeit durch die bei B<sub>1</sub> schwimmende Redoxsonde registriert.

Bei jeder Klasse wurde sofort nach der Schwimmlektion die Umfrage über die Reizwirkung des Badewassers durchgeführt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Messperiode 0,3 bis 0,4 mg freies Chlor/l (Normalbetrieb)

Abbildung 2 zeigt den Gehalt an freiem und gebundenem Chlor, den Redoxpotentialverlauf und die jeweiligen Gesamtkeimzahlen eines belasteten Schwimmbadwassers bei Normalbetrieb. Der Gehalt an freiem Chlor, gemessen im Rücklauf bei R, schwankte zwischen 0,3 und 0,4 mg/l. Überraschend war der hohe Gehalt an gebundenem Chlor, der 0,4 bis 0,6 mg/l betrug. Infolge des hohen Chlorgehaltes war das Badewasser praktisch keimfrei. Das Redoxpotential lag zwischen +720 und +650 mV.

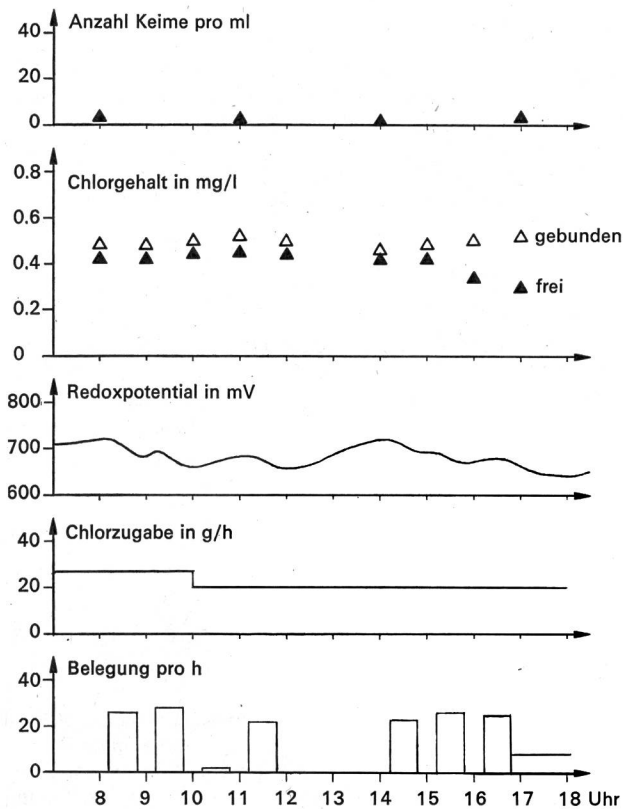


Abbildung 2

Messperiode 0,3 bis 0,4 mg freies Chlor/l (Normalbetrieb) Gesamtkeimzahlen, Gehalt an freiem und gebundenem Chlor, Redoxpotential, Chlorzugabe und Belegung im Verlauf eines Tages.

### 4.2. Messperiode 0,1 mg freies Chlor/l

Abbildung 3 zeigt die Verhältnisse bei einem Chlorgehalt von 0,1 mg/l. Diese Konzentration konnte mit dem Chlorüberschussmessgerät einwandfrei in engen Grenzen gehalten werden. Auch bei diesem niedrigen Chlorgehalt von 0,1 mg/l war

das Keimwachstum sehr klein (20 bis 40 Keime pro ml). Das Redoxpotential lag immer noch ziemlich hoch, bei etwa +600 mV. Der Gehalt an gebundenem Chlor betrug trotz des niedrigen Gehaltes an freiem Chlor immer noch 0,35 bis 0,45 mg/l; gegenüber den Versuchen mit 0,3 bis 0,4 mg freiem Chlor/l war die Reduktion somit nur gering.

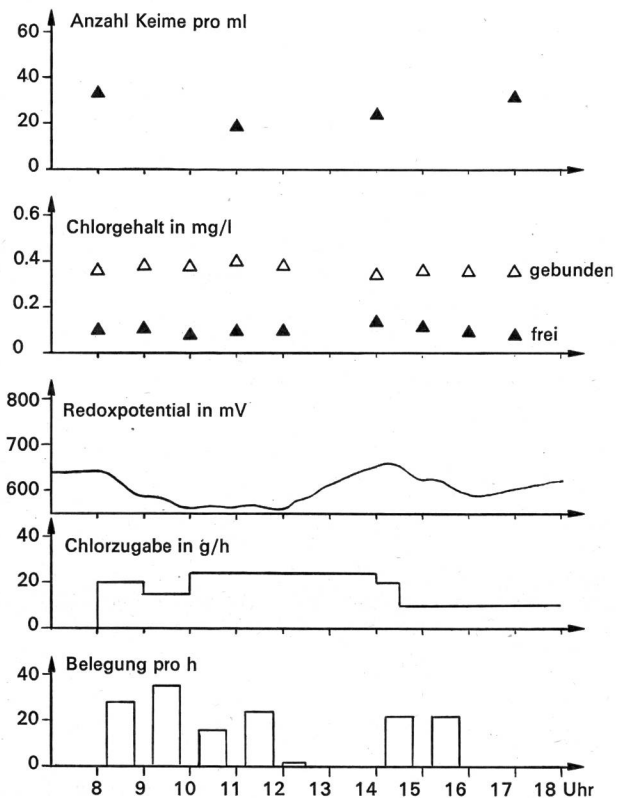


Abbildung 3

Messperiode 0,1 mg freies Chlor/l. Gesamtkeimzahlen, Gehalt an freiem und gebundenem Chlor, Redoxpotential, Chlorzugabe und Belegung im Verlaufe eines Tages. Auch beim niedrigen Gehalt von 0,1 mg freiem Chlor pro Liter war die bakteriologische Qualität des Wassers einwandfrei.

### 4.3. Messperiode 0,2 mg freies Chlor/l

Abbildung 4 zeigt die Verhältnisse bei einem Chlorgehalt von 0,2 mg/l und ergab gesamthaft ein ähnliches Bild wie die Messreihe mit 0,1 mg freiem Chlor/l. Das Redoxpotential lag höher, bei etwa +650 mV, und die Keimzahlen tiefer als bei einem Chlorgehalt von 0,1 mg/l.

Während aller Messreihen wurden Coli-keime nur einmal festgestellt, Enterokokken ebenfalls nur vereinzelt. Der pH-Wert des Badewassers schwankte über die gesamte Versuchszeit nur unwesentlich zwischen 7,2 und 7,4 und lag somit im optimalen Bereich.

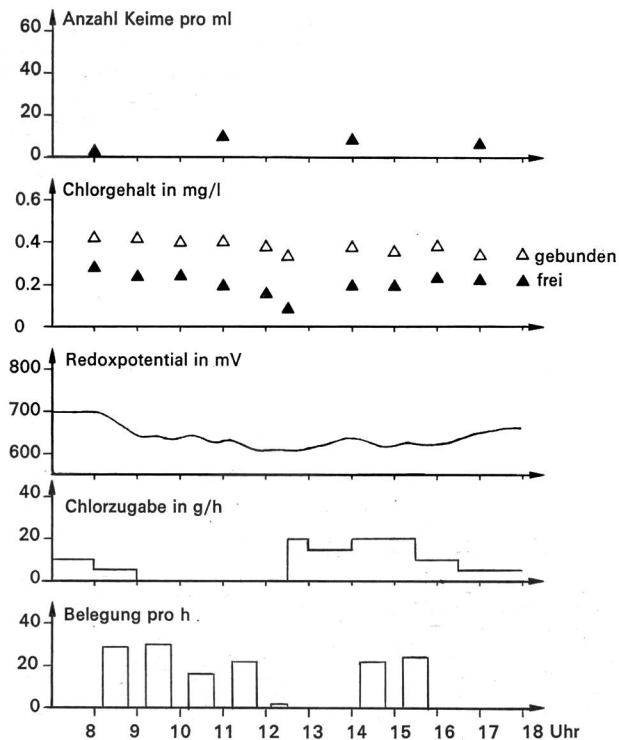
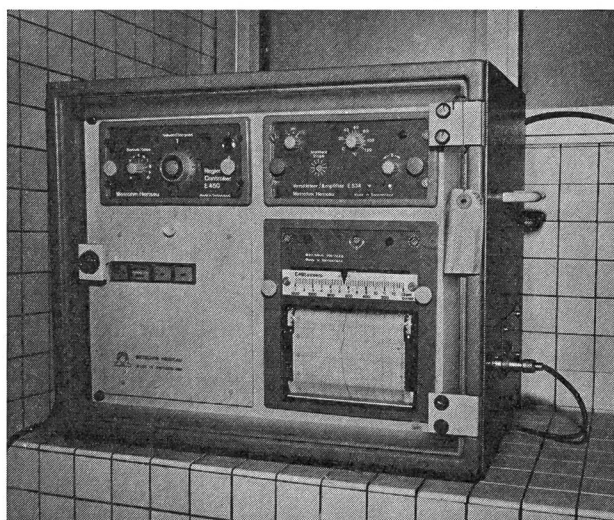


Abbildung 4

Messperiode 0,2 mg freies Chlor/l. Gesamtkeimzahlen, Gehalt an freiem und gebundenem Chlor, Redoxpotential, Chlorzugabe und Belegung im Verlauf eines Tages.



Redoxpotential-Registriergerät

#### 4.4. Chlorgehalt und Keimzahlen

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Chlorgehalt und Keimzahlen bei B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub>

Chlorgehalt mg/l	Anzahl Messresultate	Gesamtkeimzahl pro ml				
		<10	10-19	20-29	30-39	>40
<0,2	20	2	8	4	2	4
0,2-0,3	18	8	6	2	1	1
0,3-0,4	9	7	1	1	0	0
>0,4	7	7	0	0	0	0

Tabelle 1 zeigt den erwarteten Zusammenhang zwischen Chlorgehalt und den Keimzahlen: Je höher der Gehalt an freiem Chlor im Badewasser, desto kleiner war die Gesamtkeimzahl, und umgekehrt. Dagegen lässt sich einem bestimmten Chlorgehalt nur schwerlich eine Keimzahl zuordnen, da nicht nur der Gehalt an freiem Chlor für die desinfizierende Wirkung massgebend ist, und zudem die Belegung sowie der Verschmutzungsgrad immer stark variierten.

#### 4.5. Redoxpotential und Keimzahlen

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Redoxpotential und Keimzahlen bei Messstelle B<sub>1</sub>

Redoxpotential in mV	Anzahl Messresultate	Gesamtkeimzahl pro ml				
		<10	10-19	20-29	30-39	>40
<600	3	0	1	1	1	0
600-640	9	0	4	2	1	2
650-690	8	5	2	0	1	0
>700	8	6	2	0	0	0

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, konnte zwischen Redoxpotential und Keimzahlen ein noch deutlicherer Zusammenhang festgestellt werden als zwischen Chlorgehalt und Keimzahlen. Somit konnte die schon von mehreren Autoren belegte Feststellung bestätigt werden, dass das Redoxpotential ein besseres Mass für die Wirksamkeit der Chlorung darstellt als das freie Chlor.

#### 4.6. Chlorgehalt und Redoxpotential

Die Abbildung 5 zeigt die klare Abhängigkeit zwischen dem Chlorgehalt und dem Redoxpotential. Je höher der Gehalt an freiem Chlor, desto höher ist das Redoxpotential. Für das untersuchte Schwimmbad lassen sich die folgenden Beziehungen aufstellen: Solange das Redoxpotential über +500 mV liegt, ist freies Chlor vorhanden. Um aber ein Redoxpotential von +700 mV zu erreichen, muss der Gehalt an freiem Chlor mindestens 0,2 mg/l betragen. Diese erhaltenen Resultate sind in der Literatur erwiesen.

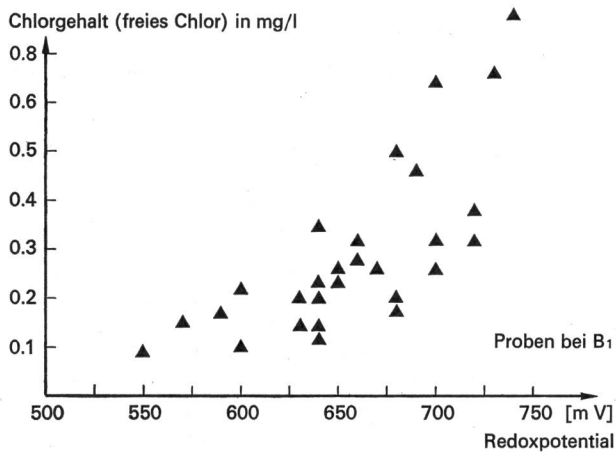


Abbildung 5

Zusammenhang zwischen dem Gehalt an freiem Chlor und dem Redoxpotential

#### 4.7. Chlorgehalt und Reizwirkungen

Abbildung 6 zeigt die Resultate der Schülerumfrage bezüglich Augenreizungen; diese Umfrage, die bei über tausend Schülern durchgeführt wurde, bestätigte den erwarteten Zusammenhang zwischen Chlorgehalt und Augenreiz. *Mit einer Abnahme der Chlorkonzentration im Badewasser haben auch die Klagen über Augenreizungen abgenommen.* Der grösste Zusammenhang konnte mit dem *gebundenen Chlor* gefunden werden. Die Gesamtchlormenge wiederum zeigte eine grössere Abhängigkeit mit dem Augenreiz als das freie Chlor.

Der Grad dieser Abhängigkeit wurde statistisch mit dem *Chi-Quadrat-Test* bestimmt. Die Auswertung ergab folgende  $\text{Chi}^2$ -Werte:

Zusammenhang gebundenes Chlor – Augenreiz  $\text{Chi}^2 = 75,8$   
 Zusammenhang Gesamtchlormenge – Augenreiz  $\text{Chi}^2 = 69,6$   
 Zusammenhang freies Chlor – Augenreiz  $\text{Chi}^2 = 55,6$

Der Grad des Zusammenhanges ist bei allen drei Beziehungen auf dem 0,1-Prozent-Niveau signifikant, das heisst der Zusammenhang ist gesichert mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,9 Prozent.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Augenreizungen beim Schwimmen im gechlorten Wasser hauptsächlich vom gebundenen Chlor und damit von den Chloraminen, und weniger vom freien Chlor verursacht werden. Diese chlorierten Stickstoffverbindungen entstehen durch Reaktion zwischen dem zur Desinfektion zugesetzten freien Chlor und dem aus der Zersetzung von Harnstoff stammenden Ammoniak. Der deutliche Einfluss vom gebundenen Chlor konnte trotz des im Badewasser ständig ziemlich hohen und relativ konstanten Gehaltes an gebundenem Chlor erfasst werden. Er schwankte meistens zwischen 0,3 und 0,5 mg/l. Der Bereich des freien Chlors schwankte hingegen zwischen 0,1 und 0,7 mg/l und ergab gesamthaft gesehen eine geringere Abhängigkeit.

Bei einem relativ kleinen Gehalt an gebundenem Chlor (unter 0,35 mg/l) empfanden nur 11 Prozent der Schüler einen starken Augenreiz. 53 Prozent konnten keinen Reiz feststellen. *Bei einem hohen Gehalt an gebundenem Chlor (über 0,45 mg/l) empfanden hingegen 35 Prozent der Schüler einen starken Augenreiz, und nur noch 28 Prozent konnten keinen Reiz feststellen.* Die Augenreizungen werden also hauptsächlich durch Verbindungen verursacht, die erst im Wasser aus Chlor und den von den Badegästen stammenden Verschmutzungen entstehen.

Aus zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen ging hervor, dass die Augenreizungen in noch grösserem Masse vom pH-Wert als von der Chlorkonzentration des Badewassers abhängig sind. Bei der Untersuchung in der genannten Schulschwimmanlage lagen die pH-Werte immer zwischen 7,2 und 7,4 und hatten somit kaum einen Einfluss auf die unterschiedlichen Reizwirkungen.

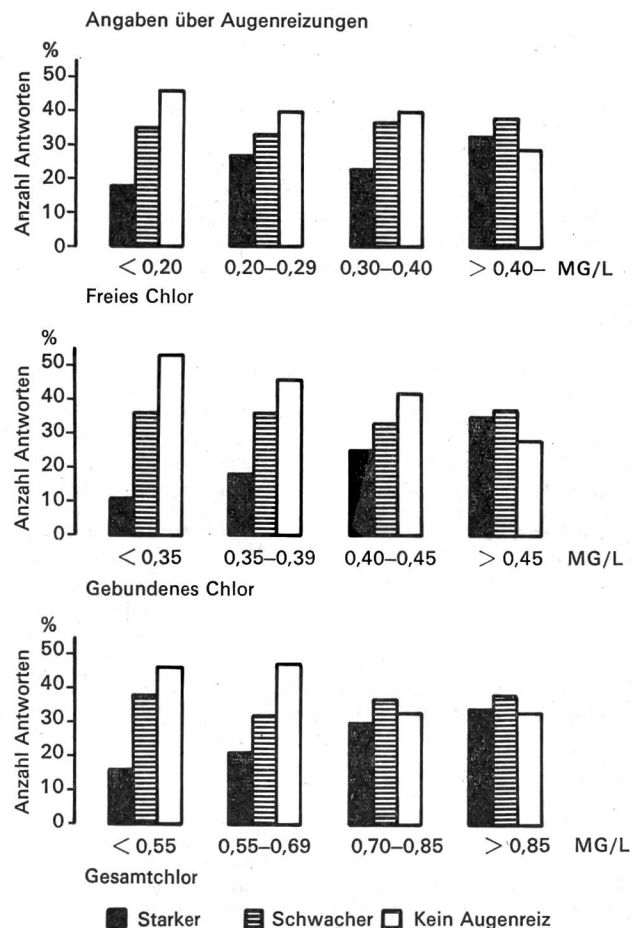


Abbildung 6

Angaben der Schüler über Augenreizungen bei verschiedenen Chlorkonzentrationen. Die Antworten sind gruppiert nach dem jeweiligen Gehalt an freiem Chlor, gebundenem Chlor und Gesamtchlor. Die Abhängigkeit der Aussagen über Reizungen ist beim gebundenen Chlor (Chloramine) bedeutend grösser als beim freien Chlor.

## 5. Schlussfolgerungen

Das Wasser des untersuchten Schwimmbads war während der ganzen Versuchsdauer in einem *bakteriologisch einwandfreien Zustand*, dies auch bei der niedrigsten Konzentration von *0,1 mg freiem Chlor/l*. Die gemessenen Gesamtkeimzahlen waren durchwegs gering und lagen weit unterhalb der in den SIA-Richtlinien geforderten Limiten. Dank der Überwachung des Badewassers durch die Chlorüberschuss- und die Redoxpotentialmessung konnte somit die Chlorkonzentration entscheidend reduziert werden, ohne dass die Wasserqualität dabei nachteilig beeinträchtigt wurde.

Die Augenreizungen stammen weit mehr von chlorierten Stickstoffverbindungen, die durch Reaktion zwischen Chlor und den von den Badenden eingebrachten Verschmutzungsstoffen (vor allem Harnstoff) entstehen, als von dem zur Desinfektion zugegebenen freien Chlor.

Durch die nachstehend aufgeführten Punkte kann der *Augenreiz beträchtlich verringert werden*:

- *Peinliche Reinhaltung der ganzen Schwimmanlage und grösstmögliche Herabsetzung der Verschmutzung des Badewassers mit organischen Substanzen.* (Das Schwimmbad ist kein Reinigungsbad!) Mit Nachdruck muss auf die Folgen der Verunreinigung durch Harnstoff hingewiesen werden. Dies führt zu Chloraminbildung und somit zu den unerwünschten Reizwirkungen. Die Dusche vor dem Bade darf nicht länger nur eine symbolische Handlung darstellen. Durch eine gründliche Reinigung des *ganzen* Körpers vor dem Bade mit warmem Wasser und Seife lässt sich diese Verunreinigung beträchtlich verringern. Auch sollte die Badekleidung regelmässig gewaschen werden.
- *Optimal arbeitende Wasseraufbereitungsanlage mit guten Überwachungs- und Steuerungsmöglichkeiten.* Es muss täglich *genügend Frischwasser* zugesetzt werden und der pH-Wert (Säuregrad) des Badewassers kontrolliert werden.
- *Reduktion des Chlorgehaltes und Verhinderung von Überchlorung durch eine kontinuierliche Überwachung des Chlorgehaltes durch eine Redoxpotential- oder eine Chlorüberschussmessung.* Damit lässt sich die Handhabung der Anlage vereinfachen, die Betriebssicherheit erhöhen und vor allem der Chlorgehalt entscheidend reduzieren, ohne dass sich die Wasserqualität verschlechtert. Die Investition einer Redoxpotential- oder Chlorüberschussmessung lohnt sich auf jeden Fall, ist auf die Dauer sogar wirtschaftlicher und sollte in keiner chlorierten Schwimmanlage fehlen.

Die Badegäste haben somit ebenfalls einen wesentlichen Beitrag für die Qualität des Schwimmbadwassers zu leisten. Bei einer möglichst geringen Schutzbelastung kann mit jeder gut funktionierenden Wasseraufbereitungsanlage und allen gebräuchlichen Desinfektionsmitteln eine hygienisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit erreicht und die Reizwirkungen auf einem erträglichen Masse gehalten werden. Die notwendigen technischen Einrichtungen für die Kontrolle des Badewassers und dessen Desinfektion müssen allerdings vorhanden sein.

## 6. Zusammenfassung

In einer Schulschwimmanlage wurden bei vergleichbaren Belegungen die Keimzahlen im Wasser in Abhängigkeit des Chlorgehaltes bestimmt. Je höher der Gehalt an freiem Chlor, desto niedriger waren die Keimzahlen; auch bei der niedrigsten Konzentration von 0,1 mg freiem Chlor pro Liter Wasser war die bakteriologische Qualität des Wassers einwandfrei. Eine parallel zu den bakteriologischen Untersuchungen durchgeführte Befragung der Schüler ergab einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem Chlorgehalt im Wasser (vor allem vom gebundenen Chlor) und den Angaben über Augenreiz. Bei einem hohen Gehalt an gebundenem Chlor (über 0,45 mg/l) klagten 35 Prozent der befragten Schüler über Augenreizungen, während bei einem niedrigen Gehalt (unter 0,35 mg/l) nur 11 Prozent Augenreiz empfanden und 53 Prozent keinen Reiz feststellten. Für ein hygienisch einwandfreies Badewasser in Schulschwimmanlagen genügen 0,1 bis 0,2 mg freies Chlor pro Liter Wasser; bei einer kontinuierlichen Überwachung des Chlorgehaltes durch eine Redox- oder Chlorüberschussmessung können Überdosierungen und damit auch unerwünschte Reizwirkungen, wie sie bei Handsteuerungen immer wieder vorkommen, vermieden werden.

### Nombre de bactéries par rapport à la teneur en chlore dans une piscine scolaire

#### (résumé)

On a procédé dans une piscine scolaire à la détermination du nombre de bactéries par rapport à la teneur en chlore de l'eau, et ceci dans des conditions d'affluence comparables. Plus la teneur en chlore libre était élevée, plus basse était la quantité de bactéries; même avec des concentrations de chlore libre minimales de l'ordre de grandeur de 0,1 mg/l, les propriétés bactériologiques de l'eau étaient impeccables. Parallèlement, un questionnaire distribué aux élèves montrait la relation entre la teneur en chlore et les douleurs oculaires (surtout pour une haute teneur en chlore lié). Lorsque cette teneur dépassait 0,45 mg/l, 35 pour cent des élèves questionnés se plaignaient de douleurs aux yeux, alors qu'une teneur en-dessous de 0,35 mg/l n'importunait plus que 11 pour cent des élèves, 53 pour cent ne ressentant à ce moment rien du tout. Pour satisfaire les besoins hygiéniques d'un bain scolaire, 0,1 à 0,2 mg de chlore libre suffisent; en effectuant des contrôles fréquents de cette teneur en chlore par des mesures du potentiel Redox ou de l'excès de chlore, on peut éviter les surdosages et les irritations qui les accompagnent, et qui, malheureusement, arrivent si fréquemment.

(Literatur beim Verfasser)

Adresse des Autors:

Max Werner, dipl. Turnlehrer ETH,  
Chröpflistrasse 25  
8180 Bülach