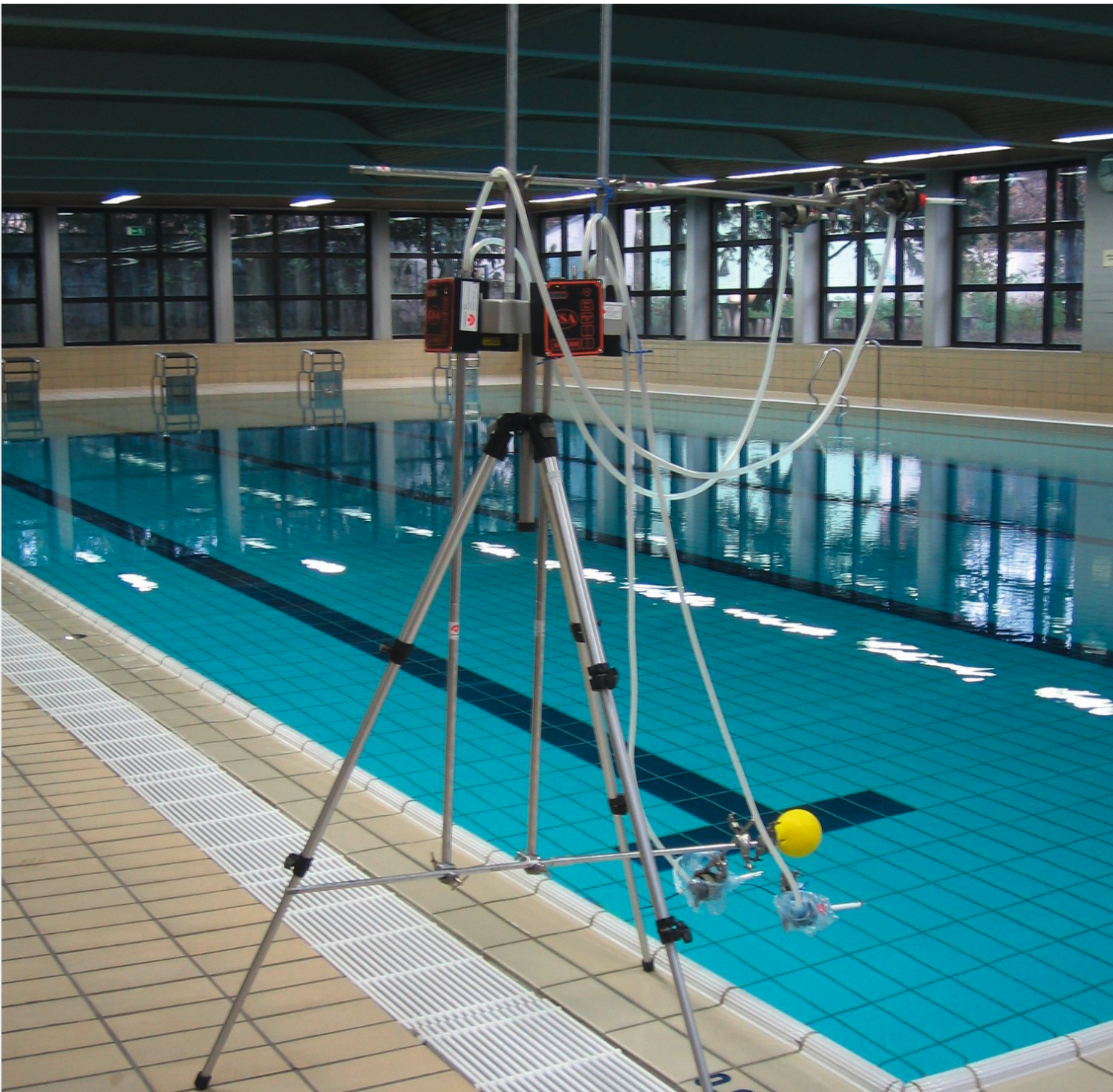


Forschungsprojekt  
**Trichloramin in Bädern**





## Forschungsprojekt **Trichloramin in Bädern**

**Herausgeber**  
Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung (DGUV)

Mittelstraße 51  
10117 Berlin  
Tel.: 030 288763800  
Fax: 030 288763808  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Ausgabe April 2009

Nachdruck auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

# Vorwort

Jedem Badegast ist der typische „Chlorgeruch“ in Schwimmhallen präsent. Ursache hierfür ist der Stoff Trichloramin, der für die bekannten Reizungen an Augen und Atemwegen verantwortlich gemacht wird.

Im europäischen Ausland, insbesondere sind hier Frankreich, Belgien, Großbritannien sowie die Niederlande zu nennen, befasst man sich bereits seit längerer Zeit intensiv mit den auftretenden Expositionen von Trichloramin in der Luft von Hallenbädern und deren gesundheitlichen Wirkungen. In der Öffentlichkeit wurde besonders die im Dezember 2000 publizierte Studie von Prof. Bernard von der katholischen Universität von Louvain wahrgenommen, wonach bei Schulkindern ein Zusammenhang zwischen einem häufigen Schwimmbadbesuch und dem Auftreten von Asthma besteht.

In Deutschland liegen hierzu bisher noch verhältnismäßig wenige Erkenntnisse vor. Die gesetzlichen Unfallversicherungsträger in Deutschland haben als wichtige Aufgaben den Ursachen von arbeitsbedingten Gefahren für Leben und Gesundheit nachzugehen und mit allen geeigneten Mitteln Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu verhüten. Neben den Beschäftigten in Bädern, die gegenüber Trichloramin exponiert sein können - im wesentlichen sind hier Meister und Fachangestellte für Bäderbetriebe sowie Therapeuten zu nennen - sind darüber hinaus Lehrkräfte und Schüler während des Schulschwimmens zu berücksichtigen.

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) als Spitzenverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften und der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand hat in Wahrnehmung seiner Aufgaben, gemeinsame Maßnahmen seiner Mitglieder zu koordinieren sowie Forschung auf dem Gebiet der Prävention zu betreiben, im Jahr 2005 ein Forschungsprojekt „Trichloramin in Bädern“ mit dem Ziel initiiert, die Expositionen gegenüber Trichloramin in Bädern zu ermitteln und zu bewerten sowie Empfehlungen zur Minimierung der Belastungen abzuleiten.

Das Forschungsprojekt wurde von der Abteilung „Sicherheit und Gesundheit“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) in Zusammenarbeit mit dem Sachgebiet „Bäder“ der Fachgruppe „Bildungswesen“ der DGUV ausgearbeitet. Das Analysenverfahren wurde vom Institut für Arbeitsschutz (BGIA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung entwickelt. Ebenso wurden vom BGIA die Probenahme- und Messgeräte zur Verfügung gestellt. In diesem Institut wurden auch sämtliche Analysen sowie die Zusammenführung der Betriebs-, Expositions- und Messdaten vorgenommen sowie die Aufbereitung der Daten wesentlich unterstützt.

Die Expositionsmessungen sowie die Erfassung der betrieblichen Randbedingungen wurden in den Jahren 2006 und 2007 von folgenden Institutionen durchgeführt:

- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
- Institut für Arbeitsschutz (BGIA)
- Unfallkasse Nordrhein-Westfalen
- Bayerischer Gemeindeunfallversicherungsverband
- Gemeinde-Unfallversicherungsverband Hannover
- Gemeinde-Unfallversicherungsverband Oldenburg
- Unfallkasse Sachsen-Anhalt
- Unfallkasse Hessen
- Unfallkasse Thüringen
- Unfallkasse Rheinland-Pfalz
- Unfallkasse Nord
- Berufsgenossenschaft der Gas-, Fernwärme- und Wasserwirtschaft
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

Ein besonderer Dank geht an den Bayerischen Gemeindeunfallversicherungsverband und an die Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, die neben dem aktiven personellen Einsatz mit erheblichen Projektmitteln am Erfolg dieses Projektes beigetragen haben, Frau Engel und Herrn Dr. Breuer vom Institut für Arbeitsschutz für die Durchführung der Analysen und Frau Schmoll von der Unfallkasse Nordrhein-Westfalen für die Ausarbeitung dieser Publikation.

München, im März 2009

Dr. Robert Kellner, Projektkoordinator

# Trichloramin in der Schwimmhallenluft

Bärbel Schmoll\*, Dr. Robert Kellner, Dr. Dietmar Breuer, Martin Buxtrup, Carina Engel, Günther Fliedner, Dr. Ursula Franke, Claudia Friedrich, Dr. Arndt Geilenkirchen, Rainer van Gelder, Dr. Heinz-Dieter Neumann, Dr. Rainer Radtke, Dagmar Richter, Ulrich Salvadori, Frank Spreckelsen, Sonja Stöcker, Ingrid Thullner, Birte Weber, Wolfgang Wegscheider, Dr. Birgit Wimmer, Reinhold Zirbs.

## 1 EINLEITUNG

Nach dem Infektionsschutzgesetz<sup>1</sup> muss Schwimm- und Badebeckenwasser in öffentlichen und Therapie-Bädern so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit durch Krankheitserreger nicht zu erwarten ist.

Zur Erfüllung dieser Anforderung muss wegen der ständigen mikrobiellen Kontamination durch Badegäste eine geeignete Aufbereitung und Desinfektion des Schwimm- und Badebeckenwassers erfolgen.

Die wirkungsvollste Desinfektion und deshalb auch am häufigsten angewendete ist die Chlorung, bei der sich jedoch als Reaktionsnebenprodukt Chloramine bilden. Chloramine entstehen bei der Reaktion von hypochloriger Säure mit stickstoffhaltigen Verbindungen<sup>2</sup> wie z.B. Harnstoff, Aminosäuren, Kreatinin, die durch Elution aus der Haut sowie durch Urin und Schweiß von den Badegästen in das Wasser eingebracht werden.

Stickstoffhaltige Verbindungen im Beckenwasser reagieren mit hypochloriger Säure zu Mono-, Di- und Trichloramin. Sie werden zusammen mit weiteren chlorierten Stickstoffverbindungen unter dem Begriff „gebundenes Chlor“<sup>3</sup> zusammengefasst. Da das Trichloramin eine geringe Wasserlöslichkeit aufweist, verflüchtigt es sich schnell aus dem Wasser in die Luft<sup>4</sup>. Es ist verantwortlich für den so genannten „Chlorgeruch“ in der Schwimmhalle.

Zur Vermeidung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen wurden für die BRD Grenzwerte für Schwimm- und Badebeckenwasser in der nationalen Norm DIN 19643<sup>5</sup> „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser, Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ festgeschrieben. Hiernach darf die Konzentration von gebundenem Chlor in Rein- und Beckenwasser 0,2 mg/l nicht überschreiten, womit die BRD in Europa mit Abstand den geringsten Gehalt an gebundenem Chlor im Beckenwasser zulässt (siehe **Anhang**).

In mehreren ausländischen Studien (Belgien<sup>6</sup>, Niederlande<sup>7</sup>, Frankreich<sup>8</sup> und Großbritannien<sup>9</sup>) wurde ein Zusammenhang zwischen Chloraminen in der Schwimmhallenluft und dem Auftreten von akuten Reizwirkungen der Atemwege sowie von Asthma<sup>10</sup> hergestellt. In Frankreich wurde ein Grenzwert von 0,5 mg/m<sup>3</sup> für Trichloramin in der Luft vorgeschlagen<sup>8</sup>.

In der Bundesrepublik Deutschland liegen dagegen bisher nur wenige beispielhafte Expositionsdaten über die Trichloraminkonzentration in Schwimmhallen vor. In erster Linie sind hier die durchgeführten Messungen des Umweltbundesamtes zu nennen<sup>11</sup>.



## 2 PROJEKTBE SCHREIBUNG

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung hat ein Forschungsprojekt „Trichloramin in Bädern“ mit dem Ziel initiiert, die Expositionen gegenüber Trichloramin in der Luft von Schwimm- und Badehallen in einer repräsentativen Erhebung zu ermitteln und zu bewerten.

### 2.1 PROJEKTGEGENSTAND UND -ZIEL

In diesem Forschungsprojekt wurden die Expositionen sowohl der Beschäftigten als auch der Bade Gäste gegenüber Trichloramin in der Raumluft ermittelt und bewertet. In erster Linie wurden die Expositionen in Bädern ermittelt, die für die Öffentlichkeit zugänglich sind, also Hallenbäder, Erlebnisbäder und Thermalbäder. Ein weiterer Gegenstand in diesem Projekt war die Expositionssituation in Therapiebädern von Einrichtungen des Gesundheitswesens und in Schulbädern an allgemeinbildenden Schulen. Insgesamt wurden in die Erhebung 48 Hallenbäder, 27 Erlebnisbäder, 11 Therapiebäder, 2 Thermalbäder und 4 Schulbäder, in der Summe 92 Bäder, einbezogen, siehe **Diagramm 1**:

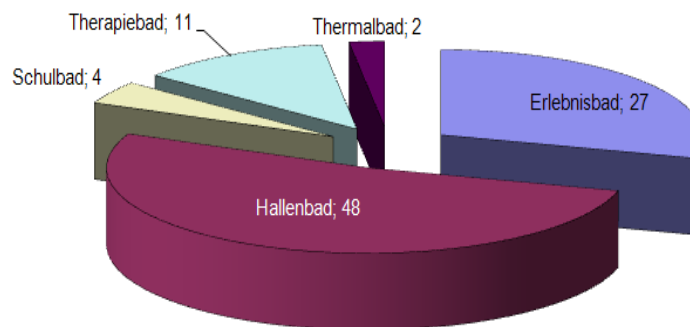


DIAGRAMM 1: UNTERSUCHTE BÄDER IM RAHMEN DES PROJEKTS „TRICHLORAMIN IN BÄDERN“

### 2.2 PROJEKTTEILNEHMER

Das Projekt wurde von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), Abteilung Sicherheit und Gesundheit, in Zusammenarbeit mit dem Sachgebiet „Bäder“ der Fachgruppe „Bildungswesen“ der DGUV ausgearbeitet. Das Analysenverfahren wurde vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung entwickelt. Die Expositionsmessungen sowie die Erfassung der betrieblichen Randbedingungen wurden in den Jahren 2006 und 2007 von den beteiligten Unfallversicherungsträgern durchgeführt.

An dem Projekt nahmen folgende Institutionen teil:

- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
- Institut für Arbeitsschutz (BGIA)
- Unfallkasse Nordrhein-Westfalen
- Bayerischer Gemeindeunfallversicherungsverband
- Gemeinde-Unfallversicherungsverband Hannover
- Gemeinde-Unfallversicherungsverband Oldenburg

- Unfallkasse Sachsen-Anhalt
- Unfallkasse Hessen
- Unfallkasse Thüringen
- Unfallkasse Rheinland-Pfalz
- Unfallkasse Nord
- Berufsgenossenschaft der Gas-, Fernwärme- und Wasserwirtschaft
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

## 2.3 DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

Die Probenahme erfolgte stationär am Beckenrand in 20 cm Höhe (gemessen an der Ansaugöffnung des Probenträgers) über der Wasseroberfläche zur Erfassung der Expositionen der Beckennutzer und in 150 cm Höhe über dem Boden am Beckenrand zur Erfassung der Expositionen der Wasseraufsicht (Worst-Case-Betrachtung). Wegen der Möglichkeit des Eindringens von Beckenwasser bei der Probenahme 20 cm über der Wasseroberfläche wurde in dieser Höhe grundsätzlich eine Doppelbestimmung durchgeführt.



BILD 1: PROBENAHMESTATION



BILD 2: PROBENAHMEKOPF



BILD 3: PERSONENGETRAGENE PROBENAHME

Konnte bei tief liegendem Wasserspiegel der Abstand von 20 cm des Probenahmekopfes zur Wasseroberfläche nicht realisiert werden, wurde bei der Messung der reale größere Abstand dokumentiert.

Weiterhin erfolgte eine personengetragene Messung zur Bestimmung der Expositionen von Beschäftigten, die sich in der Halle aufgehalten haben. Hierzu wurde der Probenträger im Atembereich mit Hilfe eines Gurtes an der Person befestigt. Diese Person verrichtete ihre Tätigkeit während der Probenahme wie gewohnt.

## 2.4 BESCHREIBUNG DER BÄDER UND EXPONIERTE PERSONEN

### 2.4.1 BÄDERARTEN

Gegenstand des Projektes waren Bäder, in denen Versicherte der gesetzlichen Unfallversicherung gegenüber Trichloramin in der Luft von Schwimm- und Badehallen belastet sein können. Im Wesentlichen sind das Erlebnis-, Hallen-, Schul-, Therapie- und Thermalbäder.

**Erlebnisbäder** sind hauptsächlich auf Erholung und den Spaß der Badegäste ausgelegt und enthalten meist außergewöhnliche Becken (z.B. Becken mit Wellenanlagen, Strömungskanal), Whirlpools, sowie verschiedene Wasserattraktionen wie z.B. Wasserrutschen und Wildwasserkanäle.

**Hallenbäder** bieten im allgemeinen ein oder mehrere Becken, z.B. Schwimmerbecken und Nichtschwimmerbecken, gelegentlich auch ein Sprungbecken. Wasserattraktionen sind nur selten anzutreffen.

**Schulbäder** sind in der Regel ausschließlich dem Schwimmen im Rahmen des Schulunterrichtes vorbehalten. Mit einem Becken zumeist unter 25 m Länge sind sie relativ klein.

In **Therapiebädern** werden Maßnahmen zur Behandlung von Krankheiten und Verletzungen durchgeführt. Sie sind üblicherweise Kranken- oder Kurhäusern angegliedert.

**Thermalbäder** werden ebenfalls zu therapeutischen Zwecken genutzt. Sie bieten gegenüber Therapiebädern mehrere Schwimm- oder Badebecken mit verschiedenen Temperaturstufen. Die Becken werden mit Wasser aus einer Thermalquelle gespeist.

Das älteste Bad, in dem die Exposition gegenüber Trichloramin gemessen wurde, war 1955 und das jüngste Bad 2006 in Betrieb gegangen.

### 2.4.2 WASSERAUFBEREITUNG UND DESINFEKTION

In 17 Bädern erfolgte die Wasseraufbereitung mit einer Verfahrenskombination mit Ozonstufe, in 33 Bädern mit einer Verfahrenskombination mit Adsorption an Aktivkohle, in 2 Bädern mit einer Verfahrenskombination mit Ultrafiltration. In 4 Bädern kam keine der DIN 19643<sup>5</sup> entsprechenden Verfahrenskombination für die Wasseraufbereitung zur Anwendung.

Die Desinfektion wurde in 2 Bädern mit Calciumhypochlorit, 13 Bädern mit gebrauchsfertiger Natriumhypochloritlösung (Chlorbleichlauge), 62 Bädern mit Chlorgas, 9 Bädern mit über Membran-Elektrolyse hergestelltem Natriumhypochlorit und in 5 Bädern mit über Durchfluss-Elektrolyse hergestelltem Natriumhypochlorit vorgenommen.

### 2.4.3 LÜFTUNG

Raumlufttechnische Anlagen waren bis auf ein Bad in allen Bädern vorhanden. Die Luftführung erfolgte zum überwiegenden Teil vom Boden (Zuluft) im Fensterbereich zur Decke (Abluft). In 6 Bädern wurde die Luft nicht im Fensterbereich, sondern in der Hallenmitte zugeführt. In 5 Bädern wurde die Luft nicht an der Hallendecke, sondern in der Hallenmitte abgeführt. Eine Tangentiallüftung mit Zu- und Abluft im Deckenbereich war in 13 Bädern vorhanden.



## 2.4.4 EXPONIERTE PERSONEN

Exponierte Versicherte in Bädern sind im Wesentlichen das Aufsichtspersonal in Schwimm- und Badehallen, Schüler und Lehrkräfte während des schulischen Schwimmunterrichtes sowie Therapeuten während der Durchführung von Heilbehandlungen im Wasser. Mit dem Aufenthalt einer Schichtlänge über einen Zeitraum von 8 Stunden in einer Schwimmhalle ist das Aufsichtspersonal zeitmäßig am stärksten belastet. Ihre Exposition wurde mit der Probenahme in 150 cm Höhe bzw. der personenge-tragenen Messung ermittelt. Gleiches gilt für Lehrkräfte und Therapeuten mit Ausnahme der Expositi- onszeiten, die bei Lehrkräften mit ca. 3x45 Minuten je Woche erheblich geringer sind. Die Expositi- onszeiten der Therapeuten sind abhängig von Patientenzahl und Art der anstehenden Anwendungen und können nicht mit einem Durchschnittswert beschrieben werden. Sie sind im Einzelfall zu ermit- teln. Schüler während des Schwimmunterrichts halten sich überwiegend im Becken auf. Ihre Expositi- on ergibt sich aus der Probenahme in 20 cm Höhe über dem Wasserspiegel. Sie sind durchschnitt- lich 1x45 Minuten je Woche exponiert.

## 2.5 PROBENAHE- UND ANALYSENVERFAHREN

Die Proben wurden am Becken möglichst dort genommen, wo mit einer hohen Aerosolbildung zu rechnen war, z.B. in der Nähe von Wasserattraktionen.

Es wurde das Messverfahren für Trichloramin des Instituts für Arbeitsschutz (BGIA-Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“: Stickstofftrichlorid (Kennzahl 8623)) verwendet<sup>12</sup>.

Es wurden Luftproben mit einem Volumenstrom von 1 Liter/Minute mit einer Probenahmedauer von 3 Stunden genommen. Bei einem Probenahmenvolumen von 180 Litern beträgt die Bestimmungsgren- ze 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Verwendet wurden dazu PAS-Pumpen und ein modifizierter GSP-Probenträger (schematische Darstellung siehe **Bild 4**). Der GSP-Kapsel ist ein Vorabscheider (Kieselgel, imprä- gnieret mit Sulfaminsäure) vorgeschaltet, der Monochloramin, Dichloramin, hypochlorige Säure und Ae- rosole abtrennt. Der eigentliche Probenträger (mit Natriumcarbonat/Arsentrioxid in Glycerin imprä- gnierter Glasfaserfilter) in der GSP-Kapsel sammelt dann selektiv das Stickstofftrichlorid und wandelt es bereits am Filter reduktiv in Chlorid um. Hinter dem eigentlichen Filter befindet sich ein zweiter Filter (Sicherheitsfilter), um mögliche Durchbrüche aufzufangen. Das belegte Quarzfaserfilter (und das Sicherheitsfilter) wurden anschließend im Analysenlabor in Reinstwasser eluiert, im Ultraschall- bad behandelt und das erhaltene Eluat nach Entfernung des Arsens ionenchromatographisch quanti- tativ bezüglich Chlorid bestimmt.

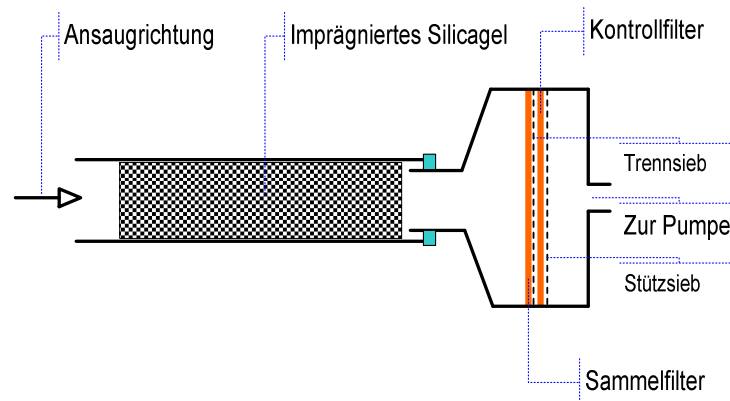


BILD 4: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES PROBENAHEKOPFES

### 2.5.1 ERFASSUNG DER BETRIEBS-, EXPOSITIONS- UND MESSDATEN

Die Erfassung der Betriebs-, Expositions- und Messdaten erfolgte mit der im Messsystem der UV-Träger zur Gefährdungsermittlung (BGMG) eingeführten OMEGA-Software und einem speziell für dieses Projekt entwickelten Zusatzerhebungsbogen.

Während der eigentlichen Probenahme wurden vor Ort folgende betriebliche Parameter und Messgrößen ermittelt:

- Abmessungen der Schwimmhalle und der Becken
- Lüftungstechnische Parameter der Halle
- Klimaparameter innen und aussen
- Anzahl, Art und Technische Daten der vorhandenen Becken einschließlich der Attraktionen
- Wasseraufbereitungsverfahren und physikalisch-chemische Parameter des Beckenwassers
- Beckenbelegung während der Messung

### 3 ERGEBNISSE

Im Rahmen des Projekts wurden 481 bewertbare Datensätze (Messpunkte mit Randbedingungen) generiert. Doppelbestimmungen, z.B. zwei gleichzeitige Proben in 20 cm oder in 150 cm Höhe, wurden dabei jeweils zu einem Messpunkt zusammengefasst. Die Verteilung der Datensätze über die einzelnen Badtypen zeigt **Diagramm 2**:

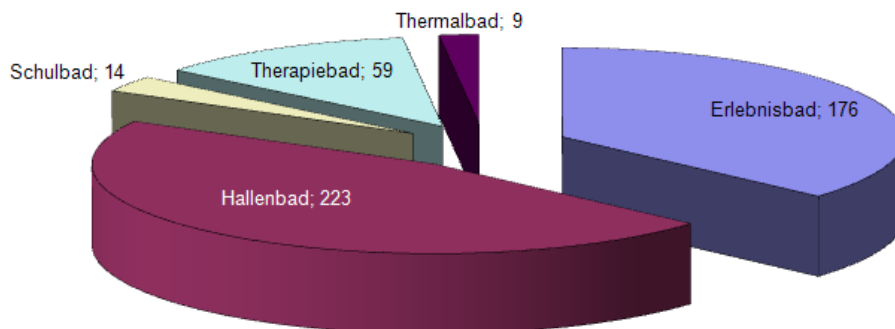


DIAGRAMM 2: VERTEILUNG DER EXPOSITONSDATENSÄTZE ÜBER DIE EINZELNEN BÄDERTYPEN

#### 3.1 MESSERGEBNISSE UND WESENTLICHE RANDBEDINGUNGEN

Die Messergebnisse mit den wesentlichen Randbedingungen sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

##### HINWEISE ZU TABELLE 1

*In der Tabelle 1 wurden nur die zur Bewertung heranziehbaren Datensätze gelistet. Beispielsweise wurden Proben, bei denen die Sammelfilter mit Wasser beaufschlagt waren, nicht berücksichtigt.*

##### ***NO<sub>2</sub>-Messwerte***

*In der Regel betrug das Probenahmenvolumen 180 Liter mit einer Bestimmungsgrenze von 0,06 mg/m<sup>3</sup> bzw. 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Bei einzelnen Messpunkten wurde situationsbedingt oder messtechnisch bedingt ein abweichendes Probenahmenvolumen vorgenommen. In diesen Fällen mit Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze betrugen die Bestimmungsgrenzen 0,043 mg/m<sup>3</sup> bis 0,14 mg/m<sup>3</sup>. Messwerte, die unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze lagen, wurden in der Auswertung mit der halben Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Diese Werte sind in der Tabelle kursiv dargestellt. Bei Doppelmessungen wurde in der Tabelle der Mittelwert angegeben. In der Spalte „Proben Nr.“ sind die Proben aufgeführt, aus denen der Mittelwert gebildet wurde.*

## Luftwechselrate

Die Luftwechselrate (LWR) wurde mit folgender Gleichung errechnet:

$$LWR = \frac{\text{Zuluft} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \times \text{Ausseiluftanteil} [\%]}{100 \times \text{Hallenvolumen} [\text{m}^3]}$$

Aus Übersichtsgründen wurde auf die Auflistung der ermittelten Parameter „Zuluft“ und „Hallenvolumen“ verzichtet.

## Anzahl Becken

Der in der Tabelle eingetragene Wert gibt die gesamte Anzahl der Becken an, die in der Halle vorhanden waren, in der die Luftproben genommen wurden.

## Anzahl Attraktionen

Dieser Wert gibt die Anzahl der ausschließlich in bzw. an dem Becken vorhandenen Attraktionen an, über dessen Wasserspiegel die Luftproben genommen wurden.

## Gebundenes Chlor (Clgeb)

Das gebundene Chlor wurde bestimmt aus der Differenz zwischen Gesamtchlor und freiem Chlor.

## Belegungsichte

Die Belegungsichte wurde berechnet aus der durchschnittlichen Anzahl der Beckennutzer während der Messung bezogen auf das Wasservolumen des Beckens, über dem die Luftproben genommen wurden.

TABELLE 1: MESSERGEBNISSE UND WESENTLICHE RANDBEDINGUNGEN

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle		Messbecken							
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsichte im Wasser [Nutzer/m <sup>3</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NC <sub>h</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
1	1,2	H	100	3,23	1	N	0,02	0,55	0,56	0,01	20	0,225
1	3	H	100	3,23	1	N	0,02	0,55	0,56	0,01	170	0,48
2	1,2	H	100	4,00	1	5	0,06	0,69	0,89	0,2	20	0,845
2	3	H	100	4,00	1	5	0,06	0,69	0,89	0,2	150	0,7
2	4	H	100	4,00	1	5	0,06	0,69	0,89	0,2	adP	0,17
3	1,2	E	100	2,08	4	1	0,11	0,47	N	N	20	0,145
3	3	E	100	2,08	4	1	0,11	0,47	N	N	150	0,13
3	4,5	E	100	2,08	4	4	0,04	0,45	N	N	20	0,95
3	6	E	100	2,08	4	4	0,04	0,45	N	N	150	0,13
4	1,2	Thp	100	7,57	1	N	0,26	0,43	0,47	0,04	150	0,04
4	3,4	Thp	100	7,57	1	N	0,26	0,43	0,47	0,04	20	0,04
4	5	Thp	100	7,57	1	N	0,26	0,43	0,47	0,04	150	0,04
5	1,2	Thp	N	N	1	N	0,39	0,35	0,49	0,14	150	0,065
5	3,4	Thp	N	N	1	N	0,39	0,35	0,49	0,14	20	0,065
5	5	Thp	N	N	1	N	0,39	0,35	0,49	0,14	AufsR	0,065
6	1,2	Thp	100	9,97	1	N	0,44	0,2	0,36	0,16	150	0,04
6	3,4	Thp	100	9,97	1	N	0,44	0,2	0,36	0,16	20	0,04
6	5	Thp	100	9,97	1	N	0,44	0,2	0,36	0,16	AufsR	0,04
6	1	Thp	100	6,82	1	2	0,32	0,45	0,49	0,04	150	0,03
6	2,3	Thp	100	6,82	1	2	0,32	0,45	0,49	0,04	20	0,03
6	4	Thp	100	6,82	1	2	0,32	0,45	0,49	0,04	150	0,05
6	1,3	Thp	100	3,68	1	N	0,20	0,49	0,56	0,07	20	0,07
6	2,4	Thp	100	3,68	1	N	0,20	0,49	0,56	0,07	150	0,07
6	1,4	Thp	100	10,45	2	1	6,74	0,8	0,98	0,18	20	0,038
6	2	Thp	100	10,45	2	1	6,74	0,8	0,98	0,18	150	0,038
6	3	Thp	100	10,45	2	1	6,74	0,8	0,98	0,18	100	0,038

\* H (HALLENBAD); E (ERLEBNISBAD); SCH (SCHULBAD); THP (THERAPIEBAD); THM (THERMALBAD)

\*\* TECH (TECHNIKRAUM); AUFSR (AUFSICHTSRAUM); ADP (AN DER PERSON), N (NICHT ERMITTELT/BESTIMMT)

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsichte im Wasser [Nutzer/m²]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NCB Messwert [mg/m³]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
6	1,2	Thp	100	16,80	1	N	0,08	0,43	0,44	0,01	150	0,038
6	3,4	Thp	100	16,80	1	N	0,08	0,43	0,44	0,01	20	0,038
7	1	E	100	3,68	5	1	0,48	0,51	0,89	0,38	150	0,335
7	2,3	E	100	3,68	5	1	0,48	0,51	0,89	0,38	20	0,43
7	4	E	100	3,68	5	1	0,23	0,51	0,89	0,38	150	0,34
7	6	E	100	N	5	1	0,23	0,51	0,89	0,38	20	0,39
7	7	E	100	N	5	1	0,23	0,51	0,89	0,38	AufsR	0,03
8	1	H	92	3,66	4	N	N	N	N	N	adP	0,1
8	2,4	H	92	3,66	4	1	1,67	0,72	0,85	0,13	20	0,15
8	3	H	92	3,66	4	1	1,67	0,72	0,85	0,13	150	0,1
8	5,6	H	92	3,66	4	N	0,16	0,54	0,74	0,2	20	0,41
8	7	H	92	3,66	4	N	0,16	0,54	0,74	0,2	150	0,1
8	8,9	H	92	3,66	4	2	0,38	0,51	0,64	0,13	20	0,15
8	10	H	92	3,66	4	2	0,38	0,51	0,64	0,13	150	0,2
9	1	H	20	1,04	2	N	N	N	N	N	adP	0,29
9	2,3	H	20	1,04	2	N	0,04	0,64	0,88	0,24	150	0,32
9	4,5	H	20	1,04	2	N	0,04	0,64	0,88	0,24	20	0,49
9	6	H	20	1,04	2	N	0,26	0,59	0,86	0,27	150	0,52
9	7,8	H	20	1,04	2	N	0,26	0,59	0,86	0,27	20	0,86
9	10	H	20	1,04		N	N	N	N	N	Tech	0,14
10	1	H	100	2,03	2	N	N	N	N	N	adP	0,07
10	2,3	H	100	2,03	2	N	0,02	0,44	0,49	0,05	20	0,1
10	4,5	H	100	2,03	2	N	0,02	0,44	0,49	0,05	150	0,08
10	6,8	H	100	2,03	2	N	0,21	0,51	0,6	0,09	20	0,08
10	7,9	H	100	2,03	2	N	0,21	0,51	0,6	0,09	150	0,09
10	10	H	N	N	N	N	N	N	N	N	Tech	0,07
11	1	H	100	5,12	2	N	N	N	N	N	adP	0,24
11	2,4	H	100	5,12	2	N	0,03	0,43	0,63	0,2	150	0,24
11	3,5	H	100	5,12	2	N	0,03	0,43	0,63	0,2	20	0,17
11	6,7	H	100	5,12	2	N	0,37	0,42	0,66	0,24	150	0,31
11	8,9	H	100	5,12	2	N	0,37	0,42	0,66	0,24	20	0,36
11	10	H	N	N	N	N	N	N	N	N	Tech	0,03
12	1	E	N	N	N	N	N	N	N	N	adP	0,03
12	2,3	E	100	2,71	2	2	0,03	0,77	0,79	0,02	150	0,07
12	4,5	E	100	10,78	2	1	0,13	0,63	0,74	0,11	150	0,2
12	6,8	E	100	9,09	3	2	0,06	1	1,05	0,05	150	0,15
12	7,9	E	100	9,09	3	2	0,06	1	1,05	0,05	20	0,19
12	10	E	N	N	N	N	N	N	N	N	Tech	0,03
13	1	Thp	100	6,27	N	1	0,11	0,32	0,43	0,11	150	0,19
13	2,3	Thp	100	6,27	N	1	0,11	0,32	0,43	0,11	20	0,21
13	4	Thp	100	6,27	N	2	0,15	0,3	0,38	0,08	150	0,17

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsichte im Wasser [Nutzer/m²]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NCB Messwert [mg/m³]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
13	5,6	Thp	100	6,27	N	2	0,15	0,3	0,38	0,08	20	0,36
13	7	Thp	100	6,27	N	N	0,07	0,27	0,31	0,04	20	0,09
13	9	Thp	100	6,27	N	N	0,07	0,27	0,31	0,04	150	0,09
13	10	Thp	100	6,27	N	N	0,14	0,22	0,29	0,07	200	0,14
14	1,2	Thp	70	2,80	N	1	0,36	0,44	0,55	0,11	20	0,14
14	3	Thp	70	2,80	N	1	0,36	0,44	0,55	0,11	150	0,11
14	4,5	Thp	70	2,80	N	1	0,05	0,44	0,53	0,09	20	0,31
14	6	Thp	70	2,80	N	1	0,05	0,44	0,53	0,09	150	0,12
14	7,8	Thp	100	13,94	N	1	0,03	0,63	0,66	0,03	20	0,03
14	9	Thp	100	13,94	N	1	0,03	0,63	0,66	0,03	150	0,03
14	10	Thp	70	2,80	N	1	N	N	N	N	adP	0,03
15	1,2	H	100	4,81	N	2	0,04	0,51	0,64	0,13	150	0,05
15	4	H	100	4,81	N	2	0,04	0,51	0,64	0,13	20	0,06
15	5	H	100	4,81	N	1	1,03	0,76	0,88	0,12	150	0,13
15	6,7	H	100	4,81	N	1	1,03	0,76	0,88	0,12	20	0,17
15	8	H	100	4,81	N	N	N	N	N	N	adP	0,03
16	1,3	Thp	100	3,03	N	1	0,16	0,52	0,53	0,01	20	0,22
16	2	Thp	100	3,03	N	1	0,16	0,52	0,53	0,01	150	0,11
16	4,5	Thp	100	3,03	N	2	0,03	0,39	0,4	0,01	20	0,24
16	6	Thp	100	3,03	N	2	0,03	0,39	0,4	0,01	150	0,18
16	7,8	Thp	100	3,03	N	N	0,09	0,58	0,58	N	150	0,025
16	9	Thp	100	3,03	N	N	0,09	0,58	0,58	N	20	0,12
16	10	Thp	100	3,03	N	N	N	N	N	N	adP	0,07
17	1	H	100	5,00	N	N	0,02	0,63	0,69	0,06	150	0,06
17	2,4	H	100	5,00	N	N	0,02	0,63	0,69	0,06	20	0,07
17	3	H	100	5,00	N	N	0,02	0,63	0,69	0,06	150	0,06
17	5,6	H	100	5,00	N	1	0,30	1,09	1,13	0,04	150	0,06
17	7,8	H	100	5,00	N	1	0,30	1,09	1,13	0,04	20	0,11
17	9	H	100	5,00	N	N	N	N	N	N	adP	0,025
18	1,4	Thp	100	9,13	2	4	0,08	1,38	1,5	0,12	150	0,16
18	2,3	Thp	100	9,13	2	4	0,08	1,38	1,5	0,12	20	0,235
18	5	Thp	100	9,13	2	N	N	N	N	N	150	0,025
18	6	Thp	100	9,13	2	N	N	N	N	N	adP	0,025
19	1	E	62	3,76	N	1	0,02	0,56	0,74	0,18	150	0,15
19	2,3	E	62	3,76	N	1	0,02	0,56	0,74	0,18	20	0,165
19	4	E	62	3,76	N	1	0,06	0,53	0,6	0,07	150	0,15
19	5,6	E	62	3,76	N	1	0,06	0,53	0,6	0,07	20	0,135
19	7	E	62	3,76	N	1	0,07	0,49	0,65	0,16	150	0,17
19	8,9	E	62	3,76	N	1	0,07	0,49	0,65	0,16	20	0,195
19	10	E	62	3,76	N	N	N	N	N	N	adP	0,12
20	1,2	E	100	3,33	N	2	0,07	0,62	0,74	0,12	20	0,385

\* H (HALLENBAD); E (ERLEBNISBAD); SCH (SCHULBAD); THP (THERAPIEBAD); THM (THERMALBAD)

\*\* TECH (TECHNIKAUM); AUFSR (AUFSICHTSRAUM); ADP (AN DER PERSON). N (NICHT ERMITTELT/BESTIMMT)



Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechsellrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsichte im Wasser [Nutzer/m <sup>2</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NC <sub>15</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
20	3	E	100	3,33	N	2	0,07	0,62	0,74	0,12	150	0,23
20	4,5	E	100	3,33	N	2	0,06	0,47	0,6	0,13	20	0,095
20	6	E	100	3,33	N	2	0,06	0,47	0,6	0,13	150	0,08
20	7,8	E	100	3,33	N	N	0,02	0,5	0,68	0,18	20	0,12
20	9	E	100	3,33	N	N	0,02	0,5	0,68	0,18	150	0,09
20	10	E	100	3,33	N	N	N	N	N	N	adP	0,025
21	1,2	E	100	2,19	N	1	0,10	0,55	0,61	0,06	20	0,025
21	3,4	E	100	2,19	N	1	0,10	0,55	0,61	0,06	150	0,025
21	5,6	E	100	2,19	N	2	0,01	0,45	0,55	0,1	20	0,1
21	7,8	E	100	2,19	N	2	0,01	0,45	0,55	0,1	150	0,025
21	9	E	100	2,19	N	N	N	N	N	N	adP	0,025
22	1,2	H	100	1,23	N	N	0,04	0,6	0,8	0,2	20	0,105
22	3,4	H	100	1,23	N	N	0,04	0,6	0,8	0,2	150	0,105
22	5	H	100	1,23	N	N	N	N	N	N	AufsR	0,025
23	1	H	5	0,17	N	N	N	N	N	N	AufsR	0,03
23	2,3	H	5	0,17	N	2	0,02	0,31	0,34	0,03	150	0,205
23	4,5	H	5	0,17	N	2	0,02	0,31	0,34	0,03	20	0,375
23	6,7	H	5	0,17	N	2	0,02	0,31	0,34	0,03	150	0,415
23	8,9	H	5	0,17	N	2	0,02	0,31	0,34	0,03	20	0,295
24	1	H	40	1,12	N	N	N	N	N	N	AufsR	0,07
24	2	H	40	1,12	N	1	0,02	0,57	0,7	0,13	150	0,18
24	3,4	H	40	1,12	N	1	0,02	0,57	0,7	0,13	20	0,25
24	5	H	40	1,12	N	N	0,07	0,52	0,73	0,21	150	0,17
24	6,7	H	40	1,12	N	N	0,07	0,52	0,73	0,21	20	0,16
24	8,9	H	40	1,12	N	1	0,56	1	1,18	0,18	20	0,59
24	10	H	40	1,12	N	1	0,56	1	1,18	0,18	150	0,54
25	1	E	20	0,95	N	N	N	N	N	N	adP	0,09
25	2,3	E	20	0,95	N	1	0,03	0,58	0,77	0,19	20	0,15
25	4	E	20	0,95	N	1	0,03	0,58	0,77	0,19	150	0,17
25	5,6	E	20	0,95	N	2	0,14	0,52	0,64	0,12	20	0,18
25	7,8	E	20	0,95	N	2	0,14	0,52	0,64	0,12	150	0,15
25	9,1	E	20	0,95	N	1	0,95	0,67	0,79	0,12	150	0,27
26	1	H	50	1,51	N	N	N	N	N	N	AufsR	0,03
26	2	H	50	1,51	N	N	0,03	0,59	0,71	0,12	150	0,07
26	2,3	H	50	1,51	N	N	0,03	0,59	0,71	0,12	20	0,09
26	5	H	50	1,51	N	1	0,10	0,57	0,71	0,14	20	0,16
26	6,7	H	50	1,51	N	1	0,10	0,57	0,71	0,14	20	0,15
26	8	H	50	1,51	N	N	0,33	0,56	0,72	0,16	20	0,16
26	9,1	H	50	1,51	N	N	0,33	0,56	0,72	0,16	150	0,06
27	1,2	E	10	0,45	N	N	0,04	0,44	0,62	0,18	20	0,24
27	3	E	10	0,45	N	N	0,04	0,44	0,62	0,18	150	0,17
27	4	E	10	0,45	N	N	N	N	N	N	AufsR	0,06
27	5,8	E	10	0,45	N	3	0,02	0,5	0,61	0,11	150	0,13
27	6	E	10	0,45	N	3	0,02	0,5	0,61	0,11	20	0,16

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechsellrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsichte im Wasser [Nutzer/m <sup>2</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NC <sub>15</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
27	9,1	E	10	0,45	N	1	0,25	0,68	0,74	0,06	20	0,19
28	1	E	50	10,20	3	N	N	N	N	N	adP	0,12
28	2	E	50	2,38	3	N	0,02	0,56	0,86	0,3	150	0,11
28	3,4	E	50	2,38	3	N	0,02	0,56	0,86	0,3	20	0,38
28	5	E	50	2,38	3	N	0,03	0,4	0,66	0,26	150	0,29
28	6,7	E	50	2,38	3	N	0,03	0,4	0,66	0,26	20	0,31
28	8	E	50	2,38	3	8	0,07	0,54	0,77	0,23	150	0,24
28	9,1	E	50	2,38	3	8	0,07	0,54	0,77	0,23	20	0,41
28	11	E	50	2,38	3	N	N	N	N	N	Tech	0,49
29	1	H	65	N	1	N	0,08	0,51	0,67	0,16	adP	0,03
29	2	H	65	N	1	N	0,08	0,51	0,67	0,16	150	0,14
29	3,4	H	65	N	1	N	0,08	0,51	0,67	0,16	20	0,08
30	1	E	65	N	1	N	N	N	N	N	adP	0,15
30	2	E	35	1,13	3	1	0,02	0,32	0,47	0,15	150	0,08
30	3,4	E	35	1,13	3	1	0,02	0,32	0,47	0,15	20	0,08
30	5	E	35	3,70	3	N	0,09	0,54	0,77	0,23	150	0,08
30	6,7	E	35	3,70	3	N	0,09	0,54	0,77	0,23	20	0,17
30	8	E	35	1,96	3	5	0,02	0,24	0,45	0,21	150	0,4
30	9,10	E	35	1,96	3	5	0,02	0,24	0,45	0,21	40	0,58
31	1,2	E	100	5,63	3	1	0,02	0,51	0,6	0,09	20	0,11
31	3,4	E	100	5,63	3	1	0,02	0,51	0,6	0,09	150	0,025
31	5,6	E	100	5,63	3	2	0,08	0,48	0,57	0,09	20	0,025
31	7	E	100	5,63	3	N	N	N	N	N	adP	0,025
32	1	E	37	0,73	4	N	N	N	N	N	adP	0,03
32	2,3	E	37	0,73	4	1	0,03	0,5	0,68	0,18	20	0,095
32	4	E	37	0,73	4	1	0,03	0,5	0,68	0,18	150	0,09
32	5,6	E	37	0,73	4	2	0,09	0,36	0,42	0,06	20	0,125
32	7	E	37	0,73	4	2	0,09	0,36	0,42	0,06	150	0,09
32	8,9	E	37	0,73	4	2	0,09	0,36	0,42	0,06	20	0,075
33	1,2	Thp	N	N	1	N	0,17	0,59	0,65	0,06	20	0,03
33	3	Thp	N	N	1	N	0,17	0,59	0,65	0,06	150	0,03
33	4	Thp	N	N	1	N	0,17	0,59	0,65	0,06	adP	0,03
34	1	H	49	3,59	2	N	N	N	N	N	adP	0,15
34	2,3	H	49	3,59	2	N	0,02	0,82	0,93	0,11	20	0,25
34	4	H	49	3,59	2	N	0,02	0,82	0,93	0,11	150	0,22
34	5	H	49	3,59	2	N	0,08	0,75	0,89	0,14	20	0,28
34	6	H	49	3,59	2	N	0,08	0,75	0,89	0,14	150	0,33
35	1,2	Sch	N	N	1	N	0,19	0,46	0,64	0,18	20	0,23
35	3,4	Sch	N	N	1	N	0,19	0,46	0,64	0,18	150	0,285
36	1,2	H	58	4,94	3	1	0,68	0,42	0,56	0,14	20	0,03
36	3	H	58	4,94	3	1	0,68	0,42	0,56	0,14	150	0,03
36	4,5	H	58	4,94	3	1	14,81	0,6	0,72	0,12	20	0,03
36	6	H	58	4,94	3	1	14,81	0,6	0,72	0,12	150	0,03
36	7,8	H	58	4,94	3	N	3,70	0,89	1,02	0,13	20	0,03

\* H (HALLENBAD); E (ERLEBNISBAD); SCH (SCHULBAD); THP (THERAPIEBAD); THM (THERMALBAD)

\*\* TECH (TECHNIKAUM); AUFSR (AUFSICHTSRAUM); ADP (AN DER PERSON); N (NICHT ERMITTELT/BESTIMMT)

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsdichte im Wasser [Nutzer/m <sup>2</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm]**	NC <sub>Cl</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
36	9	H	58	4,94	3	N	3,70	0,89	1,02	0,13	150	0,03
36	10	H	58	4,94	3	N	N	N	N	N	adP	0,03
37	1	H	100	2,98	1	N	0,14	0,34	0,44	0,1	adP	0,03
37	2,3	H	100	2,98	1	N	0,14	0,34	0,44	0,1	20	0,04
37	4	H	100	2,98	1	N	0,14	0,34	0,44	0,1	150	0,03
37	5,6	H	100	2,98	1	N	0,14	0,34	0,44	0,1	20	0,03
37	7	H	100	2,98	1	N	0,14	0,34	0,44	0,1	150	0,08
38	1	Thm	100	5,11	1	1	0,16	0,48	0,7	0,22	adP	0,03
38	2,3	Thm	100	5,11	1	1	0,16	0,48	0,7	0,22	20	0,135
38	4,7	Thm	100	5,11	1	1	0,16	0,48	0,7	0,22	150	0,07
38	5,6	Thm	100	5,11	1	1	0,16	0,48	0,7	0,22	20	0,14
39	1	Thp	100	7,92	1	N	0,12	0,66	0,72	0,06	adP	0,03
39	2,3	Thp	100	7,92	1	N	0,12	0,66	0,72	0,06	20	0,03
39	4	Thp	100	7,92	1	N	0,12	0,66	0,72	0,06	150	0,03
40	1	Thm	60	3,29	2	N	N	N	N	N	adP	0,03
40	2,3	Thm	60	3,29	2	3	0,08	0,53	0,63	0,1	20	0,03
40	4	Thm	60	3,29	2	3	0,08	0,53	0,63	0,1	150	0,03
40	5,6	Thm	60	3,29	2	N	0,13	0,54	0,62	0,08	20	0,03
40	7	Thm	60	3,29	2	N	0,13	0,54	0,62	0,08	150	0,03
41	1	E	30	1,62	4	N	N	N	N	N	adP	0,16
41	2,3	E	30	1,62	4	N	0,04	0,22	0,55	0,33	20	0,48
41	4	E	30	1,62	4	N	0,04	0,22	0,55	0,33	150	0,33
41	5,6	E	30	1,62	4	N	0,04	0,51	0,7	0,19	20	0,75
41	7	E	30	1,62	4	N	0,04	0,51	0,7	0,19	150	0,52
41	8,9	E	30	1,62	4	N	0,30	0,2	0,46	0,26	20	0,66
41	10	E	30	1,62	4	N	0,30	0,2	0,46	0,26	150	0,52
41	11	E	30	1,62	4	N	N	N	N	N	adP	0,24
41	12,13	E	30	1,62	4	N	0,30	0,6	0,8	0,2	20	0,99
41	14	E	30	1,62	4	N	0,30	0,6	0,8	0,2	150	0,76
41	15,16	E	30	1,62	4	4	0,07	0,46	0,68	0,22	20	0,2
41	17,2	E	30	1,62	4	4	0,07	0,46	0,68	0,22	150	0,14
41	18,19	E	30	1,62	4	4	0,07	0,46	0,68	0,22	20	0,24
42	1	E	100	4,86	5	N	N	N	N	N	adP	0,17
42	2,3	E	100	4,86	5	N	0,02	0,3	0,66	0,36	20	0,28
42	4	E	100	4,86	5	N	0,02	0,3	0,66	0,36	150	0,25
42	5,6	E	100	4,86	5	N	0,12	0,34	0,5	0,16	20	0,32
42	7	E	100	4,86	5	N	0,12	0,34	0,5	0,16	150	0,25
42	8,9	E	100	4,86	5	1	0,12	0,33	0,69	0,36	20	0,15
42	10	E	100	4,86	5	1	0,12	0,33	0,69	0,36	150	0,12
42	11	E	100	4,86	5	N	N	N	N	N	adP	0,27
42	12,13	E	100	4,86	5	1	7,78	0,34	0,54	0,2	20	0,31
42	14	E	100	4,86	5	1	7,78	0,34	0,54	0,2	150	0,32

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsdichte im Wasser [Nutzer/m <sup>2</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm]**	NC <sub>Cl</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
42	16	E	100	4,86	5	N	0,20	0,34	0,50	0,16	20	0,42
42	17	E	100	4,86	5	N	0,20	0,34	0,50	0,16	150	0,37
42	18,19	E	100	4,86	5	1	0,02	0,43	0,64	0,21	20	0,36
42	20	E	100	4,86	5	1	0,02	0,43	0,64	0,21	150	0,31
43	1	H	100	5,74	2	N	N	N	N	N	adP	0,03
43	2,3	H	100	5,74	2	1	0,10	0,58	0,76	0,18	20	0,08
43	4	H	100	5,74	2	1	0,10	0,58	0,76	0,18	150	0,03
43	5,6	H	100	5,74	2	1	4,00	0,43	0,63	0,2	20	0,03
43	7	H	100	5,74	2	1	4,00	0,43	0,63	0,2	150	0,03
44	1,2	H	100	4,92	2	1	0,03	0,58	0,72	0,14	20	0,09
44	3	H	100	4,92	2	1	0,03	0,58	0,72	0,14	150	0,03
44	4	H	100	4,92	2	N	N	N	N	N	adP	0,03
44	5,6	H	100	4,92	2	2	0,20	0,54	0,67	0,13	20	0,06
44	7	H	100	4,92	2	2	0,20	0,54	0,67	0,13	150	0,08
45	1,2	E	100	3,44	4	N	0,01	0,66	0,7	0,04	20	0,09
45	3	E	100	3,44	4	N	0,01	0,66	0,7	0,04	150	0,1
45	4	E	100	3,44	4	N	N	N	N	N	adP	0,11
45	5,6	E	100	3,44	4	2	0,13	0,55	0,63	0,08	20	0,34
45	7	E	100	3,44	4	2	0,13	0,55	0,63	0,08	150	0,3
45	8	E	100	3,44	4	1	1,25	0,58	0,72	0,14	20	0,19
45	10	E	100	3,44	4	1	1,25	0,58	0,72	0,14	150	0,11
45	11	E	100	3,44	4	1	1,80	0,51	0,62	0,11	20	0,105
45	13	E	100	3,44	4	1	1,80	0,51	0,62	0,11	150	0,09
45	14	E	100	3,44	4	N	N	N	N	N	adP	0,06
45	15	E	100	3,44	4	2	0,13	0,61	0,68	0,07	20	0,445
45	17	E	100	3,44	4	2	0,13	0,61	0,68	0,07	150	0,36
45	18	E	100	3,44	4	1	1,25	0,49	0,67	0,18	20	0,245
45	20	E	100	3,44	4	1	1,25	0,49	0,67	0,18	150	0,16
46	1,2	E	66	2,58	6	2	1,16	0,65	0,91	0,26	20	0,07
46	3	E	66	2,58	6	2	1,16	0,65	0,91	0,26	150	0,06
46	4,5	E	66	2,58	6	1	4,17	0,78	1,08	0,3	20	0,155
46	6	E	66	2,58	6	1	4,17	0,78	1,08	0,3	150	0,12
46	7	E	66	2,58	6	N	N	N	N	N	adP	0,03
47	1,2	H	90	N	2	N	0,48	0,39	0,56	0,17	20	0,03
47	3	H	90	N	2	N	0,48	0,39	0,56	0,17	150	0,03
47	4	H	90	N	2	N	N	N	N	N	adP	0,03
48	1,2	H	40	2,15	1	N	N	0,55	0,81	0,26	150	0,08
48	3,4	H	40	2,15	1	N	N	0,55	0,81	0,26	20	0,065
48	5	H	40	2,15	1	N	N	0,55	0,81	0,26	adP	0,03
49	1,2	H	100	5,68	1	1	0,04	0,43	0,53	0,1	150	0,11
49	3,4	H	100	5,68	1	1	0,04	0,43	0,53	0,1	20	0,185
49	5	H	100	5,68	1	1	0,04	0,43	0,53	0,1	adP	0,08

\* H (HALLENBAD); E (ERLEBNISBAD); SCH (SCHULBAD); THP (THERAPIEBAD); THM (THERMALBAD)

\*\* TECH (TECHNIKRAUM); AUFSR (AUFSICHTSRAUM); ADP (AN DER PERSON). N (NICHT ERMITTELT/BESTIMMT)

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsichte im Wasser [Nutzer/m <sup>2</sup> ]				Messhöhe [cm] **	NC <sub>16</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
							Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet			
50	1,2,5,6	H	50	2,99	1	1	0,03	0,4	0,58	0,18	150	0,115
50	3,4,7,8	H	50	2,99	1	1	0,03	0,4	0,58	0,18	20	0,228
50	9	H	50	2,99	1	1	0,03	0,4	0,58	0,18	adP	0,09
51	1	H	20	0,28	1	N	0,20	0,38	0,45	0,07	20	0,03
51	2,3	H	20	0,28	1	N	0,20	0,38	0,45	0,07	150	0,03
51	4,6	H	20	0,28	1	1	0,03	0,39	0,46	0,07	20	0,14
51	5	H	20	0,28	1	1	0,03	0,39	0,46	0,07	150	0,06
51	7	H	20	0,28	1	1	0,03	0,39	0,46	0,07	adP	0,03
52	1	Thp	100	4,13	1	2	0,16	0,15	0,4	0,25	150	0,4
52	2,3	Thp	100	4,13	1	2	0,16	0,15	0,4	0,25	20	0,24
52	4	Thp	100	4,46	1	N	0,05	0,15	0,48	0,33	150	0,18
52	6	Thp	100	4,46	1	N	0,05	0,15	0,48	0,33	20	0,68
52	7	Thp	100	4,46	1	N	0,05	0,15	0,48	0,33	adP	0,19
53	1	H	100	4,30	1	N	0,07	0,43	0,53	0,1	150	0,11
53	2,3	H	100	4,30	1	N	0,07	0,43	0,53	0,1	20	0,115
53	4	H	100	4,30	1	N	0,07	0,43	0,53	0,1	adP	0,05
54	1,2	H	50	N	1	1	0,03	0,43	0,68	0,25	40	0,09
54	3	H	50	N	1	1	0,22	0,6	0,85	0,25	150	0,2
54	4,5	H	50	N	1	1	0,22	0,6	0,85	0,25	53	0,19
54	6	H	50	N	1	1	0,22	0,6	0,85	0,25	adP	0,07
55	1	H	100	N	4	2	0,10	0,7	0,91	0,21	150	0,39
55	2	H	100	N	4	2	0,10	0,7	0,91	0,21	35	0,44
55	4	H	100	N	4	N	0,22	0,2	0,69	0,49	150	0,63
55	5	H	100	N	4	N	0,22	0,2	0,69	0,49	20	0,44
55	7	H	100	N	4	2	N	N	N	N	adP	0,42
56	1	H	100	N	3	1	0,08	0,51	0,71	0,2	150	0,19
56	3	H	100	N	3	1	0,08	0,51	0,71	0,2	20	0,2
56	4	H	100	N	3	N	0,11	0,52	0,72	0,2	150	0,16
56	5,6	H	100	N	3	N	0,11	0,52	0,72	0,2	20	0,17
56	7	H	100	N	3	N	N	N	N	N	adP	0,12
57	1	H	30	1,70	3	2	0,18	0,31	0,52	0,21	150	0,2
57	2	H	30	1,70	3	1	0,33	0,81	1,29	0,48	20	0,15
57	3	H	30	1,70	3	N	N	N	N	N	adP	0,03
58	1	H	90	N	1	1	0,06	0,5	0,62	0,12	150	0,14
58	2,3	H	90	N	1	1	0,06	0,5	0,62	0,12	20	0,17
58	4	H	90	N	1	N	0,06	0,62	0,8	0,18	150	0,2
58	5,6	H	90	N	1	N	0,06	0,62	0,8	0,18	20	0,24
58	7	H	90	N	1	1	0,06	0,5	0,62	0,12	adP	0,3
59	1	H	N	N	1	N	0,03	0,58	0,72	0,14	150	0,06
59	2,3	H	N	N	1	N	0,03	0,58	0,72	0,14	56	0,11
60	1	E	100	2,73	3	N	0,03	0,57	0,66	0,09	150	0,22
60	2,3	E	100	2,73	3	N	0,03	0,57	0,66	0,09	20	0,19
60	4	E	100	2,73	3	4	0,04	0,39	0,54	0,15	150	0,14

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsichte im Wasser [Nutzer/m <sup>2</sup> ]				Messhöhe [cm] **	NC <sub>16</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
							Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet			
60	5,6	E	100	2,73	3	4	0,04	0,39	0,54	0,15	68	0,32
60	7	E	100	2,73	3	N	N	N	N	N	adP	0,07
61	1	H	100	N	1		0,05	0,41	0,5	0,09	150	0,28
61	2,3	H	100	N	1		0,05	0,41	0,5	0,09	20	0,23
61	4	H	100	N	1	1	0,32	0,4	0,56	0,16	150	0,4
61	5,6	H	100	N	1	1	0,32	0,4	0,56	0,16	20	0,71
61	7	H	100	N	1	1	0,01	0,48	0,56	0,08	150	0,29
61	8,9	H	100	N	1	1	0,01	0,48	0,56	0,08	20	0,36
61	10	H	100	N	N	N	N	N	N	N	adP	0,11
62	1	H	100	N	1	N	0,02	0,55	0,73	0,18	150	0,03
62	2,3	H	100	N	1	N	0,02	0,55	0,73	0,18	20	0,06
62	4	H	50	N	1	N	0,13	0,43	0,61	0,18	150	0,14
62	5,6	H	50	N	1	N	0,13	0,43	0,61	0,18	20	0,2
62	7	H	N	N	N	N	N	N	N	N	adP	0,03
63	1	H	100	0,30	3	N	0,06	0,56	0,72	0,16	150	0,03
63	2,3	H	100	N	3	N	0,06	0,56	0,72	0,16	40	0,03
63	4	H	100	N	3	N	3,65	0,61	0,7	0,09	150	0,05
63	5	H	100	N	3	N	3,65	0,61	0,7	0,09	37	0,09
64	2,3	E	100	N	3	3	0,03	0,73	0,98	0,25	43	0,17
64	4,5	E	100	N	3	1	0,83	1,18	1,46	0,28	20	0,16
64	6	E	100	N	3	N	N	N	N	N	adP	0,05
64	1,2	E	70	1,21	3	3	0,30	0,27	0,41	0,14	20	0,195
64	3,4	E	70	1,21	3	3	0,30	0,27	0,41	0,14	60	0,225
64	5,6	E	70	1,21	3	3	0,30	0,27	0,41	0,14	150	0,195
64	7,8	E	70	1,21	3	1	2,08	0,98	1,51	0,53	40	0,275
64	9	E	70	1,21	3	1	2,08	0,98	1,51	0,53	150	0,41
64	10	E	70	1,21	3	4	N	N	N	N	adP	0,13
65	1	H	100	3,08	3	1	0,13	0,32	0,65	0,33	150	0,18
65	2,3	H	100	3,08	3	1	0,13	0,32	0,65	0,33	20	0,19
65	5,6	H	100	3,08	3	N	0,19	0,56	0,87	0,31	20	0,225
65	7	H	100	2,48	1	N	0,01	0,74	0,99	0,25	150	0,17
65	8,9	H	100	2,48	1	N	0,01	0,74	0,99	0,25	20	0,28
65	10	H	100	N	N	N	N	N	N	N	adP	0,1
66	1	H	50	N	1	N	0,01	0,23	0,48	0,25	150	0,05
66	2,3	H	50	N	1	N	0,01	0,23	0,48	0,25	60	0,205
66	4	H	50	N	1	N	0,13	0,48	0,71	0,23	150	0,025
66	5,6	H	50	N	1	N	0,13	0,48	0,71	0,23	60	0,025
66	7	H	50	N	1	N	0,01	0,23	0,48	0,25	adP	0,06
67	1	H	100	0,24	1	1	0,03	0,4	0,45	0,05	150	0,12
67	2,3	H	100	0,24	1	1	0,03	0,4	0,45	0,05	20	0,195
67	4	H	100	0,24	1	1	0,03	0,4	0,45	0,05	adP	0,11
68	1,2	E	100	N	5	N	N	0,39	0,41	0,02	20	0,195
68	3	E	100	N	5	N	N	0,39	0,41	0,02	150	0,11

\* H (HALLENBAD); E (ERLEBNISBAD); SCH (SCHULBAD); THP (THERAPIEBAD); THM (THERMALBAD)

\*\* TECH (TECHNIKRAUM); AUFSR (AUFSICHTSRAUM); ADP (AN DER PERSON). N (NICHT ERMITTELT/BESTIMMT)

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegdichte im Wasser [Nutzer/m <sup>2</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NCI <sub>3</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
68	4	E	N	N	5	1	0,52	0,51	0,71	0,2	20	0,42
68	5	E	N	N	5	N	N	N	N	N	adP	0,2
68	6	E	N	N	5	1	0,52	0,51	0,71	0,2	150	0,32
68	7	E	N	N	5	1	0,04	0,41	0,56	0,15	20	0,35
68	8	E	N	N	5	1	0,04	0,41	0,56	0,15	150	0,28
69	1	E	N	N	3	3	0,15	0,52	0,67	0,15	150	0,1
69	2,3	E	N	N	3	3	0,15	0,52	0,67	0,15	20	0,063
69	4	E	N	N	3	1	0,38	0,45	0,6	0,15	150	0,025
69	5,6	E	N	N	3	1	0,38	0,45	0,6	0,15	20	0,063
70	1	H	50	N	2	2	0,38	0,46	0,61	0,15	150	0,16
70	2,3	H	50	N	2	N	0,38	0,46	0,61	0,15	20	0,3
70	4,6	H	50	N	2	N	0,13	0,47	0,62	0,15	150	0,09
70	5	H	50	N	2	N	0,13	0,47	0,62	0,15	20	0,1
71	1,2	E	N	N	3	N	0,07	0,4	0,6	0,2	20	0,145
71	3	E	N	N	3	1	0,26	1	1,2	0,2	20	0,96
71	4	E	N	N	3	1	0,26	1	1,2	0,2	150	0,75
71	5	E	N	N	3	N	0,07	0,4	0,6	0,2	150	0,12
71	6	E	N	N	3	4	0,11	0,4	0,7	0,3	150	0,19
71	7	E	N	N	3	1	0,26	1	1,2	0,2	20	0,96
71	8,9	E	N	N	3	4	0,11	0,4	0,7	0,3	20	0,17
72	2	E	60	2,22	2	1	0,56	0,49	0,66	0,17	150	0,14
72	3	E	60	2,22	2	1	0,56	0,49	0,66	0,17	adP	0,19
72	4	E	60	2,22	2	1	0,56	0,49	0,66	0,17	20	0,21
72	5	E	60	2,22	2	1	0,56	0,49	0,66	0,17	150	0,22
72	6	E	60	2,22	2	1	0,56	0,49	0,66	0,17	adP	0,25
73	1,2	H	25	0,65	1	1	0,07	0,38	0,58	0,2	20	0,03
73	3	H	25	0,65	1	1	0,07	0,38	0,58	0,2	150	0,03
73	4	H	25	0,65	1	1	0,07	0,38	0,58	0,2	adP	0,03
74	1	H	100	8,30	1	1	N	0,41	0,46	0,05	20	0,03
74	2	H	100	8,30	1	1	N	0,41	0,46	0,05	150	0,03
74	3	H	100	4,28	1	1	N	0,39	0,49	0,1	adP	0,03
74	4,5	H	100	4,28	1	1	N	0,39	0,49	0,1	20	0,16
74	6	H	100	4,28	1	1	N	0,39	0,49	0,1	150	0,11
75	1	E	50	N	3	1	21,60	0,63	0,78	0,15	20	0,8
75	2	E	50	N	3	1	21,60	0,63	0,78	0,15	150	0,81
75	3	E	50	2,38	3	1	0,28	0,6	0,73	0,13	adP	0,17
75	5	E	50	2,38	2	1	0,13	0,6	0,73	0,13	20	0,29
75	6	E	50	2,38	2	1	0,13	0,6	0,73	0,13	150	0,24
75	7	E	50	2,38	2	1	1,35	0,6	0,82	0,22	adP	0,24
75	8,9	E	50	2,38	2	1	1,35	0,6	0,82	0,22	20	0,51
75	10	E	50	2,38	2	1	1,35	0,6	0,82	0,22	150	0,33
75	11	E	50	3,36	N	1	N	0,7	0,75	0,05	20	0,43
75	12	E	50	3,36	N	1	N	0,7	0,75	0,05	150	0,35

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle			Messbecken						
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegdichte im Wasser [Nutzer/m <sup>2</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NCI <sub>3</sub> Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
76	1,2	H	15	0,28	2	1	0,18	0,46	0,68	0,22	20	0,26
76	3	H	15	0,28	2	1	0,18	0,46	0,68	0,22	150	0,15
76	6,7	H	15	0,28	2	1	0,03	0,47	0,69	0,22	150	0,2
77	1	H	60	3,93	1	N	0,09	0,41	0,6	0,19	20	0,12
77	2	H	60	3,93	1	N	0,09	0,41	0,6	0,19	20	0,13
77	3,4	H	60	3,93	1	N	0,09	0,41	0,6	0,19	150	0,1
78	1,2	H	30	0,84	2	N	N	0,43	0,52	0,09	20	0,14
78	3	H	30	0,84	2	N	N	0,43	0,52	0,09	150	0,15
78	4,5	H	30	0,84	2	N	N	0,39	0,46	0,07	20	0,21
78	6	H	30	0,84	2	N	N	0,39	0,46	0,07	150	0,14
78	7	H	30	0,84	3	N	N	0,39	0,46	0,07	adP	0,1
79	1,2	H	50	N	4	1	0,03	0,32	0,52	0,2	20	0,08
79	3	H	50	N	4	1	0,03	0,32	0,52	0,2	150	0,06
79	4,5	H	50	N	4	1	0,59	0,49	0,7	0,21	20	0,18
79	6	H	50	N	4	1	0,59	0,49	0,7	0,21	150	0,1
79	7	H	50	N	4	2	N	0,32	0,52	0,2	adP	0,025
80	1,2	Thp	40	N	1	N	0,16	0,43	0,48	0,05	20	0,03
80	3	Thp	40	N	1	N	0,16	0,43	0,48	0,05	150	0,03
80	4,5	H	40	N	1	N	0,05	0,39	0,43	0,04	20	0,03
80	6	H	40	N	1	N	0,05	0,39	0,43	0,04	150	0,03
81	1,2	H	50	1,58	1	1	0,24	0,38	0,6	0,22	20	0,26
81	3	H	50	1,58	1	1	0,24	0,38	0,6	0,22	150	0,14
81	4,5	H	50	13,52	1	N	0,24	0,42	0,65	0,23	20	0,37
81	6	H	50	13,52	1	N	0,24	0,42	0,65	0,23	150	0,22
82	1,2	H	50	1,78	1	1	0,09	0,32	0,44	0,12	20	0,08
82	3	H	50	1,78	1	1	0,09	0,32	0,44	0,12	150	0,08
82	4	H	50	1,78	2	1	N	0,32	0,44	0,12	adP	0,09
82	5,6	H	50	1,78	1	N	0,04	0,43	0,56	0,13	20	0,033
82	7	H	50	1,78	1	N	0,04	0,43	0,56	0,13	150	0,03
83	1,2	Sch	10	0,85	1	N	0,18	0,53	0,7	0,17	20	0,35
83	3	Sch	10	0,85	1	N	0,18	0,53	0,7	0,17	150	0,335
83	4	Sch	10	0,85	1	N	0,18	0,53	0,7	0,17	150	0,32
83	5	Sch	10	0,85	1	N	0,18	0,53	0,7	0,17	adP	0,03
84	1,2	E	50	2,15	5	1	0,01	0,67	0,89	0,22	20	0,175
84	3	E	50	2,15	5	1	0,01	0,67	0,89	0,22	150	0,14
84	4,5	E	55	2,83	5	1	0,10	0,43	0,54	0,11	20	0,225
84	6	E	55	2,83	5	1	0,10	0,43	0,54	0,11	150	0,22
84	7,8	E	50	2,15	5	1	0,58	0,76	0,82	0,06	20	0,195
84	9	E	50	2,15	5	1	0,58	0,76	0,82	0,06	150	0,16
85	1,2	Sch	95	12,20	1	N	0,08	0,52	0,66	0,14	20	0,07
85	3	Sch	95	12,20	1	N	0,08	0,52	0,66	0,14	150	0,085
85	4	Sch	95	12,20	1	N	0,08	0,52	0,66	0,14	150	0,08
85	5	Sch	95	12,20	1	N	0,08	0,52	0,66	0,14	adP	0,03

\* H (HALLENBAD); E (ERLEBNISBAD); SCH (SCHULBAD); THP (THERAPIEBAD); THM (THERMALBAD)

\*\* TECH (TECHNIKAUM); AUFSR (AUFSICHTSRAUM); ADP (AN DER PERSON); N (NICHT ERMITTELT/BESTIMMT)

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle				Messbecken					
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsdichte im Wasser [Nutzer/m <sup>3</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NCI: Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
86	1,2	Sch	20	0,36	1	N	0,04	0,55	0,72	0,17	20	0,03
86	3	Sch	20	0,36	1	N	0,04	0,55	0,72	0,17	150	0,03
86	4	Sch	20	0,36	1	N	0,04	0,55	0,72	0,17	150	0,03
86	5	Sch	20	0,36	1	N	0,04	0,55	0,72	0,17	adP	0,03
87	1,2	H	100	2,78	4	1	0,02	0,5	0,73	0,23	33	0,03
87	3	H	100	2,78	4	1	0,02	0,5	0,73	0,23	150	0,03
87	4,5	H	100	8,57	4	N	0,21	0,51	0,74	0,23	20	0,03
87	6	H	100	8,57	4	N	0,21	0,51	0,74	0,23	150	0,03
87	7	H	100	2,78	4	1	0,83	0,92	1	0,08	150	0,08
87	8	H	100	2,78	4	1	0,02	0,5	0,73	0,23	50	0,03
88	1,2	H	100	2,90	2	1	0,01	0,47	0,69	0,22	20	0,09
88	3	H	100	2,90	2	1	0,01	0,47	0,69	0,22	150	0,05
88	4	H	100	2,90	2	1	0,01	0,47	0,69	0,22	150	0,03
88	5,6	H	100	5,58	2	1	0,02	0,58	0,7	0,12	20	0,09
88	7	H	100	5,58	2	1	0,02	0,58	0,7	0,12	150	0,1

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ *	Halle				Messbecken					
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegungsdichte im Wasser [Nutzer/m <sup>3</sup> ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm] **	NCI: Messwert [mg/m <sup>3</sup> ]
								Cl frei [mg/l]	Cl gesamt [mg/l]	Cl geb [mg/l] berechnet		
88	8	H	100	5,58	2	1	0,02	0,58	0,7	0,12	150	0,09
88	9	H	100	2,90	2	1	0,01	0,47	0,69	0,22	70	0,08
89	1,2	Thp	100	N	1	N	0,46	0,36	0,57	0,21	20	0,08
89	3,4	Thp	100	N	1	N	0,46	0,36	0,54	0,18	150	0,03
90	1	H	20	N	2	N	0,13	0,42	0,56	0,14	150	0,3
90	2	H	20	N	2	N	0,13	0,42	0,56	0,14	20	0,4
90	3	H	20	N	2	1	0,36	0,42	0,56	0,14	150	0,1
90	4	H	20	N	2	1	0,36	0,42	0,56	0,14	20	0,08
91	1	E	N	N	3	N	0,14	0,46	0,75	0,29	150	0,02
91	2	E	N	N	3	N	0,14	0,46	0,75	0,29	20	0,02
91	3	E	N	N	3	1	0,48	0,55	0,79	0,24	150	0,02
91	4	E	N	N	3	1	0,48	0,55	0,79	0,24	20	0,02
92	1	E	100	2,85	4	N	0,08	0,48	0,6	0,12	150	0,03
92	2	E	100	2,85	4	N	0,08	0,48	0,6	0,12	20	0,03

\* H ( HALLENBAD); E (ERLEBNISBAD); SCH (SCHULBAD); THP (THERAPIEBAD); THM (THERMALBAD)

\*\* TECH (TECHNIKRAUM); AUFSTR (AUF SICHTSRAUM); ADP (AN DER PERSON). N (NICHT ERMITTELT/BESTIMMT)



## 4 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Die Bandbreite der gemessenen Trichloraminkonzentrationen in der Luft reicht von unterhalb der Bestimmungsgrenze bis maximal 1,1 mg/m<sup>3</sup>.

### 4.1 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG

Die Häufigkeitsverteilung der Expositionsdaten von Trichloramin in Hallenbädern über alle Bädertypen sowie der additive Zuwachs der Häufigkeitsverteilung mit jedem weiteren Wert in Prozent sind im folgenden **Diagramm 3** dargestellt:

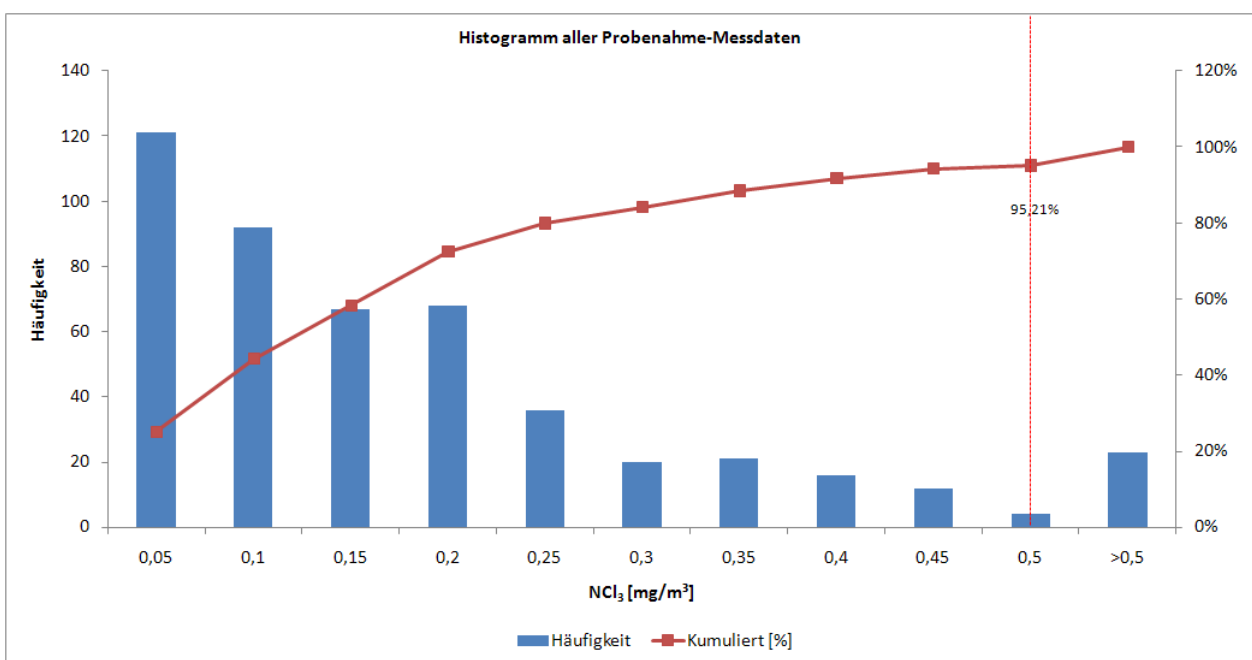


DIAGRAMM 3: BETRACHTUNG DER HÄUFIGKEITSVERTEILUNG ALLER PROBENAHME-MESSDATEN MIT DARSTELLUNG DER GRENZWERTEMPFEHLUNG UND DES ADDITIVEN ZUWACHSES DER HÄUFIGKEITSVERTEILUNG MIT JEDEM WEITEREN WERT IN PROZENT

Von den Expositionsdaten liegen 95,21 % unter der Grenzwertempfehlung von 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Der 50 Perzentilwert beträgt 0,12 mg/m<sup>3</sup> und der 90 Perzentilwert beträgt 0,37 mg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.1 BÄDERTYP

Die höchsten Trichloraminkonzentrationen wurden in Erlebnisbädern ermittelt. Die Erlebnisbäder zeichnen sich gegenüber den anderen Bäderarten durch eine größere Anzahl von Becken und Attraktionen aus, die das Ausgasen von Trichloramin durch die Wasseraufwirbelung (Aerosolbildung) begünstigen. Hier wurden 92,05 % der NCl<sub>3</sub>-Werte unter 0,5 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Es folgen die Hallenbäder mit 96,40 % sowie die Therapiebäder mit 98,31 % der Messwerte unter 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Sehr geringe Expositionen wiesen die Schulbäder mit 100 % der Messwerte im Bereich bis zu 0,35 mg/m<sup>3</sup> und die Thermalbäder mit 100 % der Trichloraminkonzentrationen im Bereich bis zu 0,15 mg/m<sup>3</sup> auf (**Diagramm 4**).

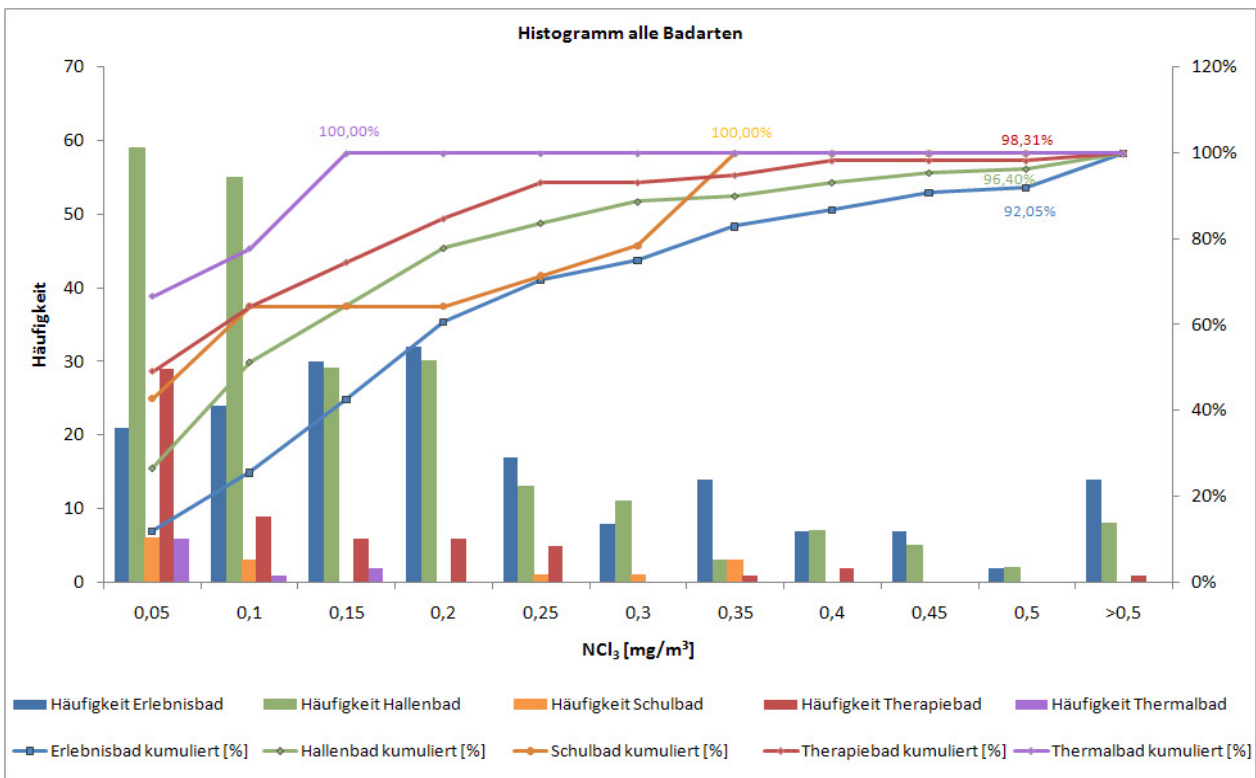


DIAGRAMM 4: HÄUFIGKEITSVERTEILUNG ALLER PROBENAHME-MESSDATEN BEZOGEN AUF DIE ART DES BADES

#### 4.1.2 ABSTAND ZUR WASSEROBERFLÄCHE

Die Vermutung, dass die Trichloraminkonzentration direkt über dem Wasserspiegel am höchsten ist und mit zunehmendem Abstand abnimmt, wurde durch die Messungen bestätigt. Aber selbst in 20 cm Messhöhe über dem Wasserspiegel wiesen 92,90 % einen Wert unter 0,5 mg/m<sup>3</sup> auf. Bei einer Messhöhe von 150 cm lagen bereits 95,43 % und bei der personengetragenen Messung 100 % der Werte im Bereich bis zu 0,45 mg/m<sup>3</sup> (**Diagramme 5 bis 7**).

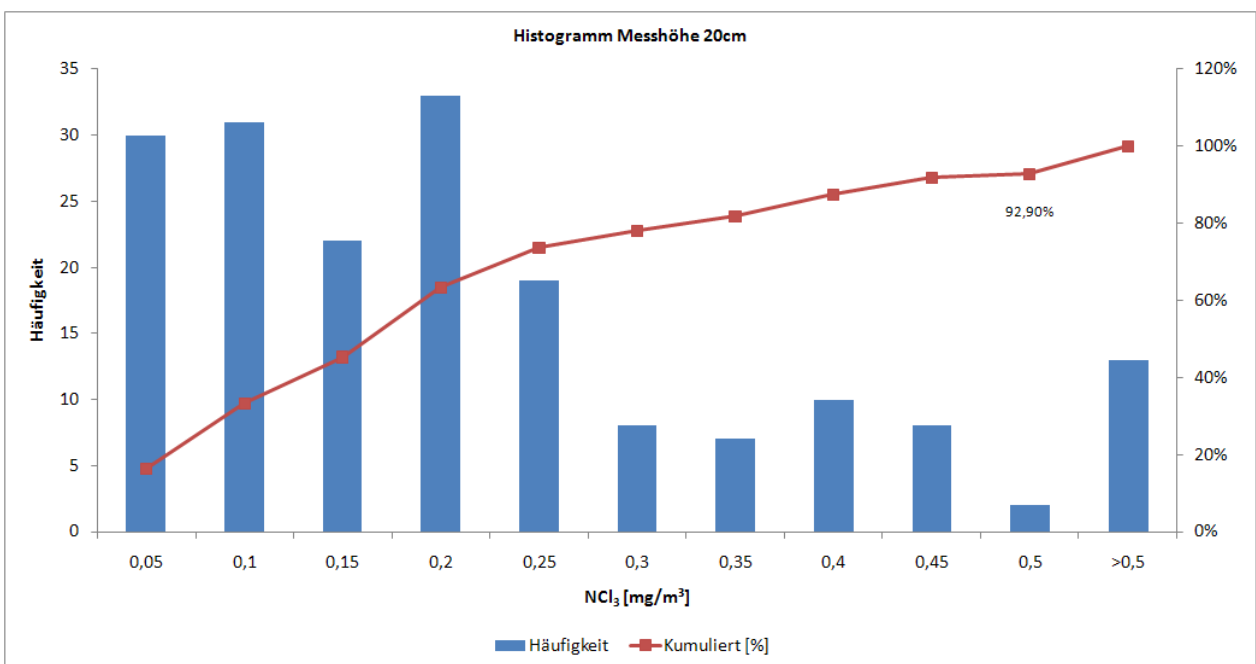


DIAGRAMM 5: BETRACHTUNG DER HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER PROBENAHME-MESSDATEN BEI 20 CM MESSHÖHE

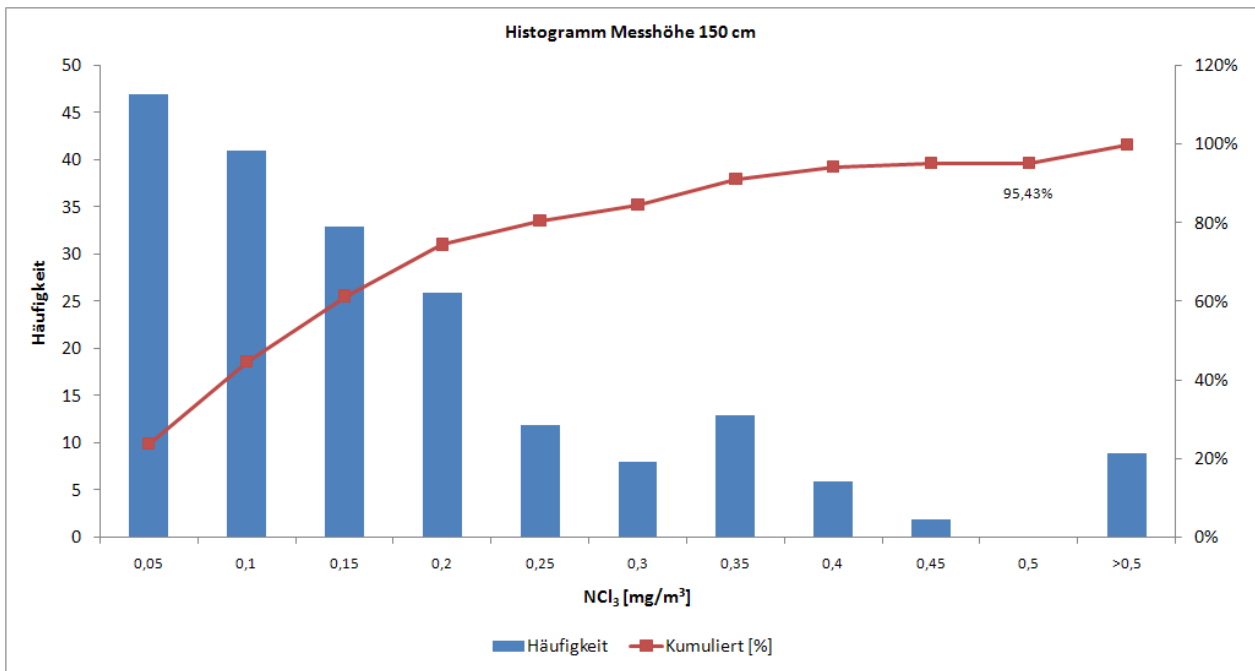


DIAGRAMM 6: BETRACHTUNG DER HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER PROBENAHME-MESSDATEN BEI 150 CM MESSHÖHE

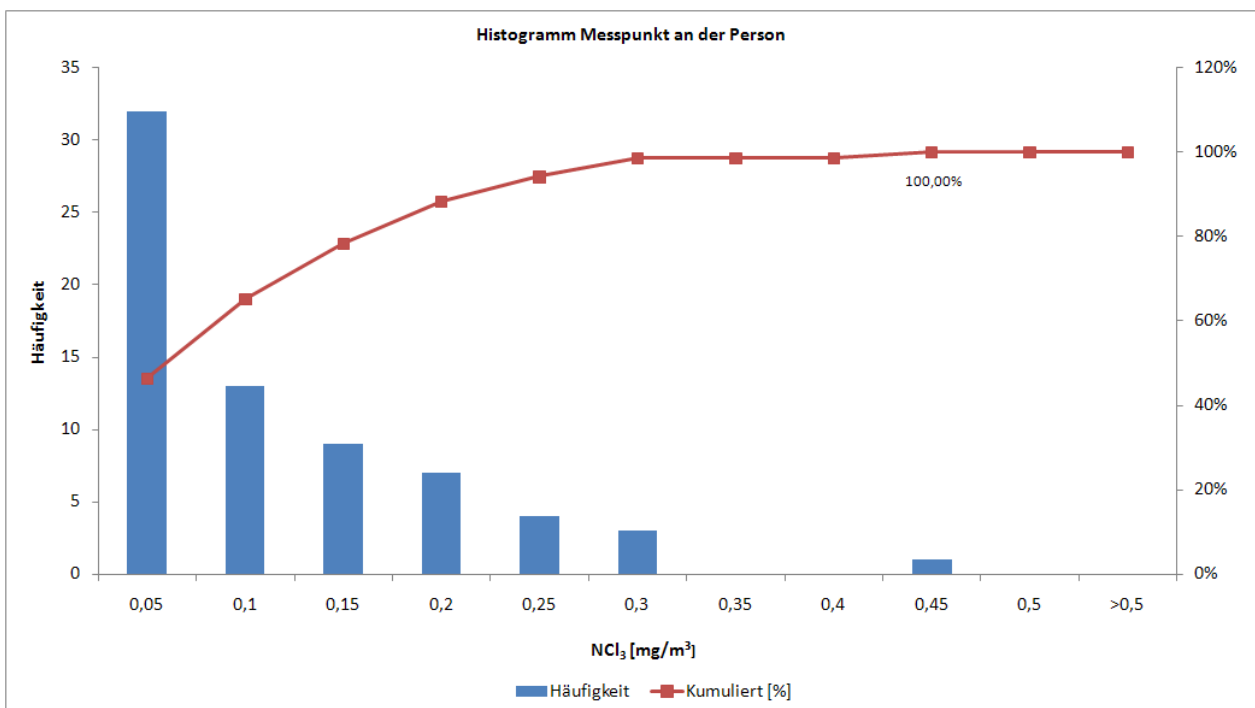


DIAGRAMM 7: BETRACHTUNG DER HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER PROBENAHME-MESSDATEN AN DER PERSON

#### 4.1.3 WEITERE PROBENAHMESTELLEN

Mit 5 Messwerten aus Technikräumen (Tech) und 8 Messwerten aus Aufsichtsräumen (AufsR) war die Anzahl für eine Einzelbewertung nicht ausreichend repräsentativ. Der Median der Messwerte lag bei den Technikräumen bei 0,07 mg/m<sup>3</sup>, bei den Aufsichtsräumen bei 0,035 mg/m<sup>3</sup>. Insgesamt wurden in diesen Arbeitsbereichen sehr geringe Expositionen ermittelt.

## 4.2 EINFLUßFAKTOREN

Bei der Bewertung der Trichloramin-Expositionen in der Luft muss berücksichtigt werden, dass mehrere Parameter den Gehalt an Trichloramin in der Hallenluft beeinflussen. Aus diesem Grund sind die folgenden Auswertungen mit der Darstellung der Abhängigkeit der Trichloraminkonzentration von einem bestimmten Parameter mit vergleichbaren Teilkollektiven vorgenommen worden. Dadurch kann eine **wesentliche** Beeinflussung der einzelnen Auswertungen durch Sekundäreffekte anderer Parameter ausgeschlossen werden.

Die Trichloraminkonzentration in der Hallenluft wird hauptsächlich von zwei Faktoren bestimmt:

- Gehalt an gebundenem Chlor im Beckenwasser
- Lüftung der Schwimmhalle

### 4.2.1 GEHALT AN GEBUNDEMENEM CHLOR IM BECKENWASSER

**Diagramm 8** verdeutlicht die Korrelationen zwischen dem Gehalt an gebundenem Chlor im Beckenwasser und den gemessenen Trichloraminkonzentrationen in der Luft. Erwartungsgemäß steigt mit dem Gehalt an gebundenem Chlor im Beckenwasser entsprechend die Konzentration von Trichloramin in der Hallenluft.

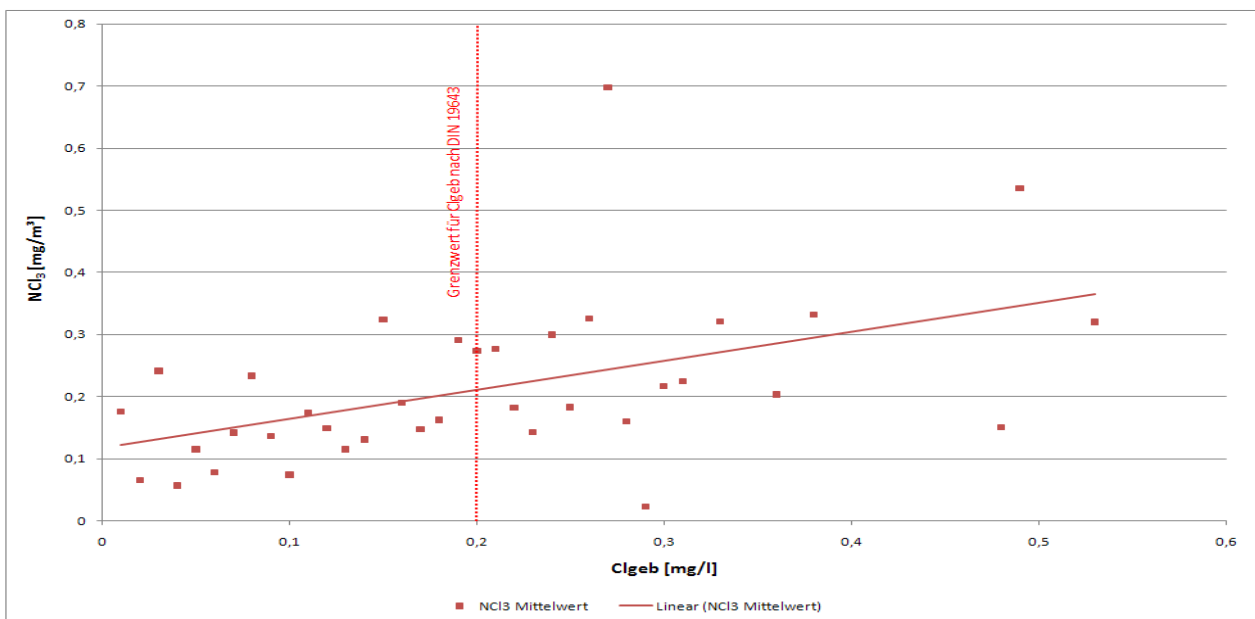


DIAGRAMM 8: TRICHLORAMINKONZENTRATIONEN IN DER HALLENLUFT IN ABHÄNGIGKEIT ZUM GEBUNDENEN CHLOR IM BECKENWASSER

#### 4.2.1.1 Abhängigkeit des gebundenen Chlors von der Beckennutzung

Hypochlorige Säure („freies Chlor“) reagiert im Badebeckenwasser mit organischen Stickstoffverbindungen - insbesondere Harnstoff - zu Chloraminen (Mono-, Di- und Trichloramin), sowie zu chlorierten Derivaten von Harnstoff und organischen Stickstoffverbindungen wie z.B. Kreatinin und Aminosäuren, die unter dem Begriff „gebundenes Chlor“ zusammengefasst werden. Die Mengen an organischen Stickstoffverbindungen, die in Hallenbädern eingetragen werden, hängen von der Anzahl der Beckennutzer und von deren hygienischen Verhalten ab.

Die organischen Stickstoffverbindungen werden durch den Beckennutzer in Form von Schweiß, Hautausspülungen, Urin und eventuell auf der Haut befindlichen Ölen, Salben oder Cremes eingebracht. Ein Harnstoffeintrag in das Beckenwasser über die Haut kann nach *Stottmeister und Voigt*<sup>11</sup> dann erfolgen, wenn der Beckennutzer vor dem Baden keine gründliche Körperreinigung (Duschgel und Wasser) vorgenommen hat. Ein weiterer Eintrag von Harnstoff erfolgt durch den Schweiß der Badegäste. Ein aktiver Schwimmer kann pro Stunde 1,5 g Harnstoff durch Schweiß in das Badebeckenwasser eintragen<sup>11</sup>. Die dritte relevante Harnstoffquelle ist die über den Urin der Beckennutzer. Auf der Basis der Daten von *Gunkel und Jessen*<sup>13</sup> errechneten *Stottmeister und Voigt*<sup>11</sup> einen durchschnittlichen Eintrag von ca. 0,8 g Harnstoff pro Badegast über den Urin.

Die Trichloraminbildung erfolgt nach *Stottmeister und Voigt*<sup>11</sup> in Bädern durch Reaktion des Harnstoffs mit hypochloriger Säure über das Zwischenprodukt Tetrachlorharnstoff. Wegen der nach *Holzwarth*<sup>4</sup> sehr unterschiedlichen Verteilungskoeffizienten Luft/Wasser von Monochloramin (0,45), Dichloramin (1,52) und Trichloramin (435) ist für die Ermittlung und Beurteilung der Belastung der Raumluft durch Chloramine letztlich nur das Trichloramin von Belang.

**Diagramm 9** stellt die Zusammenhänge zwischen freiem und gebundenem Chlor, Trichloraminkonzentration in der Luft und Belegungsdichte bei konstantem Gesamtchlor im Badebecken auf der Basis von 94 Datensätzen (Messpunkte mit Randbedingungen) dar. Da das gebundene Chlor sich aus der Differenz von Gesamtchlor und freiem Chlor errechnet, kann eine Betrachtung der Beziehungen zwischen freiem Chlor und gebundenem Chlor jeweils nur mit Messpunkten erfolgen, die einen vergleichbaren Gehalt an Gesamtchlor aufweisen. Im Diagramm 9 wurden nur Messpunkte mit einem Gehalt an Gesamtchlor im Beckenwasser  $0,5 \text{ mg/l} \leq \text{CL}_{\text{GESAMT}} < 0,6 \text{ mg/l}$  berücksichtigt.

In diesem Diagramm ist ersichtlich, dass mit zunehmender Belegungsdichte (Nutzer/m<sup>3</sup> Wasser) durch Reaktion der eingebrachten Stickstoffverbindungen (Harnstoff etc.) mit dem freien Chlor die Konzentration an gebundenem Chlor sowie die Stickstofftrichloridkonzentration in der Luft steigt. Gleichzeitig sinkt die Konzentration an freiem Chlor.

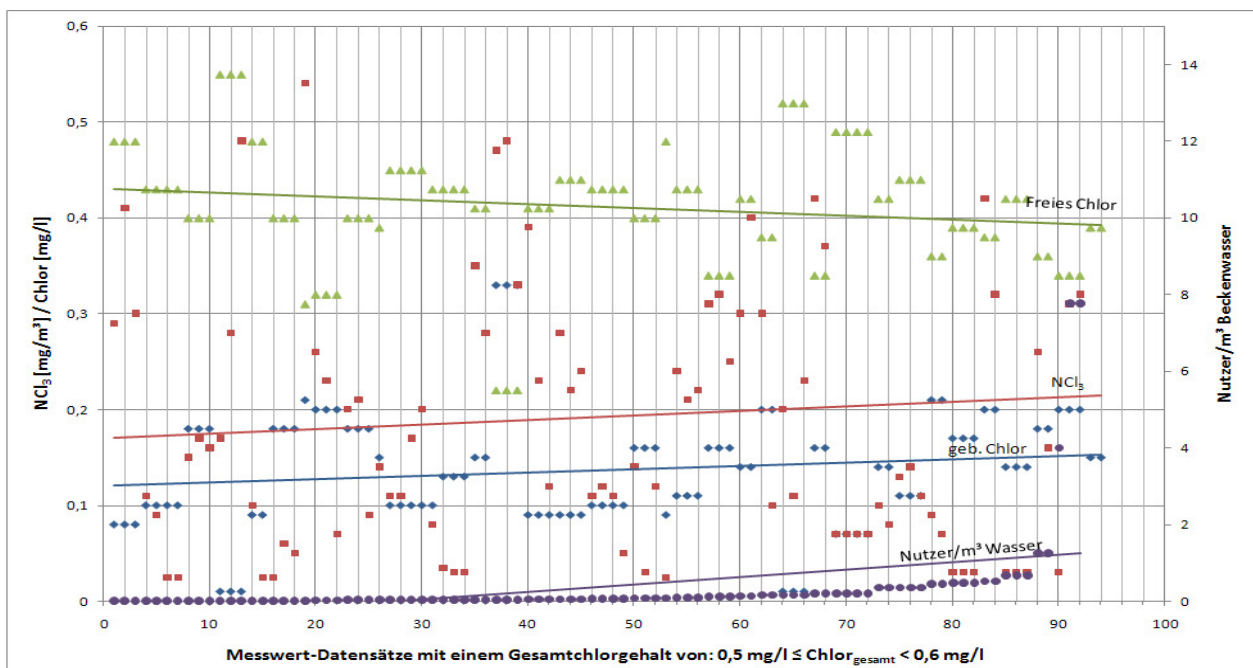


DIAGRAMM 9: DARSTELLUNG VON FREIEM UND GEBUNDENEM CHLOR, TRICHLORAMIN-KONZENTRATION IN DER LUFT UND BELEGUNGSDICHTE IM BADEBECKEN VON INSGESAMT 94 DATENSÄTZEN BEI KONSTANTEM GESAMTCHLOR ( $0,5 \text{ MG/L} \leq \text{CL}_{\text{GESAMT}} < 0,6 \text{ MG/L}$ )



#### 4.2.1.2 Tageszeitlicher Verlauf des Gehaltes an gebundenem Chlor im Beckenwasser und Trichloramin in der Luft

**Diagramm 10** zeigt den Verlauf des Gehaltes an gebundenem Chlor im Beckenwasser und der Trichloraminkonzentrationen in der Hallenluft in Abhängigkeit von der Tageszeit.

Die Messwerte zeigen im Tagesverlauf trotz sinkender Belegungsdichte sowohl leicht steigende Werte für gebundenes Chlor als auch eine deutliche Anreicherung von Trichloramin in der Hallenluft.

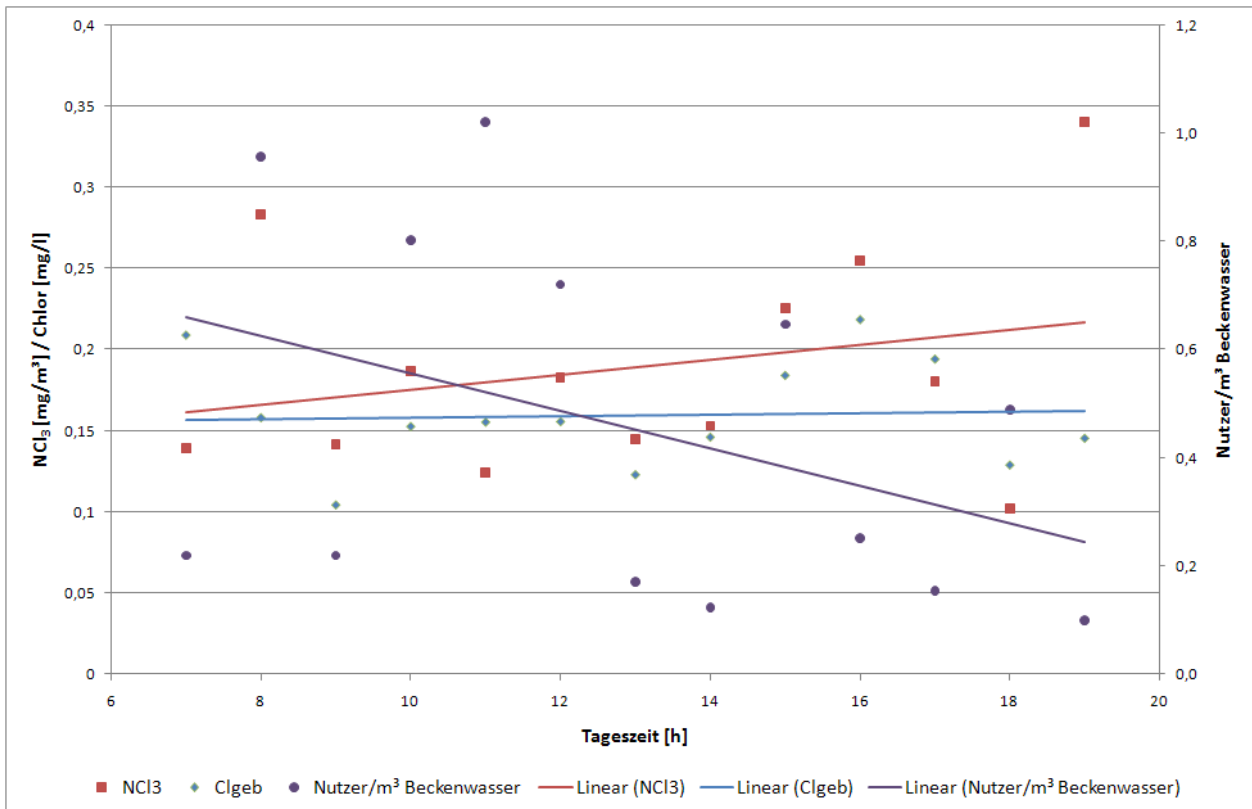


DIAGRAMM 10: TAGESVERLAUF VON GEBUNDENEM CHLOR IM BECKENWASSER UND TRICHLORAMINKONZENTRATIONEN IN DER HALLENLUFT.

#### 4.2.1.3 Gesamtbetrachtung des gebundenen Chlors auf die Trichloraminkonzentration in der Luft

Der Anteil an gebundenem Chlor im Beckenwasser ist ein wesentlicher Parameter für die Menge des von der Wasseroberfläche in die Hallenluft austretenden Trichloramins. Die Trichloraminkonzentration in der Hallenluft wird jedoch in erster Linie von der Lüftungstechnischen Situation in der Halle bestimmt. Dies wird bei der Betrachtung der Zusammenhänge zwischen den Trichloraminkonzentrationen in der Luft und den Werten an gebundenem Chlor im Beckenwasser deutlich (**Diagramm 11**). Im Verhältnis wird der vorgeschlagene Grenzwert von 0,5 mg/m<sup>3</sup> für Trichloramin in der Luft in Bädern, bei denen der Grenzwert für gebundenes Chlor im Beckenwasser in Höhe von 0,2 mg/l nach DIN 19643<sup>5</sup> nicht eingehalten wird, häufiger überschritten als in Bädern, bei denen der Grenzwert für gebundenes Chlor eingehalten wird. Allerdings wird in den Bädern, die den Grenzwert für gebundenes Chlor einhalten, der vorgeschlagene Grenzwert für Trichloramin an 14 Messpunkten überschritten. Die Einhaltung des Grenzwertes für gebundenes Chlor im Beckenwasser ist damit noch **keine hinreichende Bedingung** für eine sichere Einhaltung des empfohlenen Grenzwertes für Trichloramin in der Luft.

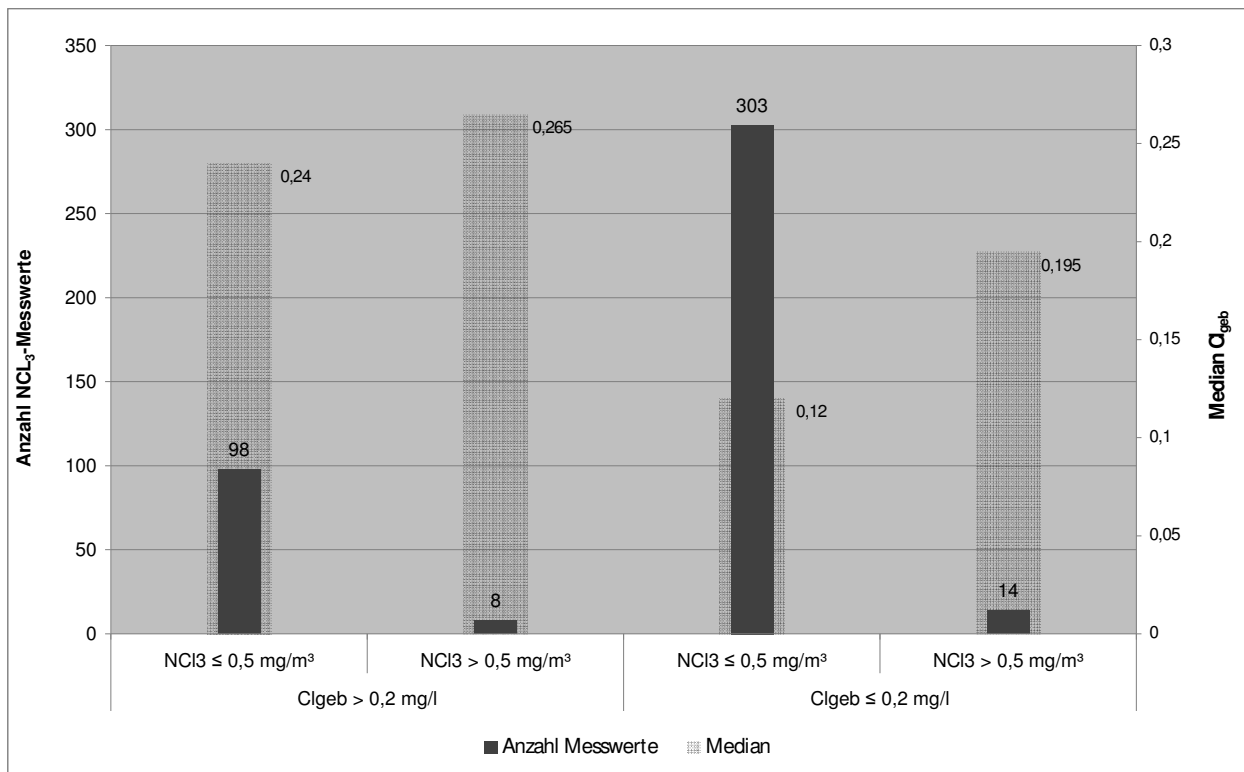


DIAGRAMM 11: GRENZWERTBEZOGENE VERTEILUNG DER TRICHLORAMINKONZENTRATIONEN IN DER LUFT IN ABHÄNGIGKEIT VON DEN KONZENTRATIONEN AN GEBUNDENEM CHLOR IM BECKENWASSER

## 4.2.2 LÜFTUNG

Die Lüftung in Schwimmhallen erfolgt über raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen). Es sollen raumklimatische Verhältnisse geschaffen werden, die unter Beachtung hygienischer und baulicher Anforderungen dem Benutzer sowie dem Personal Behaglichkeit vermitteln. Neben der Sicherstellung von Behaglichkeit soll die raumluftechnische Anlage auch Geruchs- und Schadstoffe abführen, die direkt vom Menschen und aus dem Schwimmbadwasser in die Hallenluft abgegeben werden.

Für die wirkungsvolle Abfuhr von Schad- und Geruchsstoffen sind ein genügend häufiger Austausch der Hallenluft und eine effektive Luftführung entscheidend. Die Luft muss so geführt werden, dass die gesamte Hallenluft gleichermaßen ausgetauscht wird. Es dürfen in der Halle keine Zonen entstehen, die unzureichend von der Luftströmung erfasst werden.

### 4.2.2.1 Luftwechselrate

Die Luftwechselrate (LWR) sagt aus, wie oft die Raumluf pro Stunde komplett gegen frische Außenluft ausgetauscht wird.

Sie wird durch folgende Gleichung definiert:

$$LWR = \frac{\text{Zuluft} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \times \text{Ausseinluftanteil} [\%]}{100 \times \text{Hallenvolumen} [\text{m}^3]}$$

In **Diagramm 12** wird der Einfluss der Luftwechselrate auf die Trichloraminkonzentration in der Luft dargestellt. Wegen der parallel bestehenden Korrelation zwischen dem Gehalt an gebundenem Chlor im Beckenwasser und den gemessenen Trichloraminkonzentrationen in der Hallenluft wurden hier nur Werte mit gleicher Höhe an gebundenem Chlor (0,18 mg/l) berücksichtigt.

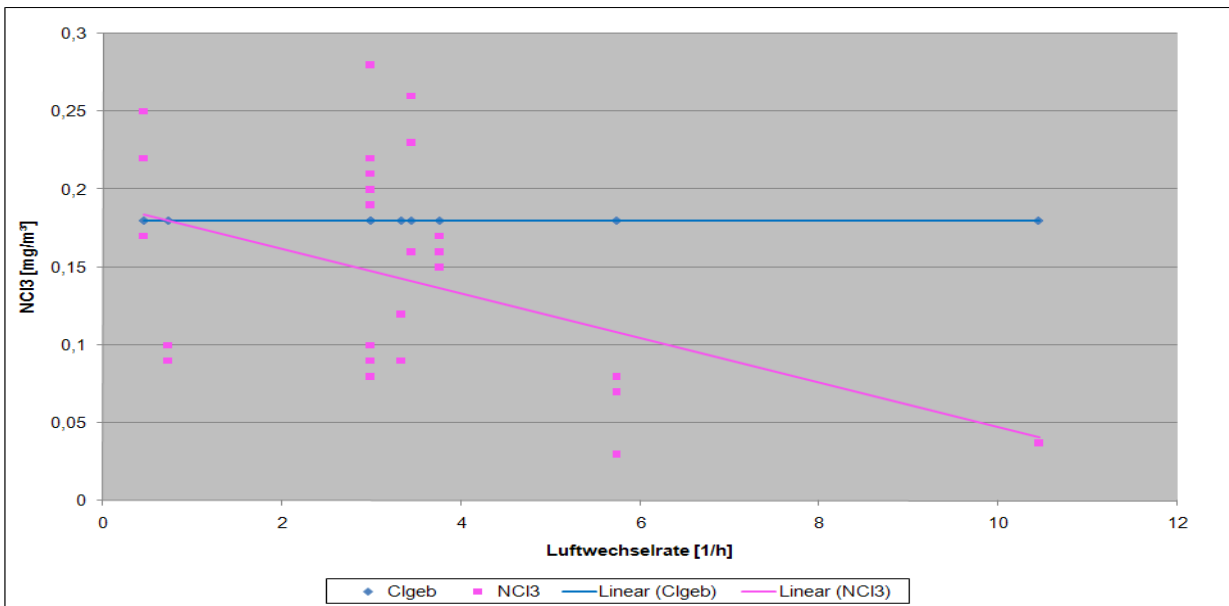


DIAGRAMM 12: TRICHLORAMINKONZENTRATIONEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER LUFTWECHSELRATE

Bei konstantem gebundenen Chlor – hier 0,18 mg/l – nimmt der Trichloramingehalt in der Luft mit steigender Luftwechselrate ab, da mit dem zunehmenden Austausch der Luft der Anreicherung von Trichloramin wirksam entgegen gewirkt wird.

#### 4.2.2.2 Außenluftanteil

In der VDI 2089 „Wärme-, Raumlufttechnik, Wasserver- und -entsorgung in Hallen- und Freibädern“, Ausgabe 2005<sup>14</sup> sind die bei der Auslegung der raumluftechnischen Anlage in Hallenbädern zu berücksichtigenden Parameter festgelegt. Unter anderem wird im Zuluftstrom mindestens ein 30 %iger Außenluftanteil gefordert.

In **Diagramm 13** ist der Einfluss des Außenluftanteils auf die Trichloraminkonzentrationen in der Hallenluft in Abhängigkeit von den Konzentrationen an gebundenem Chlor im Beckenwasser dargestellt. Die vorliegenden Datensätze wurden in die beiden Kategorien „Außenluftanteil < 30 %“ und „Außenluftanteil  $\geq$  30 %“ aufgeteilt.

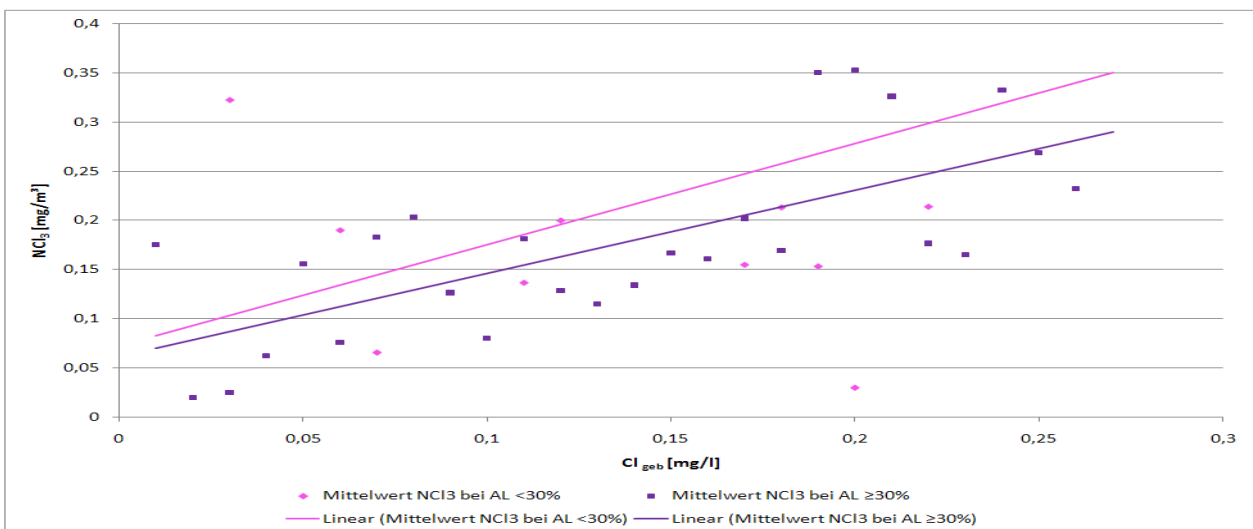


DIAGRAMM 13: EINFLUSS DES AUSSENLUFTANTEILS AUF DIE TRICHLORAMINEXPOSITIONEN IN DER LUFT. BLAUE DATENSÄTZE: AUSSENLUFTANTEIL  $\geq$  30 %, ROTE DATENSÄTZE: AUSSENLUFTANTEIL < 30 %.

Das Diagramm zeigt deutlich, dass die Trichloraminkonzentrationen in der Luft in Bädern mit einem Außenluftanteil  $\geq$  30 % deutlich geringer sind als in Bädern mit einem Außenluftanteil < 30 %.

### 4.2.2.3 Luftführung

In **Diagramm 14** sind die Trichloraminkonzentrationen in der Luft in Abhängigkeit von den Werten an gebundenem Chlor bei einem Außenluftanteil  $\geq 30\%$  dargestellt. Hierbei ist ersichtlich, dass der vorgeschlagene Trichloramin-Grenzwert von  $0,5 \text{ mg/m}^3$  an 6 Messpunkten überschritten wurde, bei denen auch der Grenzwert für gebundenes Chlor nicht eingehalten worden ist.

Auf den ersten Blick überraschend wurde jedoch auch an 11 Messpunkten der empfohlene Grenzwert für Trichloramin überschritten, bei denen der Grenzwert für gebundenes Chlor eingehalten worden ist.

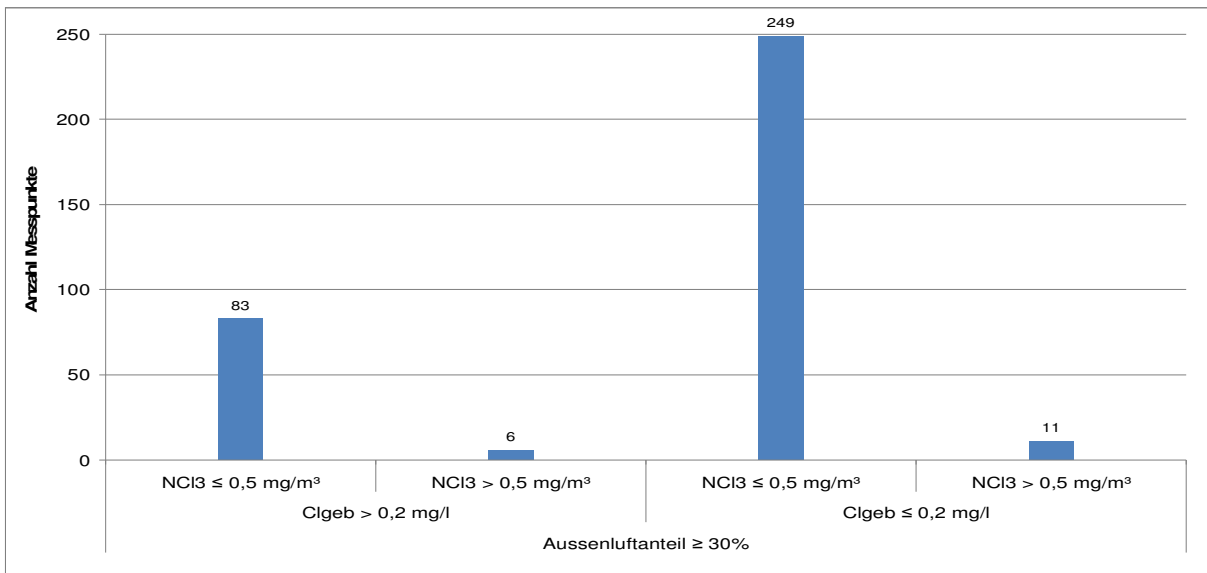


DIAGRAMM 14: GRENZWERTBEZOGENE VERTEILUNG DER TRICHLORAMINKONZENTRATIONEN IN DER LUFT IN ABHÄNGIGKEIT VON DEN KONZENTRATIONEN AN GEBUNDENEM CHLOR IM BECKENWASSER BEI EINEM AUSSENLUFTANTEIL  $\geq 30\%$ .

In der **Tabelle 2** sind diese 11 Messpunkte mit den wesentlichen Randbedingungen aufgeführt.

TABELLE 2: DATENSÄTZE MIT AUFFÄLLIGEN MESSERGEBNISSEN

Lfd. Nr. Bad	Proben Nr.	Schwimmbad Typ	Halle				Messbecken					Messwert [ $\text{mg/m}^3$ ]
			Außenluftanteil (%)	Luftwechselrate [ $1/h$ ]	Anzahl der Becken	Anzahl Attraktionen	Belegdichte im Wasser [Nutzer/ $\text{m}^3$ ]	Wasserparameter			Messhöhe [cm]	
								Cl frei [ $\text{mg/l}$ ]	Cl gesamt [ $\text{mg/l}$ ]	Cl geb [ $\text{mg/l}$ ] berechnet		
2	1,2	H	100	4,00	1	5	0,06	0,69	0,89	0,2	20	0,845
2	3	H	100	4,00	1	5	0,06	0,69	0,89	0,2	150	0,7
24	8,9	H	40	1,12	N	1	0,56	1	1,18	0,18	20	0,59
24	10	H	40	1,12	N	1	0,56	1	1,18	0,18	150	0,54
41	5,6	E	30	1,62	4	N	0,04	0,51	0,7	0,19	20	0,75
41	7	E	30	1,62	4	N	0,04	0,51	0,7	0,19	150	0,52
41	12,13	E	30	1,62	4	N	0,30	0,6	0,8	0,2	20	0,99
41	14	E	30	1,62	4	N	0,30	0,6	0,8	0,2	150	0,76
61	5,6	H	100	N	1	1	0,32	0,4	0,56	0,16	20	0,71
71	3	E	N	N	3	1	0,26	1	1,2	0,2	20	0,96
71	4	E	N	N	3	1	0,26	1	1,2	0,2	150	0,75
71	7	E	N	N	3	1	0,26	1	1,2	0,2	20	0,96
75	1	E	50	N	3	1	21,60	0,63	0,78	0,15	20	0,8
75	2	E	50	N	3	1	21,60	0,63	0,78	0,15	150	0,81

ABKÜRZUNGEN: SIEHE LEGENDE TABELLE 1

Im **Bad Nr. 2** betrug die Luftgeschwindigkeit am Messort nur  $0,03 \text{ m/s}$ . Der Außenluftanteil lag dort zwar bei  $100\%$ , jedoch bewirkte die Luftführung keine ausreichende Zirkulation, so dass ein Luftaustausch nur unzureichend erfolgen konnte.

Die Proben 8-10 im **Bad Nr. 24** wurden an einem Whirlpool genommen. Die Trichloraminkonzentrationen an den weiteren Messpunkten (Schwimmerbecken, Nichtschwimmerbecken, Aufsichtsraum) lagen zwischen  $0,07 - 0,25 \text{ mg/m}^3$ . Der Whirlpool war in einer Nische angeordnet. Zu- oder Abluftöffnungen waren in der Nische nicht vorhanden, so dass dieser Bereich nicht ausreichend durchlüftet worden ist.

Im **Bad Nr. 41** wurden die Proben 5-7 am Schwimmerbecken und die Proben 12-14 am Nichtschwimmerbecken genommen. Beide Becken lagen in dem älteren Teil der Schwimm-

halle, der über eine eigene ältere raumluftechnische Anlage belüftet wird. Die Lüftungsanlage wies am Messtag Störungen auf.

Im **Bad Nr. 61** wurden die Proben 5 und 6 zwischen der Kleinkinderrutsche und dem Wasserspeier (Abstand zwischen beiden Attraktionen ca. 2 m) genommen. Durch die starke Aerosolbildung kam es hier zu einer erhöhten Ausgasung und damit zu einer höheren Trichloraminkonzentration als im übrigen Teil der Schwimmhalle. Die raumluftechnische Anlage stammt aus dem Jahr 1975. Die Wasserattraktionen wurden erst in den letzten Jahren eingebaut. Eine Anpassung der raumluftechnischen Anlage an die nachträglich eingebauten Wasserattraktionen erfolgte jedoch nicht.

Im **Bad Nr. 71** können wegen fehlender Daten keine Aussagen zur lüftungstechnischen Situation, z.B. zur Luftwechselrate, getroffen werden.

Die Proben 1 und 2 im **Bad Nr. 75** wurden am Rutschenauslaufbecken einer Turmrutsche genommen. Dieses Becken befindet sich in einer 7 m x 7 m großen Nische mit einer Höhe von 4 m. Die Nische ist an einer Seite offen. Innerhalb der Nische befinden sich weder Zu- noch Abluftöffnungen. Es kann deshalb angenommen werden, dass dieser Bereich nicht ausreichend durchlüftet worden ist.

#### 4.2.3 WEITERE BEEINFLUSSENDE FAKTOREN

Die vorliegenden Messwerte lassen einen Zusammenhang zwischen der Trichloraminkonzentration in der Hallenluft und der Anzahl der Becken erkennen. Durch die größere Gesamt-Wasserfläche wird die Trichloramin-Ausgasung und damit eine Anreicherung in der Hallenluft begünstigt.

Ebenfalls wirkt sich Anzahl und Art der Attraktionen auf die Höhe der Trichloraminkonzentration in der Hallenbadluft aus. Durch die erhöhte Aerosolbildung an diesen Einrichtungen kann sich das Trichloramin leichter aus dem Beckenwasser verflüchtigen.



## 5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Messergebnisse zeigen, dass für die Höhe der Trichloraminkonzentrationen in der Hallenluft der Anteil an gebundenem Chlor im Beckenwasser sowie die Lüftungstechnischen Parameter (Luftwechselrate bzw. Aussenluftanteil, Luftführung) maßgebend sind.

Bei normenkonformen Betrieb einer Schwimmhalle kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass keine Trichloraminkonzentrationen in der Luft über dem vorgeschlagenen Grenzwert von  $0,5 \text{ mg/m}^3$  auftreten.

Problematisch sind trotz Einhaltung der Anforderungen der DIN 19643<sup>5</sup> und der VDI-Richtlinie 2089<sup>14</sup> Beckenbereiche, die mehr oder weniger abgegrenzt von der eigentlichen Halle in Ecken oder Nischen angeordnet sind. Diese Bereiche werden oft nicht ausreichend belüftet, so dass es dort zu erhöhten Trichloraminkonzentrationen in der Luft kommen kann. Diese Bereiche sollten hinsichtlich des Luftstromes überprüft und erforderlichenfalls optimiert werden.

Im Zuge der attraktiveren Gestaltung eines bestehenden Schwimmbades werden häufig zusätzliche Attraktionen in die Schwimmhalle installiert, die im Betrieb zu einer höheren Abgabe von Trichloramin in die Hallenluft beitragen. Wird die bestehende raumluftechnische Anlage nicht an diese veränderten Verhältnisse angepasst, ist an diesen Attraktionen mit einer erhöhten Trichloraminkonzentration zu rechnen.

## LITERATURVERZEICHNIS

- <sup>1</sup> Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen, § 37; 2000.
- <sup>2</sup> Robson H.L.: Chloramines. In: Encyclopedia of Chemical Technology, Kirk R.; Othmer D.F., 2nd ed., Vol. 4, 908-928, John Wiley & Sons, NewYork, 1993.
- <sup>3</sup> DIN EN ISO 7393-2, Ausgabe 2000-04, Wasserbeschaffenheit–Bestimmung von freiem Chlor und Gesamtchlor–Teil 2: Kolorimetrisches Verfahren mit N,N-Diethyl-1,4-phenylendiamin für Routinekontrollen, Beuth-Verlag, Berlin.
- <sup>4</sup> Holzwarth G., Balmer R.G., Sony L.: The fate of chlorine and chloramines in cooling towers. Henry's law constants for flashoff. *Water Res* **18**, 1421-1427 (1984).
- <sup>5</sup> DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“, Teile 1-5, Ausgaben April 1997 bis September 2000.
- <sup>6</sup> Bernard A., Carbonnelle S., Michel O., Higuët S., de Burbure C., Buchet J.-P., Hermans C., Dumont X., Doyle I.: Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occup Environ Med* **60**, 385-394 (2003).
- <sup>7</sup> Jacobs J.H., Spaan, S., van Rooy G.B.G.J., Meliefste C., Zaat V.A.C., Rooyackers J.M., Heederik D.: Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *Eur Respir J* **29**, 690-698 (2007).
- <sup>8</sup> Héry M., Hecht G., Gerber J.M., Gendre J.C., Hubert G., Rebuffaud J.: Exposure to chloramines in the atmosphere of indoor swimming pools. *Ann. occup. Hyg.* Vol. 39, No. 4, 427-439 (1995).
- <sup>9</sup> Thickett K.M., McCoach J.S., Gerber J.M., Sadhra S., Burge P.S.: Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *Eur Respir J* **19**, 827-832 (2002).
- <sup>10</sup> Massin N., Bohadana B., Wild P., Hery M., Toamain J.P., Hubert G.: Maitres nageurs sauveteurs exposés au trichlorure d'azote dans les piscines couvertes: Symptômes respiratoires et réactivité bronchique. *INRS Documents pour le médecin du travail* **86**, 183-191 (2001).
- <sup>11</sup> Stottmeister E., Voigt K.: Trichloramin in der Hallenbadluft. *Archiv des Badewesens* **03/2006**, 158-162.
- <sup>12</sup> BGIA-Arbeitmappe Messung von Gefahrstoffen: Stickstofftrichlorid (Kennzahl 8623), 36. Lieferung V/2006, Erich Schmidt-Verlag Berlin.
- <sup>13</sup> Jessen H.-J., Gunkel K.: Zur Problematik des Urineintrags in das Badewasser. *Archiv des Badewesens* **6/1995**, 273-274.
- <sup>14</sup> VDI 2089 Blatt 1, Ausgabe 1994-07: Wärme-, Raumluftechnik, Wasserver- und -entsorgung in Hallen- und Freibädern, Hallenbäder; VDI 2089 Blatt 1 (Entwurf), Ausgabe 2005-03: Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern – Hallenbäder; Beuth-Verlag Berlin.

# **BILDNACHWEIS**

Titelbild: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

Bild 1: Unfallkasse Nord, Standort Kiel

Bild 2: Unfallkasse Nordrhein-Westfalen

Bild 3: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

# ANHANG

Tabelle 3: Ausgewählte Schwimm- und Badebeckenwasser-Hilfsparameter in Europa

Land	Clfrei[mg/l]	Clgeb[mg/l]	Clges[mg/l]	pH
Deutschland	0,3 - 0,6	≤ 0,2	-	6,5 – 7,6
Belgien/Flamen	HB: 1,5 FB: 3,0	≤ 1,0	-	7,0 – 7,6
Belgien/Wallonien	0,6 – 4,0	≤ 1,0	-	6,8 – 7,8
Dänemark	HB: 3,0 FB: 5,0	0,5 – 1,0	-	7,0 – 8,0
Frankreich	0,4 – 1,4	≤ 0,6	-	6,9 – 7,7
Großbritannien	1,0 – 3,0	≤ 1,0	-	7,2 – 7,8
Italien	≤ 1,0	-	-	6,5 – 8,3
Niederlande	0,5	≤ 1,0	-	6,8 – 7,8
Österreich	0,5	≤ 0,5	-	7,0 – 8,3
Schweden	0,6	≤ 0,2	≥ 0,6	7,2 – 7,6
Schweiz	0,9	≤ 0,4	-	7,3 – 7,8
Spanien/Aragonien	0,4 – 1,5	-	-	7,0 – 7,8
Spanien/Galicien	0,6 - 1,4	≤ 0,5	-	7,0 – 8,0
Spanien/Kastilien und León	0,4 – 1,5	≤ 0,6	-	7,0 – 8,2
Spanien/Katalonien	0,5 – 2,0	≤ 0,6	-	7,0 – 7,6

HB = Hallenbad  
FB = Freibad