Herzlich Willkommen
zum bsw-Seminar „Schwimmbadtechnik“

Mess- und Regeltechnik – Einsatz in privaten und öffentlichen Schwimmbadanlagen

Köln, 07.12.2016

Thomas Beutel
Business Development

Lutz-Jesco GmbH
Am Bostelberge 19
30900 Wedemark
Telefon: 05130 / 58020
Fax: 05130 / 580268
Mail: thomas.beutel@lutz-jesco.com
Home Page: www.lutz-jesco.de

Einführung in die Mess- und Regeltechnik

Einsatzgebiete von Mess- und Regeltechnik

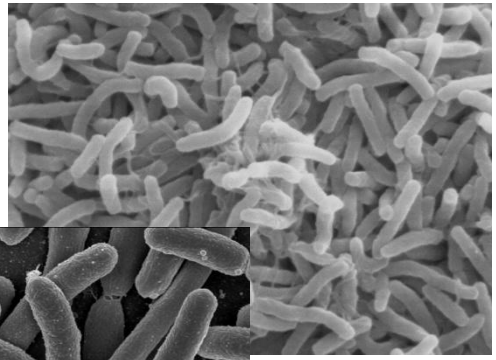
- Öffentliche Bäder
- Private Bäder
- Warmwassersysteme in Hotels und medizinischen Einrichtungen
- Trinkwasseraufbereitung
- Abwasserbehandlung
- Prozesswasseraufbereitung
- Kühlwasserkreisläufe

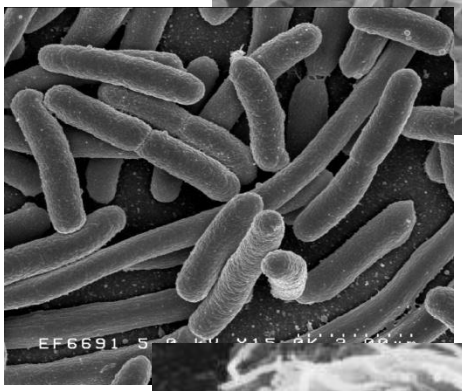
Notwendigkeit der Mess- und Regeltechnik

- Die ständige Kontrolle der Qualität von Trinkwasser und Badewasser ist notwendig, da eine Vielzahl an Krankheitserregern im Wasser vorhanden sein können

- Nur durch die genaue Ermittlung der Wasserqualität kann auf mögliche Gesundheitsgefahren geschlossen und die notwendigen Maßnahmen bestimmt werden

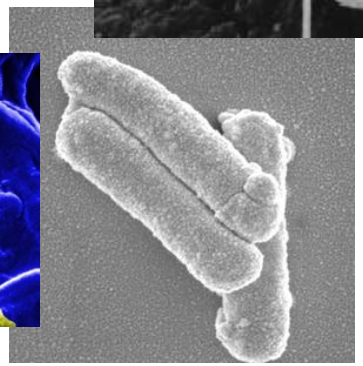
Cholera



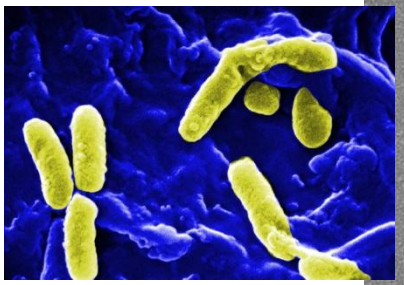


E.Coli

Giardia Lamblia



Typhus

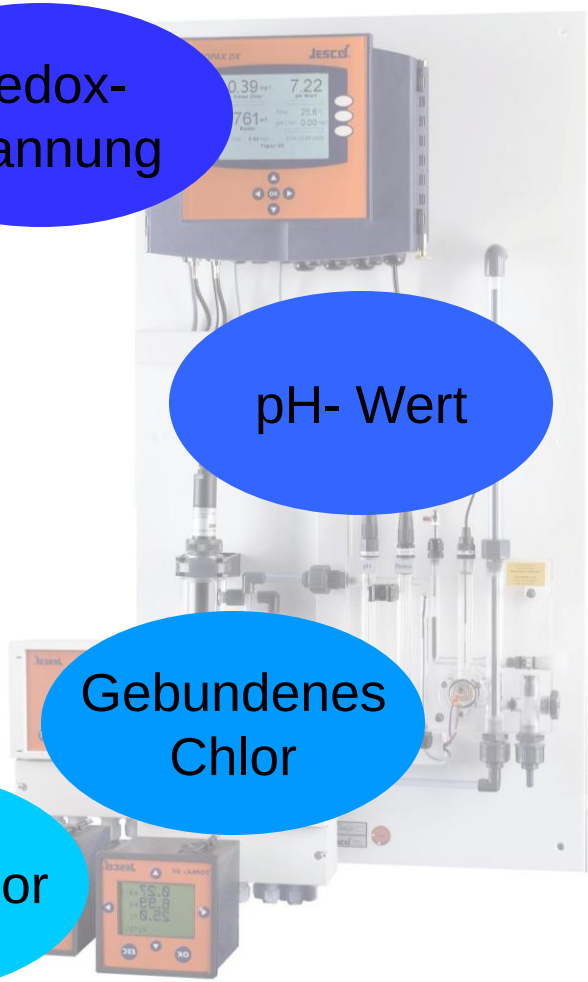


Pseudomonas

Die wichtigsten Wasserparameter

Temperatur

Redox-Spannung



pH- Wert

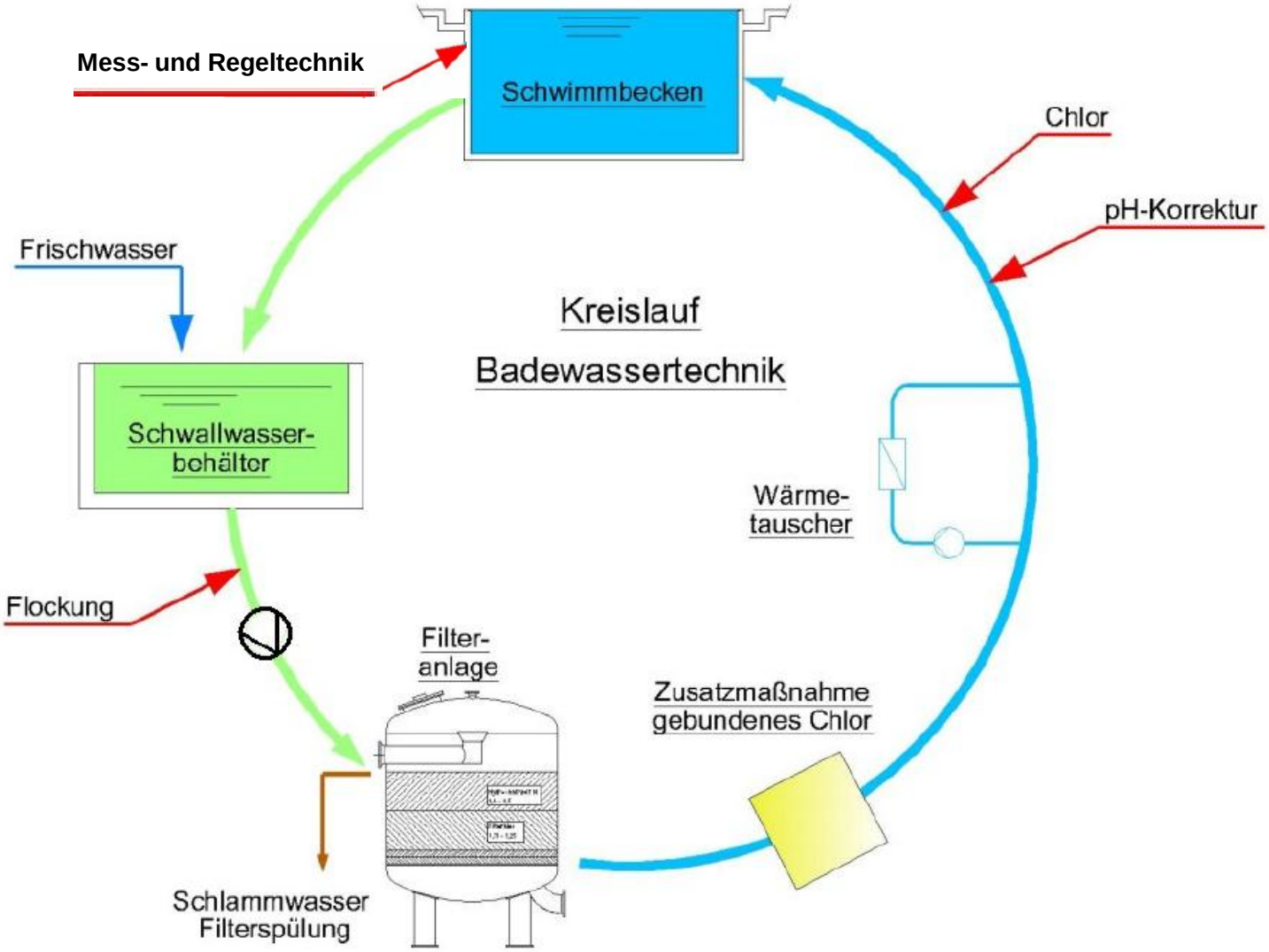
Freies Chlor

Gebundenes Chlor

Chlordioxid

Gesamtchlor

Kreislauf der Badewasseraufbereitung



Messwasserstation für private Anwendungen

Produktinformation Messwassertafel EASYPOOL SMART 02

Wasser ist Ihr Element – ganz privat

Bei der Aufbereitung von Badewasser in privaten Schwimmbädern und Whirlpools spielt die Desinfektion neben der Filterung eine wichtige Rolle. Mit dem gezielten Einsatz von Desinfektionsmitteln im Wasserkreislauf lässt sich eine hohe und angenehme Wasserqualität erreichen. Die Messwassertafel EASYPOOL SMART 02 ist ein zuverlässiger Partner für die exakte Dosierung der Desinfektionsmittel – für Ihre Gesundheit.

Klein aber fein

Die EASYPOOL SMART 02 zeichnet sich durch ihre kompakte und qualitativ hochwertige Bauweise aus. Alle für die Messung und für die Steuerung notwendigen Geräte befinden sich auf bzw. direkt in der Tafel montiert. Die Messwassertafel besitzt mit dem Zweikanalregler TOPAX DX SMART eine sehr einfach zu bedienende Steuerung. In seinem Funktionsumfang steht dieser Regler dem Mehrkanalregler TOPAX DX nur in wenigen Punkten nach.

Neben der Desinfektion mittels Chlorbleichlauge oder Aktivsauerstoff ist der Einsatz einer Durchflusselektrolysezelle zur Chlorerzeugung möglich. Die EASYPOOL SMART 02 gibt es in zwei Varianten: Chlor/pH- oder Redox/pH-Messung. Ein umfangreiches Zubehörprogramm rundet das Angebot ab.

Funktional und effektiv

Im Gegensatz zu herkömmlichen Messwassertafeln befinden sich die Wasserführung und die Sensorenaufnahme innerhalb der Tafel und ermöglichen so eine sehr kompakte Bauweise. Durch den integrierten Probeentnahmehahn ist eine Kalibrierung der Sensoren direkt an der Messwassertafel möglich.

Als Sensoren stehen neben einer amperometrischen Chlormesszelle eine pH- und Redox-Elektrode, optional auch ein Temperaturfühler und eine Leitfähigkeitssonde zur Verfügung. Ein elektrischer Kontakt zur Durchflussüberwachung ist integriert und schaltet die Dosierung bei Wasserstillstand ab.

Die beiden auf der Messwassertafel integrierten Schlauchpumpen dosieren die Chemikalien zur Desinfektion und zur Korrektur des pH-Wertes im Wasser. Die Ansteuerung einer zusätzlichen Pumpe zur Dosierung von Flockungsmittel ist möglich.

Kurz & gut

- Für den privaten Schwimmbadbereich
- Einfache Bedienung
- Übersichtliches Grafik-Farbdisplay
- Kompakte und qualitativ hochwertige Bauweise
- Messung von freiem Chlor oder Redox
- pH-Wert Messung
- Temperatur- und Leitfähigkeitsmessung (optional)
- Durchflusswächter
- Dosierung durch Schlauchpumpen
- Probeentnahmehahn zur Kalibrierung
- Steuerung der Dosierung von Flockungsmittel
- 4...20 mA Ausgang
- Langzeitdatenspeicher mit grafischer Trendanzeige
- Datenexport über Speicherkarte oder Rechnerschnittstelle (optional)

Technische Daten

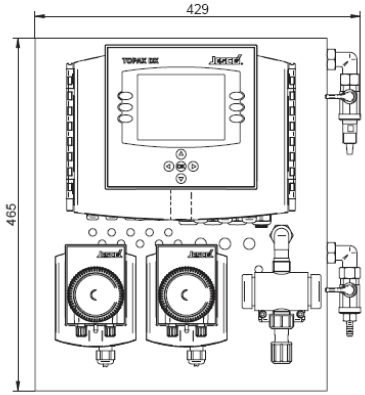
Messbereich freies Chlor	bis zu 2 mg/l, pH kompensiert
Messbereich pH (optional)	pH 0...14
Messbereich Redox (optional)	0...1000 mV
Abmessungen (B x H x T)	429 x 465 x 160 mm
Temperatur	5...40 °C
Messwasserbedarf	ca. 45 l/h
Wasserdruck	0,2...3 bar
Schlauchanschlüsse	6/12 mm

Produktinformation Messwassertafel EASYPOOL SMART 02

Modellvarianten

Produktname	Beschreibung	Bestell-Nr.
Messwassertafel EASYPOOL SMART 02 zur Messung von pH-Wert und Redox-Potential	siehe technische Daten	auf Anfrage
Messwassertafel EASYPOOL SMART 02 zur Messung von freiem Chlor und pH-Wert	siehe technische Daten	auf Anfrage

Maßbild



Alle Maße in mm

Lieferumfang

- Vormontierte Wandtafel
- Montage-Material zur Wandbefestigung
- Regler TOPAX DX SMART
- Sensoren
- Schlauchpumpen mit Saugleitung, Druckschlauch und Impfstellen
- Pufferflüssigkeiten

Zubehör

Optional ist für Installation und Betrieb folgendes Zubehör verfügbar:

Beschreibung	Bestell-Nr.
Messwasserfilter 80 µm z.B. für Einsatz in Freibädern einschließlich Haltewinkel zur Wandmontage und Anschlüssen für PVC-Schlauch 6/12 mm	23733816
Messwasser-Entnahme Typ A Anschlussgewinde G 1/2, Kugelhahn, Anschluss für PVC-Schlauch 6/12 mm	23733813
PVC-Schlauch 6/12 mm als Messwasserleitung	97120
pH-Einstabmesskette	41100004
Redox-Einstabmesskette	41100011
Anschlusskabel für pH oder Redox Sensoren	78020

Lutz-Jesco GmbH
Postfach 10 01 64
30891 Wedemark
Telefon: +49 5130 5802-0
Telefax: +49 5130 580268
E-Mail: info@lutz-jesco.de
Internet: www.lutz-jesco.de
24h-Hotline:
+49 5130 580280

TOPAX DX „easy“

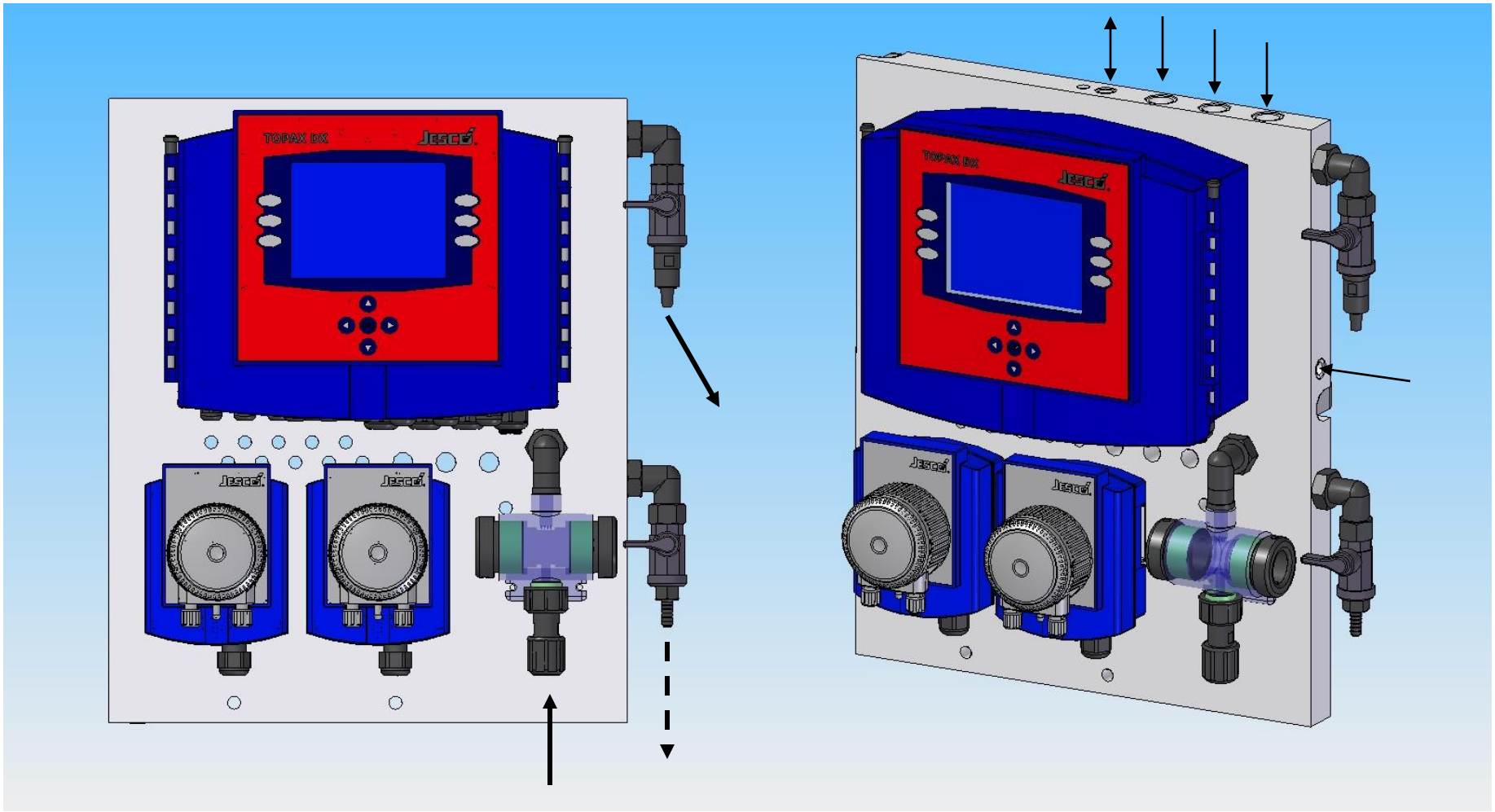
Funktionen und Eigenschaften:

- 2-fach-Regler für Chlor / pH oder Redox / pH
- Dosierung von Aktivsauerstoff (Timer) mit Redox-Anzeige
- Anzeige Temperatur
- Steuerung Flockungspumpe (Festwert)
- Ausgang 4..20mA für Technopool-Anlagen
- Grafik-Display in Farbe, Übersichtliche Bedienung
- Speicherkarte mit Logbuch für Einstellungen und Kurven
- Alle weiteren guten Eigenschaften von TOPAX DX

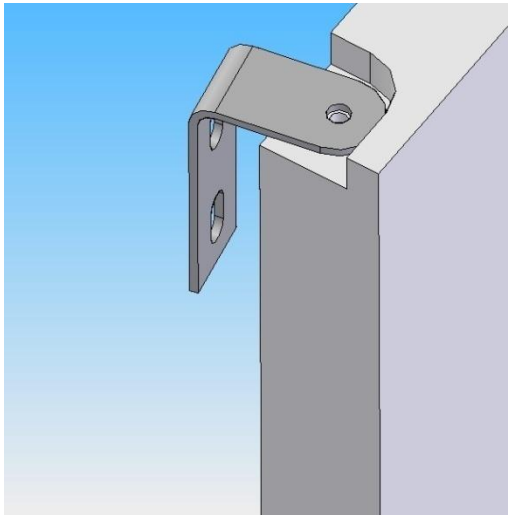
Optionen:

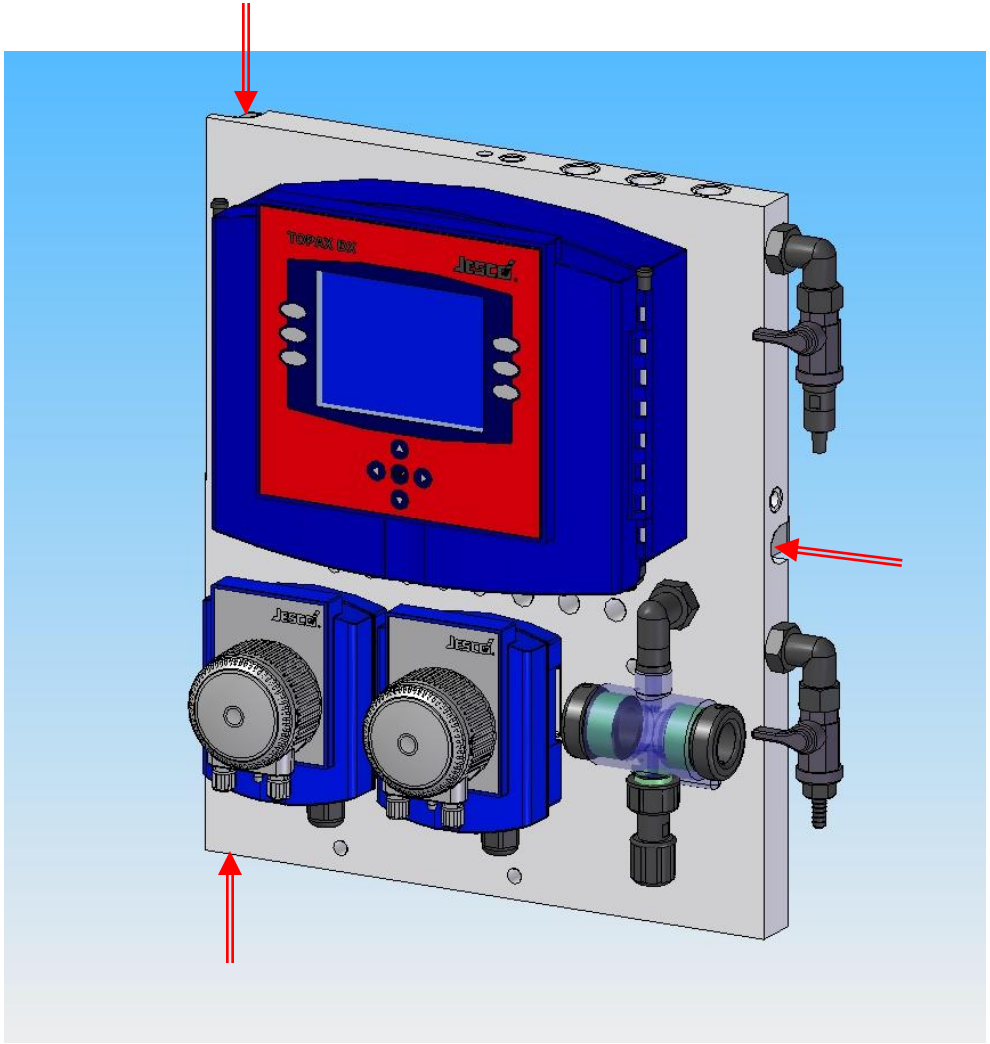
- Leitfähigkeitsmessung und –regelung
- Rechneranbindung zu TopView über RS485

Gestaltung Messtafel

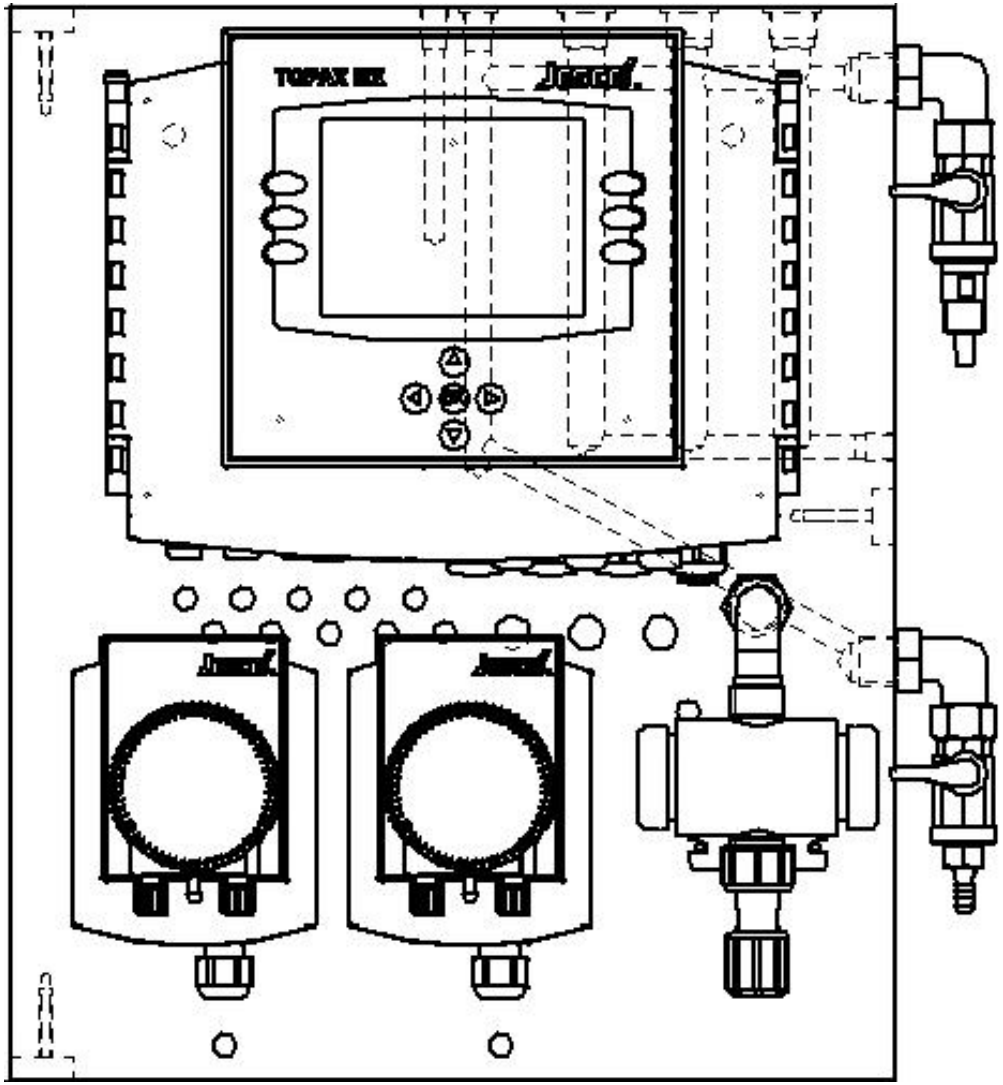


Wandmontage





Messwasserstation für private Anwendungen



Gesetzliche Grundlage

Infektionsschutzgesetz 7. Abschnitt Wasser

IfSG § 37 Beschaffenheit von Wasser für den menschlichen Gebrauch sowie von Schwimm- und Badebeckenwasser, Überwachung

(2) Schwimm- oder Badebeckenwasser in Gewerbebetrieben, öffentlichen Bädern sowie in sonstigen nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen muss so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist.

(3) Wassergewinnungs- und Wasserversorgungsanlagen und Schwimm- oder Badebecken, *einschließlich ihrer Wasserauf-bereitungsanlagen,* unterliegen, hinsichtlich der in den Absätzen 1 und 2 genannten Anforderungen, der Überwachung durch das Gesundheitsamt. Für die Durchführung der Überwachung gilt § 16 Abs. 2 entsprechend. Das Grundrecht der Unverletzlichkeit der Wohnung (Artikel 13 Abs. 1 Grundgesetz) wird insoweit eingeschränkt.

Gesetzliche Grundlage

Infektionsschutzgesetz 7. Abschnitt Wasser

IfSG § 40 **Aufgaben des Umweltbundesamtes**

Das Umweltbundesamt hat im Rahmen dieses Gesetzes die Aufgabe, Konzeptionen zur Vorbeugung, Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung von durch Wasser übertragbaren Krankheiten zu entwickeln. Beim Umweltbundesamt können zur Erfüllung dieser Aufgaben beratende Fachkommissionen eingerichtet werden, **die Empfehlungen** zum Schutz der menschlichen Gesundheit hinsichtlich der Anforderungen an die Qualität des in § 37 Abs. 1 und 2 bezeichneten Wassers sowie der insoweit notwendigen Maßnahmen **abgeben können.**

UBA-Empfehlung

Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung
Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit

Präambel

Die Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser muss so erfolgen, dass jederzeit in allen Beckenbereichen die Anforderungen des § 37 Abs. 2 IfSG erfüllt sind. **Bei all den Bädern, die normgerecht gebaut und in denen die Wasseraufbereitung nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) erfolgt (DIN 19643),** kann davon ausgegangen werden, dass eine hygienisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit erzielt werden kann. Die vorstehenden Anforderungen sind im Rahmen der allgemeinen Verkehrssicherungspflicht durch den Betreiber sicherzustellen und werden durch das Gesundheitsamt überwacht.

UBA-Empfehlung

2.3.2.1 Kontrollen

Es ist notwendig, dass die Kontrollen durch das Gesundheitsamt bei der Erstinbetriebnahme eines Bades und dann grundsätzlich einmal im Jahr erfolgen. Geben die Kontrollen während eines Zeitraumes von 2 Jahren keinen Grund zu Beanstandungen, kann der Kontrollzeitraum auf einen 2-jährigen Rhythmus ausgedehnt werden. Die Kontrollen erfolgen im Rahmen einer Ortsbesichtigung, einschließlich der Probenahme, und beinhalten die Überprüfung

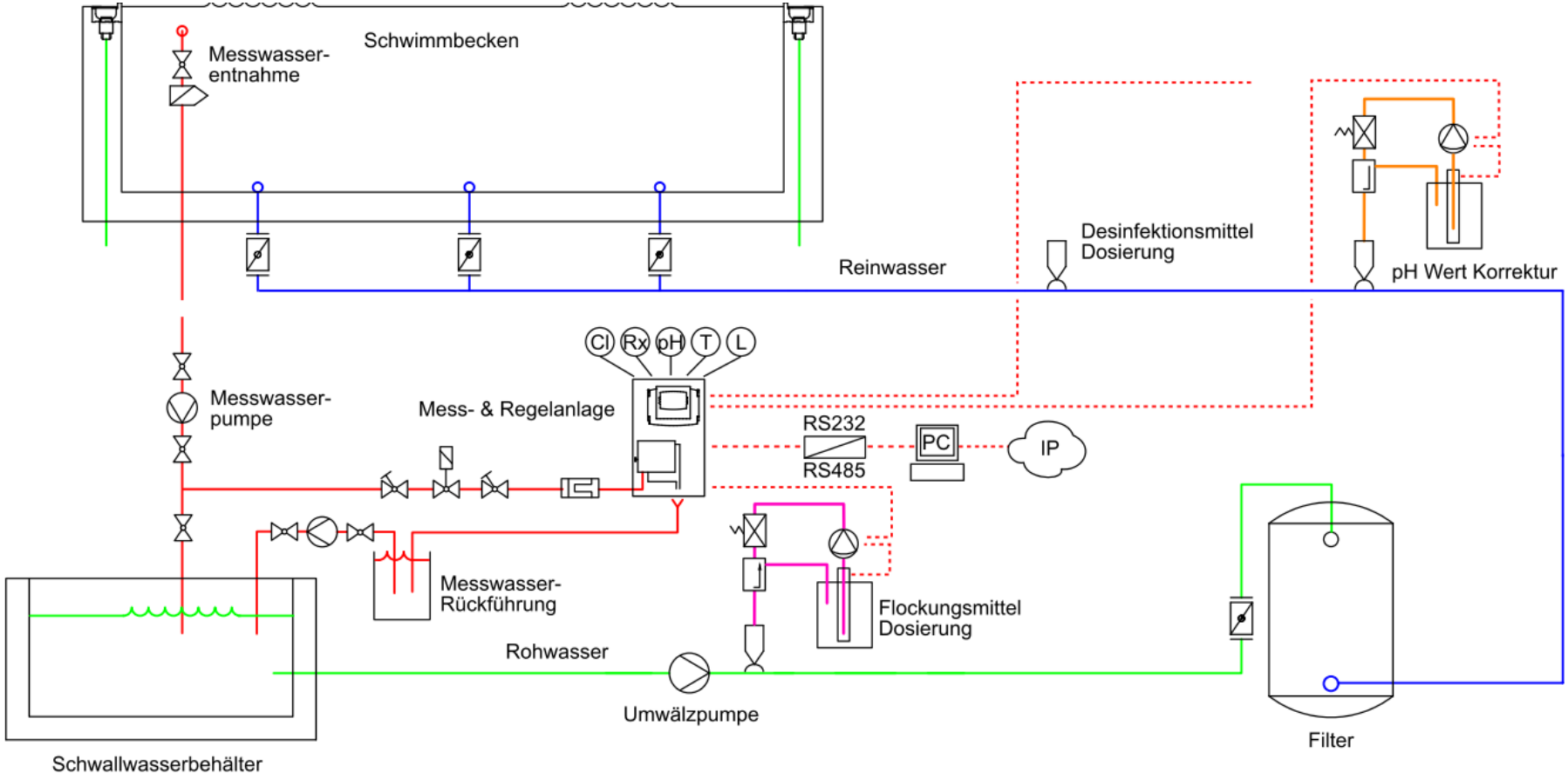
- der Erfüllung der Pflichten des Betreibers nach den Anforderungen der a. a. R. d. T. und nach den unter 2.3.1 aufgelisteten Empfehlungen,
- des Betriebsbuches auf richtige Führung und Auffälligkeiten,
- **des Wasserkreislaufs des Beckenwassers einschließlich Wasseraufbereitung**
- der Trinkwasser-Installation und der Duschen sowie
- der hygienischen Anforderungen an sonstige Einrichtungen in Bädern.

In schwierigen Fällen wird empfohlen, dass die Gesundheitsämter entsprechende Hygieneinstitute oder Medizinaluntersuchungsämter oder Landesgesundheitsämter konsultieren.

DIN 19643-1 : 11-2012

- **11.4 Dosierautomatik**
- **11.4.1 Messwasserentnahme von Beckenwasser**

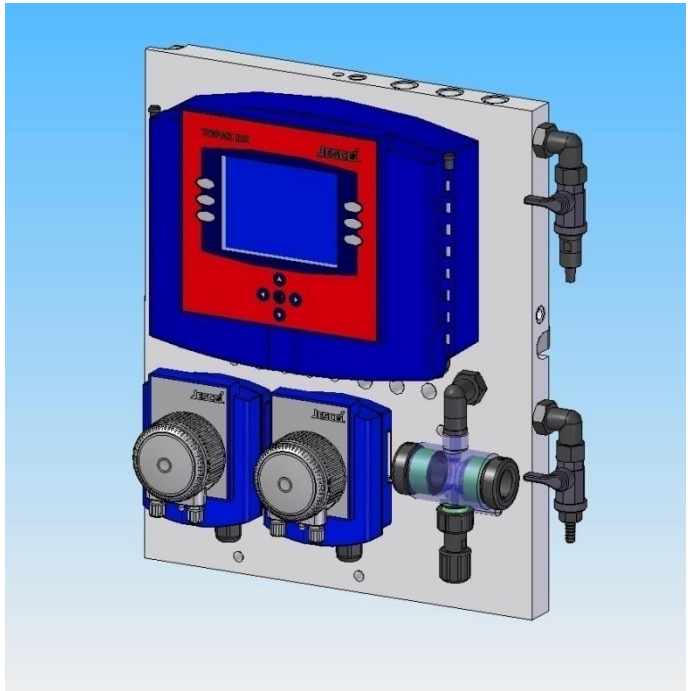
Das Messwasser wird etwa **20 cm unterhalb des Beckenwasserspiegels** entnommen und ist dem Messfühler auf kürzestem Weg zuzuführen. Wenn der Messfühler gasblasenfreies Wasser benötigt, ist es durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen.

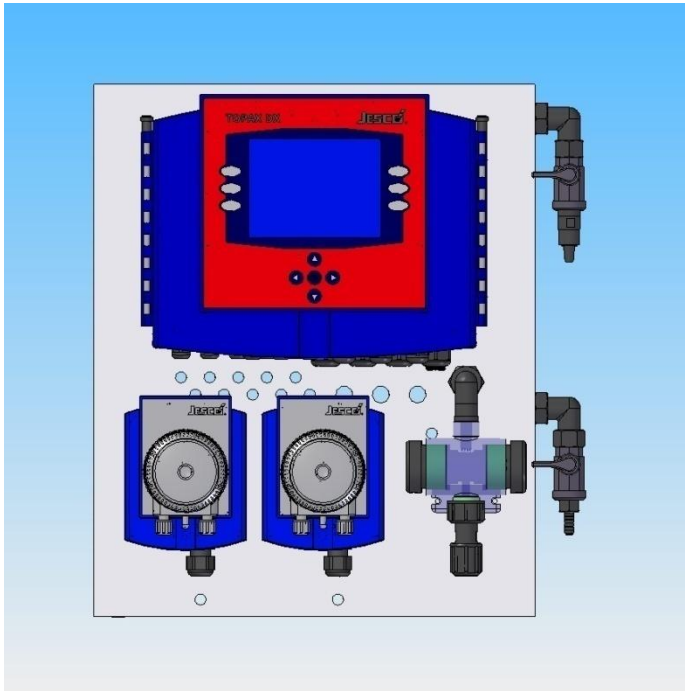


DIN 19643-1 : 11-2012

- **11.4.2 Messwerterfassung**

  Der Messbereich muss bis zum 1,5-fachen des oberen Wertes für den Gehalt an freiem Chlor (1,2 mg/l lt. Fußnote Seite 7) reichen. Die Fehlergrenzen müssen kleiner als 0,05 mg/l Cl sein. Die Zeitverzögerung durch den Messwassertransport darf 0,5 min (30 sec.) und die Trägheit des Messsystems sollte 1 min nicht überschreiten. Bei amperometrischen Messungen ist der Einfluss des pH-Wertes und der Temperatur auf das Messsignal zu berücksichtigen.





DIN 19643-1 : 11-2012

Messung von Chlor

Zum Nachweis der Wirksamkeit sind Chlor-Kontrollmessungen im Wasser erforderlich.
Üblicher Überschusschlorgehalt (im Trinkwasser 0,05 – 0,3 mg/l), im Badewasser 0,3 – 0,6 mg/l,
in Warmsprudelbecken → 1,0 mg/l; **Hinweis:** 1,2 mg/l sollen nicht überschritten werden!

Messtechnik

Das Desinfektionsmittel muss einfach und zuverlässig mit einer Feldmethode vor Ort zu messen sein.
Bei Chlor wird dies mit der sogenannten DPD – Methode durchgeführt.

DPD – Handmessung

Abkürzung für eine einfache Testmethode zur Bestimmung der Konzentration an Chlor im Wasser
vor Ort (Feldmethode, Analysengenauigkeit: ± 0,06 mg/l).

N-**Diethyl-para-Phenylen-Diamin-Sulfat** (DPD) oxidiert in Gegenwart von freiem Chlor, unter Bildung
einer **roten Färbung**. Die Intensität der Färbung wird gemessen.

Gesamtchlor-Bestimmung

Gebundenes Chlor bildet in Gegenwart von Iod-Ionen ebenso eine **rote Färbung**.
Die chlorkonzentration wird visuell mit einem Komparator (Farbscheibe - colorimetrisch) oder
mit einem Photometer (selektiv photometrisch) ermittelt.

DIN 19643-1 : 11-2012

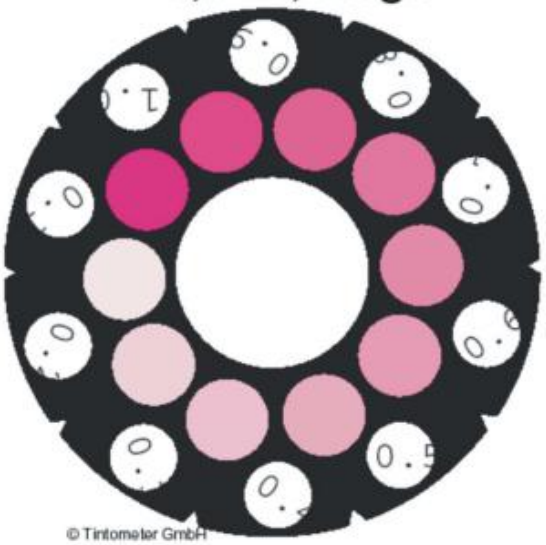
Mit dem sogenannten **DPD 1-Test** wird der freie Chlorgehalt einer Probe ermittelt.

Mit dem **DPD 3-Test** wird der Gesamtchlorgehalt ermittelt.
Gesamtchlor minus freies Chlor ergibt rechnerisch das gebundene Chlor. (eine direkte Messung des gebundenen Chlors ist bisher nicht möglich)

In der Praxis ist es wichtig die u.U. vorhandenen deutlichen Messwertunterschiede der einzelnen Geräte bzw. Hersteller zu beachten. Auch sind evtl. Querempfindlichkeiten aus den Wasserinhaltsstoffen bei der Beurteilung der Messergebnisse zu beachten.

Zubehör DPD-Messung

Chlor
0,1 - 1,0 mg/l



DIN 19643-1 : 11-2012

Wichtig zu wissen ist:

Zwischen der DPD-Bestimmung und der elektrochemischen Messung entstehen in der Praxis unterschiedliche Ergebnisse.

Jeder Betreiber einer Schwimmbad-Wasser-Aufbereitungsanlage sollte die Gründe hierzu kennen um die richtigen Korrekturen zu machen.

Basis ist die **Kenntnis der pH-Abhängigkeit** des Chlorpärchens **HClO und ClO^-**.

Die DPD-Methode ermittelt den Wert für freies Chlor bei einer auf 6 - 6,5 pH voreingestellten Probe, dies ist erforderlich, damit die Farbreaktionen reproduzierbar werden.

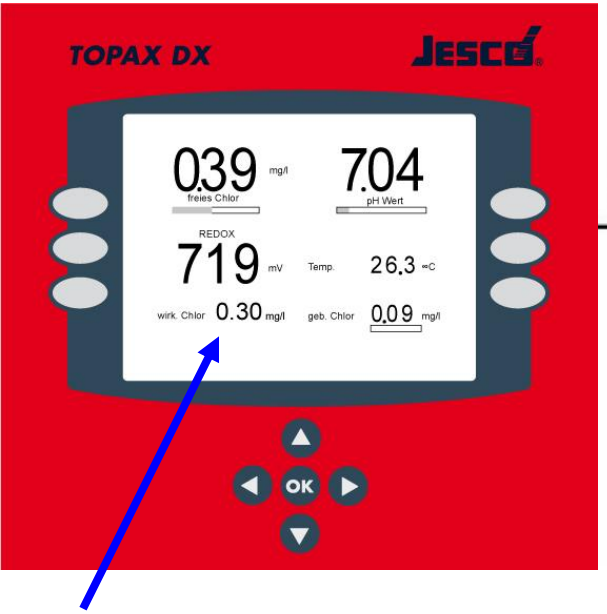
D.h. der Anteil des nur wenig wirksamen Hypochlorit-Anions wird als frei verfügbares Chlor bewertet.

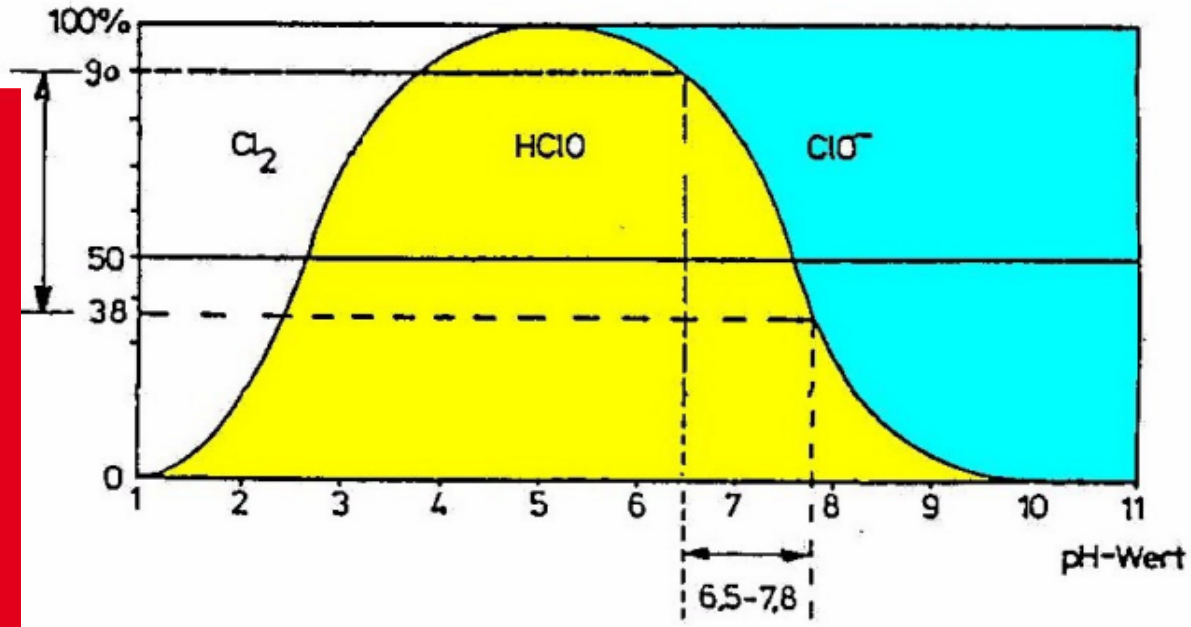
Die elektrochemische Chlormessung erfasst nur das tatsächlich wirksame Chlor je nach pH-Wert des Wassers.

Dies ist bei der Kalibrierung zu berücksichtigen!

DIN 19643-1 : 11-2012

Beispielmessung:





Beispiel: DPD-Messung freies Chlor = **0,70 mg/l** bei pH = 7,8

38 %	von	0,70	=>	0,27
62 % (100-38=62)	von	0,70 zu 20 %*	=>	0,09
			---	
tatsächlich verfügbar			=>	**0,36 mg/l**

* 10 - 20% ist die Desinfektionswirkung vom ClO^- Anion

als Kalibrierwert in das Meß- und Regelgerät müsste 0,36 an Stelle von 0,70 eingegeben werden!

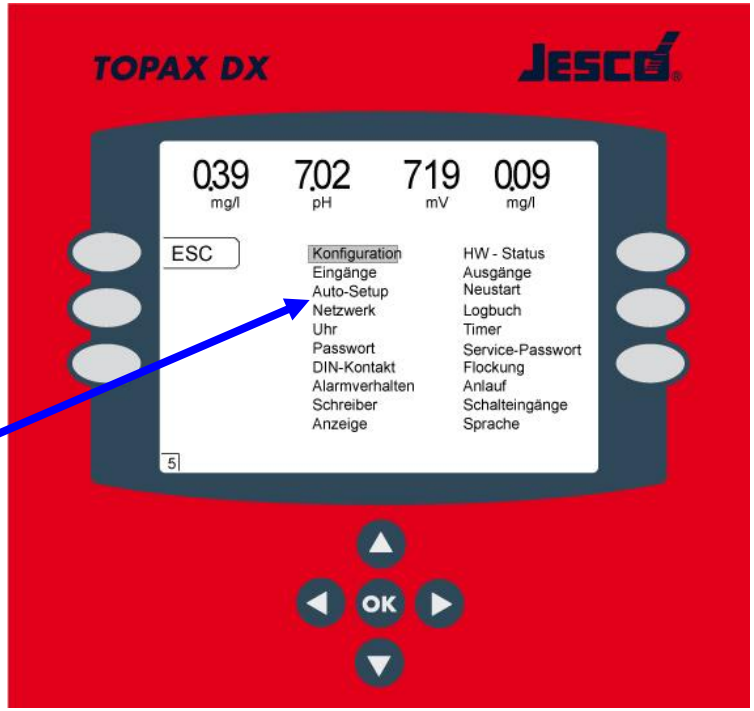
DIN 19643-1 : 11-2012

- **11.4.3 Regeleinrichtung**

  Die Regeleinrichtung muss so ausgeführt sein, dass der Chlorgehalt im Beckenwasser innerhalb der Werte nach 5.3.2.9 (Allgemein 0,3-0,6 mg/l und Warmsprudelbecken 0,7-1,0 mg/l Chlor) liegt und dabei um einen einzustellenden Sollwert eine möglichst geringe Schwankung aufweist.

  Mit PID-Reglern oder Reglern mit anderen leistungsfähigen Regelalgorithmen kann dies sichergestellt werden. Die Anpassung der Reglerfunktion an die Regelstrecke erfolgt durch Ermittlung der „Sprungantwort“ (Übergangsfunktion). Selbsteinstellende Regler vereinfachen die Bedienung.

Als Sprungantwort wird die Änderung der Ausgangsgröße bei sprunghafter Änderung einer Eingangsgröße bezeichnet.



Auto-Setup

DIN 19643-1 : 11-2012

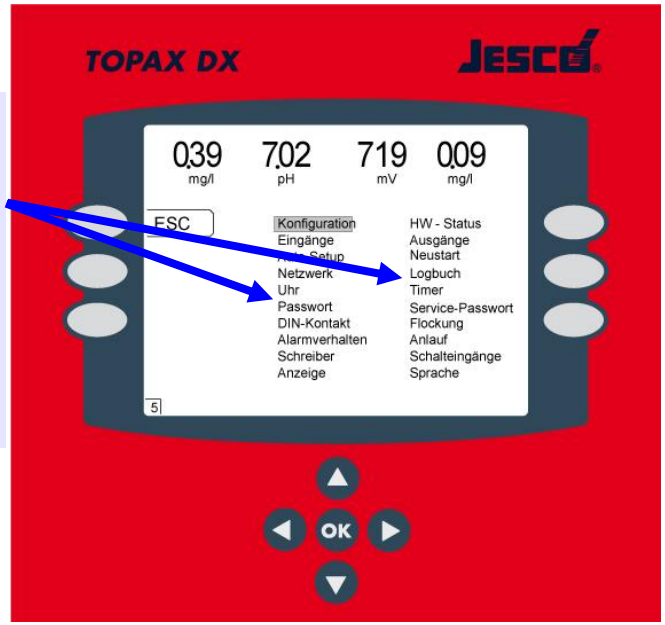
- **13.9 Betriebliche Besonderheiten**
- **13.9.1 Teillastbetrieb**

Der Volumenstrom für Badebecken kann während der betriebslosen Zeit (z. B. in Nachtstunden) unter folgenden Voraussetzungen auf Teillastbetrieb (≥ 50% des Volumenstroms) gedrosselt werden:

- Nach Ende der täglichen Badebetriebszeit müssen die Werte der Hygienehilfsparameter – freies Chlor, gebundenes Chlor, pH-Wert und Redox-Spannung – den Anforderungen nach Tabelle 2 entsprechen.
- Es muss sichergestellt sein, dass ein Teillastbetrieb zeitlich begrenzt und automatisch wieder auf Volllast geschaltet wird.

Die Auslösung des Teillastbetriebes erfolgt per Hand.

- Ermöglicht einen **reduzierten Betrieb** und somit **Energieeinsparung**
- Echtzeituhr mit Timern zur automatischen Schaltung des **ECO Mode bzw. des „Nachtbetriebes“**



DIN 19643-2-5 : 11-2012

- **4.2 pH-Wert-Einstellung**
- **4.2.1 Allgemeines**

Für eine einwandfreie Flockung und eine ausreichende Desinfektion, bei möglichst niedrigem Desinfektionsmittelaufwand ,wird der pH-Wert des Wassers unter Verwendung einer automatisch den pH-Wert regelnden Dosieranlage auf einen Soll-pH-Wert eingestellt. Die zugesetzten Stoffe müssen vor Erreichen des pH-Wert-Sensors und der Entnahmestelle für die Probennahme vollständig mit dem Wasser vermischt sein.

- **4.2.4 Funktionsprüfung**

Der innerhalb des zulässigen pH-Wert-Bereiches gewählte Soll-pH-Wert muss auf ± 0,1 pH-Wert-Einheiten eingehalten und die Kontrolle durch elektrometrische pH-Wert-Messungen vorgenommen werden.

z. B. gewählter Soll-pH-Wert 7,0 → pH-Wert darf also nur zw. 6,9 und 7,1 pH schwanken

Bei **pH-Messung** darf die Kontrolle **nicht mit einem Photometer und Phenolrot** erfolgen!

Es sind nur elektrometrische Messgeräte zu verwenden.

DIN 19643-2-5 : 1997-04

- **4.6 (4.7) Chlorung**
- **4.6.2 (4.7.2) Chlorkonzentration**

Aus Seuchenhygienischen Gründen ist die Chlorzugabe während des Betriebes der Aufbereitungsanlage, also auch außerhalb der Öffnungszeiten des Bades, durchzuführen.
Der Sollwertbereich für die Konzentration an freiem Chlor im Beckenwasser beträgt:
a) Allgemein: 0,3 mg/l bis 0,6 mg/l;
b) Warmsprudelbecken: 0,7 mg/l bis 1,0 mg/l.

- **4.6.3 (4.7.3) Funktionsprüfung**

Nach vollständiger Durchmischung und mindestens 20 s Fließzeit, z. B. in einer Messwasserleitung, muss die höchste Konzentration an freiem Chlor im Reinwasser betragen:

a) bei Hallenbädern: 2 mg/l,
b) bei Freibädern 10 mg/l.

Die höchstmögliche Konzentration an freiem Chlor im Beckenwasser von 1,2 mg/l muss während des Betriebes aufrechterhalten werden können.

Aus Teil 4

Die von der kontinuierlichen Chlormengenmessung an einer repräsentativen Stelle im Becken automatisch gesteuerte Chlormengendosierung muss innerhalb von 2 min nach Ablauf der Totzeit jeden eingestellten Sollwert innerhalb der Sollwertbereiche nach 4.6.1 erreichen. Die höchstmögliche Konzentration von 1,2 mg/l freiem Chlor im Beckenwasser muss innerhalb von 4 h erreicht und während des Betriebes aufrechterhalten werden können.

Zusammenfassung

Automatische Messung

- Die Chlorkonzentration wird durch eine amperometrische Messmethode mittel erfasst. Während des Betriebes gibt es die bisher genannten und weitereite Störgrößen, welche die Chlorkonzentration, den pH-Wert und den Redox-Wert beeinflussen.
- Daher kann der vorgeschriebene Sollwertbereich nur durch eine automatische Messung mit integrierter Regelung permanent eingehalten und eingeregelt werden.
- Um repräsentative Werte zu erzielen, ist es notwendig, dass das Beckenwasser in relativ kurzer Zeit den Weg zur Messsonde findet. Andernfalls stimmt der Wert der Messung mit dem Beckenwasserwert nicht überein.
- Die DIN 19643 schreibt vor, dass das Messwasser ca. 20 cm unterhalb des Beckenwasserspiegels zu entnehmen und der Messeelektrode auf kürzestem Weg zuzuführen ist. Diese Anforderung gilt auch für die Messung der Werte für pH, Redox und Temperatur.
- Über einen integrierten P- bzw. PID-Regelalgorithmus wird aus der Abweichung zwischen Sollwert und gemessenem Istwert eine Stellgröße für die jeweilige Dosiereinrichtung ermittelt.
- Die Stellglieder sind z. B. Chlorgasventile, Dosierpumpen, Injektor-Systeme oder Motorventile. Die Einheiten sind geschlossene Regelkreise, bei denen auch weitere Störgrößen mit berücksichtigt werden müssen.

Zusammenfassung

Genauigkeit und Reproduzierbarkeit

- Mit der Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messwerte steht und fällt die Wasserqualität (Grenzwerte der Hygienehilfsparameter) sowie die Möglichkeit der Betriebskosteneinsparung.
- Jedes Glied in der Messkette und des Regelkreises muss in Funktionssicherheit und Genauigkeit zusammen passen.
- Die richtig ausgeführte Messwasserentnahme ist entscheidend für die Ausnutzung der heutigen technischen Möglichkeiten.
- Neben der Flockung ist dies die zweite der häufigsten Fehlerquellen bei Problemen mit der Wasseraufbereitung.
- Das Messwasser muss repräsentativ für das ganze Becken sein.

Laufzeit Beckenwasser zur Messzelle:

- < 0,5min. → Reaktionszeit < 1 min. (DIN 19643-1 Ziffer 11.4.2)

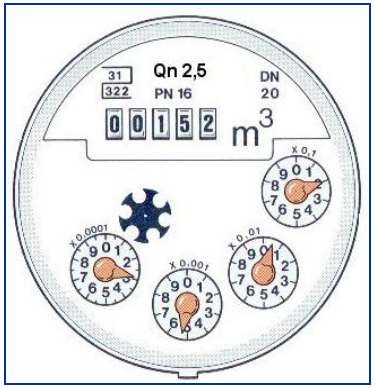
Definition - Steuerung

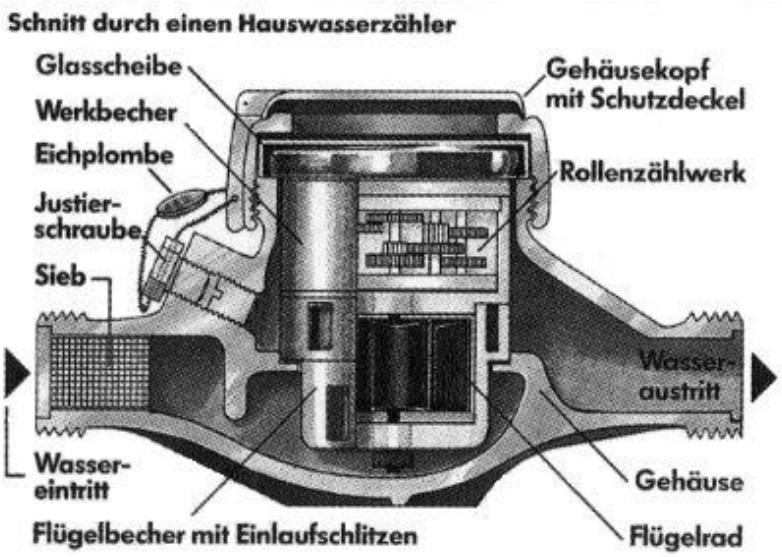
Steuerung bedeutet:

Ein bestimmter Ausgabewert wird erreicht, durch Einstellung eines bestimmten Vorgabewertes innerhalb eines konstanten Systems

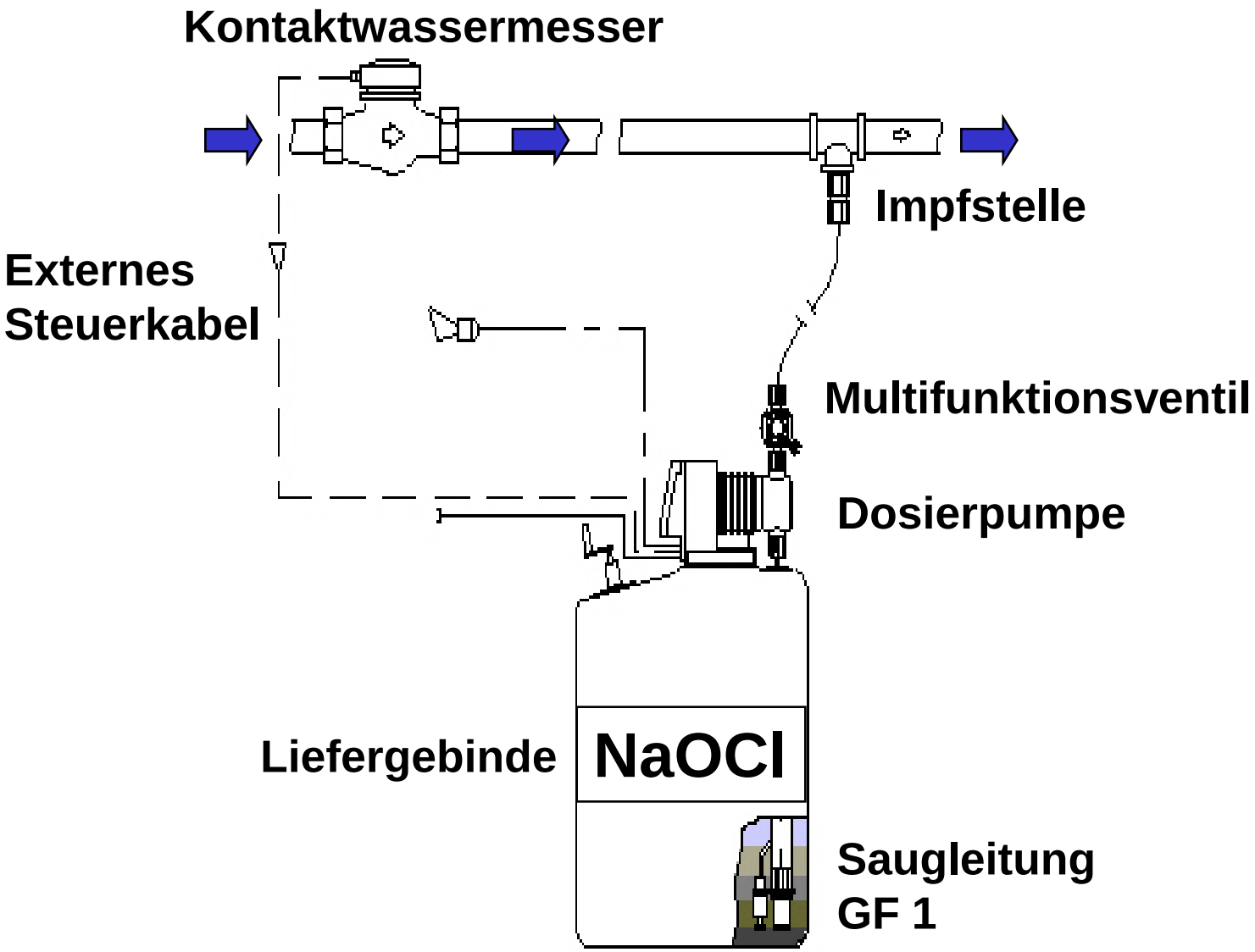
<u>Beispiel Proportional-Dosierung:</u>

Vorgabewert: Kontaktsignal des Wassermessers
Ausgabewert: Kontaktfrequenz
Merkmal: → offener Wirkungsablauf





Proportional-Dosierung



Definition - Regelung

Regelung bedeutet:

Der zu messende bzw. der zu regelnde Wert, die so genannte **Regelgröße** (Messwert), **wird permanent erfasst.**

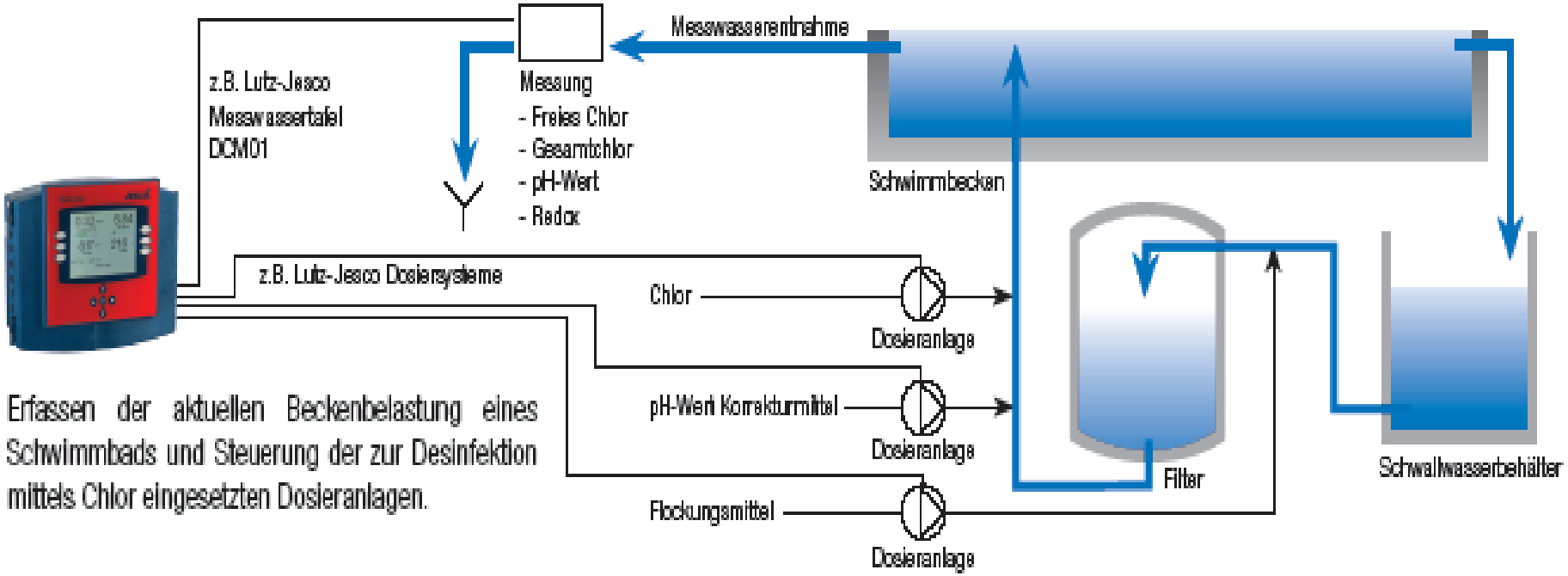
Regler: vergleicht ständig Messwert (**Istwert**) mit Sollwert (**Führungsgröße**).

Regelabweichung → **Regler generiert Stellgröße, diese steuert Stellglied an.**

<u>Beispiel:</u>

Abweichung ins Negative → Lauge Dosierung oder Chlorregelventil auf
Abweichung ins Positive → Säure Dosierung oder Chlorregelventil zu
Merkmal: → **geschlossener Regelkreis**

Regelung Schwimmbad



Erfassen der aktuellen Beckenbelastung eines Schwimmbads und Steuerung der zur Desinfektion mittels Chlor eingesetzten Dosieranlagen.

Regeleinrichtungen

Unstetig wirkende Regler:

z. B. Magnetventil Frischwasser nach Niveau geregelt,
Stellgröße kann nur ein oder aus sein (Grenzwert-Regelung, schwarz/weiß)

Stetig wirkende Regler:

z. B. Dosierpumpe Magdos LD oder Chlorregelventil C 7700
Die Stellgröße kann jeden Wert innerhalb des Stellbereiches annehmen
(z. B. Hubfrequenz 0-250/min, Winkel 0-90°).

Proportional Regelung P-Regler

P-Regler

- Die Stellgröße ist proportional zur Regelabweichung,
  → d. h. je größer die Abweichung vom Sollwert, desto größer die Stellgröße (Frequenz, 3-Punkt-Schritt, mA).

- Vorteile: Schnelle Reaktion
  Abschalten der Stellgröße
  sobald der Sollwert erreicht ist
- Nachteile: bleibende Regelabweichung
  (Abweichung vom Sollwert, Schwankung)

- Anwendungen: Batch- oder Umwälzprozesse mit keiner oder kleiner Totzeit

Integrale Regelung I-Regler

I-Regler

- Merkmal: Geschwindigkeit der Stellgröße ist proportional zur Regelabweichung,
  → d. h. je größer die Abweichung vom Sollwert, desto schneller ändert sich die Stellgröße

- Im Falle großer Abweichungen steigt die Stellgröße schnell an; im Falle kleiner Abweichungen steigt die Stellgröße langsam an.

- Vorteil: schaltet bei Erreichen des Sollwertes nicht ab (gleicht dadurch ständigen „Bedarf“ aus)
- Nachteil: langsame Reaktion

- Anwendungen: langsame kontinuierliche Zugabe; Installationen mit keiner oder kleiner Totzeit

PI - Regler

PI-Regler

- Vorteile: Schnelle Reaktion
  Schaltet bei Erreichen des Sollwertes nicht ab
- Nachteile: keine
- Anwendungen: Durchflussprozesse,
  Umwälzprozesse mit permanentem Bedarf an Chemikal und kleiner Totzeit
  (arbeitet zuverlässig in den meisten Prozessen)

Differential Regler D-Regler

- **D-Regler**

- Merkmal: Die Stellgröße ist proportional zur Änderungsgeschwindigkeit der Regelgröße.

- Die Stellgröße bleibt null, außer die Regelgröße ändert sich.

- Je schneller sich die Regelgröße ändert, desto größer die Stellgröße.

- Der D-Anteil **erkennt einen Trend** und arbeitet diesem entgegen (Vorausschau).

PD-Regler

- **PD-Regler**

- Merkmal: Kombination aus P- und D-Regelverhalten

- Vorteile: Schnelle Reaktion,
  reagiert auf Trends,
  vermeidet Sollwertüberschießen

- Nachteile: keine

- Anwendungen: Batch- und Umwälzprozesse mit Totzeit

PID - Regler

- **PID-Regler**

- Merkmal: Kombination aus P-, I- und D-Regelverhalten

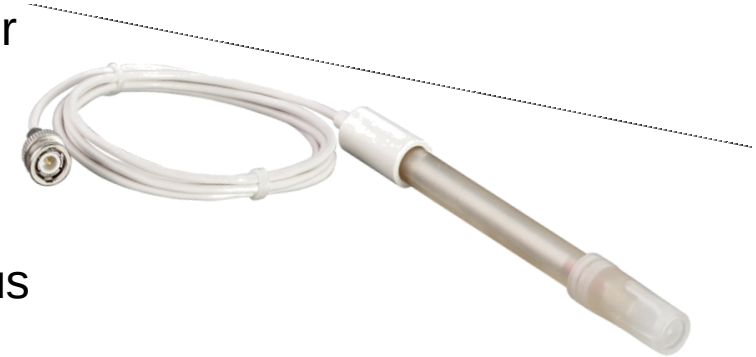
- Vorteile: Schnelle Reaktion
  Schaltet bei Erreichen des Sollwertes nicht ab;
  Reagiert auf Trends

- Nachteile: keine

- Anwendung: Durchflussprozesse,
  Batch und Umwälzprozesse
  mit permanentem Bedarf und klarer Totzeit

pH-Wert als Wasserparameter

- Der **pH-Wert** ist ein Maß für die Stärke der sauren bzw. basischen Wirkung einer wässrigen Lösung



- Er ist der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionen- Aktivität

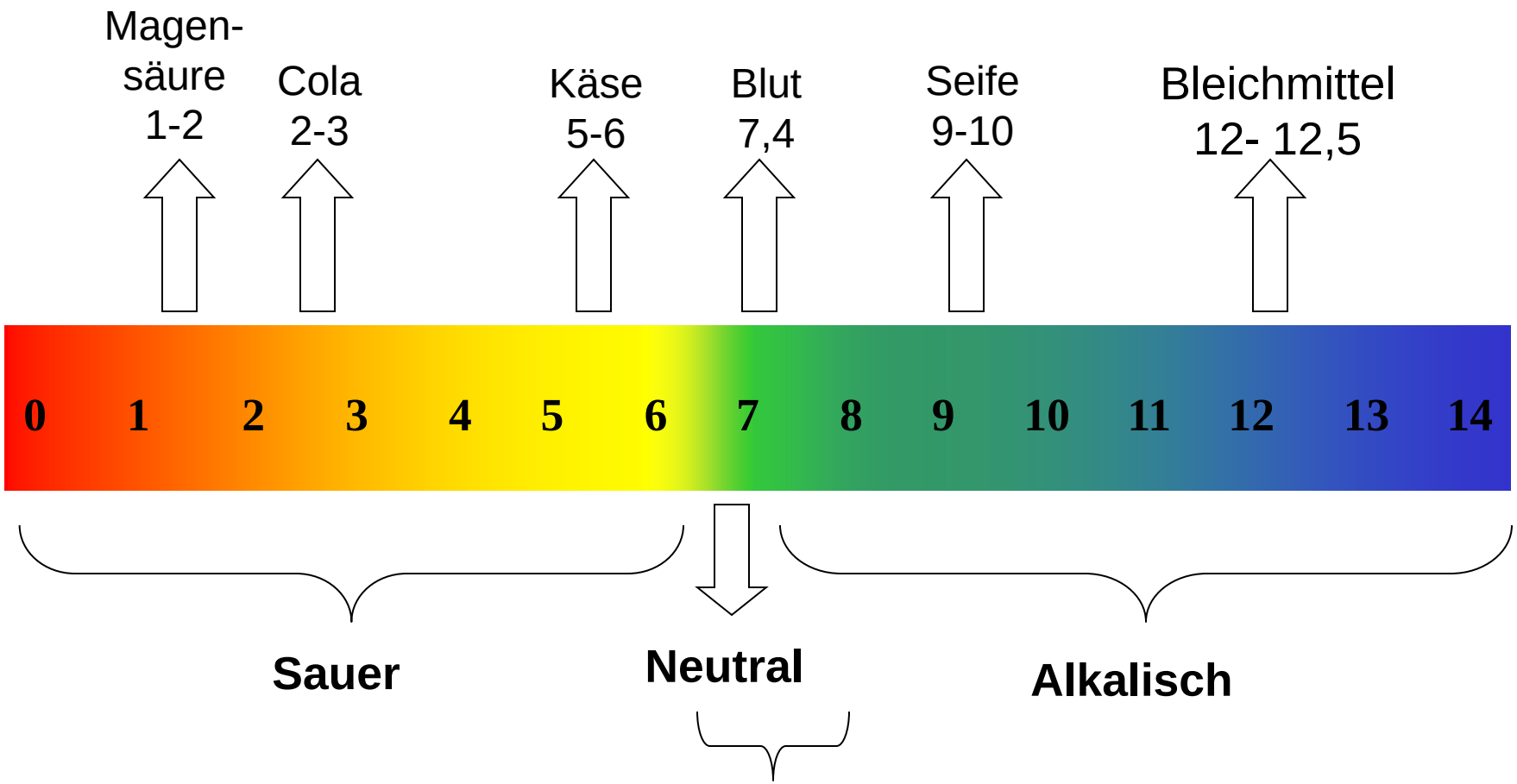
- In der Praxis verwendet man die Wasserstoffionen-Stoffmengenkonzentration

pH < 7 → Lösung „sauer“

$pH = -\lg 10^{-7} = 7$ → Lösung „neutral“ (reines Wasser)

pH > 7 → Lösung „alkalisch“

pH- Wert- Skala

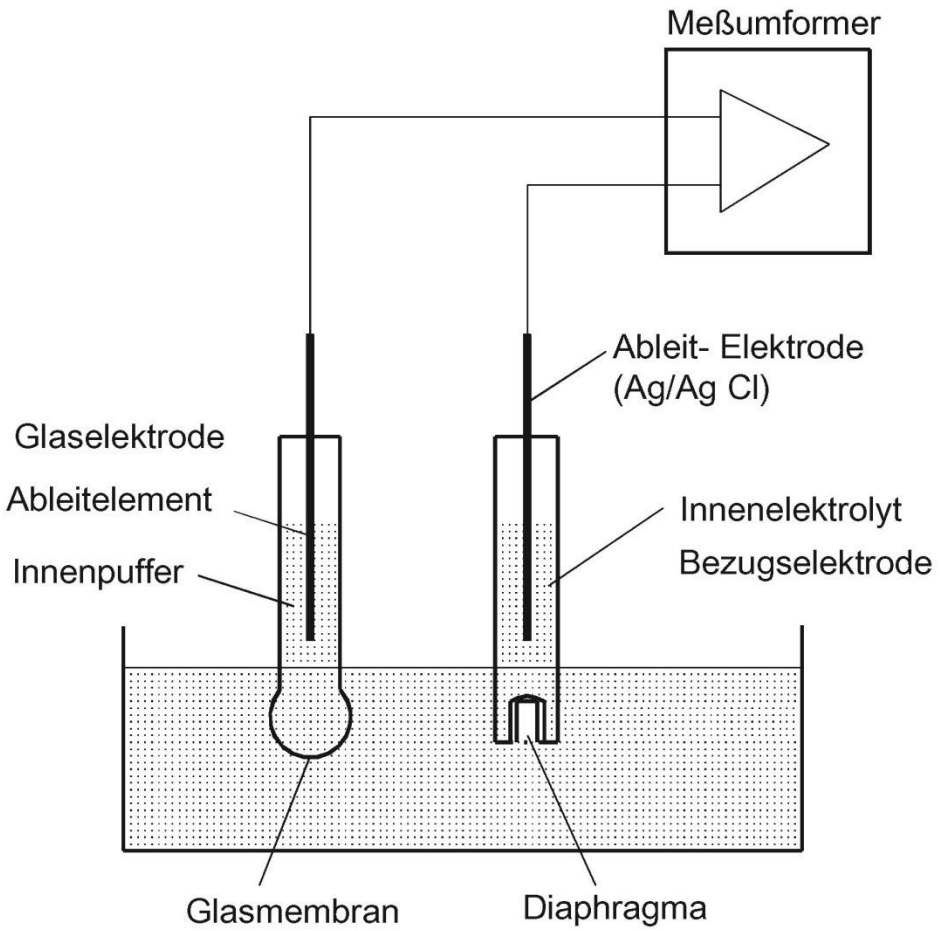


6,5 – 7,6
Vorgeschriebener pH- Wert für Beckenwasser
Nach DIN 19643

pH- Messeinrichtung

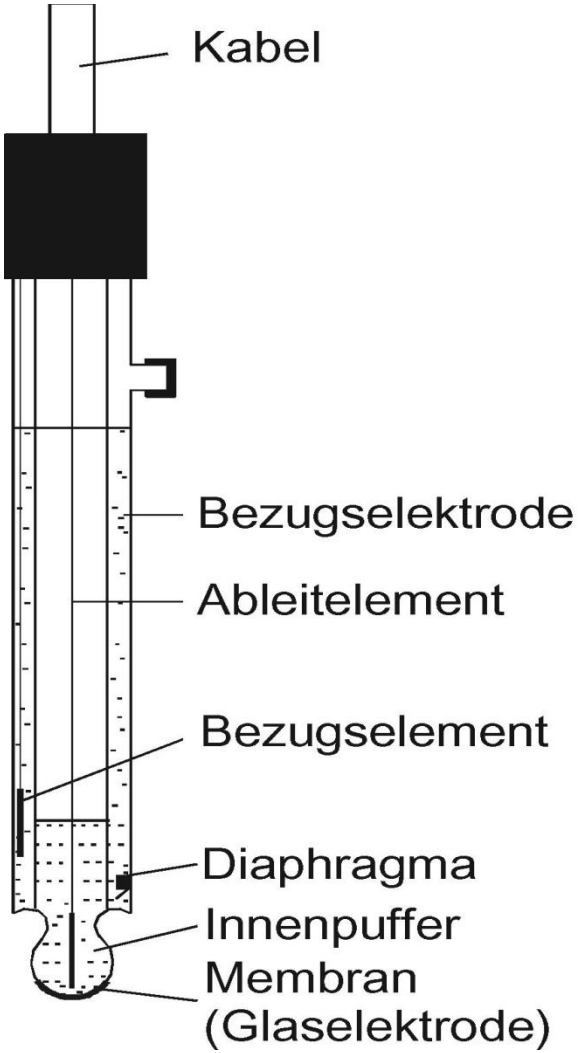
- 2 Elektroden notwendig:
  Mess- und Bezugselektrode

- Werden diese in eine Lösung getaucht, bildet sich ein elektrisches Potenzial aus,
  welches dem pH-Wert proportional ist
  und mit entsprechenden Verstärkern gemessen
  werden kann



Einstabmesskette

- Mess- und Bezugselektrode sind in einem Schaft untergebracht
- Voraussetzung für die einwandfreie Funktion ist die Existenz der sog. Quellschicht auf der Glasmembran
- Die Kalibrierung der Elektroden mittels Pufferlösungen ist notwendig
- Elektrodensignal ändert sich mit der Temperatur, um Temperaturfehler zu minimieren besteht die Möglichkeit der Temperaturkompensation in den Messverstärkern



Bedeutung des pH- Wertes

- pH- Wert sollte zwischen 6,5 und 7,6 liegen
- Messung gibt Hinweis auf die Veränderungen der Wasserbeschaffenheit
- Gibt Angaben über das Korrosionsverhalten eines Wassers
- Ist Grundlage für die Beurteilung nach Trinkwasserverordnung

pH- Wert	Auswirkung	Grund
< 6,5	- Bausubstanz kann geschädigt werden - unter 5,5 gesundheitliche Schädigungen möglich	- Füllwasser hat eine geringe Säurekapazität oder Calciumhärte
> 7,6	- Beeinflusst die Keimtötungsgeschwindigkeit negativ - Kalkausfällungen	- Hohe Säurekapazität - Verwendung von Calcium- oder Natriumhypochlorit

Redox- Spannung als Wasserparameter

Redox leitet sich von

Reduktion (Aufnahme von Elektronen) und

Oxidation (Abgabe von Elektronen) ab

- Die gekoppelten Reduktions- und Oxidationsvorgänge bezeichnet man als Redox-Reaktion

Bedeutung für die Wasserqualität

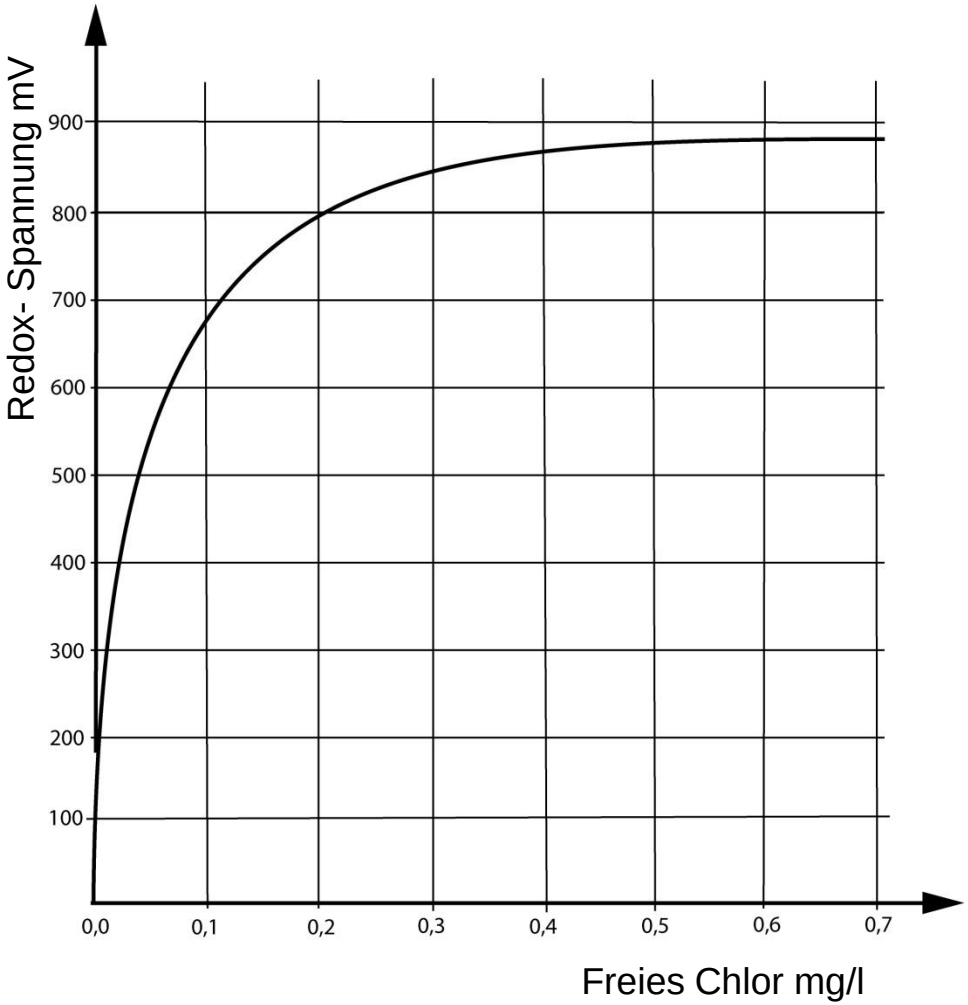
- Als reduzierende Stoffe können die Verunreinigungen im Wasser gesehen werden, während Desinfektionsmittel wie Chlor, Chlordioxid oder Ozon als oxidierende Stoffe vorliegen
- Die Redox-Spannung ist ein Maß für die oxidierende und zugleich desinfizierende Wirkung eines Wassers, also für das

  Desinfektionsvermögen des Wassers

Redox –Spannung als Regelparameter?

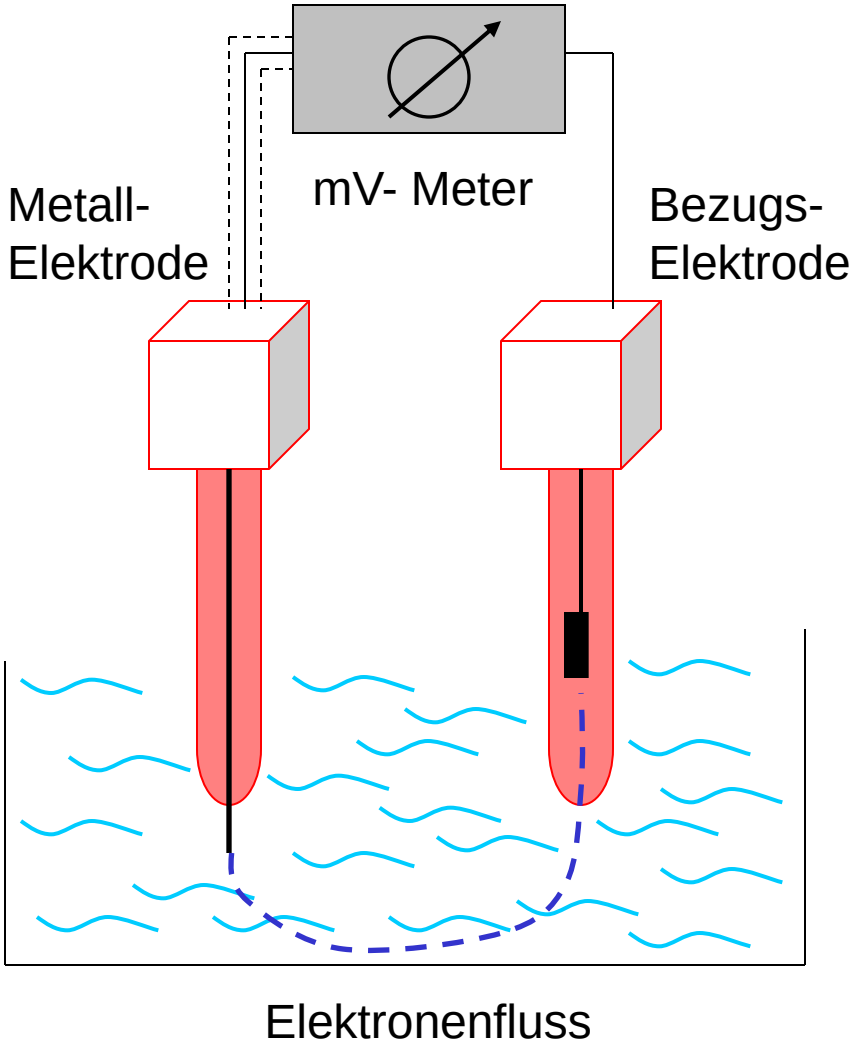
- Die Kurve zeigt die Redox-Spannung bei ansteigendem Chlorgehalt

- Die Redox-Spannung eignet sich nicht als Regelparameter, da eine Überchlorung durch die Redox- Spannung nicht erkannt werden kann.



Messung der Redox- Spannung

- Wird eine Metallelektrode in eine wässrige Lösung getaucht, entwickelt sich nach Art der Lösung ein elektrisches Potenzial
- Dieses Potenzial ist eine Funktion des Verhältnisses der reduzierenden und oxidierenden Bestandteile der Lösung
- Gemessen wird dieses Potenzial an einer Bezugselektrode



Redox- Spannung und Abtötungszeit

Wichtig zu wissen ist:

Hohe Redoxspannung bedeutet hohe Keimtötungsgeschwindigkeit im Becken.

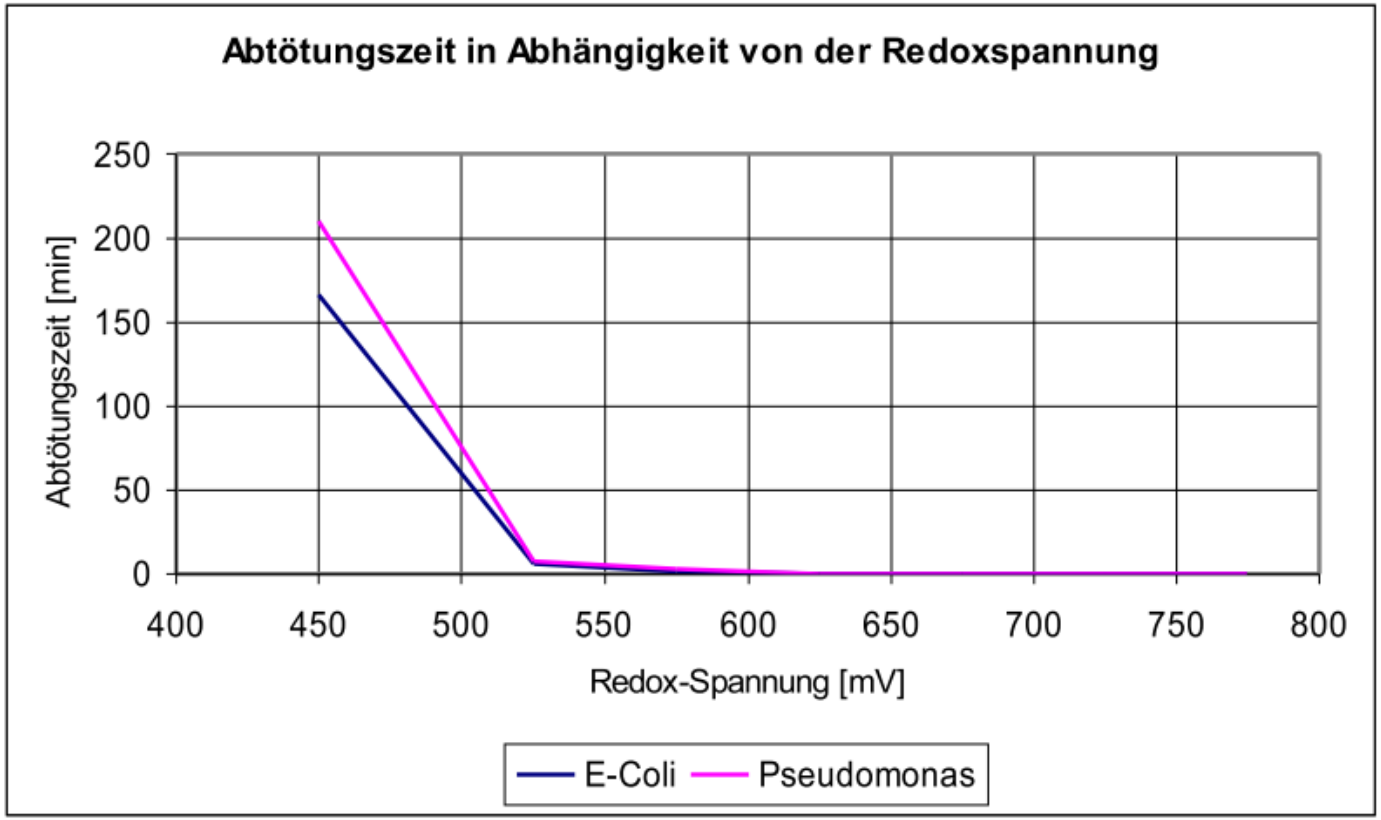
Abtötungszeit		
Redox-Spannung	E-coli	Pseudomonas Aeroginosa
400 - 500 mV	167 min	211 min
500 - 550 mV	6 min	8 min
550 - 600 mV	1,7 min	2,8 min
600 - 650 mV	30 sec	42 sec
650 - 700 mV	18 sec	30 sec
700 - 750 mV	12 sec	21 sec
750 - 800 mV	3 sec	12 sec

Bei Meerwasser werden gleiche Abtötungszeiten bei ca. 50 mV niedrigerer Redoxspannung erzielt.

Redox- Spannung und Abtötungszeit

Wichtig zu wissen ist:

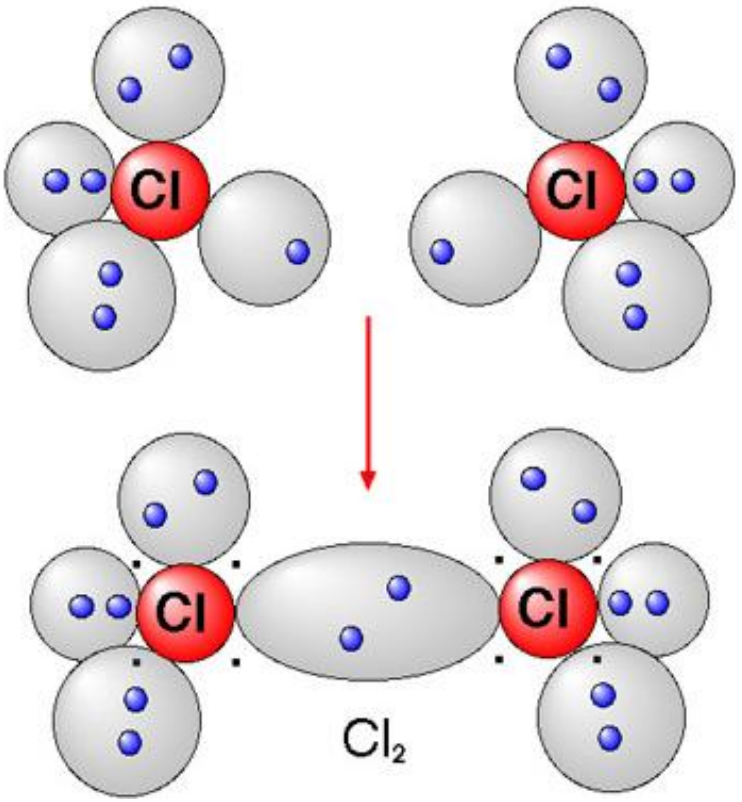
Hohe Redoxspannung bedeutet hohe Keimtötungsgeschwindigkeit im Becken.



Redoxspannungen unter 600 mV sind zu vermeiden !!!!

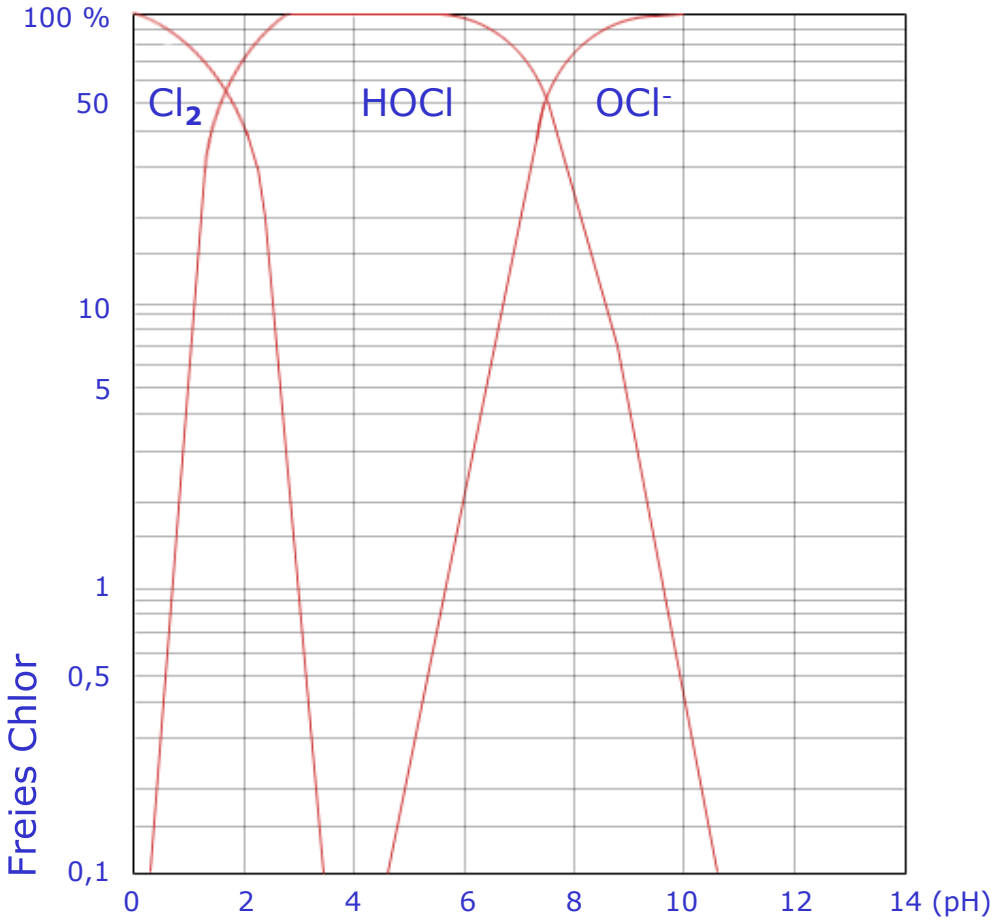
Chlor als Wasserparameter

- Die Chlorung des Wassers gehört zu den am meisten verwendeten Desinfektionsverfahren
- Gas hat i.d.R. einen gasförmigen Aggregatzustand
- Existiert in der Natur nicht in elementarer Form sondern vorwiegend als Anion Cl^-
- In Wasser gelöstes Chlor (Cl_2), bildet hypochlorige Säure (HOCl) und Hypochloritionen (OCl^-)



Dissoziationskurve von Chlor

- Beim Zusammentreffen von Chlor und Wasser entsteht hypochlorige Säure (HOCl) und Salzsäure (HCl)
  $Cl2 + H2O \rightarrow HOC + HCl$
- Sie ist überwiegend für die Desinfektion verantwortlich.
- In Wasser dissoziiert die hypochlorige Säure, in Abhängigkeit von pH- Wert, zu Wasserstoff (H+)- und Hypochlorit- Ionen (OCl-)
- Chlor kann bei pH-Werten über 8 kaum noch wirksam desinfizieren.



Konzentration an freiem Chlor

- Der untere Messwert von Chlor im Beckenwasser sollte nicht kleiner als 0,3 mg/l sein.
- Ein Wert von 0,6 mg/l sollte nicht überschritten werden.

Chlor Konzentration	**Auswirkung**	**Grund**
< 0,3 mg Cl_2/l	Unzureichende Desinfektion	- freies Chlor wird durch Sonnenstrahlen zerstört - hohe organische Belastung - Filter arbeitet unzureichend
> 0,6 mg Cl_2/l	Unnötige gesundheitliche Belastung	- defekte Dosier-(od. Regel)-anlage - falsche manuelle Dosierung

Gebundenes Chlor als Wasserparameter

Gebundenes Chlor

- **Chlorverbindungen**, die sich bei Anwesenheit von Ammonium oder organisch gebundenem Stickstoff im Wasser bilden und in denen das Chlor noch oxidierende und desinfizierende Wirkung besitzt
- Eine direkte Messmethode für gebundenes Chlor gibt es nicht, hierfür ist die Ermittlung des freien und des Gesamtchlors relevant
- **Gesamtchlor - freies Chlor = gebundenes Chlor**

Konzentration an gebundenem Chlor	Auswirkung	Grund
≤ 0,2 mg ClO_2/l	- typischer Hallenbadgeruch - Haut- und Augenreizungen	- hohe organische Belastung - Filter arbeitet unzureichend

Gesamtchlor als Wasserparameter

Gesamtchlor

- Die Summe aus freiem Chlor und gebundenem Chlor ist das Gesamtchlor

- Gehalt an freiem Chlor
  <u>+ Gehalt an gebundenen Chlor</u>
  = Gesamtchlor

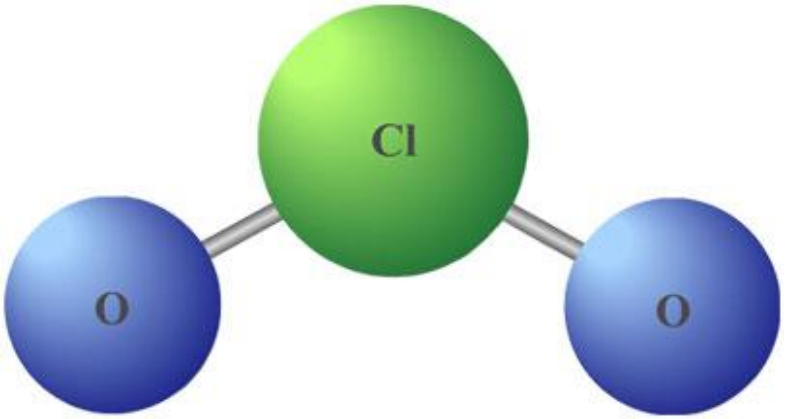
- Der Gehalt an Gesamtchlor ist im Wesentlichen zur Ermittlung des gebundenen Chlors relevant.

Gesamtchlormesszelle GCM

Chlordioxid als Wasserparameter

Chlordioxid

- Desinfektion mit Chlordioxid erfolgt ausschließlich zur Filterdesinfektion und zur Trinkwasserbehandlung.
- Nach Abschluss der Aufbereitung im Trinkwasser muss ein Restgehalt von mindestens 0,05 mg/l Chlordioxid nachweisbar sein.
- Der Grenzwert liegt bei 0,20 mg/l Chlordioxid nach der Aufbereitung.
- Die Desinfektion erfolgt heutzutage meist ohne zusätzliches Chlor, daher muss auch nur noch Chlordioxid gemessen werden.



Bedeutung der Temperaturmessung

Temperatur

- Die Temperatur des Wasser ist ein wichtiges Wassergütemerkmal.
- Bei der Messung des pH-Wertes oder der Leitfähigkeit ändert sich das Elektrodensignal mit der Temperatur.
- Unterscheidet sich die Temperatur einer Probe bei der pH-Wertmessung um mehr als 10°C von der Temperatur bei der Kalibrierung, kann hier ein Messfehler von ca. 0,15 pH- Einheiten auftreten.

Elektrische und elektrolytische Leitfähigkeit

Elektrische Leitfähigkeit

- die Fähigkeit einer Substanz, elektrischen Strom zu leiten.
  Dazu müssen bewegliche Ladungsträger vorhanden sein.
  Maßeinheit: 10^{-6} S/cm = 10^{-3} mS/cm, 1 µS/cm

Elektrolytische Leitfähigkeit

- ist ein Maß für die elektrische Leitfähigkeit in Elektrolytlösungen.
  → Träger der Leitfähigkeit sind Ionen.

- In Lösungen und Elektrolyten steigt die Ionen-Beweglichkeit mit der Temperatur, der Widerstand wird kleiner und somit erhöht sich die Leitfähigkeit.

- Je größer die Zahl der Ionen pro Volumeneinheit (Konzentration), desto besser ist die Leitfähigkeit der Lösung.

Zusammenhang TDS und elektrolytische LF

- **TDS-Wert** (Total Dissolved Solids) gibt die Konzentration der gesamten gelösten Ionen im Wasser an: TDS= ∑ Kationen + ∑ Anionen.
- Der TDS gehört, wie die elektrische LF und die Ionenstärke, zu den sog. Summenparametern.
- Die gebräuchliche Einheit ist mg/l (auch ppm = „parts per million“).
- Zwischen TDS und LF bestehen empirische Beziehungen, wie z. B. diese Näherungsformel:

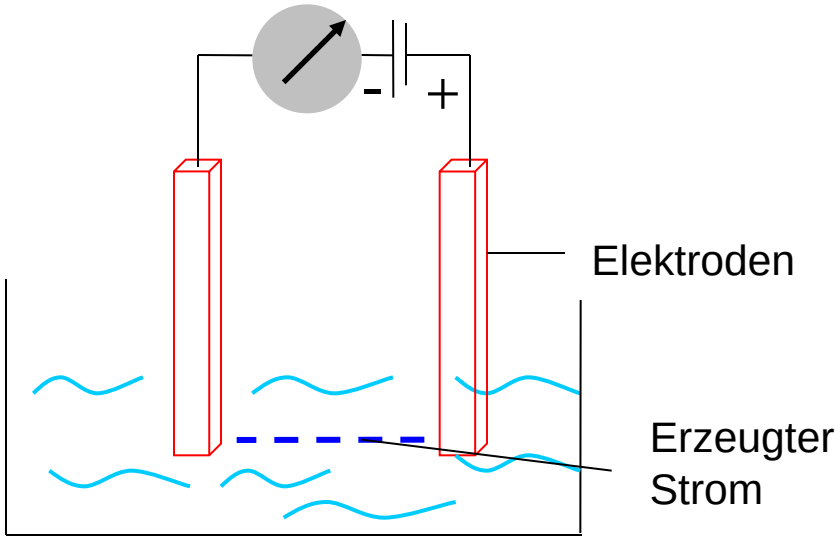
  TDS (mg/l)= a • LF (µS/cm); mit a= 0,55 – 0,70 oder

  LF (µS/cm)= b • TDS (mg/l); mit b= 1,4 – 1,8.
- In verdünnten Lösungen sind der TDS und die elektrische Leitfähigkeit einigermaßen miteinander vergleichbar.
- Bei bekanntem TDS-Wert kann umgekehrt die elektrische LF angegeben werden: und umgekehrt.
- Als einfache Faustregel gilt: 2 µS/cm ≈ 1 ppm (mg/l); 2 mS/cm ≈ 1 g/l.

Konduktive Leitfähigkeitsmesszelle

Konduktive LF-Messzelle

- Leitfähigkeitsmesszelle mit einem zwei Elektrodensystem
- Die Elektroden sind aus Edelstahl, Platin oder Spezialgraphit
- Werden direkt an den Messumformer angeschlossen



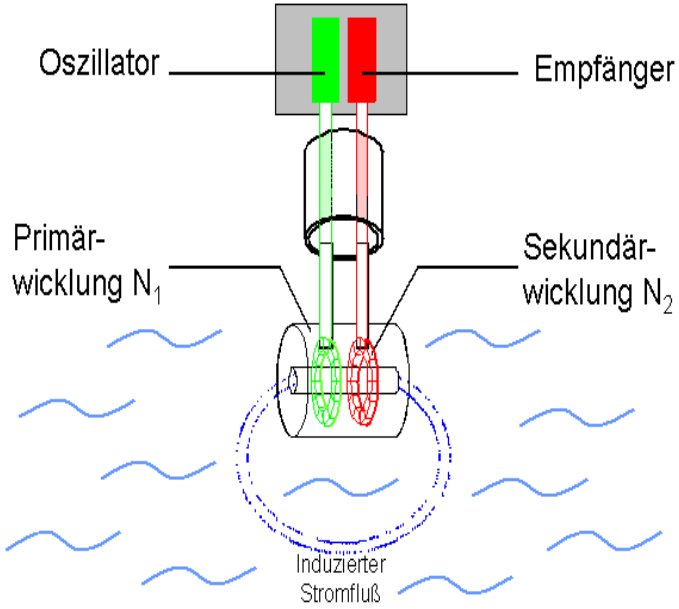
Induktive Leitfähigkeitsmessung

Induktive LF-Messung

- keine Elektroden sondern eine Messsonde bestehend aus zwei vergossenen Messsystemen

- Ein Messsystem erzeugt einen Strom, der sich proportional zur Leitfähigkeit der Lösung ändert

  und im zweiten Messsystem einen Strom induziert, der durch einen Messumformer gemessen wird.



Mehrkanalregler TOPAX DX

TOPAX DX - Features

- Messung von Gesamtchlor, pH-Wert, Temperatur, Redox und Leitfähigkeit

- 6 Mess- und 8- Digitaleingänge,
  8 Stromausgänge 0/4...20mA,
  bis zu 4 P-,PI-,PD- oder PID- Regler

- Anzeige des wirksamen Chlors entsprechend Dissoziationskurve

- Großes Display mit Klartextbedienerführung, mehrsprachige Menüstruktur

TOPAX DX - 6 Messwerteingänge

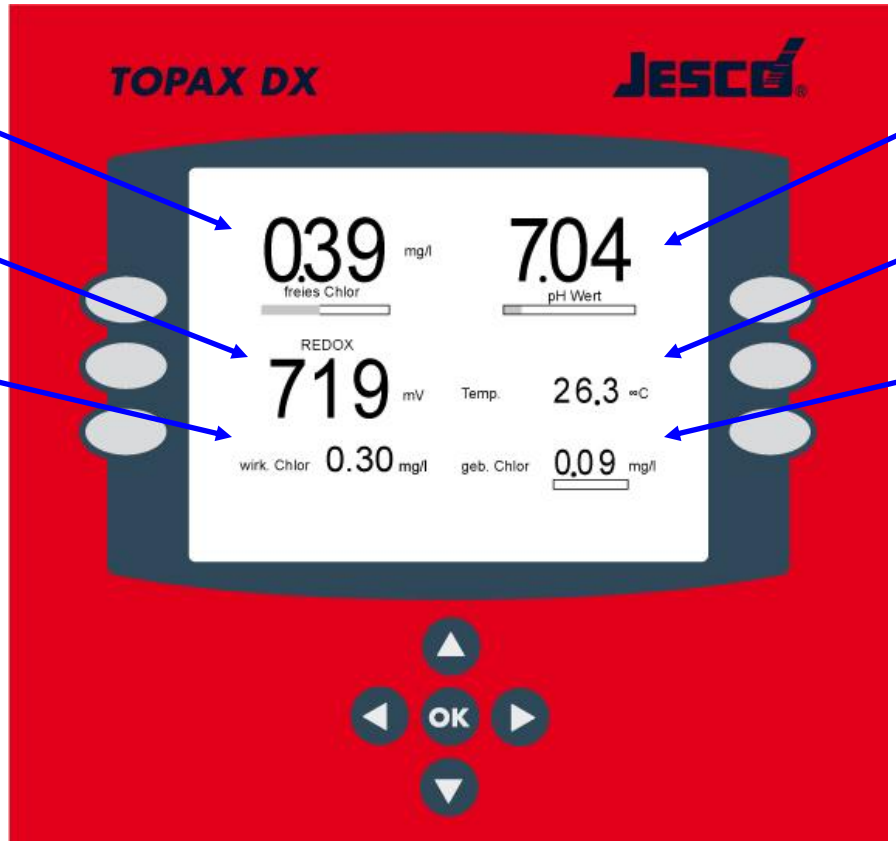
- Freies Chlor
- Gesamtchlor
- pH- Wert
- Redox
- Temperatur
- Elektrische Leitfähigkeit

TOPAX DX - Standardanzeige

Freies Chlor

Redox

Wirksames Chlor



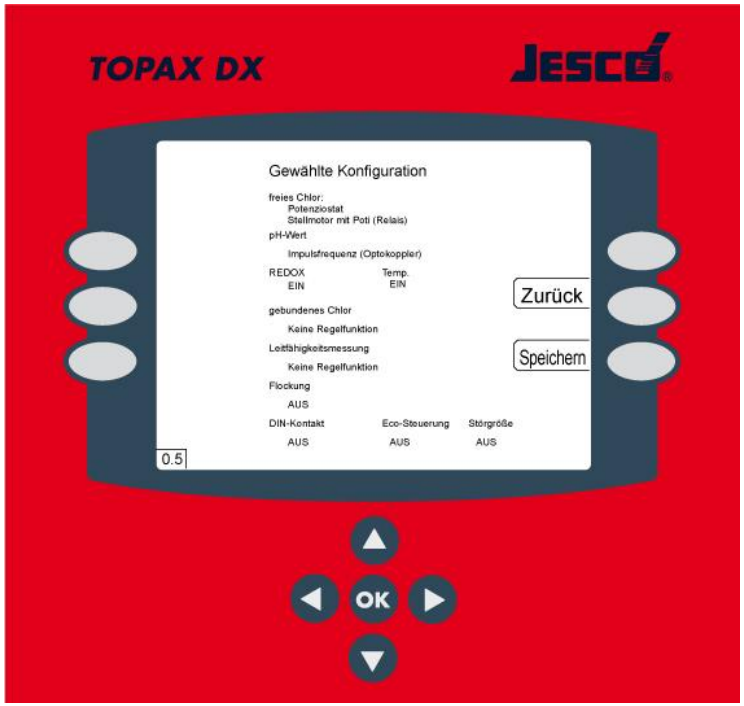
pH- Wert

Temperatur

Gebundenes Chlor

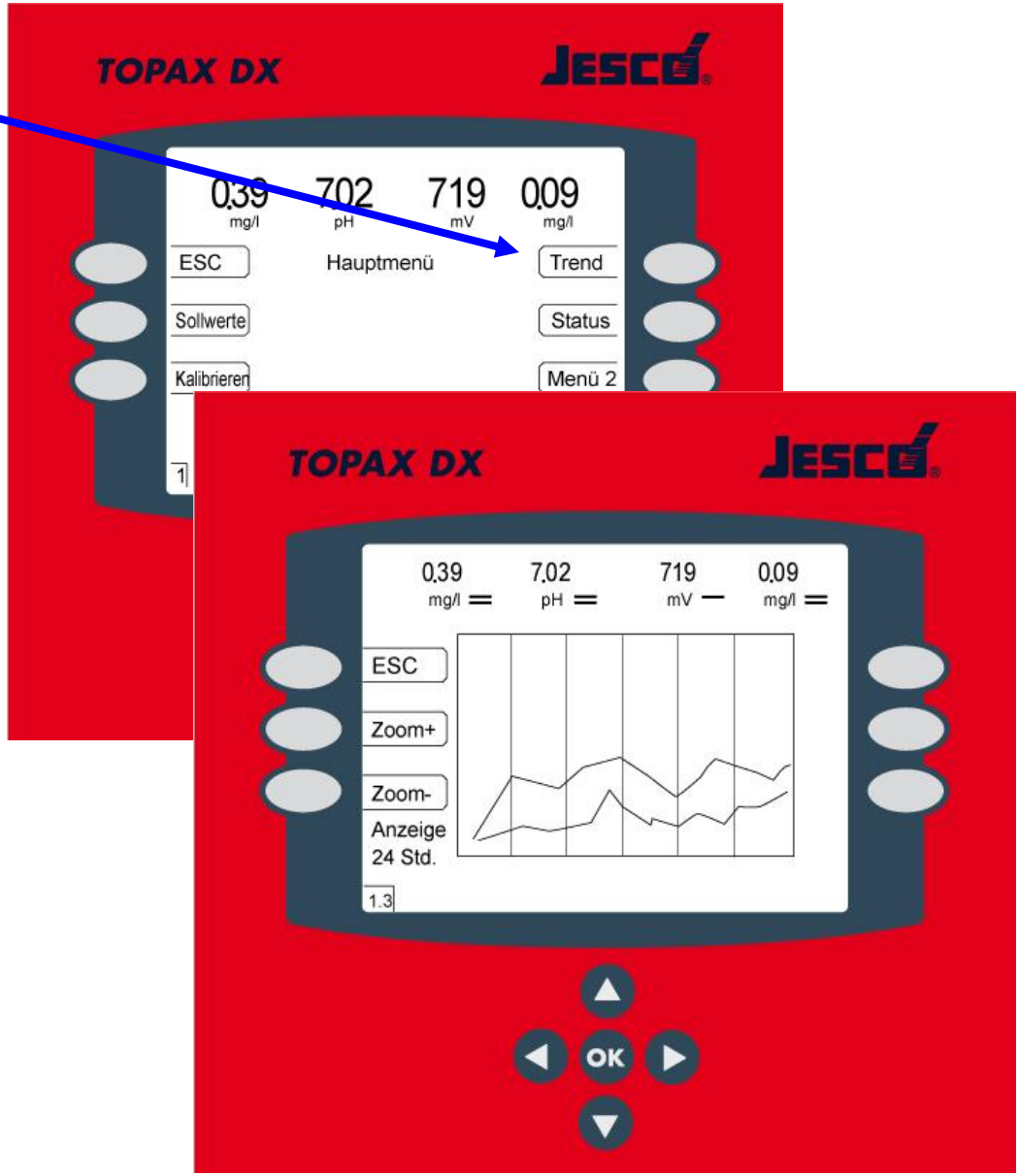
TOPAX DX – Konfiguration der Regler-Ausgänge

Stellmotor mit Poti:	Für Servomotor mit Rückmeldung
Stellmotor ohne Poti:	Für Servomotor ohne Rückmeldung
Impulsfrequenz (Elektronik/ Optokoppler)	Zur Ansteuerung von Magnetdosier- oder Motorpumpen
Impulsfrequenz (Relais)	Zur Ansteuerung von Schlauchpumpen, Magnetventilen
Stetiger (Strom-) Ausgang	0...20 mA 4...20 mA 20...0 mA 20...4 mA
EIN/AUS (Relais)	



TOPAX DX - Menü 1.3: Trenddarstellung

- Farbige Kurvendarstellung
- Messwert-Kurven in verschiedenen Zeitachsen darstellbar



Menü 5: Service

Konfiguration

Eingänge

Auto- Setup

Netzwerk

Uhr

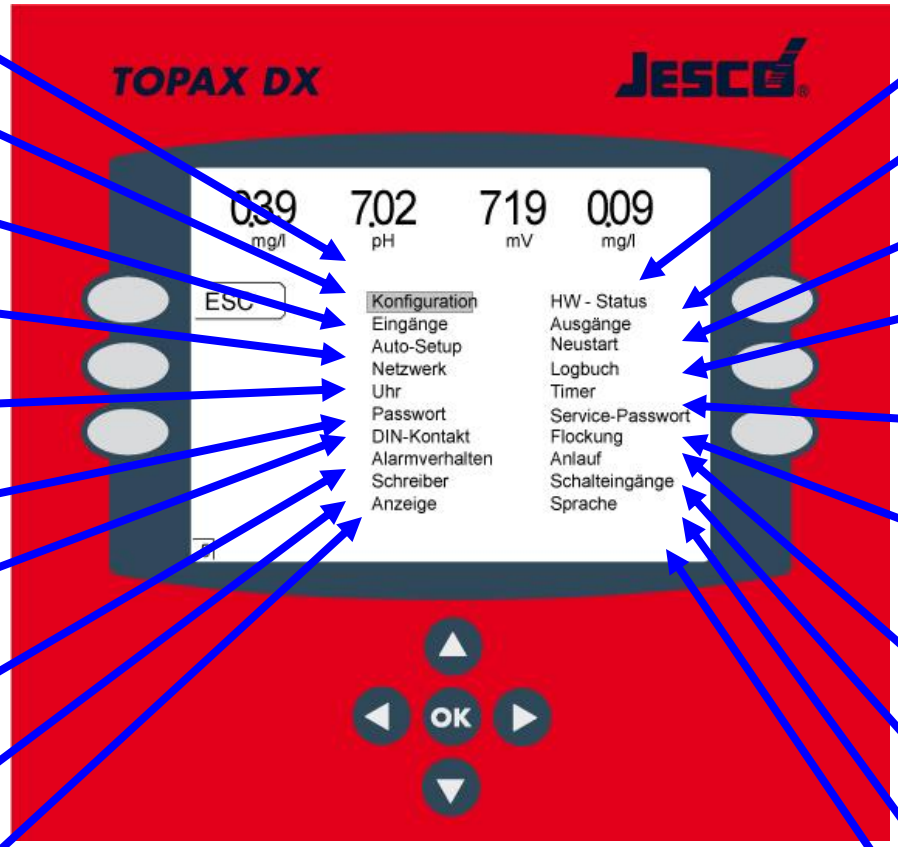
Passwort

DIN- Kontakt

Alarmverhalten

Schreiber

Anzeige



Hardware-Status

Ausgänge

Neustart

Logbuch

Timer

Service-Passwort

Flockung

Anlauf

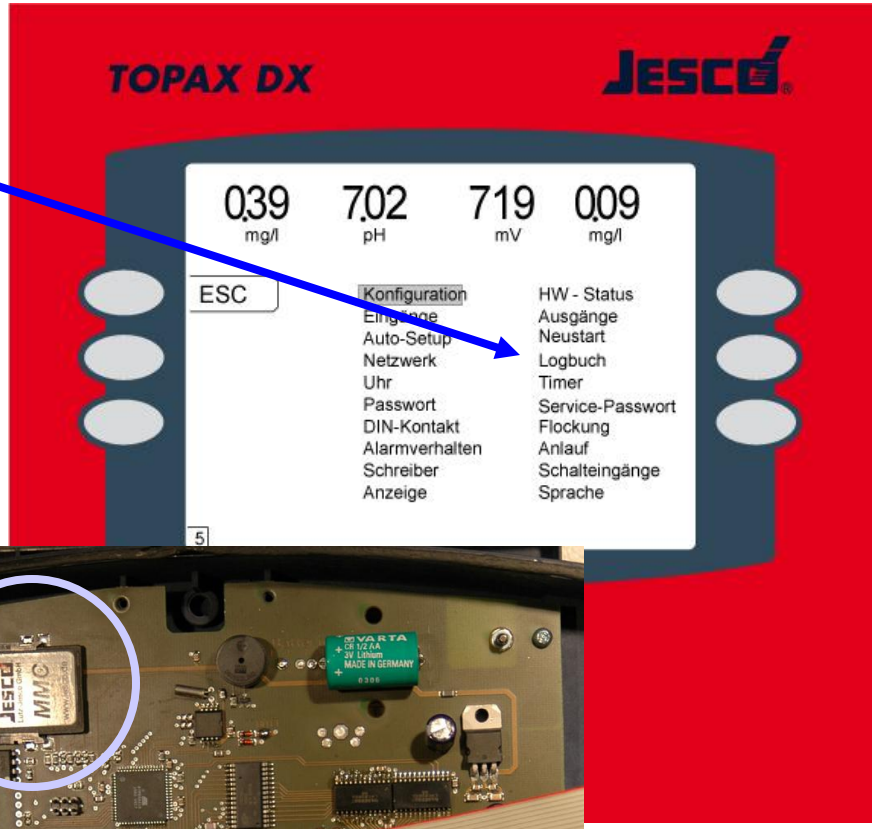
Schalteingänge

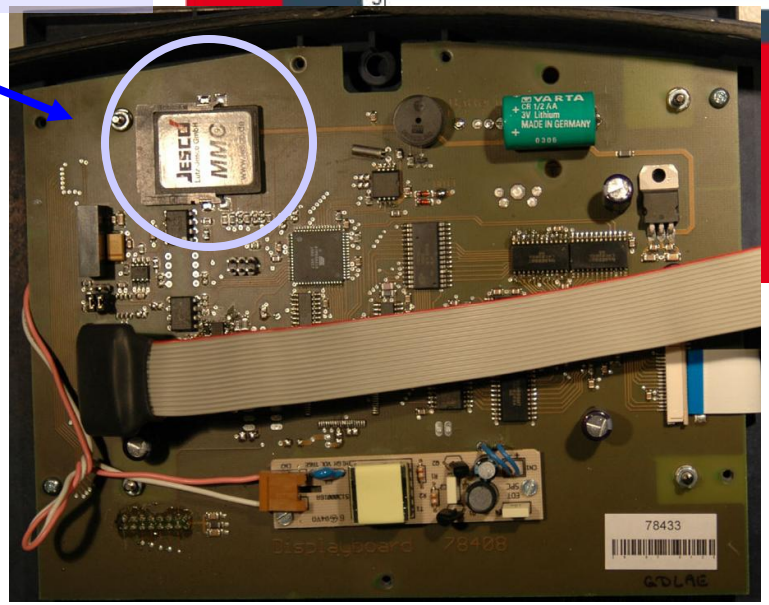
Sprache

Menü 5.6: Logbuch

- Logbuch speichert alle Einstellungen, die am TOPAX DX vorgenommen werden

- Logbuchdatei kann direkt am TOPAX DX im Klartext oder nach Ausbau der vorhandenen **MMC- Speicherkarte** am PC gelesen werden

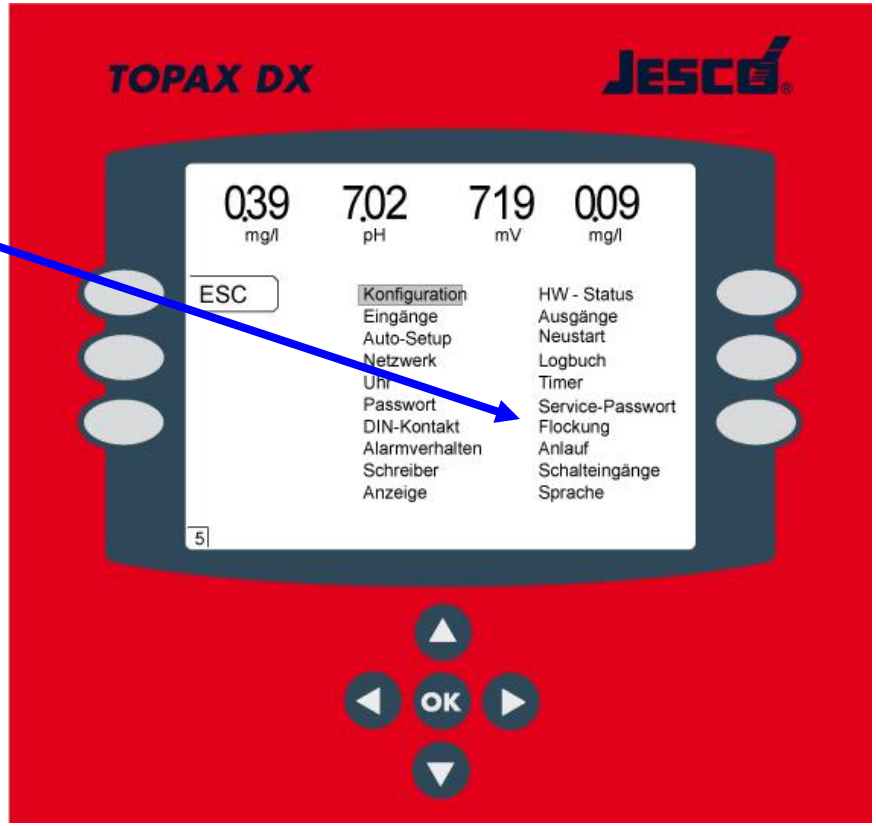




Menü 5.12: Flockung

- Einstellung der Parameter zum **Ansteuern einer Flockungsmittelpumpe**

- durchflussabhängig nach **Störgröße** und „**Nachtbetrieb**“ einstellbar



Begriffe

- **Justierung**

Einstellen oder Abgleichen eines Messgerätes, um systematische Messabweichungen so weit zu beseitigen, wie es für die vorgesehene Anwendung erforderlich ist

- **Hygiene-Hilfsparameter**

freies Chlor, gebundenes Chlor, Redox-Spannung, pH-Wert.
Bei bromid- und iodidhaltigen Wässern: → freies bzw. gebundenes Halogen als Chlor

- **Desinfektion:**

Inaktivierung von Mikroorganismen durch Desinfektionsmittel (z. B. Chlor) mit einer Abtötungsrate um mindestens 5 Log.-Stufen. Das Ergebnis muss durch eine mikrobiologische Untersuchung des Wassers, mit Befund eines akkreditierten Labors, nachgewiesen werden. Um dieses Ergebnis zu erreichen, muss das Desinfektionsmittel (z. B. Chlor) mit einer ausreichenden Konzentration für eine ausreichend lange Zeit einwirken. Desinfektion ist somit das Produkt aus Konzentration und Zeit, aus Dosis und Einwirkdauer.

- **Desinfektionskapazität**

Aufrechterhaltung einer bestimmten Desinfektionsmittelkonzentration (z. B. freies Chlor) in einem System über einen bestimmten Zeitraum

Begriffe

- **Chlorung**

Zugabe von Chlor oder Hypochlorit zu Wasser mit dem Ziel der Desinfektion

- **Freies Chlor**

Summe der Massenkonzentrationen von elementarem gelösten Chlor (Cl_2), von hypochloriger Säure (HOCl) und Hypochlorit (OCl^-), angegeben in mg/l (ppm) oder g/m^3 (Der Zahlenwert ist identisch.). Elementares Chlor ist jedoch nur im sauren Bereich bei pH<3 stabil. Bei üblichen pH-Werten, zwischen 6,5 und 8,5, liegt hauptsächlich die für die Desinfektion maßgebliche Komponente, hypochlorige Säure (HOCl), vor.
Anmerkung: In Handelsprodukten (Hypochloriten) wird der Gehalt an freiem Chlor häufig auch noch als „Aktivchlor“ bezeichnet.

- **Wirksames Chlor**

Der Anteil an freiem Chlor, der nach Dissoziation der hypochlorigen Säure, abhängig vom pH-Wert und von der Temperatur, für die Desinfektion tatsächlich wirksam zur Verfügung steht. Die Konzentration des wirksamen Chlors lässt sich, nach Messung von freiem Chlor, vom pH-Wert und von der Temperatur, mathematisch berechnen.

Begriffe

- **Gesamtchlor**

Die Summe aller oxidierend wirkenden Chlorverbindungen, einschließlich der evtl. vorliegenden Chloramine. Summe der Massenkonzentrationen an freiem und gebundenem Chlor, in mg/l (siehe DIN EN ISO 7393).

- **Gebundenes Chlor**

Unter gebundenem Chlor versteht man den Chloranteil der z. B. mit Stickstoffverbindungen zu Chloraminen reagiert hat und somit der Desinfektion nicht mehr in vollem Maße zur Verfügung steht. Massenkonzentrationen an Chloraminen und organischen Chloraminen (siehe DIN EN ISO 7393-2), berechnet als Chlor, in mg/l. Das gebundene Chlor kann nicht direkt gemessen werden. Es wird aus der Differenz zwischen Gesamtchlor und freiem Chlor berechnet.

- **Chlordosis**

Dem Wasser pro Volumeneinheit zugegebene Masse an Chlor, in mg/l oder g/m^3.
Anmerkung: Bei Chlorgasanlagen wird die Dosis aus der Zugabemenge an Chlorgas in g/h und dem behandeltem Wasservolumenstrom in m^3/h ermittelt, bei Dosierung von Chorbleichlauge und bei elektrolytischer Chlorerzeugung aus der Konzentration an freiem Chlor in der Dosierlösung in mg/l oder g/m^3, dem Dosiervolumenstrom in l/h und dem Umwälzvolumenstrom in m^3/h.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Thomas Beutel
Business Development

Lutz-Jesco GmbH
Am Bostelberge 19
30900 Wedemark
Telefon: 05130 / 58020
Fax: 05130 / 580268
Mail: thomas.beutel@lutz-jesco.com
www.lutz-jesco.de