

Betriebswasser für Wasserspiele:

- Auswahl,
- Wasserqualität und Hygieneanforderungen nach DIN 18034
- Wasseraufbereitung

Seite 2	Wasserqualität, hygienische Anforderungen nach DIN 18034
Seite 2 - 3	Betriebswasser Auswahl
Seite 3	Betriebsbedingungen Auswirkungen
Seite 4	Wasseraufbereitungsmethoden, mechanische Reinigung
Seite 5	Wasseraufbereitungsmethoden, chemische Wasseraufbereitung
Seite 6 - 11	Giophysikalische Wasseraufbereitung

Betriebswasser für Wasserspiele

Wasserqualität, hygienische Anforderungen nach DIN 18034:

Wasserspiele im öffentlichen Bereich fallen unter die DIN 18034 „Spielplätze und Freiräume zum Spielen, Anforderung an Planung, Bau und Betrieb“.

Zum Thema Wasserqualität ist hier festgelegt: „Es gelten die Anforderungen der Badegewässerverordnung.“

Höhere Anforderungen werden an Brunnen, die über einen oder mehrere Ausläufe verfügen, die optisch als Wasserabgabestelle gesehen werden können, gestellt. Hier ist Trinkwasserqualität erforderlich. Bei Brunnen, die nicht auf einem Kinderspielplatz aufgestellt sind, genügt auch ein gut sichtbares Schild "Kein Trinkwasser", um diese höhere Anforderung zu erfüllen.

Die Qualitätsanforderung für das Betriebswasser nach DIN 18034 wird durch die giophysikalische Wasseraufbereitung bei ordnungsgemäßer Planung, Bau und Betrieb ohne Einschränkungen erreicht.

Betriebswasser Auswahl

Betriebswasser Trinkwasser

Trinkwasser ist sauberes Wasser aus der hygienischen Sicht, keineswegs aber immer das ideale Betriebswasser für Wasserspiele. So sind im Trinkwasser nach der TVO (Trinkwasserverordnung) Phosphatwerte bis zu 5mg/l erlaubt (siehe Abbildung 1). Bereits aber bei nicht einmal einem Zehntel dieser erlaubten Menge, bei 0,3mg/l, explodiert das Algenwachstum.

Auch die im Trinkwasser meist vorhandene Härte begünstigt den Algenwuchs und hat zudem negative Auswirkungen auf das gesamte Erscheinungsbild des Wasserspiels sowie auch der technischen Einrichtungen.

Betriebswasser aus einem natürlichen Gewässer:

Es ist grundsätzlich eine sehr gute Möglichkeit, ein Wasserspiel durch ein natürliches Gewässer zu versorgen. Zu beachten ist, dass natürliche Gewässer sehr oft stark phosphatbelastet sind. Die Probleme treten insbesondere bei und nach starken Regenereignissen durch Einträge aus der Landwirtschaft auf.

Hat das Wasser einen höheren Phosphatgehalt als 0,3 mg pro Liter, ist mit stark erhöhtem Algenwachstum zu rechnen.

Es sollte also auf jeden Fall eine Wasseranalyse durchgeführt werden.

Zur Wasseranalyse ist nicht nur die Bestimmung des Phosphatgehalts durchzuführen, sondern auch eine sehr genaue visuelle Betrachtung der Gesamtsituation des Gewässers.

Der Grund: Die Phosphate werden von den Algen in ihrer Biomasse eingelagert. Daher kann es vorkommen, dass man trotz übermäßigem Algenwachstum keine Phosphate im Wasser nachweisen kann. Die Problematik besteht darin, dass die Algen das eingelagerte Phosphat beim Absterben wieder freisetzen und somit ein erneutes Algenwachstum auslösen können.

Abbildung 1: Grenzwerte für deutsches Trinkwasser nach der TVO

In Deutschland ist in der Trinkwasser-Verordnung (TVO) festgelegt, welche Werte für einzelne Parameter des Leitungswassers (Trinkwasser) "erwünscht" oder "erlaubt" sind! Über die Deutsche Trinkwasserverordnung hinaus greift jedoch mehr und mehr die TVO der Europäischen Union. Sobald entsprechende Daten zum Vergleich zur Verfügung stehen, werden diese Grenzwerte ergänzt.

Grenzwerte für Trinkwasser nach TVO:

Temperatur:	keine Angaben	Phosphat (PO ₄).....	Maximum.....	5 mg/l
pH - Wert:	Minimum.....	6,5	Karbonathärte (KH).....	keine Angaben
.....	Maximum	bis 9,5 pH	Gesamthärte (GH).....	keine Angaben
Redoxpotential.....	keine Angaben	Calcium (Ca).....	keine Angaben	
Leitwert.....	Maximum.....	2000 µ	Kupfer (Cu).....	Maximum.....
Sauerstoff (O ₂).....	Minimum.....	4 mg/l	Kieselsäure (SiO ₂).....	Maximum.....
Nitrat (NO ₃).....	Maximum.....	50 mg/l	Natrium (Na).....	Maximum.....
Nitrit (NO ₂).....	Maximum.....	0,1 mg/l	Chlorid.....	unerwünscht

Betriebswasser Auswahl

Betriebswasser Grundwasser

Grundwasser steht in sehr unterschiedlicher Qualität zur Verfügung. Es enthält oft Mineralien, die zu starken Verfärbungen und Inkrustierungen, besonders unerwünscht an sichtbaren Teilen des Wasserspiels, führen können.

Man sollte, sofern die Qualität nicht bekannt ist, eine Analyse des Wassers durchführen lassen.

Betriebswasser Regenwasser

“Der erwünschten Wasserqualität entspricht am ehesten Regenwasser, das in der Regel nährstoffarm und kalkarm ist sowie eine neutrale bis leicht saure Reaktion zeigt“. Dieses Zitat stammt aus einem Untersuchungsbericht zur Algenbekämpfung im Gartenteich der Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau in Veitshöchheim aus dem Jahr 2007 und ist das Ergebnis jahrelanger praktischer Untersuchungen.

Im Zuge dieser Untersuchungen wurde Regenwasser dem Trinkwasser gegenübergestellt sowie auch der Einsatz verschiedener chemischer “Algenvernichter“ getestet.

Das Ergebnis zusammengefasst war: “Trinkwasser hatte einen weit höheren Algenbesatz als Regenwasser. Um bei Verwendung von Trinkwasser den Minderungseffekt bezüglich Algenwuchs adäquat des Regenwassers zu erreichen, war ein hoher und schnell wiederkehrender Einsatz von Chemie notwendig“.

Die Qualitätsanforderung für Teichwasser entspricht auch dem für Wasserspiele.

Regenwasser bringt also für den Anfang erst einmal die besten Voraussetzungen mit. Da es jedoch durch Einträge von außen nach und nach Nährstoffe aufnimmt, muss auch dieses Betriebswasser laufend durch entsprechende Wasseraufbereitung abgereichert werden. Auf eine Enthärtung kann dagegen in der Regel verzichtet werden.

Betriebsbedingungen, Auswirkungen

Reinhaltung der Flächen und Rückläufe

Große Auswirkungen auf die Qualität des Betriebswassers haben die Betriebsbedingungen.

Zur Optimierung dieser Betriebsbedingungen trägt als erstes die allgemeine Reinhaltung aller Teile des Wasserspiels bei. Dabei darf der bei der Reinigung anfallende Schmutz keinesfalls in den Rücklauf zum Pufferspeicher befördert werden, sondern muss entfernt werden.

Besonders gut geeignet dazu sind Industriehauger mit Gummilippen am Saugstück. Damit kann eine noch nasse Fläche trockengesaugt werden. Dabei findet eine effektive Reinigung statt und der Schmutz wird aus dem Kreislauf entfernt.

Zur allgemeinen Reinhaltung gehört auch die rechtzeitige Leerung von Schmutzfängern im Rücklauf. Hierauf ist besonders im Frühjahr zur Zeit der Baublüte zu achten und natürlich im Herbst zur Zeit des Blattfalls.

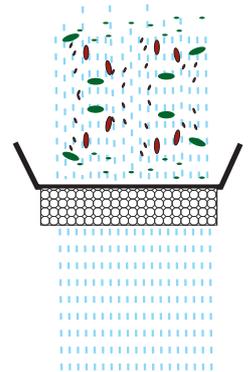
Ganz besonders darauf hinzuweisen ist, dass keinerlei Rückstände aus dem Bau der Anlage, insbesondere Auswaschungen von Beton und Verfüguungsmasse in den Betriebskreislauf kommen dürfen. Diese führen zu ernsthaften Problemen im Anlagenbetrieb.

Wasseraufbereitungsmethoden bei Wasserspielen

Die mechanische Reinigung

Die mechanische Reinigung ist eine Grundanforderung, um die Wasserqualität für ein Wasserspiel zu erhalten. Es muss auf alle Fälle vermieden werden, dass organische, zersetzbare Stoffe in größerer Menge in den Wasserkreislauf kommen.

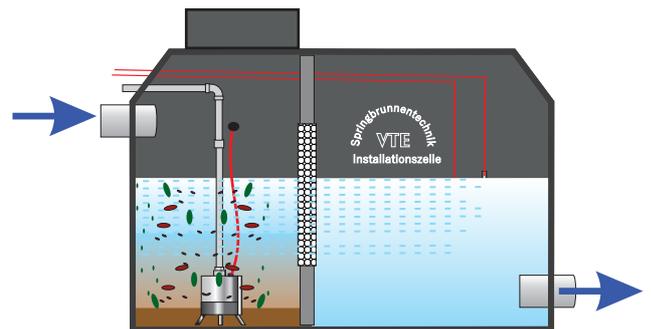
Zur Abfilterung sollte ein effektiver Filter mit hoher Standzeit und einfachen Serviceansprüchen gewählt werden.



Mechanische Reinigung

Grobfilter im Betriebskreislauf

Durch eine Abscheidungsrichtung im Rücklauf vom Wasserspiel werden Feststoffe zum größten Teil abgeschieden.



Beispiel: VTE® FB-R-PS, Schmutzabscheider, hier mit eingebauter Schneidwerkpumpe

Mechanische Reinigung

Druckfilter

Der Druckfilter betreibt einen zusätzlichen Reinigungskreislauf. Durch feinste Abfilterung werden auch kleinste Schwebeteilchen erfasst und damit auch Nährstoffbildner aus dem Wasser genommen.

Das Ergebnis: Kristallklares Wasser.



Beispiel: CLEANSTAR 30-24

Wasseraufbereitungsmethoden bei Wasserspielen

Die chemische Wasseraufbereitung

Die chemische Wasseraufbereitung für Wasserspiele ist aus der Schwimmbadtechnik übernommen und basiert auf verschiedenen chemischen Stoffen, die meist in Laugenform dem Betriebswasser zugegeben werden.

Die Anforderungen für die beiden Betriebsformen sind jedoch, schon vom Servicebereich her, unterschiedlich:

Für ein Schwimmbad im öffentlichen Bereich ist eine stetige technische Betreuung vorhanden. Ein Wasserspiel dagegen, wenn es nicht etwas ganz besonders Außergewöhnliches ist, muss auch problemlos ohne täglichen Service laufen.

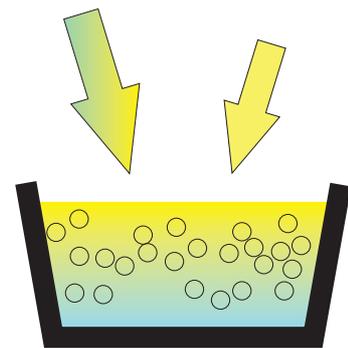
Erstellung: Zur chemischen Wasseraufbereitung ist bereits bei der Errichtung einiger technischer Aufwand zu betreiben. Dazu gehören unter anderem von den Unfallverhütungsvorschriften geforderte Maßnahmen, die der durch die chemischen Mittel gegebenen Gesundheitsgefährdung geschuldet sind.

Allein schon die räumlichen Ansprüche sind deshalb bei der chemischen Wasseraufbereitung wesentlich höher als bei der ökologischen Wasseraufbereitung.

Serviceaufwand: Die Serviceaufgaben bei der chemischen Wasseraufbereitung sind umfangreich, da durch geschultes Personal laufend die Kalibrierung der Zugabe chemischer Mittel überprüft und evtl. eingestellt werden muss.

Kosten: Neben den hohen Servicekosten sind es die Kosten für die Verbrauchsmaterialien, also die chemischen Mittel, die zur Aufbereitung benötigt werden, die erheblich zu Buche schlagen und je nach Wasserspiel von einigen hundert bis zu tausenden von Euro pro Saison betragen können. Und diese schädliche Chemie muss wieder entsorgt werden, weshalb ein Kanalanschluss zwingend ist. Bei der ökologischen Wasseraufbereitung kann das Überwasser in die Versickerung gehen.

Beeinflussen der Symptome:



Unerwünschte Wasserinhaltsstoffe werden durch Zugabe chemischer Mittel verändert oder zerstört, verbleiben aber im Wasser.

Wasseraufbereitungsmethoden bei Wasserspielen

Der Natur auf der Spur, die giophysikalische Wasseraufbereitung

Die Qualitätsanforderung für das Betriebswasser nach DIN 18034 wird durch die giophysikalische Wasseraufbereitung bei ordnungsgemäßer Planung, Bau und Betrieb ohne Einschränkungen erreicht.

Die giophysikalische Wasseraufbereitung basiert auf biotechnischen/physikalischen natürlichen Vorgängen und auf Mineralien, deren geophysikalische Wirkungen von Natur aus gegeben sind und durch schadstofffreie Modifikation und Anordnung noch optimiert werden.

Vieles davon ist nicht einmal besonders neu. Das Wissen darum ist, wie bei sehr vielen Erkenntnissen der Menschheit, einfach nur durch veränderte Umstände untergegangen oder das Produkt wurde mit den Künsten der Werbung durch Industrieprodukte verdrängt.

So wurde bereits zu Sokrates Zeiten das Mineral Zeolith aus bestimmten Vorkommen in Regenwasserzisternen (in Gegenden ohne nutzbare Gewässer die damalige Hauptwasserversorgung) als Filtermaterial eingesetzt. Man wusste bereits, dass dieses Material einen positiven Einfluss auf die Frischhaltung des Wassers hat. Wir wissen heute auch den Grund: In den Makroporen des Zeolith lagern sich Kalziumionen und Schwebstoffe an. Da Bakterien meist nicht eigenständig bestehen, sondern sich an Schwebstoffe anlagern, wurden diese also dem Wasser mit entzogen.

Die giophysikalische Wasseraufbereitung funktioniert nach dem Prinzip einer Pflanzenkläranlage.

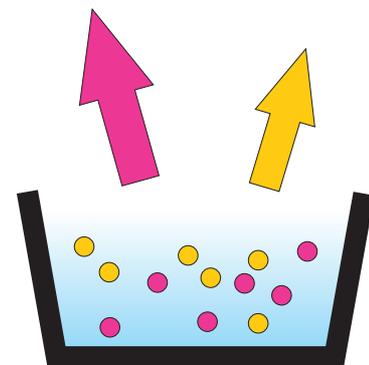
Nur sind es hier nicht die Pflanzen, die Schadstoffe und Nährstoffe aus dem Wasser entziehen, sondern modifizierte mineralische Stoffe in Granulatform. Die mögliche Adsorption von Schadstoffen ist bei diesen Granulaten gegenüber den Pflanzen vom Platzbedarf her mehr als das hunderttausendfache. Solche Systeme benötigen also trotz hoher Effektivität wenig Platz.

Der Druckreaktor ist eine weitere Komponente gegen Algenwuchs.

In dessen Durchflusskammer wird ein Druck- und Spannungsfeld aufgebaut, das auf Algensporen tödlich wirkt und dadurch den Algenwuchs von vornherein verhindert.

Von einer solchen ökologischen Wasseraufbereitung geht keinerlei Gefährdungspotential aus. Der sonst zwingend vorgeschriebene Kanalanschluss entfällt i. d. R., das Überwasser kann in eine örtliche Versickerung gehen.

Unterbinden der Ursachen:



Unerwünschte Wasserinhaltsstoffe werden aus dem Wasser entfernt.

Wasseraufbereitungsmethoden bei Wasserspielen

Der Natur auf der Spur, die giophysikalische Wasseraufbereitung

Die Natur macht es immer besser. Kein von Menschenhand erschaffenes Produkt wird jemals die Konstruktionen der Natur übertreffen.

Die Giophysik macht sich vor allem die faszinierenden Fähigkeiten natürlich vorkommender Stoffe zu Nutze. Durch richtige Auswahl und Modifikation werden diese für die jeweiligen Anforderungen optimiert.

Und Giophysik birgt keinerlei Risiken, nicht einmal das vielstrapazierte "Restrisiko".



Bild:

Fertigstation mit Modulen zur giophysikalischen Wasseraufbereitung

mit:

- Druckfilteranlage
- Polyphosphatadsorber
- Kalkeliminator
- VCR-Druckreaktor

Wasseraufbereitungsmethoden bei Wasserspielen

Der Natur auf der Spur, die giophysikalische Wasseraufbereitung

(giophysikalisch ist ein Kunstwort aus geo, da es sich bei den Granulaten um modifiziertes Gestein handelt, und bio, da durch die Aufbereitung keine Schadstoffe entstehen.)

Entzug von Härtebildnern:

Härtebildner werden bei kleineren Betriebswassermengen mit (einem) Kartuschengerät(en), bei größeren Mengen mit einem Weichwasserautomat entzogen.

Als Wirkungsprinzip dient bei beiden Geräten der Ionentausch mit dem Austauschermaterial BASILITH.

Bei dieser Methode werden in einem natürlichen physikalischen Vorgang vom Austauschermaterial Calcium- und Magnesiumionen aufgenommen und dafür Natriumionen abgegeben.

Bei dem Austauschermaterial BASILITH handelt es sich um ein thermisch modifiziertes, natürlich vorkommendes kristallines Material aus ausgesuchten Vorkommen mit phantastischen Eigenschaften.

Die Zellstruktur bildet offene dreidimensionale, regelmäßig angeordnete Hohlräume ähnlich wie Honigwaben, aber mikroskopisch klein. So klein, dass ein Gramm dieses Materials weit über 1000 cm² Fläche besitzt.

Bei dieser Hohlraumgröße spricht man von Mesoporen. Diese Mesoporen sind von Natriumionen besetzt. Natriumionen sind einfach geladene Ionen, Calciumionen sind dagegen doppelt geladen und besitzen so eine höhere Affinität zum Austauschermaterial. Als Folge wandern die Calciumionen in die Mesoporen des Austauschermaterials und verdrängen dort die Natriumionen.

Die Härtebildner werden also tatsächlich aus dem Wasser entfernt und nicht nur umgewandelt wie bei Zugabe von Chemie.

Die Folge: Wirklich weiches Wasser.

Als Nebeneffekt ergibt sich durch den Entzug der Härtebildner noch eine bakterizide Wirkung. Da sich Bakterien bevorzugt an Schwebestoffe anlagern, werden diese bei deren Ausscheidung mit entfernt.

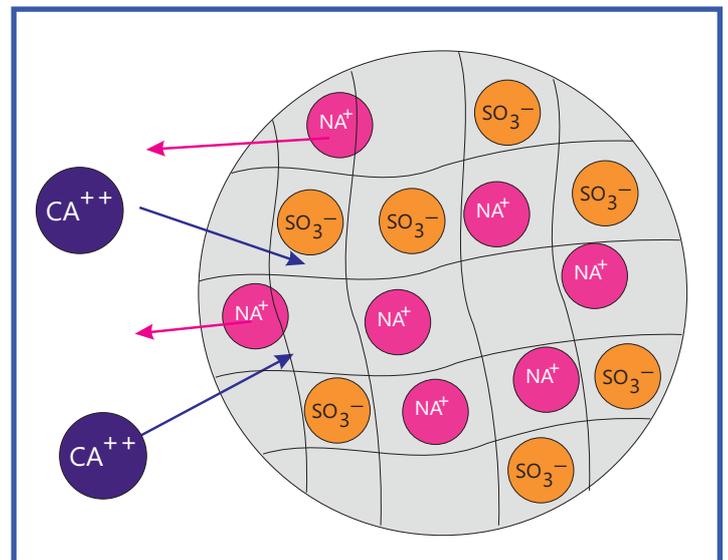


Abbildung: Enthärtung (Ionenaustausch im Austauschermaterial BASILITH)

Das Austauschermaterial Basilith ist mit Natriumionen NA^+ beladen. Jedes Calcium- oder Magnesiumion CA^{++} , welches in das Austauschermaterial gelangt, wird durch die Verdrängung von 2 Natriumionen kompensiert. Anionen aus dem Wasser (hier nicht gezeigt) können in das Austauschermaterial nicht hinein, sonst würden sie durch die unbeweglichen Anionen der Sulfonatgruppen SO_3^- zurückgewiesen.

Berechnung der Aufbereitungskapazität:

Bei Trinkwasser d.H. mittel (1,5 bis 2,5 millimol Calciumcarbonat entspricht 8,4 bis 14 d. H.) auf Trinkwasser d.H. weich (weniger als 1,5 millimol Calciumcarbonat, entspricht unter 8,4 d. H.). Zur Aufbereitung von Trinkwasser der Kategorie mittelhart in die Kategorie weich reicht 1 Liter BASILITH für ca. 500 bis 1000 Liter Betriebswasser.

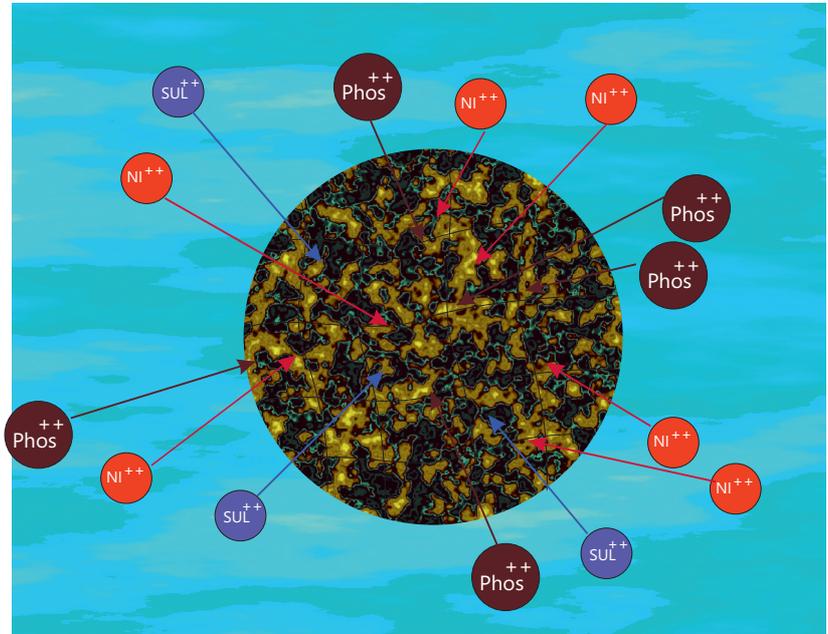
Wasseraufbereitungsmethoden bei Wasserspielen

Der Natur auf der Spur, die giophysikalische Wasseraufbereitung

Entzug von Nährstoffen durch Adsorption:

Phosphat ist ein Düngemittel und wirkt stark wachstumsfördernd auf Algen. Steigt der Phosphatgehalt im Wasser auf mehr als 0,03 mg pro Liter, explodiert das Algenwachstum mit all seinen unerfreulichen Folgen.

Phosphate findet man im Leitungswasser, sogar oft in erheblichem Umfang. Auch Gewässer sind oft stark mit Phosphat belastet. Während des Betriebs des Wasserspiels werden Phosphate hauptsächlich durch Vogelkot, Blütenpollen und verrottendes Laub eingetragen.



Zur Entfernung von gelösten organischen Stoffen stehen in der Wasseraufbereitung verschiedene mechanische und chemische Methoden zur Verfügung, welche jedoch auf Grund von Wirksamkeit, Betriebskosten und Entsorgung jeweils auch spezielle Anwendungsgebiete haben.

Im vorliegenden Fall ist eine biochemisch/physikalisch/mechanische Wasserbehandlung mit **Ferroxyt therm** erste Wahl. Die Wirkungsweise der Adsorption ist relativ komplex und findet auf mehreren Ebenen statt.

Ferroxyt therm ist ein natürlich vorkommendes Material, das aus der ursprünglich pastösen Form durch einen Modifikationsprozess in ein stark zerklüftetes Granulat umgewandelt wird. Es eignet sich aufgrund seiner chemischen Aktivität sehr gut für die Abtrennung von Phosphaten, Sulfid und Schwermetallionen aus wässriger Lösung. Die riesige Oberfläche (ein Gramm hat 230 m² Oberfläche) des Granulats kann viele Stoffe binden.

Durch die thermische Modifikation entsteht eine verstärkte Oberflächenladung, die elektrostatische Wechselwirkungen in der angrenzenden Wasserphase verursacht.

Entgegengesetzt geladene Ionen wie Phosphate, Sulfate, Nitrite und weitere unerwünschte Stoffe werden angezogen und binden sich an die Oberfläche des Adsorbers. In der zweiten Phase findet eine Korndiffusion statt, bei der die adsorbierten Stoffe an der Adsorberoberfläche in das Korninnere hinein transportiert werden. Die Schadstoffe binden sich dabei fest und werden nicht wieder freigesetzt.

So erklärt sich auch die enorm hohe Beladungskapazität dieses Materials.

Berechnung der Aufbereitungskapazität:

Die Beladungsrate mit Phosphat von Ferroxyt therm beträgt 23.741 mg/L.

Die Aufbereitungskapazität für 1 L Ferroxyt therm auf den Belastungsfaktor 0 entspricht z. B. bei höchst belastetem Wasser nach der TVO (Trinkwasserverordnung) 5 mg/L einer Menge von 4752 Liter.

Die Standzeit beträgt ca. 3 Monate.

Wasseraufbereitungsmethoden bei Wasserspielen

Der Natur auf der Spur, die giophysikalische Wasseraufbereitung

Die Qualitätsanforderung für das Betriebswasser nach DIN 18034 wird durch die giophysikalische Wasseraufbereitung bei ordnungsgemäßer Planung, Bau und Betrieb ohne Einschränkungen erreicht.

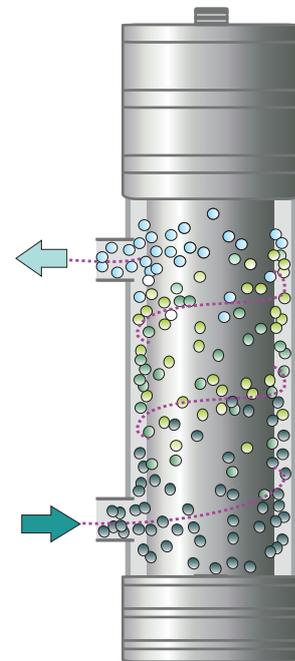
VCR-Druckreaktor, Vernichtung von Algensporen:

Die stärkste Waffe im Kampf gegen Algen ist der VCR-Druckreaktor.

Der Reaktor baut in der Durchflussskammer ein Druck- und Spannungsfeld auf, in welchem Algensporen abgetötet werden. Es werden also nicht die Algen bekämpft, sondern es wird bereits deren Entstehung verhindert.

Das Gerät gehört mittlerweile zur Standardausrüstung einer ökologisch/biologischen Wasseraufbereitung.

Grafik, Schnittbild VCR-Druckreaktor,
Wirkschema



Algensporen werden beim Durchgang durch die Druckkammer des VCR-Druckreaktors abgetötet.

Bewährung seit über 10 Jahren

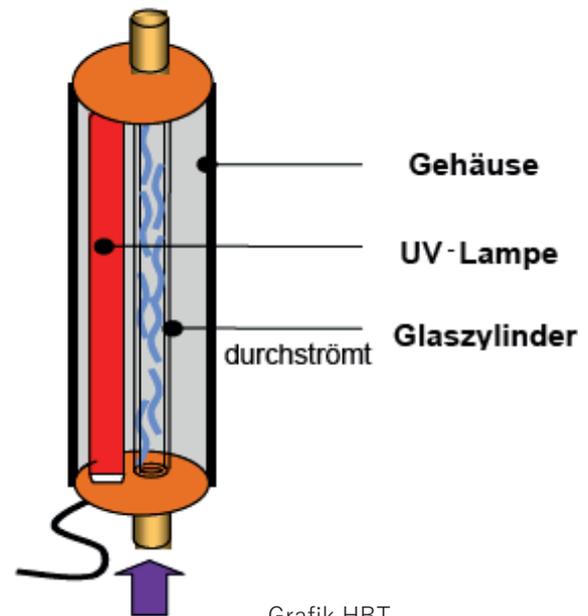
Wie hervorragend die giophysikalische Wasseraufbereitung funktioniert, ist unter nachfolgendem Link anzuschauen.

www.stadtpanoramen.de/muenchen/pfuetze.html.

Statt chemischer Aufbereitung war auf der Bundesgartenschau in München eine giophysikalische Wasseraufbereitung mit zwei VCR-Druckreaktoren eingebaut, um die „Pfütze“ (Wasserfläche ca. 600 m², Tiefe ca. 25 cm) von Algen freizuhalten.

Die Aufnahmen entstanden im Mai, zur Zeit der stärksten Algenblüte.

Grafik, Schnittbild UV-Desinfektionsanlage



Grafik HBT

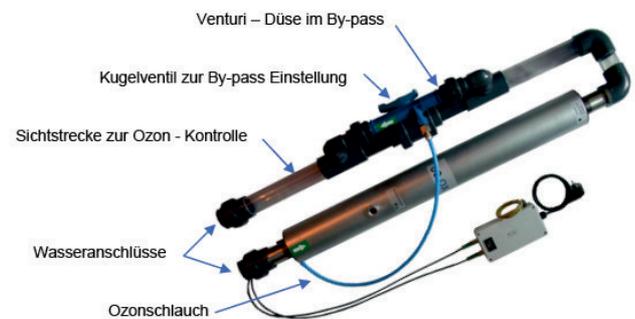
UV-Desinfektionsanlage:

Vernichtung von Keimen und Algensporen:

Das kontaminierte Wasser fließt durch das zentral angeordnete Quarzglasrohr und kommt dabei nicht mit der äußeren Reaktor-Hülle aus Aluminium in Kontakt. Auf diese Weise wird eine Reflektion von mehr als 80 % der UV-Strahlen erreicht. Das ermöglicht kompakte Abmessungen und niedrige Stromaufnahme bei gleichzeitig hoher Leistung. Aufgrund der äußerst hohen Strahlendosis werden auch Sporen deaktiviert, in die sich sehr häufig Legionellen einnisten.

Bei Geräten mit Ozonstrecke wird das durchströmende kontaminierte Wasser nicht nur mit UV-Licht bei 254 nm bestrahlt und somit entkeimt, sondern auch mittels einer Venturidüse im Bypass des Hauptwasserstroms mit Luft, die über den Hochleistungsreaktor angesaugt und mit UV-Licht bei 185 nm bestrahlt wird, behandelt. Durch diese Bestrahlung wird der in der Luft befindliche Sauerstoff in Ozon umgewandelt. Diese Luft-Ozon-Mischung wird anschließend durch einen Injektor in das zu behandelnde Wasser eingemischt. Das erzeugte Ozon führt u.a. zusätzlich zur Oxidation von im Wasser befindlichen Erregern wie Keimen, Bakterien, Pilzen, Viren und Algen bei. Ozon weist eine 2,5-fach stärkere Oxidationskraft als Chlor auf und beseitigt organische Verbindungen, ohne dabei Augen oder Schleimhäute zu reizen. Auch die Geruchsbelästigung entfällt. Das Ozon ist ph-neutral und zerfällt nach wenigen Minuten wieder zu Sauerstoff.

Hinweis: Alle Teile, die mit Ozon in Berührung kommen, müssen aus Ozon-beständigem Material bestehen.



UV-Desinfektionsanlage mit Ozonstrecke-Foto HBT