

**EXPERTGROEP ZWEMBADEN**

# **HANDBOEK ZWEMBADEN**

**VANUIT DE OMGEVINGSWET**



**ENVAQUA**

Dutch Environmental & Water Technology Association

## Voorwoord

Nergens ter wereld is een land te vinden waar relatief gezien zo veel zwembaden zijn als in Nederland. De oorspronkelijke reden laat zich raden, want om plezier van het water te hebben, is naast het kunnen zwemmen een veilige en hygiënische zwemvoorziening op zijn zachtst gezegd een belangrijke voorwaarde. Vanaf het begin van de sterke groei van zwem- en badinrichtingen, zoals dat in de tweede helft van de 19e eeuw heette, waren het vooral ook sociale ontmoetingsplekken. Een van de belangrijkste functies die zwembaden nog altijd hebben in de samenleving.

De Expertgroep Zwembaden van ENVAQUA heeft met veel enthousiasme gewerkt aan een herziening van het Handboek Zwembaden van Aqua Nederland, dat in 2002 voor het eerst is opgesteld. In de herziene versie van dit handboek hebben de samenstellers geprobeerd om op eenvoudige, begrijpelijke en vooral praktische wijze uitleg te geven over de basisprincipes van waterbehandeling, luchtbehandeling, beheer en onderhoud in zwembaden. Naast theoretische kennis wil de expertgroep vooral praktische kennis delen met eindgebruikers. Bij het schrijven van het handboek is rekening gehouden met de eisen voor zwembaden zoals deze zijn opgesteld in de nieuwe regelgeving die met de inwerkingtreding van de Omgevingswet van kracht wordt.

In de Expertgroep Zwembaden van ENVAQUA hebben de leden hun specifieke kennis en ervaring gebundeld op het gebied van water, lucht en milieu in zwembaden. Deze veelzijdige en beschikbare kennis maakt de expertgroep tot een professionele vraagbaak voor gebruikers en/of beheerders van zwembaden.

Dit boek is naast de leden van de Expertgroep Zwembaden mede tot stand gekomen door de hulp van anderen. Onze dank willen wij hierbij speciaal uitspreken naar Chuchu Yu (NVZ), Ruud Holsink (Tevan) en Melanie van Rosmalen (Diversey), allen namens NVZ. Daarnaast willen wij Maarten Keuten (TU Delft/ Hellebrekers) bedanken voor zijn positieve en kritische feedback op de inhoud van dit boek en de eindredactie hierover. Ook zijn wij Bas Wilgenkamp (ENVAQUA) zeer erkentelijk voor de opmaak en de vormgeving van dit boek.

Met het Handboek Zwembaden hoopt de expertgroep de lezer te inspireren in aspecten die een bijdrage leveren aan een optimale, veilige, gezonde en duurzame zwembeleving!

Wij beseffen dat dit handboek niet allesomvattend is en nodigen je dan ook van harte uit om voor meer informatie, vragen en/of opmerkingen contact met ons op te nemen via [info@envaqua.nl](mailto:info@envaqua.nl) of door contact op te nemen met een van de leden van de Expertgroep Zwembaden.

Marcel van den Berg  
voorzitter Expertgroep Zwembaden

# HANDBOEK ZWEMBADEN

## VANUIT DE OMGEVINGSWET

### INHOUD

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	5	<b>5</b>	<b>Meet- en regeltechniek</b>	47
<b>1.1</b>	Leeswijzer	6	<b>5.1</b>	Meet- en regeltechniek waterbehandeling	48
<b>1.2</b>	Disclaimer	7	<b>5.2</b>	Meet- en regeltechniek luchtbehandeling	61
<b>2</b>	<b>Verontreiniging van zwembadwater</b>	8	<b>6</b>	<b>Duurzaamheid en energiebesparing</b>	64
<b>2.1</b>	Inleiding	9	<b>6.1</b>	Inleiding	65
<b>2.2</b>	Verontreinigingen van zwemmers	9	<b>6.2</b>	Energiebesparing in zwembaden	66
<b>2.3</b>	Verontreinigingen vanuit de omgeving	11	<b>7</b>	<b>Inrichting</b>	69
<b>2.4</b>	Verontreinigingen vanuit het vulwater	12	<b>7.1</b>	Beweegbare zwembadbodem en keerwand	70
<b>2.5</b>	De belangrijkste groepen van de verontreinigingen	12	<b>7.2</b>	Zwembadafdekkingen	71
<b>3</b>	<b>Waterbehandeling</b>	14	<b>8</b>	<b>Schoonmaak en hygiëne</b>	72
<b>3.1</b>	Inleiding	15	<b>8.1</b>	Inleiding	73
<b>3.2</b>	Desinfectie	16	<b>8.2</b>	Reinigen versus desinfecteren	73
<b>3.3</b>	Filtratie van niet-opgeloste verontreiniging	20	<b>8.3</b>	Reinigingsroosters	76
<b>3.4</b>	Verwijdering van opgeloste verontreinigingen	28	<b>8.4</b>	De Arboret	76
<b>3.5</b>	Zwemwatercirculatie	32	<b>8.5</b>	Spel- en lesmateriaal	77
<b>3.6</b>	Zwembadverwarming	37	<b>9</b>	<b>Technisch onderhoud en beheer</b>	79
<b>4</b>	<b>Klimaatinstallaties</b>	39	<b>9.1</b>	Inleiding	80
<b>4.1</b>	Luchtkwaliteit	40	<b>9.2</b>	Opleidingen zwembadtechniek	80
<b>4.2</b>	Ventilatiebehoefte met verse buitenlucht	40	<b>9.3</b>	Veiligheid	81
<b>4.3</b>	Luchtbehandeling en distributie	44	<b>9.4</b>	Onderhoud en bediening	83
			<b>9.5</b>	Algemeen onderhoud	84
			<b>9.6</b>	Uit bedrijf nemen	88
			<b>9.7</b>	Logboek	89

# INHOUD (vervolg)

<b>10 Wettelijke aspecten</b>	90
<b>10.1</b> Inleiding	91
<b>10.2</b> Regels voor gezondheid en veiligheid van gebruikers	91
<b>10.3</b> Legionella	95
<b>10.4</b> Regels voor RVS	97
<b>10.5</b> Regels voor gebruik van biociden	98
<b>10.6</b> Regels voor arbeidsomstandigheden	98
<b>10.7</b> Keurmerk Veilig en Schoon	99
<b>10.8</b> Nuttige websites	99
<b>11 Woordenlijst</b>	100
<b>12 Informatie van leden &amp; auteurs</b>	104
<b>12.1</b> Nawoord van ENVAQUA	105
<b>12.2</b> Info ENVAQUA	105
<b>12.3</b> Auteurs	106
<b>12.4</b> Informatie van de leden	107

Dit is een uitgave van ENVAQUA  
info@ENVAQUA.nl | www.ENVAQUA.nl



An underwater perspective of a swimming pool lane. The view is looking down a long, narrow lane. A black lane line runs along the bottom of the pool, and a white lane buoy is visible in the distance. The water is clear and blue, with light reflecting off the tiled bottom. A dark blue curved shape is visible in the top right corner.

1.

**INLEIDING**

**Dit handboek behandelt op eenvoudige, begrijpelijke en vooral praktische wijze de basisprincipes van specifieke onderdelen van de zwembadtechniek; de water- en luchtbehandeling. Naast theoretische onderbouwing geeft dit handboek praktische tips bij het onderhoud en beheer van zwembadinstallaties. Met name beheerders van recreatieve baden bij hotels, sauna's, campings en therapiebaden kunnen van de informatie in dit handboek profiteren evenals beheerders van zwembaden die als vrijwilliger werkzaam zijn bij een stichting.**

Het handboek is met name opgesteld voor gebruikers en/of beheerders van een zwembad, die zwembadtechniek in hun opleiding beperkt hebben genoten. Privébaden worden in dit handboek niet omschreven omdat ze niet onder de regelgeving voor openbare en semi-openbare zwembaden vallen. Uiteraard kunnen veel van de omschreven technieken en begrippen in het boekje ook toegepast zijn in privébaden.

Het exploiteren van een zwembad leidt vaak tot vragen van mensen die hier niet dagelijks mee aan het werk zijn. De kennis en kunde ontbreekt nogal eens om de juiste condities te kunnen borgen. Is een zwembad geïnstalleerd en een tijd in gebruik geweest, dan ontstaan vragen zoals:

- Hoe moet het water gecontroleerd worden?
- Wat moet ik doen bij klachten over geïrriteerde ogen en luchtwegen?
- Hoe moet het zwembad schoongemaakt en onderhouden worden?
- Welke actie moet ondernomen worden als er een pomp stuk gaat?
- Hoe kan ik energie besparen?

## **1.1 Leeswijzer**

Met name de chemie van het zwemwater, de dosering van chemicaliën, de zuivering van het water, de juiste klimaatcondities en inspectie en onderhoud van de technische installatie komen aan de orde. Schoon, sprankelend, helder water en een goede luchtkwaliteit zijn de basiselementen voor een optimale zwembeleving.

De zwembeleving begint met een duik in het zwembad. Op dat moment geeft de zwemmer stoffen af aan het zwembadwater, dit is beschreven in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk worden ook andere bronnen van vervuilende stoffen beschreven.

Zodra een zwemmer in contact komt met het zwembadwater wordt hij of zij blootgesteld aan bacteriën en chemische stoffen in het zwembadwater. Om deze blootstelling te minimaliseren moet het zwembadwater behandeld worden. De verschillende aspecten van de zwemwaterbehandeling staan beschreven in hoofdstuk 3.

Door verdamping van zwembadwater en het uitdampen van zwembadluchtjes moet de lucht geventileerd of behandeld worden. De verschillende aspecten van de luchtbehandeling zijn in hoofdstuk 4 beschreven.

De water- en luchtbehandeling worden aangestuurd en geregeld door meet- en regeltechniek, dit staat beschreven in hoofdstuk 5.

Veiligheid en gezondheid staan in zwembaden bovenaan het lijstje met belangrijke onderwerpen. In de hoofdstukken 3 t/m 5 zijn de verschillende technieken beschreven om veiligheid en gezondheid te borgen. Veelal gebruiken deze technieken water of energie. Toch is er ook in zwembaden ruimte voor verduurzaming en energiebesparing, zonder dat daarmee de veiligheid en gezondheid van de gebruiker in het geding komen. De mogelijkheden voor verduurzaming en energiebesparing zijn beschreven in hoofdstuk 6.

Zwembaden hebben een aantal specifieke voorzieningen zoals een beweegbare bodem of afdekdeks. Deze voorzieningen zijn beschreven in hoofdstuk 7.

De hygiëne van vloeren en oppervlakken wordt geregeld door periodiek schoon te maken en te desinfecteren. De verschillende aspecten van de schoonmaak zijn beschreven in hoofdstuk 8.

Voor betrouwbare technische installaties is technisch onderhoud en beheer onmisbaar, dit is in hoofdstuk 9 beschreven.

De veiligheid en gezondheid van de zwemmers is geborgd in de regelgeving. De belangrijkste regelgeving voor zwembaden is beschreven in hoofdstuk 10.

In hoofdstuk 11 worden diverse begrippen toegelicht.

In hoofdstuk 12 vind je informatie over de leden van ENVAQUA.

## **1.2 Disclaimer**

Deze uitgave is bedoeld als praktische handleiding voor het beheer van zwembadinstallaties. Alhoewel deze uitgave met de grootst mogelijk zorgvuldigheid is samengesteld, is ENVAQUA niet aansprakelijk voor enige schade die het directe of indirecte gevolg is van, of in verband staat met gebruik van de in dit handboek beschikbaar gestelde informatie.

Voor het voldoen aan de wettelijke eisen en richtlijnen verwijzen wij naar de geldende wet- en regelgeving, waaronder de Omgevingswet en het bijbehorende Besluit activiteiten leefomgeving. Wij adviseren de bedienings- en gebruiksvorschriften van leveranciers nauwgezet te volgen.



2.

**VERONTREINIGING  
VAN ZWEMBADWATER**



## 2.1 Inleiding

De gezondheid en veiligheid van de zwemmers zijn de twee belangrijkste onderwerpen in het beheer van zwembaden. Stoffen die in het zwembadwater komen en die een negatieve invloed hebben op de gezondheid of de veiligheid van de zwemmer noemen we verontreinigende stoffen.

Zodra een zwemmer in het water duikt worden er verontreinigende stoffen afgegeven aan het zwembadwater. Maar zwemmers zijn niet de enige vervuilers. Vanuit de omgeving komen er ook verontreinigingen in het water, denk daarbij aan organisch materiaal wat bij buitenbaden makkelijk in het water kan komen, of resten schoonmaakwater bij binnenbaden. Ook materialen kunnen verontreinigende stoffen afgeven aan het zwembadwater. Dit kunnen gebruikte bouwmaterialen zijn, zoals voegmiddelen tussen de tegels, maar ook materialen die als spel- en lesmateriaal gebruikt worden. Dan zijn er nog stoffen die gedoseerd worden, denk hierbij aan geurstoffen in kruidenbaden. Tot slot kunnen er zelfs in het drinkwater, waar we de baden mee vullen, stoffen zitten die ongewenste reacties in het zwembadwater geven.

Door de chemische reactie tussen vrij chloor en de verontreinigingen is er minder vrij chloor beschikbaar voor desinfectie. Verontreinigingen zorgen dus voor een afname in desinfectiekracht. Vervolgens ontstaan bij de chemische reactie tussen verontreinigingen en vrij chloor allerlei reactieproducten die we desinfectiebijproducten (DBP's) noemen. Sommige DBP's kunnen irritatie opwekken bij personeel en zwemmers. Andere DBP's kunnen bij hoge concentraties ook andere gezondheidseffecten veroorzaken, waarvan sommige zelfs ernstig. Ze zijn dus ongewenst.

De bron van de ongewenste DBP's ligt dus bij de verschillende verontreinigingen die van verschillende bronnen in het zwembadwater komen. In dit hoofdstuk wordt eerst ingegaan op de belangrijkste bronnen van verontreinigingen:

- verontreinigingen van zwemmers;
- verontreinigingen vanuit de omgeving, materialen en doseringen;
- verontreinigingen vanuit het vulwater.

Vervolgens worden de verschillende bouwstenen van de vervuiling besproken. Naast de bacteriën zijn deeltjes en opgeloste stoffen de belangrijkste vervuulende componenten binnen de verontreinigingen. De afgegeven deeltjes hebben een negatieve invloed op het doorzicht van het zwembadwater en daarmee dus ook op de veiligheid. De opgeloste stoffen reageren met vrij chloor tot DBP's. Belangrijke bouwstenen voor deze DBP's zijn ureum, huidvetten en cosmetica van de zwemmers en humuszuren uit suppletiewater.

## 2.2 Verontreinigingen van zwemmers

De verontreinigingen van zwemmers zijn in drie categorieën te verdelen:

1. Initiële verontreinigingen.
2. Continue verontreinigingen.
3. Incidentele verontreinigingen.

Onder initiële verontreinigingen vatten we het los zittende vuil, dat makkelijk afspoelt tijdens het douchen. Het gaat om zweetresten, huidschilfers, haren en bacteriën, maar ook cosmetica zoals haarlak, gel, lotions en zon-beschermingsproducten. Als alle zwemmers vooraf douchen, dan komen deze verontreinigingen niet in het zwembadwater. Van de totale vuilvracht

van zwemmers bedraagt het aandeel aan initiële verontreinigingen 30-45%. Deze verontreinigingen zijn makkelijk te beheersen door de zwemmers voor het zwemmen te laten douchen. Na 60 seconden douchen is 100% van de initiële vervuiling afgespoeld, na 30 seconden douchen is dat 75% en na 15 seconden circa 50%. Ook kort douchen heeft dus al een behoorlijk effect. Omdat de initiële verontreinigingen makkelijk afspoelen, bevindt dit vuil zich in “wolken” in het water op de plek waar de (volledig)gedouchte zwemmer te water is gegaan.

**Zwembadhygiëne is belangrijk, 40-90% van alle vervuiling komt door onhygiënisch gedrag in het zwembadwater. Vooraf douchen en toiletgebruik zijn dus belangrijk voor een goede waterkwaliteit.**

Continue verontreinigingen worden tijdens het zwemmen afgegeven. Denk hierbij aan zweeten tijdens het zwemmen. Ons lichaam weet niet dat het zweetmechanisme (afkoeling door verdamping van water/zweet) ondergedompeld in water niet werkt, dus zweeten we ook onder water. Naast zweeten worden tijdens het zwemmen ook huidschilfers, haren, bacteriën en cosmeticaresten afgegeven. De afgifte van continue verontreinigingen heeft een sterke relatie met de mate van inspanning in relatie tot de badwatertemperatuur en de duur van het zwemmen. Als in badwater met een hoge temperatuur, een hoge inspanning geleverd wordt, dan is de afgifte van continue vervuiling ook hoog. Over het algemeen wordt in zwembaden met de laagste badwatertemperatuur de hoogste inspanning geleverd en andersom. Desalniettemin zal een topsporter in koel water meer zweeten tijdens het zwemmen dan een recreatieve zwemmer in warm water. Over het algemeen kan gesteld worden dat bij een sportzwemmer het aandeel continue verontreinigingen circa 40% bedraagt en bij een recreatieve zwemmer circa 10% van de totale vuilvracht.

Incidentele verontreinigingen hebben deels met incidenten te maken, maar deels ook met (on)hygiënisch gedrag. Het gaat dan om incidenten met urine en/of ontlasting, maar ook speeksel, bloed en braaksel kunnen in het zwembadwater komen. De incidentele verontreinigingen kunnen veroorzaakt worden doordat een zwemmer ziek is, maar ook psychische spanningen kunnen een rol spelen. Uiteraard komt het ook voor dat zwemmers zich onhygiënisch gedragen en bewust in het zwembad plassen. De incidentele verontreinigingen kunnen op willekeurige momenten in het water komen en zullen veelal, net als de initiële verontreinigingen, als “wolken” in het water hangen. De incidentele verontreinigingen bedragen 30-45% van de totale vuilvracht.

Twee belangrijke redenen om verontreiniging te verwijderen zijn:

- het waarborgen van de gezondheid van de bezoekers;
- het aanbieden van een aantrekkelijk product in de vorm van helder en sprankelend zwembadwater.

Met goede voorzorgsmaatregelen kan de vervuiling van het zwembadwater worden beperkt, maar nooit helemaal worden voorkomen. Een goede voorzorgsmaatregel is bijvoorbeeld een uitgekiende routing met inloopmatten in de hal, een goede scheiding tussen vuile- en schone-voetenvloeren en goede sanitaire voorzieningen. Het is eveneens belangrijk om de zwemmers regelmatig te wijzen op het belang van netheid en hygiëne. Goed douchen vlak voor het zwemmen is een elementaire regel voor het schoon en zuiver houden van zwembadwater en de tweede regel is: gebruik het zwembad niet als toilet.

## 2.3 Verontreinigingen vanuit de omgeving

Vanuit de omgeving van een zwembad komen er ook verontreinigingen in het zwembadwater. Bij buitenbaden zijn dit bijvoorbeeld bladeren, gras of zand dat via de voeten van de zwemmers in het zwembadwater terecht komt. Bij binnenbaden kan dat ook gebeuren, denk dan aan vieze vloeren rondom horeca, waar vervuiling aan de voeten van zwemmers blijft kleven en het water in gedragen wordt. Een andere verontreiniging vanuit de omgeving kan schoonmaakwater zijn. Bij moderne zwembaden ligt het waterniveau soms op gelijke hoogte met het niveau van het omliggende perron. Dit is esthetisch heel mooi, maar hygiënisch wat minder omdat bij het schoonmaken van de perrons de kans aanwezig is dat schoonmaakwater in het bassin komt. Het protocol van schoonmaken bepaalt dan in belangrijke mate of en hoeveel schoonmaakproducten in het zwembadwater komen.

Ook gebruikte materialen kunnen verontreinigende stoffen afgeven aan zwembadwater. Vanuit voegen en katten wordt calcium of chemische componenten afgegeven aan het zwembadwater. Bij spel- en lesmateriaal kunnen dat bacteriën zijn, die er in biofilms op groeien. Ook worden er soms geurstoffen gedoseerd voor een bepaalde beleving. Deze geurstoffen hebben ook invloed op de zwembadwaterkwaliteit.

De belangrijkste drie componenten worden hieronder kort beschreven.

### 2.3.1 Blad en zwerfvuil

Over het algemeen zijn dit deeltjes die in het water komen. Deze deeltjes kunnen het doorzicht onder water belemmeren, of componenten zoals circulatiepompen beschadigen. Verwijdering van deze vervuiling is daarom nodig. Een haarvanger en een zandfilter zijn de zuiveringsstappen voor dit type vervuiling. Vervuiling door blad en zwerfvuil kan ook voorkomen worden door het buitenbad af te dekken op momenten dat er niet gezwommen wordt.

### 2.3.2 Schoonmaakwater

Wanneer schoonmaakwater in contact komt met zwembadwater zijn er twee aspecten waar rekening mee gehouden moet worden. Schoonmaakwater bevat zeep of chemicaliën die irritatie op de huid of de ogen van zwemmers kan veroorzaken. Daarnaast kan schoonmaakwater verontreinigingen bevatten die op het perron lagen en met het schoonmaakwater in het zwembadwater terecht komen. Dit kunnen deeltjes en opgeloste stoffen zijn, maar ook bacteriën. De deeltjes zijn te verwijderen met een zandfilter, opgeloste stoffen zijn lastiger te verwijderen en reageren vaak snel met vrij chloor tot ongewenste DBP's. Voorkomen is daarom beter dan genezen. Als er schoonmaakwater in het zwembadwater gekomen is, dan merk je dat door verhoging van het  $\text{KMnO}_4$ -verbruik en verhoging van gebonden chloor.

### 2.3.3 Materialen

Materialen geven opgeloste stoffen of bacteriën af aan het zwembadwater. De opgeloste stoffen komen veelal uit bouwmaterialen, zoals voegen en katten. De bacteriën komen van spel- en lesmateriaal. Opgeloste stoffen uit bouwmaterialen kunnen reageren met vrij chloor en vormen dan ongewenste DBP's. Als er een vermoeden is dat dit speelt, dan kan het gehalte AOX gemeten worden. AOX is een som-parameter waarin verschillende DBP's (circa 200) opgenomen zijn. Verhoging van AOX kan duiden op afgifte van opgeloste stoffen uit bouwmaterialen, maar er zijn ook andere oorzaken van een verhoogd AOX.

Bacteriën uit spel- en lesmateriaal moeten door desinfectie verwijderd worden. Probleem is vaak dat deze spel- en lesmaterialen niet continu in contact staan met zwembadwater en na gebruik opgeslagen worden buiten het badwater-bassin. Eventuele biofilms kunnen dan langer overleven. Zodra deze materialen weer gebruikt worden, worden deze biofilms niet direct onschadelijk gemaakt door het zwembadwater. Omdat ze vaak in direct contact met de huid van zwemmers staan, is de overdracht van bacteriën van dit spel- en lesmateriaal naar de zwemmers goed denkbaar. Dit is in verschillende onderzoeken, waaronder van het RIVM, aangetoond. Hygiëne van het spel- en lesmateriaal is daarom van belang.

## 2.4 Verontreinigingen vanuit het vulwater

De kwaliteit van het drinkwater uit de Nederlandse kranen is één van de beste ter wereld. Toch bevat het drinkwater in Nederland soms stoffen die in het zwembad ongewenst zijn, omdat ze na reactie met vrij chloor ongewenste DBP's vormen. Humuszuren uit drinkwater zijn hier de belangrijkste bouwstenen voor. Vooral in gebieden met veen is het gehalte aan humuszuren in het drinkwater verhoogd, op zandgronden speelt dit veel minder. Hierbij maakt het niet uit of het zwembad op een zandgrond staat, de grondsoort in het wingebied van het drinkwater bepaalt of er kans op een verhoogd humuszuurgehalte is. Samen met vrij chloor reageren humuszuren tot trihalomethanen (THM's). Deze vluchtige stoffen worden met ingang van de Omgevingswet periodiek in de zwembaden gemeten.

## 2.5 De belangrijkste groepen van de verontreinigingen

Als verontreinigingen eenmaal in het zwembadwater zitten wordt verwijdering ervan de belangrijkste vraag. Het is daarom handig om de verontreinigingen in te delen in groepen waarin ze te verwijderen zijn. Omdat hygiëne en gezondheid in zwembadwater heel belangrijk zijn, zijn bacteriën de eerste groep. De tweede groep zijn de niet-oplosbare stoffen, ook wel vaste deeltjes genoemd. Deze lijken qua afmetingen soms op bacteriën, maar voor de verwijdering gebruiken we andere technieken. De laatste groep zijn de opgeloste stoffen. Feitelijk zijn ook dat deeltjes, maar ze zijn zo klein dat we ze geen deeltjes meer noemen. Ook voor deze stoffen gebruiken we andere technieken om ze te verwijderen.

### 2.5.1 Bacteriën (micro-organismen)

Iedere zwemmer brengt een miljoen tot een miljard micro-organismen in het zwembadwater. De meeste van deze organismen zijn onschadelijk, een klein deel kan schadelijk of ziekteverwekkend (pathogeen) zijn voor de mens. De volgende micro-organismen komen onder andere in het zwembadwater voor:

- bacteriën;
- gisten en schimmels;
- virussen.

De micro-organismen worden hoofdzakelijk via de huid, speeksel, ontlasting en urine in het zwembadwater gebracht. Ook kan door opeenhoping van vuil in het filter van de waterbehandelingsinstallatie de hoeveelheid micro-organismen in een systeem toenemen. Een andere bron van micro-organismen is de ureumreductor. In een ureumreductor worden micro-organismen gebruikt voor de omzetting van ureum. Deze micro-organismen kunnen vanuit de ureumreductor weer in het zwembadwater terechtkomen.

Micro-organismen kunnen worden aangetoond door bijvoorbeeld het maandelijks bacteriologisch onderzoek. Vanaf de inwerkingtreding van de Omgevingswet worden er nieuwe microbiologische parameters gemeten, waarbij meer naar specifieke indicator-organismen gekeken wordt om te beoordelen of de micro-biologische waterkwaliteit al dan niet op orde is. Naast de indicator-organismen kunnen allerlei soorten micro-organismen in het zwembadwater voorkomen. Door adequate desinfectie van het zwemwater met behulp van vrij chloor, worden deze micro-organismen gedood en wordt de kans op een infectie bij zwemmers verkleind. Een minimum concentratie vrij chloor in combinatie met de juiste zuurgraad is een goede basis voor een effectieve desinfectie van zwembadwater.

### **2.5.2 Niet-oplosbare stoffen (vaste deeltjes)**

De niet-oplosbare verontreiniging bestaat over het algemeen uit zichtbare zwevende vervuiling in de vorm van organisch materiaal, zoals haren, huidschilfers en textielvezels. Moeilijk zichtbare vervuiling wordt ook tot deze groep gerekend. Dit zijn de zogenaamde colloïdale verontreinigingen. Hierbij moet worden gedacht aan componenten van speeksel, zeepresten, cosmetische producten en huidvetten.

Zwevende en colloïdale verontreinigingen veroorzaken bij te hoge concentraties vertroebeling van het zwemwater. Daarom is doorzicht (transparantie) één van de normen voor zwembadwater. De exploitant van het zwembad is verplicht het doorzicht dagelijks meerdere keren visueel te controleren. Doorzicht moet altijd tot de bodem van het zwembad zijn. De niet-opgeloste verontreiniging wordt door toevoeging van een vlokmiddel gebonden en middels filtratie verwijderd (floculatie en coagulatie, zie paragraaf 3.3.7 en 3.3.8).

Een andere parameter voor de aanwezigheid van niet-opgeloste verontreiniging is het zogenaamde kaliumpermanganaat-verbruik in het zwemwater (KMnO<sub>4</sub>-verbruik). Deze meting hoort bij het maandelijks waterkwaliteitsonderzoek, dat de exploitant van het zwembad laat verrichten door een onafhankelijk laboratorium (zie paragraaf 10.2).

### **2.5.3 Opgeloste stoffen**

Verontreinigingen kunnen ook in opgeloste vorm in het zwemwater voorkomen. Dit zijn de eerder genoemde stoffen die door zwemmers in het water worden gebracht, zoals zweet en urine. Naast water bestaan zweet en urine voor een groot deel uit ammoniak en ureum. Naast deze stikstofverbindingen behoren kreatine, kreatinine en aminozuren tot de bestanddelen. Al deze stikstofverbindingen zijn als zodanig niet schadelijk voor de zwemmers. Deze verbindingen kunnen echter met het in het water aanwezige vrij chloor reageren, waarbij ongewenste reactieproducten (DBP's) ontstaan. De reactieproducten bestaan hoofdzakelijk uit zogenaamde chlooraminen. De concentratie chlooraminen wordt gemeten als de hoeveelheid gebonden chloor. Te veel gebonden chloor kan leiden tot irritatieklachten en de bekende "zwembadlucht". Daarom wordt gestreefd naar een laag gebonden chloorgehalte in zwembadwater. In de Omgevingswet is de norm voor gebonden chloor verlaagd naar een bovengrens van 0,6 mg/L. Ook aan het ureumgehalte is een maximum gesteld. Het ureumgehalte mag niet hoger zijn dan 2 mg/l.

De concentraties gebonden chloor en ureum geven een goede indicatie van de waterkwaliteit met betrekking tot opgeloste verontreiniging. Dus: hoe lager de concentratie van beide componenten, hoe beter de waterkwaliteit.



**3.**

**WATERBEHANDELING**

### 3.1 Inleiding

Om de gezondheid en veiligheid van de zwemmer te waarborgen zijn twee onderdelen van de waterbehandeling onmisbaar: 1) filtratie en 2) desinfectie. Deze twee onderdelen kunnen alleen goed werken als er ook een goede watercirculatie is. De meeste onderdelen van de waterbehandeling van een zwembad zijn ondersteunend aan deze drie onderdelen van de zwembadtechniek (filtratie, desinfectie en circulatie). Daarnaast kunnen er ook onderdelen zijn die het comfort verhogen of invloed hebben op de beleving.

Filtratie zorgt ervoor dat ingebrachte vuildeeltjes (al dan niet opgelost) uit het zwembadwater verwijderd worden. De desinfectie zorgt ervoor dat alle micro-organismen zoals bacteriën, virussen en schimmels geïnactiveerd worden. En de circulatie van het zwembadwater zorgt ervoor dat het vervuilde water uit het badwaterbassin afgevoerd wordt en het behandelde water met desinfectiemiddel weer teruggevoerd wordt, dit noemen we het circulatiesysteem.

Het circulatiesysteem bestaat globaal uit de volgende onderdelen:

- een of meerdere filtratiestappen;
- doseersysteem voor desinfectie;
- pompen en leidingwerk voor het transport van het zwembadwater.

Eisen die hierbij onder andere gesteld worden aan het zwembadwater zijn:

- continu betrouwbare kwaliteit;
- zuiverheid en hygiëne;
- comfort en veiligheid;
- voldoen aan de wet- en regelgeving.

Een goede zwemwaterkwaliteit wordt bereikt door drie belangrijke onderdelen:

- desinfectie;
- filtratie;
- circulatie.

#### *Het circulatiesysteem*

Door het circulatiesysteem wordt onder andere het transport van desinfectiemiddel naar alle delen van het bassin verzorgd. In veel zwembaden is een verticale circulatie toegepast in het bad. Hierbij is de waterinlaat in de bodem van het bad geïntegreerd en vindt de afvoer naar de circulatiebuffer volledig via het overloopstelsel in de rand van het zwembad plaats. Bij een goede doorstroming worden de desinfectiemiddelen, die zich in het toevoerwater bevinden, optimaal vermengd met het aanwezige water in het bassin. Met een kleurproef kunnen de (normaal onzichtbare) stromingen in het badwaterbassin zichtbaar gemaakt worden. Als het badwaterbassin in ca. 15 minuten egaal verkleurd is dan wordt de menging goed bevonden.

Met een circulatiepomp wordt het water uit de buffer via een grofvuilfilter, ook wel haarvanger genoemd, over één of meerdere filters gepompt.

Nadat het filtratieproces heeft plaatsgevonden wordt het water verwarmd en vinden de benodigde doseringen plaats, waarna het water weer toegevoerd wordt aan het bassin.

### **Controle waterkwaliteit**

Een goede stabiele waterkwaliteit in de badwaterbassins wordt bereikt door het zwembadwater continu op een aantal parameters te controleren. Hiervoor wordt in veel gevallen, met name in de oudere baden, direct na de pomp continu water afgetapt voor pH- en vrij chloorcontrole. In de meeste nieuwe zwembaden wordt het zwembadwater direct uit het zwembad gezogen met een meetwaterpomp, de techniek kan dan sneller reageren op schommelingen. Aan de hand van de resultaten van deze, in de meeste gevallen geautomatiseerde, metingen wordt de dosering voor pH-correctie en desinfectie aangestuurd.

Om de automatische meting te controleren zijn periodieke handmatige metingen in de bassins noodzakelijk. Deze handmetingen worden steeds vaker vervangen voor een geautomatiseerd zwembadwater-monitoringsysteem. Het voordeel hiervan is dat alle informatie real time beschikbaar is waardoor er sneller gereageerd kan worden op afwijkingen. De waterkwaliteit wordt ook door een gecertificeerd laboratorium periodiek gecontroleerd op verschillende parameters. Sommige parameters worden maandelijks gemeten, andere eens per kwartaal, eens per half jaar of jaarlijks. In hoofdstuk 4 zal verder worden ingegaan op de meet- en regeltechniek.

## **3.2 Desinfectie**

Desinfectie heeft als doel de in het bassin aanwezige (ziekteverwekkende) micro-organismen zo snel en effectief mogelijk onschadelijk te maken. Desinfectie kan op verschillende manieren uitgevoerd worden:

- chloordosering;
- alternatieve desinfectiemiddelen;
- alternatieve desinfectietechnieken.

### **3.2.1 Chloordosering**

Volgens de wet- en regelgeving moet dit door toevoeging van vrij chloor. Het vrij chloor treedt de cel van een micro-organisme binnen en brengt daar schade aan verschillende vitale onderdelen aan. Hierdoor worden de energiehuishouding en de celdeling van het micro-organisme verstoord en sterft deze af. Sommige micro-organismen hebben een dunne celwand en zijn slecht gewapend tegen vrij chloor, inactiveren van deze micro-organismen met vrij chloor is dan ook makkelijk. Maar er zijn ook micro-organismen die heel goed gewapend zijn tegen vrij chloor en het onder zwembadomstandigheden soms wel dagen kunnen overleven. Omdat er veel verschillende micro-organismen in zwembadwater voor kunnen komen (>1.000 verschillende soorten), is de gevoeligheid voor desinfectie met vrij chloor ook zeer verschillend. Sommige micro-organismen worden na enkele seconden desinfectie met vrij chloor niet meer aangetroffen, bij andere is dat een kwestie van minuten, of uren, terwijl de sterkste micro-organismen tot 6 dagen onder normale zwembadcondities met vrij chloor kunnen overleven. Deze laatste categorie micro-organismen kan het beste verwijderd worden met een goede vlokvorming en filtratie. Door effectief spoelen van het filter worden ze uit het systeem verwijderd.

Er zijn verschillende redenen waarom vrij chloor gekozen is als aangewezen desinfectiemiddel in zwembaden:

- de meeste micro-organismen zijn gevoelig voor vrij chloor;



- vrij chloor is eenvoudig te transporteren en distribueren;
- vrij chloor is eenvoudig op te slaan en blijft lang stabiel, mits het onder de juiste omstandigheden opgeslagen wordt;
- vrij chloor is eenvoudig te doseren;
- vrij chloor is eenvoudig te meten door zwembadpersoneel;
- vrij chloor is niet schadelijk voor de zwemmers.

Er zijn verschillende mogelijkheden om vrij chloor aan het zwembadwater toe te voegen:

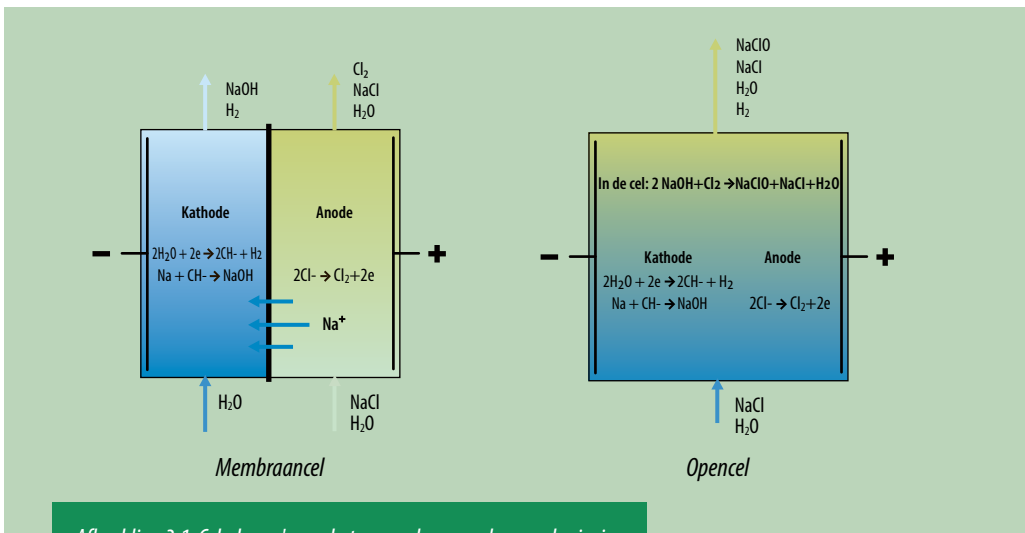
- doseren van natriumhypochloriet (chloorbleekloog);
- toepassen van zoutelektrolyse;
- doseren van calciumhypochloriet.

### Vrij chloor uit natriumhypochloriet (chloorbleekloog)

Dit product wordt als vloeistof geleverd en in (dag)tanks opgeslagen. Vanuit deze opslag wordt het chloorbleekloog gedoseerd aan het zwembadwater. Chloorbleekloog bevat 12-15% actief chloor (120-150 g/L). Een hoge zuurgraad zorgt ervoor dat het actief chloor stabiel blijft. Echter kan het product ook verouderen in de opslagtank. Daarbij kan chloraat ontstaan, een van de nieuwe parameters vanuit de Omgevingswet. De aanwezigheid van licht, warmte, vervuiling en contact met metalen kan het verouderingsproces versnellen. Bij het werken met chloorbleekloog moeten persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt worden.

### Zoutelektrolyse

Bij zoutelektrolyse wordt het actief chloor op locatie geproduceerd via een natuurkundig proces, waarbij zout in een elektrolysecel wordt omgezet naar actief chloor door inbreng van elektrische stroom. Qua werking kunnen de zoutelektrolyse-



Afbeelding 3.1 Celschema's van het opencel en membranecel principe

systemen verdeeld worden in twee groepen: met een opencil (zonder membraan) en met een membraancel. De functie van het membraan is om processen in de elektrolysecel gescheiden te houden, waardoor de processen efficiënter verlopen.

Bij het elektrolyseproces wordt naast actief chloor ook loog geproduceerd. Bij opencil systemen is dit loog niet gescheiden van het actief chloor en wordt één product geproduceerd. Hierdoor zit dan ook nog een rest zoutgehalte, waardoor dit product minder zuiver is dan bij membraancel systemen.

Bij membraan systemen worden de producten actief chloor en loog (door het membraan gescheiden) geproduceerd. Er ontstaan dan verschillende mogelijkheden, bijvoorbeeld om het actieve chloor (chloorgas) gescheiden te doseren van het loog, hierdoor kan gestuurd worden op de zuurgraad van het chloorproduct waardoor de pH van het badwater ook gecorrigeerd kan worden. Door het chloorgas met loog te mengen ontstaat natriumhypochloriet, wat opgeslagen kan worden voor gebruik op piekmomenten.

De meest zuivere vorm van chloordosering is het gebruik van chloorgas. Hierbij wordt het minste zout of chloraat aan het water toegevoegd.

### ***Vrij chloor uit calciumhypochloriet***

Dit product wordt in poeder- of tabletvorm geleverd en opgelost in (drink)water en daarna gedoseerd aan het zwembadwater. Bij gebruik van calciumhypochloriet wordt naast vrij chloor ook kalk toegevoegd aan het zwembadwater. Dit kalk verhoogt enerzijds de onderhoudskosten door een verhoogde kans op kalkafzettingen, maar het verlaagt de onderhoudskosten ook door verminderde aantasting van metalen componenten, voegen en beton in het zwembadwater.

### **3.2.2 Alternatieve desinfectiemiddelen**

Er zijn ook andere desinfectiemiddelen zoals jodium, chloordioxide, waterstofperoxide of ozon. Omdat de aanwezigheid van vrij chloor wettelijk voorgeschreven is, komen deze andere desinfectietechnieken niet of nauwelijks voor in zwembaden. Dat is maar goed ook, want deze alternatieve desinfectiemiddelen hebben allemaal nadelen ten opzichte van vrij chloor. Sommige zijn minder effectief tegen alle micro-organismen, zorgen voor de vorming van schadelijke desinfectiebijproducten, zijn minder makkelijk te transporteren, op te slaan of te doseren of, nog erger, zijn schadelijk voor de zwemmers.

### ***Alternatieve desinfectietechnieken***

Naast het doseren van desinfectiemiddelen zijn er ook andere desinfectietechnieken zoals UV-behandeling en ultrafiltratie (membraanfiltratie). De meeste drinkwaterbedrijven in Nederland gebruiken UV als laatste desinfectiestap. Zwembaden gebruiken (soms onbewust) ook ultrafiltratie als alternatieve desinfectie. Dit gebeurt als er legionella-veilige douchekoppen gemonteerd worden op douches, vaak na een melding van een te hoog aantal legionellabacteriën in het douchewater. Na de monitoring van deze speciale douchekoppen kunnen de douches wel gebruikt worden, ongeacht de aanwezige legionella. Dat komt omdat in die douchekoppen een ultrafiltratiemembraan aanwezig is die met een hoog rendement (vaak richting 99.99999%) legionellabacteriën in het douchewater tegenhoudt. Deze douchekoppen kunnen niet teruggespoeld worden en vervuilen dus langzaam. De inzetbaarheid van deze douchekoppen is daardoor beperkt.

### 3.2.3. Correctie van de zuurgraad

De zuurgraad (pH) speelt bij de waterbehandeling een belangrijke rol. Om de desinfectie, oxidatie en flocculatie zo goed en efficiënt mogelijk te laten verlopen dient de pH tussen de 7,0 en 7,6 te blijven. Afhankelijk van de pH splitst het vrij chloor zich in een actief (HOCl) en niet-actief deel (OCl). Het actieve deel is meer dan 20x effectiever voor desinfectie, vandaar dat voor de desinfectiekracht van het zwembadwater alleen naar het actieve chloor gekeken wordt.

Voorbeeld: bij zwembadwater met een vrij chloor van 1,0 mg/L is bij een pH van 7,0 circa 0,7 mg/L actief chloor aanwezig, terwijl dat bij een pH van 7,6 circa 0,4 mg/L actief chloor is.

Tabel 3.1 Gebruikte pH correctiemiddelen

pH-correctiemiddel	verlagend / verhogend	chemische structuur
zoutzuur	verlagend	HCl
zwavelzuur	verlagend	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
kooldioxyde	verlagend	CO <sub>2</sub>
natriumwaterstofsulfaat	verlagend	NaHSO <sub>4</sub>
natriumhydroxyde	verhogend	NaOH
natriumcarbonaat	verhogend	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>

Met de dosering van één in tabel 3.1 genoemde pH-correctiemiddelen kan de juiste pH worden gehandhaafd.

Daarnaast wordt de pH beïnvloed door:

pH-verlagende invloeden: dosering vlokmiddel;  
dosering chloorgas;  
dosering cyaanuurzuur;  
biologische afbraak van zwemmersvuil;  
chemische afbraak van zwemmersvuil.

pH-verhogende invloeden: dosering natriumhypochloriet;  
dosering calciumhypochloriet;  
dosering natriumwaterstofcarbonaat;  
toevoeging suppletiewater;  
intensieve beluchting van zwemwater.

Praktische tips:

- doseer zuur zo gelijkmatig mogelijk;
- een onjuiste instelling van de doseerpomp kan de buffercapaciteit (zie 3.2.3) verlagen;
- doseer zuur tenminste 1 meter voor het chloordoseerpunt;
- overweeg om een koppeling te maken tussen de pH-meting en de chloordosering, zodat bij extreem lage pH, de chloordosering automatisch stopt;
- het is verstandig de beveiligingen tegen overdosering regelmatig te controleren op juiste werking.

### 3.2.3 Buffercapaciteit

De zuurgraad van zwembaden kan soms instabiel zijn. Bij een kleine toevoeging van loog of zuur volgt dan een relatief grote sprong van de zuurgraad. Om dit te stabiliseren zijn er wettelijke eisen gesteld aan de buffercapaciteit. De buffercapaciteit is een in het water aanwezige stof die veranderingen van de pH dempt als een soort schokdemper en wordt ook wel zuurteregelaar genoemd. Hoewel er verschillende stoffen in aanmerking komen om de zuurgraad te stabiliseren wordt hiervoor in zwembaden waterstofcarbonaat gebruikt.

Belangrijk om te weten is dat waterstofcarbonaat uit het zwembadwater kan verdwijnen door verdamping van CO<sub>2</sub>. Het verdampte CO<sub>2</sub> wordt dan weer vanuit het waterstofcarbonaat aangevuld (chemisch evenwicht), maar hierdoor verdwijnt er dus waterstofcarbonaat.

De mate waarin CO<sub>2</sub> uit zwembadwater verdampt is van verschillende factoren afhankelijk:

1. De mate waarin het zwembadwater in contact komt met lucht is een belangrijke parameter. Bij intensief contact zoals bij een waterval of een bubbelbad raak je meer CO<sub>2</sub> kwijt dan bij 'rustig' zwembadwater.
2. De grootte van het contactoppervlak (water-lucht) in relatie tot de inhoud van het bad speelt ook een rol. Bij een ondiep badwaterbassin raak je in verhouding tot de inhoud meer CO<sub>2</sub> kwijt dan bij een diep badwaterbassin. Zo kan er tijdens het golven in een golflslagbad meer CO<sub>2</sub> verdwijnen door het toegenomen wateroppervlak.
3. De laatste belangrijke parameter is de zuurgraad van het water. Door evenwichtsreacties die in relatie staan met de zuurgraad wordt bepaald hoeveel waterstofcarbonaat omgezet wordt in CO<sub>2</sub>. Bij een lage zuurgraad is dat meer dan bij een hoge zuurgraad.

Om de concentratie waterstofcarbonaat op peil te houden moet deze continu toegevoegd worden. Hiervoor kan een doseerinstallatie gebruikt worden, maar het kan ook handmatig toegevoegd worden. Hoeveel waterstofcarbonaat toegevoegd moet worden, is afhankelijk van de mate waarin het waterstofcarbonaat uit het zwembadwater verdwijnt, dat is lastig te voorspellen. De instelling van de dosering is dus een ervaringsgetal dat voor elk badwaterbassin weer anders kan zijn. De concentratie waterstofcarbonaat kan eenvoudig gemeten worden met een meetkoffer. Deze metingen helpen om de juiste dosering in te stellen.

## 3.3 Filtratie van niet-opgeloste verontreiniging

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op het verwijderen van niet-opgeloste verontreiniging (deeltjes) uit het zwembadwater. In een zwembadwaterbehandelingsinstallatie gebeurt dit achtereenvolgens met een haarvanger (grove deeltjes) en met een

filter voor de kleinere deeltjes. Voordat het water over het filter wordt gepompt, wordt vaak een vlokmiddel toegevoegd. Meer over het toepassen van het vlokmiddel kun je lezen in paragraaf 3.3.7.

### 3.3.1 Haarvanger

Verwijdering van de grove verontreinigingen zoals pleisters, vezels, badmutsen, haren en ingewaaide bladeren wordt uitgevoerd door een haarvanger. De functie van de haarvanger is het beschermen van de circulatiepomp en het filter tegen intrede van de grove verontreiniging.

#### *Opbouw van haarvangers*

Het is gebruikelijk een haarvanger aan te brengen in het leidinggedeelte aan de zuigzijde van circulatiepompen die voor het zandfilter zitten. Daardoor wordt de pomp tegen beschadiging beschermd. Haarvangers worden uitgevoerd in de vorm van een zeefkorf die in een gesloten ketel is ondergebracht. De vorm en dimensionering van de zeefkorf zorgen dat de opvang van het vuil zo homogeen mogelijk plaatsvindt. De ketel moet voorzien zijn van een gemakkelijk te openen en te sluiten – bij voorkeur doorzichtig – deksel. Omdat inspectie en onderhoud regelmatig worden uitgevoerd, moet het deksel op een goed bereikbare plaats zitten.

De haarvanger moet uit hygiënische overwegingen regelmatig worden schoongemaakt. Ideaal is het om met twee korven te werken. De circulatie hoeft dan maar kort uit bedrijf om de korven om te wisselen en reiniging van de korven kan dan op elk willekeurig tijdstip gebeuren.

#### *Theoretische aspecten*

Om een goede afvang van haren en dergelijke te verkrijgen, is het noodzakelijk dat de haarvangerkorf voldoende groot is en de gaten in de korf voldoende klein zijn. Als vuistregel kan worden gesteld dat de gemiddelde snelheid van het water door de gaten niet groter mag zijn dan 0,25 m/s en dat de gaten niet groter mogen zijn dan  $\varnothing$  2 mm.

Men moet zich realiseren dat een half vervuilde korf leidt tot een tweemaal zo hoge stromingssnelheid in het nog niet vervuilde deel en daarmee een hogere kans op doorslag van vuil.

In veel kleinere installaties is een pomp met aangebouwde grof-vuilvervangert aanwezig. Deze heeft als doel de pomp te beschermen tegen grove vuildelen, maar zijn zeker niet geschikt om haren af te vangen. Als er geen of een onvoldoende werkende haarvanger aanwezig is, wordt het resterende deel van de waterbehandelingsinstallatie zwaarder belast. Dit kan op de langere termijn problemen veroorzaken.



Afbeelding 3.2 Haarvanger

### 3.3.2 Filtratie

Om de niet-opgeloste, deels gesuspendeerde, deeltjes uit het water te verwijderen wordt het water over een filter geleid. Vaak wordt bovendien een vlokmiddel toegevoegd om de rest van de gesuspendeerde deeltjes en de colloïdale deeltjes te verwijderen. Een goed filter is in staat ca. 20% van de ingebrachte niet-opgeloste verontreiniging (uitgedrukt in kaliumpermanganaatverbruik) te verwijderen uit het zwembadwater.



Afbeelding 3.3 Zwembadfiltratie

#### *Enkele filtertypen*

Voor de uitvoering van de filtratie worden verschillende typen filters gebruikt:

- open filters;
- gesloten filters;
- hi-rate filters;
- meerstromenfilters;
- meerlaagsfilters;
- membraanfilters;
- trommelfilters;
- ureumfilters.

#### *Filtratie*

Tijdens het filtratieproces stroomt het water door een laag filtermateriaal, waardoor de in het water aanwezige niet-opgeloste verontreinigingen als het ware op het oppervlak van elke korrel in het filterbed geplakt worden. De eerste korrels in het filterbed verwijderen de meeste vervuiling. En dieper in het filterbed wordt de concentratie vervuiling steeds kleiner.

### ***Filtermateriaal***

Een belangrijk onderdeel van een filter is het daarin aanwezige filtermateriaal. Het filtermateriaal kan uit meerdere materialen bestaan zoals zand, kool, glas of een combinatie van deze materialen. Bij meerlaagsfilters is het filterbed opgebouwd uit verschillende soorten filtermaterialen.

Aan filtermateriaal worden eisen gesteld die onder andere betrekking hebben op:

- korrelgrootteverdeling om “verstikking” te voorkomen;
- de slijtvastheid waardoor er sprake is van een reële levensduur en geen slijtsel in het water terecht komt;
- chemische bestendigheid en zuiverheid; het filtermateriaal mag geen ongewenste stoffen aan het circulerende water afgeven;
- bij meerlaagsfilters is bovendien de diameter in relatie tot de soortelijke massa ook van belang en kan de vorm van de korrel een rol spelen.

### ***Filteropbouw***

Het filter in een zwembad heeft vaak een bepaalde opbouw. Van boven naar onder:

- inlaatsysteem;
- filterbed;
- steunlagen;
- filterbodem (doppen of drainbuizen).

Zowel het inlaatsysteem als de filterbodem dienen zodanig te zijn geconstrueerd dat het water zo gelijkmatig mogelijk over het filterbed verdeeld wordt. Dit om kortsluitstromen te voorkomen waardoor het filterbed scheef kan gaan liggen.

Het aanbrengen van steunlagen in het filter heeft twee functies:

- het voorkomen van filterzand in het badwaterbassin bij toepassing van filterdrains;
- het gelijkmatig verdelen van het terugspoelwater.

Bij een dikkere laag steunlagen zijn minder filterdoppen of filterdrains nodig. De korrelgrootteverdeling van de steunlagen moet zodanig op elkaar worden afgestemd dat geen verstopping kan optreden. Zowel onderling als ten opzichte van het filterzand en het drainagesysteem.

De noodzaak voor een goede waterverdeling neemt toe naarmate de filtratiesnelheid hoger is. Dit geldt ook voor de aanvoer van het spoelwater en de eventuele spoellucht. Als deze niet gelijkmatig over het filteroppervlak worden verdeeld kan dit aanleiding zijn tot kanaalvorming.

---

In formulevorm:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Hierin is:

*v*: filtratiesnelheid [m/uur]

*Q*: debiet [m<sup>3</sup>/uur]

*A*: filteroppervlak [m<sup>2</sup>]

---

### ***Filtratiesnelheid***

De filtratiesnelheid is de (denkbeeldige) snelheid waarmee het water door een leeg filter zou stromen.

### ***Drukval***

Doordat water weerstand ondervindt bij de passage van het filterbed zal er drukverlies in het filterbed optreden. Dit betekent dat de druk vóór het filterbed hoger is dan erna. Bij toename van de hoeveelheid afgevangen vuil zal het drukverschil voor en na het filter groter worden. Dit wordt veroorzaakt door het steeds verder verstopt raken van de poriën. In de meeste gevallen zijn voor en na het filter drukmeters geplaatst (op gelijke hoogte), zodat het drukverschil eenvoudig kan worden uitgerekend.

### ***Terugspoelen***

Het in het filterbed tegengehouden vuil wordt verwijderd door het terugspoelen van het filter. Hierbij wordt het water met een krachtige spoelwaterstroom in tegengestelde richting door het filter gespoeld. In bepaalde gevallen wordt hierbij ook gebruik gemaakt van lucht. De snelheid van het spoelwater moet zo hoog zijn dat er fluidisatie (=opwerveling) en expansie (=uitzetting) van het filterbed optreedt. Daarbij kan worden gerekend op een expansie van ongeveer 25%. Kenmerkend voor fluidisatie is dat de stapeling van de zandkorrels wordt doorbroken en zij zich vrij kunnen bewegen. Doordat de korrels langs elkaar schuren laat het aangehechte vuil los en wordt het met het spoelwater meegevoerd. Het schurend effect van fluidisatie kan worden nagebootst door te spoelen met lucht. Door het filterbed bewegende luchtbellens brengen de zandkorrels heftig in beweging. Gelijktijdig spoelen met water en lucht kan alleen als het systeem daartoe uitgerust is. De spoelwatersnelheid moet in alle gevallen zodanig worden gekozen dat filtermateriaal niet met het spoelwater wordt meegevoerd. Het terugspoelproces duurt in de praktijk ca. 10 minuten.

Het spoelwater wordt afgevoerd naar het riool. In sommige situaties wordt het spoelwater hergebruikt of wordt de warmte uit het spoelwater teruggewonnen voordat het water op het riool wordt geloosd.

Voor een goed spoelproces is het noodzakelijk dat de afvoerleiding naar het riool op de juiste hoogte geplaatst is. Als de afstand tussen het filterbed en de afvoerleiding niet groot genoeg is dan bestaat de kans dat tijdens het filterspoelen filtermateriaal wordt afgevoerd naar het riool. Daarentegen kan bij een te hoog gelegen afvoerleiding het vuil in onvoldoende mate worden weggespoeld. Na het spoelen moet het gefiltreerde water eerst enige tijd via een kortsluitleiding recirculeren. Alternatief is het afvoeren van eerste filtraat naar het riool. Dit in verband met het feit dat de filters doorgaans een zekere aanloopperiode nodig hebben voordat een filtraat van voldoende kwaliteit (troebelheid kleiner dan 0,25 FTE) bereikt wordt. Om vervuiling te voorkomen moet een zand- of meerlaagsfilter regelmatig worden teruggespoeld, ongeacht of de maximaal toelaatbare weerstand is bereikt. De filterspoeling wordt na sluitingstijd van het zwembad uitgevoerd, enerzijds omdat de



werking van het filter onmiddellijk na het terugspoelen niet optimaal is, anderzijds omdat bij deze werkwijze geen onderbreking plaatsvindt van de waterbehandeling tijdens de bezoeken.

Naast de gebruikelijke manier van filtratie via een filter gevuld met zand, kool of glas worden ook andere technieken toegepast zoals trommelfilters of membraanfilters.

Een goede waterkwaliteit is alleen mogelijk bij voldoende efficiënte spoelingen. Een efficiënte spoeling heeft een minimale snelheid en een minimale spoelduur, afhankelijk van het filtertype.

### 3.3.3 Membraanfilters (Ultrafiltratie)

In tegenstelling tot bovengenoemde filters maken membraanfilters geen gebruik van filtermaterialen als filterzand. Membraanfiltratie, in het bijzonder ultrafiltratie, filtreert met kleine poriën, waardoor het filter in vergelijking met andere filtertechnieken zelfs bacteriën en virussen uit het water haalt. Een vlokmiddeldosering (paragraaf 3.3.7) is hierbij niet nodig. Membraanfilters bestaan uit meerdere compartimenten (membranen) die modulair gekoppeld kunnen worden, afhankelijk van de grootte van het waterbehandelingsstelsel. Hierdoor kunnen deze filters ingebouwd worden in kleinere ruimtes.

Om een optimale werking te behouden wordt een membraanfilter periodiek (chemisch) gereinigd. Dit is nodig om vastzittende vervuiling zoals huidvetten of andere vervuiling los te weken.



Afbeelding 3.4 Ultrafiltratie

### 3.3.4 Trommelfilters

Een nieuwe techniek voor het afvangen van de grotere vuildeeltjes is de toepassing van een trommelfilter. Deze wordt veelal geplaatst tussen de overloopgoot en de buffer en maakt de haarvanger overbodig. Het voordeel hiervan is dat de buffer ook beschermd wordt tegen grove verontreinigingen en dat de filters minder belast worden. Hierdoor hoeven de filters minder snel gespoeld te worden, wat weer leidt tot een besparing op de kosten voor energie en water.

### 3.3.5 Koolfilters

Dit filter is gevuld met actieve kool en kan in deel-stroom worden bijgeplaatst. Het werkt als biologisch filter voor de verwijdering van ureum en is een aanvulling op de klassieke waterbehandeling. De werking van deze filters is gebaseerd op de omzetting van stoffen door micro-organismen. Hierbij moet rekening worden gehouden met een verhoogd risico op doorslag van mogelijk schadelijke micro-organismen zoals legionella. Om het risico hierop te beperken zal het effluent van deze filters continu gedesinfecteerd moeten worden. Hierbij is de desinfectiedosis belangrijk, dit is de combinatie tussen concentratie en contacttijd. Voor een significante afdoding van legionella is een dosis van 20-60 mg.min/L nodig. Dit wil zeggen dat bij 1 mg/L een contacttijd van 20-60 minuten nodig is. Als de concentratie hoger wordt dan kan de contacttijd evenredig korter worden.

### 3.3.6 Helofytenfilter

Bij zwembadwater wordt het zwembadwater behandeld met helofytenfilters. Hierbij wordt het water op een biologische manier gezuiverd door planten en micro-organismen zonder toediening van chemicaliën. Zwembadwater wordt als aparte categorie zwembaden opgenomen in hoofdstuk 15 van het Besluit activiteiten leefomgeving. Vergeleken met gechloreerde zwembaden moeten bij zwembadwater andere parameters gemeten worden om de gezondheid en veiligheid van de gebruikers te beschermen. Ook moet bij zwembadwater regelmatig gecontroleerd worden op de aanwezigheid van dieren zoals vissen, ratten of slakken omdat die ook ziektes over kunnen brengen.

### 3.3.7 Gebruik vlokmiddel

Niet alle deeltjes worden met een zand- of meerlaagsfiltratie uit het zwembadwater verwijderd. Colloïdale en sommige gesuspendeerde deeltjes hebben eigenschappen waardoor ze niet altijd door filtratie uit het water te verwijderen zijn. Naast de filtereigenschappen is dit ook afhankelijk van de uitgangspunten die de ontwerper vastgesteld heeft, zoals filtratiesnelheid en gebruikt filtermateriaal.

Een colloïdale oplossing is stabiel omdat alle deeltjes dezelfde (negatieve) lading hebben, waardoor ze elkaar afstoten en de aangroei tot grotere deeltjes wordt voorkomen. Filterzand heeft meestal eveneens een negatieve lading, zodat de colloïdale deeltjes door het filterzand nauwelijks worden tegengehouden. Door het toevoegen van een vlokmiddel (flocculatie) wordt de stabiliteit van het colloïdale systeem opgeheven. Hierdoor kunnen de deeltjes aan elkaar vastgroeien tot grotere deeltjes, de zogenaamde coagulatie. Tijdens de coagulatie vormt het vlokmiddel grotere (filterbare) vlokken, waarbij gesuspendeerde en colloïdale deeltjes worden ingesloten. Deze grotere deeltjes kunnen wel door zand- of meerlaagsfiltratie uit het water verwijderd worden. Door toepassing van flocculatiemiddelen (in het vervolg vlokmiddelen genoemd) kan een aanmerkelijk helderder filtraat worden verkregen. Als gevolg hiervan zal de concentratie gebonden chloor en het kaliumpermanganaatverbruik afnemen.

In de zwemwaterbehandeling worden voornamelijk poly-aluminiumchloride-verbindingen (PAC) als vlokmiddel gebruikt. Het is belangrijk dat de hoeveelheid vlokmiddel wordt afgestemd op de hoeveelheid verontreiniging, die in het zwemwater aanwezig is. Door de dynamische badbelasting is er ook een dynamische aanvoer van vervuilende stoffen. Voor een optimaal vlokproces moet het vlokmiddel ook dynamisch gedoseerd worden. Dus in drukke periodes wat meer en in rustige periodes wat minder. Alles binnen de bandbreedte die de leverancier van het vlokmiddel op het doseervoorschrift voorschrijft. Overdosering moet vermeden worden in verband met het oplopen van het aluminiumgehalte in het water. Bij sterke overdosering kan er zelfs doorslag van het filter plaatsvinden met als gevolg toenemende troebelheid van het badwater en/of opeenhoping van uitgevlokte residuen (slijmerige massa).

### 3.3.8 Dosering van vlokmiddel

Het toedienen van vlokmiddel moet bij voorkeur zo continu mogelijk gebeuren. De doseerpompen (membraandoseerpomp of slangenpomp) moeten in staat zijn kleine hoeveelheden te doseren. Het met de hand doseren van vlokmiddel (vroeger gebruikelijk bij aluminiumsulfaat) geeft een minder resultaat. De doseerhoeveelheid voor PAC's is afhankelijk van het soort vlokmiddel. De meeste vlokmiddelen worden in geconcentreerde vorm aangeleverd. Voor de dosering wordt het vlokmiddel verdund volgens het meegeleverde voorschrift. Bij een te grote verdunning kan vlokvorming in het doseervat optreden. Dit is te zien aan de oplossing nadat deze is verdund. Dit moet een heldere oplossing zijn. Is de oplossing troebel, dan is dit een teken van aanwezigheid van vlokken en moet de tank een keer gereinigd worden. Zorg ervoor dat bij een reiniging de doseerslangen doorgespoeld worden. Dit kan door de zuigzijde van de doseerslang in een emmer water te hangen en de perszijde ook op te vangen in een emmer, zodat er geen ongecontroleerde hoeveelheden vlokmiddelresten in het zwembadwater komen.

Om vlokmiddelen actief te houden worden deze aangezuurd geleverd. Als de zuurgraad stijgt begint het vlokmiddel vlokken te vormen. Dit proces wordt alleen door de pH gestuurd en niet door de aanwezigheid van vervuiling. Zodra het vlokmiddel toegevoegd wordt aan het zwembadwater, stijgt de pH van het vlokmiddel door de hogere pH van het zwembadwater en start de vlokvorming. De pH van het zwembadwater zal hierdoor iets dalen.

Soms worden vlokmiddelen meer verdund dan het voorschrift van de leverancier aangeeft. Dit gebeurt bijvoorbeeld om met een te grote doseerpomp te kunnen doseren. Het risico van teveel verdunning is een te hoge pH in de vloktank, waardoor het vlokproces daar al gaat beginnen. Volg daarom altijd de voorschriften van de leverancier op.

Dosering van vlokmiddel met behulp van een doseerpomp vindt plaats vóór het filter, op een dusdanige afstand dat het vlokmiddel zich goed met het circulerende water kan vermengen en flocculeren. Deze goede vermenging is essentieel voor een goed vlokproces. In Nederland wordt door leveranciers van vlokmiddelen (PAC's) vaak een minimale lengte van 2 tot 3 meter aangehouden. De vloktijd vóór het filter is hierdoor vaak kort, een langere vloktijd is aan te bevelen. Bij hogere filtratiesnelheden (>35 m/uur) heeft het geen zin meer om vlokmiddelen toe te passen. (zie 3.3.2). Bij hogere filtersnelheden bestaat de kans dat de gevormde vlokken door het filter gedrukt worden in plaats van op het filter achter te blijven, met als gevolg uitvlokking dieper in het filter en navlokking in het bassin.

### 3.4 Verwijdering van opgeloste verontreinigingen

Naast filtreerbare deeltjes zitten in het zwembadwater uiteraard ook opgeloste stoffen, die niet door de zwembadfilterinstallatie uit het zwembadwater worden gefilterd en verwijderd. Deze deeltjes worden onderverdeeld in twee groepen:

- micro-organismen;
- opgeloste organische en anorganische verbindingen.

Bij de micro-organismen kan onderscheid worden gemaakt tussen pathogene (voor de mens ziekteverwekkend) en niet-pathogene organismen. Pathogene bacteriën worden weer ingedeeld in een fecale en niet-fecale herkomst. Een voorbeeld van fecale ziekteverwekkers is *Escherichia coli* of enterococci. Een voorbeeld van niet-fecale ziekteverwekkers is *Legionella* of *Pseudomonas aeruginosa*. Ook schimmels en virussen kunnen via zwembadwater overgedragen worden en tot ernstige klachten leiden.

Opgeloste verbindingen bevinden zich al in het drinkwater, of worden afgegeven door bijvoorbeeld zweet en ureum van zwemmers, en zijn in principe niet schadelijk. Echter in grotere concentraties of in combinatie met chemische desinfectiemiddelen kunnen zogenaamde desinfectiebijproducten ontstaan. Er zijn meer dan 200 verschillende desinfectiebijproducten in zwembadwater aangetoond. Sommige zijn onschadelijk, andere geven allergische reacties. Er zijn ook desinfectiebijproducten die ernstigere gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. Gemakshalve zijn alle desinfectiebijproducten daarom ongewenst.

Vervuiling van het zwembadwater moet gezien worden als een dynamische factor, die afhankelijk is van het aantal en soort bezoekers, verschillende activiteiten, kwaliteit van het suppletiewater en duur en tijdstip op de dag. Om zo min mogelijk desinfectiebijproducten te krijgen moet het desinfectiemiddel zo gelijkmatig mogelijk toegevoegd worden, met zo min mogelijk schommelingen in concentratie vrij chloor. Dit kan alleen als hiervoor meet- en regelapparatuur ingezet wordt (zie paragraaf 5.1).

#### 3.4.1 Desinfectiebijproducten als gevolg van oxidatie

De hoofdcomponenten van zweet en urine (ammoniak en ureum) worden voor een groot deel door oxidatie verwijderd uit het zwembadwater. Zo kunnen ammoniak en ureum door natriumhypochloriet rechtstreeks worden omgezet in onschadelijke stoffen. Ammoniak wordt daarbij omgezet in stikstof en zoutzuur. Ureum kan direct worden geoxideerd tot stikstof, carbonaat en zout. Helaas verlopen deze reacties onder zwembadcondities verre van optimaal, met als gevolg de vorming van gebonden chloor (chlooraminen). Met gebonden chloor bedoelen we in zwembadwater de som van monochlooramine, dichlooramine en trichlooramine. Over het algemeen wordt eerst monochlooramine gevormd en volgt dichlooramine uit monochlooramine en volgt trichlooramine uit dichlooramine. Deze componenten kunnen echter ook rechtstreeks gevormd worden uit de reactie met vrij chloor en stikstofverbindingen. Met name het zeer vluchtige trichlooramine dampt uit het water en veroorzaakt de zogenaamde "zwembadlucht" dat irritatie aan de slijmvliezen van ogen en luchtwegen veroorzaakt. Daarnaast is trichlooramine hoofdverdachte als het gaat om corrosie van RVS in zwembaden. Door verversing van het water, het toepassen van actief kool of UV-behandeling kan de concentratie chlooraminen verlaagd worden.

Het doel van oxidatie (of verbranding) is de door zwemmers ingebrachte oplosbare organische verontreinigingen zo volledig

mogelijk om te zetten in kooldioxide, stikstof of nitraat en water, om zodoende de concentratie ingebrachte verontreinigingen zo veel mogelijk te beperken en de kans op vorming van ongewenste producten door het gebruik van chemische desinfectie-middelen te beperken.

### ***Oxidatieproces***

Het oxidatieproces verloopt in stappen en is over het algemeen nooit volledig. Er ontstaan daardoor verschillende tussen- en eindproducten, waarbij ook andere chemische reacties (zoals substitutie- en additie-reacties) plaatsvinden. Deze (ongewenste) verbindingen zijn op te splitsen in twee groepen:

- desinfectiebijproducten vanuit koolstofverbindingen (chloroform, bromoform behoren tot de zgn. trihalomethanen (THM));
- desinfectiebijproducten vanuit stikstofverbindingen (chlorstikstofverbindingen als mono-, di-, trichlooramine, resp.  $\text{NH}_2\text{Cl}$ ,  $\text{NHCl}_2$  en  $\text{NCl}_3$ ).

Hoewel oxidatie geen primaire functie (naast desinfectie en filtratie) heeft, zijn er wel plekken in de waterbehandeling waar oxidatie plaatsvindt, zoals bij:

- chloordosering;
- UV-behandeling;
- geavanceerde oxidatie.

### ***Chloordosering***

Vrij chloor is ook in staat om vervuiling te oxideren. In zwembaden zijn de omstandigheden ingericht op een goede desinfectie in combinatie met het comfort, de gezondheid en veiligheid van de zwemmers. Hierdoor is het oxidatieproces een bijzaak en verloopt het niet optimaal waardoor er diverse tussen- en eindproducten gevormd worden en de oxidatie in de meeste gevallen niet doorloopt tot  $\text{CO}_2$ , nitraat of stikstofgas. De vorming van diverse desinfectiebijproducten is hiervan het gevolg.

### ***UV-behandeling.***

Een deel van de desinfectiebijproducten kan verwijderd worden met UV-behandeling. Het mechanisme, waarbij middels UV-licht met een bepaalde golflengte (200 nm – 290 nm) chemische verbindingen in molecuulstructuren verbroken worden, heet foto-oxidatie. Hiermee wordt dus vervuiling in het zwembadwater afgebroken en als zodanig verwijderd. De getransformeerde producten zijn over het algemeen minder schadelijk en biologisch afbreekbaar. In paragraaf 3.4.2 wordt hier verder op ingegaan.

### ***Geavanceerde oxidatie***

Bij geavanceerde oxidatie wordt een desinfectiemiddel (zoals chloor, peroxide of ozon) gecombineerd met UV-licht, waardoor zogenaamde radicalen gevormd worden die zeer reactief zijn. Stoffen zoals medicijnresten kunnen in zwembaden alleen met geavanceerde oxidatie afgebroken worden.

## **3.4.2 UV-behandeling**

In de zwemwaterbehandeling gebruiken we ultraviolet licht (UV-licht) voor de afbraak van gebonden chloor en oxidatie van

opgeloste stoffen zoals zwemmersvuil. UV-behandeling is een veelzijdige techniek die eenvoudig aan of uit te zetten is, eenvoudig in te bouwen is in nagenoeg elk zwembad en in diverse capaciteiten en afmetingen beschikbaar is. Omdat UV-licht schadelijk is voor het menselijk oog, wordt het UV-licht altijd opgesloten in een beschermde omgeving.

UV-behandeling is één van de technieken om gebonden chloor in zwembadwater te minimaliseren.

UV-licht wordt onderverdeeld in UV-A, UV-B en UV-C-licht. De meeste mensen weten dat je huid van UV-A en UV-B-licht kan verkleuren of verbranden en in ernstige gevallen huidkanker kan veroorzaken. In de zwembadwaterbehandeling wordt vooral UV-C-licht toegepast. Voor het behandelen van zwembadwater met UV-C-licht kunnen zowel lagedruk als middendruk UV-lampen worden gebruikt. Lagedruk UV-C-lampen produceren UV-C-licht, met een golflengte van 254 nanometer. Middendruk UV-C-lampen stralen naast 254 nm een breder spectrum van UV-C-licht uit.



Afbeelding 3.5 UV-reactor

Net als je bij de dosering van vrij chloor over een chloordosis spreekt, spreek je bij de dosering van UV-licht over de UV-dosis. De UV-dosis wordt bepaald door de intensiteit van het UV-licht in relatie tot de contacttijd en wordt uitgedrukt in  $J/m^2$ . UV-licht breekt stoffen zoals gebonden chloor af, hierbij wordt UV-licht geabsorbeerd. Naarmate de afstand tot de UV-lamp groter wordt, neemt de intensiteit van het UV-licht ( $W/m^2$ ) af. Een waterdeeltje dat vlak langs de UV-lampen stroomt krijgt een hogere UV-dosis dan een ander waterdeeltje dat even lang in de reactor verblijft, maar vlak langs de buitenwand van de reactor (zo ver mogelijk van de UV-lampen verwijderd) stroomt. Om een goede beheersing van alle foto-oxidatieprocessen in de UV-reactor te krijgen is het belangrijk dat elk waterdeeltje ongeveer dezelfde UV-dosis krijgt, ongeacht zijn baan door de UV-reactor. De spreiding van de UV-dosis is daarmee dus een parameter waarmee de kwaliteit van verschillende UV-reactoren met elkaar vergeleken kan worden.

Het rendement van lagedruk UV-C-lampen is hoger dan van middendruk UV-C-lampen. Lagedruk UV-C-lampen hebben doorgaans minder vermogen dan middendruk UV-C-lampen. In vergelijking met lagedruk UV-C-lampen hebben systemen met middendruk UV-C-lampen een compactere bouwvorm, maar een hoger energieverbruik voor eenzelfde UV-dosis. Alle energie van lampen wordt in het water gestraald en omgezet in warmte, er is dus geen energieverlies.

De belangrijkste toepassing van UV-behandeling in zwembaden is het vermogen gebonden chloor (chlooraminen) af te breken. Chlooraminen veroorzaken de bekende irriterende “zwembadlucht” en zijn hoofdverdachte als het gaat om corrosie van RVS in zwembaden. Afhankelijk van de golflengte van het UV-licht kan zowel mono-, di- als trichlooramine afgebroken worden. Met lagedruk UV wordt alleen monochlooramine afgebroken en met middendruk UV worden ook di- en trichlooramine afgebroken. Omdat de vorming van di- en trichlooramine voor een groot deel afhankelijk is van de concentratie monochlooramine kan met een lagedruk UV toch ook de concentratie di- en trichlooramine verlaagd worden.

Naast afbraak van gebonden chloor heeft UV-C-licht ook een desinfecterende werking, zelfs zonder toevoeging van chemicaliën. UV-C-licht dringt de cel van een micro-organisme binnen en beschadigt vitale elementen van een micro-organisme zoals DNA, waardoor micro-organismen of virussen zich niet meer kunnen vermenigvuldigen en zwemmers niet ziek kunnen maken. Zelfs chloorresistente micro-organismen zoals *Cryptosporidium*, *Giardia* en *Legionella* worden onschadelijk gemaakt met UV-C-licht.

### **Beschrijving product**

Een UV-installatie bestaat uit een doorstroomreactor die in de hoofdstroom van het circulatiesysteem wordt geplaatst. In deze reactor zijn speciale UV-C-lampen (beschermd door kwartsglazen buizen) zodanig aangebracht dat het zwemwater optimaal bestraald wordt met UV-C-straling. De capaciteit van de installatie is afhankelijk van de toegepaste UV-lampen, de helderheid van het water (UV-transmissie) en de verblijftijd van het water in de reactor.

### **Werkzaamheid**

Het grote voordeel van UV-bestraling is dat het niets fysiëks toevoegt aan het water anders dan energie. Daarnaast werkt UV-bestraling onafhankelijk van de pH-waarde en heeft daarop geen invloed. Wel moet men erop letten dat de UV-installatie uit staat als er geen water wordt gecirculeerd.

Naast het afbreken van gebonden chloor en de desinfectie van (pathogene) micro-organismen en virussen zorgt bestraling met behulp van UV-C-licht ook voor het initiëren van een aantal positieve reacties in het zwemwater. UV-C zorgt in beperkte mate ook voor foto-oxidatie (fotolyse) van opgeloste organische stoffen, wat de helderheid van het water aanzienlijk verbetert. Tenslotte is een UV-installatie zeer gebruiksvriendelijk. Eenmaal in werking vindt een constante waterbehandeling plaats zonder risico van overdosering en zonder meet- en regeltechniek.

### **Waar plaatsen?**

De UV-reactor wordt geplaatst waar hij het hoogste rendement heeft. Die plek is dus na de filtratie, omdat het zwembadwater daar de hoogste helderheid en hoogste UV-C-transmissie heeft. Troebelheid en opgeloste stoffen verlagen het rendement van de UV-behandeling. Om te voorkomen dat ongewenste chemische reacties in de UV-reactor ontstaan staat de UV-behandeling altijd opgesteld vóór de dosering van chemicaliën. Bovendien is uit onderzoek gebleken dat het hoogste rendement (dus

de kleinst benodigde UV-capaciteit) gehaald wordt met een behandeling in de hoofdstroom.

### *Geavanceerde oxidatietechniek*

Naast de gebruikelijke desinfectie-methodes zoals chloreren en UV-desinfectie bestaat er de geavanceerde oxidatietechniek. Dit zijn systemen waarbij UV gecombineerd wordt met waterstofperoxide ( $H_2O_2$ ) of ozon ( $O_3$ ). Het voordeel van deze combinatie is de vorming van radicalen die zeer reactief zijn en naast zwemmersvuil ook desinfectiebijproducten kunnen afbreken. In combinatie met vrij chloor zijn deze systemen vaak weer lastig, omdat peroxide en vrij chloor elkaar opheffen. Daarvoor is dus een nauwkeurige regeling nodig. Het probleem bij ozon is dat het niet betrouwbaar in zwembadwater gemeten kan worden als er ook vrij chloor aanwezig is. Hoewel voorkomen moet worden dat zwemmers in contact komen met ozon, is dit dus lastig in de praktijk te controleren. In de nieuwe regelgeving is daarom de meting van ozon in de lucht verplicht gesteld zodra ozon in de waterbehandeling toegepast wordt.

## **3.5 Zwemwatercirculatie**

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de circulatie van zwembadwater:

- in het badwaterbassin;
- over de waterbehandelingsinstallatie.

### **3.5.1 Watercirculatie in het badwaterbassin**

Watertransport (circulatie) in een bassin moet de nodige aandacht krijgen, simpelweg omdat er zekerheid moet zijn dat gefilterd en gedesinfecteerd water in alle delen van het bassin terechtkomt en dat vervuild water efficiënt wordt verwijderd. Het circulatiepatroon in een bassin wordt beïnvloed door de diepte, het volume en de vorm van het bassin en wordt tevens bepaald door de plaatsing van aan- en afvoeren en corresponderende snelheden en stromingsrichtingen.

#### *Circulatiesystemen*

Het grootste gedeelte van de niet-opgeloste verontreiniging in het zwemwater bevindt zich in de toplaag van het water. Het gaat hierbij om drijvende verontreiniging zoals huidvetten (waterafstotend). Daarnaast wordt de meeste verontreiniging ook in de toplaag ingebracht, omdat zich daar de meeste zwemmers bevinden. Deze verontreiniging moet zo snel mogelijk naar de waterbehandelingsinstallatie worden gevoerd. Veel voorkomende systemen voor dit transport zijn:

- verticale doorstroming;
- horizontale doorstromingen in de dwars-richting;
- een combinatie van bovenstaande systemen.

#### *Aanvoer*

Van bovengenoemde systemen geniet verticale doorstroming de voorkeur, waarbij de aanvoer van water via de bodem plaatsvindt. Hiermee kunnen dode hoeken beter worden voorkomen; daarnaast wordt het water beter verdeeld over het hele bad-oppervlak, wat een betere menging van het water tot gevolg heeft. Nadeel van dit systeem is dat de enorme mengcapaciteit er ook voor zorgt dat het ingebrachte vuil voor een groot deel door het hele bassin gemengd wordt. De bodeminlaten moeten zo geplaatst worden dat wervelingen, dode hoeken/zones of kortsluitstromen worden voorkomen. Hiertoe moeten de aanvoeren zorgvuldig worden ingeregeld.



### *Afvoer*

Omdat het grootste gedeelte van de niet-opgeloste verontreiniging in het zwemwater zich in de toplaag van het water bevindt, is het vereist dat afvoer van water (deels) via overloopvoorzieningen plaatsvindt. 100% afvoer via overloopvoorzieningen heeft hierbij de voorkeur.

Van belang is dat via de overloopvoorzieningen ook drijvende verontreiniging worden verwijderd. Dit gebeurt wanneer de goot het water afroomt. Een zogenaamde verzopen goot (een goot waarin het water te hoog staat door stuwung in de afvoerleidingen) heeft een verminderde tot geen afromende werking. De capaciteit van deze afvoerleidingen wordt bepaald door onder andere het afschot, de diameter en de vulgraad.

Als bij het schoonmaken schrobwater van de perrons via het overloopsysteem wordt afgevoerd, dan moet er een schrobklep zijn geïnstalleerd. Hierdoor wordt het schrobwater direct naar het riool afgevoerd en wordt voorkomen dat dit water in het zwembadsysteem terechtkomt. Het is belangrijk dat deze schrobklep ook daadwerkelijk gebruikt wordt bij schoonmaakwerkzaamheden. Controle hierop is vaak lastig.

Overloopvoorzieningen zijn te onderscheiden in (bouwkundige) overloopgoten en zogenoemde skimmers. Skimmers zijn in de wand geplaatste bakjes met een zich-in-hoogte-aanpassende waterkering, waardoor ondanks variatie in waterhoogte toch sprake blijft van afroming. Deze worden geplaatst in de wanden van een bassin op geruime onderlinge afstand van elkaar, ter hoogte van het waterniveau.

### *Doorstroming bij beweegbare bodem*

Bij bassins met een beweegbare bodem is de doorstroming vaak niet optimaal. Bij het toepassen van een beweegbare bodem moet rekening gehouden worden met voldoende circulatie onder de bodem en daarboven. Om de doorstroming boven de beweegbare bodem te bevorderen kan gekozen worden voor een directe aanvoer van water in de beweegbare bodem zelf.

In de zwemwaterregelgeving worden eisen gesteld aan de veiligheid van afvoerpunten inzake aanzuig- en beknellingsrisico's. In NEN-EN 13451 deel 1 en 3 zijn richtlijnen gegeven voor een veilig ontwerp en controle/inspectie van risico's.

### *Kleurproef*

Om aan te tonen dat de watercirculatie correct is gedimensioneerd (goede verdeling en menging, geen dode zones) kan een kleurproef behulpzaam zijn. Het doel is om de doorstroming in het bad te meten. Hiervoor wordt een sterk geconcentreerde gekleurde vloeistof gebruikt die vaak via de haarvanger in het systeem wordt gebracht. Binnen een kwartier moet het bassin egaal gekleurd zijn.

## **3.5.2 Watertransport over de waterbehandelingsinstallatie**

Transport van het verontreinigde bassinwater naar de waterbehandelingsinstallatie gaat met behulp van een of meer circulatiepompen.

Bij het in bedrijf nemen van een pomp moet het hele systeem en het pomphuis met water zijn gevuld. De pomp mag nooit drooglopen anders kan er ernstige schade ontstaan aan de pomp. De pomp wordt dus gebruikt voor het circuleren van zwembadwater en moet dus arbeid verrichten.

De hoeveelheid arbeid die de pomp per seconde kan verrichten heet het vermogen (Watt) van de pomp. Hij moet dus zorgvuldig worden geselecteerd. Daarbij wordt gekeken naar de hoeveelheid water die per uur moet worden rondgepompt en welke weerstand hierbij moet worden overwonnen.

Wat het leidingwerk betreft kan het volgende worden opgemerkt. Het leidingwerk moet zodanig zijn gemonteerd dat trillingen vermeden worden. In principe dient de leidingweerstand zo laag mogelijk te zijn (juiste dimensionering). Hierbij dient te worden uitgegaan van een maximale snelheid van het water in de zuigleiding van 1,5 m/s en 2,0 m/s in de persleiding.

Voor de kleinere leidingmaten (DN110 en kleiner) moet echter de leidingweerstand worden berekend. Vooral bij relatief kleine leidingmaten resulteert de eerdergenoemde richtlijn m.b.t. de leidingsnelheid in ongewenst hoge weerstanden. Het heeft de voorkeur om de leidingweerstand beneden de 200 Pascal per meter leiding te houden.

### ***Theoretische aspecten***

Een stilstaande vloeistof in een vat oefent op zijn omgeving een druk uit die evenredig is aan de hoogte van de vloeistofkolom. Enkele veel gebruikte eenheden van druk zijn atmosfeer, bar en meter waterkolom. In zwembaden is de meter waterkolom de meest gehanteerde eenheid. Bijvoorbeeld: 10 meter waterkolom komt overeen met circa 1 bar.

Het debiet is de hoeveelheid water die per tijdseenheid door een leiding of systeem stroomt. Enkele veel gebruikte eenheden van debiet zijn liter per seconde en kubieke meter per uur (officiële eenheid is  $m^3/s$ ).

Indien een vernauwing wordt aangebracht in een leiding nemen de stroomsnelheid en de leidingweerstand toe.

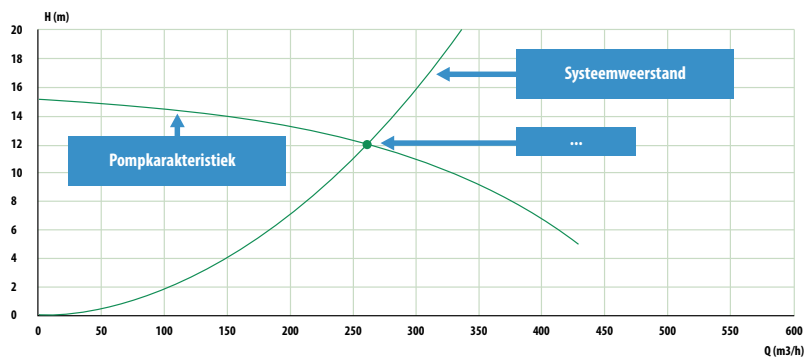
### ***Pompselectie***

In een centrifugaalpompe wordt elektrische energie omgezet in stromingsenergie (snelheid), drukenergie en warmte (verlies).

Eigenschappen van een pomp kunnen in beeld worden gebracht in een pompkarakteristiek (Q-H-kromme). Een pompkarakteristiek is een grafiek, waarin voor een pomp, met een bepaalde waaier, het verband tussen het geleverde debiet (Q, in  $[m^3/h]$ ) en geleverde drukverhoging (H, in  $[m \text{ waterkolom}]$ ) wordt weergegeven.



*Afbeelding 3.6 Circulatiepomp*



Afbeelding 3.7 Pompkarakteristiek en Systeemweerstand

In Afbeelding 3.7 wordt een voorbeeld van een dergelijke karakteristiek gegeven.

De drukverhoging ( $H$ ), die op de verticale as is aangegeven, is het verschil tussen de druken na (persdruk) en voor de pomp (zuigdruk). Dit is overigens alleen geldig als de watersnelheid in de betreffende leidingen gelijk is en er geen hoogteverschil is tussen beide drukmeters.

Als een centrifugaalpomp wordt aangesloten op bijvoorbeeld een zwemwaterbehandelingsinstallatie zal, afhankelijk van de pompkarakteristiek en de systeemkarakteristiek, een bepaald drukverschil en een bijbehorend debiet optreden. Bij een toenemende snelheid (debiet) in het systeem (leidingen, apparaten, enz.) neemt het drukverschil in het systeem (weerstand) niet evenredig, maar kwadratisch toe.

De weerstandskromme van de systeemkarakteristiek hoeft niet in de oorsprong van de grafiek te beginnen. Dit wordt het statisch drukverschil genoemd: een weerstand die vooraf al overwonnen moet worden, zonder watertransport. Weerstand ontstaat pas bij beweging van de vloeistof. Hierdoor ontstaat het dynamische drukverschil. De pompkarakteristiek en systeemkarakteristiek kunnen in één  $Q$ - $H$ -grafiek worden uitgezet (Afbeelding 3.7). In een bepaald punt snijden beide grafieken elkaar. Dit noemt men het werkpunt.

### ***Frequentieregeling***

In een zwemwaterbehandelingsinstallatie treden voortdurend veranderingen op (aantal personen in het bad, variërende filtervervuiling enz.). Door deze veranderingen in weerstand en waterhoogte zal ook het werkpunt steeds verplaatsen, wat niet altijd gewenst is.

Om invloed uit te oefenen op het werkpunt van de pompen, kan er frequentieregeling toegepast worden. Een frequentieregeling is in staat om het pompvermogen aan te passen, door het toerental van de elektromotor te regelen. Hierdoor verplaatst het werkpunt van de pomp. Frequentieregeling kan plaatsvinden op basis van het gemeten debiet.

Daarnaast is het mogelijk om met frequentieregeling een nachtverlaging toe te passen. Door het rondpompedebiet tijdens bad-sluitingstijd terug te brengen naar 70%, wordt het pompvermogen met 50% gereduceerd. Hiermee kan een aanzienlijke energiebesparing behaald worden.

**LET OP, nachten zijn een herstelperiode voor de waterkwaliteit. In drukke periodes is het daarom niet aan te raden om de pompen in nachtverlaging te zetten.**

Het regelen van een pomp d.m.v. frequentieregeling is energiezuinig. Dit in tegenstelling tot het handmatig inregelen van een pomp met behulp van een afsluiter waarbij extra weerstand wordt gecreëerd in de persleiding.

### ***Druk- en debietmeters***

In de installatie dient controleapparatuur te worden opgenomen. Tenminste dienen enige drukmeters (ook wel manometers genoemd) en een debietmeter aanwezig te zijn.

Druk- en debietmeters worden veelal aangebracht voor en na de circulatiepomp en voor en na het filter. Voor en na de circulatiepomp moeten vloeistof-gedempte manometers en voor en na het filter niet-vloeistof-gedempte manometers toegepast worden. In beide gevallen geldt dat de schaalindeling in overeenstemming moet zijn met de te meten drukken. Op basis van de weergegeven drukken en het debiet kan de pomp ingeregeld worden. Meer informatie over debietmeters vind je in hoofdstuk 5.1.5.

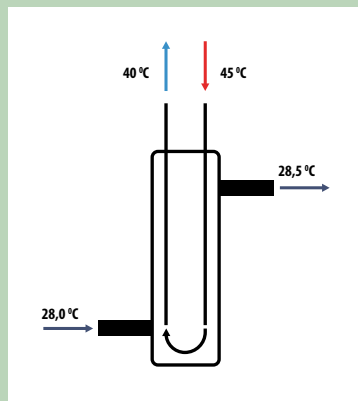
### ***Periodieke controle***

Het is raadzaam één à tweemaal per week de pompen te controleren op rustige en schokvrije loop zonder bijgeluiden. Houd verder de pomp en met name het rooster voor de luchtinlaat van de elektromotor schoon.

De mechanical seal van de pompen is onderhoudsvrij. Vernieuw altijd de complete mechanical seal in geval van schade. Als de pomp voor een langdurige periode uit bedrijf genomen wordt, moet de mechanical seal geconserveerd worden met glycerine. Spuit de glycerine enkele keren door de lekopening van de achterwand op de motor-as.

In de filterruimte bevindt zich een vuilwaterpomp. Deze pomp is voorzien van een vlottermechanisme of meetpennen die ervoor zorgen dat de pomp automatisch wordt ingeschakeld. Komt het waterniveau in de vuilwaterput op een te laag peil dan zal de pomp automatisch uitschakelen. Controleer regelmatig de vlotter van de vuilwaterpomp op werking en op aanwezige vervuiling die de werking van pomp en niveauschakeling kan verstoren. Een niet of slecht functionerende vuilwaterpomp kan een ondergelopen kelder tot gevolg hebben.

De aftap van het filter komt uit in de vuilwaterput. Het gevaar is aanwezig dat het vloerwateralarm afgaat als het filter te snel



Afbeelding 3.8 Schematische weergave buizenwarmtewisselaar

Tegenwoordig worden warmtewisselaars in volstroom uitgevoerd met een lage cv-temperatuur (45-40 °C). De volledige volumestroom van het zwembad stroomt door de warmtewisselaar, terwijl aan de andere kant cv-water de warmte afstaat aan het zwembadwater. Het zwembadwater en het cv-water stromen in tegengestelde richting, zodat de warmteoverdracht zo groot mogelijk is.

afgetapt wordt. Bij een dergelijk alarm worden alle pompen direct uitgeschakeld en is de kans op waterslag aanwezig.

### 3.6 Zwembadverwarming

Bij het verwarmen van zwembaden wordt onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte verwarming. De keus voor het type verwarming is onder andere afhankelijk van de omvang van het zwembad, de ligging en eventueel beschikbare warmte uit de omgeving.

#### Indirecte zwembadverwarming

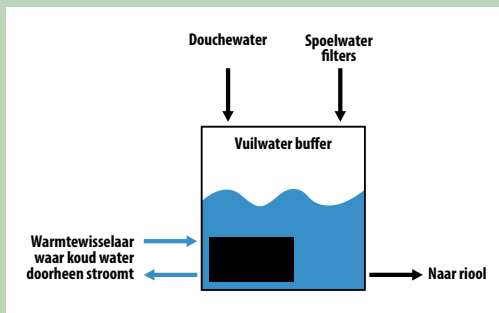
Bij indirecte zwembadverwarming wordt de warmte toegevoerd vanuit een centrale warmteopwekking. De warmte wordt centraal opgewekt door bijvoorbeeld warmtepompen en/of cv-ketels. De warmte kan hierbij ook gebruikt worden voor andere warmteafnemers zoals bijv. de luchtbehandeling, vloerverwarming of het warmtapwatersysteem. Bij indirecte zwembadverwarming wordt een buizenwarmtewisselaar gebruikt waar aan de ene zijde zwembadwater stroomt en aan de andere zijde cv-water.



Afbeelding 3.9 Zonnewarmte



Afbeelding 3.10 Lucht-water warmtepomp



Afbeelding 3.11 Warmteterugwinning vuilwater

### *Directe zwembadverwarming*

Bij directe zwembadverwarming wordt de warmte direct overgedragen van de bron, bijv. zonnepanelen of warmtepompen, aan het zwembadwater. Bij zonnewarmte stroomt het zwembadwater door een zwarte plaat of een zwarte bundel van leidingen waardoor het wordt opgewarmd. Bij de toepassing van warmtepompen wordt het zwembadwater door de energie uit de omgeving opgewarmd. Dit kan omgevingslucht zijn maar ook restwarmte uit andere waterstromen.

### *Warmteterugwinning*

Bij een zwembad wordt relatief veel energie gebruikt voor de verwarming van het zwembadwater. Om te voorkomen dat er onnodig energie verloren gaat is de toepassing van warmteterugwinning in zwembaden erg belangrijk. Denk hierbij aan warmteterugwinning van spoelwater van de zwembadfilters en het douchewater. De energie die zo wordt teruggewonnen wordt weer nuttig gebruikt in het verwarmingssysteem, waardoor het opweksysteem minder energie hoeft te leveren.



4.

**KLIMAATINSTALLATIES**

## 4.1 Luchtkwaliteit

In de voorgaande hoofdstukken is uitvoerig gesproken over een goede behandeling van het zwembadwater. De hygiëne van de gebruiker is belangrijk om de waterbehandeling niet onnodig te belasten en daarmee ook een belangrijke eerste stap voor een gezonde luchtkwaliteit. Een kwalitatief goede waterbehandeling is een noodzakelijke tweede stap voor een gezonde luchtkwaliteit. Zelfs met de best mogelijke waterbehandeling komen er nog hinderlijke bijproducten uit het wateroppervlak vrij. De derde stap is het afvoeren van deze bijproducten door goede ventilatie met voldoende verse buitenlucht om zo de bijproducten te verdunnen en een gezonde luchtkwaliteit te bereiken. De vierde stap is het goed doorspoelen van de ruimte met een goed luchtverdeelsysteem (luchttoevoerroosters) zodat de luchtkwaliteit door de hele zwemzaal op elke plaats in orde is. Het luchtverdeelsysteem moet daarvoor een redelijke werp hebben bij het minimale en maximale luchtdebiet tijdens badbedrijf.

De wet- en regelgeving stelt eisen aan de luchtkwaliteit. Hiervoor dient de hoeveelheid trichlooramine in de lucht op de meest kritische plaats jaarlijks gemeten te worden. De hoeveelheid verse buitenlucht is daarom extra belangrijk geworden. Ook een goede luchtverdeling en doorspoeling in de zwemzaal is noodzakelijk voor een goede luchtkwaliteit. In moderne zwembaden worden hoge eisen gesteld aan het comfort en de behaaglijkheid van de verschillende ruimtes en daarmee ook aan de klimaatinstallaties. De luchttemperatuur, relatieve vochtigheid, luchtsnelheden en oppervlakte-temperaturen dienen zodanig gekozen te worden dat een comfortabel klimaat gecreëerd wordt. De verschillende factoren die hierin een rol spelen worden door klimaattechnici nauw op elkaar afgestemd.

Om een behaaglijk klimaat in de zwemzaal te creëren is de luchttemperatuur in combinatie met de relatieve vochtigheid een belangrijke factor. Een te droge ruimteluchtconditie (lage RV) voelt voor de zwemmer 'koud' aan. Dit komt omdat het aanwezige vocht op de huid van de zwemmer te snel verdampt en daardoor warmte aan het lichaam onttrekt. Een te vochtige ruimteluchtconditie (hoge RV) wordt daarentegen als benauwd en warm ervaren omdat de verdamping te langzaam gaat en het lichaam dan niet of minder goed gekoeld kan worden door te zweten.

Er wordt vaak gekozen om het klimaat te regelen op een Relatieve Vochtigheid van circa 50%. Dit komt overeen met circa 15 gram waterdamp per kilogram lucht. Duitse richtlijnen (zie paragraaf 4.2) gaan uit van 14,3 gram waterdamp per kilogram lucht en staat hogere waardes alleen toe als de buitenlucht vochtiger is dan 9 gram waterdamp per kilogram lucht. Deze situatie doet zich vooral voor in de vochtigste zomermaand.

## 4.2 Ventilatiebehoefte met verse buitenlucht

Indien gesproken wordt over ventilatiebehoefte in zwembaden vallen vaak begrippen als circulatievoud en ventilatievoud. Het circulatievoud is het aantal malen per uur dat de ruimte doorspoeld wordt met lucht. Dit moet passen bij het gekozen luchtverdeelsysteem (luchttoevoerroosters) dat een minimaal en maximaal debiet heeft. Bij een te lage luchthoeveelheid over de roosters wordt de werp te klein en de doorspoeling van de ruimte onvoldoende. Bij een te grote luchthoeveelheid over de roosters worden de luchtsnelheden in de zwemzaal te groot (tocht risico) en kunnen er geluidsklachten ontstaan. Ventilatievoud is het aantal malen per uur dat de ruimte doorspoeld wordt met verse buitenlucht. Voor de minimale hoeveelheid buitenlucht gelden wettelijke eisen (Besluit bouwwerken leefomgeving) van ongeveer 25 m<sup>3</sup>/h per persoon.



## ***Luchtvochtigheid***

Bij een gegeven gebruik/bezetting van het badwaterbassin en een gegeven waterkwaliteit is de luchtkwaliteit afhankelijk van de hoeveelheid buitenlucht en van eventueel aanwezige speelelementen die in gebruik zijn zoals glijbanen, watervallen, stroomversnellingen en bubbelbaden. Deze buitenlucht wordt ook gebruikt om de luchtvochtigheid te regelen op circa 50%.

Er zijn twee belangrijke redenen om een goede luchtvochtigheid te borgen:

- het comfort van personeel en gebruikers;
- het voorkomen van condensatie- en corrosieschade aan het gebouw, installaties en voorzieningen.

Door verdamping van het zwembadwater komt vocht in de ruimtelucht terecht. Hierdoor stijgt de relatieve vochtigheid indien de hoeveelheid ventilatielucht niet toereikend is. Om de relatieve vochtigheid op het gewenste niveau te handhaven moet de ruimte geventileerd worden met drogere buitenlucht. Het verschil tussen het absoluut vochtgehalte (g waterdamp per kg lucht) in de buitenlucht en de binnenlucht bepaalt de op dat moment benodigde hoeveelheid buitenlucht. Al het vocht dat uit het badwaterbassin verdampst moet dus worden afgevoerd door ventilatie.

Het absolute vochtgehalte in de buitenlucht op warme zomerdagen is vele malen hoger dan het absolute vochtgehalte op een winterdag. Voor het bepalen van de ventilatiehoeveelheid wordt volgens de Duitse richtlijn VDI 2089 uitgegaan van buitenlucht met 9 gram waterdamp per kilogram lucht. In de winter kan de absolute vochtigheid van de buitenlucht al snel dalen tot onder de 2 gram per kilogram. Dit betekent dat in de zomer vaak met 100% buitenlucht geventileerd kan worden. In de wintersituatie is het nodig een deel van de lucht te recirculeren om de relatieve vochtigheid in de zwemzaal goed te regelen en niet te ver te laten dalen.

## ***Hoeveelheid waterdamp***

De hoeveelheid vocht die uit het bad verdampst is afhankelijk van de bezetting van het bad, de watertemperatuur en luchtcondities, het wateroppervlak (dus ook natte oppervlakken zoals natte perrons, of golven in een golfslagbad) en de intensiteit waarmee water en lucht met elkaar in contact komen (zoals bij een glijbaan, waterval of bubbelbad). Bij de gegeven ontwerpcondities en gelijke bezetting van het bad is de hoeveelheid af te voeren waterdamp dus altijd een constante. Deze hoeveelheid is onder andere te berekenen met de methodiek uit de Duitse VDI 2089 richtlijn. Deze berekeningsrichtlijn (geen norm) is opgesteld door de Verein Deutscher Ingenieure. Je kunt op deze wijze berekenen hoeveel waterdamp je moet afvoeren door te ventileren met de in absolute zin drogere buitenlucht en zo de vochtigheid in de zwemzaal te regelen. De capaciteit van de klimaatinstallaties wordt op deze wijze bepaald. Er zijn ook andere berekeningsmethodes beschikbaar zoals ASHRAE maar de VDI 2089 wordt veel toegepast.

## ***Wintersituatie***

Door deels te recirculeren en koude en absoluut droge buitenlucht in de winter bij te mengen kan de luchtvochtigheid in de zwemzaal altijd zeer nauwkeurig worden aangehouden. Het thermisch comfort van de gebruikers en het voorkomen van bouwkundige condensatieschade in de schil van het gebouw is op deze wijze dus geheel gewaarborgd.

## *Zomersituatie*

In de zomer is het verschil tussen de absolute vochtigheid van buiten- en binnenklimaat (delta x in g waterdamp per kg lucht) veel kleiner en ventileer je dus noodzakelijkerwijs met een veel groter buitenluchtaandeel tot maximaal 100%.

De zomersituatie bepaalt dus door de kleinere delta x de noodzakelijke maximale hoeveelheid buitenlucht. De VDI 2089 gaat uit van een buitenlucht conditie van 9 g/kg. De noodzakelijke maximale luchthoeveelheid is hiermee te berekenen.

## *Buitenlucht aandeel theorie en praktijk*

Wanneer de buitenlucht erg koud en droog is volstaat veel minder buitenlucht dan in de zomersituatie. De methodiek volgens de VDI 2089 is echter aan de veilige kant en het is dan ook een bekend gegeven in de vakliteratuur dat deze ontwerp-richtlijn vaak leidt tot wat grotere dan strikt noodzakelijke klimaatinstallaties.

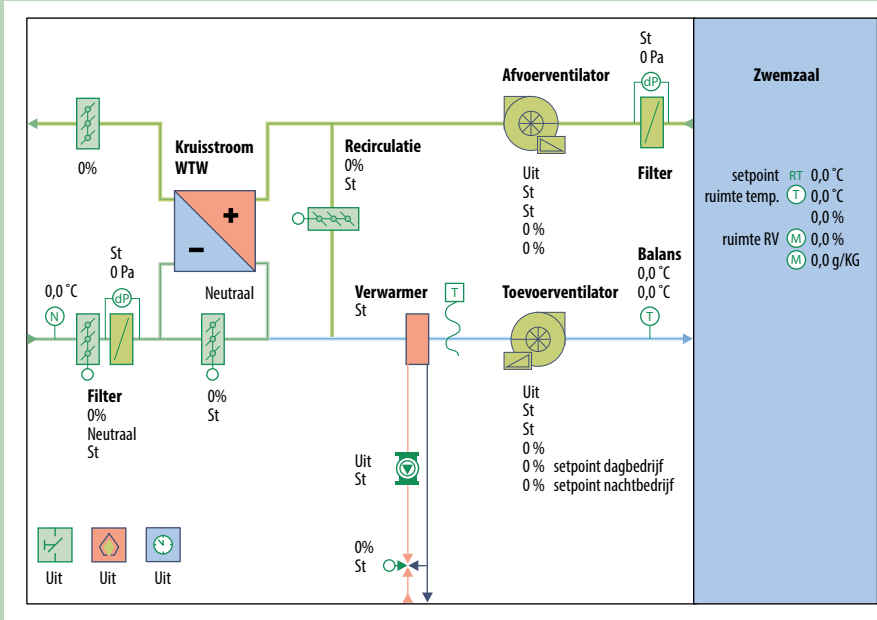
In de praktijk is er daarom soms sprake van minder verdamping uit het bad en een bijbehorende geringere ventilatiebehoefte. Anderzijds is het zo dat ons buitenklimaat wat vaker vochtig is waardoor de ventilatiebehoefte weer toeneemt. Een goed advies van een ervaren en deskundige organisatie is noodzakelijk.

Minder verdamping en daardoor minder buitenlucht geeft in het hele stookseizoen een lagere luchtkwaliteit. Immers: hoe lager de buitentemperatuur, hoe lager het absolute vochtgehalte van de buitenlucht, hoe lager het buitenluchtaandeel, hoe lager de luchtkwaliteit. Bij toepassing van recirculatieve ontvochtiging met warmtepompen is nog minder buitenlucht nodig voor de juiste RV en is de luchtkwaliteit nog lager. Het is belangrijk om te zorgen voor regeltechnische grip op het buitenlucht-aandeel, ook met het oog op de luchtkwaliteitseisen in de wet- en regelgeving.

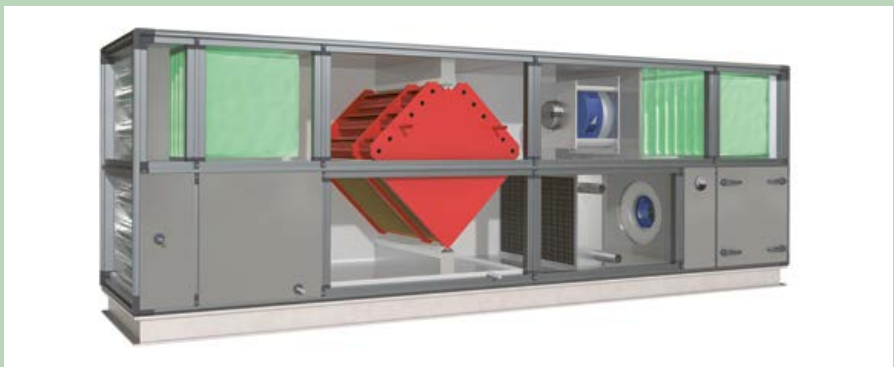
## *Meer en minder verdamping*

Verdamping van het bad in de praktijk wordt beïnvloed door onder andere de volgende factoren:

- intensiever gebruik van het bad geeft meer verdamping;
- gebruik van attracties en vooral glijbanen geeft meer verdamping;
- een ondieper bad geeft door intensiever gebruik meer verdamping (denk aan beweegbare bodems);
- een hogere watertemperatuur geeft meer verdamping;
- een hogere luchttemperatuur t.o.v. de watertemperatuur geeft minder verdamping bij gelijke relatieve vochtigheid;
- een hogere RV in de zwemzaal geeft minder verdamping;
- afdekking van het bad geeft minder verdamping en minder energieverbruik.



Afbeelding 4.1. Principe schema van een luchtbehandelingskast met kruisstroomwisselaar



Afbeelding 4.2. Opbouw van een luchtbehandelingskast met kruisstroomwisselaar

## 4.3 Luchtbehandeling en distributie

### Luchtbehandelingsinstallatie

Een luchtbehandelingsinstallatie is nodig om bovengenoemd klimaat te verkrijgen en te behouden tijdens de verschillende bedrijfsituaties en seizoenen. Een dergelijke installatie wordt doorgaans voorzien van:

- filtersecties;
- recirculatiesectie;
- kruisstroom warmteterugwinsectie;
- bypass van de warmteterugwinning;
- verwarmers toevoerlucht;
- toe- en afvoerventilatoren;
- koeler in de afblaaslucht (bij toepassing van een warmtepomp).

### Corrosie

Het samenstellen van een luchtbehandelingsinstallatie en het selecteren van de juiste componenten is van essentieel belang, aangezien deze installatie het hart van de klimaatinstallatie vormt. Op de huidige markt is een grote variëteit aan luchtbehandelingsinstallaties te krijgen die echter niet allemaal geschikt zijn voor gebruik in een zwembadomgeving. Een zwembadomgeving is agressief voor niet- beschermde metalen en zorgt voor vocht in alle kieren van een luchtbehandelingsinstallatie.

Uit het oogpunt van corrosie van verzinkt metaal zijn de volgende verduurzamingstechnieken gerangschikt naar oplopende geschiktheid:

- geen coating (niet raadzaam);
- laklaag (beperkte levensduur);
- poedercoating (redelijke levensduur);
- kunststof (lange levensduur).

Meer informatie hierover is te vinden in Eurovent publicatie 6/16: "Corrosion protection of Air Handling Units". De luchtbehandelingsinstallatie dient ontworpen te zijn voor toepassing in een zwembad. Het gaat niet alleen om een juist materiaal of coating. RVS-materialen dienen niet te worden toegepast in combinatie met zwembadlucht. De RVS-risico's zijn beschreven in de Nederlandse Praktijk Richtlijn 9200:2015 "Metalen ophangconstructies en bevestigingsmiddelen in zwembaden".

De constructie van de luchtbehandelingsinstallatie moet bij voorkeur geheel glad zijn en voorzien van deuren/panelen die goed en dubbel afdichten om zo lekkages in de technische ruimte te voorkomen. Om condensatie binnen in het paneel te voorkomen moet het paneel dampdicht zijn. Het is raadzaam om garanties te vragen met betrekking tot de levensduur in een zwembadomgeving.

### Luchtkanalen

Vanuit de luchtbehandelingsinstallatie wordt de behandelde lucht middels luchtkanalen getransporteerd naar de zwemzaal.

De luchtkanalen moeten hierbij in een zwembadbestendige uitvoering worden toegepast. Het op de juiste manier toevoeren van de lucht in elke ruimte is belangrijk. Een onjuist ontworpen luchtverdeling zal onherroepelijk leiden tot klachten. Deze kunnen bestaan uit onder andere klachten over tocht, condensvorming op koude vlakken (ramen), benauwde stilstaande lucht of temperatuur- en luchtkwaliteitsverschillen in de ruimte en corrosie aan componenten of voorzieningen in de ruimte. Eventuele glasvlakken in de ruimte verdienen hierbij altijd extra aandacht daar deze zeer gevoelig zijn voor condensvorming en koudestraling kunnen veroorzaken. Een nauwkeurige selectie van roosters in combinatie met de goede luchthoeveelheden is hierbij van groot belang. Vraag de leverancier van het luchtverdeelsysteem om garanties met betrekking tot maximale luchtsnelheden in de leefzone voor een langdurig optimaal klimaat voor de gebruikers.

### ***Lucht- en watertemperaturen***

Over het algemeen wordt in zwembaden gekozen voor een klimaatinstallatie waarin naast de benodigde minimale ventilatie ook de warmtebehoefte van de ruimte gedekt wordt. Door de ventilatielucht met een hogere temperatuur dan de ruimtelucht in te blazen kan de warmtebehoefte in de meeste baden goed verzorgd worden. Deze hogere luchttemperaturen zijn een uitgangspunt voor het ontwerp van het luchtverdeelsysteem. Bij oudere zwembaden kan de inblaas temperatuur 15 °C boven de ruimtetemperatuur liggen. Bij nieuwe baden met een betere bouwkundige schil kan dit meestal 7 °C zijn. Voor dit luchtverwarmingssysteem wordt vaak doelbewust gekozen. Voor verwarmingselementen is, naast de kans op corrosievorming, meestal geen geschikte plaats en de zwemmer loopt geen risico zich te branden aan het element. Om het comfort verder te vergroten kan in de omliggende perrons een vloerverwarmingssysteem aangebracht worden. Een nauwgezette afstemming met de afvoer van het perronwater is hier van groot belang om ongewenste bacteriegroei (in bijvoorbeeld plassen) uit te sluiten.

### ***Warmterugwinning ventilatielucht***

In klimaatinstallaties kan warmte teruggewonnen worden uit:

- voelbare warmte;
- latente warmte.

Stel dat in een zwemzaal de luchtconditie 32 °C bedraagt bij een relatieve vochtigheid (RV) van 45%. De in deze luchtconditie aanwezige energie bestaat uit een voelbaar deel en een latent deel. Het voelbare deel is de energie ten gevolge van de temperatuur van de lucht. Het latente deel is de energie in de lucht ten gevolge van de relatieve vochtigheid. Het voelbare en latente deel vormen samen de totale energie-inhoud. Bij genoemde luchtcondities bedragen het voelbare deel en het latente deel beide circa 50%.

Met gangbare systemen kan afhankelijk van het type en uitvoering een warmterugwinrendement worden gerealiseerd van circa 70% tot circa 85%. Dit wordt in de praktijk gerealiseerd met behulp van:

- kruisstroom-platenwisselaars;
- twincoil, twee-elementensysteem.

Systemen waarin naast het overdragen van de voelbare warmte ook een deel van het vocht wordt overgedragen (bijvoorbeeld warmtewielen) worden over het algemeen in zwembaden niet toegepast. Theoretisch zijn deze systemen soms mogelijk

maar stuit de uitvoering in de praktijk op problemen zoals de levensduur en regelbaarheid van rendementen. Door toepassing van warmtepomptechnieken in de klimaatinstallaties is het mogelijk extra latente energie terug te winnen in aanvulling op het latente deel dat de wtw al terugwint. De vochtige retourlucht na de wtw wordt hierbij verder afgekoeld, waardoor het in de retourlucht aanwezige vocht verder condenseert. De vrijgekomen warmte wordt door een warmtepomp weer aan het badwater of de toevoerlucht toegevoegd.

Het is raadzaam om bij de keuze van een warmtepomp de extra warmteopbrengsten goed af te wegen tegen de investeringen, levensduur en onderhoudskosten. Warmtepompen hebben een kortere levensduur dan de luchtbehandelingskast en worden doorgaans tijdens de levensduur van de luchtbehandelingskast vervangen. Bovendien kan in de winter, door het kleinere buitenlucht-aandeel, minder extra warmte door de warmtepomp worden teruggewonnen.



5.

**MEET- EN  
REGELTECHNIEK**

**In zwembaden is een optimale water- en luchtkwaliteit in combinatie met een goed comfort belangrijk. Met de meet- en regeltechniek worden diverse parameters binnen de water- en luchtbehandeling nauwkeurig op elkaar afgestemd.**

### **5.1 Meet- en regeltechniek waterbehandeling**

Onder de term meet- en regeltechniek verstaan we de meting en regeling van enkele belangrijke parameters in de zwembadwaterbehandeling; vrij chloor, zuurgraad (pH-waarde) en in enkele gevallen redoxpotentiaal.

Hoewel het niet wettelijk verplicht is om de parameters vrij chloor en zuurgraad continu te meten en bij afwijking, automatisch aan te passen aan de gewenste waarden, is het nagenoeg ondoenlijk om dit handmatig te doen. De parameters vrij chloor en zuurgraad worden daarom in de meeste gevallen door de meet- en regeltechniek automatisch op peil gehouden.

Een goede stabiele waterkwaliteit in de badwaterbassins wordt bereikt door het zwembadwater continu op een aantal parameters te controleren. Hiervoor wordt in veel gevallen direct na de pomp continu water afgetapt voor controle van vrij chloor en de zuurgraad. Een alternatief is om het zwembadwater direct uit het zwembad te zuigen met een meetwaterpomp. Het meetwater dient zo snel mogelijk naar de betreffende sensoren geleid te worden, dus met zo kort mogelijk leidingwerk. Het meetwater moet representatief zijn voor de waterkwaliteit in het betreffende badwaterbassin. De sensoren zijn gemonteerd in een doorstroomarmatuur. Om te voorkomen dat de dosering blijft doorlopen als dat niet zou mogen zijn er een aantal beveiligingen in de meeste meet- en regeltechniek ingebouwd. Zo bewaakt een doorstroomsensor of de meetwaterstroom langs de sensoren constant en voldoende is voor een stabiele, nauwkeurige meting. Bij onvoldoende of geen meetwater wordt de dosering gestopt en wordt er een alarm gegenereerd.

#### **Metten is weten!**

Bij sommige zwembadcontrollers moet men het meetwater drukloos afvoeren, bijvoorbeeld naar het riool. Er zijn ook zwembadcontrollers waarbij het doorstroomarmatuur onder druk kan werken. Het meetwater kan dan worden teruggevoerd naar het betreffende badwaterbassin, dat bespaart water.

Een goed functionerend meet- en regelsysteem is afhankelijk van een goede doorstroming van het badwaterbassin in combinatie met een snelle aanvoer van meetwater. Als het meetwater te lang onderweg is, vindt een vertraagde aansturing van de dosering plaats waardoor over- of onderdosering kan optreden.

Afhankelijk van de gemeten waarde ten opzichte van de gewenste waarde stuurt de regelaar een signaal naar de aangesloten doseerpomp.

#### ***Vrij chloor-meting***

Voor de meting van vrij chloor zijn twee typen sensoren beschikbaar, de open sensor en de membraanbedekte sensor. Bij de open sensor staat het badwater rechtstreeks in contact met de elektrode van de sensor en reageert de sensor dus snel op



schommelingen van de vrij chloor-concentratie. De open sensor kan onder druk werken maar is wel gevoelig voor vervuiling en moet daarom, afhankelijk van de waterkwaliteit, regelmatig gereinigd worden. Hiervoor hebben de verschillende sensor-producenten oplossingen bedacht zoals automatische sensorreiniging. Zoals de naam al zegt is de membraanbedekte sensor afgedekt met een (selectief) membraan. Dit membraan laat sommige stoffen wel door, maar andere niet, vandaar de term selectief membraan. Delen van het vrij chloor kunnen vrij door het membraan heen bewegen en zo bij de elektrode komen waar de concentratie gemeten wordt. Het membraan beschermt de elektrode tegen vervuiling, waardoor geen automatische reiniging nodig is. Maar het membraan zorgt er ook voor dat de meting trager reageert op schommelingen en verhoogt de kwetsbaarheid van de sensor en de onderhoudskosten. Elk type vrij chloor-sensor dient men middels een vergelijkende meting met de DPD-methode regelmatig te controleren en indien nodig te kalibreren.

### ***Redoxpotential***

De redoxpotential (of spanning) is een belangrijke maat in de beoordeling van het desinfecterend vermogen. De hoogte van de redoxspanning is afhankelijk van de verhouding tussen de concentratie oxiderende verbindingen (vrij chloor) en de concentratie reducerende verbindingen (organische vervuiling). Voor zowel de oxidatie van organische verontreiniging in het water als voor de desinfectie speelt het oxidatievermogen een belangrijke rol.

Een redoxspanning boven de 750 mV is dan ook een indicatie voor een goed oxiderend vermogen van het zwembadwater. De redoxpotential is gevoelig voor de zuurgraad, bij een lage zuurgraad stijgt de redoxpotential en hij daalt bij een hoge pH.

### ***pH-meting***

De meting van de zuurgraad (pH) wordt gerealiseerd met een pH-sensor. Dit zijn in de regel pH-combi-elektroden waarin referentie- en meet-elektrode gecombineerd zijn. Afhankelijk van de pH-waarde ontstaat er een elektrische stroom die in de regel wordt omgezet naar een uitlezing. Omdat de pH-elektroden langzaam verouderen zal ook het signaal in de loop van de tijd veranderen. Door de elektrode met regelmaat in bufferoplossingen te kalibreren wordt de uitlezing op de regelmaat weer aangepast aan het veranderde signaal.

Gebruik voor kalibratie altijd verse bufferoplossingen. Meestal worden hiervoor pH 4 en pH 7 buffers gebruikt, soms aangevuld met pH 10. Buffer pH 7 gebruikt men voor instellen van het "nulpunt". Daarnaast gebruikt men buffer pH 4 en/of pH 10 om de "steilheid" (slope) van de elektrode te kalibreren. Een pH-elektrode heeft een levensduur van ca. 1 jaar.

## **5.1.1 Meetmethoden voor handmetingen**

Dagelijks dienen er een aantal parameters van het zwembadwater handmatig te worden gemeten. Zie tabel 5.1 voor de parameters en de bijbehorende normen. Voor uitgebreide informatie zie het hoofdstuk 10 wettelijke aspecten.

Tabel 5.1 dagelijks te meten parameters met bijbehorende normen

Parameter waterkwaliteit	Norm	Welke bassins
Vrij chloor	$\geq 0,5$ mg/l	Alle
Vrij chloor	$\leq 1,5$ mg/l	Binnenbad
Vrij chloor	$\leq 5,0$ mg/l	Buitenbad
Gebonden chloor	$\leq 0,6$ mg/l	Alle
Zuurgraad	$7,0 \leq \text{pH} \leq 7,6$	Alle
Doorzicht	Bodem zichtbaar	Alle

### Colorimetrisch (met behulp van kleurmeting)

Colorimetrische bepalingen zijn mogelijk door inwerking van een te onderzoeken stof op een reagens of indicator waarbij een representatieve kleur ontstaat. De intensiteit van deze kleur geeft onder geconditioneerde omstandigheden informatie over de meetwaarde. Vrij chloor, gebonden chloor, pH-waarden en buffercapaciteit kun je op deze wijze vrij eenvoudig bepalen.

De colorimetrische bepaling van vrij chloor wordt uitgevoerd met behulp van DPD 1 reagens. Deze is verkrijgbaar in vloeibare vorm, als poeder en als tablet. Na het toevoegen en oplossen van de DPD 1 reagens in vers monsterwater dient men de meting zo snel mogelijk uit te voeren. De wettelijke norm voor vrij chloor in binnenbaden bedraagt 0,5-1,5 mg/L, de aanbevolen waarde bedraagt ca. 0,8 mg/L.

Voor de bepaling van het totaal chloorgehalte kan men op 2 manieren te werk gaan:

1. Door toevoeging van reagens DPD 3 aan het monster (waar eerst al DPD 1 aan was toegevoegd) wordt na een wachttijd van 2 minuten het totaal chloorgehalte bepaald.
2. In een apart meetbuisje (cuvet) voegt men aan 10 mL monsterwater een DPD 4 tablet toe en lost deze op. Na een wachttijd van 2 minuten kan men hiermee het totaal chloorgehalte bepalen.

Het gebonden chloor wordt berekend door het totaal chloor te verminderen met het vrij chloor, afhankelijk van de gekozen meting:

1. Totaal chloor (DPD 1+3) - vrij chloor (DPD 1) = gebonden chloor.
2. Totaal chloor (DPD 4) - vrij chloor (DPD 1) = gebonden chloor.

Voor gebonden chloor geldt een wettelijk maximum van 0,6 mg/L.

De colorimetrische bepaling van de pH-waarde wordt uitgevoerd met behulp van phenolrood. Phenolrood is een pH-indicator die bij pH <6,5 geel gekleurd is en bij pH >8,5 donkerrood (paars). De overgangskleuren oranje, oranje-rood en rood-violet zijn kenmerkend voor de tussenliggende pH-waarden. Phenolrood is verkrijgbaar in tablet en in vloeibare vorm.

### **Potentiometrische analyse van de zuurgraad (met behulp van een pH-meter)**

De pH-sensoren zoals gebruikt worden bij de meet- en regeltechniek zijn ook verkrijgbaar als losse sensoren die verbonden zijn met een handmeter. Hiermee kan de zuurgraad handmatig in elke vloeistof gemeten worden. Deze meting is nauwkeuriger dan met de phenolred-meting, mits juist gekalibreerd.

De pH-meter met elektrode combinatie dient men regelmatig te controleren/kalibreren middels bufferoplossingen. Na de meting dient de pH-sensor beschermd te worden tegen uitdroging. Hiervoor wordt deze in een zogenaamde KCl-oplossing (bewaaruvoestof) geplaatst. Het KCl heeft ongeveer dezelfde samenstelling als het elektrolyt. Het is belangrijk de pH-sensor rechtop te bewaren, zodat het onderste deel van de sensor altijd vochtig blijft. Door liggende opslag (of op z'n kop) kan het onderste deel van de sensor in een luchtbel zitten, waardoor deze alsnog uitdroogt en daardoor beschadigt.

#### **5.1.2 De handmeetapparatuur**

Met behulp van een comparator of een fotometer kunnen colorimetrisch de concentratie vrij chloor en de zuurgraad bepaald worden.

De comparator is opgebouwd uit een behuizing, waarin meetcuvetten geplaatst kunnen worden en een kleurschijf. Het meetcuvet met kleurontwikkeling wordt in de comparator visueel vergeleken met kleuren op een draaibare kleurschijf die achter het blanco en kleurmonster zit. Het is aan de gebruiker van de comparator om, door te draaien, de best overeenkomende kleur te selecteren en daarmee een inschatting te maken van de betreffende concentratie chloor of de zuurgraad. Voor een comparator is geen stroom of batterij nodig en kan dus altijd en overal gebruikt worden. Wel heb je voldoende licht nodig om de kleurverschillen met het blote oog te kunnen onderscheiden.

Een fotometer doet eigenlijk hetzelfde als een comparator, maar gebruikt hiervoor een "elektronisch oog". De fotometer bestaat uit een meetschacht met aan één zijde een lichtbron en aan de tegenoverliggende zijde een lichtgevoelige cel, gekoppeld aan elektronica en een display. De elektronica vergelijkt het gemeten verschil in kleurontwikkeling tussen blanco monster en meetmonster met waarden die opgeslagen zijn in een kalibratiecurve. Aan de hand hiervan geeft de fotometer een meetwaarde op de display.

Let bij colorimetrische metingen altijd op de volgende punten:

- het voor de analyse benodigde monstervolume dient zo precies mogelijk te worden aangehouden;
- reagentia niet met de vingers aanraken en het monsterbuisje niet met de vingers afsluiten om het te kunnen mengen;
- monsterbuisjes (cuvetten) direct na gebruik grondig reinigen. Cuvetten met bijbehorend deksel markeren zodat ze altijd voor dezelfde meting worden gebruikt;
- let op de houdbaarheidsdatum van de gebruikte reagentia;
- zorg bij metingen met een fotometer voor droge cuvetten en raak de lichtdoorgangsvlakken niet met de vingers aan. De meetoplossing dient helder te zijn.

Een pH-meter voor de potentiometrische analyse bestaat uit twee delen:

- een elektrode om de spanningspotentiaal op te nemen (pH-elektrode);
- een meetinstrument voor het omzetten van het gemeten potentiaal in een meetwaarde (pH-meter).

De twee delen zijn met elkaar verbonden door een speciale afgeschermd coax-kabel.

### 5.1.3 Uitvoeren van handmetingen

Hoewel de handmatige metingen over het algemeen vrij eenvoudig lijken te zijn, worden er toch nog vaak fouten gemaakt. Het is daarom belangrijk om een vast protocol te gebruiken voor de uitvoering van de metingen. Met het juiste protocol wordt het aantal fouten tot een minimum beperkt en krijg je de meest betrouwbare waarde als meetresultaat.

Elke goede meting begint met het nemen van een representatief watermonster uit het badwaterbassin en dit monster zo snel mogelijk te testen met schone en goed onderhouden meetapparatuur. Gebruik zoveel mogelijk gescheiden cuvetten en stampers per analyse. Dus een DPD 1-cuvet, met een DPD 1-stamper, een DPD 3-cuvet met een DPD 3-stamper, enz.

#### *Protocol meting vrij chloor met DPD 1 tabletten (fotometer meetbereik Cl)*

1. Vul een schoon voorgespoeld cuvet met meetwater tot de 10 mL markering. (zie afbeelding 5.1)
2. Zet deze in de meetschacht van de fotometer en start zero. Dit is het nulpunt voor de meting.
3. Spoel een DPD 1 cuvet voor met het meetwater. Giet leeg, er blijven altijd enkele druppels achter.
4. Voeg DPD 1 tablet toe aan de DPD 1 cuvet en stamp fijn met schone DPD 1 stamper.
5. Als je nu een sterke kleurontwikkeling ziet door het stampen in die paar druppels, dan wijst dat op een zeer hoge chloorconcentratie.
6. Voeg meetwater tot de 10 mL markering toe, roer nog een keer door met de stamper en sluit het cuvet af. Zwenk het cuvet nog een keer en houdt tegen het licht om te controleren of hij nog schoon en de inhoud helder is.
7. Maak het cuvet schoon/droog en plaats in de meetschacht. Druk op test\*.
8. De meetwaarde verschijnt op de display. Dit is de vrij chloor waarde.

*\* Start meting vrij chloor zo snel mogelijk, liefst binnen 30-60 seconden na monsternamen, de tablet hoeft niet helemaal opgelost te zijn, snelheid van meten is hier het belangrijkste*

#### *Protocol meting totaal chloor met DPD 3 tabletten (fotometer meetbereik Cl)*

1. Gebruik een schone en voorgespoelde DPD 3 cuvet en giet het gekleurde monsterwater uit het vrij chloor cuvet hierin over.
2. Voeg een DPD 3 tablet toe en stamp deze fijn met een schone DPD 3 stamper.
3. Meng de inhoud door het cuvet te zwenken (niet schudden!), de tablet moet helemaal opgelost zijn.
4. Maak het cuvet schoon/droog en plaats het in de meetschacht. Druk na 2 minuten reactietijd op test\*.
5. De meetwaarde verschijnt op de display. Dit is de totaal chloor waarde.

*\* In sommige fotometers kan met een combinatie van knoppen een timer van twee minuten gestart worden waarna de fotometer automatisch zal starten met de meting. Lees hiervoor de handleiding van de fotometer.*

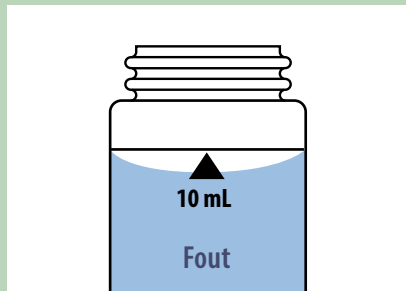
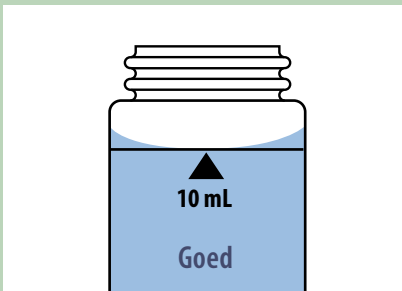
### Protocol meting pH-waarde met Phenolred tabletten (fotometer meetbereik pH)

1. Gebruik een schone en voorgespoelde pH-cuvet en vul het tot de markering met 10 mL monsterwater. (zie afb. 5.1).
2. Voeg een Phenolred tablet toe en stamp deze fijn met een schone pH-stamper.
3. Los de tablet volledig op en meng de inhoud door het cuvet te zwenken (niet schudden!).
4. Maak het cuvet schoon/droog en plaats het in de meetschacht. Druk op test.
5. De meetwaarde verschijnt op de display. Dit is de pH-waarde.

Naast de juiste werkprotocollen hebben de volgende punten extra aandacht nodig.

#### Aandachtspunten voor het uitvoeren van een handmeting:

- Elke afwijking van het voorgeschreven meetprotocol kan leiden tot afwijkingen in de gemeten waarde. Zorg dat je het protocol daarom exact opvolgt.
- Gebruik vers monsterwater. Heeft het monsterwater even gestaan, dan kunnen afwijkingen bij de bepaling ontstaan. Veroudering van het watermonster gaat niet altijd even snel. Voorbeelden van situaties waar de kwaliteit van het genomen monster snel verminderd is: bij hoge badbelasting, bij sterke zon-instraling, bij troebel water. Neem bij twijfel een nieuw watermonster en maak bij troebel zwembadwater hiervan een opmerking bij het noteren van de gemeten waarde in het logboek.
- Markeer cuvetten en stampers voor de meting waarvoor ze worden gebruikt.
- Behandel cuvetten alsof het je dure (zonne)bril is. Raak de zijkant van de cuvetten niet met de vingers aan en zorg bij metingen met een fotometer voor droge cuvetten. Je (zonne)bril pak je ook niet bij het glas vast.
- Zorg dat cuvetten en stampers schoon zijn en cuvetten vrij van krassen. Cuvetten en stampers kunnen eventueel gereinigd worden met een verdunde zuuroplossing. Als de verkleuring (vaak bruin/zwart) niet te verwijderen is, dan kun je beter een nieuw cuvet en/of stamper gebruiken. Beoordeel bij bekraste cuvetten of de krassen in het meet-gedeelte van het glaswerk zitten. Als dat zo is moeten de cuvetten vervangen worden.



Afbeelding 5.1 Vullen 10 mL cuvet

- Cuvetten, deksel en roerstaafje moeten na elke bepaling grondig gereinigd worden. Laat gekleurde monsters nooit lang in het cuvet staan. De kleur kan zich aan het glaswerk afzetten en is dan moeilijk te verwijderen.
- Er kunnen gasbelletjes ontstaan bij de bepaling. De gasbelletjes kunnen de baan van licht verstrooien waardoor een onjuiste meetwaarde verkregen wordt. Probeer de gasbelletjes door te zwenken te verwijderen. Lukt dat niet, schenk het monsterwater dan over naar een nieuw (schoon) cuvet.
- Gebruik uitsluitend originele reagentia omdat deze optimaal op je analysesysteem zijn afgestemd.
- Vul de cuvetten tot de markering (zie afbeelding 5.1).
- Het cuvet moet voor de nulpunt bepaling steeds zó in de meetschacht geplaatst worden, dat de markering volgens de gebruiksaanwijzing juist gepositioneerd is.
- Alle bepalingen moeten met een gesloten fotometer- resp. cuvetdeksel uitgevoerd worden.
- DPD 1 Rapid (ook wel DPD 1Q genoemd), DPD 3Q en Phenolrood Comparator tabletten zijn in verband met de niet heldere meetoplossing alléén geschikt voor metingen met Comparator of Pooltester.

#### *Extra aandachtspunten voor het uitvoeren van een chloormeting:*

- Als het gebonden chloor groter of gelijk is aan het vrij chloor, dan kan de vrij chloor-bepaling daardoor verstoord worden. Hoe hoger de concentratie gebonden chloor, hoe hoger een eventuele afwijking. De verstoring van hoog gebonden chloor is het kleinst als het protocol exact opgevolgd wordt (pil stampen in 1 druppel, enz.).
- Vrij chloor bij afwijkende zuurgraad. De DPD 1 reagentia bevat een pH-buffer zodat de kleurreactie altijd bij dezelfde pH plaatsvindt. De pH-buffer is onvoldoende om grote afwijkingen in zuurgraad te corrigeren. De DPD 1 bepaling is betrouwbaar bij een pH van het monster water van 6,5 tot 8,4 pH;
- Bij zeer hoge vrij chloor-concentraties kan de roze kleur ook weer verdwijnen. Let daarom goed op als de DPD 1 reagentia in contact komt met de eerste drup water, zoals in protocol aangegeven. Als daar een intense kleurontwikkeling plaatsvindt dan is dat een signaal dat de concentratie vrij chloor erg hoog is. Het kan zijn dat de fotometer in dat geval toch een gemeten waarde geeft, deze is echter niet betrouwbaar. Probeer de meting te herhalen met verdund zwembadwater als je weet hoe dit uitgevoerd moet worden. Heb je nog nooit een verdunning gemaakt, zorg dan dat je hiervoor een opleiding volgt zodat je dat de volgende keer wel kunt doen.
- De aanwezigheid van andere desinfectiemiddelen, zoals broom, jodium, waterstofperoxide of ozon geven dezelfde kleurreactie als vrij chloor. Hierdoor kan de meting dus verstoord worden. Verzeker je ervan dat deze verstoringen afwezig zijn voor een betrouwbare meting.
- Verkleurde tablet; een enkele keer kan het gebeuren dat er een tablet met een afwijkende kleur in de strip zit. Dit tablet is dan vochtig geworden doordat er een micro-lek in de strip zat. Gooi het tablet weg en neem een nieuwe (wel eerst het cuvet weer spoelen)
- Er kan ook gewerkt worden met vloeibare DPD reagentia. Let erop dat deze reagentia een beperkte houdbaarheid heeft, die buiten de koelkast sneller achteruit gaat. Je moet vloeibare DPD dus eigenlijk behandelen zoals je melk behandelt: bewaren in koelkast en na gebruik weer terug in koelkast zetten.
- De bepaling van totaal chloor kan ook met 1 tablet gedaan worden, dit is het DPD 4 tablet. De samenstelling van het DPD 4 tablet is gelijk aan de samenstelling van het DPD 1 tablet en DPD 3 tablet bij elkaar opgeteld. Het voordeel van werken met DPD 4 is dat je sneller kunt werken en minder fouten maakt doordat het makkelijker wordt om de verschillende cuvetten en stampers gescheiden te houden.

### **Aandachtspunten voor pH-meting met behulp van phenolrood:**

- De kleuromslag van phenolrood verloopt van geel (pH 6,5) naar donkerrood (pH 8,5). Deze kleur zal niet meer veranderen als de pH-waarde lager dan 6,5 is of hoger dan 8,5. Wordt een van de grenswaarden gemeten dan kan de pH dus nog lager (bij pH 6,5) of nog hoger zijn (bij pH 8,5). In deze gevallen is het aan te bevelen een pH-meting uit te voeren met behulp van een pH-meter. Verdunning van het monster, zoals bij de chloorbepaling, is niet mogelijk!
- Houdt bij het gebruik van phenolrood het exacte aantal druppels aan. Tabletten moeten volledig zijn opgelost.
- Een te laag bufferend vermogen van het water kan een goede pH-meting met phenolrood verstoren. In de zwembadregelgeving zijn eisen opgenomen ten aanzien van deze parameter, zie hoofdstuk 10. Om daarnaast schade aan de installatie en grote pH-schommelingen te vermijden wordt geadviseerd het bufferend vermogen boven de 40 mg/l HCO<sub>3</sub> te houden. Een HCO<sub>3</sub> concentratie <20 m/l geeft verstoringen op de pH-meting met phenolrood.
- Phenolrood-tabletten bevatten een middel om beïnvloeding van het in het monsterwater aanwezige vrij chloor op de meting te voorkomen; een vrij chloor-vernietiger. Dit middel is werkzaam tot vrij chloor-concentraties van ca. 10 mg/l. Bij een overchlorering boven 10 mg/l wordt de kleurreactie van phenolrood gestoord en is de gevonden meetwaarde niet nauwkeurig. Gebonden chloor kan eveneens de phenolrood kleurreactie storen, bij hogere gebonden chloorconcentraties wordt vaak een waarde die 0,1 tot 0,2 pH-waarde boven de werkelijke waarde gemeten. Als de cuvetten voor de zuurgraad ook voor vrij chloor gebruikt worden, dan wordt een deel van het vrij chloor vernietigd bij de volgende meting. Dit kan zelfs optreden als de vorige pH-meting de dag ervoor heeft plaatsgevonden. Naspoe-len van cuvetten na de meting zijn daarom van belang net als het gescheiden houden van stampers en cuvetten per bepaling.

### **Aandachtspunten voor pH-meting met een pH-meter:**

- Kalibreer de meter regelmatig. Reinig voor de kalibratie de elektrode met een tissue of zachte doek, gebruik verse bufferoplossingen en spoel de elektrode goed af met gedemineraliseerd water voordat deze in een buffer wordt geplaatst.
- Bewaar een pH-elektrode niet in gedemineraliseerd water maar gebruik hiervoor bij voorkeur een speciale bewaarvloeistof. Zorg dat de pH-sensor nooit langer dan 1 minuut droog staat. Heb je geen speciale bewaarvloeistof voorhanden, bestel dan direct nieuwe en bewaar de sensor zolang in pH 4 buffer, dit kan maximaal enkele dagen. Wacht je te lang, dan zal de sensor afwijkingen gaan vertonen en is daardoor niet meer betrouwbaar. Je moet dan een nieuwe sensor aanschaffen.



Afbeelding 5.2 Membraandoseerpomp

## 5.1.4 Doseren

In zwembaden worden doseerpompen ingezet voor de dosering van desinfectiemiddel, pH-correctiemiddel, waterstofcarbonaat en vlokmiddel. De toegepaste pompen zijn te verdelen in twee groepen: slangenpompen en membraandoseerpompen.

### *Membraandoseerpompen*

De meest ideale pomp is een membraandoseerpomp. Deze kenmerkt zich door een lange levensduur, minimaal onderhoud, optimale keuze in aansturing en bestendigheid tegen de vaak corroderende vloeistoffen. Membraandoseerpompen zijn verkrijgbaar in twee basisuitvoeringen; als magneetdoseerpomp waarbij het drukstuk het enige bewegende deel is en als motordoseerpomp waarbij het membraan in beweging gezet wordt door een geluidsarme excentrische aandrijving. Daardoor hebben de pompen elk hun eigen specifieke doseerkarakteristiek. Magneetdoseerpompen zijn standaard voorzien van besturingselektronica. Bij motordoseerpompen kan de elektronica geselecteerd worden als dat voor de aansturing gewenst is, maar dit is niet specifiek nodig voor de werking van de pomp.

Motoraangedreven (draaistroommotoren) membraandoseerpompen worden veelal ingezet bij grotere doseercapaciteiten, magneetaangedreven membraandoseerpompen veelal bij een lagere doseercapaciteit, die nauwkeuriger te regelen is.



*Afbeelding 5.3 Slangpomp*

### *Slangpomp*

De slangenpomp wordt gekenmerkt door een roterend wiel met nokken of rollen die binnen een in U-vorm gebogen doseerslang draait. Door de slang aan de in- en uitlaat van de pomp vast te klemmen en de nokken over de slang te laten glijden, wordt telkens een hoeveelheid vloeistof aangezogen en weggedrukt. De bestendigheid tegen chemicaliën, maximale pompdruk en levensduur worden mede bepaald door materiaalkeuze van de slang. De pompen zijn vaak regelbaar in toerental, zowel handmatig als door externe aansturing.

Belangrijk is dat de slangendoseerpompen en membraandoseerpompen geschikt zijn voor de toepassing in een corrosief milieu (de machinekamer met een relatief hoge luchtvochtigheid en hoge temperatuur). Beide

doseerpompen moeten bestand zijn tegen de gebruikte chemicaliën en dienen spatwaterdicht te zijn (minimaal IP55).

### *Instellen van de doseerhoeveelheid*

De te doseren hoeveelheid van de membraandoseerpomp wordt bepaald aan de hand van slaglengte en slagfrequentie. Voor de slangendoseerpomp aan de hand van het toerental. Bij membraandoseerpompen wordt de slaglengte ingesteld met behulp van een slaglengte-instelknop. De doseerkamer wordt door het tussen de doseerkop en kopschijf geklemde membraan



statisch hermetisch afgesloten. De kant van het membraan die met de vloeistof in aanraking komt, is gemaakt van het materiaal PTFE waardoor een hoge resistentie tegen de gedoseerde chemicaliën gewaarborgd is. Door het EPDM steunmembraan dat gevulkaniseerd is met het PTFE membraan wordt een hoge mechanische belasting mogelijk.

De slaglengte kan traploos ingesteld worden in een bereik van 0%-100% in verband met de doseernauwkeurigheid. De slagfrequentie kan over een bereik van 0%-100% ingesteld worden via een aparte stelknop met traploze of stapsgewijze instelling of via een externe sturing per doseerslag. Als de pomp een onregelmatige opbrengst geeft dan is het raadzaam de stelknop voor de slaglengteverstelling hoger in te stellen, bijvoorbeeld tussen de 30% en 100%. Voor vloeistoffen die uitgassen, zoals natriumhypochloriet, moet in eerste instantie de slagfrequentie geregeld worden bij een zo groot mogelijke slaglengte-instelling (tussen de 50% en 100%). Hierdoor wordt het aantal pompslagen gestuurd en blijft het volume per slag zo groot mogelijk om eventuele dampbellen makkelijker te kunnen verplaatsen. Dit is nodig bij magneetdoseerpompen omdat daar de zuigslag gelijk is aan de persslag. Bij een te kleine zuigslag kan het zijn dat steeds dezelfde gasbel aangezogen wordt en de doseerpomp daardoor niet meer doseert. Motoraangedreven membraandoseerpompen hebben geen last van kleine zuigslagen en kunnen zonder problemen, ook met uitgassende vloeistoffen, tot nagenoeg 0% teruggeregeld worden. Magneetdoseerpompen zijn leverbaar in zelfontluchtende uitvoeringen, eventuele gassen kunnen via de pers aansluiting weggepompt worden.

Bij pompen voor de zuurdosering is het raadzaam om de slagfrequentie zo hoog mogelijk te laten en in eerste instantie de capaciteit te regelen via de slaglengte-verstelknop. Op deze wijze wordt voorkomen dat er stootsgewijs wordt gedoseerd, wat schommelingen in de resultaten van de pH-meting tot gevolg kan hebben. Daarnaast zorgen grote wolken zuur nabij het zuurdoseerpunt voor de omzetting van buffercapaciteit ( $\text{HCO}_3$ ) naar  $\text{CO}_2$ . Doordat  $\text{CO}_2$  slecht oplosbaar is in water zal deze gasbellen vormen, die gaan samenklonteren en ontsnappen naar de lucht zodra deze in het badwaterbassin komen. Een verkeerd ingestelde membraandoseerpomp voor zuurdosering kan dus een negatieve invloed hebben op het bufferend vermogen van het zwembadwater.

De membraandoseerpomp kan extern aangestuurd worden door een potentiaalvrij contact, aan/uit of puls-frequentie of middels een mA regelsignaal. Hierbij wordt de slagfrequentie door een externe regelaar aangestuurd, ook wel de zwembad automatisering genoemd. Een typische toepassing hiervan is de dosering van vrij chloor op basis van de meting in het badwater, zodra de gewenste waarde dichterbij wordt gaat de doseerpomp minder doseren. De regelaar regelt in feite het aantal pompslagen per minuut. Als de afwijking ten opzichte van de gewenste waarde groot is dan zal de regelaar een hoge puls-frequentie afgeven en deze steeds verder verlagen naarmate de gewenste waarde nadert. Zodoende wordt overschrijding van de pH-waarde vermeden.

Voor de bewaking van het chemicaliënniveau kan gekozen worden tussen een enkel- of tweetraps niveauschakelaar. Beide worden direct op de membraandoseerpomp aangesloten. De pomp stopt automatisch bij het bereiken van het leeg niveau en geeft via de display van de pomp aan dat het leeg niveau bereikt is. Hierdoor voorkomt je aanzuigen van lucht.

Om te voorkomen dat chemicaliën worden gedoseerd op momenten dat er geen watercirculatie is of bij filterspoelen, moet de dosering uitgeschakeld worden. Ook bij het ontbreken van meetwater moet de dosering uitgeschakeld worden. Vanuit de

Whvbz/Bhvbz was daarvoor een regel opgenomen, maar in de Omgevingswet is die komen te vervallen. Dat betekent niet dat die beveiliging niet meer aanwezig hoeft te zijn, maar dat de beheerder van een accommodatie zelf mag weten hoe hij dit beveiligt. Alles om te voorkomen dat de gezondheid of veiligheid van de zwemmers in het geding kan komen.

Voor de diverse doseertoepassingen worden membraandoseerpompen voorzien van de juiste doseerkopmaterialen en -uitvoeringen. Het prijstechnisch interessante polyvinylideenfloride (PVDF) kan voor de meeste toepassingen gekozen worden.

PVDF wordt in de regel toegepast voor chloorproducten en producten op basis van waterstofperoxide. Lucht of luchtbellens in de doseerkop leiden tot stilstand van de dosering. Ter voorkoming van stilstand door luchtbellens wordt vaak gekozen voor zelfontluchtende doseerkoppen; aanwezige lucht wordt dan automatisch afgevoerd.

In doseerpompen zijn diverse afdichtingen o-ringen aangebracht, namelijk in het gedeelte dat in aanraking komt met het te verpompen medium.

### ***Aandachtspunt***

Let bij het opnieuw plaatsen van de doseerpomp op de geschiktheid van de pompkopmaterialen en afdichtingen o-ringen. Voor de meeste chemicaliën wordt bijvoorbeeld FPM (Viton®) gebruikt.

Als een doseerpomp chemicaliën lekt tussen het kopgedeelte en het huis, dan duidt dat veelal op een defect membraan.

Membraandoseerpompen ondervinden nauwelijks schade van drooglopen, bij de toepassing van een membraandoseerpomp kan een droogloopbeveiliging daarom achterwege blijven. Een membraandoseerpomp in een zwembad wordt relatief licht belast.

**Gebruik bij het werken aan de chemische installatie altijd persoonlijke beschermingsmiddelen.**

### ***Toebehoren doseerpompen***

Een membraandoseerpomp functioneert veilig en perfect als gebruik wordt gemaakt van de juiste toebehoren.

### **Drukhouventiel**

Het drukhouventiel draagt zorg voor een constante tegendruk en een constante opbrengst, onafhankelijk van de (wisselende) tegendruk in het systeem. Tevens kan dit ventiel eventuele hevelwerking voorkomen die ontstaat door een hogere opstelling van het vat met de doseerpomp ten opzichte van een lager geplaatst doseerpunt.

### **Overstortventiel**

Het overstortventiel opent zich via een retour naar de zuigleiding of tank in het geval een afsluiter in de persleiding dicht staat of het doseerventiel verstopt is. De druk waarbij het overstortventiel zich opent wordt door een servicetechnicus ingesteld. Wijzigingen aan deze instelling kunnen tot gevaarlijke situaties leiden en moeten door een servicetechnicus worden uitgevoerd.

### Meerfunctieventiel

Het meerfunctieventiel is een combinatie van het drukhoud- en overstortventiel met daarbij de functie handmatig ontluchten en drukloos maken van de persleiding. De druk waarbij dit ventiel zich opent is niet instelbaar.

### Voetventiel

Het voetventiel is een terugslagklep voorzien van een zeef aan het begin van de zuigleiding. Het voorkomt terugstromen van de vloeistof naar de tank, zodat de zuigleiding geheel gevuld blijft. Zodra de dosering start zal de pomp direct vloeistof gaan leveren. Veelal wordt deze zuigleiding gecombineerd met de laag niveau vlotterschakelaar in de doseertank.

Zorg dat de zuigleiding zo kort mogelijk is, geen onnodige lussen in zich heeft en zo mogelijk stijgend gelegd is. Ook kan het helpen om het materiaal en de diameter van de zuigslang specifiek te selecteren. Een stugge slang, met een kleine binnendiameter geeft een hoge snelheid in de zuigleiding waarbij eventuele gasbellen snel meegevoerd worden, ook als er zakstukken in de zuigleiding zitten.



Afbeelding 5.4 Meerfunctieventiel

### Ontluchting

Membrandoseerpompen kunnen op diverse manieren ontlucht worden. Handontluchting op de pompkop, handontluchting middels het meerfunctieventiel of zelfontluchtend (automatisch) via de speciale ventielen in de pompkop.

Daarnaast kan de functie zelfontluchting tegenwoordig elektronisch geregeld worden door verschillende parameters te monitoren. Dit kan tijd zijn en/of verandering van het opgenomen vermogen van de doseerpomp.

### Niveauschakelaar/meting

De niveauschakelaar, uitgevoerd als enkeltraps schakelaar, waarschuwt via de membrandoseerpomp bij een tekort aan chemicaliën. De niveauschakelaar, uitgevoerd als tweetraps schakelaar waarschuwt via de membrandoseerpomp tevens vooraf bij een komend tekort aan chemicaliën.

### Doseerventiel

Het doseerventiel is een veerbelaste terugslagklep of een terugslagklep van het fietsventiel-, kogel- terugslagprincipe of het doorslagventiel (specifiek voor chloorbleekloog) dat voorkomt dat zwembadwater de doseerleiding in stroomt.

## 5.1.5 Debietmeting

Circulatie van het zwembadwater is belangrijk voor de werking van desinfectie en filtratie. Zonder circulatie heb je immers geen desinfectie en filtratie. Het is daarom van belang voor de gezondheid en veiligheid van de gebruikers om te weten hoeveel water er gecirculeerd wordt. Met een debietmeter wordt de hoeveelheid circulerend water gemeten. Deze debietmeetsystemen bestaan gewoonlijk uit drie delen:

- debietsensor;
- montage systeem;
- uitlezing.

Ook treft men wel gecombineerde uitvoeringen aan. Voor de duidelijkheid gaan wij hier uit van deze drie componenten.

Om juiste en betrouwbare informatie te verkrijgen dient bij het plaatsen van een debietmeetsysteem aandacht te worden besteed aan punten zoals: inbouw, meetprincipe, meetbereik, debietmeter, montage, uitlezen, kalibratie en onderhoud.

### Inbouw

De meest voorkomende meetprincipes baseren zich op het meten van snelheid. Als namelijk de snelheid in de leiding bekend is, kan aan de hand van de inwendige buisdiameter de doorstroming per tijdseenheid worden bepaald. Volg bij het inbouwen van de debietmeter de voorschriften van de producent/leverancier zoveel mogelijk op. Afwijkingen van deze voorschriften leiden tot afwijkingen in de debietmeting.

### Meetprincipe

Om iets over het meetbereik te kunnen zeggen, is het nodig eerst naar het meetprincipe te kijken. Veelal worden in zwembaden zogenaamde Magnetisch inductieve sensoren toegepast. Middels deze sensoren wordt een verstoring in het magnetisch veld waargenomen. Aan de hand van deze verstoring kan een stromingssnelheid worden berekend. Door de stromingssnelheid te vermenigvuldigen met de binnenbuis-diameter kan het volume worden bepaald.

### Meetbereik

Het meetbereik van dergelijke meters is groot; vanaf 0,3 meter per seconde (m/s) tot ca.5 m/s. Deze uitvoeringen zijn voor zwembaden zeer geschikt. Een snelheid boven of onder dit meetbereik treft men in de regel in zwembaden niet aan. Voor het plaatsen van een debietmeter moet aan de hand van de pompcapaciteit en de gebruikte leidingdiameter worden bepaald wat ongeveer de snelheid in de leiding zal zijn. Als deze snelheid niet voldoet aan het bovenstaande, moet een ander meetpunt worden gekozen. Als dit niet mogelijk is, moet contact met de leverancier worden opgenomen.

### Debietsensor

De sensor bestaat uit een sensorkop die voorzien is van de benodigde elektronica, een sensorschacht en onderaan de sensorschacht de meetelektrode. Het principe van de sensor is gebaseerd op Faraday's wet van elektromagnetische inductie. Er wordt een kleine spanning door de sensorschacht gestuurd die een magnetisch veld opwekt. Door een vloeistof langs de sensor te sturen wordt dit magnetische veld verstoord. Deze verstoring wordt gemeten door de meetelektroden aan het uiteinde van de sensor. De elektronica in de sensorkop vertaalt deze verstoring naar een stromingssnelheid van de vloeistof.

### *Uitlezen*

Het uitlezen van de sensoren kan op verschillende manieren. Er zijn sensoren met een aangebouwd display waar het gemeten debiet direct op afgelezen kan worden. De meeste sensoren worden echter aangesloten op een besturingsinstallatie. In een dergelijke installatie wordt de gemeten waarde op een PLC aangesloten. Deze waarde kan vervolgens weergegeven worden op een display op de besturingskast. Maar ook middels een communicatiekoppeling met bijvoorbeeld een gebouwbeheersysteem.

### *Kalibreren*

Bij wijzigingen in het leidingwerk rondom de debietmeter is het noodzakelijk de sensor opnieuw te kalibreren. Deze kalibratie moet worden uitgevoerd door een technicus.

### *Onderhoud*

Deze sensor behoeft geen periodiek onderhoud.

## **5.2 Meet- en regeltechniek luchtbehandeling**

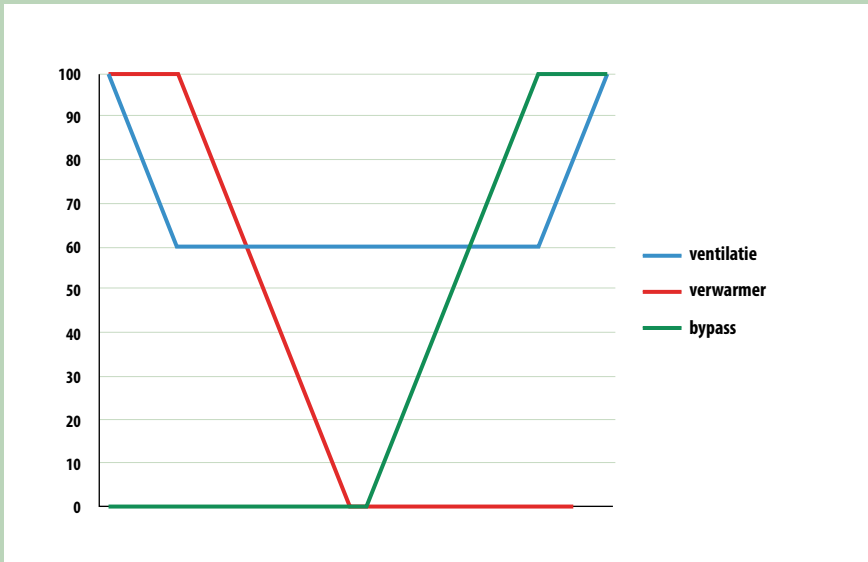
Voor een energiezuinige regeling is het belangrijk dat een groot luchtdebiet alleen wordt aangestuurd als er een klimaat-technische noodzaak is. Deze noodzaak kan onder andere het gevolg zijn van een behoefte aan meer verwarmings- of ontvochtigingscapaciteit. Ook het luchtverdeelsysteem stelt minimum en maximum grenzen aan het totale luchtdebiet. Bij een te laag luchtdebiet over de roosters wordt de werp te klein en de doorspoeling van de ruimte onvoldoende. Bij een te



*Afbeelding 5.5 Geïntegreerde regeling luchtbehandeling*



*Afbeelding 5.6 Luchtdebietmeting met drukverschilmeting op de ventilatormond*



Afbeelding 5.7 Stuursignaal temperatuurregeling tegen afnemende warmtevraag (->)

groot luchtdebiet over de roosters worden de luchtsnelheden in de zwemzaal te groot (tocht risico). Een energiezuinig aangestuurde ventilatie beschikt over aansturing met het onderstaande stuursignaal van de temperatuurregeling uitgezet tegen een afnemende warmtevraag.

In de afbeelding 5.7 is links te zien dat bij een toenemende warmtevraag (rode lijn) de verwarmers steeds verder wordt opengesteld. Wanneer de verwarmers 100% bereikt en er nog steeds behoefte is aan meer warmte wordt het totale toevoer-debiet naar 100% gebracht. Dit gebeurt dus alleen wanneer dit klimaattechnisch noodzakelijk is. Bij afnemende warmtevraag wordt de bypass (groene lijn) verder opengesteld en tot slot het toevoer-debiet verhoogd. Door deze regeling van het luchtdebiet wordt veel onnodig energieverbruik voorkomen.

Het is belangrijk te zorgen voor regeltechnische grip op het buitenlucht-aandeel, ook met het oog op de luchtkwaliteitseisen in de wet- en regelgeving. Het helpt de luchtkwaliteit door bijvoorbeeld het setpoint van de relatieve luchtvochtigheid in de winter te verlagen en afhankelijk te maken van de buitenluchttemperatuur.

### Sensoren voor filterbewaking

Luchtfilters moeten na enige tijd vervangen worden. Om dit te monitoren wordt een drukverschilmeting gebruikt over het

filter. Het filter start met de beginweerstand en dient vervangen te worden op de eindweerstand die af te lezen is op de drukverschilmeter in Pascal. Er zijn ook opnemers die een melding geven wanneer het ingestelde drukverschil bereikt wordt. Het niet tijdig vervangen van filters geeft problemen met de luchtkwaliteit en leidt tot een veel hoger stroomverbruik van de ventilatoren.

### ***Sensoren voor luchtdebietmeting***

Het meten van het totale luchtdebiet kan gebeuren met een luchtsnelheidsmeter op meerdere plaatsen in de doorsnede van het kanaalwerk. Deze methode is niet erg nauwkeurig. Moderne luchtbehandelingskasten beschikken doorgaans over een meetpunt op de ventilatormond dat gebruikt wordt als een van de punten voor een drukverschilmeting. Met gegevens van de fabrikant kan dit gemeten drukverschil gebruikt worden om het luchtdebiet te berekenen. Deze methode is nauwkeurig.

### ***Sensoren voor temperatuur en luchtvochtigheid***

Er zijn uitvoeringen beschikbaar voor metingen in een ruimte en uitvoeringen voor metingen in een luchtkanaal. Controle en ijking van de sensoren is belangrijk voor een goede werking van de installatie. Let in verband met de verdamping van het bad vooral op een juist gemeten verschil tussen water- en luchttemperatuur.

Plaats de sensoren voor de luchtkwaliteit altijd op een plek welke representatief is voor het gemiddelde klimaat in de ruimte.



*Afbeelding 5.8 Temperatuur- en luchtvochtigheidssensoren*



6.

## **DUURZAAMHEID EN ENERGIEBESPARING**



## 6.1 Inleiding

We gaan een toekomst tegemoet waarin het aardgas steeds schaarser en kostbaarder wordt. Om onze levensstandaard, het energiekosteniveau en de milieueffecten in de hand te houden moet er worden omgezien naar alternatieve energiebronnen. Ook vanuit de wet- en regelgeving worden er steeds meer eisen aan dit thema gesteld om te voldoen aan de doelstellingen uit het klimaatakkoord. Het is dan ook van groot belang om te begrijpen hoe energiebronnen zich in de komende jaren gaan ontwikkelen. Daarbij spelen zowel economische als technische factoren een rol. Eén ding is zeker en dat is dat de energievoorziening in 2050 er heel anders uit zal zien dan nu.

Volgens de Groene Rekenkamer zal de komende jaren een steeds groter gedeelte van de energie via elektriciteit geconsumeerd worden. Dat komt doordat bijna alle niet-fossiele energiebronnen elektriciteit maken.

Ook de technische vooruitgang en de vraag naar lokaal beschikbare schone energie leiden ertoe dat we steeds meer elektrisch gaan consumeren. Dit betekent dat de elektrificatie een reusachtige sprong gaat maken. Uiteindelijk groeien we waarschijnlijk naar een "All Electric" maatschappij: een maatschappij waarin we (nagenoeg) alles elektrisch zullen doen.

Om te komen tot een verantwoorde keuze als het gaat om energiebesparende maatregelen is de Trias Energetica een veelgebruikte strategie om doeltreffende maatregelen te nemen.

De strategie van de Trias Energetica bestaat uit de volgende drie stappen:

- Stap 1: Beperk de energievraag.
- Stap 2: Gebruik duurzame energiebronnen.
- Stap 3: Gebruik fossiele energiebronnen zo efficiënt mogelijk.

### Stap 1: Beperk de energievraag

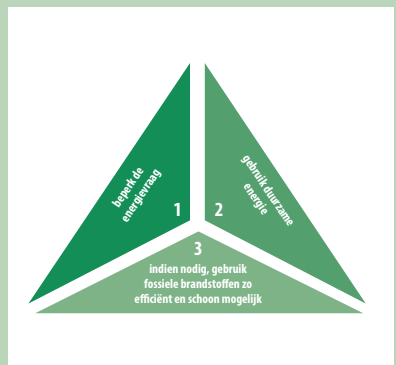
Dit is de eerste en meest economische stap. Door energie te besparen is er direct voordeel te behalen. Immers: "De meest duurzame energie is de energie die je niet gebruikt".

Om energie te besparen, richt de Trias Energetica zich onder andere op:

- isoleren;
- het meten van de energiestromen in het gebouw, welke energiestroom gaat op welk tijdstip waarheen;
- warmteterugwinning vanuit spoel- en douchewater, ventilatielucht, enz.

### Stap 2: Gebruik duurzame energiebronnen

Het energieverbruik dat overblijft en waarop je niet verder bespaart, moet volgens de Trias Energetica zoveel mogelijk duurzaam opgewekt worden – het liefst natuurlijk helemaal.



Afbeelding 6.1 Trias Energetica

Als hierbij niet eerst de eerste stap van de Trias Energetica is uitgevoerd (energie besparen), dan is het lastiger om dit doel te halen. Vandaar de gewenste synergie tussen deze twee stappen.

Voorbeelden van duurzame opwekkers zijn:

- Het duurzaam opwekken van elektriciteit door middel van:
  - Zonnepanelen
  - Windmolens
- Denk hierbij ook aan het duurzaam opwekken van warmte met bijvoorbeeld een:
  - Zonneboiler
  - Warmtepomp (gevoed met duurzaam opgewekte elektriciteit)

**Stap 3:** Gebruik fossiele energiebronnen zo efficiënt mogelijk

Het mogelijke restverbruik dat na de eerste twee stappen overblijft, kun je invullen met energie uit energiebronnen die opraken, zoals aardolie, aardgas en kolen. Kies hierbij de minst belastende mogelijkheid. Zo is de CO<sub>2</sub>-uitstoot van elektriciteitscentrales op aardgas gemiddeld genomen veel lager dan die van centrales die met kolen gestookt worden. Stap drie is eigenlijk een stap die we in een ideale wereld compleet willen vermijden door het correct uitvoeren van stap één en stap twee.

### *Trias Energetica in de praktijk*

Als je Trias Energetica toepast, sla je twee vliegen in een klap: een zo duurzaam mogelijke energievoorziening die tegelijk kosteneffectief is. Je neemt energiezuinige maatregelen en gebruikt zoveel mogelijk hernieuwbare bronnen. En minder energie betekent ook geld besparen. Daarnaast zijn onze fossiele brandstoffen over een aantal jaar op en moet Nederland zijn klimaatdoelstelling halen. Vanaf 2020 moet alle nieuwbouw in ons land al energieneutraal zijn.

## **6.2 Energiebesparing in zwembaden**

Zwembaden zijn gebouwen met een relatief hoog energieverbruik. Het in stand houden van de juiste badwater- en ruimte-temperatuur, vochtigheidsgraad en badwaterkwaliteit is een proces waarvoor de installatiecomponenten veelal continu in bedrijf zijn. Vanuit de wet- en regelgeving worden er eisen gesteld aan de duurzaamheid van installaties. Vanuit deze wet- en regelgeving is het bijvoorbeeld verplicht om energiebesparende maatregelen uit te voeren die zich binnen een termijn van vijf jaar terugverdienen.

Om het energieverbruik te kunnen beheren is het noodzakelijk dat de energiestromen worden gecontroleerd op afwijkingen. Om het energieverbruik op een goede wijze te kunnen beheren wordt veelal een digitaal monitoringstelsel toegepast. Het energieverbruik wordt hierbij bewaakt op hoofdmeters. Als er afwijkingen zijn kan er worden bijgestuurd en/of geoptimaliseerd. Ook kunnen vanuit dit systeem managementrapportages worden gegenereerd voorzien van kwartaal- en jaarrapportages en kunnen nieuwe prognoses worden gemaakt.

Op energiebesparende maatregelen worden vaak subsidies verstrekt om gebruikers hiertoe te stimuleren. Naast deze subsidies is het zeker bij klimaatinstallaties voor zwembaden financieel zeer aantrekkelijk om te investeren in een goede warmteterugwinning en goede energiezuinige ventilatoren. Vaak worden deze energiebesparende maatregelen binnen enkele jaren terugverdiend.



#### Voorbeelden van energiebesparende maatregelen

Enkele energiebesparende maatregelen die veel worden toegepast in zwembaden:

- energiebeheersysteem-optimalisatie regeltechniek;
- lage temperatuur verwarmingssystemen;
- gebruik van omgevingswarmte (lucht/ water);
- warmteterugwinning ventilatielucht;
- hergebruik restwarmte uit spoel- en douchewater;
- energiezuinige pompen en ventilatoren;
- vraag-gestuurde regelingen op pompen en ventilatoren;
- LED-verlichting;
- daglichtregelingen en bewegingssensoren voor verlichting;
- zwembadafdekkingen;
- isolatie;

- meerlaagsfiltratie bij waterbehandeling;
- maximaal gebruik van zoninstraling;
- compartimentering luchtbehandeling.

In alle gevallen adviseren wij om met een deskundige partij te onderzoeken welke maatregelen voor het zwembad het meest rendabel zijn. Hierbij moet niet alleen naar de investeringskosten gekeken worden maar ook naar de energiekosten, onderhoudskosten, de vervangingskosten en de onderlinge samenhang tussen de verschillende mogelijkheden en vooral ook naar de besparingen op basis van de lokale situatie. De prijs voor een bespaarde kWh warmte is afhankelijk van de wijze waarmee deze opgewekt is. Dat kan met zonne-energie zijn, met een WKK, met restwarmte van de burelen, met een gasgestookte ketel, met een warmtepomp, enz. Voor elke techniek geldt een andere kWh-prijs, die direct invloed heeft op de terugverdientijd.

In zwembaden kan niet onbeperkt energie bespaard worden. De verschillende processen hebben namelijk ook invloed op de veiligheid en gezondheid van de gebruikers. Het besparen op circulatie van het zwemwater kan het punt bereiken dat er onvoldoende chloor toegevoegd en/of vervuiling afgevoerd kan worden. Dit geldt ook voor de luchtbehandeling waarbij CO<sub>2</sub> en trichlooramine kunnen accumuleren als te weinig lucht geventileerd wordt.

Daarnaast is comfort belangrijk voor de exploitatie, een comfortabel warm zwembad trekt nu eenmaal meer bezoekers dan een koud zwembad.

A photograph of an indoor swimming pool. In the foreground, a starting block is visible, featuring a blue top surface and a silver base with the number '9' on its side. The pool water is light blue, and red lane lines stretch across the pool. In the background, there are rows of blue stadium seats under a white, ribbed ceiling. A blue decorative shape is in the top right corner.

7.

**INRICHTING**

## 7.1 Beweegbare zwembadbodem en keerwand

In veel zwembaden worden beweegbare bodems toegepast om de waterdiepte te kunnen variëren. Hierdoor kunnen meerdere activiteiten voor verschillende doelgroepen in het zwembad georganiseerd worden. Ook keerwanden komen hierbij voor waardoor het bassin in meerdere compartimenten verdeeld kan worden. Door de toepassing van beweegbare bodems en/of keerwanden kan het rendement van de exploitatie verbeterd worden.

Beweegbare bodems en keerwanden zijn elementen die in het bad worden ingebouwd en door het water bewegen. De installaties hiervoor dienen aan de geldende wet- en regelgeving te voldoen.

Een beweegbare bodem bestaat veelal uit de volgende onderdelen:

- vloerconstructie;
- hefsystemen;
- aandrijfsysteem;
- besturing;
- waterdiepte-aanduidingen;
- bedieningsdisplays.

### *Werkingsprincipes*

Er worden twee werkingsprincipes onderscheiden:

- Zelfdragende vloer

Dit type vloer of keerwand is voor de werking niet afhankelijk van de opwaartse kracht van het water. De vloer en keerwand kunnen in een droog bad worden geïnstalleerd, bewogen en onderhouden.

- Drijvende vloer

Bij dit type vloer wordt de draagkracht bepaald door de opwaartse kracht van drijfelementen in de vloer. Dit type vloer is niet te bewegen in een droog bad. Voor droog/groot onderhoud moeten voorbereidingen worden getroffen voordat het bad wordt geleegd.

### *Hef- of aandrijfsystemen*

Er zijn verschillende soorten hef- en kabelsystemen op de markt waarbij elk systeem voor- en nadelen heeft. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- kabelaandrijving;
- aandrijving met hydraulische cilinders in het bad;
- schaarsystemen;
- duwkettingsysteem.

### *Beweegbare vloer en keerwand in relatie tot het zwembadwater*

Het spreekt voor zich dat de gebruikte materialen in beweegbare bodems en keerwanden geschikt zijn voor de omgeving waarin ze worden ingezet. Dit betekent dat de materialen resistent moeten zijn tegen chloorhoudend water volgens de eisen die gesteld worden aan zwembadwater. Ook mag de zwemwaterkwaliteit niet beïnvloed worden door de toegepaste materialen.

### ***Waterkwaliteit en doorstroming in vloeren en keerwanden***

In de meeste gevallen zijn vloeren en keerwanden voorzien van een dek dat een bepaalde mate van doorlaat heeft zodat het water door de vloer of keerwand heen kan stromen.

Het toevoersysteem en de doorlaat van vloer en keerwand dienen op elkaar afgestemd te zijn om te zorgen dat de waterkwaliteit boven en onder de vloer- en/of wand gegarandeerd is. Met een kleurproef kan worden vastgesteld of deze doorstroming goed is.

## **7.2 Zwembadafdekkingen**

Een zwembadafdekking is een goede manier om energie te besparen. Door een zwembad buiten de openingsuren af te dekken zal het bad door minder uitdamping minder snel afkoelen. Afhankelijk van de situatie en mogelijkheden op locatie kunnen hiermee aanzienlijke besparingen worden bereikt.

Er bestaan verschillende typen en uitvoeringen van zwembadafdekkingen. De belangrijkste afdekkingen zijn folie- en lamellen-afdekkingen.

Folie-afdekkingen zijn te beschouwen als een kunststof doek/kleed dat via een wikkelas over het wateroppervlak wordt gelegd als het bad niet in gebruik is.

Lamellen-afdekkingen bestaan uit onderling verbonden kunststof profielen, die met behulp van geleiders als automatisch werkende systemen kunnen fungeren die net als een folie-afdekking op een wikkelas wordt opgerold.

Een speciale lamellen-afdekking is de zogenaamde vouw-lamel. Deze wordt niet, zoals folie- of de veel voorkomende rol-lamel op een wikkelas opgerold, maar in een droge schacht achter het bassin in zogenaamde pakketten samengevouwen.

**Alle inrichtingszaken moeten geschikt zijn voor de toepassing in een zwembadomgeving. Let hierbij ook op de aanbevelingen in de NPR 9200 (Metalen ophangconstructies en bevestigingsmiddelen in zwembaden).**



8.

**SCHOONMAAK  
EN HYGIËNE**



## 8.1 Inleiding

In de Omgevingswet wordt geëist dat zwembaden gezond en veilig moeten zijn. Dat geldt niet alleen voor het zwembadwater en de lucht, maar ook voor blote-voeten-zones. Door het warme en vochtige klimaat kunnen micro-organismen op de vloer overleven en infecties bij gebruikers veroorzaken. Als zwembadhouder moet je deze risico's in kaart brengen en maatregelen nemen om ze te beheersen. In overleg met de schoonmaak(leverancier) kan er een toegespitst reinigings- en desinfectieplan worden gemaakt. Ook kun je overwegen om het Keurmerk Veilig & Schoon voor het zwembad te behalen om hier een extra stap in te nemen. Reinigings- en desinfectiemiddelen met een Kiwa-keur hebben een voorkeur omdat deze ook in drinkwater gebruikt mogen worden.

## 8.2 Reinigen versus desinfecteren

### *Reinigen/schoonmaken*

Verwijderen van (zichtbaar) vuil waardoor micro-organismen (bijvoorbeeld bacteriën en virussen) zich minder goed kunnen voeden en hechten. Met reinigen wordt een groot deel van de micro-organismen ook fysiek verwijderd. Naast het fysiek verwijderen van micro-organismen, zorgt een goede reiniging ervoor dat een groot deel van de vervuiling van het oppervlak verwijderd wordt waardoor het oppervlak ook voorbereid wordt op een eventuele desinfectie. Hierdoor kan het desinfectiemiddel het oppervlak beter bereiken en hebben micro-organismen veel minder schuilplekken voor het desinfectiemiddel. Zonder goede reiniging vooraf is een desinfectie veel minder effectief.

Begin niet met desinfecteren voordat de oppervlakken grondig zijn gereinigd.

### *Desinfecteren/ontsmetten*

De hoeveelheid micro-organismen wordt gereduceerd tot een aanvaardbaar niveau waarbij het risico op besmetting zeer laag is. Micro-organismen worden met desinfectie afgedood of op een andere chemische wijze onschadelijk gemaakt. Zowel reinigen als desinfectie zijn onderdeel van het hygiëneplan. Desinfectie van een vuil oppervlak leidt tot onvoldoende resultaat. Voor desinfectie dient een toegelaten (Ctgb en ECHA) desinfectiemiddel gebruikt te worden. 'Hygiënische reinigingsmiddelen' en soortgelijke producten mogen hiervoor niet gebruikt worden.

Belangrijk is dat er altijd eerst gereinigd wordt en daarna, indien nodig, desinfectie toegepast wordt. Wanneer er gedesinfecteerd moet worden, hangt onder andere af van het oppervlak en waarvoor het oppervlak gebruikt wordt.

### 8.2.1 Reiniging/schoonmaken

Bij reiniging moet eerst, afhankelijk van het type vervuiling wat verwijderd moet worden, het reinigingsmiddel gekozen worden. Vervolgens wordt bij de reiniging een reinigingsmethode gekozen en er hoort een uitvoeringsprotocol bij.

De reiniging zelf is een afstemming van vier parameters:

1. Chemie:
  - juiste keuze van het reinigingsmiddel;
  - juiste dosering van het reinigingsmiddel.
2. Tijd:
  - inwerktijd van het reinigingsmiddel op de vervuiling.
3. Mechanische actie:
  - keuze van de juiste methode;
  - intensiteit van de methode.
4. Temperatuur
  - de temperatuur waarbij de reiniging plaatsvindt. Over het algemeen zorgt een hogere temperatuur voor een snellere reiniging.

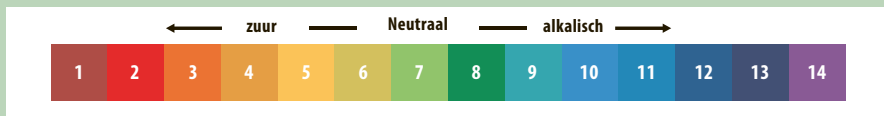
#### *Andere factoren*

- Frequentie:
  - hoe vaak een oppervlak gereinigd wordt per periode.
- Personeel:
  - vakkennis van het (reiniging)personeel;
  - motivatie van de uitvoerenden.

#### *Keuze reinigingsmiddel en dosering*

Vervuiling kan in allerlei soorten en vormen voorkomen. In zwem- en badaccommodaties, en dan vooral de "blote-voeten-zones", komen naast veel losliggende vervuiling ook drie meer specifieke soorten vervuilingen voor; huidvetten, kalkaanslag en micro-organismen. De hoeveelheid vervuiling en de mate van hechting op het oppervlak zijn bepalend voor de inspanning die geleverd moet worden om deze te verwijderen. Huidvetten komen veel voor op douchewanden, glijbaantrappen en bassinrandjes vlak boven het wateroppervlak. Kalkaanslag komt op plaatsen voor waar regelmatig water opdroogt zoals in de natte sanitairgroepen, wederom douchewanden, perrons en afvoergoten. Micro-organismen worden aangetroffen op plaatsen waar het lekker warm en vochtig is en waar voldoende voedsel (lees: vervuiling) aanwezig is. Eigenlijk alle oppervlakken binnen een accommodatie die regelmatig vochtig zijn.

De keuze voor een reinigingsmiddel hangt samen met het soort te verwijderen vuil. Op plekken waar veel organische vervuiling zoals vet, eiwitten en zetmeel (koolhydraten) voorkomt, dient een alkalisch/basisch reinigingsmiddel (minimaal pH  $\geq 8$ ) gebruikt te worden. Als er juist veel anorganische vervuiling is zoals kalk en roest, dan moet een zuur reinigingsmiddel (minimaal pH  $\leq 5$ ) gebruikt worden.



*Afbeelding 8.1 pH-balk: Voor zwembaden heeft een zuur reinigingsmiddel een pH van 5 of lager en een alkalisch reinigingsmiddel een pH van 8 of hoger*

Dit betekent dat voor oppervlakken die regelmatig aangeraakt worden zoals douchewanden, glijbaantrappen en bassinrandjes een alkalisch/basisch reinigingsmiddel gebruikt moet worden en voor oppervlakken waar regelmatig water opdroogt, een zuur reinigingsmiddel.

### **Dosering**

Het is van belang dat de dosering van het reinigingsmiddel conform de productinformatie van de leverancier wordt gebruikt. Dit zorgt voor een optimale werking en veilig gebruik van het reinigingsmiddel. Het is aan te raden hiervoor een doseerunit te gebruiken.

### **Keuze reinigingsmethoden**

Naast een juiste keuze en goede dosering van het reinigingsmiddel is de keuze van de reinigingsmethode minstens zo belangrijk voor een snel en schoon resultaat. Een integraal reinigings- en desinfectieschema voor het betreffende zwembad bepaalt de keuze voor de benodigde reinigingsmethoden. Overleg dit met de schoonmaak(leverancier).

### **Voorbeeld reinigingsprotocol**

De juiste uitvoering van de “natte reinigingstechniek” levert een beter resultaat op. Elke handeling heeft een reden en dient in onderstaande volgorde uitgevoerd te worden:

1. Spuit de perrons af met water zodat de losse vervuiling is verwijderd.
2. Kies het juiste benodigde reinigingsmiddel om de aanwezige vervuiling te verwijderen.
3. Breng het reinigingsmiddel aan in de juiste dosering. Raadpleeg hiervoor de productinformatie.
4. Laat het reinigingsmiddel inwerken conform productinformatie.
5. Tijdens het inwerken reinigen met de door de reiniging-leverancier geadviseerde methode.
6. Na het reinigen overtollig schuim eerst wegtrekken.
7. Afhankelijk van het gebruikte reinigingsmiddel moet het oppervlak nagespoeld worden met overvloedig water. Raadpleeg hiervoor de productinformatie.
8. Oppervlak drogen met de door de reiniging-leverancier geadviseerde methode.
9. Na reiniging, indien nodig, desinfecteren.

### 8.2.2 Desinfecteren/ontsmetten

Voor een goed resultaat is het essentieel dat het oppervlak eerst gereinigd wordt voordat er gedesinfecteerd kan worden. Voor het desinfecteren van oppervlakken mogen alleen producten gebruikt worden met een officieel toelatingsnummer. Het Ctgb, een onafhankelijke instantie, controleert toegelaten desinfectiemiddelen op onder meer de werkzaamheid en veiligheid. Als gebruiker heb je de wettelijke verplichting om alleen toegelaten desinfectiemiddelen te gebruiken. Het kopen, op voorraad hebben en gebruiken van een niet-toegelaten desinfectiemiddel is verboden. Daarnaast ben je als gebruiker verplicht het wettelijk gebruiksvoorschrift te volgen dat op het etiket van het desinfectiemiddel staat.

Het gebruik van zogenaamde gecombineerde reinigings- en desinfectiemiddelen (let op, deze moeten ook een toelating hebben!) wordt sterk afgeraden omdat dergelijke producten binnen een zwembad onvoldoende resultaten opleveren voor zowel reinigen als desinfecteren.

Ook voor desinfectie geldt een werkmethode:

1. Het te desinfecteren oppervlak moet van tevoren gereinigd zijn.
2. Breng het desinfectiemiddel aan volgens de op het etiket vermelde dosering. Let op, je bent wettelijk verplicht deze op te volgen.
3. Laat het desinfectiemiddel inwerken conform de inwerktijd op het etiket.
4. Indien voorgeschreven, oppervlak naspoelen met schoon water.
5. Oppervlak drogen met de op het etiket vermelde methode.

Het is van belang dat de dosering van het desinfectiemiddel conform het etiket wordt gebruikt. Dit zorgt voor een optimale werking en veilig gebruik van het desinfectiemiddel. Het is aan te raden hiervoor een doseerunit te gebruiken.

### 8.3 Reinigingsroosters

Voor een goede hygiëne in zwembadaccommodaties moeten factoren op elkaar afgestemd zijn. Ook een personeelsrooster maakt hier deel van uit.

Door onderstaande factoren schematisch in te vullen, wordt een duidelijk overzicht verkregen waarop eventueel controle en bijsturing kan plaatsvinden:

- het te reinigen oppervlak (evt. per ruimte);
- de benodigde producten en de daarbij behorende doseringen en inwerktijd;
- de toe te passen methoden;
- uitvoeringsfrequenties van dagelijks en periodiek onderhoud.

In afbeelding 8.2 is een voorbeeld van een reinigings- en desinfectierooster weergegeven.

### 8.4 De Arboret

In de Arboret staat dat de werkgever verantwoordelijk is voor een veilige werkplek. Hij moet er ook voor zorgen dat de wettelijke voorschriften door de schoonmaker worden nageleefd. Hiervoor brengt de werkgever de gezondheidsrisico's van

Omschrijving oppervlak/werkzaamheden	Methode	Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo	On Wk	Ev Wk
<b>MAKU-UP BALIE</b>										
Spiegels/balie	sproei	●		●	●		●	●		
Vrij chloor	sop		●			●				
Afvalbakken	sproei		●							
<b>SCHOENENGANG</b>										
	schrobzuig	●				●				
	eenschijf			>					●	
	luiwagen			>						
<b>KLEEDKAMERS</b>										
Vloer aanspuiten	trekker	2	2	2	2	2	2	2		
Vloer reinigen	schrobzuig	●				●		●		
	luiwagen		●		●		●			
	eenschijf			>					●	
	eenschijf			>						●
Vloer desinfecteren	gieter	●	●	●	●	●	●	●		
Banken/kapstok	sop					●				
Deuren/wanden	sproei	●		●						
	steelpad					●				
Afvalbakken	sop					●				
Schroputjes reinigen	luiwagen					●				
Schroputjes desinfecteren	gieter					●				

Afbeelding 8.2 Voorbeeld van een reiniging- en desinfectie rooster

het werk in kaart met een risico-inventarisatie & evaluatie. Vervolgens moet hij doeltreffende maatregelen nemen om deze risico's te beperken. En hij moet zijn werknemers voorlichten over de risico's en de gestelde maatregelen. Deze maatregelen moeten ervoor zorgen dat de blootstelling van schoonmakers aan stoffen tijdens het werk onder de veilige grens (de zogenaamde grenswaarde) blijft.

## 8.5 Spel- en lesmateriaal

Spelelementen (opblaasbare) worden, evenals (schuim) lesmaterialen, na gebruik vaak vochtig opgeborgen. Opgevouwen spelelementen, vochtige naden, nat schuim en een warme omgeving vormen een geschikt milieu voor bacteriën, die zich

hierin vermenigvuldigen. Zwemmers kunnen bij een volgend gebruik van de spel- of lesmaterialen blootgesteld worden aan hoge concentraties bacteriën op het oppervlak van deze materialen, met mogelijk huidklachten als gevolg. Onderzoekers van RIVM geven aan dat drogen van de spel- en lesmaterialen nagroei van bacteriën kan voorkomen. RIVM doet de volgende aanbevelingen:

1. Sla spel- en lesmateriaal na gebruik zo op dat ze goed kunnen drogen. Voor schuim lesmaterialen zou dit kunnen door ze na gebruik op te hangen of weg te zetten in rekken, waardoor het water eraf kan lopen en ze aan de lucht kunnen drogen.
2. Voor grote opblaasbare materialen van zeil (canvas) is het eveneens aan te bevelen de objecten goed te laten drogen of af te drogen alvorens ze leeg te laten lopen en op te vouwen. Wanneer dit niet mogelijk is en de objecten toch nat of vochtig worden opgeborgen, is het noodzakelijk dat zij vóór de volgende ingebruikname worden schoongemaakt.
3. Daarnaast is het verstandig om grote opblaasbare objecten na vochtige opslag te controleren op de aanwezigheid van biofilms (slijmerige en glibberige plekken) voordat deze weer gebruikt worden. Aangetroffen glibberige plekken met water en zeep schoon boenen. Let op dat het water en de zeep niet in het zwembadwater komen, dus goed naspoelen met leidingwater en daarna ook met zwembadwater.
4. Als geen biofilms aangetroffen worden op grote opblaasbare objecten, dan volstaat het om deze vóór gebruik schoon te spuiten met zwembadwater. Let hierbij in het bijzonder op naden en hoeken. Het heeft de voorkeur om deze met enige regelmaat te boenen met water en zeep.



9.

## **TECHNISCH ONDERHOUD EN BEHEER**

## 9.1 Inleiding

Vanaf de inbedrijfstelling van een zwembad is het onderhoud en beheer van de technische installaties een belangrijk onderwerp. Niet alleen de levensduur, maar ook de bedrijfszekerheid van de installatie zijn direct afhankelijk van de mate van onderhoud en beheer en daarmee dus ook aspecten zoals gezondheid en veiligheid van de gebruikers. Een aantal zaken zijn bij het onderhoud en beheer van de installaties van belang.

Ten eerste is een goed onderhouds- en bedieningsvoorschrift belangrijk. In dit voorschrift dienen minimaal de volgende zaken te zijn opgenomen:

- omschrijving van de werking van de installaties;
- onderhouds- en bedieningsvoorschriften van de toegepaste componenten;
- hoe om te gaan met calamiteiten;
- overzicht toegepaste componenten;
- actuele tekeningen en schema's van de installaties;
- garantieverklaringen;
- overzicht met belangrijke telefoonnummers en contactpersonen.

Het bedienend personeel moet na kennisneming van een onderhouds- en bedieningsvoorschrift:

- voldoende kennis hebben van de werking van de installatie en de toegepaste componenten;
- de noodzakelijke "dagelijkse handelingen" kunnen verrichten;
- dagelijks beheer kunnen uitvoeren;
- kunnen ingrijpen bij storingen en calamiteiten;
- een eerste lijns storing kunnen afhandelen.

## 9.2 Opleidingen zwembadtechniek

Het zwembad is voor bezoekers een plek om te ontspannen. Zij vertrouwen erop dat ze veilig kunnen zwemmen. Toch weten we dat er gezondheidsrisico's kunnen ontstaan en dat een ongeluk in een klein hoekje zit. Bij het zorgen voor een veilige zwembadaccommodatie en schoon zwemwater komt veel meer kijken dan de meeste mensen denken. Deskundige technische mensen zijn dan ook onmisbaar in een zwembad. De Nationale Raad Zwemveiligheid heeft de beroepsopleiding Zwembadtechniek opgericht.

De opleiding Zwembadtechniek is ingericht op het zwembad, want de technische installaties en de regelgeving in een zwembadaccommodatie zijn toch *nét* even anders dan bij andere accommodaties.

### *Onderhoudsmedewerker*

De Onderhoudsmedewerker voert dagelijkse watermetingen en filterspoelingen uit. In dit deel van de opleiding krijg je uitleg over de werking van zwembadfilters: hoe moeten deze worden bediend en welke signalen wijzen erop dat er iets mis is.



### ***Medewerker technische dienst***

De Medewerker technische dienst voert (vrijwel) alle onderhoudswerkzaamheden uit in de zwemaccommodatie. Of het nu gaat om zwemwater, luchtbehandeling, drinkwater, verwarming of de constructie; de medewerker technische dienst weet hoe het werkt. Naast het uitvoeren van onderhoud waardoor je afwijkingen voorkomt, leer je hoe te handelen als je toch een afwijking constateert.

### ***Senior medewerker technische dienst***

De Senior medewerker technische dienst kan alle installaties in de zwemaccommodatie bedienen en beheren. Je controleert of alle werkzaamheden en het onderhoud goed en volgens protocollen wordt uitgevoerd. Je moet over voldoende kennis beschikken om een goed overwogen besluit te nemen.

### ***Hoofd technische dienst***

Het Hoofd technische dienst heeft de eindverantwoordelijkheid voor de techniek in meerdere accommodaties. Je weet wat er speelt en wanneer er periodiek onderhoud uitgevoerd moet worden. Je beheert de budgetten en gaat hiermee zorgvuldig om. Je stelt meerjarenplannen en werkprotocollen op samen met de Senior medewerker technische dienst.

## **9.3 Veiligheid**

Arbeidsomstandigheden kunnen invloed hebben op de veiligheid en gezondheid van het uitvoerend personeel. Om deze risico's te beperken moet een zwembad volgens de Arbowetgeving een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) opstellen. Deze RI&E leidt tot een plan van aanpak, waarin de maatregelen staan vermeld om geconstateerde risico's met betrekking tot het verrichten van arbeid te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken.

### **9.3.1 Veiligheid elektrotechnische installatie**

Uiterste voorzichtigheid moet in acht genomen worden tijdens werkzaamheden aan de elektrische installatie en elektrische componenten van de technische installaties. Alleen deskundig opgeleid personeel mag werkzaamheden verrichten aan de elektrische installatie. Onjuist omgaan met de elektrische installatie kan leiden tot lichamelijk letsel en kan aanzienlijke schade toebrengen aan het systeem.

### ***Hoofdschakelaar***

Bij werkzaamheden aan de elektrotechnische installaties moet de hoofdschakelaar uitgeschakeld (stand "0") worden.

**WAARSCHUWING:** Werk nooit aan de elektrotechnische installatie wanneer de hoofdschakelaar ingeschakeld is.

Let op: Bepaalde onderdelen van de elektrische installatie behouden een gevaarlijke lading na het afschakelen van de spanning.

### ***Werkschakelaar***

Alle elektromotoren moeten zijn voorzien van een werkschakelaar. Bij onderhoudswerkzaamheden aan motoren/pompen/

ventilatoren enz. dient te allen tijde de betreffende werkschakelaar uitgeschakeld te worden. Als de werkschakelaar niet binnen zichtbereik is dan moet de voeding naar de hoofdschakelaar uitgeschakeld en geblokt worden.

**WAARSCHUWING:** Werk nooit aan een elektromotor wanneer de bijbehorende werkschakelaar ingeschakeld is.

Opmerking: Een werkschakelaar is bedoeld om een motor spanningsloos te maken voor werkzaamheden aan de motor. Het is geen bedieningsschakelaar en mag ook niet als zodanig gebruikt worden.

### **9.3.2 Veiligheid, bewegende delen, druksystemen en chemie**

#### ***Afschermkappen***

Alle gevaarlijke machinedelen (motor-pompkoppelingen, ventilatoren, enz.) moeten van afschermkappen zijn voorzien. Als de afschermkappen in verband met onderhoud-, service- of storingswerkzaamheden verwijderd moeten worden, moeten ze voor het weer in gebruik nemen op de juiste wijze aangebracht zijn.

**Let op met loszittende kleding en lange haren bij bewegende installatiedelen.**

De installatie bevat delen die erg warm kunnen worden en na het uitschakelen nog geruime tijd warm blijven. Hanteer altijd een afkoelperiode van minimaal 30 minuten alvorens met de werkzaamheden aan te vangen.

Installatiedelen, waaronder leidingwerk, drukvaten en filters, staan onder druk. Voordat gestart kan worden met het uitvoeren van onderhoud of andere werkzaamheden aan de installatie, moet het betreffende systeem drukloos gemaakt worden. Het hele systeem moet hierbij uitgeschakeld zijn.

Uiterste voorzichtigheid moet in acht genomen worden tijdens werkzaamheden aan de chemische installaties zoals de chloordosering, zuurdosering of zoutelektrolyse-installatie. Alleen deskundig opgeleid personeel mag werkzaamheden verrichten aan deze installaties met het in acht nemen van de nodige veiligheidsvoorschriften. Gebruik altijd persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) als er met chemicaliën gewerkt wordt en bij het werken aan chemische installaties!

Het Besluit activiteiten leefomgeving stelt regels ter voorkoming of beperking van nadelige gevolgen voor de leefomgeving, waaronder de veiligheid en gezondheid van de zwemmers en het milieu. Deze regels gelden onder andere ten aanzien van afvalwater en afvalstoffen, bodem, geluid, geur, stof, opslag van (gevaarlijke) stoffen, veiligheid en werking van bepaalde installaties.

### **9.3.3 Hoe te handelen bij calamiteiten**

Om bij calamiteiten adequaat te handelen is een goede bedrijfshulpverlening van belang. De Arbowetgeving schrijft voor dat de wijze waarop de bedrijfshulpverlening is georganiseerd schriftelijk moet zijn vastgelegd en op een begrijpelijke wijze aan de werknemers bekendgemaakt. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een calamiteitenplan.

Het zwembad moet beschikken over een ontruimingsplan. Het ontruimingsplan kan deel uitmaken van het calamiteitenplan, maar is geen vervanging van het calamiteitenplan. Het ontruimings- en calamiteitenplan kunnen worden samengevoegd in een bedrijfsnoodplan.

Wanneer er problemen optreden in de installatie is de operator volledig verantwoordelijk voor:

- het veilig uitvoeren van werkzaamheden of opdrachten betreffende de installaties;
- de veiligheid van personen die op dat moment voor de operator aan het werk zijn.

Neem direct maatregelen om ieder gevaar te voorkomen en hanteer direct de voorschriften ten aanzien van veiligheid op de werkplek, wanneer gevaar of risico's gesignaleerd worden. Controleer de installatie op volledige veiligheid en functionaliteit, voordat de installatie weer opgestart wordt. Instrueer het bedienend personeel en/of derden omtrent eventuele gevaren binnen de locatie (gebouw) en eis dat alle veiligheidsvoorschriften in acht worden genomen tijdens het uitvoeren van het werk.

## 9.4 Onderhoud en bediening

Onderhoud en bediening van de installatie(s) of installatiedelen mag alleen geschieden door vakkundige personen. Deze personen moeten bekend zijn met alle installatiefuncties en geïnformeerd zijn over de mogelijke risico's die aan het werken aan de installatie(s) of installatiedelen verbonden zijn.

Voor het beheer van de elektrotechnische installaties en de elektrische arbeidsmiddelen moet een installatieverantwoordelijke zijn aangewezen, een en ander zoals vastgelegd in de geldende wet- en regelgeving. Deze persoon of rechtspersoon moet instemmen met de configuratie van de elektrische installatie en de elektrische arbeidsmiddelen. Hij ontwikkelt een beleid zodat de elektrische installatie en de elektrische arbeidsmiddelen veilig kunnen worden gebruikt onder de omstandigheden zoals die in het zwembad voorkomen. Hij is ook verantwoordelijk voor het goedkeuren van plannen voor de uitvoering van werkzaamheden en het geven van toestemming voor het uitvoeren van die werkzaamheden.

Start installatie(s) of installatiedelen alleen op wanneer alle onderhouds- en andere werkzaamheden volledig zijn afgerond.

**LET OP:** Stop het systeem in geval van:

- ongewone trillingen/geluiden;
- lekkages;
- vastlopen van motoren;
- abnormaal energieverbruik.

Bij problemen moet de oorzaak onderzocht worden en moeten passende maatregelen getroffen worden. Het opnieuw opstarten van de installatie is alleen toegestaan als eventuele gebreken zijn verholpen.

## 9.5 Algemeen onderhoud

Om de installaties in optimale conditie te houden en de technische levensduur te verlengen moet men de onderstaande regels in acht nemen:

- Laat het onderhoud over aan technisch onderlegde en bevoegde personen;
- Laat tenminste 1x per jaar door een onderhoudsdienst een totale inspectie van de installaties verrichten en leg de conditie hiervan vast;
- Waarschuw onmiddellijk een servicetechnicus bij het optreden van een storing met een duidelijke beschrijving van de storing (evt. foto's meesturen);
- Laat iedere storing zo snel mogelijk verhelpen om verdere schade en kosten te voorkomen.

In de volgende paragraaf volgt een opsomming van diverse onderhoudswerkzaamheden per discipline die alleen door personen mogen worden uitgevoerd die over voldoende technische kennis beschikken.

### 9.5.1 Onderhoud waterzuiveringsinstallatie

Dagelijks onderhoud:

- Per bassin zuurgraad en chloorconcentratie meten en controleren of deze in relatie is met de uitlezing chloor, pH meet- en regelapparatuur c.q. meetwaterpaneel(en).
- De doorstroomhoeveelheid van het bassin controleren met behulp van de aflezing flowsensoren.
- Controle schakelkasten op eventuele meldingen en storingssignaleringen.
- Controle haarvangers op vervuiling.
- Controle filterbedweerstand.
- Opnemen meterstanden van de suppletievoorzieningen.
- Controle doorzicht en meten van het gebonden chloor per bassin.
- Voorraadvalen chemicaliën controleren, waaronder ook zoutbultvat, en controleren op eventuele lekkages.
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionella badwater.
- Controleren parameters uit het GBS.

Wekelijks onderhoud:

- Het controleren en reinigen van de haarvangers.
- Terugspoelen filters, op basis van drukverschillen en gebonden chloor. Tijdens dit proces controle op fluidisatie van het filterbed.
- Vuilvangers van onder andere de chloor- en pH meet- en regelapparatuur schoonmaken.
- Controleren doseerpompen op eventuele luchtbellen in de leiding en/ of pomphuis. Als dit het geval is moeten de doseerpompen ontvlucht worden.
- Injectiepunten van de chemicaliëndosering controleren.
- Verbruik chemicaliën noteren.
- Indien noodzakelijk kalibratie chloor- en pH meet- en regelapparatuur.
- Bij aanwezigheid zoutelektrolyse-installatie controle op de hardheid van het onthard water, d.m.v. de testkit.
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie zwembadwater en drinkwater.

- Filter schakelkast schoonmaken.
- Het reinigen van de bassinbodems m.b.v. een bodemreiniger.



#### Maandelijks onderhoud:

- Filtermedium controleren op juiste hoeveelheid.
- Controleren van de flowsensoren.
- Controleren chemicaliënpompen, injectieventielen op lekkages en verstoppingen.
- Indien aanwezig, UV/UF-RO/AOS-installatie controleren op goede werking.
- Indien aanwezig, monitoring badwaterkwaliteit controleren op juiste werking.
- Controleren persluchtinstallatie op lekkages, geluid en de automatische condens aftap.
- Controleren en testen alle niveaumetingen, alarmen en beveiligingen ten behoeve van de buffers en vuilwaterputten, enz.
- Controle en testen vloerwater alarm(en).
- Controle waterstofcarbonaatdosering (werking en instelling).
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie zwembadwater.

Halfjaarlijks onderhoud:

- Pompen controleren op lekkages en afwijkend geluid.
- Schoonmaken doseerpompen en controleren op goede werking.
- Controleren van de afsluiters op goede werking.
- Controleren en schoonmaken van de debietmeter.
- Controleren totale leidingloop waterbehandeling op lekkages.
- Controleren doseerleidingen chemicaliën op lekkages.
- Filterzand en kool controleren op juiste hoeveelheid en eventueel bijvullen.
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie zwembadwater.

Jaarlijks/meer jaarlijks onderhoud:

- Circulatiepompen controleren op juiste draairichting.
- Thermische schakelaar van pompen controleren op juiste afstelling.
- Vervangen filterzand tussen de tien en vijftien jaar.
- Koolfilter(s), wanneer aanwezig, elke drie á vijf jaar de inhoud vervangen.
- Uitvoeren RI&E legionellapreventie zwembadwater.
- Reinigen bufferkelders.
- Uitvoeren beheersmaatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie zwembadwater.
- Uitvoeren risicoanalyse m.b.t. aanzuiging- en beknellingsrisico's in badwaterbassins.
- Het reinigen onder de beweegbare bodem van het desbetreffende badwaterbassin.
- Schakelkasten controleren en stofvrij maken.
- In/uit bedrijf nemen waterbehandelingsinstallatie moet door vakbekwaam personeel uitgevoerd worden.

## 9.5.2 Onderhoud werktuigkundige installatie

Dagelijks onderhoud :

- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie drinkwater.
- Controleren parameters uit het GBS.

Wekelijks onderhoud werktuigkundige installatie:

- Controle schakelkasten op eventuele meldingen en storingssignaleringen.
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie drinkwater.
- Opnemen meterstanden gasmeter(s) of warmtemeter(s).
- Opnemen meterstanden hoofdmeter(s).
- Pompen/ ventilatoren controleren op lekkages en afwijkende geluiden..

Maandelijks onderhoud werktuigkundige installatie:

- Het controleren van de v-snares van de luchtbehandelingskasten en het waarnemen van evt. afwijkende geluiden.
- Het controleren van het drukverschil over de luchtfilters van de luchtbehandelingskasten.
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie drinkwater.
- Alle verbindingen van leidingsystemen controleren op lekkages en de juiste drukken.

Halfjaarlijks onderhoud werktuigkundige installatie:

- Het laten uitvoeren van een inspectie/onderhoud aan de warmtepompen en koude systemen.
- Het controleren en reinigen van de luchtbehandelingskasten en de watersloten.
- Het vervangen van de filters en v-snaren van de luchtbehandelingskasten (frequentie vervanging kan afwijken van de ligging, omgeving en interne belasting van de locatie).
- Het controleren van de jaloeziekleppen inclusief de aandrijving(en).
- Gebruik voor het onderhoud en beheer van de luchtbehandeling de richtlijn Beheer en onderhoud ventilatie van Binnenklimaat Nederland.
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie drinkwater.
- Het laten uitvoeren van een inspectie aan alle ophangconstructies en bevestigingsmiddelen, volgens de geldende wet- en regelgeving.

Jaarlijks onderhoud werktuigkundige installatie:

- Het laten uitvoeren van een inspectie/onderhoud aan de luchtbehandelingskasten.
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie drinkwater.
- Uitvoeren van de keurkeplecontroles.
- Het controleren van de afsluiters op goede werking.
- Totale leidingsysteem controleren op lekkages.

Jaarlijks en meer jaarlijks onderhoud werktuigkundige installatie:

- Het laten uitvoeren van een inspectie/onderhoud aan de stookinstallatie volgens de geldende wet- en regelgeving.
- Het laten uitvoeren van een inspectie/onderhoud aan de brandstofleiding volgens de geldende wet- en regelgeving.
- Het laten uitvoeren van een RI&E legionellapreventie drinkwater volgens de geldende wet- en regelgeving.
- Uitvoeren maatregelen vanuit het beheersplan legionellapreventie drinkwater.
- Controle blustoestellen door REOB gecertificeerd bedrijf.

### **9.5.3 Onderhoud elektrotechnische installatie**

Dagelijks/wekelijks onderhoud:

- Controle schakelkasten op eventuele meldingen en storingssignaleringen en afwijkende geluiden.
- Controleren op waterlekkages op elektrische componenten.
- Opnemen meterstanden elektrameter(s).

Maandelijks onderhoud elektrotechnische installatie:

- Controleren van de aardlekschakelaars volgens de geldende wet- en regelgeving.
- Het testen van de brandmeldinstallatie en noodverlichting volgens de geldende wet- en regelgeving.
- Controle schakelkasten en frequentieregelaars op afwijkend geluid.

Half/jaar en meer jaarlijks onderhoud elektrotechnische installatie

Het volgens de geldende wet- en regelgeving laten uitvoeren van een inspectie/onderhoud aan de:

- brand- en/of ontruimingsinstallatie;
- noodverlichtingsinstallatie;
- inbraakinstallatie;
- bliksembeveiligingsinstallatie;
- regeltechnische installatie;
- elektrische installatie;
- elektrische arbeidsmiddelen;
- kathodische bescherming;
- alle ophangconstructies en bevestigingsmiddelen (zie ook 10.4).

## 9.6 Uit bedrijf nemen

Voor het uit bedrijf nemen van de waterbehandelingsinstallatie moeten de onderstaande regels in acht worden genomen:

- Suppletie dichtzetten.
- Chloor en pH meet- en regelapparatuur uitzetten en conditioneren.
- Doseerpompen reinigen en leidingwerk doorspoelen met leidingwater.
- Filters terugspoelen.
- Circulatiepompen op de schakelkast van de waterbehandeling uitzetten.
- Circulatiepompen uitzetten met de werkschakelaar.
- Filters aftappen door ontluuchtingskraan op het filter en de aftapkraan onder het filter open te zetten.
- Bufferkelder aftappen.
- Haarvanger aftappen.

**LET OP:** Niet alle aftappen kunnen gelijktijdig geopend worden. Deze monden alle uit in de vuilwaterput. De kans bestaat dat de vuilwaterpomp onvoldoende capaciteit heeft om deze hoeveelheid water te verwerken. Het gevolg hiervan is, dat de vuilwaterput overstroomt en het vloerwateralarm wordt geactiveerd. Wanneer dit laatste gebeurt zal de hele installatie (met uitzondering van de vuilwaterpomp) afschakelen.

Bij het uit bedrijf nemen van filters met kathodische bescherming kan waterstofgas ontstaan als de kathodische bescherming in bedrijf blijft. Bij deze filters moet het filter volledig gevuld blijven met water, om de werking van de bescherming te garanderen en ophoping van waterstofgas te minimaliseren. **LET OP: ontplofingsgevaar!**

In filters is meestal bacteriologische activiteit aanwezig (vooral koolfilters). Gevaar bij het uit bedrijf nemen is dat deze biomassa afsterft, waardoor nare luchtjes kunnen ontstaan.

Zorg altijd voor voldoende ontluuchting, indien mogelijk de mangaten van de filters verwijderen. Of de ontluuchting naar buiten openen voor de afvoer van de ontstane gassen.



## 9.7 Logboek

Vanuit de Omgevingswet is het verplicht om storingen en bijzonderheden te documenteren in een technisch logboek. Dit technisch logboek kan geraadpleegd worden als er bijvoorbeeld medische klachten optreden om te kijken of die bijvoorbeeld aan een storing gekoppeld kunnen zijn.

Naast het technisch logboek moet ook een logboek bijgehouden worden van de waterbehandeling. In dit water-logboek worden de resultaten van de handmatige bemonsteringen vastgelegd en is bijvoorbeeld te vinden wanneer filters gespoeld of schoongemaakt zijn, wanneer de bassinwanden gereinigd zijn en wanneer met de bodemzuiger het bezonken vuil verwijderd is. In een automatische watermonitoring worden de resultaten van de metingen opgeslagen.

Medische klachten worden bijgehouden in het klachten-logboek. Het is belangrijk medische klachten goed te documenteren omdat het vaak niet direct nodig is om medische experts in te schakelen. Als deze er na weken toch bijgehaald worden omdat er meerdere klachten blijken te zijn, is het handig om goede documentatie van alle medische klachten te hebben. Het kan hierbij belangrijk zijn om foto's te bewaren van bijvoorbeeld huiduitslag. Maak eventuele foto's altijd in overleg met de betreffende zwemmer en breng deze bij voorkeur anoniem in beeld. Zorg dat de wet op de privacy geborgd is.

In het logboek Legionellapreventie worden alle zaken rond legionella bijgehouden. Dit betreft de controle op de uitvoer van beheersmaatregelen, de resultaten van periodieke monsternames en eventuele bijzonderheden.

In het logboek Beheersplan Gezondheid en Veiligheid (Omgevingswet) worden alle aspecten met betrekking tot gezondheid en veiligheid van de gebruikers (zwemmers) bijgehouden. Daarnaast staat in dit logboek controle op:

- maatregelen ter beperking van risico van verdrinking;
- maatregelen ter voorkoming en beperking gezondheidsschade door water- of luchtkwaliteit;
- maatregelen ter voorkoming en beperking van letsel;
- maatregelen ter voorkoming en beperking van incidenten en de kans op nadelige gevolgen van incidenten;
- maatregelen ter beperking van nadelige gevolgen van incidenten.

Het Logboek Beheersplan Gezondheid en Veiligheid bevat bovendien een bemonsteringsplan voor de water- of de luchtkwaliteit.



**10.**

**WETTELIJKE ASPECTEN**

## 10.1 Inleiding

Bij zwembaden en regelgeving denk je in eerste instantie aan de veiligheid en gezondheid van de gebruikers, maar er zijn ook regels over duurzaamheid, arbeidsomstandigheden en andere zaken. Tabel 10.1 geeft een overzicht van de verschillende regelgeving voor zwembaden.

Tabel 10.1 overzicht regelgeving voor zmembaden

Onderwerp	Regelgeving
Aanwijzing activiteit gelegenheid geven tot zwemmen of baden	Omgevingswet
Regels voor zwemmen of baden Regels voor opslag chemicaliën Regels voor gezondheid en veiligheid van gebruikers Regels voor gebruik van biociden	Besluit activiteiten leefomgeving
Regels voor (ver)bouwen, gebruiken en slopen RVS inspectieplicht	Besluit bouwwerken leefomgeving
Regels voor energie en duurzaamheid	De codesign verordening
Regels voor drinkwater	Drinkwaterbesluit
Regels voor speeltoestellen	Warenwetbesluit attractie- en speeltoestellen
Regels voor horeca	Warenwetbesluit bereiding en behandeling levensmiddelen
Regels tussen zwembaden en leveranciers	Burgerlijk Wetboek
Regels voor arbeidsomstandigheden	Arbeidsomstandighedenwet
Regels over aansprakelijkheid	Burgerlijk recht en strafrecht
Handhaving procedures	Algemene wet bestuursrecht

In dit handboek worden een paar regelingen nader besproken.

## 10.2 Regels voor gezondheid en veiligheid van gebruikers

Vanaf de inwerkingtreding van de Omgevingswet gelden nieuwe regels om de gezondheid en veiligheid van zwemmers te waarborgen. De regels voor zwemgelegenheden zijn vanaf dat moment vastgelegd in het Besluit activiteiten leefomgeving (hierna afgekort tot Bal), onderdeel van de Omgevingswet. Ten opzichte van de oude Wet Hygiëne en Veiligheid Badinrichtingen en Zwemgelegenheden is het een grote verandering met een totaal andere opzet. In het Bal wordt gewerkt met doelvoorschriften terwijl in de oude wet werd gewerkt met middelvoorschriften. Concreet betekent dit voor de zwemgelegenheden dat er veel minder tot geen regels meer zijn voor de techniek en uitvoering van voorzieningen en materialen.

Om de gezondheid en veiligheid van gebruikers te borgen stelt het Bal drie doelen:

1. Voorkom verdrinking;
2. Bescherm gezondheid;
3. Voorkom letsel.

Om dit te regelen moet degene die gelegenheid geeft tot zwemmen of baden in een badwaterbassin risico's met betrekking tot gezondheid en veiligheid inventariseren en afwegen. Daar waar de risico's te hoog zijn moeten beheersmaatregelen genomen worden. De uitvoering van die beheersmaatregelen is verplicht en wordt bijgehouden in een logboek. Voor bestaande badwaterbassins geldt een overgangstermijn van twee jaar op de risicoanalyse en beheersplan. Nieuwe zwembaden moeten hieraan vanaf dag één voldoen.

Daarnaast moeten zwembaden een bemonsteringsplan hebben. In dit bemonsteringsplan staat beschreven op welke plaats de water- en luchtmonsters genomen moeten worden. Daar hoort een onderbouwing bij om aan te geven waarom juist die plek aangewezen is. Uitgaande van de meest ongunstige plek voor alle parameters. Voor de eigen bemonsteringen staan in dit plan ook de tijdstippen beschreven met onderbouwing waarom twee of drie keer per dag gemeten moet worden. Het bemonsteringsplan moet met de inwerkingtreding van de Omgevingswet operationeel zijn. Het Bal geeft specifieke regels voor andere typen bassins dan de reguliere badwaterbassins met een standaard desinfectie met chloor en een circulatiesysteem. Voor bassins in een zwemgelegenheid bedoeld voor eenmalig gebruik, zwemvijvers, zoutwaterbassins, bronbaden en overige bassins gelden aparte en/of aanvullende regels.

Vanaf de inwerkingtreding van de Omgevingswet moeten alle incidenten bijgehouden worden in een incidentregistratie. Dit houdt in dat alle incidenten in en om het badwaterbassin waarbij gebruikers betrokken zijn vastgelegd moeten worden. De registratie bevat een vermelding van de aanleiding, de eventuele bijzondere omstandigheden van het voorval, de geconstateerde risico's voor de veiligheid van de gebruikers en de maatregelen die getroffen zijn om herhaling te voorkomen. De incidentregistratie moet te allen tijde beschikbaar zijn, maar is verder vormvrij. In dit hoofdstuk wordt alleen algemene informatie uit het Bal weergegeven over de badwaterbassins zoals die in de meest gangbare zwemgelegenheden en sauna's voorkomen. Voor meer specifieke informatie over de overige badwaterbassins en zwemgelegenheden in oppervlaktewater kan de informatie op de website van de overheid worden geraadpleegd.

In het Bal zijn voor de badwaterbassins de strikte eisen voor uitvoering van materialen en voorzieningen uit de oude wetgeving losgelaten en is er meer ruimte voor innovatie en vernieuwing bij het toepassen van technieken en andere vormen van waterbehandeling. Dit biedt nieuwe kansen en mogelijkheden voor duurzame oplossingen en water- en energiebesparing. Er zijn vanuit het Bal dus geen beperkingen voor het toepassen van materialen en technieken zolang deze passen binnen een veilige en gezonde omgeving voor gebruikers van de accommodatie. Om de veiligheid voor gebruikers te borgen is het verplichte onderzoek van de waterkwaliteit aangepast en uitgebreid. De parameters uit de oude wet zijn kritisch bekeken en vervangen door nieuwe en extra parameters die beter aansluiten bij de huidige kennis en inzichten. Zo zijn er nu parameters die een beeld geven van de desinfectie, de waterbehandeling, de verversing, de aanwezigheid van ongewenste micro-organismen, desinfectiebijproducten en de luchtkwaliteit.

In tabel 10.2 wordt een overzicht gegeven van de waterkwaliteitsparameters met daarbij de norm, in welk bassin het moet worden uitgevoerd, de frequentie en de klasse-indeling voor de toetsing.

Tabel 10.2 overzicht waterkwaliteitsparameters Bal

Parameter waterkwaliteit	Norm	Welke bassins	Frequentie *	Klasse indeling
Vrij chloor	$\geq 0,5$ mg/L	Alle	D en M	I
Vrij chloor	$\leq 1,5$ mg/L	Binnenbad	D en M	III
Vrij chloor	$\leq 5,0$ mg/L	Buitenbad	D en M	III
Gebonden chloor	$\leq 0,6$ mg/L	Alle	D en M	III
Zuurgraad	$7,00 \leq \text{pH} \leq 7,60$	Alle	D en M	I
Doorzicht	Bodem zichtbaar	Alle	D en M	I
Troebelheid	$\leq 0,50$ FTE	Alle	M	II
Broomaat	$\leq 100$ µg/L	1x/systeem	K	II
Chloraat	$\leq 30$ mg/L	1x/systeem	K	II
Chloride	$\leq 1000$ mg/L	1x/systeem	M	III
Kaliumpermanganaatverbruik	$\leq 3,5$ mg/L O <sub>2</sub>	1x/systeem	M	III
Nitraat	$\leq 70$ mg/L	1x/systeem	M	III
Som trihalomethanen als CHCl <sub>3</sub>	$\leq 50$ µg/L	1x/systeem	K	II
Ureum	$\leq 2,0$ mg/L	1x/systeem	M	III
Waterstofcarbonaat	$\geq 40$ mg/L	1x/systeem	M	III
Intestinale enterococchen	$\leq 1$ kve/100 mL	Alle	M	II
Legionella	$\leq 100$ kve/L	Kritische punten	HJ	I
Pseudomonas aeruginosa	$\leq 1$ kve/100 mL	Alle	M	II
Sporen van sulfietreducerende clostridia	$\leq 1$ kve/100 mL	Alle	M	II

\*frequentie: D = dagelijks (eigen meting), M = maandelijks, K = 1x /kwartaal, HJ = 1x / half jaar

De dagelijkse metingen moeten altijd door de exploitant zelf worden uitgevoerd. Deze metingen moeten ten minste plaatsvinden binnen een half uur vóór openstelling van het betreffende badwaterbassin en ten minste één keer tijdens de tweede helft van de openstelling van het bassin. Als een badwaterbassin langer geopend is zal vaker dan twee keer gemeten moeten worden. Alle metingen die door een extern geaccrediteerd laboratorium worden uitgevoerd moeten verspreid over de openingstijden en openingsdagen worden uitgevoerd met de minimale frequentie zoals aangegeven in tabel 10.2 hierboven. Bij binnenbaden worden er in het Bal tevens eisen gesteld aan de kwaliteit van de binnenlucht. De meting van de luchtkwaliteit moet door een extern geaccrediteerd laboratorium worden uitgevoerd. De norm is alleen van toepassing bij badwaterbassins die in een gebouw aanwezig zijn. Wanneer er in een gebouw gebruik wordt gemaakt van ozon bij de waterbehandeling dan moet er ook periodiek een meting van ozon in de lucht in het gebouw plaatsvinden. Tabel 10.3 geeft een overzicht van de parameters die in de lucht in het gebouw van het badwaterbassin gemeten moeten worden met daarbij ook vermeld de locatie, frequentie en klasse-indeling.

*Tabel 10.3 luchtparameters voor binnenbaden*

Parameter luchtkwaliteit	Norm	Locatie	Frequentie	Klasse indeling
Trichlooramine	$\leq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lucht	Per gebouw	Jaar	II
Ozon*	$\leq 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lucht	Alle bassins	Kwartaal	I

*\* Let op: alleen van toepassing bij gebruik van ozon in de waterbehandeling*

De resultaten van de metingen van water- en luchtkwaliteit worden getoetst aan de in de tabellen vermelde normen. Hierbij wordt een klasse-indeling gehanteerd. Voor de parameters uit de klasse I geldt dat het badwaterbassin moet worden gesloten als niet aan de norm wordt voldaan. Afhankelijk van de parameter kan het badwaterbassin weer worden geopend als uit een extra meting of maatregel blijkt dat het risico is opgeheven of als weer aan de norm wordt voldaan. Bij de parameters vrij chloor, gebonden chloor, zuurgraad en doorzicht mag de houder de herbemonstering zelf uitvoeren. Bij parameters uit de klasse II moet het badwaterbassin worden gesloten als er twee keer achtereenvolgend niet wordt voldaan aan de norm. Bij klasse III is dit het geval als dat drie keer achtereenvolgend gebeurt. Ook bij klasse II en III geldt dat het badwaterbassin weer mag worden geopend als blijkt uit een (extra) meting dat weer aan de norm wordt voldaan. De jaartoetsing is hiermee komen te vervallen.

Voor alle badwaterbassins wordt in het Bal vereist dat ze worden gevuld met water dat voldoet aan de kwaliteitseisen voor drinkwater zoals aangegeven in het Drinkwaterbesluit bijlage A. Wanneer gebruik wordt gemaakt van een andere bron dan de openbare drinkwatervoorziening dan moet worden aangetoond dat de kwaliteit van het water voldoet aan de genoemde eisen. Volg een opleiding om meer te weten te komen over de Omgevingswet voor zwembaden.

### **Gezondheidsklachten**

Ondanks goede voorzorgsmaatregelen kan het toch gebeuren dat gebruikers gezondheidsklachten ondervinden. Het is belangrijk hier serieus mee om te gaan. Documenteer gezondheidsklachten daarom zo goed mogelijk, met inachtneming van AVG-regelgeving en benader bij twijfel gezondheidsdeskundigen. Raadpleeg bij eventueel besluit tot sluiting van een



*Afbeelding 10.1 Legionella bacteriën*

zwembad om gezondheidsklachten anders dan de genoemde water- en luchtkwaliteitsparameters, altijd een gezondheidsdeskundige om vooraf de voorwaarden voor heropening vast te leggen. Bij vragen over gezondheidsklachten kun je contact opnemen met de plaatselijke GGD of de Arbo-arts. Gespecialiseerde kennis over gezondheidsklachten bij personeel, bezoekers en zwemmers is beschikbaar bij de Zwembadpoli.

## **10.3 Legionella**

We onderscheiden legionellapreventie in zwembadwater en legionellapreventie in drinkwater.

### **10.3.1 Legionellapreventie in zwembadwater**

Badwaterbassins met een of meerdere water-sproeiende (aerosolvormende) onderdelen, moeten de kans op legionellabesmettingen analyseren in een risicoanalyse en waar nodig beheersmaatregelen nemen. Bovendien moeten metingen en monsternames uitgevoerd worden.

#### *Risicoanalyse*

Badwaterbassins met een glijbaan, bruisbad of speelelement moeten in bezit zijn van een risicoanalyse van het zwembadwater. In deze risicoanalyse staat onder andere beschreven waar in de installatie zich kritische punten bevinden. Dit zijn punten waar de legionellabacterie kan overleven en uitgroeien en de waterkwaliteit niet gegarandeerd kan worden. Zo staan eventuele kritische punten omschreven en wordt toegelicht wat er technisch aangepast dient te worden om eventuele risico's te minimaliseren. Voorbeelden van kritische punten waar legionella kan overleven en groeien zijn: omloop/bypassleidingen, niet gebruikte leidingdelen en peilbuizen waar water langere perioden in stil kan blijven staan, luchtleidingen t.b.v. whirlpools of jetstream zonder terugstroombeveiliging, enz. De risicoanalyse moet actueel gehouden worden.

### ***Beheersplan***

Als uit de risicoanalyse blijkt dat legionellabacteriën zich in het zwembadwater kunnen vermenigvuldigen moeten beheersmaatregelen opgesteld worden. Per kritisch punt staan in het beheersplan maatregelen om de legionellagroei te beheersen, zoals het terugspoelen van filters en doorspoelen van bypassleidingen (i.v.m. stilstand). Het uitvoeren van de beheersmaatregelen moet bijgehouden worden in een logboek. Daarnaast staat onder andere aangegeven bij welke kritische punten metingen, monsternames en onderhoud uitgevoerd moeten worden.

De risicoanalyse en het beheersplan moeten op de locatie aanwezig en ter inzage zijn.

### ***Monsternames legionella***

Naast de overige analyses van het zwembadwater worden de aerosolvormende punten twee keer per jaar gecontroleerd op legionella. In het beheersplan staat aangegeven op welke kritische punten bemonsterd moeten worden. De kwaliteitseis voor legionella in zwembadwater is < 100 kve/L.

### **10.3.2 Legionellapreventie in drinkwater**

Locaties zoals zwembaden en sauna's moeten in het kader van legionellapreventie een risicoanalyse en beheersplan van de drinkwaterinstallatie hebben.

### ***Risicoanalyse***

Zwembaden en sauna's worden vanuit het drinkwaterbesluit gezien als een zogenaamde prioritaire instelling. De eigenaar/beheerder van een prioritaire instelling is verplicht om een risicoanalyse legionella van de drinkwaterinstallatie te laten uitvoeren door een BRL6010 gecertificeerd bedrijf. Identiek aan de risicoanalyse van het zwembadwater, wordt in de analyse van het drinkwater beschreven waar in de installatie zich kritische punten bevinden (waar mogelijk de legionellabacterie kan uitgroeien en overleven of de waterkwaliteit niet gegarandeerd kan worden). Voor deze kritische punten wordt toegelicht wat er technisch aangepast dient te worden. Voorbeelden van kritische punten zijn; dode (niet gebruikte) leidingdelen, brandslanghaspels zonder terugstroombeveiliging, opwarming van het drinkwater > 25 °C, enz. De risicoanalyse moet actueel gehouden worden en op de locatie voor de toezichthouder ter inzage aanwezig zijn.

### ***Beheersplan***

In het beheersplan is per kritisch punt aangegeven welk beheer uitgevoerd moet worden, zoals bijvoorbeeld het wekelijks doorspoelen van weinig gebruikte tappunten, uitvoeren van temperatuurmetingen en het jaarlijks controleren van de aanwezige terugstroombeveiligingen (keerkleppen). In het beheersplan staat ook aangegeven op welke kritische punten monsternames en onderhoud uitgevoerd moet worden. Het beheersplan moet actueel gehouden worden en op de locatie aanwezig en inzichtelijk te zijn.

### ***Monstername legionella***

Vanuit de geldende wet- en regelgeving moet elk half jaar gecontroleerd worden op aanwezigheid van legionella. Het aantal te nemen monsters wordt berekend op basis van het aantal aangesloten tappunten in de accommodatie. In het beheersplan



staat aangegeven op welke aerosolvormende punten bemonsterd moet worden. De kwaliteitseis voor legionella in drinkwater is  $<100$  kve/L.

### 10.3.3 Normoverschrijdingen legionella

Bij zwembaden en sauna's worden regelmatig normoverschrijdingen van legionella aangetroffen. In veel gevallen is dit preventief te verhelpen door de installatie aan te passen aan de geldende wet- en regelgeving. Naast het aanpassen van de installatie kunnen aanvullende beheerstaken zoals extra spoelacties van tappunten helpen om de legionellagroei te beheersen. Vaak is dit afdoende om weer onder de norm van  $<100$  kve/L te komen.

### 10.3.4 Alternatieve technieken voor legionellabeheersing

In enkele gevallen blijkt het aanpassen van de installatie en het uitvoeren van extra beheersmaatregelen niet afdoende om de normoverschrijding te verhelpen. Onder bepaalde voorwaarden bestaat dan de mogelijkheid om alternatieve beheer technieken toe te passen. Een alternatieve techniek kan worden geplaatst direct bij het inkomende water (watermeter, leidingdeel of direct bij een (besmet)tappunt).

Voorbeelden van alternatieve technieken zijn:

- filterdouchekoppen;
- ultrafiltratie;
- UV-behandeling;
- koper-zilver ionisatie;
- anodische oxidatie.

Voor meer informatie over het toepassen van een alternatieve techniek kun je terecht bij jouw legionellapreventie-adviseur.

## 10.4 Regels voor RVS

Het gebruik van roestvaststaal (RVS) in zwembaden kan gevaarlijke situaties tot gevolg hebben. Onder invloed van zwembadluchtjes wordt het RVS van binnenuit aangetast, terwijl je aan de buitenkant weinig tot geen corrosie ziet. Het bezwijkgedrag van dit aangetaste RVS is onvoorspelbaar. Deze vorm van corrosie wordt chloride-spanningscorrosie genoemd en komt voor bij RVS dat buiten de zogenaamde spatwaterzone van de badwaterbassins gemonteerd zit. Dus niet de bassin-trapjes, maar de ophanging van diverse installatiedelen. De regels, om RVS in zwembaden te reguleren uit het bouwbesluit, zijn overgenomen in het Besluit bouwwerken leefomgeving. De meeste RVS-soorten mogen volgens deze regels niet in zwembaden toegepast worden.

De Nederlandse Praktijk Richtlijn (NPR 9200:2015) geeft een praktische invulling aan de rijksregels. Hoewel de tekst van de NPR niet naadloos aansluit op de oorspronkelijke tekst van het bouwbesluit wordt nog wel getracht deze aansluiting kloppend te krijgen. Echter bij het ter drukke gaan van dit handboek was daar nog geen overeenstemming over.

Belangrijkste verschil tussen het bouwbesluit en de NPR 9200:2015 is dat het bouwbesluit ervan uit gaat dat, na één nul-inspectie en het aansluitend verwijderen van al het aangetroffen RVS uit de zwembaden, er geen RVS-risico meer is. Wat hier

misgaat is dat RVS na verwijderen vaak weer net zo snel terugkomt in de zwembaden. Bij reparaties of uitbreidingen moet telkens opgelet worden dat de juiste materialen gebruikt worden. Hiervoor is een eenmalige inspectie zoals het bouwbesluit voorschrijft onvoldoende en moeten beheerders van zwembaden continu opletten dat het zwembad vrij blijft van RVS.

Volgens de laatste inzichten kan RVS ook voorkomen in de elektrische installatie. Het RVS wordt dan gebruikt als veerstaal in zogenaamde veerklemverbindingen. Elektriciteitsdraden kun je bij de montage zo in dergelijke veerklemverbindingen steken zonder dat je daarbij een schroefje hoeft aan te draaien. Makkelijk monteren, maar wel een risico in zwembaden. Ook deze RVS-veerklemverbindingen kunnen door de zwembadlucht aangetast worden en bezwijken. Er zijn al enkele voorbeelden van kortsluiting die hierdoor veroorzaakt is. Controleer daarom bij een RVS-inspectie ook op de aanwezigheid van RVS in de elektrische installatie.

## 10.5 Regels voor gebruik van biociden

Besluit activiteiten leefomgeving regelt de handel in en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. In zwembaden moet daarbij gedacht worden aan het gebruik van desinfecterende en schoonmaakmiddelen. Het aanbieden van, het handelen in en het gebruik van biociden is verboden, tenzij deze middelen een toelating van de Commissie toelating gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) hebben krachtens bovengenoemde regelgeving. Om te beoordelen of een bepaald middel kan worden toegelaten spelen drie criteria een rol:

1. de deugdelijkheid van het middel;
2. de veiligheid;
3. de gevolgen voor de leefomgeving (gezondheid van medewerkers en milieu-effecten).

Het is belangrijk om voor alle gebruikte biociden te controleren of deze een Ctgb-toelating hebben en zijn vermeld op een Europese lijst voor toelating, de zogenaamde artikel 95 lijst van de biocidenverordening.

Voorbeelden van dergelijke producten in zwembaden zijn:

- chloorbleekloog (ook uit zoutelektrolyse);
- desinfectiemiddel voor oppervlakken;
- waterstofperoxide;
- ozon (ook als die in-situ geproduceerd wordt).

**Let op:** natriumhypochloriet of chlorinsitu zijn noodzakelijk om ervoor te zorgen dat in het badwaterbassin zelf een biocide aanwezig is. Men noemt dit depotwerking.

## 10.6 Regels voor arbeidsomstandigheden

De Arbowet, of voluit de Arbeidsomstandighedenwet, regelt de arbeidsomstandigheden in het algemeen en de veiligheid, gezondheid en het welzijn in verband met arbeid in het bijzonder. Naast de wettelijke voorschriften bestaan er publicatiebladen van de arbeidsinspectie die een nadere invulling en interpretatie geven van de voorschriften. Voorbeelden zijn: werken op hoogte, werken in een besloten ruimte of persoonlijke beschermingsmiddelen.

## 10.7 Keurmerk Veilig en Schoon

Alle zwembaden in Nederland dienen te voldoen aan gestelde wet- en regelgeving. Om de gezondheid en veiligheid in zwembaden te borgen kan het Keurmerk Veilig en Schoon een hulpmiddel zijn. Het Keurmerk Veilig en Schoon is een door de zwembadbranche ingestelde regeling, met het wettelijk kader als basis en daarbovenop een aantal extra kwaliteitseisen. Het Keurmerk Veilig en Schoon wordt uitgegeven door stichting Zwembadkeur.

## 10.8 Nuttige websites

De laatste versie van wet- en regelgeving is te vinden op de website van de overheid. Daarnaast zijn er normen en standaarden van toepassing op zwembaden, die zijn te vinden bij NEN.

- [wetten.overheid.nl](http://wetten.overheid.nl) (Nederlandse wetgeving)
- [www.nen.nl](http://www.nen.nl) (Normen en standaarden)

De kwaliteitsborging van zwembaden is te regelen via keuringen en inspecties. Verschillende instanties kunnen hierin voorzien. Hieronder een aantal voorbeelden:

- [www.zwembadkeur.nl](http://www.zwembadkeur.nl) (Keurmerk Veilig en Schoon)
- [www.nvwa.nl](http://www.nvwa.nl) (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit)

Samenwerking in de branche wordt op verschillende fronten gestimuleerd. Op de websites van een aantal brancheorganisaties is aanvullende informatie te vinden over zwembaden, bijvoorbeeld over corona en zwemmen op de website van Watervrij.

- [www.watervrij.nl](http://www.watervrij.nl) (vereniging Werkgevers in Zwembaden en Zwemscholen; WIZZ)
- [www.nrz-nl.nl](http://www.nrz-nl.nl) (Nationale Raad Zwemveiligheid)
- [www.hiswa-recron.nl](http://www.hiswa-recron.nl) (HISWA-RECRON)
- [www.sportengemeenten.nl](http://www.sportengemeenten.nl) (Vereniging Sport en Gemeenten)
- [www.knzb.nl](http://www.knzb.nl) (Koninklijke Nederlandse Zwembond)

Informatie over beroepsopleidingen zwembadtechniek is te vinden bij de Nationale Raad Zwemveiligheid. Daarnaast zijn er diverse aanbieders van zwembadopleidingen, waaronder enkele leden van de Expertgroep Zwembaden van ENVAQUA.

- [www.nrz-nl.nl/zwembadtechniek/](http://www.nrz-nl.nl/zwembadtechniek/) (Nationale Raad Zwemveiligheid)
- [www.envaqua.nl](http://www.envaqua.nl) Expertgroep Zwembaden ENVAQUA

Informatie over gezondheidsaspecten voor zwemmers/zwembaden is te vinden op de website van RIVM en de Zwembadpoli.

- [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)
- [www.zwembadpoli.nl](http://www.zwembadpoli.nl)



11.

**WOORDENLIJST**

<b>AOX</b>	Groep desinfectiebijproducten die aan actieve kool gebonden kan worden.
<b>Bal</b>	Besluit activiteiten leefomgeving.
<b>Bbl</b>	Besluit bouwwerken leefomgeving.
<b>Centrifugaalpomp</b>	Roterende pomp, waarbij de vloeistof door middel van een waaier (middelpuntvliegend, zoals bij een centrifuge) wordt verpompt.
<b>Chlooraminen</b>	Bijproduct van de chlorering van bijvoorbeeld ammoniak en ureum (chloor-stikstof-verbindingen). Zie ook gebonden chloor.
<b>Coagulatie</b>	Invangen van colloïdale deeltjes m.b.v. vlokmiddel.
<b>Colloïdaal</b>	Zeer fijn verdeelde vaste stoffen in een vloeistof.
<b>Colorimetrie</b>	Methode, waarbij een indicator reageert met een te bepalen stof en waarbij de intensiteit van de gevormde kleurcomponent wordt afgelezen als de concentratie.
<b>Comparator</b>	Meetinstrument, voorzien van een kleurenschijf, waarmee visueel de concentratie van een te bepalen stof kan worden afgelezen (zie colorimetrie).
<b>Ctgb</b>	Commissie toelating voor gewasbeschermings- en bestrijdingsmiddelen.
<b>DBP's</b>	Desinfectiebijproducten zoals gebonden chloor, trichlooramine en trihalomethanen.
<b>Debietmeter</b>	Meetinstrument om de hoeveelheid water per tijdseenheid in een leiding vast te stellen.
<b>Desinfectie</b>	Letterlijk; verminderen van de kans op een infectie. In de volksmond; het afdoden (decimeren) of inactiveren van micro-organismen.
<b>DPD</b>	Reagentia die gebruikt wordt voor bepaling van vrij en totaal chloor.
<b>Drukval</b>	Drukverlies over bijvoorbeeld een filter als gevolg van de weerstand in dat filter.
<b>Filtratiesnelheid</b>	De hoeveelheid water die door een oppervlak stroomt, uitgedrukt in m <sup>3</sup> per m <sup>2</sup> per uur (of m/h).
<b>Flocculatie</b>	Toevoegen van een vlokmiddel om daarmee de coagulatie op gang te brengen.
<b>Fotometer</b>	Elektronisch meetinstrument voor de colorimetrische bepaling.
<b>GBS</b>	Gebouw beheer systeem.
<b>Gebonden chloor</b>	Som van de hoeveelheid mono-, di- en trichlooramine in water. Gebonden chloor ontstaat in de reactie tussen vrij chloor voor voornamelijk zwemmersvuil. Gebonden chloor heeft een lichte desinfecterende werking. Deze meetparameter dient als maat voor de verontreiniging van het zwembadwater.

<b>Haarvanger</b>	Grofvuilfilter in de waterbehandelingsinstallatie, voor bescherming van de pompen.
<b>Hi-rate zandfilter</b>	Gesloten zandfilter, waarbij onder druk met hoge filtratiesnelheid wordt gefiltreerd.
<b>Kaliumpermanganaat-verbruik</b>	Hoeveelheid kaliumpermanganaat ( $\text{KMnO}_4$ , die wordt gebruikt bij de bepaling van opgeloste verontreinigingen van vooral menselijke oorsprong.
<b>Kruisstroomplatenwisselaar</b>	Pakket van geribbelde platen met kruislings twee luchtstromen. Op deze wijze wordt warmte overgedragen van de afvoerlucht naar de toevoerlucht.
<b>kve</b>	Kolonie vormende eenheid.
<b>Latente warmte</b>	Energie-inhoud door de in de lucht aanwezige waterdamp.
<b>Membraandoseerpomp</b>	Doseerpomp, waarbij m.b.v. van een zuiger een membraan heen en weer wordt bewogen en zo m.b.v. ventielen vloeistof wordt aangezogen en verpompt.
<b>Overloopgoot</b>	Voorziening in badrand waarmee de bovenste waterlaag wordt afgeroomd.
<b>Oxidatie</b>	Chemische verbranding van organische verontreinigingen in zwembadwater.
<b>Ozon</b>	Zeer giftige zuurstofverbinding, die wordt gebruikt voor de oxidatie van organische verontreinigingen. Het rest ozon moet altijd worden verwijderd voordat het zwembadwater terug naar het badwaterbassin gaat.
<b>Pathogene micro-organismen</b>	Ziekteverwekkende bacteriën, virussen en schimmels.
<b>PBM's</b>	Persoonlijke beschermingsmiddelen.
<b>pH-correctie</b>	Correctie van de zuurgraad van zwembadwater.
<b>pH-elektrode</b>	Elektrode, waarmee de zuurgraad (pH) in zwembadwater kan worden bepaald.
<b>Fenolrood</b>	Kleurstof die als indicator wordt toegevoegd bij colorimetrische pH-bepaling.
<b>Potentiometrische analyse</b>	Methode om het gehalte van een stof in water te bepalen door het meten van het potentiaalverschil met een voor deze stof specifieke elektrode.
<b>Redoxpotentiaal</b>	Bepaalde waarde van het potentiaalverschil tussen een meetelektrode en een oplossing, waarbij de concentratie van bijvoorbeeld de zuurgraad of het vrij chloorgehalte kan worden afgelezen.
<b>Relatieve luchtvochtigheid (RV)</b>	Relatie (verhouding) tussen de werkelijke aanwezige waterdamp en het hoogst mogelijk te bevatten waterdamp in lucht bij een gegeven luchttemperatuur.
<b>REOB</b>	Regeling erkenning onderhoud blusmiddelen.
<b>RO</b>	omgekeerde osmose, vaak in combinatie met UF toegepast in een UFRO installatie.

<b>Skimmer</b>	Overloopvoorziening aan de zwembadrand, waarmee de bovenste waterlaag wordt afgeroomd.
<b>Slangenpomp</b>	Doseerpomp, waarbij m.b.v. van rollen vloeistof door slang wordt geperst.
<b>Trichlooramine</b>	Vluchtig deel van gebonden chloor (chlooraminen) die irritaties zoals rode ogen, geïrriteerde slijmvliezen en luchtwegklachten kan veroorzaken bij zwemmers/gebruikers en zwembadpersoneel.
<b>Trihalomethanen</b>	Bijproducten van de chlorering van zwembadwater, zoals bijvoorbeeld chloroform en bromoform (chloor-koolstof-verbindingen) afgekort THM's.
<b>UF</b>	ultrafiltratie.
<b>Ureum</b>	Eén van de organische bestanddelen van urine en zweet. Grootste bron van stikstof in zwembadwater en daarmee dus belangrijkste bouwsteen voor gebonden chloor (chlooraminen).
<b>Ureumreductor</b>	Filter, gevuld met actief kool, voor biologische verwijdering van ureum uit zwembadwater.
<b>UV-behandeling</b>	Waterbehandeling waarbij energierijk ultraviolet-licht gebruikt wordt om organische stoffen in zwembadwater af te breken (foto-oxidatie).
<b>Vlokmiddel</b>	Chemische stof, meestal een polyaluminiumchloride, die na dosering aan zwembadwater uitvlokt en waarmee verontreinigingen worden gebonden, waarna ze gefiltreerd kunnen worden.
<b>Voelbare warmte</b>	Energie-inhoud door de temperatuur van de lucht.
<b>Vrij chloor</b>	Som van de hoeveelheid onderchlorigzuur (HOCl), hypochloriet-ion (OCl <sup>-</sup> ), en elementair chloor (Cl <sub>2</sub> ), nodig voor de desinfectie van zwembadwater.
<b>Warmtewisselaar</b>	Toestel, waarin warmte door middel van bijvoorbeeld een buizensysteem wordt overgedragen aan een andere vloeistof of luchtstroom. Warmtewisselaar kan ook gebruikt worden om restwarmte terug te winnen.
<b>WKK</b>	Warmte kracht koppeling.



12.

**INFORMATIE VAN  
LEDEN & AUTEURS**



## 12.1 Nawoord van ENVAQUA

Zwemmen is gezond. Zwemmen is sport, zwemmen is topsport. Zwemmen is heel leuk en zwemmen brengt mensen samen. Kortom, zwemmen biedt al het goede dat we nodig hebben om een duurzame en gezonde samenleving te hebben. De 120 lid-bedrijven van branchevereniging ENVAQUA werken met elkaar en hun opdrachtgevers dagelijks aan de technologie die nodig is om deze duurzame samenleving mogelijk te maken.

Al een aantal jaren werken verschillende Ministeries aan de nieuwe Omgevingswet en zoals je misschien weet, de inwerkingtreding is al een aantal keer uitgesteld. De nieuwe Omgevingswet stelt nieuwe eisen aan het ontwerp en de dagelijkse bedrijfsvoering van onze zwembaden. Met de update van het Handboek Zwembaden informeert de Expertgroep Zwembaden van ENVAQUA je over diverse aspecten van deze nieuwe regels. Daarnaast is dit handboek een naslagwerk om de achtergronden en werking van diverse zwembadtechnieken te begrijpen.

In de afgelopen jaren heeft de Expertgroep met veel partnerorganisaties, experts en andere stakeholders samengewerkt om de technologische uitdagingen en ambities van zwembaden te bespreken en uit te werken. Ik nodig je van harte uit om voor eventuele vragen of opmerkingen over dit handboek contact op te nemen met de Expertgroep Zwembaden via: [info@envaqua.nl](mailto:info@envaqua.nl).

Ik wens je veel gebruiksplezier toe met dit handboek.  
Ignaz Worm, directeur ENVAQUA

## 12.2 Info ENVAQUA

Samenwerking en versterking zijn de kernwoorden die omschrijven waar ENVAQUA voor staat. ENVAQUA is een krachtige verbinder en vertegenwoordiger van water- en milieutechnologische bedrijven. Bovendien is ENVAQUA gelieerd aan FME, de ondernemersorganisatie voor de technologische industrie. Dit zorgt voor een sterke verbinding met de hele technologische sector en biedt kansen op het gebied van kennisdeling en kruisbestuiving.

### *Missie ENVAQUA*

De missie van ENVAQUA is om onze omgeving leefbaar en gezond te houden en klimaatverandering te beperken en te beheersen.

### *Visie ENVAQUA*

De visie van ENVAQUA is dat integrale technologische oplossingen onmisbaar zijn om terug te keren naar schone buitenlucht, water, bodem en grondstoffen. De leden van ENVAQUA opereren in de diepte van deze vier sectoren en op de onderlinge snijvlakken ertussen.

Binnen ENVAQUA zijn verschillende expertgroepen actief. Relevante expertgroepen waarmee Zwembaden samen kan optrekken zijn de expertgroepen: Legionella, Biociden, Afvalwater (Watercycle) en Lucht.

### *Expertgroep Zwembaden*

De Expertgroep Zwembaden wil een autoriteit zijn op het gebied van kennis van water, lucht en milieu in zwembaden. De Expertgroep Zwembaden wil hierbij zichtbaar en toegankelijk zijn in de markt van de zwembaden waarbij belanghebbenden de Expertgroep weten te vinden.

De doelstellingen van de Expertgroep zijn:

- gezien worden als onafhankelijke experts;
- specifieke zwembadkennis ontsluiten naar onze achterban;
- stakeholders actief doorverwijzen naar de Expertgroep Zwembaden;
- ingeschakeld worden bij vragen/thema's waarvan wij kennis in huis hebben.

“Wij hebben kennis van het proces dat nodig is om een goede zwemomgeving te creëren.”

Onze expertisegebieden zijn onder andere: waterbehandeling, klimaatbeheersing, meet- en regeltechniek, duurzaamheid en energiebesparing, technische exploitatie, zwembadopleidingen en wet- en regelgeving.

## **12.3 Auteurs**

- Marcel van den Berg (Hellebrekers)
- Maarten Remmerswaal (Nouryon)
- Hans Schoon (OMEGAM-Water)
- Henk Vissers (Eurofins C-mark)
- Ton van Remmen (Van Remmen UV Techniek)
- Rob van Esch (VGE)
- Erik Brink (VDH watertechnology)
- Henk van der Laan (Normec Kalsbeek)
- Erik Buter (Hollander Techniek)
- Frank Ottenhof (Inducon)
- André Bos (Pro Water BV)
- Gertjan Middendorf (Rosenberg klimaattechniek)
- Maarten Keuten (Hellebrekers/TU Delft) eindredactie

## 12.4 Informatie van de leden

---



**Bedrijf:** C-Mark  
**Url:** [www.c-mark.nl](http://www.c-mark.nl)  
**Specialisme:** Zwemwater, Drinkwater, Proceswater, Wetgeving

---



**Bedrijf:** Hellebrekers  
**Url:** [www.hellebrekers.nl](http://www.hellebrekers.nl)  
**Specialisme:** Hellebrekers is specialist in gebouw- en procesinstallaties. Wij ondersteunen klanten met duurzame totaaloplossingen, van ontwerp tot en met realisatie, onderhoud én beheer van technische installaties. Dit doen wij voor publieke zwembaden, therapiebaden, subtropische zwembaden en luxe baden op jachten. Hiermee heeft Hellebrekers in de Nederlandse zwembadsector een sterke en toonaangevende marktpositie opgebouwd.

---



**Bedrijf:** Hollander Techniek  
**Url:** [www.hollandertechniek.nl](http://www.hollandertechniek.nl)  
**Specialisatie:** Zwembadtechniek in alle facetten, wetgeving, verduurzamen

---



**Bedrijf:** Inducon BV  
**Url:** [www.inducon.nl](http://www.inducon.nl)  
**Specialisme:** Afdelingsinstallaties en beweegbare vloeren voor zwembaden



**Bedrijf:** Nobian Industrial Chemicals BV  
**Url:** [www.nobian.com](http://www.nobian.com)  
**Specialisme:** Chlor-Alkali & Chloromethanes

---



**Bedrijf:** Normec Kaslbeek  
**Url:** [www.normeckalsbeek.nl](http://www.normeckalsbeek.nl)  
**Specialisme:** Specialist op het gebied van waterbehandeling, Legionella en VGM.

---



**Bedrijf:** OMEGAM-water  
**Url:** [www.omegam-water.nl](http://www.omegam-water.nl)  
**Specialisme:** OMEGAM-Water B.V. is een onafhankelijk onderzoek- en adviesbureau op het gebied van water. Vanuit ons hoofdkantoor in Wognum en onze steunpunten in Oegstgeest en Wijk bij Duurstede ondersteunen en adviseren wij onze klanten in met name Noord-West Nederland. Tot onze klanten behoort een zeer groot aantal gemeenten, rijksoverheden, zwembaden, hotels, campings, sauna's, ziekenhuizen, zorginstellingen, scholen, fabrieken en bedrijven.

---



**Bedrijf:** Pro Water  
**Url:** [www.prowater.nl](http://www.prowater.nl)  
**Specialisme:** Meet- en regeltechniek

---



**Bedrijf:** Rosenberg  
**Url:** [www.rosenberg.nl](http://www.rosenberg.nl)  
**Specialisme:** Luchtbehandeling zwembaden, Life Cycle Cost, Wetgeving



**Bedrijf:** Uvox  
**Url:** [www.uvox.com](http://www.uvox.com)  
**Specialisme:** Desinfectie systemen van zwembadwater



**Bedrijf:** VDH watertechnology  
**Url:** [www.vdhwater.nl](http://www.vdhwater.nl)  
**Specialisme:** VDH watertechnology bv is een gezond en dynamisch bedrijf dat sinds 1978 gespecialiseerd is in het ontwikkelen, ontwerpen, fabriceren, installeren en inbedrijfstellen van zoutelektrolyse installaties en toebehoren. Als Electrolysis Expertise Center opereren we wereldwijd in samenwerking met ons moederbedrijf ProMinent GmbH.



- Bedrijf:** Van Remmen UV Technology
- Url:** [www.vanremmen.nl](http://www.vanremmen.nl)
- Specialisme:** UV desinfectie specialist. Van Remmen UV staat voor hoogwaardige en energiezuinige UV technologie voor behandeling van water en andere vloeistoffen die aantoonbaar beter zijn dan de standaard in de markt. De technologieleider voor duurzame UV technologie met het beste resultaat voor mens, markt en maatschappij. Van Remmen UV biedt kennis en oplossingen op het gebied van waterkwaliteit en – zuivering. Dé partner voor desinfectie en oxidatie door middel van UV technologie voor iedereen en elke organisatie die (samen) werkt mét en áán water.



- Bedrijf:** VGE B.V.
- Url:** [www.vgepro.com/nl/](http://www.vgepro.com/nl/)
- Specialisme:** UV-desinfectie van water, lucht en oppervlakken



ISBN 0-100-23456-7

[info@ENVAQUA.nl](mailto:info@ENVAQUA.nl) | [www.ENVAQUA.nl](http://www.ENVAQUA.nl)