

**Auteurs** Ir. J.G. (Gertjan) Middendorff<sup>1</sup>, Ing. Stefan Brouwer<sup>2</sup>, Ing. Bernhard Veldhuijzen<sup>2</sup>, Marcel van den Berg<sup>3</sup>

<sup>1</sup> (Rosenberg en Binnenklimaat Nederland)

<sup>2</sup> (Hollander Techniek)

<sup>3</sup> (Hellebrekers)

# Handboek zwembaden vanuit de Omgevingswet

*De Expertgroep zwembaden van Water Alliance (voorheen Envaqua) heeft een volledig nieuwe versie van het Handboek Zwembaden gerealiseerd. De insteek van het handboek is om de lezer te inspireren vanuit alle aspecten die een bijdrage leveren aan een veilige, gezonde en duurzame zwembadbeleving. In dit handboek hebben de samenstellers op eenvoudige, begrijpelijke en vooral praktische wijze uitleg gegeven over de basisprincipes van waterbehandeling, luchtbehandeling, beheer en onderhoud in zwembaden. Het Handboek gaat uit van de nieuwe Omgevingswet per 1 januari 2024 en is vrij toegankelijk te lezen op: [wateralliance.nl/expertgroepen/eg-zwembaden/](http://wateralliance.nl/expertgroepen/eg-zwembaden/).*

*Het nieuwe handboek is vooral voor de Nederlandse markt relevant want nergens ter wereld zijn relatief zo veel zwembaden als in Nederland. Van oorsprong waren zwem- en badinrichtingen vooral sociale ontmoetingsplekken. Om daarvan te kunnen genieten is een veilige en hygiënische zwemvoorziening een belangrijke voorwaarde.*

*De expertgroep Zwembaden heeft als belangrijk doel om ervoor te zorgen dat de exploitatie van zwembaden op een veilige gezonde en duurzame manier gebeurt. Met het uitbrengen van het Handboek Zwembaden heeft de branche een belangrijk instrument in handen om daarvoor te zorgen. Dit artikel geeft een korte samenvatting van het Handboek Zwembaden zoals deze door de Expertgroep Zwembaden van Water Alliance is opgesteld. De samenvatting van het onderdeel waterbehandeling uit het handboek is in dit artikel geschreven door Stefan Brouwer en Bernhard Veldhuijzen. Gertjan Middendorff heeft hierbij het onderdeel klimaatinstallaties verzorgd.*

## Waterbehandeling

Om het zwemwater voor iedereen gezond en veilig te houden is het noodzakelijk om het continu te behandelen. Wat we ons tijdens het zwemmen meestal niet realiseren, is dat we allerlei verontreinigingen met ons meenemen het water in: haren, zeepresten, dode huidcellen, zweet, cosmetica, maar ook miljarden bacteriën. Voordat we ingaan op de waterbehandeling een opmerking vooraf: voor het zwemmen eerst naar het toilet en douchen. Hiermee raken we een groot deel van bovengenoemde vervuiling alvast kwijt, wat resulteert in schoner zwemwater voor iedereen en minder werk voor de waterbehandelingsinstallaties.

Als we in een zwemwaterbassin om ons heen kijken, zien we dat het zwemwater via goten of roosters in de wand wordt afgevoerd. Dit zwemwater ondergaat een geheel behandelproces om vervolgens weer toegevoerd te worden aan het bassin. De technische installaties die hiervoor nodig zijn, worden vaak opgesteld in een grote kelder onder een zwemcomplex. Het waterbehandelingsproces voor een openbare zwemwatergelegenheid bestaat globaal uit de volgende stappen:





Foto 1 en 2: Handboek  
Zwembaden.

### Bufferen

Het afgevoerde water vanuit het bassin wordt opgevangen in een bufferkelder. Deze bufferkelder heeft verschillende functies:

- opvangen van 'verdringingswater' als gevolg van de lichaamsinhoud van de zwemmers
- opvangen van golfbewegingen, denk bijvoorbeeld aan een 'bommetje'
- opslaan van een spoelwatervoorraad voor het terugspoelen van de filters

### Voorfiltratie

Voor een goede filtratie en desinfectie van het zwemwater dienen de grove verontreinigingen (stukjes zwemspeelgoed, haren, pleisters, etc.) vooraf te worden verwijderd.

Meestal vindt voorfiltratie plaats middels een 'haarvanger'. Dit is een groot geperforeerd korffilter, welke voor de circulatiepompen geïnstalleerd wordt, en tegelijkertijd dient als bescherming voor de pomp.

Een meer geavanceerde manier van voorfiltratie is het gebruik van een trommelfilter, waarin het zwemwater zeer fijn wordt voor-gefilterd middels filterdoeken. Een trommelfilter wordt geplaatst in het gootleidingwerk, nog voor dat het afgevoerde zwemwater in de bufferkelder (stap 1) beland.

### Transport

De aan- en afvoer van het zwemwater (circulatie) van en naar het bassin wordt verzorgd door frequentieregelde circulatiepompen. Volgens de huidige wetgeving moet het circulatiedebiet bepaald worden op basis van de bassin-inhoud in combinatie met de bassindiepte. In de nieuwe zwemwaterwetgeving, waarover straks meer, is er echter geen vereiste meer aan de rondpompcapaciteit, maar dient voldaan te worden aan een uitgebreide set parameters. Het goed selecteren en energiezuinig aansturen van deze circulatiepompen is van groot belang, omdat deze pompen 24/7 draaien. Denk hierbij aan het terugtoeren van de pompen buiten bedrijfstijden.



Foto 3:

Zwembadfiltratie.

### Filtratie

Het filter wordt wel het 'hart' van de zwembadinstallatie genoemd. Hier vindt de fijne filtratie plaats waardoor het zwembadwater – bij juist bedrijf - helder blijft. In Nederland wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van zandfiltratie.

Tijdens filtratie stroomt het zwembadwater van boven naar beneden door het zandbed, waarbij de vuildeeltjes achterblijven in het zandbed. Vaak wordt dit uitgevoerd in combinatie met een vlokmiddel, om kleine deeltjes aan elkaar te binden en de filtereffectiviteit te vergroten. Gedurende de filtratie raakt het zandbed steeds meer vervuild waarbij de druk over het filter oploopt. Na verloop van tijd wordt het filter 'teruggespoeld', waarbij het water in omkeerde richting door het zandbed geperst wordt. De verontreinigingen komen hierbij los uit het zandbed en worden afgevoerd naar het riool.

In plaats van de gangbare zandfiltratie kan er ook gebruik gemaakt worden van membraanfiltratie. Membraanfilters zijn opgebouwd uit meerdere membranen van een poreus keramisch gesteente welke de organische en anorganische vervuiling uit het water filteren met een laag spoelwaterverbruik.

### Oxidatie en desinfectie

Micro-organismen en opgeloste verontreinigingen kunnen niet afgevangen worden door een filtratie-systeem. Daarom is er desinfectie nodig. Het doel van desinfectie is om eventuele bacteriën en virussen uit te schakelen en te doden. In Nederland wordt gebruik gemaakt van chloorverbindingen als desinfectiemiddel. Chloor is in staat om micro-organismen binnen te dringen en te doden.

Het toevoegen van desinfectant kan middels het doseren van natriumhypochloriet (chloorbleekloog) vanuit traditionele chloortanks. Een milieuvriendelijker en veiliger alternatief is een zoutelektrolyse systeem, waarbij (natrium-)hypochloriet

aangemaakt wordt op locatie. Als er gebruik gemaakt wordt van membraanelektrolyse, wordt er chloorgas ( $\text{Cl}_2(\text{g})$ ) aan het water toegevoegd. Voor het afdoden van bacteriën en algen wordt daarnaast ook gebruik gemaakt van UV als aanvulling op de chlorering, zodat het chloorverbruik daalt.

### pH-correctie

Omdat natriumhypochloriet een hoge pH (basisch) heeft, zorgt het doseren hiervan voor een verhoging van de pH van het zwembadwater. Daarom is het noodzakelijk om de pH te corrigeren met bijvoorbeeld zwavelzuur. Dosering van chloorgas zorgt daarentegen voor een verlaging van de zuurgraad van het water, waardoor er een base toegevoegd dient te worden.

Daarnaast zorgt de uitdrijving van  $\text{CO}_2$  voor een pH-verhogend effect. Dit effect is bijzonder sterk aanwezig in baden met veel wateractiviteit, zoals bruisbanken en whirlpools. Om een stabiele pH-waarde te krijgen in het bassin wordt er tot slot nog bicarbonaat gedoseerd.

### Bassindoorstroming

Na bovenstaande behandelstappen wordt het water weer toegevoerd aan het bassin middels roosters/inspuisers. Bij het ontwerp van de bassins dient gezorgd te worden voor een goede verdeling van de toevoerroosters, zodat een gelijkmatige verdeling bereikt wordt en er geen dode hoeken met slecht doorstroomde zones ontstaan. Een goede waterverdeling in het bassin is enorm belangrijk voor de waterkwaliteit.

### Wetgeving en monitoring

Het wel of niet goed functioneren van een zwembadbehandelingsinstallatie staat in direct verband met de gezondheid van de zwemmers. Daarom is er uitgebreide regelgeving, die voorschrijft hoe een waterbehandelingsinstallatie bedreven moet worden. In de bestaande wet- en regelgeving (WHVBZ /

BHVBZ–Wet / Besluit Hygiëne en Veiligheid Badinrichtingen en Zwemgelegenheden) is sprake van veelal technische maatregelen en voorschriften, naast diverse waterkwaliteitsparameters.

In de nieuwe zwemwaterwetgeving (Besluit Activiteiten Leefomgeving, BAL, Hs. 15 – onderdeel van de Nieuwe Omgevingswet) is echter niet langer sprake van een middelvoorschrift met technische maatregelen en eisen, maar een doelvoorschrift waarin extra water- én luchtkwaliteitsparameters zijn opgenomen.

De dagelijkse metingen moeten hierbij tenminste plaatsvinden een half uur voor openstelling van het betreffende badwaterbassin en tenminste 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. De parameters welke hierbij dagelijks gemeten dienen te worden zijn:

- Vrij chloor
- Gebonden chloor: Het gehalte gebonden chloor in een bassin veroorzaakt chlooramines. De belangrijkste bron voor de vorming hiervan zijn urine en zweet. Deze chlooramines zorgen voor de bekende 'chloorlucht' in zwembaden.
- Zuurgraad
- Doorzicht
- Totaal beschikbaar chloor  
Op basis van het Totaal Beschikbaar Chloor (TBC) en het Gebonden Beschikbaar Chloor (GBC) kan het Vrij Beschikbaar Chloor (VBC) bepaald worden. Dit zijn de actieve chloorverbindingen welke de desinfectie verzorgen.

Naast bovengenoemde dagelijks te meten parameters zijn er nog diverse aanvullende parameters, zoals genoemd in het BAL, die

maandelijks, halfjaarlijks of jaarlijks bemonsterd en gelogd dienen te worden. Bij het niet voldoen aan de eisen kan een waarschuwing of zelfs een zwembad sluiting volgen.

#### Klimaatinstallaties

##### Luchtkwaliteit

Ook met de best mogelijke waterbehandeling komen er bijna altijd hinderlijke bijproducten uit het wateroppervlak vrij. Het afvoeren van deze bijproducten door ventilatie met voldoende verse buitenlucht is noodzakelijk om zo de bijproducten te verdunnen en een gezonde luchtkwaliteit te bereiken. De nieuwe wet- en regelgeving stelt immers harde eisen aan de luchtkwaliteit. Hiervoor dient de hoeveelheid trichlooramine in de lucht op de meest kritische plaats jaarlijks gemeten te worden. Ook een goede luchtverdeling en doorspoeling in de zwemzaal is noodzakelijk voor een goede luchtkwaliteit.

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 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 (absolute vochtigheid). Duitse VDI richtlijnen gaan uit van 14,3 gram waterdamp per kilogram lucht en



Foto 4: Zwemmer

staan 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.

### 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 luchtverdeelstelsel (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.

### 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 de luchtvochtigheid te borgen:

- het comfort van personeel en gebruikers
- het voorkomen van condensatie- en corrosieschade aan het gebouw en de installaties

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 verdampt moet dus worden afgevoerd door ventilatie.

Voor het bepalen van de ventilatiehoeveelheid wordt volgens de Duitse richtlijn VDI 2089 uitgegaan van buitenlucht met 9 gram waterdamp per kilogram lucht. Het absolute vochtgehalte in de buitenlucht op warme zomerdagen is vele malen hoger dan het absolute vochtgehalte op een winterdag. In de winter kan de absolute vochtigheid van de buitenlucht al snel dalen tot onder de 2 gram per kilogram. In

de wintersituatie is het dus 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. In de zomer moet vaak met 100% buitenlucht geventileerd worden.

### Hoeveelheid waterdamp

De hoeveelheid vocht die uit het bad verdampt, is afhankelijk van de bezetting van het bad, de watertemperatuur en luchtcondities, het wateroppervlak en de intensiteit waarmee water en lucht met elkaar in contact komen (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:

$$M_w = (\beta / (R_d \cdot T_m)) \cdot (p_{dw} - p_{dl}) \cdot A_b$$

$M_w$  : evaporating water flow [kg/h]

$\beta$  : water transfer coefficient [m/h]

$R_d$  : specific gas constant for water vapour [J/kgK]

$T_m$  : arithmetic mean water and air temperature [K]

$p_{dw}$  : saturation pressure water vapour at water temperature [Pa]

$p_{dl}$  : water vapour pressure of the swimming hall air [Pa]

$A_b$  : reference water area of the pool [m<sup>2</sup>]

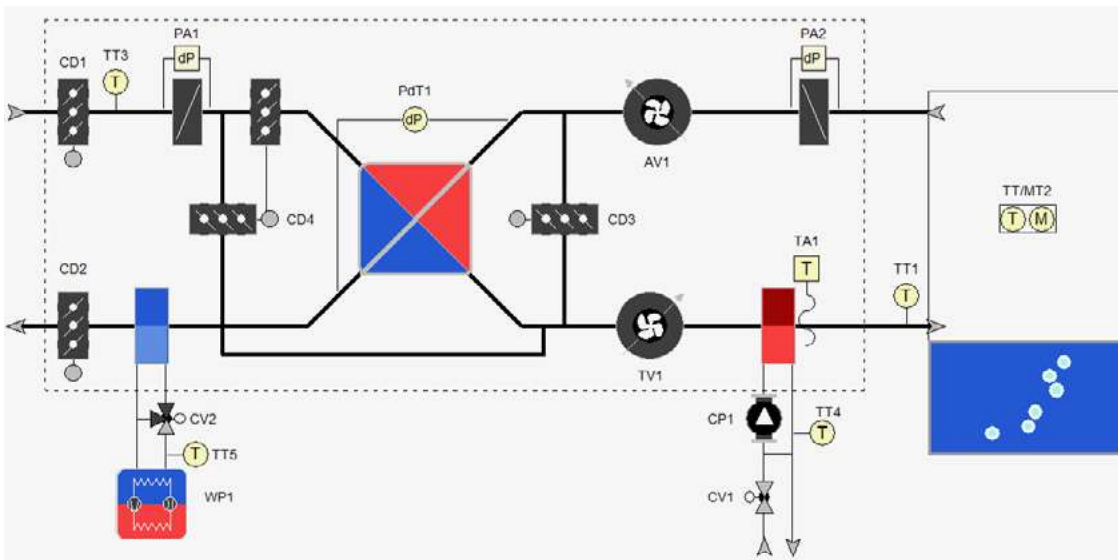
Deze richtlijn (geen norm) is opgesteld door de Verein Deutscher Ingenieure. Je kunt op deze wijze berekenen hoeveel waterdamp je moet afvoeren door te ventileren met de in absolute zin drogere buitenlucht en zo de vochtigheid in de zwemzaal te regelen. De capaciteit van de klimaatinstallaties wordt op deze wijze bepaald. Er zijn ook andere berekeningsmethodes beschikbaar zoals ASHRAE maar de VDI 2089 wordt vaak 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 volledig 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.

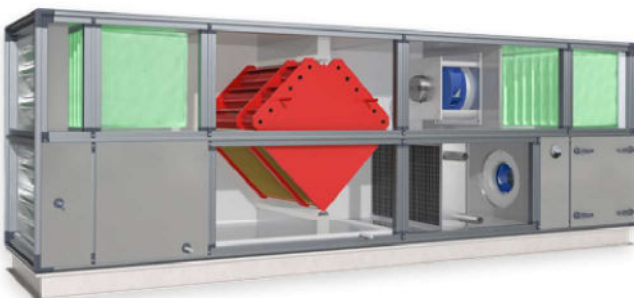


**Figuur 1:** Principe schema van een luchtbehandelingskast met kruisstroomwisselaar

### 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. 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. Het is belangrijk om te zorgen voor regeltechnische grip op het buitenlucht-aandeel, ook met het oog op de luchtkwaliteitseisen in de nieuwe wet- en regelgeving.



**Foto 5:** Open opbouw van een luchtbehandelingskast met kruisstroomwisselaar

### Warmteterugwinning uit ventilatielucht

In klimaatinstallaties kan warmte teruggewonnen worden uit:

- voelbare warmte
- latente warmte

Stel dat in een zwembad 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 warmteterugwinrendement worden gerealiseerd van circa 70% tot circa 85%. Dit wordt in de praktijk meestal gerealiseerd met behulp van een kruisstroom-platenwisselaar.

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 bijvoorbeeld het badwater toegevoegd. Het is raadzaam om bij de keuze van een warmtepomp de extra warmteopbrengsten af te wegen tegen de investeringen, levensduur en onderhoudskosten.



Hoofdauteur: Ir. J.G. (Gertjan) Middendorff  
(Rosenberg en Binnenklimaat Nederland)