

## Verzadigingsindex of Langelier index

Water dat gebruikt wordt om het zwembad te vullen en het suppletiewater is gewoonlijk leidingwater met een constante en bekende samenstelling. Door toevoeging van chemische producten aan het zwembadwater (voor desinfectie, oxidatie en pH beheersing) ontstaat een verandering van de oorspronkelijke samenstelling. Ook andere factoren zoals temperatuur en waterbeweging kunnen een verandering van de (gewenste) watersamenstelling veroorzaken. Tot slot is het toepassen van zoutelektrolyse systemen op basis van membraantechnologie en ook het gebruik van RO installaties nadelig voor de Langelier-index.

### Begrippen

Afhankelijk van de samenstelling van het zwembadwater kunnen zich de volgende verschijnselen voordoen:

- Het water is agressief ten opzichte van onbeschermde metalen en kalkhoudende materialen zoals de voegen tussen de tegels, beton etc.
- Het water vertoont neiging tot kalkafscheiding, ketelsteenvorming.
- Het water gedraagt zich neutraal; geen aantasting van metalen en kalk en geen kalkafscheiding.

Zwemwater kan dus, afhankelijk van de samenstelling, zowel kalkagressieve (kalkoplossende) als kalkafzettende eigenschappen hebben. Beide situaties kunnen de nodige problemen opleveren. Bij het afzetten van kalk zal het water troebel kunnen worden, waardoor problemen ontstaan met het doorzicht. Bovendien zal een afzetting van kalk op de bodem en wanden van het bassin kunnen optreden of kunnen de poriën (openingen) in het filter verstopt raken, waardoor de filtratie minder goed zal verlopen. Naast de noodzaak om het filter vaker terug te spoelen, zal dit op den duur tot een verminderde waterkwaliteit leiden.

Bij een kalkagressieve waterkwaliteit zal het aanwezige kalk in het zwembassin (zoals in het beton of tussen de voegen van de tegels) langzaam maar zeker oplossen. Uiteindelijk betekent dit dat de tegels zelfs kunnen loslaten. Daarnaast zullen ook metalen (o.a. in de leidingen) worden aangetast, omdat niet, zoals bij een goed kalkevenwicht, een dun beschermend laagje kalk op het metaal wordt afgezet. De hierdoor optredende corrosieverschijnselen kunnen uiteindelijk leiden tot lekkages en/of beschadigingen van de diverse appendages.

***Om te bepalen of het water kalkagressief dan wel kalkoplossend is, kan de zogenoemde Langelier- index worden bepaald.***

De factoren, die volgens Langelier van invloed zijn op de bovenstaande verschijnselen, zijn:

- pH-waarde
- temperatuur
- alkaliteit
- calciumhardheid

Teneinde te kunnen beoordelen of in een gegeven type water evenwichtscondities heersen, dienen de evenwichtsbepalende grootheden bekend te zijn. Voor een dergelijke beoordeling is door Langelier een methode ontwikkeld, waarbij met de bepaling van de temperatuur, het totale gehalte aan opgeloste stoffen (als maat voor de ionensterkte), het gehalte calcium-ion, het gehalte waterstofcarbonaat-ion en de pH kan worden volstaan. Uit de eerste vier grootheden kan volgens een formule de evenwichts-pH ( $pH_{ev}$ ) worden berekend.

In het verleden was de bepaling van de Langelier-index een werkje dat beter door een laboratorium kon worden uitgevoerd. Tegenwoordig is het met de nieuwste meetapparatuur mogelijk om deze Langelier-index zelf op het zwembad te bepalen. Het Palintest® programma biedt hiervoor eenvoudige Pooltesters of zeer nauwkeurige fotometers (Pooltest 7, 9 en 25).

## Formule voor de berekening van de Verzadigings-Index

$$V.I. = pH + TF + AF + CF - 12,1$$

V.I.	Verzadigings-Index volgens Langelier.
pH	De gemeten pH-waarde van het watermonster.
TF	De invloed die de temperatuur van het zwembadwater heeft in de formule volgens de onderstaande tabel TF.
AF	De invloed van de alkaliteit in de formule, gemeten als waterstofcarbonaat ( $HCO_3^-$ ) of als calciumcarbonaat ( $CaCO_3$ ) volgens de tabel AF.
CF	De invloed van de calciumhardheid, gemeten als calciumcarbonaat volgens de tabel CF.
12,1	Constante voor water met een vast stofgehalte van niet meer dan 1000 mg/l.

## Invloeden van de verzadigings-index V.I.

Rekenkundig zijn er drie mogelijkheden:

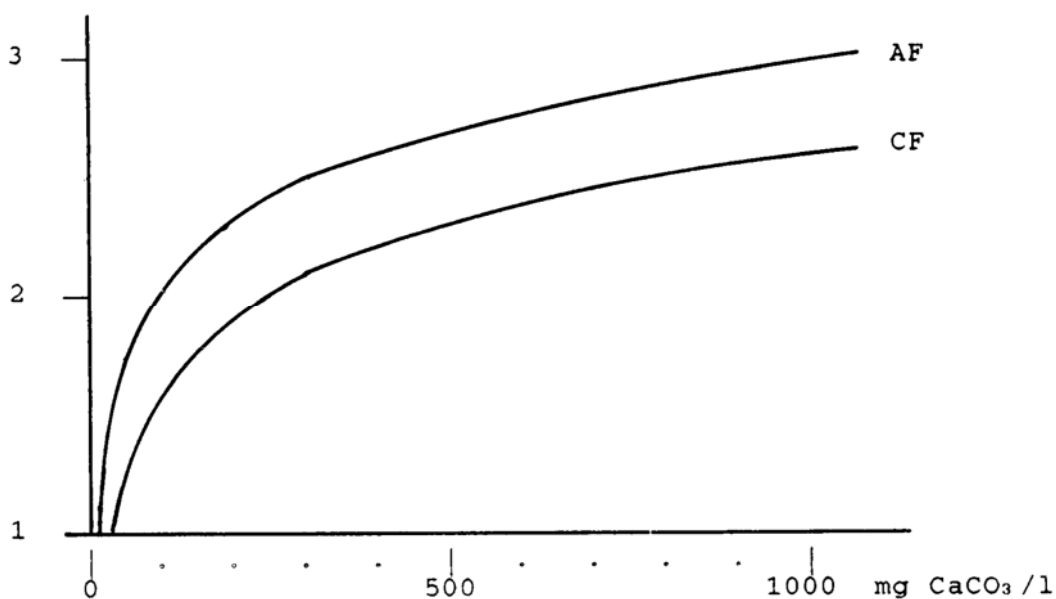
$V.I. = 0$	het water is in evenwicht.
$V.I. \geq 0$ en $\geq + 0,5$	uit het water kunnen afzettingen van kalk neerslaan en/of troebelingen veroorzaken.
$V.I. \leq 0$ en $\leq - 0,5$	het water tast kalkhoudende materialen en onbeschermden metalen aan.

Aanbevolen wordt de waarde van de V.I. zo dicht mogelijk bij de waarde nul te houden:

$$-0,3 \leq V.I. \leq + 0,3.$$

## Factoren

pH	De waarde van de pH heeft voor 100% invloed op de som van de factoren en is daarmee de belangrijkste factor; ook voor de beheersing van de V.I. ondanks de beperking van de WHVBZ. Voor zwembadwater geldt: $6,8 \leq pH\text{-waarde} \leq 7,8$ .
TF	De temperatuur van het zwembadwater heeft geringe invloed op de V.I. en men kan van geval tot geval bezien of men deze factor constant houdt. Zie tabel TF.
AF	De alkaliteit-factor is na de pH-waarde de belangrijkste factor in de formule, met een grootste variatie tussen 15 en 180 mg waterstofcarbonaat/l.
CF	De invloed van de calciumhardheid op de waarde van de V.I. is minder dan van de alkaliteit, zoals uit de onderstaande grafiek en de tabellen valt te constateren.



Grafiek van de factorwaarden van AF en CF gemeten als CaCO<sub>3</sub>.

### Tabellen

°C	TF
0	0,0
3	0,1
8	0,2
12	0,3
16	0,4
19	0,5
24,5	0,6
29	0,7
34,5	0,8
40,5	0,9

CaCO <sub>3</sub> mg/l	AF
25	1,4
50	1,7
75	1,9
100	2,0
150	2,2
200	2,3
300	2,5
400	2,6
800	2,9
1000	3,0

CaCO <sub>3</sub> mg/l	CF
25	1,0
50	1,3
75	1,5
100	1,6
150	1,8
200	1,9
300	2,1
400	2,2
800	2,5
1000	2,6

## Bepalingen

- pH De bepaling van de pH-waarde kan eenvoudig met behulp van een fenolrood tablet of nog nauwkeuriger met een draagbare pH-meting bepaald worden.
- TF De temperatuur wordt met behulp van een nauwkeurige elektronische meter bepaald. In de tabel TF wordt de bijbehorende factorwaarde opgezocht en in de formule ingevuld.
- AF De alkaliteit (mg) waterstofcarbonaat/l ( $\text{HCO}_3^-/\text{l}$ ) wordt eenvoudig met behulp van een tablet-titratie bepaald. In de tabel AF kan de factorwaarde worden opgezocht en vervolgens in de formule worden ingevuld.
- CF De calciumhardheid (mg) calciumcarbonaat/l ( $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ) wordt ook eenvoudig met behulp van een tablet-titratie bepaald. In de tabel CF wordt de bijbehorende factorwaarde opgezocht en in de formule ingevuld.

Wanneer alle factoren bekend zijn, kan men de waarde bepalen van de verzadigingsindex V.I. Aan de hand van voorbeelden zullen we bekijken welke invloed de diverse parameters op de waarde van de V.I. hebben en op welke wijze deze invloeden gecompenseerd kunnen worden.

## Voorbeelden

### Voorbeeld 1

Parameter	Meetwaarde	Factor
pH-waarde	7,6	7,6
Temperatuur	25 °C	0,6
Alkaliteit	100 mg/l $\text{CaCO}_3$	2,0
Calciumhardheid	150 mg/l $\text{CaCO}_3$	1,8
Som factoren		12,0

$$\text{V.I.} = 12,0 - 12,1 = -0,1$$

Conclusie: Dit water is praktisch neutraal, correcties zijn niet nodig.

### Voorbeeld 2

Parameter	Meetwaarde	Factor
pH-waarde	7,2	7,2
Temperatuur	30 °C	0,7
Alkaliteit	30 mg/l $\text{CaCO}_3$	1,46
Calciumhardheid	200 mg/l $\text{CaCO}_3$	1,9
Som factoren		11,26

$$\text{V.I.} = 11,26 - 12,1 = -0,84$$

Conclusie: Dit water is agressief, men moet maatregelen nemen om schade aan de installatie te voorkomen.

## Correcties

### V.I. is te laag

In geval van een negatieve V.I., lager dan -0,3, is het gewenst een correctie aan te brengen. De V.I. moet verhoogd worden en dit kan gerealiseerd worden door de som van de factoren te verhogen, door één of meer meetwaarden te verhogen.

De meetwaarden die hiervoor in aanmerking komen zijn:

- pH-waarde tot max. 7,6
- Alkaliteit tot max. 300 mg CaCO<sub>3</sub>/l
- Calciumhardheid tot max. 200 mg CaCO<sub>3</sub>/l

#### *pH-waarde*

Verhoging van de pH-waarde met natronloog of soda kan gebruikt worden als korte termijn oplossing. Voor een goed desinfectie rendement is een pH-waarde van 7,1 tot 7,3 het beste.

#### *Alkaliteit*

Verhoging van de alkaliteit kan men bereiken door het waterstofcarbonaat gehalte van het water te verhogen met behulp van natriumbicarbonaat (natriumwaterstofcarbonaat). Wanneer het tekort aan waterstofcarbonaat structureel is door suppletiewater met een te laag HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> gehalte of door een regelmatig verlies van koolzuurverbindingen ten gevolge van waterbeweging of luchtgeisers, verdient het aanbeveling een oplossing van natriumbicarbonaat d.m.v. een doseersysteem te doseren. Zie: verhoging van het waterstofcarbonaat gehalte met natriumbicarbonaat.

#### *Calciumhardheid*

Suppletiewater met een geringe hardheid bevat naast een laag gehalte calcium- en magnesiumverbindingen ook vaak te weinig koolzuurverbindingen, waardoor vrij snel een negatieve V.I. ontstaat. Het gehalte aan calciumverbindingen in het water kan men verhogen door aan het water calciumchloride toe te voegen. Het tussenschakelen van een "Dolomietfilter" in een bypass kan ook uitstekende diensten verrichten omdat daardoor ook het waterstofcarbonaat-gehalte verhoogd wordt. Zie: verhoging van de calciumhardheid met calciumchloride.

### V.I. is te hoog

In geval van een positieve V.I. hoger dan +0,3 is het gewenst de V.I. te verlagen. In tegenstelling tot verhoging van de V.I. zijn de mogelijkheden door verlaging van de V.I. beperkter. Verlaging van de pH-waarde d.m.v. een zuurdosering is eenvoudig genoeg. Verlaging van het HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> gehalte is mogelijk door een intensieve beluchting van het water in combinatie met een automatische pH-correctie. Verlaging van de calciumhardheid is alleen mogelijk door een gehele of gedeeltelijke ontharding van het water d.m.v. een waterontharding. Tot een zo kostbare behandeling zal men alleen in uitzonderlijke omstandigheden besluiten.

### Opmerking

**Indien mogelijk moet men proberen een verhouding tussen calciumhardheid en waterstofcarbonaat gehalte te scheppen waarbij:  $AF - 0,7 = CF$**

**Bij uitzonderlijk lage waarden voor waterstofcarbonaat bestaat het gevaar dat een pH-verlaging doorschiet naar waarden beneden pH 5,0. Bij deze pH-waarden is "chloor" in het water deels aanwezig als chloorgas. Chloorgas in de zwemzaal kan tot ernstige vergiftiging aanleiding geven!**