

Zwembijvers



Oriënterend onderzoek

Auteurs:
Nick Wijnbeek
Rienk Venhuizen

Module: Realisatie VHL Velp

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in het kader van de major Realisatie te van Hall Larenstein. In dit rapport is een analyse gedaan naar natuurlijke zwembijvers.

In Meerstad, de nieuw te realiseren stad ten oosten van Groningen, komt een grote recreatieplas te liggen en wij willen onderzoeken of de recreatieplas in Meerstad geschikt is om als zwembijver te functioneren. Het zwaartepunt ligt op de particuliere zwembijvers omdat hierover veel bekend is, en door zijn omvang goed te zuiveren is

Onze dank gaat uit naar J. Spoelstra, die ons geholpen heeft tijdens de begeleidingen op Hogeschool van Hall Larenstein te Velp.

Venbeek Realisatie

Nick Wijnbeek,
Rienk Venhuizen

Inhoudsopgave

	Inleiding	4
1.	Overzicht natuurlijke zwemvijvers	5-8
1.1	Zwemvijvers algemeen	5
1.2	Private natuurlijke zwemvijvers	5
1.3	Openbare natuurlijke zwemvijvers	7
2.	Zuivering natuurlijke zwemvijvers	9-18
2.1.	Welke eisen aan bacteriën?	9
2.2	Welke stoffen filteren?	10
2.3	Zuiveringsmethode/ filters	12- 18
	2.2.1 Planten	12
	2.2.2 Beheer	16
	2.2.3 Conclusie zuiveringsmethodes	18
2.3	Beplanting	19-21
	2.3.1 Oever- en moerasplanten	19
	2.3.2 Drijvende waterplanten	20
	2.4.3 Ondergedoken waterplanten	20
3.	Inrichting zwemvijvers	22-26
3.1	Afmeting	22
3.2	Materiaalkeuze	22
3.3	Beplanting	23
3.4	Impressies zwemvijvers	24
4.	Normen en regel- en wetgeving zwemvijvers	27
4.1	Private natuurlijke zwemvijvers	27
4.2	Openbare natuurlijke zwemvijvers	27
5.	Conclusies	28
	Bronnenlijst	29

Inleiding

Vijvers zijn belangrijke rustieke elementen. Iedereen wil zijn vijver zo helder mogelijk hebben. Toen er het idee kwam of er ook in gezwommen kon worden zijn hier veel experimenten naar gedaan. Uiteindelijk is de zwemvijver ontstaan. Er zijn 2 vormen van zwemvijvers die in dit rapport behandeld worden, namelijk: openbare natuurlijke zwemvijvers en private natuurlijke zwemvijvers. Wij onderzoeken in dit rapport hoe in deze zwemvijvers de natuurlijke zuivering werkt en of deze toegepast kan worden in het meer van Meerstad. Wij verstaan onder zwemvijvers, vijvers die puur biologisch worden gereinigd, zonder toevoeging van chemische reinigingsmiddelen.

Wij hebben wij onszelf de volgende vraag gesteld:

‘Hoe werkt de zuivering in natuurlijke openbare of natuurlijke private zwemvijvers en is het mogelijk deze natuurlijke zuivering in het meer van Meerstad toe te passen?’

Het rapport wat nu voor u ligt bestaat uit een onderzoek naar de 2 verschillende vijvers, de zuiveringstechnieken daarvan, de inrichting en de normen en regel- en wetgeving van het zwemwater.

.

1. Overzicht natuurlijke zwembijvers

1.1 Zwembijvers algemeen

‘Wat is nu eigenlijk een zwembijver?’

Een zwembijver is in principe hetzelfde als een vijver qua ecologische zuivering. Naast het vijver(reinigings)gedeelte is bij een zwembijver een dieper gedeelte aangelegd, gescheiden van de waterplanten, als zwembgedeelte. Omdat deze onderdelen gescheiden zijn is het nodig om op kunstmatige manier het water te circuleren door de vijver. Dit gebeurt door middel van een pomp.

Als een zwembijver op de juiste manier aangelegd wordt, is de duurzaamheid groot. Dit betekent dat de vijver na aanleg zonder veel onderhoud zijn ecologisch evenwicht behoudt en voor lange tijd meegaat.

De voordelen en nadelen van een zwembijver zijn op een rijtje gezet, om zo te laten zien waarom men ervoor kan kiezen een zwembijver aan te leggen.

Voordelen:

- Minder onderhoud t.o.v. een zwembad.
- Geen chemische toevoegingen, zuivering op een natuurlijke manier.
- Flora en fauna.
- Vormgeving vrij te bepalen t.o.v zwembad.
- Past in geheel groene buitenruimte.
- Beleving vier seizoenen(denk ook aan spelen ijs, of rustiek element in de tuin).

Nadelen:

- Woord zwembijver heeft een negatieve bijklank.
- Meer oppervlakte nodig t.o.v. zwembad.
- Contact met reptielen.
- Soms alg als gevolg natuurlijke processen.

(bron: Powerpoint presentatie zwembijvers in de openbare ruimte en in tuinen, W. van Ginkel, koninklijke van Ginkel Groep.)

1.2 Private natuurlijke zwembijvers

Het ontstaan van de zwembijver is niet afgeleid van klassieke zwembaden. Ze zijn ontstaan uit experimenten. Deze experimenten zijn gedaan door veel vijverliefhebbers die het water in hun vijver helder willen hebben. Er is een belangrijke overeenkomst voor de zwembijver. Deze vijver kan aan de ene kant een siervijver zijn en aan de andere kant een zwembad. De zwembijver is buiten het zomerseizoen ook een rustiek en aantrekkelijk waterelement in de tuin.

Natuurlijke zwemvijvers zijn een vrij nieuw begrip in de tuinwereld dat snel aan populariteit wint. Het is een gebruikelijke vijver, maar dan ingericht als zwembijver. Dit betekent dat de vijver makkelijk schoon te maken moet zijn, er ruimte moet zijn om in te zwemmen en een zelfreinigende werking moet hebben door middel van planten. Een ecologische cyclus die ook in normale vijvers aanwezig is, zorgt voor de reiniging van het water. Voor de reiniging worden dus geen chemische middelen gebruikt. De reiniging gebeurt door het circuleren van water langs bepaalde water- en oeverplanten. Deze helofyten zuiveren het water, zorgen voor zuurstof in het water en maken het water helder. De circulatie gebeurt vaak via een pomp. Om de ecologische processen zo min mogelijk te storen wordt een diervriendelijk voorfilter gebruikt. In tegenstelling tot openbare natuurlijke vijvers staan zwembijvers niet in verbinding met de ondergrond en het grondwater. De vijver is opgebouwd uit een gesloten bak, afgewerkt met verstevigd vijverfolie. Dit is noodzakelijk om de vijver goed schoon te kunnen houden en op alle plaatsen een vijver te kunnen realiseren (ook waar het grondwater diep zit). Waar wel contact met de bodem is kunnen sporen en mineralen in het water oplossen en zo een natuurlijke balans in stand houden. In zwembijvers is het noodzakelijk om deze sporenelementen en mineralen toe te voegen. In de regel wordt een zwembijver in oppervlakte half om half ingericht als zwemgedeelte en reinigingsgedeelte (zie figuur 1.1).



Figuur 1.1: Zwembijver: in het midden het zwemgedeelte, daar omheen de beplanting. (bron: www.oase-livingwater.com/pdb/data)

Dit reinigingsgedeelte is ondieper, zodat waterplanten optimaal kunnen groeien. Het zwemgedeelte wordt vaak op 1,5 meter diep uitgevoerd. Een pomp zorgt voor een circulatie van zwemgedeelte naar reinigingsgedeelte en terug. Soms worden ter bevordering van het opwarmen van een zwembijver panelen gebruikt die water met behulp van zonnewarmte opwarmen. Zo kan in het voorjaar eerder, en in het najaar later gebruik van de zwembijver worden gemaakt. Deze manier van opwarmen neemt echter wel veel ruimte in. Bij dit opwarmen dient wel rekening te worden gehouden met het feit dat bij hogere temperatuur zich sneller algen gaan ontwikkelen. Echter, in water met een lage voedselrijkheid is deze bedreiging erg klein. (bron: www.lillypond.nl)

Vijvers kunnen, als ze eenmaal een goede ecologische balans hebben opgebouwd, lange tijd meegaan zonder dat er hoeft worden ingegrepen. Echter, zoals bij zwembijvers, wordt er regelmatig gebruik van gemaakt door

de mens. Hierdoor kan deze balans mogelijk uit evenwicht raken. Het formaat van de zwembad en de frequentie van het gebruik ervan spelen hierbij een belangrijke rol. Hier zijn geen exacte cijfers over bekend, omdat naast deze 2 factoren er nog veel meer factoren meespelen, zoals temperatuur.

1.3 Openbare natuurlijke zwembaden

Een openbare zwembad is een bad dat op natuurlijke wijze gefilterd wordt en waarin iedereen mag zwembaden (zie figuur 1.2)



Figuur 1.2: Openbare natuurlijke zwembad met een groot helofytenfilter van in elk geval rietbeplanting (bron: www.tourism-impuls.com).

De openbare natuurlijke zwembad lijkt enigszins op de private natuurlijke zwembad. Toch zijn er twee verschillen binnen deze baden, namelijk (verkregen uit presentatie van Ginkel Groep, zwembaden in de openbare ruimte en in tuinen):

- Meer kennis wet- en regelgeving nodig voor de openbare natuurlijke zwembad.

Voor een openbare natuurlijke zwembad zijn de regel en wetgeving heel anders dan voor een private natuurlijke zwembad. In een openbare natuurlijke zwembad komen namelijk veel mensen en deze mogen geen gezondheidsrisico's lopen. Verder in het rapport zal de regel- en wetgeving van natuurlijke openbare zwembaden en private natuurlijke zwembaden uitgewerkt worden.

- Meer knowhow nodig voor de openbare natuurlijke zwembad.

Er is meer kennis nodig om een openbare natuurlijke zwembad aan te leggen. Deze bad heeft namelijk te maken met een aantal verschillende aspecten waar bij de private natuurlijke zwembad geen rekening gehouden mee hoeft te worden. Denk bijvoorbeeld aan de grondwaterstand en de bodemsoort die invloed hebben op het water.

De bodemsoort heeft een bepaalde werking op het water. Door de verkeerde bodemsoort te gebruiken zal het water troebel worden. Daardoor vermindert het doorzicht in het water en voldoet het water niet meer aan de norm van het zwemwater.

De beste bodem voor een openbare natuurlijke zwemvijver is grof zand (zie figuur 1.3). Deze is voedselarm en zinkt direct naar de bodem. Dit betekent dus ook dat er weinig zwevende delen voorkomen en daardoor het water helder blijft. De zandlaag moet ongeveer een meter dik zijn om opwerveling van de bodem te voorkomen. (N.B.: Voor grote plassen wordt meestal 0.5 m zand voldoende geacht om opwerveling van slib te voorkomen.) Daarnaast is het voor de gebruiker plezieriger om op het zand te lopen dan op bijvoorbeeld klei.



Figuur 1.3: Zand is de beste bodem voor een openbare natuurlijke zwemvijver. (bron: www.vildaphoto.net)

De vijver wordt gezuiverd door planten. Deze planten samen vormen een helofytenfilter. Deze is altijd langs de oevers gerealiseerd. Net zoals bij de private natuurlijke zwemvijvers is de verhouding van het oppervlakte zwemwater en oppervlakte helofytenfilter gelijk. Daarom zal de toepassing van een zwemvijver in het meer van Meerstad niet lukken, omdat er de ruimte niet voor is. (dit meer is 600 ha groot)

Wanneer zwemvijvers een goede ecologische balans gevormd hebben is de duurzaamheid hiervan groot. Door het gebruik van de mens kan een zwemvijver vervuild worden en het evenwicht verstoord worden.

Het formaat van de zwemvijver en de frequentie van het gebruik ervan spelen hierbij een belangrijke rol. In openbare zwemvijvers moet het water kunnen circuleren. Zo wordt de zuiverende werking van de helofyten beter benut. In een openbare zwemvijver is de oppervlakte meestal groter dan een private zwemvijver. Daarom speelt de wind bij openbare zwemvijvers ook nog een rol. Deze veroorzaakt golfslag en op deze manier worden de bacteriën meer gecirculeerd in het water.

Als laatste is het baggeren een verschil met de normale vijvers. Dit moet voor een openbare zwemvijver relatief vaker gebeuren. Ongeveer 1 x per 5 jaar om de hoeveelheid organisch materiaal te beperken en een degelijke en aangename ondergrond te houden voor het de gebruiker.

Hoofdstuk 2: Zuivering natuurlijke zwembijvers

Om in een vijver een goed ecologisch evenwicht te krijgen, is de toepassing van de juiste water-en oeverplanten noodzakelijk. Hierdoor worden organische stoffen en N-verbindingen afgebroken, en wordt zwevende stof en fosfaat vastgelegd. Verder vindt er een verregaande reductie (tot 99%) van de schadelijke bacteriën plaats. De waterplanten brengen zuurstof in het water.

Door de nieuwe Zwemwaterrichtlijn wordt m.n. op bacteriën gelet, en op blauwwieren.

We zullen daarom eerst aandacht besteden aan bacteriën en m.n. de nieuwe Zwemwaterrichtlijn 2006. Daarna worden nutriënten behandeld, omdat deze blauwwieren kunnen veroorzaken. Ten slotte komen waterplanten aan de orde, omdat deze ervoor zorgen dat er een stabiel ecologisch evenwicht tot stand komt.

2.1. Welke eisen worden er aan bacteriën gesteld?

De oude Europese richtlijn van 1976 is vervangen door de nieuwe van 2006.

Sinds 24 maart 2006 is de Europese Zwemwaterrichtlijn (2006/7/EG) van kracht. Deze richtlijn is sinds eind 2009 omgezet in nationale wetgeving. Hiertoe is de Wet hygiëne en veiligheid bad- en zwemgelegenheden (Whvbz) en Wet op de waterhuishouding wat betreft aanwijzing van locaties veranderd en daarnaast is het Besluit hygiëne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden (BHVZ) onder de Wet HVZ gewijzigd.

De nieuwe Europese richtlijn vervangt de oude Zwemwaterrichtlijn (76/160/EEG), die met ingang van 31 december 2014 zal worden ingetrokken. De richtlijn is een aanvulling op de Kaderrichtlijn Water en streeft het behoud, de bescherming en de verbetering van de milieukwaliteit en de bescherming van de gezondheid van de mens na. In de nieuwe Zwemwaterrichtlijn is ervoor gekozen de zwemwaterkwaliteit vast te stellen aan de hand van slechts twee bacteriën: intestinale enterokokken en escherichia coli (E.coli). Dit is een belangrijke vereenvoudiging ten opzichte van de zwemwaterrichtlijn uit 1976, waarvoor negentien parameters moeten worden gemeten. Wel hanteert de nieuwe richtlijn andere normen voor verontreinigingen van fecale herkomst, die over het algemeen iets strenger zijn dan de normen uit de oude richtlijn. Ten slotte geeft de nieuwe richtlijn meer aandacht aan het probleem van de blauwwieren.

De normen staan hieronder.

	A	B	C	D	E
	Parameter	Uitstekende kwaliteit	Goede kwaliteit	Aanvaardbare kwaliteit	Referentiemethoden voor de analyse
1	Intestinale enterokokken (kve/100 ml)	200 (*)	400 (*)	330 (**)	ISO 7899-1 of ISO 7899-2
2	Escherichia coli (kve/100 ml)	500 (*)	1 000 (*)	900 (**)	ISO 9308-3 of ISO 9308-1

Vogels, eenden en honden zullen in openbare zwembijvers problemen geven met bacteriën.

Per 24 jan. 2010 is er een Besluit hygiëne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden vastgesteld.

Belangrijk hierin is, dat er een risicoanalyse uitgevoerd moet worden. Van belang is de bacteriologische

verontreiniging die elk jaar gecontroleerd moet worden. Per plek moet worden aangegeven welke potentiële verontreinigingsbronnen er zijn, zoals overstorten rioleringen. Ook moet de veiligheidssituatie onder water worden onderzocht.

Aan openbaar zwemwater worden strenge regels gesteld.

Toepassing

De nieuwe Zwemwaterrichtlijn zal van toepassing zijn op elk oppervlaktewater waar naar verwachting van de bevoegde autoriteit een groot aantal mensen zal zwemmen en waar zwemmen niet permanent verboden is of waarvoor geen permanent negatief zwemadvies bestaat. De richtlijn is niet van toepassing op:

- a) zwembaden en gezondheidsbaden;
- b) ingesloten wateren die behandeld worden of gebruikt worden voor therapeutische doeleinden;
- c) kunstmatig gecreëerde, van het oppervlaktewater en het grondwater gescheiden ingesloten wateren.

Dit betekent dat de Zwemwaterrichtlijn niet van toepassing is op private zwemvijvers, maar wel op openbare zwemvijvers.

2.2 Welke stoffen moeten worden gefilterd?

Deze zijn:

- Fosfaten

Fosfaat heeft verschillende effecten op organismen. Deze effecten zijn vooral het gevolg van emissies van hoeveelheden fosfaat.

Samen met andere voor algengroei nodige elementen (onder andere de sporenelementen), bevordert fosfaat de groei van algen.

Het fosfaatgehalte moet als het mogelijk is $< 0.05 \text{ mgP/l}$ (=streefwaarde) zijn om algengroei te voorkomen. De verhoogde fosforconcentraties in oppervlaktewateren doen de groei van fosfaatafhankelijke organismen, zoals algen en eendekroos, toenemen. Deze organismen gebruiken grote hoeveelheden zuurstof en zorgen ervoor dat er geen zonlicht in het water kan komen. Hierdoor wordt het water voor andere organismen onleefbaar. Dit wordt ook wel eutrofiëring genoemd (zie figuur 2.1).

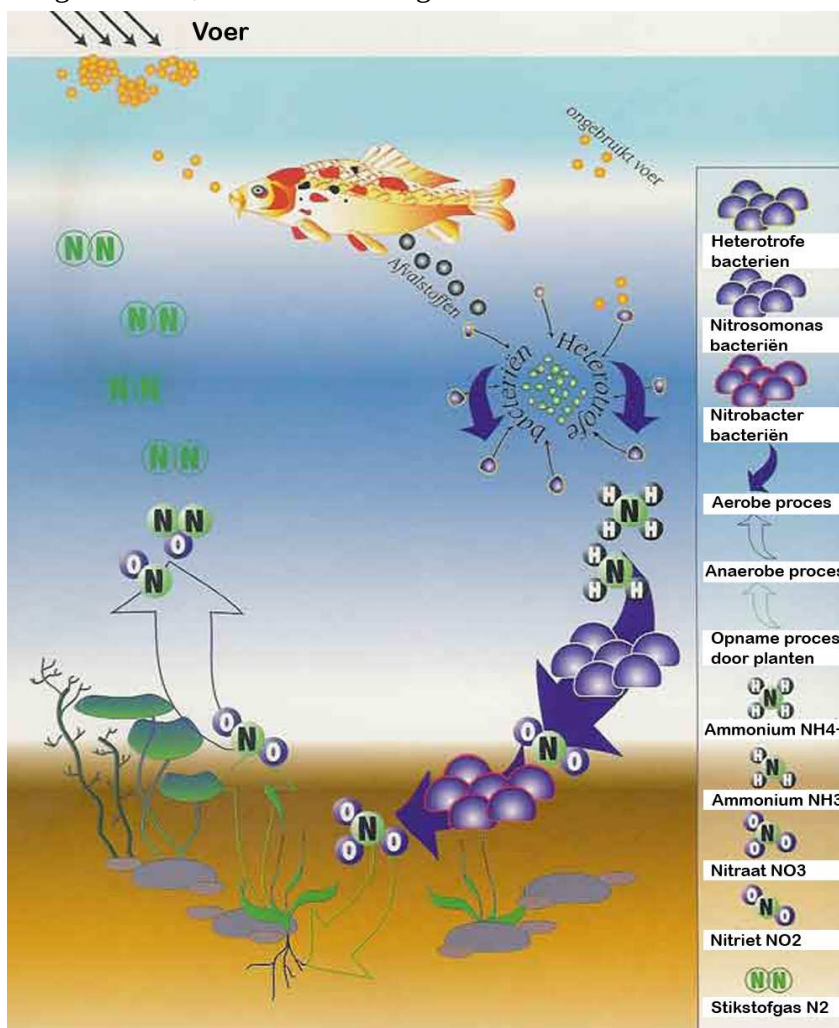


Figuur 2.1: Beginnende eutrofiëring (bron: www.wshd.nl/contents/PIB/fotos/watersysteem).

- Ammonia, nitriet en nitraat

De grootste problemen met het handhaven van het evenwicht in het water ontstaan bij de stikstof-cyclus (zie figuur 2.2). Enige basale kennis van deze cyclus is handig om te begrijpen wat er gebeurt.

Wanneer in een (zwem)vijver dieren leven vervuilen zij het water door bijvoorbeeld hun uitwerpselen hier in te deponeren. Er ontstaat allereerst door de werking van afvalbacteriën ammonia. Vervolgens ontstaat uit ammonia nitriet. Uit nitriet ontstaat nitraat. Nitraat wordt dan door planten opgenomen en uit het water blijft. Deze processen verlopen allemaal door middel van bacteriën. Alle waterdieren zijn gevoelig voor een te hoog ammonia, nitriet en nitraat gehalte.



Figuur 2.2: De stikstofkringloop in vijvers (bron: <http://home.kpn.nl/mantel01/foto/stikstofkringloop.jpg>).

Ammonia:

Vissterfte door ammoniavergiftiging is een belangrijk probleem voor vijvers. Problemen met ammonia ontstaan wanneer er te weinig nitrosomonas bacteriën zijn. Dit komt meestal voor bij vijvers welke net aangelegd zijn.

Nitrosomonasbacteriën zijn uiterst langzame groeiers. Wanneer een vijver pas is opgestart zijn er dus geen nitriet bacteriën en er kunnen dan problemen met te veel ammonia ontstaan.

Nitriet:

Een teveel aan nitriet wordt meestal veroorzaakt doordat het aantal nitrobacter bacteriën tekort schiet. Bij vijvers komt dit doordat er teveel organische stoffen op de vijverbodem liggen, zoals bladeren.

Nitraat:

Nitraat is geen gif maar kunstmest, met name algen profiteren van te veel nitraat. Nitraat ontstaat uit nitriet door nitrobacterbacteriën.

Voor nitraat geldt dat dit door bacteriën, anaerobe omstandigheden en een beetje organische stof wordt omgezet in stikstofgas.

Nitraat wordt een probleem als er te weinig planten zijn. Deze nemen namelijk nitraat op, het is zoals eerder gezegd een goede kunstmest.

Om deze reden is het verstandig nitraat laag te houden: de algengroei (zie figuur 2.3) blijft dan beperkt.

Als er constant problemen zijn met ammoniak, nitriet of nitraat dan is er structureel iets mis in de vijver. Dit kan komen door de volgende aspecten:

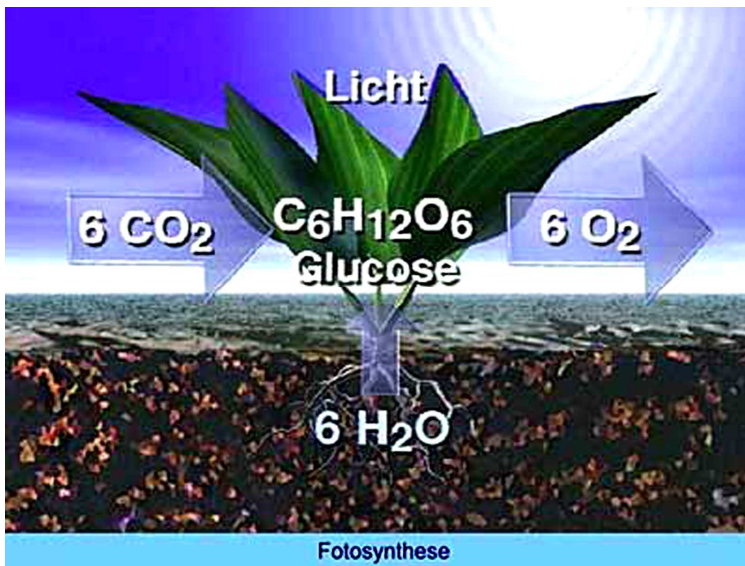
- Teveel dood organisch materiaal in de vijver. (dode vissen, bladeren, voedselresten,...)
- Teveel vissen in de vijver.
- Te weinig waterplanten.

2.3 Zuiveringsmethoden/ filters

De zuivering van zwembijvers kan op verschillende manieren. Dit kan door middel van planten, door bacteriën of door zand. Deze 3 middelen staan hieronder beschreven, maar worden altijd samen toegepast voor een goed resultaat en een heldere vijver.

2.2.1 Planten

Waterplanten groeien onder invloed van zonlicht en warmte. Ze nemen hierbij water, zouten, nitraten, fosfaten en mineralen op. De bladeren nemen bovendien het gas CO₂ op. Door het chemische proces fotosynthese (zie figuur 2.3) wordt dit CO₂ samen met het water, de zouten, nitraten, fosfaten en mineralen omgezet in de bouwstoffen voor de plant. Hierbij komt als restproduct zuurstof vrij, wat weer een belangrijke rol speelt bij de ecologische kringloop in



Figuur 2.3: Fotosynthese proces (bron: www.natuurwetenschappensite.be/assets/natuurwetenschappensite/fotosynthese.jpg).

het water. Het omzetten van CO_2 naar zuurstof noemen we assimileren. Dieren gebruiken deze zuurstof juist en scheiden CO_2 af. Er is hier dus sprake van een kringloop tussen planten en dieren. Deze 2 groepen zijn afhankelijk van elkaar. De een kan niet zonder de ander bestaan. Bij een gezonde zwemvijver is dit ecologische evenwicht stabiel en blijft stabiel. Problemen kunnen zich echter voordoen als:

- Er geen of te weinig waterplanten aanwezig zijn.
- Te veel of de verkeerde soort fauna aanwezig is. Bijvoorbeeld vissen die de zuurstof planten opeten.
- Verkeerde grond of substraten zijn gebruikt als bodem.
- Men probeert met chemische (zure) middelen de waterkwaliteit te verhogen.
- Er verkeerde micro-organismen aanwezig zijn in het water.

Als één van deze dingen zich voordoet, kunnen zich er algen (zie figuur 2.4) gaan vormen waardoor het water troebel wordt. Dit is in een zwemvijver niet gewenst. Deze ontwikkeling is moeilijk om te keren en verloopt volgens het hysteresis effect. Dat wil zeggen dat de weg terug naar een gezonde ecologische toestand net zo lang of langer duurt als de weg naar een slechte ecologische toestand. Er zal dus relatief veel moeite voor moeten worden gedaan om een heldere vijver terug te krijgen. Soms is het zelfs noodzakelijk de vijver opnieuw te starten.

Wat blijkt is dat zuurstofplanten de oplossing zijn. Deze planten nemen zoals alle planten zouten, nitraten, fosfaten, mineralen en CO_2 op. Dit zorgt ervoor dat deze elementen minder in het water voorkomen en de voedselrijkdom daalt. Algen ondervinden zo een tekort aan voedsel en kunnen zich niet verder ontwikkelen. Daarnaast scheiden zuurstofplanten een stof af die een remmende werking heeft op de groei van algen. Dit proces geldt echter ook andersom. Teveel algen remmen de groei van zuurstofplanten. Het is daarom van belang zo snel mogelijk na het vullen van de zwemvijver voldoende zuurstofplanten toe te voegen zodat deze sterker

staan dan de algen en zich van begin af aan zullen gaan ontwikkelen. Op deze manier ontstaat een heldere vijver waar naast flora en fauna ook de gebruiker zich thuis kan gaan voelen.



Figuur 2.4: Een vijver met algenvorming (bron: www.vijverinsite.nl/afbeeldingen).

Een andere zuiverende werking die planten kunnen hebben is de zuivering door helofyten. Helofyten zijn waterplanten die wortelen in de bodem, maar met hun blad en stengels wel boven water uitsteken (bijvoorbeeld riet). De bladeren nemen zuurstof op en transporteren deze naar de wortels op zo'n 60-100 cm diepte. Rond deze wortels vestigen zich vervolgens vele zuurstofminnende 'aërobe' bacteriën. Deze bacteriën breken organisch materiaal af en zorgen zo dat deze opneembaar worden voor de plant. Door de helofyten goed te laten werken is het zaak dat de bladeren in sept-okt gemaaid en afgevoerd worden. Zodoende verdwijnen de in de plant opgeslagen voedingstoffen definitief uit het systeem. Daarnaast is het belangrijk een poreus vulkanisch substraat te gebruiken als bodem, zodat er een zo groot mogelijk oppervlak ontstaat waar de 'aërobe' bacteriën zich kunnen gaan vestigen. Daarnaast kan aan het substraat ijzer worden toegevoegd waardoor tevens fosfaat wordt gebonden en zodoende uit het water wordt gefilterd. Het ijzergehalte moet 0.5% zijn (ijzervijssel). Kalk ondersteunt ijzer. (Gegevens zuiveringsfilter Haarrijnse Plas Leidsche Rijn)

Het substraat biedt de helofyten zeer weinig voeding. De eerste jaren zullen de planten dan ook nauwelijks groeien en puur overleven op het beetje voeding dat zich toedient. Door deze arme omstandigheden zullen de planten noodgedwongen op zoek moeten naar voeding. Ze zullen daarom hun energie steken in een uitgebreid wortelstelsel waar zich veel 'aërobe' bacteriën kunnen gaan vestigen. Na verloop van tijd zal zich echter molm gaan vormen tussen het substraat, dit bestaat uit fijne deels verteerde planten- en andere organische resten. Deze zullen dienen als voeding voor de 'aërobe' bacteriën en vervolgens voor de helofyten.

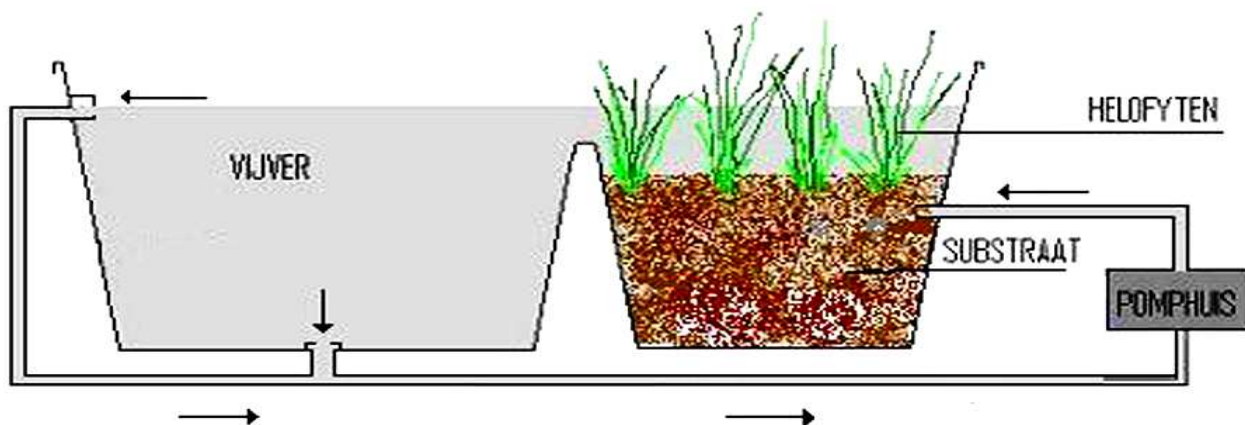
Water wordt door een pomp langzaam door het substraat en de helofyten heen getrokken, waardoor de bacteriën de tijd hebben hun werk te doen en de planten de tijd hebben hun voeding op te nemen. Door deze langzame doorstroombelasting bezinken ook zwevende deeltjes welke ook zullen gaan dienen als voedsel voor de helofyten. Hierdoor wordt het water, naast voedselarm, ook helder.

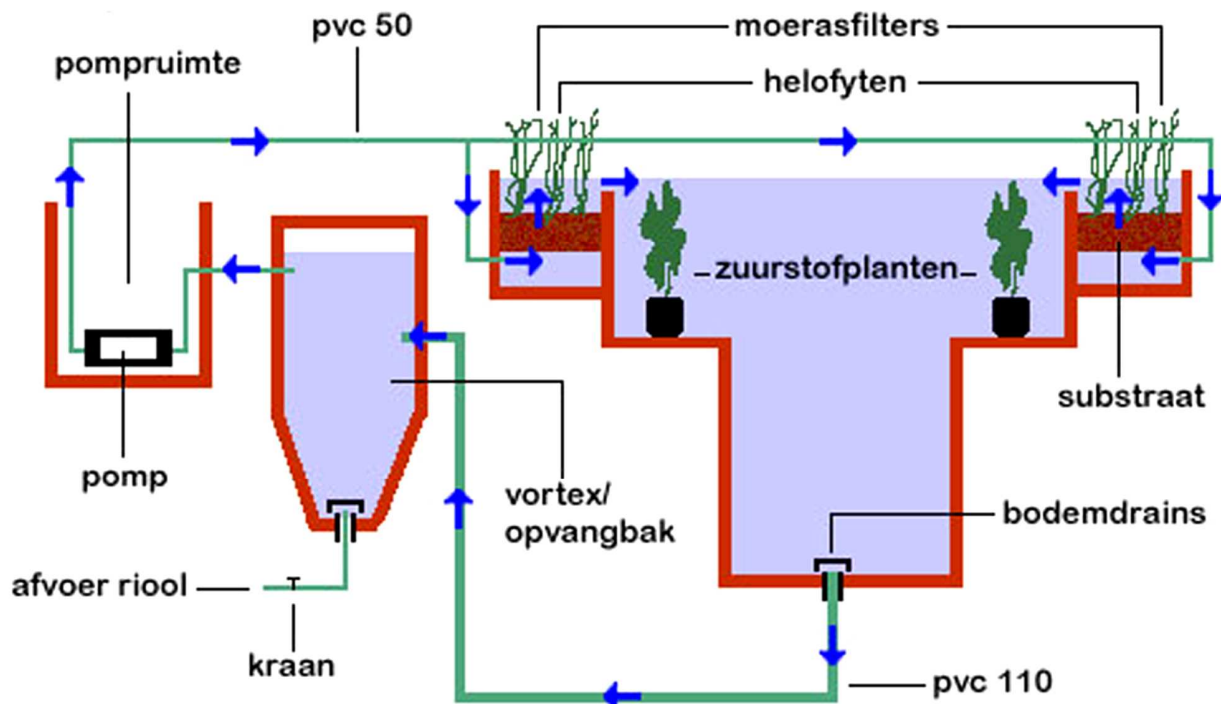
Voor maaien van riet moeten de helofyten zo ondiep mogelijk geplant worden, zodat relatief veel blad boven het water uitsteekt om gesnoeid en afgevoerd te worden (Koelwijn 2007). Er zijn 2 systemen voor circulatie

door de vijver. Het grootste verschil zit hem in de stroomrichting van het water. Het ene systeem werkt door het water van bovenaf door het helofytenfilter te leiden en naar het zwemgedeelte te pompen (zie figuur 2.5), het andere systeem werkt door het water uit het zwemgedeelte te pompen en onderin de filter te leiden (zie figuur 2.6).

Dit tweede systeem heeft een opvangbak nodig om het grove organische materiaal op te vangen zodat het filter niet verstopt. Het eerste systeem heeft meer onderhoud nodig om het grove organische materiaal uit de zwemvijver te vissen.

Figuur 2.5: Principe van een helofytenfilter waar meer aandacht aan het zwemgedeelte besteed moet worden (bron: www.bijbart.com/images).





Figuur 2.6: Helofytenfilter in een zwembijver met opvangbak (bron: www.schonevijver.nl/contents/media/schema1_zwembijver.jpg).

2.2.2 Beheer

Grof materiaal, zoals bladresten, wordt door middel van het ‘stofzuigen’ van de zwembodem verwijderd. Deze vorm van zuiveren wordt door de mens gedaan om de biologische processen een handje te helpen. Bijvoorbeeld door in de herfst en winter bladeren uit de vijver te halen of een net te plaatsen zodat bladeren niet in het water kunnen komen. Daarnaast is het mogelijk de zwembodem te ‘stofzuigen’ (zie figuur 2.7) en zo het overtollige organisch materiaal te verwijderen. Bij het systeem met bezinkbak komt ook kijken dat deze geleegd/schoongemaakt moet worden.



Figuur 2.7: Stofzuiger voor private openbare zwembijvers (bron: www.aquatechno.be/zwembad-winkel).

Door dit onderhoud wordt tevens voorkomen dat de helofytenfilter verstopt raakt door een overschot aan organisch materiaal. De zuurstofplanten zullen uitgedund moeten worden. Zo niet dan zouden ze namelijk in een zwemvijver onbeperkt door kunnen groeien en door beperkte ruimte in het reinigingsgedeelte deels af kunnen sterven of het zwemgedeelte overwoekeren.

Als laatste is er het aspect sneeuw. Als de vijver dichtgevroren is kan het voorkomen dat er sneeuw valt en dit op de vijver blijft liggen. Het is dan nodig om het reinigingsgedeelte vrij te maken van sneeuw, zodat er lichtinval gecreeërd word voor de planten.

Beheersmaatregelen:

- Bladeren verwijderen (zie figuur 2.8): 3x per jaar in de herfst en winter, tijdsduur 15 minuten bij een vijver van 10m².



Figuur 2.8: Bladeren zorgen voor organisch materiaal in zwemvijvers (bron: www.exclusiefjp.nl/images/onderhoud).

- Stofzuigen in een private natuurlijke zwemvijver: 4x per jaar, tijdsduur: 1,5 uur in een vijver van 10m².
- Baggeren in een openbare natuurlijke zwemvijver: 1 x per 5 jaar, tijdsduur verschilt.
- In geval van een dichtgevroren vijver met sneeuw er bovenop, dit verwijderen boven het reinigingsgedeelte om lichtinval te creeëren voor de planten.
- Zuurstofplanten uitdunnen, 6 x per jaar in de maanden mei – september, tijdsduur: 3 uur voor 10m².
- Helofyten afsnoeien: 1 x per jaar in september/oktober, tijdsduur: 2 uur voor 10m², snoeisel afvoeren.

2.2.3 Conclusie zuiveringsmethoden

Wij zijn van mening dat een gezonde ecologische balans en helder water in een zwemvijver kan ontstaan door gebruik te maken van de eerder genoemde zuiveringsmethodes:

- Toepassen zuurstofplanten.
- Toepassen helofyten, geplant in vulkanisch poreus substraat.

De watercirculatie in de zwemvijver speelt bij deze zuiveringsmethodes een belangrijke rol. Beide beschreven methodes omtrent circulaties hebben hun voordelen en nadelen. Voor een opvangbak is meer geld en ruimte nodig, zonder de opvangbak moet men zelf meer energie in het onderhoud steken. Beide methodes zijn echter aan onderhoud (ook een vorm van zuivering) onderhevig. Goede uitvoering hiervan is zeer belangrijk, het onderhoud komt neer op:

- Het zelf reinigen van de zwemvijver door bladeren te verwijderen en de bodem van het zwemgedeelte te 'stofzuigen'.
- het legen en reinigen van de bezinkbak.
- Baggeren.
- Het onder controle houden van de zuurstofplanten.
- Het snoeien en afvoeren van helofyten.
- In geval van sneeuw op de vijver het reinigsgedeelte schoonmaken.

2.3 Beplanting

We gaan dieper op de beplanting, omdat deze essentieel zijn voor een stabiel ecosysteem en voor de zuiverende werking.

De beplanting in zwembijvers valt op te delen in 3 groepen met elk hun specifieke eigenschappen:

- Oever- en moerasplanten.
- Drijvende waterplanten.
- Ondergedoken waterplanten.

2.3.1 Oever- en moerasplanten

Oever- en moerasplanten zijn planten die in ondiep water tot zeer vochtige grond voorkomen. Ze vormen over het algemeen veel sterke wortels in de bodem. De belangrijkste functie is dat ze geschikt zijn voor een helofytenfilter. De plantdieptes zijn gebaseerd op een natuurlijke situatie. Hieronder is een aantal soorten weergegeven die juist zeer geschikt zijn voor het helofytenfilter:

- 0-50 cm diep: *Phragmites australis*
(riet)
- 0-50 cm diep: *Typha latifolia*
(grote lisdodde)
- 5-50 cm diep: *Scirpus lacustris*
(mattenbies)
- 5-60 cm diep: *Iris pseudacorus*
(gele lis)

De grote lisdodde concurreert met biez en het is dan ook beter deze niet bij elkaar te planten, want de grote lisdodde (zie figuur 2.9) zal de biez verdrijven uit het water. (bron Koelwijn, 2007)).



Figuur 2.9: *Typha latifolia* (bron: www.schulbiologiezentrum.info/Bilder%205.4%20Staudenliste).

2.3.2 Drijvende waterplanten

Drijvende waterplanten zijn planten waarvan alleen de bladeren en bloemen op het water drijven terwijl de rest van de plant zich onder water bevindt. Dit zijn vooral waterlelie-(achtigen) en kroos.

De functie van deze groep planten is de verkoelende werking die bedekkende bladeren hebben op hete zomerdagen. De bladeren mogen echter niet meer dan 30% van het wateroppervlak bedekken. Dit omdat er dan te weinig licht doordringt naar de ondergedoken waterplanten. Net zoals alle waterplanten produceert deze groep zuurstof door de opname van CO₂. Ze geven dit echter voornamelijk af aan de lucht en minimaal aan het water. Vanwege de woekerende eigenschap van veel kroossoorten is deze groep minder geschikt voor de vijver. Waterlelies zijn daarnaast vormvaster, hebben een grotere sierwaarde en blijven op de plaats staan waar ze geplant zijn. De soorten die geschikt zijn hangt af van de plantdiepte. Te diep en de plant zal zich matig ontwikkelen en minder bloeien, te ondiep en de bladeren zullen boven het water uit rijzen.

Hier een paar voorbeelden:

- 40-50 cm diep: Nymphaea 'Pygmaea Alba' (waterlelie, bloeit wit)
- 40-50 cm diep: Aponogeton distachyos (kaapse waterlelie, bloeit 2x wit)
- 50-80 cm diep: Nymphaea 'Marliacea Chromatella' (waterlelie, geel)
- 80-100 cm diep: Nymphaea 'Escarboucle' (waterlelie, rood)

2.3.3 Ondergedoken waterplanten

Ondergedoken waterplanten zijn planten die volledig onder het wateroppervlak leven met in sommige gevallen als uitzondering de bloesem die boven het water uitkomt. De planten wortelen meestal niet of nauwelijks in de ondergrond maar zijn ondergedoken en halen hun voeding direct uit het water. Doordat de planten onder water leven wordt dus ook het zuurstof wat ze produceren onderwater afgegeven. Over het algemeen functioneren de planten in deze groep dus als zuurstofplant. De planten moeten in rustig water staan, zodat ze niet losscheuren of wegdrijven van hun standplaats. De mate waarin de plant groeit bepaalt ook wanneer deze het meeste zuurstof afgeeft. Het is aan te raden om voor $\frac{3}{4}$ van het totaal aan zuurstofplanten Potamogeton lucens aan te planten vanwege zijn jaarronde zuurstofproductie. Hieronder een aantal soorten die met elkaar een vrijwel jaarronde afgifte van zuurstof garanderen (de betreffende maanden staan erachter).

- 40-100 cm diep: Potamogeton lucens
(glanzend fonteinkruid) eind maart- oktober
- 30-100 cm diep: Ranunculus aquatilis
(waterranonkel) voorjaar/winter
- 30-50 cm diep: Hottonia palustris
(waterviolier, zie figuur 2.10) voorjaar/winter
- 40-100 cm diep: Elodea canadensis
(waterpest) zomer/ najaar
- 40-100 cm diep: Microphyllum spicatum (aardvederkruid)
zomer/ najaar

Bron: Hofman.



Figuur 2.10: *Hottonia palustris*, zwevende waterplant (bron: www.kuleuven-kortrijk.be/facult).

Hoofdstuk 3: Inrichting zwembad

3. Inrichting zwembad

De inrichting van zwembaden is verdeeld in een drietal paragrafen. Deze paragrafen zijn:

- Afmetingen.
- Materialen.
- Beplantingen.

Deze onderverdeling is nog weer opgesplitst in openbare zwembaden en private zwembaden.

Er is een kleine collage gemaakt waarin impressies van zwembaden staan. Zie hiervoor figuur 3.2 en 3.3.

3.1 Afmetingen

Openbare natuurlijke zwembaden:

Dit type zwembad (recreatieplas) is meestal tussen 0,5 en 2 hectare in oppervlak, met een maximale diepte van 2 meter. Omdat het oppervlak half om half verdeeld moet worden tussen het helofytenfilter en de zwembadruimte neemt deze vijver veel ruimte in beslag. In de praktijk komt men niet aan de half om half verhouding zodat meestal geen zwembadkwaliteit wordt behaald. Vaak worden de helofyten (vaak riet) ook aan de kant van de vijver geplaatst zodat de kwaliteit niet homogeen verdeeld is over de vijver. Meer effectief is een parcours met helofyten waar het water doorheen stroomt, zo ontstaat een effectieve circulatie, waardoor het schone water ook op de plek komt waar deze nodig is, een strand bijvoorbeeld. Dit parcours neemt echter wel veel ruimte in beslag.

Private natuurlijke zwembaden:

Dit type zwembaden wordt toegepast in tuinen en zijn dus beduidend kleiner, groter dan 200 m² zijn ze meestal niet. De diepte is maximaal 2 meter, maar vaak ondieper. Door de beperkte ruimte die beschikbaar is, wordt het helofytenfilter in dit type met substraat uitgevoerd, zodat de capaciteit wordt vergroot. Het oppervlak van het filter is gelijk aan het oppervlak van het zwembadgedeelte. Met een pomp wordt het water gecirculeerd. Het zwembadgedeelte is bij voorkeur rondom de anderhalve meter diep en het reinigingsgedeelte rondom de meter diep. Deze diepte in het reinigingsgedeelte wordt later gereduceerd tot gemiddeld 40 cm door toevoeging van substraat. Op deze hoogte kunnen de meeste planten goed groeien.

3.2 Materialen

Openbare natuurlijke zwembaden:

Openbare zwembaden zijn vaak meertjes die in direct contact staan met het grondwater. Een bestaand of nieuw meer wordt ingericht als zwembad door de bodem geheel van zand te maken en dit mogelijk te scheiden van de plaatselijke grond door plaatsing van geotextiel. Zand is voedselarm en kan ook weinig voedsel vasthouden, daarnaast zinkt het na opwoelen meteen weer naar de bodem. Hierdoor kan het water helder blijven, een eis die gesteld wordt aan zwembadwater (doorzicht minimaal 1m).

Private natuurlijke zwemvijvers:

Private zwemvijvers worden niet in contact gebracht met het plaatselijke grondwater. Ze worden vervaardigd van beton, mestelwerk, houten damwanden, folie of een combinatie van deze materialen. Vijvers uitgevoerd in beton of metselwerk zijn sterk en duurzaam, ze zijn echter ook duur, langzaam te bouwen en moeilijk ooit nog te verwijderen. Daarnaast is een vergunning nodig voor de aanleg van deze bouwwerken. Hout (Azobé) is een goedkopere oplossing. Naast lagere aanlegkosten is geen vergunning nodig voor de aanleg en is de vijver sneller geplaatst. Hout heeft echter wel een beperktere levensduur dan beton. Hout moet worden voorzien van folie om het waterdicht te maken. Dit geldt voor de zwemgedeeltes van de zwemvijver.

De reinigingsgedeeltes stellen andere eisen. Vrijwel alle wortels van de helofyten hebben de eigenschap sterk en scherpe wortels te hebben, zodat ze met gemak door het vijverfolie heen prikken. Hierdoor kunnen problemen ontstaan zoals lekkage. Het is daarom heel belangrijk in ieder geval het reinigingsdeel van de zwemvijver uit te voeren in een ondoordringbaar materiaal als beton, metselwerk of hard plastic. Het beton of metselwerk dient ook glad afgewerkt te zijn zodat wortels niet door kleine gaatjes kunnen gaan groeien en zodoende lekkages kunnen veroorzaken.

3.3 Beplantingen

Openbare natuurlijke zwemvijvers:

Openbare zwemvijvers kunnen vele inheemse soorten helofyten huisvesten, meestal aan de rand van de vijver geplaatst als oeverbeplanting. Deze helofyten staan echter in de plaatselijke grondsoort waardoor de 'aërobe' bacteriën zich alleen in de bovenste laag kunnen vestigen. Zuurstofplanten hebben vanwege de sterkere golfslag meestal geen kans. Dit tenzij een ondiep smal parcours wordt aangelegd waar deze zich kunnen handhaven. In zo'n parcours kunnen naast zuurstofplanten ook helofyten staan. Hierbij moet rekening worden gehouden met de woekerende eigenschap van veel helofyten. Een bewuste groeiering van deze planten kan uitkomst bieden. De helofyten zullen elk jaar gemaaid moeten worden, het vrijgekomen snoeisel zal afgevoerd moeten worden. Het is verstandig geen bomen of heesters dicht in de buurt van de zwemvijver te plaatsen i.v.m. de bladval. Dit zorgt voor organische verrijking en snellere slibvorming.

Private natuurlijke zwemvijvers:

Private zwemvijvers kunnen een groot aantal soorten planten huisvesten. Deze beplantingen hebben veelal verschillende dieptes waarop zij het beste gedijen. We gebruiken een gemiddelde waarmee al de toe te passen planten gedijen. Het substraat komt op een diepte van een meter onder waterpeil te liggen in een laag van 60cm dik vulkanische breuksteen (zie figuur 3.1). De bodem zal dus voor de planten op 40cm onder de waterspiegel komen te liggen. Bij deze diepte is ook de vorst meegenomen. De planten zullen dus bij normale vorst niet doodvriezen. De spreiding van de planten is ook heel belangrijk. Het beste is grote groepen van één soort aan te planten dan alle plantensoorten om en om. Zo ondervinden ze het minste concurrentie van elkaar en kunnen ze zich goed ontwikkelen. Daarnaast is het belangrijk nooit teveel plantensoorten toe te passen. Dit aantal is afhankelijk van de grootte van de vijver. Gemiddeld 1 soort per 2 vierkante meter is maximaal. De mate van

concurrentie is ook afhankelijk van de soorten die worden toegepast. Hier dient dus ook rekening mee te worden gehouden. In de zwemvijver worden in ieder geval helofyten en zuurstofplanten toegepast, en waar plek is wellicht voornamelijk voor de sier een waterlelie. Waterlelies houden het water koel op hete zomerdagen. Echter is het water in het zwemgedeelte zo diep dat het water altijd relatief koel zal blijven. Door het zwembad zo te situeren dat de relatief hoge helofyten op het heetst van de dag zo veel mogelijk schaduw op het water werpen blijft het water ook enigszins koel. Het plaatsen van de zuurstofplanten (vanuit het zwemgedeelte gezien) achter de helofyten zorgt voor een relatief rustige plaats waar zuurstofplanten zich makkelijk kunnen ontwikkelen. Er zal wel goed op moeten worden gelet dat de hardgroeiende helofyten niet de zuurstofplanten verdringen. Voor het maaien van de helofyten in het najaar is het makkelijk om stapstenen te plaatsen verspreid over het helofytenfilter. Zo kan zonder veel moeite gemaaid worden.



Figuur 3.1: Poreus vulkanische breuksteen (bron: www.jacksonsnursery.com/2008%20webpage).

3.4 Impressies zwemvijvers(3.2. en 3.3.)

Deze openbare zwemvijver is voorzien van een 400m lang reinigingstraject waar het water met behulp van een klein, diervriendelijk gemaal doorheen vloeit. In dit reinigingstraject staan helofyten en zuurstofplanten die voedingstoffen uit het water opnemen. Daarnaast zullen door de langzame stroomsnelheid van het water in het traject zwevende deeltjes bezinken. Het reinigingsgedeelte beslaat wat betreft oppervlakte ongeveer de helft van het totale oppervlak. De bekleding van de zwemvijver is volledig in grof zand uitgevoerd. Hierdoor wordt troebeling door opwervend materiaal beperkt en de capaciteit van de helofyten iets vergroot.



Impressies openbare zwembijvers

Reiniging door
oeverbeplanting, gezien
bij de meeste kleine
recreatiemeertjes.

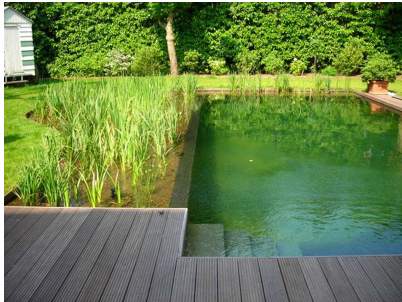


Reinigingstraject (boven)
voor recreatiegebied
Strand van Luna te
Heerhugowaard (rechts)



Figuur 3.2: Impressies Openbare natuurlijke zwembijver (Bron: Eigen werk, Nick Wijnbeek en Rienk Venhuizen).

Deze private zwembijver is voorzien van een helofytenfilter en zuurstofplanten. Deze zijn beide geplant in substraat, hierdoor wordt het leefgebied voor de ‘aërobe’ bacteriën vergroot zodat de effectiviteit van het filter toeneemt. Dit reinigingsgedeelte beslaat de helft van het totale oppervlakte. Een pomp trekt water langzaam door het filter heen en loost het weer terug in het zwemgedeelte. Door de goede spreiding van drainagebuizen en inlaatbuizen wordt een homogene waterkwaliteit bereikt. Door de zuurstofplanten achter de helofyten te planten blijven deze beschermd tegen golfslag die door de gebruikers veroorzaakt wordt.



Zwembijvers gebaseerd op reiniging met een helofytenfilter en zuurstofplanten. Zwembijvers zijn zoals te zien op vele manieren uit te voeren.

Impressies private zwembijvers



Figuur 3.3: Impressies private natuurlijke zwembijver (Bron: Eigen werk, Nick Wijnbeek en Rienk Venhuizen).

Hoofdstuk 4: Normen en regel- en wetgeving zwembijvers

4.1 Private zwembijvers

Aangezien deze vorm van zwembijvers op particulier terrein voorkomt is de regelgeving betreffende de zwembijwaterkwaliteit niet van kracht. De eisen die hierin gesteld worden kunnen wel als leidraad gebruikt worden. De eigenaar van de zwembijver beslist hier echter zelf over.

Voor de aanleg van een zwembijver is geen vergunning nodig, tenzij het een gemetselde of betonnen zwembijver is.

Hiervoor is een bouwvergunning nodig.

Deze is aan te vragen bij de gemeente. Zij willen voor het afgeven van de vergunning een uitvoeringstekening zien en de locatie waar deze in de tuin geplaatst wordt. Indien er grond afgevoerd (zie figuur 4.1) gaat worden kan er, afhankelijk van gemeente, regelgeving aan verbonden zijn.

Leg een zwembijver altijd in goed overleg met de bureu aan. Zorg bijvoorbeeld met plaatsbepaling van de vijver dat geen water reflecteert richting hun huis e.d.



Figuur 4.1: Voor grond afvoeren is een vergunning nodig (bron: www.steegske.be/afbeeldingen/vijver/werkfoto/graven1.jpg).

4.2 Openbare zwembijvers

Dit is al behandeld in 2.1.

Hoofdstuk 5: Conclusies

Wij hebben onszelf aan het begin van het onderzoek de volgende vraag gesteld:

“Hoe werkt de zuivering in natuurlijke openbare of natuurlijke private zwembijvers, en is het mogelijk deze natuurlijke zuivering in het meer van Meerstad toe te passen?”

Omdat in private zwembijvers het systeem van zuivering op een zeer efficiënte manier kan geschieden zijn we van dit ideaalbeeld uitgegaan toen we openbare zwembijvers gingen behandelen. Er is gebleken dat veel van de technieken van een private zwembijver niet kunnen worden toegepast op openbare zwembijvers. Dit komt vooral door de constructie welke te hoge aanlegkosten en te hoge beheerkosten met zich meebrengt. Door de constructie aan te passen en te vereenvoudigen is echter wel een oplossing te vinden.

Momenteel worden de meeste openbare zwembijvers voorzien met oeverbeplanting, zoals riet en andere helofyten. De werking van deze helofyten is echter minder effectief dan bij private zwembijvers, omdat ze in de plaatselijke grond zijn geplant i.p.v. substraat. Daardoor zal een groter oppervlak aan helofyten moeten worden aangeplant. Daarnaast vindt in een openbare zwembijver minder circulatie plaats dan in een private zwembijver. Hierdoor vindt er geen doorspoeling plaats tussen het reinigingsgedeelte en het zwembijgedeelte. In openbare zwembijvers is het water veel moeilijker te filteren. Vanwege de omvang is er ook moeilijker zicht op te houden wat voor vervuiling in het water wordt achtergelaten door bezoekers. De bodem bestaat uit los materiaal wat kan opwervelen en zodoende troebeling kan veroorzaken.

Natuurlijke, **openbare** zwembijvers, kunnen vaak niet voldoen aan de zwembijterrichtlijn 2006, tenzij 50% hiervan wordt ingericht met vegetatie, zoals hiervoor is beschreven. Dan nog kan door de hoge bezoekersaantallen, honden, e.d. er problemen ontstaan. Er kan dan alleen op eigen risico worden gezwommen. De natuurlijke zwembijver Park van Luna is een voorbeeld van een **openbare** natuurlijke vijver, waar men problemen heeft op deze op officiële zwembijterkwaliteit te houden..

Bronnenlijst

Digitaal:

- www.lillypond.nl
- www.home.kpn.nl/mantel01/foto/stikstofkringloop.jpg
- www.bijbart.com/images
- www.aquatechno.be/zwembad-winkel
- www.vildaphoto.net
- www.tourism-impuls.com
- www.wshd.nl/contents/PIB/fotos/watersysteem
- www.exclusiefjp.nl/images/onderhoud
- www.kuleuven-kortrijk.be/facult
- www.schulbiologiezentrum.info/Bilder%205.4%20Staudenliste
- www.vkblog.nl/pub/mm/tempest/298/Image/golfslag
- www.vijverinsite.nl/afbeeldingen/zwefalgen2.jpg
- www.natuurwetenschappensite.be/assets/natuurwetenschappensite/fotosynthese.jpg
- www.schonevijver.nl/contents/media/schema1_zwemvijver.jpg
- www.miriamreeders.nl/images/upload/riet.jpg
- www.everts-weijman.nl/beheer/upload
- www.jacksonsnursery.com/2008%20webpage
- www.steegske.be/afbeeldingen/vijver/werkfoto/graven1.jpg
- www.oase-livingwater.com/pdb/data
- www.europadecentraal.nl/menu/176/Zwemwaterrichtlijn.html

Literatuur:

1. Ginkel, van W., 2009. Powerpoint presentatie zwemvijvers in de openbare ruimte en in tuinen, Koninklijke van Ginkel Groep.
2. Hofman, A. Het Ada Hofman Vijverboek, ISBN: 9021540169.
3. Koelewijn, G. en S. Kouwenber, 2007. Zwemvijvers, onderzoek naar: Natuurlijk zuiveren van water., Van Hall Larenstein.

