

**Pilot-project toepassing
coccolietenkrijt (calciet) in
oppervlaktewater**

14 december 2016



Pilot-project toepassing coccolietenkrijt (calciet) in oppervlaktewater

In een viertal vijvers te Hengelo en Almelo

Verantwoording

Titel	Pilot-project toepassing coccolietenkrijt (calciet) in oppervlaktewater
Auteurs	H. (Harm) Landman en S. (Susan) Sollie
Projectnummer	1236717
Aantal pagina's	32 (exclusief bijlagen)
Datum	14 december 2016
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Meten, Inspectie & Advies
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
Telefoon +31 30 28 24 82 4
Fax +31 30 28 89 48 4

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding	9
2 Achtergrondinformatie	9
2.1 Vorming van slib	9
2.2 Traditioneel baggeren	10
2.3 Biologisch baggeren	11
2.4 Eerder uitgevoerd onderzoek naar coccolietenkrijt	13
2.5 Hypotheses werking coccolietenkrijt.....	15
3 Onderzoeksopzet	16
3.1 Proeflocaties.....	16
3.1.1 Vijver 1: Hasseler Es te Hengelo.....	18
3.1.2 Vijver 2: Salamanderstraat te Hengelo.....	19
3.1.3 Vijver 3 en 4: Kerkelanden a en b te Almelo	19
4 Uitgevoerde werkzaamheden	20
4.1 Monitoringsplan	20
4.2 Monitoringsschema	22
5 Resultaten	23
5.1 Situatie voorafgaand aan bekrijten (nulmeting).....	23
5.1.1 Biotiek (vissen en vegetatie)	23
5.1.2 Abiotiek (chemische en fysische parameters).....	24
5.2 Resultaten na bekrijten 2015.....	25
5.2.1 Biotiek (vissen en vegetatie)	25
5.2.2 Abiotiek (chemische en fysische parameters).....	26
6 Conclusie en aanbevelingen	31
6.1 Conclusies	31
6.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	31
7 Literatuurlijst	32

1 Inleiding

In samenwerking met Waterschap Vechtstromen, Sportvisserij Nederland en Hengelsportvereniging Ons Genoegen heeft Tauw een pilot-onderzoek uitgevoerd naar de effecten van het toepassen van coccolietenkrijt in (vis)vijvers. Er zijn aanwijzingen dat het toepassen van coccolietenkrijt (hierna genoemd krijt) in oppervlaktewater slibafbraak bevordert en dat de slibdikte in een watersysteem afneemt na toepassing van krijt. De precieze werking van het krijt is echter nooit goed onderzocht.

Het doel van het pilot-onderzoek is meerledig, te weten:

- Het achterhalen van de invloed van bekrijting op de dikte van de sliblaag
- Het achterhalen van de invloed van bekrijting op de slibkwaliteit en de oppervlaktewaterkwaliteit
- Het achterhalen van de invloed van bekrijting op de ecologische toestand (macrofyten en macrofauna)
- Het achterhalen van de werking van het coccolietenkrijt

2 Achtergrondinformatie

2.1 Vorming van slib

Een organische sliblaag op de waterbodem is een resultante van ophoping en afbraak van organisch materiaal zoals dode waterplanten, gevallen bladeren en afgestorven algen. Organisch materiaal wordt door bacteriën afgebroken. Wanneer de vorming van het slib sneller verloopt dan de afbraak van het slib zal de organische sliblaag steeds dikker worden en het water ondieper worden. Waterplanten kunnen hierdoor minder goed wortelen en er ontstaan anaerobe omstandigheden in de sliblaag. Zowel onder aerobe omstandigheden en anaerobe omstandigheden wordt bij de afbraak CO_2 gevormd wat verzuring tot gevolg kan hebben. Wanneer de sliblaag te dik wordt zullen enkele centimeters onder de sliblaag sulfaatreducerende of methanogene omstandigheden voordoen waarbij respectievelijk H_2S en CH_4 vrij kunnen komen. De vorming van H_2S kan leiden tot stank. Daarnaast is H_2S toxisch voor vissen (Torrans, 1982).

Voor de sportvisserij zijn ecologisch goed viswater en een gezonde, gevarieerde visstand van groot belang. In Nederland worden diverse visverenigingen geconfronteerd met problemen ten aanzien van de waterkwaliteit of de waterbodem, zoals een dikke sliblaag.

2.2 Traditioneel baggeren

Mechanisch baggeren en kosten

Baggeren is een noodzakelijke ingreep in de waterbodem om de waterkwaliteit te verbeteren en er om er voor te zorgen dat het waterlichaam niet dichtslibt.

De gangbare werkwijze om bagger (organisch slib) te verwijderen is mechanisch baggeren met grote kranen. Baggerwerkzaamheden brengen hoge kosten met zich mee en moeten periodiek herhaald worden. Vaak minimaal eens per tien jaar. Bovendien brengt mechanisch baggeren (figuur 2.1) vaak overlast met zich mee door het baggerwerk zelf, de afvoer van de bagger met vrachtwagens en de verwerking van de bagger.



Figuur 2.1: Mechanisch baggeren (Tauw, 2015).

De kosten lopen met name op wanneer wateren slecht bereikbaar zijn voor dergelijke baggerovertuigen. Dit is in stadsvijvers vaak het geval.

Mechanisch baggeren en ecologische gevolgen

Hoewel baggeren voor een gewenst gezond watersysteem noodzakelijk is, is het baggeren zelf een ingrijpende activiteit in het watersysteem. Er vindt een verstoring plaats van het ecosysteem. Waterplanten worden mee gebaggerd en er vindt vertroebeling plaats.

Het verwijderen van waterplanten als gevolg van baggeren heeft nadelige gevolgen voor het waterecosysteem. Waterplanten zorgen voor reductie van resuspensie van slib, zorgen voor stikstoffixatie en daardoor een lagere nutriëntenbelasting en verbeteren de zuurstofhuishouding door fotosynthese. Daarnaast zijn waterplanten een schuilplaats tegen predatie voor zoöplankton (Hoogenboom, 2014) zoals raderdierpjes, roeipootkreeftjes (*copepoden*) en watervlooien (*daphnia*). Zoöplankton is van groot belang voor de helderheid van het water als gevolg van vanwege begrazing van fytoplankton. Een teveel aan fytoplankton (algen) en cyanobacteriën leidt tot troebel water en zuurstofloosheid. De nadelige effecten op de flora en fauna als gevolg van mechanisch baggeren kunnen nooit helemaal worden voorkomen.

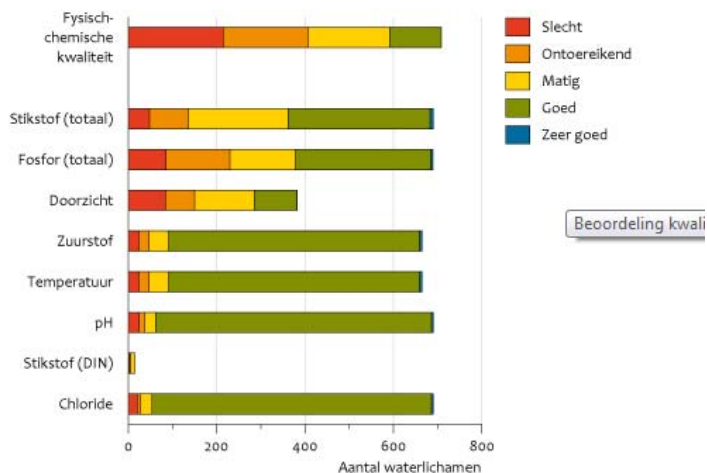
2.3 Biologisch baggeren

Liming

Het toepassen van calciet is een methode die soms wordt toegepast in vijvers voor het verbeteren van de ecologische toestand van het waterlichaam. Deze methode staat ook wel bekend als "liming", afkomstig van de term limestone (calciet). Deze methode wordt vaak toegepast in Noord Amerika, Canada en Scandinavië. De reden voor deze ecologische verbetering moet gezocht worden in het tegengaan van verzuring door het verhogen van de alkaliniteit en de hardheid van het oppervlaktewater (Wurts W. , 2001). Deze problematiek komt met name in de genoemde gebieden voor (Smil, 1997). Aangezien slib beter afbreekt in neutrale wateren zal ook de dikte van de sliblaag afnemen of minder snel toenemen.

Deze verzuring wordt in Nederland vaak gecompenseerd door een groot bufferend vermogen van de bodem als gevolg van vertering van mineralen. Er zijn dan ook weinig oppervlaktewateren die niet voldoen aan de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit op basis van pH (figuur 2.2).

Fysisch-chemische kwaliteit oppervlaktewater volgens Kaderrichtlijn Water, 2009



Bron: Rijkswaterstaat.

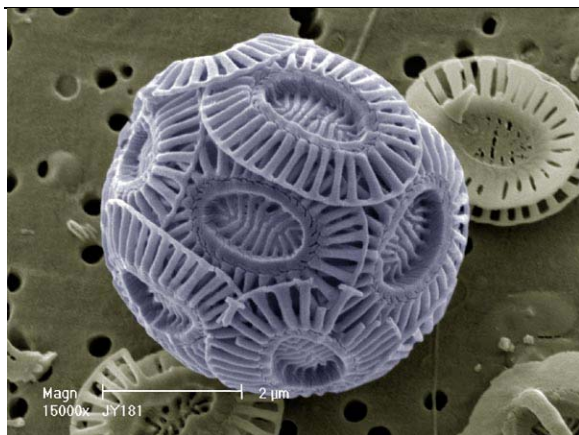
PBI/sep12/0252
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Figuur 2.2 (CBS, 2014).

Het toepassen van calciëet in oppervlaktewater is in Nederland dan ook geen gebruikelijke methode in tegenstelling tot de eerder genoemde gebieden waar veel minder bufferend vermogen aanwezig is.

Coccolietenkrijt

Coccolietenkrijt is een calciumcarbonaatafzetting die hoofdzakelijk bestaat uit fossiele kalkskeletjes van coccolithoforen. Dit zijn algen met een kalkskeletje die goed gedijen in ondiepe warme zeeën. Deze omstandigheden kwamen met name voor in het geologische tijdperk dat het Krijt wordt genoemd (145-65 miljoen jaar geleden). Dikke lagen kalksteen uit deze periode bestaan dan ook voornamelijk uit coccolieten (figuur 2.3).



Figuur 2.3: Coccoliet (Young, 1998).

Van coccolietenkrijt bestaat het vermoeden dat de toepassing hiervan ook positieve effecten heeft in wateren waar geen sprake is van verzuring. Omdat het krijt gevormd is door skeletjes, heeft het veel interstitiële ruimtes. Een gram krijt heeft een oppervlakte van circa 2,5 m². Waardoor het een potentieel substraat voor allerlei bacteriën, die de organische stof in de bodem kunnen afbreken.

2.4 Eerder uitgevoerd onderzoek naar coccolietenkrijt

Toepassen van coccolietenkrijt is eerder gedaan in België door de Vlaamse Vereniging van Hengelsportbonden. Volgens een onderzoek (Breine, 1996) kan coccolietenkrijt als substraat dienen voor bacteriën. In deze zelfde studie van Breine is krijt toegepast in drie vijvers in België waarin de slibdiktes over een periode van een aantal jaren zijn gemeten. De resultaten zijn in tabel 2.1 en 2.2 weergegeven.

Tabel 2.1: Bodemparameters van de Grote vijver en het Spiegelmeer voor de periode 1992-1995 en vijver Hof ten Eiken voor de periode 1993-1996 (Breine, 1996)

Parameter	Datum	Grote vijver	Spiegelmeer	Vijver Hof ten Eiken
H₂S-vorming	1992	Ja	Ja	-
	1993	Nee	Nee	Ja
	1994	Nee	Nee	Ja
	1995	Nee	Nee	Ja
	1996	-	-	Nee
Redoxpotentiaal (mV)	1992	-210	-240	-
	1993	-117	-170	-133
	1994	>0	>0	-78
	1995	>0	>0	-291
	1996	-	-	-130
Dikte sliblaag(cm)	1992	70	30	50
	1993	20	<15	40
	1994	<15	<5	30
	1995	<10	<5	25
	1996	-	-	-
pH	1992	-	-	-
	1993	-	-	6,9
	1994	-	-	7
	1995	-	-	7,2
	1996	-	-	7,4

Opgemerkt wordt dat in het onderzoek van Breine de gemeten verbetering niet alleen geweten kan worden aan de fysische structuur van het krijt. Er is duidelijk sprake van een pH verhoging waardoor de werking van het calciet mogelijk deels chemisch verklaard kan worden. De calciettoepassing heeft mogelijk ook tot een verhoging van de alkaliniteit geleid. Deze is echter niet gemeten, waardoor het niet uitgesloten is dat de gemeten slibafname wordt veroorzaakt door het feit dat pH schommelingen tussen dag en nacht kleiner zijn. Bij minder pH-schommeling is het te verwachten dat een bacteriepopulatie stabiel is.

Ook Sportvisserij Nederland (De Laak, Coccolietenkrijt in visvijvers te Limbricht en Moersgestel, 2013) heeft recent aanwijzingen gevonden dat het toepassen van calciet de slibafbraak bevordert. Uit een proef in een tweetal vijvers in Limbricht (kasteelvijver) en Moersgestel (Blekven) blijkt dat drie seizoenen na het toedienen van coccolietenkrijt de sliblaag in beide vijvers is afgenomen. In de Kasteelvijver is de sliblaag afgenomen van 29,9 centimeter naar 10,9 centimeter.

De afname op het Blekven te Moergestel bedraagt 8 centimeter van 59 centimeter naar 51 centimeter. Uit de proeven van Sportvisserij Nederland is echter niet duidelijk geworden dat er daadwerkelijk sprake is van verbeterde slibafbraak door een hoger redoxpotentiaal of pH-verandering. Hoewel de onderzoeksgegevens beperkt zijn, wordt in het onderzoek vermoed dat dit effect veroorzaakt wordt door het grote specifieke oppervlak van calcieteeltjes. Bacteriën hechten zich mogelijk aan de deeltjes en zinken samen met de deeltjes naar de sliblaag, waar ze aan de afbraak van de sliblaag meewerken. Over dit eventuele effect zijn geen verdere literatuurgegevens beschikbaar.

In België wordt, in tegenstelling tot Nederland, de methode met regelmaat toegepast. Goede onafhankelijke onderzoeksgegevens voor toepassing in niet- of minder verzuurder waterlichamen zijn echter, voor zover bekend, niet beschikbaar.

2.5 Hypotheses werking coccolietenkrijt

Door Tauw (Landman, 2015) is een literatuurstudie uitgevoerd naar eerdere toepassingen van calciet en in het bijzonder coccolietenkrijt. Hierbij zijn diverse onderzoeksgegevens uit zowel binnen als buitenland geraadpleegd. Uit de literatuurstudie zijn de volgende hypothesen naar voren gekomen:

1. De werking is gebaseerd op verhoging van de pH en alkaliniteit (bufferend vermogen pH-schommeling) zodat de omstandigheden voor slibafbraak verbeteren. Op basis van deze werking wordt krijt in het buitenland toegepast in zure oppervlaktewateren. Hoewel deze werking in Nederland onwaarschijnlijk is in vrijwel neutrale oppervlaktewateren, wordt niet uitgesloten dat een lichte pH-verhoging in de sliblaag of een beperking van de pH-schommeling tussen dag en nacht een positieve invloed heeft op de slibafbraak.
2. De werking is gebaseerd het feit dat het krijt niet oplost (vanwege de relatief hoge pH) en daarom als aanhechtingsplaats voor bacteriën dient. Deze bacteriën zakken samen met het krijt mee naar de bodem. Deze hypothese wordt door leveranciers naar voren gebracht als vermoedelijke werking.
3. De werking is gebaseerd op het feit dat het krijt werkt als coagulatiemiddel waardoor negatief geladen organische stofdeeltjes hun lading verliezen en naar de bodem zakken. Een dergelijke werking kan ook te relateren zijn aan een pH-verandering (Wurts W. R., 1992). Dit betekent dat de zwevend stof concentratie afneemt als gevolg van bezinking van zwevend stof deeltjes. Hierdoor verbetert de helderheid van het systeem en kan het systeem omslaan naar een heldere toestand. Een heldere toestand is gunstiger voor de slibafbraak vanwege de verbeterde zuurstofhuishouding.
4. Er is geen meetbaar effect op de slibafbraak in niet verzuurde oppervlaktewaterlichamen.

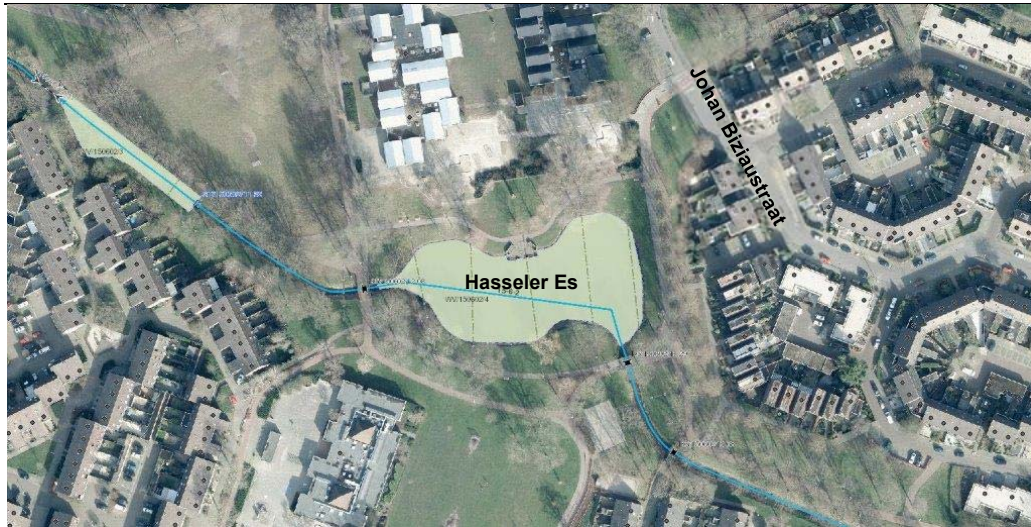
3 Onderzoeksopzet

3.1 Proeflocaties

De proef is simultaan uitgevoerd in een viertal vijvers gelegen in Hengelo en Almelo, zie tabel 3.1. De ligging van de vijvers is weergegeven in onderstaande luchtfoto's. Deze vijvers zijn gekozen omdat er veel slib aanwezig is en er regelmatig waterkwaliteitsproblemen (blauwalgenbloei) optreden. Deze vijvers betreffen voornamelijk wateren die door Sportvisserij Nederland gecategoriseerd zijn als "brasem-snoekbaars" type. Dit zijn wateren met een relatief onheldere toestand, biomassa en weinig biodiversiteit. In dergelijke wateren is de slibaanwas relatief hoog en de (aerobe) slibafbraak relatief laag.

Tabel 3.1: Algemene gegevens van de vier proeflocaties

Vijver nummer	Locatie	Oppervlakte (m ²)	Waterdiepte (m)	Dikte sliblaag (cm)
1	Hasseler Es Hengelo	3.351	Circa 1,0	40
2	Salamanderstraat Hengelo	5.277	Circa 1,0	35 (20-50)
3	Kerkelanden A Almelo (langgerekt deel)	3.000	Circa 1,0	40
4	Kerkelanden B Almelo (ovaal deel)	3.200	Circa 1,0	40



Figuur 3.1: Vijver 1: Hasseler Es te Hengelo.



Figuur 3.2: Vijver 2: Salamanderstraat Hengelo.



Figuur 3.3: Vijver 3 en 4: Kerkelanden a en b te Hengelo.

3.1.1 Vijver 1: Hasseler Es te Hengelo¹

De Vijver Hasseler Es ligt in de bebouwde kom van Hengelo in de provincie Overijssel. Het water is 0,34 hectare groot en heeft een omtrek van circa 272 meter. De gemiddelde diepte is naar schatting iets meer dan 1 meter. Op de bodem bevindt zich een sliblaag met een dikte tot zeker 40 centimeter. In de bagger zit op het oog veel organische stof. Bij het te water laten van de boot werd opborrelend gas waargenomen met de typische rotte eierengeur. De oevers zijn grotendeels beschoeid. Er staat een lichte stroming in het water. Dit wordt veroorzaakt door instromend water vanuit de Hesbeek aan de oostzijde. Aan de westzijde van de vijver vervolgt de Hesbeek haar loop. Waterpeilschommelingen zijn beperkt en vormen geen probleem voor de ontwikkeling van de vegetatie of de vis. Via de beek kan hooguit wat visbroed migreren. Vissen groter dan 10 centimeter kunnen door de geringe waterdiepte van de Hesbeek niet migreren. Op het water komt iedere dag zeker één aalscholver. Dit werd verteld door een omwonende. Ook reigers worden regelmatig gesignaleerd bij de vijver. Rondom de vijver ligt een verhard wandelpad. De bereikbaarheid is goed. In de vijver komen geen ondergedoken waterplanten voor. De bevisbaarheid is hiermee ook goed. De visrechten worden door HSV Ons Genoegen gehuurd van de Gemeente. De vijver wordt voornamelijk bevisd door de jeugd.

¹ De Laak, 2015

3.1.2 Vijver 2: Salamanderstraat te Hengelo²

De Vijver Salamanderstraat is een vijver gelegen in de gemeente Hengelo. De vijver is gelegen ten noorden van de snelweg A1 in de wijk Slangenbeek, nabij de sportvelden van Sportpark Slangenbeek. Het totale oppervlak van de vijver bedraagt 0,9 hectare. De totale oeverlengte bedraagt 1.100 meter. Het water bestaat uit een kleine vijver van ongeveer 0,5 hectare en een aantal sloten/singels van ongeveer 0,4 hectare groot. De sloten en singels behoren niet bij onderhavige onderzoekslocatie. De vijver is ongeveer 100 meter lang en 50-60 meter breed. De sloten/singels variëren in breedte van 5 tot 30 meter. Beide delen staan in open verbinding door twee doorgangen van ongeveer 4 meter breed. De gemiddelde diepte van de vijver is ongeveer 1 meter. De grootste diepte bedraagt ongeveer 1,5 meter. De sloten/singels zijn erg ondiep met een maximale diepte van 0,5 meter. De taludhelling is vrij flauw. De oevers van de visvijver zijn gedeeltelijk vastgelegd met een houten beschoeiing. Langs de oevers van de visvijver wordt vrij weinig oevervegetatie aangetroffen, plaatselijk ligt een rietkraag. Grote delen van de oevers zijn begroeid met gras (gazon), en plaatselijk met bomen en struiken. In de Vijver Salamanderstraat zijn vrij veel velden van drijfbladvegetatie aanwezig, zoals gele plomp en waterlelie. Onderwatervegetatie is ook veel aanwezig, voornamelijk hoornblad. De Vijver Salamanderstraat wordt gevoed door regen- en kwelwater via de Tijertsbeek. Deze beek stroomt bij de Salamanderstraat in de vijver, om daarna via de vijver en de sloten/singels langs de sportvelden verder te stromen naar een duiker en kleine stuw nabij de hockeyclub. In de vijver is geen of nauwelijks stroming. De bodem van de Vijver Salamanderstraat bestaat vooral uit zand. Op de bodem bevindt zich een sliblaag met een dikte variërend van 20 tot plaatselijk 50 centimeter. Ook ligt plaatselijk veel blad op de bodem. Door sportvissers worden regelmatig aalscholvers in de Vijver Salamanderstraat gesignaleerd.

3.1.3 Vijver 3 en 4: Kerkelanden a en b te Almelo³

De Vijver kerkelanden ligt in de bebouwde kom van Almelo. De vijver bestaat uit twee delen, een min of meer ovaal deel en een langgerekt deel (singel) achter de flats aan de Mozartlaan. Het ovale deel is 0,32 ha groot en het langgerekte deel is 0,30 ha groot. De omtrek is 238 meter en van het langgerekte deel is de omtrek 361 meter. De gemiddelde diepte is iets meer dan 1 meter. Op de bodem bevindt zich een sliblaag met een dikte tot zeker 40 centimeter. In de bagger zit op het oog veel organische stof. De oevers zijn grotendeels beschoeid. In de oever van vijver Kerkelanden B ligt aan de zijde van de Mozartlaan een strook met trottoirtegels op circa 30 centimeter waterdiepte. Er staat geen stroming in het water. Waterpeilschommelingen zijn beperkt. Via een stuwte aan de westzijde loopt overtollig water uit de vijver. Rondom de vijver ligt een niet-verhard wandelpad. De bereikbaarheid is goed. In de zomer staat waarschijnlijk een smalle gordel met oeverplanten (liesgras). In vijver Kerkelanden A komen veel submerse waterplanten voor.

² (Wijmans, 2013)

³ (De Laak, 2015)

In de vijver Kerkelanden B komen weinig waterplanten voor, de bevisbaarheid is hiermee ook goed. De visrechten worden door HSV Vislust te Almelo gehuurd van de Gemeente. De vijver wordt voornamelijk bevisd door de jeugd.

4 Uitgevoerde werkzaamheden

4.1 Monitoringsplan

Een overzicht van de toegepaste hoeveelheden krijt is weergegeven in tabel 2.

Tabel 4.1: Toe te passen hoeveelheden krijt

			Start (2015)	Onderhoudsfase (2016)
Vijver	plaats	Oppervlakte (ha)	Toegepast krijt (kg)	Toegepast krijt (kg)
Hasseler Es	Hengelo	0,3351	1005,3	670,2
Salamanderstraat	Hengelo	0,5277	1583,1	1055,4
Vijver Kerkelanden a	Almelo	0,34	1020	680
Vijver Kerkelanden b	Almelo	0,42	1260	840
Totaal (EUR)			4868,4	3245,6

Een overzicht is van de meet- en analysefrequenties van chemische parameters in oppervlaktewater en het sediment is weergegeven in de tabellen 4.2 en 4.3. De bemonsteringen van het oppervlaktewater en de sliblaag zijn uitgevoerd door het waterschap Vechtstromen. Voor de metingen van de slibdiktes is gebruik gemaakt van een slibbaak. Het doorzicht is gemeten met een secchi-schijf.

De biotiek (waterplanten, vis) is gedurende het zomerhalfjaar visueel in de gaten gehouden, onder andere tijdens de bemonsteringen. Zodra er opvallende dingen zijn geconstateerd (bijv. vissterfte, kleuring van het water) is dit aan het waterschap gemeld. Tussentijds visserijkundig onderzoek heeft niet plaatsgevonden in 2015 en 2016.

Tabel 4.2: gemeten parameters in oppervlaktewater 2015 en 2016

Parameter	Toelichting	Frequentie
Doorzicht m.b.v. Secchi-schijf	Directe aanwijzing op verandering troebelheid.	1 keer per maand (2015) 1 keer per 6 maanden (2016)
Zwevend stof	Maat voor troebelheid (wordt wel beïnvloed door calcië zelf)	1 keer per maand (2015)
Zware metalen (inclusief aluminium)	Kunnen toxisch zijn voor vissen, met name aluminium.	1 keer per maand (2015)
Totaal-fosfaat	Limiterend nutriënt voor algengroei. Kan zowel afnemen als toenemen als gevolg van calciëtoepassing.	1 keer per kwartaal (2015)
Totaal-stikstof	Door pH verandering kan toxiciteit ontstaan (ammoniak). Met name nitriet is toxisch voor vissen.	1 keer per kwartaal (2015)
Chlorofyl-A	Maat voor hoeveelheid algengroei.	1 keer per maand (2015)
Zuurstof	Kan zowel positief (verminderde troebelheid) als negatief (versnelde slibafbraak) worden beïnvloed door calciëtoepassing.	1 keer per maand (2015) 1 keer per 6 maanden (2016)
pH, alkaliniteit en hardheid	Worden mogelijk beïnvloed door calcië en zijn van direct belang voor de gezondheid van vissen. De pH is van invloed op de slibafbraak-omstandigheden.	1 keer per maand (2015) 1 keer per 6 maanden (2016)

Tabel 4.3: gemeten parameters in organisch sediment 2015 en 2016

Parameter	Toelichting	Frequentie
Slibdikte	Directe aanwijzing voor slibafbraak.	1 keer per 6 maanden (2015) 1 keer per 6 maanden (2016)
Zware metalen (inclusief aluminium)	Kunnen toxisch zijn voor benthische bodemorganismen. Mogelijk nemen gehalten toe als gevolg van calciëtoepassing.	1 keer per 6 maanden (2015)
Totaal-Fosfaat	Limiterend nutriënt voor algengroei. Kan zowel afnemen als toenemen als gevolg van calciëtoepassing.	1 keer per 6 maanden (2015)

Parameter	Toelichting	Frequentie
Ijzer-totaal	Van belang voor naleverend vermogen van fosfaat.	1 keer per 6 maanden (2015)
Redoxpotential	Direct aanwijzing voor de afbraakomstandigheden in de waterbodem	1 keer per 6 maanden (2015) 1 keer per 6 maanden (2016)
Organisch stof	Maat voor hoeveelheid organisch stof	1 keer per 6 maanden (2015)

Gehanteerde uitgangspunten bij de metingen:

- Een nulmeting heeft plaatsgevonden voor aanvang van toepassing van het coccolietenkrijt
- De eerste meetronde na toepassing van het krijt heeft plaatsgevonden in april 2015
- De toegepaste hoeveelheden krijt uit tabel 4.1 zijn geverifieerd door de leverancier
- Het krijt is achter de boot, onder invloed van de bootmotor, verspreid
- Het oppervlaktewater is bemonsterd op representatieve plekken in de vijver
- De slibmonsters bestaan uit een mengmonsters van 10 slibmonsters, verdeeld over de vijver genomen
- De slibdiktes zijn per vijver gemeten met behulp van een zuigerboor. Per vijver zijn minimaal 10 slibsteken genomen. Bij de bepaling van de nul-situatie en in september zijn de metingen en bemonsteringen uitgevoerd door dezelfde monsternemer, op dezelfde locaties
- Sterk afwijkende slibdiktes zijn buiten de meetserie gehouden
- De metingen zijn zoveel mogelijk op hetzelfde tijdstip van de dag uitgevoerd. Dit is met name van belang voor de pH en zuurstofmetingen
- Ten aanzien van de bemonsteringslocaties is rekening gehouden met eventuele storende factoren zoals verbindingen met andere wateren en overstorten

4.2 Monitoringsschema

In tabel 4.4 is het monitoringsschema weergegeven.

Tabel 4.4: Planning 2015 en 2016 van bemonstering en toepassen krijt (DZ: doorzicht; ZS: zwevend stof; O2: zuurstof; T=temperatuur; alk: alkaliniteit; ZM: zware metalen; P: fosfaat; N: stikstof; Chl-a: chlorofyl-a)

Maand (2015)	Oppervlaktewater	Sediment
Maart (nulmeting)	DZ, ZS, ZM, P, N, Chl-a, O ₂ , T, pH, alk, hardheid	Slibdikte, ZM, P, Fe, Redox
Maart	<i>Toepassen krijt</i>	
April	DZ, ZS, ZM, O ₂ , pH, alk, hardheid	
Mei	DZ, ZS, ZM, O ₂ , pH, alk, hardheid	

Maand (2015)	Oppervlaktewater	Sediment
Juni	DZ, ZS, ZM, P, N, Chl-a, O ₂ , pH, alk, hardheid	
Juli	DZ, ZS, ZM, O ₂ , pH, alk, hardheid	
Augustus	DZ, ZS, ZM, O ₂ , pH, alk, hardheid	
September	DZ, ZS, ZM, P, N, Chl-a, O ₂ , pH, alk, hardheid	Slibdikte, ZM, Redox
Oktober-November	<i>Rapportage</i>	
2016		
Maart (vóór toepassen onderhoudsfase)	DZ, O ₂ , pH	Slibdikte, Redox
Maart	<i>Toepassen krijt</i>	
September	DZ, O ₂ , pH	Slibdikte, Redox
Wijze bemonstering	één monster	mengmonster (10 st)

5 Resultaten

5.1 Situatie voorafgaand aan bekrijten (nulmeting)

5.1.1 Biotiek (vissen en vegetatie)

Voorafgaand aan de toepassing van het krijt is door Sportvisserij Nederland per vijver een visserijkundig onderzoek uitgevoerd waarbij tevens naar de vegetatie is gekeken. De resultaten hiervan zijn in tabel 5.1 samengevat. Voor details wordt verwezen naar de rapportages van de visserijkundige onderzoeken⁴.

⁴ Wijsman, 2013 en De Laak, 2015

Tabel 5.1: Algemene gegevens van de vier proeflocaties

Vijver	Watertype ⁵	Doorzicht	Meest voorkomen de vissen	Macrofyten
Hasseler Es	Brasem-snoekbaarstype	Troebel	Brasem, blankvoorn, baars en rietvoorn	Geen
Salamander straat	Ruisvoorn-snoek	Helder, maar na maart niet opvallend anders dan de andere vijvers	Blankvoorn, vetje	Ondergedoken en drijvende waterplanten
Kerkelanden A	Brasem-snoekbaarstype	Troebel	Rietvoorn, blankvoorn, karper, kolblei	Geen
Kerkelanden B	Brasem-snoekbaarstype	Troebel	Rietvoorn, blankvoorn, karper, kolblei	Geen

5.1.2 Abiotiek (chemische en fysische parameters)

In tabel 5.2 en 5.3 is een overzicht weergegeven van de belangrijkste fysische en chemische parameters zoals deze gemeten zijn tijdens de **nulmeting**.

⁵ Indeling viswatertypen (Zoetemeyer, 2007).

Tabel 4.1: Belangrijkste parameters nulmeting sliblaag

Locatie	Gemiddelde slibdikte (cm) (n=10)	Redoxpotentiaal waterbodem (mV) (n=1)	P-totaal (g P/kg d.s.) (n=1)	Fe-totaal (mg/kg d.s.) (n=1)
Hasseler Es	23,4	85	0,87	12
Salamanderstraat	42,8	71	1,4	24
Vijver Kerkelanden a	47,1	26	0,43	32
Vijver Kerkelanden b	56,4	48	0,99	37

Tabel 4.2: Belangrijkste parameters nulmeting oppervlaktewater (n=1)

Locatie	pH	O ₂ (mg/l)	Doorzicht (cm)	Zwevend stof (mg/l)	Hardheid (mmol/l)	Al (µg/l)	NO ₂ ⁻ (mg N/l)	PO ₄ ³⁻ (mg P/l)	Fe-totaal (g/l)
Hasseler Es	7,08	9,34	60	14	1,9	130	0,05	<0,01	2,4
Salamanderstraat	7,52	12,31	60	23	2,2	310	0,04	<0,01	2,1
Vijver Kerkelanden a	7,86	11,19	60	16	2,2	160	<0,02	<0,01	1,2
Vijver Kerkelanden b	7,97	10,06	30	10	2,1	50	<0,02	<0,01	1,3

Uit de resultaten blijkt dat tijdens de nulmeting geen ongewenste waarden zijn gemeten ten aanzien van de functie als viswater. De gemeten waarden vallen ook in de gewenste range van KRW. De pH is neutraal tot licht basisch en valt in de optimale range voor vissen. Coccolietenkrijt zal in deze situatie nauwelijks oplossen en dus is de fysische werking goed te onderzoeken. De aangetoonde baggerlagen zijn relatief dik te noemen en de redoxpotentiaal duidt dan ook op anaerobe ijzerreducerende omstandigheden in de sliblaag wat op een trage afbraak duidt.

5.2 Resultaten na bekijken 2015

5.2.1 Biotiek (vissen en vegetatie)

In 2015 is na het toepassen van krijt geen onderzoek gedaan naar de biotiek in de vijvers. Wel heeft de monsternemer in de gaten gehouden of er vissterfte plaats vond en/of er bijzonderheden waren met waterplantengroei. In vijver Hasseler Es is éénmaal naar zuurstof happende vis waargenomen. Opvallend is dat dit jaar in veel vijvers vissterfte optrad terwijl dat in de vier bekijpte vijvers, die normaal gesproken gevoelig zijn voor vissterfte, niet het geval was.

5.2.2 Abiotiek (chemische en fysische parameters)

Slibdikte

De slibdikte is op twee momenten gemeten; voor bekrijten (nulmeting) en een half jaar na bekrijten (september 2015). In alle vijvers is de gemiddelde slibdikte afgenomen, variërend van ongeveer 1 cm tot bijna 7 centimeter. Deze afname is niet significant (bepaald volgens T-test), alhoewel de afname in slibdikte in de vijver Kerkelanden b wel aanzienlijk is.

Tabel 5.1: Verandering in slibdikte in 2015 ten opzichte van nulmeting

Locatie	Gemiddelde slibdikte (cm)		Verandering gemiddelde slibdikte (cm)	T-test ¹
	Nulmeting maart 2015	Meting sept 2015		
	(n=10)	(n=10)		
Hasseler Es	23,4	22,2	-1,2	p=0,78
Salamanderstraat	42,8	40,2	-2,6	p=0,65
Vijver Kerkelanden a	47,1	44,9	-2,2	p=0,86
Vijver Kerkelanden b	56,4	49,5	-6,9	p=0,17

¹ Het verschil tussen de nulmeting en de situatie in september is significant wanneer $P < 0,05$ (t-test).

Tabel 5.2 Verandering in slibdikte in 2016 ten opzichte van nulmeting

Locatie	Gemiddelde slibdikte (cm)		Verandering gemiddelde slibdikte (cm)	T-test ¹
	Nulmeting maart 2015	Gemiddelde slibdikte (cm) Meting sept 2016		
	(n=10)	(n=10)		
Hasseler Es	23,4	27,6	4,3	p=0,31
Salamanderstraat	42,8	44,3	1,5	p=0,84
Vijver Kerkelanden a	47,1	44,6	-2,5	p=0,83
Vijver Kerkelanden b	56,4	50,2	-6,2	p=0,25

¹ Het verschil tussen de nulmeting en de situatie in september is significant wanneer $P < 0,05$ (t-test).

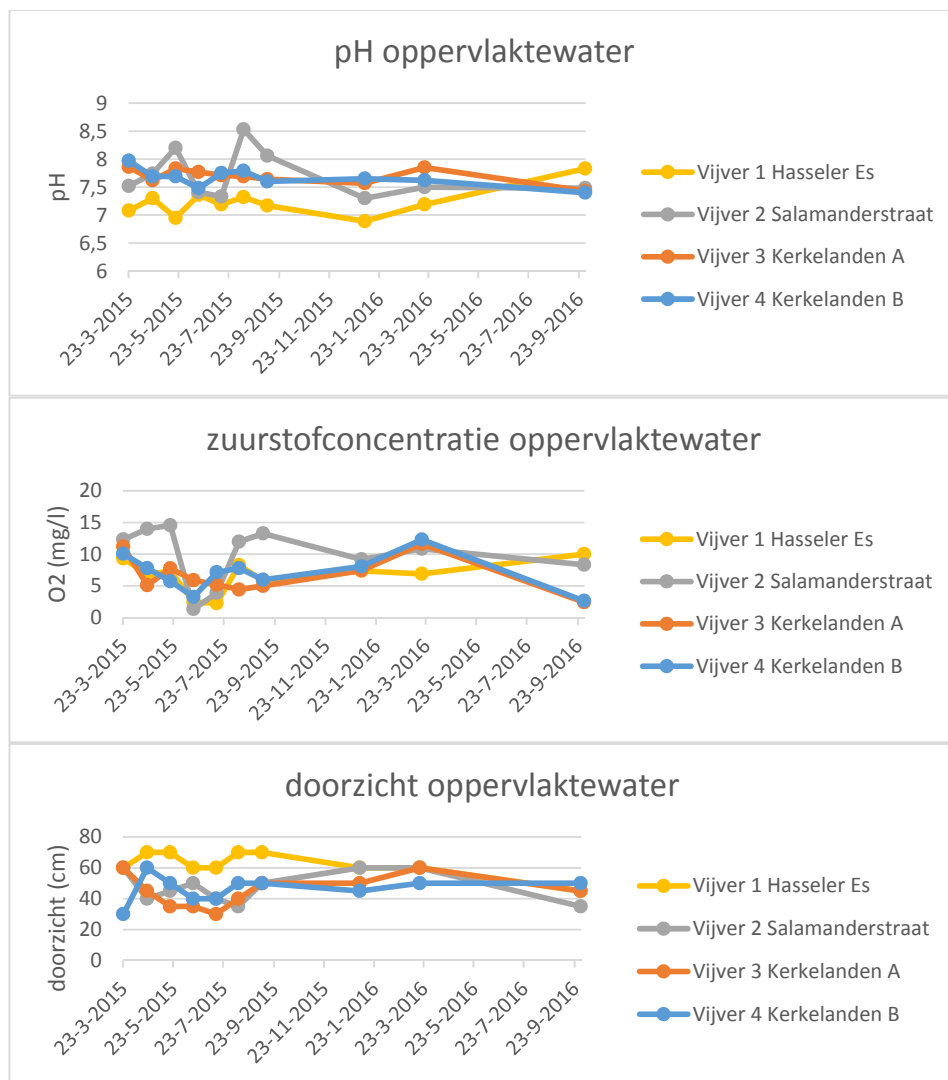
Kwaliteit oppervlaktewater

pH, zuurstofconcentratie en doorzicht

De pH in de vijvers ligt rond neutraal, met de laagste pH in de Hasseler Es. Gedurende de zomer van 2015 schommelt de pH, maar er is geen duidelijke trend zichtbaar. De zuurstofconcentratie in het voorjaar is goed (alle vijvers > 8 mg/l).

In de loop van het voorjaar en in de zomer neemt de concentratie in alle vijvers af, met de sterkste daling in vijver Salamanderstraat. Vanaf augustus neemt de concentratie weer toe. De dip vindt in alle vijvers tegelijk plaats.

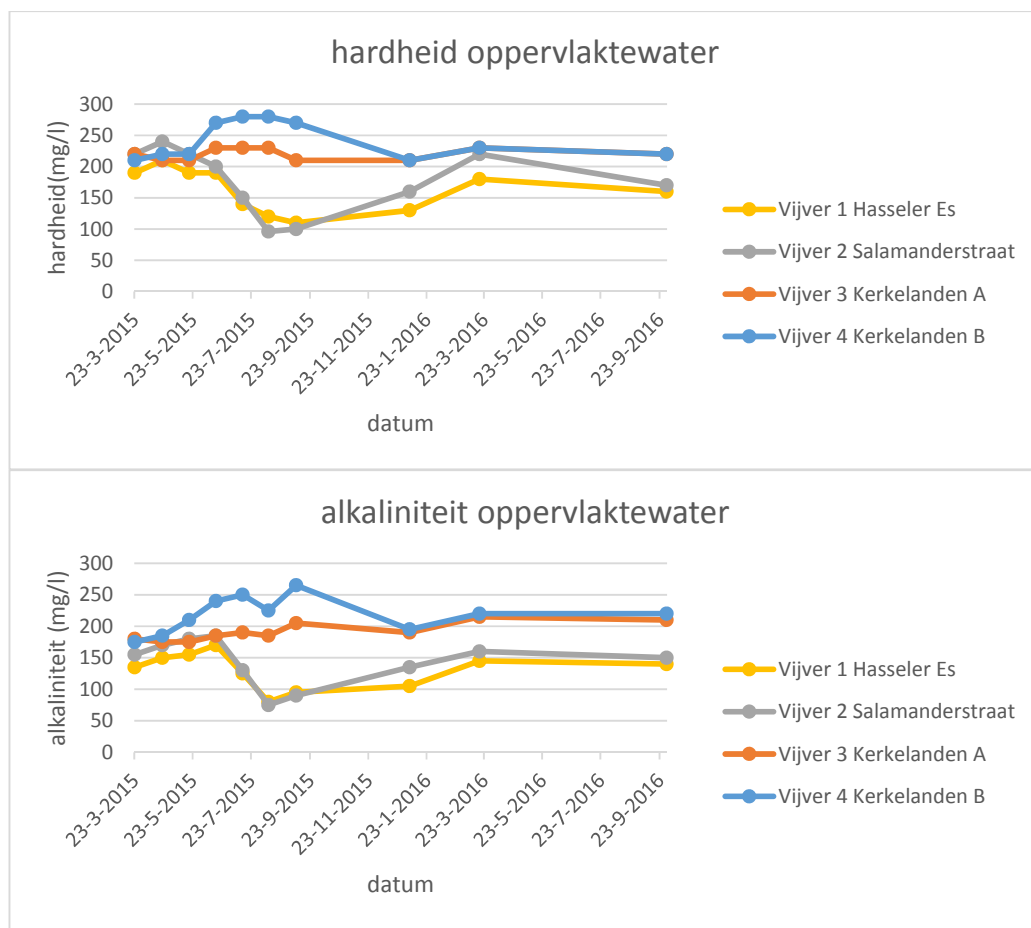
Net als de pH is er weinig variatie in doorzicht gedurende de meetperiode.



Figuur 5.1 pH, zuurstofconcentratie en doorzicht oppervlaktewater 2015 en 2016.

Alkaliniteit en hardheid

De alkaliniteit en de hardheid van het oppervlaktewater nemen iets toe in Kerkelanden A en B. In Hasseler Es en Salamanderstraat nemen deze parameters af vanaf juni. Er is geen opvallende toename van de alkaliniteit en hardheid opgetreden die mogelijk te verwachten was na toepassing van het krijt. De alkaliniteit is zodanig dat de vijvers goed gebufferd zijn en periodieke pH-schommelingen zeer beperkt zullen zijn. Tevens valt de hardheid in de optimale range voor vissen (Wurts, 1992). Dat de werking van het krijt kan worden verklaard door het tegengaan van een pH-schommeling lijkt hierdoor te kunnen verworpen (hypothese 1) aangezien de alkaliniteit tijdens de nulmeting reeds hoog is te noemen.



Figuur 5.2 Alkaliniteit en hardheid oppervlaktewater 2015 en 2016.

Nutriënten en chlorofyl-a

In alle vijvers zit relatief veel fosfaat in het oppervlaktewater. De MTR waarde van 0,15 mg/l wordt regelmatig overschreden. Er is geen algemene trend zichtbaar voor de fosfaatconcentratie. In Kerkelanden A is de concentratie gedurende 2015 lager geworden, in Kerkelanden B juist hoger. In de andere twee vijvers fluctueert de concentratie. De toepassing van krijt heeft dus geen meetbaar effect gehad op de fosfaatconcentraties. Stikstof is in diverse vormen gemeten. In alle vijvers is de nitraatconcentratie na toepassing van calciet gedaald. Opgemerkt wordt dat de stikstofconcentraties van 23 maart 2015 erg hoog zijn. Mogelijk is sprake van een meetfout in het laboratorium. Ook ammonium- en ammoniakconcentraties zijn over het algemeen lager in september dan in maart. In maart zijn zeer hoge ammoniakconcentraties gemeten. Een relatie met de krijttoepassing is hierbij niet te leggen. Waarden boven 0,15 mg/l kunnen als potentieel schadelijk worden beschouwd voor waterplanten en vissen (**Koi, de zwemmende juwelen van de vijver, 2015**). Het chlorofyl-a gehalte is in september in drie van de vier vijvers hoger dan het in maart en juni was. De waarden zijn echter niet zo hoog dat ze doorzicht beïnvloeden.

Tabel 5.1 Nutrientconcentraties en chlorofyl-a in oppervlaktewater.

Datum	Ptotaal (mg/l)	Nitraat (mg/l)	Nitriet (mg/l)	Ammonium (mg/l)	Ammoniak (mg/l)	Chlorofyl-a (mg/l)
Hasseler Es						
23-03-2015	0,13	1,98	0,05	0,66	0,2	50
16-06-2015	0,09	0,08	0,04	1,5	<0,01	<10
08-09-2015	0,13	0,4	0,08	0,48	<0,01	30
18-03-2016	0,09	2,3	0,07	0,79		<10
30-09-2016	0,19	0,16	0,04	0,18		90
Salamanderstraat						
23-03-2015	0,14	1,77	0,04	0,29	0,5	50
16-06-2015	0,22	<0,05	<0,02	0,73	<0,01	<10
08-09-2015	0,18	0,35	0,05	<0,1	<0,01	120
18-03-2016	0,06	2,3	0,04	0,33		<10
30-09-2016	0,18	0,07	0,02	0,29		190
Kerkelanden A						
23-03-2015	0,35	0,35	<0,02	0,12	1,2	20
16-06-2015	<0,05	<0,05	<0,02	0,1	<0,01	60
08-09-2015	<0,05	<0,05	<0,02	<0,1	<0,01	90
18-03-2016	0,08	0,46	<0,02	<0,01		20
30-09-2016	0,19	<0,05	<0,02	0,7		60
Kerkelanden B						
23-03-2015	0,08	0,2		0,1	1,6	30
16-06-2015	0,17	<0,05	<0,02	0,24	<0,01	30
08-09-2015	0,23	<0,05	<0,02	<0,1	<0,01	50
18-03-2016	0,1	0,47	<0,02	<0,1		40
30-09-2016	0,18	<0,05	<0,02	0,87		40

Zware metalen

Uit de metingen blijkt dat vrijwel alle metalenconcentraties in alle vijvers tijdens de eerste meting na het toepassen van het krijt lager zijn dan tijdens de nulmeting.

Dit is vermoedelijk te verklaren doordat calciet de vorming van aluminium- en ijzer(hydr)oxiden bevordert en het zwevend stof in de vorm van calcietpoeder de adsorptie en vervolgens neerslag van metalen vergroot (Andersen, 1999).

Tabel 5.2 Concentratie zware metalen in het oppervlaktewater

Datum	Al (ug/l)	Cr (ug/l)	Fe-totaal (ug/l)	Cu (ug/l)	Cd (ug/l)	Pb (ug/l)	Ni (ug/l)	Zn (ug/l)
Hasseler Es								
23-03-2015	130	1,4	2400	2,9	0,04	1,5	5,8	47
21-04-2015	75	0,88	1900	1,6	<0,03	0,55	5,7	15
19-05-2015	65	0,53	1300	2,6	0,03	1,2	4,5	38
16-06-2015	<50	0,57	3700	1,6	0,04	0,84	3,2	11
14-07-2015	53	0,8	4400	1,1	<0,03	1,9	1,3	27
10-08-2015	82	1,3	1300	1,6	<0,03	1	1,7	9,7
08-09-2015	180	0,54	3000	2,2	0,03	3	3,2	140
05-01-2016	240	0,89	2000	3,2	0,05	2,5	5	76
18-03-2016	210	1,3	3000	3	<0,03	1,2	7,1	26
30-09-2016	66	0,71	1200	1,5	<0,03	0,7	2,8	16
Salamanderstraat								
23-03-2015	310	2,5	2100	4,6	0,03	2,9	5,3	43
21-04-2015	340	0,95	2000	3	<0,03	2	5,2	21
19-05-2015	120	0,69	1600	3,1	<0,03	1,5	3,4	22
16-06-2015	120	0,98	3700	1,9	<0,03	1,6	2,7	14
14-07-2015	180	0,73	4700	1,9	<0,03	3,4	1,7	19
10-08-2015	200	1,1	2200	2	<0,03	2,6	1,3	13
08-09-2015	140	1	2000	1,5	<0,03	2,7	1,1	18
05-01-2016	100	1,2	1300	2,2	<0,03	2,1	3,7	41
18-03-2016	110	1,5	1500	3,1	<0,03	1	5,4	34
30-09-2016	290	1,2	1600	1,7	<0,03	2	2,2	15
Kerkelanden A								
23-03-2015	160	1,6	1200	2,2	0,03	1,5	2,2	11
21-04-2015	81	<0,5	790	1,1	<0,03	1	1,6	7,3
19-05-2015	74	<0,5	810	1,3	<0,03	0,95	1,7	10
16-06-2015	73	<0,5	1100	1,9	<0,03	1,2	1,7	19
14-07-2015	95	0,67	1900	1	<0,03	1,3	1,5	9,3
10-08-2015	<50	<0,5	1000	0,86	<0,03	0,53	1,3	<3
08-09-2015	76	0,7	1100	0,8	<0,03	0,68	1,3	13
05-01-2016	<50	1,3	830	0,87	<0,03	0,31	1,5	<3
18-03-2016	110	1,4	2000	1,8	<0,03	0,76	2,2	6,6
30-09-2016	16	2	2500	2	<0,03	0,82	1,5	11
Kerkelanden B								
23-03-2015	<50	1	1300	1,1	0,03	0,47	2	6,5
21-04-2015	<50	0,86	1100	0,75	<0,03	0,39	1,9	3,7
19-05-2015	51	0,91	2600	1,4	<0,03	0,58	1,7	7,7
16-06-2015	71	0,89	2900	1,8	<0,03	0,87	1,7	6,3
14-07-2015	67	0,66	3800	<0,5	<0,03	0,51	1,5	6,3
10-08-2015	<50	0,9	2600	0,71	<0,03	0,43	1,1	<3
08-09-2015	<50	1,5	1700	1,1	<0,03	0,42	1,7	16
05-01-2016	<50	0,79	1400	0,64	<0,03	0,39	2	5,4
18-03-2016	84	1,3	3000	1,4	<0,03	0,55	2	6,9
30-09-2016	<50	0,55	2800	1,3	<0,03	0,33	1,5	<3

Kwaliteit sediment

De kwaliteit van het sediment lijkt niet te zijn beïnvloed door de toepassing van het krijt.

Tabel 5.3 Gehaltes in sediment

Datum	Fe (mg/kg d.s.)	Cu (mg/kg d.s.)	Cd (mg/kg d.s.)	Pb (mg/kg d.s.)	Ni (mg/kg d.s.)	Zn (mg/kg d.s.)	P-totaal (mg/kg d.s.)
Hasseler Es							
23-03-2015	12	27	0,49	48	12	380	0,87
08-09-2015		36	0,61	57	14	490	
18-03-2016	13	34	0,58	55	13	500	1,1
30-09-2016	13	33	0,55	55	13	500	1,2
Salamanderstraat							
23-03-2015	24	35	0,8	66	21	460	1,4
08-09-2015		38	0,88	72	23	520	
18-03-2016	27	46	0,86	77	23	610	1,9
30-09-2016	30	37	0,84	68	22	470	1,7
Kerkelanden A							
23-03-2015	32	22	0,83	36	14	170	0,43
08-09-2015		13	0,43	23	10	84	
18-03-2016	28	19	0,64	29	13	130	0,42
30-09-2016	20	18	0,81	27	11	93	0,69
Kerkelanden B							
23-03-2015	37	36	0,41	38	11	130	0,99
08-09-2015		20	0,28	26	9	80	
18-03-2016	14	12	0,17	16	6,4	56	0,33
30-09-2016	24	22	0,31	26	7,8	82	0,62

6 Conclusie en aanbevelingen

6.1 Conclusies

- Er is, binnen 1,5 jaar, geen meetbare verandering opgetreden in slibdikte door toepassing van coccolietenkrijt.
- Het krijt heeft, met uitzondering van een verlaging van diverse concentraties aan zware metalen na toepassing, geen meetbare veranderingen in het oppervlaktewater veroorzaakt.
- Het krijt heeft geen meetbare effecten in de kwaliteit van het sediment veroorzaakt.

6.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

- Aangezien er geen aanwijzingen zijn dat coccolietenkrijt de slibdikte vermindert, wordt het niet zinvol geacht om het monitoringsprogramma op de huidige wijze voort te zetten.
- Omdat in eerdere experimenten pas na enkele jaren effecten zijn gemeten kan, gezien de gerichte onderzoekskosten, worden overwogen om in maart 2017 nog éénmaal een onderhoudsdosering toe te passen en vervolgens alleen de slibdiktes te meten in september 2017. Indien in september 2017 geen significante slibreductie wordt gemeten dan wordt hypothese 4 dat het slib geen meetbare invloed heeft op de slibdikte bevestigd.

7 Literatuurlijst

- Andersen, O. (1999). Sediment content of metals before and after liming. Elsevier the science of the total environment, 107-118.
- Breine, J. (1996). Modder in vijvers en het gebruik van coccolietenkrijt. -: V.V.H.V. vzw.
- CBS. (2014, November 7). Algemene fysisch-chemische kwaliteit oppervlaktewater KRW, 2013. Opgeroepen op November 11, 2015, van Compendium van de leefomgeving: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl
- De Laak, G. (2013). Coccolietenkrijt in visvijvers te Limbrigt en Moersgestel. -: Sportvisserij Nederland.
- De Laak, G. (2015). Visserijkundig onderzoek vijver Hasseler Es te Hengelo. Sportvisserij Nederland.
- De Laak, G. (2015). Visserijkundig onderzoek vijver kerkelanden te Almelo. Sportvisserij Nederland.
- Hoogenboom, H. (2014). Aquatische ecologie. KNNV.
- Koi, de zwemmende juwelen van de vijver. (2015). Opgeroepen op November 2015, van <http://www.dekoi.info/NH4.html>
- Landman, H. (2015). Invloed van toepassen van calcië(coccolietenkrijt) in oppervlaktewater op de ecologie en slibafbraak. Tauw.
- Smil, V. (1997). Elementaire kringlopen: Wisselwerking tussen biosfeer en beschaving. Natuur & Techniek.
- Tauw. (2015, November 11). Tauw. Opgeroepen op November 11, 2015, van www.tauw.nl: <http://www.tauw.nl/expertise/water/voor-overheden/baggeren-onderhoud-watergangen/>
- Torrans, E. (1982). Physiological and biochemical effects of acute exposure to hydrogen sulfide. Comp. Biochem. Physiol C., pp. 183-190.
- Wijmans, P. (2013). Visserijkundig onderzoek vijver Salamanderstraat te Hengelo. Hengelsportvereniging Ons Genoegen.
- Wurts, W. (2001). Liming fishponds. Alabama coöperative extension system.
- Wurts, W. R. (1992). Interactions of pH, carbon dioxide, alkalinity and hardness in fish ponds. Southern regional aquaculture center, 464.
- Young, J. a. (1998, - -). Nanoplankton ecology and paleoecology. Proceedings of the INA7 conference, Puerto Rico 1998. Marine Micropaleontology, 39, pp. 1-316. Opgeroepen op November 11, 2015, van Portal to protistology: <http://protozoa.uga.edu/portal/coccolithophores.html>
- Zoetemeyer, R. L. (2007). Basisboek visstandbeheer. Bilthoven: Sportvisserij Nederland.