

stowa

LITERATUURSTUDIE NAAR HET EFFECT VAN BAGGEREN OP WATERPLANTEN



RAPPORT

2024
19

LITERAATUURSTUDIE NAAR HET EFFECT VAN
BAGGEREN OP WATERPLANTEN

RAPPORT

2024

19

ISBN 978.94.6479.039.9



COLOFON

UITGAVE	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer Postbus 2180 3800 CD Amersfoort
AUTEURS	Maik Janssen (FLORON) Roelf Pot (Roelf Pot onderzoek- en adviesbureau) Fons Smolders (Onderzoekcentrum B-WARE/Radboud Universiteit Nijmegen) Michiel Verhofstad (FLORON)
BEGELEIDINGSCOMMISSIE	Remco Belonje (Waterschap Hollandse Delta) Roger Meijs (Hoogheemraadschap van Delfland) Rik Kraaij (Hoogheemraadschap van Rijnland) Tessa van der Wijngaart (STOWA)
VORMGEVING	Buro Vormvast
STOWA	STOWA 2024-19
ISBN	978.94.6479.039.9

De inhoud van deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden in de publicatie, of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud ervan.

STOWA spant zich in de rechthebbenden van in de uitgave gebruikte afbeeldingen te respecteren conform het auteursrecht. Indien u desondanks van mening bent dat uw rechten in het geding zijn, dan verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

TEN GELEIDE

In dit rapport is de aanwezige literatuur over de effecten van baggeren op waterplanten bij elkaar gebracht. Het helpt waterbeheerders om in te kunnen schatten of baggeren positieve of negatieve effecten zou kunnen hebben op waterplanten, afhankelijk van de omstandigheden.

Baggeren is een veel ingezette maatregel door waterbeheerders, met als doel waterdoorvoer of waterkwaliteit. Waterplanten zijn een belangrijk onderdeel van het aquatisch ecosysteem en nemen dus een belangrijke plaats in bij de ecologische doelen voor oppervlaktewateren.

In de Nederlandse sloten en andere watergangen drijven bodemdeeltjes en afgestorven algen- en plantenresten. Dit bezinkt en hoopt zich langzaam op in een sliblaag op de bodem. Om te voorkomen dat deze te dik wordt doen de waterschappen in Nederland aan onderhoudsbaggeren. Hierbij wordt de sliblaag op de bodem van de watergang (deels) weggehaald. Onderhoudsbaggeren haalt ook een deel van de waterplanten weg en raakt daarmee aan het halen van KRW-doelstellingen. Bij zogenaamd 'kwaliteitsbaggeren' wordt juist doelgericht gebaggerd om de waterkwaliteit en de groeiomstandigheden voor waterplanten te verbeteren. Beheerders kunnen nu vaak onvoldoende inschatten hoe en in hoeverre het baggeren deze doelstellingen beïnvloedt. Het effect van baggeren op waterplanten is namelijk complex door de vele natuurlijke processen die daarbij een rol spelen.

Deze literatuurstudie geeft een samenvatting van de beschikbare kennis over de effecten van baggerbeheer op waterplanten en de terugkeer van waterplanten door verschillende overlevingsorganen na het baggeren. De gevonden informatie is beperkt, gefragmenteerd en gaat vooral over voedselrijke stilstaande wateren. In dit soort systemen leidde baggeren vaak niet tot een grote verbetering in watervegetatie, maar verschoof de dominantie tussen soorten.

Gefaseerd baggeren lijkt een positief effect te hebben op de plantendiversiteit. Er is weinig onderzoek naar de verschillen tussen de methoden van baggeren en als dat wel was onderzocht werden geen grote verschillen gevonden. Diepte, nutriëntenrijkdom en toestand van de bodem hebben een grote invloed op de watervegetatie en baggeren heeft via deze parameters een indirecte en daardoor complexe invloed op waterplanten.

Een grafische samenvatting voor beheerders van watersystemen en beleidsmedewerkers geeft een beeld van onder welke omstandigheden positieve of negatieve effecten van baggeren op waterplanten te verwachten zijn. De studie sluit af met een overzicht van de belangrijkste kennishiaten en suggesties voor praktijkonderzoek.

Het project is uitgevoerd in samenwerking met de Themagroep Waterbodem van de Unie van Waterschappen.

Mark van der Werf
Directeur STOWA

SAMENVATTING

Het effect van baggeren op waterplanten is complex door de vele processen die daarbij een rol spelen. Om de bestaande kennis te bundelen is een literatuuronderzoek uitgevoerd. Een zoektocht op internet, in de archieven van auteurs en financiers, en bijdragen van deelnemers aan een webinar over de voorlopige resultaten, leverde 88 publicaties op, waarvan ongeveer een derde bruikbare concrete informatie bevatte.

De gevonden informatie is beperkt, gefragmenteerd en gaat vooral over hoogproductieve stagnante wateren. Dat zijn de nutriëntenrijke omstandigheden waarin waterplanten veel biomassa vormen en ook voor sterke baggeraanwas zorgen. De diversiteit van de onderwatervegetatie is in dergelijke systemen vaak beperkt. Hier leidde baggeren vaak niet tot een grote verbetering in watervegetatie, maar verschoof de dominantie tussen soorten.

Informatie over de effecten van baggeren op de zaadbank zijn schaars en wisselend. Dat komt waarschijnlijk mede doordat overleving/voortplanting met zaad bij waterplanten niet veel voorkomt. Herstel van de watervegetatie door herkolonisatie via plantenfragmenten lijkt succesvol als de afstand tot de bronpopulaties niet te groot is, waardoor gefaseerd baggeren een positief effect heeft op de plantendiversiteit. Het effect van baggeren lijkt slechts enkele jaren aan te houden, maar langjarige onderzoekresultaten zijn zeer schaars.

Er is weinig onderzoek naar de verschillen tussen de methoden van baggeren en als dat wel was onderzocht werden geen grote verschillen gevonden.

Diepte, nutriëntenrijkdom en toestand van de bodem hebben een grote invloed op de watervegetatie en baggeren heeft via deze parameters een indirecte en daardoor complexe invloed op waterplanten.

STOWA IN HET KORT

HOE WE WERKEN

STOWA is het kennis- en innovatiecentrum voor regionale waterbeheerders in Nederland; de waterschappen en provincies. We helpen ze met het verkrijgen van nieuwe kennis en inzichten die nodig zijn om de opgaven van de regionale waterbeheerders beter te kunnen uitvoeren. Dat doen we door kennisvragen te formuleren en te selecteren in programmacommissies. We zetten ons onderzoek uit bij een keur aan experts, adviesbureaus, instituten en universiteiten, die we begeleiden tijdens hun werk. We zorgen voor de beschikbaarstelling en verspreiding van de kennis, inzichten en antwoorden aan de gezamenlijke waterbeheerders. We stimuleren de uitwisseling van kennis en ervaringen, via bijeenkomsten, werkgroepen, excursies, conferenties en communities of practice. We werken samen met onder andere ministeries, Rijkswaterstaat, gemeenten, drinkwaterbedrijven.

WAT WE ONDERZOEKEN

Inhoudelijk richt Stowa zich op alle onderdelen van waterbeheer, van waterkering en stedelijk waterbeheer tot waterzuivering en watersystemen. Belangrijke thema's daarbij zijn klimaatadaptatie, waterveiligheid, waterkwaliteit en ecologie, energietransitie en circulaire economie.

De kennisvragen die Stowa beantwoordt liggen meestal op technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied. Onze kennis is altijd gericht op de praktijk van regionale waterbeheerders. Dat is waar we voor staan, als Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

WIE WE ZIJN

STOWA is als kennisorganisatie onafhankelijk, onpartijdig en transparant. De afnemers van onze kennis moeten erop kunnen vertrouwen dat de inhoud van onze rapporten objectief en representatief is. Alleen zo kan onze kennis worden ingezet voor beter waterbeheer en innovaties die antwoord geven op de uitdagingen van vandaag en morgen. Het is aan regionale waterbeheerders zelf te bepalen hoe ze de kennis van Stowa in de praktijk gebruiken. STOWA kan daarbij een rol spelen als adviseur, maar is geen uitvoerder of regisseur.

STOWA is een stichting die de richtlijnen volgt voor organisaties zonder winstoogmerk (RJ-640). In ons jaarverslag is daarom naast de cijfermatige jaarrekening onder meer ook een directieverslag over de stichting, haar activiteiten en kentallen opgenomen.

LITERAATUURSTUDIE NAAR HET EFFECT VAN BAGGEREN OP WATERPLANTEN

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	METHODE	2
3	RESULTATEN LITERAATUURSTUDIE	3
3.1	Gevonden studies	3
3.2	Effecten op soortgroepen planten	3
3.2.1	Algemeen	3
3.2.2	Emergente soorten	4
3.2.3	Drijvende soorten	4
3.2.4	Ondergedoken soorten	5
3.3	Effecten op de zaadbank	5
3.4	Methode van baggeren	6
3.4.1	Baggertuig	6
3.4.2	Baggerperiode	6
3.4.3	Baggerfrequentie	6
3.5	Overige relevante bevindingen	7
4	KENNISHIATEN; SUGGESTIES VOOR VERVOLGONDERZOEK	8
5	CONCLUSIE & DISCUSSIE	9
6	GRAFISCHE SAMENVATTING	11
7	REFERENTIES	13

1

INLEIDING

Waterplanten zijn belangrijke structurelementen in het aquatische ecosysteem. Ze bieden habitat en voedsel voor macrofauna en vis en helpen het water helder te houden (voor meer informatie en referenties zie H1 uit Verhofstad, 2017). In de systematiek van de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn waterplanten één van de vier biologische kwaliteitselementen waaraan de waterkwaliteit getoetst wordt. Bij veel waterschappen worden de KRW-doelstellingen ten aanzien van waterplanten momenteel niet gehaald (CBS et al., 2024).

Baggeren is, net als maaien (slootschonen) en begrazing door watervogels, een vorm van verwijdering van organisch materiaal en daarmee onderdeel van één van de ecologische sleutelfactoren die de ecologische toestand van wateren bepalen (STOWA, 2018). Bij 'kwaliteitsbaggeren' wordt gebaggerd om de ecologische toestand te verbeteren om daarmee de KRW-doelstellingen te halen, maar door baggeren worden ook waterplanten en/of hun overlevingsorganen (propagulen) verwijderd. Veel waterschappen houden bij hun baggerwerkzaamheden tot op zekere hoogte rekening met de vegetatie. Er kan bijvoorbeeld in het werkprotocol zijn opgenomen dat bij het baggeren 25% van vegetatie en de waterbodem gespaard wordt. Baggeren grijpt in op diverse processen die van belang zijn voor waterplanten, maar het is niet goed duidelijk hoe dit netto uitwerkt op waterplanten in de waterzone.

Het doel van dit project is om bestaande kennis over de effecten van baggeren op waterplanten te bundelen door middel van een literatuuronderzoek. De focus ligt daarbij op het zoeken naar informatie over:

1. Verwijdering van overlevingsorganen: maakt het uit welke techniek wordt gebruikt?
2. Verwijdering van overlevingsorganen: welk effect heeft het ontzien van delen van de watergang?
3. Terugkeer van de waterplanten: lokaal vanuit de zaadbank en over welke afstand is herkolonisatie nog mogelijk?
4. Baggermethode: is er een optimale baggerfrequentie en baggertechniek in relatie tot de overleving van waterplanten?
5. Baggermethode: levert gevarieerd baggeren, waaronder gefaseerd baggeren, een hogere EKR en/of biodiversiteit op dan uniform baggeren?

De studie is beperkt tot de effecten van baggeren van lijnvormige, stilstaande tot langzaam stromende, wateren in gematigd klimaat.¹

¹ Het opschonen van vennen en petgaten wordt ook wel baggeren genoemd, hoewel dat eigenlijk veel verstrekkender ingrepen zijn. De effecten daarvan vallen buiten de focus van dit onderzoek, omdat daar vaak waterkwaliteitsfactoren van grotere invloed zijn op de waterplanten dan het uitgraven zelf. Zie Bruinsma (2007), voor een illustratief voorbeeld.

2

METHODE

Om beschikbare kennis in wetenschappelijke literatuur en rapporten te vinden is zowel in Google, Google Scholar (in het Engels en Nederlands) en de Hydrotheek gezocht op o.a. de volgende zoektermen:

- (Ditch* OR Canal* OR Chanel* OR waterway*) AND (Dredg* OR (sediment AND remov*)) AND (plant* OR Macrophyt* OR hydrophyt* OR submerged OR weed* OR float* OR vegetation*)
- (sloot OR vaart OR kanaal OR wetering OR watergang) AND (bagger* OR (slib AND verwijder*)) AND (plant* OR macrofyt* OR hydrofyt* OR ondergedoken OR drijvend* OR vegetatie)

De zoektocht in de literatuur en eigen archieven van auteurs en financiers leverde 77 publicaties op waarin informatie over baggeren én waterplanten gevonden was (zie Bijlage 1, apart weergegeven op de STOWA website), maar daarvan was minder dan de helft bruikbaar voor het beantwoorden van onze vragen.

Na verwerking van de gevonden literatuur werd een webinar georganiseerd waarin de conceptresultaten werden gepresenteerd en bediscussieerd. Tevens werd aan de deelnemers gevraagd om bijdragen in de vorm van eigen rapporten en door ons gemiste publicaties na te sturen. Dat leverde nog enkele nuttige aanvullende bijdragen op, maar ook suggesties voor het meenemen van studies die weliswaar gerelateerd waren aan baggeren, maar niet het effect daarvan op waterplanten beschreven. Bruikbare informatie uit de nagestuurde publicaties zijn toegevoegd aan de conceptresultaten en samen verwerkt tot dit eindrapport. In totaal zijn 88 publicaties bekeken (Bijlage 1, apart weergegeven op de STOWA website). Let op: Veel van de hierna vermelde kennis (conclusies) is gebaseerd op slechts één of enkele studies.

3

RESULTATEN LITERATUURSTUDIE

3.1 GEVONDEN STUDIES

Soortenrijkdom en abundantie (vegetatiebedekking) zijn de meest gemeten 'kwaliteitsvariabelen' voor de planten. Andere kwaliteitsvariabelen zoals Ecologische Kwaliteitsratio (EKR) van de KRW zijn maar sporadisch vermeld. De meeste publicaties gaan over de effecten direct na, of in het eerstvolgende jaar na baggeren. Hoe de situatie zich daarna ontwikkelde is hieruit niet te achterhalen. Vergelijkingen met referentiesituaties en 0-metingen (voorafgaand aan baggeren) zijn bijna niet te vinden, wat het lastig maakt de gevonden verschillen in de vegetatie causaal aan het gevoerde baggerbeheer te koppelen. Onderlinge vergelijkingen tussen onderzoeken zijn ook lastig vanwege zeer wisselende onderzoeksmethodieken en zeer verschillende lokale omstandigheden (groeicondities). In de meeste gevallen is er een uitgangssituatie met erg lage natuurwaarde onderzocht in de gevonden studies (soortenarm en alleen zeer algemene soorten, zoals Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*), Grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*), krozen (*Lemna spp.*, *Azolla spp.*, *Wolffia spp.*, *Spirodella sp.*), Kikkerbeet (*Hydrocharis morsus-ranae*), Riet (*Phragmites australis*) en Liesgras (*Glyceria maxima*). Studies over baggeren in gebieden met goede natuurkwaliteit zijn niet gevonden, mogelijk omdat baggeren daar (nog) niet nodig is. Er is daar dan geen reden om te 'kwaliteitsbaggeren'. Specifieke studies over watergangen in gebieden met goede ecologische kwaliteit én reden voor baggeren (bijv. ten behoeve van vergroten waterdoorvoercapaciteit) zijn niet gevonden. Zie Bijlage 2 (apart weergegeven op de STOWA website) voor een korte samenvattingen met, voor dit onderzoek, gevonden relevante informatie per publicatie (belangrijkste bronnen).

3.2 EFFECTEN OP SOORTGROEPEN PLANTEN

3.2.1 ALGEMEEN

Het effect dat baggeren heeft op waterplanten verschilt per plantensoort en per locatie (o.a. met voedselrijkdom). Baggeren kan een positief effect hebben op de soortenrijkdom aan ondergedoken en drijvende soorten als de gebaggerde locaties binnen 1000m van verbonden bronpopulaties liggen (zoals een hoofdwatergang; Milsom et al., 2004). Dit positieve effect was hier het grootst op locaties die binnen 200m afstand van zo'n hoofdwatergang liggen. Zelfs verstoringgevoelige soorten zoals Glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*) lijken zich dan te kunnen handhaven bij een 3-jarige baggercyclus (Milsom et al., 2004). De soortenrijkdom van drijvende en ondergedoken planten kan tussen zo'n 1-4 jaar na baggeren iets hoger zijn, maar die verhoging is niet gevonden voor de Ecologische KwaliteitsRatio (EKR) van de KRW (Van Hall, 2019; Milsom et al., 2004).

Baggeren in zeer voedselrijke systemen op veen en klei leidt niet altijd tot een meetbare toename van de natuurkwaliteit (EKR of soortenrijkdom, Gylstra et al., 2015; Musters et al., 2006). Dit is deels toe te schrijven aan het feit dat er vaak slechts een verschuiving gemeld werd in de aantallen/abundantie tussen zeer algemene, snelgroeiende soorten zoals Smalle waterpest, Grof hoornblad, Kikkerbeet, Klein kroos (*Lemna minor*), Puntkroos (*Lemna trisulca*), Grote egelskop (*Sparganium erectum*) en Liesgras die meestal laag scoren op de KRW-maatlat (zeker bij hoge bedekking). Het aandeel hoog scorende soorten voor de EKR, of totale planten soortenrijkdom, was daarbij niet verhoogd (Gylstra et al., 2015, Musters et al., 2006). In een

andere studie, waar voorafgaand aan baggeren nauwelijks waterplanten aanwezig waren, bleef de watervegetatie in de 2 jaar na baggeren zeer beperkt (alleen kroos; Dijkers et al., 2004). Het jaar daarna was de hoeveelheid kroos echter afgenomen en Gesteelde Zannichellia (*Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*) flink toegenomen.

Er zijn indicaties gevonden dat direct na baggeren de soortenrijkdom het grootst is, maar er komen niet altijd nieuwe soorten op na baggeren (Van Hall, 2019). In essentie is baggeren een vorm van terugzetten van het proces van verlanding. Wade (1993) vond inderdaad na het baggeren een tijdelijk terugkeer van ondergedoken soorten en toename van kroos terwijl 39% van de eerder aanwezige soorten niet binnen twee jaar werden teruggevonden. Zo'n verschuiving wordt echter in de praktijk niet altijd gevonden na baggeren (Van Hall, 2019). Effecten van maaien en baggeren op de oevervegetatie waren ook niet zichtbaar bij een vergelijking tussen sloten die 1-5 jaar geleden geschoond waren en sloten die meer dan 5 jaar geleden geschoond waren (Van Strien et al., 1991).

Alles overziend leidde baggeren in de meeste studies niet tot een meetbare toename van natuurkwaliteit / soortenrijkdom. Zoals eerder aangegeven gingen de meeste studies over gebieden met al lage natuurwaarde, waar voor een verbetering van de natuurwaarde mogelijk meer nodig is. De vegetatie herstelt zich na baggeren minder snel dan na maaien (Kaenel & Uehlinger, 1999).

Verschillende studies noemden wel een verschuiving ten aanzien van de aanwezige groeivormen na baggeren, waarbij de emergente plantensoorten afnamen en de ondergedoken en drijvende soorten (tijdelijk) toenamen (indien aanwezig; zie o.a. Bracewell et al., 2019; Boedeltje et al., 2003; Wade 1993). Dat komt waarschijnlijk doordat de emergente soorten sterker afhankelijk zijn van de bodem dan de ondergedoken soorten, en ook in sterkere mate door het baggeren zelf uit het water worden verwijderd. Ondergedoken waterplanten kunnen vaak vanuit afgebroken stengelfragmenten weer uitgroeien. Het effect van baggeren op de bedekking van de verschillende groeivormen lijkt in het eerste jaar na de ingreep het grootst. Vrijwel geen van de gevonden studies duurde lang genoeg (>5-10 jaar) om harde conclusies te trekken over meerjarige verschuivingen in soortensamenstelling na baggeren en dat geldt daarom ook voor het effect van baggeren op de natuurkwaliteit.

3.2.2 EMERGENTE SOORTEN

Baggeren heeft over het algemeen een negatief effect op de aanwezige emergente vegetatie in de waterzone (Bracewell et al., 2019). Riet blijkt echter wel in staat in twee jaar tijd na de baggerwerkzaamheden weer volledig terug te groeien. Een andere studie rapporteerde dat ook de groei van Grote egelskop na het eerste jaar weer flink toenam (Wade, 1993). Het baggeren van plekken met een hoge bedekking aan Liesgras lijkt echter een zeer geschikt (tijdelijk) pioniersmilieu te creëren (Wade, 1993), waar ondergedoken soorten zoals bijvoorbeeld Kranswieren van zouden kunnen profiteren (Bruinsma et al., 2018).

3.2.3 DRIJVENDE SOORTEN

Binnen deze groeivorm (soortgroep) is vooral informatie gevonden over kroos. Voor andere soorten drijfbladplanten is minder informatie gevonden. Kroos kan zowel toenemen als afnemen (kort) na baggerbeheer. Boedeltje et al. (2003) vonden een flinke toename in bedekking van Klein kroos en Puntkroos in de twee maanden na het baggeren. Een dergelijke forse toename aan bedekkingen van Klein kroos, Bultkroos (*Lemna gibba*), en ook Kikkerbeet, is ook door Wade (1993) gevonden. Aanwezigheid van kroossoorten kan door hun snelle groeipotentie positieve effecten van beheer t.b.v. onderwaterlichtklimaat en ondergedoken vegetatie tenietdoen. Andere onderzoeken lieten echter zien dat baggeren de groei van kroos

ook kan remmen: in zeer voedselrijke uitgangssituatie met een hoge kroosbedekking is die bedekking lager gebleken direct na baggeren (Boeyen et al., 1992 en Van Zuidam, 2013). Dit kan mogelijk ten dele worden verklaard doordat door baggeren het water ook dieper wordt en kroos in dieper water minder gemakkelijk toegang heeft tot de nutriënten in de waterbodem. Voor zover bekend is hier nog geen onderzoek naar gedaan. Maar dit kan ook door de verminderde nalevering van nutriënten uit de onderwaterbodem worden veroorzaakt alsmede door de verminderde beschikbaarheid van propagulen na baggeren (Boedeltje et al., 2005).

Baggeren heeft volgens Bracewell et al. (2019) een matig neutraal tot licht negatief effect op drijvende plantensoorten. Al was baggeren maar een klein onderdeel van die studie. Door STOWA (2018) worden de grote drijvende plantensoorten als Gele plomp (*Nuphar lutea*), Witte waterlelie (*Nymphaea alba*) en Krabbenscheer (*Stratiotes aloides*) als gevoelig voor baggeren beschouwd.

3.2.4 ONDERGEDOKEN SOORTEN

Sommige soorten ondergedoken waterplanten kunnen profiteren van baggeren. Smalle waterpest, Grof hoornblad, Schedefonteinkruid (*Stuckenia pectinata*) en Aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) kunnen gezien worden als verstoringstolerante soorten die vaak profiteren van baggeren. Ze groeien namelijk gemakkelijk door na verwijdering (maaien, begrazen of baggeren) als de nutriënten-beschikbaarheid hoog is (STOWA, 2018). De meeste (smallbladige) fonteinkruiden kunnen gezien worden als verstoringgevoelige soorten (Sabbatini & Murphy, 1996). Zannichellia (*Zannichellia palustris*) kan goed tegen maaien, maar plant zich alleen generatief voor. Doordat de zaadbank bij baggeren sterk kan worden gereduceerd is deze soort mogelijk wel gevoelig voor baggeren. Gesteelde Zannichellia (*Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*) bleek echter in het 3^e groeiseizoen na baggeren in 1 studie ineens meer voor te komen (Dijkers et al., 2004). Daarnaast bleek Tenger fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*) na baggeren op te duiken, maar bleek ook de eutrofiële en verstoringstolerante Smalle waterpest te profiteren van baggeren (Boedeltje et al., 2003). In een andere studie doken Tenger fonteinkruid, Grof hoornblad én Gewoon kransblad (*Chara vulgaris*) na het baggeren van dichte rietvegetaties weer op, maar lieten 1 jaar na baggeren alweer een afname zien (Wade, 1993). In een andere studie leidde baggeren tot een negatief effect op ondergedoken soorten (Bracewell et al., 2019).

In theorie zouden kranswieren (indien aanwezig in zaadbank) potentieel kunnen profiteren van baggeren, aangezien ze vaak pioniersgedrag vertonen in een open milieu (Bruinsma et al., 2018). Uit ander onderzoek blijkt dat baggeren echter een groot deel van de aanwezige sporen van kranswieren kan laten verdwijnen, ook op plekken waar geen kranswieren (lijken te) zitten, maar wel sporen. Het volledig baggeren van locaties zonder (uitgegroeide) kranswieren zou de sporenvoorraad op den duur kunnen verwijderen (Dzon, z.j.). Zeker als dieper dan de originele waterbodem wordt gebaggerd, waardoor dus geen 'oude' waterbodemaag, potentieel met sporen, meer aanwezig is.

3.3 EFFECTEN OP DE ZAADBANK

De aanwezige zaadbank is vaak niet representatief voor de aanwezige vegetatie (Boedeltje et al., 2003). Een belangrijke oorzaak daarvan is dat de meeste waterplanten zich vooral vegetatief vermeerderen en vele ook maar beperkt zaden maken. Die soorten worden dan ook niet, of niet veel, in het sediment aangetroffen. In zijn algemeenheid speelt de zaadbank daarom naar verwachting slechts een beperkte rol om na baggeren direct een oorspron-

kelijke en diverse vegetatie onderwaterplanten te bewerkstelligen, zeker als de bodem ook regelmatig verwijderd is/gebaggerd is (incl. deel van de aanwezige zaden). Sporen van kranswieren worden wel vaak gevonden en zitten wel gelijkmatig verdeeld in het slib (Dzon, z.j.). De meeste plantensoorten herkoloniseren vanaf elders de gebaggerde sloten (Van Zuidam, 2013) en doen dat voornamelijk via vegetatieve verspreiding. Dit kan ook over grotere afstand via dieren (Green et al., 2023). Soorten die lange tijd niet zijn aangetroffen kunnen echter potentieel toch weer oppoppen uit een, door baggeren aangebroken, dieper gelegen zaadbank; als deze aanwezig is. Sommige zaden blijven in de bodem namelijk lang kiemkrachtig (bijv. Alderton et al., 2017; Adamec, 2018). Aan de zaadbanken van met name onderwaterplanten in de waterzone van onze kunstmatige watergangen is echter nog maar beperkt onderzoek gedaan. De exacte potentie hiervan voor de vegetatieontwikkeling na baggeren is dus niet bekend en zal naar verwachting sterk verschillen per locatie én aanwezige plantensoorten. Sterk verarmde zaadbanken (met weinig soorten onderwaterplanten) zijn bekend uit het westen van ons land (Verhofstad et al., 2021).

3.4 METHODE VAN BAGGEREN

De effecten die baggerwerkzaamheden op de onderwatervegetatie kan hebben wordt ook beïnvloed door het gebruikte materieel, baggermoment en – frequentie. De gevonden kennis hierover wordt hierna besproken, maar is zeer beperkt.

3.4.1 BAGGERTUIG

De baggerpomp lijkt iets negatiever uit te pakken voor de diversiteit aan onderwatervegetatie dan baggeren met een kraan in zeer voedselrijke en tevens soortenarme situaties (Kraaij, 2024). De baggerpomp lijkt namelijk de meest negatieve effecten te hebben op ondergedoken en drijvende soorten, maar een klein positief effect op de emergente vegetatie (Twisk et al., 2003). Ander vergelijkend onderzoek tussen de effecten van verschillende baggermachines op onderwaterplanten hebben we niet gevonden.

3.4.2 BAGGERPERIODE

Baggeren tussen november en maart levert een lagere natuurwaarde op (Twisk et al., 2003). Baggeren aan het einde van het plantengroeiseizoen, tussen september – oktober, lijkt de meest geschikte periode. De planten hebben dan flink kunnen groeien en eventueel zaad kunnen zetten en tevens na het baggeren nog een korte hergroei-/herstelperiode. Losgeslagen fragmenten kunnen zich potentieel opnieuw vestigen. Hier is echter geen informatie over gevonden, ook niet over of waterdieren in deze periode planten of zaden nog vaak/veel verspreiden.

Onderzoek naar de effecten van lente- of voorjaarsbaggeren op ondergedoken waterplanten is ook niet gevonden.

3.4.3 BAGGERFREQUENTIE

De frequentie van baggeren heeft effect op de watervegetatie, maar is voor zover bekend niet goed onderzocht. Regelmatig gemaaide watergangen zijn soortenrijker dan watergangen met achterstallig onderhoud (Meier et al., 2017), maar of dat ook voor baggeren geldt is niet duidelijk.

Er is een significant verschil gevonden in vegetatie-samenstelling tussen niet gebaggerde sloten, 0-1 jaar geleden gebaggerde sloten, en 4-5 jaar geleden gebaggerde sloten (Van Hall, 2019). Jaarlijks baggeren kan in sommige (voedselrijke) situaties nodig zijn om een meer diverse vegetatie/goede natuurwaarde te bereiken/behouden (Twisk et al., 2003). De

hoogste natuurwaarden, uitgedrukt in EKR of soortenrijkdom, werden in relatief voedselrijke systemen gevonden binnen 1 tot 4 jaar na baggeren (Van Hall, 2019; Milsom, 2004). In hoogproductieve systemen kan een lagere baggerfrequentie de diversiteit van de watervegetatie waarschijnlijk niet verbeteren (zie ook Wade, 1993; Gylstra et al., 2015). Zoals eerder aangegeven is te weinig informatie gevonden over meer voedselarme systemen (waarschijnlijk is baggeren daar niet, of maar zeer beperkt, gewenst).

3.5 OVERIGE RELEVANTE BEVINDINGEN

De relatie tussen baggeren en de chemische kwaliteit van sloten is complex (STOWA, 2012; Van Hall, 2019). Als interne eutrofiering het belangrijkste mechanisme is voor een hoge productiviteit van het oppervlaktewater dan kan baggeren pas een effect gaan hebben als belasting is gestopt en als de onderwaterbodem een betere chemische kwaliteit heeft dan de baggerlaag. Dit is lang niet altijd het geval (STOWA 2012 & data Onderzoekcentrum B-WARE). De snelheid van baggeraanwas in agrarische veenweide sloten verschilt per systeem, maar is gerapporteerd tot 5-12 cm per jaar (Boeyen et al., 1992). Om deze reden wordt vaak frequent baggerbeheer gevoerd om de sloot op de gewenste diepte te houden t.b.v. de watervoerende functie. Maar veel langzamere opbouw van bagger komt ook voor (Kraaij, 2024).

Naast het verwijderen van de plantbiomassa en propagulen (o.a. zaden, sporen, winterknoppen) lijken de verstoringseffecten van baggeren op die van maaien (Bracewell et al., 2019; Sabbatini & Murphy, 1996). Baggeren kan daarmee zowel positieve als negatieve effecten op watervegetaties hebben. Voornaamste reden voor toename van de slootkwaliteit na baggeren is toe te schrijven aan het verwijderen van dominante/beschaduwende emergente waterplanten en het uitdiepen (verwijderen van instabiel/waterig slib), waardoor meer potentieel habitat wordt gecreëerd voor ondergedoken waterplanten (Boeyen et al., 1992; Twisk et al., 2003). Na baggeren is er een kleine toename van het doorzicht gemeld en dat kan doorwerken als een positief effect: helderheid van het water heeft doorgaans een positief effect op de soortenrijkdom en de EKR (Van Hall, 2019; Kraaij, 2024).

In stromende watergangen wordt in de meeste studies het effect van baggeren en maaien niet apart onderscheiden. Baggeren is als expliciete maatregel in stromende wateren ook nauwelijks aan de orde omdat de stroming de baggerophoping al reguleert. Als er al wordt gesproken over baggeren in beken, dan wordt daar een negatief effect aan toegeschreven (Baattrup-Pedersen et al. 2002). In onze literatuurstudie hebben we ons gericht op stilstaande tot langzaam stromende sloten en kanalen.

4

KENNISHIATEN; SUGGESTIES VOOR VERVOLGONDERZOEK

In deze paragraaf benoemen we de belangrijkste zaken waarover we te weinig informatie hebben gevonden om duidelijke conclusies te kunnen trekken of concrete aanbevelingen te doen.

- Langetermijneffecten van een baggeringreep op de watervegetatie (incl. bepalen optimale frequentie en effect van o.a. voedselrijkdom daarop)
- Specifieke effecten van verschillende baggermethoden (kraan, zuiger) op ondergedoken waterplanten (incl. gefaseerd versus volledig baggerbeheer).
- Gevoeligheid van verschillende plantensoorten voor verschillende baggermethoden (slechts van een paar soorten info gevonden) en timing daarvan i.r.t. hun levenscyclus.
- Effect van standplaatsfactoren op het effect van baggeren (i.c.m. baggerfrequentie).
- Aanwezigheid van zaadbank en bronpopulaties t.b.v. herstel watervegetatie na baggeren en het effect van verschillende baggermethoden op zaadbank.
- Effecten van baggeren op EKR-(deel)scores.
- Rol van (ecologisch) baggeren/schonen om zaadbank/propagulen verspreiding te verbeteren/conservieren

In Nederland verzamelen we al veel plantenwaarnemingen, bijvoorbeeld vanuit de KRW-monitoring. Het is de moeite waard om te verkennen of er tevens lange-termijn-informatie is in bepaalde gebieden over baggerbeheer. Vervolgens kan verkend worden of met het combineren van deze data een aantal van de kennisvragen (deels) opgelost kan worden.

5

CONCLUSIE & DISCUSSIE

We starten met het kort behandelen van de onderzoeksvragen.

Ten aanzien van vraag 1 en 2: *verwijdering van overlevingsorganen, maakt het uit welke techniek wordt gebruikt? en welk effect heeft het ontzien van delen van de watergang?*

Het is duidelijk dat planten, zaden, sporen en andere propagulen worden verwijderd met baggeren. Er is geen specifiek onderzoek gevonden over welk percentage van de totale watervegetatie achterblijft in de zaadbank na baggeren. Ook niet over hoeveel procent van de waterbodem gespaard moet blijven om de ondergedoken vegetatie optimaal te behouden/stimuleren. Her kolonisatie vindt waarschijnlijk voornamelijk via vegetatieve verspreiding en achterblijven van plantenfragmenten plaats, aangezien veel ondergedoken waterplanten vooral vegetatief voortplanten. Over de dynamiek van soorten in de zaadbank versus aanwezige vegetatie in locaties met baggerbeheer op langere termijn is geen informatie gevonden.

Ten aanzien van vraag 3: *terugkeer van de planten: over welke afstand is herkolonisatie nog mogelijk?*

Voor zover onderzocht lijkt de afstand waarop planten vanuit bronpopulaties terug kunnen keren maximaal 1000 m watergang te zijn en optimaal 200 m. Deze informatie over terugkeer na baggeren komt echter slechts uit één studie (Milsom et al., 2004) en gaat maar over één plantensoort (Glanzig fonteinkruid). Van andere soorten die we in regelmatig gebaggerde systemen aantreffen verspreidt smalle waterpest zich veel gemakkelijker, maar dat komt mogelijk vooral tot uiting in het tijdverloop tussen baggeren en herkolonisatie. Planten kunnen zich namelijk over grote afstanden ook via dieren verspreiden, maar hierover is geen specifieke informatie gevonden in relatie tot baggeren (lees: in hoeverre waterdieren na baggeren waterplanten introduceren).

Ten aanzien van vraag 4: *is er een optimale baggerfrequentie in relatie tot de overleving van waterplanten?*

De optimale frequentie is sterk afhankelijk van de productiviteit van het systeem en de daar gestelde doelen (wensbeeld). Zeer hoogproductieve sloten bereiken de hoogste natuurwaarde bij eens per 1-3 jaar baggeren, maar bij minder productieve wateren, en waarschijnlijk ook bij diepere wateren, ligt de optimale frequentie een stuk lager. Door gebrek aan informatie over laagproductieve watergangen én langjarige studies kan geen optimale frequentie gegeven worden voor deze situaties.

Ten aanzien van vraag 5: *levert gevarieerd baggeren, waaronder gefaseerd baggeren, een hogere EKR en/of biodiversiteit op dan uniform baggeren?*

Vergelijkingen tussen verschillende manieren van baggeren (incl. fasering) op ondergedoken planten zijn zeer schaars. De natuurwaarde in regelmatig gebaggerde systemen wordt veelal vooral bepaald door de hoge productiviteit. Baggeren leidt volgens de meeste studies niet tot een verschuiving van de soortensamenstelling van de vegetatie en verarming of verbetering van de natuurkwaliteit. Gefaseerd baggeren kan wel tot gevolg hebben dat de afstanden die soorten voor herkolonisatie moeten afleggen korter worden. Dat zou herstel van de watervegetatie kunnen bespoedigen, maar er is geen studie gevonden die dat aantoont.

Terugkijkend op de studie valt op dat de gevonden informatie gefragmenteerd was en vooral over hoogproductieve wateren ging. Dat is ook niet echt verwonderlijk natuurlijk: onder nutriëntenrijke omstandigheden kunnen waterplanten het snelst groeien, veel biomassa vormen, en voor sterke baggeraanwas zorgen. Daar wordt dan in Nederland vaak ook regelmatig gebaggerd om de waterdiepte en doorvoercapaciteit te behouden. Hoe vaak gebaggerd dient te worden hangt af van de doelen die de beheerder op het water heeft gesteld, de bodem/slibkwaliteit, en de snelheid waarmee de bagger toeneemt. Niet alle soorten waterplanten kunnen even goed tegen (frequente) verstoring, zoals baggeren. De snelgroeiende waterplanten kunnen zich gemakkelijk verspreiden, dan wel vegetatief overleven. De weinige soorten waterplanten die zich voornamelijk met zaad verspreiden komen eigenlijk niet in regelmatig gebaggerde situaties (meer) voor in Nederland. Je zou ze wel verwachten, omdat dit doorgaans pioniers zijn en baggeren in principe een pionier situatie oplevert. Mogelijk is de zaadbank inmiddels té verarmd door het decennialang beheer en gebruik, en zijn ook nabijgelegen bronpopulaties niet meer aanwezig; dit blijft speculeren.

In minder productieve situaties wordt ook wel gebaggerd, maar veel minder frequent omdat de baggeraanwas ook navenant langzamer is. Onder die omstandigheden is ook een rijkere waterplantenbegroeiing mogelijk, zoals met Krabbenscheer en fonteinkruiden, al zijn geen specifieke studies gevonden naar het effect van baggeren op de waterplanten in deze gebieden.

In stromende wateren is er in principe geen reden om te baggeren, omdat bagger van nature niet de kans krijgt zich op te hopen. Daarom vonden we daar ook geen informatie over het effect van baggeren op waterplanten. Als er problemen zijn met te veel baggeraanwas in stromende beken en rivieren, is de hydrologie waarschijnlijk niet op orde. Daar zijn wel studies/onderzoeken over gevonden, maar zijn geen onderdeel van dit rapport.

We adviseren sterk om meer onderzoek aan de effecten van baggerbeheer op waterplanten in de waterzone uit te voeren. Er wordt zeer veel gebaggerd in Nederland, maar zoals uit onze studie blijkt, zijn de effecten nog lang niet goed in beeld (zie H4 voor onderzoeksrichtingen).

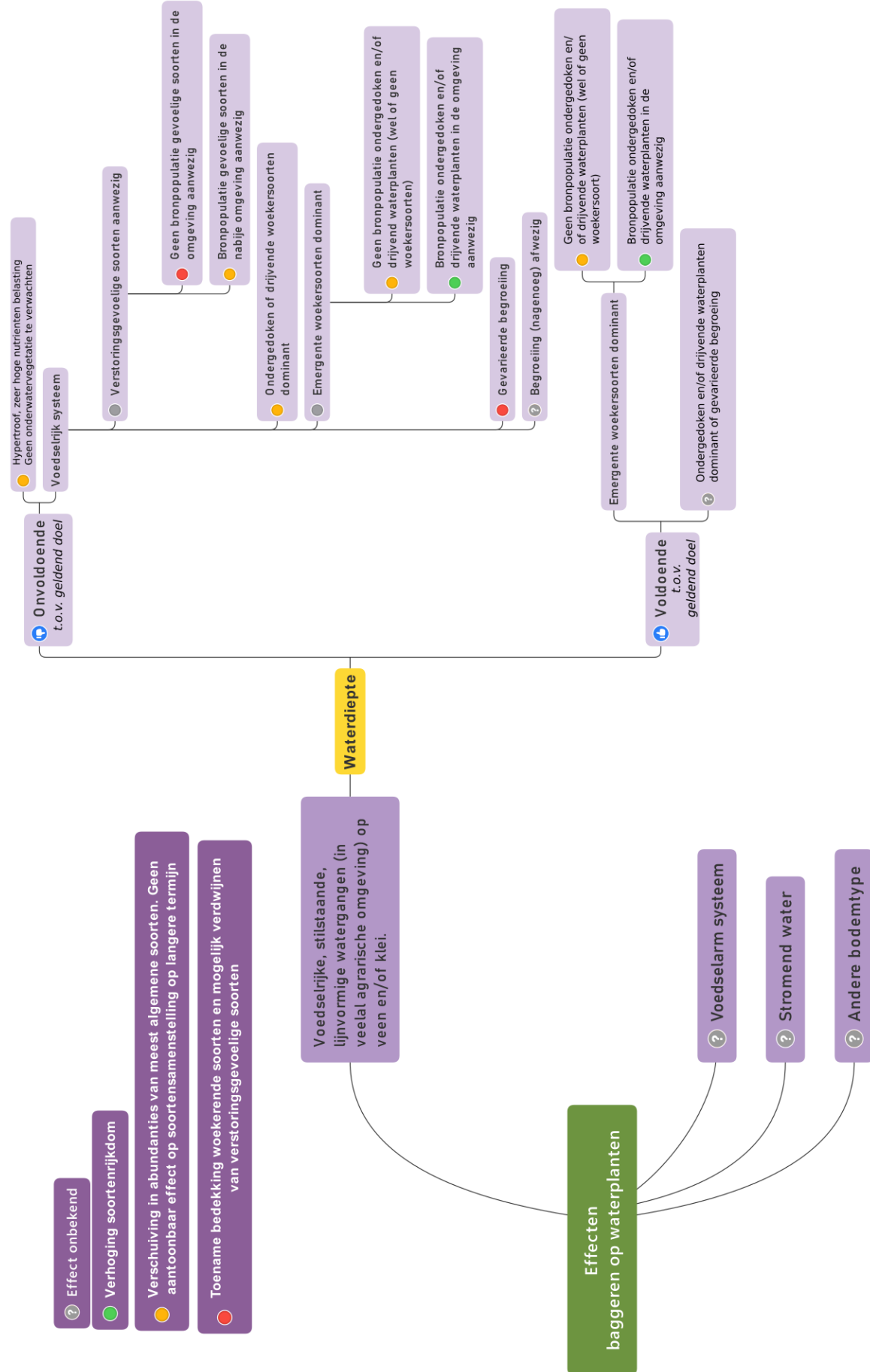
6

GRAFISCHE SAMENVATTING

Om beheerders te helpen de (beperkte) relevante beschikbare informatie te gebruiken in hun baggerbeheer hebben we een schema gemaakt (figuur 1) waarin de belangrijkste effecten van baggeren zijn weergegeven, afhankelijk van de lokale omstandigheden. Zoals aangegeven is de hoeveelheid beschikbare informatie over het effect van baggeren op waterplanten beperkt en is veelal verzameld over een relatief korte periode (<5jaar). We zien het schema dus ook als een 0.9-versie, welke in de toekomst met nieuwe kennis aangevuld dient te worden.

In de grafische samenvatting: De meeste informatie is gevonden voor voedselrijke, stilstaande, lijnvormige watergangen (in veelal agrarische omgeving) op veen en/of klei. Vervolgens is de waterdiepte t.o.v. het geldende doel van belang bij de afweging om te gaan baggeren en dat bepaalt ook deels het effect van baggeren. Voor ondergedoken waterplantengroei is waterdiepte potentieel een beperking: waterplanten hebben gemiddeld zo'n 1-29% van het daglicht nodig, afhankelijk van de soort (Lacoul & Freedman, 2006; Bornette & Puijalon, 2011; Verhofstad et al., 2017; Chambers, 1987), en licht dooft uit met de diepte en troebelheid van het water. Ook dient de waterbodem plantengroei toe te laten (niet te nat en/of toxisch). Dat is samen van groter belang dan de absolute waterdiepte.

FIGUUR 1 GRAFISCHE SAMENVATTING MET GEVONDEN EFFECTEN VAN BAGGEREN OP WATERVEGETATIE IN RELATIE TOT STANDPLAATSCONDITIES MET INDICATIE VAN MEEST WAARSCHIJNLIJK RESULTAAT VAN BAGGEREN (KORTE TERMIJN). LET WEL DAT DE CONCLUSIES A.D.H.V. DE BEPERKTE BESCHIKBARE LITERAATUUR EN KENNIS ZIJN OPGESTELD EN DIUS GEEN GARANTIES GEEFT, MAAR DE BESTE INSCHATTING A.D.H.V. HUIDIGDE KENNIS BEVAT.



7 REFERENTIES

Adamec, L. (2018). Ecophysiological characteristics of turions of aquatic plants: A review. *Aquatic Botany*, 148, 64 – 77. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2018.04.011>

Alderton, E., Sayer, C. D., Davies, R., Lambert, S. J., & Axmacher, J. C. (2017). Buried alive: Aquatic plants survive in ‘ghost ponds’ under agricultural fields. *Biological Conservation*, 212(June), 105 – 110. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.06.004>

Baatrup-Pedersen, A., Larsen, S. E., & Riis, T. (2002). Long-term effects of stream management on plant communities in two Danish lowland streams. In *Hydrobiologia* (Vol. 481).

Boedeltje, G., Bakker, J. P., & ter Heerdt, G. N. J. (2003). Potential role of propagule banks in the development of aquatic vegetation in backwaters along navigation canals. *Aquatic Botany*, 77(1).

Boedeltje, G., Smolders, A.J.P., Lamers, L.P.M. & Roelofs, J.G.M. (2005). Interactions between sediment propagule banks and sediment nutrient fluxes explain floating plant dominance in stagnant shallow waters. *Archiv für Hydrobiologie* 162: 349-362.

Boeyen, J. H., Beljaars, C. N., & van Gerve, R. (1992). Vergroten van waterdiepte in sloten heeft een positief effect op de waterkwaliteit.

Bornette, G., & Puijalon, S. (2011). Response of aquatic plants to abiotic factors: A review. *Aquatic Sciences*, 73(1), 1 – 14. <https://doi.org/10.1007/s00027-010-0162-7>

Bracewell, S., Verdonschot, R. C. M., Schäfer, R. B., Bush, A., Lapen, D. R., & van den Brink, P. J. (2019). Qualifying the effects of single and multiple stressors on the food web structure of Dutch drainage ditches using a literature review and conceptual models. *Science of the Total Environment*, 684, 727 – 740. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.497>

Bruinsma (2007). Verslag van twee excursies naar het Belversven – Floristische werkgroep KNNV Eindhoven.

Bruinsma, J., Denys, L., Krause, W., Mes, R., Nat, E. & Van Raam, J. (2018). Determinatietabel van Kranswieren van de Benelux. Tweede, herziene editie

CBS, PBL, RIVM, WUR (2024). Biologische waterkwaliteit KRW, 2021 (indicator 1420, versie 05, 18 augustus 2022) www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.

Chambers, P. A. (1987). Light and Nutrients in the Control of Aquatic Plant Community Structure II. In *Situ Observations*. *Journal of Ecology* 75(3), 621 – 628. <https://doi.org/10.2307/2260194>

Dijkers, C., Dubbeldam, M., Geene, R., Peene, E., Storm, R.A., Tempelman, D., Wellner, R. & Wilhelm, M. (2004). Ecologisch herstel Baarzandse Kreek. Biologisch onderzoek naar de effecten van baggeren, onderzoeksjaren 1999-2004.

Dzon (z.j.) Dredging lowers propagule bank density in peatland ditches in polder Groot

Wilnis Vinkeveen. Masterstageverslag Universiteit van Amsterdam & Waternet.

Green, A. J., Lovas-Kiss, Á., Reynolds, C., Sebastián-González, E., Silva, G. G., van Leeuwen, C. H. A., & Wilkinson, D. M. (2023). Dispersal of aquatic and terrestrial organisms by waterbirds: A review of current knowledge and future priorities. *Freshwater Biology*, 68(2), 173–190. <https://doi.org/10.1111/fwb.14038>

Gylstra, R., Wegner, A., Poelen, M., Loeb, R., & van den Berg, L. (2015). Baggeren en waterkwaliteit. Op zoek naar de optimale baggerfrequentie voor sloten in de Alblasserwaard en Vijfheerenlanden.

Kaenel, B. R., & Uehlinger, U. (1999). Aquatic plant management: ecological effects in two streams of the Swiss Plateau. *Hydrobiologia* (Vol. 415).

Kraaij (2024). Het effect van baggeren en standplaatsfactoren op waterplanten in Aarlanderveen - een data analyse. Hoogheemraadschap van Rijnland.

Lacoul, P., & Freedman, B. (2006). Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Reviews*, 14(2), 89–136. <https://doi.org/10.1139/a06-001>

Meier, M., Gerlach, R., Schirmel, J., & Buhk, C. (2017). Plant diversity in a water-meadow landscape: the role of irrigation ditches. *Plant Ecology*, 218(8), 971–981. <https://doi.org/10.1007/s11258-017-0744-8>

Milsom, T. P., Sherwood, A. J., Rose, S. C., Town, S. J., & Runham, S. R. (2004). Dynamics and management of plant communities in ditches bordering arable fenland in eastern England. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103(1), 85–99. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.10.012>

Musters, C. J. M., ter Keurs, W. J., & van Well, E. A. P. (2006). Natuurvriendelijk slootonderhoud in het westelijk veenweidegebied. Eindverslag van het Slootexperiment 2003-2005. <https://hdl.handle.net/1887/12293>

Sabbatini, M. R., & Murphy, K. J. (1996). Response of Callitriche and Potamogeton to Cutting, Dredging and Shade in English Drainage Channels.

STOWA (2012). Baggernut, maatregelen baggeren en nutriënten. STOWA-rapport 2012-40.

STOWA (2018). Ecologische sleutelfactor verwijdering. STOWA-rapport 2018-26.

Twisk, W., Noordervliet, M. A. W., & ter Keurs, W. J. (2003). The nature value of the ditch vegetation in peat areas in relation to farm management. *Aquatic Ecology* 37: 191–209.

Van Hall (2019). The effects of dredging on water quality and vegetation diversity in peatland drainage ditches. Masterstageverslag. Universiteit van Amsterdam & Hoogheemraadschap van Rijnland.

Van Strien, A. J., van der Burg, T., Rip, W. J., & Strucker, R. C. W. (1991). Effects of Mechanical Ditch Management on the Vegetation of Ditch Banks in Dutch Peat. In *Source: Journal of Applied Ecology* (Vol. 28, Issue 2).

Van Zuidam (2013) Macrophytes in drainage ditches: Functioning and perspectives for recovery. PhD-Thesis Wageningen Universiteit.

Verhofstad, M. (2017). To Mow or Not to Mow: An ecological and societal perspective on submerged aquatic plant growth. PhD-thesis NIOO-KNAW & Universiteit Utrecht.

Verhofstad, M., Janssen, M., Poelen, M. & Smolders, A. (2021). Waar blijven de onder-

waterplanten? Rapport met resultaten van een kiemproef en bodemonderzoek. FLORON-rapport 2021.036.e1. Floristisch Onderzoek Nederland, Nijmegen in samenwerking met Onderzoekcentrum B-Ware

Wade, P. M. (1993). The Influence of Vegetation Pre-Dredging on the Post-Dredging Community. In *Journal of Aquatic Plant Management* (Vol. 31, pp. 141–144).