

# Risicobeoordeling van Watercrassula (*Crassula helmsii*) in Europa



Van der Loop, J.M.M., R. Beringen, R.S.E.W. Leuven,  
J.L.C.H. van Valkenburg, H.H. van Kleef, M. Verhofstad & B. Odé



Radboud Universiteit 



FLORON-rapport  
FL2019.064.e02  
augustus 2020





## Colofon

Status uitgave:	definitief
Rapportnummer:	FL2019.064.e02
Datum uitgave:	24 augustus 2020
Titel:	Risicobeoordeling van Watercrassula ( <i>Crassula helmsii</i> ) in Europa
Wijze van citeren:	Van der Loop, J.M.M., R. Beringen, R.S.E.W. Leuven, J.L.C.H. van Valkenburg, H.H. van Kleef, M. Verhofstad & B. Odé (2019). Risicobeoordeling van Watercrassula ( <i>Crassula helmsii</i> ) in Europa. FLORON-rapport: 2019.064
Foto omslag:	Watercrassula (J. van der Loop)
Projectleider (eindredactie):	Baudewijn Odé
Kwaliteitsborging:	Rob Leuven
Uitvoering:	FLORON, Stichting Bargerveen en Radboud Universiteit Nijmegen
Projectteam:	Janneke van der Loop, Ruud Beringen, Rob Leuven, Johan van Valkenburg, Hein van Kleef, Michiel Verhofstad en Baudewijn Odé
Opdrachtgever:	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit T.a.v. H. Groenewoud Postbus 43006 3540 AA Utrecht
Akkoord voor uitgave:	B. Odé (Projectleider FLORON)

Paraaf:





## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>11</b>
1.1	<i>Achtergrond.....</i>	11
1.2	<i>Vraagstelling .....</i>	11
1.3	<i>Leeswijzer .....</i>	11
<b>2</b>	<b>Materiaal en methode .....</b>	<b>13</b>
2.1	<i>Literatuuronderzoek .....</i>	13
2.2	<i>Verspreiding Nederland .....</i>	13
2.3	<i>Verspreiding Europa .....</i>	14
2.4	<i>Risicobeoordeling en -classificatie met Harmonia+ .....</i>	14
2.5	<i>Vergelijking met andere risicobeoordelingen .....</i>	16
<b>3</b>	<b>Soortbeschrijving .....</b>	<b>19</b>
3.1	<i>Taxonomie.....</i>	19
3.2	<i>Nomenclatuur.....</i>	19
3.2.1	<i>Wetenschappelijke naam.....</i>	19
3.2.2	<i>Synoniemen .....</i>	19
3.2.3	<i>Handelsnamen.....</i>	19
3.2.4	<i>Lokale namen, “vernacular names” .....</i>	19
3.3	<i>Soortbeschrijving kenmerken.....</i>	20
3.4	<i>Gelijkende soorten .....</i>	21
3.5	<i>Natuurlijk verspreidingsgebied .....</i>	21
3.6	<i>Invasiegeschiedenis potentieel verspreidingsgebied.....</i>	22
3.7	<i>Standplaats en ecologie.....</i>	22
3.8	<i>Voortplanting en Verspreiding (levenscyclus).....</i>	25
3.8.1	<i>Levenscyclus .....</i>	25
3.8.2	<i>Voortplanting.....</i>	26
3.8.3	<i>Verspreiding (mechanismen, omstandigheden voor kieming en vestiging) .....</i>	26
<b>4</b>	<b>Introductieroutes (UNEP pathways en vectoren) .....</b>	<b>29</b>
4.1	<i>Introductie in EU.....</i>	29
4.2	<i>Opzettelijk en onopzettelijke verspreiding.....</i>	29
<b>5</b>	<b>Klimaat en biogeografie .....</b>	<b>31</b>
5.1	<i>Klimaatmatch, huidig klimaat .....</i>	31
5.2	<i>Biogeografie Europa .....</i>	32
5.3	<i>Klimaatscenario's .....</i>	32
<b>6</b>	<b>Voorkomen binnen EU .....</b>	<b>35</b>
6.1	<i>Vestigingsstatus binnen EU-landen .....</i>	35
6.2	<i>Voorkomen buiten de EU .....</i>	35

6.3	<i>Verspreiding in Nederland</i> .....	37
6.4	<i>Mogelijke verspreiding in de toekomst</i> .....	37
<b>7</b>	<b>Impacts</b> .....	<b>39</b>
7.1	<i>Ecologisch/ biodiversiteit</i> .....	39
7.1.1	Biodiversiteit algemeen.....	39
7.1.2	Impact op Rode Lijst-, zeldzame- en/of beschermde soorten .....	40
7.1.3	Impact op EU-habitattypen .....	44
7.1.4	Impact op chemische-fysische eigenschappen en structuur van ecosystemen.....	46
7.2	<i>Ecosysteemdiensten</i> .....	48
7.3	<i>Volksgesondheid en economie</i> .....	48
7.3.1	Ziekten/allergieën of andere lichamelijke aandoeningen .....	48
7.3.2	Veiligheid personen, infrastructuur .....	48
7.3.3	Socio-economische impact.....	49
<b>8</b>	<b>Risicoanalyse</b> .....	<b>51</b>
8.1	<i>Risicoclassificatie</i> .....	52
8.2	<i>Risico- en zekerheidscores</i> .....	57
8.3	<i>Vergelijking met andere risicobeoordelingen</i> .....	58
<b>9</b>	<b>Raming van de potentiële kosten (kwantitatief of kwalitatief)</b> .....	<b>61</b>
9.1	<i>Schade aan biodiversiteit &amp; ecosysteemdiensten</i> .....	61
9.2	<i>Schade aan gezondheid, veiligheid en economie</i> .....	61
9.3	<i>Kosten bestrijding</i> .....	61
<b>10</b>	<b>Beheer</b> .....	<b>63</b>
10.1	<i>Preventie</i> .....	63
10.2	<i>Beheersing en bestrijding</i> .....	64
10.2.1	Mechanisch .....	65
10.2.2	Fysisch .....	65
10.2.3	Chemisch.....	67
10.2.4	Biologisch .....	67
10.2.5	Niets doen .....	68
10.2.6	Nazorg behandelde gebieden .....	68
10.3	<i>Risico's onjuist beheer</i> .....	69
<b>11</b>	<b>Kennishiaten en aanbevelingen voor toekomstig (praktijkgericht) onderzoek</b> .....	<b>71</b>
<b>12</b>	<b>Discussie en conclusies</b> .....	<b>73</b>
12.1	<i>Discussie</i> .....	73
12.2	<i>Conclusie</i> .....	73
12.3	<i>Aanbevelingen voor beheer</i> .....	74
12.3.1	Verspreiding voorkomen .....	76
12.3.2	Besmetting: Niets doen .....	76
12.3.3	Besmetting: elimineren .....	76
12.3.4	Besmetting: Beheersen – traditioneel versus systeemgericht .....	77
12.3.5	Aanvullende maatregelen bij besmettingen .....	77
<b>13</b>	<b>Literatuur</b> .....	<b>79</b>

## Summary

This report describes a risk assessment of the alien species Stonecrop (*Crassula helmsii*) in Europe. The species is native to Australia and New Zealand but has been imported in many places in the world as ornamental species for aquaria and garden ponds. It is a small perennial species of water bodies and wetlands. The species is considered invasive in several European countries.

The present risk assessment is based on a detailed risk inventory and supports national and international decision making on the management of Stonecrop. The available information and data were analysed and the risks were classified by a team of experts using the Harmonia+ protocol.

The species invades a wide variety of artificial and natural habitats. Vegetative means of dispersal by - even minute - stem fragments being able to sprout and grow to a new plant enhances the invasion potential of the species.

Dispersion within Europe is both human-induced and natural. Main dispersion pathways are active dump of plant material from garden ponds and aquaria in nature, transportation of stem fragments during vegetation management (mowing), and transport of soils infested with plant fragments. Natural dispersion of vegetative fragments may occur passively in water bodies, but also through zoochory. In Europe, seed production seems rare.

Stonecrop frequently grows in dense monospecific stands and can out-compete native plants and animals, thus changing natural ecosystems fundamentally, including the physical and chemical conditions. Both protected habitats and protected plant and animal species listed in the EU Habitat Directive may be negatively affected.

The future climate change is expected to have little effect on the risk of establishment, although high-elevation sites and northern regions may become increasingly vulnerable to stonecrop invasions, as extreme cold temperatures might become less frequent.

The risk assessment with Harmonia+ shows the overall risk score is high for Stonecrop. Especially the risks of establishment and dispersion due to human activities are high, this also holds for risks of negatively impacting biodiversity. Effects on human health, crops and cultivation systems are absent or less prominent.

Being a species with the smallest stem fragments to easily grow into a new plant, eradication is not a simple task. Not only need measures to be thorough to be effective, but also it may easily take some years of follow-up management to get rid of the species. Eradication is especially difficult because the measures taken usually creates an ideal new habitat for this species. In most cases a combination of two or even more measures, applied over several years will be required to achieve total extermination. In some instances, it may be better not to manage sites at all, to avoid dispersion of fragments and get the stand overgrown by trees or other taller vegetation.

Several knowledge gaps exist and include some quite fundamental questions. Provenance and ploidy level of Stonecrop throughout Europe may be different, but this is not known. Also, the

biotic and abiotic ecological effects of Stonecrop may seem clear, yet, scientific sound effect studies are rare or missing. Furthermore, the impact of seeds both in actual reproduction and in the possible building of a persistent seed bank in Europe are largely unknown. Finally, the effectiveness of different types of eradication measures needs a thorough evaluation.



## Samenvatting

Dit rapport beschrijft een risicobeoordeling van de exotische water- en oeverplant *Watercrassula* (*Crassula helmsii*) in Europa. Deze soort is inheems in Australië en New-Zeeland maar is op veel plaatsen in de wereld ingevoerd als sierplant en zuurstofplant voor aquaria en tuinvijvers. Het is een kleine overblijvende soort van wateren en moerassen. In diverse Europese landen wordt de soort als invasief beschouwd.

Deze risicobeoordeling is gebaseerd op een uitgebreide risico-inventarisatie en kan het nationale en internationale beleid met betrekking tot beheer en bestrijding van *Watercrassula* ondersteunen. De beschikbare data en informatie zijn door een team van experts beoordeeld met het Harmonia+ protocol.

*Watercrassula* kan een grote variëteit aan kunstmatige en natuurlijke habitats binnendringen. De soort is in staat zich vegetatief te verspreiden, zelfs met heel kleine stengelfragmenten die weer kunnen uitgroeien tot een nieuwe plant. Daardoor is de mogelijkheid om zich invasief te gedragen groot.

De soort heeft zich binnen Europa zowel op natuurlijke wijze als met hulp van de mens verspreid. De belangrijkste manieren van verspreiding zijn het actief in de natuur achterlaten van planten afkomstig uit tuinvijvers en aquaria, het transporteren van stengelfragmenten door vegetatiebeheer (maaien) en transport van bodemmateriaal met plantenresten van *Watercrassula*. Natuurlijke verspreiding van vegetatief materiaal kan passief in waterlichamen plaatsvinden, maar ook door transport door dieren. Zaadproductie lijkt zeldzaam in Europa.

*Watercrassula* vormt geregeld dichte massavegetaties, waardoor inheemse planten en dieren kunnen worden verdrongen. Door een besmetting kunnen natuurlijke ecosystemen fundamenteel veranderen, ook qua fysische en chemische omstandigheden. Dit kan een negatief effect hebben op volgens de EU Habitatrichtlijn beschermde habitats, planten en dieren.

De toekomstige klimaatverandering zal naar verwachting weinig effect hebben op de vestigingskansen voor de soort, hoewel noordelijke streken en hoger gelegen delen mogelijk gevoeliger worden voor invasie door *Watercrassula*, omdat extreem lage temperaturen minder vaak kunnen voorkomen.

De risicobeoordeling met Harmonia+ laat zien dat de algemene risicoscore van *Watercrassula* hoog is. Met name het risico op vestiging en verspreiding als gevolg van menselijke activiteiten is hoog. Dit geldt ook voor de invloed van de soort op biodiversiteit. De effecten op menselijke gezondheid, landbouwgewassen en andere teelten zijn afwezig of bescheiden.

Het uitroeien van een soort waarvan de kleinste stengelfragmenten nog kunnen uitgroeien tot een nieuwe plant is niet eenvoudig. Maatregelen moeten niet alleen grondig zijn om effectief te kunnen zijn, het kan ook makkelijk enkele jaren nazorg vragen voordat de soort echt verdwenen is. Het uitroeien van de soort is extra moeilijk omdat veel van de maatregelen resulteren in een ideale situatie voor hergroei of nieuwe vestiging van de soort. In veel gevallen zal een combinatie van maatregelen moeten worden toegepast, gedurende een aantal jaren, voordat de soort op een locatie echt is uitgeroeid. In sommige situaties kan het beter zijn om geen beheer toe te passen, om verspreiding van fragmenten te voorkomen en om bomen of andere hoge vegetatie de groeiplaats te laten overgroeien.

Er zijn nog diverse kennislücken, waaronder sommige vrij fundamentele. De herkomst en het ploëdie niveau van *Watercrassula* in Europa zou verschillend kunnen zijn, maar dit is niet bekend. Hoewel de effecten op de soortensamenstelling en abiotische eigenschappen van ecosystemen duidelijk lijken, ontbreken zuiver wetenschappelijke studies naar deze effecten nagenoeg. Verder is het belang van zaden, zowel in de actuele reproductie als in de mogelijke opbouw van een langlevende zaadvoorraad in de bodem in Europa, in hoge mate onbekend. Tenslotte is er grote behoefte aan een evaluatie van de verschillende soorten maatregelen om de soort uit te roeien.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

In diverse EU-lidstaten, waaronder Nederland, komt Watercrassula (*Crassula helmsii*) voor. De verspreiding van deze uit Australië en Nieuw-Zeeland afkomstige soort is in de afgelopen decennia toegenomen.

Terreinbeherende organisaties zoals natuurbeheerders, gemeenten, provincies, waterschappen, en Rijkswaterstaat, maar ook particulieren, maken zich in toenemende mate zorgen over de schade en kosten die Watercrassula met zich mee brengt; er zijn zelfs Kamervragen over gesteld (Handelingen van de Tweede kamer, d.d. 11-03-2020 vraag 2020Z04814).

Dit is aanleiding geweest voor de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) om een risicobeoordeling te laten uitvoeren.

## 1.2 Vraagstelling

De NVWA heeft aan FLORON, Radboud Universiteit en Stichting Bargerveen gevraagd om een risicobeoordeling uit te voeren die voldoet aan alle criteria die gesteld worden in de Europese verordening voor preventie en beheer van invasieve soorten en de daaraan gerelateerde 'Gedelegeerde verordening 2018-968 van de EU'. De beoordeling moet gebaseerd zijn op een wetenschappelijke onderbouwing van de risico's van Watercrassula. Het eindproduct moet zo veel mogelijk voldoen aan de Europese criteria voor opname op de Unielijst en onder andere de volgende elementen omvatten:

- kweek en handel;
- verspreidingsroutes;
- risico's voor biodiversiteit;
- risico's voor functioneren van ecosystemen;
- risico's voor ecosysteemdiensten;
- risico's voor volksgezondheid;
- socio-economische gevolgen;
- risico's van onjuist beheer;
- kennishiaten;
- aanbevelingen voor onderzoek.

## 1.3 Leeswijzer

Deze rapportage omvat zowel achtergrondinformatie over Watercrassula als een risicobeoordeling van deze soort. Hoofdstuk 2 beschrijft de methodische aspecten van deze beide onderdelen. In Hoofdstuk 3-7 worden de resultaten van de uitgebreide literatuuranalyse besproken. Bij de verdeling in paragrafen is in dit hoofdstuk rekening gehouden met de 'Gedelegeerde verordening 2018-968 van de EU' en met het gebruikte protocol voor de risicobeoordeling (Harmonia<sup>+</sup>). In Hoofdstuk 8 worden de resultaten van de risicoanalyse besproken. In Hoofdstuk 9 worden de kostenaspecten voor het voetlicht gebracht en in

Hoofdstuk 10 volgen de mogelijkheden van beheer en bestrijding. Tenslotte volgen in Hoofdstuk 11 kennislieden, conclusies en aanbevelingen.

## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Literatuuronderzoek

De zoekmachines Google Scholar en Web of Science (beide in Engelse taal) en Google.nl (in Nederlandse taal) zijn gebruikt om wetenschappelijke literatuur (peer reviewed artikelen, rapporten en proefschriften) te verzamelen via de digitale bibliotheekfaciliteiten van de Radboud Universiteit, Researchgate en diverse 'open access' faciliteiten van tijdschriften, bibliotheken en onderzoeksinstituten. Per onderwerp dat aan bod komt in deze risicoanalyse zijn in de zoekmachines zoekopdrachten met verschillende zoektermen uitgevoerd (Tabel 2.1). De nadruk bij de literatuurstudie ligt op de onderwerpen die niet of onvoldoende aan de orde zijn geweest in de beschikbare risicoanalyses, de Europese context en schaal van risico's, en de wetenschappelijke onderbouwing die nodig is voor de beoordeling van de relevante risicocriteria. Voor zover relevant worden de (potentiële) verspreiding en de risico's van de soorten voor de Europese Unie beschreven voor zowel de lidstaten (inclusief Nederland) als biogeografische regio's. Per zoekopdracht zijn de eerste 30 hits geëvalueerd om artikelen of rapporten te selecteren die relevant zijn voor de onderbouwing van de risicoanalyse. De resultaten, het aantal hits en potentieel bruikbare informatiebronnen van alle zoekopdrachten staan weergegeven in bijlage 1.

*Tabel 2.1: Overzicht van gebruikte zoekmachines en een voorbeeld van de gebruikte termen.*

Zoekmachine	Zoeken	Termen
Google.nl	Met alle woorden	Watercrassula
	Gecombineerd met ten minste 1 van de woorden	Habitat, ecosysteem, eisen, standplaats, toleranties, negatieve, effecten, problemen, invasief, risicoanalyses
Google Scholar	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i>
	Gecombineerd ten minste 1 van de woorden	Habitat, ecosystem, demands, stand, tolerances, negative, effects, problems, impact, invasive, risk assessments
Web of Science	Met de woorden	<i>Crassula helmsii</i> habitat, ecosystem, demands, stand, tolerances, negative, effects, problems, impact, invasive, risk assessments

Artikelen en rapporten waarnaar is gerefereerd in de gevonden informatiebronnen zijn eveneens geëvalueerd op potentieel nieuwe informatie over *Watercrassula*. Voor de beschrijving van soort- en habitateigenschappen is aanvullend informatie gebruikt uit boeken, zoals flora's van het herkomstgebied. Daarnaast is gebruik gemaakt van beschikbare buitenlandse risicobeoordelingen en factsheets van *Watercrassula*. Deze werden opgespoord met behulp van alle combinaties van de wetenschappelijke naam (incl. synoniemen) en de zoektermen risicobeoordeling, risicoanalyse en risicoclassificatie (in meerdere talen toegepast).

### 2.2 Verspreiding Nederland

De gegevens voor de verspreiding binnen Nederland zijn afkomstig uit de Nationale Databank Flora & Fauna (NDFP; <https://www.ndff.nl/>). In de NDFP zijn verspreidingsgegevens opgeslagen van vrijwilligers, provincies, gemeenten, waterschappen, onderzoeksinstituten en

terreinbeheerders. Behalve een locatieaanduiding zijn bij een deel van de waarnemingen ook gegevens opgeslagen met betrekking tot abundantie en biotoop.

### 2.3 Verspreiding Europa

De gegevens over de verspreiding buiten Nederland zijn afkomstig door verschillende bronnen te combineren:

- GBIF.org (3 March 2020) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.h3py4v>.
- I-naturalist: <https://www.inaturalist.org/>.
- EPPO: <https://gd.eppo.int/taxon/CSBHE/distribution>
- CABI: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/16463>

Aanvullende verspreidingsgegevens zijn verkregen door voor de verschillende EU-landen te zoeken op sites met verspreidingsgegevens. Verder is er op Google gezocht met de zoektermen “invasieve planten” AND “Crassula helmsii”. De zoekterm “invasieve planten” is met behulp van Google translate vertaald in de verschillende landstalen van EU-lidstaten. Een overzicht van alle geraadpleegde websites is te vinden in Bijlage 1. Op deze websites gevonden publicaties zijn opgenomen in de literatuurlijst.

### 2.4 Risicobeoordeling en -classificatie met Harmonia+

De risicobeoordeling en -classificatie van *Watercrassula* is met behulp van het Harmonia+ protocol uitgevoerd door een team van zes deskundigen (de auteurs van deze risicobeoordeling). Elke deskundige heeft vooraf de achtergrondinformatie van deze soort bestudeerd en vervolgens onafhankelijk van de andere deskundigen de onlineversie van het beoordelingsprotocol (D'hondt et al. 2014) ingevuld voor de risicoclassificatie van de soort. Hierbij is aandacht besteed aan zowel de huidige situatie als de toekomstige situatie (tijdhorizon circa 50 jaar) waarbij de invloed van klimaatverandering op de risico's van *Watercrassula* is beoordeeld.

Na de individuele risicobeoordelingen is een workshop met het team van beoordelaars georganiseerd. Tijdens de workshop zijn de argumenten voor alle risicoscores en de zekerheden daarvan toegelicht. Verschillen in risico- en zekerheidsscores zijn bediscussieerd. De discussies hebben bij alle criteria van het Harmonia+ protocol geresulteerd in overeenstemming over deze scores en de (wetenschappelijke) argumentatie daarvoor.

Vervolgens zijn alle risico- en zekerheidsscores berekend (Kader 2.1). De gebruikte versie van het Harmonia+ protocol bevat in totaal 41 vragen die zijn geordend in zeven categorieën, namelijk:

1. Context (vragen A1-A5);
2. Introductie van de soort (vragen A6-A8);
3. Vestiging van de soort (vragen A9-A10);
4. Verspreiding van de soort (vragen A11-A12);
5. Potentiële milieueffecten (vragen A13-A30);
6. Potentiële effecten van de soort op ecosystemendiensten (vragen A31-A33);
7. Effecten van klimaatverandering op de risico's van een soort (vragen A34-A41).

De categorie 'Potentiële milieueffecten van de soort' is opgesplitst in vijf subcategorieën, namelijk:

1. Effecten voor biodiversiteit en ecosystemen (vragen A13-A18);
2. Effecten voor plantenteelt (vragen A19-A23);
3. Effecten voor veeteelt en dierenwelzijn (vragen A24-A26);
4. Gevolgen voor volksgezondheid (vragen A27-A28);
5. Overige effecten, zoals aantasting infrastructuur (vraag A29-A30).

Iedere (sub)categorie bevat meerdere risicobeoordelvragen en voor iedere vraag worden invulopties gegeven voor risicoscores en de zekerheid daarvan. Bij de risicoscores zijn drie tot vijf scores mogelijk (bijvoorbeeld geen/zeer laag, laag, matig hoog, zeer hoog) of kan 'niet van toepassing' worden ingevuld. Bij de zekerheid zijn drie scores mogelijk (laag, matig of hoog). Alle vragen van het risicobeoordelingsprotocol zijn voorzien van een toelichting met voorbeelden die dienen als referentie bij het bepalen van de risicoscores.

Het Harmonia+ protocol is een procedure voor risicoscreening. Deze methode is alleen ontwikkeld voor het beoordelen van negatieve effecten van uitheemse soorten en laat eventuele positieve effecten buiten beschouwing. Beschikbare informatie over positieve effecten van de beoordeelde soorten zijn wel vermeld in het kennisoverzicht en zijn wel beoordeeld bij het onderdeel over effecten op ecosysteemdiensten.

*Kader 2.1: Concept en definities voor risicobeoordeling en –classificatie van uitheemse soorten met het Harmonia+ protocol (D'hondt et al. 2014).*

#### Concept

**Invasie** =  $f(\text{Introductie}; \text{Vestiging}; \text{Verspreiding}; \text{Effecten}_{a-e})$

**Risico** =  $\text{Blootstelling} \times \text{Kans} \times \text{Effect}$

Invasie = risico?

$\text{Blootstelling} \equiv f_1(\text{Introductie}; \text{Vestiging}; \text{Verspreiding}) = \text{Invasiescore}$

$\text{Kans} \times \text{effect} \equiv f_2(\text{Effect}_a; \text{Effect}_b; \text{Effect}_c; \text{Effect}_d; \text{Effect}_e) = \text{Effectscore}$

met a: milieu (biodiversiteit en ecosystemen); b: plantenteelt; c. veeteelt; d. volksgezondheid; e: overige

**Risico** =  $\text{Blootstelling} \times \text{Kans} \times \text{Effect} \equiv f_3(\text{Invasiescore}; \text{Effectscore}) = \text{Invasie}$

#### Berekeningsmethodieken

$f_1$  : (gewogen) geometrisch gemiddelde of product

$f_2$  : (gewogen) rekenkundig gemiddelde of maximum

$f_3$  : product

Kader 2.1 geeft de methoden voor de berekening van verschillende risicoscores. In het Harmonia+ protocol is een biologische invasie omschreven als een functie (f) van de introductie, vestiging, verspreiding en verschillende typen (a-e) effecten van een soort (D'hondt et al. 2014). Het 'risico' van een invasie is gedefinieerd als de kans dat een bepaald gevaar van een soort daadwerkelijk schade kan veroorzaken. Dit risico neemt toe (1) met de blootstelling aan de gevaarlijke gebeurtenis, (2) met de kans (waarschijnlijkheid) dat de gevaarlijke gebeurtenis zich

daadwerkelijk voordoet, en (3) met de mogelijke gevolgen van die gebeurtenis. Daarom is het risico gedefinieerd als een product van deze drie factoren, namelijk: blootstelling x kans x effect.

Met het protocol kunnen drie scores worden berekend, namelijk de invasiescore, de effectscore en het risico. De invasiescore is een maat voor blootstelling en wordt in het protocol berekend als een functie (f1) van de introductie-, vestigings- en verspreidingskans. De effectscore is een maat voor kans x effect en wordt in het protocol berekend als een functie (f2) van de kans op verschillende typen effecten (a-e; d.w.z. effecten voor biodiversiteit en ecosystemen, plantenteelt, veeteelt en dierenwelzijn, volksgezondheid en overige effecten). Voorts is het risico dan te berekenen als een functie (f3) van de invasie- en effectscore.

Voor het berekenen van de invasiescore, effectscore en het risico kunnen verschillende rekenfuncties worden gebruikt (respectievelijk f1, f2 en f3 in Kader 2.1). Het protocol biedt tevens de mogelijkheid om binnen en tussen verschillende risicocategorieën weegfactoren toe te kennen. Bij de risicobeoordeling van *Watercrassula* zijn altijd de default waarden (= 1) voor alle weegfactoren gebruikt. Bij de berekeningen van de risicoscores zijn de verschillende typen effecten binnen een bepaalde risicocategorie dus altijd gelijk gewogen. Voor de berekening van een effectscore van een specifieke risicocategorie is altijd de maximale waarde gebruikt, om het uitmiddelen van effecten te voorkomen. Voor de berekening van de invasiescore is het product van de introductie-, vestiging- en verspreidingscore gebruikt. Voor de berekening van de geaggregeerde effectscore is altijd het maximum van de verschillende effectscores gebruikt. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de grenswaarden en kleurschema's die zijn gebruikt voor de risicoclassificaties 'laag', 'matig' en 'hoog'.

Bij alle beoordelvingsvragen bestaat de mogelijkheid om de mate van zekerheid van het antwoord te vermelden. De mate van zekerheid wordt conform het concept van Mastrandrea et al. (2010; 2011) op een consistente wijze gerapporteerd met 'laag', 'matig' of 'hoog' voor respectievelijk 0-33%, 33-66% en 66-100% waarschijnlijkheid. In Harmonia+ zijn de scores 0, 0.5 en 1 toegekend aan respectievelijk 'laag', 'matig' en 'hoog'. Voor iedere risicocategorie is het rekenkundige gemiddelde van alle zekerheidsscores voor de daaraan gerelateerde criteria berekend en vervolgens getransformeerd naar 'laag', 'matig' of 'hoog' op basis van de grenswaarden (Tabel 2.2). De zekerheid wordt geduid met kleurcodes in blauwtinten.

Tabel 2.2: Grenswaarden en kleurschema's van risico- en zekerheidsclassificatie.

Kleurcode risico	Risico-classificatie	Risicoscore (RS)	Kleurcode zekerheid	Zekerheidsclassificatie	Zekerheidscore (ZS)
Geel	Laag	$0 < RS < 0,33$	Donkerblauw	Hoog	$> 0,66$
Oranje	Matig	$0,33 \leq RS \leq 0,66$	Blauw	Matig	$0,33 \leq ZS \leq 0,66$
Rood	Hoog	$> 0,66$	Lichtblauw	Laag	$< 0,33$

## 2.5 Vergelijking met andere risicobeoordelingen

Met behulp van literatuuronderzoek zijn ook risicobeoordelingen van *Watercrassula* verzameld die voor andere landen of regio's zijn opgesteld (Paragraaf 2.1). De beschikbare risicobeoordelingen zijn vaak uitgevoerd met andere protocollen. Het betreft zowel compacte of snelle beoordelingen voor prioritering of waarschuwinglijsten van uitheemse soorten als



gedetailleerde risicobeoordelingen van deze soorten voor landen in Europa of geheel Europa (Tabel 8.1). Voor een goede vergelijking van hun uitkomsten met de voorliggende beoordelingen zijn alle risicoscores geharmoniseerd in drie risicoklassen, namelijk laag, matig en hoog risico.

De risicoclassificaties met het Invasive Species Environmental Impact Assessment (ISEIA) protocol (Belgian Forum on Invasive Species 2019a) zijn overgenomen omdat dit protocol ook onderscheid maakt in drie risiconiveaus, namelijk een laag risico (Score 4-8; Code C), matig risico (Score 9-10; Code B; Aandachtslijst) en hoog risico (Score 11-12; Code A; Zwarte lijst).

Scores voor de invasiviteit van uitheemse plantensoorten met het Australian Weed Risk Assessment (WRA) systeem (Pheloung et al. 1999) zijn geharmoniseerd als laag risico voor WRA-scores <11, matig risico voor scores 11-20 en hoog risico voor scores >20. Scores met het systeem van Weber & Gut (2004), het gecombineerde WRA-WG-systeem (Andreu & Vila 2009) en het gecombineerde WG-European and Mediterranean Plant Protection Organisation Pest Risk Assessment Scheme (EPPO) zijn geharmoniseerd als laag risico voor WG-scores <21, matig risico voor scores 21-27 en hoog risico voor scores >28. De scores van de Risk Assessment Methodology Invasive Species Ireland (RAMISI; versie 2007; Kelly et al. 2013) zijn geharmoniseerd als laag risico voor scores <14, matig risico voor scores 14-18 en hoog risico voor scores >18.

Het Great Britain Non-Native species Risk Assessment (GB-NNRA) protocol, de Methodik der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Arten (MNIGA; versie 1.2) en Naturschutzfachliche Beurteilung (NFB) maken gebruik van drie risicoklassen en zijn daarom ongewijzigd overgenomen. In enkele gevallen waren geen expliciete risicoklassen vermeld maar zijn de betreffende soorten wel op een nationale of regionale lijst voor invasieve exoten geplaatst (bijvoorbeeld zwarte lijst, Invasieve soortenlijst, lijst met potentieel invasieve soorten of lijst met verboden soorten). In dergelijke gevallen is bij de geharmoniseerde risicoscore opgenomen dat dan sprake is van een hoog risico.



## 3 Soortbeschrijving

### 3.1 Taxonomie

<b>Rijk:</b>	Plantae
<b>Fylum:</b>	Tracheophyta
<b>Klasse:</b>	Magnoliopsida
<b>Orde:</b>	Saxifragales
<b>Familie:</b>	Crassulaceae
<b>Geslacht:</b>	Crassula

Bron:

<https://www.catalogueoflife.org>

Foto: Groeivormen van  
Watercrassula (M. van de Loo)



### 3.2 Nomenclatuur

#### 3.2.1 Wetenschappelijke naam

*Crassula helmsii* (Kirk) Cockayne

#### 3.2.2 Synoniemen

*Bulliarda recurva* Hook.f.  
*Crassula recurva* (Hook.f.) Ostenf.  
*Tillaea helmsii* Kirk  
*Tillaea recurva* (Hook.f.) Hook.f.  
*Crassula helmsii* (Kirk) A.Berger

#### 3.2.3 Handelsnamen

*Crassula helmsii* wordt in de handel vaak aangeduid met *Crassula recurva*. In de handel worden geen verschillende cultivars onderscheiden (Hoffman 2016).

#### 3.2.4 Lokale namen, “vernacular names”

<b>Deens</b>	Krassula; Newzealandsk Korsarve
<b>Duits</b>	Helms Dickblatt; Zurückgekrümmtes Dickblatt; Nadelkraut; Gekrümmtes nadelkraut
<b>Engels</b>	Stonecrop; New Zealand stonecrop; Australian stonecrop; Australian swamp stonecrop; Swamp stonecrop; Swamp crassula; Helms crassula; Crassula; New Zealand pigmyweed; Pigmy weed
<b>Estisch</b>	Vee Crassula
<b>Frans</b>	Crassula des étangs; Crassule de Helms; Orpin des marais; Orpin australien

<b>Italiaans</b>	Erba grassa di Helms
<b>Nederlands</b>	Watercrassula, Waternaaldkruid, Naaldkruid
<b>Pools</b>	Grubosz Helmsa
<b>Portugees</b>	Sedum dos Pântanos
<b>Russisch</b>	Толстянка Хелмса; Тиллея отогнутая; Крассула хелмси; Буллиарда отвороченная
<b>Spaans</b>	Crásula de agua
<b>Tsjechisch</b>	Tlustice novozélandská
<b>Welsh</b>	Planhigyn suddlon; Corchwyn Seland Newydd
<b>Zweeds</b>	Sydfyrling; Vattenkrassula

### 3.3 Soortbeschrijving kenmerken

Watercrassula is een overblijvende, altijdgroene, onbehaarde, moeras- en waterplant. De plant vormt op het land kruipende stengels en in het water zowel emergente als geheel submerse stengels. De stengels kunnen circa 1 meter lang worden en zijn weinig vertakt; op de onderste knopen worden adventief-wortels gevormd. De bladeren zijn tegenoverstaand en aan de basis vergroeid, lijn- tot lancetvormig, en 4-15(-20) mm lang, 0.7–1.6(-3.0) mm breed en 0,5-0,8 mm dik. De bladen zijn vlak van boven en bol van onderen en bij op het land groeiende planten enigszins dik-vlezig (succulent). De éénbloemige, okselstandige bloeiwijzen zijn geplaatst aan de uiteinden van de stengels en steken altijd boven het water uit. De bloemsteeltjes zijn 2-8 mm lang en teruggekromd bij rijping van de vruchten. De tweeslachtige bloemen hebben een diameter van 3.0-3.5 mm. De 4 kelkbladen zijn ongeveer half zo lang als de kroonbladen en aan de basis vergroeid. De vrij liggende kelklobben zijn 1–1.5 mm lang en 0.5–0.6 mm breed en driehoekig eirond en spits of enigszins toegespitst. De 4 witte of roze kroonbladen zijn breed elliptisch eirond, 1.2–1.8 mm lang en 0.8–1 mm breed en enigszins toegespitst. De 4 meeldraden zijn tegenover de kelkbladen geplaatst en korter dan de kelkbladen. De helmraden zijn dun en gebogen. De helmknoppen barsten in de lengterichting open. Het vruchtbeginsel bestaat uit 4 tegenover de kelkbladen geplaatste, niet vergroeide, naar de top spits toelopende en bovenaan afgeknotte vruchtbladen. De aan de top van de vruchtbladen geplaatste stijlen zijn kort, enigszins gekromd en dragen een onopvallende stempel. De vruchtbladen dragen aan de basis een 0.7 mm lange nectarproducerende schub. Ieder vruchtblad bevat 8 zaadknoppen, die niet allemaal tot ontwikkeling komen. De vrucht bestaat uit 4 gladde 2 mm lange, aan de binnenzijde openspringende kokervruchten, die ieder 3-5 zaden bevatten. De zaden zijn bruin en glad, 0.4-0.5 mm lang en 0.25 mm breed en wegen 0,018 mg (De Lange 2014, Stace 2019, South Australian Seed Conservation Centre 2018, Smith & Buckley 2020).



*Figuur 3.2 Bloem van Watercrassula  
(Foto J. van der Loop)*

Binnen het oorspronkelijke areaal vertoont de *Watercrassula* enige mate van variatie. De Nieuw-Zeelandse planten zijn kleiner en tengerder en diploïd ( $2n=14$ ). De Australische planten zijn forser en hexaploïd ( $2n=42$ ) (De Lange et al. 2004b, 2008, De Lange 2014). Het chromosoomgetal in het Verenigd Koninkrijk is  $2n=36$  (Stace 2019). De bladen van de Australische planten zijn duidelijker stekelpuntig en hebben meer toegespitste kelklobben en kroonbladen (Laundon 1961).

Vanwege de verschillen werden de Nieuw-Zeelandse en Australische planten aanvankelijk als twee aparte soorten beschouwd resp. *Tillaea helmsii* T. Kirk. en *Tillaea recurva* Hook.f. In resp. 1907 en 1918 werden beide soorten ondergebracht in het genus *Crassula* onder de namen *Crassula helmsii* (Kirk) Cockayne (= *Crassula helmsii* (Kirk) A. Berger) en *Crassula recurva* (Hook. fil.) Ostenf. Door Laundon (1961) zijn beide soorten gesynonimiseerd onder de naam *Crassula helmsii* (T. Kirk) Cockayne.

### 3.4 Gelijkende soorten

*Watercrassula* (*Crassula helmsii*) lijkt op *Crassula aquatica* maar deze soort is veel kleiner dan *Watercrassula* en wordt amper 5 cm hoog; de bladen zijn maar 3-5 mm lang en de bloemen in de bladoksels zijn ongesteeld. De bloemsteeltjes bij *Watercrassula* zijn 2-8 mm lang (Stace 2019, Laundon 1961). Onderwatervormen van *Watercrassula* lijken, vanwege de tegenoverstaande bladen enigszins op onderwatervormen van *Callitriche*- (Sterrenkroos-) soorten, zonder drijvende bladrozetten.

In Nieuw-Zeeland komen enkele nauw verwante, gelijkende soorten voor o.a. *C. ruamahanga* A.P. Druce (De Lange et al. 2008) en *C. moschata* G. Forst. (De Lange 2014). In totaal komen er in Nieuw-Zeeland ca. 30 *Crassula*-soorten voor, waaronder enkele exoten (De Lange et al. 2011). De oorspronkelijk uit Zuid-Afrika afkomstige *Crassula natans* var. *minus* (in Australië aangeduid met “Water Crassula”!) lijkt oppervlakkig op *Watercrassula*. Deze soort is invasief in Australië en is recent ook in Nieuw-Zeeland aangetroffen (De Lange et al. 2011). Nauw verwant aan *C. helmsii* is *C. peduncularis*. Deze soort komt behalve in Australië, Tasmanië en Nieuw-Zeeland ook voor in Zuid-Amerika (Toelken 1981).

*C. helmsii* lijkt veel op *Crassula granvikii* Mildbr.; een soort uit de berggebieden van tropisch Afrika (Oeganda, Kenia, Tanzania, Ethiopië, Eritrea, Ruwanda, Burundi en Malawi) (Laundon 1961, Catalogueoflife.org).

### 3.5 Natuurlijk verspreidingsgebied

Het oorspronkelijke verspreidingsgebied van *Watercrassula* omvat Australië (Victoria, Nieuw-Zuid-Wales, Zuid Australië, Tasmanië en West-Australië) en Nieuw-Zeeland (kustgebieden Zuidereiland) (<https://bie.ala.org.au/>). In Nieuw-Zeeland is het een vrij zeldzame plant die van nature voorkomt in kleine verspreide populaties en daardoor gevoelig is voor lokaal uitsterven (De Lange et al. 2004a).

### 3.6 Invasiegeschiedenis potentieel verspreidingsgebied

Wanneer de plant precies is ingevoerd is onduidelijk. Meldingen dat de soort mogelijk al rond 1890 ingevoerd zou zijn (Nehring 2013) berust op verwarring met *Crassula recurva* N.E.Br. (= *Crassula alba* Forsk.). Deze soort is rond 1890 uit Zuid-Afrika (Natal) in Engeland ingevoerd (Brown 1890).

In Engeland wordt de plant onder de naam *Tillaea recurva* in 1926 voor het eerst door een kwekerij te koop aangeboden (Laundon 1961). De bewuste kwekerij bestond rond 1980 nog steeds, maar uit de archieven was toen noch de exacte oorsprong, noch de exacte datum van invoer van het materiaal meer te achterhalen. De planten zijn waarschijnlijk al voor 1914 uit Australië ingevoerd. Tijdens de eerste wereldoorlog werden kweekbassins met *Nymphaea* soorten niet meer onderhouden en gedurende die periode heeft *Watercrassula* zich daarin enorm uitgebreid. *Watercrassula* stond toendertijd niet als aparte soort in de catalogus, maar werd samen met andere planten als zuurstofplant verkocht. Ook verschillende andere kwekerijen hebben materiaal van de bewuste kwekerij verkregen (Swale & Belcher 1982).

Over het gehele Verenigd Koninkrijk bemonsterde planten bleken in hoge mate genetisch identiek en één enkele lijn te vertegenwoordigen. Bij vergelijking van de verschillende genetische lijnen uit het oorspronkelijke Australische areaal met het materiaal uit het Verenigd Koninkrijk bleek dat de Britse planten waarschijnlijk oorspronkelijk afkomstig zijn uit het gebied van de Murray rivier in Australië (Dawson 1994 in Smith & Buckley 2020).

Zie 6.1 voor meer informatie over eerste vondsten in diverse Europese landen.

### 3.7 Standplaats en ecologie

*Watercrassula* is weinig selectief wat betreft standplaats; de soort komt voor in een grote verscheidenheid aan zoete wateren. Deze kunnen langzaam stromend of stilstaand zijn. Het betreft onder andere poelen, meren, vennen, ijsbaantjes, kanalen, beken en sloten waar de soort groeit, zowel in het water als op de oever (Dawson & Warman 1987, Van Kleef et al. 2017). In zoute en of brakke wateren is de soort afwezig (Dawson & Warman 1987).

Ook qua bodemtype is *Watercrassula* niet kritisch. De soort groeit in Engeland voornamelijk op kleibodems maar ook op zand, grind en organische bodems (Dawson & Warman 1987, Child & Spencer-Jones 1995). In Nederland is *Watercrassula* voornamelijk aanwezig op zandgronden en in mindere maten op klei (Van Kleef et al. 2017). Op veenbodem groeit de soort slecht.

Licht en droogval zijn in Europa niet limiterend voor *Watercrassula* (Newman & Raven 1995, OEPP/EPPO 2007, Hussner 2009, Smith 2015). De benodigde regenval voor de terrestrische groeivorm van de soort bedraagt in de natuurlijke habitat binnen het oorspronkelijke verspreidingsgebied in Australië slechts 220-300 mm gedurende de winter en 100-550 mm gedurende de zomer (Leach & Dawson 2000). In Engeland is de gemiddelde regenval in de gebieden waar *Watercrassula* zijn verspreiding heeft 826 mm per jaar (Hill et al. 2004). Wanneer er sprake is van minder regelval blijft *Watercrassula* vitaal maar neemt de groei af (Dawson & Warman 1987).

In zijn natuurlijke habitat binnen het oorspronkelijke verspreidingsgebied in Australië ligt de gemiddelde dagtemperatuur tussen de 0 en 15°C gedurende de maanden mei tot oktober, en

tussen de 20 en 25°C gedurende de maanden november tot april (Leach & Dawson 1999). De temperatuur van de standplaatsen in Engeland en Ierland samen zijn in januari gemiddeld 3,8°C en in juli gemiddeld 15,8°C (Hill et al. 2004). De soort weerstaat koude periodes tot -6°C (OEPP/EPPO 2007).

Zowel onder voedselarme als voedselrijke omstandigheden kan *Watercrassula* dominant aanwezig zijn. Volgens Keeley (1998) en Klavsen en Maberly (2009) is het invasieve karakter van de soort dan ook niet afhankelijk van voedselrijkdom. Ook in Nederland komt *Watercrassula* vrijwel vlakdekkend voor in zowel oligo- als eutrofe wateren. Echter, in relatief voedselarme ecosystemen, zoals vennen, duinpoelen en ijsbaantjes blijven de planten klein en zijn weinig concurrentiekrachtig. Bij gebrek aan voedingsstoffen kan *Watercrassula* daarom alleen dominant worden als de bedekking met inheemse soorten gering is (Van Kleef et al. 2017). In Engeland is *Watercrassula* aangetroffen in stromende wateren met een stroomsnelheid tot 0,32 m/s (Dawson & Warman 1987) en in Nederland komt de soort o.a. in de Kleine Beerze over een aanzienlijke lengte in stromend water voor (bron: waarnemingen R. Beringen & M. Janssen in de NDFD). Het is niet bekend welke stroomsnelheden *Watercrassula* in de Kleine Beerze tolereert.

*Watercrassula* groeit snel en is in staat om andere soorten te overwoekeren wanneer de beschikbaarheid aan nutriënten groot is (Brunet 2002, Hussner 2009, Klavsen et al. 2011, Ewald 2014, Brouwer et al. 2017, Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al., 2020). Hierbij kunnen zowel stikstof, fosfor als koolstof de groei van *Watercrassula* stimuleren (Brouwer et al. 2017, Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al. 2020). De atmosferische depositie van stikstof, vermist van oppervlakte- en grondwater met koolstof, stikstof en fosfor uit agrarische activiteiten evenals mest van watervogels kunnen bijdragen aan woekering van de soort (Brouwer et al. 2017, Van der Loop et al. 2020).

Als koolstofbron gebruikt *Watercrassula* alleen kooldioxide (CO<sub>2</sub>). De plant is niet in staat om koolstof in de vorm van bicarbonaat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) uit het water op te nemen en gebruikt alleen kooldioxide uit de waterlaag of atmosfeer. Dit houdt in dat *Watercrassula* niet kan groeien in water met een pH hoger dan 8, omdat dan anorganische koolstof uitsluitend aanwezig is in de vorm van bicarbonaat (Keeley 1998). Dit is bevestigd in onderzoek, waaruit blijkt dat *Watercrassula* alleen voorkomt in wateren met een pH van 4,3 tot 7,8 en een alkaliniteit tussen de 0 en 0,92 meq/L (Brunet 2002, Hussner 2009, Klavsen et al. 2011, Van Kleef et al. 2017). Een lage kooldioxidebeschikbaarheid onder water is, ondanks de beschikking van een CAM-mechanisme bij de fotosynthese, limiterend voor de groei van *Watercrassula* (zie ook 7.1.4.). In wateren met een uitbundige groei van *Watercrassula* ligt de gemiddelde concentratie CO<sub>2</sub> in de zomer ruim boven de 200 µmol/L (Van Kleef et al. 2017). Ook voor andere waterplanten is aangetoond dat zij boven deze concentratie niet meer worden gelimiteerd door koolstof (Bloemendaal & Roelofs 1988).

Wateren zijn kwetsbaar voor een invasie van *Watercrassula* wanneer deze verstoord zijn en open niches, zoals kale bodems, aanwezig zijn (Brouwer et al. 2017, Van Kleef et al. 2017, Smith & Buckley 2020, Van der Loop et al. 2020). Dit is overigens voor veel invasieve plantensoorten het geval (Hobbs 1989, 1991, Hobbs & Huenneke 1992, Rejmánek 1999). De vestiging en woekering van *Watercrassula* wordt in bepaalde watertypen sterk geremd in aanwezigheid van inheemse plantensoorten zoals Oeverkruid (*Littorella uniflora* Asch.), Moerashertshooi (*Hypericum elodes* L.), veenmossen (*Sphagnum* spec.) en Pilvaren (*Pilularia globulifera* L.) (Brouwer et al. 2017, Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al. 2020). Concurrenten zorgen voor een afname in

vestigingskans van 70% en groeireductie van meer dan 95% (Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al. 2020).

### **Standplaats en ecologie in herkomstgebied**

In het herkomstgebied Australië komt *Watercrassula* in uiteenlopende biotopen voor, variërend van periodiek droogvallende stromende en stilstaande wateren tot oevers van meren; hierbij staat de soort tot meters onder water tot op oevers meters boven het waterpeil. Verstoringen in de vorm van vertrapping door vee en periodiek hoge stroomsnelheden worden goed verdragen. De plant komt niet voor in snelstromend water en verdraagt geen overstromingen met zout water. In estuaria groeit het wel vlak bij zee, maar nooit in contact met zeewater. De plant is in staat snel onbegroeide gebieden, bijvoorbeeld na een brand, te koloniseren, maar kan niet concurreren met hoogopgaande planten als Riet. In het zuiden en oosten van het herkomstgebied groeit het geregeld samen met *Myriophyllum pendunculatum*. In het westen wordt zij vaak samen met de exoot *Crassula natans* aangetroffen. De plant kan grote waterstandsfluctuaties verdragen, mits de groeiplaats maar niet uitdroogt. De plant komt zowel voor in zwak gebufferde wateren met een lage geleidbaarheid als in licht zoute, brakke wateren. Ook de nutriëntengehalten kunnen sterk variëren, maar in sterk vervuilde wateren komt de soort niet voor (Dawson 1989). In een aantal aspecten wijkt dit af van de standplaats en ecologie zoals we die in Europa treffen. In Europa lijken bijvoorbeeld brakke en zoute groeiplaatsen te ontbreken en lijkt de soort ook in voedselrijkere wateren voor te komen dan in het herkomstgebied.

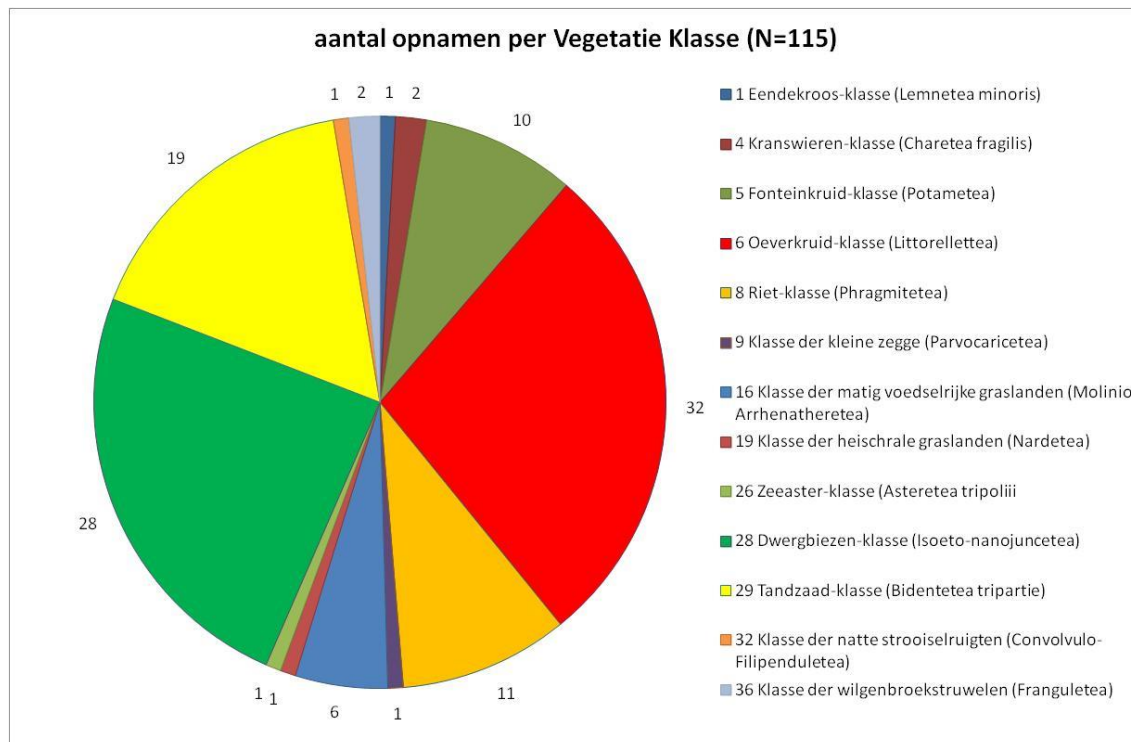
### **Vegetaties**

In de Landelijke Vegetatie Databank (<https://www.synbiosys.alterra.nl/lvd>) zijn 115 vegetatieopnamen met *Watercrassula* aanwezig. *Watercrassula* is in uiteenlopende plantengemeenschappen aangetroffen (Figuur 3.1, Bijlage 2). De meeste opnamen zijn gemaakt in vegetaties uit de Oeverkruid-klasse (Littorelletea). Dit zijn pioniervegetaties op minerale bodems in ondiepe, vaak droogvallende, voedselarme, zwak gebufferde, zwak zure tot neutrale wateren. Deze vegetaties worden vooral aangetroffen in vennen.

Veel opnamen zijn ook gemaakt in vegetaties behorende tot het Dwergbiezen-verbond. Dit zijn uit voornamelijk éénjarige bestaande pioniervegetaties op vochtige, voedselarme tot matig voedselrijke, zwak gebufferde, zwak zure tot neutrale bodems. Deze vegetaties komen tot ontwikkeling op plagplekken of langs geschoonde poelen en vennen.



Op voedselrijkere standplaatsen groeit *Watercrassula* in pioniervegetaties van het Tandzaadverbond. Deze vegetaties komen voor op 's zomers droogvallende oevers langs zoete voedselrijke wateren, zoals rivieren en IJsselmeer/Markermeer. Langs het Krammer-Volkerak is *Watercrassula* aangetroffen met brakke soorten als Selderij (*Apium graveolens*), Zulte (*Aster tripolium*), Zilte zegge (*Carex distans*), Melkkruid (*Glaux maritima*) en Zilte rus (*Juncus gerardii*).



Figuur 3.1. Verdeling van groeiplaatsen van *Watercrassula* in Nederland over de verschillende Vegetatietypen (Klassen) op basis van voorkomen in vegetatieopnamen in de Landelijk Vegetatie Databank.

### 3.8 Voortplanting en Verspreiding (levenscyclus)

#### 3.8.1 Levenscyclus

*Watercrassula* is een vaste plant die groen blijft in de winter en gedurende deze periode doorgroeit met soms een kleine terugval in biomassa maar geen echte winterrust heeft (Dawson & Warman 1987, Hussner 2009, Smith 2015). Hierdoor heeft *Watercrassula* een voordeel op andere planten die in het begin van het groeiseizoen hun volledige biomassa moet maken, zoals *P. globulifera*, of gedurende de winterperiode minder actief zijn, zoals knolrus (*Juncus bulbosus* L.).

In het oorspronkelijke verspreidingsgebied bloeit *Watercrassula* het hele jaar, zolang er voldoende water aanwezig is (Toelken 1981). De bloeitijd buiten het natuurlijk areaal is variabel, bloemen worden vooral opgemerkt van juni tot en met eind oktober (Clapham et al. 1990, FLORON 2020).

### 3.8.2 Voortplanting

De tweezaadlobbige plant bloeit elk jaar met kleine, witte tot rozige bloemetjes, waarbij 2 – 5 zaden van 0,5 mm lang worden geproduceerd, onafhankelijk van zijn natuurlijke of geïntroduceerde habitat (Allan 1982, Dawson & Warman 1987, OEPP/EPPO 2007). Wanneer de plant onder water staat worden geen bloemen gevormd en wanneer een plant tijdens de bloei geïnundeerd raakt, worden de bloemen afgestoten (Diaz 2012). De bloemen zijn tweeslachtig, viertallig en de plant kan zichzelf bestuiven middels buurbestuiving (geitonogamie) (Toelken 1981, Allan 1982). Hierbij komt het stuifmeel van een bloem op een andere bloem op dezelfde plant. De planten hebben een lichte zoete geur die in het natuurlijke verspreidingsgebied meerdere zweefvliegsoorten (Syrphidae) aantrekt (Dawson & Warman 1987, Diaz 2012). Echter, deze nemen het stuifmeel nauwelijks mee naar andere locaties waardoor genetische uitwisseling beperkt is (Diaz 2012). Buiten het natuurlijke areaal zijn geen observaties van bloembezoekers bekend (Dawson & Warman 1987, Smith & Buckley 2020).

De kiemkracht van zaad van *Watercrassula* is in zijn natuurlijke habitat binnen het oorspronkelijke verspreidingsgebied in Australië zeer laag. Uit in Zuid-Australië onder *Watercrassula* verzameld sediment kwamen gedurende 22 weken slechts enkele planten op. In vergelijking met andere inheemse planten was dit een zeer lage score (Nicol et al. 2003). Een vergelijkbare test toonde aan dat *Watercrassula* meer dan 16 weken nodig heeft om te ontkiemen vanuit zaad. Ook hierbij was dat langer dan de andere geteste inheemse vegetatie en ontkiemden slechts enkele planten (Nicol & Ward 2010).

De vitaliteit van de zaden lijkt ook buiten het oorspronkelijke areaal laag te zijn. Zaden verzameld in Engeland en Nederland ontkiemden niet. Waarschijnlijk vanwege het niet op de juiste manier in kiemrust gaan voor succesvolle kieming of doordat de zaden moeilijk te scheiden waren van de omringende weefsels van de vrucht (Dawson 1994) (pers. observatie van der Loop). Denys et al. (2014) en D'hondt et al. (2016) hebben succesvolle voortplanting gerapporteerd, echter omdat het erg bewerkelijk is afzonderlijke zaden te oogsten hebben zij volledige bloemen gebruikt. Hierbij is niet uit te sluiten dat *Watercrassula* is uitgelopen vanuit apicaal meristematisch weefsel. Bij beide experimenten hebben de zaden een koudebehandeling gehad om kiemrust te doorbreken. Denys et al. (2014) hebben een behandeling van 56 dagen bij 4°C toegepast en D'hondt et al. (2016) 69 tot 105 dagen bij 5°C. Vanwege de moeilijke ontkieming, binnen zowel het oorspronkelijke als het secundaire areaal, wordt geconcludeerd dat zaad slechts een beperkte bijdrage heeft aan de voortplanting, en daarmee verspreiding, van *Watercrassula*. Echter, wanneer zeer veel bloemen aanwezig zijn, en daarmee zeer veel zaden worden geproduceerd worden, is het mogelijk dat ook zaad bijdraagt aan de verspreiding van *Watercrassula*.

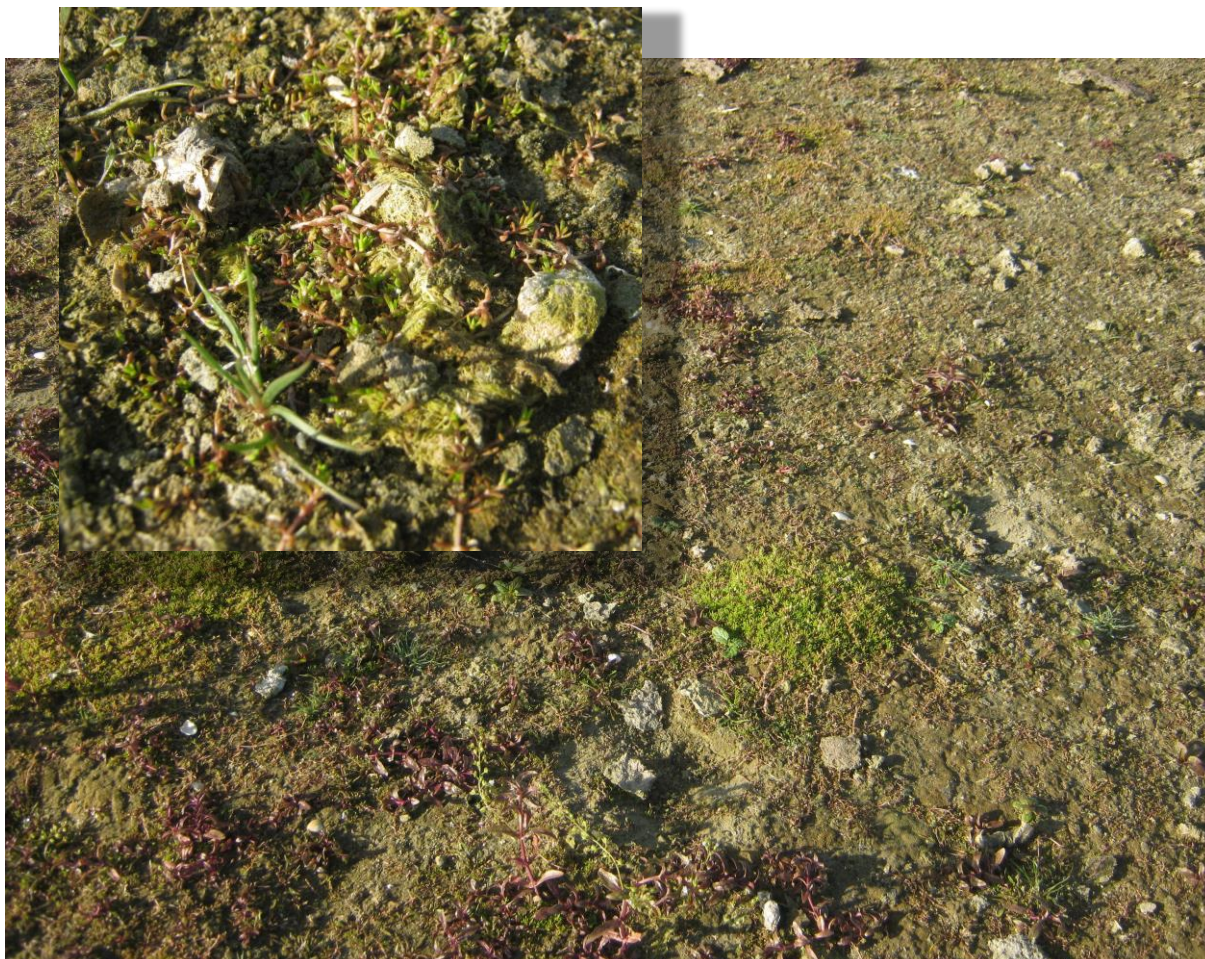
Buiten het oorspronkelijke verspreidingsgebied plant *Watercrassula* zich voornamelijk vegetatief voort vanuit meristeemcelweefsel (Dawson & Warman 1987, Robert et al. 2013, Crane et al. 2019). Dit weefsel bevindt zich in elke top en knoop van *Watercrassula*. Ieder stukje van de plant met meristeemweefsel heeft de mogelijkheid om weer uit te lopen.

### 3.8.3 Verspreiding (mechanismen, omstandigheden voor kieming en vestiging)

De zaden van *Watercrassula* zijn niet plakkerig en hebben geen structuren voor aanhechting. Ze blijven na het afvallen tijdelijk drijven waardoor ze verplaatst kunnen worden door stroming

van water en wind. Na verloop van tijd zinken ze. Mogelijk draagt dit bij aan de verspreiding van de zaden (Dawson & Warman 1987).

In het oorspronkelijke verspreidingsgebied is waargenomen dat de soort verspreid wordt via consumptie en het uitscheiden (endozoochorie) van ontlasting door damhert (*Dama dama* J.L. Frisch) en grijze reuzenkangoeroe (*Marcopus giganteus* Shaw) (Claridge et al. 2016). In Engeland, België en Nederland is waargenomen dat *Watercrassula* wordt geconsumeerd en vitale plantendelen worden uitgescheiden door watervogels (ganzen) en vee (paarden) (Denys et al. 2014a, van Zuidam & Dijkhuis 2018, pers. observatie van der Loop, figuur 3.2).



*Figuur 3.2. Vestiging van watercrassula uit uitwerpselen van ganzen. Inzet: jonge spruiten die vanuit de uitwerpselen groeien. Overzicht: vestiging van Watercrassula op plaatsen waar de uitwerpselen inmiddels zijn verteerd en verdwenen. (foto's: Awie de Zwart)*

Verspreiding vindt tevens plaats door het vastkleven van plantendelen aan bijvoorbeeld poten van dieren (ectozoochorie) of aan gebruikte materialen in besmette gebieden (Dawson & Warman 1987, Denys et al. 2014a, Denys et al. 2014b, Ewald 2014, Dean et al. 2015, Smith 2015).

De meest ideale omstandigheden voor het ontkiemen en het uitgroeien van fragmenten van *Watercrassula* zijn locaties met een onbegroeide bodem, weinig inheemse plantensoorten en relatief veel voedingsstoffen (Brouwer et al. 2017, Van Kleef et al. 2017, Smith & Buckley 2020, Van der Loop et al. 2020).



## 4 Introductieroutes (UNEP pathways en vectoren)

### 4.1 Introductie in EU

De routes (UNEP 2014) waarlangs *Watercrassula* in de EU geïntroduceerd kan worden en zich binnen de EU kan verspreiden, zijn in tabel 4.1 samengevat. Het is uit de literatuur overigens niet helemaal duidelijk geworden via welke route de soort in eerste instantie in Europa is geïntroduceerd, vermoedelijk al in 1914 (Swale & Belcher 1982).

N.B. Handel valt in deze indeling onder “Ontsnapping vanuit opsluiting”.

Tabel 4.1. Introductie- en verspreidingsroutes voor *Watercrassula* op basis van de UNEP-classificatie van introductieroutes en vectoren (UNEP 2014).

Categorie	Subcategorie
Vrijlaten in de natuur	Andere opzettelijke vrijlating
Ontsnapping vanuit opsluiting	Botanische tuin/dierentuin/aquaria (exclusief huiselijke aquaria)
	Huisdier/aquarium/terrarium soort (inclusief levend voedsel)
	Horticultuur
Transport verontreiniging	Transport van habitat materiaal (bodem, vegetatie, hout)
	Machines/materiaal
	Verontreiniging op planten (exclusief parasieten, soorten getransporteerd door gastheer/vector)
	Mensen en hun bagage/uitrusting (voornamelijk toerisme)
Corridor	Aangekoppelde watersystemen
Zonder hulp	Natuurlijke dispersie van de invasieve exoot over grenzen die zijn geïntroduceerd via andere routes

### 4.2 Opzettelijk en onopzettelijke verspreiding

#### Opzettelijk

*Watercrassula* is in de EU uitgebreid in de handel geweest als aquarium-, vijver- en sierplant en vanuit Australië en/of Nieuw-Zeeland in Europa geïntroduceerd (OEPP/EPPO 2007). Er zijn nog steeds diverse manieren om de soort als zuurstofplant te kopen, in Nederland o.a. ook onder de naam Naaldkruid (*Crassula recurva*). Nieuwe groeiplaatsen buiten tuinen kunnen ontstaan door dumping van overbodige vijverplanten. De Ornamental Aquatic Trade Organization (OATA), de Royal Horticultural Society en het niet meer in gebruik zijnde Nederlandse Convenant Waterplanten hebben aangedrongen op het stoppen van handel in de plant (OEPP/EPPO 2007). In onder andere het Verenigd Koninkrijk, Zwitserland, Denemarken, Polen en Spanje is verkoop en handel bij wet verboden of anderszins gereguleerd (tabel 4.2).

Tabel 4.2. Links naar regelgeving met betrekking tot verkoop en handel in *Watercrassula*.

Link
<a href="http://www.legislation.gov.uk/ssi/2019/38/schedule/made">http://www.legislation.gov.uk/ssi/2019/38/schedule/made</a>
<a href="https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20062651/index.html#app2ahref2">https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20062651/index.html#app2ahref2</a>
<a href="https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/1285">https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/1285</a>
<a href="http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20112101260/O/D2011260.pdf">http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20112101260/O/D2011260.pdf</a>
<a href="https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/RD_630_2013_Catalogo_spp_exoticas_invasoras_tcm30-77362.pdf">https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/RD_630_2013_Catalogo_spp_exoticas_invasoras_tcm30-77362.pdf</a>

### Onopzettelijk

Er zijn diverse manieren waarop de soort zich door menselijke activiteiten verder kan verspreiden. Grond met stengelfragmenten of losse stengelfragmenten kunnen met grondtransporten of met machines, vaartuigen, schoeisel of vistuig verspreid worden. *Watercrassula* kan regenereren uit uiterst kleine stengelfragmenten (Dawson & Warman 1987). In Engeland is bovendien geconstateerd dat *Watercrassula* in de handel als verstekeling met andere waterplanten (*Pontederia*) kan worden getransporteerd (Laundon 1961).

Ook door meer natuurlijke verspreidingsmechanismen (zonder directe rol van de mens) is verdere verspreiding binnen Europa mogelijk. Losgeraakte fragmenten kunnen bij de aanwezigheid in stromend water verplaatst worden. Verspreiding door stromend water (hydrochory) wordt in Australië als het belangrijkste verspreidingsmechanisme van vegetatieve delen binnen stroomgebieden beschouwd (Nault & Mikulyuk 2011). Natuurlijke verspreiding van *Watercrassula* kan verder plaatsvinden door endozoöchore en exozoöchore verspreiding van fragmenten door watervogels en andere dieren (Dawson & Warman 1987, Denys et al. 2014a, Denys et al. 2014b, Ewald 2014, Dean et al. 2015, Smith 2015).

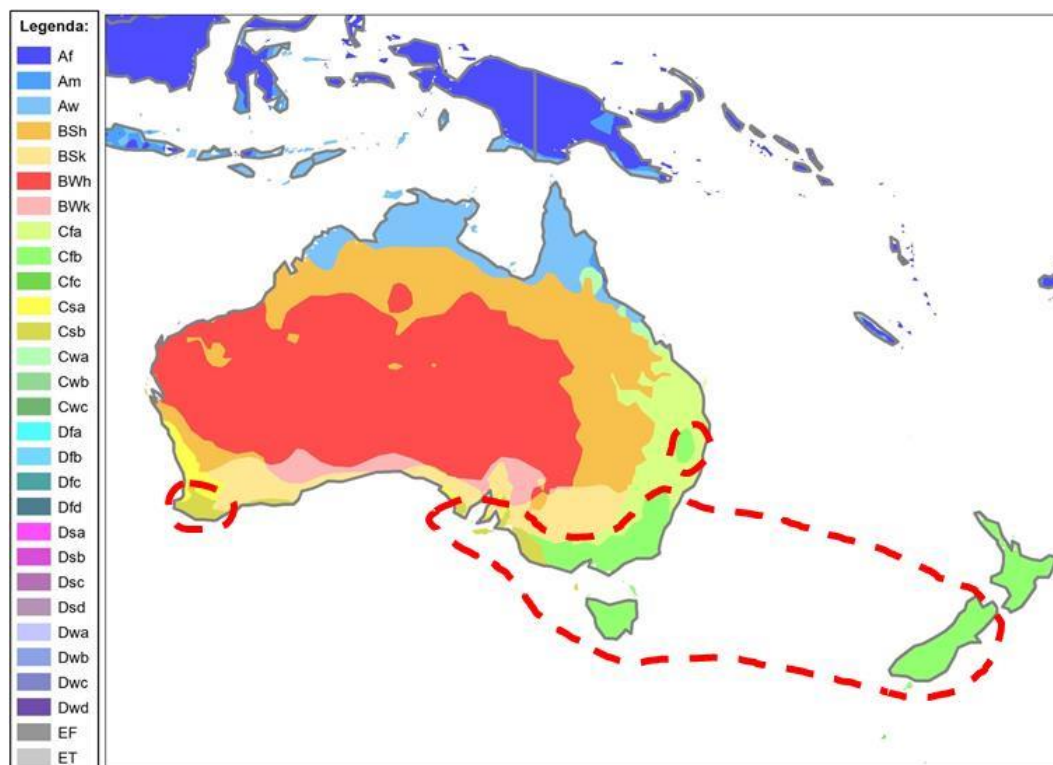
## 5 Klimaat en biogeografie

### 5.1 Klimaatmatch, huidig klimaat

Het oorspronkelijk verspreidingsgebied van *Watercrassula* ligt in de klimaatregio's **Cfb** en **Csb** (Tabel 5.1) volgens de Köppen-Geiger classificatie (<http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm>). Het overgrote deel van het oorspronkelijke verspreidingsgebied omvat de kustgebieden van Nieuw-Zeeland (Zuidereiland), het eiland Tasmanië en het zuidoosten van Australië (globaal het gebied ten zuiden van de Murray River). Deze gebieden liggen in klimaatzone **Cfb**: gematigd- zonder droog seizoen en met warme zomers. Een klein gedeelte van het verspreidingsgebied, de omgeving van Adelaide, Kangaroo Island en het uiterste zuidwesten van Australië, liggen binnen klimaatzone **Csb**. De zomers in deze klimaatregio zijn droger.

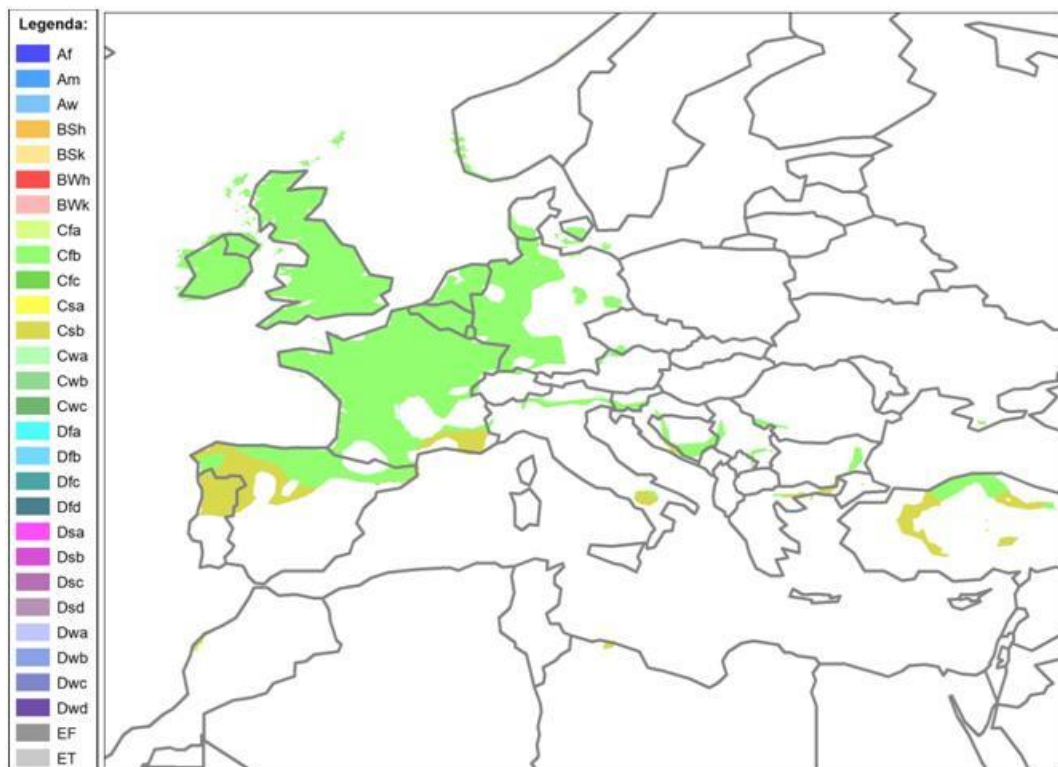
Tabel 5.1. Köppen-Geiger klimaatregio's binnen het oorspronkelijke verspreidingsgebied van *Watercrassula*.

Code		Köppen-Geiger classificatie	Oorspronkelijk areaal in
<b>Cfb</b>		Gematigd – Zonder Droog Seizoen – Warme zomer	Zuidoost Australië, Tasmanië en Nieuw-Zeeland
<b>Csb</b>		Gematigd – Droge Zomer - Warme Zomer	Omgeving Adelaide, Kangaroo-island en Zuidwest-Australië



Figuur 5.1. De Köppen-Geiger klimaatregio's binnen het oorspronkelijke areaal (binnen rode stippellijn) van *Watercrassula*.

De gebieden binnen Europa met klimaatregio's die overeenkomen met die van het oorspronkelijke areaal van *Watercrassula* (Cfb en Csb) zijn weergegeven in figuur 5.2. De verspreiding van *Watercrassula* in Europa (Verenigd Koninkrijk, België, Nederland en de westelijke helften van Frankrijk en Duitsland, zie Hoofdstuk 6.1) ligt geheel binnen klimaatregio **Cfb**, de klimaatregio waarbinnen het overgrote deel van het oorspronkelijk areaal gelegen is. Gebieden binnen Europa die wat klimaat betreft potentieel geschikt zijn voor *Watercrassula* en waar de soort mogelijk in de toekomst te verwachten is, zijn Zuid-Frankrijk, het noorden van Spanje en Portugal, de Povlakte en delen van de Balkan. Buiten Europa lijken ook delen van Turkije, met name de kustgebieden langs de Zwarte Zee, wat klimaat betreft geschikt voor vestiging van de soort.



Figuur 5.2. De Köppen-Geiger klimaatregio's **Cfb** en **Csb** binnen Europa.

## 5.2 Biogeografie Europa

*Watercrassula* komt binnen Europa in hoofdzaak voor in de **Atlantische** biogeografische regio (Bijlage 3). Deze regio omvat de volgende landen: Ierland, Verenigd Koninkrijk, Nederland, België, het noordwesten van Duitsland en het westen van Frankrijk en Denemarken. Beduidend minder waarnemingen van *Watercrassula* zijn bekend uit de **Continental** regio: het oosten van Frankrijk, het midden, oosten en zuiden van Duitsland, de oostelijke helft van Denemarken en het hieraan grenzende deel van Zweden.

## 5.3 Klimaatscenario's

Klimaatmodellen voorspellen voor de toekomst hogere wintertemperaturen op hogere breedtegraden, drogere zomers en meer extremen in neerslag (Jacob et al. 2013). Hoewel er



geen niche-modelleringen voor *Watercrassula* beschikbaar zijn, is te beredeneren dat veranderende klimatologische condities de verspreiding en invasiviteit van *watercrassula* bevorderen.

Door de hogere gemiddelde temperaturen kan *Watercrassula* zich uitbreiden naar de hogergelegen delen van de Midden-Europese gebergten en zich noordelijker in Scandinavië en het Verenigd Koninkrijk uitbreiden. Daarnaast kan de soort langer doorgroeien in het winterseizoen op plaatsen waar dat voorheen niet mogelijk was. Veel van de concurrerende inheemse soorten doen dat niet.

Permanent watervoerende wetlands met slechts geringe peilfluctuaties zijn veelal weinig gevoelig voor *Watercrassula* door koolstoflimitatie in de waterlaag. Zij zullen echter door toenemende variatie in perioden van droogte en neerslagoverschot, grotere waterpeilfluctuaties ontwikkelen, waarna *Watercrassula* zich kan vestigen op drooggevallen oevers. *Watercrassula* is, in tegenstelling tot veel concurrerende inheemse soorten, bestand tegen langdurige droge periodes (Paragraaf 3.7). Dit geeft de soort een voordeel ten opzichte van veel inheemse soorten. Voor *Watercrassula* is de voorspelde geringere neerslag, en de daarmee veranderende omstandigheden in zuidelijk en oostelijk Europa en de drogere zomers in de rest van Europa, niet limiterend voor de verspreiding van de soort.

In veel waterlichamen wordt de groei van *Watercrassula* gelimiteerd door gebrekkige beschikbaarheid van koolstofdioxide (Van Kleef et al. 2017). Wanneer de CO<sub>2</sub>-concentraties in de atmosfeer stijgen, neemt door diffusie ook de beschikbaarheid van CO<sub>2</sub> in de waterlagen toe. Hierdoor zal de verspreiding van *Watercrassula* toenemen. Mogelijk geldt dat eveneens voor inheemse concurrenten die gelimiteerd zijn door koolstof.



## 6 Voorkomen binnen EU

### 6.1 Vestigingsstatus binnen EU-landen

Binnen Europa is het voorkomen van *Watercrassula* na verwildering met zekerheid vastgesteld voor de volgende landen (tussen haken het jaar van eerste waarneming): Verenigd Koninkrijk (1956), Ierland (1970), Duitsland (1981), België (1982), Nederland (1995), Frankrijk (1999?), Denemarken (2003), Zweden (2016), Oostenrijk (2019) en Spanje (jaartal onbekend) (Figuur 6.1.).

In het Verenigd Koninkrijk komt *Watercrassula* vooral in het zuiden en oosten van Engeland voor (Smith & Buckley 2020). In Nederland komt de soort verspreid over het hele land voor (Verspreidingsatlas.nl). In België is de soort alleen in Vlaanderen wijdverspreid. In Wallonië komen vooral geïsoleerde groeiplaatsen voor. In de Ardennen is de soort grotendeels afwezig (Branquart et al. 2013). In Frankrijk wordt de soort vooral in het westen in de nabijheid van de Atlantische kust aangetroffen o.a. in de regio's Bretagne (Quere & Geslin 2016), Pays de la Loire (Dortel & Le Bail 2019), Normandië (Douville & Waymel 2019) en Poitou-Charentes (Fy 2015). In Duitsland liggen de meeste groeiplaatsen eveneens in het westen van het land (Hussner 2008). In Zweden is de soort in 2016 aangetroffen in Helsingborg, maar meteen na de ontdekking weer verwijderd (Artfakta 2020). In Denemarken, waar de soort in 2003 voor het eerst is aangetroffen, is de verspreiding (nog) beperkt (Miljøstyrelsen 2020). In Oostenrijk is *Watercrassula* recent voor het eerst aangetroffen in het riviertje de Mühlbach (Traiskirchen, Niederösterreich) (Sauberer et al. 2020). Voor Spanje wordt vermeld dat de soort lokaal aanwezig is (MAGRAMA 2013). Gedocumenteerde waarnemingen uit Spanje zijn in de geraadpleegde bronnen echter niet aangetroffen. Hoewel de soort vroeger is opgegeven voor Italië, schijnt het voorkomen in de regio Friuli Venezia Giulia twijfelachtig te zijn (Galasso et al. 2018). Ook opgaven uit Portugal worden tegenwoordig in twijfel getrokken:

EPPO: <https://gd.eppo.int/taxon/CSBHE/distribution>

CABI: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/16463>.

Alhoewel *Watercrassula* in de meeste Europese landen wel te koop is als zuurstofplant voor aquaria of vijvers zijn er voor de overige EU-landen in de geraadpleegde bronnen (Bijlage 1) geen aanwijzingen gevonden voor verwilderingen.

### 6.2 Voorkomen buiten de EU

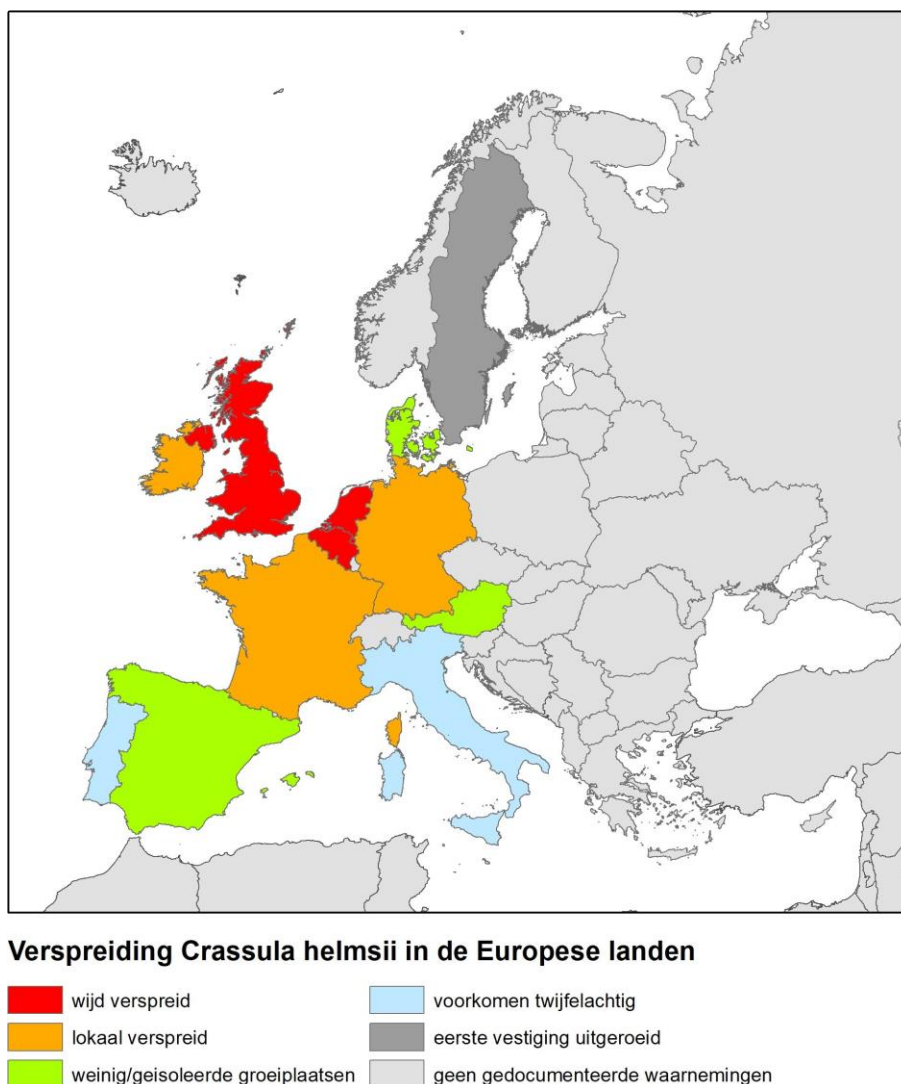
De enige gedocumenteerde waarneming uit Noorwegen betreft herbariummateriaal uit 2008 uit een tuin in Tønsberg ten zuiden van Oslo (GBIF 2020). De soort lijkt hier nog niet te verwilderen.

Ook in Zwitserland is verwildering nog niet vastgesteld; er zijn slechts enkele niet gevalideerde meldingen uit Zurich en omgeving (Infoflora). De soort is op grond van de ervaringen uit andere Europese landen al wel op de Zwarte Lijst geplaatst (Buholzer et al. 2014).

In de Verenigde Staten staat *Watercrassula* in de staten Florida, Indiana, Minnesota, North Carolina en Washington op lijsten van “noxious weeds”. Bij de regelgeving in deze staten is geanticipeerd op de mogelijke komst van deze invasieve soort. Dit wil echter nog niet zeggen dat *Watercrassula* er ook werkelijk aangetroffen is. De soort wordt op kleine schaal door hobbyisten

gekweekt maar er zijn geen gedocumenteerde verwilderingen van *Watercrassula* in de Verenigde Staten bekend (U.S. Fish & Wildlife Service 2018). Een in 1976 in een vijver in San Diego verzameld herbariumexemplaar was afkomstig uit Reading (Engeland) (SEINet zonder jaartal).

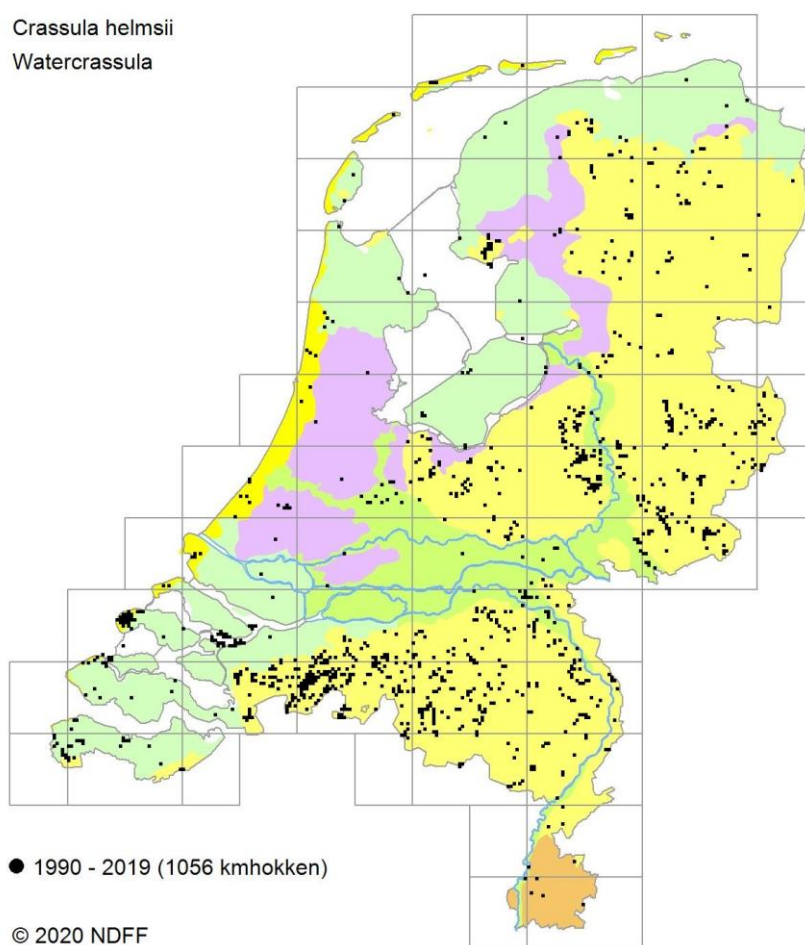
Meldingen van het voorkomen in Rusland (omgeving Baikalmeer) berusten mogelijk op verwisseling met *Crassula aquatica*. Recent is *Watercrassula* niet meer in deze omgeving aangetroffen, maar *C. aquatica* wel ([https://gd.eppo.int/taxon/CSBHE/distribution/RU\\_es](https://gd.eppo.int/taxon/CSBHE/distribution/RU_es))



*Figuur 6.1 Verspreiding Watercrassula binnen de verschillende Europese landen.*

### 6.3 Verspreiding in Nederland

Binnen Nederland komt *Watercrassula* verspreid voor op de hoger gelegen pleistocene gebieden. (Figuur 6.2). Ook in sommige duingebieden, met name op Schouwen, is de soort waargenomen. Waarnemingen buiten het pleistoceen en in de duinen zijn vooral afkomstig uit het stedelijk gebied of uit de directe omgeving hiervan. Opvallend is het voorkomen op oevers langs afgesloten zearmen als het Krammer-Volkerak, Hellegatsplaten en lokaal langs het IJsselmeer. In totaal is *Watercrassula* in Nederland in de periode 1995-2020 in 1056 kilometerhokken waargenomen (NDFF.nl maart 2020).

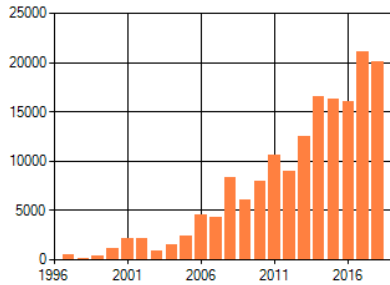


Figuur 6.2 Waarnemingen van *Watercrassula* (kilometerhokken) in Nederland.

### 6.4 Mogelijke verspreiding in de toekomst

Zoals reeds onder 5.3 is aangegeven lijkt een uitbreiding van het Europese areaal naar het noorden te verwachten, terwijl er mogelijk areaal in het zuiden zou kunnen verdwijnen. De opeenvolgende besmettingen in Nederland in de afgelopen decennia zijn steeds noordelijker opgetreden. Daartegenover lijkt de soort zich in Frankrijk juist naar het zuiden uit te breiden

((Dortel & Le Bail 2019). Mogelijk is de toename in areaal (naar het noorden en zuiden) vooral een illustratie van natuurlijke verspreiding vanuit grotere besmettingshaarden, bijvoorbeeld via (trek)vogels. In Nederland lijkt nog geen eind gekomen aan de opmars van deze soort, zoals de trendgrafiek (verspreidingsatlas.nl, april 2020) van deze soort laat zien (figuur 6.3).



*Figuur 6.3 Trendgrafiek van Watercrassula in Nederland (1995-2018). N.B. vóór 1995 zijn er geen waarnemingen bekend in Nederland.*

## 7 Impacts

### 7.1 Ecologisch/ biodiversiteit

Een dominante bedekking van *Watercrassula*, met onder water dichtheden tot 1 kg droog gewicht/m<sup>2</sup> en 45 kg vers gewicht/m<sup>2</sup>, vormt een ondoordringbare vegetatielaag op bodem, oever of het wateroppervlak (Dawson & Warman 1987, OEPP/EPPO 2007). De plant vestigt zich in open niches, waaronder pionierhabitats die zijn ontstaan na natuurontwikkeling of op natuurlijke pionierhabitats, bijvoorbeeld op in de loop van de zomer droogvallende oevers. Op deze locaties belemmert *Watercrassula* de successie van inheemse plantensoorten en herstel van de natuurlijke vegetatie (Dawson & Warman 1987, Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al. 2020).



*Figuur 7.1. Een dominante bedekking van Watercrassula in een ven in natuurgebied de Pannenhoeft, provincie Noord-Brabant. De waterlaag is volledig verland (Foto: J. van der Loop).*

#### 7.1.1 Biodiversiteit algemeen

Ondanks dat van *Watercrassula* bekend is dat deze concurreert met andere planten, zijn de daadwerkelijke lange-termijn effecten op biodiversiteit moeilijk te voorspellen. Ook is niet duidelijk of deze gevolgen onomkeerbaar zijn. Studies in Engeland wijzen uit dat wanneer de plant aanwezig is het aantal aanwezige inheemse plantensoorten niet minder wordt maar de

samenstelling van de inheemse soorten wel verandert. Zo worden op locaties waar Watercrassula in hoge dichtheid aanwezig is meer oeverplanten, zoals kruipwilg en wilde gagel, en minder waterplanten geteld door het droger worden van de systemen. Bovendien is er minder ruimte voor vestiging en kieming van inheemse plantensoorten, waaronder een reductie van 83% in harig wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*), 69% in grote kattenstaart (*Lythrum salicaria*) en 56% in watermunt (*Mentha aquatica*) (Langdon et al. 2004). Soortgroepen waarvan wordt aangegeven dat zij een negatief effect ondervinden van de aanwezigheid van Watercrassula zijn sterrenkroossoorten (*Callitriche* sp.), waterpestsoorten (*Elodea* sp.), kranswieren (Charophyceae) en kiezelwieren (Bacillariophyta) (CAPM 2004, Minchin 2008). Tevens zijn effecten op vogels, vissen, amfibieën en ongewervelden gemeld door een gebrek aan ruimte, het veranderen van de waterdoorlaat en de veranderingen in de chemische eigenschappen van het water, zoals fluctuaties in zuurstofniveaus, het veranderen van de pH en lichtbeschikbaarheid (Watson 1999, Langdon et al. 2004, Branquart et al. 2007, OEPP/EPPO 2007, Minchin 2008). Een studie naar effecten op ongewervelde dieren (macroinvertebraten) toonde bij een directe vergelijking tussen besmette locaties en controle gebieden geen significante verschillen in dichtheden en diversiteit (Smith 2015).

Dezelfde effecten zijn, zij het beperkter door een lager aantal aan vestigingen of recentere introducties, waargenomen in Nederland, België, Ierland en Duitsland (Hussner 2009, Caffrey et al. 2012, Boute 2013, CAISIE 2013, Van Kleef *et al.* 2017, Van Veenhuisen In press.). Bedekking en biomassa van Watercrassula vertonen zowel op het land als in het water een negatief verband met de vestiging en biomassa toename van andere planten (Van Kleef et al. 2017). Dit verband is op twee manieren te interpreteren; enerzijds kan uitbreiding van Watercrassula ten koste gaan van de ruimte die beschikbaar is voor de groei van andere soorten. In het geval dat Watercrassula de dominante concurrent is, leidt elke 10% toename van Watercrassula bij andere soorten tot een bedekkingsafname van 7% in het water en 9% op het land. Anderzijds is het mogelijk dat Watercrassula niet de sterkste concurrent is, maar zijn het inheemse soorten die in sommige wateren de bedekking van Watercrassula beperken.

### 7.1.2 Impact op Rode Lijst-, zeldzame- en/of beschermde soorten

#### **Impact op flora**

In Nederland zijn vestigingen van Watercrassula waargenomen op groeiplaatsen van de Europees beschermde planten (Annex IV EU-habitatrichtlijn). Deze soorten moeten zowel binnen als buiten Natura 2000-gebieden beschermd worden.

In Nederland zijn er meldingen van bedreigingen van Kruipend moerasscherm (*Apium repens* Lag.) en Groenknolorchis (*Liparis loeselii* L.) (Maas & Van Wijngaarden 2019, Wesseling 2019). Beide plantensoorten zijn aangewezen als te beschermen soort in de Wet natuurbescherming, waarin zij de status Habitatrichtlijnsoort IV, Bern I hebben, en staan zij tevens op de Nederlandse Rode Lijst voor vaatplanten opgesteld in 2012. In Noord-Brabant (Essche stroom) en in Zeeland (Groote Gat, Zeeuws-Vlaanderen) is Watercrassula verschenen bij groeiplaatsen van Kruipend moerasscherm (*Apium repens*). In beide gebieden is de soort waarschijnlijk door ganzen verspreid (Van Zuidam & Dijkhuis 2018).

In de Kleine Beerze groeit Watercrassula over een aanzienlijke lengte samen met Drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), ook een soort met status Habitatrichtlijnsoort IV (bron: waarnemingen R. Beringen & M. Janssen in de NDFF). Het effect van Watercrassula op



Drijvende waterweegbree in deze situatie is niet bekend. In Frankrijk wordt een negatief effect op Drijvende waterweegbree beschreven Dortel & Dutartre (2018).

In de 115 vegetatieopnamen met Watercrassula uit de Landelijke Vegetatie Databank komen verschillende Rode Lijst-soorten voor (Tabel 7.1). Vooral enkele soorten van voedselarme wateren hebben een relatief hoge presentie in de opnamen met Watercrassula. Het zijn naast de hierboven al genoemde *Luronium natans* ook *Apium inundatum*, *Baldellia ranunculoides* subsp. *ranunculoides*, *Eleogiton fluitans*, *Hypericum elodes*, *Littorella uniflora* en *Myriophyllum alterniflorum*. Enkele van de hierboven genoemde soorten van de Habitatrichtlijn komen niet in de beschikbare vegetatieopnamen voor.

Tabel 7.1. Rode lijst en/of beschermde soorten in vegetatie-opnamen met Watercrassula. **HR**: bijlage EU-habitatrichtlijn; **B**: in Nederland beschermd volgens de Wet Natuurbescherming; **RL**: Rode Lijst-categorie (GE: gevoelig, KW: kwetsbaar, BE: bedreigd); **Zz**: zeldzaamheid (a: algemeen, z: zeldzaam, zz: zeer zeldzaam, zzz: uiterst zeldzaam); **P**: percentage van de vegetatieopnamen waarin de soort is waargenomen (N=115). (Vegetatieopnamen aanwezig in de Landelijke Vegetatiedatabank maart 2020, Oecologische groepen volgens Arnolds & van der Maarel 1979).

Oecologische groep	Soort	HR	B	RL	Zz	P.
7a-laagveen gebieden	Menyanthes trifoliata (Waterdrieblad)			GE	a	1,7
2c-pioniervegetaties. vochtig matig voedselarm	Eleocharis ovata (Eivormige waterbies)			GE	zzz	0,9
	Illecebrum verticillatum (Grondster)			KW	z	0,9
	Juncus tenageia (Wijdbloeiende rus)			BE	zz	4,3
	Radiola linoides (Dwergglas)			BE	zz	0,9
	Sagina nodosa (Sierlijke vetmuur)			KW	z	0,9
7c-blauwgraslanden	Succisa pratensis (Blauwe knoop)			GE	a	1,7
7e-droge heiden	Euphrasia stricta (Stijve ogentroost)			GE	a	2,6
6b-droge, neutrale graslanden	Linum catharticum (Geelhartje)			KW	z	1,7
3c-hoge kwelders	Apium graveolens (Selderij)			KW	z	1,7
	Glaux maritima (Melkkruid)			KW	z	6,1
7b-kalkmoerassen	Epipactis palustris (Moeraswespenorchis)			KW	z	0,9
	Parnassia palustris (Parnassia)			KW	z	1,7
7d-natte heiden	Gentiana pneumonanthe (Klokjesgentiaan)			GE	a	1,7
	Pedicularis sylvatica (Heidekartelblad)			KW	z	0,9
2a-storingsmilieus	Odontites vernus ssp. serotinus (Rode ogentroost)			GE	a	1,7
4b-voedselarme wateren	Apium inundatum (Ondergedoken moerasscherm)			BE	zz	4,3
	Baldellia ranunculoides ssp. ranunculoides (Stijve moerasweegbree)			BE	zz	5,2
	Eleogiton fluitans (Vlottende bies)			KW	z	9,6
	Hypericum elodes (Moerashertshooi)			KW	z	14,8
	Littorella uniflora (Oeverkruid)			KW	z	10,4
	Luronium natans (Drijvende waterweegbree)	2/4	X	KW	z	2,6
	Myriophyllum alterniflorum (Teer vederkruid)			KW	zz	0,9
4c-voedselrijke oevers	Cicuta virosa (Waterscheerling)			KW	z	0,9
4a-voedselrijke wateren	Stratiotes aloides (Krabbenscheer)			GE	a	1,7

Dawson & Warman (1987) vermelden dat in een vijver in het nationaal park New Forest in Engeland dominantie van *Watercrassula* heeft geleid tot verdringing van andere planten waaronder Waterlepelkje (*Ludwigia palustris*). In een andere vijver werd zelfs binnen 2 jaar Waterpest (*Elodea* sp.) geheel door *Watercrassula* verdrongen. In Engeland worden Waterlepelkje (*Ludwigia palustris* L.), *Galium constrictum*, en de zeer zeldzame Stervruchtige waterweegbree (*Damasonium alisma* Mill.) door de aanwezigheid van *Watercrassula* bedreigd (Leach & Dawson 1999, Watson 2001).

Dortel & Dutartre (2018) noemen de volgende bedreigde en/of beschermde soorten die in West-Frankrijk, althans in een deel van hun ecologische niche, door *Watercrassula* beconcurrereerd kunnen worden: *Apium inundatum*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Cardamine parviflora*, *Crypsis aculeata*, *Damasonium alisma* en *Luronium natans*.

In de Fühlinger See (Nordrhein-Westfalen) nam Hussner (2008) waar dat de daar tot op 10 meter diepte voorkomende *Watercrassula* een sterke concurrentiedruk op de oorspronkelijke Kranswieren (*Characeae*) vegetaties uitoefende.



Figuur 7.2. Een met watercrassula besmette sloot in Natura2000 gebied de Kop van Schouwen. De competitie met inheemse soorten is duidelijk waar te nemen. (Foto: J. van der Loop).

### **Impact op beschermde en bedreigde fauna**

In Engeland zijn tevens meldingen van het verstoren van het broedsucces van beschermde amfibieën, waaronder kamsalamander (*Triturus cristatus* Laurenti) en vinpootsalamander (*Triturus helveticus* Razumovsky) (Watson 1999, Langdon et al. 2004).

Voor Ierland en Nederland zijn er waarnemingen van bedreigingen van rugstreepad (*Epidalea calamita* Laurenti) (CAISIE 2013) (Van Veenhuisen In Press). Voor deze soort geldt dat deze ondiepe en open waterbodems nodig heeft voor zijn eiafzet en door de dominante groei van *Watercrassula* neemt het aantal geschikte plaatsen voor eiafzet af. Een studie in Nederland wees uit dat rugstreepad significant minder eieren afzet op met *Watercrassula* bedekte bodem in vergelijking met open bodem. Tevens is aangetoond dat de overleving van rugstreepadeieren afneemt bij dominantie van *Watercrassula* (Van Veenhuisen In Press).

Voor zowel de genoemde salamandersoorten als de rugstreepad geldt dat zij in de Wet natuurbescherming zijn opgenomen onder de bescherming van de Habitatrichtlijn (bijlage IV), en /of Conventie van Bern (bijlage II).



*Figuur 7.3. De watercrassulabesmetting in de Gijzenrooise Zegge, provincie Noord-Brabant vormt een bedreiging voor de aanwezige Rugstreepad. (Foto: M. van de Loo).*

### 7.1.3 Impact op EU-habitattypen

Aangezien *Watercrassula* voor zijn vestiging weinig eisen stelt aan het watersysteem zijn veel habitattypen kwetsbaar. De plant is altijdgroen en winterhard waardoor locaties waar inheemse planten staan die in de winter bovengronds afsterven, worden overgenomen door *Watercrassula* (OEPP/EPPO 2007).

In Engeland komt de soort voornamelijk voor op kleigronden en organische bodems (Dawson & Warman 1987, Dean 2015). Alle zoetwatersystemen en zwak brakke watersystemen met stilstaand of langzaam stromend water vormen in Engeland en daarbuiten geschikt habitat voor

Watercrassula (Dawson & Warman 1987, Dawson 1994, Prinz et al. 2019, Smith & Buckley 2020).

In Nederland en Duitsland komt de soort vooral voor op de zandgronden (Hussner 2009, Van Kleef et al. 2017, Van der Loop 2017a & 2017b). Ook hier geldt dat *Watercrassula* nagenoeg alle zoetwatersystemen kan invaderen. In Nederland blijkt het beeld echter genuanceerder te liggen. Voor Nederland zijn de kwetsbare habitattypen namelijk onder andere de habitattypen zeer zwakgebufferde en zwakgebufferde vennen (H3110 - Mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten – *Littorelletalia uniflorae* en H3130 - Oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren met vegetatie behorend tot het *Littorelletalia uniflorae* en/of *Isoëto-Nanojuncetea*), blauwgraslanden (H6410 - Grasland met *Molinia* op kalkhoudende, venige, of lemige kleibodem (*Molinion caeruleae*)), vochtige duinvalleien (H2190), vochtige heide (H4010 - Noord-Atlantische vochtige heide met *Erica tetralix*) en pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150 - Slenken in veengronden met vegetatie behorend tot het *Rhynchosporion*). In andere watertypen en vochtige milieus kan de soort voorkomen maar is zelden tot nooit een bedreiging voor de biodiversiteit.

Voor België zijn de habitattypen zwakgebufferde vennen (H3130), Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (H3150 - Van nature eutrofe meren met vegetatie van het type *Magnopotamion* of *Hydrocharition*), Beken en rivieren met waterplanten (H3260 - Submontane en laagland rivieren met vegetaties behorend tot het *Ranunculion fluitantis* en het *Callitricho-Batrachion*) en Slikkige rivieroeveren (H3270 - Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het *Chenopodion rubri* p.p. en *Bidention* p.p.) aangewezen als door *Watercrassula* bedreigde habitattypen. Echter, ook hierbij wordt vermeld dat alle zoetwatersystemen geschikt habitat voor *Watercrassula* vormen (Robert et al. 2013).

De EU-habitattypen die door het verschijnen van *Watercrassula* beïnvloed kunnen worden zijn samengevat in tabel 7.2.

Tabel 7.2. EU-Habitattypen waarin *Watercrassula* zich kan vestigen. \* zijn prioritaire habitattypen, waarvoor EU-landen spoedmaatregelen ter bescherming moeten treffen.

Type	Omschrijving	bron:
1150*	Kustlagunen	Dortel & Dutarte 2018
1410	Mediterrane schorren ( <i>Juncetalia maritimi</i> )	Dortel & Dutarte 2018
3110	Mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten ( <i>Littorelletalia uniflorae</i> )	Dortel & Dutarte 2018
3130	Oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren met vegetatie behorend tot het <i>Littorelletalia uniflorae</i> en/of <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>	Zotek et al. 2018, Dortel & Dutarte 2018, Branquart et al. 2014
3140	Kalkhoudende oligo-mesotrofe wateren met bentische <i>Chara</i> spp. vegetaties	Dortel & Dutarte 2018
3150	Van nature eutrofe meren met vegetatie van het type <i>Magnopotamion</i> of <i>Hydrocharition</i>	Zotek et al. 2018, Dortel & Dutarte 2018, Branquart et al. 2014
3170*	Niet-permanente poelen in het Middellandse-Zeegebied	Dortel & Dutarte 2018
3260	Submontane en laagland rivieren met vegetaties behorend tot het <i>Ranunculion fluitantis</i> en het <i>Callitricho-Batrachion</i>	Zotek et al. 2018, Dortel & Dutarte 2018, Branquart et al. 2014
3270	Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het <i>Chenopodion rubri</i> p.p. en <i>Bidention</i> p.p.	Zotek et al. 2018, Dortel & Dutarte 2018, Branquart et al. 2014
7150	Slenken in veengronden met vegetatie behorend tot het <i>Rhynchosporion</i>	Dortel & Dutarte 2018

In Nederland is *Watercrassula* in totaal in 40 Nederlandse Natura 2000-gebieden aangetroffen (Bijlage 4). Opvallend is het relatief hoge aantal Natura 2000-gebieden in de provincie Noord-Brabant en het grote aantal waarnemingen in deze gebieden. Uit tabel 7.2 blijkt dat ook in andere Europese landen (EU-habitats en) Natura 2000-gebieden door deze soort bedreigd worden of kunnen worden.

#### 7.1.4 Impact op chemische-fysische eigenschappen en structuur van ecosystemen

##### Hydrologie

Dikke pakketten *Watercrassula* kunnen de doorstroming en afvoer van water belemmeren. De opstuwende werking van dikke pakketten kan zelfs zorgen voor lokale overstromingen en veranderingen in het stroombed (Kelly & Maguire 2009). De verstoring van het overstromingsregime kan tot verandering in soortensamenstelling en -dichtheden leiden (Daehler 2003). In stilstaande wateren kan een hoge dominantie van *Watercrassula* door extra verdamping leiden tot het sneller uitdrogen van de waterlichamen; dit heeft tevens een concentrerend effect op stoffen aanwezig in het water waardoor de waterchemie verandert (Casanova & Brock 2000, Birken & Cooper 2006).

##### Zuurstof

De aanwezigheid en afbraak van *Watercrassula* leidt tot fluctuaties in het zuurstofniveau van het water (Dawson & Warman 1987, Branquart et al. 2007). *Watercrassula* kan de waterlaag afdekken waardoor er minder diffusie is naar diepe delen en waardoor er daar zuurstofgebrek optreedt. Dit wordt gestimuleerd doordat zich een laag afgestorven *Watercrassula*-resten ophoopt op de bodem. De afbraakprocessen leiden tot een grotere zuurstofconsumptie. Het hierdoor ontstane zuurstofgebrek en de accumulatie van organische stof in de onderwaterbodem leiden tot mobilisatie van fosfaat en daarmee tot interne eutrofiering waarbij

tevens toxisch sulfide kan vrijkomen (Bloemendaal & Roelofs 1988). Dit heeft een effect op waterbodemeenschappen waardoor een slechte waterkwaliteit ontstaat die een negatieve invloed heeft op de levensgemeenschappen in het water (CAPM 2004, OEPP/EPPO 2007, Minchin 2008).

### **Anorganisch koolstof**

Meerdere onderzoeken beweren dat *Watercrassula* een voordeel heeft ten opzichte van inheemse planten wanneer CO<sub>2</sub> in de waterlaag in lage hoeveelheden aanwezig is (Newman & Raven 1995, Keeley 1998). Middels CAM-fotosynthese (CAM= Crassulacean Acid Metabolism) neemt de plant gedurende de nacht CO<sub>2</sub> op uit het water en slaat koolstof o.a. op in de vorm van malaat. De plant kan hierdoor CO<sub>2</sub> benutten die bij planten met een normale C<sub>3</sub> fotosynthese gedurende de nacht, wanneer deze fotosynthese stilligt, bij de ademhaling (respiratie) vrijkomt (Newman & Raven 1995, Keeley 1998). Dit geeft in theorie een concurrentievoordeel op de planten met het C<sub>3</sub> mechanisme (Keeley & Morton 1982, Madsen 1987). Toch blijkt dat in Nederland een uitbundige groei van *Watercrassula* pas optreedt wanneer de gemiddelde concentratie CO<sub>2</sub> in de zomer ruim boven de 200 µmol/L ligt. Dan overwoekert de soort onder water andere waterplanten. In wateren met een lagere CO<sub>2</sub> concentratie wordt *Watercrassula* gelimiteerd in zijn groei en treedt er vrijwel geen concurrentie op. De koolstoflimitatie gaat verloren wanneer de waterspiegel daalt en delen van de plant boven water uitkomen (Van Kleef et al. 2017).

### **Stikstof**

Uit studies uit Engeland en Nederland is gebleken dat een hoge bedekking en biomassa van *Watercrassula* gepaard gaat met, respectievelijk, lagere concentraties organische stikstof en nitraat in het oppervlaktewater (Smith 2015, Van Kleef et al. 2017). Hieruit blijkt dat de soort tijdens het groeiseizoen efficiënt nitraat uit het water kan halen.

### **Bioaccumilatie**

*Watercrassula* is een hypoaccumulator van koper - slaat grote hoeveelheden van dit metaal op in de bladen - wanneer deze in verhoogde concentraties in de bodem aanwezig is (Brooks et al. 1977). De plant is vooral in de zomer, zeer resistent voor hoge koperconcentraties, 9.000 ppm/droog gewicht in vergelijking met 0,6 ppm in een controle plantengroep. *Watercrassula* kan daarom groeien op locaties die met koper zijn vervuild en waar andere planten niet overleven (Küpper et al. 2009). Bij hoge temperaturen wordt door de plant meer gebruik gemaakt van CAM-fotosynthese (Klavsén & Maberly 2009) en wordt 's nachts meer malaat aangemaakt om koolstof te binden. Door een hogere malaatconcentratie in de plantencel kan *Watercrassula* koper beter binden. Ondanks dat *Watercrassula*, voor zover bekend, de hoogste concentratie koper kan accumuleren in vergelijking met andere planten heeft de plant, bijvoorbeeld voor zijn groei of fotosynthese, geen behoefte aan extra koper (Shen et al. 1997, Küpper et al. 2001, Küpper et al. 2009). Aanvullend is door koperstress (door te veel koper) getroffen *Watercrassula* in staat om snel de pigmenten in bladeren te degraderen waardoor het totale blad afsterft. Dit is een aanvullend verdedigingsmechanisme tegen koperstress daar het opofferen van bladeren leidt tot een verlaging van de interne koperconcentratie van de plant (Küpper et al. 2009). In veruit de meeste natuurlijke situaties zijn de koperconcentraties zo laag dat *Watercrassula* geen voordeel ondervindt van deze resistentie.

Vermoedelijk is *Watercrassula* ook goed in het onttrekken van andere elementen uit het water. Dat blijkt uit de verlaagde concentraties silicium, zink en aluminium die bij een hoge bedekking en biomassa in de planten zijn gemeten (Van Kleef et al. 2017).

### **Allelopathie (afscheiding groeiremmende stoffen)**

Bij een bio-assay met het blauwwier *Dolichospermum flos-aquae* (= *Anabaena flos-aquae*) waarbij het allelopathisch potentieel van 33 zowel inheemse als exotische waterplanten werd onderzocht, bleek dat *Watercrassula* een relatief hoog allelopathisch potentieel heeft. Van de exotische waterplanten hadden alleen *Ludwigia peploides* en *Ludwigia grandiflora* een hoger allelopathisch potentieel (Grutters et al. 2017).

## **7.2 Ecosysteemdiensten**

*Watercrassula* is van geringe betekenis wat betreft het bieden van ecosysteemdiensten.

### **Productverstrekkingdiensten**

*Watercrassula* wordt in diverse Europese landen nog verkocht als aquarium- en vijverplant met een decoratieve en zuurstofinbrengende werking die weinig verzorging behoeft (Dawson & Warman 1987, OEPP/EPPO 2007). De totale economische waarde van de plant wordt echter geschat als laag en er zijn voor deze diensten voldoende alternatieve soorten planten verkrijgbaar (CABI 2016).

### **Regulerende diensten**

In Europa duurt de bloei van juni tot eind oktober, hierdoor is het mogelijk dat *Watercrassula* een nectar bron is voor insecten (Lockton 2009). Buiten zijn natuurlijke verspreidingsgebied zijn echter nog geen bloembezoekers waargenomen (Dawson & Warman 1987, Smith & Buckley 2020).

Door zijn hoge biomassa-productie heeft deze soort een positief effect op de koolstoffixatie en nutriëntenretentie. Mogelijk kan de soort worden ingezet bij de aanpak van vervuilde ecosystemen door bioaccumulatie van metalen zoals Cu, Zn en Al. Hierover is echter geen literatuur gevonden.

### **Culturele diensten**

Zover bekend heeft de soort in Europa geen culturele betekenis. In het algemeen geldt dat monoculturen de esthetische waarde van (natuur)gebieden verlagen (Sheppard et al. 2006). In die zin kan *Watercrassula* een negatieve impact hebben op culturele diensten.

## **7.3 Volksgezondheid en economie**

### **7.3.1 Ziekten/allergieën of andere lichamelijke aandoeningen**

Zover bekend veroorzaakt de soort geen ziekteverschijnselen bij de mens, noch bij gehouden dieren.

### **7.3.2 Veiligheid personen, infrastructuur**

Het is mogelijk dat drijvende matten van *Watercrassula* worden aangezien voor een droge bodem, waardoor zij een risico kunnen vormen voor mensen en dieren (Sheppard et al. 2006, OEPP/EPPO 2007). Hier zijn overigens geen meldingen van bekend.



Wanneer *Watercrassula* dichte matten vormt kan dit recreatieactiviteiten hinderen, zoals varen, vissen, zwemmen en waterskiën (Sheppard et al. 2006, Nault & Mikulyuk 2011). In Nederland zijn deze effecten voornamelijk in kleinere doorlopende watersystemen, zoals sloten en kleine kanalen (<15 m in doorsnede) opgemerkt. Omdat *Watercrassula* in de regel vanaf de oevers het water in groeit of over de bodem “kruipt” is het dichtgroeien van grotere doorlopende watergangen (15 m breed of breder) niet eerder waargenomen (pers. observatie J. van der Loop). Echter, in geïsoleerde zeer voedselrijke wateren is *Watercrassula* wel in staat om deze vanaf de bodem volledig dicht te groeien.

De afvoer van water in afwateringskanalen en kunstwerken zoals stuwen en dammen kunnen worden beperkt wanneer *Watercrassula* aanwezig is (Branquart et al. 2007, Kelly & Maguire 2009). Dit kan leiden tot overstromingen (Dawson & Warman 1987, OEPP/EPPO 2007).

### **7.3.3 Socio-economische impact**

De monoculturen verlagen de esthetische waarde van (natuur)gebieden (Sheppard et al. 2006). Tevens zijn bij dominanties van waterplanten recreatiegebieden minder toegankelijk voor zwemmen en de het te water laten van boten (Dawson & Warman 1987, Sheppard et al. 2006). Daarnaast worden besmette gebieden door terreinbeheerders vaak uitgerasterd om verspreiding zoveel mogelijk te beperken waardoor zij niet toegankelijk zijn voor recreatie (pers. observatie J. van der Loop).

Voor informatie over de kosten van de bestrijding van de soort wordt verwezen naar paragraaf 9.3.



## 8 Risicoanalyse

De risicoclassificaties van *Watercrassula* en de zekerheden daarvan zijn weergegeven in tabel 8.1. Deze beoordelingen worden kort toegelicht in paragraaf 8.1, waarbij telkens tussen haakjes is verwezen naar de nummering van de betreffende beoordelingscriteria (A1-A41; conform de onlineversie van het Harmonia<sup>+</sup>-protocol). De uitkomsten van berekeningen van risico- en zekerheidsscores zijn samengevat in de tabellen 8.2 en 8.3 en worden toegelicht in paragraaf 8.2. Paragraaf 8.3 vergelijkt deze uitkomsten met andere risicobeoordelingen van de soort.

Tabel 8.1: Risicobeoordeling van *Watercrassula* met het Harmonia<sup>+</sup>-protocol.

Risicocategorie	Risico	Zekerheid
<b>1. Context risicobeoordeling</b>		
A01. Beoordelaar(s)	Auteurs risicoanalyse voor NVWA (n=6)	
A02. Soortnaam	Watercrassula ( <i>Crassula helmsii</i> )	
A03. Gebied	Europese Unie	
A04. Soortstatus in gebied	Uitheems en gevestigd in het wild	
A05. Risicodomeinen	Milieu en volksgezondheid	
<b>2. Risico introductie</b>		
A06. Waarschijnlijkheid introductie via natuurlijke dispersie	Laag	Hoog
A07. Waarschijnlijkheid onbewuste introducties	Hoog	Matig
A08. Waarschijnlijkheid bewuste introducties	Hoog	Matig
<b>3. Risico vestiging</b>		
A09. Klimaatomstandigheden voor vestiging	Optimaal	Hoog
A10. Habitatomstandigheden voor vestiging	Optimaal	Hoog
<b>4. Risico verspreiding</b>		
A11. Natuurlijke dispersiecapaciteit voor secundaire verspreiding	Matig	Hoog
A12. Frequentie secundaire verspreiding door mens	Hoog	Hoog
<b>5a. Risico voor milieu</b>		
A13. Effecten inheemse soorten door predatie, parasitisme of herbivorie	n.v.t.	Hoog
A14. Effecten inheemse soorten door competitie	Hoog	Hoog
A15. Effecten inheemse soorten door hybridisatie	Geen/zeer laag	Hoog
A16. Effecten inheemse soorten door overdracht parasieten of pathogenen	Zeer laag	Matig
A17. Effecten integriteit ecosystemen door veranderen abiotiek	Hoog	Matig
A18. Effecten integriteit ecosystemen door veranderen biotiek	Hoog	Matig
<b>5b. Risico voor plantenteelt</b>		
A19. Effecten teeltplanten door predatie, parasitisme of herbivorie	n.v.t.	Hoog
A20. Effecten teeltplanten door competitie	Zeer laag	Hoog
A21. Effecten teeltplanten door hybridisatie	Geen / zeer laag	Hoog
A22. Effecten integriteit teeltsystemen	Zeer laag	Hoog
A23. Effecten teeltplanten door overdracht parasieten of pathogenen	Zeer laag	Matig
<b>5c. Risico voor gedomesticeerde dieren</b>		
A24. Effecten dierenwelzijn of -productie door parasitisme of predatie	n.v.t.	Hoog
A25. Effecten dierenwelzijn of -productie door gevaarlijke stoffen	Zeer laag	Hoog
A26. Effecten dierenwelzijn of -productie door overdracht parasieten of pathogenen	n.v.t.	Hoog
<b>5d. Risico voor volksgezondheid</b>		
A27. Effecten volksgezondheid door parasitisme	n.v.t.	Hoog
A28. Effecten volksgezondheid bij contact door gevaarlijke stoffen	Zeer laag	Hoog
A29. Effecten volksgezondheid door overdracht parasieten of pathogenen	n.v.t.	Hoog
<b>5e. Risico voor overige effecten</b>		
A30. Effecten infrastructuur etc.	Matig	Matig
<b>6. Risico voor ecosysteemdiensten</b>		
A31. Effecten op productiediensten	Neutraal	Matig
A32. Effecten op regulerende diensten	Matig negatief	Matig
A33. Effecten op culturele diensten	Matig negatief	Matig
<b>7. Effect van klimaatverandering op risico's</b>		
A34. Introductie	Geen verandering	Hoog
A35. Vestiging	Matige toename	Matig
A36. Verspreiding	Geen verandering	Matig
A37. Effecten milieu	Matige toename	Matig
A38. Effecten plantenteelt	Geen verandering	Matig
A39. Effecten gedomesticeerde dieren	Geen verandering	Hoog
A40. Effecten volksgezondheid	Geen verandering	Hoog
A41. Effecten infrastructuur etc.	Geen verandering	Laag

n.v.t.: niet van toepassing.

## 8.1 Risicoclassificatie

### Context

Deze risicobeoordeling is uitgevoerd door zes deskundigen (A1) voor de introductie van *Watercrassula* (A2) in de EU (A3). De soort is reeds aanwezig in diverse EU-lidstaten en heeft ook gevestigde populaties in meerdere lidstaten, waaronder Nederland (A4). De domeinen van deze risicobeoordeling zijn ‘milieu en volksgezondheid’ (A5). De risicobeoordeling is uitgevoerd op basis van alle beschikbare informatie over *Watercrassula* (Hoofdstukken 3-7). Tijdens een workshop is volledige overeenstemming bereikt over alle risicoclassificaties en de zekerheden daarvan (Tabel 8.1). Hieronder worden de uitkomsten van de risicobeoordeling nader toegelicht.

### Introductie

Buiten Europa komt *Watercrassula* waarschijnlijk alleen voor binnen het oorspronkelijke verspreidingsgebied (Nieuw-Zeeland en Australië). De kans op introductie in de EU via natuurlijke verspreiding (dispersie) vanuit dit herkomstgebied is beoordeeld als laag (A6). Hierbij geldt een hoge zekerheid vanwege de grote afstand tot het oorspronkelijke verspreidingsgebied en talrijke (natuurlijke) barrières voor dispersie van planten(fragmenten) of zaden. In de wetenschappelijke literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden voor dispersie over lange afstand via natuurlijke vectoren, dit wil zeggen vanuit de door oceanen omgeven herkomstgebieden op het Zuidelijk halfrond naar het Europese continent. Buiten Europa zijn geen verspreidingskernen bekend van waaruit de soort EU-lidstaten kan bereiken. Daarom is met hoge zekerheid gesteld dat de natuurlijke introductiefrequentie lager is dan 1 keer per 30 jaar.

*Watercrassula* is in veel EU-lidstaten geïmporteerd. Het is een populaire aquarium- en vijverplant. De soort wordt nog steeds verhandeld, alhoewel de verkoop al in enkele EU-lidstaten aan banden is gelegd. Via (internet)handel wordt de plant wereldwijd verspreid. Ontsnapping vanuit tuinvijvers en parken via natuurlijke vectoren (zoals amfibieën en vogels) is zeer aannemelijk. De plant verspreidt zich vooral vegetatief via kleine fragmenten van stengels. Indien bestuivers ontbreken in geïntroduceerde gebieden vormt dit daarom geen belemmering voor verspreiding van de soort. Gehele planten en plantenfragmenten kunnen meeliften als contaminant via de (ruil)handel van water- en oeverplanten, grondverzet, materieel voor groenbeheer, schoeisel of (sport)visserijgerei. De soort is ook bekend vanwege dumpingen in vennen en plassen nabij woongebieden en wordt regelmatig aangetroffen samen met andere aquarium- en vijverplanten. Onbekend is hoe vaak dit binnen de EU plaatsvindt. In het nationaal park New Forest (UK) was de verspreiding gecorreleerd aan de aanwezigheid van parkeerplaatsen. Gelet op de wijde verspreiding in meerdere EU-lidstaten is het zeer aannemelijk dat de gecombineerde kans van introductie in het wild en daaropvolgende (on)bedoelde verdere verspreiding in de EU groter is dan 1 keer per jaar. Daarom is kans op introductie in het wild via (on)bedoelde menselijke activiteiten (A7 en A8) beoordeeld als hoog. Hiervoor geldt een matige zekerheid omdat kwantitatieve informatie over de precieze verhouding tussen onbedoelde en bewuste menselijke introducties in het wild ontbreekt.

### Vestiging

*Watercrassula* heeft talrijke gevestigde populaties in meerdere lidstaten en kent een wijde verspreiding binnen de EU. Grote delen van Europa zijn klimatologisch geschikt, met name de gebieden met een meer Atlantisch klimaat. Strengere vorst en langdurige droogte hinderen de groei. De soort prefereert stilstaande tot langzaam stromende wateren evenals de oevers daarvan. De plant groeit in systemen met zowel nutriëntenarme zand- als kleibodem. De

vochtige delen van met name de zandgronden en duinen vormen optimaal habitat. Dergelijke habitattypen zijn wijd verspreid aanwezig binnen Europa. De soort vestigt zich vooral in pioniersituaties, die door natuurlijke processen of antropogene ingrepen in veel gebieden ontstaan. De verspreidingsgegevens en weelderige groei bevestigen dat zowel de klimaat- als habitatomstandigheden optimaal zijn in grote delen van de EU (A9 en A10). De zekerheid over de geschiktheid van deze milieufactoren is hoog. Veel data en talrijke wetenschappelijke publicaties over succesvolle vestiging van de soort in de EU zijn beschikbaar.

### **Verspreiding**

De natuurlijke dispersiecapaciteit van *Watercrassula* voor verspreiding binnen de EU is beoordeeld als hoog met een hoge zekerheid omdat hierover voldoende informatie beschikbaar is (A11). Deze secundaire verspreiding geschiedt vooral vegetatief. Zeer kleine plantenfragmenten zijn nog levensvatbaar. Planten en fragmenten kunnen onder andere via waterstroming verspreiden. Tevens is verspreiding (zowel endozoochoor als exozoochoor) via watervogels en andere dieren gesignaleerd. Gelet op de beschikbare data over verspreidingspatronen, zoals voor Nederland, lijkt een dispersiesnelheid van 5-50 km door transport via water en dieren reëel. Incidenteel zou deze waarde echter ook hoger kunnen zijn wanneer waterstromen lang zijn en dieren ver migreren. De soort weet incidenteel grote afstanden te overbruggen, zoals vanaf het vaste land naar de Waddeneilanden. De mate waarin natuurlijke oorzaken een rol spelen bij de verspreiding is echter niet goed te kwantificeren.

De soort is al wijdverspreid binnen de EU en nog steeds te koop in diverse lidstaten (waaronder Nederland) en elders. De soort is nog in veel vijvers aanwezig en wordt nog steeds aangeplant. Hierdoor is de kans op secundaire verspreiding of dumping van overtollig plantenmateriaal in de natuur hoog. De plant kan gemakkelijk meeliften met grondverzet, materieel voor grondverzet of maaibeheer, voertuigen, vaartuigen, schoeisel en sportvisserijgerei. De kans op een verspreiding > 50 km door de mens binnen de EU is hoger dan 1 keer per jaar. Daarom is de frequentie van secundaire verspreiding van *Watercrassula* via menselijke activiteiten beoordeeld als hoog met een hoge zekerheid (A12). Het relatieve belang van verschillende typen verspreidingsmechanismen is echter niet te kwantificeren.

### **Milieurisico**

Effecten van *Watercrassula* op inheemse soorten door predatie, parasitisme of begrazing (herbivorie) zijn niet van toepassing (A13). Dit kan met hoge zekerheid worden gesteld. Deze soort betreft een autotrofe plant die niet parasiteert en ook geen mechanismen heeft ontwikkeld voor predatie op diersoorten (zoals vleesetende planten). Herbivorie is geen eigenschap van planten en heeft betrekking op begrazing van de vegetatie door plantenetende dieren.

Het effect van *Watercrassula* op inheemse soorten door competitie is beoordeeld als hoog (A14). Voor deze beoordeling geldt een hoge zekerheid. Hierover is relatief veel wetenschappelijke literatuur beschikbaar. Door de sterke groei en volledige bedekking van de bodem worden inheemse soorten verdrongen in voedselarme systemen. *Watercrassula* verhindert ook de vestiging van inheemse soorten in pioniersituaties, omdat deze plant in dergelijke omstandigheden snel alle beschikbare ruimte kan innemen. In ongestoorde vegetaties is dit effect geringer.

De kans op effecten bij inheemse soorten door hybridisatie is geclassificeerd als niet aan de orde/zeer laag en met een hoge zekerheid (A15). Binnen de EU komen geen nauw verwante inheemse soorten voor die kunnen hybridiseren met *Watercrassula*.

De kans op effecten op inheemse soorten door overdracht van parasieten of pathogenen van *Watercrassula* is geclassificeerd als zeer laag met een matige zekerheid (A16). Dergelijke effecten

zijn voor zover bekend binnen de EU niet gesignaleerd ondanks relatief lange aanwezigheid, omvangrijke verspreiding en relatief veel aandacht voor de soort. Voor de EU is echter weinig documentatie over parasieten of pathogenen van *Watercrassula* beschikbaar.

De kans dat *Watercrassula* significante effecten heeft op de integriteit van ecosystemen door veranderingen in abiotiek (A17) en biotiek (A18) is hoog. Effecten op fysisch-chemische eigenschappen (zoals lichtregime en zuurstofgehalte) en biodiversiteit zijn evident gelet op de hoge productiviteit van deze soort en vaak volledige bedekking van grote delen van ecosystemen. De soort veroorzaakt verschuivingen in de soortensamenstelling van vegetaties van het oeverkruidverbond in en op oevers van zwak gebufferde vennen en duinvalleien. Deze effecten zijn beoordeeld als onomkeerbaar omdat omvangrijke en zeer kostbare maatregelen nodig zijn om de soort volledig te verwijderen uit ecosystemen. In veel risicobeoordelingen en artikelen wordt daarvan ook melding gemaakt. Opmerkelijk is echter dat kwantitatieve informatie hierover schaars is in de wetenschappelijke literatuur en dat dergelijke effectbeoordelingen sterk leunen op opvattingen van deskundigen. Vandaar dat bij de beoordeling van deze aspecten een matige zekerheid wordt gehanteerd.

### **Risico voor plantenteelt**

Effecten van *Watercrassula* door predatie, parasitisme of begrazing (herbivorie) van soorten in de plantenteelt zijn niet van toepassing (A19). Dit kan met hoge zekerheid worden gesteld. De beoordeelde soort betreft een autotrofe plant die niet parasiteert en geen mechanismen heeft ontwikkeld voor predatie op andere soorten. Begrazing (herbivorie) is een eigenschap van planteneterende dieren.

De kans op ongewenste effecten in de plantenteelt door competitie is voor *Watercrassula* beoordeeld als erg laag (A20). In de omvangrijke literatuur over milieugevolgen van deze soort zijn hierover met betrekking tot Europa geen vermeldingen of aanwijzingen gevonden, vandaar dat een hoge zekerheid is toegekend aan deze risicoclassificaties.

De kans op effecten op teeltplanten door hybridisatie is beoordeeld als zeer klein (A21). Binnen Europa zijn geen teeltplanten of verwante inheemse plantensoorten bekend waarmee hybridisatie mogelijk is. Daarom is een hoge zekerheid aan deze risicoclassificatie toegekend.

De kans op effecten van *Watercrassula* op de integriteit van plantenteeltsystemen is beoordeeld als zeer laag (A22). In de omvangrijke literatuur over milieugevolgen van deze soort zijn hierover geen vermeldingen of aanwijzingen gevonden, vandaar dat een hoge zekerheid is toegekend aan deze risicoclassificatie.

Voor de EU en elders zijn in de wetenschappelijke literatuur geen aanwijzingen gevonden voor effecten op plantenteelt door overdracht van parasieten of pathogenen door *Watercrassula* en daarom is de kans daarop als zeer laag geclassificeerd (A23). Wegens het ontbreken van expliciete vermeldingen hierover in de literatuur is aan deze beoordeling een matige zekerheid toegekend.

### **Risico voor gedomesticeerde dieren**

Gezondheidseffecten voor (individuele) dieren in de veehouderij door parasitisme of predatie zijn niet van toepassing bij uitheemse planten en hiervoor geldt dus een hoge zekerheid (A24).

De kans op gezondheidseffecten van (individuele) dieren in de veehouderij door plantenstoffen van *Watercrassula* is erg laag en deze classificatie wordt met een hoge zekerheid gegeven (A25). In de wetenschappelijke literatuur is over de mogelijke productie van schadelijke stoffen voor dieren door *Watercrassula* geen enkele aanwijzing gevonden terwijl wereldwijd relatief veel onderzoek is verricht aan toxische afweerstoffen en giftigheid van planten.

Voor zover bekend heeft *Watercrassula* in de EU en elders op de wereld geen effecten op de gezondheid van dieren of veehouderij door overdracht parasieten of pathogenen (A26). Er zijn

in de literatuur geen parasieten of pathogenen beschreven die door *Watercrassula* kunnen worden overgedragen op dieren. Daarom wordt met een hoge zekerheid gesteld dat dit criterium niet van toepassing is.

### **Risico voor volksgezondheid**

De risicocategorie 'Effecten op de volksgezondheid door parasitisme (A27)' is niet van toepassing bij planten en hiervoor geldt een hoge zekerheid. Ondanks veel literatuur over de milieugevolgen van *Watercrassula* zijn geen aanwijzingen gevonden voor gezondheidseffecten door contact van mensen met planten(stoffen). Daarom is dit risico als zeer laag beoordeeld (A28). Voor deze risicoclassificatie geldt een hoge zekerheid. Effecten voor de volksgezondheid door overdracht parasieten of pathogenen zijn niet van toepassing (A29). Ook hiervoor geldt een hoge zekerheid omdat relatief veel onderzoek aan *Watercrassula* is verricht en in de (wetenschappelijke) literatuur geen aanwijzingen zijn gevonden voor dergelijke effecten.

### **Risico overige effecten**

Bij dit criterium is beoordeeld hoe groot de kans is dat schade optreedt aan infrastructuur, zoals gebouwen, wegen, dijken en waterhuishoudkundige kunstwerken (A30). Dergelijke schade kan de gebruiksmogelijkheden van die infrastructuur beperken. Hierbij is de kans-consequentiematrix van het protocol gebruikt. Bij hoge dichtheid van *Watercrassula* kan de waterafvoer verminderen. Waterhuishoudkundige kunstwerken (zoals duikers) kunnen verstopt raken. De kans op dergelijke effecten is groot, maar de schade is reversibel. Dit resulteert in de risicoclassificatie matig. Wegens het ontbreken van kwantitatieve informatie over de omvang van de schade aan infrastructuur is de zekerheid van deze risicoclassificatie matig.

### **Gevolgen voor ecosysteemdiensten**

Bij woekering van *Watercrassula* in waterwingebieden (bijvoorbeeld duinen) kunnen geringe negatieve effecten op de waterwinning optreden door extra verdamping. Daarnaast kan via indirecte effecten in multifunctionele ecosystemen ook een negatieve invloed op productiediensten van andere soorten optreden (zoals de productie van vis of het vervullen van recreatiefuncties). De soort wordt geteeld als aquarium- en vijverplant. Hiervoor zou gebruik van planten uit verwilderde populaties mogelijk zijn. Het oogsten en verkopen van planten uit de natuur wordt beschouwd als een positief effect van de soort op de productiediensten van ecosystemen. De balans van de positieve en negatieve effecten op alle productiediensten is beoordeeld als neutraal (A31).

Het lokaal blokkeren van de waterafvoer door *Watercrassula* wordt beschouwd als een negatief effect voor de regulerende dienst van een ecosysteem. Door zijn hoge biomassa-productie heeft deze soort ook een positief effect op de koolstoffixatie en nutriëntenretentie. Mogelijk kan de soort worden ingezet bij de aanpak van vervuilde ecosystemen door bioaccumulatie van metalen zoals Cu, Zn en Al. De gevolgen voor regulerende diensten (A32) zijn beoordeeld als matig negatief.

Door de dichte bedekking en verdringing van inheemse soorten neemt ook de belevingswaarde van ecosystemen af. In systemen met een recreatieve (mede)functie worden activiteiten gehinderd (bijvoorbeeld varen of sportvissen). Dergelijke effecten zijn beoordeeld als matig negatief voor culturele diensten (A33).

Voor de drie risicoclassificaties (A31-A33) geldt een matige zekerheid omdat geen kwantitatieve informatie over de effecten op ecosysteemdiensten beschikbaar is maar wel voldoende kennis beschikbaar voor een theoretische onderbouwing van de invloed van *Watercrassula* op het

functioneren van ecosystemen. Bovendien ontbreken methodieken voor de weging van positieve en negatieve effecten op ecosysteemdiensten.

### **Effect van klimaatverandering op risico's**

Het risico dat *Watercrassula* geografische barrières voor introductie in de EU en verdere verspreiding kan overbruggen, verandert niet bij klimaatverandering (A34). Voor deze beoordeling geldt een hoge zekerheid omdat hierover geen aanwijzingen zijn gevonden en ook geen mechanismen bekend zijn die een effect van klimaatverandering op barrières voor verspreiding kunnen verklaren. De belangrijke introductieroutes en verspreidingsmechanismen zijn goed bekend en de risico's van introductie en verspreiding worden binnen de verwachte bandbreedte van temperatuur- en neerslagverandering niet beïnvloed door klimaatfactoren. Hierbij wordt uitgegaan van een tijdhorizon van 50 tot 100 jaar.

De kans dat de soort barrières voor overleving en reproductie kan overbruggen neemt enigszins toe (A35). Dit betreft een deskundigenoordeel op basis van theoretische redenering en daarom geldt matige zekerheid.

*Watercrassula* is reeds gevestigd in diverse klimaatregio's. Deze regio's zullen enigszins richting noorden verschuiven bij klimaatverandering. Door hogere wintertemperaturen en minder sneeuwbedekking zal het areaal met geschikt klimaat in het noorden en in berggebieden enigszins toenemen. In het zuiden zal dit areaal waarschijnlijk afnemen door toename van droogte. Per saldo zal de verspreiding van de soort binnen de EU niet veel veranderen. Grote delen van de EU blijven in de nabije toekomst geschikt voor vestiging van de soort. (A36). Hiervoor geldt een matige zekerheid, omdat dit een theoretische redenering betreft en kwantitatieve informatie of modelberekeningen ontbreken.

De kans op ongewenste effecten voor milieu (A37) zal matig toenemen. Het gaat bijvoorbeeld om fysisch-chemische eigenschappen van het water, zoals lichtregime en zuurstofgehalte. Hiervoor geldt een matige zekerheid. De causaliteit van dergelijke effecten kan theoretisch worden onderbouwd maar kwantitatieve informatie en experimentele onderbouwingen ontbreken.

Effecten van *Watercrassula* voor de plantenteelt via begrazing of parasitisme zijn niet van toepassing. Alle overige effecten op de plantenteelt zijn als zeer laag beoordeeld. Het is niet aannemelijk dat de kans op dergelijke effecten verandert bij klimaatverandering (A38). Voor dit oordeel geldt een matige zekerheid omdat wetenschappelijke documentatie ontbreekt.

Parasitisme en overdracht van pathogenen en parasieten van *Watercrassula* op dieren zijn niet van toepassing. De kans op gezondheidsrisico's via huidcontact met planten of blootstelling van dieren aan plantenstoffen is hierboven beoordeeld als zeer laag. Met hoge zekerheid wordt gesteld dat de risico's de soort voor de veehouderij niet veranderen door klimaatverandering (A39). Hiervoor is geen enkel causaal verband te bedenken.

Parasitisme en overdracht van pathogenen en parasieten van *Watercrassula* op de mens zijn niet van toepassing. De kans op gezondheidsrisico's via huidcontact met planten of blootstelling aan plantenstoffen is eerder beoordeeld als zeer laag. Het is zeer aannemelijk dat de risico's voor de volksgezondheid niet veranderen door klimaatverandering (A40). Hierbij wordt een hoge zekerheid gehanteerd. Het is hoogst onwaarschijnlijk dat de plant als gevolg van klimaatverandering chemische stoffen gaat produceren die gezondheidsrisico's voor mensen opleveren.

De kans op ongewenste effecten van de soort op infrastructuur of andere sociaaleconomische effecten zal bij klimaatverandering niet veranderen (A41). Omdat kwantitatieve informatie hierover geldt voor deze beoordeling een lage zekerheid.



## 8.2 Risico- en zekerheidsscores

Op basis van de risicoclassificaties zijn risico- en zekerheidsscores voor *Watercrassula* berekend met behulp van het Harmonia+-protocol (Tabel 8.2 en 8.3). Zowel de maximale als de gemiddelde scores per risicocategorie zijn gangbaar om te presenteren. Beide zijn hier daarom uitgewerkt op basis van de gegevens in Tabel 8.1.

Wanneer de maximale score voor iedere risicocategorie wordt gehanteerd dan scoort deze soort hoog wat betreft zijn risico's van introductie, vestiging, verspreiding en gevolgen voor milieu. De risico's voor ongewenste effecten voor plantenteelt, dierhouderij en volksgezondheid scoren laag. Het risico voor overige sociaaleconomische effecten is matig. Alle risicoscores hebben een hoge zekerheid, met uitzondering van een matige zekerheid voor het risico op overige sociaaleconomische effecten (wegens gebrek aan kwantitatieve informatie). De geaggregeerde invasie-, effect- en risicoscores zijn hoog.

Tabel 8.2: Maximale risico(scores) en zekerheidsscores van *Watercrassula* met Harmonia+.

Risicocategorie	Risico	Risicoscore	Zekerheid	Zekerheidsscore
Introductie <sup>1</sup>	Hoog	1,00	Hoog	1,00
Vestiging <sup>1</sup>	Hoog	1,00	Hoog	1,00
Verspreiding <sup>1</sup>	Hoog	1,00	Hoog	1,00
Milieu <sup>1</sup>	Hoog	1,00	Hoog	1,00
Plantenteelt <sup>1</sup>	Laag	0,00	Hoog	1,00
Veeteelt <sup>1</sup>	Laag	0,00	Hoog	1,00
Volksgezondheid <sup>1</sup>	Laag	0,00	Hoog	1,00
Overige <sup>1</sup>	Matig	0,50	Matig	0,50
Invasiescore <sup>2</sup>	Hoog	1,00		
Effectscore <sup>3</sup>	Hoog	1,00		
Risicoscore (Invasie x effect)	Hoog	1,00		

1: Risicoscore = maximum score per effectcategorie en zekerheidsscore = gemiddeld over alle criteria; 2: geometrisch gemiddelde; 3: maximum score.

Wanneer de gemiddelde score voor iedere risicocategorie wordt gehanteerd dan scoort de soort ook hoog wat betreft zijn risico's van introductie, vestiging en verspreiding. De risico's voor milieu en overige sociaaleconomische effecten zijn dan matig. De risico's voor ongewenste effecten voor plantenteelt, dierhouderij en volksgezondheid blijven laag. Alle risicoscores hebben een hoge zekerheid, met uitzondering van een matige zekerheid voor het risico op overige sociaaleconomische effecten (wegens gebrek aan kwantitatieve informatie). De geaggregeerde invasiescore blijft hoog, maar de effect- en risicoscore worden dan matig.

Tabel 8.3: Gemiddelde risico(scores) en zekerheidsscores van *Watercrassula met Harmonia*<sup>+</sup>.

Risicocategorie	Risico	Risicoscore	Zekerheid	Zekerheidsscore
Introductie <sup>1</sup>	Hoog	0,67	Hoog	0,67
Vestiging <sup>1</sup>	Hoog	1,00	Hoog	1,00
Verspreiding <sup>1</sup>	Hoog	0,88	Hoog	1,00
Milieu <sup>1</sup>	Matig	0,60	Hoog	0,70
Plantenteelt <sup>1</sup>	Laag	0,00	Hoog	0,88
Veeteelt <sup>1</sup>	Laag	0,00	Hoog	1,00
Volksgezondheid <sup>1</sup>	Laag	0,00	Hoog	1,00
Overige <sup>1</sup>	Matig	0,50	Matig	0,50
Invasiescore <sup>2</sup>	Hoog	0,84		
Effectscore <sup>3</sup>	Matig	0,60		
Risicoscore (Invasie x effect)	Matig	0,50		

1: Risicoscore = gemiddelde score per effectcategorie en zekerheidsscore = gemiddeld over alle criteria; 2: geometrisch gemiddelde; 3: maximum score.

### 8.3 Vergelijking met andere risicobeoordelingen

Voor veel landen en gebieden in Europa en de Verenigde Staten in zijn risicobeoordelingen van de milieugevolgen van *Watercrassula* uitgevoerd. Tabel 8.4 geeft een overzicht van gebruikte protocollen, onderzochte effecten, risicoscores en bronnen van deze risicobeoordelingen. Tevens zijn daarin de geharmoniseerde risicoclassificaties en lijststatus van deze soort vermeld. Bij de lijststatus wordt aangegeven of de soort in een land of gebied op een waarschuwings- of verbodsl lijst voor invasieve soorten is geplaatst. De kwantitatieve risicoscores en kwalitatieve omschrijvingen zijn door de opstellers van dit rapport geharmoniseerd in drie risicoklassen, namelijk een laag, matig en hoog risico (zie 2.7). Harmonisatie van risicoscores wordt bemoeilijkt door grote verschillen in risicobeoordelingsmethodieken en het ontbreken van protocollen hiervoor (Verbrugge et al. 2012, Matthews et al. 2017). Resultaten van risicobeoordelingen zijn bovendien altijd contextafhankelijk en daarom soms moeilijk vergelijkbaar voor verschillende regio's of schaalniveaus. De milieueffecten van uitheemse soorten zijn immers afhankelijk van de milieumomstandigheden in het betreffende risicogebied (zoals klimaat, milieukwaliteit en habitatbeschikbaarheid).

Gebied	Beoordelings-protocol	Beoordeelde effecten					Risico score	Lijst	Geharmoniseerde risicoclassificatie	Bron
		Biodiversiteit	Ecosystemen	Land- en tuinbouw	Infrastructuur	Volksgezondheid				
België	ISEIA	1	1				12	Zwarte Lijst (A1)	Hoog	Branquart et al. (2013)
België	BRAS	1	1	*	*		1	N.v.t.	Hoog	Robert et al. (2013)
Duitsland	MNIGA	1	1	*	*	1	1	N.v.t.	Hoog	Nehring et al. (2013)
Eppo Region (incl. Europa)	EPPO-PRA	1	1	1	1	1	1	Major	Hoog	Van der Krabben & Schrader (2006a,b)
Frankrijk	PRHP	1	1	1	1	1	1	Moyen à élevé	Hoog	Cambron et al. (2017)
Frankrijk (Bretagne)	PRHP	1	1	1	1	1	1	IA1i	Hoog	Quere & Geslin (2016)
Frankrijk (Normandie)	PRHP	1	1					IA1e	Hoog	Bousquet et al. (2016)
Frankrijk (Normandie)	PRHP	1	1					IA1e	Hoog	Douville & Waymel (2019)
Frankrijk (Pays de la Loire)	PRHP	1	1					IA1e	Hoog	Dortel & Le Bail (2019)
Frankrijk (Poitou-Charentes)	N.v.t.	1	1					N.v.t.	Hoog	Fy (2015)
Frankrijk: Atlantische regio	WRA-WG	1	1	1	1	1	1	31	Hoog	Fried (2010)
Groot Brittanië	GB-NNRA	1	1	1	1	1	1	High	Hoog	GB Non-Native Species Secretariat (2011)
Ierland	NAPRA	1	1	*	*	1	1	High risk	Hoog	Millane & Caffrey (2014)
Ierland	RAMISI	1	1	1	1	1	1	20	Hoog	Kelly et al. (2013)
Luxemburg	ISEIA	1	1					10	Matig	Ries et al. (2013)
Luxemburg	Harmonia+	1	1	1	1	1	1	0.44	Matig	Ries et al. (2020)
Noorwegen	NAPRA	1	1	*	*	1	1	High risk	Hoog	Norwegian Scientific Committee for Food Safety (2016)
Polen	Harmonia+	1	1	1	1	1	1	0.38	Matig	Sotek et al. (2018)
Spanje	WRA	1	1	1	1	1	1	19	Hoog	Andreu & Vila (2009)
Spanje	WRA-WG	1	1	1	1	1	1	26	Matig	Andreu & Vila (2009)
Zwitserland	Niet vermeld	1	1					N.v.t.	Hoog	Buholzer et al. (2014)
Verenigde Staten	ERC	1	1			*		High	Hoog	U.S. Fish & Wildlife Service (2018)
Verenigde Staten	PPQ-WRA	1	1	1	1	1		High (3,9)	Hoog	APHIS (2013)

1: Effect uitgebreid beoordeeld; \* Effect genoemd; A1: Hoog risico, geïsoleerde populaties aanwezig; B0: Matig risico, niet aanwezig; BRAS: Belgian risk analysis scheme; ISEIA: Invasive Species Environmental Impact Assessment; EPPO-PRA: European and Mediterranean Plant Protection Organisation Pest Risk Assessment Scheme (Branquart et al., 2016); ERC: Ecological Risk Screening U.S. Fish & Wildlife Service; GB-NNRA: Great Britain Non-Native species Risk Assessment; N.v.t.: niet van toepassing; MMARM: Ministerio de Medio Ambiente, Rural & Marino; MNIGA: Methodik der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Arten (versie 1.2); NAPRA: Non-native species application based risk analysis; NFB: Naturschutzfachliche Beurteilung; n.e.v.: niet expliciet vermeld; n.v.t.: niet van toepassing; PPQ-WRA: Plant Protection and Quarantine WRA; PRHP: Protocole d'évaluation de species en vue de prescrire des restrictions d'utilisation pour les acteurs de la filière de l'horticulture ornementale et du paysage; RAMISI: Risk Assessment Methodology Invasive Species Ireland, version 2007; WG: score systeem van Weber & Gut (2004) voor de beoordeling van de invasiviteit van uitheemse plantensoorten toegespitst op centraal Europa; WRA: Australian Weed Risk Assessment system (Pheloung et al. 1999); WRA-WG: WRA gecombineerd met WG-scoremethodiek

Tabel 8.4: Beschikbare risicobeoordelingen van *Watercrassula* voor diverse Europese landen en de Verenigde Staten.

De geharmoniseerde risicoclassificaties van *Watercrassula* geven een min of meer consistent beeld en komen goed overeen met de voorliggende classificatie voor de EU met behulp van het Harmonia+-protocol, waarbij de maximale waarde per risicocategorie is gehanteerd (paragraaf 8.2). Een ruime meerderheid van de risicoclassificaties (82,6 %) indiceert een hoog risico op ongewenste gevolgen voor de inheemse biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen. Alleen de risicoclassificaties voor Luxemburg, Polen en Spanje wijken af. Voor deze landen is het risico geïnclassificeerd als matig. Voor Luxemburg betreft dit onder andere een classificatie uit 2010 met het Belgische ISEIA-protocol. Ten tijde van die beoordeling was nog relatief weinig kennis beschikbaar over de precieze omvang van de effecten in Luxemburg en omliggende landen. Tevens is voor Luxemburg en ook Polen een classificatie met het Belgische Harmonia+-protocol uitgevoerd. Hierbij is waarschijnlijk gebruik gemaakt van gemiddelde risicoscores voor iedere effectcategorie (op basis van beschikbare informatie is dit echter niet te verifiëren). Hierdoor wordt de score per effectcategorie lager dan bij de maximale benadering in het geval een of meerdere subcriteria met een laag of matig risico's zijn beoordeeld. De uitkomsten van deze beoordelingen komen echter overeen met de voorliggende resultaten op basis van de gemiddelde risico's per effectcategorie (Tabel 8.3).

Voor Spanje zijn de resultaten van het WRA- en WRA-WG-protocol vergeleken. Het laatstgenoemde WRA-WG-protocol scoort lager. Uit onderzoek van Andreu & Vila (2009) op basis van risicobeoordelingen van 80 uitheemse soorten blijkt dat WRA- en WRA-WG-scores significant zijn gecorreleerd. Individuele soorten kunnen uiteraard bij WRA-WG hoger of lager scoren dan WRA. In het geval van scores rond grenswaarden voor een bepaalde risicoklasse (laag, matig of hoog) kan dit incidenteel resulteren in een afwijkende risicoclassificatie.



## 9 Raming van de potentiële kosten (kwantitatief of kwalitatief)

### 9.1 Schade aan biodiversiteit & ecosysteemdiensten

#### Schade aan biodiversiteit

Op basis van het literatuuronderzoek in deze rapportage wordt geconstateerd dat *Watercrassula* grote invloed heeft op de biotische en abiotische omgeving (zie H7 en 8). Door een toenemende verspreiding nemen deze effecten ook nog steeds toe. Deels zijn dit effecten die inheemse soorten in sommige omstandigheden ook kunnen hebben, maar deze soorten zijn in het algemeen gemakkelijker met een aangepast beheer in toom te houden. Er zijn geen publicaties bekend waarbij de schade aan de biodiversiteit in financiële termen is uitgedrukt.

#### Schade aan ecosysteemdiensten

*Watercrassula* wordt verkocht als aquarium- en vijverplant waardoor de soort een bijdrage heeft aan productverstrekkingdiensten (zie 7.2). De totale economische waarde van deze plantensoort wordt echter geschat als beperkt waardoor schade voor producenten bij een verbod gering zijn (CABI 2016). De totale kosten die met schade aan ecosysteemdiensten gemoeid zijn, zijn niet bekend. Dit geldt tevens voor de waarde van de regulerende diensten, waaronder het functioneren als een potentiële nectarbron voor insecten.

### 9.2 Schade aan gezondheid, veiligheid en economie

De soort heeft in allerlei situaties invloed op de veiligheid, waterinfrastructuur en belevingswaarde van natuurgebieden (zie 7.3). Drijvende matten zijn te verwarren met droge bodem. Met het waarschuwen hiervoor zijn mogelijk kosten gemoeid. Het hinderen van recreatieactiviteiten brengt kosten met zich mee wanneer deze opgeheven moeten worden. In de praktijk zijn er echter voldoende alternatieve locaties waar recreëren mogelijk is. Dit kan veranderen wanneer *Watercrassula* zich verder uitbreidt. De waterafvoer van kanalen en kunstwerken moet worden gegarandeerd. Het verwijderen van de plant op deze locaties brengt kosten met zich mee. Deze kosten zijn niet gerapporteerd. Dit geldt tevens voor de verliezen die optreden bij het verlagen van de esthetische waarde van natuurgebieden.

### 9.3 Kosten bestrijding

Kosten van eliminatie en/of beheer van *Watercrassula* zijn zeer hoog. In Engeland worden de kosten van het beheer van 500 locaties over een periode van 2 tot 3 jaar geschat op een bedrag tussen de 1,45 en 3 miljoen euro (Leach & Dawson 1999). Andere bronnen vermelden kosten van 2,5 tot 3,5 miljoen euro om de soort in Engeland jaarlijks te controleren (OEPP/EPPO 2007, Dadds & Bell 2008, Williams et al. 2010,). Kelly & Maguire (2009) schatten de kosten voor het schonen van een kleine tuinvijver op 600 euro. Dit kan oplopen tot 6.000 euro voor grotere poelen en kleine rivier systemen. Zij geven aan dat inspanning en financiering geleverd moet blijven tot de soort volledig geëlimineerd is. Het schonen van een meer, kanaal of groter rivier systeem kan tussen de 60.000 en 115.000 euro kosten in het eerste jaar.

In Ierland zijn de kosten voor beheersen, onderzoek en het herstellen van behandelde gebieden tot 2012 geschat op 350.000 euro. Hierbij zijn de grootste uitgaven gedaan voor het tweemaal

beheersen van de plant in een watergang (Caffrey et al. 2012). In 2013 is echter geld gespendeerd aan daadwerkelijke op uitroeiing gerichte bestrijding wat het totaal op 1.533.466 euro heeft gebracht voor het bestrijden van *Watercrassula* op drie verschillende locaties (CAISIE 2013). In Nederland is van 2017 tot heden meer dan 6 miljoen euro uitgegeven aan onderzoek, eliminatie en beheersing van *Watercrassula* (pers. mededeling J. van der Loop). In antwoorden van de minister op vragen uit de Tweede Kamer wordt zelfs een bedrag van circa 10 miljoen euro genoemd, waarvan ruim 4 miljoen euro in 2018 en 2019 door de provincies Friesland, Drenthe, Gelderland, Utrecht, Noord-Holland, Noord-Brabant en Limburg uitgegeven aan bestrijdingsmaatregelen (Aanhangsel van de Handelingen van de Tweede kamer, d.d. 18-05-2020, ah-tk-20192020-2806). Het grootste deel van deze kosten zijn gemaakt voor onderzoek voor het uitzoeken van de standplaatseigenschappen en ecologie van de soort en het vinden van kosteneffectieve beheersmaatregelen waaronder de ontwikkeling van systeemgericht beheer. Op de Waddeneilanden is ca. 4,5 miljoen euro uitgegeven aan het elimineren van de soort (pers. mededeling P. Wassenaar, projectleider *Watercrassula* eliminatie Terschelling, provincie Friesland).

Kosten worden ook gemaakt ter voorkoming van overstromingsrisico's. Hiervoor zijn echter geen bedragen bekend (OEPP/EPP0 2007).

## 10 Beheer

### 10.1 Preventie

#### **Juridisch kader**

Er wordt in termen van regelgeving in diverse Europese landen verschillend met *Watercrassula* omgegaan. Door vier lidstaten (Denemarken, Ierland, Polen en Spanje) is de soort in het kader van EU-verordening 1143/2014 geplaatst op hun lijsten van Invasieve exoot van nationaal belang. In onder andere het Verenigd Koninkrijk, Zwitserland, Denemarken, Polen en Spanje is handel bij wet verboden of anderszins gereguleerd.

#### **Voorkomen van verspreiding**

Plantenfragmenten worden gemakkelijk verspreid via water of het aankleven aan dieren, mensen en materiaal (Dawson & Warman 1987, Crane et al. 2019). Het risico op verspreiding via mensen en materieel is te verkleinen door na betreding van besmette gebieden schoeisel en gereedschap goed te controleren en vrij te maken van plantenfragmenten. Groter materieel, zoals kranen, moeten worden afgespoten met een hogedrukreiniger op een locatie met een voor *Watercrassula* ongeschikt habitat (pers. mededeling J. van der Loop). Het doden van kleine fragmenten kan aanvullend op grootschaliger ingrepen geschieden door het toepassen van een directe stoombehandeling. Het inzetten van stoom doodt in 10 seconden alle kleine fragmenten van *Watercrassula* (Crane et al. 2019). Het toepassen van een chemische behandeling, uitgevoerd met Virkon® Aquatic en Virasure® Aquatic, is voor *Watercrassula* niet toereikend voor het doden van de fragmenten (Crane et al. 2020). Het is mogelijk om in plaats van stoom, heet water te gebruiken om schoeisel en materiaal te steriliseren. Hiervoor is echter een temperatuur van boven de 50°C voor een tijdsduur van 15 minuten noodzakelijk wat het moeilijk maakt om deze methode in het veld toe te passen (Shannon et al. 2018).

#### **Besmetting**

Belangrijk is dat groot materieel dat gebruikt is op besmette terreinen, en nagenoeg niet goed schoon te maken is, zoals maaaimachines en rupskranen, niet wordt ingezet in niet-besmette vochtige gebieden. Betreding van besmette gebieden door recreanten en overig publiek moet zoveel mogelijk worden beperkt om verspreiding te voorkomen. Ook verstoring van de bodem waardoor deze vatbaarder wordt voor besmetting met *Watercrassula* moet worden beperkt. Het is daarom zaak om de besmette gebieden uit te rasteren en voor mensen ontoegankelijk te maken (Van Kleef et al. 2017).

#### **Vestiging**

*Watercrassula* groeit open plekken in een ecosysteem snel dicht. Wanneer concentraties van nutriënten hoog zijn, gebeurt dit nog sneller (Brouwer et al. 2017, Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al. 2020). Het is daarom van belang om verstoring van de bodem in een vochtig systeem, met name rondom een bekende besmetting (zeker tot 1 km), zo veel mogelijk te beperken. Dit houdt in dat graafwerkzaamheden, bijvoorbeeld ten behoeve van infrastructuur en het ontwikkelen van nieuwe natuur, nabij de besmetting indien mogelijk moeten worden voorkomen (Van Kleef et al. 2017).

#### **Verspreiding via water**

Wanneer *Watercrassula* zich bevindt in een open watersysteem is het belangrijk de besmette wateren, indien mogelijk, zo spoedig mogelijk van het doorvoerende watersysteem te isoleren

(Van der Loop & Van Kleef 2017a,b, Van der Loop et al. 2018). Dit is mogelijk door de waterstroom af te koppelen of duikers ondoordringbaar voor *Watercrassula* te maken zonder de waterdoorlaat te verhinderen. Wanneer voor het laatste gekozen wordt, is het noodzakelijk om kunstwerken zoals duikers af te dekken met een duurzaam fijnmazig geotextiel. Worteldoek en andere dunne plastics zijn, in verband met scheuren en verwerking, niet geschikt voor het noodzakelijke langdurige gebruik. Na het afdekken is het zaak om de “zeef” regelmatig schoon te maken zodat water niet kan overlopen en op de zeefinlaat geen dominante bedekking van *watercrassula* of andere soorten, zoals draagalgen, ontstaat. Aangezien *Watercrassula* kan uitgroeien vanuit meristecellen is het volledig tegenhouden van *Watercrassula* niet gegarandeerd (Crane et al. 2019, pers. observatie J. van der Loop).

## 10.2 Beheersing en bestrijding

Voor het treffen van maatregelen tegen een gevestigde populatie van *Watercrassula* is het mogelijk om de soort volledig te verwijderen (eliminatie) of in biomassa terug te dringen (beheersen). Voor beheersen geldt dat, vanwege hergroei van de plant, een terugkerende inspanning noodzakelijk is.

Over het algemeen is de effectiviteit van eliminatie maatregelen tegen *Watercrassula* laag (Dawson 1996, Delbart et al. 2011, Van der Loop et al. 2018, Smith & Buckley 2020). Eliminatie is alleen te bereiken wanneer de juiste voorzorgsmaatregelen betreffende hygiënisch werken worden getroffen, waaronder gescheiden grondstromen, het gescheiden en schoonhouden van gebruikt materiaal en een zorgvuldige uitvoering. Aanvullend neemt de kans op succesvolle eliminatie toe wanneer de besmette locaties klein en geïsoleerd zijn. Eliminatie is alleen mogelijk indien de locatie drooggelegd kan worden. Wanneer drooglegging niet mogelijk is blijven alleen beheersen of niets doen als opties over. Bij de keuze voor de meest passende maatregelen moet worden gekeken naar de eigenschappen van de besmetting én naar de eigenschappen van het gebied en eventuele omliggende gebieden. Het nemen van maatregelen tegen *Watercrassula* betreft dus altijd maatwerk. Allerlei terreinspecifieke aspecten moeten in acht worden genomen, bijvoorbeeld de opslag en verwerking van besmette grond, het afvoeren van besmet water, de aanwezigheid van beschermde soorten en eventuele optredende milieueffecten zoals geluidsoverlast (Van der Loop et al. 2018).

### **Vroegtijdige signalering en snelle eliminatie**

Bij nieuwe geïsoleerde groeiplaatsen is de populatie-omvang nog gering en de kans op hervestiging kleiner. Dan is ook de kans op succesvolle eliminatie door een kleinschalige bestrijdingsactie groter, mede omdat er bij de bestrijding niet op grote schaal nieuw potentieel geschikt biotoop wordt gecreëerd (Van der Loop et al. 2018). Dat betekent dat snel kunnen reageren op een nieuwe, geïsoleerde en nog kleine groeiplaats van groot belang kan zijn. Waarnemingen moeten de betreffende beheerder dan snel kunnen bereiken en de beheerder moet na een snelle inschatting in staat zijn om vlot een gerichte eliminatie-actie uit te voeren. Een goed gebruik van informatie- en communicatiekanalen en kennis van de mogelijke bestrijdingsvormen is dan essentieel.



### 10.2.1 Mechanisch

#### **Handmatig verwijderen**

Handmatig verwijderen, tot 20 cm diep, is vooral effectief in het kader van vroegtijdige signalering en snelle respons (Van der Loop et al. 2018). Kleine nieuwe vestigingen kunnen het beste in een zo vroeg mogelijk stadium handmatig worden verwijderd, echter, in deze periode is het opmerken van een populatie moeilijk vanwege de kleine plantjes en het mogelijk tijdens het bestrijden initiëren van nieuwe besmettingen (pers comm. L. Denys in Robert et al. 2013). Het is van belang alle plantendelen te verwijderen om het uitgroeien tot een grotere populatie te voorkomen. Het handmatig verwijderen is eerder uitgevoerd op locaties met een bedekking van <math><1\text{ m}^2</math> (Dawson & Henville 1991, Adriaens et al. 2010, Boute 2013, Torensma 2017). De effectiviteit van deze arbeidsintensieve maatregel wisselt omdat ook bij het verwijderen gemakkelijk delen worden gemist. Voor grotere oppervlakten >math>>1\text{ m}^2</math> is de methode niet toereikend (pers. mededeling J. van der Loop).

#### **Mechanisch verwijderen**

Het afgraven van de plant is een mogelijkheid om *Watercrassula* effectief van droge, of drooggelegde, locaties te elimineren of beheersen (Leach & Dawson 1999, Boute 2013, Van der Loop in press). Hierbij is het van belang om zeer hygiënisch te werken en alle fragmenten van *Watercrassula* zorgvuldig te verwijderen. Het afgraven moet tot een diepte van >math>>30\text{ cm}</math> en bij voorkeur in stappen van drie keer ca. 10 cm worden uitgevoerd. Het succes van de eliminatie kan worden verhoogd wanneer het afgegraven profiel wordt aangevuld met schoon zand. Hiermee wordt voorkomen dat eventueel achtergebleven fragmenten opnieuw kunnen uitlopen (pers. observatie J. van der Loop).

#### **Plaggen**

Voor bestrijding door te plaggen gelden dezelfde randvoorwaarden als bij het handmatig verwijderen. Echter, de besmette oppervlakten mogen tot ca. 0,2 ha groot zijn en onder water groeiende planten kunnen pas na drooglegging van het waterlichaam worden aangepakt (Adriaens et al. 2010, Boute 2013, Denys et al. 2014b, Torensma 2017, Van der Loop et al. 2018). Bij het plaggen wordt alleen de organische toplaag (ca. 10 cm) van de bodem afgeschraapt. Een risico van deze maatregel, in vergelijking met mechanisch afgraven, is dat er gemakkelijk plantendelen achterblijven die opnieuw kunnen uitgroeien. De gewenste diepte van het plaggen is afhankelijk van het bodemsubstraat en de diepte van de plantenwortels. Het plaggen op een kleibodem is moeilijker dan op een zandige bodem (Adriaens et al. 2010). De effectiviteit van plaggen om *Watercrassula* te elimineren is laag, met deze methode is de soort wel te beheersen door de behandeling regelmatig te herhalen.

### 10.2.2 Fysisch

#### **Dempen**

Het dempen van het watersysteem is een rigoureuze maar effectieve aanpak om *Watercrassula* te elimineren. Het omvormen van het systeem van (semi-)aquatisch naar terrestrisch zorgt ervoor dat *Watercrassula* zijn geschikte vochtige habitat verliest (Boute 2013, Sims & Sims 2016, pers. observatie J. van der Loop). Ook hiervoor geldt dat het watersysteem, net als bij afgraven of plaggen, volledig droog moet worden gezet. Voor het dempen is de aanvoer van grond noodzakelijk. De locatie waar de grond om mee te dempen op depot wordt gezet, moet buiten de huidige besmetting liggen. Kruisbesmettingen tussen de besmetting en de grondwinning moeten worden voorkomen, omdat op behandelde locatie(s) kale bodem ontstaat waarvan de

plant kan profiteren. Kruisbesmetting van de gebieden is te voorkomen door schoon te werken en de transportstromen gescheiden te houden. Wanneer een besmet waterlichaam volledig is gedempt moet de bodem daarna ongemoeid worden gelaten om hergroei van *Watercrassula* te voorkomen (Van der Loop et al. 2018). Het is niet duidelijk na hoeveel jaar ondergewerkte planten niet meer levensvatbaar zijn.

### **Lichtlimitatie**

Lichtlimitatie is te realiseren door het afdekken van de besmetting met zeil of jute matten op oevers, of het kleuren van het water met een kleurstof. Beide methoden zorgen voor het opheffen of beperken van de mogelijkheid tot het uitvoeren van fotosynthese wat de groei van *Watercrassula* remt en kan leiden tot het afsterven van de planten (Dawson & Warman 1987, Bridge 2005, Wilton-Jones 2005, Adriaens et al. 2010, CAISIE 2013, Robert et al. 2013, Denys et al. 2014b, Ewald 2014, Torensma 2017). In de praktijk is gebleken dat deze methoden alleen geschikt zijn voor het beheersen van *Watercrassula*; eliminatie is niet mogelijk. Bij het afdekken groeit *Watercrassula* zelfs na vijf jaar afdekken weer snel uit tot een nieuwe vlakdekkende besmetting, vermoedelijk vanuit overlevende delen of het ontkiemen van zaad (pers. observatie van der Loop, 2017). Voor het toepassen van kleurstof (Dyofix®) geldt dat de planten zich naar het licht gaan strekken en zo boven de verduisterde waterlaag uitgroeien, waardoor deze methode niet effectief is voor zowel elimineren als beheersen (Boute 2013, Denys et al. 2014b, Ewald 2014).

### **Vloeibare stikstof, branden, schuim en droogzetten**

De methoden waarbij vloeibare stikstof, het branden met onkruidbranders, het afdekken met schuim (Waipuna®) en het droogzetten van besmette locaties worden toegepast zijn allemaal niet effectief voor het elimineren of beheersen van *Watercrassula*. De maatregelen met stikstof, branden en schuim zijn alleen maar op een zeer kleine oppervlakte toe te passen en de planten gaan niet volledig dood, waardoor ze zich snel herstellen (Dawson & Henville 1991, Leach & Dawson 1999, Bridge 2005, Bogaert 2013, Boute 2013, Ewald 2014, Torensma 2017).

Voor droogzetten geldt dat dit noodzakelijk is voor het uitvoeren van alle hiergenoemde maatregelen. Het alleen droogzetten is echter niet toereikend voor de eliminatie of beheersing van *Watercrassula*. De planten kunnen langdurig tegen droogte en de drooggezette locaties lopen in de regel weer snel vol met grond- en/of regenwater (Newman & Raven 1995, Hussner 2009, Boute 2013, CAISIE 2013, Denys et al. 2014b, Torensma 2017, Van der Loop et al. 2018).

### **Heetwaterbehandeling**

Het gebruiken van heet water, een behandeling waarbij elke plant 30 seconde besproeid wordt met kokend water, is geen effectieve bestrijdingsmethode voor de eliminatie van *Watercrassula* (Van Kleef et al. 2019). Na de behandeling groeien overlevende delen snel uit tot een nieuwe besmetting. Heet water leidt wel tot een hoge sterfte van *Watercrassula*. Dat maakt de methode geschikt voor beheersen van de soort, vooral wanneer hergroei, en daardoor een hoge beheerfrequentie geen probleem is. Bij het op deze manier doden van de planten, blijft een pakket organische stof achter die het herstel van de natuurlijke levensgemeenschap verhindert. Daardoor is deze methode voor natuurgebieden niet geschikt.

### 10.2.3 Chemisch

#### Herbiciden

Volgens het eerste lid van artikel 27b van het Besluit gewasbeschermingsmiddelen en biociden geldt vanaf 1 november 2017 een verbod op professioneel gebruik van gewasbeschermingsmiddelen buiten de landbouw. Dit geldt ook voor toepassing tegen *Watercrassula*.

Herbiciden zoals glyfosaat, 2,4-D amine, asulam, dalapon, dichlobenil, terbutryn en diquat, zowel met als zonder de hulpstof Alginate®, zijn ontoereikend voor eliminatie (Barrett 1981, Dawson & Warman 1987, Spencer-Jones 1994, Dawson 1996, Genovesi & Shine 2004, Bridge 2005, Gomes 2005, CAISIE 2013, Robert et al. 2013, Ewald 2014). De door gif getroffen plantendelen splitsen zich af, waarna uit de overgebleven delen nieuwe planten groeien.

#### Zout water

Zout water zorgt voor stress bij *Watercrassula* waardoor groei en overleving afnemen. Dit is vooral aangetoond in relatief korte laboratoriumexperimenten waarbij de plant al bij 4 ppm NaCl afsterft (Charlton et al. 2010, Dean et al. 2013, Torensma 2017). In de praktijk is deze methode echter minder effectief, omdat de soort na bestrijding met zout water op de kwelder in Engeland niet voor 100% is verdwenen (EPPO 2017). De soort kan dan weer gemakkelijk hergroeien. Dat komt doordat de saliniteit in het veld snel terugloopt onder invloed van grond- of regenwater. Tevens treedt stratificatie op van zout en zoet water, waarbij *Watercrassula* doorgroeit in de zoete waterlaag (Van der Loop & Van Kleef 2017a, pers. observatie J. van der Loop 2016).

### 10.2.4 Biologisch

#### Begrazen / bestrijding door inzet organismen

Buiten het natuurlijke verspreidingsgebied van *Watercrassula* zijn geen organismen aangetroffen die grazen op de plant of op een andere manier, zoals ziekteverwekkers of door eiafzet, schade aan de soort toebrengen (Dawson & Warman 1987, Dawson & Henville 1991). In Engeland wordt actief gewerkt aan de biologische bestrijding. Daarbij zijn natuurlijke vijanden van de plant in zijn natuurlijke verspreidingsgebied in kaart gebracht. Uit dit onderzoek is de galvormende mijtensoor *Aculus crassulae* Knihinicki & Petanović (Eriophyoidea) gevonden die significante bladschade aan *Watercrassula* in Australië veroorzaakt (Varia et al. 2011). Deze soort blijkt specifiek *Watercrassula* als gastheer te gebruiken en is daarom een goede kandidaat om als biologische bestrijder tegen *Watercrassula* te worden ingezet (Knihinicki et al. 2018). Momenteel wordt in Engeland getest of de mijtensoor veilig is te introduceren op locaties die besmet zijn met *Watercrassula* en of de soort voldoende schade toebrengt aan de plant om effectief de soort te elimineren of beheersen en de werkwijze kosteneffectief is (Varia et al. 2017). Tevens is gesuggereerd dat *Watercrassula* mogelijk vatbaar is voor schade veroorzaakt door kevers van de families bladhaantjes (Chrysomelidae) en snuitkevers (Curculionidae) (Gassmann et al. 2006). Hiervan zijn echter geen studies bekend.

De graskarper (*Ctenopharyngodon idella* Valenciennes) is voorheen vanwege hun generalistische eetgedrag aangewezen als mogelijke biologische bestrijder. 18 graskarpers zijn uitgezet in een besmet ven in Nederland (Denys et al. 2014b). Dit ven heeft een oppervlakte van 1,23 ha en de enige aanwezige vegetatie in het water was een dominante bedekking van *Watercrassula* met sporadisch een kranwiersoort. Na 6 jaar worden de karpers nog geregeld

waargenomen in het ven, maar *Watercrassula* is op deze locatie nog steeds de dominante waterplant (pers. observatie J. van der Loop).

### **Systeemgericht beheer**

Systeemgericht beheer richt zich op het reduceren van beschikbare nutriënten, door enerzijds aanvoer van nutriënten te beperken en anderzijds concurrentie om de voedingsstoffen te vergroten (Hobbs & Huenneke 1992, Funk et al. 2008). Dat deze benadering kansrijk is voor *Watercrassula* blijkt uit laboratoriumexperimenten, die aantoonde dat vestiging en groei sterk gereduceerd worden door een goede bedekking van inheemse soorten én dat bij verminderde nutriëntenbelasting minder woekering optreedt van de soort (Van der Loop et al. 2020). Deze methode wordt momenteel ontwikkeld voor toepassing in de beheerpraktijk. De maatregel bestaat uit:

1. Het in beeld brengen en aanpakken van vermistingsbronnen. Deze kunnen zeer divers zijn. In praktijk zijn stikstofdepositie, voedselrijke bodem door voormalig landbouwkundig gebruik, aanvoer van koolstof- en stikstofrijk oppervlakte- en grondwater en uitwerpselen van ganzen vaak de belangrijkste bronnen van nutriënten. Het is niet altijd gemakkelijk of mogelijk om vermisting terug te dringen, maar alle beetjes helpen. Mogelijkheden zijn het afkoppelen van natuurgebieden van een stikstofrijke watertoevoer of het terugdringen van ganzenpopulaties.
2. Het doorbreken van de dominantie van *Watercrassula*. Hiervoor zijn naast plaggen, het gebruiken van heet water en afdekken met zwarte folie mogelijk. Deze methoden zijn op zichzelf niet effectief voor het duurzaam beheersen of elimineren van *Watercrassula*. De (afgestorven) biomassa moet worden afgevoerd om te voorkomen dat hieruit voedingsstoffen vrijkomen.
3. Het stimuleren van inheemse plantensoorten om hervestiging en hergroei van *Watercrassula* te verhinderen. Dit is te realiseren door het introduceren van inheemse vegetatie waardoor een kale bodem zo snel mogelijk begroeid raakt. Afhankelijk van de groeiwijze van de gewenste soort kunnen zaden, wortelende fragmenten en hele planten worden gebruikt voor introductie. De keuze van soorten is locatieafhankelijk en verandert met de mate van jaarlijkse inundatie, de bodemgesteldheid en de doelstellingen van het gebied (Van Kleef et al. 2017).

Momenteel wordt in verschillende veldsituaties getoetst of systeemgericht beheer van *Watercrassula* een praktisch toepasbare maatregel is. De hierboven beschreven systeemgerichte maatregelen zijn vermoedelijk ook geschikt om onbesmette gebieden meer weerstand te geven tegen invasies van *Watercrassula*.

### **10.2.5 Niets doen**

*Watercrassula* profiteert van verstoring en vermisting van het systeem (Brunet 2002, Hussner 2009, Ewald 2014, Brouwer et al. 2017, Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al. 2020). Toch kan de plant zich ook vestigen wanneer hier geen sprake van is (Keeley 1998, Klavnsen & Maberly 2009). In deze gevallen blijft de biomassa-productie van *Watercrassula* laag en komt de soort niet tot dominantie. Wanneer dit het geval is, én verspreiding naar andere kwetsbare gebieden is niet waarschijnlijk, dan is niets doen het juiste advies. Het uitvoeren van maatregelen in een dergelijke situatie leidt tot verstoringen in het systeem die in de regel zorgen voor een toename van *Watercrassula* (Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al. 2018).

### **10.2.6 Nazorg behandelde gebieden**

Veel maatregelen tegen *Watercrassula* zijn niet blijvend effectief door het ontbreken van monitoring en nazorg (Van der Loop et al. 2018). Het is noodzakelijk het betreffende terrein

elke 6 maanden te monitoren, gedurende 5 jaar. Gebieden, waar de plant is bestreden, zijn verstoord en daarmee kwetsbaar voor het opnieuw domineren van *Watercrassula*. De plant kan hergroeien vanuit visueel afgestorven plantenresten, achtergebleven fragmenten/cellen of herintroducties. Wanneer *Watercrassula* onverhoopt toch weer aangetroffen wordt, kunnen kleinschalige maatregelen worden getroffen om de soort alsnog te elimineren. Voorwaarde is dat de soort opgemerkt moet worden, voordat deze zich verder verspreidt.

### 10.3 Risico's onjuist beheer

Maatregelen tegen *Watercrassula* kunnen bijdragen aan de fragmentatie en verspreiding wanneer niet zorgvuldig wordt gewerkt. Dit vormt een risico voor herkolonisatie en verspreiding (Dawson & Warman 1987, OEPP/EPPO 2007, Van der Loop et al. 2018). Zo is het mogelijk dat, bijvoorbeeld door maaien en begrazing, de biomassa tijdelijk sterk wordt verlaagd maar deze weer snel kan toenemen in de verstoorde gebieden (Dawson & Warman 1987, Diaz 2012, Robert et al. 2013, Dean et al. 2015, Van der Loop et al. 2018).

Het is belangrijk het reguliere beheer aan te passen wanneer *Watercrassula* aanwezig is (zie paragraaf 12.3). Activiteiten die open bodem in het terrein veroorzaken, moeten worden gemeden wanneer de plant aanwezig is. Regulier beheer van omliggende niet-besmette gebieden is mogelijk wanneer verstoring van de bodem beperkt blijft (Van Kleef et al. 2017).



## 11 Kennishiaten en aanbevelingen voor toekomstig (praktijkgericht) onderzoek

### Oorsprong en chromosoomgetal (ploëdie)

Er zijn onduidelijkheden over de oorsprong van *Watercrassula* in Europa. In Engeland is uit DNA-onderzoek gebleken dat *Watercrassula* zijn oorsprong kent vanuit een enkele DNA-lijn uit Australië (Smith & Buckley 2020). Voor Nederland is de oorsprong niet bekend.

Voor Nieuw-Zeeland en Australië worden tevens verschillende ploëdien opgegeven. In Nieuw-Zeeland komen diploëide planten voor ( $2n=14$ ) en in Australië hexaploëide ( $2n=42$ ) (De Lange et al. 2008). Het is niet duidelijk hoe groot de variatie is omdat weinig planten zijn bemonsterd. In Engeland is het chromosoomgetal  $2n=36$  opgegeven (Stace 2019). Dit komt niet overeen met de data uit het natuurlijke verspreidingsgebied, omdat dit geen veelvoud van 7 is. Mogelijk betreft dit een verkeerde telling of blijkt de invasieve *Watercrassula* in Engeland tot een ander taxon te behoren (of mogelijk een hybride te zijn) dan de oorspronkelijke soort(en) in Australië en Nieuw-Zeeland.

### Effecten op ecosystemen

Het is niet duidelijk wat de exacte effecten zijn van *Watercrassula* op de waterchemie en biodiversiteit. Een vergelijking van chemische variabelen op standplaatslocaties en referentiegebieden is gewenst (Smith 2015, Van Kleef et al. 2017, Van der Loop et al. 2018).

### Reproductie via zaad

In het verleden werd gedacht dat *Watercrassula* in Nederland geen vitale zaadbank maakt. Laboratoriumonderzoek sluit echter reproductie via zaad in West-Europa niet uit (Denys et al. 2014a, D'hondt et al. 2016). De meeste vruchten dragen geen zaad en het kiemingspercentage is laag. Echter, in veel besmette gebieden zijn de aantallen bloemen immens groot, waardoor uiteindelijk de hoeveelheid kiemkrachtig zaad wellicht toch groot is. De zaden overleven een normale winter in het veld (Dawson & Warman 1987, Denys et al. 2014a, D'hondt et al. 2016). Het is niet bekend of *Watercrassula* een vitale zaadbank produceert, waaruit na meerdere jaren nog planten ontkiemen. Dit vormt een risico wanneer *Watercrassula* slechts oppervlakkig wordt verwijderd of wanneer begraven plantendelen in de toekomst weer aan de oppervlakte komen.

### Reproductie vanuit begraven plantendelen

Bij sommige maatregelen wordt *Watercrassula* begraven. Een rekolonisatie van de plant is, net zoals bij zaad, theoretisch mogelijk wanneer de begraven delen na verloop van tijd weer aan de oppervlakte komen, bijvoorbeeld door wegspoelen van de bodem of het opengraven van de bodem. Het is ten tijde van dit schrijven niet bekend of *Watercrassula* kan herkoloniseren uit begraven plantenresten en welke termijn van overleving hiervoor staat.

### Kosteneffectieve bestrijdingsmaatregelen

Het is van belang om getroffen maatregelen tegen *Watercrassula* te monitoren en rapporteren om kennishiaten over verspreiding, uitbreiding, kosten en effecten op ecosystemen te verminderen. Deze kennis is noodzakelijk om tot kosteneffectieve bestrijdingsmaatregelen voor de soort te komen (Van der Loop et al. 2018).

### Afvoeren van vrijgekomen materiaal

Veel toegepaste bestrijdingsmaatregelen betreffen het verwijderen van de biomassa van *Watercrassula*, met of zonder bodemmateriaal. Over het verwerken van besmet materiaal is

geen consensus. Er zijn bedrijven die met invasieve exoten besmet plantmateriaal verwerken. Deze gecertificeerde bedrijven beschikken over professionele composteerinrichtingen, die met hogere temperaturen werken dan bij de reguliere compostering, en met (gecertificeerde) kwaliteitszorgsystemen. Een overzicht van inrichtingen voor gecontroleerde compostering van invasieve exoten en andere organische reststromen, staan op de websites van de brancheverenigingen voor producten van compost ([www.bvor.nl](http://www.bvor.nl) of [www.biomassawerven.nl](http://www.biomassawerven.nl)). Er is geen specifiek onderzoek bekend waaruit blijkt dat reguliere compostering of compostering met hogere temperaturen *Watercrassula* volledig doden.

Mogelijkheden voor het verwerken van besmet bodemmateriaal zijn beperkt. Het is niet mogelijk om besmet materiaal inclusief bodem te composteren, omdat een hoge zandfractie in het te composteren materiaal ongewenst is (pers. mededeling G. van der Weerden, Radboud Universiteit). Het scheiden van zand en plantaardig materiaal is niet mogelijk voor de makkelijk te fragmenteren *Watercrassula*. Een hoge zandfractie maakt verwerking in een verbrandingsoven eveneens onmogelijk. Voor het afvoeren van besmet bodemmateriaal moeten creatieve oplossingen worden gezocht, totdat er bewezen effectieve mogelijkheden voorhanden zijn.

### **Overige vragen**

Naast de hiervoor besproken vragen zijn er nog diverse praktische maar relevante onderzoeksvragen, zoals:

- Wat is de levensvatbaarheid van *Watercrassula* in de ingewanden van runderen en paarden?
- Wat is de minimale diepte voor het begraven van *Watercrassula*, zodat geen hergroei kan optreden?
- Wat is de minimale diepte voor steriel afgraven van *Watercrassula*-besmettingen, zodat geen enkel fragment van de soort achterblijft?
- Wat zijn de minimale dichtheden voor het introduceren van concurrenten?
- Welke eerder beschreven beheersmethoden zijn supplementair te gebruiken voor een hogere effectiviteit?



## 12 Discussie en conclusies

### 12.1 Discussie

Er is over ecologie, risico's en bestrijding van *Watercrassula* een forse hoeveelheid literatuur beschikbaar. Toch is het niet zo dat daarmee de risico's voor ecologie en inheemse biodiversiteit in Europa uitgebreid in beeld zijn gekomen. Mogelijk dat de effecten van deze geregeld zeer dominante soort dermate groot worden geacht dat ze niet specifiek onderzocht zijn. Toch is het ophelderen van de effecten van groot belang voor het goed kunnen beoordelen en beschrijven van het risico dat deze soort met zich meebrengt. In de onderhavige risicobeoordeling hebben we in een combinatie van wetenschappelijk bewijs en (fotografische) beschrijving van de mate van dominantie en de ecologische flexibiliteit van *Watercrassula* kunnen aantonen wat de effecten van deze soort op de ecologie en biodiversiteit kunnen zijn.

Het Harmonia+ protocol is niet per se ontwikkeld voor soorten die al lang gevestigd en wijdverspreid zijn. Toch is het in combinatie met een goede documentatie een waardevol instrument om de beschikbare kennis over de soort te integreren, risico's voor het voetlicht te krijgen en onzekerheden te benoemen en kennishiaten te identificeren. Gelet op de voortschrijdende kennis over deze soort verdient het aanbeveling om de risicobeoordeling periodiek te actualiseren.

Het invasieve karakter van *Watercrassula* zit vooral in het gemak waarmee natte of vochtige pioniersituaties besmet kunnen raken of opnieuw besmet kunnen worden na bestrijding. Dat wordt gecombineerd met een in het algemeen grotere ecologische flexibiliteit dan veel inheemse soorten water- en oeverplanten, bijvoorbeeld wat betreft droogtetolerantie. Bovendien zijn tot dusverre de kosten voor bestrijding behoorlijk hoog en het rendement daarvan laag. Dit betekent dat het maatschappelijk draagvlak voor bestrijding van een dergelijke soort kan verminderen, zoals ook blijkt uit Kamervragen.

### 12.2 Conclusie

Zowel de invasie-, effect- als risicoscore van de *Watercrassula* zijn hoog. De risico's voor significante effecten voor biodiversiteit, ecosystemen en in mindere mate voor infrastructuur zijn beoordeeld als hoog. Voor de plantenteelt, veeteelt en volksgezondheid geldt een laag risico. De zekerheid van de risicoscores is voor de meeste beoordelingscategorieën hoog.

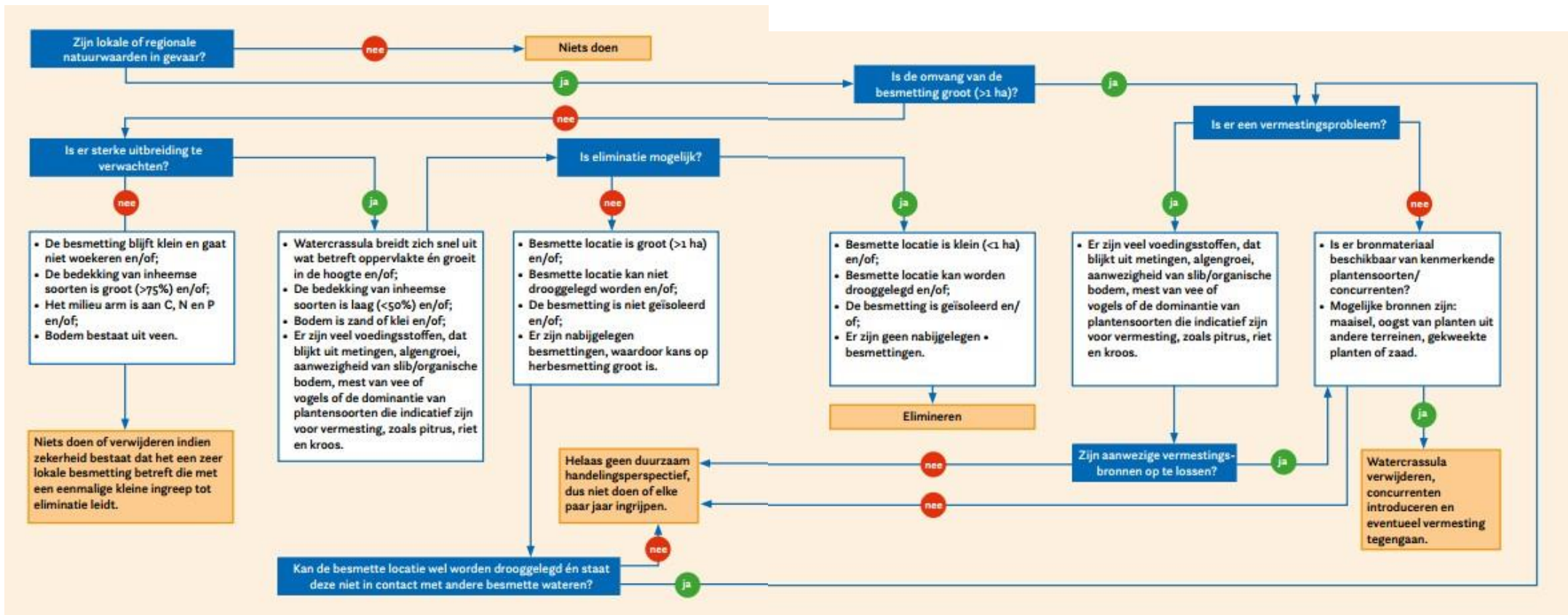
De risico's van *Watercrassula* voor de natte natuur (zowel qua ecologie, biodiversiteit als ecosysteemdiensten) in delen van Noordwest-Europa zijn groot. In combinatie met de gevolgen van klimaatverandering kan de soort zich bovendien mogelijk in andere landen vestigen of zich verder noordelijk of hoger in de bergen kan vestigen.

Succesvolle bestrijding of het voorkomen van uitbreiding - indien wenselijk - vergt een meer gecoördineerde aanpak, op internationale schaal, maar ook op lokale schaal, tussen beheerders.

### 12.3 Aanbevelingen voor beheer

Er is een uitgebreide discussie bij beheerders (waterschappen, gemeenten, beheerders van natuurterreinen), burgers en groene ondernemers over methoden van bestrijding en geregeld worden nieuwe bestrijdingswijzen getest of gepromoot. Het is dan ook niet gemakkelijk een vast recept voor te schrijven. Per situatie kan de beste methode verschillen en meestal is een combinatie van maatregelen nodig, die gedurende jaren achtereenvolgend moeten worden uitgevoerd. In tabel 12.1 zijn aanbevelingen voor beheer uitgeschreven die ten tijde van schrijven van deze risicoanalyse in de praktijk effectief zijn gebleken. Om negatieve effecten van *Watercrassula teniet* te doen, zijn er verschillende maatregelen te nemen. Deze hebben het elimineren of beheersen van de soort tot doel. Echter, 'niets doen' is ook een mogelijke strategische aanpak. Bij de keuze voor de meest verstandige maatregelen moet worden gekeken naar de eigenschappen van de besmetting én naar de eigenschappen van het gebied en eventuele omliggende gebieden. Om te helpen met het maken van afwegingen betreffende het handelingsperspectief is een afwegingskader opgesteld (Tabel 12.1). In het schema staat de keuze op basis van deze factoren uitgewerkt. Hiervoor geldt dat het nemen van maatregelen altijd maatwerk is en het monitoren van de effectiviteit van belang is voor het uitvoeren van dezelfde maatregelen op andere locaties.

Een belangrijk probleem bij bestrijding is dat partijen moeten samenwerken om werkelijk resultaat te boeken. Nu komt nog te vaak voor dat bijvoorbeeld de beheerder aan een kant van een watersysteem wel zijn best doet, maar de beheerder aan de andere kant niet.



Tabel 12.1: Afwegingskader treffen van maatregelen tegen Watercrassula (Van der Loop & Van Kleef 2020).

### 12.3.1 Verspreiding voorkomen

Belangrijke methoden om verspreiding van *Watercrassula* te voorkomen zijn:

- 1) verbieden van import, handel, teelt en uitzetten in de natuur;
- 2) voorkomen van besmetting via beheer, grondverzet en herinrichting natuurgebieden;
- 3) voorkomen van besmetting via watersystemen, watervogels en andere dieren zoals begrazers
- 4) voorkomen van besmetting via recreanten
- 5) hygiënisch werken bij vegetatiebeheer en andere activiteiten in en rondom besmette wateren;
- 6) snel ingrijpen bij nieuwe kleinschalige vestiging, waaronder dumpingen van aquariumplanten en tuinafval.

### 12.3.2 Besmetting: Niets doen

*Watercrassula* profiteert van verstoring en vermessing van het systeem. Toch kan *Watercrassula* zich ook vestigen wanneer hier geen sprake van is. In deze gevallen blijft de biomassa productie van *Watercrassula* laag en komt de soort niet tot dominantie. Wanneer dit het geval is, én verspreiding naar andere kwetsbare gebieden niet waarschijnlijk is, dan is niets doen het juiste advies. Het uitvoeren van maatregelen in een dergelijke situatie leidt tot verstoringen in het systeem welke in de regel zorgen voor een toename van *Watercrassula*.

### 12.3.3 Besmetting: elimineren

Bij eliminatie is het doel het volledig verwijderen van de *watercrassulabesmetting*. Het elimineren van besmettingen is slechts mogelijk als (1) de besmetting klein is (< 1 ha), (2) de besmetting geïsoleerd is, (3) de locatie droog te leggen is en (4) wanneer herkolonisatie vanuit omliggende gebieden is uit te sluiten (Van der Loop et al. 2018).

Er zijn verschillende mogelijkheden om *Watercrassula* te elimineren. Voorwaarde is altijd dat de locatie is droog te zetten om voldoende schoon te kunnen werken. Kleine puntbesmettingen (<1 m<sup>2</sup>) zijn handmatig te verwijderen, door tot 20 cm diep af te graven. Voor grote besmettingen geldt dat waterlichamen met weinig natuurwaarden kunnen worden gedempt om te voorkomen dat *watercrassula* zich verspreid naar waardevolle wateren. Met dempen wordt het (semi-)aquatische milieu omgevormd naar een terrestrisch milieu, waardoor *Watercrassula* zijn geschikte habitat verliest. Hierbij is het van belang dat de begraven *watercrassula* ook in de toekomst niet meer aan de oppervlakte komt. Een andere wijze van eliminatie, waarbij het waterlichaam behouden blijft, is het verwijderen van alle *Watercrassula* door het af te graven. Het is hierbij van groot belang dat er geen plantenzaden of -fragmenten achterblijven van waaruit de populatie zich kan herstellen. Onverhoopt achtergebleven zaden en fragmenten worden vervolgens onschadelijk gemaakt door de afgegraven delen af te dekken met schoon zand, het liefst van lokale oorsprong. Eliminatie heeft weinig kans van slagen, wanneer er onvoldoende schoon wordt gewerkt en wanneer *Watercrassula* zich door de werkzaamheden kan verplaatsen van besmette naar reeds behandelde delen van het terrein. Voor het elimineren van *Watercrassula* is daarom een specialistische aanpak nodig.

#### 12.3.4 Besmetting: Beheersen - traditioneel versus systeemgericht

Helaas zijn de omstandigheden vaak niet optimaal voor eliminatie. In dat geval is beheersen van *Watercrassula* een optie. Veel methoden van *Watercrassula*-bestrijding, zoals afdekken met folie, met de hand verwijderen, afplaggen en behandelen met heet water zijn niet geschikt voor eliminatie, maar wel voor het reduceren van de biomassa. Vrijwel altijd groeit *Watercrassula* binnen één of enkele jaren weer even sterk uit. Dergelijke maatregelen verkleinen wel tijdelijk het verspreidingsrisico, maar moeten in de regel meerdere keren per jaar herhaald worden. Als er natuurwaarden bedreigd worden, dan is periodiek bestrijden van *Watercrassula* minder zinvol. Beter kan ingezet worden op het stabiliseren van de besmetting op een laag niveau middels de systeemgerichte bestrijding (zie paragraaf 10.2.4).

#### 12.3.5 Aanvullende maatregelen bij besmettingen

##### *Uit regulier beheer halen*

Het is van belang de met *Watercrassula* besmette gebieden waar mogelijk uit het reguliere beheer te halen. Verdere activiteiten die open bodem in het terrein veroorzaken moeten zoveel mogelijk worden beperkt wanneer *Watercrassula* aanwezig is. Voorbeelden hiervan zijn plaggen, waterlichamen schonen/herprofilieren en andere vormen van grondverzet. Regulier beheer van omliggende niet besmette gebieden is mogelijk wanneer verstoring van de bodem beperkt blijft.

##### *Isoleer bekende besmettingen*

Wanneer *Watercrassula* zich via het water kan verspreiden naar andere wateren, is het belangrijk om hiertegen maatregelen te treffen. Afhankelijk van de aard van de verbindingen kunnen sloten worden omgeleid en kunstwerken voor *Watercrassula* ondoordringbaar worden gemaakt.

##### *Voorkom onnodige verstoring en verspreiding*

Wanneer concurrerende inheemse soorten talrijk aanwezig zijn, en er geen bronnen van vermessing zijn waar de soort van kan profiteren, is het van belang verstoring van systemen zo veel mogelijk te beperken, met name rondom een bekende besmetting (zeker tot 1 km). Dit houdt in dat graafwerkzaamheden nabij een bekende besmetting, bijvoorbeeld ten behoeve van infrastructuur en het ontwikkelen van nieuwe natuur, zoveel mogelijk worden beperkt. Dit voorkomt verspreiding en vestiging van *Watercrassula*. Indien het toch nodig is om bestaande vegetaties te verstoren waardoor over grote oppervlakte kale bodem vrijkomt, is het belangrijk om maatregelen te treffen waardoor de vegetatie zich snel herstelt.

##### *Hygiënisch werken*

Het risico op verspreiding via mensen/materieel is te verkleinen door na betreding van besmette gebieden schoeisel en gereedschap goed te controleren en vrij te maken van plantendelen. Groter materieel zoals kranen moeten worden afgespoten met een hogedrukreiniger. Belangrijk is dat groot materieel dat gebruikt is op besmette terreinen niet wordt ingezet in niet-besmette vochtige gebieden. Bij het inlenen van materieel of het inzetten van aannemers met hun eigen materieel is het van belang op voorhand te weten of de machines in contact zijn geweest met *Watercrassula*. Wanneer dit zo is, of wanneer dit onzeker is, moeten de machines gereinigd worden.

Er moet zorgvuldig worden omgegaan met het materiaal, bodem en plantmateriaal, dat vrijkomt bij het verwijderen van biomassa. De besmette bodem kan beter niet worden gebruikt in de nabijheid van waterlichamen, zoals bij de aanleg van dijken. Betreding door recreanten en overig publiek moet zoveel mogelijk beperkt worden om verspreiding maar ook verstoring te voorkomen. Daartoe kunnen besmette gebieden worden uitgerasterd en voor mensen ontoegankelijk worden gemaakt.

## 13 Literatuur

- Adriaens, T., Lommaert, L., Packet, J. & Denys, L. (2010). *Kwesties uit het veld - Bestrijding van Watercrassula, een lastige invasieve exoot*. Natuur.focus 9:128-129.
- Allan, H. H. (1982). *Flora of New Zealand*, Vol. I: Indigenous Tracheophyta–Psilopsida. Lycopsidea, Filicopsida, Gymnospermae, Dicotyledons, Wellington: Government Printer.
- Andreu, J. & Vila, M. (2009). *Risk analysis of potential invasive plants in Spain*. Journal for Nature Conservation 18 (1): 34-44 (<http://www.montsevila.org/papers/Andreu&Vilao9.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- Anonymus, (2011). *Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR28*. European Commission DG Environment ([https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int\\_Manual\\_EU28.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- APHIS, (2013). *Weed Risk Assessment for Crassula helmsii (Kirk) Cockayne (Crassulaceae) – Swamp stonecrop*. United States Department of Agriculture (USDA) - Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) - Plant Protection and Quarantine (PPQ), Raleigh, NC, 19 pag. ([https://www.aphis.usda.gov/plant\\_health/plant\\_pest\\_info/weeds/downloads/wra/Crassula\\_helmsii\\_WRA.pdf](https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/weeds/downloads/wra/Crassula_helmsii_WRA.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Arianoutsou, M., Bazos I., Delipetrou, P. & Kokkoris Y., (2010). *The alien flora of Greece: taxonomy, life traits and habitat preferences*. Biological invasions 12(10): 3525-3549 (DOI 10.1007/s10530-010-9749-0).
- Arnolds, E.J.M. & van der Maarel, E., (1979). *De oecologische groepen in de Standaardlijst van de Nederlandse flora 1975*. Gorteria 9: 303-312. (<http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=536375>) (geraadpleegd mei 2020).
- Artfakta från ArtDatabanken (2020). *Sydfyrting - Crassula helmsii*. (<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/crassula-helmsii-265281>) (geraadpleegd maart 2020).
- Barrett, P. (1981). *Diquat and sodium alginate for weed control in rivers*. Journal of aquatic plant management 19: 51-52.
- Biodiversity Information System for Europe (BISE) (2020). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), version 4.3*. (<https://biodiversity.europa.eu/maes/common-international-classification-of-ecosystem-services-cices-classification-version-4.3>) (geraadpleegd maart 2020).
- Birken, A.S. & Cooper, D. J. (2006). *Processes of Tamarix invasion and floodplain development along the lower Green River, Utah*. Ecological Applications 16: 1103-1120.
- Bloemendaal, F. & Roelofs J. (1988). *Waterplanten en waterkwaliteit*. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging Utrecht.
- Bogaert, S. (2013). *Eco-efficiënte en effectieve onkruidbestrijding met heet water*. Report University of Ghent, Ghent.
- Bousquet, T., Waymel, J., Zambettakis, C. & Geslin, J. (2016). *Liste des plantes vasculaires invasives de Basse-Normandie*. DREAL de Normandie/Région de Normandie. Villers-Bocage: Conservatoire botanique national de Brest, 28 pag. + bijlagen ([http://cen-normandie.fr/sites/default/files/fichiers/liste\\_plantes\\_vasculaires\\_invasives\\_basse-normandie\\_2016\\_cbnb.pdf](http://cen-normandie.fr/sites/default/files/fichiers/liste_plantes_vasculaires_invasives_basse-normandie_2016_cbnb.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Boute, M. (2013). *INVEXO Kennisdocument Watercrassula - Pilots bestrijding exoten waterschap De Dommel en waterschap Aa en Maas*. Boute Ecologie & Water Advies, Stevensweert.

- Branquart, E., Stiers, I., Triest, L., Vanderhoeven, S., van Landuyt, W., van Rossum, F. & Verloove, F. (2007). *Invasive species in Belgium. Crassula helmsii - New Zealand pigmyweed*. Belgian Biodiversity Platform, Brussels. (<http://ias.biodiversity.be/species/show/50>) (geraadpleegd mei 2020).
- Branquart E., Brundu, G., Buholzer, S., Chapman, D., Ehret, P., Fried, G., Starfinger, U., van Valkenburg J. & Tanner, R. (2016). *A prioritization process for invasive alien plant species incorporating the requirements of EU Regulation no. 1143/2014*. EPPO Bulletin 46 (3): 603–617 ([http://www.iap-risk.eu/media/files/prioritization\\_process\\_for\\_EU\\_invasive\\_alien\\_plant\\_species.pdf](http://www.iap-risk.eu/media/files/prioritization_process_for_EU_invasive_alien_plant_species.pdf)) (geraadpleegd mei 2020)
- Bridge, T. (2005). *Controlling New Zealand pigmyweed Crassula helmsii using hot foam, herbicide and by burying at Old Moor RSPB Reserve, South Yorkshire, England*. Conservation Evidence 2:33-34.
- Brooks, R., Lee, J., Reeves, R. D., & Jaffré, T. (1977). *Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants*. Journal of Geochemical Exploration 7:49-57.
- Brouwer, E. & den Hartog, C. (1996). *Crassula helmsii (Kirk) Cockayne, een adventief op droogvallende, zandige oevers*. Gorteria 22(6): 149-152.
- Brouwer, E., Denys, L., Lucassen, E. C. H. E. T., Buiks, M. & Onkelinx, T. (2017). *Competitive strength of Australian swamp stonecrop (Crassula helmsii) invading moorland pools*. Aquatic Invasions 12:321-331.
- Brunet, J. (2002). *Effect of chemical and physical environment on Crassula helmsii spread*. Centre for Ecology & Hydrology, Bangor.
- Brown, N.E. (1890). *New or noteworthy plants*. The Gardeners' Chronicle, derde serie (8): 684 (<https://www.biodiversitylibrary.org/pdf4/111144500083854.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- Bruyns, P.V., Hanáček P. & Klaka, C. (2019). *Crassula, insights into an old, arid-adapted group of southern African leafsucculents*. Molecular Phylogenetics and Evolution 131: 35-47 (<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.10.045>) (geraadpleegd op 2020).
- Buholzer, S., Nobis, M., Schoenenberger N. & Rometsch S. (2014). *Liste der gebietsfremden invasiven Pflanzen der Schweiz*. Info Flora, Chambésy-Genève. ([https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/neophyten\\_diverses/Sc\\_hwarze%20Liste\\_Watch%20Liste\\_2014.pdf](https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/neophyten_diverses/Sc_hwarze%20Liste_Watch%20Liste_2014.pdf)) (geraadpleegd mei 2020)
- CABI. (2016). *Datasheet report for Crassula helmsii (Australian swamp stonecrop)*. Invasive Species Compendium. CAB International. (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/16463>) (geraadpleegd mei 2020)
- Caffrey, J., Millane, M. & Moran, H. (2012). *Control of Crassula helmsii in the Grand Canal*. Internal Report. Inland Fisheries Ireland, Dublin. pp.12.
- CAISIE. (2013). *Control of aquatic invasive species and restoration of natural communities in Ireland - Final Report - Covering the project activities from 01st January 2009 to 31st January 2013*. Inland Fisheries Ireland, Galway.
- Cambron, M., Capriotti, T., Mommaerts, C., Villard, A. & Manceau, R. (2017). *Code de conduite professionnel relatif aux plantes exotiques envahissantes en France métropolitaine: Crassula helmsii (Kirk) Cockayne*. Val'hor, 6 pag. ([https://www.codeplantesenvahissantes.fr/fileadmin/user\\_upload/Crassula\\_helmssi.pdf](https://www.codeplantesenvahissantes.fr/fileadmin/user_upload/Crassula_helmssi.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- CAPM. (2004). *Information Sheet 11: Australian Swamp Stonecrop*. Centre for Ecology and Hydrology, Natural Environment Research Council (GB). (<http://www.ceh.ac.uk/sections/wq/CAPMInformationSheets.htm>) (geraadpleegd april 2020).



- Casanova, M. T. & Brock, M. A. (2000). *How do depth, duration & frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities?* Plant Ecology 147:237-250.
- Charlton, P. E., Gurney, M. & Graeme Lyons, G. (2010). *Largescale eradication of New Zealand pygmyweed Crassula helmsii from grazing marsh by inundation with seawater*, Old Hall Marshes RSPB reserve, Essex, England. Conservation Evidence 7:130-133.
- Child, L. E. & Spencer-Jones, D. (1995). *Treatment of Crassula helmsii - A case study*. Page 263 in Pyšek, P., Prach, K., Rejmánek, M. & Wade, M. editors. Plant Invasions - General Aspects and Special Problems. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- Clapham, A. R., Tutin, T. G. & Moore, D. M. (1990). *Flora of the British Isles*. CUP Archive.
- Claridge, A. W., Hunt, R., Thrall, P. H. & Mills, D. J. (2016). *Germination of native and introduced plants from scats of Fallow Deer (Dama dama) and Eastern Grey Kangaroo (Macropus giganteus) in a south-eastern Australian woodland landscape*. Ecological Management & Restoration 17:56-62.
- Crane, K., Cuthbert, R. N., Cunningham, E. M., Bradbeer, S. J., Eagling, L., Kregting, L., Dick, J. T. A., Dunn, A. M., Smith, E. R. C. & Shannon, C. (2020). *Tomorrow Never Dies: biodegradation and subsequent viability of invasive macrophytes following exposure to aquatic disinfectants*. Management of Biological Invasions 11:26-43.
- Crane, K., Cuthbert, R. N., Dick, J. T. A., Kregting, L., MacIsaac, H. J. & Coughlan, N. E. (2019). *Full steam ahead: direct steam exposure to inhibit spread of invasive aquatic macrophytes*. Biological Invasions 21:1311-1321.
- D'hondt, B., Denys, L., Jambon, W., De Wilde, R., Adriaens, T., Packet J. & van Valkenburg, J. (2016). *Reproduction of Crassula helmsii by seed in Western Europe*. Aquatic Invasions 11:125-130. ([http://www.aquaticinvasions.net/2016/AI\\_2016\\_Dhondt\\_etal.pdf](http://www.aquaticinvasions.net/2016/AI_2016_Dhondt_etal.pdf)) (geraadpleegd mei 2020)
- D'hondt, B., Vanderhoeven, Roelandt, S., Mayer, F., Versteirt, V., Ducheyne, E., San Martin, G., Grégoire, J-C., Stiers, I., Quoilin, S., & Branquart, E. (2014). *Harmonia+ and Pandora+ : risk screening tools for potentially invasive organisms*. Belgian Biodiversity Platform, Brussels. 63 pag. (<http://www.biodiversity.be/2514/download>) (geraadpleegd mei 2020).
- Dadds, N. & Bell, S. (2008). *Invasive non-native plants associated with fresh waters: A guide to their identification*. Plantlife Royal Botanic Garden Edinburgh Scottish Natural Heritage, Scottish Environment Protection Agency, Scottish Water.
- Daehler, C. C. (2003). *Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: implications for conservation and restoration*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 34:183-211.
- Dawson, F.H. (1989). *Natural habitat and population control mechanism of Crassula helmsii (Australian Swamp Stonecrop) in Australia*. Freshwater Biological Association, Ambleside, UK. 33pag. (RL/T11053F2/1) ([http://aquaticcommons.org/5236/1/1989\\_daws\\_natu.pdf](http://aquaticcommons.org/5236/1/1989_daws_natu.pdf)) (Geraadpleegd mei 2020).
- Dawson, F. H. (1994). *Spread of Crassula helmsii in Britain*. Ecology and management of invasive riverside plants:1-13.
- Dawson, F. (1996). *Crassula helmsii: attempts at elimination using herbicides*. Management and Ecology of Freshwater Plants 340:241-245.
- Dawson, F. & Henville P. (1991). *An investigation of the control of Crassula helmsii by herbicidal chemicals (with interim guidelines on control). Final report*. United Kingdom, Peterborough.
- Dawson, F. & Warman, E. (1987) *Crassula helmsii (T. Kirk) Cockayne: is it an aggressive alien aquatic plant in Britain?* Biological Conservation 42:247-272. ([https://doi.org/10.1016/0006-3207\(87\)90071-1](https://doi.org/10.1016/0006-3207(87)90071-1)) (geraadpleegd mei 2020).

- De Lange, P.J., (2014). *Fact sheet: Crassula helmsii*. New Zealand Plant Conservation Network ([http://www.nzpcn.org.nz/flora\\_details.aspx?ID=248](http://www.nzpcn.org.nz/flora_details.aspx?ID=248)) (geraadpleegd mei 2020).
- De Lange, P. J., Heenan, P. B., Keeling, D. J., Murray, B. G., Smissen, R. & Sykes, W. R. (2008). *Biosystematics and conservation: a case study with two enigmatic and uncommon species of Crassula from New Zealand*. *Annals of botany* 101:881-899.
- De Lange, P.J., Norton, D.A., Heenan, P.B., Courtney, S.P., Molloy, B.P.J., Ogle, C.C., Rance, B.D., Johnson, P.N. & Hitchmough, R., (2004a). *Threatened and uncommon plants of New Zealand*. *New Zealand Journal of Botany* 42(1): 45-76 (<https://doi.org/10.1080/0028825X.2004.9512890>) (geraadpleegd mei 2020)
- De Lange, P.J., Murray, B.G. & Datson, P.M. (2004b). *Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora - 38*. Counts for 50 families. *New Zealand Journal of Botany* 42(5): 873-904 (<https://doi.org/10.1080/0028825X.2004.9512936>) (geraadpleegd mei 2020).
- De Lange P.J., Rolfe, J.R. & Townsend, A.J. (2011). *Crassula natans var. minus (Crassulaceae) a new trans-Tasman natural weed arrival to northern New Zealand*. *New Zealand Journal of Botany* 49(3): 361-366 (<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0028825X.2011.574708>) (geraadpleegd mei 2020).
- Dean, C. (2015). *The Ecology, impacts and control of Crassula helmsii*. Bournemouth University, Poole.
- Dean, C., Day, J., Gozlan, R. E., Green, I., Yates, B. & Diaz, A. (2013). *Estimating the minimum salinity level for the control of New Zealand Pygmyweed Crassula helmsii in brackish water habitats*. *Conservation Evidence* 10:89-92.
- Dean, C. E., Day, J., Gozlan R. E., & Diaz, A. (2015). *Grazing vertebrates promote invasive Swamp stonecrop (Crassula helmsii) abundance*. *Invasive Plant Science and Management* 8:131-138.
- Delbart, E., Monty, A. & Mahy, G. (2011). *Management of Crassula helmsii in Belgium-more difficult than it appears?* *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 41:226-231.
- Denys, L., Packet, J., Jambon, W. & Scheers, K. (2014a). *Dispersal of the non-native invasive species Crassula helmsii (Crassulaceae) may involve seeds and endozoochorous transport by birds*. *New Journal of Botany* 4:104-106.
- Denys, L., van Valkenburg, J., Packet, J., Scheers, K., De Hoop, E. & Adriaens, T. (2014b). *Attempts to control aquatic Crassula helmsii at Huis ter Heide (Tilburg, The Netherlands), with special reference to dye treatment*. RINSE, European Regional Development Fund, Natuurmonumenten, Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Research Institute for Nature and Forest, Ghent.
- Diaz, A. (2012). *Crassula helmsii (T. Kirk) Cockayne (New Zealand pygmyweed)*. Pages 37-46 in R. A. Francis, editor. *A handbook of global freshwater invasive species*. Earthscan, Abingdon, Oxon, UK.
- Domingues de Almeida, J. & Freitas, H. (2012). *Exotic flora of continental Portugal – a new assessment*. *Bocconea* 24: 231-237 (<http://www.herbmedit.org/bocconea/24-231.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- Dortel, F. & Dutartre, A. (2018). *La Crassule de Helms (Crassula helmsii Cockayne, 1907) : Fiche d'alerte détaillée, première analyse des risques, possibilités de régulation et mesures de biosécurité*. Conservatoire Botanique National de Brest & GT IBMA, 23 pag. ([http://www.gt-ibma.eu/wp-content/uploads/2018/01/dortel\\_dutartre\\_2017\\_crassule\\_de\\_helms\\_synthese\\_vf.pdf](http://www.gt-ibma.eu/wp-content/uploads/2018/01/dortel_dutartre_2017_crassule_de_helms_synthese_vf.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Dortel, F. & Le Bail, J. (2019). *Liste des plantes vasculaires invasives, potentiellement invasives et à surveiller en Pays de la Loire*. Liste 2018. DREAL Pays de la Loire. Brest: Conservatoire

- botanique national de Brest, 37 pag., 3 bijlagen  
([http://www.cbnbrest.fr/site/pdf/invasives\\_pdl.pdf](http://www.cbnbrest.fr/site/pdf/invasives_pdl.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Douville, C. & Waymel, J. (2019). *Observatoire des plantes vasculaires exotiques envahissantes de Normandie. Liste des plantes vasculaires exotiques envahissantes de Normandie pour la priorisation des actions de contrôle, de connaissance et d'information/sensibilisation & bilan des actions 2018*. DREAL Normandie/Région Normandie. Conservatoire botanique national de Bailleul/Conservatoire botanique national de Brest, 20 pag. + bijlagen ([http://cen-normandie.fr/sites/default/files/fichiers/observatoire\\_eee\\_normandie-07-08-2019-vf.pdf](http://cen-normandie.fr/sites/default/files/fichiers/observatoire_eee_normandie-07-08-2019-vf.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Ellison, C. & Pratt, C. (2018). *Update on the CABI UK invasive weeds biocontrol programme*. CABI powerpoint (<http://www.nonnativespecies.org/downloadDocument.cfm?id=1817>) (geraadpleegd mei 2020).
- Environment Agency (2003). *Guidance for the control of invasive weeds in or near fresh water*. pag. 14-15. Environment Agency publication  
([http://adlib.everysite.co.uk/resources/000/058/939/EA\\_Invasive\\_weeds\\_booklet.pdf](http://adlib.everysite.co.uk/resources/000/058/939/EA_Invasive_weeds_booklet.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- EPPO (2006a). *Pest Risk Analysis for Crassula helmsii*. European and Mediterranean Plant Protection Organisation, 19 pag. (<https://pra.eppo.int/getfile/595fba5a-7236-4737-8dce-f3b63124425f>) (geraadpleegd mei 2020).
- EPPO (2006b). *Report of a Pest Risk Analysis*. European and Mediterranean Plant Protection Organisation. 06-12801 Final, 4 pag. (<https://pra.eppo.int/getfile/1b290af1-2972-47f0-ac80-9ca9b8762890>) (geraadpleegd mei 2020).
- EPPO (2007). *Data sheets on quarantine pests: Crassula helmsii*. European and Mediterranean Plant Protection Organization. EPPO Bulletin 37: 225–229  
(<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2338.2007.01111.x>) (geraadpleegd mei 2020).
- EPPO (2014). PM 9/19 (1) Invasive alien aquatic plants. EPPO Bulletin (2014) 44(3): 457-471.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12165>
- Ewald, N. (2014). *Crassula helmsii in the New Forest: final report on the status, spread and impact of this non-native invasive plant, and the efficacy of control techniques following a 3 year trial. Prepared on behalf of the New Forest Non-Native Plants Project*. Freshwater Habitats Trust, Oxford.
- FLORON (2020). *FLORON Verspreidingsatlas Vaatplanten Crassula helmsii (Kirk) Cockayne*. The Netherlands. (<https://www.verspreidingsatlas.nl/5307>) (geraadpleegd mei 2020)
- Fried, G. (2010). *Prioritization of Potential Invasive Alien Plants in France*. In: Brunel S., A. Uludag, E. Fernandez-Galiano, G. Brundu (red.) Proceedings of the International Workshop “Invasive Plants in Mediterranean Type Regions of the World”, 2–6 augustus 2010, Trabzon, pag. 120–138  
([https://www.researchgate.net/profile/Guillaume\\_Fried/publication/284716338\\_Prioritization\\_of\\_Potential\\_Invasive\\_Alien\\_Plants\\_in\\_France/links/5656d64608ae4988a7b50815/Prioritization-of-Potential-Invasive-Alien-Plants-in-France.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Guillaume_Fried/publication/284716338_Prioritization_of_Potential_Invasive_Alien_Plants_in_France/links/5656d64608ae4988a7b50815/Prioritization-of-Potential-Invasive-Alien-Plants-in-France.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Funk, J. L., Cleland, E. E., Suding, K. N., & Zavaleta, E. S. (2008). *Restoration through reassembly: plant traits and invasion resistance*. Trends in Ecology & Evolution 23:695-703.
- Fy, F., (2015). *Liste provisoire des espèces exotiques envahissantes de Poitou-Charentes*. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, 8 pag.  
([http://www.orenva.org/IMG/pdf/cbnsa\\_2015\\_-\\_liste\\_eee\\_poitou-charentes-1.pdf](http://www.orenva.org/IMG/pdf/cbnsa_2015_-_liste_eee_poitou-charentes-1.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Galasso, G., Conti, F., Peruzzi, L., Ardenghi, N. M. G., Banfi, E., Celesti-Grapow, L., Albano, A., Alessandrini, A., Bacchetta, G., Ballelli, S., Bandini Mazzanti, M., Barberis, G., Bernardo, L.,

- Blasi, C., Bouvet, D., Bovio, M., Cecchi, L. Del Guacchio, E., Domina, G., Fascetti, S., Gallo, L., Gubellini, L., Guiggi, A., Iamónico, D., Iberite, M., Jiménez-Mejías, P., Lattanzi, F., Marchetti, D., Martinetto, E., Masin, R.R., Medagli, P., Passalacqua, N.G., Peccenini, S., Pennesi, R., Pierini, B., Podda, L., Poldini, L., Prosser, F., Raimondo, F.M., Roma-Marzio, F., Rosati, L., Santangelo, A., Scoppola, A., Scortegagna, S., Selvaggi, A., Selvi, F., Soldano, F., Stinca, A., Wagensommer, R.P., Wilhalm, T. & Bartolucci, F. (2018). *An updated checklist of the vascular flora alien to Italy*. Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology (doi: 10.1080/11263504.2018.1441197) (geraadpleegd mei 2020).
- Gassmann, A., Cock, M. J. W., Shaw R. & Evans, H. C. (2006). *The potential for biological control of invasive alien aquatic weeds in Europe: a review*. Pages 217-222 *Macrophytes in Aquatic Ecosystems: From Biology to Management*. Springer.
- GB Non-native Species Secretariat (2011). *GB non-native organism risk assessment scheme: Crassula helmsii (Swamp Stonecrop, New Zealand Pygmy Weed, Crassula) previously known as Tillaea*. GB Non-native Species Secretariat, Animal and Plant Health Agency, Sand Hutton.
- Genovesi, P. & Shine, C. (2004). *European strategy on invasive alien species: Convention on the Conservation of European Wildlife and Habitats (Bern Convention)*. Council of Europe.
- Gomes, B. (2005). *Controlling New Zealand pygmyweed Crassula helmsii in field ditches and a gravel pit by herbicide spraying at Dungeness RSPB Reserve, Kent, England*. Conservation Evidence 2:62.
- Grutters, B.M.C., Saccomanno, B., Gross, E.M., van de Waal, D.B., van Donk, E. & Bakker, E.S. (2017). *Growth strategy, phylogeny and stoichiometry determine the allelopathic potential of native and non-native plants*. Oikos 126: 1770-1779 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/oik.03956>) (geraadpleegd mei 2020).
- Hill, M. O., Preston, C. D. & Roy, D. B. (2004). *PLANTATT-attributes of British and Irish plants: status, size, life history, geography and habitats*. Centre for Ecology & Hydrology.
- Hobbs, R. J. (1989). *The nature and effects of disturbance relative to invasions*. Pages 389-405 in J. Drake, H. Mooney, F. Di Castri, R. Groves, F. Kruger, M. Rejmanek & M. Williamson, editors. *Biological Invasions: A Global Perspective*. Chichester, UK: Wiley & Sons.
- Hobbs, R. J. (1991). *Disturbance of a precursor to weed invasion in native vegetation*. Australia; review. Conference paper. Plant Protection Quarterly (Australia).
- Hobbs, R. J. & Huenneke, L. F. (1992). *Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation*. Conservation Biology 6:324-337.
- Hoffman, M.H.A., (2016). *List of names of perennials / Naamlijst van vaste planten*. NAK tuinbouw, Roelofarendsveen, 629 pg.
- Hrivnák, R., Medvecká, J., Baláži, P., Bubíková, K., Ořahel'ová, H. & Svitok, M. (2019). *Alien aquatic plants in Slovakia over 130 years: historical overview, current distribution and future perspectives*. Neobiota 49: 37-56 (<https://neobiota.pensoft.net/article/34318/>) (geraadpleegd mei 2020)
- Hussner, A., (2008). *Zur Ökologie und Ökophysiologie aquatischer Neophyten in Nordrhein-Westfalen*. PhD thesis, Institut für ökologische Pflanzenphysiologie und Geobotanik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 205 pag. ([https://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-8738/Diss\\_Hussner\\_Final.pdf](https://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-8738/Diss_Hussner_Final.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Hussner, A., (2009). *Growth and photosynthesis of four invasive aquatic plant species in Europe*. Weed Research 49(5): 506-515 (DOI: 10.1111/j.1365-3180.2009.00721.x).
- Hussner, A., van De Weyer, K., Gross, E.M. & Hilt, S. (2010). *Comments on increasing number and abundance of nonindigenous aquatic macrophyte species in Germany*. Weed Research 50: 519-526 (<https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00812.x>) (geraadpleegd mei 2020).

- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B. et al. (2013). EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change* 14, 563–578 (2014).  
<https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>
- Kane, M.E., Philman, N.L., Bartuska, C.A., & McConnell, D.B. (1993). *Growth regulator effects on in vitro shoot regeneration of Crassula helmsii*. *Journal Aquatic Plant Management* 31: 59-64.
- Keeley, J. & Morton, B. (1982). *Distribution of diurnal acid metabolism in submerged aquatic plants outside the genus Isoetes*. *Photosynthetica* 16:546-553.
- Keeley, J. E. (1998). *CAM photosynthesis in submerged aquatic plants*. *The Botanical Review* 64:121-175.
- Kelly, J. & Maguire, C. M. (2009). *New Zealand Pigmyweed (Crassula helmsii) Invasive Species Action Plan*. Prepared for NIEA and NPWS as part of Invasive Species Ireland.
- Kelly, J., O'Flynn, C. & Maguire, C. (2013). *Risk analysis and prioritization for invasive and non-native species in Ireland and Northern Ireland*. Environment Agency and National Parks and Wildlife Service as part of Invasive Species, Dublin, 59 pag.  
<https://invasivespeciesireland.com/wp-content/uploads/2013/03/Risk-analysis-and-prioritization-29032012-FINAL.pdf> (geraadpleegd mei 2020).
- Klavsén, S. K. & Maberly, S. C. (2009). *Crassulacean acid metabolism contributes significantly to the in situ carbon budget in a population of the invasive aquatic macrophyte Crassula helmsii*. *Freshwater Biology* 54:105-118.
- Klavsén, S. K., Madsen, T. V. & Maberly, S. C. (2011). *Crassulacean acid metabolism in the context of other carbon-concentrating mechanisms in freshwater plants: a review*. *Photosynthesis research* 109:269-279.
- Knihinicki, D. K., Petanović, R., Cvrković, T. & Varia, S. (2018). *A new species of Aculus mite (Acari: Eriophyidae), a potential biocontrol agent for Australian swamp stonecrop, Crassula helmsii (Crassulaceae)*. *Zootaxa* 4497:573-585.
- Küpper, H., Götz, B., Mijovilovich, A., Küpper, F. C. & Meyer-Klaucke, W. (2009). *Complexation and toxicity of copper in higher plants. I. Characterization of copper accumulation, speciation, and toxicity in Crassula helmsii as a new copper accumulator*. *Plant Physiology* 151:702-714.
- Küpper, H., Lombi, E., Zhao, F. J., Wieshammer, G. & McGrath, S. P. (2001). *Cellular compartmentation of nickel in the hyperaccumulators Alyssum lesbiacum, Alyssum bertolonii and Thlaspi goesingense*. *Journal of Experimental Botany* 52:2291-2300.
- Langdon, S. J., Marrs, R. H., Hosie, C. A., McAllister, H. A., Norris, K. M. & Potter, J. A. (2004). *Crassula helmsii in UK ponds: effects on plant biodiversity and implications for newt conservation*. *Weed Technology* 18:1349-1352.
- Laundon, J.R. (1961). *An Australian species of Crassula introduced into Britain*. *Watsonia* 5(2): 59-63 (<http://archive.bsbi.org.uk/Wats5p59.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- Leach, J. & Dawson, H. (1999). *Crassula helmsii in the British Isles—an unwelcome invader*. *British Wildlife* 10:234-239.
- Leach, J. & Dawson, H. (2000). *Is resistance futile? The battle against Crassula helmsii*. *Journal of Practical Ecology and Conservation* 4:7-17.
- Lockton, A. J. (2009). *Crassula helmsii*. London, UK: Botanical Society of the British Isles. (<http://sppaccounts.bsbi.org.uk/content/crassula-helmsii-2>) (geraadpleegd mei 2020).
- Maas, P. & van Wijngaarden, W. (2019). *Kruipend moerasscherm 20 jaar aan de monitor*. Provincie Zeeland, Staatsbosbeheer & FLORON.
- Madsen, T. (1987). *Sources of inorganic carbon acquired through CAM in Littorella uniflora (L.) Aschers*. *Journal of Experimental Botany* 38:367-377.
- MAGRAMA, 2013. *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras: Crassula helmsii (Kirk) Cockayne*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 3 pag.

- ([https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/Crassula\\_helmsii\\_2013\\_tcm30-69822.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/Crassula_helmsii_2013_tcm30-69822.pdf)).
- Mastrandrea, M.D., Field, C.B., Stocker, T.F., Edenhofer, O., Ebi, K.L., Frame, D.J., Held, H., Kriegler, E., Mach, K.J., Matschoss, P.R., Plattner, G-K., Yohe, G.W. & Zwiers, F.W. (2010). *Guidance note for lead authors of the IPCC Fifth Assessment Report on consistent treatment of uncertainties*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva. Beschikbaar op IPCC website. Laatst bezocht 23 juli 2019.
- Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G-K., Edenhofer, O., Stocker, T.F., Field, C.B., Ebi, K.L. & Matschoss, P.R. (2011). *The IPCC AR5 guidance note on consistent treatment of uncertainties: a common approach across the working groups*. Climatic Change 108: 675-691.
- Matthews, J., van der Velde, G., Collas, F.P.L., de Hoop, L., Koopman, K.R., Hendriks, A.J. & Leuven, R.S.E.W., 2017. *Inconsistencies in the risk classification of alien species and implications for risk assessment in the European Union*. Ecosphere 8(6):e01832. 10.1002/ecs2.1832.
- Medvecká J., Kliment, J., Májeková, J., Halada, L., Zaliberová, M., Gojdičová, E., Feráková, V., & Jarolímek, I., (2012). *Inventory of alien species of Slovakia*. Preslia 84: 257–309 (<http://www.preslia.cz/P122Medvecka.pdf>).
- Miljøministeriet (2008). *Handlingsplan for invasive arter*. Ministerie van milieu Denemarken, 54 pag. (<https://naturstyrelsen.dk/media/nst/66891/HandlingsplanForInvasiveArter.pdf>).
- Miljøstyrelsen website. *New Zealandsk korsarve*. (<https://mst.dk/naturvand/natur/artsleksikon/froepanter/new-zealandsk-korsarve/>) (geraadpleegd maart 2020).
- Millane, M. & J. Caffrey, 2014. Risk Assessment of *Crassula helmsii*. Inland Fisheries Ireland/National Biodiversity Data Centre (<http://nonnativespecies.ie/wp-content/uploads/2014/03/Crassula-helmsii-Australian-Swamp-Stonecrop2.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- Minchin, D. (2008). *Crassula helmsii*. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. 12:2012. ([http://www.europe-aliens.org/pdf/Crassula\\_helmsii.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Crassula_helmsii.pdf)) (geraadpleegd mei 2020)
- Nault, M. E. & Mikulyuk, A. (2011). *Australian Swamp Stonecrop (Crassula helmsii): A technical review of distribution, ecology, impacts and management*. Madison, WI: Wisconsin Department of Natural Resources Bureau of Science Services.
- National Biodiversity Data Centre (2020), *New Zealand Pigmyweed (Crassula helmsii)*. (<https://maps.biodiversityireland.ie/Species/29777>) (geraadpleegd maart 2020).
- Nehring, S., Kowarik, I., Rabitsch W., & Essl, F. (2013). *Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen*. BfN-Skripten 352, Bundesamt für Naturschutz, 202 pag. (<https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript352.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- Nehring, S., Kowarik, I., Rabitsch, W. & Essl, F. (2013). *Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen Unter Verwendung von Ergebnissen aus den F+E-Vorhaben*, FKZ 806 82 330, FKZ 3510 86 0500 und FKZ 3511 86 0300. Bundesamt für Naturschutz, Bonn. 204 p.
- Nehring, S., Essl, F. & Rabitsch, W. (2015). *Methodik der naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung für gebietsfremde Arten*, Version 1.3. BfN-Skripten 401, 48 pag. (<https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript401.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- Newman, J. R. & Raven, J. A. (1995). *Photosynthetic carbon assimilation by Crassula helmsii*. Oecologia 101:494-499.
- Nicol, J. M., Ganf, G. G. & Pelton, G. A. (2003). *Seed banks of a southern Australian wetland: the influence of water regime on the final floristic composition*. Plant Ecology 168:191-205.

- Nicol, J. M. & Ward, R. (2010). *Seed bank assessment of Dunn's and Shadow's lagoons*. SARDA Aquatic Sciences.
- Norwegian Biodiversity Information Centre (2018). *The Alien Species List of Norway – ecological risk assessment 2018*. (<https://www.biodiversity.no/alien-species-2018>) (geraadpleegd maart 2020).
- Norwegian Scientific Committee for Food Safety (2016). *Assessment of the risks to Norwegian biodiversity from the import and keeping of aquarium and garden pond plants*. VKM Report 2016:50. ISBN: 978-82-8259-240-6, Oslo, Norway, 282 pag. (<https://www.vkm.no/download/18.2375207615dac0245aee2b04/1503323386537/55e549fd71.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- O'Flynn, C., Kelly, J. & Lysaght, L. (2014). *Ireland's invasive and non-native species. Trends in introductions*. National Biodiversity Data Centre Series No. 2. Ireland (<http://www.biodiversityireland.ie/wordpress/wp-content/uploads/Trends-Report-2013.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- OEPP/EPPO (2007). *Data sheets on quarantine pests. Crassula helmsii*. EPPO European and mediterranean Plant Protection Organization 37:225-229.
- Pelloté, F., Clergeau, P., Pascal, M., Lorvelec, O., Hauray, J., Magnanon, S., Pagny, J., Camenen, E. & Siorat, F. (2019). *Principales espèces exotiques envahissantes en Bretagne : écologie, histoire, impacts*. Observatoire de l' Environnement en Bretagne, pag. 231 ([https://bretagne-environnement.fr/sites/default/files/fiches\\_especes\\_exotiques\\_envahissantes\\_bretagne\\_o.pdf](https://bretagne-environnement.fr/sites/default/files/fiches_especes_exotiques_envahissantes_bretagne_o.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Pergl, J., Sádlo, J., Petrussek, A., Laštůvka, Z., Musil, J., Perglová, I., Šanda, R., Šefrová, H., Šíma, J., Vohralík, V. & Pyšek, P. (2016). *Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy*. NeoBiota 28: 1-37 (<https://neobiota.pensoft.net/article/4824/>) (geraadpleegd mei 2020).
- Pheloung, P.C., Williams, P.A. & Halloy, S.R., (1999). *A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions*. Journal of Environmental Management 57: 239-251.
- Prinz, M., Peppler-Lisbach, C., Weidhüner, A., & Freund, H. (2019). *Crassula helmsii (T. Kirk) Cockayne: Standortansprüche, Verbreitung und Vergesellschaftung eines invasiven Neophyten auf Norderney= Crassula helmsii (T. Kirk) Cockayne: habitat requirements, distribution and vegetation community composition of an alien invasive species on Norderney*. Tuexenia, 39, 267-286 (doi: 10.14471/2019.39.005).
- Pyšek P., Danihelka, J., Sádlo, J., Chrtek, J.Jr., Chytrý, M., Jarošík, V., Kaplan, Z., Krahulec, F., Moravcová, L., Pergl, J., Štajerová, K. & Tichý, L. (2012). *Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns*. Preslia 84: 155–255 (<http://www.preslia.cz/P122Pysek.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- Quere E. & Geslin, J. (2016). *Liste des plantes vasculaires invasives de Bretagne. DREAL Bretagne, Région Bretagne*. Conservatoire botanique national de Brest, 27 p. + annexes (<http://www.cbnbrest.fr/docnum.php?id=63312>). (geraadpleegd mei 2020).
- Rejmánek, M. (1999). *Invasive plant species and invulnerable ecosystems*. Pages 79-102 in O. T. Sandlund, P. J. Schei & A. Viken, editors. Invasive species and biodiversity management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston & London
- Ries, C., Krippel, Y., Pfeiffenschneider, M. & Schneider, S. (2013). *Environmental impact assessment and black, watch and alert list classification after the ISEIA Protocol of non-native vascular plant species in Luxembourg*. Bulletin de la Société des naturalistes Luxembourgeois 114: 15-21 ([http://www.snl.lu/publications/bulletin/SNL\\_2013\\_114\\_015\\_021.pdf](http://www.snl.lu/publications/bulletin/SNL_2013_114_015_021.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).

- Ries, C., Krippel, Y. & Pfeiffenschneider, M. (2020). *Risk assessment after the Harmonia+ protocol of invasive alien vascular plant species in Luxembourg (in prep.)*. Bulletin de la Société des naturalistes Luxembourgeois (<https://neobiota.lu/crassula-helmsii/>) (geraadpleegd mei 2020).
- Robert, H., Lafontaine, R.-M., Beudels-Jamar, R.C. & Delsinne, T., (2013). *Risk analysis of the Australian swamp stonecrop Crassula helmsii (Kirk) Cockayne. - Risk analysis report of non-native organisms in Belgium*. Royal Belgian Institute of Natural Sciences for the Federal Public Service Health, Food chain safety and Environment, Brussels. 37 p.
- Sauberer, N., Gilli, C., Prinz, M.A. & Till, W. (2020). *Der erste Nachweis von Crassula helmsii in Österreich und weitere Nachträge (IV) zur Flora von Traiskirchen (Niederösterreich)*. Biodiversität und Naturschutz in Ostösterreich - BCBEA 5(1): 25–48 (<https://www.researchgate.net/publication/338832815>) (geraadpleegd mei 2020).
- SEINet website. SEINet: Arizona - New Mexico Chapter. (<http://swbiodiversity.org/seinet/collections/individual/index.php?occid=3089302>) (geraadpleegd mei 2020).
- Shannon, C., Quinn, C. H., Stebbing, P. D., Hassall C. & Dunn. A. M. (2018). *The practical application of hot water to reduce the introduction and spread of aquatic invasive alien species*. Management of Biological Invasions 9:417-423.
- Shen, Z., Zhao, F. & McGrath, S. (1997). *Uptake and transport of zinc in the hyperaccumulator Thlaspi caerulescens and the non-hyperaccumulator Thlaspi ochroleucum*. Plant, Cell & Environment 20:898-906.
- Sheppard, A., Shaw, R. & Sforza, R. (2006). *Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption*. Weed research 46:93-117.
- Sims, P. F. & Sims, L. J. (2016). *Control and eradication of Australian swamp stonecrop Crassula helmsii using herbicide and burial at two ponds at Mile Cross Marsh, Norfolk, England*. Conservation Evidence 13:39-41.
- Smith, T. (2015). *The environmental impact of Crassula helmsii*. Canterbury Christ Church University, United Kingdom.
- Smith, T. & Buckley, P. (2020). *Biological Flora of the British Isles: Crassula helmsii*. Journal of Ecology 108:797-813.
- Smith, T. & Buckley, P. (2020). *Biological Flora of the British Isles: Crassula helmsii*. Journal of Ecology 108(2): 797-813 (doi: 10.1111/1365-2745.13336).
- Sotek, Z., Kompała-Bąba, A. & Tokarska-Guzik, B. (2018). *Harmonia+PL – procedura oceny ryzyka negatywnego oddziaływania inwazyjnych i potencjalnie inwazyjnych gatunków obcych w Polsce*. Uniwersytet Śląski w Katowicach & Instytut Ochrony Przyrody PAN, 20 pag. ([http://projekty.gdos.gov.pl/files/artykuly/127051/Crassula-helmsii\\_grubosz-helmsa\\_PL\\_icon.pdf](http://projekty.gdos.gov.pl/files/artykuly/127051/Crassula-helmsii_grubosz-helmsa_PL_icon.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- South Australian Seed Conservation Centre 2018 (<https://spapps.environment.sa.gov.au/SeedsOfSA/>)
- Spencer-Jones, D. (1994). *Some observations on the use of herbicides for control of Crassula helmsii*. Page 217 in De Waal, L. C., Child, L. E., Wade, M. & Brock, J. H. editors. Ecology and management of invasive riverside plants. John Wiley & Sons, West Sussex, England.
- Stace, C. (2019). *New Flora of the British Isles*, Fourth Edition. C & M Floristics, Middlewood Green, Suffolk.
- Swale, E. & Belcher, H. (1982). *Crassula helmsii, the swamp stonecrop, near Cambridge*. Nature in Cambridgeshire 25: 59–62 (<https://www.natureincambridgeshire.org.uk/volumes/nature-in-cambs-vol-25-1982.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).



- Toelken, H.R., 1981. *The species of Crassula L. in Australia*. Journal of the Adelaide Botanic Gardens 3(1): 57-90 (<https://www.jstor.org/stable/23872355>).
- Tokarska-Guzik, B., Bzdęga, K., Nowak, T., Urbisz, A., Węgrzynek, B. & Dajdok, Z. (2015). *Propozycja listy roślin gatunków obcych, które mogą stanowić zagrożenie dla przyrody Polski i Unii Europejskiej*. Uniwersytet Śląski w Katowicach/Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, 178 pag ([https://www.gdos.gov.pl/files/artykuly/5050/PROPOZYCJA\\_listy\\_gatunkow\\_obcych\\_ver\\_online.pdf](https://www.gdos.gov.pl/files/artykuly/5050/PROPOZYCJA_listy_gatunkow_obcych_ver_online.pdf)) (geraadpleegd mei 2020).
- Torensma, N. (2017). *Bestrijding van Watercrassula: een strijd voor beheerders*. Vakblad Natuur Bos en Landschap 136:12-15.
- U.S. Fish & Wildlife Service (2018). *Australian Swamp Stonecrop (Crassula helmsii); Ecological Risk Screening Summary*. U.S. Fish & Wildlife Service, 17 pag (<https://www.fws.gov/fisheries/ANS/erss/highrisk/ERSS-Crassula-helmsii-FINAL.pdf>) (geraadpleegd mei 2020).
- UNEP (2014). *Pathways of Introduction of Invasive Species, their prioritization and management*. Convention on Biological Diversity, UNEP/CBD/SBSTTA/18/9/Add.1, Montreal, 18 pag (<https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>).
- Van der Krabben, K. & Schrader, G. (2006a). *Pest risk analysis for Crassula helmsii*. European and Mediterranean Plant Protection Organisation, Paris.
- Van der Krabben, K. & Schrader, G., (2006b). *Report of a pest risk analysis Crassula helmsii (Kirk) Cockayne*. European and Mediterranean Plant Protection Organisation, Paris.
- Van der Loop, J.M.M., de Hoop, L., van Kleef, H. H. & Leuven, R.S.E.W. (2018). *Effectiveness of eradication measures for the invasive Australia swamp stonecrop Crassula helmsii*. Management of Biological Invasions 9(3): 343-355 (doi.org/10.3391/mbi.2018.9.3.16).
- Van der Loop, J. M. M., Tjampens, J., Vogels J.J., Kleef, H.H., Lamers, L. P. M. & Leuven, R. S. E. W. (2020). *Reducing nutrient availability and enhancing biotic resistance limits settlement and growth of the invasive Australian swamp stonecrop (Crassula helmsii)*. Biological Invasions (in press).
- Van der Loop, J. M. M. & Van Kleef, H. H. (2017a). *Plan van aanpak Watercrassula Terschelling Wetenschappelijk advies bestrijding*. Stichting Bargerveen Nijmegen.
- Van der Loop, J. M. M. & Van Kleef, H. H. (2017b). *Watercrassula problematiek Terschelling. Inventarisatie huidige besmetting en nodige vervolgstappen*. Stichting Bargerveen Nijmegen.
- Van der Loop, J.M.M. & van Kleef, H. (2020). *Omgaan met watercrassula*. Brochure: Uitgave Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Van Kleef, H.H., Brouwer, E., van der Loop, J.M.M., Buiks, M. & Lucassen, E.C.H.E.T. (2017). *Systeemgerichte bestrijding van Watercrassula*. Stichting Bargerveen, Nijmegen, 89 pag
- Van Kleef, H. H., Van der Loop, J. M. M. & Jansen, A. (2019). *Effectiviteit van kokend water bij bestrijding en beheer van Watercrassula in natuurgebieden*. Vakblad Natuur Bos en Landschap.
- Van Kleef, H. H., van der Loop, J. M. M., Nyssen, B. J. M. & Brouwer, E. (2016). *Systeemgericht beheer als duurzame oplossing tegen invasieve exoten*. De Levende Natuur Jaargang 117:5.
- Varia, S., Seiner, M., Shaw, R., Wood, S. & Thom, N. (2017). *Finding a biocontrol agent for Crassula*. CABI, Surrey.
- Varia, S., Shaw, R. Wu, Y., Johnson, T., Sing, S., Raghu, S., Wheeler, G. Pratt, P., Warner, K. & Center, T. (2011). *Potential for the Biological Control of Crassula helmsii in the UK*. in Proceedings of the XIII International Symposium on Biological Control of Weeds, Waikoloa, Hawaii, USA, September 11-16, 2011. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Institute of Pacific Islands Forestry.

- Verbrugge, L.N.H., Van der Velde, G., Hendriks, A.J., Verreycken, H. & Leuven, R.S.E.W. (2012). *Risk classifications of aquatic non-native species: application of contemporary European assessment protocols in different biogeographical settings*. Aquatic Invasions 7 (1): 49-58.
- Verloove, F., (2006). *Crassula helmsii* (T. Kirk) Cock.. In: Van Landuyt, W., I. Hoste, L. Vanhecke, P. Van den Bremt, W. Vercruysse & D. De Beer, 2006. Atlas van de Flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest. Instituut voor natuur- en bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België & Flo.Wer. pag. 257.
- Vinogradova, Y., Pergl, J., Essl, F., Hejda, M., van Kleunen, M. & Pyšek, P. (2018). *Invasive alien plants of Russia: insights from regional inventories*. Biological Invasions 20(8): 1931-1943 (doi.org/10.1007/s10530-019-02162-y).
- Watson, W. (1999). *Amphibians and Crassula helmsii*. Froglog Newsletter of the Declining Amphibian Populations Task Force 31.
- Watson, W. (2001). *An unwelcome aquatic invader!* Worcestershire Record, issue 10. <http://www.wbrc.org.uk/WorcRecd/Issue10/invader.htm> (geraadpleegd mei 2020)
- Weber, E. & Gut, D. (2004). *Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe*. Journal for Nature Conservation 12: 171-179.
- Wesseling, M. (2019). *Oprukkende exoot vraagt om drastische maatregelen*. Spier in de strijd tegen Watercrassula. [https://bionieuws.nl/article/333733/spier\\_in\\_de\\_strijd\\_tegen\\_Watercrassula](https://bionieuws.nl/article/333733/spier_in_de_strijd_tegen_Watercrassula) (geraadpleegd mei 2020).
- Williams, P., Biggs, J., Crowe, A., Murphy, J., Nicolet, P., Weatherby, A. & Dunbar, M. (2010). *Countryside Survey: Ponds Report from 2007*. Technical Report No. 7/07 Pond Conservation and NERC/Centre for Ecology & Hydrology, 77pp. (CEH Project Number: CO3259).
- Wilton-Jones, G. (2005). *Control of New Zealand pygmyweed Crassula helmsii by covering with black polythene at The Lodge RSPB Reserve, Bedfordshire, England*. Conservation Evidence 2:363-368.
- Zuidam, J. van & Dijkhuis, E. (2018). *Uitgezocht: De beheerpuzzel van Kruiwend moerasscherm*. Planten 8: 12-14 (<http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=690613>) (geraadpleegd mei 2020).

## Bijlage 1. Geraadpleegde bronnen voor uitvoering literatuurstudie en bepaling verspreiding *Watercrassula*.

### Zoekresultaten literatuurstudie

Zoekmachine	Zoeken	Termen Hoofdstuk 3 - Soortbeschrijving	Datum	Hits	Bekeken hits	Nieuwe downloads	Onbeschikbaar
Google	Met alle woorden	<i>Watercrassula</i>	24-3-2020	497	30	3	1
	Met ten minste 1 van de woorden	Ecologie, habitat, ecosysteem, eisen, standplaats, toleranties					
Google Scholar	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i>	24-3-2020	1.210	30	2	0
	Met ten minste 1 van de woorden	Ecology, habitat, ecosystem, demands, stand, tolerances					
Web of Science	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i> ecology, habitat, ecosystem, demands, stand, tolerances	24-3-2020	4	4	1	0
Totaal				1711	64	6	1

Zoekmachine	Zoeken	Termen Hoofdstuk 7 - Impacts	Datum	Hits	Bekeken hits	Nieuwe downloads	Onbeschikbaar
Google	Met alle woorden	<i>Watercrassula</i>	30-3-2020	463	30	5	0
	Met ten minste 1 van de woorden	Impact, effecten, problemen, schade, invasief, risicoanalyses, ecosysteemdiensten					
Google Scholar	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i>	30-3-2020	707	30	8	0
	Met ten minste 1 van de woorden	Impacts, effects, problems, damage, invasive, risk assessments, ecosystem services					
Web of Science	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i> impacts, effects, problems, damage, invasive, risk assessments, ecosystem services	30-3-2020	3	3	0	0
Totaal				1173	63	13	0

Zoekmachine	Zoeken	Termen Hoofdstuk 10 - Beheer	Datum	Hits	Bekeken hits	Nieuwe downloads	Onbeschikbaar
Google	Met alle woorden	<i>Watercrassula</i>	6-4-2020	382	30	5	0
	Met ten minste 1 van de woorden	management, controle, bestrijding, beheersing, elimineren, terugdringen, behandeling, methode					
Google Scholar	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i>	6-4-2020	49	30	5	0
	Met ten minste 1 van de woorden	Management, control, combat, fighting, eradication, reducing, treatment, method					
Web of Science	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i> management, control, combat, fighting, eradication, reducing, treatment, method	6-4-2020	5	5	0	0
Totaal				436	65	10	0

Zoekmachine	Zoeken	Termen Hoofdstuk 11 - Nuttige eigenschappen	Datum	Hits	Bekeken hits	Nieuwe downloads	Onbeschikbaar
Google	Met alle woorden	<i>Watercrassula</i>	4-5-2020	1.320	30	0	0
	Met ten minste 1 van de woorden	verkoop, toepassing, gebruik, baten					
Google Scholar	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i>	4-5-2020	190	30	1	0
	Met ten minste 1 van de woorden	Sale, application, use, benefit					
Web of Science	Met alle woorden	<i>Crassula helmsii</i> sale, application, use, benefit	4-5-2020	1	1	0	0
Totaal				1511	61	1	0

## Zoekresultaten verspreiding Watercrassula

GBIF	<a href="https://www.gbif.org/occurrence/map?basis_of_record=HUMAN_OBSERVATION&amp;basis_of_record=OBSERVATION&amp;basis_of_record=LIVING_SPECIMEN&amp;basis_of_record=PRESERVED_SPECIMEN&amp;taxon_key=8035075">https://www.gbif.org/occurrence/map?basis_of_record=HUMAN_OBSERVATION&amp;basis_of_record=OBSERVATION&amp;basis_of_record=LIVING_SPECIMEN&amp;basis_of_record=PRESERVED_SPECIMEN&amp;taxon_key=8035075</a>
GISD	<a href="http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Crassula+helmsii">http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Crassula+helmsii</a>
CABI	<a href="https://www.cabi.org/isc/datasheet/16463">https://www.cabi.org/isc/datasheet/16463</a>
EPPO	<a href="https://gd.eppo.int/taxon/CSBHE">https://gd.eppo.int/taxon/CSBHE</a>
EPPO	<a href="https://pra.eppo.int/pra/e29aebca-b5f8-480d-b298-8600b9dea5b0">https://pra.eppo.int/pra/e29aebca-b5f8-480d-b298-8600b9dea5b0</a>
Inaturalist	<a href="https://www.inaturalist.org/observations?place_id=any&amp;taxon_id=199392">https://www.inaturalist.org/observations?place_id=any&amp;taxon_id=199392</a>
Belgie	<a href="https://ias.biodiversity.be/species/show/50">https://ias.biodiversity.be/species/show/50</a>
Bulgarije	<a href="http://eea.government.bg/bg/bio/nsmbr/inf-system">http://eea.government.bg/bg/bio/nsmbr/inf-system</a>
Denemarken	<a href="https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/froepanter/new-zealandsk-korsarve/">https://mst.dk/natur-vand/natur/artsleksikon/froepanter/new-zealandsk-korsarve/</a>
Denemarken	<a href="https://naturstyrelsen.dk/media/nst/66891/HandlingsplanForInvasiveArter.pdf">https://naturstyrelsen.dk/media/nst/66891/HandlingsplanForInvasiveArter.pdf</a>
Denemarken	<a href="https://mst.dk/media/173895/revideret_liste_ikkejhemmeoerendearter_19-03-2019.xls">https://mst.dk/media/173895/revideret_liste_ikkejhemmeoerendearter_19-03-2019.xls</a>
Duitsland	<a href="http://floraweb.de/webkarten/karte.html?taxnr=6731">http://floraweb.de/webkarten/karte.html?taxnr=6731</a>
Duitsland	<a href="http://www.blumeninschwaben.de/Zweikeimblaettrige/Dickblattgewaechse/crassu_wasser.htm#Helms%20Dickblatt">http://www.blumeninschwaben.de/Zweikeimblaettrige/Dickblattgewaechse/crassu_wasser.htm#Helms%20Dickblatt</a>
Duitsland	<a href="http://www.lanaplan.de/download/DGL2008VDWHU.pdf">http://www.lanaplan.de/download/DGL2008VDWHU.pdf</a>
Duitsland	<a href="http://www.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=879">http://www.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=879</a>
Duitsland	<a href="https://neobiota.bfn.de/handbuch/gefaesspflanzen/crassula-helmsii.html">https://neobiota.bfn.de/handbuch/gefaesspflanzen/crassula-helmsii.html</a>
Duitsland	<a href="https://neobiota.bfn.de/publikationen.html">https://neobiota.bfn.de/publikationen.html</a>
Duitsland	<a href="https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/daten_fakten/Dokumente/II_1_2_18_Natrschutzfachl_Invasivitaetsbew_Pflanzen.pdf">https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/daten_fakten/Dokumente/II_1_2_18_Natrschutzfachl_Invasivitaetsbew_Pflanzen.pdf</a>
Duitsland	<a href="https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript401.pdf">https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript401.pdf</a>
Duitsland	<a href="https://www.lv-wli.de/files/pdf/Fachbereiche/Bienenweide/skript352%20BfN.pdf">https://www.lv-wli.de/files/pdf/Fachbereiche/Bienenweide/skript352%20BfN.pdf</a>
Estland	<a href="https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/de/index.cfm/search/?trisation=search.detail&amp;year=2018&amp;num=275&amp;dLang=DE">https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/de/index.cfm/search/?trisation=search.detail&amp;year=2018&amp;num=275&amp;dLang=DE</a>
Estland	<a href="https://elurikkus.ee/plant-atlas/taxon">https://elurikkus.ee/plant-atlas/taxon</a>
Estland	<a href="https://www.envir.ee/et/voorliigid">https://www.envir.ee/et/voorliigid</a>
Estland	<a href="https://www.envir.ee/sites/default/files/common_alien_vasculars.pdf">https://www.envir.ee/sites/default/files/common_alien_vasculars.pdf</a>
Estland	<a href="https://www.riigiteataja.ee/akt/12828512">https://www.riigiteataja.ee/akt/12828512</a>
Estland	<a href="https://www.riigiteataja.ee/akt/12828512">https://www.riigiteataja.ee/akt/12828512</a>
Finland	<a href="http://koivu.luomus.fi/kasviatlas/">http://koivu.luomus.fi/kasviatlas/</a>
Frankrijk	<a href="http://www.gt-ibma.eu/wp-content/uploads/2018/01/dortel_dutartre_2017_crassule_de_helms_synthese_vf.pdf">http://www.gt-ibma.eu/wp-content/uploads/2018/01/dortel_dutartre_2017_crassule_de_helms_synthese_vf.pdf</a>
Frankrijk	<a href="https://www.codeplantesenvahissantes.fr/fileadmin/user_upload/Crassula_helmsii.pdf">https://www.codeplantesenvahissantes.fr/fileadmin/user_upload/Crassula_helmsii.pdf</a>
Griekenland	<a href="https://elnais.hcmr.gr/wp-content/uploads/2015/01/Arianoutsou-Bazos-Delipetrou-Kokkoris-2010.pdf">https://elnais.hcmr.gr/wp-content/uploads/2015/01/Arianoutsou-Bazos-Delipetrou-Kokkoris-2010.pdf</a>
Hongarije	<a href="http://mek.oszk.hu/11700/11738/11738.pdf">http://mek.oszk.hu/11700/11738/11738.pdf</a>
Hongarije	<a href="http://www.termesztvedelem.hu/invasive-alien-species">http://www.termesztvedelem.hu/invasive-alien-species</a>
Ierland	<a href="https://invasivespeciesireland.com/species-accounts/established/freshwater/new-zealand-pigmyweed">https://invasivespeciesireland.com/species-accounts/established/freshwater/new-zealand-pigmyweed</a>
Ierland	<a href="https://maps.biodiversityireland.ie/Species/29777">https://maps.biodiversityireland.ie/Species/29777</a>
Italië	<a href="http://luirig.altervista.org/flora/taxa/index1.php?scientific-name=crassula+helmsii">http://luirig.altervista.org/flora/taxa/index1.php?scientific-name=crassula+helmsii</a>
Italië	<a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/consultazione/dati/download/elenco-delle-specie-vegetali-dinteresse-conservazionistico-in-emilia-romagna/@@download/file/ElSpTargetRER.pdf">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/consultazione/dati/download/elenco-delle-specie-vegetali-dinteresse-conservazionistico-in-emilia-romagna/@@download/file/ElSpTargetRER.pdf</a>
Italië	<a href="http://www.parcobarro.lombardia.it/_lr10/index.php?title=Lista_nera_delle_specie_alloctone_vegetali_oggi_etto_di_monitoraggio_contenimento_o_eradicazione">http://www.parcobarro.lombardia.it/_lr10/index.php?title=Lista_nera_delle_specie_alloctone_vegetali_oggi_etto_di_monitoraggio_contenimento_o_eradicazione</a>
Kroatië	<a href="http://www.invazivnevrste.hr/">http://www.invazivnevrste.hr/</a>
Letland	<a href="http://www.videsvestis.lv/svesie-ienaceji-latvijas-flora/">http://www.videsvestis.lv/svesie-ienaceji-latvijas-flora/</a>
Letland	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/71754942.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/71754942.pdf</a>
Letland	<a href="https://lvportals.lv/skaidrojumi/250966-invazivie-augi-un-to-bistamiba-2012">https://lvportals.lv/skaidrojumi/250966-invazivie-augi-un-to-bistamiba-2012</a>
Letland	<a href="https://www.daba.gov.lv/public/lat/dabas_aizsardzibas_plani/dati1/invazivas_sugas/">https://www.daba.gov.lv/public/lat/dabas_aizsardzibas_plani/dati1/invazivas_sugas/</a>
Litouwen	<a href="https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/gamtos-apsauga/invazines-rusys/invaziniu-lietuvoje-rusiu-sarasas">https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/gamtos-apsauga/invazines-rusys/invaziniu-lietuvoje-rusiu-sarasas</a>
Litouwen	<a href="https://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/Gamtos%20apsauga%20ir%20omi%C5%A1kai/Gamtos%20apsauga/Invazin%C4%97s%20ir%C5%AB%C5%A1ys/invazini%C5%B3%20lietuvoje%20ir%C5%AB%C5%A1i%C5%B3%20s%C4%85ra%C5%A1o%20patvirtinimo.pdf">https://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/Gamtos%20apsauga%20ir%20omi%C5%A1kai/Gamtos%20apsauga/Invazin%C4%97s%20ir%C5%AB%C5%A1ys/invazini%C5%B3%20lietuvoje%20ir%C5%AB%C5%A1i%C5%B3%20s%C4%85ra%C5%A1o%20patvirtinimo.pdf</a>
Litouwen	<a href="https://gamtininkas.lt/2017/07/lietuvos-invaziniai-augalai/">https://gamtininkas.lt/2017/07/lietuvos-invaziniai-augalai/</a>
Litouwen	<a href="https://www.glis.lt/?pid=59">https://www.glis.lt/?pid=59</a>
Luxemburg	<a href="https://neobiota.lu/crassula-helmsii/">https://neobiota.lu/crassula-helmsii/</a>
Luxemburg	<a href="https://neobiota.lu/crassula-helmsii/">https://neobiota.lu/crassula-helmsii/</a>
Luxemburg	<a href="https://map.mnhn.lu/">https://map.mnhn.lu/</a>
Noord-Ierland	<a href="http://www.habitas.org.uk/invasive/species.asp?item=4639">http://www.habitas.org.uk/invasive/species.asp?item=4639</a>
Noorwegen	<a href="https://www.artsdatabanken.no/fremmedearter">https://www.artsdatabanken.no/fremmedearter</a>
Noorwegen	<a href="https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00226/Fremmede_arter_i_No_226834a.pdf">https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00226/Fremmede_arter_i_No_226834a.pdf</a>
Noorwegen	<a href="https://www.biodiversity.no/alien-species-2018">https://www.biodiversity.no/alien-species-2018</a>
Noorwegen	<a href="https://www.nhm.uio.no/fakta/botanikk/nyheter/invaderende-vannplanter-foreslas-satt-pa-forbudli.html">https://www.nhm.uio.no/fakta/botanikk/nyheter/invaderende-vannplanter-foreslas-satt-pa-forbudli.html</a>
Oekraïne	<a href="http://www.ukrbin.com/index.php?id=303041&amp;action=info">http://www.ukrbin.com/index.php?id=303041&amp;action=info</a>
Oostenrijk	<a href="https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/DPo89.pdf">https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/DPo89.pdf</a>
Polen	<a href="http://projekty.gdos.gov.pl/files/artykuly/127051/Crassula-helmsii_grubosz-helmsa_KG_WWW_icon.pdf">http://projekty.gdos.gov.pl/files/artykuly/127051/Crassula-helmsii_grubosz-helmsa_KG_WWW_icon.pdf</a>
Polen	<a href="http://projekty.gdos.gov.pl/igo-crassula-helmsii">http://projekty.gdos.gov.pl/igo-crassula-helmsii</a>

Polen	<a href="http://www.iop.krakow.pl/ias/en">http://www.iop.krakow.pl/ias/en</a>
Polen	<a href="http://www.iop.krakow.pl/ias/species">http://www.iop.krakow.pl/ias/species</a>
Polen	<a href="https://www.gdos.gov.pl/files/artykuly/5050/PROPOZYCJA_listy_gatunkow_obcych_ver_online.pdf">https://www.gdos.gov.pl/files/artykuly/5050/PROPOZYCJA_listy_gatunkow_obcych_ver_online.pdf</a>
Portugal	<a href="http://invasoras.pt/en/">http://invasoras.pt/en/</a>
Portugal	<a href="http://invasoras.pt/wp-content/uploads/2013/09/Species-listed-DL.pdf">http://invasoras.pt/wp-content/uploads/2013/09/Species-listed-DL.pdf</a>
Portugal	<a href="https://flora-on.pt/#/1crassula">https://flora-on.pt/#/1crassula</a>
Roemenië	<a href="http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/e1%20specii%20invazive%20in%20Romania.pdf">http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/e1%20specii%20invazive%20in%20Romania.pdf</a>
Roemenië	<a href="http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/e2%20specii%20invazive%20in%20Romania.pdf">http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/e2%20specii%20invazive%20in%20Romania.pdf</a>
Roemenië	<a href="http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/f%20specii%20adv%20noi%20in%20flora%20Romani%20ei.pdf">http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/f%20specii%20adv%20noi%20in%20flora%20Romani%20ei.pdf</a>
Roemenië	<a href="http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/Sinteza_rezultatelor_2011.pdf">http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/Sinteza_rezultatelor_2011.pdf</a>
Roemenië	<a href="http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/Studiu_bibliografic_asupra_plantelor_adventive_din_Moldova.pdf">http://www.uaiasi.ro/CNCSIS/Plante_adventive/files/Studiu_bibliografic_asupra_plantelor_adventive_din_Moldova.pdf</a>
Rusland	<a href="http://biodat.ru/db/intro/plant_e.htm">http://biodat.ru/db/intro/plant_e.htm</a>
Rusland	<a href="https://www.aqvium.ru/vidy-rastenij/stvolovye-rasteniya/tolstyanka-helmsa">https://www.aqvium.ru/vidy-rastenij/stvolovye-rasteniya/tolstyanka-helmsa</a>
Servië	<a href="http://iasv.db.e.pmf.uns.ac.rs/index.php?strana=baza">http://iasv.db.e.pmf.uns.ac.rs/index.php?strana=baza</a>
Slovenië	
Slowakije	<a href="http://maps.soprs.sk/mapy/invazky/map.html">http://maps.soprs.sk/mapy/invazky/map.html</a>
Slowakije	<a href="http://www.soprs.sk/invazne-web/">http://www.soprs.sk/invazne-web/</a>
Slowakije	<a href="https://pdfs.semanticscholar.org/1e51/1073b839d3c6b50311bcb17cebb6366d89d6.pdf">https://pdfs.semanticscholar.org/1e51/1073b839d3c6b50311bcb17cebb6366d89d6.pdf</a>
Spanje	<a href="https://w3.ual.es/personal/edana/alienplants/checklist.pdf">https://w3.ual.es/personal/edana/alienplants/checklist.pdf</a>
Spanje	<a href="https://www.aragon.es/documents/20127/674325/capdevilla.pdf/5947bd6b-f619-23d1-54a7-2d36104b5127">https://www.aragon.es/documents/20127/674325/capdevilla.pdf/5947bd6b-f619-23d1-54a7-2d36104b5127</a>
Spanje	<a href="https://www.aragon.es/documents/20127/674325/FLORA_ACUATICA.pdf/64be8895-3842-daa1-4b2b-d99d0ae530a5">https://www.aragon.es/documents/20127/674325/FLORA_ACUATICA.pdf/64be8895-3842-daa1-4b2b-d99d0ae530a5</a>
Spanje	<a href="https://www.aragon.es/documents/20127/674325/LIBRO_ESPECIES_EXOTICAS_INVASORAS.pdf/8550acea-2684-21e9-f37c-b989713eac7e">https://www.aragon.es/documents/20127/674325/LIBRO_ESPECIES_EXOTICAS_INVASORAS.pdf/8550acea-2684-21e9-f37c-b989713eac7e</a>
Spanje	<a href="https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/RD_630_2013_Catalogo_spp_exoticas_invasoras_tcm30-77362.pdf">https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/RD_630_2013_Catalogo_spp_exoticas_invasoras_tcm30-77362.pdf</a>
Spanje	<a href="https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/Crassula_helmsii_2013_tcm30-69822.pdf">https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/Crassula_helmsii_2013_tcm30-69822.pdf</a>
Spanje	<a href="https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/crassulahelmsiikirkcockayne_tcm30-439570.pdf">https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/crassulahelmsiikirkcockayne_tcm30-439570.pdf</a>
Spanje	<a href="https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/red-parques-nacionales/Plan%20de%20control%20y%20eliminaci%C3%B3n%20de%20especies%20vegetales%20invasoras%20dunas_tcm30-169318.pdf">https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/red-parques-nacionales/Plan%20de%20control%20y%20eliminaci%C3%B3n%20de%20especies%20vegetales%20invasoras%20dunas_tcm30-169318.pdf</a>
Tsjechie	<a href="http://invaznidruhy.nature.cz/caste-invazni-druhy-v-cr/">http://invaznidruhy.nature.cz/caste-invazni-druhy-v-cr/</a>
Tsjechie	<a href="http://invaznidruhy.nature.cz/caste-invazni-druhy-v-cr/invazni-rostliny/">http://invaznidruhy.nature.cz/caste-invazni-druhy-v-cr/invazni-rostliny/</a>
Tsjechie	<a href="http://invaznidruhy.nature.cz/legislativa/narodni/zakon-c-326-2004-sb/">http://invaznidruhy.nature.cz/legislativa/narodni/zakon-c-326-2004-sb/</a>
Tsjechie	<a href="http://invaznidruhy.nature.cz/res/archive/156/020384.pdf?seek=1395304558">http://invaznidruhy.nature.cz/res/archive/156/020384.pdf?seek=1395304558</a>
Tsjechie	<a href="http://www.ibot.cas.cz/invasions/pdf/Pergl%20et%20al.-Black,%20Grey%20and%20Watch%20Lists%20of%20alien%20species%20in%20the%20Czech%20Republic_NeoBiot2016.pdf">http://www.ibot.cas.cz/invasions/pdf/Pergl%20et%20al.-Black,%20Grey%20and%20Watch%20Lists%20of%20alien%20species%20in%20the%20Czech%20Republic_NeoBiot2016.pdf</a>
Tsjechie	<a href="http://www.preslia.cz/P122Pysek.pdf">http://www.preslia.cz/P122Pysek.pdf</a>
Tsjechie	<a href="https://portal.nature.cz/kartydruhu/">https://portal.nature.cz/kartydruhu/</a>
Verenigd Koninkrijk	<a href="http://www.nonnativespecies.org">http://www.nonnativespecies.org</a>
Verenigd Koninkrijk	<a href="http://www.nonnativespecies.org/factsheet/factsheet.cfm?speciesId=1017">http://www.nonnativespecies.org/factsheet/factsheet.cfm?speciesId=1017</a>
Verenigd Koninkrijk	<a href="https://www.brc.ac.uk/plantatlas/plant/crassula-helmsii">https://www.brc.ac.uk/plantatlas/plant/crassula-helmsii</a>
Zweden	<a href="https://www.artportalen.se/">https://www.artportalen.se/</a>
Zweden	<a href="https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/arter-och-naturtyper/sydfyring-vattenkrassula.html">https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/arter/arter-och-naturtyper/sydfyring-vattenkrassula.html</a>
Zwitserland	<a href="https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20062651/index.html">https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20062651/index.html</a>
Zwitserland	<a href="https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20062651/index.html#app2ahref2">https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20062651/index.html#app2ahref2</a>
Zwitserland	<a href="https://www.efbs.admin.ch/inhalte/dokumentation/Publikationen/Broschuere_Invasive_Pflanzen.pdf">https://www.efbs.admin.ch/inhalte/dokumentation/Publikationen/Broschuere_Invasive_Pflanzen.pdf</a>
Zwitserland	<a href="https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/inva_cras_hel_d.pdf">https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/inva_cras_hel_d.pdf</a>
Zwitserland	<a href="https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/neophyten_diverses/Schwarze%20Liste_Watch%20Liste_2014.pdf">https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/neophyten/neophyten_diverses/Schwarze%20Liste_Watch%20Liste_2014.pdf</a>
Zwitserland	<a href="https://www.infoflora.ch/de/flora/crassula-helmsii.html#info">https://www.infoflora.ch/de/flora/crassula-helmsii.html#info</a>
Canada	<a href="http://www.natureconservancy.ca/en/what-we-do/resource-centre/invasive-species/">http://www.natureconservancy.ca/en/what-we-do/resource-centre/invasive-species/</a>
Canada	<a href="https://www.inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/invasive-plants/factsheets/eng/1331614724083/1331614823132">https://www.inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/invasive-plants/factsheets/eng/1331614724083/1331614823132</a>
Canada	<a href="https://www.inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/invasive-plants/eng/1306601411551/1306601522570">https://www.inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/invasive-plants/eng/1306601411551/1306601522570</a>
V.S.	<a href="https://www.fws.gov/fisheries/ANS/erss/highrisk/ERSS-Crassula-helmsii-FINAL.pdf">https://www.fws.gov/fisheries/ANS/erss/highrisk/ERSS-Crassula-helmsii-FINAL.pdf</a>
Zuid Afrika	<a href="https://www.inaturalist.org/observations/11287010">https://www.inaturalist.org/observations/11287010</a>
Australië	<a href="https://bie.ala.org.au/species/https://id.biodiversity.org.au/node/apni/2902057">https://bie.ala.org.au/species/https://id.biodiversity.org.au/node/apni/2902057</a>
Nieuw Zeeland	<a href="http://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Crassula-helmsii.html">http://www.nzflora.info/factsheet/Taxon/Crassula-helmsii.html</a>

Nieuw Zeeland	<a href="http://www.nzpcn.org.nz/flora_details.aspx?ID=248">http://www.nzpcn.org.nz/flora_details.aspx?ID=248</a>
Nieuw Zeeland	<a href="http://www.nzpcn.org.nz/plant_distribution_results.aspx?Species_Name=Crassula+helmsii">http://www.nzpcn.org.nz/plant_distribution_results.aspx?Species_Name=Crassula+helmsii</a>

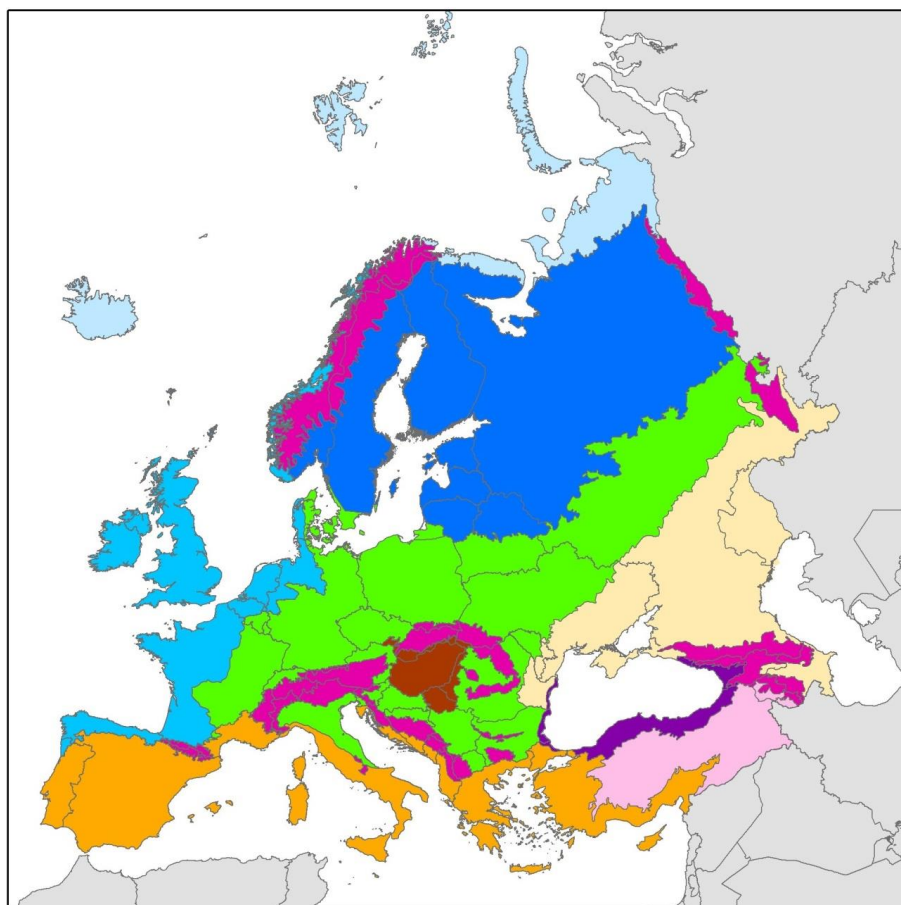
## Bijlage 2. Plantengemeenschappen waarin *Watercrassula* in Nederland is aangetroffen.

syntaxon	aantal opnamen
<b>1 Eendekroos-klasse (<i>Lemnetea minoris</i>)</b>	
<i>1RG02 Rompgemeenschap <i>Lemna trisulca</i>-[<i>Lemnion trisulcae</i>]</i>	1
<b>4 Kranswieren-klasse (<i>Charetea fragilis</i>)</b>	
<b>4BB CHARION VULGARIS</b>	
4BB01 Charetum vulgaris	1
<b>4CA CHARION CANESCENTIS</b>	
4CA01 Charetum canescentis	1
<b>5 Fonteinkruid-klasse (<i>Potametea</i>)</b>	
<b>5BA NYMPHAEION</b>	
5BA04 Potameto-Nymphoidetum	1
<b>5BB HYDROCHARITION MORSUS_RANAE</b>	
5BB01 Stratiotetum	2
<b>5BC PARVOPOTAMION</b>	
5BC01 Potametum berchtoldii	1
<b>5CA RANUNCULION PELTATI</b>	
5CA03 Callitricho-Myriophylletum alterniflori	1
5CA04 Callitricho hamulatae-Ranunculetum fluitantis	1
<i>5RG01 Rompgemeenschap <i>Myriophyllum spicatum</i>-[<i>Potametea</i>]</i>	2
<i>5RG04 Rompgemeenschap <i>Ceratophyllum demersum</i>-[<i>Nupharo-Potametalia</i>]</i>	1
<i>5RG08 Rompgemeenschap <i>Callitriche platycarpa</i>-[<i>Callitricho-Potametalia</i>]</i>	1
<b>6 Oeverkruid-klasse (<i>Littorelletea</i>)</b>	
<b>6AA LITTORELLION UNIFLORAE</b>	
6AA01A Isoeto-Lobelietum isoetetosum	3
<b>6AC HYDROCOTYLO-BALDELLION</b>	
6AC01 Pilularietum globuliferae	8
6AC02 Scirpetum fluitantis	4
6AC03 Eleocharitetum multicaulis	3
<b>6AD ELEOCHARITION ACICULARIS</b>	
6AD01 Littorello-Eleocharitetum acicularis	14
<b>8 Riet-klasse (<i>Phragmitetea</i>)</b>	
<b>8AA SPARGANIO-GLYCERION</b>	
8AA01 Eleocharito palustris-Hippuridetum	1
<b>8AB OENANTHION AQUATCAE</b>	
8AB02 Sagittario-Sparganietum	3
<b>8BB PHRAGMITION AUSTRALIS</b>	
8BB01B Scirpetum lacustris rumicetosum	1
8BB04A Typho-Phragmitetum typhetosum angustifoliae	2
8BB04B Typho-Phragmitetum calthetosum	1
8BB04C Typho-Phragmitetum typicum	3
<b>9 Klasse der kleine zegge (<i>Parvocaricetea</i>)</b>	
<i>9RG02 Rompgemeenschap <i>Carex nigra</i>-<i>Agrostis canina</i>-[<i>Caricion nigrae</i>]</i>	1
<b>16 Klasse der matig voedselrijke graslanden (<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>)</b>	
<b>16AB CALTHION PALUSTRIS</b>	
16AB01 Crepido-Juncetum acutiflori	2
<i>16RG04 Rompgemeenschap <i>Juncus effusus</i>-[<i>Molinietalia/Lolio-Potentillion</i>]</i>	4
<b>19 Klasse der heischrale graslanden (<i>Nardetea</i>)</b>	
<b>19AA NARDO-GALION SAXATILIS</b>	
19AA02 Gentiano pneumonanthes-Nardetum	1
<b>26 Zeeaster-klasse (<i>Asteretea tripolii</i>)</b>	
<i>26RG02 Rompgemeenschap <i>Agrostis stolonifera</i>-<i>Glaux maritima</i>-[<i>Asteretea tripolii</i>]</i>	1
<b>28 Dwergbiezen-klasse (<i>Isoeto-nanojuncetea</i>)</b>	
<b>28AA NANOCYPERION FLAVESCENTIS</b>	
28AA01A Cicendietum filiformis centunculetosum	3
28AA01B Cicendietum filiformis juncetosum	20

28AA02B Isolepido-Stellarietum cardaminetosum	1
28AA04A Digitario-Illecebretum digitarietosum	2
28AA04B Digitario-Illecebretum peplidetosum	2
<b>29 Tandzaad-klasse (Bidentetea tripartie)</b>	
<b>29AA BIDENTION TRIPARTITAE</b>	
29AA01 Polygono-Bidentetum	4
29AA02A Rumicetum maritimi typicum	1
29AA02B Rumicetum maritimi chenopodietosum	1
29AA03A Chenopodietum rubri spergularietosum	1
29AA04 Eleocharito acicularis-Limoselletum	12
<b>32 Klasse der natte strooiselruigten (Convolvulo-Filipenduletea)</b>	
32RG07 Rompgemeenschap Pulicaria dysenterica	1
<b>36 Klasse der wilgenbroekstruwelen (Franguletea)</b>	
<b>36AA SALICION CINEREA</b>	
36AA02A Salicetum cinereae calamagrostietosum canescentis	1
36AA02B Salicetum cinereae typicum	1



### Bijlage 3a. Biogeografische regio's in Europa.



**Biogeografische regio's in Europa**

	Alpiene		Continentale
	Anatolische		Macaronesische
	Arctische		Mediterrane
	Atlantische		Pannonische
	Zwarte Zee		Steppe
	Boreale		Buiten Europa

### Bijlage 3b. Biogeografische regio's in Europa.

Verbreiding *Watercrassula* binnen Europa. xxx: wijd verspreid; xx: lokaal verspreid; x: weinig geïsoleerde groeiplaatsen; ?: soort kan zich mogelijk in de toekomst in (delen van) het land vestigen. Per land is het oppervlak (%) van een bepaalde regio aangegeven.

		Alpine	Anatolian	Arctic	Atlantic	BlackSea	Boreal	Continental	Macaronesia	Mediterranean	Pannonian	Steppic	Outside
<b>Europa EU</b>													
België	xxx				61			39					
Bulgarije	?	16				7		78		0		0	
Cyprus										100			
Denemarken	x				31			69					
Duitsland	xx	1			20			79					
Estland							100						
Finland		5					95						
Frankrijk	xx	6			49			34		12			
Griekenland		0						0		100			
Hongarije		0						0			100		
Ierland	xx				100								
Italië	?	17						29		54			
Kroatië		15						55		30	0		
Letland							100						
Litouwen							100	0					
Luxemburg								100					
Malta										100			
Nederland	xxx				100			0					
Oostenrijk	x	63						37			0		
Polen		3					0	97					
Portugal	?				5				3	91			
Roemenië		21				2		56			6	16	
Slovenië	?	38						62		0	0		
Slowakije		71						0			29		
Spanje	x	2			11				1	86			0
Tsjechië		0						96			4		
Verenigd Koninkrijk	xxx				100								
Zweden		19					77	4					
<b>Europa geen EU</b>													
Noorwegen	?	59		1	23		17						
Rusland		2		4		0	18	7				8	62
Servië	?	5						70			25		
Zwitserland		59						41					
Noord Macedonië		47						53		0			
Oekraïne		4				0		54			0	41	
Liechtenstein		100											

## Bijlage 4. Natura 2000-gebieden in Nederland waarin *Watercrassula* is aangetroffen.

Provincie	Natura 2000-gebied	Aantal wrn. NDFP
<b>Drenthe</b>	Dwingelderveld	1
<b>Fryslân</b>	Duinen Ameland	1
	Duinen Terschelling	6
	IJsselmeer	26
<b>Gelderland</b>	De Bruuk	1
	Korenburgerveen	180
	Landgoederen Brummen	256
	Veluwe	51
<b>Groningen</b>	Leekstermeergebied	1
<b>Limburg</b>	Geuldal	6
	Groote Peel	1
	Maasduinen	26
	Sarsven en De Banen	3
	Weerter- en Budelerbergen & Ringselven	1
<b>Noord-Brabant</b>	Brabantse Wal	63
	Kampina & Oisterwijkse Vennen	3
	Kempenland-West	192
	Krammer-Volkerak	76
	Langstraat	19
	Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux	407
	Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen	64
	Regte Heide & Riels Laag	1
	Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek	10
<b>Noord-Holland</b>	IJsselmeer	5
	Kennemerland-Zuid	1
	Naardermeer	6
	Noordhollands Duinreservaat	7
<b>Overijssel</b>	Aamsveen	1
	Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek	6
	Landgoederen Oldenzaal	6
	Rijntakken	4
<b>Utrecht</b>	Oostelijke Vechtplassen	2
<b>Zeeland</b>	Grevelingen	2
	Groote Gat	1
	Kop van Schouwen	175
	Krammer-Volkerak	27
	Manteling van Walcheren	11
	Oosterschelde	2
<b>Zuid-Holland</b>	Duinen Goeree & Kwade Hoek	7
	Krammer-Volkerak	74
	Meijendel & Berkheide	4
	Nieuwkoopse Plassen & De Haeck	1
	Voornes Duin	17



## Bijlage 5. Overzicht Ecosysteemdiensten (BISE 2020).

Section	Division	Group	Class	
Provisioning	Nutrition	Biomass	Cultivated crops	
			Reared animals and their outputs	
			Wild plants, algae and their outputs	
			Wild animals and their outputs	
			Plants and algae from <i>in-situ</i> aquaculture	
			Animals from <i>in-situ</i> aquaculture	
	Water	Surface water for drinking		
		Ground water for drinking		
	Materials	Biomass	Fibres and other materials from plants, algae and animals for direct use or processing	
			Materials from plants, algae and animals for agricultural use	
Genetic materials from all biota				
Water		Surface water for non-drinking purposes		
	Ground water for non-drinking purposes			
Energy	Biomass-based energy sources	Plant-based resources		
	Mechanical energy	Animal-based resources		
Regulation & Maintenance	Mediation of waste, toxics and other nuisances	Mediation by biota	Bio-remediation by micro-organisms, algae, plants, and animals	
			Bio-chemical detoxification / decomposition / mineralisation in land / soil, freshwater and marine systems including sediments; decomposition / detoxification of waste and toxic materials (phyto)degradation, (rhizo)degradation.	
		Mediation by ecosystems	Filtration/	
			sequestration/	
			storage/accumulation by ecosystems	
			Dilution by atmosphere, freshwater and marine ecosystems	
	Mediation of flows	Mediation of smell/noise/visual impacts		
	Mediation of flows	Mass flows	Mass stabilisation and control of erosion rates	
		Liquid flows	Buffering and attenuation of mass flows	
		Gaseous / air flows	Hydrological cycle and water flow maintenance	
	Maintenance of physical, chemical, biological conditions	Lifecycle maintenance,	Storm protection	
			Ventilation and transpiration	
		Pest and disease control	Pollination and seed dispersal	
			Maintaining nursery populations and habitats	
		Soil formation and composition	Pest control	
			Disease control	
		Water conditions	Weathering processes	
			Decomposition and fixing processes	
		Atmospheric composition and climate regulation	Chemical condition of freshwaters	
			Chemical condition of salt waters	
	Cultural	Physical and intellectual interactions with biota, ecosystems, and land-/seascapes [environmental settings]	Physical and experiential interactions	Global climate regulation by reduction of greenhouse gas concentrations
				Micro and regional climate regulation
			Intellectual and representational interactions	Experiential use of plants, animals and land-/seascapes in different environmental settings
Physical use of land-/seascapes in different environmental settings				
Scientific				
Educational				
Spiritual, symbolic and other interactions with biota, ecosystems, and land-/seascapes [environmental settings]		Spiritual and/or emblematic	Heritage, cultural	
			Entertainment	
		Other cultural outputs	Aesthetic	
			Symbolic	
	Sacred and/or religious			
	Existence			
	Bequest			

## **FLORON**

Natuurplaza  
Toernooiveld 1 - 6525 ED Nijmegen  
Postbus 9010 - 6500 GL Nijmegen

T: 024 - 7 410 660 (alg.)  
[www.floron.nl](http://www.floron.nl)

