

# VLOTTENDE WATERRANONKEL, EEN TOEKOMST IN DE GRENSMAAS?

## PROJECT WATERPLANTEN GRENSMAAS 1991 EN 1992

Michelle de la Haye, Adviesbureau "AquaSense", Postbus 95125, 1090 HC Amsterdam

Hugo Coops, RIZA, Postbus 17, 8200 AA Lelystad

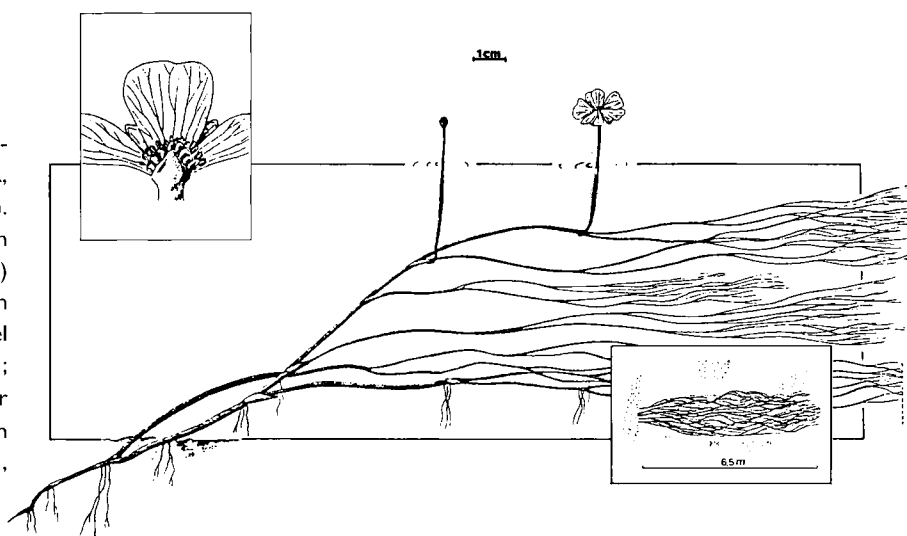
Stan Kerkhofs, RIZA, Postbus 9072, 6800 ED Arnhem

In opdracht van de Provincie Limburg is door Bureau Stroming voor de Maas van Eijsden tot Kessel het natuurontwikkelingsplan 'Toekomst voor een grindrivier' ontworpen (HELMER *et al.*, 1991). In dit plan worden voorstellen gedaan hoe de Provincie Limburg op ecologisch verantwoorde wijze de aan de staat verplichte grind-obligaties kan voldoen. Als de ontgrindingen daadwerkelijk op de voorgestelde wijze worden uitgevoerd zal in en rond de Maas de ontwikkeling van de natuurlijke flora en fauna meer kansen krijgen. In de Grensmaas, de ongestuwde Maas tussen Borgharen en Stevensweert, worden door middel van stroombedverbredingen en weerdverlagingen de natuurlijke processen gereactiveerd die bijdragen aan de vorming van grindbanken, nevengeulen en eilanden. Hiermee worden habitats verbeterd en geschapen die plante- en diersoorten die nu zeldzaam of afwezig zijn meer kansen geven. Een plant die we na de herinrichting mogen verwachten is de Vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans* Lamk.). In samenhang met de te verwachten natuurlijke ontwikkelingen door uitvoering van het natuurontwikkelingsplan wordt door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) onderzoek gedaan in de Grensmaas. Door de projectgroep Ecologisch Herstel Maas (EHM), een samenwerkingverband tussen het RIZA en de Directie Limburg van Rijkswaterstaat, wordt via onderzoek getracht te voorspellen wat de hydrologische, morfologische en ecologische gevolgen van de uitvoering van het natuurontwikkelingsplan zullen zijn. Tevens wordt de huidige (nul)situatie vastgelegd (BOTTERWEG & SILVA, 1992).

FIGUUR 1.  
Groeivorm van  
Vlottende  
waterranonkel in  
stromend water  
(naar DETHIOUX,  
1989).

### VLOTTENDE WATERRANONKEL EN HAAR MILIEU

Vlottende waterranonkel is een ondergedoken waterplant zonder drijfbladeren (ARBER, 1920; ETTL *et al.*, 1981; WEEDA *et al.*, 1985). Ze wordt oorspronkelijk aangetroffen in matig tot snelstromende (0,25 - 0,9 m/sec.) heldere oligo- tot mesotrofe rivieren, op een diepte van 30 - 90 cm onder de waterspiegel (HASLAM, 1978; BONNARD & MICHON, 1981; DETHIOUX, 1982). De soort is recent echter ook aangetroffen in voedselrijkere systemen (ETTL *et al.*, 1981; VANDER BORGHTE *et al.*,



1982) en kan blijkbaar enige verontreiniging verdragen, zolang het water relatief helder blijft (WHITTON, 1975). De plant kan slecht tegen beschaduwing (COOK, 1966; DAWSON, 1979; VANDER BORGHET *et al.*, 1982); ook wanneer ze bedekt raakt met slib kan ze afsterven (PURSEGLOVE, 1988).

Vlottende waterranonkel is een waterplant die goed is aangepast aan het leven in langzaam tot snel stromende rivieren met een middenloopkarakter met een grof, instabiel substraat en wisselingen in afvoer (BUTCHER, 1933; HASLAM, 1978). De sterk gevorkte bladeren zijn goed gestroomlijnd (figuur 1). De planten wortelen niet diep, tot 15 cm, maar het wortelstelsel is sterk vertakt (HASLAM, 1978). Aan tegen de bodem groeiende stengels kunnen eveneens wortels gevormd worden. Bij grote afvoeren kunnen de bovengrondse delen van de plant afgerukt worden. Het achterblijvende wortelstelsel kan opnieuw uitlopen. De planten hebben een relatief hoge groeisnelheid, mogelijk een aanpassing aan het oplopen van beschadiging in turbulent water (HASLAM, 1978). Losdrijvende delen van planten, ontstaan door bijv. maaien of een tijdelijke hoge afvoer, kunnen zich enkele maanden handhaven zonder veel te groeien. Meteen nadat ze vastgehecht zijn beginnen de planten te groeien (HASLAM, 1978).

Door de grote lengte die de planten kunnen krijgen, tot 6,5 meter, zijn ze flexibel ten opzichte van schommelingen in de waterstand, ook tijdelijke droogligging kunnen ze overleven mits het substraat waarin de wortels groeien nat blijft (HASLAM, 1978).

In het milieu waarin de planten meestal worden aangetroffen komen ze niet vaak tot vruchtzetting. Door het optreden van schommelingen in de waterstand worden de bloemen onder water getrokken, waardoor ze niet door insecten (SCULTHORPE, 1967) bestoven kunnen worden. De vegetatieve voortplanting geschiedt met winterknoppen (turionen) en stekken (ETTL *et al.*, 1981).

Over de gevoeligheid van Vlottende waterranonkel voor giftige stoffen is weinig bekend. In vergelijking met andere waterplanten is Vlottende waterranonkel niet erg gevoelig voor blootstelling aan verhoogde ammoniak ( $\text{NH}_4^+$ )-concentraties (GLÄNZER *et al.*, 1977; DETHIOUX, 1982). Indirect kan een toename van de concentratie voedingsstoffen via een afname van de helderheid, door o.a. een toename van de algengroei, een negatief effect op de planten hebben (WESTLAKE, 1973; WHITTON, 1975).

## HET ONDERZOEK

### VOORONDERZOEK IN 1991

In 1991 zijn groei- en overlevingsproeven gedaan met Vlottende waterranonkel in een doorstroomopstelling met Maaswater (DE LA HAYE, 1992). Eén van de conclusies van dit onderzoek was dat de planten kunnen overleven en groeien in Maaswater bij een constante waterdiepte van  $\pm 25$  cm. Op basis van de experimenten kan gezegd worden dat het ontbreken van waterplanten in de Grensmaas niet op de eerste plaats aan de slechte waterkwaliteit ligt. De groei van nieuwe scheuten was in de controle-opstelling, met leidingwater en verdund Maaswater, sterker dan in onverdund Maaswater. Het regelmatig verwijderen van slib- en algenaangroei van de planten in Maaswater gaf een toename van nieuwe scheuten te zien ten opzichte van onbehandelde planten. De overleving van de planten in de controle-opstelling was 100%. In de doorstroomopstelling met onverdund Maaswater was de overleving het hoogst in de bak waar algen en slib van de planten verwijderd werden, namelijk 93% van de ingezette planten. In de twee onbehandelde bakken overleefde 67 en 83% van de planten.

### ONDERZOEK IN 1992

De Maas wordt gevoed door regenwater. Over het algemeen resulteert dit in lage afvoeren in de zomer en hoge afvoeren in de winter. Naast deze seizoensschommelingen komen in de Grensmaas dagelijkse fluctuaties in afvoer voor als gevolg van de waterkrachtcentrale in Lixhe (B). Bij het huidige nauwe en relatief diepe stroombed kan dit leiden tot grote verschillen in waterstand en stroomsnelheid. Deze factoren kunnen belangrijk zijn voor het voorkomen van Vlottende waterranonkel in de Grensmaas.

Bij de experimenten in 1992, uitgevoerd in de sluis naast de stuw te Borgharen, is onderzocht of waterstandsfluctuaties invloed hebben op de overleving, de groei en de kieming van Vlottende waterranonkel, gegeven de huidige waterkwaliteit van de Maas. In de doorstroomopstelling op meetstation Eijsden zijn bij een constante waterstand van 25 cm dezelfde proeven uitgevoerd als controle van de experimenten met wisselende waterstanden in de sluis. Bij de kiemprouven is tevens getest of het type substraat van in-

vloed is op de kieming van zaden van Vlottende waterranonkel.

Daarnaast is het voorkomen van Vlottende waterranonkel in zijrivierviertjes en zijbeken van de Maas geïnventariseerd. Dit kan van belang zijn om te bepalen in hoeverre natuurlijke kolonisatie van de planten in de Grensmaas verwacht kan worden. Voor de resultaten van de kiemprouven en de inventarisatie wordt verwezen naar DE LA HAYE (1993).

## MATERIAAL EN METHODEN

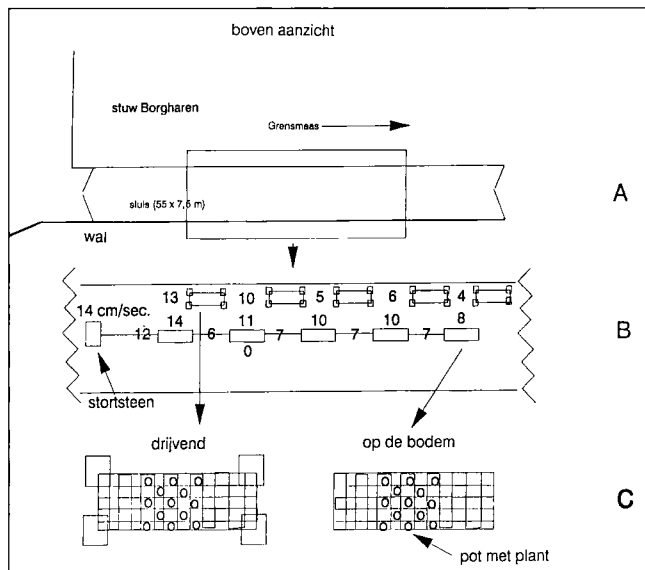
### PROEVEN MET WISSELLENDE WATERSTANDEN

De sluis (7,5 m breed x 55 m lang x 6,5 m diep) naast de stuw van Borgharen is gebruikt voor de semi-veldexperimenten met wisselende waterstanden. Door het openen en sluiten van de in- en uitlaten van de boven- en onderdeur kan het waterpeil in de sluis tot op zekere hoogte geregeld worden.

Van betonijzermatten (1 m x 2,5 m; maaswijdte 15 cm; draaddikte 7 mm) zijn 5 drijvende en 5 op de bodem verankerde proefopstellingen geconstrueerd. In de drijvende opstelling stonden de planten  $\pm 50$  cm onder de waterspiegel. Van de drijvende en verankerde opstellingen zijn er acht gebruikt voor proeven met de hele plant en twee voor kiemprouven met de zaden (voor meer details zie DE LA HAYE, 1993). In figuur 2 is op schematische wijze de opstelling in sluis Borgharen weergegeven.

Het plantenmateriaal was afkomstig uit de Voer, een zijbeek van de Maas. De scheuten, van  $\pm 45$  cm lang, zijn gekoeld vervoerd en in potten geplaatst met een mengsel van 50% kiezel ( $\phi 0,6 - 2,0$  cm) en 50% grind ( $\phi 2,0 - 5,0$  cm). Na de start van de proeven zouden de planten eerst gedurende 2 maanden acclimatiseren op een constante waterdiepte van 50 cm. Na deze periode van acclimatiseren zou een hoogwatergolf gesimuleerd worden door de sluis voor een periode van 2-6 dagen gedeeltelijk vol te laten lopen. De duur van de hoogwatergolf is gebaseerd op waterstandgegevens van 1991 van Borgharen (bron: dataset Stuw Borgharen).

Eens per maand werd de plantlengte en het aantal bladeren van de planten bepaald. De plantlengte is gemeten vanaf het substraatoppervlak tot het bovenste blad van de plant. Bij een waterstand van 50 cm werden op 23



FIGUUR 2. Schematische weergave van de proefopstelling in sluis Borgharen.

A. bovenaanzicht sluis  
 B. overzicht opstellingen met stroomsnelheden gemeten voor, achter en naast de opstellingen  
 C. detail van de opstelling met links de drijvende en rechts de verankerde opstelling.

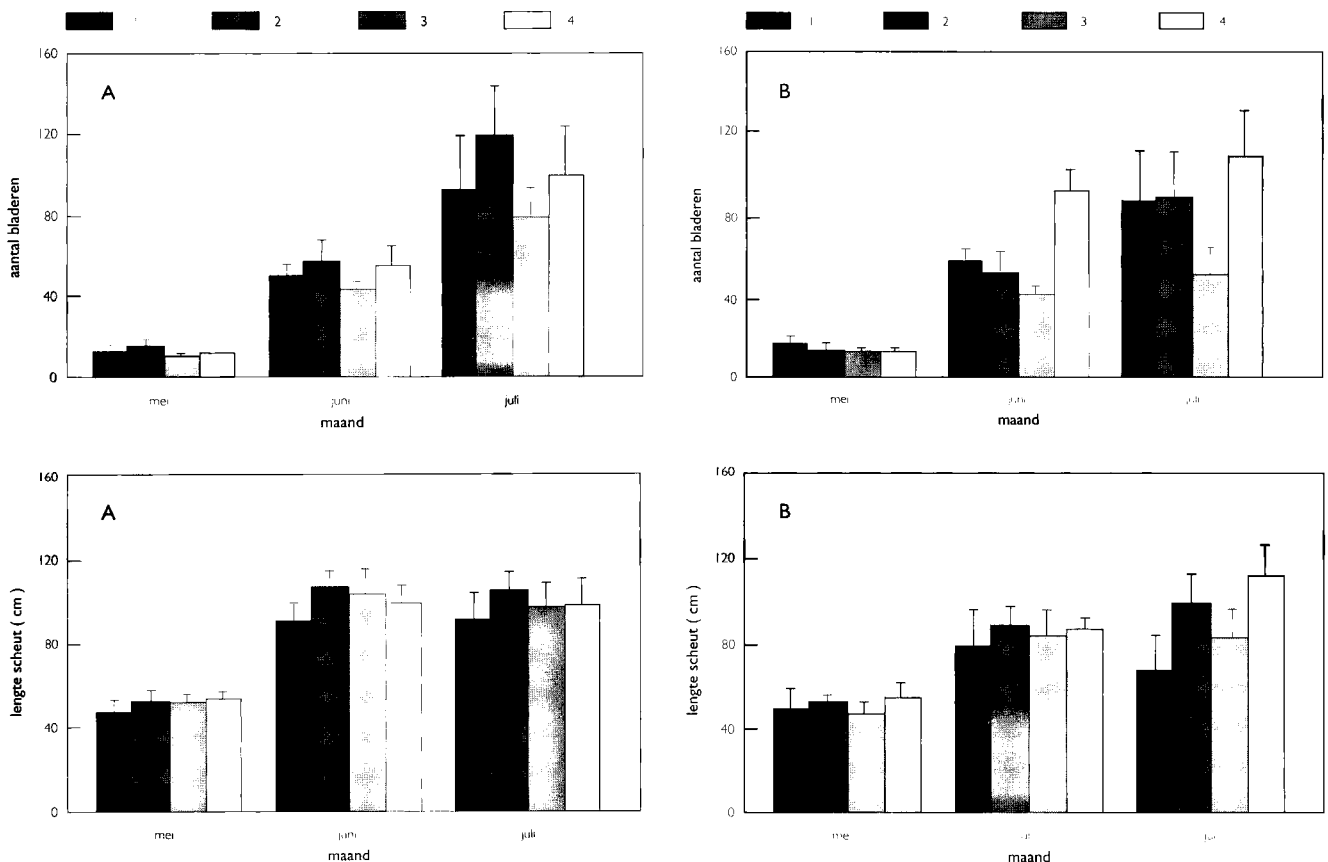
## PROEVEN MET EEN CONSTATE WATERSTAND EN BESCHADUWING

De doorstroomopstelling op het dak van meetstation Eijsden was hetzelfde als de opstelling die in 1991 gebruikt werd (zie ook DE LA HAYE, 1992). Voor het verkrijgen van een meer gelijkmatige afvoer was alleen de waterafvoer verbreed. Voor de proeven met Vlottende watteranonkel werden 4 polyethen bakken gebruikt (inhoud 300 l). De doorstroming van het Maaswater bedroeg  $\pm 1000$  l/uur; het Maaswater in de bakken werd ieder uur  $\pm 3$  maal ververs. De stroomsnelheid in de bakken bedroeg 4-6 cm/seconde. In iedere bak werden 13 potten met elk één plant geplaatst, 25 cm onder het wateroppervlak. De planten werden  $\pm 3$  x per week van algen en slib ontdaan.

Gedurende de proefperiode werd eens per maand de plantlengte en het aantal bladeren bepaald. Bij de proefinzet, eind mei, was de gemiddelde plantlengte 44 cm en iedere plant had gemiddeld 10 bladeren.

juni met een Ott molen (type Z210) de stroomsnelheden voor, achter en naast de proefopstellingen gemeten (figuur 2). Voor het verkrijgen van de stroomsnelheden boven de proefopstellingen zijn de stroomsnel-

heidsmetingen van voor en achter de proefopstellingen lineair geïnterpoleerd. Bij de start van de proef eind mei was de gemiddelde plantlengte 51 cm ( $n = 52$ ) en hadden de planten gemiddeld 13 bladeren.



FIGUUR 3. Groei planten in de opstellingen met wisselende waterstanden in sluis Borgharen van mei tot en met juli. Gemiddeld aantal bladeren en de gemiddelde lengte van de scheut (cm)  $\pm 2SE$  in a. de verankerde en b. de drijvende opstelling (1 t/m 4 zijn de opeenvolgende opstellingen in de sluis).

Eind september zijn alle planten ( $n = 52$ ) na de meting *at random* over de 4 bakken verdeeld. Twee van de 4 bakken werden gedurende 4 dagen afgedekt met zwart landbouwplastic (26 t/m 29 september 1992) om beschaduwingseffecten te simuleren. Tijdens de verduistering werd enkele malen de watertemperatuur van alle bakken gemeten. Ondanks het warme weer tijdens de verduisteringsproef bleef de watertemperatuur in de verduisterde bakken gelijk aan die van de niet-verduisterde bakken. Twee weken na het beëindigen van de verduisteringsproef werden de planten voor het laatst gemeten.

## STATISTISCHE VERWERKING GEGEVENS

De plantlengte en het aantal bladeren van de planten met wisselende waterstanden in sluis Borgharen en met constante waterstand in de doorstroomopstelling op meetstation Eijsden zijn in alle figuren en tabellen steeds gegeven als de gemiddelde waarde per opstelling of bak  $\pm 2 \times$  standaardfout (2SE) ( $\approx 95\%$  - betrouwbaarheidsinterval rond het gemiddelde).

Het effect van de behandelingen met wisselende waterstanden in de sluis is getoetst in een covariantie-analyse, waarbij de op 23 juni gemeten stroomsnelheden als covariaat werden beschouwd. Het vergelijken van de verduisterde en de niet-verduisterde planten is gedaan door de frequentie te bepalen van het aantal planten waarbij het aantal bladeren met 100 of meer was toegenomen. De verschillen zijn getest met een chi-kwadraat toets.

## RESULTATEN

### PROEVEN MET WISSELLENDE WATERSTANDEN

De overleving van Vlottende waterranonkel in de opstellingen met wisselende waterstanden in de sluis was 100%. In figuur 3 zijn de resultaten van de lengtegroei weergegeven van mei tot en met juli.

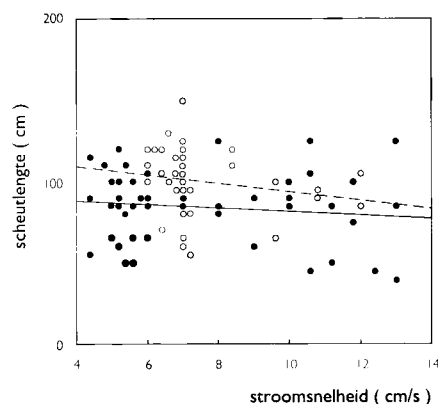
In mei bij het begin van de proef zijn de planten in de drijvende en de verankerde opstellingen gelijk. In juni is zowel bij de planten in de drijvende als in de verankerde opstellingen een duidelijke toename van de plantlengte en het aantal bladeren te zien. In juni zijn de planten in de op de bodem verankerde op-

stelling langer dan de planten in de drijvende opstelling; dit verschil in lengte is significant. Uit de ANCOVA (tabel I) blijkt dat ook de stroming een deel van het verschil in lengte tussen de planten in juni verklaart. Het aantal bladeren in juni is niet aantoonbaar verschillend tussen de planten in de drijvende en de verankerde opstelling. In juli zijn in beide opstellingen zowel de plantlengtes als de aantallen bladeren nauwelijks toegenomen (figuur 3). Door de grote spreiding binnen de behandelingen is dan geen significant effect van de behandelingen meer te vinden.

In figuur 4 is de scheutlengte in juni uitgezet tegen de stroomsnelheid. Uit deze figuur blijkt dat, vooral bij lage stroomsnelheden, de scheuten van de planten in de verankerde opstelling langer zijn. Naarmate de stroomsnelheid toeneemt neemt het verschil in scheutlengte tussen de planten in de drijvende resp. verankerde opstellingen af.

Tijdens de acclimatisatieperiode (mei-juni) zijn de planten twee keer onbedoeld aan hoogwater blootgesteld. De waterstanden van het meetpunt Borgharen-Dorp van eind mei tot half juli zijn weergegeven in figuur 5. Bij 3870 cm NAP te Borgharen-Dorp (de doorgetrokken horizontale lijn in figuur 5) staan de planten in de sluis  $\pm 50$  cm in het water. Met de korte, hoge pieken is in de figuur aangegeven wanneer de sluis vol is geweest (2x vanwege palingtrek en 2x voor het schutten van een roeiboot). De lage, lange pieken zijn de perioden met hoge afvoer van de Maas en een hogere waterstand in de sluis, van 3 tot en met 8 juni en 21 en 22 juni.

Tijdens het meten van de planten in juli waren opvallend veel bladeren (30-50%) beschadigd of geheel afgebroken. In de periode van 24 juli tot 15 augustus zijn alle bladeren

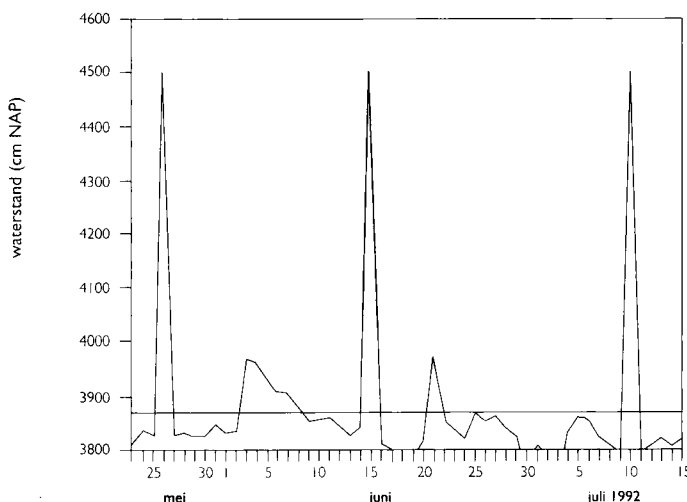


FIGUUR 4. Scheutlengte in juni van de planten in de verankerde en de drijvende opstelling met wisselende waterstanden in sluis Borgharen (open rondjes en gestippelde lijn = verankerde opstelling, gesloten rondjes en doorgetrokken lijn = drijvende opstelling).

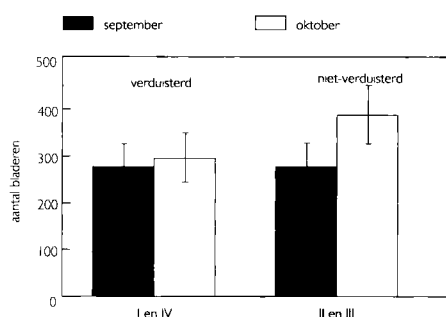
van de planten verdwenen, alleen de stengels waren gedeeltelijk nog aanwezig. Zowel in de drijvende als in de verankerde opstelling leken de bladeren heel selectief, stuk voor stuk, opgegeten. De meeste bladeren zijn verdwenen in de periode waarin de waterstand kunstmatig verhoogd was en de doorstroming in de sluis laag was.

Vraat door vogels is vrijwel uitgesloten omdat de verankerde opstelling zich 2 m onder de waterspiegel bevond. Bovendien zou het voor mogelijke planteneters zoals Meerkoeften (*Fulica atra*) en Knobbelzwanen (*Cygnus olor*) vrijwel onmogelijk zijn om uit de smalle hoge sluis te vliegen.

In één van de bakken van de doorstroomopstelling op meetstation Eijsden is nadien een proef gedaan om de mogelijke predatie van Vlottende waterranonkel door vis te onderzoeken<sup>1</sup>.



FIGUUR 5. Waterstanden bij meetpunt Borgharen-Dorp (mei-juli 1992). Bij een waterstand van 3870 cm NAP staan de planten in de sluis  $\pm 50$  cm onder water (doorgetrokken horizontale lijn).



FIGUUR 6. Gemiddeld aantal bladeren van Vlottende waterranonkel in de doorstroomopstelling met constante waterstand in Eijsden voor (september) en na (oktober) de verduisteringsproef. De bladaantallen van de verduisterde planten (uit bak I en IV) en van de niet-verduisterde planten (uit bak II en III) zijn samengevoegd.

## PROEVEN MET EEN CONSTATE WATERSTAND EN BESCHADUWING

In de doorstroomopstelling met constante waterstand was de overleving van de planten 100%. Bij de maandelijkse opname van de groei is steeds een toename van het aantal bladeren waar te nemen in alle bakken van de doorstroomopstelling.

In figuur 6 is te zien dat het gemiddelde bladaantal van de planten in september, voor de verduisteringsproef, ongeveer gelijk is. Na de verduistering is het aantal bladeren hoger bij de niet-verduisterde planten.

De planten in de verduisterde bakken hadden vlak na het verwijderen van het plastic een gelige kleur. Veel van de bladscheden waren gedeeltelijk bruin. Twee weken na het beëindigen van de verduistering werden alle planten gemeten. De stengels van de planten die 4 dagen in het donker gestaan hadden waren duidelijk donkerder en het loof bestond vrij-

wel alleen uit pas ontloken frisgroene blaadjes. De stengels van de niet-verduisterde planten waren overwegend groen; bovendien was bij de bladeren de verhouding tussen oude en jonge bladeren minder eenzijdig. Bij de verduisterde bakken I en IV leidde de verduistering alleen bij bak IV tot een afname van het aantal bladeren. In de andere 3 bakken is een toename van het aantal bladeren te zien ten opzichte van de meting voor de verduistering. Het vergelijken van het gemiddeld aantal bladeren tussen de bakken die verduisterd en niet-verduisterd zijn geweest, levert geen significant verschil op. Het aantal planten waarbij meer dan 100 bladeren erbij gekomen waren, was significant hoger bij de niet-verduisterde planten. In de verduisterde opstelling was slechts bij 15% van de planten het aantal bladeren met meer dan 100 toegenomen, bij de niet-verduisterde opstelling was dat bij 46% van de planten het geval ( $p < 0,01$ ).

## DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Gedurende de eerste weken dat Vlottende waterranonkel in de sluis stond zijn de planten, gezien de vitale groei, niet direct aan beperkende omstandigheden zoals lichtgebrek, blootgesteld. Tijdens de twee hoogwaterperioden gedurende de acclimatisatieperiode van de planten was de afvoer van de waterstand in de sluis niet mogelijk was. Tijdens deze hoogwaterperioden is de stroomsnelheid in de sluis niet hoger geweest dan 6-12 cm/s. De planten in de verankerde opstelling zijn na deze hoogwaterperioden signifi-

cant langer dan de planten in de drijvende opstelling. Blijkbaar reageert Vlottende waterranonkel op een verminderd lichtklimaat, bij lage stroomsnelheden, met lengtegroei. In de rivier zelf heeft een hoogwater echter naast een verslechtering van het lichtklimaat ook een aanzienlijke toename van de stroomsnelheid tot gevolg, waardoor planten beschadigd kunnen worden.

De lage doorstroming tijdens de kunstmatige hoogwaterperiode en de aanzienlijke hoeveelheid vis in de sluis heeft waarschijnlijk geleid tot voedselgebrek bij de vissen, wat mogelijk tot predatie van de proefplanten heeft geleid.

De stroomsnelheden in de sluis van 6-12 cm/sec. zijn in combinatie met een wisselende afvoer blijkbaar genoeg om de planten min of meer vrij van slib en algenaangroei te houden. De planten in de doorstroomopstelling met constante waterstand in Eijsden moesten 3x per week ontdaan worden van algen en slib om afsterven te voorkomen.

Omdat in het doorstroomstelsel de planten tijdens het aflezen vaak ontwortelden is uit de lengte van deze planten niets af te leiden. Vlottende waterranonkel is een plant die op elke knoop wortels kan vormen (HASLAM, 1978; DETHIUX, 1989) een eigenschap die het tijdens de experimenten moeilijk maakte de plant in één pot te houden.

Na de verduisteringsproef werden de planten in de doorstroomopstelling niet meteen gemeten, maar twee weken later, omdat buiten een kleurverschil weinig verschil tussen de verduisterde en de niet-verduisterde planten te zien was. In deze twee weken is regeneratie opgetreden bij de verduisterde planten. Desondanks was de toename van het aantal bladeren in de verduisterde opstelling geringer, zoals verwacht op basis van de gevoeligheid van Vlottende waterranonkel voor beschaduwning (COOK, 1966; DAWSON, 1979; VANDER BORGHT *et al.*, 1982). Wanneer de stroomsnelheid in de doorstroomopstelling tijdens en na de verduistering hoger was geweest waren de gele en bruine gedeelten van de planten waarschijnlijk afgebroken en weggespoeld, waardoor de regeneratie minder was geweest.

Zowel in 1991 als in 1992 was de overleving van planten in de doorstroomopstelling hoog: 93% in 1991 en 100% in 1992. Kennelijk is een stroomsnelheid van 4-6 cm/sec. te laag om aangroei van algen en ophoping van slib op de planten te voorkomen. In 1992 is, in tegenstelling tot in 1991, direct na de start van de proeven begonnen met het vrijhou-

TABEL I. ANCOVA tabel groei van Vlottende waterranonkel in de sluis voor de parameters lengte, scheut en aantal bladeren.

| datum<br>parameters                  | 26 mei<br>lengte<br>scheut | aantal<br>bladeren | 23 juni<br>lengte<br>scheut | aantal<br>bladeren | 24 juli<br>lengte<br>scheut | aantal<br>bladeren |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|
| Percentage verklaarde variantie van: |                            |                    |                             |                    |                             |                    |
| covariaat:                           |                            |                    |                             |                    |                             |                    |
| -stroomsnelheid                      | 0,7ns                      | 0,9ns              | 3,9*                        | 0,8ns              | 1,5ns                       | 0,6ns              |
| hoofdeffect:                         |                            |                    |                             |                    |                             |                    |
| -drijvend/verankerd                  | 0,1ns                      | 0,04ns             | 12,4***                     | 3,5ns              | 1,6ns                       | 3,3ns              |
| totaal verklaard                     | 0,8ns                      | 0,94ns             | 16,3***                     | 4,3ns              | 3,1ns                       | 3,9ns              |

(\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  en ns = niet significant)

den van de planten van algen en slib. Mogelijk is hierdoor de overleving in 1992 hoger dan in 1991.

De grotere lengte bij de planten in de verankerde opstelling t.o.v. de drijvende opstelling in de sluis trad alleen op bij lage stroomsnelheden. Zowel in de opstelling met wisselende waterstanden in sluis Borgharen als in de doorstroomopstelling met constante waterstand in Eijsden is alleen het schaduw effect van een hoogwaterperiode gesimuleerd en niet de daarbij van nature optredende verhoging in stroomsnelheid. Er mag verondersteld worden dat een tijdelijke vermindering van de beschikbare hoeveelheid licht een groter effect op de planten heeft als tegelijkertijd de stroomsnelheid fors toeneemt. Door de sterkere stroming zouden de planten namelijk tegen de bodem gedrukt worden, terwijl ze zich tijdens de proef in de sluis konden oprichten. Met andere woorden: de troebele waterkolom die zich boven de planten bevindt tijdens een hoge waterstand is bij hoge stroomsnelheden enkele malen groter dan bij een lage stroomsnelheid.

Op basis van het voorkomen van Vlottende wateranankel in het stroomgebied van de Maas zal kolonisatie van de planten bij aanwezigheid van geschikt habitat in de Grensmaas waarschijnlijk geen probleem vormen. Uit zaad lijkt een kolonisatie erg onwaarschijnlijk. De kieming van zaad van de planten is in Maaswater niet optimaal. Bovendien is de zaadproductie in de zijrivieren waarschijnlijk te laag. Kolonisatie zal waarschijnlijk vooral vegetatief gebeuren (DE LA HAYE, 1993). Samenvattend kan op basis van de uitgevoerde experimenten gezegd worden dat Vlottende wateranankel kan overleven en groeien bij waterstandsfluctuaties van 1-2 m. voor een periode van 2-5 dagen bij lage stroomsnelheden (6-12 cm/sec). Bovendien kunnen de planten bij lage stroomsnelheden (4-6 cm/sec) een totale verduistering van 4 dagen overleven.

#### NOOT

1. De proef werd ingezet op 9 september met 57 eerste jaars Blankvoorns (*Rutilus rutilus*); een aantal planktivore vissen: 4 eenjarige Baarzen (*Perca fluviatilis*), 3 Alvers (*Alburnus alburnus*) en een Riviergronkel (*Gobio gobio*). Nadat na één week nog nauwelijks vraat was opgetreden werden tevens 5 Rietvoorns (*Scardinius erythrophthalmus*) en 1 Brasem (*Abramis brama*) van 20-30 cm toegevoegd. Reeds na enkele dagen was duidelijk vraat te zien, vooral kleine jonge blaadjes werden afgevreten. Van de ± 300 blaadjes die de plant aan het begin van het experiment had waren op 30 september nog ± 75 blaadjes over. De vraatsporen van door vis aangevreten planten bij de proef in de doorstroomopstelling in Eijsden kwamen overeen met de vraatsporen aan de planten in de sluis (pers. observ.).

## SUMMARY

A FUTURE FOR RIVER WATER CROWFOOT (*RANUNCULUS FLUITANS* LAMK.) IN THE RIVER MEUSE?

PROJECT ON AQUATIC PLANTS 'GRENSMAAS' 1991 AND 1992

A rehabilitation plan has been designed for the river Meuse (HELMER *et al.*, 1991), including the 'Grensmaas' section, an approximately 50 km stretch of the river in its middle reaches. The development of side channels and the lowering of the floodplain levels could create and improve habitats for the flora and fauna which is characteristic for this middle section. One such species is River water crowfoot (*Ranunculus fluitans* Lamk.). So far it was unclear whether the poor water quality of the river Meuse was restrictive for this species. Experiments in a flow-through system with river water at a constant level (25 cm) showed that plants were able to survive and grow in water from the Meuse. However, both survival and growth were improved when algae and silt were removed from the plants every day (DE LA HAYE & BOTTERWEG, submitted). In the present experiments we tested whether water level fluctuations, in combination with the present water quality, limited survival, growth and germination of Water crowfoot. In addition, the occurrence of the species was studied in the catchment area of the Grensmaas, to assess the opportunities for colonisation in the river Meuse. This article presents results concerning survival and growth (for the germination tests and the inventory, see DE LA HAYE, 1993). An experiment was conducted in a disused lock in the river, where the water level could be manipulated. In this lock transplants were either floating or anchored to the lock floor.

The following conclusions could be drawn from the results:

- At low flow velocity (6-12 cm/sec.) Water crowfoot is able to survive and grow at water level fluctuations of 1-2 meters for a period of 2-5 days.
- Water crowfoot can survive a period of four days of total darkness at low flow velocity (4-6 cm/sec.).
- Based on the occurrence of Water crowfoot in the catchment area of the Grensmaas, colonisation from this area seems

likely when suitable habitats become available. Colonisation will probably develop from floating shoots. Seed production in the area appears to be too low. Germination of seeds in the water of the River Meuse is not optimal (DE LA HAYE, 1993).

## LITERATUUR

- ARBER, A., 1920. Water plants a study of aquatic angiosperms. Cambridge University Press.
- BONNARD, R. & A. MICHON, 1981. The groupings of aquatic macrophytes in the Loue, France. *Ann. Limnol.* 17: 105-120.
- BORGH, P. VANDER, B. SKA, A. SCHMITZ & R. WOLLAST, 1982. Eutrophisation de la rivière Semois: le développement de *Ranunculus* et ses conséquences sur l'écosystème aquatique. In: J.J. Symoens, S.S. Hooper & P. Compère (Eds.), *Studies on aquatic vascular plants*. Royal Botanical Society of Belgium, Brussels: 340-345.
- BOTTERWEG, J. & W. SILVA, 1992. Project Ecologisch Herstel Maas (EHM). Rapport van het Project 'Ecologisch Herstel Maas' (EHM), nr. 1 (EHR reeks nr. 41) (RIZA werkdok. 92.043x).
- BUTCHER, R.W., 1933. Studies on the ecology of rivers. I. On the distribution of macrophytic vegetation in the rivers of Britain. *Journal of Ecology* 21: 58-91.
- COOK, C.D.K., 1966. A monographic study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (D.C.) A. Gray. *Mitt. Bot. München* 6: 47-237.
- DAWSON, F.H., 1979. *Ranunculus calcareus* and its role in lowland streams. *Ann. Rep. Freshwater Biol. Assoc.* 47: 60-69.
- DETHIUX, M., 1982. Données sur l'écologie de *Ranunculus penicillatus* (Dum) Bab et *R. fluitans* Lam. en Belgique. In: J.J. Symoens, S.S. Hooper & P. Compère (Eds.), *Studies on aquatic vascular plants*. Royal Botanical Society of Belgium, Brussels: 187-191.
- DETHIUX, M., 1989. Espèces aquatiques des eaux courantes. Ministère de la Région Wallonne. Service promotion et communication, 72 pp.
- ETTL, H., J. GERLOFF & H. HEYNIG, 1981. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 24, teil 2, 942 pp.
- GLÄNZER, U., H. HABER & A. KOHLER, 1977. Experimentelle Untersuchungen zur Belastbarkeit submerser Fließgewässer-macrophyten. *Arch. Hydrobiol.* 79: 193-232.
- HASLAM, S.M., 1978. River plants. Cambridge University Press, Cambridge, 396 pp.
- HAYE, M.A.A. DE LA, 1992. Groeien overleving van Vlottende wateranankel (*Ranunculus fluitans* LAMARCK) in de Maas: transplantatie en semi-veldeexperimenten. Rapport van het Project 'Ecologisch Herstel Maas' (EHM), nr. 2.
- HAYE, M.A.A. DE LA, 1993. Worden overleving, groei en kieming van Vlottende wateranankel (*Ranunculus fluitans* LAMARCK) in Maaswater beïnvloed door waterstandsfluctuaties? EHM-reeks nr. 8.
- HAYE, M.A.A. DE LA & J. BOTTERWEG, in prep. Perspectives for the rehabilitation of the aquatic macrophyte *Ranunculus fluitans* Lamarck (Water crowfoot) in the polluted river Meuse in The Netherlands. *Verh. Int. Verein. Limnol.*
- HELMER, W., W. OVERMARS & G. LITJENS, 1991. Toekomst voor een grinddriever. Studie in opdracht van de provincie Limburg; Rapport bureau Stroming.
- PURSEGLOVE, J., 1988. Taming the flood. A history and natural history of rivers and wetlands. Oxford University Press, Oxford, 307 pp.
- SCULTHORPE, C.D., 1967. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold (Publ.) Ltd., London.
- WEEDA, E.J., R. WESTRA, CH. WESTRA & T. WESTRA, 1985. Nederlandse Oecologische Flora: wilde planten en hun relaties I. Uitg. IVN, VARA & VEWIN, 304 pp.
- WESTLAKE, D.F., 1973. Aquatic macrophytes in rivers; a review. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 20: 31-40.
- WHITTON, B.A., 1975. River ecology. *Studies in Ecology* 2. Blackwell Scient. Public., Oxford, 725 pp.