

Voorwaarden en risico's van herin-

Philippine Vergeer &
Joop Ouborg

Plantensoorten in kleine en geïsoleerde populaties in heide en soortenrijke graslanden gaan om een aantal redenen achteruit. Eén van de maatregelen om verdere achteruitgang te stoppen of zelfs uitsterven te voorkomen is herin-troductie. In het bijzonder bespreken we de keuze van het bronmateriaal voor herintroductie.

Kleine populaties

De afgelopen decennia zijn veel aanwijzingen gevonden dat kleine populaties een hogere uitsterfkans hebben dan grote populaties (Widén, 1993; Young et al., 1996). Daar zijn verschillende redenen voor. In de eerste plaats wordt de verhoogde uitsterfkans veroorzaakt door de kleine aantallen individuen, waardoor een kleine populatie gevoeliger is voor 'toeval-lige gebeurtenissen'. Een kleine populatie kan in korte tijd uitsterven, doordat bijv. grote grazers de gehele populatie wegvreten, of doordat een ziekte uitbreekt die alle individuen infecteert. Kleine plantenpopulaties trekken meestal ook minder insecten aan, of worden door insecten niet opgemerkt, waardoor ze niet of nauwelijks worden bestoven en ze een relatief lage zaadzetting hebben (Oostermeijer et al., 1998).

Daarbij is het voor individuen in kleine populaties moeilijker een geschikte 'partner' te vinden dan in grote populaties. Tevens is duidelijk geworden dat genetische toevalsprocessen in kleine populaties een veel grotere invloed hebben dan in grote populaties (Ouborg, 1988; Ouborg et al., 1991). Dit effect wordt in kader 1 kort beschreven. Hieruit blijkt dat veel plantensoorten lokaal met uitsterven worden bedreigd, doordat ze in te kleine populaties voorkomen, ingeteeld zijn en een lage genetische variatie hebben.



Foto 1. Geherintroduceerde Valkruid planten in bloei.

Geïsoleerde populaties

Versnippering leidt tot grotere afstanden tussen populaties. Uitwisseling tussen populaties wordt daardoor moeilijk, en is in veel gevallen onmogelijk geworden. Het gevolg is dat als een populatie lokaal uitsterft, herkolonisatie in zo'n versnipperd landschap erg onwaarschijnlijk, zo niet onmogelijk is. Het adagium 'de natuur is overal, maar het milieu selecteert' dat decennia lang beleid en praktijk van het natuurbeheer heeft gedomineerd, lijkt daarmee achterhaald. Het probleem voor veel soorten die lokaal zijn uitgestorven, is dat zij geen kiemkrachtige zaadvoorraad in de bodem hebben, of hun bronpopulaties te ver weg liggen om het gebied door middel van zaadverspreiding te bereiken. Ook kan het zijn dat de fitheid (kader 1) van de nog aanwezige populatie al zodanig is aangetast dat, door lage zaadproductie, lage kieming of lage overleving van zaailingen, uitbreiding niet of zeer beperkt mogelijk is. Hoewel getracht wordt de gevolgen van versnippering tegen te gaan door natuurgebieden met elkaar te verbinden (via de Ecologische HoofdStructuur) is de uitvoering van deze maatregel een zeer langdurige

onderneming en is bovendien vooralsnog onduidelijk wat de efficiëntie van deze maatregel voor bijvoorbeeld plantensoorten is. Herintroductie van individuen in gebieden waar de soort is uitgestorven, of introductie van individuen in kleine, geïsoleerde en met uitsterven bedreigde populaties is in deze situaties dan ook te overwegen.

Alhoewel herintroductie van planten als beheermaatregel steeds vaker wordt toegepast (Londo, 1984; Londo & van der Meijden, 1991; Dorland et al., 2001) en uit enkele onderzoeken is gebleken dat vestiging van planten na herintroductie mogelijk is (Dorland et al., 2000, 2001; Strykstra, 2000; Vergeer et al., 2004, 2005), is dit nog steeds een weinig uitgevoerde maatregel. Deze beperkte praktische ervaring brengt met zich mee dat er nog weinig bekend is over de randvoorwaarden die het succes van herintroductie bepalen. Enkele voorwaarden voor herintroductie zijn te vinden in Strykstra (1993), van Groenendaal et al. (1998) en een herintroductierapportage van de IUCN (1995).

ntroductie van planten

De keuze van het bronmateriaal

De genetische variatie van een geherintroduceerde populatie zal grotendeels bepaald worden door de genetische samenstelling van het geherintroduceerde materiaal en door de uitwisseling van genen (via zaden of pollen) met omliggende populaties. Echter, populaties en gebieden die in aanmerking komen voor herintroductie liggen doorgaans geïsoleerd ten opzichte van omliggende populaties. Anders had de soort immers wel via dispersie het gebied kunnen koloniseren of de populatie genetisch kunnen versterken. De genetische variatie in de geherintroduceerde populatie zal daarom grotendeels worden bepaald door de genetische variatie die wordt geherintroduceerd. Het is dan ook belangrijk een populatie te herintroduceren met een hoge genetische variatie. Aangezien grote populaties over het algemeen fitter zijn en een hogere genetische variatie hebben dan kleine populaties, is het raadzaam om het bronmateriaal (het materiaal wat geherintroduceerd gaat worden) te verzamelen van meerdere individuen uit één grote, of zelfs uit meerdere grote populaties.

De vraag die men zich nu kan stellen is of je beter materiaal kan verzamelen uit een lokale populatie, indien aanwezig, of uit (meerdere) niet-lokale populatie(s). Planten kunnen zich namelijk door de jaren heen hebben aangepast aan hun lokale omgeving. Herintroductie van niet-lokale planten kan dus leiden tot herintroductie van niet-aangepaste planten. Dit kan betekenen dat geherintroduceerde planten, die in hun eigen omgeving goed presteerden,

niet goed presteren in hun nieuwe omgeving omdat ze niet of slecht zijn aangepast aan deze nieuwe omgeving.

Naast het risico voor slechte aanpassing, zijn er ook risico's voor de nog eventueel aanwezige planten (een lokale populatie), als niet-lokale planten worden geherintroduceerd. Als lokale planten, aangepast aan hun lokale omgeving, kruisen met niet-lokale planten, dan kan door het mixen van de genen van het lokale materiaal (met daarin de genetisch vastgelegde lokale aanpassing) met de genen van het niet-lokale materiaal, de lokale aanpassing verloren gaan. Hierdoor kunnen de nakomelingen de lokale aanpassing verliezen, waardoor ze uiteindelijk minder goed presteren dan hun voorouders. Dit proces wordt ook wel 'uiteeltdepressie' genoemd (kader 1). Het gevaar voor slechte aanpassing en uiteeltdepressie zijn veel gebruikte argumenten voor het niet toepassen van herintroductie.

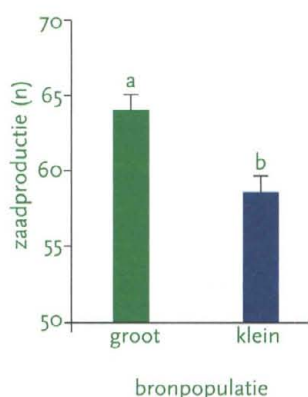
Experimentele herintroductie in Drenthe en Friesland

De Radboud Universiteit heeft vanaf 1999 op experimentele basis herintroducties uitgevoerd in de schraallanden en droge heide in de natuurgebieden 'Havelterberg' in Drenthe (Ministerie van Defensie) en 'de Schaopedobbe' in Friesland (It Fryske Gea). Het doel was de belangrijkste randvoorwaarden voor succesvolle herintroducties en verschillende herintroductie strategieën te onderzoeken. Hiervoor zijn verschillende herintroductie experimenten uitgevoerd in een heischraal grasland met de soorten Blauwe knoop (*Succisa pratensis*)

Kader 1. Genetische variatie en toevalsprocessen

Per generatie wordt maar een beperkt deel van de genetische variatie doorgegeven aan de volgende generatie. Hierdoor kan het voorkomen dat door toeval een deel van de genetische variatie niet wordt doorgegeven aan de volgende generatie en 'verloren' gaat, een proces dat ook wel 'genetische drift' wordt genoemd. Vooral in kleine populaties kan door genetische drift veel genetische variatie verloren gaan. Ook neemt in kleine populaties de kans op inteelt toe. Inteelt treedt op wanneer aan elkaar verwante individuen (familie) met elkaar voor nageslacht zorgen. In kleine populaties is de kans op een verwante partner groter dan in grote populaties. In kleine en geïsoleerde populaties die generaties lang klein blijven kan het zelfs gebeuren dat uiteindelijk alle individuen familie van elkaar zijn. Inteelt kan zich uiten in een toename van erfelijke afwijkingen (individen worden vatbaarder voor ziektes, zaden kiemen minder goed enz.). Als ingeteelde individuen slechter gaan presteren noemen we dit 'uiteeltdepressie'. Uiteeltdepressie is een fenomeen waar veel kleine populaties onder leiden. Door bovenstaande processen kan de 'fitheid' en de 'genetische variatie' van een populatie achteruitgaan. Een verlaagde genetische variatie betekent doorgaans een verminderde capaciteit om zich aan veranderingen in de omgeving aan te passen. In situaties waar populaties onder stress staan, of waar veranderingen in de directe omgeving plaatsvinden, is het behoud van de mogelijkheid tot aanpassen aan de omgeving cruciaal.

Fig. 1. Zaadproductie drie jaar na herintroductie van Blauwe knoop planten welke afkomstig waren uit grote of kleine populaties. Zaadproductie is uitgedrukt als het totaal aantal geproduceerde zaden gemiddeld per plant. Geherintroduceerde planten afkomstig uit grote populaties produceren meer zaden. Significante verschillen tussen de behandelingen zijn aangegeven met verschillende tekens.



sis), Valkruid (*Arnica montana*; foto 1) en Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), waarbij verschillende combinaties van bronmateriaal zijn gebruikt. In de zomer van 1999 zijn diverse herintroductie experimenten uitgevoerd waarbij jonge planten afkomstig uit verschillende bronpopulaties zijn gebruikt. Zo is er geherintroduceerd met niet-lokale kleine, niet-lokale grote en met de lokale populatie. Alle herintroducties zijn uitgevoerd buiten het maximale 'verspreidingsbereik' van de lokale populatie van de desbetreffende soort, zodat kruisbestuiving met de lokale populatie in het gebied niet mogelijk was. In een eerste experiment hebben we onderzocht of de 'fitheid' van een geherintroduceerde populatie beïnvloed kan worden door de grootte van de gebruikte bronpopulatie(s), wanneer deze in een geïsoleerd gebied worden geherintroduceerd. In dit experiment zijn planten afkomstig uit grote en kleine populaties geherintroduceerd, waarna vervolgens de fitheid van de geherintroduceerde individuen gedurende drie jaar gevolgd is. In figuur 1 is te zien dat geherintroduceerde planten afkomstig van een grote bronpopulatie van de Blauwe knoop meer zaden produceren dan geherintroduceerde planten uit een kleine populatie.

In een tweede experiment is de aanwezigheid van lokale aanpassing getest, met de vraag of men beter de lokale of juist niet-lokale planten kan gebruiken als bronmateriaal. Door planten uit één gebied zowel in hun eigen gebied (lokaal) als in een ander gebied (niet-lokaal) te transplanten, en dit precies hetzelfde te doen voor planten uit het andere gebied, kan het verschil in fitheid tussen transplantatie in het lokale en het niet-lokale gebied onderzocht worden, en dus of planten uit het lokale gebied 'lokale voordelen' (lokale aanpassingen) hebben t.o.v. planten uit een ander gebied. Slechts bij 1 van de 3 soorten werd lokale aanpassing waargenomen (fig. 2). Planten van de Blauwe knoop bleken hogere overlevings- en bloeipercentsages te hebben wanneer deze getransplanteerd werden in hun lokale gebied vergeleken bij de overlevings- en bloeipercentsages in het niet-lokale gebied. De overlevings- en bloeipercentsages van de niet-lokale planten waren echter niet zo laag dat herintroductie van niet-lokale planten afgeraden moet worden in situaties waar geen vitale lokale populatie aanwezig is (fig. 2). In een derde experiment is getest of herintroductie van meerdere (niet-lokale)

Fig. 2. Percentages overleving en bloei van Blauwe knoop, Klokjesgentiaan en Valkruid afkomstig uit de Schaopedobbe en Havelte drie jaar na transplantatie in zowel het lokale als het niet-lokale gebied. Percentage overleving is uitgedrukt als het percentage overlevende planten van het totaal aantal geherintroduceerde planten en percentage bloei als het percentage bloeiende planten van het totaal aantal overlevende planten. De afstand tussen de lokale en de niet-lokale populatie bedraagt ongeveer 20 km. Significante verschillen tussen de behandelingen zijn aangegeven met verschillende tekens. Planten van Blauwe knoop hebben een hoger overlevings- en bloeipercentsage wanneer deze getransplanteerd worden in het lokale gebied. Bij Blauwe knoop is dus sprake van lokale aanpassing in tegenstelling tot de beide andere soorten.

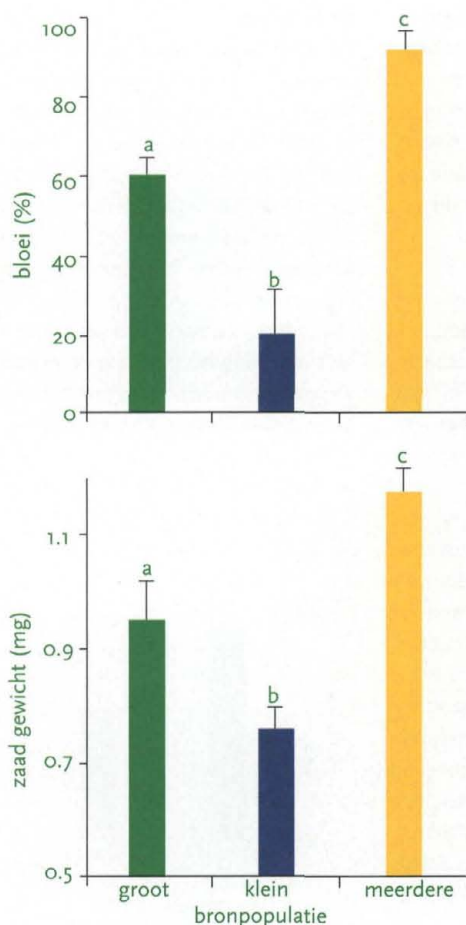
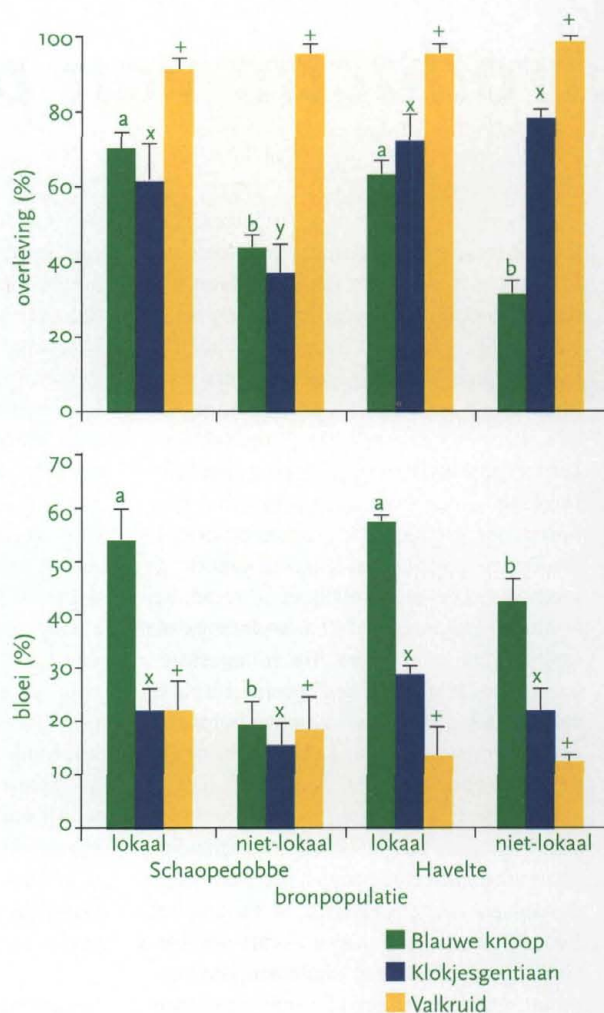


Fig. 3. Percentages bloei en zaadgewicht 3 jaar na herintroductie van Blauwe knoop planten welke afkomstig waren uit een grote, een kleine of meerdere grote en kleine populaties. Percentage bloei is uitgedrukt als het percentage bloeiende planten van het totaal aantal overlevende planten en zaadgewicht als het gemiddeld gewicht per zaad. Significante verschillen tussen de behandelingen zijn aangegeven met verschillende tekens. Geherintroduceerde planten afkomstig uit meerdere populaties hebben een hoger bloeipercentsage en produceren zwaardere zaden.

populaties de voorkeur heeft boven één (niet-lokale) populatie. Het voordeel van herintroductie waarbij bronmateriaal uit meerdere populaties wordt gehaald kan zijn dat er een grotere kans is dat men een genetische variabele populatie 'creëert'. Het nadeel van het gebruik van meerdere bronpopulaties zou kunnen zijn dat er 'uitteelt depressie' optreedt. In figuur 3 is te zien dat de geherintroduceerde populaties die zijn 'samengesteld' uit meerdere bronpopulaties een hoger bloeipercantage hebben en zwaardere zaden produceren (zwaardere zaden hebben doorgaans een hoger kiemingspercentage dan lichtere zaden) dan de geherintroduceerde populaties die zijn 'samengesteld' uit slechts één grote of kleine bronpopulatie. Tekenen van uitteelt depressie zijn in dit onderzoek niet waargenomen. Hoewel uitteelt depressie pas met zekerheid in de tweede generatie nakomelingen kan worden uitgesloten, en we in dit onderzoek alleen effecten in de eerste generatie hebben onderzocht, verwachten we dat de kansen op uitteelt depressie laag zijn. Dit omdat we pas risico op uitteelt depressie verwachten wanneer populaties die lokaal zijn aangepast met elkaar kruisen, en we slechts voor één soort (Blauwe knoop) lokale aanpassing hebben waargenomen. Daarbij verwachten we dat de negatieve effecten van uitteelt depressie, mocht uitteelt depressie optreden, 'in het niet vallen' bij de negatieve effecten van genetische verarming, inteelt en inteelt depressie, welke op zouden kunnen treden als er met uitsluitend lokale individuen of met enkele individuen uit één familie wordt geïntroduceerd.

Aanbevelingen

In situaties waar geen vitale, genetisch variabele lokale populatie aanwezig is, kan herintroductie van niet-lokale, vitale en genetisch variabele individuen een nuttige herstelmaatregel zijn om uitsterven van bedreigde en geïsoleerde populaties te voorkomen. Wel moeten de bronpopulatie(s) heel zorgvuldig worden gekozen. We adviseren materiaal te verzamelen van zoveel mogelijk planten uit een grote of meerdere grote populaties. Om de risico's op slechte aanpassing en uitteelt depressie zo laag mogelijk te houden, is het noodzakelijk materiaal te verzamelen uit populaties met een zoveel mogelijk overeenkomend habitat.

Het zijn experimenten als hier beschreven die hoogstnoodzakelijk zijn om een beter inzicht te krijgen in het herintroductie-

proces. Het is te voorzien dat de versnippering verder voort zal schrijden en dat een discussie rond herintroductie als beheermaatregel steeds urgenter wordt. Deze discussie over noodzaak, efficiëntie en risico's van herintroductie kan slechts zinvol worden gevoerd wanneer zij gebaseerd is op experimentele gegevens, en niet op emotionele of traditionele argumenten.

Literatuur

- Dorland, E., R. Bobbink, E. Brouwer, C.J.H. Peters, P.J.M. van der Ven, P. Vergeer, G.M. Verheggen & J.G.M. Roelofs, 2000. Herintroductie en bekalking van het inzijsgebied. Aanvulling bij effectgerichte maatregelen in heischrale milieus. Leerstoelgroep Landschapsecologie. Universiteit Utrecht.
- Dorland, E., R. Bobbink & J.G.M. Roelofs, 2001. Overleving van Valkruid na herintroductie. Vakblad Natuurbeheer 7: 137 - 139.
- Groenendaal, J.M. van, N.J. Ouborg & R.J.J. Hendriks, 1998. Criteria for the introduction of plant species. Acta Botanica Neerlandica 47: 3 - 13.
- IUCN, 1995. Guidelines for reintroductions. IUCN/SSC Reintroduction Specialist Group, Gland, Switzerland.
- Londo, G., 1984. Zijn uitplanten en uitzaaien zinvolle maatregelen bij het natuurbeheer? De Levende Natuur 85 (5):130 - 135.
- Londo, G. & R. van der Meijden, 1991. (Her)introductie van plantesoorten: Floravervalsing of natuurbehoud? De Levende Natuur 92 (5): 176 - 182.
- Oostermeijer, J.G.B., S.H. Luijten, M.M. Kwak, E.J.M. Boerrigter & J.C.M. den Nijs, 1998. Zeldzame planten in het nauw: problemen van kleine populaties. De Levende Natuur 99 (4): 134 - 141.
- Ouborg, N.J., 1988. Genetische verarming: de problematiek van het beheer van kleine plantpopulaties. De Levende Natuur 89 (1): 7 - 13.
- Ouborg, N.J., R. van Treuren, J. Haack & K. Reinink, 1991. De omvang van genetische verarming in twee zeldzame plantensoorten in Nederland, Veldsalie en Duifkruid. De Levende Natuur 92 (6): 206-212.
- Strykstra, R.J., 1993. (Her)introductie van inheemse plantesoorten: openheid gewenst. De Levende Natuur 94 (1): 2 - 3.
- Strykstra, R.J., 2000. Reintroduction of plant species: shifting settings. Proefschrift Universiteit Groningen.
- Vergeer, P., E. Sonderen & N.J. Ouborg, 2004. Reintroduction strategies put to the test: local adaptation versus heterosis. Conservation Biology 18: 812 - 821.

Vergeer, P., L.J.L. van den Berg, J.G.M. Roelofs & N.J. Ouborg, 2005. Single-family versus multi-family introductions. Plant Biology. In druk.

Widén, B., 1993. Demographic and genetic effects on reproduction as related to population size in a rare, perennial herb, *Senecio integrifolius* (Asteraceae). Biological Journal of the Linnean Society 50: 179 - 195.

Young, A., T. Boyle & A.D.H. Brown, 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. Trends in Ecology and Evolution 11: 413 - 418.

Summary

Conditions and risks of reintroduction

In The Netherlands, heathlands and species-rich grassland are strongly reduced in both area and habitat quality mainly due to fragmentation, eutrophication and acidification. As a result, many plant and animal species have become (locally) extinct, or are threatened by extinction as they are forced into small and isolated habitat patches. In this paper we describe several genetic reasons for the loss and threatening of these plant species. We investigated the possibility to use reintroduction as a management measure in order to preserve these small and isolated populations from extinction. Moreover we discussed several reintroduction strategies by using plant material from the local population and from non-local large, non-local small and several non-local populations.

Dankwoord

Wij danken de beheerders van de terreinen 'de Schaopedobbe' en 'Havelte' waarin dit onderzoek is uitgevoerd voor de interesse en de prettige samenwerking. Verder willen we graag alle medewerkers en studenten die een bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek bedanken. Roy Peters bedanken we hierbij in het bijzonder voor zijn hulp, enthousiasme en gezelschap in het veld.

Drs. P. Vergeer
School of Biology
Leeds University
LS2 9JT Leeds
United Kingdom
e-mail: p.vergeer@leeds.ac.uk

Dr. N.J. Ouborg
Afdeling Ecologie
Radboud Universiteit
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
e-mail: j.ouborg@science.ru.nl