

Niko Groen,
Theo Boudewijn
&
Jolande de Jonge



Juveniele
Steenuilen,
uiterwaarden
Gelderse Poort,
juni 1998
(foto: N. Groen).

De effecten van overstroming van de uiterwaarden op de Steenuil

In het rivierengebied vindt op grote schaal natuurontwikkeling plaats. De winst van natuurontwikkeling moet vooral worden gezocht in de terugkeer van typische riviersoorten en verbetering van de habitat voor riviergebonden organismen. Niet alle soorten zullen echter profiteren van natuurontwikkeling en/of dynamiek verhogende maatregelen. In dit artikel wordt als voorbeeld ingegaan op de situatie voor de Steenuil (*Athene noctua*).

De laatste decennia is er veel aandacht voor een meer natuurlijke inrichting van de grote rivieren (o.a. de Bruin et al., 1987; Hendriksen, 1999). Door enkele extreem hoge waterstanden in de jaren 1993, 1995 en 1997 werd de noodzaak van vergroting van de afvoercapaciteit van de rivieren nog eens onderstreept. Door verruiming van het winterbed, kan zowel de maatgevende afvoer worden verhoogd als het natuurlijk karakter van de rivier worden versterkt. Deze verruiming wordt niet zozeer gezocht in een verhoging van de winterdijken, maar door maaiveld verlaging, het slechten van zomerkaden en het graven van nevengeulen, waardoor de dynamiek in de uiterwaarden toe zal nemen.

Met referentiebeelden van meer natuurlijke rivieren als de Elbe in Duitsland en de Loire in Frankrijk voor ogen (de Bruin et al., 1987) zijn plannen gemaakt voor natuurlijk herstel van de Nederlandse

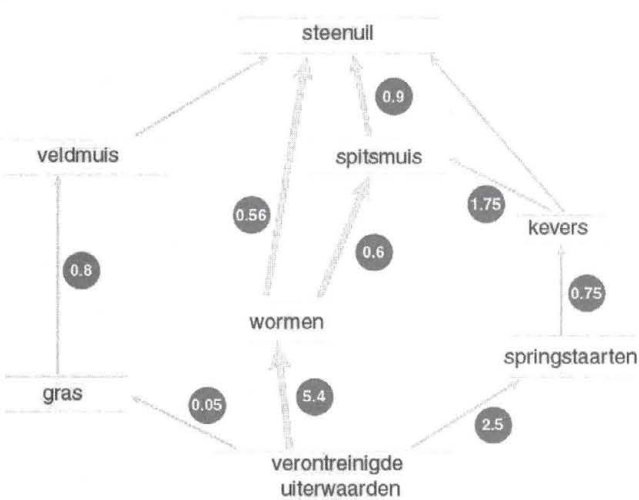
rivieren via het meer toelaten van natuurlijk dynamische processen als overstromingen van de uiterwaarden. Hierdoor zal de invloed van de rivier op de uiterwaarden versterkt worden. Kleine waterstandschommelingen op de rivier zullen in tegenstelling tot vroeger, toen de zomerdijken nog aanwezig waren, een regelmatige overstroming van de uiterwaarden tot gevolg hebben.

Door een toename van de overstromingsfrequentie zal ook de afzetting van zwevend slib uit het rivierwater in de uiterwaarden toenemen. Hoewel de waterkwaliteit van de grote rivieren de laatste jaren sterk is verbeterd, worden er bij hoog water nog steeds aanzienlijke hoeveelheden verontreinigingen in de uiterwaarden afgezet (Hendriks et al., 1997). Door frequentere overstroming neemt ook de afzetting van aan het slib gehechte microverontreinigingen als cadmium, zink en

PCB's in de uiterwaarden toe (de Vries, 1995). Dit verhoogt het risico op negatieve effecten als gevolg van opname via het voedsel van deze verontreinigingen voor in de uiterwaarden levende diersoorten (Groen, 1997; Ma et al., 1997).

In 1997 is op basis van literatuuronderzoek nagegaan welke vogelsoorten op grond van voedselsamenstelling en verblijftijd in de uiterwaarden ecotoxologische risico's lopen (Groen, 1997). Eén van de soorten die mogelijk risico loopt is de Steenuil. Effecten als gevolg van verontreinigingen kunnen worden verwacht op de broedbiologie en de populatiedynamica. In 1998 is een driejarige veldstudie aan de Steenuil gestart in de Gelderse Poort en de Achterhoek om na te gaan of mogelijke ecotoxologische effecten ook daadwerkelijk in het veld aantoonbaar zijn (Boudewijn & Groen, 1998).

Het onderzoek is opgezet als een ecotoxologisch onderzoek, maar ongewild werd het onderzoek in 1999 een experiment, waarbij de effecten van overstroming van de uiterwaarden op de broedbiologie van de Steenuil konden worden onderzocht.



De Bizonbaai langs de Waal bij Ooij tijdens hoog water in november 1998 (foto: N. Groen).

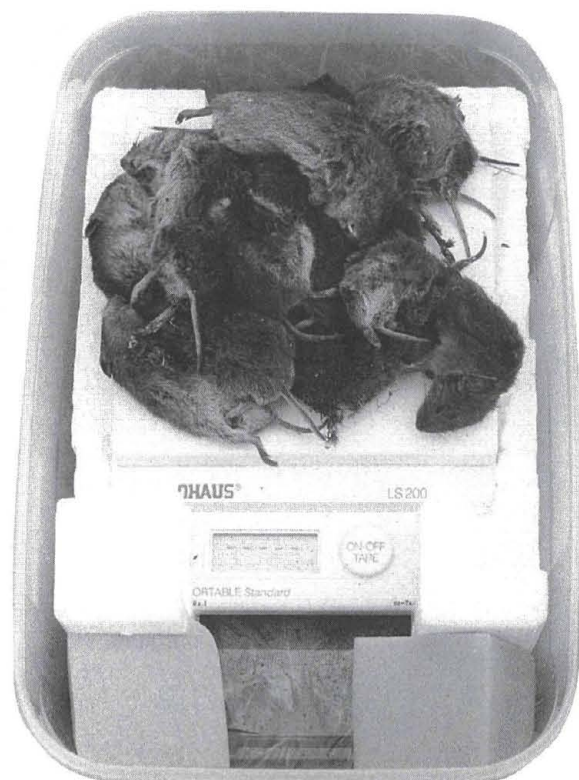
Fig. 1. Vereenvoudigde voedselketen voor de Steenuil. Bioaccumulatiefactoren (in cirkel) in μg cadmium per dag voor de betreffende route geven de orde van grootte aan, waarin cadmium in de voedselketen wordt doorgegeven.

Voedsel en status van de Steenuil in Nederland

SteenUILen zijn in tegenstelling tot bijvoorbeeld de Kerkuil (*Tyto alba*) geen echte voedselspecialisten, maar benutten een breed voedselspectrum dat bestaat uit: wormen, loopkevers, nachtvlinders, kleine zoogdieren, kikkers en vogels (fig. 1). Het stapelvoedsel van de Steenuil in het rivierengebied bestaat uit muizen, waarvan de Veldmuis (*Microtus arvalis*) de belangrijkste prooi is. In muizenarme jaren bestaat een groter aandeel van het menu uit regenwormen, kikkers, salamanders en mollen.

SteenUILen zijn sterk aan een (voedsel)territorium gebonden en het zijn standvogels die het gehele jaar hetzelfde territorium bezetten.

Het rivierengebied vormde de afgelopen halve eeuw een van de belangrijkste broedgebieden van de Steenuil in Nederland (van den Bergh et al., 1979; Erhart & Bekhuis, 1996; Teixeira, 1979). In dit oude cultuurlandschap waren er voldoende overhoekjes en ruigtes voor muizen en loopkevers en er was voldoende nestgelegenheid voor Steenuilen door het grote aantal knotbomen in de uiterwaarden en in de binnendijks gelegen hoogstamfruitbomen en oude schuurtjes. Door schaalvergroting en intensivering in de landbouw en het rooien van hoogstamfruitbomen is zowel het voedselaanbod als de nestgelegenheid voor Steenuilen in het binnendijks rivierengebied sterk afgenomen. Toch vormen de dijken en uiterwaarden nog belangrijke foerageer- en broedplaatsen voor steenuilen in het rivierengebied (Erhart & Bekhuis, 1996).



Veldmuizen, het stapelvoedsel van Steenuilen, voedselvoorraad uit nest in mei 1998 (foto: N. Groen).

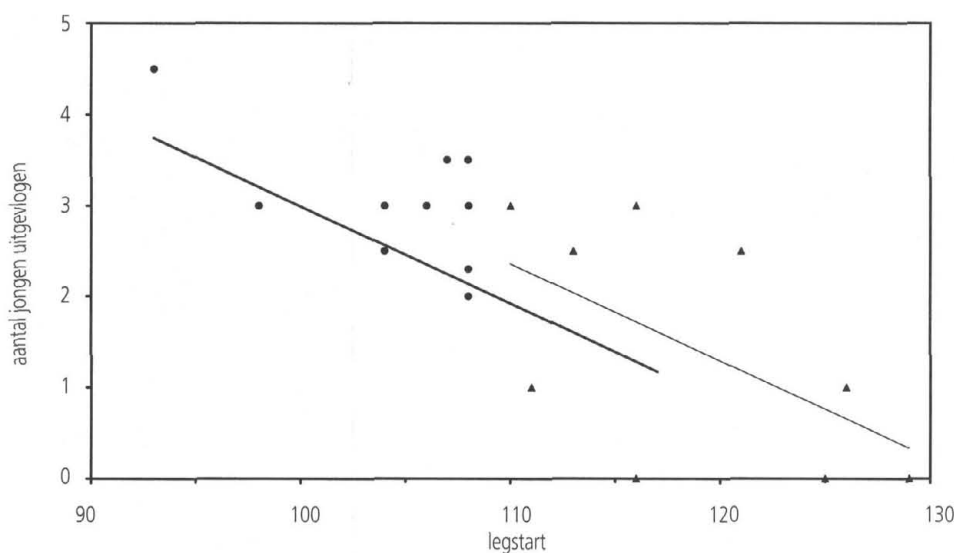


Fig. 2. De relatie tussen de legstart en het broedsucces van Steenuilen uit de Achterhoek (•, dikke lijn) en de Gelderse Poort (▲, dunne lijn) in 1999. Legstart in dagen na 1 januari.

Door dijkverzwaring en natuurontwikkeling verdwijnen echter nog steeds knotbomen en daarmee nestgelegenheid voor Steenuilen en andere hollenbroeders.

Door intensivering in de landbouw en het omzetten van grasland in bouwland is de Steenuil niet alleen in Nederland maar in heel Europa sterk in aantal achteruit gegaan (Bauer & Berthold, 1996). De schattingen van de populatie in Nederland lopen sterk uiteen. In 1979 werd de populatie geschat op 6000-8000 paar (Teixeira, 1979). In 1987 werd het aantal geschat op 8000-12000 broedparen (SOVON, 1987). De marge van 50% in het aantal broedparen van 1987 wijst op de problemen om tot een nauwkeurige schatting te komen. In de meest recente schatting wordt een aantal van 9000-12000 broedparen genoemd (Plantinga, 1999). Ongeveer 30 % van de Nederlandse populatie broedt in het rivierengebied (Osieck & Hustings, 1994).

Hoewel de populatieschattingen een toename suggereren, geven zowel SOVON (1987) als Plantinga (1999) aan dat de Steenuil sterk afneemt.

Onderzoeksopzet

In 1998 is het onderzoek in de Rijnuitwaarden in het gebied 'de Gelderse Poort' gestart, waarbij een gebied in de Achterhoek als een schoon referentiegebied diende (Boudewijn & Groen, 1998). Daarnaast zijn aanvullende gegevens verzameld in de uiterwaarden van de Lek bij Culemborg en zijn gegevens beschikbaar gesteld uit de IJsseluiterwaarden bij Doesburg. In 1998 lag de nadruk op het verzamelen van broedbiologische gegevens: legselstart, legselgrootte, eivolume, eischaaldikte, afname eigewicht, broedduur, uitkomstsucces, ontwikkeling jongen en uitvliesucces. In 1999 is het onderzoek in de Gelderse Poort uitgebreid tot een geïntegreerd voedsel ecologisch en broedbiologisch onderzoek. De voedselbeschikbaarheid in de steenuil-territoria, in de vorm van belangrijke prooi-soorten als muizen, loopkevers en wormen is bepaald met behulp van respectievelijk inloopvallen, potvallen en

het uitpluizen van plaggen. De prooi-keuze is vastgesteld door veldwaarnemingen (telescoop) en met behulp van een infrarood camera, die gemonteerd is aan een nestkast en gericht is op de invliegopening.

Overstroming van de uiterwaarden

Als de afvoer van de Rijn bij Lobith groter wordt dan 6500 m³/s overstromen de uiterwaarden in de Gelderse Poort (med. K. Douben, RIZA-WSR). Afhankelijk van het reliëf in de uiterwaard blijven er hoogwatervrije plaatsen. Dit zijn vaak terreinen waarop steenfabrieken, boerderijen of andere bebouwing staan. In 1998 zijn de uiterwaarden niet of nauwelijks overstroomd. Voorafgaand aan het broedseizoen van 1999 overstroomden de uiterwaarden drie keer: begin november 1998, eind februari tot begin maart 1999 en van half tot eind mei 1999. De eerste twee keer liepen de uiterwaarden volledig onder en de derde keer waren dit alleen de lager gelegen delen. De laatste overstroming viel in de broedtijd van de Steenuil.

Tabel 1. Broedsucces: broedbiologische gegevens uit 1998 en 1999. Gemiddelde waarden met standaard deviaties zijn weergegeven. Ter vergelijking zijn voor 1999 broedgegevens uit de IJsseluiterwaarden bij Doesburg opgenomen. Voor 1998 zijn er geen gegevens uit Doesburg beschikbaar (-).

	1998							1999						
	eerste eileg	s.d.	legsel grootte	s.d.	broed succes	s.d.	n	eerste eileg	s.d.	legsel grootte	s.d.	broed succes	s.d.	n
Achterhoek	111	7,9	4,1	0,47	2,12	1,22	15	106	3,6	4,4	1,1	2,3	1,5	13
Gelderse Poort	112	12,3	4,5	0,54	2,21	1,51	6	116	6,8	3,0	0,88	1,5	1,3	9
Doesburg	-	-	-	-	-	-	-	115	13,5	3,4	1,6	0,9	0	7

De Levende Natuur

Het voedselaanbod in 1999

Bij overstroming van de uiterwaarden worden kleine zoogdieren door het stijgende water verdriven naar hoogwater-vrije plaatsen of ze komen om (Bekhuis, 1999). Muizen kunnen tijdelijk hun toevlucht zoeken in bomen, stronken en drijfhout of op hogere delen in de uiterwaard. Veel predatoren maken hier gebruik van door muizen rond de hoogwaterlijn te vangen.

Monitoring van muizen in drie territoria in de uiterwaard in mei en juli 1999 leverden in 10 vangnachten (40 vallen per territorium) slechts 7 Bosspitsmuizen (*Sorex araneus*), 5 Huispitsmuizen (*Crocidura rusula*), 5 Huismuizen (*Mus musculus*) en 2 Mollen (*Talpa europaea*) op. Er werd in 1999 geen Veldmuis in de uiterwaard gevangen. Het gemiddeld aantal wormen in de drie uiterwaard territoria was $49,5 \text{ m}^{-2}$ (range $21,5\text{--}78,1 \text{ m}^{-2}$) en het berekende gewicht van de wormen was $11,8 \text{ g m}^{-2}$ (range $4,9\text{--}18,7 \text{ g m}^{-2}$). De meeste wormen vallen in de gewichtsklasse van $0,1\text{--}0,3 \text{ g}$ (lengte $20\text{--}45 \text{ mm}$). De dichtheid aan regenwormen in de uiterwaarden is zeer laag in vergelijking tot dichtheden elders. Zo vonden de Groot-Veenbaas & Eijssackers (1981) minima van $150\text{--}200 \text{ wormen m}^{-2}$ en maxima tot $750 \text{ wormen m}^{-2}$.

Het aantal loopkevers dat met potvalen is gevangen was zeer laag. Het gemiddeld aantal kevers per potval per nacht bedroeg $0,52$ (range $0,1\text{--}1,13$ kevers per val).

Ook op een andere wijze kan een indruk van de voedselbeschikbaarheid worden verkregen. Enkele dagen voor de uitkomst van de eieren wordt er door het mannetje een voedselvoorraad aangelegd voor de jongen. De voedselvoorraad in het nest is een indicatie van de voedselbeschikbaarheid in het territorium. In 1998 bedroeg het gemiddelde totaal-gewicht van prooien in nesten met een voedselvoorraad $96,1 \text{ gram}$ ($n = 8$). In 1999 was dit $20,4 \text{ gram}$ ($n = 11$).

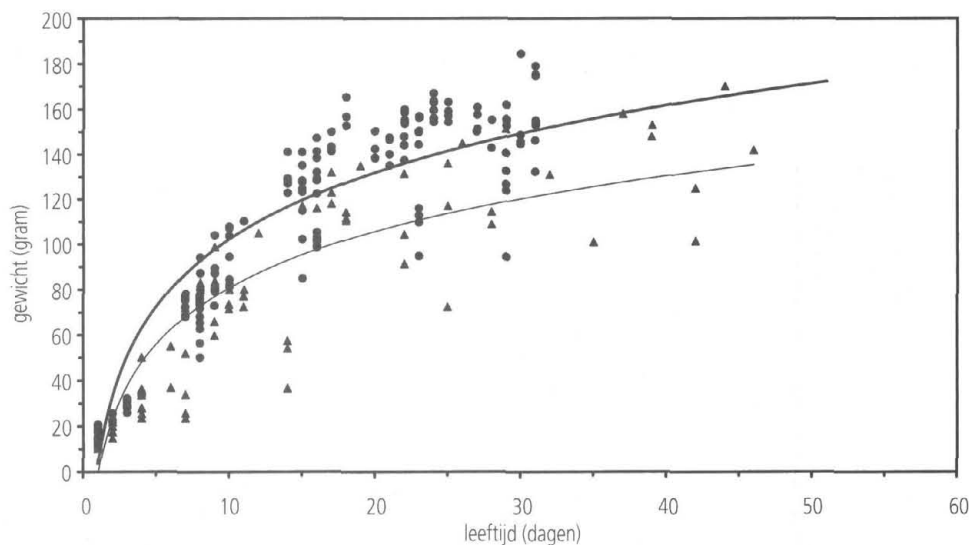


Fig. 3. De gewichtstoename van jonge Steenuilen uit de Achterhoek (•, dikke lijn) en de Gelderse Poort (▲, dunne lijn) in 1999.

Oude knotwilg, belangrijke nestgelegenheid voor holenbroeders in de uiterwaarden (foto: N. Groen).

Effecten van overstroming op de broedbiologie van de Steenuil

In tabel 1 is het broedresultaat weergegeven in 1998 en 1999. In 1998 was het een goed muizenjaar in zowel de Achterhoek als de Gelderse Poort, hetgeen weerspiegeld wordt in het geringe verschil in de legselstart tussen beide gebieden. In 1999 was de legselstart ($p < 0.05$, Mann-Whitney U-test) en de legselgrootte ($p < 0.01$, t-test) in de Gelderse Poort significant afwijkend van de situatie in de Achterhoek.

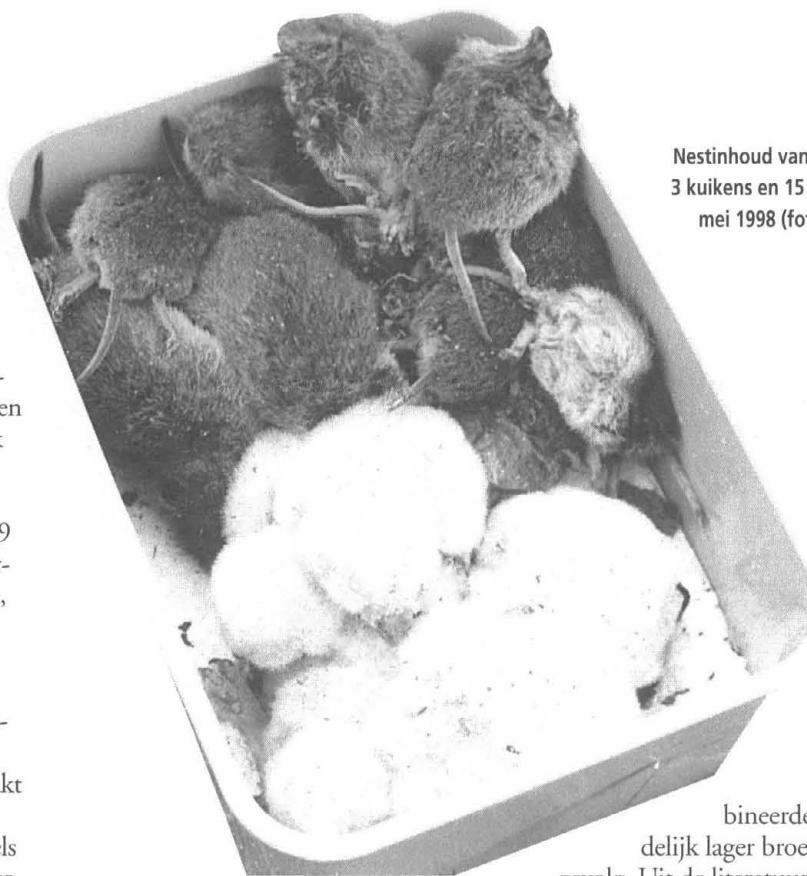
Figuur 2 laat zien dat in beide gebieden het broedsucces bij een latere legselstart daalt. Enerzijds wordt dit veroorzaakt door een kleinere legselgrootte van late starters en anderzijds komt van late legsels een kleiner deel van de eieren uit. Een verschuiving van de legselstart levert dan ook onherroepelijk een verlaagd broedsucces. In de Gelderse Poort bleek in 1999 bovendien de groei van jonge steenuilen ten opzichte van 1998 vanaf een leeftijd van 10 dagen vertraagd te zijn (fig. 3).

Hoge waterstanden

De hoge waterstanden vóór en in het broedseizoen 1999 resulteerden in een duidelijk verlaagd broedsucces van de Steenuil in de Gelderse Poort ten opzichte van 1998. Belangrijkste oorzaken voor de verlaging zijn: een latere legselstart, een kleiner legsel, een kleiner aantal jongen per legsel (tabel 1) en een kleiner aantal uitgevlogen jongen per legsel. Het uitvlieggewicht van deze jongen was lager dan in 1998; hierdoor nam de kans op sterfte in het eerste jaar aanzienlijk toe.

In de IJsseluiterwaarden bij Doesburg, waar in 1999 zeven paar Steenuilen in de uiterwaarden broedden, werd een vergelijkbaar patroon vastgesteld; een late start (dag 115), een kleine legselgrootte (3,4) en een broedsucces van slechts 0,9 jongen per paar.

De overstromingen van de uiterwaarden resulteerden in het vrijwel volledig verdwijnen van muizen uit de uiterwaard. Steenuilen zijn territoriaal en zullen over het algemeen in hun territorium blijven. Soms wijken ze uit, zoals bij Culemborg en de Gelderse Poort is vastgesteld. Het



Nestinhoud van de Steenuil, 3 kuikens en 15 Veldmuizen, mei 1998 (foto: N. Groen).

ontbreken van het stapelvoedsel (Veldmuis) dwingt de Steenuilen over te schakelen op andere prooien als wormen. Wormen nemen verontreinigingen uit de bodem op en kunnen deze verontreinigingen in hun lichaam accumuleren. In wormen uit de uiterwaarden van de Gelderse Poort zijn gehaltes gevonden van 18,7 mg cadmium per kg drooggewicht worm tegen 3,62 mg per kg drooggewicht worm in wormen uit de Achterhoek. Ook zware metalen als kwik, koper, lood en zink komen in de uiterwaarden van de Gelderse Poort in hogere concentraties voor dan in de Achterhoek. Niet alleen door het eten van wormen staan Steenuilen bloot aan hoge concentraties verontreinigingen: via doorgifte van verontreinigingen door spitsmuizen, die vooral wormen en insecten eten, kan ook een aanzienlijke belasting plaatsvinden (fig. 1).

Binnendijks gebied

Het broedsucces van 1,5 en 0,9 jongen per paar van Steenuilen in de uiterwaarden van respectievelijk de Gelderse Poort en IJsseluiterwaarden in 1999 laat zien dat de soort zeer gevoelig is voor overstroming van de uiterwaarden. Op grond van de hier gepresenteerde gegevens zijn effecten van hoge waterstanden en mogelijke ecotoxicologische effecten door een hogere consumptie van wormen niet te scheiden. In ieder geval heeft het al dan niet gecom-

bineerde effect een duidelijk lager broedsucces tot gevolg. Uit de literatuur blijkt dat het broedsucces tenminste 2,3 jongen per paar moet zijn voor een stabiele populatie (Schönn et al., 1991). Dit betekent dat bij regelmatige overstroming van de uiterwaard de Steenuil zich daar niet zal kunnen handhaven, tenzij Steenuilen uit binnendijkse gebieden zich in de uiterwaarden vestigen. De binnendijkse gebieden fungeren dan als 'source' en de uiterwaarden als 'sink'. Dit geeft de kwetsbaarheid van Steenuilen in de uiterwaarden aan: wanneer de Steenuil ook binnendijks niet tot broeden kan komen, zullen de Steenuilen in de uiterwaarden binnen enkele jaren kunnen verdwijnen.

Ecotoxicologische effecten

De plannen om het waterbergend vermogen van de uiterwaarden te vergroten, zouden wel eens ongunstig voor de Steenuil kunnen uitpakken. Het verwijderen van de zomerkades en het verlagen van het maaiveld zullen tot gevolg hebben dat kleine verhogingen in de waterstand gelijk merkbaar worden in de uiterwaard. De leefomstandigheden voor veldmuizen en de vestigingsmogelijkheden voor wormen worden minder gunstig. Het ontbreken van veldmuizen zal de ecotoxicologische risico's voor Steenuilen kunnen vergroten door de consumptie van wormen met verhoogde cadmiumgehalten.

Oogjager

Daarnaast kunnen ook andere negatieve effecten van natuurontwikkeling op de Steenuil worden verwacht. De grootschalige graafwerkzaamheden bij het ontkleien en bij het graven van nevengeulen resulteren gedurende enkele jaren in kale zandvlaktes. Hier is voor muizeneters de eerste jaren weinig te halen. Aangezien de levensverwachting van een Steenuil slechts 2,3 jaar is (Schönn et al., 1991), zal dit op plaatsen waar natuurontwikkeling plaats vindt kunnen leiden tot het verdwijnen van broedparen uit de uiterwaarden. Bij de werkzaamheden worden soms ook bomen verwijderd waarmee de schaarse nestholtes verdwijnen. Indien de Steenuilen deze tegenslagen hebben overwonnen, kunnen ze na enkele jaren een nieuwe tegenslag verwachten. De 'nieuwe' natuurgebieden worden over het algemeen extensief beheerd. Een lage graasdruk met runderen of pony's resulteert over het algemeen in een vervuiling. De Steenuil, als cultuurvolger, krijgt het echter moeilijk als de grasmat langer wordt dan 15 cm (Schönn et al., 1991). Omdat de Steenuil een oogjager is, zijn prooien in hoge vegetaties moeilijk bereikbaar. Daarnaast worden bij natuurontwikkeling vaak de rasters uit de uiterwaard verwijderd en daarmee ook de zitposten. De paaltjes zijn essentieel bij de jachtmethode van Steenuilen.

Niet gebaat bij natuurontwikkeling

De Steenuil profiteert waarschijnlijk niet van een toename van de rivierdynamiek en lijkt dus niet gebaat bij deze vorm van natuurontwikkeling in de uiterwaarden. De inventarisatiegegevens van Erhart (2000) van het natuurontwikkelingsgebied Meinerswijk laten eveneens zien dat natuurontwikkeling niet per definitie gunstig is voor alle vogels. Van de 15 getelde Rode Lijstsoorten (inclusief de Steenuil) in de periode 1988-1999 waren in 1999 nog slechts vijf soorten aanwezig. Tien soorten waaronder de Watersnip, Patrijs, Kluut en Visdief waren uit Meinerswijk verdwenen; de overige vijf soorten: Grutto, Tureluur, Steenuil, Zomertaling en Kwartelkoning waren alle achteruit gegaan ten opzichte van de voorgaande jaren. Aangezien Rode Lijstsoorten steeds meer afhankelijk worden van 'marginale' gebieden als uiterwaarden, moet bij de planvorming ook rekening met deze soorten worden gehouden.

Literatuur

- Bauer, H.G. & P. Berthold, 1996.** Steinkauz. Die Brutvögel Mitteleuropas, Bestand und Gefährdung. 254-256. AULA-Verlag Wiesbaden.
- Bekhuis, J.F., 1999.** Wassend water, levende rivieren. Nieuwe Wildernis 1: 4-11.
- Bergh, L.J.M. van den, W.G. Gerritse, W.H.A. Hekking, P.G.M.J. Keij & F. Kuyk, 1979.** Vogels van de grote rivieren. Stichting Vogelwerkgroep Grote Rivieren. Uitgeverij het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.
- Boudewijn, T. J. & N.M. Groen, 1998.** Projektplan voor onderzoek naar de mogelijke effecten van contaminanten in uiterwaarden op vogels. Waardenburg rapport 98.017. Culemborg.
- Bruin, D. de, D. Hamhuis, L. van Nieuwenhuize, W. Overmars, D. Sijmons, & F. Vera, 1987.** Ooievaar. De toekomst van het riviereengebied. Stichting Gelderse Milieufederatie.
- Erhart, F.C., 2000.** Broedvogels profiteren van natuurontwikkeling in Meinerswijk. De Levende Natuur 101:43-49.
- Erhart, F.C. & J.F. Bekhuis, 1996.** Broedvogels van de Gelderse Poort 1989-94. Vogelwerkgroep Arnhem e.o./Vogelwerkgroep Rijk van Nijmegen e.o./NABU-Naturschutzstation Kranenburg, Arnhem.
- Groen, N.M., 1997.** Risico's voor vogels in verontreinigde rivierecosystemen. RIZA-werkdocument 98.121X, Lelystad.
- Groot-Veenbaas, G. de & H.J.P. Eijssackers, 1981.** Regenwormpopulaties in de omgeving van de toekomstige A 27 bij Utrecht. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Hendriksen, G., (red) 1999.** Projectteam Ruimte voor Rijntakken, Stand van zaken Ruimte voor Rijntakken. Rijkswaterstaat directie Oost-Nederland, Arnhem.
- Hendriks, A.J., J. de Jonge, P.J. den Besten & J.H. Faber, 1997.** Giftstoffen in het riviereengebied: een belemmering voor natuurontwikkeling? Landschap 14:219-233.
- Ma, W.C., H. Siepel & J.H. Faber, 1997.** Bodemverontreiniging in de uiterwaarden: een bedreiging voor de terrestrische macroinvertebratenfauna. EHR Publicatie no. 72, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.
- Osieck, E.R. & F. Hustings, 1994.** Rode lijst van bedreigde en kwetsbare vogelsoorten in Nederland, Technisch rapport Vogelbescherming Nederland 12. Vogelbescherming Nederland Zeist.
- Plantinga, J.-E., 1999.** Plan van aanpak Steenuil. Actierapport Vogelbescherming Nederland 14, Zeist.
- Schönn, S., W. Scherzinger, K.M. Exo & R. Ille, 1991.** Der Steinkauz. Die Neue Brehm-Bucherei. Wittenberg Lutherstadt.
- SOVON, 1987.** Atlas van de Nederlandse Vogels. Arnhem.
- Teixeira, R.M., 1979.** Atlas van de Nederlandse Broedvogels. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland.
- Vries, M.B. de, 1995.** MER Grensmaas, Methodiek Ecotoxicologische Analyse. Rijkswaterstaat, Directie Limburg.

Summary

Effects of increased river dynamics on the Little owl

Over the last three decades attention in river management is focused mainly towards a dynamic and more natural system. Due to high floods in the years 1993, 1995 and 1997 the need for substantial action to increase the retention function of the rivers became urgent. During floods, polluted silt is deposited within the river forelands and incorporated in the food chain. Main aim in nature restoration is to come to a more natural system with a high level of dynamics in riverine processes.

One of the species that will probably not benefit of the so called 'new' nature is the Little owl (*Athene noctua*). As a consequence of the increased river dynamics the forelands will be inundated more frequently. During flooding the main prey item of the Little owl the Vole (*Microtus arvalis*) will drown or disappear from the forelands and Little owls have to switch to other prey like earthworms (*Lumbricidae*). Compared to voles, earthworms in river forelands have a high toxic load.

As yet, we can not exclude the possibility that Little owl populations from river forelands are kept up to par by emigrant birds from beyond the dikes. In that case, river forelands would be a 'sink' for populations in the greater river area.

Dankwoord

Dit onderzoek was alleen mogelijk dankzij de enthousiaste medewerking van vele vrijwilligers. In de Achterhoek werden broedbiologische gegevens verzameld door Ronald van Harxen en Pascal Stroeken. Maarten Hageman en Frans Stam stelden respectievelijk gegevens beschikbaar uit de Liemers (omgeving Zevenaar) en de IJsseluiterwaarden bij Doesburg. De studenten Uwe Herbst (Universiteit Bielefeld, BRD), Janien Kamps & Claudia Kiewiet (van Hall Instituut Leeuwarden) en Marijanne van de Poel (Hogeschool Zeeland, Vlissingen) bestudeerden de voedsel ecologie en populatiedynamiek van de Steenuil. Maarten Platteeuw (RIZA) en de redactie van de Levende Natuur gaven waardevolle aanwijzingen bij een concept versie van dit artikel. Wij willen iedereen bedanken die heeft bijgedragen bij de totstandkoming van dit artikel.

Drs. N.M. Groen Msc. & drs. J. de Jonge
RWS-RIZA afd. WSE
postbus 17
8200 AA Lelystad
e-mail: n.groen@riza.rws.minvenw.nl
e-mail: j.djonge@riza.rws.minvenw.nl

Drs. T.J. Boudewijn
Bureau Waardenburg b.v.
postbus 365
4100 AJ Culemborg
e-mail: t.j.boudewijn@buwa.nl