

Marcel Visser & Froukje Rienks



Een aanvliegende Koolmees  
(tekening: Froukje Rienks).



## Klimaatverandering

Te vroeg of te laat. Klimaatverandering kan de relaties binnen een ecosysteem danig in de war sturen. Wat kunnen bijvoorbeeld kleine zangvogels hier tegen doen? Ze kunnen leren om hun eieren eerder te leggen, ze eerder te bebroeden of geen tweede nest te beginnen. Maar niet alle gevolgen kunnen de dieren teniet doen. Zeker minder flexibele, kwetsbare soorten lopen het risico van 'een breuk met hun voedselketen'.

Een warmer, vroeger voorjaar maar evenveel vorstdagen in de winter. Vooral een klimaatpatroon dat verandert. West-Europa staat nog wat te wachten met de voorspelde klimaatveranderingen. Dat klimaatverandering de hele natuur verregaand kan beïnvloeden, weten we wel. Hoe precies weten we echter nog niet. Veel planten en dieren passen hun ontwikkeling (fenologie) aan bij andere weersomstandigheden: ze gaan eerder bloeien of broeden bijvoorbeeld. Maar wat betekent dit voor de natuur in haar geheel? Van een aantal ecosystemen beschikt het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) al over onderzoekgegevens.

### Rekenregels

Kleine veranderingen bij één soort blijken al grote gevolgen te kunnen hebben voor een heel ecosysteem. Dit zien we bijvoorbeeld in de voedselketen van Zomereik-Wintervlinder-Koolmees (Visser & Rienks, 2002). De verschillende schakels van dit systeem reageren niet

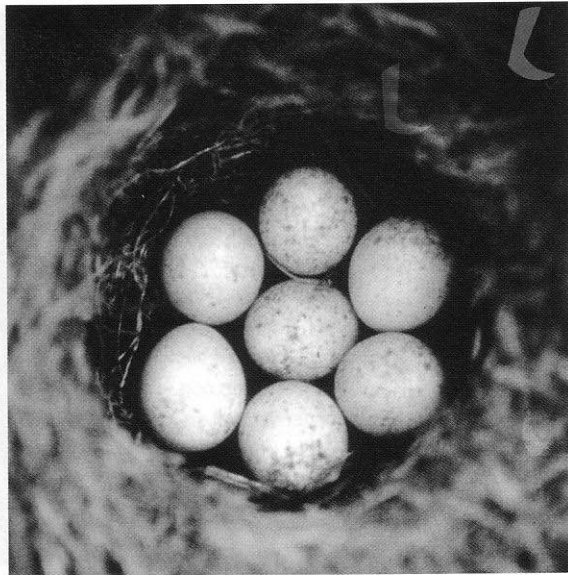
allemaal hetzelfde. Door de weersomstandigheden van de afgelopen 30 jaar (Baede, dit nummer) hebben we een goed idee kunnen vormen van de effecten. De Noord-Atlantische Oscillatie – een variatie in luchtstromingen, gemeten als het luchtdrukverschil tussen de Azoren en IJsland – blijft namelijk al jaren in de 'plus' hangen. De natuurlijke schommeling blijft daardoor uit en ons Noordwest-Europese weer is al jaren relatief warm (KNMI, 1999). De periode van half april tot half mei werd ongeveer 2°C warmer in ons gematigde klimaatgebied.

Bij de Wintervlinders (*Operophtera brumata*) en de Koolmezen (*Parus major*) blijken hun 'rekenregels' nu niet meer te kloppen. Daarom hebben de dieren last van 'mistiming': hun ontwikkeling loopt niet meer synchroon met die van de rest van de voedselketen. En het belangrijkste: niet meer synchroon met hun voedsel. De vlinders 'berekenen' wanneer ze uit het ei komen met een zogenaamde temperatuursom: de optelling van alle temperaturen hoger dan 3,9 °C vanaf 1 januari,

waarbij vorstdagen de benodigde som verlagen. Tegenwoordig zijn ze vaak zo'n veertien dagen te vroeg. Dit komt door de 'nieuwe' combinatie van veel vorstdagen en warme voorjaarsdagen (Visser & Holleman, 2001). De knoppen van de eikenbomen zijn dan nog niet uitgelopen en veel rupsen verhongeren. En dat, terwijl ook de Zomereiken (*Quercus robur*) al tien dagen eerder uitlopen dan 30 jaar geleden.

### Vroege rupsenpiek

Bij de Koolmezen in de 400 nestkasten in Nationaal Park de Hoge Veluwe ligt het anders: zij zijn juist vaak te laat (Visser et al., 1998). De rupsen van met name de Wintervlinder vormen het hoofdbestanddeel van het krachtvoer waar kleine mezen snel groot van moeten worden. De jongen komen tegenwoordig uit het ei als de 'rupsenpiek' alweer op zijn retour is (fig. 1). Ongeveer twee weken lang zijn er erg veel grote, eiwitrijke rupsen te verorberen; daarna verpoppen ze zich. De rupsenpiek valt nu echter zo'n 12 dagen eerder in het jaar, terwijl de Koolmezen hun legdatum niet naar voren hebben verschoven (fig. 2). De vroeger leggende paartjes krijgen nu relatief steeds meer broedsucces. Waarom gaan dan niet alle paartjes steeds vroeger leggen? Eén van de verklaringen is dat Koolmezen moeten vertrouwen op signalen (of 'cues') uit hun omgeving om te bepalen wanneer ze gaan



De rups van de Wintervlinder: gezocht door koolmeesouders, maar zelf op zoek naar smakelijke jonge eikenbladeren (foto: Leonard Holleman, NIOO-KNAW).

In de eerste periode van hun leven zijn koolmeesjongen grotendeels aangewezen op rupsen (foto: NIOO-KNAW).

Zijn Koolmezen tegenwoordig te laat met eieren leggen? (foto: NIOO-KNAW).

# rammelt aan voedselketens

leggen. Immers, er zit een periode van maar liefst 35 dagen tussen het moment van het eerste ei en het moment waarop de vogel 9 tot 12 hongerige jongen in het nest heeft en er veel voedsel moet zijn. Vroeger 'voorspelden' de cues, zoals daglengte en temperatuur, de voedselpiek

Fig. 1. De belangrijkste ontwikkelingen in de drie schakels van de voedselketen Zomereik-Wintervlinder-Koolmees pasten tot zo'n dertig jaar geleden uitstekend op elkaar. Inmiddels raken ze ontkoppeld.

keurig. Maar omdat de temperatuur in het vroege voorjaar (en dus de cue) niet gewijzigd is en de temperaturen later in het seizoen wel (en dus het moment van de voedselpiek), zijn de cues niet meer te vertrouwen. Het is net als met de euro. Als we nu een kilo appels zien voor 1 euro, denken we nog dat de appels 1 gulden kosten. De signalen zien er hetzelfde uit, maar ondertussen zit je wel in de (geld)problemen.

De voorbeelden van Koolmees en Wintervlinder staan niet op zichzelf. Bij andere soorten zoals Pimpelmees (*Parus caeruleus*) en Bonte vliegenvanger (*Ficedula hypoleuca*) hebben we ook klimaats-effecten vastgesteld. De Bonte vliegenvanger is als lange-afstands trekvogel extra kwetsbaar. In zijn Afrikaanse overwinteringsgebied ten zuiden van de Sahara heeft hij geen weet van het vervroegde voorjaar in Nederland (Both & Visser,

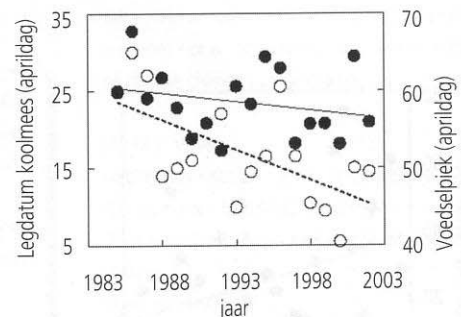
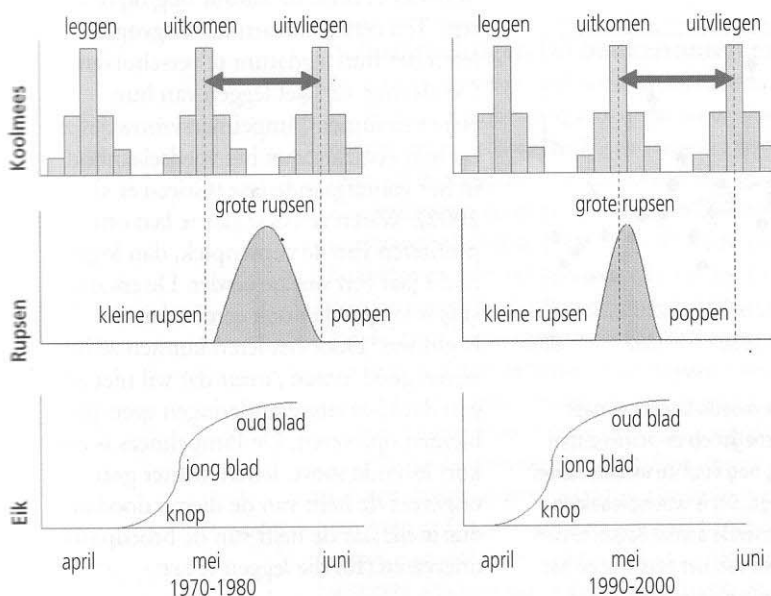


Fig. 2 Om de rupsenpiek niet te missen zou deze ongeveer een maand na het uitkomen van de eieren moeten vallen. Dat is tegenwoordig niet meer het geval op de Hoge Veluwe: de rupsenpiek (open symbolen, rechter y-as, in april dagen: 1 = 1 april, 31 = 1 mei) is wel naar voren geschoven maar de leg-

datum van de Koolmees (dichte symbolen, linker y-as) niet en nu valt de rupsenpiek 12 dagen te vroeg om de koolmeeskuijken optimaal te bedienen (waarbij bedacht moet worden dat er ongeveer 35 dagen zit tussen de legdatum en het moment dat de jongen veel voedsel nodig hebben).

2001). Als de vrouwtjes hier op het gebruikelijke moment arriveren, blijken ze hals-over-kop te moeten gaan broeden. Ze leggen wel tien dagen eerder dan in 1980. Daardoor heeft een vrouwtje haast geen tijd om goed aan te sterken van de lange vlucht. Het resultaat is niet eens voldoende: de jongen uit de laatst gelegde eieren missen de optimale rupsenpiek.

## Vervroegen of niet

Het is niet zo dat alle soorten op dezelfde manier reageren op klimaatverandering. En het klimaat verandert ook niet op alle plekken op dezelfde manier. Dit maakt dat de uiteindelijke effecten van plaats tot plaats verschillen. De goed onderzochte Kool- en Pimpelmees werpen licht op de verschillende reacties die mogelijk zijn. Die variatie komt duidelijk naar voren in de legdata van 1979-1998 van in totaal 24 onderzochte populaties verspreid over Europa (Visser et al., 2003a). Soms verschuift de start van de leg naar voren, soms niet. In drie mezenpopulaties in Finland en Rusland veranderde er niets – de noodzaak ontbrak simpelweg door de gelijk gebleven voorjaarstemperaturen. De Corsicaanse populatie gaf ook een onveranderd beeld. Op dit groenblijvende, mediterrane eiland is de hele voedselketen van eik-rups-pimpelmees ongeveer voor de temperatuur.

Op het vasteland van Frankrijk en in Groot-Brittannië, België en Nederland varieerde de reactie tussen de verschillende populaties. In sommige populaties verschoof de legdatum naar voren, in

Bonte vliegenvangers broeden tegenwoordig in grote haast. De Nederlandse lente begint eerder, terwijl de trekvogels nog onderweg zijn uit Afrika (foto: NIOO-KNAW).



andere niet. De laatstgenoemde populaties lieten een sterke afname zien in tweede legfels tijdens hetzelfde broedseizoen. Op de Hoge Veluwe in Nederland zie je tegenwoordig veel minder tweede legfels, tegenover tot wel 75% van de paartjes drie decennia geleden (fig. 3). Deze Nederlandse vogels reageren dus ook op een veranderend klimaat, maar anders dan door het verschuiven van de legdatum (zoals de 2 km verderop levende Warnsborn-populatie wel doet). Dit maakt duidelijk dat we ons niet moeten blindstaren op maar één eigenschap.

Het turven van wel of geen fenologische veranderingen (Parmesan & Yohe, 2003) kan je dus misleiden: sommige populaties reageren niet, omdat dat niet nodig is; andere hadden juist wel moeten

reageren en weer andere groepen reageren via een andere route. Een tweede serieus probleem van zulk onderzoek is, dat alleen testen óf soorten reageren op klimaatverandering niet voldoende bewijs oplevert dat de soort het daadwerkelijk gaat redden. Hoeveel schuift de ontwikkeling van het onderliggende niveau, de voedselbron, namelijk op? Kijk maar naar de Bonte vliegenvanger: die reageert wel, maar dat is toch niet genoeg om de naar voren verschoven rupsenpiek bij te benen. Ook hebben door de natuurlijke variatie binnen populaties zangvogels vroeger broedende individuen meer succes dan later broedende. Inzicht in de aanwezige variatie in reacties is essentieel voor het bepalen van de ecologische consequenties van klimaatverandering.

## Oplossingen?

Wat valt er door de natuur nog bij te sturen? Ten eerste kunnen de zangvogels leren om hun legdatum te verschuiven. De 'timing' van het leggen van hun eieren stemmen Pimpelmeesvrouwtjes af op hun ervaring met het voedselaanbod in het voorafgaande jaar (Grieco et al., 2002). Waren ze vorig jaar te laat om te profiteren van de rupsenpiek, dan leggen ze dit jaar een weekje eerder. De ervaren vogels leggen dan ook eerder dan de beginners. Door het leren kunnen ze hun eieren goed 'timen', maar dat wil niet zeggen dat klimaatveranderingen geen problemen opleveren. De Pimpelmees is een kort levende soort. Iedere winter gaat ongeveer de helft van de dieren dood en dus is elk jaar de helft van de broedparen onervaren. En die leggen te laat.

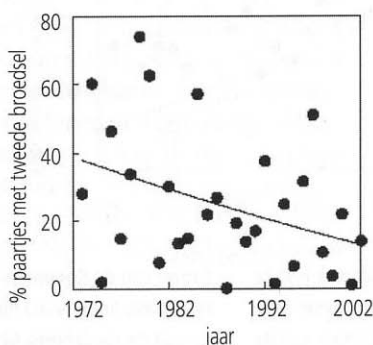


Fig. 3. Het aandeel koolmeespaartjes dat op de Hoge Veluwe aan een tweede legsel begint, is sterk afgenomen. Oudervogels verlaten veel van de tweede nesten ook nog voortijdig.

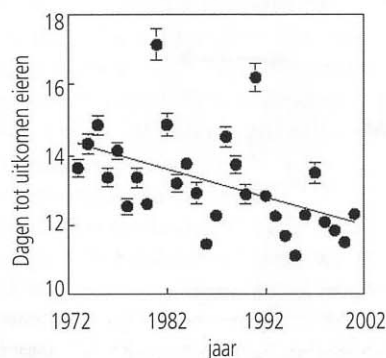
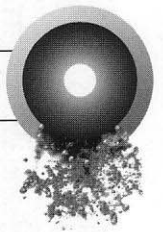


Fig. 4. De moederkoolmees gaat steeds vroeger op de eieren zitten broeden, nog voor de laatste eieren zijn gelegd. Dit is weerspiegeld in het afnemende aantal dagen tussen het leggen van het eerste ei en het uitkomen van de eerste kuikens.



Een tweede type reactie bij de mezen vinden we in het niet meer wachten tot het laatste ei gelegd is: het vrouwtje begint al bijna direct met het bebroeden van de eieren, soms zelfs voordat ze alle eieren gelegd heeft (Visser et al., 2003b, fig. 4). Als gevolg daarvan komen niet alle kuikens op dezelfde dag uit en zit er meer verschil in grootte binnen één nest – de nakomertjes hebben moeite om aan genoeg voedsel te komen.

Gaan de mezen nu uitsterven? De consequenties op populatie- en soortsniveau vormen natuurlijk een belangrijke vraag. Bezit die populatie zangvogels voldoende 'veerkracht'? Het gaat hier niet alleen om 'mistiming' in het broedseizoen, waar we tot nu toe naar gekeken hebben. De hele levenscyclus telt hierbij mee. In de winter verandert er ook wat – zo gaat de beschikbaarheid van beukennotjes volgens de voorspellingen sterk toenemen (van der Meer et al., 2002). Daardoor kunnen Koolmezen waarschijnlijk dit koude seizoen beter overleven (kader 1). En wat treft een Bonte vliegenvanger aan tijdens de trek? Het gaat dus om het totaalplaatje: waar verandert er wat. Dan pas zijn alle gevolgen duidelijk. De gegevens van lange-termijnstudies blijken hierbij onmisbaar.

Het grote probleem is dat de verschillende organismen in een ecosysteem niet altijd gebruik maken van dezelfde signalen ofwel dezelfde rekenregels. De kans op 'mistiming' door de effecten van klimaatsverandering is daarom levens-

groot aanwezig. De gevolgen op het niveau van de hele natuur kunnen we niet simpelweg halen uit de studie aan een paar soorten. Algemene soorten zullen zich wel redden; ze kunnen zelfs meeliften met opschuivende klimaatzones. Maar de toch al versnipperde, kwetsbare soorten kunnen wel eens de fatale slag toegediend krijgen.

## Literatuur

- Both, C. & M.E. Visser, 2001.** Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 411:296-298.
- Grieco, F., A.J. van Noordwijk, M.E. Visser, 2002.** Evidence for the effect of learning on timing of reproduction in Blue Tits. *Science* 296: 136-138.
- KNMI, 1999.** De Noord-Atlantische Oscillatie, Hoofdstuk 2 van De toestand van het klimaat in Nederland: <http://www.knmi.nl/voor/nader/klim/nao.html>
- Meer P.J. van der, I.T.M. Jorritsma & K. Kramer, 2002.** Assessing climate change effects on long-term forest development: adjusting growth, phenology, and seed production in a gap model. *Forest Ecology and Management* 162: 39-52.
- Parnesan, C. & G. Yohe, 2003.** A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- Visser, M.E., F. Adriaensen, J.H. van Balen, J. Blondel, A.A. Dhondt, S. Van Dongen, C. Du Feu, E.V. Ivankina, A.B. Kerimov, J. de Laet, E. Matthysen, R. McCleery, M. Orell & D.L. Thomson, 2003a.** Variable responses to large-scale climate change in European Parus populations. *Proceedings of the Royal Society of London B* 270: 367-372.
- Visser, M.E., C. Both & P. Gienapp, 2003b.** Mistimed reproduction due to global climate change. *Acta Zoologica Sinica* (in druk).

- Visser, M.E. & L.J.M. Holleman, 2001.** Warmer springs disrupt the synchrony of oak and winter moth phenology. *Proc. R. Soc. Lond. B* 268:289-294.
- Visser, M.E., A.J. van Noordwijk, J.M. Tinbergen & C.M. Lessells, 1998.** Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits (*Parus major*). *Proc. R. Soc. Lond. B* 265: 1867-1870.
- Visser, M.E. & F. Rienks, 2002.** Ecologische relatieproblemen. *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* 3 (70): 66-70.

## Summary

### Shifting links – climate change disrupts food chains

Structurally warmer, earlier springs in Northwestern Europe can disrupt food chains dramatically. Winter moth caterpillars for example are too early for the fresh oak leaves and starve. Great tit chicks are born too late for the peak abundance of caterpillars and miss the optimal feeding conditions. The different species within a food chain use different 'cues' or 'rules' to assess the right moment of development or reproduction. Mistiming, asynchrony of the links in a foodchain, is the consequence when the (combination of) cues become(s) invalid. This will form a major problem for especially vulnerable and fragmented species that are not capable to adjust or to 'hop' along with the shifting climate zones. More general species with sufficient genetic variation might be able to adjust at least partly. Within songbirds like tits they may learn to lay earlier, start incubation earlier, and give up making second broods within a season. The whole life cycle has to be taken into account before any conclusions on whether a species - or an ecosystem - can overcome the effects of climate change can be drawn.

Dr. M.E. Visser  
Nederlands Instituut voor Ecologie NIOO-KNAW  
Centrum voor Terrestrische Ecologie  
Werkgroepleider Populatiebiologie van Dieren  
Postbus 40  
6666 ZG Heteren  
email: m.visser@nioo.knaw.nl

ir. F. Rienks  
Nederlands Instituut voor Ecologie NIOO-KNAW  
Bureau Diensten  
Wetenschapsvoorlichter  
Rijksstraatweg 6  
3631 AC Nieuwersluis  
email: f.rienks@nioo.knaw.nl  
[www.nioo.knaw.nl](http://www.nioo.knaw.nl)

### Kader 1

#### Schommelingen bij beukennoten en koolmezen

Een populatie Koolmezen heeft niet altijd dezelfde omvang. In het voorjaar komen er een hoop jongen bij, in de winter sterven er veel. Van de tien uitgevlogen jongen zien we er het jaar erna nog maar één als broedvogel terug. Van de ouders gaat gemiddeld de helft dood. Maar in de ene winter is die sterfte veel hoger dan in de andere. Hoe goed de Koolmezen de winter overleven, hangt onder andere af van het voedsel dat beschikbaar is. Beukennotjes spelen een belangrijke rol in het bos. In een goed beukennotenjaar (een mastjaar) is de overleving van de jonge dieren wel 20%, in een jaar zonder beukennoten slechts 5%. Voor ouders zijn deze percentages 60 en 35%. Nu is een beukenboom niet ongevoelig voor een opwarmend klimaat. Volgens voorspellingen (van der Meer et al., 2002) gaat de voorraad beukennotjes er flink op vooruit de komende eeuw. Een toename van 37% moet wel zijn weerslag vinden in het aandeel vogels dat de winter overleeft. Zo zien we dat de invloed van klimaatsverandering op een soort niet in één richting werkt: het zorgt voor 'mistiming' tijdens het broedseizoen maar voor betere condities in de winter. Hoe deze twee effecten uiteindelijk uitpakken voor de Koolmees is nu onderwerp van onderzoek.