

Hoe onze flora en fauna veranderen door klimaatverandering

Chris van Swaay, Chris van Turnhout, Laurens Sparrius, Roy van Grunsven, Jurriën van Deijk, Arco van Strien & Sarah Doornbos



In de periode 1976-2016 is de gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt 1,5 °C gestegen. Wat heeft dat voor effect gehad op flora en fauna? Door het veranderende klimaat vestigen zich steeds meer warmteminnende soorten in Nederland. Vaak gebeurt dit in het kielzog van noordwaarts schuivende arealen op Europese schaal.

Voorbeelden van zuidelijke soorten die sterk toegenomen zijn, zijn staartblauwtje, bijeneter, zuidelijke glazenmaker, bijenorchis en het prachtpurperuiltje.

De opwarming van Nederland trekt niet alleen nieuwkomers aan, maar heeft ook gevolgen voor soorten die hier al van oudsher voorkomen. Die veranderingen, vooral de sluipende afnames, vallen veel minder op. Om deze veranderingen zichtbaar te maken hebben Devictor et al. (2012) een zogenaamde Community Temperature Index (CTI) ontwikkeld. Deze temperatuurindex is gebaseerd op de verhouding van warmte- en koudeminnende soorten in lokale gemeenschappen op verschillende meetpunten. Als warmteminnende soorten toenemen en koudeminnende soorten afnemen of gelijk blijven, dan neemt de CTI in de tijd toe. De onderzoekers lieten zien dat de CTI stijgt: in zowel vogel- als dagvlindergemeenschappen in Europa neemt het aandeel warmteminnende soorten toe ten opzichte van koudeminnende soorten.

Wij vroegen ons af of de CTI ook geschikt is om het effect van klimaatverandering op de planten en dieren in Nederland te laten zien. Hier zijn van veel soortgroepen betrouwbare trendgegevens voorhanden, waaronder ook van planten, libellen en nachtvlinders.

Methode

Voor deze analyse hebben we de CTI berekend voor levensgemeenschappen van broedvogels, dagvlinders, libellen, nachtvlinders en planten in Nederland (van Swaay et al., 2017). Tabel 1 geeft een overzicht van de gebruikte gegevens per soortgroep. Waar mogelijk zijn aantalsgegevens gebruikt, uit een zo lang mogelijke periode. Deze periode verschilt per soortgroep en is afhankelijk van de periode waarin het systematisch verzamelen van gegevens begon.

Bijenorchis breidde zich sinds de jaren negentig uit van enkele plekken in Zeeland en de kustduinen naar heel Zuid-West Nederland (foto: John Breugelmans).

Voor broedvogels, dagvlinders en libellen is gebruik gemaakt van de landelijke meetnetten uit het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). Deze meetnetten leveren per meetpunt een schatting van het aantal individuen of broedparen per soort per jaar. Deze gegevens zijn niet geïnterpoleerd. Voor planten en nachtvlinders zijn geen landelijke aantalsgegevens beschikbaar en is gewerkt met verspreidingsgegevens (aan- of afwezigheid van soorten in een kilometerhok). Waarnemingen uit de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) en Noctua zijn hiertoe geaggregeerd tot combinaties van soort, kilometerhok en jaar. Met logistische regressie zijn schattingen van de aanwezigheid van elke soort in een kilometerhok per jaar gemaakt (van Strien et al., 2017). Voor dagvlinders zijn zowel meetnetgegevens als verspreidingsgegevens gebruikt om soortentrends te berekenen en zo beide methoden met elkaar te kunnen vergelijken.

Voor elke soort wordt eerst de zogenaamde Species Temperature Index (STI) vastgesteld (Devictor et al., 2012). Dit is de gemiddelde temperatuur van het Europese verspreidingsgebied van elke soort. Deze STI is een maat voor het temperatuuroptimum. Deze is relatief hoog voor soorten met een overwegend zuidelijke verspreiding, bijvoorbeeld 11,8 °C voor kleine heivlinder, 13,5 °C voor mosbloempje en 12,2 °C voor vuurlibel. De STI is relatief laag voor soorten met een noordelijke verspreiding, bijvoorbeeld 4,2 °C voor veenbesblauwtje, 2,8 °C voor knotszegge en 5,2 °C voor hoogveenglanslibel. Voor broedvogels en dagvlinders zijn de STI's overgenomen uit Devictor et al. (2012); voor planten, libellen en nachtvlinders zijn ze berekend volgens de methode van Sparrius et al. (2018), gebaseerd op Europese atlasgegevens. Deze methode maakt gebruik van open data uit de Global Biodiversity Information Facility (GBIF) en actuele klimaatgegevens. Voor broedvogels is gebruik

gemaakt van de temperatuur tussen maart en september; voor de overige groepen is de jaartemperatuur gebruikt.

De CTI is de gemiddelde STI voor alle soorten in ieder meetpunt of kilometerhok, voor ieder jaar afzonderlijk. Bij aantalsdata is een gewogen gemiddelde berekend, met aantal per soort als gewicht. Algemene soorten tellen dus zwaarder mee in de CTI dan zeldzame soorten. Tenslotte is voor elke soortgroep de jaarlijkse trend in CTI over heel Nederland berekend. Voor de soortgroepen waarvoor tellingen beschikbaar zijn (broedvogels, dagvlinders en libellen) is hierbij meetpunt als random factor gebruikt. De resultaten worden vergeleken met klimaatgegevens van het KNMI (fig. 1), die over de periode 1976-2016 een stijging van 1,5 °C – gemiddeld 0,039 °C per jaar – laat zien.

Trends

De absolute waarde van de CTI's verschilt sterk tussen de verschillende soortgroepen, maar de trends komen onderling sterk overeen (fig. 2). Bij alle onderzochte soortgroepen blijkt de CTI significant te stijgen in de tijd. De soorten met een voorkeur voor warme gebieden zijn dus relatief talrijker geworden ten opzichte van de soorten met een voorkeur voor koele gebieden. De omvang van de veranderingen ligt voor de verschillende soortgroepen in dezelfde orde van grootte. Kijken we naar de periode waarvoor voor alle soortgroepen (m.u.v. libellen) gegevens beschikbaar zijn (1990-2015, tabel 2), dan stijgt de CTI met 0,0025 °C per jaar voor dagvlinders en met 0,0035 °C per jaar voor vogels. De toename voor planten en nachtvlinders ligt daar met respectievelijk 0,0030 °C en 0,0032 °C per jaar tussenin. Voor libellen is de stijging duidelijk groter (0,0046 °C per jaar), maar daar is de onderzoeksperiode korter, omdat het meetnet libellen pas in 1998 is gestart.

Interpretatie

Het algemene beeld dat uit deze analyse naar voren komt is dat lokale gemeenschappen van broedvogels, vlinders, libellen en planten in Nederland veranderen onder invloed van klimaatverandering.

Deze ontwikkeling is ook in de landen om ons heen en op andere continenten zichtbaar, ook als andere datasets en analysemethoden worden gebruikt om die ontwikkelingen te beschrijven (bijv. Lehikoinen et al., 2016; Stephens et al., 2016). De mate waarin de gemeenschappen van de verschillende soortgroepen veranderen ligt in dezelfde

soortgroep	data voor CTI	periode	aantal soorten	aantal meetpunten
broedvogels	aantal broedparen/territoria per telgebied	1984-2015	193	3243
dagvlinders	aantal individuen per transect	1990-2016	70	1106
libellen	aantal individuen per transect	1998-2016	54	661
nachtvlinders	kans op voorkomen per kmhok	1990-2016	616	21343
vaatplanten	kans op voorkomen per kmhok	1976-2016	931	18099

Tabel 1. Gebruikte gegevens per soortgroep (van Swaay et al., 2017). Bij verspreidingsdata doen altijd alle kilometerhokken mee, al kan de kans op aanwezigheid wel heel laag zijn. Daarom is het totaal en het gemiddeld aantal meetpunten in de analyse gelijk.

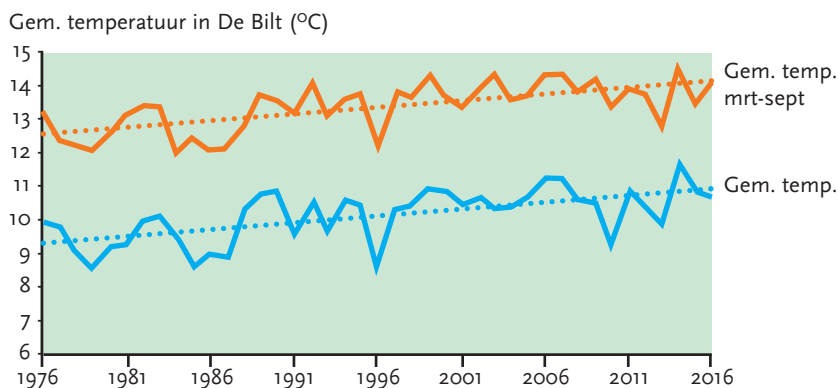


Fig. 1. Gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt over de periode 1976-2016, alsmede de gemiddelde temperatuur over de maanden maart tot en met september (bron: www.knmi.nl).

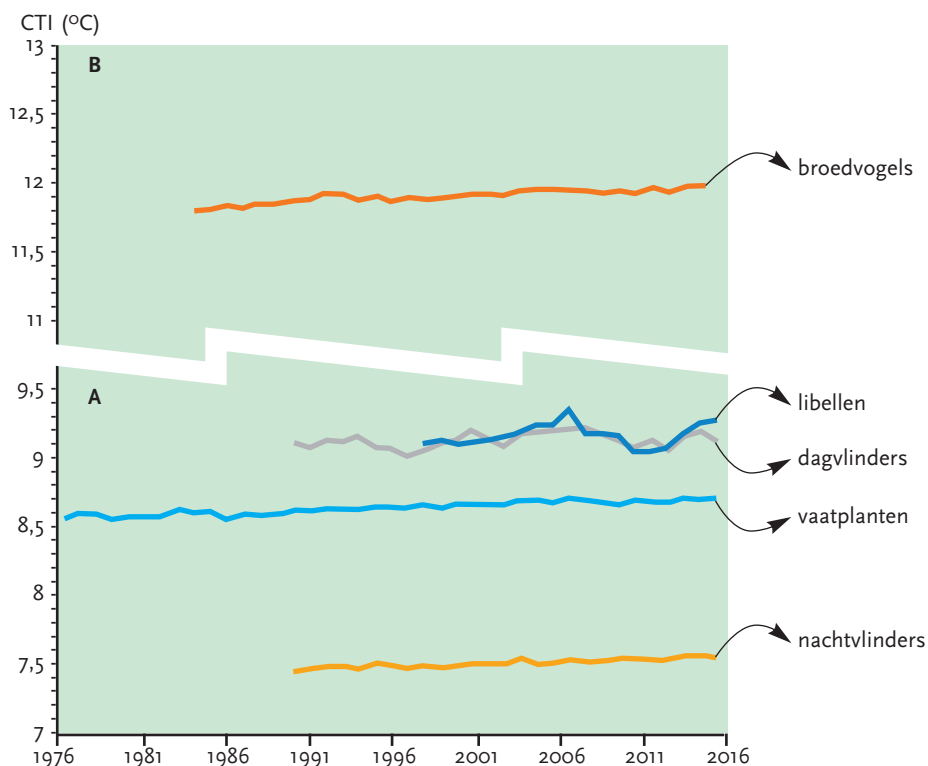


Fig. 2. CTI per jaar voor A. dagvlinders, libellen, planten en vaatplanten. B. broedvogels (op basis van de temperatuur in het broedseizoen).

Soortgroep	Type trend	Periode	CTI verandering in °C per jaar	Significantie
Broedvogels	populatie	1990-2015	0,0035	p<0,001
Dagvlinders	populatie	1990-2015	0,0025	p<0,001
Libellen	populatie	1998-2015	0,0046	p<0,01
Planten	verspreiding	1990-2015	0,0030	p<0,001
Nachtvlinders	verspreiding	1990-2015	0,0032	p<0,001

Tabel 2. Verandering van de temperatuurindex CTI per soortgroep.

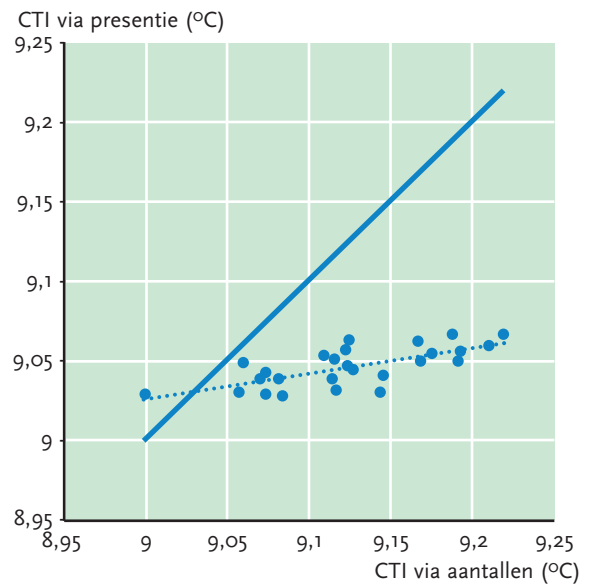
orde van grootte. De interpretatie van de verschillen behoeft enige uitleg, aangezien meerdere factoren waarschijnlijk een rol spelen in de totstandkoming van de trends. Ten eerste speelt het type data op basis waarvan de CTI's berekend zijn – aantalsgegevens of verspreidingsgegevens – een rol. Omdat voor dagvlinders zowel aantals- als verspreidingsgegevens beschikbaar zijn, is het mogelijk om de invloed hiervan op de resultaten te vergelijken (fig. 3). Het verband tussen de resultaten van beide databronnen is significant, maar de verandering op basis van aantalsgegevens is wel zes keer zo groot als de trend op basis van verspreidingsgegevens. Dit is niet verwonderlijk: voordat een soort is verdwenen uit een kilometerhok, zijn de aantallen individuen vaak eerst jarenlang achteruitgegaan. Dat maakt aantalsgegevens een veel gevoeliger maat voor veranderingen in populaties dan verspreidingsgegevens.

De onderlinge verschillen in de trends zullen verder afhangen van de mogelijke reactiesnelheid van soortgroepen. In het algemeen zullen soorten die zich snel kunnen voortplanten en een korte generatietijd hebben (zoals insecten) sneller reageren op veranderingen in het klimaat dan soorten die zich langzaam voortplanten en lang leven (zoals broedvogels). Maar de soorten die snel kunnen reageren, zijn daardoor ook gevoelig voor de weersomstandigheden die per jaar verschillen. Vandaar dat insecten sterkere fluctuaties hebben van jaar op jaar dan broedvogels (fig. 2a vs.2b). Bij nachtvlinders en planten zien we weinig fluctuaties, maar dat is omdat voor deze groepen verspreidingsgegevens gebruikt zijn, die jaarlijks minder fluctueren.

Opvallend is dat de absolute waarden van de CTI's (fig. 3) sterk verschillen tussen de soortgroepen. Dit komt voor nachtvlinders vermoedelijk doordat voor de berekening van de STI voor nachtvlinders relatief weinig data uit Zuid-Europa beschikbaar zijn. Bij planten zijn veel data beschikbaar, maar het areaal van veel bij ons algemene soorten heeft in het zuiden een harde grens bij de Alpen en Pyreneeën. Een vergelijking tussen groepen is dus niet zomaar te maken. De temperatuurstijging in Nederland is aanzienlijk sterker (0,039 °C per jaar) dan de stijging van de CTI's (0,0025 °C per jaar tot

In 25 jaar tijd schoof de noordgrens van het areaal van het staartblauwtje op van Parijs naar Zuid-Nederland (foto: Chris van Swaay).

Fig. 3. Verband tussen de CTI per jaar zoals berekend uit aantalsgegevens (NEM-meetnetellingen) en verspreidingsgegevens (occupancy) voor dagvlinders. Het verband tussen de beide databronnen is significant ($F=25,05$, $p<0,001$, $R^2=0,50$). De doorgetrokken lijn geeft de relatie aan als beide datasets even sterk zouden reageren.



0,0046 °C per jaar; tabel 2). Dat betekent dat de planten- en dierengemeenschappen zich weliswaar aanpassen, maar met vertraging: ze 'raken achterop'. Met deze snelheden doen ze er tien jaar over om zich aan te passen aan de jaarlijkse verandering in temperatuur. Voor vogels en dagvlinders was dit op Europese schaal ook al aangetoond door Devictor et al. (2012), maar waar Devictor et al. (2012) een veel sterkere stijging in CTI vinden voor dagvlinders dan voor vogels, is dat verschil in deze studie vrijwel afwezig. Het blijkt dat de CTI voor dagvlinders na 2008 nauwelijks nog gestegen is, wat uiteindelijk tot een lagere waarde voor de CTI-trend voor dagvlinders leidt over de gehele onderzoeksperiode. Dat soortgroepen achterop raken kan meerdere oorzaken hebben. De temperatuur kan wel geschikt worden voor bepaalde soorten, maar er moet wel voldoende leefgebied van voldoende kwaliteit voorhanden zijn om

daadwerkelijk te kunnen toenemen. Zo blijft de uitbreiding van akkeronkruiden en moerassoorten uit zuidelijke streken grotendeels uit, vermoedelijk omdat beheer en stikstofdepositie dat verhinderen. Het geschikte leefgebied moet bovendien ook bereikt kunnen worden, wat voor minder mobiele soorten in het huidige versnipperde landschap niet vanzelfsprekend is. Bovendien verschuiven de verschillende soorten en soortgroepen niet met dezelfde snelheden. Hierdoor ontstaan lokale gemeenschappen met soortcombinaties die voorheen niet bestonden.

Een hogere luchttemperatuur, zoals die standaard gemeten wordt, betekent niet dat de dieren en planten dat ook zo ervaren. Voor dagvlinders speelt het 'microclimatic cooling' effect (Wallis de Vries & van Swaay, 2006): warmteminnende soorten gaan achteruit in aantal, ondanks dat het klimaat opwarmt,





Na enkele broedgevallen in de jaren zestig broedt de bijeneter sinds 2001 bijna jaarlijks in Nederland. De afgelopen jaren broedden er tot maximaal 12 paren (in 2015) (foto: Miltos Gikas).

omdat door de tegelijkertijd toegenomen stikstofdepositie de planten in het voorjaar ook eerder en sneller gaan groeien. Door een hogere en dichtere vegetatie is er minder kale bodem en meer beschaduwing aanwezig, wat voor de rupsen leidt tot een koeler in plaats van warmer microklimaat. Daarnaast kunnen de ontwikkelingen in CTI verschillen tussen leefgebieden, zoals voor broedvogels is aangetoond (Kampichler et al., 2012). Bij planten lijkt de toename van soorten in de ondergroei van bossen een belangrijke factor, omdat veel schaduwminnende soorten een noordelijke of montane verspreiding hebben.

Klimaatbestendig natuurbeheer

Onze flora en fauna reageert dus op de klimaatverandering, maar niet snel genoeg om de temperatuurstijging bij te houden. Om hier goed op te kunnen anticiperen met beheer is meer kennis over de onderliggende mechanismen noodzakelijk. Door natuurgebieden zoveel mogelijk met elkaar te verbinden – bijvoorbeeld door het volledig uitvoeren van het Natuurnetwerk Nederland – kunnen planten en dieren zich in ieder geval beter verplaatsen. Daarnaast blijft het natuurlijk belangrijk om de temperatuurstijging zo beperkt mogelijk te houden door het implementeren van een krachtig internationaal klimaatbeleid.

Literatuur

Devictor, V., C. van Swaay, T. Breton, L. Brotons, D. Chamberlain, J. Heliölä, S. Herrando, R. Julliard, M. Kuussaari, A. Lindström, J. Reif, D.B. Roy, O. Schweiger, J. Settele, C. Stefanescu, A. van Strien, C. van Turnhout, Z. Vermouzek, M. Wallis

de Vries, I. Wynhoff & F. Jiguet, 2012. Differences in the climate debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change* 2: 121–124.

Kampichler, C., C.A.M. van Turnhout, V. Devictor & H.P. van der Jeugd, 2012. Large-scale changes in community composition: determining land use and climate change signals. *PLoS ONE* 7: e35272.

Lehikoinen, A., R.P.B. Foppen, H. Heldbjerg, A. Lindström, W. van Manen, S. Piirainen, C. van Turnhout C. & S.H.M. Butchart, 2016.

Large-scale climatic drivers of regional winter bird population trends. *Diversity and Distributions* 22: 1163–1173.

Sparrius, L.B., G.G. van den Top & C.A.M. van Swaay, 2018. An approach to calculate a Species Temperature Index for flora based on open data. *Gorteria* 40: 73–78. [R script: <https://zenodo.org/record/1155850>]

Stephens, P.A., L.R. Mason, R.E. Green, R.D. Gregory, J.R. Sauer, J. Alison, A. Aunins, L. Brotons, S.H.M. Butchart, T. Campedelli, T. Chodkiewicz, P. Chylarecki, O. Crewe, J. Elts, V. Escandell, R.P.B. Foppen, H. Heldbjerg, S. Herrando, M. Husby, F. Jiguet, A. Lehikoinen, A. Lindström, D.G. Noble, J.-Y. Paquet, J. Reif, T. Sattler, T. Szép, N. Teufelbauer, S. Trautmann, A.J. van Strien, C.A.M. van Turnhout, P. Vorisek & S.G. Willis, 2016. Consistent response of bird populations to climate change on two continents. *Science* 352: 84–87.

Strien, A.J. van, M. Boomsluiter, M.E. Noordeloos, R.J.T. Verweij & T.W. Kuyper, 2017. Woodland ectomycorrhizal fungi benefit from large-scale reduction in nitrogen deposition in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology* 55 (1): 290–298.

Swaay, C.A.M. van, C.A.M. van Turnhout & L.B. Sparrius, 2017. Naar een Living Planet Index

voor de drukfactoren klimaat en stikstof. Rapport VS2017.006. De Vlinderstichting, Wageningen.

Wallis de Vries, M.F. & C.A.M. van Swaay, 2006. Global warming and excess nitrogen may induce butterfly decline by microclimatic cooling. *Global Change Biology* 12: 1620–1626.

Summary

How climate change affects flora and fauna in the Netherlands

Climate change has a profound effect on the distribution of numerous plant and animal species. However, whether and how different taxonomic groups are able to track climate change is still largely unclear. Following a method developed by Devictor et al (2012) we measure changes in the Community Temperature Index (CTI) over time for breeding birds, butterflies, moths, dragonflies and plants in the Netherlands. All groups show a significant change in CTI, which means that communities are changing in a way that thermophile species got relatively more abundant than thermophobe species. The rise in CTI is approximately ten times slower than the real rise in temperature. This means that although communities are changing, they react slower and have the risk to 'lag behind'.

Dankwoord

Wij bedanken alle vrijwilligers die tellingen hebben verricht of hun waarnemingen hebben doorgegeven.

Dr. C.A.M. van Swaay, Dr. R.H.A. van Grunsven & J.R. van Deijk MSc.

De Vlinderstichting
Postbus 506,6700 AM Wageningen
chris.vanswaay@vlinderstichting.nl
roy.vangrunsvan@vlinderstichting.nl
jurrien.vandeijk@vlinderstichting.nl

Dr. C.A.M. van Turnhout
Sovon Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen
chris.vanturnhout@sovon.nl

Dr. L.B. Sparrius
FLORON
Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen
sparrius@floron.nl

Dr. A.J. van Strien
CBS
Postbus 24500, 2490 HA Den Haag
aj.vanstrien@cbs.nl

S. Doornbos MSc.
Wereld Natuur Fonds
Driebergseweg 10, 3708 JB Zeist
sdoornbos@wwf.nl