

Iedereen onderzoeker naar klimaatverandering en natuur

De mensheid is bezig met een groot wereldwijd experiment door enorme hoeveelheden broeikasgassen uit te stoten in de atmosfeer en tegelijkertijd op grote schaal natuurgebieden om te vormen tot steden, infrastructuur en landbouwgebieden. Als gevolg van deze veranderingen stijgt de concentratie aan broeikasgassen in onze atmosfeer spectaculair snel. De CO₂-concentratie is momenteel al hoger dan deze waarschijnlijk in de afgelopen twintig miljoen jaar op aarde is geweest. De toename aan broeikasgassen zorgt er voor dat de temperatuur wereldwijd sterk is gestegen in de afgelopen 150 jaar. In Nederland is de gemiddelde jaartemperatuur al bijna twee graden Celsius hoger dan in de afgelopen 100 jaar. Daarmee gaat de temperatuurstijging in ons land ongeveer twee keer zo snel als wereldwijd. Volgens het KNMI kan de temperatuur aan het einde van deze eeuw nog eens bijna vier graden Celsius gemiddeld hoger liggen. Dat is een onvoorstelbaar snelle verandering.

Planten en dieren sterk beïnvloed door weersextremen

Als biologen weten we dat klimatologische omstandigheden in zeer belangrijke mate bepalen waar welke planten- en diersoorten voorkomen op aarde en wanneer ze in het jaar actief zijn (de *fenologie*). Door de gestegen temperaturen zien we een volksverhuizing op gang komen in de Nederlandse natuur. Honderden warmteminnende soorten waaronder het Bont zandoogje en dieren zoals de boomkikker nemen in aantal toe terwijl het aantal koudeminnende soorten als de kemphaan en het veenhooibeestje achteruit gaan. Wereldwijd maken biologen zich zorgen over de sterke achteruitgang van koraalriffen; een van de meest soortenrijke ecosystemen op aarde. Vooral het vaker voorkomen van weersextremen lijkt een sterke invloed te hebben op de overleving van planten en dieren.

Wetenschap en samenleving

Een van de uitdagingen, waar we in de wetenschap voor staan, is te bepalen hoe recente klimaatveranderingen de natuur al veranderd hebben en welke veranderingen we nog kunnen verwachten in de komende tientallen en honderden jaren. Deze vragen zijn niet alleen wetenschappelijk interessant. Het is van groot belang voor onze samenleving om te bepalen wat voor gevolgen de veranderingen in de natuur voor de samenleving hebben. Hoe sterk profiteert de tijgermug bijvoorbeeld van de stijgende temperaturen in ons land en wat is de kans dat deze exotische mug in ons land tropische ziekten als 'dengue' en 'chikungunya' over kan gaan brengen? Hoe kunnen boeren profiteren van een langer groeiseizoen, maar wel met intensere buien, zeer droge periodes en nieuwe ziekten en plagen? Belangrijke vragen zijn daarbij: Wie moet wat, wanneer en waar doen om natuur te beschermen, om negatieve gevolgen voor de samenleving te beperken of om te voorkomen dan wel te profiteren van de veranderingen die zich voordoen?

Snelheid van veranderingen in de natuur stelt eisen aan het onderwijs

De hoge snelheid waarmee de veranderingen zich voordoen en de schaal waarop die plaatsvinden, maakt de urgentie voor de samenleving om iets te doen aan klimaatverandering en haar gevolgen zeer hoog. We hebben maar zeer beperkt de tijd om de samenleving te mobiliseren om de kennis over de natuur te

vergroten en om de juiste maatregelen te nemen. Het is daarom belangrijk dat de kinderen van nu al op school leren hoe groot de veranderingen zijn en hoe je die zichtbaar maakt. Vanwege de complexiteit van de problemen is het nodig dat uiteenlopende wetenschappelijke disciplines met elkaar samenwerken. Als bioloog werk ik tegenwoordig nauw samen met collega's van bijvoorbeeld meteorologie, bodembioïologie, geo-informatie en aardwetenschappen, maar ook met onderzoekers in de sociale wetenschap die natuurbeleid, innovatiestudies en strategische communicatie bestuderen. Interdisciplinariteit is cruciaal. Daarnaast moeten kinderen een creatieve en oplossingsgerichte houding krijgen waarbij ze zich gaan realiseren dat wetenschappers alléén de problemen niet gaan oplossen. Er is een samenwerking nodig tussen wetenschap, overheid, bedrijfsleven, niet-gouvernementele organisaties en het publiek, en tussen verschillende sectoren zoals natuur, landbouw, energie, watermanagement en gezondheidszorg. Daarbij worden goede communicatieve vaardigheden en de inzet van allerlei sociale-media en ICT-technieken steeds belangrijker.

Iedereen kan helpen bij wetenschappelijk ecologisch onderzoek, ook scholieren

Het publiek speelt - zonder dat veel mensen dat weten - al een cruciale rol in het ecologisch onderzoek. Ondanks dat we door de continue ontwikkeling in kennis en technologie tegenwoordig de beschikking hebben over zeer uiteenlopende meetinstrumenten, variërend van wildcamera's tot satellieten, die de aarde zeer gedetailleerd in kaart brengen, zijn waarnemingen van mensen onmisbaar. Alleen al in Nederland zijn er meer dan honderdduizend mensen actief bij de monitoring van planten en dieren. Dergelijk onderzoek waarbij vrijwilligers of niet-professionals betrokken zijn, wordt (internationaal) vaak samengevat onder de noemer *citizen science*. Met de inzet van vrijwilligers krijgen onderzoekers informatie over plaatsen die ze nooit zelf allemaal zouden kunnen bezoeken. Naast het doen van waarnemingen spelen de vrijwilligers steeds vaker een rol bij de analyse en interpretatie van de gegevens en bij de communicatie van de resultaten.

Inmiddels zijn er vele tientallen onderzoeksprojecten waar je aan mee kunt doen. Een mooi overzicht van *citizen science*-projecten in Nederland en België is te vinden op de website iedereenwetenschapper.nl. Hieronder beschrijf ik een aantal van mijn eigen ecologische *citizen science*-projecten waarbij leerlingen al een rol spelen.

De Natuurkalender

De Natuurkalender (natuurkalender.nl, onderdeel van naturetoday.com) is een nationaal wetenschappelijk fenologisch en ook educatief waarnemingsprogramma dat zich richt op het in kaart brengen van de effecten van veranderingen in weer en klimaat. Het richt zich op de timing van jaarlijks terugkerende verschijnselen in de natuur: de 'fenofasen'. Voorbeelden van die jaarlijks terugkerende verschijnselen zijn het moment van bloei, bladontplooiing en bladval bij planten; maar ook de start van vogeltrek en het verschijnen van vlinders en andere insecten. Dit zijn gebeurtenissen die sterk van het weer afhankelijk zijn en die door iedereen elke dag 'in de achtertuin' waargenomen kunnen worden. De tak van wetenschap die de verschijnselen in de natuur bestudeert is de fenologie.

In februari 2001 begonnen duizenden vrijwilligers met het waarnemen en via natuurkalender.nl doorgeven van het moment waarop jaarlijks terugkerende verschijnselen in de natuur zich voordoen. De doelstellingen van De Natuurkalender zijn:

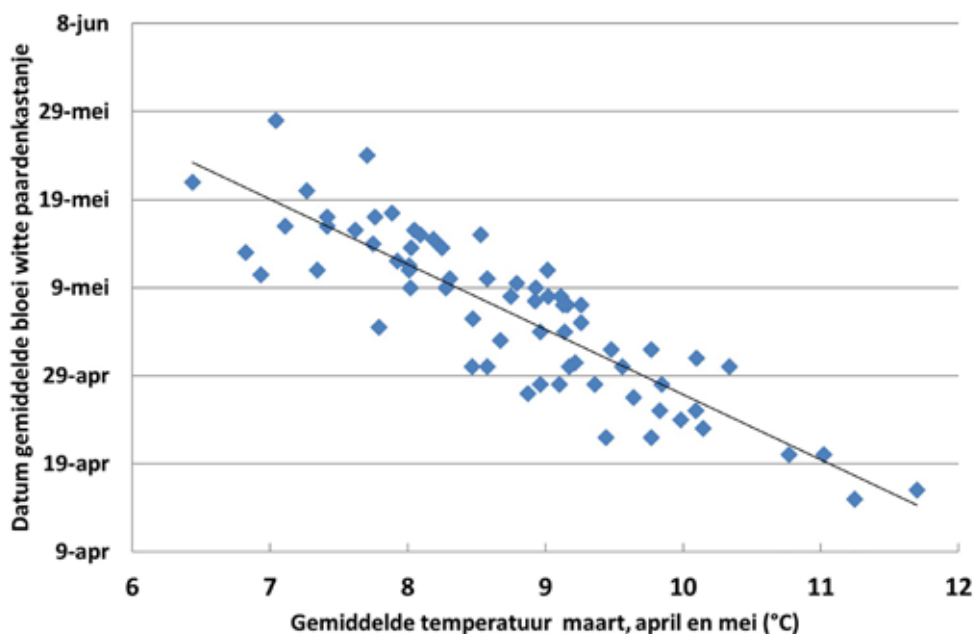
- Monitoren en analyseren van de gevolgen van verandering in weer en klimaat voor de natuur.
- Analyseren wat de gevolgen van de veranderingen in de natuur zijn voor de samenleving.
- Ontwikkelen en implementeren van methoden en technieken waarmee de samenleving zich kan aanpassen aan de veranderingen.
- Vergroten van de kennis en bewustwording bij het publiek over de veranderingen die plaats vinden.

Sinds de start werden door meer dan elfduizend waarnemers en ruim duizend scholieren in het kader van het GLOBE programma (globenederland.nl) ruim 180.000 waarnemingen doorgegeven van onder andere de eerste citroenvlinders, de eerste boerenzwaluwen en het eerste bloeiend fluitenkruid. Om de waarnemingen in een goed perspectief te kunnen plaatsen digitaliseerden de onderzoekers nog eens 120.000 historische waarnemingen uit de periode van 1868 tot 1968.



Start bloei witte paardenkastanje.

Timing varieert van jaar tot jaar



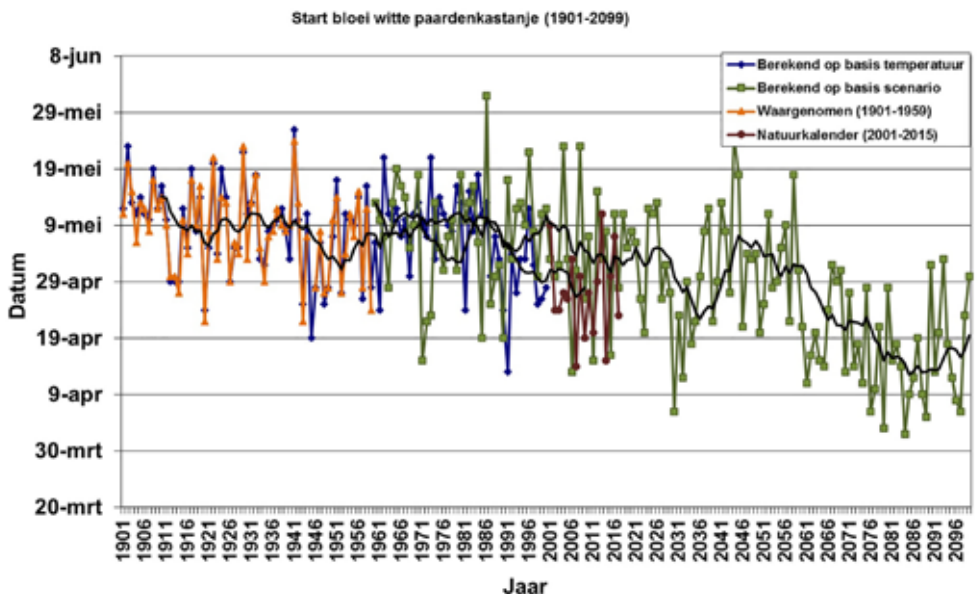
Start bloei witte paardenkastanje in Nederland in relatie tot de temperatuur in de maanden maart, april en mei. Elk punt is de gemiddelde eerste bloeiwaarneming in een bepaald jaar van 2006 tot 2012.

Fenologische gebeurtenissen zoals bloei en start van vogeltrek vinden elk jaar in een vaststaande periode plaats. Het bosanemoontje komt bijvoorbeeld tussen eind februari

en april voor het eerst in bloei en de gierzwaluw komt rond koningsdag in Nederland aan na overwintering in Afrika. Ondanks dat de gebeurtenissen in een vaste periode van het jaar plaatsvinden, varieert het precieze moment van jaar tot jaar en binnen het jaar van plaats tot plaats. Die variatie wordt veroorzaakt door verschillen in temperatuur, neerslag, hoeveelheid zon maar ook door genetische variatie. Planten zullen bij een warm voorjaar vroeger bloeien en eerder in blad komen dan in een koud jaar. Een hogere gemiddelde temperatuur in de maanden maart, april en mei resulteert in een eerder in bloei komen van de witte paardenkastanje.

Effect van klimaatverandering op de fenologie

Omdat het weer een belangrijke invloed heeft op wanneer planten en dieren (in)actief worden, is het te verwachten dat er bij klimaatverandering veranderingen optreden in het moment waarop fenologische gebeurtenissen plaatsvinden. Met de fenologische waarnemingen die vrijwilligers en scholieren doorgeven aan De Natuurkalender maken we de effecten van veranderingen in weer en klimaat op de fenologie zichtbaar. Uit de bloeiwaarnemingen van de witte paardenkastanje in Nederland (zie figuur hieronder) weergegeven voor de periode 1901 tot en met 1959 (oranje lijn in de figuur), blijkt dat de gemiddelde bloeidatum in deze periode 8 mei was. De bruine lijn is de gemiddelde bloeiwaarneming van 2001 tot en met 2017. De donkerblauwe lijn geeft de berekende bloeidatum op basis van de gevonden relatie tussen de bloei en de gemeten gemiddelde temperatuur in de maanden maart, april en mei. De eerste bloeiwaarneming in de jaren 2001 tot en met 2017 werd gemiddeld op 27 april gedaan, elf dagen eerder dan de vroegere periode.



Waargenomen en berekende gemiddelde bloei van de witte paardenkastanje in Nederland in de periode 1901 tot en met 2099.

Eén van de vragen die we met De Natuurkalender willen beantwoorden is: Welke verandering in de timing van jaarlijks terugkerende verschijnselen treedt er op als het klimaat verder verandert? De groene lijn geeft een berekening van de mogelijke

bloeddata tot en met 2099 op basis van klimaatscenario's van het KNMI. De figuur laat duidelijk zien dat het groeiseizoen in Nederland steeds eerder zal beginnen in de komende tientallen jaren.

GLOBE Nederland

Naast vrijwilligers doen ook leerlingen mee aan het Natuurkalenderonderzoek. Deelname loopt via het wereldwijde GLOBE-programma. GLOBE staat voor *Global Learning and Observations to Benefit the Environment*. GLOBE is een netwerk van achtentwintigduizend scholen in honderdzestien landen. Uitgangspunt van GLOBE is dat er actief wordt samengewerkt met wetenschappelijke instellingen. GLOBE Nederland werkt samen met onder andere Wageningen University & Research, het KNMI en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. De docenten worden jaarlijks getraind in het uitvoeren van de educatiemodules. Naast De Natuurkalender zijn er modules over waterkwaliteit, bodem, duurzaamheid, luchtkwaliteit, lichtvervuiling en klimaat die relatief eenvoudig te integreren zijn in lessen biologie, aardrijkskunde en scheikunde.

GrowApp

GLOBE maakt gebruik van diverse apps. Een daarvan is de 'GrowApp' (growapp.today), die nauw gekoppeld is aan De Natuurkalender. Met de *GrowApp* kun je een animatie maken van de veranderingen die bomen, tuinen en landschappen ondergaan binnen een jaar en gedurende meerdere jaren, door foto's te nemen met je *smartphone*. De app maakt hier automatisch een *time-lapse* filmpje van (zie een selectie van foto's van de bladontplooiing van een beuk in Bennekom gedurende het groeiseizoen van 2017). Door de groenwaardes uit de foto's te vergelijken met de fenologische waarnemingen van De Natuurkalender en met satellietfoto's die van grote afstand de groenheid van het landoppervlak bepalen, krijgen wetenschappers beter zicht op hoe de natuur reageert op veranderingen in weer en klimaat. Voor de *GrowApp* zijn diverse educatieve modules beschikbaar.



Beuk
23 maart 2017

Beuk
2 mei 2017

Beuk
10 mei 2017

Beuk
20 juni 2017

Beuk
27 augustus 2017

Verloop van de bladontplooiing van een beuk in Bennekom, vastgelegd met de GrowApp.

Vergroten bewustzijn en draagvlak

Het betrekken van vrijwilligers en scholieren in het onderzoek heeft, naast veel nieuwe data en nieuwe wetenschappelijke inzichten, ook tot gevolg dat deelnemers en organisaties bewuster worden van de veranderingen in de natuur en van de snelheid waarin ze plaatsvinden. Door tegelijkertijd te onderzoeken hoe fenologische

veranderingen gevolgen hebben voor de samenleving, creëren we draagvlak in de samenleving voor de maatregelen die nodig zijn om klimaatverandering te stoppen of om ons aan te passen aan de gevolgen van klimaatverandering. Bij de fenologische veranderingen gaat het dan bijvoorbeeld over natuurbeheer: wanneer kun je het beste het gras maaien om weidevogels te ontzien. Bij gezondheid gaat het bijvoorbeeld over wanneer hooikoortsklachten zich voordoen; zie Allergieradar, wanneer muggen overlast veroorzaken (muggenradar.nl) of wanneer teken actief zijn en de ziekte van Lyme veroorzaken (tekenradar.nl). Bij al deze onderwerpen werken we samen met veel verschillende partijen in de samenleving en zijn we continu aan het communiceren met de samenleving.

Nature Today

Om de kennis over de natuur die bij biologen aanwezig is en de vele ontwikkelingen en ontdekkingen die daar plaatsvinden naar het brede publiek te communiceren hebben we de website *Nature Today* in het leven geroepen (naturetoday.com). Op deze site publiceren topbiologen van meer dan 20 natuurorganisaties, kennisinstellingen en overheden dagelijks natuurberichten over actuele ontwikkelingen in de natuur in Nederland en daarbuiten. Naast de actualiteit zijn er inmiddels duizenden verhalen te vinden van de voorgaande jaren. Via een emailnieuwsbrief kun je eenvoudig dagelijks of wekelijks geattendeerd worden op de nieuwste verhalen. *Nature Today* is een onuitputtelijke bron voor leuke en interessante nieuwtjes die je aan leerlingen mee kunt geven of waar leerlingen voor verslagen hun informatie kunnen verzamelen.

We staan als samenleving dus voor grote uitdagingen, maar we hebben tegelijkertijd steeds meer mogelijkheden om als individu een belangrijke bijdrage te leveren aan het vergroten van de kennis en de communicatie daarvan naar mensen en organisaties voor wie deze kennis belangrijk is. Ik daag u graag uit om de samenwerking met wetenschappers te zoeken en samen met uw leerlingen actief deel te nemen aan de spannende ontdekkingstocht die we momenteel doormaken.

Aanvullende informatie

De links in de tekst zijn direct aanklikbaar op de website, www.nvon.nl/ecologie. Ze worden zo nu en dan aangevuld en bijgewerkt.