Effecten van klimaatsverandering op planten in Nederland

W.L.M. Tamis, M. van 't Zelfde** & R. van der Meijden**

* Nationaal Herbarium Nederland/Leiden branch, Postbus 9514, 2300 RA Leiden; e-mail: tamis@cml.leidenuniv.nl, meijden@nhn.leidenuniv.nl

** Centrum voor Milieukunde, Universiteit Leiden, Postbus 9518, 2300 RA Leiden; e-mail: zelfde@cml.leidenuniv.nl

Effects of climate change on vascular plants in the Netherlands in the 20th century

The Dutch databases FLORIVON en FlorBase are nation-wide databases which contain about 10 million records of occurrence of vascular plant species, collected in the 20th century on a scale of approximately 1 square km. In this study, these data are statistically analysed to find and identify relations between changes in botanical biodiversity and changes in climate and other environmental factors. Prior to the analysis, the data have been corrected for several major forms of survey bias. The records are grouped into three intervals covering the 20th century: 1902–1949, 1975–1984, and 1985–1999. For the intervals 1902–1949 and 1975–1984, we find small but significant increases in the presence of both 'warm' and 'cold' species. However, in the final decades of the 20th century we find a marked increase in 'warm' species only, coinciding with the marked increase in ambient temperature observed during this period. This is evidence for a rapid response of the Dutch flora to climatic change. Urbanisation is also examined as an alternative explanation for the increase in 'warm' plant species. It is found to explain only 50% of the increased presence of such species in the final decades of the 20th century. Besides temperature-related effects, the most important change during the 20th century was a strong decline in plant species of nutrient poor sites and a marked increase of plant species of nutrient rich sites.

Inleiding

De Nederlandse flora is in de 20e eeuw dramatisch veranderd. Hierover is al veel geschreven, bijvoorbeeld in de Atlas van de Nederlandse Flora[1–3] en de Rode Lijsten voor vaatplanten.[4 5] Als belangrijkste oorzaken voor deze veranderingen worden altijd genoemd: verandering in grondgebruik, intensivering van de landbouw, ingrepen in de waterhuishouding en industriële emissies die bijdragen aan verzuring en vermesting. Een belangrijk milieuprobleem dat pas in de laatste decennia wordt onderkend is klimaatsverandering. Ook in Nederland verandert het klimaat: de Kleine IJstijd eindigt in de 19e eeuw en sindsdien stijgt de temperatuur. Met name in de laatste decennia van de 20e eeuw is de stijging fors; ook valt er meer winterregen.[6]

De mogelijke effecten van klimaatsverandering op het voorkomen van vaatplantensoorten in Nederland hebben nooit veel aandacht gehad. Men verwachtte namelijk dat het effect ervan klein zou zijn en in het niet zou vallen bij de effecten van de andere milieuproblemen. Er werd zelfs een toename verwacht van zogenaamde 'koude' boreale soorten. Dit zijn soorten die voornamelijk voorkomen in het gebied tussen de poolstreken en gematigde streken. Deze toename zou worden veroorzaakt door een

toename in oppervlakte en leeftijd van de bossen waarin deze soorten in Nederland voornamelijk voorkomen. In een globale studie naar de te verwachten veranderingen in de Nederlandse flora in de verre toekomst (2030), werd voor het eerst een toename van 'warme' plantensoorten ontdekt.[7] [8] Deze toename van 'warme plantensoorten' zou echter ook heel goed verklaard kunnen worden door een sterke toename van verstedelijkt gebied in Nederland. Stedelijke gebieden hebben namelijk jaar rond duidelijk hogere temperaturen dan landelijke gebieden.

In Nederland worden sinds 1902 op grote schaal verspreidingsgegevens verzameld door floristen, wat onder andere geresulteerd heeft in de totstandkoming van de Atlas van de Nederlandse Flora. Daarnaast verzamelen ook provincies en andere organisaties floristische gegevens. De vrijwillige floristen zijn sinds 1975 georganiseerd in FLORON, stichting FLORistisch Onderzoek Nederland (zie ook www.floron.nl). De verspreidingsgegevens zijn op verschillende schaalniveaus verzameld, maar we beperken ons hier tot de gegevens die verzameld zijn op het meest gedetailleerde niveau van ongeveer één vierkante kilometer. Het aantal km-hokken in Nederland bedraagt ongeveer 36000. Al deze gedetailleerde verspreidingsgegevens zijn inmiddels gedigitaliseerd, dat wil zeggen in een elektronisch bestand opgeslagen. De floristische gegevens van vóór 1950 zijn opgeslagen in het databestand FLORIVON[9] en die van ná 1975 in FlorBase.[10] In deze bestanden zijn van de 20e eeuw inmiddels 10 miljoen waarnemingen opgeslagen. Een belangrijke kanttekening bij deze gegevens is dat zij in verschillende perioden door verschillende mensen met verschillende methoden en verschillende doelen zijn verzameld. Bij het gebruik van de gegevens moet dus worden gecorrigeerd voor de zogenaamde 'waarnemerseffecten'.

Onderzoeksvragen, gegevens en werkwijze[11]

Wij hebben alle verspreidingsgegevens in FLORIVON en FlorBase gebruikt om de volgende vragen te beantwoorden:

- zijn er effecten van klimaatsverandering waar te nemen in de Nederlandse flora?
- hoe groot zijn de eventuele effecten van klimaatsverandering in vergelijking met de effecten van andere milieuproblemen?
- in hoeverre zijn eventuele klimaatseffecten toe te schrijven aan verstedelijking?

De Nederlandse flora omvat ongeveer 1490 'soorten' (soorten, ondersoorten en variëteiten). Hiervan zijn er uiteindelijk ca. 1300 soorten met redelijk betrouwbare informatie geselecteerd en gebruikt voor de studie. Wij hebben een aantal correcties uitgevoerd wegens de 'waarnemerseffecten'. Er is uiteindelijk voor elke plantensoort in de analyse een schatting gemaakt van het totale voorkomen in Nederland in drie verschillende perioden: 1902–1949, 1975–1984 en 1985–1999. Voor elke plantensoort is vervolgens de voor- of achteruitgang in voorkomen bepaald tussen de eerste en de tweede periode en tussen de tweede en de derde periode. Voor het verklaren van de voor- of achteruitgang van plantensoorten is gebruik gemaakt van de zogenaamde 'functionele' kenmerken van plantensoorten. Elke plantensoort is typisch voor bepaalde ecologische standplaatsen en klimaatsomstandigheden. Er is

gebruik gemaakt van Ellenberg-indicatorwaarden[12 13] en van een indeling in stadsplanten en niet-stadsplanten.[14] Met statistiek is uiteindelijk bepaald of er sprake is van effecten die niet aan toeval toegeschreven kunnen worden.

Zijn er effecten van klimaatsverandering?

Uit het onderzoek komt naar voren dat er duidelijke effecten zijn van klimaatsverandering op de Nederlandse flora. Er zijn significante effecten door veranderingen in temperatuur die een deel van de voor- of achteruitgang van plantensoorten verklaren tussen 1902–1949 en 1975–1984 en tussen 1975–1984 en 1985–1999. Zo nemen tussen de eerste en tweede periode zowel de 'koude' als de 'warme' soorten iets toe. De toename van 'koude' soorten (bijv. Kleine keverorchis, *Listera cordata*) verloopt echter parallel aan een sterke toename in onderbegroeiing in bossen. Dit is dus geen klimaatseffect, maar een effect van het veranderde bosbeheer in Nederland door de 20e eeuw heen.

Tussen 1975–1984 en 1985–1999 vindt er een sterke toename plaats van 'warme' soorten. Deze sterke toename van 'warme' soorten treedt op in de periode dat er eveneens sprake is van een sterke toename in temperatuur. Dit betekent dat 'warme' soorten klaarblijkelijk snel kunnen reageren op veranderende klimaatsomstandigheden. Opmerkelijk is overigens ook dat de 'koude' soorten niet echt sterk afnemen (zie Fig. 1). In Figuur 1 is de gemiddelde voor- of achteruitgang weergegeven van de plantensoorten, die zijn ingedeeld in vier klassen van koud naar warm.

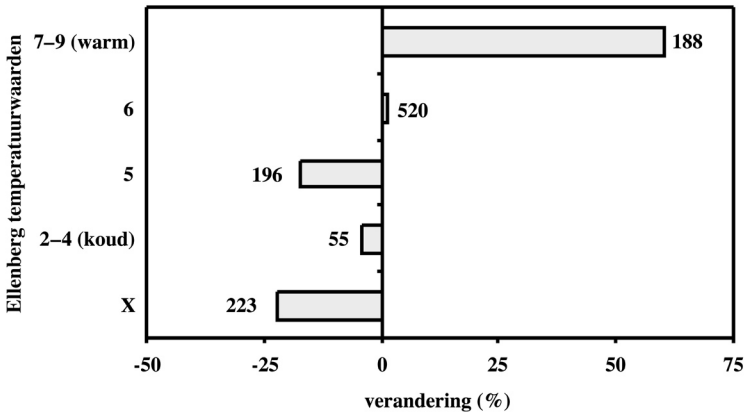

Fig. 1. Gemiddelde voor- of achteruitgang in voorkomen tussen 1975–1984 en 1985–1999 per groep van plantensoorten die karakteristiek zijn voor koude tot warme omstandigheden. X= groep van plantensoorten die indifferent zijn voor temperatuur volgens Ellenberg.[12] Soorten uit groep 1 (arctische soorten) komen niet in Nederland voor. Bij elke kolom staat het aantal plantensoorten in die groep. Als basislijn is de gemiddelde verandering van alle plantensoorten genomen.

Het is opmerkelijk, dat uit het onderzoek geen effecten van de toegenomen hoeveelheid neerslag naar voren zijn gekomen. Men zou verwachten, dat door de toegenomen neerslag het aandeel van plantensoorten met een Atlantisch voorkomen toe zou nemen ten koste van plantensoorten met een continentaal voorkomen. Uit het onderzoek is daarentegen naar voren gekomen dat soorten van droge standplaatsen sterker toenemen dan soorten van meer natte standplaatsen. Mogelijk speelt bij de toename van soorten van droge standplaatsen de sterke ontwatering van de laatste decennia een rol.

Hoe belangrijk is klimaatsverandering in vergelijking met andere milieuthema's?

Voor de Nederlandse flora zijn altijd andere milieuthema's dan klimaatsverandering aangewezen als de belangrijkste oorzaak voor de achteruitgang en verandering. We hebben dit voor een aantal thema's onderzocht: vermesting, verdroging, verzuring, en verlies aan brakke en zoute standplaatsen.

Uit de analyses blijkt dat er naast de effecten van klimaatsverandering sprake is van significante effecten van vermesting, verdroging en verzuring op de Nederlandse flora, zowel tussen de perioden 1902–1949 en 1975–1984 als de perioden 1975–1984 en 1985–1999. De effecten van vermesting blijken dan het belangrijkste

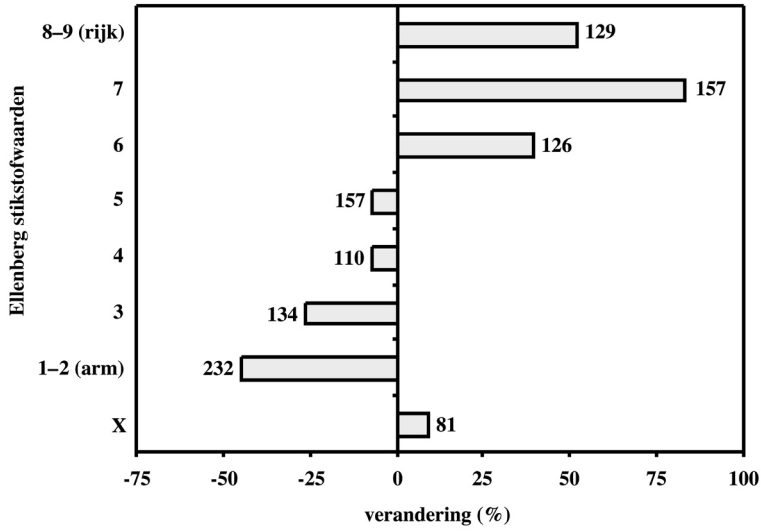

Fig. 2. Gemiddelde voor- of achteruitgang in voorkomen tussen 1902–1949 en 1975–1984 per groep van plantensoorten typisch voor voedselarme tot zeer voedselrijke omstandigheden. X = groep van plantensoorten die indifferent zijn voor voedselrijkdom volgens Ellenberg.[12] Zie voor toelichting ook Fig. 1.

te zijn (zie Fig. 2). In Figuur 2 is de gemiddelde voor- of achteruitgang weergegeven voor zeven klassen, uiteenlopend van planten van voedselarme standplaatsen tot planten van zeer voedselrijke standplaatsen.

In tabel 1 is het weergegeven welk deel van de voor- of achteruitgang verklaard kan worden door de milieuthema's. Het aandeel is een 'range', want een exacte berekening van het aandeel kan alleen onder optimale en gecontroleerde experimentele omstandigheden uitgevoerd worden. Uit tabel 1 blijkt dat tussen 1902–1949 en 1975–1984 vermesting de belangrijkste oorzaak van de veranderingen is. Dit is ook zo als we de 20e eeuw in zijn geheel in beschouwing zouden hebben genomen. Tussen 1975–1984 en 1985–1999 is echter een stijging van de gemiddelde temperatuur de belangrijkste oorzaak van de veranderingen in de Nederlandse flora. Deze temperatuurstijging is zeer waarschijnlijk een gevolg van een klimaatsverandering, maar we hebben tot nu nog niet de verstedelijking als belangrijke alternatieve oorzaak voor de toename van 'warme' plantensoorten besproken.

Effecten van klimaatsverandering of van verstedelijking?

Is de toename van 'warme' plantensoorten nu puur een effect van klimaatsverandering of van verstedelijking of wellicht van beide? Uit ons onderzoek blijkt dat effecten van verstedelijking alleen een significant deel van de veranderingen kunnen verklaren tussen 1975–1984 en 1985–1999. In deze periode blijkt verstedelijking de helft van de toename in 'warme' soorten te kunnen verklaren. Verstedelijking en klimaatsverandering veroorzaken samen de totale toename van 'warme' soorten.

Conclusies

Een belangrijke conclusie is dat de nationale verspreidingsgegevens van de Nederlandse flora verzameld per vierkante kilometer, ondanks de aanwezigheid van 'waarnemerseffecten' in de gegevens, heel goed bruikbaar zijn voor onderzoek naar oorzaken van veranderingen in de Nederlandse flora. In de 20e eeuw zijn effecten van

Tabel 1. Aandeel van verschillende milieuthema's in de verklaring van de voor- of achteruitgang van plantensoorten in de 20e eeuw. Gegeven zijn de minimum en maximum schattingen.[11]

Milieuthema	**1902–1949 → 1975–1984**	**1975–1984 → 1985–1999**
Temperatuurstijging (T)	6–22%	45–59%
Vermesting (N)	60–61%	15–24%
Verdroging (F)	1–10%	25%
Verzuring (R)	8–32%	1–6%

klimaatsverandering op de Nederlandse flora waar te nemen die niet alleen verklaard kunnen worden door verstedelijking. Vermesting is de belangrijkste oorzaak van veranderingen in de Nederlandse flora in de gehele 20e eeuw (de sterke afname van plantensoorten van voedselarme standplaatsen en de sterke toename van plantensoorten van zeer voedselrijke bodems). Verstedelijking en klimaatsverandering zijn de belangrijkste oorzaken van de veranderingen in de Nederlandse flora in de laatste decennia van de 20e eeuw.[15]

1. J. Mennema, A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate (red.). 1980. Atlas van de Nederlandse Flora 1. Amsterdam.
2. J. Mennema, A.J. Quené-Boterenbrood & C.L. Plate (red.). 1985. Atlas van de Nederlandse Flora 2. Utrecht.
3. R. van der Meijden, E.J. Weeda & C.L. Plate. 1989. Atlas van de Nederlandse Flora 3. Minder zeldzame en algemene soorten. Leiden.
4. E.J. Weeda, R. van der Meijden & P.A. Bakker. 1990. FLORON-Rode Lijst 1990; Rode Lijst van de in Nederland verdwenen en bedreigde planten (Pterophyta en Spermatophyta) over de periode 1.I.1980–1.I.1990. Gorteria 16: 2–26.
5. R. van der Meijden, B. Odé, C.L.G. Groen, J.P.M. Witte & D. Bal. 2000. Bedreigde en kwetsbare vaatplanten in Nederland. Basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst. Gorteria 26: 85–208.
6. A.P.M. Baede. 2003. Klimaatsverandering in Nederland. De Levende Natuur 104: 70–74
7. R. van der Meijden. 1993. Flora en Fauna 2030. Hogere planten; een geannoteerde soortenlijst. Proefproject Flora en Fauna 2030, Achtergrondreeks 2. Den Haag.
8. R. van der Meijden. 1998. Frustratie en inspiratie. In: W. van Strien, De toekomst in de kijker; een overzicht van het project Flora en Fauna 2030: 21–23. Den Haag.
9. F.H. Kloosterman & R. van der Meijden. 1994. Eindverslag digitalisering van het IVON-archief (historisch floristisch bestand) van het Rijksherbarium te Leiden. TNO, Delft.
10. R. van der Meijden, C.L.G. Groen, J.J. Vermeulen, T. Peterbroers, M. van 't Zelfde & J.P. Witte. 1996. De landelijke floradatabank FlorBase-1; eindrapport. Leiden.
11. De onderzoeksvragen, gegevens en werkwijze (inclusief berekeningen en analyses) worden uitgebreid beschreven en toegelicht in: W.L.M. Tamis, M. van 't Zelfde & R. van der Meijden. 2001. Changes in vascular plant biodiversity in the Netherlands in the 20th century explained by climatic and other environmental characteristics. In: H. van Oene et al. Long-term effects of climate change on biodiversity and ecosystem processes. NOP-rapport nr. 410 200 089. Bilthoven.
12. H. Ellenberg, H.E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Paulissen. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18**:** 1–258.
13. Van een klein aantal van de ca. 1300 geselecteerde soorten, waaronder exoten, is geen Ellenberg-indicatorwaarde[12] bekend.
14. T. Denters. 1999. De flora van het Urbaan district. Gorteria 25: 65–76.

15. Onze grootste dank gaat uit naar de honderden floristen die een onschatbare bijdrage hebben geleverd aan de verspreidingsgegevens in FLORIVON en FlorBase, door jaar in, jaar uit in alle hoeken van Nederland de flora op te tekenen. Onze dank gaat ook uit naar FLORON voor de gegevensleverantie en de vele nuttige discussies. Tenslotte dank aan R. van Ek van het RIZA, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, voor cruciale bijdrages in de GIS-bewerkingen van de gegevens. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het NOP, Nationaal Onderzoek Programma mondiale luchtverontreiniging en klimaatverandering (project nr. 952275).