



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## European-wide ecosystem responses and their vulnerability to intensive drought

Chen, Q.

### Citation

Chen, Q. (2024, September 4). *European-wide ecosystem responses and their vulnerability to intensive drought*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4054699>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4054699>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

# **Samenvatting**

Europa heeft de afgelopen jaren een reeks extreem hete en droge zomers meegemaakt (2003, 2010, 2013, 2015 en 2018). Deze droogtes hebben negatieve effecten op de vegetatiegroei, zoals vermindering van fotosynthese en productiviteit van vegetatie. Op deze manier bedreigt ernstige droogte de normale fysiologische werking van de planten en zorgt voor vegetatiesterfte. De verwachting is dat (door klimaat verandering) in de komende decennia droogte zal toenemen in zowel frequentie, duur en ernst. Verminderde productiviteit en boomsterfte hebben niet alleen een aanzienlijke impact op de structuur en stabiliteit van het ecosysteem, maar ook op de wereldwijde biogeochemische cycli (zoals CO<sub>2</sub> assimilatie). Dit leidt onder meer tot een groter risico op verstoorde ecosystemen wereldwijd met mogelijk grote maatschappelijke gevolgen, bijvoorbeeld door gereduceerde levering van ecosysteemdiensten door bossen.

Om deze risico's te beperken, is het noodzakelijk om inzicht te krijgen in ecosystemereacties op dergelijke droogte en de meest kwetsbare ecosystemen te identificeren. Satelliet aardobservatie heeft een enorm potentieel voor de analyse van de gevolgen van droogte doordat het grootschalige en langdurige metingen kan leveren. Ondanks dit potentieel, is er nog een aanzienlijk gat in ons begrip van ecosystemereacties op droogte. Eerdere analyses richtten zich slechts op het berekenen van langetermijnrelaties tussen proxies van vegetatiegroei (b.v., spectrale indices) en droogte. Dergelijke analyses leggen echter geen verband tussen individuele kenmerken van droogte en specifieke aspecten van ecosystemeschade. Derhalve kunnen deze studies geen mechanismen van de ecosystemeschade uit hun correlaties identificeren. Het onderzoek beschreven in deze dissertatie is een reactie op deze tekortkoming.

Het in hoofdstuk 2 beschreven onderzoek introduceert een kwantitatief raamwerk om droogtegebeurtenissen en de daaruit volgende vegetatieschade gelijktijdig te karakteriseren op basis van hun aanvang, duur en ernst. Hierdoor kan de relatie tussen droogte en vegetatieschade gedetailleerd worden geanalyseerd en verbanden gelegd worden tussen de verschillende droogte- en vegetatieschade kenmerken. Door dit nieuwe raamwerk toe te passen in Nederland en België, tijdens de droogte van 2018, werden verschillende patronen aangetoond in de respons van verschillende ecosystemen op droogte.

Op basis van deze positieve resultaten, werd dit raamwerk opgeschaald (beschreven in hoofdstuk 3) om de kwetsbaarheid van 21 ecosystemetypen voor droogte over heel Europa te evalueren. De trend gevonden in deze studie suggereerde dat vegetatieschade eerder, langer en ernstiger was wanneer droogtes eerder, langer en ernstiger waren. Ook bleek uit dit onderzoek dat dergelijke kwetsbaarheden voor droogte sterk verschillen tussen ecosystemen. Met name actief geïrrigeerde gewassen lopen een verhoogd risico bij intensieve droogtes, terwijl bossen

met een grote biodiversiteit veel minder kwetsbaar zijn. Bovendien vertoonden de meeste ecosystemen een niet-lineair toenemende kwetsbaarheid voor intensievere droogtes. Nu droogtes de komende decennia waarschijnlijk meer wijdverbreid, langdurig en extreem worden, is het dus essentieel dat mitigatiestrategieën worden ontwikkeld, met name voor de meest kwetsbare ecosystemen.

Met de nieuwe mogelijkheden van het geavanceerde raamwerk (om de effecten van droogte op vegetatie in heel Europa in detail te evalueren) kon uiteindelijk het wetenschappelijk inzicht worden vergroot over hoe droogteresistentie van ecosystemen ontstaat (beschreven in hoofdstuk 4). In deze studie werd satelliet aardobservatie gebruikt om voor het eerst droogte strategieën in ecosystemen te kwantificeren op basis van drie belangrijke fysiologische aspecten (stomatale controle, water opslag en bladerdek dichtheid), die samenhangen met de kritieke koolstof- en waterreguleringsprocessen in planten. Diverse divergerende plant-droogte strategieën werden gevonden over verschillende assen, namelijk waterbespaarders versus waterverbruikers, planten met een constante waterpotentiaal vs. planten met een variabele waterpotentiaal en biomassa bewarend versus biomassa afstotend. Deze strategieën die werden gedetecteerd via satelliet aardobservatie kunnen real-time parameters leveren voor voorspellingsmodellen op grote schaal en die het toekomstige ecosysteembeheer te vergemakkelijken.

Op basis van deze plantstrategieën en hun koppeling met fysiologische reacties, kon boomsterfte tijdens droogte in meer detail worden onderzocht. Het onderzoek welke in hoofdstuk 5 wordt beschreven, laat zien dat vroege en hoge afname van het watergehalte samen met een afname van het bladoppervlak vaak leiden tot een hogere sterfte in bossen. Dit suggereert dat deze twee indicatoren vroege signalen kunnen zijn om te waarschuwen voor boomsterfte. Zo lijkt hydraulisch falen een grote driver te zijn van bossterfte omdat een significante correlatie bestaat tussen de aanwezigheid van een groot aantal dode bomen met een hoge daling van het watergehalte van vegetatie. Deze studie belicht het potentieel van satelliet aardobservatie bij het in kaart brengen van sterftemechanismen en biedt de basis voor het voorspellen van boomsterfte op grote schaal in reactie op klimaatverandering.

Concluderend toont dit proefschrift, op basis van ecosystemereacties, een grote diversiteit aan kwetsbaarheden van Europese ecosystemen voor droogte aan. Op basis van deze resultaten is de verwachting dat in de toekomst een groter scala aan ecosystemen kwetsbaarder zal worden en zelfs mogelijk instorten vanwege de hoge sterfte, gezien in veel regio's van de wereld vaker en ernstiger droogte wordt verwacht. Dit proefschrift geeft een aantal suggesties voor tijdige waarschuwings- en interventiemogelijkheden voor dergelijke kwetsbare ecosystemen. Met

name in bossen kunnen vroege en heftige verlagingen van het watergehalte en van het bladoppervlak dienen als waarschuwingssignalen voor aankomende boomsterfte. Bovendien demonstreert dit proefschrift het potentieel van satelliet aardobservatie bij het monitoren van ecosysteemreacties. De combinatie van satelliet observaties voor vroegtijdige en uitgebreide monitoring van ecosystemen zal nieuwe mogelijkheden en cruciale informatie bieden voor toekomstige droogtepreventie en -beheer.