



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Satellite remote sensing of plant functional diversity

Hauser, L.T.

### Citation

Hauser, L. T. (2022, June 22). *Satellite remote sensing of plant functional diversity*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3348489>

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/1887/3348489>

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

## II. Samenvatting

Menselijk welzijn is sterk afhankelijk van biodiversiteit en de ecosystemendiensten gefaciliteerd door biodiversiteit. Echter, menselijk handelen heeft tegelijkertijd geleid tot de huidige zorgwekkende biodiversiteitsverliezen. Beknopte en schaalbare methodes om de staat van biodiversiteit (van lokaal tot globaal) te inventariseren zijn in toenemende mate van urgent belang. De volledige afhankelijkheid van traditionele veldstudies hierin zal ontoereikend zijn gezien de ruimtelijke en temporele schaal van deze opgave. Onderzoek naar het gebruik van remote sensing (d.w.z. aardobservatie door middel van sensoren) voor grootschalige biodiversiteitsinventarisatie is daarom van belang. Dusver heeft de focus echter vooral gelegen op hyperspectrale metingen vanuit vliegtuigen of drones en discussies omtrent toekomstige satellietmissies. In aanvulling daarop bestudeert deze thesis juist de mogelijkheden van de huidige multispectrale satellieten (d.w.z. satellieten waarbij informatie van verschillende golflengten wordt gebruikt) met de focus op de Sentinel-2 constellatie.

Remote sensing van ruimtelijke plantbiodiversiteitspatronen is gebaseerd op het idee dat spectrale metingen van vegetatie vertegenwoordigingen zijn van hoe planten eruitzien en de onderliggende variatie in functionele plantkarakteristieken. In overeenkomst met dit idee laten de studies in deze thesis zien dat de diversiteit in dergelijke spectrale signalen inderdaad gekoppeld kan worden aan ruimtelijke landschapspatronen van plantensoortenrijkdom in bossen en struikgewassen. Echter, de bevindingen laten ook zien dat spectrale signalen geobserveerd door Sentinel-2 gedomineerd worden door met name de variatie in vegetatiedichtheid. De koppeling van spectrale diversiteit aan plantbiodiversiteit werkt dus alleen in overeenstemming met de variatie in vegetatiedichtheid. Een behoedzame toepassing en karakterisering van de relatie tussen spectrale diversiteit en plantbiodiversiteit is daarom vereist. Methodes die elementen van plantbiodiversiteit in spectra isoleren van versturende signalen zoals vegetatiedichtheid kunnen daarbij helpen, maar vereisen complexere dataverwerking en extra handelingen.

Deze thesis past de inversie van vegetatie stralingsmodellen (radiative transfer models, RTMs) toe op het schatten van plantbiodiversiteit. Deze modellen simuleren op basis van universele natuurkundige principes de interactie tussen zonlicht en vegetatie. Door het gebruik van deze modellen is een schaalbare methode ontwikkeld om ecologisch relevante planteigenschappen te karakteriseren, te isoleren en interfererende factoren te scheiden ten behoeve van het schatten van landschapspatronen van plantbiodiversiteit. De resultaten laten zien dat de inschattingen kwantitatief sterk relateren met functionele plantbiodiversiteit gemeten in veldstudies, maar wel gemiddeld 20-21% afwijken van veldmetingen. Kwalitatief volgen de inschattingen vanuit satelliet-observatie de ecologische verwachtingen volgens ruimtelijke landgebruik gradiënten. Een belangrijk bijkomend voordeel van het gebruik van modellen voor simulatie is de verminderde afhankelijkheid van schaarse velddata voor het trainen en kalibreren van methodes voor het schatten van plantbiodiversiteit. De daadwerkelijke schaalbaarheid van de gepresenteerde methodes vereist verdere toetsing in verschillende vegetatietypen en ecosystemen.

De 20m ruimtelijke resolutie van Sentinel-2 is relatief grof gezien de fijnmazige heterogeniteit van vegetatie. Daarom blijft de interpretatie van dergelijke observaties op dit schaalniveau voor

het schatten van plantbiodiversiteit een uitdaging. De resolutie is ontoereikend voor het identificeren van individuele plantentoppen. In plaats daarvan “zien” we op deze resolutie het signaal van meerdere plantentoppen tezamen. Enerzijds bemoeilijkt dit de validatie en training van plantbiodiversiteitsmodellen. Anderzijds mixt deze aggregatie de diversiteit van planten met plantengemeenschappen tot een moeilijk te interpreteren geheel. Dit maakt geobserveerde ruimtelijke patronen van biodiversiteit moeilijk te koppelen aan de traditionele focus van ecologische concepten op de biodiversiteit *binnen* (alpha) en *tussen* (beta) plantengemeenschappen.

Het ruimtelijk expliciete en grootschalige bereik van satelliet-observaties biedt mogelijkheden om diversiteit te inventariseren over plots van verschillende grootte. De analyses op verschillende schaalniveaus gepresenteerd in deze thesis illustreren hoe landschapspatronen van plant functionele biodiversiteit zich verhouden tot schaal. Hierbij laten de studies zien dat beta-diversiteit in toenemende mate kan worden geobserveerd bij grotere schalen in de mix van traditionele alpha- en beta- plantbiodiversiteit. De multi-schaal analyses illustreren ook dat de discrete concepten uit ecologie worden uitgedaagd door de ruimtelijk expliciete observaties van remote sensing. Dit daagt de traditionele focus op arbitraire plantgemeenschappen als de noemer van biodiversiteit uit en roept op tot de ontwikkeling van nieuwe en meer continue en graduele schaalconcepten. Om deze schaaluitdagingen verder te begrijpen kunnen toekomstige studies meerdere sensoren integreren. Met name de fusie van hoge resolutie spectrale metingen vanuit vliegtuigen of drones met satelliet-data biedt potentiële oplossingen om de ruimtelijke onregelmatigheden en fijnmazigheid van vegetatie in kaart te brengen en om het valideren en kalibreren van plantbiodiversiteitsschattingen beter te kunnen faciliteren. De rol van ruimtelijke schaal op hoe wij biodiversiteit waarnemen kan daarbij verder en in meer detail worden onderzocht.

Voorlopig zal verdere veldvalidatie van belang blijven om enerzijds het vertrouwen in satelliet-gebaseerde schatters van plantbiodiversiteit te versterken en anderzijds om methodes verder te verfijnen. Dit zal gedaan moeten worden door studies op te zetten met grotere steekproefomvang, met een wijder bereik van verschillende vegetatietypes en ecosystemen, verschillende sensors, een multi-temporele aanpak, en in een achtneming van een grotere verscheidenheid aan functionele rollen in plantbiodiversiteit. Met toenemende adequate validatie, de ontwikkeling van sensortechnologie, en methodologische voortgang, zal de rol van grootschalige en ruimtelijk expliciete inventarisatie van landschapspatronen van plantbiodiversiteit vanuit satelliet remote sensing steeds meer erkenning kunnen gaan genieten. Uiteindelijk kan satelliet aardobservatie daarmee een integrale rol gaan spelen in een globaal en gestandaardiseerd raamwerk om onze biodiversiteitsafdruk en onze impact op de ecosystemen te kwantificeren.