



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Geometry of vegetation patterns: understanding patterns in dryland ecosystems and beyond

Jaïbi, O.

### Citation

Jaïbi, O. (2021, November 24). *Geometry of vegetation patterns: understanding patterns in dryland ecosystems and beyond*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3243448>

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/1887/3243448>

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

# Samenvatting

---

Klimaatverandering heeft flinke gevolgen voor zowel natuur als mens. Een van de verschijnselen hiervan is het proces van verwoestijning, dat in vele, grote gebieden met weinig neerslag plaatsvindt. Deze gebieden bedekken nu al meer dan 40% van de landoppervlakte op de wereld en huisvesten meer dan 2 miljard mensen. Verwoestijning is een vorm van landdegradatie waar onder meer de kwaliteit van de bodem sterk afneemt evenals de hoeveelheid aanwezige vegetatie. Deze afname van de vegetatie hoeft niet op een egale manier te gebeuren, waardoor er bijvoorbeeld gaten of strepen zonder vegetatie kunnen ontstaan. Dit leidt tot patronen in het landschap.

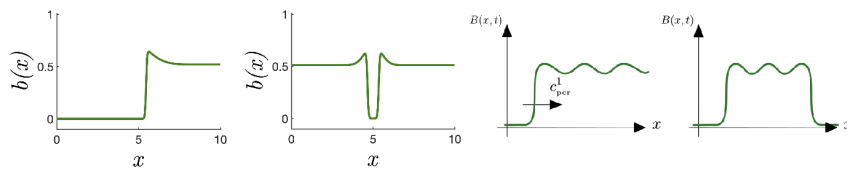
Het bestuderen van deze vegetatiepatronen op een wiskundige manier kan helpen bij het begrijpen van het verwoestijningsproces. Hiervoor wordt het proces vertaald naar een model, in meerdere of mindere mate van realisme en complexiteit. Het proces kan hiermee in grote lijnen beschreven worden, op een conceptuele manier, of op een realistischere manier, door meer factoren te beschouwen in het model. Door het proces op een conceptuele manier te benaderen kunnen de voornaamste gedragingen van het proces of van een ecologisch systeem in kaart worden gebracht en daarmee al enige voorspellingen worden gedaan over fundamentele aspecten van het gedrag in de werkelijkheid. De ecologische achtergrond van zowel een conceptueel als een realistisch model worden geïntroduceerd in hoofdstuk 1, evenals de wiskundige concepten en technieken die gebruikt worden bij het bestuderen hiervan.

Hoofdstuk 2 buigt zich over een conceptueel model waarbij er gekeken wordt naar het intrinsieke gedrag van een ecosysteem. Dit gedrag is vergeleken met satellietmetingen aan vegetatiepatronen, in het bijzonder strepen, in Somalië. Zo werd er gekeken naar de theoretische voorspellingen van het model betreffende de variatie van afstand tussen de vegetatiestrepen (periode), de relatieve aanwezige hoeveelheid vegetatie (biomassa) en verandering van patronen door verplaatsing of verdwijning (migratiesnelheid) en daarna vergeleken met de data. Een nieuw inzicht van deze studie is het concept van ‘multistabiliteit’: de bestudeerde gebieden worden niet gekenmerkt door een specifiek patroon met een unieke periode maar er bestaat een breed spectrum aan verschillende patronen die tegelijkertijd bestaan. Dit betekent dat een verandering van het

klimaat of de omgeving van een ecosysteem minder drastische gevolgen heeft dan tot nu toe werd aangenomen en dat het landschap minder snel verandert in een kale woestijn. Dit komt doordat het ecosysteem zich makkelijker kan aanpassen door, bij een verstoring, over te gaan van het ene patroon in het andere, omdat er meer dan één specifiek patroon mogelijk is. De multistabiliteit van de bestudeerde gebieden betekent dat deze veel veerkrachtiger zijn dan eerder gedacht.

In hoofdstuk 3 wordt er gekeken naar een realistischer model, waarbij de manier waarop het ecosysteem gemodelleerd is complexer en gedetailleerder is. Hierin lag de focus bij het wiskundig bewijzen van de existentie van verschillende vegetatiepatronen die in de natuur geobserveerd zijn en ook in numerieke simulaties van het model terug te vinden zijn. Stap voor stap wordt er in hoofdstuk 3 ‘gebouwd’ aan verschillende mogelijke structuren en patronen. Door middel van geometrische technieken wordt er gekeken naar de kenmerken van het verwoestijningsproces en de verschillende vegetatiepatronen die het model vertoont. Zo is er begonnen met een simpele overgang van gebied met vegetatie (begroeid) naar een kaal gebied (onbegroeid), naar een gat in de vegetatie, enzovoort (zie linkerhelft bijgevoegd figuur 4.3). Deze patronen worden daarna gebruikt als bouwstenen om de existentie van nieuwe vegetatiepatronen die ook in algemene dynamische systemen voorkomen te bewijzen (zie rechterhelft figuur 4.3). Hiermee wordt een groot spectrum aan bestaande en nieuwe vegetatiepatronen bestudeerd en wordt de basis voor verder onderzoek hiernaar gelegd.

Tot slot worden in hoofdstuk 4 de overeenkomsten tussen en verdere uitbreidingen en onderzoeksvragen omtrent beide voorgaande hoofdstukken besproken.



**Figure 4.3:** *Linkerhelft* : Twee basis vegetatiepatronen van het bestudeerde model van hoofdstuk 3: een overgang van begroeid naar kaal gebied en een gat in een begroeid gebied. *Rechterhelft*: Twee schetsen van ‘nieuwe’ gebouwde gelocaliseerde vegetatiepatronen: een enkele overgang tussen een kaal gebied en een begroeid gebied en een lapje begroeiing omringd door kale grond.