



Universiteit
Leiden
The Netherlands

A recipe for desert : analysis of an extended Klausmeier model

Siero, E.P.J.A.

Citation

Siero, E. P. J. A. (2016, February 9). *A recipe for desert : analysis of an extended Klausmeier model*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/37607>

Version: Corrected 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/1887/37607>

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

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/37607> holds various files of this Leiden University dissertation

Author: Siero, Eric

Title: A recipe for desert : analysis of an extended Klausmeier model

Issue Date: 2016-02-09

Nederlandse samenvatting

Een woestijn als toetje

Ecosystemen in droge gebieden staan onder toenemende druk door klimaatverandering en een groeiende bevolking. Het is mogelijk dat de druk toeneemt tot voorbij een kritiek punt, waarna in een snelle transitie alle vegetatie verdwijnt. Het is belangrijk om dit verwoestijningsproces te begrijpen om het vervolgens tegen te kunnen gaan.

In dit proefschrift bestuderen we een fenomenologisch model - het *extended Klausmeier model* - waarin de opname van het zeldzame water door de vegetatie een cruciale rol speelt. In dit model gaat ruimtelijk homogene vegetatie onder toenemende druk over in ruimtelijk periodieke vegetatiepatronen. Deze patronen ontstaan door competitie voor water op de lange lengteschaal maar (in aanwezigheid van vegetatie) een betere bodeminfiltratie op de korte lengteschaal. Hierdoor heeft vegetatie nabij een positieve invloed op de plantengroei (facilitatie) terwijl vegetatie verder weg juist een negatief effect heeft.

We bekijken de verschillende scenario's van opeenvolgende vegetatiepatronen onder afnemende regenval, met als eindresultaat een kale woestijn - als toetje.

Op hellingen spelen vegetatiebanden of -strepen langs hoogtecontouren een centrale rol. Onder afnemende regenval komen deze patronen tevoorschijn uit een ruimtelijk homogeen begroeide toestand. Onder verder afnemende regenval neemt de golflengte van het patroon stapsgewijs toe. De grote van deze sprongen in golflengte hangt af van de snelheid waarmee de regenval afneemt en de mate waarin het proces door ruis verstoord wordt. Dit wordt beschreven in Hoofdstuk 2.

In Hoofdstuk 3 nemen we mee dat op een gegeven moment vegetatiebanden opbreken in *spots*. Hoe steiler de helling hoe langer dit moment op zich laat wachten. Hiermee vormen de *spots* een volgende stap in het verwoestijningsproces. Daarnaast laten we op basis van een lineaire analyse zien dat

op het moment van patroonvorming de homogene toestand overgaat in een streep patroon, voor een ruime klasse van stelsels van partiële differentiaalvergelijkingen die het extended Klausmeier model omvat.

Nieuwe expliciete termen voor het modelleren van begrazing worden geïntroduceerd in Hoofdstuk 4. Begrazing op één locatie hangt af van het bestaan van alternatieve voedselbronnen elders, waardoor de nieuwe termen een niet-lokaal karakter hebben. Afhankelijk van hoe we de begrazing modelleren, kan het woestijnvormingsproces op verschillende manieren kwalitatief veranderen.

In het laatste hoofdstuk presenteren we voor zogenaamde quasi-lineaire stelsel van partiële differentiaalvergelijkingen, functieruimten waarbinnen oplossingen bestaan. Modellen voor vegetatie in droge ecosystemen kunnen quasi-lineair zijn, bijvoorbeeld als de stroming van water wordt beschreven door een *shallow water equation*. De bestudering van een model binnen een functieruimte waarin geen oplossingen bestaan moet vermeden worden. Door vergelijkingen op te stellen voor de verstoringen en daarvoor te laten zien dat oplossingen bestaan (binnen een geschikte functieruimte), kunnen we op een zinvolle manier stabiliteit bestuderen.