



Universiteit
Leiden
The Netherlands

SMALL Savannah : an information system for the integrated analysis of land use change in the Far North of Cameroon

Fotsing, E.

Citation

Fotsing, E. (2009, December 8). *SMALL Savannah : an information system for the integrated analysis of land use change in the Far North of Cameroon*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/14619>

Version: Not Applicable (or Unknown)

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

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/14619>

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

Samenvatting

Probleemstelling van de studie

Net zoals vele andere mens-milieusystemen is landgebruik onderhevig aan complexe veranderingen. Deze complexiteit wordt veroorzaakt door invloeden die variëren in ruimte en tijd en de combinatie van vele grootschalige en kleinschalige processen. Een beter begrip van deze dynamiek is van groot belang voor duurzame ontwikkeling van rurale gemeenschappen, en staat daarom centraal in vervaardiging van hulpmiddelen voor besluitvorming. De wetenschappelijke gemeenschap die zich bezighoudt met landgebruikverandering is zich steeds meer bewust van de noodzaak om methoden uit te werken voor de analyse van landgebruikveranderingen in relatie tot de biofysische, sociale en politieke oorzaken daarvan. Een toenemend aantal internationale projecten houdt zich bezig met informatiesystemen voor milieubeheer, maar de meeste methoden en technieken daarbinnen zijn nog niet in staat om een bruikbaar Milieu-informatie Systeem te vormen dat bruikbaar is voor besluitvorming.

De provincie 'Extrême Nord' in Kameroen is een voorbeeld van een savannegebied waar een groot aantal landgebruikveranderingen optreedt als gevolg van bevolkingsgroei en grote mobiliteit van mensen en vee. Deze veranderingen hebben geleid tot landschaarste en meer concurrentie en conflict tussen de verschillende actoren. De sleutel tot duurzame ontwikkeling is hier om te bepalen welke stappen nodig zijn om te voorkomen dat mensen in een spiraal van armoede en milieuverval zullen geraken.

Tegen deze achtergrond is de doelstelling van deze dissertatie de ontwikkeling van SMALL Savannah, een Milieu-Informatiesysteem (MIS) voor de analyse van landgebruikveranderingen en de exploratie van ontwikkelingen in de nabije toekomst. De specifieke doelstellingen van dit MIS zijn (1) het op verschillende schal niveaus karakteriseren van de belangrijkste landgebruikveranderingen in de laatste twee decennia, (2) het identificeren en kwantificeren van de belangrijkste oorzaken van die veranderingen en (3) opbouw van een geïntegreerd model voor de simulatie van scenario's van toekomstige veranderingen. Hiermee draagt de dissertatie bij aan de specificatie van een MIS voor deze en andere regio's, als basis voor verdere modellering en besluitvorming (**Hoofdstuk 1**).

Aanpak van de studie

De complexiteit van landgebruiksystemen vergt discipline-overstijgende methoden van analyse. Bestaande methoden zijn echter veelal sterk beïnvloed door disciplinaire tradities, zodat slechts partiële inzichten ontstaan. Daarom wordt in **Hoofdstuk 2** van deze dissertatie een interdisciplinaire benadering voorgesteld die ruimtelijke analysetechnieken combineert met dynamische modellering. Systeemtheorie levert hierbij de concepten om complexiteit te representeren. Ruimtelijke analyses worden gebruikt om ruimtelijke patronen te combineren met sociale en economische data, met een nadruk op het lokale niveau. Geïntegreerde modellering en simulatie wordt vervolgens gebruikt voor begripsvorming rond oorzaken en toekomst van het landgebruik.

De data die nodig zijn voor de representatie van ruimtelijke verschijnselen zoals landgebruikverandering zijn heterogeen en vragen om een veelheid van technieken en modellen voor opslag, bewerking en analyse. In **Hoofdstuk 3** worden de technieken en modellen zoals toegepast in deze dissertatie beschreven. Enerzijds gaat het daarbij om de combinatie van directe observaties, remote sensing en GIS, toegespitst op het begrijpen en monitoren van de patronen in het landschap. Statistische analyses zijn vervolgens bruikbaar om oorzaken van de veranderingen aan te wijzen en besluitvorming te informeren over de toekomst. Deze analyses maken gebruik van een algemeen platform voor modellering en simulatie.

De identificatie van de juiste schaal voor datarepresentatie is van groot belang voor ecosysteemstudies. Daarom is het SMALL Savannah MIS dat in deze dissertatie is ontwikkeld gebaseerd op een multi-

schaal raamwerk. **Hoofdstuk 4** beschrijft dit raamwerk en de methoden die beschikbaar zijn voor schaal-analyses. De methode volgens welke SMALL Savannah is ontwikkeld volgt de drie algemene fasen van de ontwikkeling van informatiesystemen, te weten de verkennende analyse van het empirische systeem, het ontwerp en computerisatie van het informatiesysteem, en het toepassen daarvan.

Verkennende analyse en ontwerp van het MIS

Het onderzoeksgebied is een gedeelte van de Extrême Nord in Kameroen. Het gebied kent een hoge bevolkingsdruk gecombineerd met toenemende menselijke diversiteit en mobiliteit, die vele landgebruikveranderingen hebben veroorzaakt in de afgelopen 20 jaar. **Hoofdstuk 5** presenteert een overzicht van de belangrijkste vormen van landbedekking, landgebruik en de veranderingen daarin. De akkerbouw is nog steeds relatief extensief, zodat toenemende bevolking direct samengaat met toenemend oppervlak van akkerland, hetgeen geresulteerd heeft in schaarste, conflict en migratie naar nieuw land, conform een Malthusiaans ontwikkelingspad. De relatieve stabiliteit van de landgebruikvormen is en teken dat de bodems nog steeds niet geheel zijn uitgeput. Er zijn nog slechts weinig tekenen van intensivering te zien die een aanwijzing zouden kunnen zijn voor een overgang naar een meer Boserupiaans scenario, maar een dergelijke transitie, gekenmerkt door investeringen van rurale en urbane actoren in het land, is nog steeds mogelijk.

Het SMALL Savannah MIS dat in deze dissertatie wordt uiteengezet is ontworpen in deze context. Zoals beschreven in **Hoofdstuk 6** is SMALL Savannah een geheel van concepten, methoden, technieken en data gericht op problemen van milieu en ontwikkeling van rurale gemeenschappen in de regio. Het is een combinatie van (1) een module voor ruimtelijke observatie en analyse gebaseerd op GIS, (2) een module voor diagnose gebaseerd op een synthese van velerlei informatiebronnen over het agrarische systeem, (3) een voorspellingsmodule gebaseerd op een pakket statistische methoden voor de verklaring van landgebruikverandering, en (4) een dynamische simulatiemodule voor de verkenning van scenario's.

Toepassingen van SMALL Savannah

De laatste vier hoofdstukken van de dissertatie beschrijven toepassingen van het MIS, met ieder een zekere nadruk op een van de vier modules.

Mouskouari is een sorghum die in het droge seizoen groeit op water dat zich in het natte seizoen in kleibodems heeft verzamelt. De ruimtelijke analyse van de expansie van dit gewas is het onderwerp van **Hoofdstuk 7**. *Mouskouari* is een voedselgewas dat een belangrijke rol speelt in de voedselzekerheid van de regio. Gedurende de laatste twee decennia zijn producenten sterk geïnteresseerd geraakt in dit gewas, wat heeft geleid tot een opvallende expansie met consequenties voor andere vormen van landgebruik.

SMALL Savannah wordt gebruikt als het raamwerk voor analyse van oorzaken en gevolgen van deze expansie. Het gewas heeft zijn positie in traditionele productiegebieden versterkt en heeft zich ook uitgebreid naar nieuwe gebieden. Dit verschijnsel is vooral veroorzaakt door gunstige groeicondities in de regio en steeds stijgende voedselbehoefte. De grootschalige boskap en het verlies van braaklegging die hiermee gepaard gingen hebben geleid tot bodemdegradatie en een reductie van graasgronden. In sociaal opzicht heeft de uitbreiding bijgedragen tot verbreding van landspeculatie en het uithuren van land aan urbane rijken. Er zijn echter ook tekenen zichtbaar van intensivering, onder andere gekarakteriseerd door integratie met de veeteelt. De voorspelling van de gevolgen die verdergaande expansie zal hebben is een sleutel voor de ontwikkeling van de regio. Hiervoor noodzakelijk is een verdergaand begrip over landrechten, landgebruikstrategieën en de interactie tussen de betrokken actoren.

Hoofdstuk 8 richt zich op een dergelijke meer gedetailleerde beschrijving van landgebruikverandering in een kleinere regio rond de stad Maroua. SMALL Savannah wordt gebruikt voor een diachrone

analyse op meerdere schaalniveaus onder gebruikmaking van satellietbeelden uit 1987 en 1999, waarin de beeldanalyse wordt gecombineerd met foto-interpretaties. De meest recente kaart werd gevalideerd via veldbezoeken en GPS. De analyse laat zien dat bebost gebied is afgenomen met 31%, voornamelijk veroorzaakt door uitbreiding van de *mouskouariteelt* (+44%) en overige akkerbouw (+36%). Echter ook marginaal land (-39%) blijkt in gebruik te kunnen komen voor akkerbouw. De hoeveelheid braaklegging neemt daarbij echter sterk af en het oppervlakte land waar boomrijke vegetatie weer terug komt is uiterst beperkt. Een dergelijke analyse ondersteunt de verkrijging van inzicht in het landgebruik en de strategieën die de actoren hebben, en vormt daarmee de basis voor beleid ten behoeve van duurzamer landgebruik.

Kennis over de kwantitatieve relatie tussen landgebruik verandering en zijn biofysische en sociale oorzaken is een belangrijke stap in de bouw van dynamische landgebruikmodellen. De keuze van variabelen die in dergelijke modellen worden opgenomen is vaak moeilijk vanwege de complexiteit van het systeem en de onderliggende processen.

Hoofdstuk 9 beschrijft de toepassing van de methode die een inductieve en een deductieve benadering combineert om de meest centrale factoren in landgebruikverandering rond Maroua te identificeren, gebaseerd op de SMALL Savannah data. De procedure van selectie van variabelen is gebaseerd op een logistische regressie. Een voorspellend model van landgebruikverandering tussen 1987 en 1999 is opgezet voor ieder van de zes belangrijkste landgebruiktypen in de regio. De resultaten bevestigen de sterke invloed van Maroua als urbaan centrum en tevens van de geschiktheid van de bodem voor de landgebruiktypen. Bevolkingsdruk uitgedrukt als ‘population potential index’ verklaart het landgebruik beter dan bevolkingsdichtheid. Dit hoofdstuk levert sleutelementen voor het begrijpen van landgebruikverandering van het studiegebied.

Dynamische ruimtelijke modellen zijn belangrijke hulpmiddelen voor de studie van complexe systemen. Hierbij is het vooral van belang om verschillende factoren te integreren. **Hoofdstuk 10** beschrijft een geïntegreerd model ontwikkeld om toekomstige landgebruikscenario's in het gebied rond Maroua te verkennen. Het model simuleert de concurrentie tussen verschillende landgebruikvormen, rekening houdend met een aantal biofysische, demografische en economische oorzaken. De procedure om landgebruikveranderingen binnen die competitie te voorspellen combineert de resultaten van de ruimtelijke analyses en de voorspellingsmodule van SMALL Savannah. De validatie van het model betrof de periode 1987 tot 1999 en de simulatie van de verandering richtte zich op de periode 1999 tot 2010. Drie scenario's werden verkend op basis van geobserveerde trends en hypothesen over landgebruik transitie, gebaseerd op de visies van Malthus en Boserup. De belangrijkste dynamiek in het landgebruik wordt veroorzaakt door de expansie van *mouskouari* en de ontwikkeling van de teelt van de groenten en fruit, waardoor tevens meer concurrentie in het land ontstaat. Het ontwikkelde model lijkt een efficiënte ondersteuning voor landgebruikplanning te kunnen zijn. Het kan ook worden gebruikt in participatieve toepassingen, samen met beleidsactoren.

Conclusies en vooruitblik

In deze dissertatie is het landgebruikstelsel in Noord-Kameroen gebruikt als illustratie van de specificatie van de structuur van Milieu-informatie systemen. Deze regio is een goed voorbeeld van het semi-aride ('Sahel') gebied in Centraal-Afrika waar grote landgebruikveranderingen optreden als gevolg van bevolkingsgroei. In **Hoofdstuk 11** worden belangrijkste karakteristieken van SMALL Savannah samengevat, mede met het oog op de methodische en inhoudelijke relevantie van dit werk.

In methodisch opzicht kunnen de modellen en methoden zoals in deze dissertatie ontwikkeld gezien worden als voorstellen voor aanpassing en verrijking van bestaande methoden voor de ontwikkeling van informatiesystemen. Er wordt bijvoorbeeld aangetoond dat de geografie van processen een essentieel kenmerk is en daarom horen milieugerichte informatie systemen ruimtelijkheid expliciet in zich op te nemen. Een belangrijke uitdaging in dit verband is het leggen van de verbanden tussen sociale verschijnselen en ruimtelijke dynamiek. Verschillende schaalniveaus zijn hierbij belangrijk en

vragen speciale aandacht in de ontwikkeling van informatiesystemen. Belangrijke vragen betreffen dan bijvoorbeeld de juiste schaal voor de representatie en analyse van verschillende processen, benevens de analyse van verbindingen tussen die niveaus. Modelling en dynamische simulatie lijken van groot belang voor de vitaliteit van een informatiesysteem. Een modelleringstap behoort daarom te worden opgenomen in het ontwerp van informatiesystemen. Deze stap zal dan geïntegreerd moeten worden met het brede scala aan gespecialiseerde software (GIS, DBMS, beeldverwerkingstechnieken, statistiek, simulatie etc.) dat gezien deze complexiteit van de problematiek vrijwel altijd nodig zal zijn. De implementatie van SMALL Savannah laat echter ook zien dat menselijke expertise altijd nodig zal blijven om keuzen te maken en te rechtvaardigen.

Op operationeel niveau verschaft het hier ontwikkelde informatiesysteem kennis die helpt om (1) ons begrip van landgebruikverandering te versterken, (2) scenario's te exploreren (3) een basis te leggen voor landgebruikbeleid en (4) onderhandelingen van actoren te ondersteunen. Het laat bijvoorbeeld zien wat de rol is van bevolkingsgroei en expansie van de akkerbouw voor ander landgebruik zoals brandhoutvoorziening, veeteelt en de bescherming van biodiversiteit. De gebleken grote rol van *mouskouari* daagt uit tot een nader onderzoek naar economische dynamiek en duurzaamheid van dit gewas, ook op bodems die primair minder geschikt voor dit gewas zijn. Belangrijke factoren voor de *mouskouari* en de andere landgebruiktypen bleken de bereikbaarheid van het urbane centrum, bodemgeschiktheid en 'population potential index' te zijn; ook dit daagt uit tot nader onderzoek. De simulaties van de periode 1999-2010 laten zien waar de belangrijkste landgebruikveranderingen zouden moeten plaatsvinden en kunnen binnenkort worden gevalideerd.

Het simulatiemodel is niet alleen geschikt voor beleidmakers, maar kan ook worden aangepast om te functioneren in de dialoog met lokale actoren en planning op dorpsniveau. Voor zowel dit regionale als lokale gebruik zal het van groot belang zijn om modellering van (categorieën van) individuele actoren in het MIS op te nemen. Beter dan de huidige statistische aanpak kan 'multi-agent' modellering ook de verwachting en de effecten van innovaties (zoals investeringen in intensivering) in zich opnemen. Dit is een van de belangrijkste en boeiendste uitdagingen voor de toekomst van landgebruikstudies.