

„Functional Roles of Termites in Savanna Ecosystems“

(“Funktionelle Rollen von Termiten in Savannen Ökosystemen”)

**Dissertation (Dr. rer. nat.)
Universität von Groningen (Niederlande)**

September 2009

Bernd P. Freymann

Der nationale und internationale Natur- und Umweltschutz ist häufig sehr einseitig auf große, charismatische Tierarten, wie Säugetiere und Vögel ausgerichtet. In vielen Umweltprojekten spielen jene Tierarten (z.B. der Pandabär) die zugegebenermaßen wichtige Rolle einer Schlüsselart, welche es durch die ihnen zuteil werdende Aufmerksamkeit und Sympathie seitens der Öffentlichkeit und der Politik erlaubt, nicht nur eine Art, sondern ganze Ökosysteme unter Schutz zu stellen. Leider führt diese Praxis in der Finanzierung und Durchführung von Umweltschutzprojekten und in den sie begleitenden wissenschaftlichen Studien jedoch dazu, dass komplette Tiergruppen völlig vernachlässigt werden.

Zu Beginn meiner Dissertation habe ich feststellen müssen, dass diese Situation erstaunlicherweise auch auf den weltberühmten Serengeti National Park in Tansania zutrifft. Selbst in einem der am besten untersuchten und geschützten Savannen-Ökosystem der Welt hat sich, exemplarisch für viele andere Naturschutzgebiete in Afrika, die gesamte Naturschutz- und Wissenschafts-Aufmerksamkeit auf die großen, charismatischen Tierarten konzentriert. In den letzten 50 Jahren hat es eine Vielzahl von Studien und Naturschutzprogrammen in der Serengeti gegeben, die Gnus, Löwen, Geparden oder Elefanten zum Gegenstand hatten. Doch die Grzimeks und all ihre Nachfolger haben eine äußerst wichtige funktionelle Komponente dieses Ökosystems übersehen, obwohl sie ihnen regelrecht zu Füßen lag: die Termiten!

Diese in großen Kolonien lebenden Insekten (bis zu 5 Mill. Individuen pro Kolonie) sind in den tropischen und subtropischen Regionen unserer Erde verbreitet. Weltweit werden sie bis jetzt v.a. als Schädlinge wahrgenommen und verfolgt, da sie in Häusern verbaute Hölzer, aber auch viele Getreide- und Gras-Sorten als Nahrung konsumieren. Nur langsam erkennen wir jedoch, dass Termiten durch ihre Art und Weise sich zu ernähren und durch ihren unterirdischen Lebensstil auch wichtige positive Funktionen für gesamte Ökosysteme erfüllen. In meiner Dissertation habe ich erstmalig untersucht welche funktionelle Bedeutung Termiten für die Serengeti haben. Dazu habe ich fast ein Jahr lang in der Serengeti gelebt und geforscht, sowie neben diesen Feldstudien zusätzliche Labor- und Literaturstudien durchgeführt.

Allgemeiner Hintergrund

In meiner Dissertation habe ich auf diversen räumlichen und zeitlichen Ebenen autökologische und Ökosystem-weite Aspekte der funktionellen Rolle von Termiten (Insecta, Isoptera) in Zersetzungs-Prozessen im Serengeti National Park (SNP), Tansania, untersucht. Zum Einen, habe ich die funktionelle Rolle dieser soziallebenden Insekten in mehr traditionellen Prozessen, wie z.B. der Zersetzung von Gras-Streu untersucht. Zum Anderen, habe ich Untersuchungsschwerpunkte auf neue Aspekte gelegt, wie z.B. die Zersetzung von bisher unbekanntem Nahrungsobjekten von Termiten (Säugetier-Dung und Säugetier-Hufe) und die räumlich-zeitlichen Faktoren welche die Aktivitäts- und Verbreitungsmuster von Termiten beeinflussen.

Allgemein: Insekten in der Serengeti (Kapitel 2)

Als Grundlage für die weiteren Kapitel meiner Dissertation habe ich im Rahmen dieser Studie zusammen mit Kollegen die bisher existierende Literatur zum Thema „Insekten in der Serengeti“ zusammengefasst. Es wurde deutlich, dass es nur ganz

wenige systematische Untersuchungen zu diesem Thema gab. Der Forschungs- und auch der Naturschutzfokus bezüglich des Serengeti National Parks in Tansania lag in den letzten Jahrzehnten fast ausschließlich auf den großen, charismatischen Säugetieren, Vögeln und Reptilien. Die bis jetzt existierenden Studien zu den Insekten waren entweder eher anekdotenhafter Natur oder wurden nie publiziert. Zusätzlich zur durchgeführten Literaturstudie haben wir in diesem Kapitel eine Datenanalyse durchgeführt. Gegenstand der Analyse war dabei ein unveröffentlichter Datensatz aus den Jahren 1999-2006 zur Verbreitung und Häufigkeit einiger ausgewählter Insektengruppen in- und außerhalb der Serengeti. Die zentrale Frage war inwieweit sich die menschlichen (Feuer, Landnutzung) und natürlichen Beeinflussungen des Systems (Beweidung) auf die Diversität und Häufigkeit von Insekten ausgewirkt haben. Unsere Ergebnisse zeigen, dass das derzeitige Feuermanagement gar keinen Einfluss auf die Insekten hatte, wohingegen die landwirtschaftliche Nutzung der Savanne knapp außerhalb der Grenzen des Nationalparks die Diversität Boden-lebender Insekten sogar erhöhte. Auch die Häufigkeit von Wanzen war dort höher, wohingegen die der Heuschrecken geringer war. Zusätzlich zeigte sich, dass sich die Beweidung durch Herbivore negativ auf die Diversität von Insekten auswirkte.

Zusammenfassend zeigen diese Ergebnisse erstmalig, dass nicht nur die großen Säugetiere in der Savanne durch die Anwesenheit und die Eingriffe des Menschen beeinflusst werden, sondern eben auch die oft vergessenen Insekten.

Termiten spielen eine bedeutsame Rolle im Recycling von Säugetier-Dung

(Kap. 3 Literaturstudie, Kap. 4 Feldstudie)

In diesen Kapiteln konzentriere ich mich erstmalig auf die Gruppe der Termiten, wobei Kapitel drei als theoretische Grundlage für das folgende Kapitel dient. In ersterem präsentiere ich die Ergebnisse einer weiteren Literatur- und Metadatenstudie, diesmal zur Frage welche Informationen in der bisherigen Literatur zur Rolle von Termiten im Recycling von Säugetier-Dung vorhanden sind. Zu diesem Thema fallen vielen Menschen berechtigterweise zuerst die sprichwörtlichen Mistkäfer und nicht die Termiten ein. Termiten sind im Allgemeinen herbivore Tiere, d.h. sie ernähren sich von pflanzlichen Materialien. Dies können frische Gräser aber v.a. auch verrottende pflanzliche Materialien sein – von Holz bis hin zu Humus. Die Tatsache dass Termiten auch Säugetier-Dung fressen wurde bis jetzt nur hin und wieder am Rande erwähnt. Meine Literaturstudie brachte jedoch ans Licht, dass die Rolle von Termiten in diesem ökologischen Prozess bis jetzt erheblich unterschätzt wurde. Es zeigte sich, dass insgesamt weltweit mindestens 126 Termitenarten den Kot von mindestens 18 Säugetierarten als Nahrung nutzen – ein erstaunliches und seit der Veröffentlichung in der Fachwelt vielbeachtetes Ergebnis. Termiten fressen dabei v.a. in der Trockenzeit Dung, während Mistkäfer in der Regenzeit aktiver sind. Damit spielen Termiten eine bedeutende Rolle im Recyclen der im Dung enthaltenen Nährstoffe, indem sie diese durch ihre unterirdische Lebensweise wieder von ober- nach unterhalb der Erdoberfläche bringen und sie so die Nährstoffe den Pflanzen wieder zur Verfügung stellen.

Basierend auf diesen Erkenntnissen habe ich in der Serengeti ein Feldexperiment durchgeführt. Ich habe Gnu- und Zebra-Dung als Köder ausgelegt und nach einem festgelegten Protokoll beobachtet wie diese Köder von Termiten und Mistkäfern als Nahrung genutzt wurden. Ich konnte ein sog. „heterogenes Sukzessionsmuster“ feststellen. Dies bedeutet, dass der zu Beginn feuchte Dung in den ersten 1-3 Tagen nur von Mistkäfern gefressen bzw. wegtransportiert wurde. Erst danach (Tag 10 und mehr) fraßen Termiten die trockenen noch vorhandenen Dungreste. Entscheidend war der Faktor Feuchtigkeit.

Dieser Punkt ist vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels für das gesamte Ökosystem Savanne potentiell von Bedeutung. Die Serengeti und andere Savannen in den Tropen sind nämlich nicht so sehr durch die Erderwärmung direkt bedroht,

sondern vielmehr indirekt durch die zukünftigen Veränderungen hinsichtlich des Faktors Niederschlag (Regenfall). Für die Serengeti bedeutet dies, dass zu erwarten ist, dass sich die Regen- und Trockenzeiten verschieben bzw. in der Länge verändern werden. Im Extremfalle könnten Dürren oder auch Überschwemmungen häufiger auftreten. Hinsichtlich meiner Ergebnisse könnte sich damit folgendes Szenario ergeben: Sollte es mehr regnen, könnte dies das gefundene ökologische Gleichgewicht zwischen Mistkäfern und Termiten zu Gunsten der Mistkäfer verschieben da der vorhandene Dung länger feucht bleiben wird. Im Falle von längeren und intensiveren Dürren könnten hingegen die Termiten profitieren, da der Dung nun schneller austrocknen wird.

Diese potentielle Verschiebung einer Gleichgewichtssituation zwischen zwei Insektengruppen in der Serengeti durch den globalen Klimawandel könnte langfristig durch die Geschwindigkeit (Mistkäfer schnell, Termiten langsam) und die Lokalität (Mistkäfer kurz unter der Erdoberfläche, Termiten tief im Boden) des jeweils begünstigten Nährstoffkreislaufes Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem haben. Dies gilt nicht nur für die Serengeti, sondern auch andere Savannen.

Interaktionen von Arthropoden in Termitenhügeln (Kap. 4, Feld-/Laborstudie)

In der Serengeti fiel mir auf, dass in den Lüftungskaminen vieler Termitenhügel häufig Spinnen anzutreffen sind. Ernähren sich diese Spinnen von Termiten und somit sozusagen deren Gastgebern? Diese Frage haben wir mit moderner stabiler Isotopen Technologie beantwortet. Die Ergebnisse belegen, dass die dort lebenden Spinnen keine auf Termiten spezialisierte Räuber sind. Gleichzeitig zeigt diese Studie erstmalig, dass innerhalb dieser Kamine sehr komplexe Nahrungsnetzwerke zwischen den anderen dort lebenden Insekten auftreten.

Somit sind Termitenhügel Brennpunkte des Fressens- und Gefressen-Werdens in der Insektenwelt der Savanne.

Termiten recyceln Säugetier-Hufe (Kap. 5, Feldstudie)

Eher zufällig fand ich in der Serengeti Anzeichen dafür, dass Termiten nicht nur Pflanzen, sondern sogar die Hufe von Säugetierkadavern als Nahrung nutzen. Im Rahmen einer systematischen Feldstudie konnte ich daraufhin belegen, dass Termiten häufiger Säugetierhufe fressen. Dazu habe ich Hufe von Gnus und Zebras ausgelegt. Nach nur 5 Tagen wurden über 15% dieser Hufe von Termiten als Nahrung genutzt. Dies stellt eine völlig neuartige Beobachtung zur Biologie der „vegetarischen“ Termiten dar! Vermutlich um ihren Stickstoffhaushalt auszugleichen nutzen Termiten – je nach Gelegenheit – anscheinend auch diese außergewöhnliche Nahrungsquelle.

Somit tragen Termiten auch zum Nährstoff-Recycling dieses organischen Materials bei das ansonsten nur noch von ganz wenigen anderen Insekten und Mikroben zersetzt wird.

Räumliche und zeitliche „Termiten-Hotspots“ in der Serengeti (Kap. 7, Feldstudie)

In meiner Dissertation konnte ich auch erstmalig systematisch belegen, dass die durch Termiten gesteuerten ökologischen Prozesse in der Serengeti oftmals sehr konzentriert, in sog. „hotspots“ ablaufen. Auch für dieses Experiment habe ich wiederum Köder ausgelegt – diesmal Dung und Gras-Streu. Mein Untersuchungsgebiet waren dabei kleine Erhebungen von ca. 25-50 Meter Höhe in den ansonsten flachen Ebenen der südlichen Serengeti. Diese Hügel formen regelrechte Höhenzüge und werden als „Catenae“ bezeichnet. Gemeinsam mit Kollegen habe ich über einen Zeitraum von drei Wochen untersucht wie viel Gras-Streu und Dung die Termiten an welchen Stellen im Untersuchungsgebiet konsumierten. Das gleiche Experiment haben wir sowohl in der Trocken- als auch in der Regenzeit durchgeführt.

Wir konnten erstmalig für die Serengeti zeigen, dass es Regionen gibt in denen es statistisch signifikant mehr Termitenhügel und somit auch eine höhere

Zersetzungsrates des Gras-Streus und des Dungs gibt. Zwischen den Saisonen traten jedoch Aktivitätsunterschiede auf, die sich wiederum durch den Faktor Feuchtigkeit erklären lassen. Erstaunlicherweise traten genau dort wo es mehr Termiten gab – in den höheren Regionen dieser Erhebungen – auch mehr grasfressende Säugetiere und deren Fressfeinde auf, z.B. Thompson Gazellen und Hyänen. Diese Ergebnisse belegen indirekt das für den Schutz dieser Säugetiere wichtige Phänomen, dass dort wo viele Termiten auftreten die Nahrungsqualität des Grasses durch das „Termiten-Recycling“ organischer Materialien besser ist. Deshalb halten sich die Säugetiere bevorzugt dort auf. Dazu gehören auch die für die Serengeti berühmten Gnu- und Zebra-Herden.

Weiterhin konnte ich in meiner Studie erstmalig quantitativ belegen, dass Termiten in den Ebenen der Serengeti etwa genauso viel des jährlich nachwachsenden Grasses verzehren wie die großen Säugetiere – ca. 40% der gesamten Gras-Jahresproduktion! Außerdem schätze ich, dass es in der Serengeti mindestens 11 Millionen große Termitenhügel, und damit 10-mal mehr Termitenhügel als Gnus gibt! Diese Zahlen veranschaulichen eindrucksvoll wie wichtig Termiten für das Ökosystem der Serengeti und für andere Savannen sind.

Verbreitungsmuster von Termitenhügeln in der Serengeti (Kap. 8 Feldstudie und Modellierung)

Die letzte quantitative Angabe (11 Mill. Termitenhügel) basiert auf den Ergebnissen von Kapitel 8 und der Hochrechnung im Synthesekapitel meiner Arbeit. Bis vor meiner Dissertation gab es in der Literatur lediglich eine einzige vage Aussage zu den Termiten der Serengeti. Sie besagte lediglich, dass es in einigen Regionen der Serengeti mehr und in anderen weniger Termiten zu geben scheint (Sinclair 1979). Deshalb habe ich mit Hilfe von insgesamt über 100 sog. Transekten die räumliche Verbreitung von Termiten in der Serengeti dokumentiert und die zugrundeliegenden Umweltfaktoren analysiert (Kap. 8). Ich belege zum ersten Mal quantitativ, dass es in der Tat große Unterschiede hinsichtlich der Häufigkeit von Termitenhügeln in der Serengeti gibt: wenige im äußersten Süden, mehr im Norden und Westen. Im Durchschnitt gibt es in der Serengeti knapp 7 große Termitenhügel pro Hektar!

Berücksichtigt man die für die jeweiligen Regionen spezifischen Mittelwerte, ergibt sich insgesamt die Zahl von mindestens 11 Millionen. Grob vereinfacht lässt sich aussagen, dass Umweltfaktoren wie die Niederschlagsmenge, das Nahrungsangebot sowie die Bodentiefe die zentralen Faktoren sind die dafür verantwortlich sind warum es in einigen Regionen der Serengeti mehr und in anderen weniger Termiten gibt.

Synthese (Kap. 9)

Betrachten man die Ergebnisse meiner durchgeführten Studien qualitativ und quantitativ, so erkennt man, dass Termiten diverse funktionelle Rollen im Ökosystem der Serengeti spielen. Sie sind ausgesprochen wichtige Zersetzer die ganz entscheidend dazu beitragen, dass die in pflanzlichen Materialien vorhandenen Nährstoffe im ökologischen Kreislauf der Savanne verbleiben und zirkulieren. Basierend auf meinen Ergebnissen lässt sich festhalten, dass ganz offensichtlich das Serengeti-Ökosystem nicht nur – wie bis jetzt angenommen – durch die über 1 Million Gnus ökologisch dominiert wird, sondern dass auch die Termiten von herausragender ökologischer Bedeutung sind!

Die Ergebnisse meiner Arbeit brechen eine ökologische Lanze für diese verschmähte Tiergruppe. Termiten haben häufig immer noch ein „schlechtes Image“, das sie als „Schädlinge“ Gräser, Getreide und Gebäude in Mitleidenschaft ziehen. Wie ich jedoch durch meine Arbeit zeige, stehen Termiten qualitativ und quantitativ in vielen Aspekten, wie z.B. hinsichtlich des Verzehrs von Gras, den großen Säugetieren in nichts nach. Leider wurden diese Insekten bis jetzt von vielen Wissenschaftlern,

Naturschützern, politischen Entscheidungsträgern und der breiten Öffentlichkeit nur sehr selten beachtet oder gar wertgeschätzt.

Meine Arbeit soll hervorheben, dass Termiten sicherlich in gewissen Situationen Schädlinge sind; dass sie auf der anderen Seite jedoch auch eine sehr wichtige Rolle als funktionelles Bindeglied zwischen ökologischen Prozessen die über und solchen die unter der Erde stattfinden spielen. Somit sind sie für Savannen von zentraler Bedeutung. Ich hoffe, dass meine Arbeit Grundstein für weitere Untersuchungen dieser Art sein wird und außerdem, dass sie den Entscheidungsträgern im internationalen Naturschutz einen bis jetzt vernachlässigten ökologischen Aspekt der von ihnen betreuten Gebiete näherbringt. Diese Botschaft gilt sicherlich nicht nur allein für die Serengeti, sondern auch für viele andere Nationalparks und Savannen-Gebiete in Afrika und darüber hinaus. Noch sind Termiten keine vom Aussterben bedrohte Tiergruppe, aber die Frage inwieweit sich der globale Klimawandel auf diese Insekten und damit auf komplette Ökosysteme - und somit letztendlich auch auf uns Menschen - auswirken könnte muss dringend beantwortet werden.