



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Parasiten und ihre Wechselwirkungen mit der afrikanischen Kultur
am Beispiel von Schlafkrankheit und Nagana

angestrebter akademischer Grad

Magister/Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin / Verfasser:	Michael Bachhofer
Matrikel-Nummer:	9630363
Studienrichtung /Studienzweig (lt. Studienblatt):	Biologie / Ökologie
Betreuerin / Betreuer:	Prof. Dr. Dr. Armin Prinz

Wien, im November 2008

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG.....	1
1.1.	FORSCHUNGSINTERESSE UND FORSCHUNGSFRAGEN.....	1
1.2.	GESCHICHTE DER DIPLOMARBEIT	2
2.	BIOLOGISCHER UND MEDIZINISCHER ÜBERBLICK	3
2.1.	ERREGER.....	3
2.1.1.	<i>Systematik der Erreger</i>	3
2.1.2.	<i>Ökologie und Lebenszyklus des Erregers</i>	4
2.1.3.	<i>Reservoirs</i>	4
2.2.	VEKTOREN.....	5
2.2.1.	<i>Systematik des Vektors</i>	5
2.2.2.	<i>Ökologie des Vektors</i>	7
2.3.	ÜBERTRAGUNG DER SCHLAFKRANKHEIT	9
2.4.	KRANKHEITSBILD DER SCHLAFKRANKHEIT	11
2.4.1.	<i>Allgemeines zur Krankheit</i>	11
2.4.2.	<i>Erste Phase (haemolyphatische Phase)</i>	12
2.4.3.	<i>Zweite Phase (meningoenzephalitische Phase)</i>	13
2.5.	NACHWEIS DER ERREGER	14
2.6.	THERAPIEFORMEN	15
2.6.1.	<i>Allgemeines über die Therapie der Schlafkrankheit</i>	15
2.6.2.	<i>Biomedizinische Therapien</i>	17
2.6.3.	<i>Kombinationstherapien</i>	24
2.6.4.	<i>Natürliche Wirkstoffe</i>	25
2.7.	NAGANA	26
2.7.1.	<i>Allgemeines über Nagana</i>	26
2.7.2.	<i>Die Erreger und das Krankheitsbild von Nagana</i>	27
2.7.3.	<i>Wissen über die Zusammenhänge und Umgang mit Nagana</i>	29
2.8.	BIKAUSALITÄT – MULTIKAUSALITÄT: EINE ÜBERLEITUNG ZUM EMPIRISCHEN TEIL	29
3.	METHODIK UND WERKZEUGE	31
3.1.	EINFÜHRUNG	31
3.2.	AUSWAHL DER STICHPROBEN	32
3.3.	INTERVIEWS.....	34
3.4.	FUZZY COGNITIVE MAPPING	35
3.4.1.	<i>Definitionen</i>	35
3.4.2.	<i>Geschichtlicher Abriss</i>	36
3.4.3.	<i>Funktionsweise und Aufbau von Fuzzy Cognitive Maps</i>	39
3.4.4.	<i>Erstellen der Fuzzy Cognitive Map</i>	40
3.4.5.	<i>Matrixform</i>	42
3.4.6.	<i>Strukturelle Analyse</i>	43
3.4.7.	<i>Kondensation und Aggregation</i>	46
3.4.8.	<i>Social Map</i>	47
3.4.9.	<i>Dynamische Analyse</i>	48
3.5.	METHODENKRITIK	49
3.5.1.	<i>Literaturkritik</i>	49
3.5.2.	<i>Kritische Beleuchtung der verwendeten Methode</i>	50
4.	ERGEBNISSE.....	53
4.1.	MODELLE: INTERVIEWS UND RESULTIERENDE MAPS	53
4.1.1.	<i>Modell 1</i>	53
4.1.2.	<i>Modell 2</i>	64
4.1.3.	<i>Modell 3</i>	77
4.1.4.	<i>Modell 4</i>	85
4.2.	DAS GESAMTSYSTEM ALS SOCIAL MAP	93

4.3.	DYNAMISCHE ANALYSE - SZENARIEN	101
5.	DISKUSSION	104
5.1.	EINZELERGEBNISSE	104
5.1.1.	<i>Allgemeines</i>	104
5.1.2.	<i>Modell 1</i>	104
5.1.3.	<i>Modell 2</i>	106
5.1.4.	<i>Modell 3</i>	107
5.1.5.	<i>Modell 4</i>	108
5.2.	SOCIAL MAP	109
5.3.	DYNAMISCHE ANALYSE	112
5.4.	AUSBLICK	114
6.	LITERATURVERZEICHNIS	116
7.	BILDVERZEICHNIS	127
8.	ANHANG	129
8.1.	INTERVIEW-LEITFADEN	129
8.2.	ARBEITSLEITFADEN FÜR DIE FERTIGSTELLUNG DER FUZZY COGNITIVE MAP	133
9.	ZUSAMMENFASSUNG	135
10.	ABSTRACT	136
11.	CURRICULUM VITAE	137
12.	DANKE	138

Es befinden sich sechs Karten im Format DIN-A3 am Schluss der Arbeit vor dem Einband.

1. Einleitung

1.1. *Forschungsinteresse und Forschungsfragen*

Eines der Interessen des Verfassers befasst sich mit Infektionskrankheiten, vor allem mit deren Wechselwirkungen im soziokulturellen System. Dieses Interesse spiegelt sich in dieser Diplomarbeit wider. Thema der derzeitigen Forschung ist das Verhältnis von Schlafkrankheit und Nagana zu soziokulturellen Gegebenheiten in Afrika.

Die Forschungsfragen sind:

Welche Faktoren spielen im Krankheitssystem der Afrikanischen Trypanosomiasis eine Rolle, wie hängen diese zusammen und wie beeinflussen sie sich gegenseitig? Treten Rückkoppelungseffekte auf und welche sind die externen Triebkräfte?

Welche Rolle spielt die afrikanische Kultur in diesem System?

Infektionskrankheiten wie Schlafkrankheit und Nagana, aber auch Tuberkulose und HIV/AIDS haben großen Einfluss auf das sozioökonomische und kulturelle Verhalten und umgekehrt. Die Wechselwirkungen zwischen Gesundheit und Armut, besonders in Entwicklungsländern, wurden in den letzten Jahrzehnten immer mehr zu einem Alltagsthema. Diese Wechselwirkungen und deren soziokulturelle Zusammenhänge bilden das Kernthema der vorliegenden Arbeit.

Relevante Elemente des Systems und ihre möglichen Verbindungen sollen dabei visuell dargestellt werden, da visuelle Interpretationen universell verständlich sind und daher besonders für transdisziplinäre Forschung geeignet sind. Eine visuelle Darstellung umgeht auch die Barrieren, die Fachsprachen mit sich bringen, daher wird als Methode Fuzzy Cognitive Mapping verwendet, bei der Sachverständige qualitative Modelle zum System erstellen. Diese Modelle sind mathematisch berechenbar und eröffnen damit eine Reihe von Möglichkeiten, was neuen Erkenntnisgewinn über das System betrifft.

1.2. Geschichte der Diplomarbeit

Zu Beginn, und dazu zählen die ersten zwei bis drei Jahre, hatte die Arbeit einen lösungsorientierten Ansatz mit dem Fokus auf Therapie. Es sollten die biomedizinischen Therapieformen erklärt werden und mögliche alternative Wege, die vielleicht der traditionelle Umgang mit den Krankheiten bietet, dargestellt werden. Dieser Fokus wird in den einleitenden Kapiteln deutlich sichtbar.

Der Ansatz stellte sich jedoch als Sackgasse heraus. Vor allem auch deswegen, weil es wahrscheinlich keine einfachen Lösungen für die Problematik gibt oder diese nicht ohne ein umfassendes Verständnis des Wirkungsgefüges erkannt werden können. Weiters ist die Lösung eines Problems oft die Ursache für neue Probleme, vor allem, wenn die Zusammenhänge in einem System nicht ausreichend verstanden wurden. Dies führte zu einer Neuorientierung, bei welcher sich der Verfasser auf seine wissenschaftlichen Wurzeln, die Ökologie, zurückbesann. Der neue Fokus war nun die Darstellung des Gesamtsystems mit all seinen Wechselwirkungen. Ziel war es, eine Art Haushaltsplan für das System zu erstellen und diesen dann auf einen modellhaften Charakter zusammenzufassen. Dafür musste eine Methode gefunden werden, die ein transdisziplinäres Arbeiten ermöglicht.

Der empirische Teil der Arbeit ist das Resultat des neuen Ansatzes, welcher durch die einleitenden Kapitel ergänzt, einen guten Einblick in die Wechselwirkungen von Afrikanischer Trypanosomosis mit dem soziokulturellen System geben sollen.

2. Biologischer und medizinischer Überblick

2.1. Erreger

2.1.1. Systematik der Erreger

Die Erreger der afrikanischen Schlafkrankheit (*Trypanosoma brucei gambiense* und *T. b. rhodesiense*) sind wahrscheinlich zwei Unterarten von *T. brucei* (Lucius & Loos-Frank 1997, S. 41), wobei andere Meinungen nur von einem anderen Krankheitsverlauf bei ein und demselben Parasiten sprechen (Mattes 1988, S. 190). Sehen wir davon einmal ab, so ist *T. b. gambiense* der Erreger der westafrikanischen Schlafkrankheit wobei *T. b. rhodesiense* die ostafrikanische Form hervorruft (medizininfo online am 17.8.2008; emedicine online am 17.8.1008).

Die Gattung *Trypanosoma* gehört in die Familie der Trypanosomatidae, welche ein besonderes, gemeinsames Merkmal aufweist, den Kinetoplasten. Er befindet sich in der Nähe des Geißelbasalkörpers (= Kinetosom) und ist ein DNA hältiges Organell, welches einen Selbstteilungskörper darstellt (Dönges 1980, S. 36f).

Als verwandte Gattung ist *Leishmania*, eine weitere Gruppe von Blutparasiten, zu nennen.

Sie alle gehören in die Gruppe der Flagellaten (Mastigophora oder auch Geißeltiere). Der Stamm Euglenozoa beinhaltet sowohl autotrophe Organismen, welche photosynthetisch aktiv sind wie auch heterotrophe Vertreter. Zum Unterstamm Kinetoplasta gehören einige der wichtigsten Erreger von Tropenkrankheiten (Lucius & Loos-Frank 1997, S. 39).

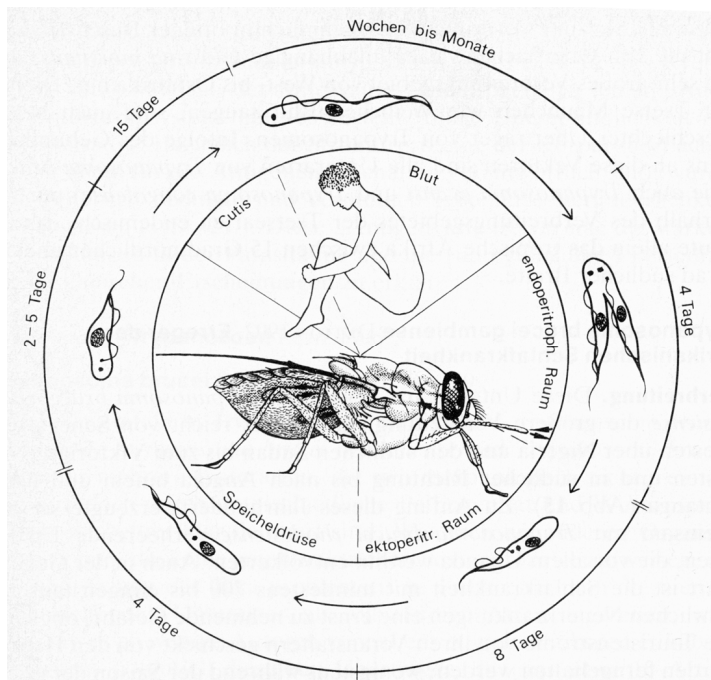
Anzumerken ist, dass ein großer Teil der Zooflagellaten parasitisch lebt, wobei die Trypanosomatidae die wichtigste Familie darstellt (Mattes 1988, S. 46).

2.1.2. Ökologie und Lebenszyklus des Erregers

Die Erreger der Schlafkrankheit sind durch ihre Abhängigkeit von ihren Vektoren, die Tsetsefliegen, auch auf deren Verbreitungsgebiet beschränkt.

Das endemische Vorkommen ist heute allein auf das tropische Afrika zwischen dem 15. nördlichen und 18. südlichen Breitengrad beschränkt.

Nimmt eine Tsetsefliege bei der Blutmahlzeit Trypanosomen auf, so ändern diese ihre „Short stumpy“ Form (=gedrungene trypomastigote Form) in die lang gestreckte Form (prozyklische Trypomastigoten). Die Vermehrung findet im Mitteldarm statt. Ab etwa dem 12. Tag beginnen sie die peritropische Membran zu durchdringen, durchqueren den Proventriculus (=Vorderdarm) und wandern durch die Speicheldrüsen in die Speicheldrüse der Fliege. Die Trypanosomen wechseln erneut ihre Gestalt und zwar zur epimastigoten Form. Mit dem Geißelpol heften sie sich an das Drüsenepithel.



Schlussendlich ist beinahe die gesamte Speicheldrüse mit Trypanosomen besiedelt (Dönges 1980, S. 41f).

Abb. 1: Entwicklungszyklus von *T.b. brucei*. Die inneren Sektoren symbolisieren den jeweiligen Wirt sowie den Ort wo sich die Trypanosomen befinden. Außen sieht man die dazugehörigen Parasitenstadien und die jeweiligen Mindestentwicklungszeiten. (Quelle: Dönges 1980, S. 52)

2.1.3. Reservoirs

Wie viele andere Parasiten, welche durch Vektoren übertragen werden, haben auch Trypanosomen die Möglichkeit andere Wirte zu nutzen. Es ist nicht ganz leicht, eine

vollständige Liste mit allen als Reservoir in Frage kommenden Tieren anzubieten. Zu unterschiedlich sind die Angaben in den verschiedenen Quellen.

Lucius und Loos-Frank nennen für *T.b. gambiense* hauptsächlich Schweine und Hunde als Reservoirwirte. Bei *T.b. rhodesiense* nennen sie als Hauptwirte Wildtiere wie Buschbock und Kuhantilope, aber auch Haustiere wie Schafe, Ziegen und Rinder, welche im Falle der ostafrikanischen Schlafkrankheit als Reservoirs dienen. Bei *T.b. brucei* sind alle Huftiere sowie Carnivoren wie Hyänen, Löwen und Haushunde Wirte und damit Reservoir für Nagana (Lucius & Loos-Frank 1997, S. 43).

Lyons (1992, S. 51) beschreibt, dass bei *Trypanosoma brucei gambiense* neben dem Menschen selbst auch Schweine, Rinder, Schafe und sogar Hühner als Reservoirs im Bereich der Haus- und Nutztiere dienen. Bei den Wildtieren wären einige Antilopenarten zu nennen, welche als Reservoirs genutzt werden, jedoch nicht selbst erkranken. In solchen Fällen kann man von einer sehr guten Wirt-Parasit Anpassung (oder umgekehrt) ausgehen. Anpassungen dieser Art sind oft das Resultat langer Wirt-Parasit Beziehungen bzw. anderer Interaktionen verschiedener Lebewesen.

Bei *T.b. rhodesiense* scheint der Mensch eher zufällig als Wirt zu dienen. Einen Hinweis auf die Zufälligkeit gibt auch schon der akute Krankheitsverlauf, der weder für den Menschen noch für den Parasiten günstig scheint.¹

2.2. Vektoren

2.2.1. Systematik des Vektors

Die Krankheitsüberträger (=Vektoren) sind Vertreter einer einzigen Gattung nämlich *Glossina*. Glossinen sind mit Ausnahme von kleinen Herden im Südwesten der Arabischen Halbinsel nur auf dem afrikanischen Kontinent heimisch (Lucius & Loos-Frank 1997, S. 330).

¹ persönliche Gespräche mit Dr. Christa Frank (3.9.2008) und Dr. Walter H. Wernsdorfer (18.8.2008)

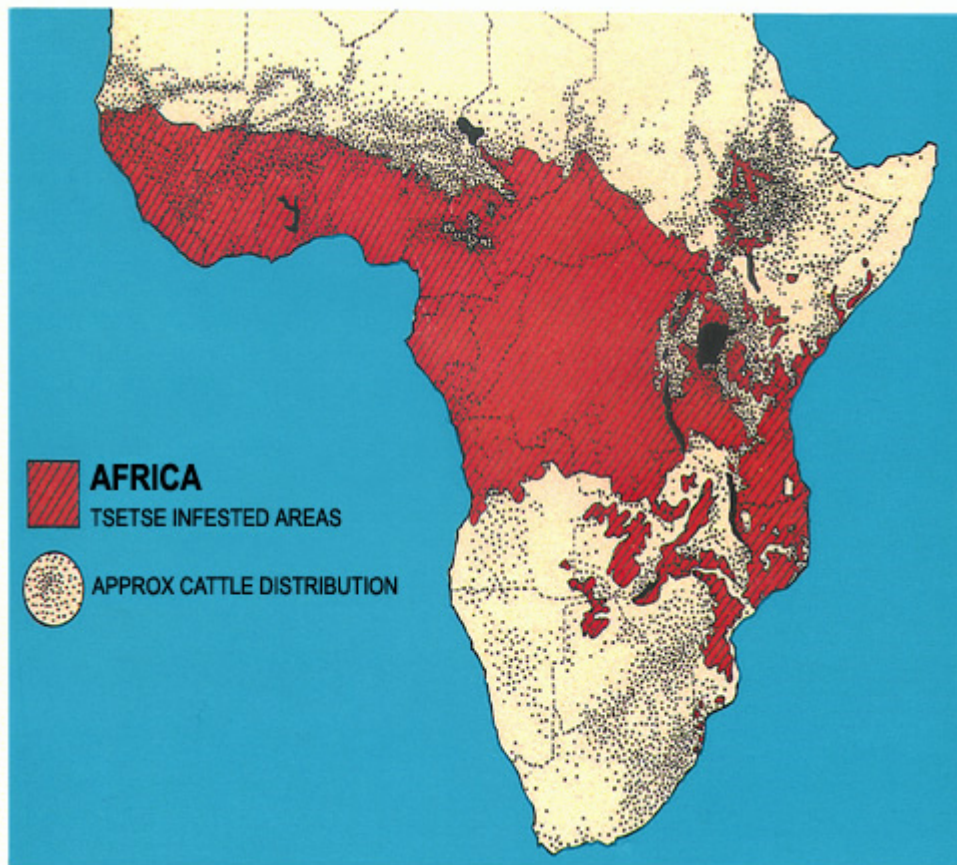


Abb. 2: Verbreitung der Tsetsefliegen (Quelle: IAEA)

Es gibt insgesamt 23 Arten, welche in drei Gruppen unterteilt werden. Diese Gruppen unterscheiden sich nach Verbreitung, Biotopansprüchen und nach den äußeren Geschlechtsorganen (Lucius & Loos-Frank 2008, S. 504).

Die Gattung *Glossina* gehört zur Ordnung der Diptera (=Fliegen), welche nur ein Flügelpaar kennzeichnet. Das zweite Flügelpaar ist bei Fliegen zu Schwingkölpchen, sogenannten Halteren, umgebildet. In dieser Ordnung gehören sie der Familie der Muscidae an. Charakteristisch für Glossinidae ist ihre in Ruheposition auffällige zungenartige Flügelhaltung, die auch namensgebend ist (Glossinidae = Zungenfliegen). Die Flügel werden in Sitzhaltung flach übereinander auf das Abdomen (=Hinterleib) gelegt (Mehlhorn & Piekarski 1995, S. 364 + 377).

Als weitere morphologische Merkmale seien die Größe der Fliegen mit 6mm bis 14mm Körperlänge (Lucius & Loos-Frank 2008, S. 505), sowie die Färbung der Tiere, welche zwischen gelb und braun variiert und je nach Art auch eine Streifung aufweisen kann, genannt.

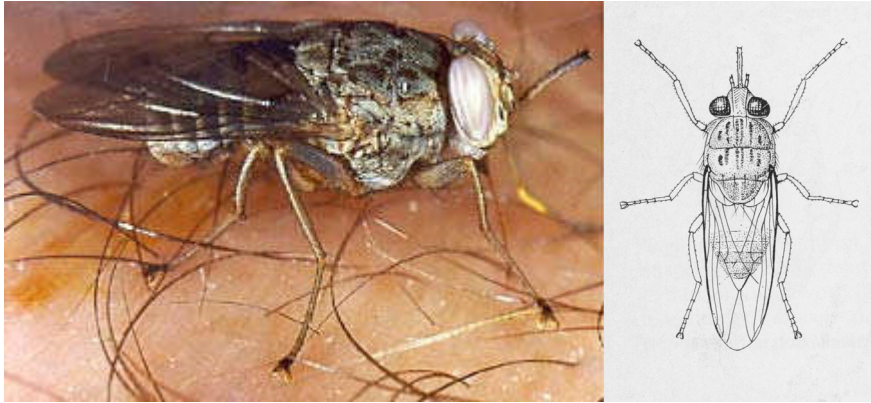


Abb. 3: Habitus der Tsetsefliege (Foto - Quelle: IAEA; Zeichnung nach Austen – Quelle: Dönges 1980, S. 50). Gut erkennbar ist die zungenartige Flügelhaltung.

Systematik:

Unterklasse ->	Pterigota (Fluginsekten)
Ueberordnung ->	Neoptera (Neufluegler)
Ordnung ->	Diptera (Zweiflügler)
Unterordnung ->	Brachicera (Fliegen)
Familie ->	Glossinidae (Zungenfliegen)
Gattung ->	Glossina (Tsetsefliegen)

(nach Wiedermann, 1830)

2.2.2. Ökologie des Vektors

Besonders interessant sind die Tsetsefliegen im Bereich Fortpflanzung und Entwicklung, zumal sie lebend gebärend (vivipar oder besser ovovivipar)² sind. Diese besondere Brutpflege macht sich auch in der Nachkommenszahl bemerkbar. Man kann davon ausgehen, dass ein Weibchen im Laufe ihres Lebens wahrscheinlich nicht mehr als 9 Junge zur Welt bringt (Dönges 1980, S. 20; Mattes 1988, S. 26). Lucius und Loos-Frank (2008, S. 504) sprechen von höchstens 12 Nachkommen pro Weibchen bei einer Lebensdauer von 3-4 Monaten des Weibchens, sowie von höchstens 20 Nachkommen

² unter ovovivipar versteht man, dass die Larve bereits im Mutterleib aus dem Ei schlüpft und sich dort weiterentwickelt [Anm.d.Verf]

bei einer Lebensdauer von 3-6 Monaten des Weibchens (Lucius & Loos-Frank 1997, S. 330).

Die niedrige Reproduktionsrate ist abhängig von Viviparie, der besten aller Brutpflege-Modi und von der hochwirksamen Wirtsfindung auf Entfernung, die auf einem guten Gesichtssinn beruht (Dönges 1980, S. 20).

Circa alle neun bis zehn Tage wird ein Ei gebildet, welches durch Spermatheken befruchtet wird, was bedeutet, dass das Weibchen meistens nur ein einziges Mal im Leben besamt werden muss und die Spermien in einer Art Lager aufbewahrt werden. Die Larve wächst im Uterus heran, wo sie durch eine Art Milchdrüse ernährt wird und sich mehrmals häutet. Das dritte Larvalstadium wird um den zehnten Tag geboren. Zu diesem Zeitpunkt ist die Larve mit ca. 5mm fast so groß wie das Muttertier (Lucius & Loos-Frank 2008, S. 504).



Abb. 4: Larven unterschiedlichen Alters (Quelle: infektionsbiologie.ch online am 30.10.2008).

Die Larve bewegt sich lebhaft und vergräbt sich einige Zentimeter tief im feuchten Boden, wo sich die Larvenhaut rasch erhärtet und schwarz wird. Die letzte Entwicklungsphase dauert circa 30 Tage wonach die fertige Fliege schlüpft und sich nach oben gräbt (Lucius & Loos-Frank 1997, S. 330; Mattes 1988, S.26).

Für das Ein- und Ausgraben ist ein relativ lockerer, krümeliger Boden mit einer Humusschicht, die vor Austrocknung schützt, Bedingung. Der Niederschlag muss mindestens 500mm/Jahr betragen, um diese Bodenbedingungen zu erreichen (Lucius & Loos-Frank 2008, S. 504).

Nach ihren Ansprüchen an ihr Habitat sowie nach der Verlaufsform der Schlafkrankheit unterteilt man die Tsetsefliegen in Untergruppen. Die Vektoren der westafrikanischen Schlafkrankheit sind *Glossina fuscipes*, *G. tachinoides* (Westafrika), sowie *Glossina palpalis*, welche auch namensgebend für die Palpalis-Gruppe ist. Die Vertreter der Palpalis-Gruppe benötigen feuchte Biotope und sind daher eher in Fluss begleitenden Wäldern anzutreffen (Lucius & Loos-Frank 2008, S. 504).

Die ostafrikanische Schlafkrankheit, übertragen durch *Glossina morsitans*, Namensgeber der sogenannten Morsitans Gruppe, kommt eher in Savannengebieten vor. Zu dieser Gruppe zählen weiters *G. Swynnertani* und *G. Pallidipes*, welche innerhalb der Savannen andere Verbreitungen haben (Lucius & Loos-Frank 2008, S. 504).

Als dritte große Gruppe, ist die Fuscagruppe zu nennen, welche sich eher in Waldgebieten aufhält und die für den Menschen nicht pathogene Nagana, also *Trypanosoma brucei brucei* überträgt, was sie jedoch nicht minder gefährlich sein lässt, worauf später noch eingegangen wird (Lucius & Loos-Frank 2008, S. 504).

2.3. Übertragung der Schlafkrankheit

Es wurde bereits im letzten Abschnitt darüber gesprochen welche Gruppe von Tsetsefliegen welche Krankheit überträgt. In diesem Kapitel soll genauer auf die Voraussetzungen und Zusammenhänge einer Übertragung von Trypanosomen eingegangen werden.

Damit die Tsetsefliege Trypanosomen übertragen kann, muss sie erstmal einen Wirt finden. Studien haben ergeben, dass olfaktorische Reize eine Hauptrolle in der Wirtsfindung darstellen, wobei CO₂, Aceton und Octanal die wichtigsten Faktoren sind. Diese Verbindungen werden von Tieren und Menschen hauptsächlich über die Atemluft und über Urin abgegeben (Tsetse.org^a online am 30.10.2008).

Bewegung und Farbe bilden die zweite wichtige Reizgruppe, die für das Auffinden eines Wirts eine große Rolle spielt. Hier sind Zebras und Wasserböcke zu nennen, weil diese durch ihre Musterung für Tsetsefliegen nicht als Ziel identifizierbar sind. Der Grund dafür sind die Facettenaugen der Fliegen, die eine gestreifte Form nicht als zusammenhängendes Objekt wahrnehmen können. Zebras sind auch weniger oder gar nicht von Nagana befallen was ein Indiz für die optische Wirtssuche der Tsetsefliegen ist (Mattes 1988, S. 26f).

Die Tageszeiten, an denen Tsetsefliegen aktiv sind, unterscheiden sich sehr bei den verschiedenen Arten. Gemein haben sie nur, dass keine der Arten bei großer Hitze um die Mittagszeit, noch bei Dunkelheit und Kälte fliegt. Eine Ausnahme bilden Fliegen, die in Häusern eingesperrt sind und von künstlichem Licht angelockt werden.

Vertreter der Morsitans-Gruppe, also jener, die die Savannengebiete bewohnen, sind hauptsächlich die ersten beiden Stunden nach Sonnenaufgang und die letzten beiden vor Sonnenuntergang aktiv (Hargrove & Brady 1992). *G. fucipes* ist eher um die Mittagszeit unterwegs, wobei sie sich das nur durch den Schutz der flussbegleiteten Wälder auch leisten kann (Crump & Brady 1979). Merkwürdigerweise finden sich auch unter den Savannen bewohnenden Tsetsefliegen welche, die um die Mittagszeit aktiv sind. An heißen Oktobertagen wird die Wirtssuche jedoch in die frühen Morgenstunden verschoben. Man kann also davon ausgehen, dass eher die Temperatur als die Tageszeit der bestimmende Faktor ist (Tsetse.org^b online am 1.11.2008).

Wenn die Tsetsefliege nun einen Wirt gefunden hat und ihn erfolgreich sticht, so nimmt sie, im Falle eines infizierten Wirts, Trypanosomen auf. Diese gelangen in den Darm und machen auf dem Weg in die paarigen Speicheldrüsen eine Entwicklung durch³. Beim Stich muss die infizierte Tsetsefliege mehrere tausend Trypanosomen auf den Wirt übertragen, damit dieser seinerseits infiziert wird. Meist muss der Wirt mehrfach gestochen werden ehe die Anzahl an Trypanosomen im Blut hoch genug ist, um an Schlafkrankheit oder Nagana zu erkranken. Die Infektionswahrscheinlichkeit hängt wahrscheinlich auch mit der stechenden Glossinenart zusammen (Goutreux et al. 1993,

³ siehe Lebenszyklus der Trypanosomen [Anm. d. Verf.]

S. 213). Die Infektionsrate bei Tsetsefliegen ist relativ gering und beträgt für *T. brucei* weniger als 1% (Tsetse.org^c online am 30.10.2008).

Einen Unterschied gibt es im Übertragungsweg der Trypanosomen. Dieser geht bei *T. b. gambiense* von Mensch über Fliege zu Mensch, wobei er bei *T. b. rhodesiense* eher von Wildtier/Haustier über die Fliege zum Menschen geht (Infektionsbiologie.ch 30.10.2008).

2.4. Krankheitsbild der Schlafkrankheit

2.4.1. Allgemeines zur Krankheit

Wie bereits erwähnt gibt es zwei Verlaufsformen der Schlafkrankheit, die ost- und die westafrikanische Form. Die westafrikanische Schlafkrankheit (*T. b. gambiense*) ist die chronische Form der Schlafkrankheit, bei der die Erkrankung oft erst in der zweiten Phase entdeckt wird, weil der/die Erkrankte vorher oft keine Symptome zeigt. Die ostafrikanische Schlafkrankheit (*T. b. rhodesiense*) ist die akute Form, bei der zumindest bei ca. 50% der Infizierten ein so genannter Trypanosomenschanter auftritt. Insgesamt ist die ostafrikanische Schlafkrankheit leichter als solche zu erkennen, da die Inkubationszeit kürzer ist und erste Anzeichen der Erkrankung rasch auftreten. Anzumerken ist auch, dass beide Verlaufsformen unbehandelt zum Tod führen⁴.

Die westafrikanische Schlafkrankheit ist geografisch weiter verbreitet als die ostafrikanische Form. Ihr Anteil in allen endemischen Ländern beträgt 77,8% (WHO 1998).

Der Krankheitsverlauf wird in zwei bis drei Phasen eingeteilt⁵, welche in den nächsten Unterkapiteln genauer beschrieben werden. Wir werden uns allerdings an eine

⁴ Spontanheilung tritt nie auf, bzw. wurde bis jetzt nicht dokumentiert [Anm.d.Verf.]

⁵ je nach Quellenliteratur unterschiedlich; manchmal wird unterschieden zwischen: A) 1. Schantherbildung, 2. Verbreitung der Erreger über die Blut- und Lymphbahnen, sowie 3. Übergriff auf das Zentralnervensystem (ZNS) oder B) 1. Vermehrung und Verbreitung im Körper der/des Infizierten und 2. Übergriff auf das ZNS [Anm. D. Verf.]

Einteilung in nur zwei Phasen (mit Beteiligung des ZNS und ohne) halten, da diese auch für die Therapie herangezogen wird.

2.4.2. Erste Phase (haemolyphatische Phase)

Nach dem Biss der Tsetsefliege, der meist schmerzhaft ist, kann sich drei bis zehn Tage später ein sogenannter Trypanosomenschanter bilden. Bei der westafrikanischen Schlafkrankheit tritt dieser mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 5% bei Afrikanern und 20% bei Europäern seltener auf als er bei der ostafrikanischen Schlafkrankheit (50%) entsteht (Med1.de 30.8.1008). In dieser teigigen Schwellung vermehren sich die Erreger, bleiben aber vorerst örtlich begrenzt. Dieser Schanker heilt nach einigen Tagen bis Wochen ab und die Trypanosomen vermehren sich weiter und breiten sich über die Blutgefäße und die Lymphbahnen im gesamten Körper aus. In dieser Zeit kommt es bereits zu Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen, manchmal tritt auch das Winterbottom's Zeichen, eine Lymphknotenschwellung im Nacken auf⁶ (emedicine online am 17.8.2008). Dieses Zeichen gilt als Hinweis darauf, dass es sich um eine periphere Trypanosomiasis ohne Beteiligung des ZNS handelt. Alternativ dazu existiert die Hypothese, dass die Trypanosomen gerade zu diesem Zeitpunkt über das Lymphsystem ins ZNS eindringen (Ormerod 1991).

Als weitere Symptome der ersten Phase können Vergrößerungen der Leber und Milz, fleckige Hautausschläge und Jucken, Anämie, Gewichtsverlust, sowie Störungen der Herzfunktion durch eine entzündliche Kardiomyopathie auftreten, welche bei der ostafrikanischen Form auch schon in dieser Phase zum Tod führen kann.

Die erste Phase der Schlafkrankheit ist schwer zu diagnostizieren, da die genannten Symptome auftreten können, dies aber nicht zwingend tun. Weiters ist eine Differentialdiagnose vorzunehmen, weil die geschilderten Symptome keineswegs schlafkrankheitsspezifisch sind. Die Behandlung während der ersten Phase ist jedoch einfach (Médicines Sans Frontières online am 12.1.2006).

⁶ häufiger bei der westafrikanischen Form (T.b. gambiense) [Anm. D. Verf.]

2.4.3. Zweite Phase (meningoenzephalitische Phase)

Die zweite Phase beginnt mit dem Eintritt der Erreger ins ZNS über die Blut-Hirn-Schranke. Der Zeitpunkt der Invasion variiert zwischen den beiden Formen, sowie innerhalb der westafrikanischen Schlafkrankheit stark.

Bei der westafrikanischen Form vollzieht sich der Übergang meist erst nach zwei oder mehreren Jahren, selten innerhalb von sechs Monaten. Bei der ostafrikanischen Form beginnt die zweite Phase oft schon nach wenigen Wochen (MedizinInfo online am 17.8.2008). Andere Quellen geben den Beginn der zweiten Phase bei der westafrikanischen Form mit vier bis sechs Monaten an (Wikipedia online am 30.10.2008)⁷, wobei aber anzumerken ist, dass die Mehrheit der wissenschaftlichen Artikel eine Dauer von mehreren Monaten bis zu mehreren Jahren angibt (Barret et al. 2003).

Durch eine diffuse Rückenmarks- und Gehirnentzündung treten Symptome wie unter anderem Verwirrungszustände, Bewusstseinseintrübung, Koordinations- und Sprachstörungen, weitere Abmagerung, sowie epileptische Anfälle auf. *Der Name Schlafkrankheit wurde durch die schon früh entdeckte Tagesschläfrigkeit und die in der Nacht auftretenden Schlafstörungen einiger Patienten geprägt, obwohl die Gesamtschlafzeit unverändert bleibt* (Barret et al. 2003).

Diese Symptome sind bei der Ostafrikanischen Schlafkrankheit oft nicht so stark ausgeprägt und äußern sich manchmal in Benommenheit und leichtem Zittern (Medlink online am 30.10.2008). Auch unterscheiden sich die beiden Formen in ihrem Ende. Während an T. b. rhodesiense Erkrankte schon binnen 9 bis 12 Monaten, oft noch vor einem komatösen Zustand, an Herzversagen versterben, zieht sich die Erkrankung bei der westafrikanischen Form oft über Jahre (Division of Parasitic Diseases online am 21.11.2005). In dieser Zeit verschlimmern sich die Symptome und die Erkrankten neigen oft zu aggressivem bis gewalttätigem Verhalten (Médicines Sans Frontières

⁷ Wikipedia ist eine gute erste Anlaufstelle, jedoch darf man nie vergessen, dass hier jeder ohne Kontrollinstanz auch bloße Meinungen und Glauben veröffentlichen kann [Anm. d. Verf.]

online am 30.10.2008) und Krämpfen. *Im letzten Abschnitt* der Erkrankung stellt sich ein *unkontrollierbarer Schlafdrang* (Kennedy 2006, S. 412) ein bis sie schließlich ins Koma fallen und sterben.

Da gewalttätige Erkrankte für die Gesellschaft und sich selbst gefährlich sind, werden sie oft an Baumstämme oder sonstige schwer bewegbare Gegenstände gebunden, was, wenn solche Bilder in unseren Medien erscheinen, oft zum Eindruck einer aufflammenden Sklaverei führt, was nicht stimmt.⁸

2.5. Nachweis der Erreger

Die Symptome aus dem vorigen Kapitel lassen bereits Vermutungen auf eine bestehende Infektion mit Trypanosomen zu. Was aber, wenn die Symptome lange Zeit ausbleiben? Bei Kindern zum Beispiel treten eher unspezifische Symptome auf, die auf eine bakterielle Infektion der Lungen hinweisen, bei Röntgenuntersuchungen aber nicht bestätigt werden können (Matete & Kisivuli 2004). Im nächsten Kapitel werden die Therapiemöglichkeiten besprochen. Wir werden feststellen, dass ein rechtzeitiges Erkennen der Schlafkrankheit der Grundstein für eine erfolgreiche Behandlung ist, dass es entscheidend ist, welche Form der Schlafkrankheit vorliegt und in welcher Phase sich der Erkrankte befindet. Medikamente, die in der ersten Phase Trypanosomen noch bekämpfen können sind in der zweiten wirkungslos, weil sie die Blut-Hirn-Schranke nicht passieren können. Solche, die in der zweiten Phase angewendet werden, sind für die erste unzweckmäßig, weil sie zu schwere Nebenwirkungen haben und sogar zum Tod des Patienten führen können. Es ist also eine Grundvoraussetzung vor und auch während der Behandlung über das Ausmaß der Erkrankung Bescheid zu wissen. Auch die Form der Erkrankung bestimmt die anzuwendenden Medikamente und Dosierungen. Dazu aber mehr im Kapitel über Therapiemöglichkeiten.

⁸ persönliches Gespräch mit Dr. Dr. Armin Prinz (16.9.2008)

Es soll auch erwähnt werden, dass schnelle, einfache und sichere Nachweismethoden ein Screening der Bevölkerung erleichtern würden, was ein Verhindern von Epidemien begünstigen kann. Vor allem bei der westafrikanischen Schlafkrankheit ließe sich so das Reservoir und damit Neuinfektionen verringern⁹.

Weiters sind Screenings notwendig, damit die Verbreitungsgebiete der beiden Formen abgegrenzt werden können und eine mögliche Überlappung dieser Gebiete rechtzeitig festgestellt werden kann, da das Auftreten beider Formen in einem Gebiet einen großen Einfluss auf die Diagnose und die Behandlung der Krankheit hat (Picozzi et al. 2005).

2.6. Therapieformen

2.6.1. Allgemeines über die Therapie der Schlafkrankheit

Die Behandlung unterscheidet sich nach den Phasen, bezogen auf die Kapazität der Droge, die Blut-Hirn-Schranke zu passieren. Sie unterscheidet sich auch nach dem jeweiligen Parasiten (Etchegorry et al. 2001, S. 957).

Die vorhandenen, genehmigten Medikamente sind alt, oft toxisch und/oder teuer (Atougua & Costa 1999, S. 221). Mit Ausnahme von Eflornithine sind alle derzeit für die Therapie von afrikanischer Schlafkrankheit registrierten Medikamente über ein halbes Jahrhundert alt (Docampo & Moreno 2003)¹⁰.

Chemotherapien gegen die afrikanische Schlafkrankheit dauern lange und sind teuer. Eflornithine ist das teuerste Medikament. Die an der Schlafkrankheit Erkrankten

⁹ T.b.gambiense nutzt vorwiegend den Menschen als Reservoir [Anm.d.Verf.]

¹⁰ Suramin (ein Naphtylamin) 1920, Pentamidin (ein Diamin) 1940, Melarsoprol (eine organische Arsenverbindung) 1949, Eflornithin (Difluoromethylornithin) 1990 [Anm. D. Verf.]

gehören zu den finanziell Ärmsten der Welt, mit denen sich schlecht Geld verdienen lässt. Darum wurde Eflornithine von den Pharmakonzernen nicht mehr produziert.¹¹

Erst 2001 ist es der WHO gelungen, die Produktion von Eflornithine für fünf Jahre zu sichern. Aventis, ein französischer Pharmagigant, bot sich an, die Medikamente gratis herzustellen und unterstützt zusätzlich auch finanziell Aktivitäten zur Schlafkrankheits – Eindämmung. Alles in allem ein Abkommen mit einem Rahmen von 25 Millionen \$. Auch Bayer, ein deutscher Pharmariese, wollte einen Teil beitragen und stiftete Suramin. Auch zu erwähnen ist, dass die Bill und Melinda Gates Foundation seit 2000 ein Projekt an der Universität von North Carolina unterstützt, welches ein oral einnehmbares Medikament mit der Bezeichnung DB289 für die haemolymphatische Phase der Krankheit erforscht (Barret 2006).

Zu traditionellen Heilmethoden, welche der afrikanischen Kultur entspringen, ist in der Fachliteratur leider wenig zu finden. Man geht davon aus, dass aus traditioneller Sicht die Schlafkrankheit nicht mit der Tsetsefliege in Verbindung gebracht wird, was aus einem Beispiel aus Senegal hervorgeht. Obwohl die Menschen erkennen, dass hauptsächlich Jäger in flussbegleitenden Wäldern an der Schlafkrankheit erkranken, besteht für sie kein Zusammenhang zwischen der Krankheit und dem regelmäßigen und intensiven Kontakt zur Tsetsefliege (Imperato et al. 1976).

Auch wenn die Schlafkrankheit nicht direkt mit der Tsetsefliege in Kontakt gebracht wird, so gibt es einige Pflanzen, die volksmedizinisch bekannt sind und zur Therapie gegen die Schlafkrankheit und/oder Nagana eingesetzt werden, wie eine Befragung in Nigeria ergab. Die meistbekannten Pflanzen, die gegen Trypanosomiasis wirken sollen sind: *Adansonia digitata*, *Terminalia avicennoides*, *Khaya senegalensis*, *Cissus populnea*, *Tamarindus indica*, *Lawsonia inermis*, *Boswellia dalzielii*, *Pseudocedrela kotschi*, *Syzygium quinensis*, *Sterculia setigera*, *Azizelia africana*, *Prosopis africana*, *Lancea kerstingii*. Ob diese Pflanzen nun tatsächlich Wirkstoffe gegen Trypanosomen beherbergen, muss erst mit Studien belegt werden (Atawodi et al. 2002).

¹¹ persönliches Gespräch mit Udo Feldmann, Insect & Pest Control Section Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture am 17.7.2008

2.6.2. Biomedizinische Therapien

Derzeit stehen vier Medikamente zur Bekämpfung der Schlafkrankheit zur Verfügung. Zwei davon für die erste Phase der Krankheit (Pentamidin und Suramin) und zwei für die zweite Phase (Melarsoprol und Eflornithine) (Docampo & Moreno 2003). Gegen die meisten haben gewisse Parasitenstämme bereits Resistenzen entwickelt (Wang 1995), wodurch es nötig wird, entweder neue Medikamente zu entwickeln oder kombinierte Therapien mehrerer Medikamente anzuwenden, um den Resistenzen entgegenzuwirken.

Suramin, mit dem Handelsnamen Germanin und Bayer 205, ist eines der ältesten Medikamente gegen die Schlafkrankheit und wurde schon 1922 gegen diese angewendet. Die Popularität des Medikaments führte sogar dazu, dass 1943 ein Film mit dem Titel „Germanin - Die Geschichte einer kolonialen Tat“ hergestellt wurde (Internet Movie Database online am 30.10.2008).

Der Wirkstoff ist eine polyanionische symetrisch polysulfonierte Naphtylamin Verbindung und wurde 1916 vom Chemiker Oskar Dressel entwickelt. Entdeckt wurde Suramin durch zwei sehr ähnliche Stoffe, Trypan blue und Trypan red, welche sich am Beginn des 20. Jahrhunderts als antitrypanosomal herausstellten (Docampo & Moreno 2003).

Suramin ist eines der Medikamente mit der längsten Halbwertszeit im Körper, das je als Therapeutikum für Menschen eingesetzt wurde. Ausgeschieden wird es hauptsächlich über den Harnweg (Collins et al. 1986).

Die Wirkung erfolgt durch einen Energieverlust des Parasiten, was zum Tod des Parasiten führt (Medline Plus online am 21.11.2005).

Trypanosomale Resistenz gegenüber Suramin war in 80 Jahren der Bekämpfung von Trypanosomiasis nie ein ernstes Problem (Docampo & Moreno, S. 11).

Suramin wird bevorzugt in der Therapie der ersten Phase bei Infektionen mit *T. b. rhodesiense* eingesetzt, obwohl es auch gegen *T. b. gambiense* wirkt. Der Grund dafür ist, dass es bei Gabe von Suramin und gleichzeitiger Infektion mit *Onchocerca volvulus* zu plötzlichem Schock kommen kann und Onchocercose im selben Gebiet wie die westafrikanische Schlafkrankheit auftritt (Bouteille et al. 2003).

Die typische Vorgehensweise sieht 5mg/kg Körpergewicht am ersten Tag vor, 10mg/kg am dritten Tag und je 20mg/kg an den Tagen 5, 11, 23 und 30. Diese Dosen werden über langsame intravenöse Injektionen verabreicht. Schwerwiegende Nebenwirkungen wie anaphylaktischer Schock, heftige Hautreaktionen, neurotoxische Erscheinungen und Nierenversagen treten häufig auf (Legros et al. 2002). Andere Quellen beschreiben eine wirkungsvolle Therapie, bei der wöchentlich 1g Suramin intramuskulär über sechs Wochen verabreicht wird, wobei die Nebenwirkungen als weniger drastisch und häufig beschrieben werden und sich die Kosten auf 8\$ pro Ampulle belaufen (Etchegorry et al. 2001).

Sobald die Trypanosomen ins Zentralnervensystem eingedrungen sind, ist Suramin als alleiniges Medikament nicht mehr sinnvoll, weil nur ein kleiner Prozentsatz der verabreichten Droge die Blut-Hirnschranke passiert. Es wird allerdings oft zu Beginn der Therapie in der zweiten Phase der ostafrikanischen Schlafkrankheit eingesetzt, um Blut und Lymphflüssigkeit des Patienten frei von Trypanosomen zu bekommen, bis die Therapie mit Melarsoprol beginnt. Durch die Gabe von Suramin kann die Toxizität von Melarsoprol herabgesetzt werden. Obwohl Suramin in Tierversuchen Synergieeffekte mit anderen trypanoziden Substanzen wie Eflornithin, Nifurtimox und 5-Nitroimidazol zeigte, konnten solche Effekte beim Menschen nicht nachgewiesen werden (Pepin & Milford 1994 in Docampo & Moreno 2003).

Pentamidin ist ein aromatisches Diamidinderivat, welches bereits 1937 entdeckt wurde und seit 1940 als Droge gegen die erste Phase der westafrikanischen Schlafkrankheit eingesetzt wird. Es wird unter dem Handelsnamen Pentacarnate vertrieben und ist ein Antiprotozoikum, welches auch gegen verschiedene Leishmanien, Barbesien und

Pneumocystis carinii angewendet wird. Bei der Anwendung gegen *T. b. rhodesiense* tritt leider häufig Primärresistenz¹² auf (Infektionsnetz 30.10.2008).

Die derzeitig empfohlene Therapie beinhaltet eine 4mg/kg Tagesdosis Pentamidin intramuskulär pro Tag oder jeden zweiten Tag (Legros et al. 2002). Die Dauer der Therapie wird mit 7 bis 10 Anwendungen angegeben (Infektionsnetz online am 30.10.2008). Die Kosten haben bis zum Abkommen der WHO mit Aventis, welches am 3. Mai 2001 geschlossen wurde (WHO online am 30.10.2008), 8 -14\$ pro Ampulle betragen. Seit diesem Abkommen ist eine Ampulle für die Therapie der Schlafkrankheit für 3\$ über die WHO zu beziehen (Etchegorry et al. 2001).

Bei einer intravenösen oder intramuskulären Injektion von 1,7 bis 4,5 mg/kg/Tag Pentamidin täglich oder jeden zweiten Tag bei einer Serie von 10 Injektionen wird Pentamidin im Körper akkumuliert. Die Halbwertszeit des Abbaus beträgt mehrere Wochen und ist damit sehr lang. Dies kommt daher, dass Pentamidin zu 70% an Plasmaproteine gebunden wird. Bei in vitro Versuchen stellte man fest, dass der trypanozide Effekt von Pentamidin auch bei sehr niedrigen Konzentrationen besteht, und dass in vivo wahrscheinlich niedrige Konzentrationen bei langer Einwirkung auf die Trypanosomen vorteilhafter sind als kurzzeitige Spitzenkonzentrationen (Miezan et al. 1994). Es könnte also möglich sein, die Gesamtdosis herabzusetzen und trotzdem einen gleichwertigen Therapieerfolg zu bieten, was aber erst durch klinische Untersuchungen bestätigt werden muss (Bouteille et al. 2003).

Die Nebenwirkungen von Pentamidin halten sich in tolerierbaren Grenzen. Es kann zu einer Nieren Toxizität kommen, welche aber reversibel ist (Couloud et al. 1975 in Bouteille et al. 2003). Es besteht jedoch die Möglichkeit von Ohnmachtsanfällen, Hypotonie, Herzrhythmusstörungen, Vergiftung der Bauchspeicheldrüse mit der Folge von Diabetes oder Unterzuckerung, Beeinträchtigung der Leber und Veränderung des Blutbildes. Anzumerken ist auch, dass die intramuskuläre Injektion sehr schmerzhaft sein kann und zu sterilen Abszessen und Nervschädigungen führen kann (Bouteille et al. 2003).

¹² Von Primärresistenz spricht man, wenn eine Person mit einem bereits resistenten Erreger infiziert wird. [Anm.d.Verf.]

An dieser Stelle sei auch darauf hingewiesen, dass in Zeiten, in denen Pentamidin knapp war, eine Droge mit dem Namen Diaminazene aceturate als Ersatz genutzt wurde. Es handelt sich dabei um ein Pentamidin Analogon, welches normalerweise in der Veterinärmedizin verwendet wird. Diaminazine aceturate mit dem Handelsnamen Berenil wurde in der ersten Phase beider Formen der Schlafkrankheit angewendet (Van Nieuwenhove in Dumas et al. 1999).

Es wurden ein bis drei Injektionen intramuskulär binnen zwei Tagen mit einer Dosis von 5-7 mg/kg verabreicht. Drei bis 15% der so therapierten Patienten wurden jedoch wieder rückfällig. Die Vorteile dieser Droge, welche ähnliche Nebenwirkungen wie Pentamidin hervorruft, liegen hauptsächlich auf der Kostenseite, nicht zuletzt, weil die Behandlungsdauer kürzer ausfällt. Weiters ist die Injektion weniger schmerzhaft als die bei Pentamidin und die Droge ist durch eine ausgebreitete Produktion gut verfügbar. Trotzdem ist diese Form der Therapie nicht für Menschen empfohlen, da eine Zulassung als Humantherapeutikum derzeit eher unwahrscheinlich ist (Bouteille et al. 2003).

Melarsoprol mit den Handelsnamen MelB und Arsobal ist das einzige Medikament, welches für beide Formen der Schlafkrankheit und für beide Phasen angewendet werden kann. Bei Melarsoprol handelt es sich um eine organische Arsenverbindung, die bereits 1949 in Afrika eingeführt wurde (Docampo & Moreno 2003). Leider erfordert die hohe Toxizität und die aufwendige Verabreichung ein hohes Maß an Vorsicht. Dies bedingt, dass Melarsoprol nur angewendet werden soll, wenn die Trypanosomen bereits ins Zentralnervensystem eingedrungen sind, weil in der ersten Phase die bereits beschriebenen Medikamente Suramin und Pentamidin wesentlich sicherer angewendet werden können. Die Behandlungsvorschriften für Melarsoprol variieren von Land zu Land mit verschiedenen Gesamtdosen, doch ist ihre Effizienz vergleichbar und war über die Jahre relativ konstant (Arroz 1987 in Bouteille et al. 2003).

Die gebräuchlichste Therapievorschrift besteht aus drei Serien, die je 3-4 Tage andauern, und bei denen je eine intravenösen Injektion von 3,6 mg/kg pro Tag verabreicht wird. Diese Serien werden in Intervallen von sieben Tagen vorgenommen.

Die Anzahl der Serien hängt von der Anzahl der Leukozyten in der Cerebrospinalflüssigkeit ab (Neujean 1950 in Bouteille et al. 2003).

Christian Burri und seine Mitarbeiter vom Swiss Tropical Institute in Basel haben in einer klinischen Untersuchung in Angola die Standardtherapie mit einer neuen Therapieform verglichen. Bei der neuen Therapie werden an zehn aufeinanderfolgenden Tagen je 2,2 mg Melarsoprol pro Kilogramm intravenös verabreicht. Wirkung und Nebenwirkungen waren sehr ähnlich. Veränderungen der Haut traten jedoch bei der neuen Therapie häufiger auf, doch konnten diese durch zusätzliche Medikation oder Absetzen der Therapie rückgängig gemacht werden. Das Ergebnis der Untersuchung lässt darauf schließen, dass die neue Therapie vor allem in Epidemiegebieten und in Gebieten mit beschränkten Ressourcen eine Alternative zur Standardtherapie sein kann, vor allem, wenn man die ökonomischen und praktischen Vorteile der neuen Therapie betrachtet (Burri et al. 2000).

Melarsoprol ist nur schlecht in Wasser, Alkohol oder Ether löslich. Gelöst wird es in Propylenglykol, was die Injektion aufgrund des Lösungsmittels äußerst schmerzhaft macht. Arsenverbindungen führen zu einer Lyse der Trypanosomen, aber die Mechanismen, die zu dieser führen, sind bis heute nicht geklärt. Arsenverbindungen sind unspezifisch und hemmen verschiedenste Enzyme in deren Bindung, was ihre hohe Toxizität erklärt. Die hohe Toxizität und die Rückfallsraten sind das Hauptproblem bei der Anwendung von Melarsoprol. Die ungünstigste Nebenerscheinung ist eine Enzephalopathie, die bei 5-10% der Patienten auftritt und davon bei 10-50% zum Tod führt. Es wird angenommen, dass dies aber eher auf Autoimmunreaktionen als auf eine direkte toxische Einwirkung zurückzuführen ist. Bei gleichzeitiger Anwendung von Prednisolon, einem Kortison-Präparat, konnte das Auftreten einer Enzephalopathie bei einigen Patienten verringert werden. Es kann jedoch trotzdem zu Durchfällen, Juckreiz und Abdominalschmerzen, sowie Brustschmerzen kommen. Bei ca. 10% der Patienten tritt auch Polyneuropathie auf, bei der es zu Schädigungen der peripheren Nerven kommt und bei ca. 1% eine Erythrodermie¹³ (Docampo & Moreno 2003).

¹³ Erythrodermie ist eine Entzündungsreaktion der Haut bei der es zu Rötungen am gesamten Körper kommt [Anm. d. Verf.]

Es wurde bereits angesprochen, dass nicht nur die Toxizität ein Problem in der Behandlung mit Melarsoprol ist, sondern auch die Rückfallsraten mittlerweile Grund zur Sorge bieten. Während der letzten 50 Jahre waren Behandlungsmisserfolge mit 5-8% nicht das Hauptproblem. In den letzten Jahren stieg jedoch der Prozentsatz an Behandlungsmisserfolgen in einigen Gebieten der westafrikanischen Schlafkrankheit dramatisch an. Bei der ostafrikanischen Schlafkrankheit trat ein solches Ansteigen der Resistenzen in den letzten Jahren nicht auf. Einzige Ausnahme sind einige Fälle zwischen 1960 und 1985. Warum sich die resistenten Stämme nicht verbreitet oder zumindest gehalten haben, ist eine wichtige Frage. Eine mögliche Erklärung ist vielleicht die niedrige Transmissionsrate bei *T. b. rhodesiense* durch die Tsetsefliege. Da das Hauptreservoir von *T. b. rhodesiense* in Wildtierpopulationen liegt, haben diese Trypanosomen weniger Kontakt mit dem Medikament als bei *T. b. gambiense*, wo das Reservoir hauptsächlich Menschenpopulationen einnimmt. Insgesamt ist die Anzahl an Infektionen mit der ostafrikanischen Schlafkrankheit in den letzten Jahren gering (Brun et al. 2001).

Das Auftreten von Epidemien bei der westafrikanischen Schlafkrankheit trägt sicher auch zur Verbreitung resistenter Stämme bei, weil eine positive Rückkoppelung zwischen Epidemie und Transmissionsrate besteht. Weiters ist die Wahrscheinlichkeit der Aufnahme resistenter Trypanosomen durch die Tsetsefliege bei der chronischen Form höher als bei der akuten Form, wo die Infizierten schneller versterben.

Eflornithine, welches als DFMO oder Ornidyl gehandelt wird, wurde als Medikament gegen Krebs entwickelt und wird seit 1980 gegen die zweite Phase der westafrikanischen Schlafkrankheit angewendet, wurde aber erst 1990 als Ornidyl registriert. Eflornithine hemmt spezifisch das Enzym Ornithin-Decarboxylase. Ohne die Decarboxilation von Ornithin sind die Trypanosomen nicht in der Lage, gewisse für die Zelldifferenzierung notwendige Polyamine zu synthetisieren. Daher sind Änderungen der Antigene in der Oberflächenstruktur sowie Zellteilung nicht mehr möglich. Eflornithine ist also weniger ein Trypanizid als ein trypanostatisches Mittel, welches die Immunabwehr des Infizierten effektiver macht (Bitoni et al. 1986 in Bouteille 2003; Griffin et al. 1986 in Bouteille et al. 2003; Wang 1995).

Die Verabreichung ist schwierig, weil relativ hohe Dosen von 400mg/kg in vier Infusionen pro Tag 7-14 Tage lang nötig sind, um eine erfolgreiche Therapie gewährleisten zu können (Docampo & Moreno 2003).

Bei oraler Aufnahme wird das Konzentrationsmaximum nach vier Stunden erreicht. Dabei werden 54% von Eflornithine aufgenommen wovon innerhalb von 3,3 Stunden die Hälfte ausgeschieden wird. Oral wird das Medikament nur gegeben, wenn eine Infusion nicht möglich ist. Bei intravenöser Infusion beträgt die Halbwertszeit nur drei Stunden. Innerhalb von 24 Stunden werden 80% unverändert im Urin ausgeschieden. Erklärbar ist diese rasche Ausscheidung dadurch, dass Eflornithine ein fluoriertes Aminosäurederivat ist, welches nur schlecht vom Körper gebunden wird und daher auch nur eine kurze Wirkung zeigt (Wang 1995). Interessant ist auch, dass die Aufnahme von Eflornithine bei Kindern im Blut um die Hälfte reduziert ist und in der Cerebrospinalflüssigkeit nur zu einem Drittel der Aufnahme von Erwachsenen entspricht. Auch Rückfälle sind bei Kindern unter 12 Jahren häufiger (Bouteille et al. 2003).

Bei Patienten, die gleichzeitig auch eine HIV-Infektion aufweisen, sind die Ergebnisse enttäuschend. Dies ist auf das insgesamt geschwächte Immunsystem zurückzuführen (Pepin et al. 1992).

Aus ökonomischen und logistischen Gründen ist Eflornithine nicht die erste Wahl bei der Therapie der Schlafkrankheit in ruralen Gebieten. Bei Rückfällen nach einer Behandlung mit Melarsoprol hat es sich aber bei der Mehrheit der Patienten als erfolgreich erwiesen (Milford et al. 1992).

Die Nebenwirkungen werden im Vergleich zu Melarsoprol als gering eingestuft. Da es ursprünglich als Mittel gegen Krebs entwickelt wurde, ist aber mit Nebenwirkungen, die bei entsprechenden Chemotherapien auftreten, zu rechnen. Kopf- und Abdominalschmerzen, Durchfall, Verwirrtheit, Anämie und Fieber, um nur einige zu nennen, treten gelegentlich auf (Bouteille et al. 2003).

Nifurtimox, ein Medikament, welches seit den 60er Jahren gegen die Chagas-Krankheit angewendet wird, ist auch bei *T. b. gambiense* wirksam. Es ist noch nicht als

Medikament gegen die westafrikanische Schlafkrankheit anerkannt, obwohl einige Versuche auf Heilungschancen von über 70% hinweisen (Checchi et al. 2007; Etchegorry et al. 2001).

2.6.3. Kombinationstherapien

Der Vorteil von Kombinationstherapien liegt an den Synergieeffekten, die auftreten können. Diese Synergieeffekte führen oft zu einer Reduktion der Dosen von nebenwirkungsreichen Medikamenten und daher manchmal auch zu geringeren Kosten, da oft an teuren Medikamenten gespart werden kann. Weiters besteht die Chance, dass die Behandlung erfolgreich ist, auch wenn die Therapie mit einem einzelnen Medikament fehlgeschlagen wäre. Einige Kombinationen sind bereits klinisch erprobt, doch meist nur mit geringen Stichprobengrößen, sodass die Erfolge nicht hundertprozentig im „realen Leben,, zutreffen müssen. Einige Kombinationstherapien befinden sich noch auf der Stufe von in vitro Studien (Keisera et al. 2001).

Tabelle 1: Die Tabelle zeigt kombinierte Drogen und deren Ergebnisse in verschiedenen Studien

Drogenkombination	Ergebnis	Quelle
Suramin, Eflornithine	Bericht von sechs Fällen (zweite Phase T. b. rhodesiense): Behandlung bei mindestens 50% der Fälle erfolglos	(Clerinx et al. 1998)
Suramin, Metronidazol	Fallbericht über erfolgreiche Behandlung von zweiter Phase T. b. rhodesiense; Fallbericht über erfolgreiche Behandlung von T. b. rhodesiense nach fehlgeschlagener Arsenverbindungstherapie	(Arroz & Djedje 1988; Foulkes 1996)

Suramin, Pentamidin	Bericht über erste Phase T. b. gambiense: 7,5% Rückfallsquote (n=616)	(Pepin & Khonde 1996)
Melarsoprol, Eflornithine	Fallbericht über erfolgreiche Behandlung von T. b. gambiense nach Rückfall auf Behandlung mit Arsenverbindung	(Simarro & Asumu 1996)
Melarsoprol, Nifurtimox	Fallberichte über erfolgreiche Behandlung von T. b. gambiense nach Rückfall auf Behandlung mit Melarsoprol	(Etchegorry et al. 2001)
Nifurtimox, Eflornithine	Fallberichte über erfolgreiche Behandlung von T. b. gambiense nach Rückfall auf verschiedene Behandlungen	(Etchegorry et al. 2001)

2.6.4. Natürliche Wirkstoffe

Die Pharmaindustrie war lange Zeit von Naturprodukten abhängig, daher ist es auch nicht verwunderlich, dass die Hälfte der 20 bestverkauften Pharmaprodukte von Naturprodukten abgeleitet sind. „*Die Schlüsselsubstanzen unserer gesamten modernen Pharmakologie sind durchwegs ethnomedizinischen Ursprungs*“, sagt Armin Prinz in einem Interview mit dem Südwindmagazin 2007 (Prinz online am 6.8.2008).

Ethnobotanisches Arbeiten gepaart mit Notizen aus Gesprächen mit Heilern bzw. Notizen von Volkswissen, haben dazu geführt, dass der Pharmaindustrie enorme Bibliotheken gefüllt mit Wissen über wirksame natürliche Verbindungen zur Verfügung stehen (Rosell 1997). Trotzdem halten sich die Anstrengungen der Pharmaindustrie in der Erforschung natürlicher Heilmittel gegen die Schlafkrankheit in Grenzen. In den 90er Jahren wurde in Versuchen mit Mäusen, also in vivo, bestätigt, dass Extrakte aus

Cannabis sativa und *Allium sativum* antitrypanosomale Aktivität aufweisen (Nok et al. 1994; Nok et al. 1996). Trotzdem macht es nicht den Anschein, dass Medikamente auf dieser Basis entwickelt werden. Doch könnten vielleicht gerade solche Präparate in Kombinationstherapien die Dosen der in konservativen Therapien verwendeten Drogen und damit ihre Toxizität herabsetzen.

2.7. Nagana

2.7.1. Allgemeines über Nagana

Nagana ist das tierische Pendant zur Schlafkrankheit, welches bei Haus- und Nutztieren auftritt. Das Verbreitungsgebiet entspricht dem der Schlafkrankheit, da derselbe Vektor, die Tsetsefliege, für die Übertragung notwendig ist. Diese Krankheit hat großen Einfluss auf Einzelindividuen, ganze Herden und auf die sozio-ökonomische Entwicklung Afrikas. Bei besonders empfindlichen Tierarten kann der Verlauf akut sein. Meist ist er allerdings chronisch und äußert sich in Schwäche und Unproduktivität der Tiere. Nagana endet oft tödlich und hat, wenn sich die Seuche auf Herdenniveau ausbreitet, weitreichenden Einfluss. Alle Aspekte von Produktion sind davon negativ beeinflusst. Die Fertilität, wie auch Milchproduktion, das Wachstum und die Arbeitsleistung sind herabgesetzt. Die gesteigerte Mortalität lässt die Herdengrößen rasch sinken. Die wachsende Bevölkerung Afrikas muss irgendwie ernährt werden, was in Gebieten wo Nagana auftreten kann, also im gesamten Tsetse-Gürtel, durch das Fehlen von Tierprodukten wie Fleisch und Milch, nicht möglich ist. Weiters ist die Kultivierung des Ackerlandes und der Transport von Gütern durch die mangelnde Kraft der erkrankten Tiere eingeschränkt. Diese Faktoren verringern das Haushaltseinkommen und verzögern auch die sozio-ökonomische Entwicklung enorm. Eine nachhaltige Entwicklung der ruralen Gebiete erfordert also eine Kontrolle des Problems Nagana (Conner 1994).

Ein großes Problem, das vor allem bei Kurzzeitstudien auftritt, ist, dass die Seuchendynamik oft übersehen wird. Durch die anthropogenen Einflüsse und der damit verbundenen Abnahme der Wildtierpopulationen kommt es zu einer Verschiebung der Reservoirs. Waren die Reservoirs ursprünglich in Wildtierpopulationen zu finden, so geht die Entwicklung in Richtung einer Hauptreservoirbildung auf Haus- und Nutztiere über (Bourn et al. 2001).

2.7.2. Die Erreger und das Krankheitsbild von Nagana

Wie auch bei der Schlafkrankheit, sind für das Auftreten von Nagana mehrere Erreger verantwortlich. Die verschiedenen Erreger haben unterschiedliche Auswirkungen auf unterschiedliche Wirte. Es kann auch zu vermischten Infektionen kommen, d.h. der Wirt ist mit mehreren unterschiedlichen Erregerarten infiziert. Diese Infektionen können dann auch abweichende Symptome zeigen.

Tabelle 2: Trypanosomenarten und die Krankheiten, die sie auslösen (übernommen von Tstse.org^d online am 30.10.2008)

Art des Erregers	Anfällige Tiere	Eigenschaften der Erkrankung
T. brucei	Pferde, Hunde, Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen	Bei Infektionen von Rindern und Schweinen ist die Krankheit mild und es kommt normalerweise zur Selbstheilung.
T. congolense	Pferde, Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine und Hunde	Typischerweise chronischer Verfall der oft tödlich endet; die Seuche kann manchmal akut sein; Schweine sind am wenigsten davon betroffen.
T. simiae	Schweine und vereinzelt auch Wiederkäuer	Sehr rascher tödlicher Verlauf bei Hausschweinen.
T. vivax	Rinder, Schafe, Ziegen und	Sehr große Unterschiede bei den verschiedenen Stämmen, die von chronischem Verfall, welcher

	seltener Pferde	nicht gleich tödlich enden muss bis zu akuten Infektionen, welche binnen zehn Tagen zum Tod führen, reicht
--	-----------------	--

Die Symptome bei infizierten Rindern sehen wie folgt aus: Das an Nagana erkrankte Tier magert fortschreitend ab, wobei die Haut straff am Oberkörper, speziell an den Rippen und am Bauch, anliegt. Das Fell wird struppig und steht vom Körper ab. Die Augen tränen und sind oft geschlossen, weil die Tiere Helligkeit vermeiden wollen bzw. auf diese empfindlich reagieren. Bei jungen Rindern fällt oft das Haarbüschel am Ende des Schwanzes aus. Auch das Verhalten der Tiere ändert sich. Sie werden lustlos und bleiben hinter der Herde zurück. Insgesamt verlieren sie das Interesse an ihrer Umgebung, lassen Ohren und Schwanz hängen und reagieren auch nicht mehr auf blutsaugende Insekten (Tsetse.org^d online am 30.10.2008).

Dieses Verhalten begünstigt die Aufnahme von Trypanosomen durch die Tsetsefliegen und führt so zu erhöhten Infektionsraten der Fliegen, weil es für die Tsetsefliegen leichter ist, an infizierten Rindern zu saugen als an gesunden.

Die ersten Symptome treten üblicherweise 11-21 Tage nach der Infektion mit Trypanosomen auf und äußern sich in Fieberschüben. Diese Fieberschübe sind an die Zahl der im Blut zirkulierenden Trypanosomen gekoppelt. Bei hoher Anzahl an Trypanosomen im Blut steigt das Fieber an. Werden die Trypanosomen durch die Immunantwort des Rindes dezimiert sinkt die Temperatur wieder ab, wobei anzumerken ist, dass gerade das Absterben der Trypanosomen und die damit verbundene Freisetzung von großen Mengen an Trypanosomenproteinen im Blut zu den oben genannten Krisen führt. Der Tod tritt meist parallel mit dem Auftreten einer solchen Krise ein. In Gebieten mit hohen Reinfektionsraten tritt der Tod zwischen dem ersten und dem dritten Monat ein, wenn die Tiere nicht mit Trypanoziden behandelt werden (Tsetse.org^d online am 30.10.2008).

2.7.3. Wissen über die Zusammenhänge und Umgang mit Nagana

Wie schon erwähnt, geht man aus traditioneller Sicht nicht davon aus, dass die Schlafkrankheit in direktem Zusammenhang mit der Tsetsefliege steht. Im Falle von Nagana haben Untersuchungen ergeben, dass 92,5% der befragten Viehzüchter über die Tsetsefliege und Trypanosomiasis bescheid wissen und 87,6% tierische Trypanosomiasis als ein regionales Problem ansehen. Die meisten kannten auch Maßnahmen gegen die Seuche, doch das Wissen darüber geht nicht einher mit der Anwendung der Kontrollmaßnahmen (Magona et al. 2004).

2.8. *Bikausalität – Multikausalität: Eine Überleitung zum empirischen Teil*

Eines der weltweiten Konzepte für das Auftreten von Krankheit ist die Bikausalität. Man geht davon aus, dass Krankheit zwei Ursachen hat: erstens den Erreger, zweitens eine soziale Komponente. Dieses Konzept ist bei vielen Krankheiten ausreichend soweit sie ein Individuum betreffen, um die wichtigsten zwei Ursachen bekämpfen zu können. Bei Krankheiten, die in Form von Epidemien oder gar Pandemien auftreten, ist vielleicht das Konzept der Bikausalität nicht mehr ausreichend. Betrachtet man Konzepte wie „social ecosystem health“, wird klar, dass eine Reihe von Ursachen zu einer Erkrankung des Gesamtgefüges führt. Es scheint daher sinnvoll, von Multikausalität zu sprechen und diese Multikausalität auch im Fall von Schlafkrankheit und Nagana zu analysieren.

Die Epidemiologie befasst sich mit solchen multikausalen Zusammenhängen von Krankheiten.

(Beispiel für Epidemiologie von Schlafkrankheit und Nagana finden und einfügen)

„Krankheiten sind immer Teil einer Ökologie. Wenn nun begonnen wird, eine solche ökologische Situation im Rahmen der medizinischen Entwicklungshilfe anzubehandeln, dann ändert sich irgendetwas in diesem Gefüge. Die Malaria etwa kontrolliert bis zu einem gewissen Grad Spirochäteninfektionen. Wenn nun diese Krankheit irgendwo ausgerottet würde, könnten Syphilis, Frambösie, Pinta etc. überhand nehmen und die Gesundheitssituation der Bevölkerung verschlechtern statt verbessern.“ (Prinz online am 12.6.2008)

3. Methodik und Werkzeuge

3.1. Einführung

Die Basis zur Erstellung einer Fuzzy Cognitive Map aus Interviews in dieser Arbeit beruht auf der Methode, die Özesmi & Özesmi (2004) beschreiben. Einige Punkte wurden jedoch verändert, um die Methode an die eigenen Erfordernisse anzupassen. Als Vorbereitung auf die Interviews wurde eine eigene Fuzzy Cognitive Map zum gewählten Thema gezeichnet. Diese ermöglicht ein besseres Verständnis für die Zusammenhänge im System. Weiters lassen sich damit Schwierigkeiten die während des Mappings auftreten können abschätzen und im Vorhinein umgehen. Ein großer Vorteil ist auch, dass man sich seines eigenen Modells bewusst wird und damit die Möglichkeit hat, seine eigenen Ideen während des Interviews bewusst auszuklammern, damit der Interviewpartner nicht in seinen Vorstellungen über das System beeinflusst wird.

Tabelle 3: Arbeitsplan mit zeitlich geordneten Arbeitsschritten

Schritt	Ziel des Arbeitsschritts
1. Einen Überblick über die relevante Literatur Verschaffen	Einen ersten Überblick über das System bekommen, welcher helfen soll, die wichtigsten Faktoren zu Identifizieren.
2. Erstes eigenes Mapping	Durch die gelesene Literatur einen Entwurf für eine mögliche Fuzzy Cognitive Map erstellen, diesen mit Kollegen besprechen und sich dadurch auf mögliche Probleme bei den Interviews vorbereiten.
3. Interviews mit Sachverständigen durchführen	Durch das Wissen der Sachverständigen die Genauigkeit des Modells / der Fuzzy Cognitive Map verfeinern. Wissen, welches einem selbst schwer zugänglich ist, in das Modell integrieren.
4. Analyse der einzelnen Fuzzy Cognitive Maps	Überführung der gezeichneten Maps in Matrizen. Feststellung der Eigenschaften der Variablen. Analyse der Einzelmaps

	mithilfe der Interviews. Abstrahieren der Modelle.
5. Integration der Einzelmaps in eine Darstellung des gesamten Systems	Beschreibung des Gesamtsystems mittels einer Fuzzy Cognitive Map. Die Wertigkeit der einzelnen Faktoren im System bestimmen

3.2. Auswahl der Stichproben

Da es in dieser Arbeit darum geht, die Zusammenhänge zwischen den beiden Parasitosen Schlafkrankheit und Nagana mit dem soziokulturellen System darzustellen, ist es nötig dafür Sachverständige auszuwählen.

Es wurde angenommen, dass Sachverständige aus verschiedenen wissenschaftlichen Feldern auch andere Sichtweisen das System betreffend haben.

Das Ziel war, Sachverständige auszuwählen, deren Sichtweisen sich ergänzen, um eine möglichst große Bandbreite an wirkenden Faktoren bei kleiner Stichprobe zu bekommen. Trotzdem ist es notwendig, dass zumindest ein Faktor in der Fuzzy Cognitive Map mit einem Faktor aus einer anderen Fuzzy Cognitive Map übereinstimmt, damit die Einzelmaps miteinander verknüpft werden können.

Ein weiteres Kriterium war die Verfügbarkeit von Sachverständigen. Im Rahmen dieser Diplomarbeit war es zeitlich, finanziell und logistisch nicht möglich mehr oder auswärtige Sachverständige zu befragen. Der Verfasser versuchte eine repräsentative Gruppe von lokal verfügbaren Sachverständigen für die Arbeit zu gewinnen.

Die Fuzzy Cognitive Maps sollten zusammen folgende Bereiche abdecken:

1. Nagana

2. Schlafkrankheit
3. Traditionelle Afrikanische Kultur
4. Humanökologie

Tabelle 4: Die Modelle wurden mithilfe folgender Sachverständiger erstellt (die Reihung erfolgte nach dem Interviewdatum)

Sachverständige	Bezug zur Thematik
Modell 1 Dr. Udo Feldmann	Entomologe; Insect Control section Joint FAO/IAEA; gilt weltweit als eine der bedeutendsten Sachverständigen in Fragen zu Tsetsefliegen und deren Kontrolle; hat selbst einige Jahre lang in Afrika gelebt und ist daher auch bestens mit der Afrikanischen Kultur und dem Problem von Nagana vertraut
Modell 2 DDr. Armin Prinz	Ethnologe und Mediziner; Leiter der Arbeitsgruppe Ethnomedizin und International Health, Zentrum für Public Health, Medizinische Universität Wien; Leiter der Reisemedizinischen Ambulanz Flughafen Wien/Schwechat; über 4 Jahre ethnomedizinische Forschungen bei den Azande, NO-Kongo und S-Sudan, Studienreisen (z.T. Evaluierungen von Forschungs- und Hilfsprojekten) in den Senegal, Tansania, Äthiopien, Uganda und Sudan
Modell 3 Dr. Peter Weish	Humanökologe; Lehrtätigkeiten in den Fächern Humanökologie und Umweltethik an der Universität Wien, der Wirtschaftsuniversität Wien und der Universität für Bodenkultur Wien; beschäftigt sich mit Fragen aus den Bereichen Umweltschutz, Umwelterziehung, Naturschutz und Entwicklungszusammenarbeit; langjähriger Aktivist der Umweltschutzbewegung in Österreich
Modell 4 Mag. Paul Bukuluki	Medical Anthropologist; Lektor und Wissenschaftler an der Makerere Universität, Kampala, Uganda; befasst sich mit Krankheiten und deren soziokulturellen Kontext; hatte in seiner Familie selbst einen Fall von Schlafkrankheit erlebt

3.3. Interviews

Die Fuzzy Cognitive Maps wurden in Form von teilstrukturierten Interviews (Kvale & Brinkmann 2004) erstellt. Der Interviewleitfaden befindet sich im Anhang. Alle Interviews wurden vom Verfasser geführt. Die Interviews fanden in Form von Einzelinterviews statt und wurden akustisch aufgezeichnet. Die durchschnittliche Dauer der Interviews lag bei ca. 2,5 Stunden, wobei das kürzeste ca. 1,3 Stunden und das längste ca. 4,3 Stunden dauerte.

Zuerst ging es darum, das Wissensgebiet des jeweiligen Interviewpartners einschätzen zu können. Daher besteht der erste und meist größere Teil der Interviews aus einem Einleitungsgespräch währenddessen sich der Verfasser Notizen für das spätere Mapping machte. Erst nach dieser Einleitungsphase wurde begonnen, an der jeweiligen Fuzzy Cognitive Map zu zeichnen. Diese Vorgehensweise hatte ursprünglich die Intention, ein vertrautes Gespräch zu schaffen und dem Verfasser ein besseres Reagieren auf etwaige Probleme während des Mappings zu gewährleisten. Es stellte sich jedoch heraus, dass die Interviewpartner sowie der Verfasser selbst durch die Länge der Interviews oft erschöpft waren, bevor die Fuzzy Cognitive Map fertig gestellt werden konnte. Dies führte dazu, dass einige Interviews erst nach mehreren Treffen vollendet wurden. Weiters könnte es sein, dass die nötige Konzentration gefehlt hat, um das System wirklich so darzustellen, wie es der Sicht der Interviewten entspräche. Anzumerken ist, dass eine Fuzzy Cognitive Map (Modell 1) in Eigenregie verfeinert und fertig gestellt wurde. Dafür wurde ein Arbeitsleitfaden erstellt, der Schritt für Schritt erklärt, wie vorzugehen ist und damit dem Sachverständigen beim Zeichnen der Fuzzy Cognitive Map behilflich sein sollte. Dieser Arbeitsleitfaden befindet sich am Ende des Interviewleitfadens im Anhang.

Die Interviews bilden eine wichtige Grundlage zum Verständnis der Fuzzy Cognitive Maps, daher werden Teile aus ihnen im Ergebnisteil den jeweiligen Modellen gegenübergestellt. Alle Interviews boten eine Fülle an Informationen, auch über die Fragestellung hinaus. Leider ist es dem Verfasser nur möglich Teile zu verwenden, die

das Modell repräsentieren. Es wurde jedoch versucht, die Essenz jedes Interviews wiederzugeben.

3.4. *Fuzzy Cognitive Mapping*

3.4.1. Definitionen

Tabelle 5: Wichtige Begriffe in der Arbeit und andere häufige Bezeichnungen

In dieser Arbeit verwendet	Andere häufige Bezeichnungen in der Literatur
Faktor, Konzept	factor, variable, node, concepts, statements
Verbindungen	intersections, edges, links, arrows
Transmitter	forcing functions, givens, tails, transmitter variables
Receiver	utility variables, ends, heads, receiver variables
Ordinary	ordinary variables, means
Zentralität, Centrality	immediate domain, total degree, centrality
erweiterte Matrix	augmented matrix

Unter einer Fuzzy Cognitive Map versteht man eine grafische Repräsentation eines gegebenen Systems. Die Faktoren der Fuzzy Cognitive Map spiegeln die wirkenden Faktoren im System wider. Die durch Fuzzy Werte bezeichneten Verbindungen geben Aufschluss über die kausalen Abhängigkeiten zwischen den Faktoren. Eine Fuzzy Cognitive Map ist ein qualitatives Systemmodell, welches mathematisch berechnet werden kann und als Resultate Trends wiedergibt. Damit bieten sich Möglichkeiten, Simulationen laufen zu lassen und Szenarien zu berechnen.

Eine Fuzzy Cognitive Map ist eine grafische Darstellung von Faktoren, sogenannten Concepts¹⁴, die miteinander in Beziehung stehen. Fuzzy Cognitive Mapping beruht auf der Graphentheorie. Die Faktoren sind die Knoten des Graphen und die kausalen Verbindungen bilden die Kanten des Graphen. Eine Fuzzy Cognitive Map zeigt kausale Zusammenhänge zwischen den wirkenden Faktoren eines Systems (Kandasamy & Smarandache 2003).

Fuzzy Cognitive Maps sind gerichtete Graphen, in welchen die Knoten die Faktoren und die Pfeile die kausalen Einflüsse zwischen den Faktoren beschreiben. Die Stärke der kausalen Wirkung eines Knotens auf den anderen wird durch den Wert mit dem der Pfeil versehen ist bestimmt (Contreras et al. 2007).

3.4.2. Geschichtlicher Abriss

Fuzzy Cognitive Mapping ist eine Kombination von Faktoren aus den Gebieten von Fuzzy Logic und Cognitive Mapping. Cognitive Maps bestehen aus gerichteten Graphen. Sie haben ihren Ursprung in der Graphentheorie, welche bereits 1736 von Euler entwickelt wurde¹⁵. Bei gerichteten Graphen haben die Verbindungen zwischen den Variablen bzw. Knoten eine Richtung, welche mit einem Pfeil ausgedrückt wird. Gerichtete Graphen wurden und werden in den Naturwissenschaften häufig angewendet, um Strukturen zu beschreiben.

Fuzzy Logic, 1964 von Lotfi Zadeh entwickelt, fälschlicherweise oft als „unscharfe Logik“ bezeichnet, sollte eigentlich eher „Logik der Unschärfe“ heißen. Zadeh dachte über komplexe Systeme nach. Vor allem darüber warum die Mathematik immer an der Beschreibung biologischer Systeme versagt. Dabei kam er auf den Begriff der unscharfen Mengen. Schon im Jahr 1962 stellte er fest, dass eine radikal andere Art von Mathematik für unscharfe oder vage Größen nötig ist, um biologische Systeme

¹⁴ Concepts werden in dieser Arbeit an anderen Stellen eingedeutscht auch als Konzepte, Faktoren oder Variablen bezeichnet [Anm. d. Verf.]

beschreiben zu können, weil diese oft mit Wahrscheinlichkeitsverteilung nicht zu beschreiben sind (Zadeh 1962).

Fuzzy Logic hat sich bisher vor allem in technisch - wirtschaftlichen Bereichen einen Namen gemacht. So wird es beispielsweise in Aktienhandelssystemen verwendet, wo es Portfolios japanischer Aktien aufgrund makro- und mikroökonomischer Daten verwaltet. Weiters steuert es Antiblockiersysteme, Automatikgetriebe und die Treibstoffeinspritzung in Autos, regelt den Autofokus und Belichtung in Camcordern und Fotoapparaten und verhindert verwackelte Bilder, unterdrückt die Schwankung der Wassertemperatur in Duschen und Industrieanlagen, verhindert Über- und Unterschreiten der Temperatur bei der Regelung von Klimaanlage und spart dadurch Energie, reguliert die Trommelspannung bei Kopiergeräten je nach Bilddichte, Temperatur und Feuchtigkeit und erkennt und übersetzt handgeschriebene Zeichen, um nur eine kleine Auswahl von Anwendungsgebieten von Fuzzy Logic bis zum Jahr 1992 zu nennen (Kosko 1993, S. 330 ff). Es ist anzunehmen, dass heute weitaus mehr Felder erschlossen sind.

Die klassische Aristotelische Logik sowie die Cantor Logik kennt ja/nein bzw. wahr/unwahr Aussagen, sie ist zweiwertig. Es werden scharfe Grenzen benötigt, welche mittels Definitionen festgelegt werden, damit man feststellen kann, ob etwas Element der Menge ist oder nicht. Fuzzy Logic macht darum Sinn, weil reale Erscheinungen graduell sind, also Abstufungen zulassen. Einige Beispiele hierfür wären: Temperatur, Entfernung, die Farbe Rot oder wie wir später noch feststellen werden der Einfluss eines Faktors auf einen anderen, welcher z.B. ziemlich stark sein kann oder auch eher schwach (McNeil & Freiberg 1994, S. 17). Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass man nach klassischer Logik für die Festlegung, ob ein Glas Wasser voll oder leer ist, eine genaue Definition dafür benötigt ab wann ein Glas Wasser als voll bzw. leer gilt. Wenn dieses Glas nur noch etwas Wasser enthält, würden wir es wahrscheinlich zur Menge der leeren Gläser zählen. Damit verlieren wir aber die Information, dass das Glas z.B. noch zu 10% mit Wasser gefüllt war. In der Welt der Fuzzy Sets wäre das Glas aber mit einem Wert von 0,1 ein volles Glas und mit 0,9 ein leeres Glas. Fuzzy

Logic ist damit in der realen Welt nicht unschärfer als die zweiwertige Logik, sondern genauer (Kosko 1993, S. 40).

Der Politologe Robert Axelrod (1976) war einer der ersten, der gerichtete Graphen verwendete, um kausale Zusammenhänge aus geschriebenen Reporten darzustellen. Er nannte diese Graphen Cognitive Maps, ein Begriff der bereits 1948 von Tolman verwendet wurde (Mls K 11.2.2008). Tolman verwendete damals den Begriff anstelle von Mental Maps bei seinen Rattenversuchen (Tolman 1948).

Bart Kosko modifizierte im Jahr 1986 Axelrods Cognitive Maps. Er erweiterte Axelrods Konzept, welches binär war, indem er sich fuzzy Funktionen mit realen Zahlen zwischen -1 und +1 bediente und dafür die neue Bezeichnung Fuzzy Cognitive Map gebrauchte (Kosko 1986; Özesmi & Özesmi 2004)

Auch was die Weiterverarbeitung der Fuzzy Cognitive Maps angeht war Kosko aktiv. Er verwendete neuronale Netzwerke zur Berechnung der Fuzzy Cognitive Maps. Damit wurde es möglich, die Effekte von verschiedenen Strategieoptionen abzuschätzen (Kosko 1987).

Seit der Erstbeschreibung wird auch ständig versucht, das Konzept von Fuzzy Cognitive Mapping weiter zu entwickeln bzw. Schwächen zu umgehen oder auszumerzen. Vorrangig geht es dabei darum, einen Zeitfaktor einzuführen und die Beschreibung von konditionalen Abhängigkeiten zu ermöglichen.

Beispiele hierfür sind:

Neutrosophic Cognitive Maps (Kandasamy & Smarandache 2003), Advanced Fuzzy Cognitive Maps Based on OWA Aggregation (Zhenbang & Lihua 2007), Extended Fuzzy Cognitive Maps (Hagiwara 1992).

Einen Überblick in welchen wissenschaftlichen Feldern Fuzzy Cognitive Mapping und seine Derivate bereits angewendet wurden geben unter anderem Aguilar (2005), Özesmi & Özesmi (2004), sowie Kandasamy & Smarandache (2003).

3.4.3. Funktionsweise und Aufbau von Fuzzy Cognitive Maps

Die einfachste Form besteht daraus, kausale Verbindungen mit positiven oder negativen Symbolen zu bezeichnen. Diese Form entspricht einer Cognitive Map wie auch Axelrod sie schon 1976 verwendet hat.

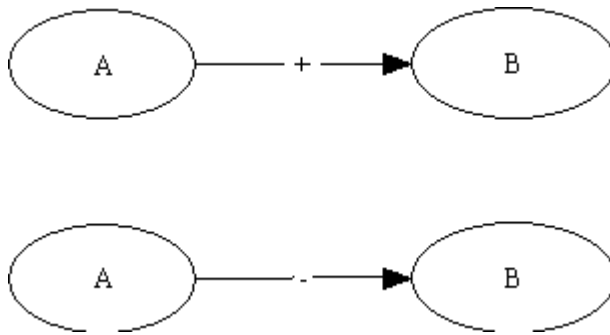


Abb. 5: Dieses Beispiel beschreibt einfache kausale Verbindungen zwischen zwei Faktoren.

Ein positiver Pfeil von A nach B bedeutet, wenn der Wert von Faktor A ansteigt, steigt auch der Wert von Faktor B. Bei einem negativen Pfeil würde das bedeuten, dass wenn der Wert für A ansteigt, dann verringert dies den Wert für B. Äquivalent dazu wären die Bezeichnungen direkt bzw. indirekt proportional bei Schlussrechnungen, also je mehr – desto mehr bzw. je mehr – desto weniger. Der positive Pfeil kann jedoch auch für je weniger – desto weniger stehen und der negative Pfeil für je weniger – desto mehr (Contreras et al. 2007).

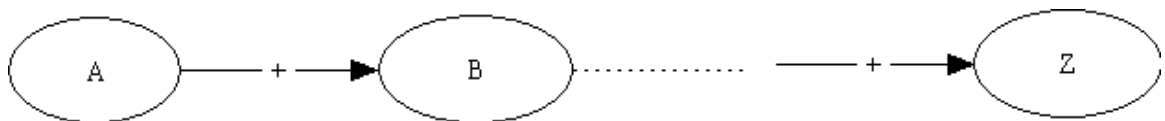


Abb. 6: Dieses Beispiel beschreibt den indirekten Zusammenhang von Faktor A mit Faktor Z über alle dazwischen liegenden Faktoren.

Die indirekte kausale Wirkung von Faktor A auf Faktor Z ist positiv, wenn alle kausalen Wirkungen, die zwischen ihnen liegen positiv sind und, wenn die Anzahl der negativen kausalen Wirkungen geradzahlig ist. Kommt eine negative kausale Verbindung oder eine ungerade Zahl negativer kausaler Verbindung in der Kausalkette von Faktor A zu

Faktor Z vor, so ist die resultierende indirekte kausale Wirkung negativ (Tsadiras & Margaritis 1997).

Fuzzy Cognitive Maps unterscheiden sich von Cognitive Maps dadurch, dass die kausalen Wirkungen fuzzy Werte besitzen. Es gibt grundsätzlich, wie bei Cognitive Maps, drei mögliche Typen von Beziehungen zwischen zwei Faktoren A und B. Ein Wert > 0 steht für eine positive kausale Wirkung zwischen den Faktoren A und B, also ein direktes Verhältnis der Beziehung. Ein Wert < 0 steht für eine negative kausale Wirkung, also ein indirektes Verhältnis der Beziehung. Der Wert 0 bedeutet, dass keine Beziehung zwischen den Faktoren besteht.

Basierend auf das eben Beschriebene gibt es drei wichtige Parameter:

die Größe des Wertes, die angibt wie stark ein Faktor den anderen beeinflusst;
das Vorzeichen des Wertes, das angibt ob das Verhältnis direkt oder indirekt ist;
die Richtung der kausalen Wirkung (des Pfeils), die angibt ob Faktor A Faktor B bestimmt oder umgekehrt (Schneider et al. 1996).

3.4.4. Erstellen der Fuzzy Cognitive Map

Fuzzy Cognitive Maps können auf verschiedene Weise erstellt werden. Özesmi & Özesmi (2004) gruppieren die Erstellungsmöglichkeiten in vier Kategorien:

1. Interview, währenddessen die Fuzzy Cognitive Map direkt gezeichnet wird
2. Fragebogen
3. Extraktion aus geschriebenem Text
4. Zeichnen aus Daten, welche kausale Zusammenhänge aufweisen

Die in dieser Arbeit dargestellten Fuzzy Cognitive Maps wurden alle während Einzelinterviews gezeichnet. Die anderen Methoden eine Fuzzy Cognitive Map zu erstellen werden am Schluss dieses Unterkapitels kurz erklärt.

Bei Einzelinterviews wird den Befragten zu Beginn anhand eines mit der Fragestellung nicht in Zusammenhang stehenden Themas erklärt wie eine Fuzzy Cognitive Map erstellt wird. Sobald die Funktionsweise einer Fuzzy Cognitive Map verstanden wird können die Befragten damit beginnen ihre eigene Fuzzy Cognitive Map zur Fragestellung zu zeichnen / kartieren. Damit sich die Sachverständigen das ganze Interview hindurch dem Ziel und der Fragestellung bewusst sind, wurde ein „Brainstormingblatt“ angefertigt, welches sich immer in Sichtweite der Sachverständigen befand. Näheres im Unterkapitel Interviews und im Interviewleitfaden im Anhang.

Die Erstellung von Cognitive Maps aus Fragebögen bietet sich an, wenn man die Meinungen vieler Experten in sein Modell integrieren will. Zu Beginn sucht man nach allen möglichen Faktoren, die das System beschreiben. Danach werden die wichtigsten Faktoren ausgewählt; und zwar diejenigen, die später die Map bilden sollen. Diese werden dann paarweise angereiht. Die Experten arbeiten diese Paare in der Form eines Fragebogens durch, indem sie die Stärke der Wirkung für jedes Paar festlegen (Roberts 1976).

Das Verfahren, wie man aus geschriebenem Text eine Cognitive Map erstellen kann, beschreibt Wrightson (1976). Es geht darum, den Inhalt zu analysieren und nach „cause concept/linkage/effect concept“, also Ursache – Wirkung Beziehungen zu suchen. Diese sind meist eindeutig zu erkennen. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Text in Originalsprache vorliegt, damit Fehlinterpretationen vermieden werden.

Das zeichnen einer Fuzzy Cognitive Map aus kausalen Daten beschreiben Schneider et. al. (1998) sehr mathematisch an einem Beispiel für die Rate von Analphabeten in verschiedenen Ländern für verschiedene Altersgruppen. Die Faktoren werden als numerische Vektoren angeschrieben. Jedes Element des Vektors repräsentiert einen

Wert. Diese numerischen Vektoren werden in Fuzzy Sets überführt, wobei jedes Vektorelement einen gewissen Grad an Zugehörigkeit zugewiesen bekommt. Danach wird das Verhältnis der Daten auf direkte oder indirekte Proportionalität und auf deren Nähe geprüft. Anschließend wird festgestellt, wie die Daten miteinander korrelieren. Es wird angenommen, dass die Korrelation der Daten ihre kausalen Zusammenhänge repräsentieren. Daraus konstruiert man die Fuzzy Cognitive Map.

3.4.5. Matrixform

Da Fuzzy Cognitive Maps auf der Graphentheorie basieren, gibt es die Möglichkeit die Zusammenhänge in den Fuzzy Cognitive Maps in Matrizen auszudrücken bzw. umzuschreiben und anschließend zu berechnen.

Beim Umwandeln der Fuzzy Cognitive Map in die Matrixform geht man wie folgt vor: Die Bezeichnungen der Faktoren werden vertikal wie horizontal angeschrieben. Die vertikale Liste bezeichnet die Einflussfaktoren. Die horizontale Liste bezeichnet die beeinflussten Faktoren. Gibt es nun eine Verbindung von einem vertikalen Faktor in Richtung eines horizontalen Faktors, so wird dieser an der entsprechenden Stelle eingetragen (Özesmi & Özesmi 2004, S. 49).

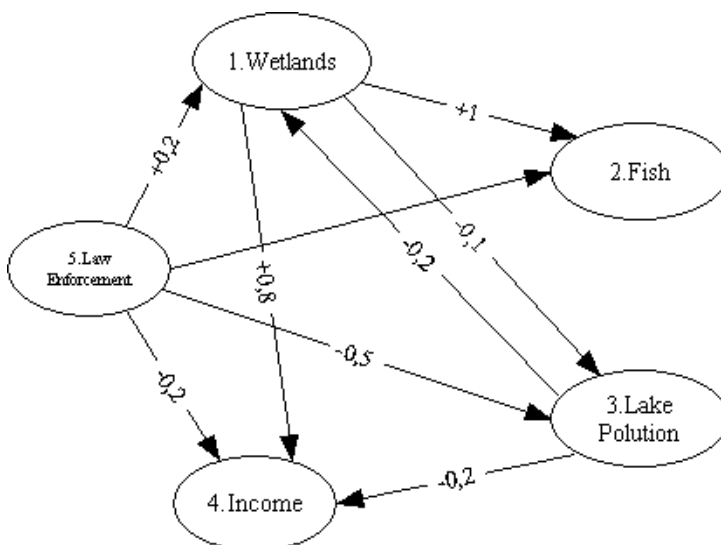


Abb. 7: Fuzzy Cognitive Map modifiziert aus Özesmi & Özesmi (2004)

Tabelle 6: Matrixform der Fuzzy Cognitive Map in Abb. 7

	1. Amount of wetland	2. Fish Population	3. Pollution	4. Livelihood	5. Laws
1. Amount of wetland	0	1	-0,1	0,8	0
2. Fish Population	0	0	0	1	0
3. Pollution	-0,2	-1	0	-0,2	0
4. Livelihood	0	0	0	0	0
5. Laws	0,2	0,5	-0,5	-0,2	0

Es ist wichtig anzumerken, dass alle Matrizen, die Fuzzy Cognitive Maps beschreiben, immer quadratische Matrizen sind. Das heißt, sie besitzen gleich viele Spalten wie Zeilen. Die Hauptdiagonale besteht immer aus Nullen (Kandasamy & Smarandache 2003).

Der letzte Satz trifft allerdings nicht auf alle Matrizen von Fuzzy Cognitive Maps zu. Der Verfasser verwendet ein Programm zur Berechnung von Fuzzy Cognitive Maps, welches Werte von 0 oder 1 in der Diagonale zulässt. Der Wert wird auf 1 gesetzt, wenn der Faktor sich selbst beeinflusst bzw. wenn angenommen werden kann, dass der Faktor im nächsten Iterationsschritt weiterhin existiert.

3.4.6. Strukturelle Analyse

Die Graphentheorie bietet eine Reihe an Indizes, welche die Struktur der Fuzzy Cognitive Map beschreiben. Am besten beginnt man damit, alle Faktoren und alle Verbindungen zwischen den Faktoren zu zählen.

Die Dichte (D), auch als Density oder Dichte-Index bezeichnet, zeigt wie stark die einzelnen Faktoren miteinander verbunden bzw. untereinander vernetzt sind. Sie wird auch Clustering Koeffizient genannt. Berechnet wird die Dichte indem man die Anzahl der gezählten Verbindungen (C) durch die Anzahl aller möglichen Verbindungen zwischen N Faktoren dividiert (Hage & Harary 1983).

$$D = \frac{C}{N(N-1)} \quad \text{bzw.} \quad D = \frac{C}{N^2}$$

$N(N-1)$ entspricht der Anzahl aller möglichen Verbindungen in einer Fuzzy Cognitive Map, wenn sich die Faktoren nicht selbst beeinflussen können, die Hauptdiagonale also aus Nullen besteht.

N^2 entspricht der Anzahl aller möglichen Verbindungen in einer Fuzzy Cognitive Map, wenn die Faktoren auf sich selbst kausalen Einfluss haben und sich daher auch Werte ungleich Null in der Hauptdiagonale befinden können. Je mehr Verbindungen in einer Fuzzy Cognitive Map vorhanden sind, je höher also die Dichte ist, desto mehr Optionen stehen für eine Veränderung der Zustände zur Verfügung (Özesmi & Özesmi 2004).

Der Charakter der Faktoren bzw. der Faktorentypus zeigt wie sich der Faktor im Vergleich zu anderen Faktoren in der Matrix verhält. Es gibt drei Grundtypen von Faktoren: Transmitter, Receiver und Ordinary.

Den Typus der Faktoren bestimmt man über deren Indegree und Outdegree. Der Indegree $[id(v_i)]$ ist die Summe aller Absolutwerte des Faktors in dessen Spalte, welche die Gesamtstärke (a_{ij}) angibt (Eden et al. 1992).

$$id(v_i) = \sum_{k=1}^N \bar{a}_{ki}$$

Der Outdegree $[od(v_i)]$ ist die Summe aller Absolutwerte des Faktors in dessen Zeile, die alle Zahlenwerte angibt mit denen der Faktor auf andere Faktoren einwirkt.

$$od(v_i) = \sum_{k=1}^N \bar{a}_{ik}$$

Transmitter Faktoren haben einen positiven Outdegree und keinen Indegree. Receiver Faktoren haben einen positiven Indegree und keinen Outdegree. Ordinary Faktoren haben sowohl einen positiven Indegree als auch Outdegree.

Da Ordinary Faktoren in den meisten Fällen entweder mehr Receiver- oder Transmittercharakter haben, wird eine Maßzahl verwendet, welche die relative

Transmitter- Receivercharakteristik¹⁶ des Faktors anzeigt. Erreicht wird dies durch die Subtraktion des Indegrees vom Outdegree. Ist der resultierende Wert positiv überwiegen die Transmittereigenschaften bei diesem Faktor. Ist der Wert negativ überwiegen die Receiverigenschaften bei diesem Faktor. Je stärker positiv oder negativ der resultierende Wert ist, desto stärker sind die Receiver- oder Transmittereigenschaften des jeweiligen Faktors (Isak 2008).

Die Zentralität oder Centrality eines Faktors ist ein wichtiger Index, der anzeigt wie stark ein Faktor in der Fuzzy Cognitive Map verbunden ist. Die Zentralität ist also ein Maß dafür, welchen Beitrag der Faktor in der Fuzzy Cognitive Map leistet. Berechnet wird die Zentralität indem man den Outdegree mit dem Indegree addiert. Ein Faktor einer Fuzzy Cognitive Map kann, obwohl er weniger Verbindungen aufweist als ein anderer, trotzdem einen höheren Wert für die Zentralität aufweisen. Dies ist dann möglich, wenn zwar weniger Verbindungen vorhanden sind, diese aber zusammen höhere Werte aufweisen als dies vielleicht viele Verbindungen bei einem anderen Faktor tun (Kosko 1986).

Die Komplexität oder Complexity, welche man aus dem Verhältnis der Anzahl aller Receiver Faktoren zur Anzahl aller Transmitter Faktoren erhält, gibt Auskunft darüber, ob die Fuzzy Cognitive Map viele Outputs hat oder eher durch Inputs in das System gekennzeichnet ist. Ein großer Quotient von Receiver- / Transmitter Faktoren lässt auf ein komplexes System schließen. Die Receiver Faktoren geben die Outputs des Systems an und wie sich das System auswirkt (Eden et al. 1992). Eine hohe Anzahl an Transmitter Faktoren weist darauf hin, dass Top - Down Denken im Modell vorherrscht. Damit ist gemeint, dass hierarchische Strukturen vorliegen, es also eine Art „Boss“ im System gibt, der auf den jeweiligen „Boss“ des Subsystems wirkt (Simon 1996, S. 185)

Der Hierarchie-Index (*h*) (MacDonald 1983) gibt Aufschluss über die hierarchischen Strukturen innerhalb einer Fuzzy Cognitive Map.

¹⁶ Diese Bezeichnung existiert noch nicht in der Literatur. Sie soll hiermit vorgeschlagen werden. Kirsten Isak (2008) hat zwar diesen Vorgang beschrieben, hat aber keinen Terminus dafür angegeben. [Anm. d. Verf.]

$$h = \frac{12}{(N-1)N(N+1)} \sum_i \left[\frac{\text{od}(v_i) - (\sum \text{od}(v_i))}{N} \right]^2$$

Die Werte für den Hierarchie-Index liegen zwischen Null und Eins. Wenn h gleich 1 ist, dann ist die Fuzzy Cognitive Map völlig hierarchisch. Bei einem Wert von 0 ist die Fuzzy Cognitive Map völlig demokratisch. Andere Bezeichnungen, wie auch Sandell (1996) sie verwendet und zwar domination (hierarchisch) und adaptation eco-strategies (demokratisch) zeigen, dass hierarchische Systeme dominiert werden, wohingegen sich demokratische Systeme eher an lokale Veränderungen anpassen können. Bei Letzteren kommt dies von ihrem hohen Grad an Verflechtung und Abhängigkeit zwischen den Faktoren.

3.4.7. Kondensation und Aggregation

Die für diese Arbeit gezeichneten Fuzzy Cognitive Maps enthalten bis zu 43 Faktoren und 93 Verbindungen zwischen diesen. Eine derart hohe Zahl an Faktoren und Verbindungen ist nur schwer überschaubar. Buede & Ferrell (1993) geben 12 Faktoren in einer Fuzzy Cognitive Map als günstig für die Analyse an. So weit werden wir mit unserer Abstraktion nicht gehen, doch ist es das Ziel, die Modelle so weit wie möglich und dabei sinnvoll zu kondensieren. Man kondensiert das Modell, indem man Subgraphen entfernt. Es werden also Gruppen von Faktoren und deren Verbindungen zu einem Faktor zusammengefasst (Harary et al. 1965, S.57ff). Ein anderer Ausdruck dafür ist Aggregation (Özesmi & Özesmi 2004, S. 53).

Es gibt zwei Varianten der Aggregation, quantitative Aggregation und qualitative Aggregation. Der Verfasser verwendet die qualitative Aggregation zur Vereinfachung der Modelle, daher wird auch nur diese Variante beschrieben.

Bei der qualitativen Aggregation werden die Faktoren kategorisiert, das heißt man findet Überkategorien, in welche einige der Faktoren passen. Zum Beispiel kann man die Faktoren Postkolonialkrieg und freie Marktwirtschaft in der Kategorie

Globalisierung zusammenfassen. Die Kategorien werden subjektiv erstellt. Die Verbindungen der Kategorie mit anderen im Modell enthaltenen Faktoren entsprechen der Summe der aggregierten Faktoren. Die Verbindungen innerhalb der Kategorien wurden vernachlässigt, da der Verfasser keine Angaben in der Literatur gefunden hat, wie man damit umgehen könnte. Eine Ausnahme bilden positive Rückkoppelungen von Faktoren innerhalb von Aggregationen. Diese Wirkungen werden multipliziert. Der Erhaltene Wert entspricht der Wirkung, die der Faktor auf sich selbst hat und wird in die Hauptdiagonale der Matrix eingetragen.

3.4.8. Social Map

Die einzelnen Fuzzy Cognitive Maps können miteinander kombiniert werden, indem man erweiterte Matrizen (augmented matrices) der Fuzzy Cognitive Maps miteinander addiert. Die resultierende Matrix ist die Basis für die sogenannte Social Map, welche die Kombination aller einzelnen Fuzzy Cognitive Maps darstellt (Kosko 1992; Özesmi & Özesmi 2004).

Zu Beginn muss die erweiterte Matrix erstellt werden, die alle Faktoren enthält, die in den Einzelmatrizen vorkommen. Da sich der Verfasser dazu entschlossen hat, alle gezeichneten Fuzzy Cognitive Maps noch vor der Erstellung der Social Map zu vereinfachen, besteht die erweiterte Matrix aus allen Faktoren der vereinfachten Fuzzy Cognitive Maps. Der Entschluss zur Vereinfachung vor der Kombination der Fuzzy Cognitive Maps wurde gefasst, da eine der Fuzzy Cognitive Maps sehr viele Faktoren enthält, wodurch die erweiterte Matrix sehr unübersichtlich würde.

Werden Faktoren miteinander kombiniert, welche gegenteilige Bedeutung haben, so müssen die Fuzzy Cognitive Maps noch vor der Matrizenaddition angeglichen werden. Dafür werden beim angeglichenen Faktor bei allen Verbindungen die Vorzeichen der Werte getauscht. Als Beispiel hierfür sind: politische Stabilität – politische Instabilität; medizinische Versorgung – mangelnde medizinische Versorgung; Vektorkontrolle – mangelnde Vektorkontrolle. Wenn nun politische Stabilität auf die zur Verfügung

stehenden öffentlichen Gelder einen kausalen Einfluss von +0,4 hat, so hat die politische Instabilität auf die zur Verfügung stehenden öffentlichen Gelder einen kausalen Einfluss von -0,4. Allgemein ausgedrückt hat Faktor A auf Faktor B die kausale Wirkung k_W , so hat $-A$ auf B wie auch A auf $-B$ die Wirkung $-k_W$ und $-A$ auf $-B$ die Wirkung k_W (Kosko 1986).

Nachdem die erweiterte Matrix erstellt wurde, müssen alle individuellen Einzelmatrizen in eine erweiterte Form umgeschrieben werden, wobei die Faktoren, die zwar in der erweiterten Matrix vorkommen, nicht aber in der umzuschreibenden individuellen Einzelmatrix, den Wert Null zugewiesen bekommen und dies sowohl in der Zeile wie auch in der Spalte des Faktors. Diese erweiterten Formen der individuellen Einzelmatrizen werden durch Matrizenaddition zur Matrix der Social Map (Dickerson & Kosko 1993).

Wenn die Matrix der Social Map Werte außerhalb des Intervalls $[-1;1]$ aufweist, kann man die Werte normalisieren und wieder in das Intervall von $[-1;1]$ bringen, indem man alle Werte durch die Anzahl der addierten Matrizen dividiert (Kosko 1992).

Beim Addieren der Matrizen schwächen sich widersprechende kausale Wirkungen, also solche, die einmal positiv und einmal negativ bewertet wurden, gegenseitig ab. Ein Beispiel hierfür wäre: die Wirkung von Faktor A auf Faktor B ist einmal -0,7 ein andermal +0,9. Der resultierende Wert der kausalen Verbindung wäre dann, wenn man die Werte normalisiert, 0,1 ($-0,7 + 0,8 = 0,2$ $0,2 / 2 = 0,1$).

3.4.9. Dynamische Analyse

Auf der Basis der Social Map lassen sich mit dem Modell Berechnungen durchführen, welche Aufschluss darüber geben, wohin sich das System entwickelt, also den Steady State erreicht, wenn man keine Veränderungen im System vornimmt. Es ist auch möglich durch Veränderung der Aktivierungswerte der Faktoren verschiedene Szenarien zu berechnen. Diese Berechnungen befassen sich weniger mit der Struktur

der Fuzzy Cognitive Map als vielmehr mit dem Ergebnis der Fuzzy Cognitive Map. Grundlage für die Berechnungen ist die „Neural Network Computational Method“, bei der die Matrix mit einem Initialvektor, welcher die Startwerte der Faktoren angibt, multipliziert wird (Özesmi & Özesmi 2004; S. 54). Der Verfasser verwendete ein Programm von Christian Damgaard¹⁷ in Verbindung mit Wolfram Mathematica® für die Simulationen der Steady States.

3.5. Methodenkritik

3.5.1. Literaturkritik

Der Verfasser verwendete verschiedene Typen von Literatur für diese Arbeit. Hauptsächlich wurde dabei auf peer-reviewed Fachartikel zurückgegriffen, was vor allem für den empirischen Teil zutrifft aber auch größtenteils im medizinischen Abschnitt verfolgt wurde. Vieles davon wurde in Form von Online Artikeln erworben. Einige Online Referenzen sind nicht peer-reviewed. Es wurde aber darauf geachtet, zuverlässige Quellen auszuwählen wie Centers for Disease Control and Prevention und World Health Organisation, welche behördliche Seiten sind und daher dem Sinn von wissenschaftlicher Aussagekraft entsprechen. Mehrmals wurde Tsetse.org als Quelle für diese Arbeit verwendet. Da die Autoren der Seite durchwegs renommierte Wissenschaftler sind, einige wie Steve Torr, Glyn Vale und John Hargrove zählen im Fachgebiet Tsetsefliegen und Trypanosomosis zu den meistzitierten Wissenschaftlern in peer-reviewed Fachartikeln, kann auch davon ausgegangen werden, dass die Informationen der Seite wissenschaftlich und damit vertrauenswürdig sind. Bei Inhalten, die gemeinhin als Tatsachen gelten, wurde auch auf nicht nachverfolgbare Quellen zurückgegriffen. Hierzu zählen Referenzen wie Wikipedia, Med1.de, Medizinfo.de und Infektionsbiologie.ch.

¹⁷ Christian Damgaard war so freundlich mir sein Programm für die Diplomarbeit zur Verfügung zu stellen und mir die Funktionsweise zu erklären.

Vor allem im einführenden Teil, besonders was die Biologie der Erreger und des Vektors betrifft, wurde auf Lehrbücher zurückgegriffen, die strenggenommen keine wissenschaftliche Literatur darstellen aber einen Überblick über das Themengebiet geben.

Monografien wurden eher als Ausnahme verwendet. Als Beispiel sei hier „The Science of the Artificial“ genannt, welches von Herbert A. Simon verfasst wurde, der als einer der Pioniere im Gebiet der artifiziellen Wissenschaft gilt und 1978 mit dem Nobelpreis für Wirtschaft geehrt wurde.

Auch Herausgeberwerke wurden verwendet. Dabei wurde darauf geachtet, solche zu verwenden, die auch bei anderen wissenschaftlichen Artikeln zur Anwendung kommen oder von renommierten Wissenschaftlern und Sachverständigen empfohlen wurden.

3.5.2. Kritische Beleuchtung der verwendeten Methode

Fuzzy Cognitive Mapping ist eine Methode, um qualitative Modelle zu erstellen, Dies bedeutet, dass primär subjektzentriert vorgegangen wird. Es werden der subjektive Zugang und das Verständnis des zu beschreibenden Systems durch den Sachverständigen kartiert. Gadamer (1975, S. 252f) beschreibt in seiner hermeneutischen Philosophie, dass Erkenntnis immer auch von bereits erfahrenem Wissen abhängig ist. Alles was wir Neues erfahren wird mit dem Wissen, das wir haben, verglichen und bewertet. Wichtig ist aber, sich darüber im Klaren zu sein, sich die eigenen Vorurteile bewusst zu machen und Zusammenhänge kritisch zu hinterfragen.

Fuzzy Cognitive Mapping unterstützt diese kritische Auseinandersetzung mit dem eigenen Wissen über ein System. Dies wurde zum Teil auch von den interviewten Personen zum Ausdruck gebracht. Paul Bukuluki meinte am Schluss des Interviews, dass ihm das Mapping geholfen habe, selbst über die Zusammenhänge besser nachzudenken¹⁸. In einer E-mail hat mir Udo Feldman folgendes geschrieben: *„Es war klar, dass das Tsetse / Trypanosomosis Problem und die Interdependenz mit anderen*

¹⁸ „It also helped me to reflect on“; persönliches Gespräch mit Paul Bukuluki am 10.9.2008

Faktoren recht komplex ist. Je länger man sich mit der FCM befasst desto offensichtlicher wird dies.“

Man sieht durch die Struktur der Fuzzy Cognitive Map, wie Faktoren miteinander verknüpft sind, kann diese Verknüpfungen hinterfragen und jederzeit durch neues Wissen Änderungen vornehmen. Ein großer Vorteil ist auch, dass durch die Quantifizierung der qualitativen Aussagen Indizes zur Verfügung stehen, die einem rasch einen guten Überblick über die wichtigsten Faktoren im System geben und beschreiben wie ein Faktor im System wirkt. Dadurch wird sofort erkannt, ob ein Faktor einen Output oder einen Input für das System darstellt. Solche Informationen stehen ohne diese Methode sonst nicht zur Verfügung. Dadurch, dass die Informationen in Zahlenwerten ausgedrückt werden, lassen sich verschiedene Fuzzy Cognitive Maps leichter miteinander Vergleichen.

Fuzzy Cognitive Mapping birgt aber auch einige Gefahren in sich. Es ist sehr schwer, eigentlich nicht auszuschließen, dass man den Befragten während des Interviews beeinflusst. Der Verfasser hat sich einige Male selbst dabei erwischt, Suggestivfragen zu stellen oder aus Ungeduld mögliche Faktoren selbst zu nennen. Das Problem hierbei ist, dass die Grenze zwischen dem was nötig ist und dem was einer zu großen Beeinflussung entspricht auch subjektiv und damit unscharf ist. Später ist das Maß des Einflusses nicht mehr zu erkennen. Hier wäre die Methode, Fuzzy Cognitive Maps aus Fragebögen zu erstellen, eine Alternative, die nachvollziehbare Ergebnisse erbringen würde.

Eine weitere Schwäche von Fuzzy Cognitive Mapping ist der Mangel an Möglichkeiten konditionale Zusammenhänge, die in natürlichen Systemen häufig anzutreffen sind, zu integrieren. So sind manchmal konditionale Zusammenhänge in die Fuzzy Cognitive Map eingebaut worden, die später zu groben Problemen bei der Aggregation geführt haben und insgesamt die Tendenz haben, die Ergebnisse zu verfälschen. Es wäre von Vorteil solche konditionalen Zusammenhänge schon während des Mappings zu erkennen, wofür aber mehr Erfahrung mit der Methode die Basis ist.

Als letzte Schwäche möchte der Verfasser die schwierige Überprüfbarkeit der Modelle nennen. Da es sich um qualitative Modelle handelt die Trends wiedergeben, sind die Ergebnisse nicht mit quantitativen Daten überprüfbar. Eine Art „Reality Check“ ist aber dennoch möglich. Prognostiziert eine Fuzzy Cognitive Map z.B. den Zusammenbruch der Fischpopulation, obwohl die Fischer Jahr für Jahr Rekordfänge machen, kann etwas mit dem Modell nicht stimmen (Özesmi & Özesmi 2004, S. 59).

4. Ergebnisse

4.1. Modelle: Interviews und resultierende Maps

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der einzelnen Interviews und die resultierenden Fuzzy Cognitive Maps dargestellt.

Im Anhang befindet sich jeweils eine grafische Repräsentation des Systems mit allen genannten Faktoren, Verknüpfungen und Werten. Man kann diese Fuzzy Cognitive Maps mit den Resultaten der Ergebnisse vergleichen. In den Ergebnissen findet sich jeweils eine Tabelle mit allen Faktoren und den dazugehörigen Erklärungen. Teil dieser Ergebnisse sind auch die wichtigsten Kenngrößen, welche in Form von Tabellen und Diagrammen dargestellt werden.

Anschließend werden die relevantesten Teile der Modelle ausführlicher beschrieben. Besonderer Wert wird auf das Verständnis der Zusammenhänge gelegt, daher werden den Ergebnissen des Modells Teile der Interviews gegenübergestellt, welche die Situation näher beschreiben.

4.1.1. Modell 1

Tabelle 7: Beschreibung der 43 Faktoren der Fuzzy Cognitive Map von Modell 1

Faktoren	Beschreibung
01 - population growth	Wachstum der menschlichen Population
02 - required farmland	Benötigtes Ackerland; Anbaufläche
03 - degradation	Degradation bis Verwüstung, bezogen auf die Fläche
04 - climate	Klima, wobei es aber um die derzeitigen klimatischen Veränderungen und deren Einfluss auf das System geht. Diese Klimatischen Veränderungen sind im Modell für weite Gebiete als für die Tsetsefliege günstig definiert.
05 - other human diseases	Andere Infektionskrankheiten wie Malaria, Durchfallerkrankungen, ...
06 - demand for food	Nachfrage nach Nahrungsmitteln bzw. benötigte

	Nahrungsmittel abhängig von der Populationsgröße
07 - intensive farming	Intensivierung der Agrarwirtschaft; mehr Ertrag auf kleinerer Fläche
08 - Tsetse hostile habitat	Tsetsefeindlicher Lebensraum; Gebiete in denen die Tsetse auf Dauer nicht überleben kann, weil sie keine für sie günstigen mikroklimatischen Verhältnisse mehr aufweisen (Büsche, Bäume)
09 - game parks, constrained elephants	Tierreservate, Nationalparks; diese hindern die Elefanten an ihren Wanderungen, was zu nachhaltigen Veränderungen der Landschaft führt. Beispielsweise führte das in den letzten 100 Jahren zu Verbuschung und Verwaldung und damit zu neuen Lebensräumen für die Tsetsefliege. In diesem Sinn ist es ein historischer Faktor. Da die Reservate aber als Quelle für Tsetsefliegen und Trypanosomosis dienen, wäre eine ständige Vektorkontrolle nötig
10 - migration into cities	Abwanderung der Landbevölkerung in Städte
11 - Medical care	Allgemeine medizinische Versorgung und Infrastruktur
12 - HAT	Anzahl von Infektionen mit Afrikanischer Schlafkrankheit
13 - extensive farming	Extensive Nutzung landwirtschaftlicher Flächen; Ertragssteigerung durch Flächenzuwachs möglich
14 - Tsetse spread	Ausbreitung von Tsetsefliegen auf bisher von Tsetsefliegen unbesiedelte Gebiete; die Ausdehnung von Gebieten in denen die Tsetsefliegen endemisch vorkommen; Erschließung neuer Habitate bzw. Reinvansion in Gebiete in denen die Tsetsefliege ausgestorben ist
15 - agro-ecologic measures	agro-ökologische Maßnahmen wie Bewässerungskanäle die zur Ausbreitung gewisser Tsetsearten führen
16 - DALYS	Durch Behinderung oder Krankheit verlorene Lebenszeit welche vor allem Einfluss auf die Arbeitskraft und damit Wirtschaft hat
17 - clearings	Abholungen von Ufersäumen und Galeriewäldern
18 - game elimination	Unkontrolliertes töten von Wildtieren die als Reservoir für Trypanosomen dienen
19 - Estate	Besitz von Land; oft herrscht zwar Nutzungs- aber kein Vererbungsrecht, was zur Abwanderung der jüngeren Generationen führt. Besteht Eigentumsrecht so wirkt sich das Positiv auf die finanzielle Sicherheit, und negativ auf die Abwanderung aus
20 - cattle as investment / bank	Rinder als Wertanlage; wichtig für medizinische Versorgung, Hochzeiten, Ausbildung der Kinder
21 - plowthing, draught oxen	Zugochsen; als Transportmittel und zur Bestellung der Ackerflächen; können auch vermietet werden
22 - protein (milk + meat)	Verfügbarkeit von tierischen Eiweißen; Milch, Fleisch aber auch Blut z.B. bei Nomadenvölkern
23 - organic fertilizer	Menge an organischer Dünger wie Dung und Mist
24 - self control	Maßnahmen die die Bevölkerung trifft, wenn es vermehrt zu Infektionen mit Nagana kommt
25 - vector control	Organisierte Vektorkontrolle; Fallen, Insektizide, SIT
26 - losses through donated products	Verluste durch vom Staat billig angebotene, meist aus den Industriestaaten stammende Produkte; der Preis der selbst angebotenen und zum Markt gebrachten Waren wird dadurch

	gedrückt
27 - education of children	Ausbildung der Kinder
28 - financial security, reduced poverty	Finanzielle Sicherheit der Familien; Privateigentum
29 - number of cattle	Anzahl an Rindern; hier sind traditionelle Rinderrassen gemeint
30 - improved cattle breeds	Anzahl von produktivere Rinderrassen
31 - transport systems	Fehlende Transportsysteme und Infrastruktur allgemein; Strassen, Lagerstätten für die Ernte
32 - vetmed. care	Veterinärmedizinische Versorgung
33 - number of infected cattle	Anzahl der mit Trypanosomen infizierten Rinder; Nagana
34 - number of vectors (Tsetse)	Anzahl von Tsetsefliegen
35 - diluting trypanocides	Verwässerung von Medikamenten um Geld zu sparen
36 - resistance to trypanocides	Resistenzen von Trypanosomen auf trypanozide Wirkstoffe
37 - trypanotolerant cattle	Trypanotolerante Rinder; Rinder die Trotz Infektion mit Trypanosomen produktiv bleiben
38 - use of trypanocides	Verwendung von Trypanoziden; Behandlung an Nagana erkrankten Rindern
39 - extension services	Hilfsdienste, die z.B. die Menschen in der Pflege ihrer Tiere Ausbilden und Unterstützen
40 - vet. drug Mafia	Organisierte Verbreitung von Gefälschten Medikamenten zur Behandlung von Nagana
41 - amount of public funds	Menge an öffentlichen Geldern die zur Verfügung steht
42 - political stability	Stabilität des politischen Systems, welche zeitweise schon vorhanden ist
43 - contracts with neighboring state	Abkommen mit Nachbarstaaten z.B. für staatenübergreifende Vektorkontrolle; allgemeine Zusammenarbeit von Nachbarstaaten

Strukturelle Analyse:

Dieses Modell beinhaltet die größte Anzahl an wirkenden Faktoren von allen erstellten Fuzzy Cognitive Maps.

Es wurden 43 Faktoren genannt, die durch 93 Verbindungen miteinander verknüpft sind. Der Dichte-Index beträgt 0,050. Der Hierarchieindex beträgt 0.003, was bedeutet, dass das dargestellte System sehr demokratisch ist und sich an Veränderungen im System gut anpassen kann.

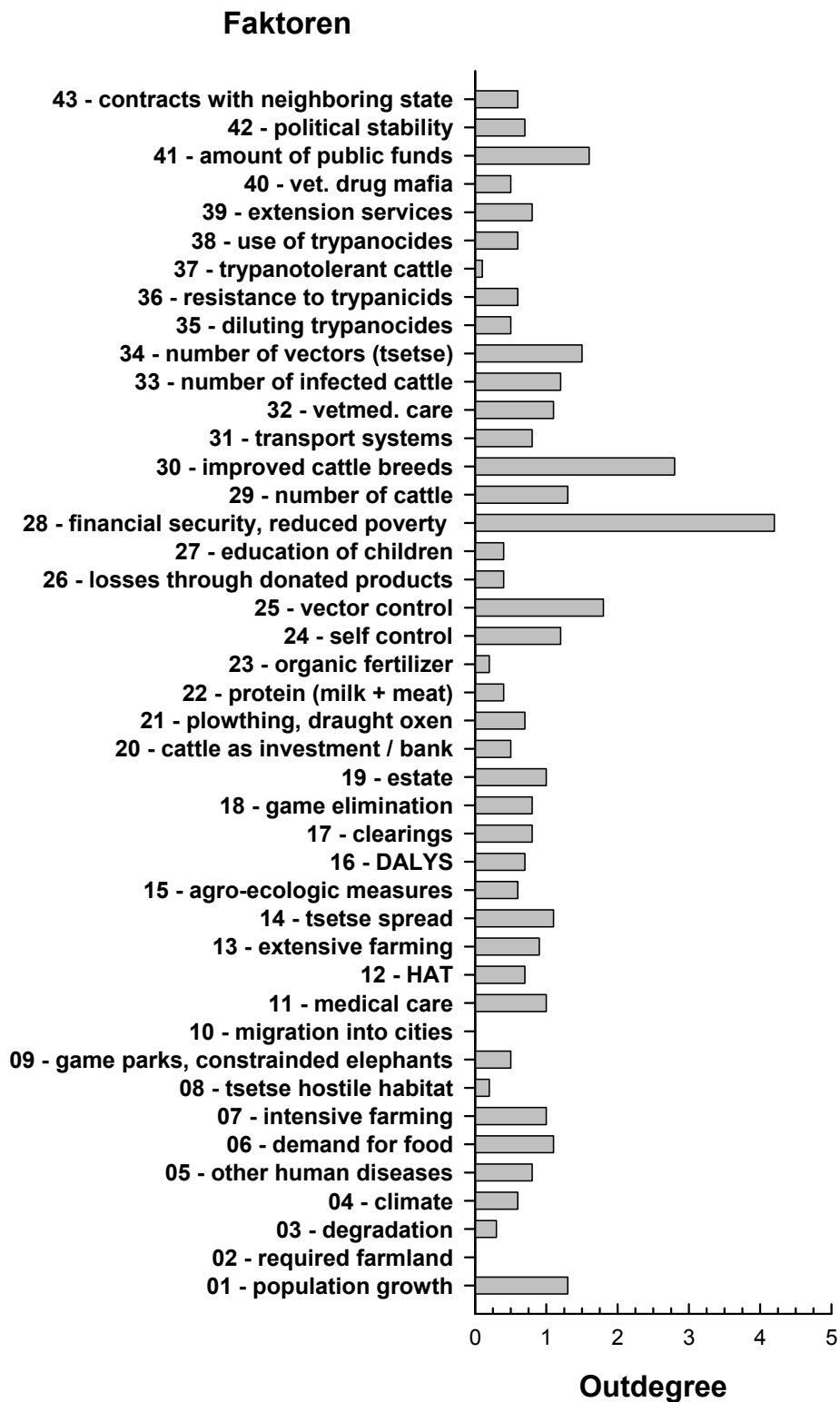


Abb. 8: Modell 1 - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms. Hier wird der Output der einzelnen Faktoren auf andere grafisch dargestellt. Faktoren mit dem Wert Null sind Outputs des Systems. Die Faktoren mit den höchsten Werten haben im statischen System den größten Einfluss.

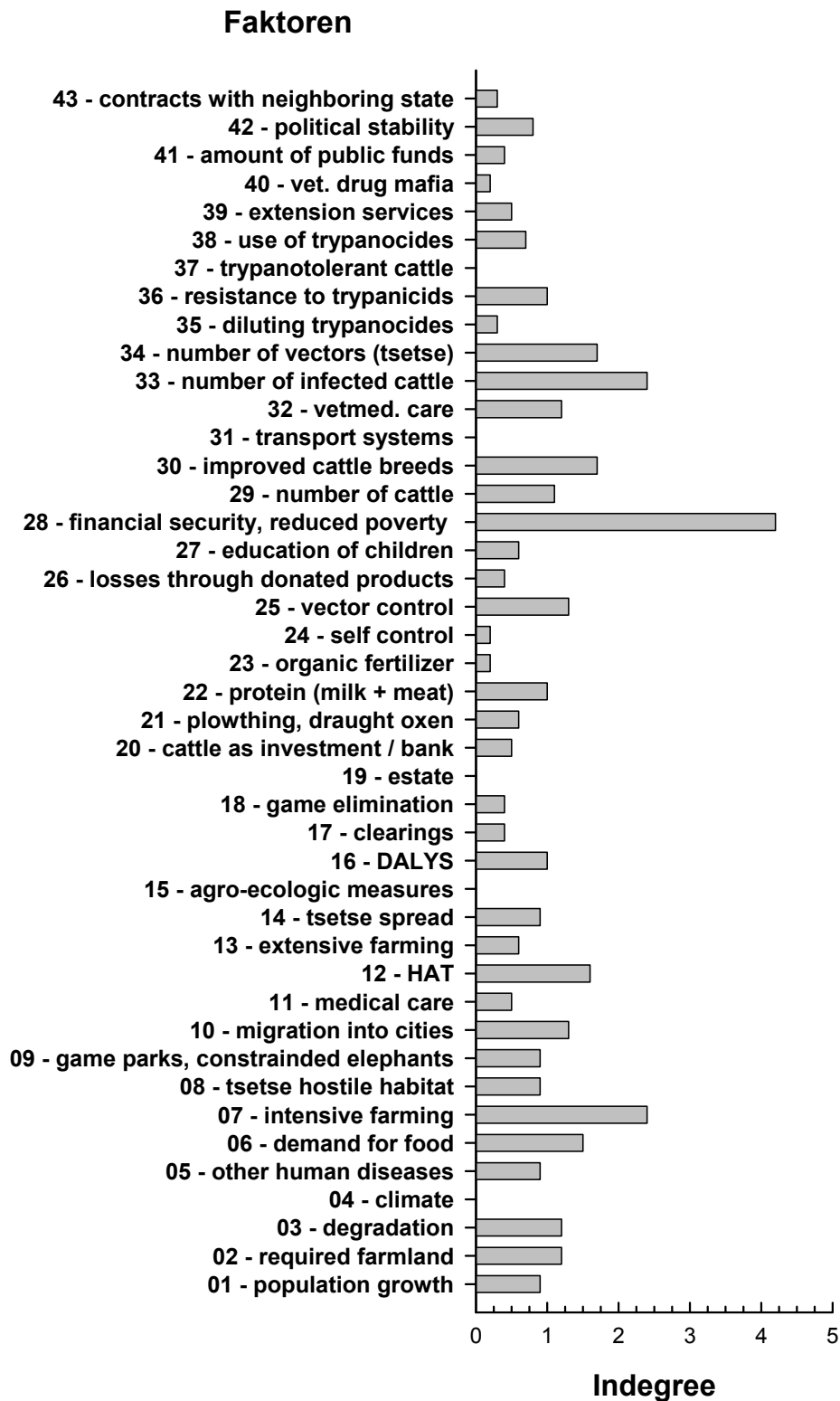


Abb. 9: Modell 1 - Indegrees in Form eines Balkendiagramms. Es wird der Input eines Faktors dargestellt, also das Maß wie sehr der Faktor durch andere bestimmt ist.

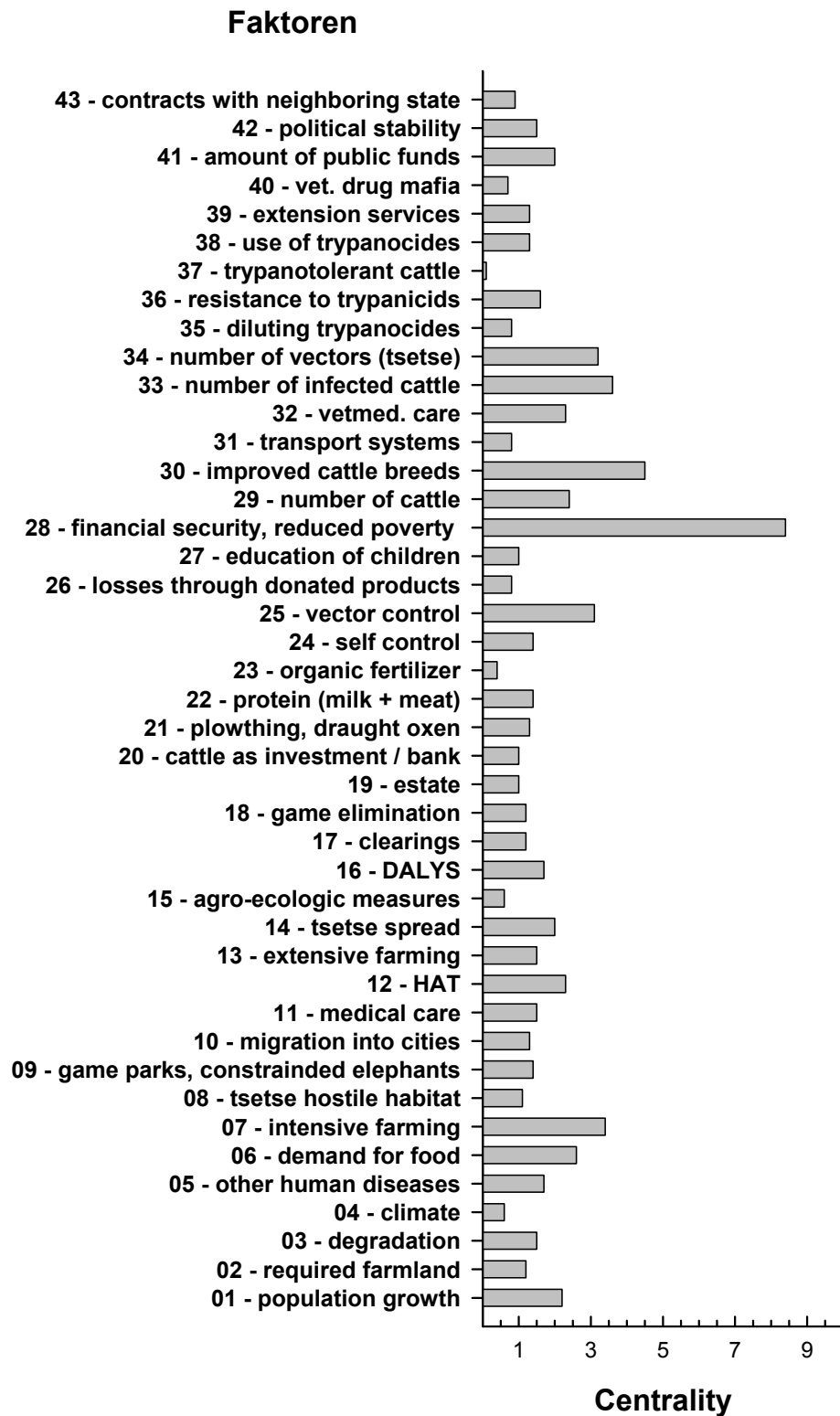


Abb. 10: Modell 1 - Centrality in Form eines Balkendiagramms. Sie gibt an wie stark die einzelnen Faktoren im System verbunden sind.

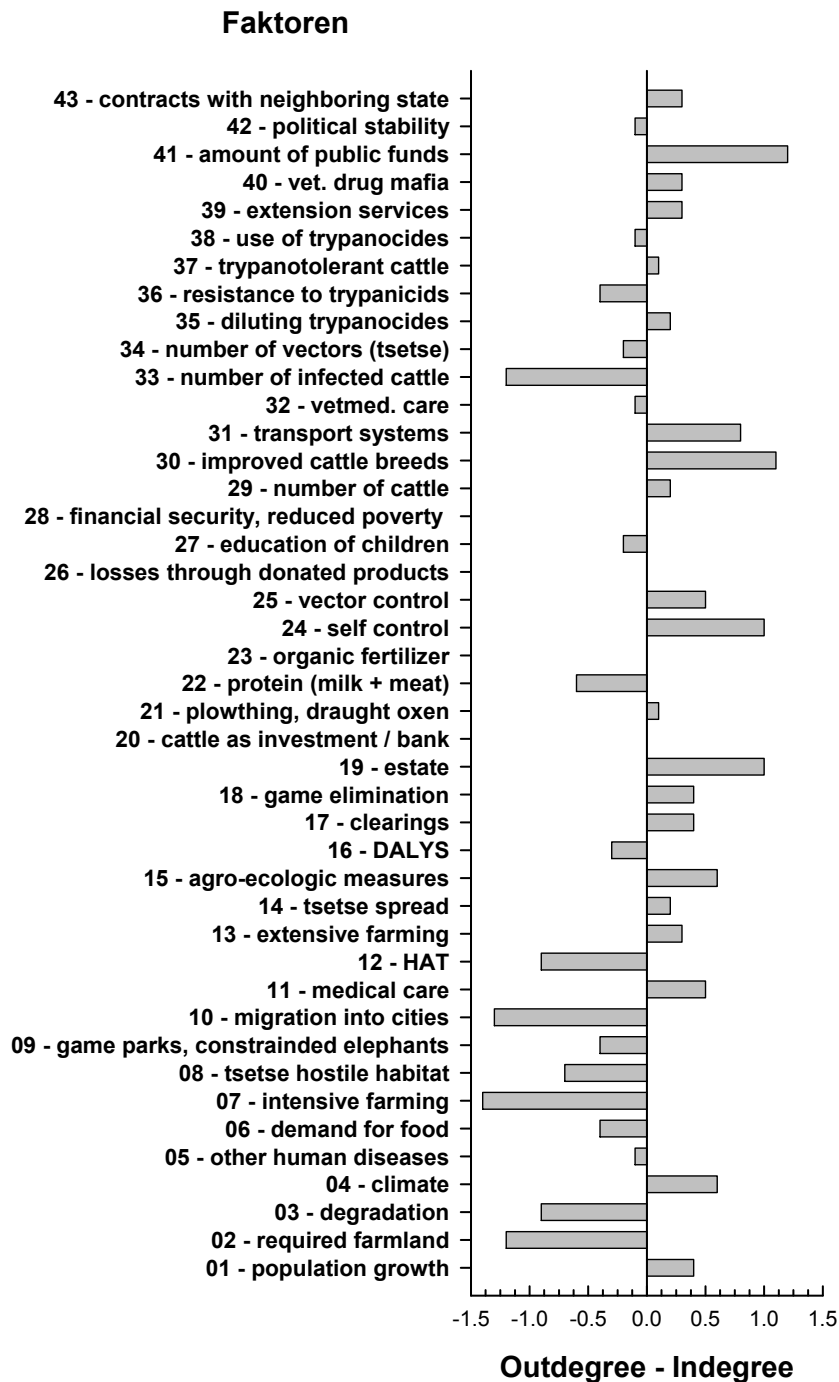


Abb. 11: Modell 1 - Relative Transmitter-Receivercharakteristik als Maßzahl für die Neigung eines Faktors als Transmitter oder als Receiver zu agieren. Faktoren mit negativen Werten haben hauptsächlich Receiver-Eigenschaften. Faktoren mit Positiven Werten sind durch ein Überwiegen ihrer Transmitter - Eigenschaften gekennzeichnet. Ist der Wert eines Faktors Null, so sind seine Transmitter - Rezeivereigenschaften ausgeglichen, das heißt er besitzt gleichwertigen In- wie Output.

Tabelle 8: Indizes der strukturellen Analyse der Fuzzy Cognitive Map von Modell 1.

	Outdegree	Indegree	Centrality	Outdegree - Indegree	Transmitter	Receiver	Ordinary
01 - population growth	1,3	0,9	2,2	0,4			1
02 - required farmland	0,0	1,2	1,2	-1,2		1	
03 - degradation	0,3	1,2	1,5	-0,9			1
04 - climate	0,6	0,0	0,6	0,6	1		
05 - other human diseases	0,8	0,9	1,7	-0,1			1
06 - demand for food	1,1	1,5	2,6	-0,4			1
07 - intensive farming	1,0	2,4	3,4	-1,4			1
08 - Tsetse hostile habitat	0,2	0,9	1,1	-0,7			1
09 - game parks, constrained elephants	0,5	0,9	1,4	-0,4			1
10 - migration into cities	0,0	1,3	1,3	-1,3		1	
11 - medical care	1,0	0,5	1,5	0,5			1
12 - HAT	0,7	1,6	2,3	-0,9			1
13 - extensive farming	0,9	0,6	1,5	0,3			1
14 - Tsetse spread	1,1	0,9	2,0	0,2			1
15 - agro-ecologic measures	0,6	0,0	0,6	0,6	1		
16 - DALYS	0,7	1,0	1,7	-0,3			1
17 - clearings	0,8	0,4	1,2	0,4			1
18 - game elimination	0,8	0,4	1,2	0,4			1
19 - estate	1,0	0,0	1,0	1,0	1		
20 - cattle as investment / bank	0,5	0,5	1,0	0,0			1
21 - plowthing, draught oxen	0,7	0,6	1,3	0,1			1
22 - protein (milk + meat)	0,4	1,0	1,4	-0,6			1
23 - organic fertilizer	0,2	0,2	0,4	0,0			1
24 - self control	1,2	0,2	1,4	1,0			1
25 - vector control	1,8	1,3	3,1	0,5			1
26 - losses through donated products	0,4	0,4	0,8	0,0			1
27 - education of children	0,4	0,6	1,0	-0,2			1
28 - financial security, reduced poverty	4,2	4,2	8,4	0,0			1
29 - number of cattle	1,3	1,1	2,4	0,2			1
30 - improved cattle breeds	2,8	1,7	4,5	1,1			1
31 - transport systems	0,8	0,0	0,8	0,8	1		
32 - vetmed. care	1,1	1,2	2,3	-0,1			1
33 - number of infected cattle	1,2	2,4	3,6	-1,2			1
34 - number of vectors (Tsetse)	1,5	1,7	3,2	-0,2			1
35 - diluting trypanocides	0,5	0,3	0,8	0,2			1
36 - resistance to trypanocides	0,6	1,0	1,6	-0,4			1
37 - trypanotolerant cattle	0,1	0,0	0,1	0,1	1		
38 - use of trypanocides	0,6	0,7	1,3	-0,1			1
39 - extension services	0,8	0,5	1,3	0,3			1
40 - vet. drug Mafia	0,5	0,2	0,7	0,3			1
41 - amount of public funds	1,6	0,4	2,0	1,2			1
42 - political stability	0,7	0,8	1,5	-0,1			1
43 - contracts with neighboring state	0,6	0,3	0,9	0,3			1
Zusammenfassung							
Anzahl der Faktoren	43						
Anzahl Transmitter	5						
Anzahl Receiver	2						
Anzahl Ordinary	36						
Anzahl der Verbindungen	93						
Verbindungen pro Faktor	2,16						
Complexity Receiver/Transmitter	0,4						
Density	0,050						
Hierarchie Index	0,003						

Für die Beschreibung und das Verständnis des Modells besonders wichtige Ergebnisse der Fuzzy Cognitive Map¹⁹:

Die Fuzzy Cognitive Map behandelt arme ländliche Gebiete, in denen sesshafte Kulturen, wie es zum Teil in Äthiopien der Fall ist, leben, beinhaltet aber auch Wandervölker wie die Massai in Ostafrika oder die Fulani in Westafrika. Es ist ein Modell, welches sich mit dem gesamten Verbreitungsgebiet der afrikanischen Trypanosomiasen befasst.

In der vorliegenden Fuzzy Cognitive Map wird ein System dargestellt, in dem sowohl die afrikanischen Trypanosomiasen als auch Rinder eine Rolle spielen. Die Rinder sind zentral, weil diese Einfluss auf die Kultur und auf die Wirtschaft haben. Dies wird auch durch folgende Interviewpassage zum Ausdruck gebracht:

„Fast immer spielen Rinder oder Livestock eine ganz zentrale Rolle und das hat sich auch in der Kultur sehr stark eingeprägt. Alles was da interferiert ist ein Problem, sowohl für das Einkommen als auch kulturell für die Leute.“

Nagana, durch den Faktor „33-number of infected cattle“ dargestellt, wirkt auf die traditionell gehaltenen Rinder sowie auf neue produktivere Rinderrassen mittelstark ein. Indirekt wirkt Nagana (33) auf kulturelle Faktoren wie die Rinder als Wertanlage und Bank (20), Zugochsen (21), die wichtig für die traditionelle Ackerbestellung und den Transport zum Markt sind und auf die organische Düngung der Felder (23). Der kulturelle Bezug der Rinder als Bank wird durch folgende Interviewpassage am Beispiel der Fulanis gestützt:

„[...] es ist eine Bank für die Fulanis. Die halten die Tiere und verkaufen eigentlich ungern, nur wenn es benötigt wird. Wenn Geld für eine Hochzeit benötigt wird, oder zum Ankauf von irgendwas, oder für die Schulen der Kinder. Da werden dann ein – zwei Rinder verkauft, um das Geld dafür zu haben. ... Natürlich, wenn die Rinder schlechtere Qualität haben ist das ein riesen Faktor, der auch auf die Kindererziehung und alles Mögliche Auswirkung hat.“

¹⁹ Alle Interviewteile zur Beschreibung von Modell 1 stammen aus den Interviews vom 17.7.2008 und 22.7.2008 mit Dr. Udo Feldmann.

Zugochsen (21) haben großen Einfluss darauf wie viel erwirtschaftet werden kann.

Wenn nun die Tiere an Nagana sterben oder geschwächt sind, hat das starke Auswirkungen auf die finanzielle Sicherheit der Familien (28), weil die manuell bestellbaren Flächen bedeutend kleiner sind.

„Farmer haben mir erzählt: „Schau das ganze Tal da hab ich mit zwei Ochsen bebauen können, heut hab ich vielleicht noch 5% davon, was ich mit der Hand machen kann.“ “

Die Verfügbarkeit von tierischem Eiweiß (22) ist in manchen Kulturen sehr stark vom Überleben ihrer Rinder (29+30) abhängig, worauf Nagana (33) Einfluss hat. Interessant hierbei ist auch das Näheverhältnis von Familie und Rind, welches durch die Wichtigkeit von Protein entsteht.

„[Es geht] ums Überleben bei den Wanderungen. Die Massai trinken Blut usw.“

„Für die Ärmsten der Armen ist natürlich Protein ganz wichtig – Milch. [...] Da reden wir nicht davon, dass die Leute die Tiere auf ihren eigenen Feldern grasen lassen. Die Tiere werden zum Teil neben dem Schlafzimmer in einem kleinen Raum gehalten und die gehen dann irgendwo raus und schlagen Gras, Futtergras, um die zu ernähren. Es wird also nur im Haus gehalten und die sind eine große Proteinquelle.“

Ein wichtiges Nebenprodukt für den Feldbau ist der organische Dünger (23), der von den Rindern produziert wird.

„Und wenn die ein bisschen Land haben ist der Dünger sehr günstig für die Fertilisierung.“

Große Wichtigkeit haben auch die Faktoren im System, die das Vorkommen der Tsetsefliege und Nagana beeinflussen. Es gibt zwei Faktoren, welche auf die Anzahl der Vektoren (34) großen Einfluss haben. Einerseits ist es die Verbreitung der Tsetsefliege (14), also das Einwandern in neue Lebensräume oder Reinvansion in frühere Tsetsegebiete, andererseits die Vektorkontrolle (25), die versucht die Tsetsefliegenpopulation so klein wie möglich zu halten.

Die Verbreitung der Tsetsefliege kann man grob in 3 Kategorien einteilen: klimatische Faktoren (04), historische Faktoren (09) und agro-ökologische Faktoren (15).

Die klimatischen Faktoren (04) sind so definiert, dass sie insgesamt zu einer Verbreitung der Tsetsefliegen (14) führen. Natürlich haben gewisse Tsetsefliegenarten auch Nachteile durch bestimmte klimatische Veränderungen. Beispiele aus letzter Zeit weisen auf eine Verbreitung hin, die durch klimatische Veränderungen stattgefunden hat.

„Das andere ist, dass dazu jetzt in letzter Zeit gekommen ist, die Klimaveränderungen. Da haben wir in Äthiopien festgestellt, dass eine Art von Tsetsefliegen Glossina pallidipes um 200m das Escarpment, die [...] Talwände, den Berg hochgegangen sind.“
Die Tsetsefliegen sind aber in tieferen Regionen nicht verschwunden. *„Es war eine Ausbreitung.“*

Historisch hat die Einfuhr der Rinderpest zu einem Massensterben der Paarhufer in Afrika geführt. Weil man die restlichen Tiere schützen wollte, wurden Tierschutzreservate (09) gegründet. Diese haben ihrerseits die Elefanten am Wandern gehindert (Ford 1971, S. 162; Lyons, 1992, S. 55).²⁰

„Elefanten sind ein riesen Faktor was die Umwelt angeht. Ob es positiv oder negativ ist, aber es ist einfach Tatsache, dass die alles kurz und klein schlagen. Und das hat's nicht mehr gegeben. Dadurch hat sich das ganze Habitat verändert. Die Sträucher sind hoch gewachsen und die Tsetsefliegen haben auf einmal in Gegenden wo vorher Viehwirtschaft betrieben werden konnte Fuß gefasst. Das hat zu einer Verschiebung des Problems geführt. Es gibt jetzt wesentlich mehr Gegenden wo die Fliege ein Problem darstellt.“

Agro-ökologische Faktoren (15) wie z.B. Bewässerungsanlagen sind der dritte große Faktor für die Verbreitung der Tsetsefliegen, was an einem westafrikanischen Beispiel ersichtlich ist.

„Man hat Bewässerungssysteme eingeführt. Und es gibt da Tsetsefliegenarten, die in den Galeriewäldern entlang der Flussläufe beheimatet waren und hauptsächlich nur auf Wildtieren zum Teil auf Reptilien Blut gesaugt haben. Die gehen jetzt hin und marschieren in die Bewässerungssysteme rein, verändern ihre Wirtspräferenz, von

²⁰ persönliches Gespräch mit Udo Feldmann, Insect & Pest Control Section Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture am 17.7.2008

Reptilien zu Mensch und Tier und übertragen dadurch Schlafkrankheit als auch Nagana.“

Ein wichtiger Output des Systems ist die benötigte landwirtschaftliche Fläche (02) und damit verbunden die intensive Landwirtschaft (07).

4.1.2. Modell 2

Tabelle 9: Beschreibung der 28 Faktoren der Fuzzy Cognitive Map von Modell 2

Faktoren	Beschreibung
01 - koloniale Grenzen	Mit dem Lineal nach europäischen Vorstellungen gezogene Grenzen aus der Kolonialzeit
02 - Krieg	Kriegerische Auseinandersetzungen mit Waffengewalt
03 - kulturelle Unterschiede / Barrieren	Dieser Faktor ist bezogen auf die Hilfsorganisationen: Mangelnder transkulturelle Kompetenz; Ignoranz und Überheblichkeit; mangelnde Kenntnis über die Bevölkerung; mangelnde Erfahrung
04 - übertriebenes Sicherheitsdenken (Organisationen)	Politisch motiviertes übertriebenes Sicherheitsdenken; z.B. Ärzte ohne Grenzen will auf keinen Fall einen toten Mitarbeiter, weil das schlecht für das Image wäre
05 - politische Instabilität	Instabile politische Verhältnisse, geprägt von Willkür; es können jederzeit Wechsel eintreten;
06 - Postkolonialkrieg	Ein „Krieg“, den die Industriestaaten allen voran Frankreich und Amerika um die Ressourcen Afrikas führen
07 - Bodenschätze/Ressourcen	Alle Rohstoffe die Afrika billig liefern kann (Metalle, Erze, Diamanten), aber auch Ressourcen wie Land (Weideland, Ackerland)
08 - Nomadenwanderung	Nomadenvölker, die aufgrund von Überweidung oder klimatischen Faktoren in fremde Gebiete einwandern
09 - heilige Wälder	Die heiligen Wälder sind der Wohnort der Ahnen; es sind religiöse Stätten, die nicht gestört werden sollen
10 - Kurzzeitprojekte; keine Perspektiven	Kurzfristig gestartete Projekte von Hilfsorganisationen, welche nicht auf nachhaltige Hilfe ausgerichtet sind; dadurch mangelt es an Perspektiven für die Leute was zu Diskontinuität führt
11 - Diskontinuität von Hilfsmaßnahmen	Hilfsprojekte werden ständig abgebrochen oder für lange Zeit unterbrochen
12 - ungerechte Bezahlung	Afrikaner bekommen trotz qualifizierter Arbeit prinzipiell weniger bezahlt als Weiße
13 - fehlende Infrastruktur	Hauptsächlich sind damit fehlende Transportwege gemeint und dabei Strassen
14 - Fehlinvestitionen (Flugfeld)	Ein revitalisiertes Flugfeld als Beispiel für Fehlinvestition das Transportwesen betreffend

15 - freie Marktwirtschaft	Dadurch, dass z.B. Baumwolle und Sisal heute außerhalb Afrikas günstiger produziert werden kann, gibt es keinen Absatz für afrikanische Produkte; diese sind vom Preis am Weltmarkt nicht konkurrenzfähig
16 - Schutz vor Invasion	Aus Angst vor Invasionen werden keine Straßen gebaut, weil diese ein Vorankommen feindlicher Truppen begünstigen würden
17 - Import europ. Kulturgüter	Hauptsächlich Güter für die Mitglieder von Hilfsorganisationen und eine afrikanische Oberschicht, welche auf Luxusgüter aber auch Produkte wie Cola und Spaghetti nicht verzichten will
18 - sinnlose Kosten	Geld, das an anderer Stelle fehlt, und sinnvoller eingesetzt hätte werden können
19 - mangelnde medizin. Versorgung	Nicht ausreichende medizinische Versorgung, die aus Geld, Personal und Infrastrukturmangel resultiert; weites fällt auch der Mangel an Medikamenten und medizinischer Ausrüstung in diesen Bereich
20 - andere Krankheiten	Andere Infektionskrankheiten, wie Malaria, Durchfallerkrankungen usw., die verbreitet sind
21 - finanzielle Absicherung der Familie	Einkommen und finanzieller Rückhalt innerhalb der Großfamilien bzw. Clans
22 - Jäger und Feldbauern	Traditionelle Einkommensquellen in der das Modell beschreibenden Gegend
23 - mangelnde Vektorkontrolle	Fehlende Vektorkontrollmassnahmen mit denen die Populationsdichte deutlich reduziert werden könnte
24 - Anzahl Vektoren	Populationsdichte; Anzahl der zur Übertragung befähigten Tsetsefliegen in einem bestimmten Gebiet;
25 - Anzahl infizierter Personen (Schlafkrankheit)	Häufigkeit der Infizierten Personen in einem Gebiet
26 - Flugwesen	Flugwesen als Transportsystem einer Auserlesenen Gruppe von Menschen, unter der Protektion des Präsidenten, woher auch die Verknüpfung zur Korruption stammt
27 - Korruption (Postenschacher)	Gast- und Geldgeschenke für einen reibungsloseren Ablauf von Projekten; Vergabe von Posten für Projekte irrelevanter Qualifikation (Sexdienste)
28 - Expertenunwesen (Gehalt von sinnlosen Posten)	Zu hoch bezahlte Experten, die nicht benötigt werden, aber einen Großteil des für ein Projekt zur Verfügung stehenden Geldes beanspruchen

Strukturelle Analyse:

Das Modell besteht aus 28 Faktoren die über 38 Verbindungen verknüpft sind. Die Dichte mit einem Wert von 0,060 spiegelt dieses Verhältnis wider. Der Hierarchieindex beträgt 0.011, was einem noch sehr demokratischen System entspricht, welches sich selbst gut an Veränderungen im System anpassen kann.

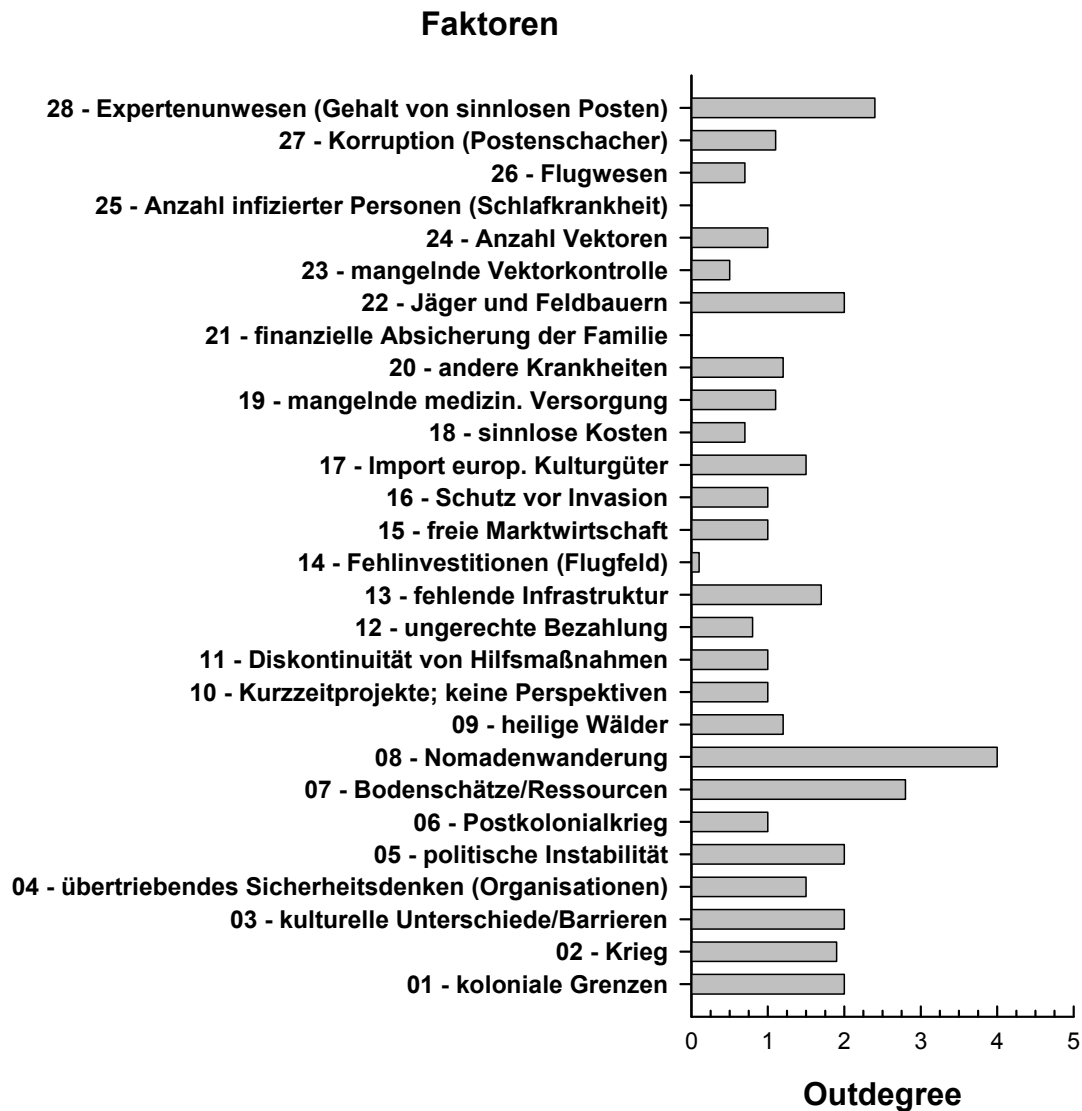


Abb. 12: Modell 2 - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms. Hier wird der Output der einzelnen Faktoren auf andere grafisch dargestellt. Faktoren mit dem Wert Null sind Outputs des Systems. Die Faktoren mit den höchsten Werten haben im statischen System den größten Einfluss.

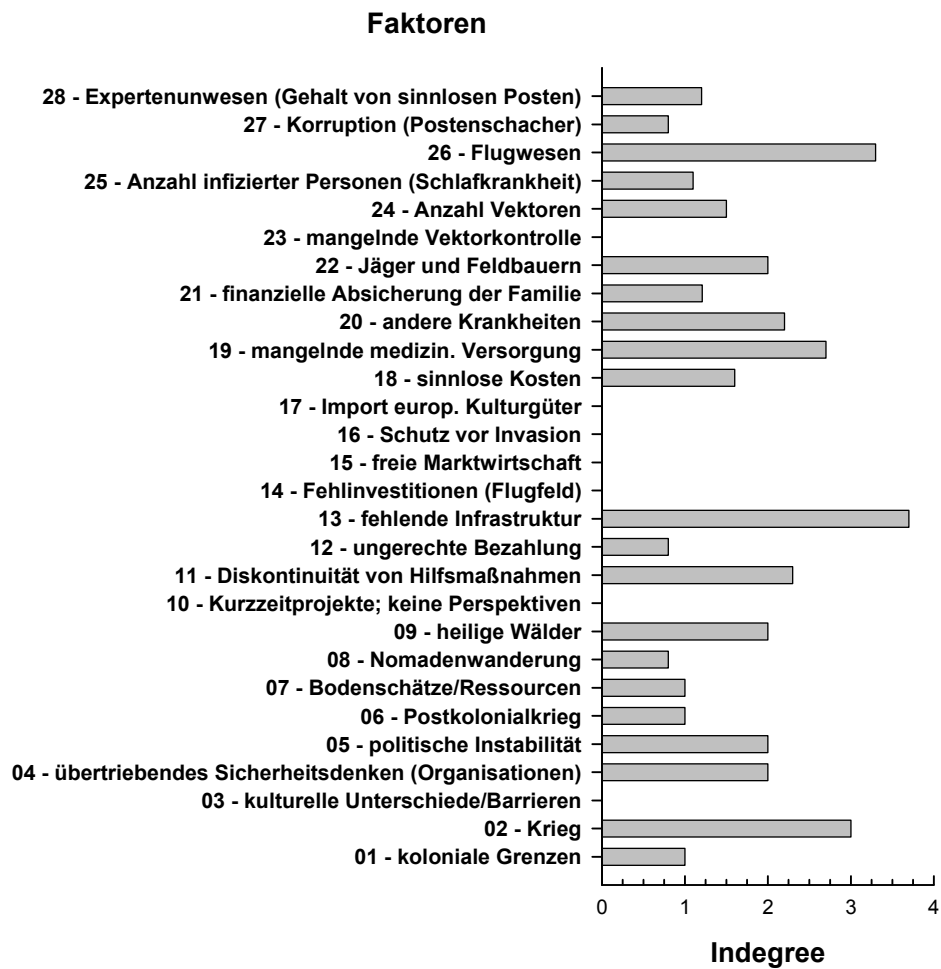


Abb. 13: Modell 2 - Indegrees in Form eines Balkendiagramms. Es wird der Input eines Faktors dargestellt, also das Maß wie sehr der Faktor durch andere bestimmt ist.

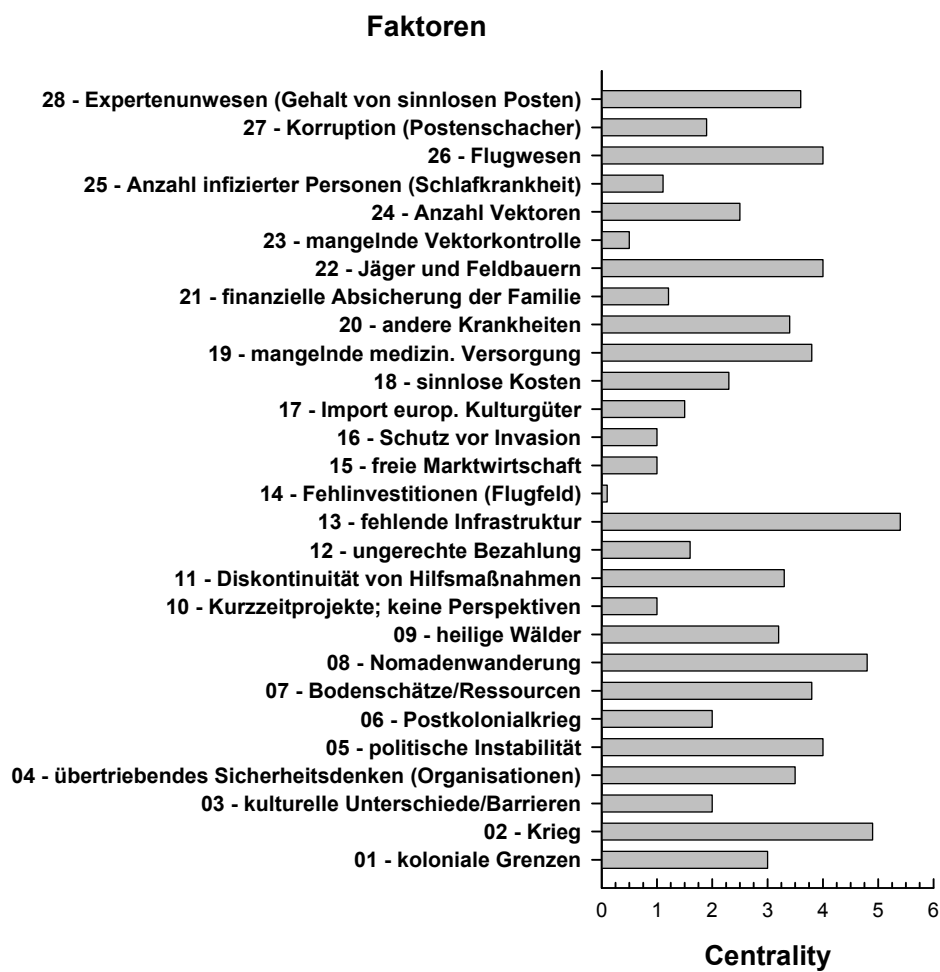


Abb. 14: Modell 2 - Centrality in Form eines Balkendiagramms. Sie an wie stark die einzelnen Faktoren im System verbunden sind.

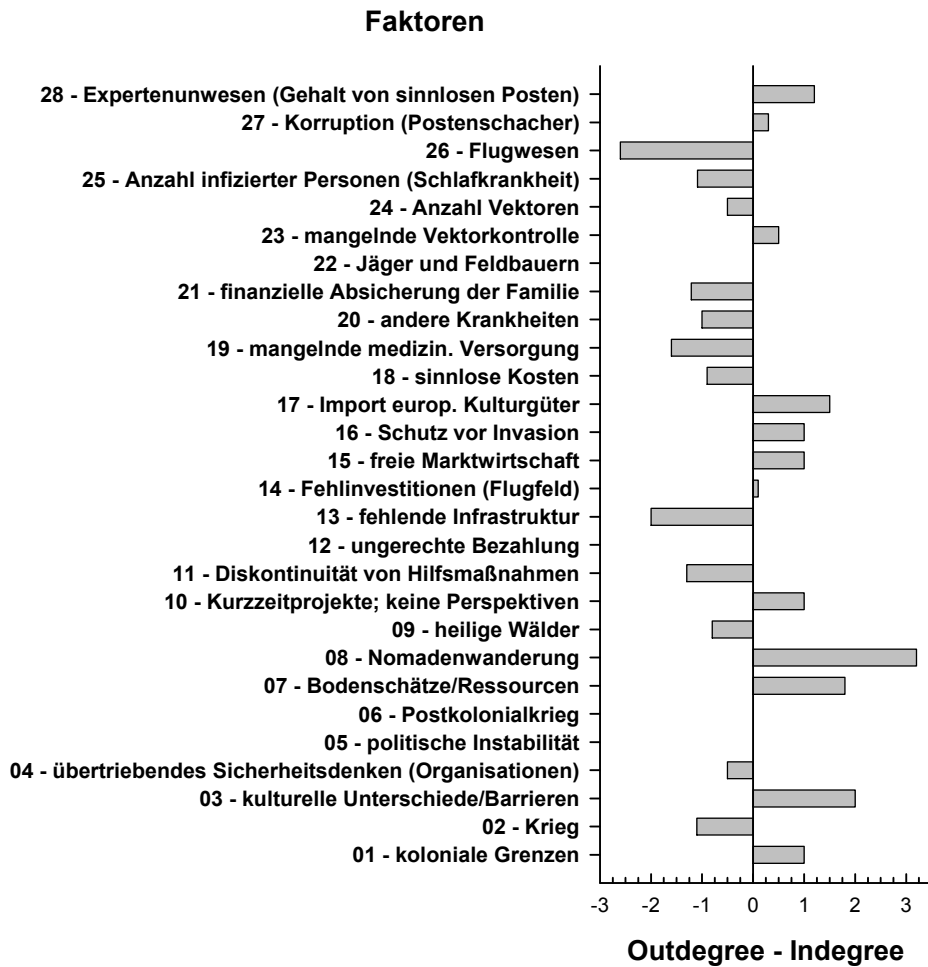


Abb. 15: Modell 2 - Relative Transmitter-Receivercharakteristik als Maßzahl für die Neigung eines Faktors als Transmitter oder als Receiver zu agieren. Faktoren mit negativen Werten haben hauptsächlich Receiver-Eigenschaften. Faktoren mit positiven Werten sind durch ein Überwiegen ihrer Transmitter - Eigenschaften gekennzeichnet. Ist der Wert eines Faktors Null, so sind seine Transmitter - Reivereigenschaften ausgeglichen, das heißt er besitzt gleichwertigen In- wie Output.

Tabelle 10: Indizes der strukturellen Analyse der Fuzzy Cognitive Map von Modell 2

	Outdegree	Indegree	Centrality	Outdegree - Indegree	Transmitter	Receiver	Ordinary
01 - koloniale Grenzen	2,0	1,0	3,0	1,0			1
02 - Krieg	1,9	3,0	4,9	-1,1			1
03 - kulturelle Unterschiede/Barrieren	2,0	0,0	2,0	2,0	1		
04 - übertriebenes Sicherheitsdenken (Organisationen)	1,5	2,0	3,5	-0,5			1
05 - politische Instabilität	2,0	2,0	4,0	0,0			1
06 - Postkolonialkrieg	1,0	1,0	2,0	0,0			1
07 - Bodenschätze/Ressourcen	2,8	1,0	3,8	1,8			1
08 - Nomadenwanderung	4,0	0,8	4,8	3,2			1
9 - heilige Wälder	1,2	2,0	3,2	-0,8			1
10 - Kurzzeitprojekte; keine Perspektiven	1,0	0,0	1,0	1,0	1		
11 - Diskontinuität von Hilfsmaßnahmen	1,0	2,3	3,3	-1,3			1
12 - ungerechte Bezahlung	0,8	0,8	1,6	0,0			1
13 - fehlende Infrastruktur	1,7	3,7	5,4	-2,0			1
14 - Fehlinvestitionen (Flugfeld)	0,1	0,0	0,1	0,1	1		
15 - freie Marktwirtschaft	1,0	0,0	1,0	1,0	1		
16 - Schutz vor Invasion	1,0	0,0	1,0	1,0	1		
17 - Import europ. Kulturgüter	1,5	0,0	1,5	1,5	1		
18 - sinnlose Kosten	0,7	1,6	2,3	-0,9			1
19 - mangelnde medizin. Versorgung	1,1	2,7	3,8	-1,6			1
20 - andere Krankheiten	1,2	2,2	3,4	-1,0			1
21 - finanzielle Absicherung der Familie	0,0	1,2	1,2	-1,2		1	
22 - Jäger und Feldbauern	2,0	2,0	4,0	0,0			1
23 - mangelnde Vektorkontrolle	0,5	0,0	0,5	0,5	1		
24 - Anzahl Vektoren	1,0	1,5	2,5	-0,5			1
25 - Anzahl infizierter Personen (Schlafkrankheit)	0,0	1,1	1,1	-1,1			1
26 - Flugwesen	0,7	3,3	4,0	-2,6			1
27 - Korruption (Postenschacher)	1,1	0,8	1,9	0,3			1
28 - Expertenunwesen (Gehalt von sinnlosen Posten)	2,4	1,2	3,6	1,2			1
Zusammenfassung							
Anzahl der Faktoren	28						
Anzahl Transmitter	7						
Anzahl Receiver	1						
Anzahl Ordinary	20						
Anzahl der Verbindungen	38						
Verbindungen pro Faktor	1,357						
Complexity Receiver/Transmitter	0,143						
Density	0,060						
Hierarchie Index	0,011						

Für die Beschreibung und das Verständnis des Modells besonders wichtige Ergebnisse der Fuzzy Cognitive Map²¹:

Die Fuzzy Cognitive Map beschreibt ein ländliches Gebiet rund um Doruma. Doruma in der Provinz Orientale liegt im Nordosten der Demokratischen Republik Kongo, nahe der Grenze zum Sudan und zur Zentralafrikanischen Republik. Kernthema dieser Fuzzy Cognitive Map ist das Scheitern von Hilfsmassnahmen, die zu wenig an die lokale Kultur angepasst sind und das Chaos des Postkolonialismus. Themen, die wieder auf weite Teile Afrikas zutreffen.

Schlafkrankheit (25) ist, wie auch an der Lage in der Fuzzy Cognitive Map zu sehen ist, eher ein Randfaktor. Sie hat nur sehr geringen Einfluss auf die finanzielle Absicherung der Familie (21) und scheint insgesamt eher isoliert zu sein.

„Es ist halt so, dass die Schlafkrankheit auch dort, die Schlafkrankheitsgebiete die ich kenne, keine richtigen epidemischen Ausmaße erreicht. Sie ist zu selten, um tatsächlich als richtige, die Gemeinschaft bedrohende Seuche gesehen zu werden. Es sind doch immer wieder, auch wenn es viele sind, sind es immer wieder Einzelfälle. Und daher wird durch die Schlafkrankheit, aufgrund der starken sozialen Beziehungen in den afrikanischen Gesellschaften in dem Gebiet eigentlich keine Bedrohlichkeit besonderer Art ausgelöst für und in der Familie.“

Dadurch, dass die Schlafkrankheit (25) keine epidemischen Ausmaße erreicht, es sich um gehäufte Einzelfälle handelt und die Familien sehr groß sind, es handelt sich um Clangesellschaften, kann der Einzelne sehr rasch in seiner Funktion für die Familie ersetzt werden. Der wirtschaftliche Einfluss, den der Verfasser erwartet hätte, trifft nicht zu.

„Sie haben also immer wieder genügend Verwandte und Bekannte und Familie und Clanmitglieder, die diese einzelne Person sozusagen ersetzen können, ohne dass das Gemeinwesen irgendwie leidet.“

²¹ Alle Interviewteile zur Beschreibung von Modell 2 stammen aus den Interviews vom 25.8.2008 und 16.9.2008 mit DDr. Armin Prinz.

Es stellt sich trotzdem die Frage, welche nun die systembestimmenden Faktoren in diesem Gebiet sind und welche Rolle Tsetsefliegen und Trypanosomiasis in der Gesamtschau spielen.

Im Interview wird sehr schnell klar, dass die Hauptthemen das Scheitern von Entwicklungshilfe durch die in der Fuzzy Cognitive Map dargestellten Faktoren Expertenunwesen (28), kulturelle Unterschiede und Barrieren (03), mangelnde medizinische Versorgung (19), sowie fehlende Infrastruktur (13), politische Instabilität (05) und Krieg (02) sind. Alle diese Faktoren sind auch bei einem Vergleich mit den Diagrammen von Outdegree und Centrality mit hohen Werten präsent. Bei diesem Vergleich fällt auf, dass auch Faktoren wie Nomadenwanderung (08), Bodenschätze und Ressourcen (07) und die Einkommensquellen, also die Tätigkeit als Jäger und Feldbauern (22) von großer Wichtigkeit sind.

Die mangelnde medizinische Versorgung (19) ist kausal abhängig von drei im Modell vorkommenden Faktoren und zwar: sinnlose Kosten (18), fehlende Infrastruktur (13) und Diskontinuität von Hilfsmaßnahmen (11) (*„Ja, Kontinuität. Ohne dem ist es sinnlos das Ganze“*). Die Diskontinuität der Hilfsmaßnahmen lässt sich zum Teil durch die perspektivenlosen Kurzzeitprojekte (10), bei denen es darum geht, dass durch die nur auf wenige Monate beschränkten Projekte, die Mitarbeiter nur wenig motiviert sind ihr Bestes zu geben.

„Die Perspektiven, die den Leuten die dort arbeiten gegeben werden, die wären wichtig. Wenn ich dem eine Perspektive gebe, dem Krankenpfleger oder dem lokalen Experten für die Schlafkrankheit, die es ja auch gibt - „das ist jetzt was, wo du jetzt die nächste Zukunft arbeiten kannst“ dann arbeitet der ganz anders, als wenn nicht einmal der Leiter des Projekts jetzt weiß, ob das im nächsten Jahr überhaupt noch weiter geht.“

Ein Problem für die Kontinuität ist, dass die Entwicklungshelfer durch die politische Instabilität (05) sehr schnell die Gegend verlassen und oft nicht wieder zurückkommen. Oft ist es zusätzlich die Politik der Organisationen, welche die Helfer zurückrufen, weil es schlecht für Ihren Ruf wäre, wenn jemandem z.B. aus Europa etwas zustoßen würde.

Ein Hauptgrund dafür ist die mangelnde Kenntnis der Zustände vor Ort, welche eine Barriere zwischen den Kulturen aufbaut (03).

„Übertriebenes Sicherheitsdenken für die Mitarbeiter. Und das ist wieder abhängig von mangelnder Kenntnis der Bevölkerung.“

„Die [die europäischen, jungen Ärzte sind gemeint; Anm. d. Verf.] ja meistens auch keine Ahnung haben von der Krankheit selbst bzw. von allen Dingen, von der Umgebung. Das sind Leute, die haben einen Dreimonatskurs in Basel oder Hamburg gemacht in Tropenmedizin. Die haben keine große Erfahrung.“

Die Diskontinuität von Hilfsprojekten (11) wird aber auch durch die ungerechte Bezahlung gefördert. Die Unterschiede zwischen der Bezahlung eines europäischen Experten und der eines afrikanischen Krankenpflegers (12), auch wenn letzterer oftmals wichtiger für das Projekt ist, sind enorm. Die Folge daraus ist Unzufriedenheit und Diskontinuität. Im schlimmsten Fall werden die europäischen Hilfskräfte abgezogen (04), auch wenn das gar nicht nötig wäre. Die sowieso unterbezahlten einheimischen Helfer bleiben ohne weitere Bezahlung zurück und werden manchmal von eindringenden Soldaten oder Rebellen auch beraubt, wie in folgendem Beispiel:

„Die Leiter von diesen NGOs haben auch einen gewissen Respekt, auch bei den, bei Rebellen usw.. Die können sich da viel besser durchsetzen, als wenn das ein einheimischer Krankenpfleger ist. Dem nehmen sie alles weg. Und die sind dann auch in erster Linie da, da denken sie: Naja, Geld hab ich jetzt keins mehr und jetzt soll ich auch noch da arbeiten? Dann geh ich gleich weg und nehme die Hälfte vom Material mit.“

Da der Verfasser aus den Interviews den Eindruck gewonnen hat, dass solche Situationen häufig auftreten, ist es für ihn auch nicht verwunderlich, wenn die Diskontinuität von Hilfsmaßnahmen (11) eine derart starke Wirkung auf die medizinische Versorgung (19) hat.

Einen weiteren großen Block an Faktoren, die im System aktiv sind, bilden: Import europäischer Kulturgüter (17), sinnlose Kosten (18), Flugwesen (26), Korruption (Postenschacher) (27) und Expertenunwesen (Gehalt von sinnlosen Posten) (28). Betrachtet man die Diagramme der Outdegrees und der Centrality, so bemerkt man,

dass Expertenunwesen (28) und Flugwesen (26) zu den dominantesten Faktoren im System gehören.

Zwischen Expertenunwesen (28) und Korruption (27) besteht eine Rückkoppelungsschleife, welche beide Faktoren positiv beeinflusst und zeigt wie dicht diese miteinander verbunden sind. Gibt es viel Expertenunwesen (28), so fördert das die Korruption (27), welche ihrerseits, zwar schwächer aber doch, wieder zu einem Ansteigen des Expertenunwesens (28) führt.

Das Gewicht von Expertenunwesen (28) und auch der Zusammenhang mit sinnlosen Kosten (18) werden in folgendem Interviewteil gut beschrieben:

„Dieses Expertenwesen in der Entwicklungshilfe ist ja auch so etwas. Sie wissen ja, dass in der Entwicklungshilfe diese sogenannten Experten 70%, oder ich weiß nicht, die Prozentzahl weiß ich jetzt nicht auswendig, des Gesamtvolumen vom Geld, das da ist, auffressen. Du brauchst diese Experten nicht. Vor allem bei so was. Ich würde das wirklich als Expertenunwesen bezeichnen.“

„Naja, das [mangelnde Kenntnis über das Gebiet und die Kultur (3); Anm. d. Verf.] hängt ja eigentlich zusammen mit dem Expertenunwesen. Die Experten, die ja keine Experten sind. Nämlich bei uns ist einer ein Experte, wenn er weiß, wie er eine Schlafkrankheit behandelt. Aber er muss genauso Experte sein, was die Patienten betrifft. Und das sind sie alle nicht.“

Korruption (27) hat im Modell mehrere Bedeutungen. Diese gehen von kleinen Gastgeschenken über Geldzuwendungen, damit man sich Zeit einspart, bis zu Postenschacher, der sowohl zu einem erhöhten Expertenunwesen (28) wie auch sinnlosen Kosten (18) führt. Es soll hier angemerkt werden, dass kleine Gastgeschenke wie auch Geldzuwendungen an Beamte nicht mit der Bestechung und Korruption wie man sie bei uns verstehen würde verwechselt werden soll. Es gäbe auch die Möglichkeit mit dem, der einem einen Gefallen tut, ein Bier trinken zu gehen oder seine Familie zu besuchen, nur will man sich die Zeit dafür nicht nehmen. Weiters herrschen dort völlig andere Randbedingungen, daher wäre es falsch unser Wertesystem anzuwenden. In den folgenden Interviewausschnitten soll dies näher erläutert werden:

„Du brauchst ihm nicht das Geld geben, das bei uns als Korruption gesehen wird. Sondern er will einfach zeigen, dass er ja für dich was tut und du bist dann sozusagen sein Freund und musst auch für ihn was tun. Und da tut man sich am besten, das ist schon aus der Kolonialzeit so, freikaufen, indem ich ihm Geld gebe. Dann brauch ich nicht immer zur Familie gehen. [...] Auch der Forschungsfond bei uns akzeptiert für Afrika sogenannte Gastgeschenke.“

Es soll aber auch ein Beispiel, welches nicht die Ausnahme ist, für Postenschacher angeführt werden, der hier wie dort bei der Allgemeinheit keine Zustimmung findet.

„Das [Korruption ist gemeint; Anm. d. Verf.] ist die Aufnahme z.B. in eine Gruppe. Das die da hier ganz bestimmte Personen aufnehmen, die ihnen gut zu Gesicht stehen. Und da geht es ohne weiteres, und ich unterschreibe das, ins Sexuelle hinein. Das der Doktor, wenn er eine hat, die besonders lieb und nett zu ihm ist, ihr einen Posten gibt. Und umgekehrt.“

Das Flugwesen (26) liegt in der Hand einiger weniger, die unter der Protektion des Präsidenten stehen. Es lässt sich damit schnell Geld verdienen, weil es die einzige Anbindung an die Außenwelt ist (*„Da gibt es kein Telefon, da kannst du nicht telefonieren. Die [die Hilfsorganisationen; Anm. d. Verf.] muss dann immer wieder irgendwo hinbringen.“*). Es werden z.B. Kulturgüter aus Europa (17) importiert. Weiters dient das Flugwesen (26) als Transportmittel für abziehende Hilfsorganisationen und wird so durch das übertriebene Sicherheitsbedürfnis der Organisationen (04) gefördert. Das Flugwesen (26) wirkt sich dadurch negativ auf alternative Transportsysteme wie Strassen aus, was zu fehlender Infrastruktur (13) führt.

Das Flugwesen (26) ist zwar ein sehr spezifischer Faktor für das dargestellte Modell. Trotzdem soll ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass solche Faktoren in anderer Ausprägung auch in anderen Gebieten eine große Rolle spielen können und daher in der Modellbildung nicht vernachlässigt werden sollten.

Die fehlende Infrastruktur (13) ist der Faktor mit der höchsten Zentralität im Modell, auf die vier Faktoren sehr stark einwirken und die ihrerseits auf die mangelnde medizinische Versorgung (19) starke Auswirkung hat. Krieg (02) + (16) aber vor allem

auch die freie Marktwirtschaft (15) haben dazu geführt, dass heute kaum Transportwege vorhanden sind.

„Es geht ja nicht nur um den Krieg [als Grund für die mangelnde Infrastruktur (13); Anm. d. Verf.], es geht einfach darum, dass früher in der Kolonialzeit hat man versucht das ganze Land Wirtschaft zu erschließen. D.h. es musste Baumwolle angebaut werden usw. . Das ist sinnlos geworden. In Amerika oder in China bauen die mit Kunstdünger so viel Baumwolle an, dass die das aus Afrika gar nicht mehr brauchen. Also es ist wirtschaftlich, außer die Bodenschätzen, ist das Land uninteressant worden.“

Mit der freien Marktwirtschaft (15) verwandt ist der Postkolonialkrieg (05), welcher wie die Nomadenwanderung (08) stark von den vorhandenen Bodenschätzen und Ressourcen (07) abhängt. Die Nomadenwanderung (08) hat den höchsten Outdegree und ist an dritter Stelle was die Zentralität betrifft. Sie destabilisiert das System indem sie Krieg fördert, negativ auf die traditionellen Faktoren heilige Wälder (09) und den Haupterwerb in der Region Jäger und Feldbauern (22) wirkt und laut dem Interviewpartner die Hauptursache für Schlafkrankheit ist, indem sie die Vektoren (24) fördert.

„Das [die Nomadenwanderung; Anm. d. Verf.] ist ganz eine wichtige Sache. Das ist von dort überhaupt das wichtigste zum Fortbestehen der Schlafkrankheit.“

„Na, an sich kommen die Nomaden ja aus schlafkrankheitsfreien Gebieten herunter. Das heißt sie infizieren sich genauso wie die Einheimischen. Aber dadurch das sie unkontrolliert herumziehen und immer draußen im Busch sind, infizieren sie alle Tsetsefliegen.“

Abschließend zu diesem Modell soll noch ein Statement zitiert werden, welches der Verfasser als besonders wichtig erachtet und welches sich auf die politische Situation (05) bezieht.

„Die Tsetse kriegst du nicht weg. Die Infizierten kriegst du aufgrund dieser politischen Gegebenheiten auch nicht weg. Da müsstest du in 3 Staaten gleichzeitig die gleichen Maßnahmen machen und das funktioniert nicht.“

4.1.3. Modell 3

Tabelle 11: Beschreibung der 19 Faktoren der Fuzzy Cognitive Map von Modell 3

Faktoren	Beschreibung
01 - Vernetzung (Offenheit)	Kontakt innerhalb der Gruppe, sowie Weltoffenheit
02 - Bildung (Orientierungswissen)	Gemeint ist Orientierungswissen; sich in der Welt zurechtzufinden; es ist die Basis dafür, dass man Probleme erkennt und lösen kann
03 - Medizinische Versorgung	Allgemeine medizinische Versorgung; Vorhandensein von medizinischer Infrastruktur, aber auch von medizinischem Wissen
04 - Krieg	Bürgerkriege, Unruhen; kriegерische Auseinandersetzungen die zu Instabilität führen
05 - globale menschengerechte Verhältnisse	Gerechte Verteilung von Ressourcen; dass jeder Mensch zumindest mit den grundlegenden Rechten ausgestattet ist
06 - Industrielle Macht	Militärisch industrieller Komplex; Großkonzerne, die wie Psychopathen agieren und dadurch die Kluft zwischen arm und reich vergrößern
07 - iMigration	Migration von Menschen in günstigere Gebiete aus mehrerlei Gründen, deren Verursacher aber oft Krieg ist; hier speziell Immigration in das günstige Gebiet;
08 - Hygiene Standard	Hygienische Grundlagen z.B. für Wasser und Entsorgung von Abfällen
09 - lokaler Zusammenhalt	Zusammenleben der Menschen in Frieden und Harmonie; gegenseitige Unterstützung
10 - günstige lokale Bedingungen	Wichtige Lebensgrundlagen wie Essen müssen verfügbar sein
11 - Modernisierung der Landwirtschaft	Grüne Revolution; patentiertes Saatgut; führt zu einer Zerstörung traditioneller Strukturen in der Landwirtschaft und macht Menschen abhängig
12 - Anzahl Menschen	Populationsdichte; wie viele Menschen leben in einem Gebiet
13 - Schlafkrankheit	Häufigkeit von Schlafkrankheitsfällen
14 - Anzahl infizierter Rinder (als Reservoir)	Anzahl der Rinder die mit Nagana infiziert sind, sowie Anzahl der Rinder, die als Reservoir für die Schlafkrankheit dienen
15 - Anzahl Rinder	Populationsdichte und auch Verbreitung von Rindern
16 - Tsetse	Tsetsefliegen als Vektor
17 - Biodiversität; nat. Landschaft	Artenvielfalt in einem Gebiet; Struktur von Landschaft, die Austausch zwischen Populationen erlaubt
18 - Schutzgebiete	Naturreservate für den Artenschutz; Austausch mit natürlicher Landschaft
19 - Alternative Wirtschaft	Alternative, nachhaltige Wirtschaftsformen auch zur Reduzierung von Viehzucht; z.B. CAMPFIRE; Ökotourismus; ist derzeit ein fiktiver Faktor; wichtig für Szenarien

Strukturelle Analyse:

Das Modell besteht aus 19 Faktoren und 36 Verbindungen zwischen den Faktoren, wobei anzumerken ist, dass der Faktor 19-Alternative Wirtschaft und die vier Verbindungen mit ihm, fiktiver Natur sind, die erst bei der Berechnung von Szenarien eine Rolle spielen. Die Dichte der Fuzzy Cognitive Map beträgt 0.01. Der Hierarchie-Index beträgt 0.031 und ist damit höher als bei den vorigen Modellen. Die Ursache dafür ist die hohe Zentralität der günstigen lokalen Bedingungen (10), auf die sehr viele Faktoren einwirken, die aber nur geringe Wechselwirkung aufweisen.

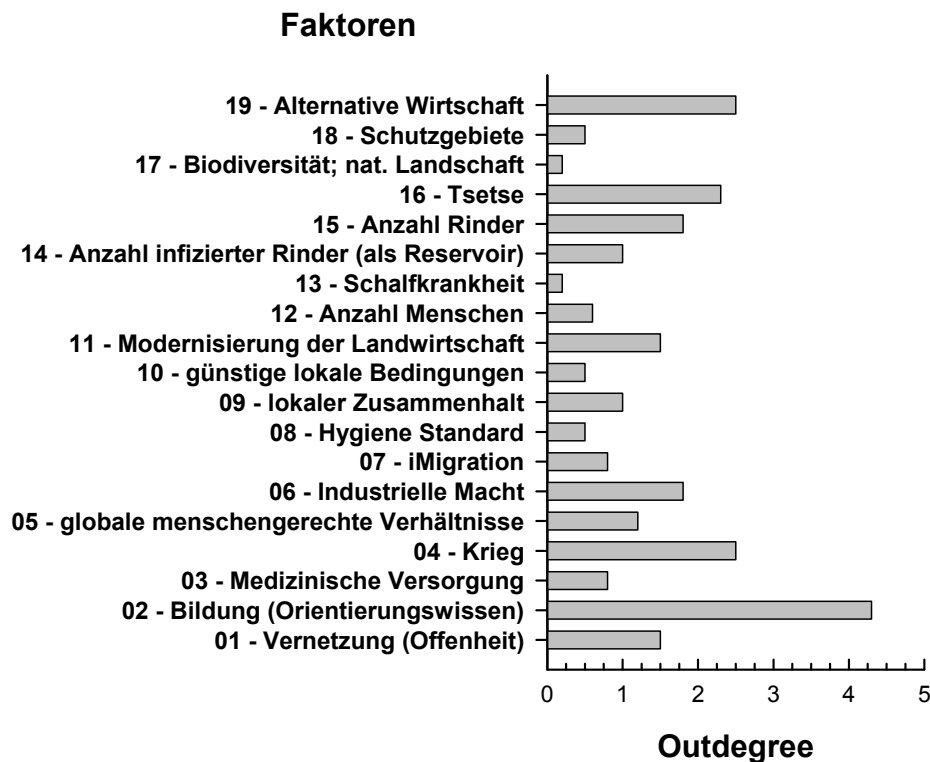


Abb. 16: Modell 3 - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms. Hier wird der Output der einzelnen Faktoren auf andere grafisch dargestellt. Faktoren mit dem Wert Null sind Outputs des Systems. Die Faktoren mit den höchsten Werten haben im statischen System den größten Einfluss.

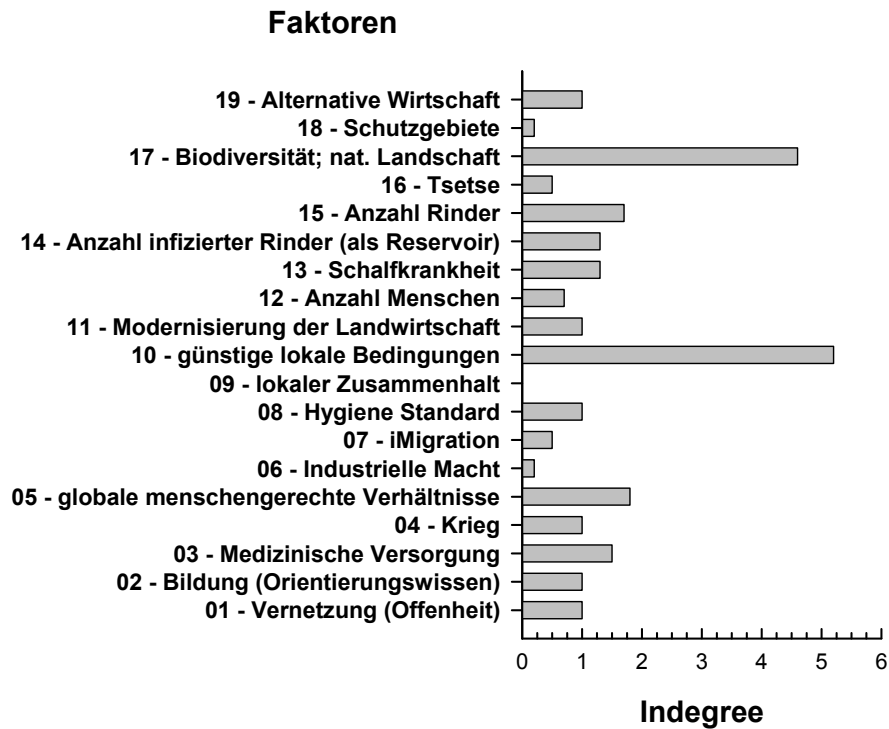


Abb. 17: Modell 3 - Indegrees in Form eines Balkendiagramms. Es wird der Input eines Faktors dargestellt, also das Maß wie sehr der Faktor durch andere bestimmt ist.

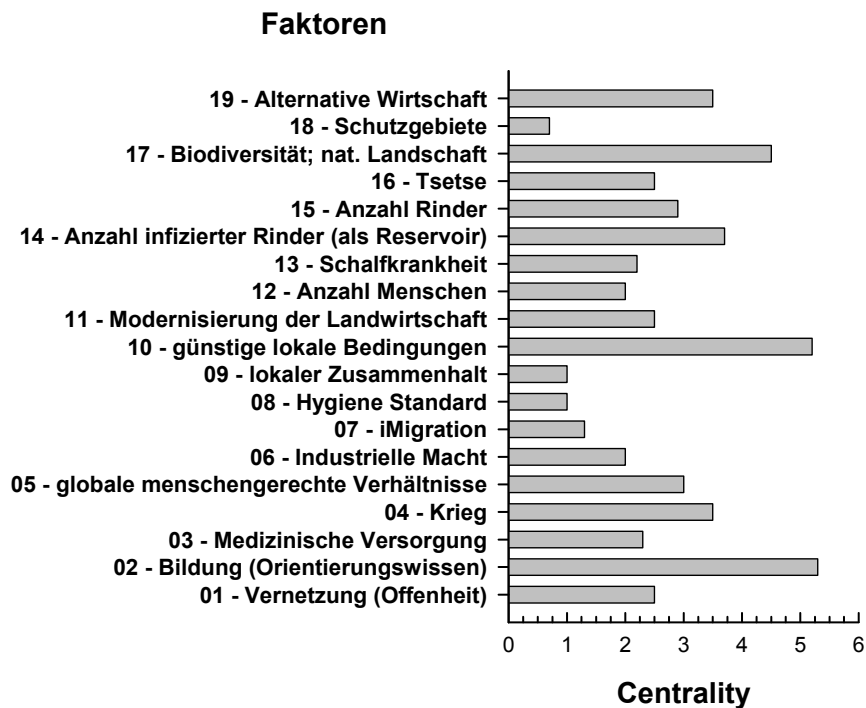


Abb. 18: Modell 3 - Centrality in Form eines Balkendiagramms. Sie an wie stark die einzelnen Faktoren im System verbunden sind.

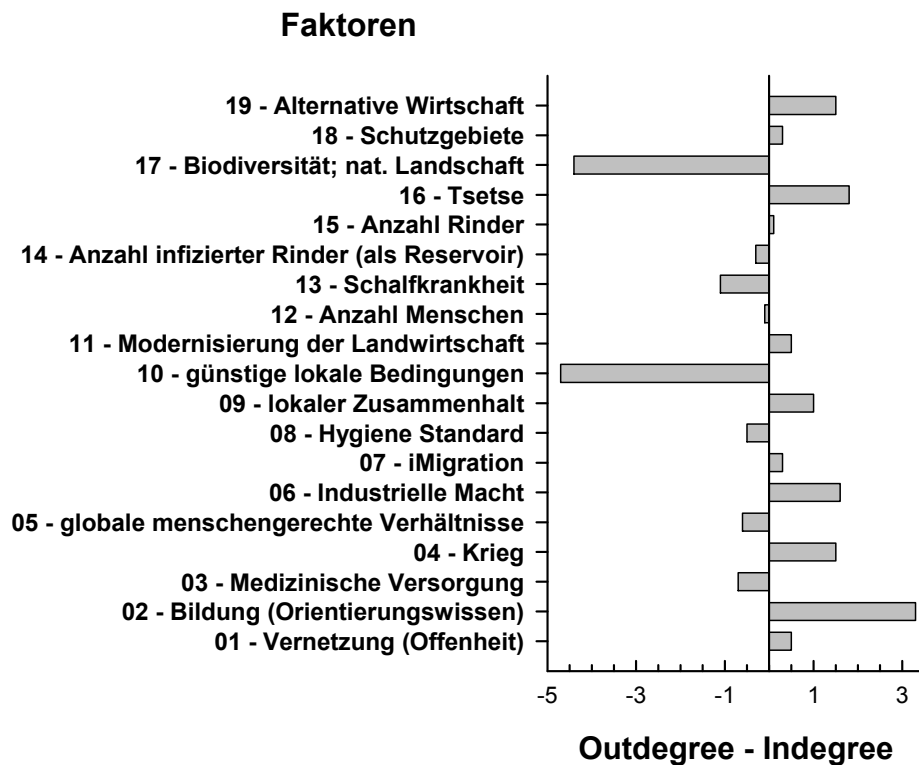


Abb. 19: Modell 3 - Relative Transmitter-Receivercharakteristik als Maßzahl für die Neigung eines Faktors als Transmitter oder als Receiver zu agieren. Faktoren mit negativen Werten haben hauptsächlich Receiver-Eigenschaften. Faktoren mit Positiven Werten sind durch ein Überwiegen ihrer Transmitter - Eigenschaften gekennzeichnet. Ist der Wert eines Faktors Null, so sind seine Transmitter - Reivereigenschaften ausgeglichen, das heißt er besitzt gleichwertigen In- wie Output.

Tabelle 12: Indizes der strukturellen Analyse der Fuzzy Cognitive Map von Modell 3

	Outdegree	Indegree	Centrality	Outdegree - Indegree	Transmitter	Receiver	Ordinary
01 - Vernetzung (Offenheit)	1,5	1,0	2,5	0,5			1
02 - Bildung (Orientierungswissen)	4,3	1,0	5,3	3,3			1
03 - Medizinische Versorgung	0,8	1,5	2,3	-0,7			1
04 - Krieg	2,5	1,0	3,5	1,5			1
05 - globale menschengerechte Verhältnisse	1,2	1,8	3,0	-0,6			1
06 - Industrielle Macht	1,8	0,2	2,0	1,6			1
07 - iMigration	0,8	0,5	1,3	0,3			1
08 - Hygiene Standard	0,5	1,0	1,0	-0,5			1
09 - lokaler Zusammenhalt	1,0	0,0	1,0	1,0	1		
10 - günstige lokale Bedingungen	0,5	5,2	5,2	-4,7			1
11 - Modernisierung der Landwirtschaft	1,5	1,0	2,5	0,5			1
12 - Anzahl Menschen	0,6	0,7	2,0	-0,1			1
13 - Schalfkrankheit	0,2	1,3	2,2	-1,1			1
14 - Anzahl infizierter Rinder (als Reservoir)	1,0	1,3	3,7	-0,3			1
15 - Anzahl Rinder	1,8	1,7	2,9	0,1			1
16 - Tsetse	2,3	0,5	2,5	1,8			1
17 - Biodiversität; nat. Landschaft	0,2	4,6	4,5	-4,4			1
18 - Schutzgebiete	0,5	0,2	0,7	0,3			1
19 - Alternative Wirtschaft	2,5	1,0	3,5	1,5			1
Zusammenfassung							
Anzahl der Faktoren	19						
Anzahl Transmitter	1						
Anzahl Receiver	0						
Anzahl Ordinary	18						
Anzahl der Verbindungen	36						
Verbindungen pro Faktor	1,895						
Complexity Receiver/Transmitter	0						
Density	0,100						
Hierarchie Index	0,031						

Für die Beschreibung und das Verständnis des Modells besonders wichtige Ergebnisse der Fuzzy Cognitive Map²²:

Dieses Modell beschreibt ein System, in welchem lokale Faktoren, wie sie zum Beispiel in einer Dorfgemeinschaft wirken, aber auch globale Faktoren, die durch die Globalisierung der Wirtschaft auf alle untergeordneten Systeme Einfluss haben, wirken. Kernthema sind die günstigen lokalen Lebensbedingungen (10), was auch durch ihren hohen Zentralitätswert (Abb. 16) zum Ausdruck gebracht wird. Die günstigen lokalen Lebensbedingungen (10) sind auch der Output des Systems, wie man aus der relativen Transmitter- Receivercharakteristik in Abb. 17 ablesen kann. Viele Faktoren haben direkten Einfluss auf die Lebensqualität (10), sie selbst steht aber kaum in

²² Alle Interviewteile zur Beschreibung von Modell 3 stammen aus dem Interview vom 28.8.2008 mit Dr. Peter Weish.

Wechselwirkung mit anderen Faktoren. Das Modell beschreibt gut, wie globale Faktoren auf lokale einwirken. Es kann als allgemeines Modell dafür gesehen werden. Lokal spielen jedoch in diesem speziellen Fall auch Tsetsefliegen (16), Schlafkrankheit (13) und Nagana (14) eine Rolle. Das Modell beschreibt also die Relation von „Tsetse-Tryps“²³ zu anderen die Lebensqualität (10) beeinflussenden Faktoren. (*„Welchen Rang hat die Bedrohung durch die Tsetse im Vergleich zu anderen Bedrohungen“?*) Im Interview wurde auch die Frage aufgeworfen, ob die Tsetsefliege nicht sogar dem Schutz der Natur Afrikas dient und ob der Mensch überall siedeln muss.

Mit dem Faktor günstige lokale Bedingungen (10) sind vor allem die Lebensbedingungen gemeint, die ein sicheres Überleben ermöglichen. Dieser ist eng mit dem Faktor lokaler Zusammenhalt (09) gekoppelt, welcher sozusagen als Grundvoraussetzung für günstige lokale Bedingungen (10) gilt.

„Ja, man kann sagen, der wirtschaftliche Lebensstandard. Haben sie genug zu essen? Für mich geht es auch darum, ob es einen lokalen Zusammenhalt gibt, das ist was ganz wichtiges, es ist das eine Gruppe die in Frieden und Harmonie lebt. [...] Je mehr lokaler Zusammenhalt desto besser können sie mit Problemen umgehen und können sie Probleme lösen, werden sich sicherer fühlen, werden Solidarität erleben, Hilfe erleben, weniger ängstlich sein, werden Engpässe besser überleben können.“

Den zweitgrößten positiven Einfluss auf die günstigen Bedingungen (10) hat die medizinische Versorgung (03). Der Hygienestandard (08) kann als präventive Medizin verstanden werden. Ist er hoch, treten viele Krankheiten gar nicht erst auf. Wichtig in Bezug auf Hygiene sind zwei Dinge: Wasser und Entsorgung. Auf die Frage, was wichtig für die Lebensbedingungen (10) sei, kam folgende Antwort:

„Medizinische Versorgung natürlich, Hygienestandards, wie schaut's mit dem Wasser aus, wie schaut's mit der Entsorgung der Abfälle aus, gibt's da Probleme, schaffen sie das, funktioniert das.“

Medizinische Versorgung (03) und Hygienestandard (08) stehen beide unter dem Einfluss der Bildung, wobei Orientierungswissen (02) gemeint ist.

²³ „Tsetse-Tryps“ ist eine gebräuchliche Abkürzung für die Tsetsefliege, sowie den von ihr verbreiteten Trypanosomenerkrankungen, Schlafkrankheit und Nagana. [Anm. d. Verf.]

„[Bildung; Anm. d. Verf.] hängt auch zusammen mit der Hygiene, je gescheiter ich bin, umso besser kann ich Hygiene verwirklichen.“

„Unter Bildung verstehe ich eben das Rüstzeug, sich in der Welt besser zurechtzufinden und Probleme verstehen und lösen zu lernen und Lösungsstrategien zu entwickeln [...] zu wissen, welche Erkenntnisse sind eigentlich relevant für mich, was sollte ich wissen, ein bisschen Orientierungswissen zu haben, das verstehe ich unter Bildung. Bildung heißt einfach weltoffen zu werden.“

Im letzten Zitat wurde bereits angesprochen, dass Bildung (02) mit Offenheit (01) zu tun hat. Im Modell sind beide Faktoren durch eine sehr starke, positive Rückkoppelung miteinander verbunden. Ein Faktor fördert den anderen und beide geben das direkt oder indirekt über maximal einen dazwischen liegenden Faktor weiter.

„Und zur Bildung kann man natürlich dann auch rechnen, in irgendeiner Weise sozusagen, eine Öffnung nach - in die Welt hinaus. Also wie offen ist eine Sozietät, hat sie gute Kontakte zu anderen, zu irgendwelchen Gruppierungen, die vielleicht Hilfe spenden könnten.“

„Eine Vernetzung hilf schon, die Realität besser einzuschätzen, eine Weltoffenheit versteh ich darunter, dass er auch die Zustände in anderen Ländern auch kennt im Vergleich zu seinen.“

Negativ wirken Migration (07), Modernisierung der Landwirtschaft (11) und die Anzahl der Menschen (12) auf die günstigen Bedingungen (10) ein. Die Migration (07) ist dabei der stärkste Negativeinfluss.

„Migration führt zu ungünstigen Lebensbedingungen, das Problem bei der Migration ist ja, dass es Migration von da weg gibt, wenn's da schlechter ist als woanders, und dort wo die hinkommen, wird's dann eben auch schlechter.“

Hauptverursacher für die Migration (07) ist Krieg (04), welcher auch direkte negative Wirkung auf die medizinische Versorgung hat, weil diese im Kriegszustand nicht aufrechtzuerhalten ist. Die Ursache für Krieg (04) sind globale, ungerechte Verhältnisse

(05)²⁴, die durch die industrielle Macht (06) gefördert werden. Durch die Rückkoppelungsschleifen in der Fuzzy Cognitive Map, schaukelt sich dieser Dreierkomplex gegenseitig auf.

„Man braucht Krisenherde, dass man jederzeit intervenieren könnte, dass man jederzeit einen gefügigen Macher unterstützt, der dann den roten Teppich ausrollt für die Konzerne, dass sie dann zu billigen Rohstoffen kommen und von Gnaden der Mächtigen dieser Welt wird dann ein brutales Regime abgesichert, das auch nicht daran interessiert ist, dass es den Leuten gut geht, sondern es geht um Machterhaltung.“

Ein Werkzeug für den Ausbau und die Aufrechterhaltung der Macht ist der Faktor Modernisierung der Landwirtschaft (11). Mit ihr werden die Menschen von Konzernen abhängig gemacht, was erstens eine Verschlechterung der lokalen Bedingungen (10) bewirkt und zweitens zu einem Rückgang der Biodiversität (17) führt.

„Zu den Lebensbedingungen gehört auch Autonomie dazu, und bodenständige, traditionelle, bewährte Produktionsmethoden mit Zukunft, weil viele der traditionellen Landwirtschaftsformen sind ja enorm entwicklungsfähig.“

„[Es geht; Anm. d. Verf.] um die Modernisierung der Landwirtschaft, weg mit der, die sie jetzt haben und hin zu den modernen Roundup ready Sorten, zu dem patentierten Saatgut der Firma Monsanto.“

Negativ auf den zentralen Faktor günstige lokale Bedingungen (10) wirkt sich auch die Anzahl der Menschen (12) aus. Die Gegenkoppelung zwischen beiden Faktoren führt zu einer Stabilisierung. Werden die lokalen Bedingungen (10) besser, so steigt die Anzahl der Menschen (12), was aber wiederum zu einer Verschlechterung der Lebensbedingungen (10) führt. Hier koppelt auch der Faktor Schlafkrankheit (13) an, hat aber nur geringen Einfluss auf die Anzahl der Menschen (12). Die Schlafkrankheit (13) nimmt stark zu, wenn es viele Tsetsefliegen (16) im Gebiet gibt. Auch eine steigende Anzahl an infizierten Rindern als Reservoir (14) führt zu einem leichten Anstieg an Schlafkrankheit (13). Dieser Faktor (14) ist stark abhängig von der Dichte der Tsetsefliegen (16) und steht in Gegenkoppelung mit der Anzahl der Rinder (15). Je

²⁴ In der Fuzzy Cognitive Map mit ihrem Gegenteil dargestellt (globale menschengerechte Verhältnisse). Durch Vertauschung aller Vorzeichen bei den Verbindungen, verändert eine Umkehr der Bedeutung des Faktors nichts am Ergebnis des Modells (vgl. Methodenteil; Anm. d. Verf.)

mehr Rinder in einem Trypanosomiasisgebiet, desto mehr infizierte Rinder (14) gibt es, was wieder zu einer Abnahme der Rinderzahl (14) führt.

„Meine These ist, wenn man in gefährdeten Gebieten Alternativen zur Rinderhaltung findet, würde das gleich auch einen Schutz für Menschen bedeuten. [...] Ich meine eine andere ökonomische Basis, weg von den Rindviechern. [...] Könnte man nicht versuchen, in solchen Gegenden, wo Nagana ein wirklich arges Problem ist, versuchen alternativen zur Rinderbasierten Wirtschaft aufzubauen.“

Hier setzt auch der Faktor alternative Wirtschaft (19) an. Dieser ist derzeit noch Fiktion, könnte aber in Zukunft eine Stabilisierung des Systems und auch eine Verringerung von Schlafkrankheit und Nagana mit sich bringen.

4.1.4. Modell 4

Tabelle 13: Beschreibung der 16 Faktoren der Fuzzy Cognitive Map von Modell 4

Faktoren	Beschreibung
01 - burden of care	Der Leidensdruck, der durch die Pflege von Verwandten entsteht
02 - socio-economic status	Finanzieller Wohlstand der Familien
03 - delay to seek treatment	Verzögerung bis eine biomedizinische Versorgung in Anspruch genommen wird
04 - limited availability of services	Kapazitäten an medizinischer Versorgung
05 - cultural perception	Wie die Kultur die Krankheit sieht und was die ersten Schritte sind, die unternommen werden
06 - migration	Migration im Sinne von Aus und Einwanderung; längerer Aufenthalt; Besuche sind ausgenommen
07 - sleeping sickness	Häufigkeit von Schlafkrankheit
08 - unavailable equipment	Nicht vorhandenes Equipment für die Behandlung wie z.B. Medikamente
09 - limited human resources	Zu wenig ausgebildete Hilfräfte wie z.B. Krankenpfleger
10 - low quality of care	Schlecht ausgebildete Helfer
11 - limited accessibility to services	Beschränkter Zugang zu Hilfsmaßnahmen, weil sie nicht leistbar sind oder weil die Distanzen zu groß sind
12 - lack of vector control/prevention	Fehlende Vektorkontrolle und fehlende Vorsorge
13 - political unwill of leaders	Die Politiker interessieren sich zu wenig für das Problem; es werden zu wenig Ressourcen zur Verfügung gestellt und es wird zu wenig mobilisiert

14 - socio-economic - livelihood	Einkommensquelle; hier geht es hauptsächlich um Berufe, die den Kontakt mit der Tsetsefliege fördern; Hirten, Viehzucht, Landwirtschaft
15 - big families- extended families	Großfamilienstruktur; dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass jemand als indirekter Überträger fungiert
16 - cultural obligations of relative to visit	Kulturelle Pflicht des Besuchs; dadurch kommt man eher in oder durch ein Tsetsefliegengebiet

Strukturelle Analyse:

Das Modell besteht aus 19 Faktoren, die durch 25 Verbindungen miteinander verknüpft sind. Die Dichte der Fuzzy Cognitive Map beträgt 0.098. Der Hierarchie-Index beträgt 0.024. Obwohl die Häufigkeit der Schlafkrankheit mehr Verbindungen aufweist, ist der zentralste Faktor der finanzielle Wohlstand der Familien (02). Grund dafür sind die stärkeren kausalen Wechselwirkungen des Faktors finanzieller Wohlstand der Familien (02).

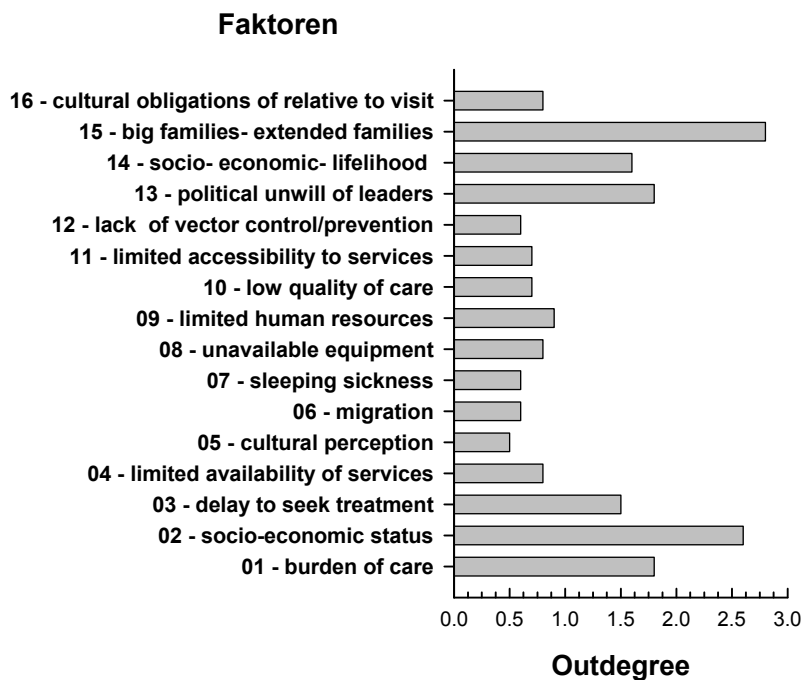


Abb. 20: Modell 4 - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms. Hier wird der Output der einzelnen Faktoren auf andere grafisch dargestellt. Faktoren mit dem Wert Null sind Outputs des Systems. Die Faktoren mit den höchsten Werten haben im statischen System den größten Einfluss.

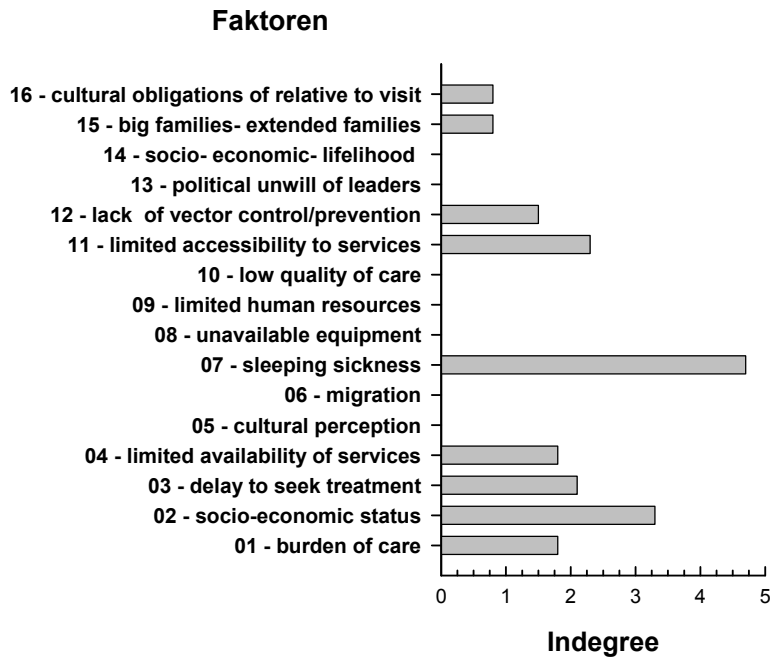


Abb. 21: Modell 4 - Indegrees in Form eines Balkendiagramms. Es wird der Input eines Faktors dargestellt, also das Maß wie sehr der Faktor durch andere bestimmt ist.

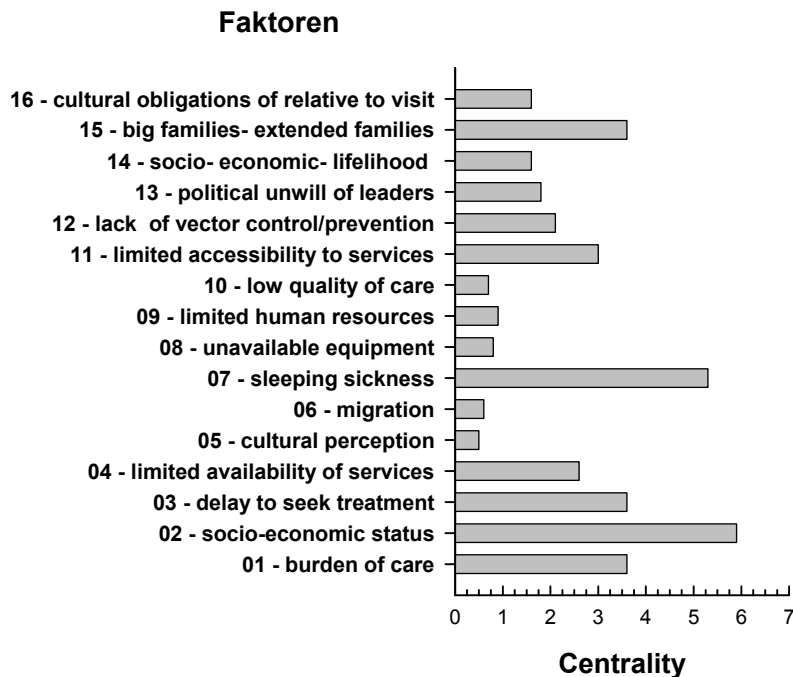


Abb. 22: Modell 4 - Centrality in Form eines Balkendiagramms. Sie an wie stark die einzelnen Faktoren im System verbunden sind.

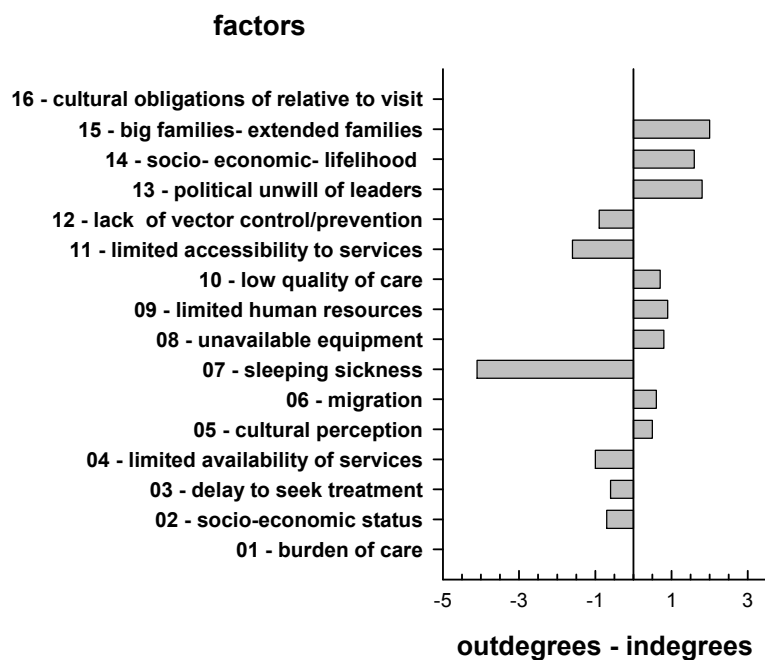


Abb. 23: Modell 4 - Relative Transmitter-Receivercharakteristik als Maßzahl für die Neigung eines Faktors als Transmitter oder als Receiver zu agieren. Faktoren mit negativen Werten haben hauptsächlich Receiver-Eigenschaften. Faktoren mit Positiven Werten sind durch ein Überwiegen ihrer Transmitter - Eigenschaften gekennzeichnet. Ist der Wert eines Faktors Null, so sind seine Transmitter - Reivereigenschaften ausgeglichen, das heißt er besitzt gleichwertigen In- wie Output.

Tabelle 14: Indizes der strukturellen Analyse der Fuzzy Cognitive Map von Modell 4

	Outdegree	Indegree	Centrality	Outdegree - Indegree	Transmitter	Receiver	Ordinary
01 - burden of care	1,8	1,8	3,6	0,0			1
02 - socio-economic status	2,6	3,3	5,9	-0,7			1
03 - delay to seek treatment	1,5	2,1	3,6	-0,6			1
04 - limited availability of services	0,8	1,8	2,6	-1,0			1
05 - cultural perception	0,5	0,0	0,5	0,5	1		
06 - migration	0,6	0,0	0,6	0,6	1		
07 - sleeping sickness	0,6	4,7	5,3	-4,1			1
08 - unavailable equipment	0,8	0,0	0,8	0,8	1		
09 - limited human resources	0,9	0,0	0,9	0,9	1		
10 - low quality of care	0,7	0,0	0,7	0,7	1		
11 - limited accessibility to services	0,7	2,3	3,0	-1,6			1
12 - lack of vector control/prevention	0,6	1,5	2,1	-0,9			1
13 - political unwill of leaders	1,8	0,0	1,8	1,8	1		
14 - socio- economic- lifelihood	1,6	0,0	1,6	1,6	1		
15 - big families- extended families	2,8	0,8	3,6	2,0			1
16 - cultural obligations of relative to visit	0,8	0,8	1,6	0,0			1

Zusammenfassung

Anzahl der Faktoren	16
Anzahl Transmitter	7
Anzahl Receiver	0
Anzahl Ordinary	9
Anzahl der Verbindungen	28
Verbindungen pro Faktor	1,750
Complexity Receiver/Transmitter	0
Density	0,098
Hierarchie Index	0,024

Für die Beschreibung und das Verständnis des Modells besonders wichtige Ergebnisse der Fuzzy Cognitive Map²⁵:

Mit diesem Modell wird ein System beschrieben, in dem die Familienstruktur (15) und kulturelle Gepflogenheiten (05), (14) und (16) eine Rolle spielen. Das Modell basiert auf einer Fallanalyse aus Uganda. Die Tante des Befragten ist selbst an Schlafkrankheit erkrankt. Es wurde jedoch versucht diesen Fall zu verallgemeinern (*„If I am tracing it from the perspective of this woman who left to visit and got the disease there it is different as if I am taking it from the general overview.“*).

Im Zentrum der Fuzzy Cognitive Map steht die Häufigkeit der Schlafkrankheit (07), obwohl, wie in der strukturellen Analyse angegeben, der finanzielle Wohlstand (02) der laut Index zentralste Faktor ist. Es wirken insgesamt sechs Faktoren auf die Häufigkeit von Schlafkrankheit (07) ein. Für die Fragestellung besonders wichtig sind die großen Familien (15), welche auch den höchsten Outdegree im Modell besitzen. Diese großen Familien (15) kommen durch Polygamie, welche in Afrika häufig ist, zustande. Ein Mann hat mehr als eine Frau, wodurch Kinderzahlen von bis zu 20 keine Seltenheit sind (*„Each of the wives have children, so you end up having many children. Sometimes up to 20 children.“*). Dadurch, dass ein Mann mehrere Frauen hat, sind die Familien der Frauen auch Bestandteil der Familie. Diese Struktur nennt man „extended families“. Eng mit der Familienstruktur verknüpft, ist die Pflicht Familienmitglieder zu besuchen (16). Ein Verstoß gegen diese Pflicht würde mit dem Ausschluss aus der Familie enden. Daher gibt es eine positive Rückkoppelung zwischen den beiden Faktoren. Gerade dieser Austausch innerhalb der erweiterten Familien (15) führt manchmal zu Infektionen mit Schlafkrankheit, weil diese Familienteile oft weit verstreut sind und auch wenn man selbst nicht in einem Gebiet wohnt, wo es die Schlafkrankheit gibt, ist man gezwungen Familienmitglieder in eben solchen Gebieten zu besuchen. *„If you don't visit, then the society will exclude you and you are going to be abandoned. So, this relative of mine, this auntie of mine, whom I was living with had an obligation to go and visit. The district, now it is called Mayuge district in the south in the east-southern part of Uganda. And when she went there, then she got the disease.“*

²⁵ Alle Interviewteile zur Beschreibung von Modell 4 stammen aus dem Interview vom 10.9.2008 mit Mag. Paul Bukuluki.

Innerhalb der erweiterten Familien (15) kann eine infizierte Person dazu führen, dass viele Familienmitglieder auch an Schlafkrankheit erkranken.

Diese erweiterten Familien (15) haben durch die Besuchspflicht (16) auch Einfluss auf die Verbreitung der Krankheit. Es werden dadurch Trypanosomen in Gebiete verschleppt, die zwar von Tsetsefliegen besiedelt sind, wo aber keine Schlafkrankheit auftritt, weil die Fliegen selbst nicht infiziert sind.

„If a tsetse fly bites one human and then after that bites another, the disease is spreading. Well, that means that if you have a big family and you are together and there are tsetse flies then there is a possibility that the sickness spreads from one person to the other. That means there is quite a strong link.”

“For example if you are going to a place and the tsetse flies there are not infected, but when you are infected, then you infect the flies and the flies will start to infect other people.”

Diese Verhältnisse führen einerseits zu einem Ansteigen des Leidensdrucks durch Pflege (01), als auch zu einer Abnahme des finanziellen Wohlstandes (02), welcher auch in starker Wechselwirkung mit dem Leidensdruck (01) steht. Beide Faktoren haben relativ großen Einfluss darauf wie schnell man biomedizinisch behandelt (03) wird. Verzögert sich die Behandlung (03), so geht noch mehr Geld (02) verloren (*„When you are sick, you cant get in productive activities.“*).

Die Verzögerung bis man biomedizinische Versorgung aufsucht (03) wurde früher sehr stark durch die kulturelle Sichtweise und Interpretation der Krankheit (05) beeinflusst. Weil jedoch erkannt wurde, dass die Biomedizin gut wirkt hat sich das in letzter Zeit geändert und der Einfluss des kulturellen Glaubens (05) auf die Verzögerung (03) ist auf eine mittlere Stärke gesunken (*„People are getting more help about the disease. Before it was different. So I would give it half.”*) Trotzdem ist ein Einfluss gegeben. Die Kultur, vor allem der Glaube hat Einfluss darauf, an wen man sich bei einer Krankheit wendet. Im folgenden Interviewteil wird gut beschrieben, wie diese kulturelle Sichtweise und Interpretation (05) zu verstehen ist.

„When there is a disease, you think in terms of your tradition: what is the cause of the disease? First people think that is a natural illness and it will go away. But when it persists they start thinking there will be another cause. [...] So, they may think that for example the cause is witchcraft, the cause is sorcery, the cause is because the ancestors are not happy. [...] The spirits are going to find you, if you are doing something wrong. So the people will begin asking why me, why my family? Why my child? Why are we infected by this disease but not the neighbor? [...] The community will start thinking of this. So the whole issue of the interpretation of the cause of illness is affected by culture. [...] All this will affect where you go for treatment. It will mean that you go to a traditional healer and this traditional healer is probably treating different thing. Maybe he won't even know about sleeping sickness. [...] If you think it is not a natural disease and it is caused by supernatural causes, then you would not go to hospital.”

Das gilt auch wenn Spitäler in der Nähe sind. Denn wenn man der Meinung ist, dass die Biomedizin den wahren Grund für die Krankheit nicht behandeln kann, macht es keinen Sinn, diese aufzusuchen.

„But because of these other believes, the perceptions in regards of the cause of the illness, they avoid to take people to the western health care system, which has more experience.”

Wie schon in Modell 2 beschrieben wurde, fehlt es auch an der nötigen medizinischen Versorgung. Die Faktoren 04, 08, 09, 10, und 11 sind Bestandteil der mangelnden medizinischen Versorgung, welche starken Einfluss auf die Häufigkeit von Schlafkrankheit (07) haben. Der finanzielle Wohlstand hat großen Einfluss auf die Erreichbarkeit (11).

„Affordability is also important. If people cannot afford to pay transport costs, [...] medicine and sometimes there are costs [...] even for consultation. So it depends if they don't have the money then they simply can't get any service. [...] And the distance would not be an issue if you have the money.”

Die Verfügbarkeit und die Kapazität der medizinischen Versorgung (04) sind allerdings abhängig davon, in welchem Ausmaß die politischen Führer (13) Ressourcen zur

Verfügung stellen. Der politische Unwille zu mobilisieren (13) wirkt sich negativ auf die Vektorkontrolle und auch auf Präventivmaßnahmen aus.

„Vector control is affected by political rulers and the economic resources. And this also affects the ability of services [medizinische Dienste sind gemeint; Anm. d. Verf.].”

Zwischen der Häufigkeit von Schlafkrankheit (07) und Vektorkontrolle (12) gibt es eine Gegenkoppelung. Die beiden Faktoren stabilisieren sich also gegenseitig.

“Because now, there are fewer cases. I think when cases get fewer you simply treat the cases you get. Because spraying is when there is an epidemic.”

Abschließend der traditionelle Erwerb (14), er hat positiven Einfluss auf den finanziellen Wohlstand (02) aber auch auf die Häufigkeit von Schlafkrankheit, weil man gerade während der Tätigkeiten in Kontakt mit den Tsetsefliegen kommt.

“If you are hunting, if you are looking after animals [...] because then you get the tsetse flies biting you.”

4.2. Das Gesamtsystem als Social Map

Tabelle 15: Veranschaulicht das Ergebnis der Aggregation, indem die neuen Kategorien (Faktoren) den einzelnen Modellen mit den original Faktoren gegenübergestellt werden. Die dazugehörige Karte befindet sich im Anhang.

Kategorien (Anzahl Faktoren)	Modelle	Original Faktoren
01-Globalisierung (5)	Modell 2	06-Postkoloniealkrieg 15-freie Marktwirtschaft
	Modell 3	06-Industrielle Macht 11-Modernisierung der Landwirtschaft
	Modell 1	26-losses through donated products
02-Tradition (6)	Modell 2	09-heilige Wälder
	Modell 4	16-cultural obligation of relative to visit 15-big families- extended families 05-cultural perception
	Modell 1	20-cattle as investment/bank 22-protein (milk + meat)
03-traditioneller Erwerb (4)	Modell 2	22-Jäger +Feldbauern
	Modell 4	14-socio-economic -lifelihood
	Modell 1	21-plowthing, draught oxen 13-extensive farming
04-Lokale Finanzen+Wohlbefinden (6)	Modell 2	21-finanzielle Absicherung der Familie
	Modell 3	09-lokaler Zusammenhalt 10-günstige lokale Bedingungen
	Modell 4	02-socio-economic status
	Modell 1	19-estate 28-financial security, reduced poverty
05-Vektorkontrolle (3)	Modell 2	23-Vektorkontrolle
	Modell 4	12-lack of vector control/prevention
	Modell 1	25-vector control
06-Vektor (4)	Modell 2	24-Vektor
	Modell 3	16-Tsetse
	Modell 1	14-tsetse spread 34-number of vectors (Tsetse)

Kategorien (Anzahl Faktoren)	Modelle	Original Faktoren
07-HAT (4)	Modell 2	25-Anz. infizierter Personen
	Modell 3	13-Schlafkrankheit
	Modell 4	07-sleeping sickness
	Modell 1	12-HAT
08-mangelnde med. Versorgung (11)	Modell 2	19-mangelnde med. Versorgung 11-Diskontinuität von Hilfsmaßnahmen 10-Kurzzeitprojekte, keine Perspektiven
	Modell 3	03-Med. Versorgung 08-Hygiene Standard
	Modell 4	04-limited availability of services 08-unavailable equipment 09-limited human resources 10-low quality of care 11-limited accessibility to services
	Modell 1	11-medical care
09-andere Krankheiten (2)	Modell 2	20-andere Krankheiten
	Modell 1	05-other human diseases
10-Krieg+ instabile Politik (6)	Modell 2	02-Krieg 05-politische Instabilität 16-Schutz vor Invasion
	Modell 3	04-Krieg
	Modell 1	42-political stability 43-contracts with neighboring state
11-mangelnde Infrastruktur (2)	Modell 2	13-fehlende Infrastruktur
	Modell 1	31-transport systems
12-koloniale Grenzen (1)	Modell 2	01-koloniale Grenzen
13-mangelnde Ethik (9)	Modell 2	12-ungerechte Bezahlung 14-Fehlinvestitionen 18-sinnlose Kosten 26-Flugwesen 27-Korruption 28-Expertenunwesen
	Modell 3	05-globale menschengerechte Verhältnisse
	Modell 4	13-political unwill of leaders
	Modell 1	40-vet. drug Mafia
14-Nomaden (1)	Modell 2	08-Nomadenwanderung

Kategorien (Anzahl Faktoren)	Modelle	Original Faktoren
15-Bodenschätze+Ressourcen (2)	Modell 2	07-Bodenschätze /Ressourcen
	Modell 1	02-required farmland
16-Wissen (3)	Modell 3	02-Bildung (Orientierungswissen) 01-Vernetzung (Offenheit)
	Modell 1	27-education of children
17-Rinder (3)	Modell 3	15-Anz. Rinder
	Modell 1	29-number of cattle 30-improved cattle breeds
18-Nagana+Reservoir (2)	Modell 3	14-Anz. inf. Rinder (als Reservoir)
	Modell 1	33-number of infected cattle
19-Migration (3)	Modell 3	07-iMigration
	Modell 4	06-migration
	Modell 1	10-migration into cities
20-menschliche Polpulation (3)	Modell 3	12-Anz. Menschen
	Modell 1	01-population growth 06-demand for food
21-Natur (3)	Modell 3	17-Biodiversität; nat. Landschaft 18-Schutzgebiete
	Modell 1	03-degradation
22-Alternative Wirtschaft (2)	Modell 3	19-Alternative Wirtschaft
	Modell 1	37-trypanotolerant cattle
23-burden of care (1)	Modell 4	01-burden of care
24-Delay to seek treatment (1)	Modell 4	03-Delay to seek treatment
25-Klima (1)	Modell 1	04-climate
26-vetmed (5)	Modell 1	39-extension services 32-vetmed.care 35-diluting trypanocides 36-resistance to trypanicides 38-use of trypanicides
27-public funds (1)	Modell 1	41-amount of public funds
28-traditionelle Vektorkontrolle (3)	Modell 1	24-self control 17-clearings 18-game elimination

Kategorien (Anzahl Faktoren)	Modelle	Original Faktoren
29-Tsetse habitat (3)	Modell 1	08-Tsetse hostile habitat 09-game parks, constrained elephants 15-agro-ecologic measure irrigation
30-Intensivierung der Landwirtschaft (2)	Modell 1	07-intensive farming 23-organic fertilizer
31-Kulturproblematik (3)	Modell 2	03-kulturelle Unterschiede/Barrieren 04-übertriebenes Sicherheitsdenken (Organisationen) 17-Import europ. Kulturgüter

Strukturelle Analyse:

Das Modell besteht aus 31 Faktoren, die durch 108 Verbindungen miteinander verknüpft sind. Die Dichte der Fuzzy Cognitive Map beträgt 0.117. Der Hierarchie-Index beträgt 0.003. Den zentralsten Faktor bilden die lokalen Finanzen und das Wohlbefinden (04).

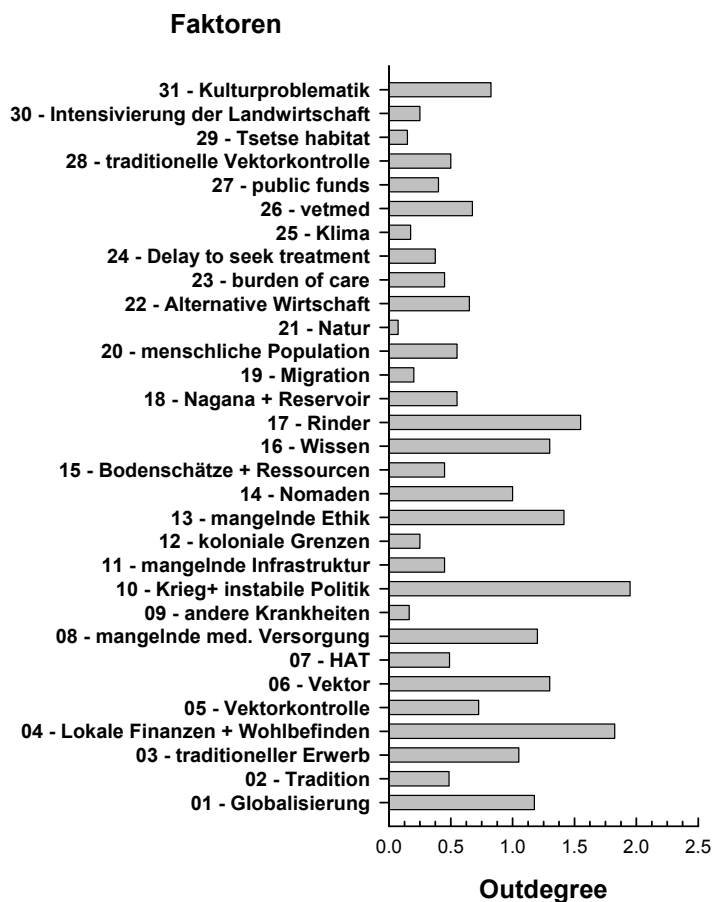


Abb. 24: Social Map - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms. Hier wird der Output der einzelnen Faktoren auf andere grafisch dargestellt. Faktoren mit dem Wert Null sind Outputs des Systems. Die Faktoren mit den höchsten Werten haben im statischen System den größten Einfluss.

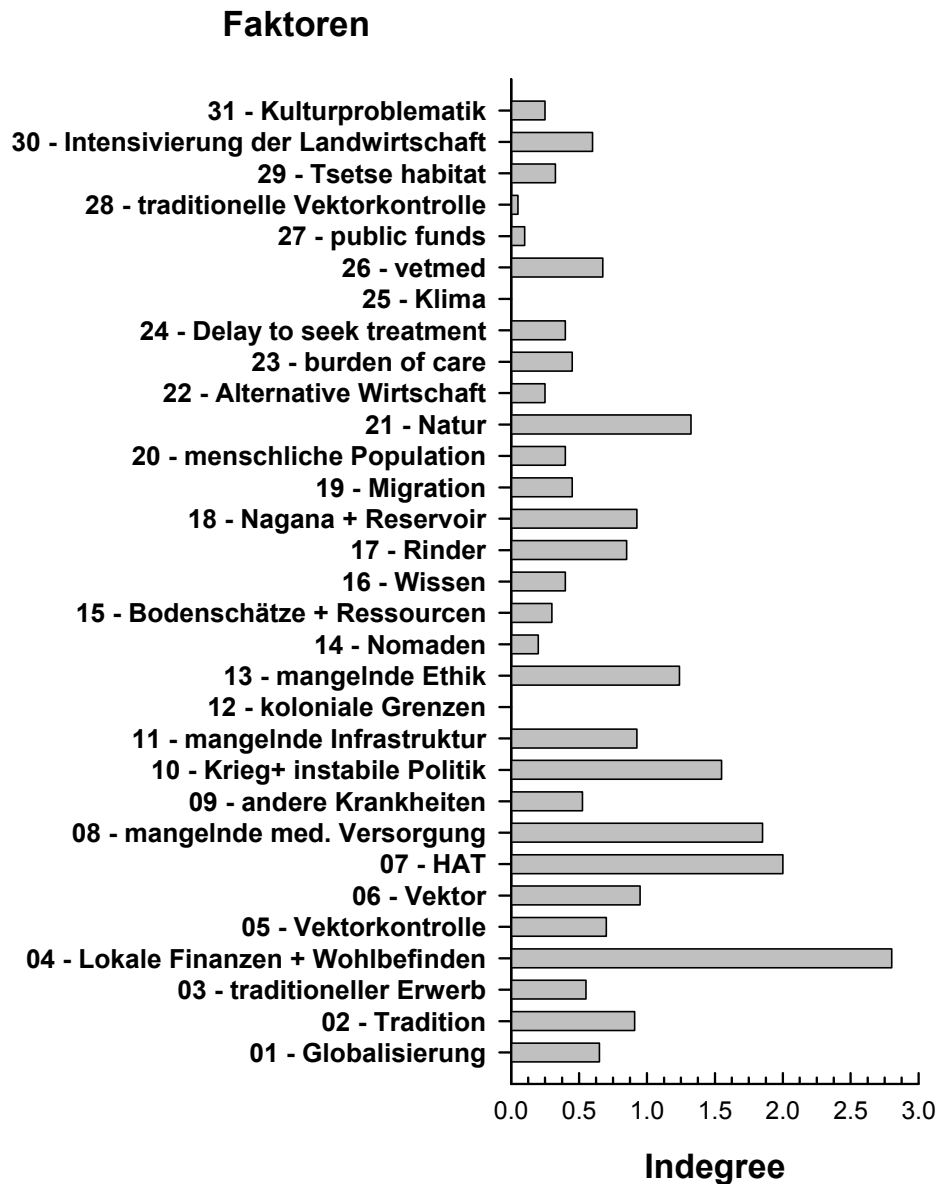


Abb. 25: Social Map - Indegrees in Form eines Balkendiagramms. Es wird der Input eines Faktors dargestellt, also das Maß wie sehr der Faktor durch andere bestimmt ist.

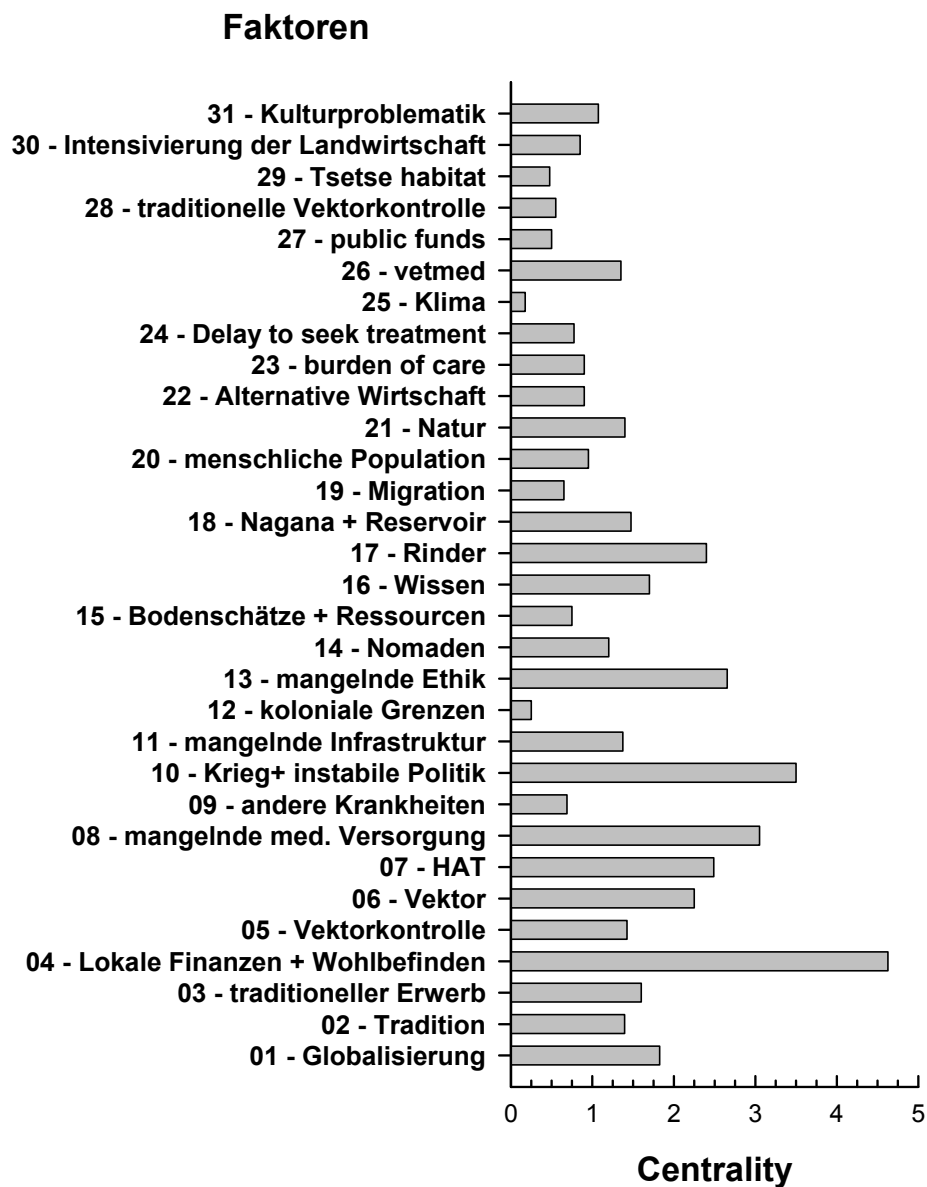


Abb. 26: Social Map - Centrality in Form eines Balkendiagramms. Sie an wie stark die einzelnen Faktoren im System verbunden sind.

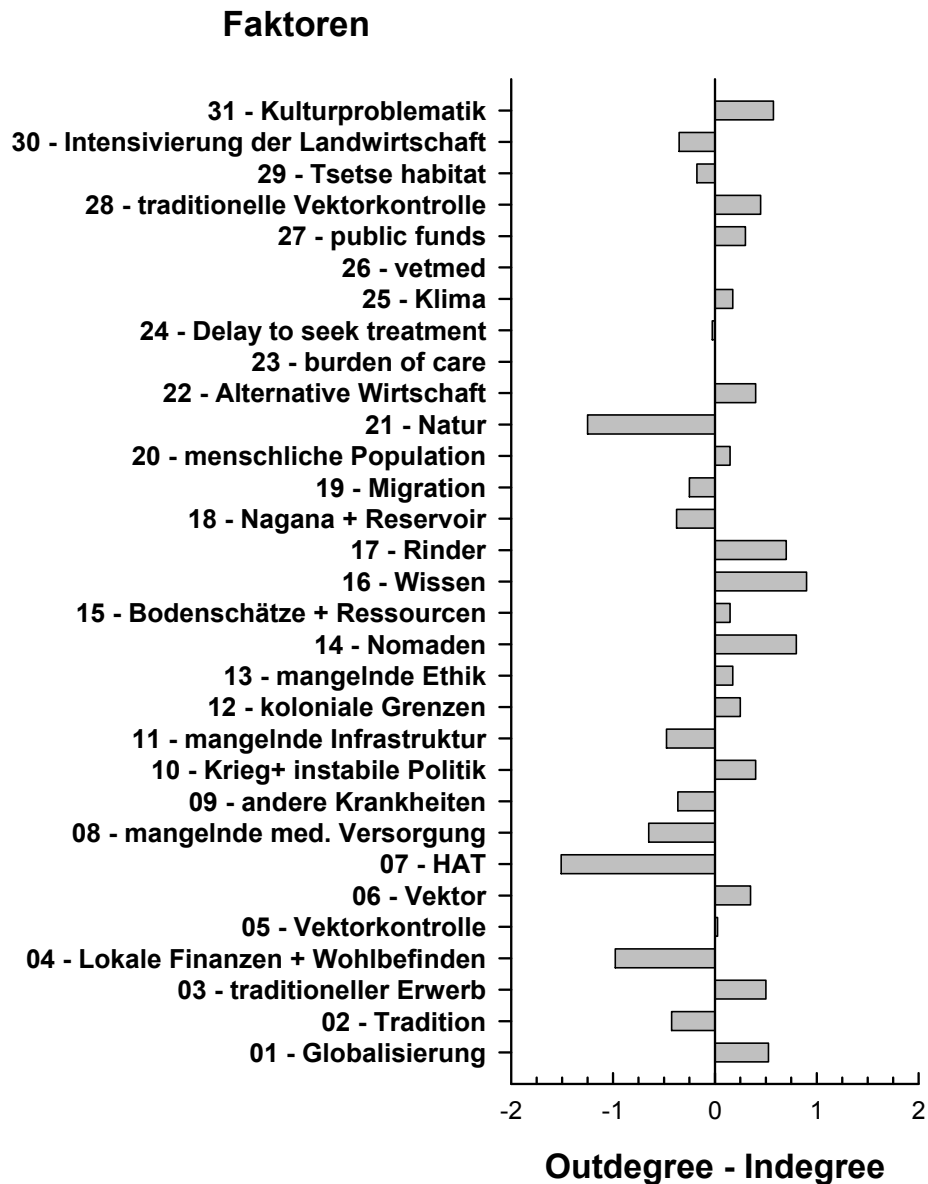


Abb. 27: Social Map - Relative Transmitter-Receivercharakteristik als Maßzahl für die Neigung eines Faktors als Transmitter oder als Receiver zu agieren. Faktoren mit negativen Werten haben hauptsächlich Receiver-Eigenschaften. Faktoren mit Positiven Werten sind durch ein Überwiegen ihrer Transmitter - Eigenschaften gekennzeichnet. Ist der Wert eines Faktors Null, so sind seine Transmitter - Reivereigenschaften ausgeglichen, das heißt er besitzt gleichwertigen In- wie Output.

Tabelle 16: Indizes der strukturellen Analyse der Social Map.

	Outdegree	Indegree	Centrality	Outdegree - Indegree	Transmitter	Receiver	Ordinary
01 - Globalisierung	1,2	0,7	1,8	0,5			1
02 - Tradition	0,5	0,9	1,4	-0,4			1
03 - traditioneller Erwerb	1,1	0,6	1,6	0,5			1
04 - Lokale Finanzen + Wohlbefinden	1,8	2,8	4,6	-1,0			1
05 - Vektorkontrolle	0,7	0,7	1,4	0,0			1
06 - Vektor	1,3	1,0	2,3	0,4			1
07 - HAT	0,5	2,0	2,5	-1,5			1
08 - mangelnde med. Versorgung	1,2	1,9	3,1	-0,7			1
09 - andere Krankheiten	0,2	0,5	0,7	-0,4			1
10 - Krieg+ instabile Politik	2,0	1,6	3,5	0,4			1
11 - mangelnde Infrastruktur	0,5	0,9	1,4	-0,5			1
12 - koloniale Grenzen	0,3	0,0	0,3	0,3	1		
13 - mangelnde Ethik	1,4	1,2	2,7	0,2			1
14 - Nomaden	1,0	0,2	1,2	0,8			1
15 - Bodenschätze + Ressourcen	0,5	0,3	0,8	0,2			1
16 - Wissen	1,3	0,4	1,7	0,9			1
17 - Rinder	1,6	0,9	2,4	0,7			1
18 - Nagana+Reservoir	0,6	0,9	1,5	-0,4			1
19 - Migration	0,2	0,5	0,7	-0,3			1
20 - menschliche Population	0,6	0,4	1,0	0,2			1
21 - Natur	0,1	1,3	1,4	-1,3			1
22 - Alternative Wirtschaft	0,7	0,3	0,9	0,4			1
23 - burden of care	0,5	0,5	0,9	0,0			1
24 - Delay to seek treatment	0,4	0,4	0,8	0,0			1
25 - Klima	0,2	0,0	0,2	0,2	1		
26 - vetmed	0,7	0,7	1,4	0,0			1
27 - public funds	0,4	0,1	0,5	0,3			1
28 - traditionelle Vektorkontrolle	0,5	0,1	0,6	0,5			1
29 - Tsetse habitat	0,2	0,3	0,5	-0,2			1
30 - Intensivierung der Landwirtschaft	0,3	0,6	0,9	-0,4			1
31 - Kulturproblematik	0,8	0,3	1,1	0,6			1
Zusammenfassung							
Anzahl der Faktoren	31						
Anzahl Transmitter	2						
Anzahl Receiver	0						
Anzahl Ordinary	29						
Anzahl der Verbindungen	108						
Verbindungen pro Faktor	3,484						
Complexity Receiver/Transmitter	0						
Density	0,117						
Hierarchie Index	0,003						

4.3. Dynamische Analyse - Szenarien

Für die dynamische Analyse wurden mehrere Szenarien berechnet. Eine Auswahl davon soll hier präsentiert und später diskutiert werden.

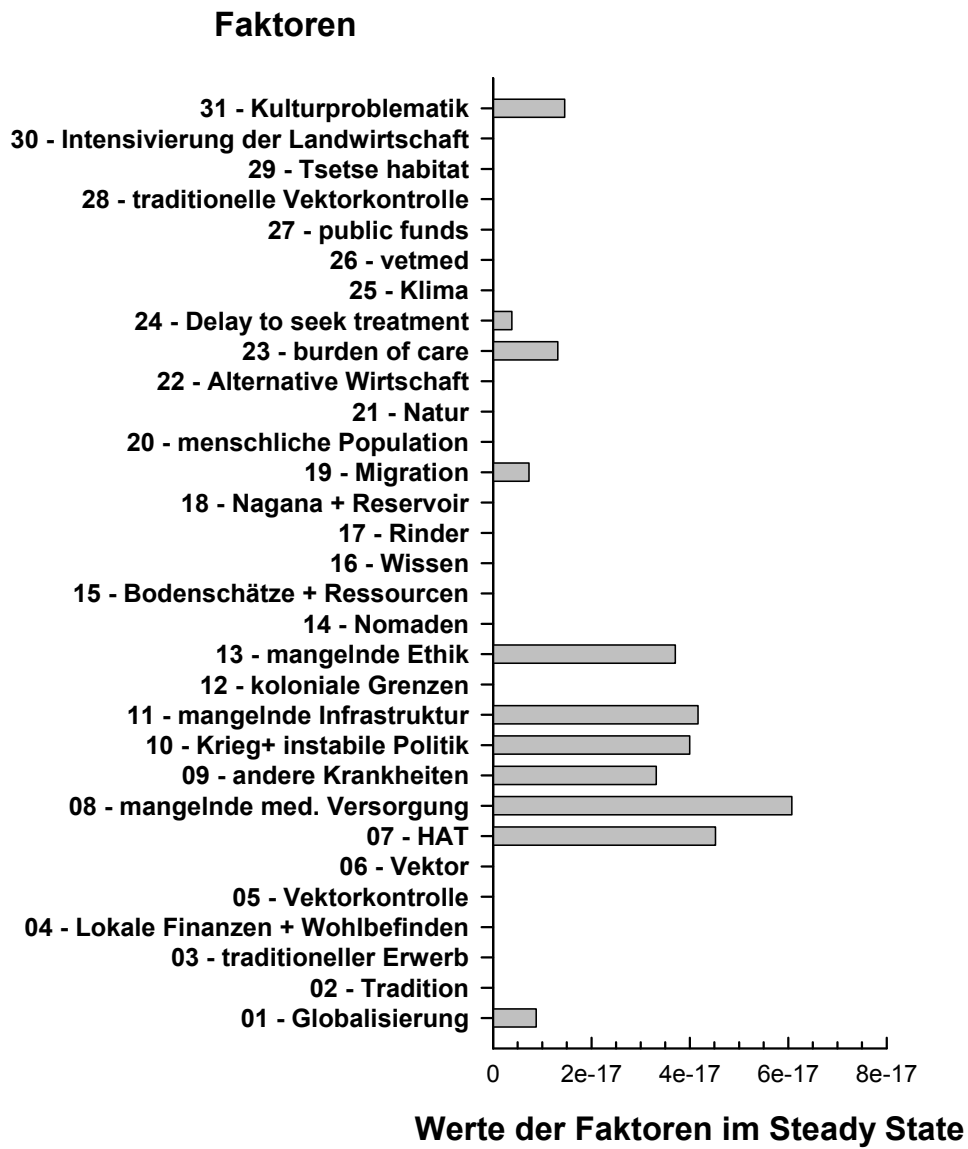


Abb. 28: Szenario 1 – Dieses Szenario zeigt den Steady State den das System erreichen wird, wenn alles so belassen wird wie es ist.

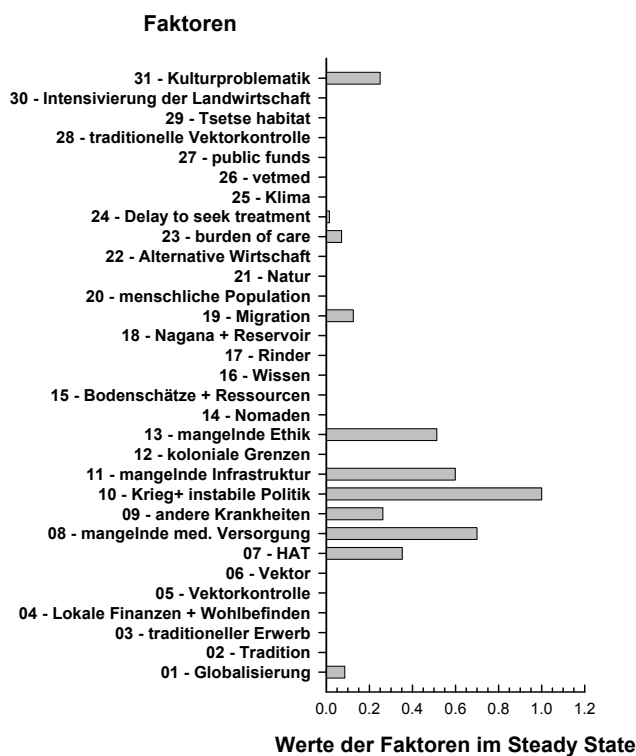


Abb. 29: Szenario 2 – Dieses Szenario zeigt den Steady State des Systems, wenn der Faktor Krieg verstärkt wird.

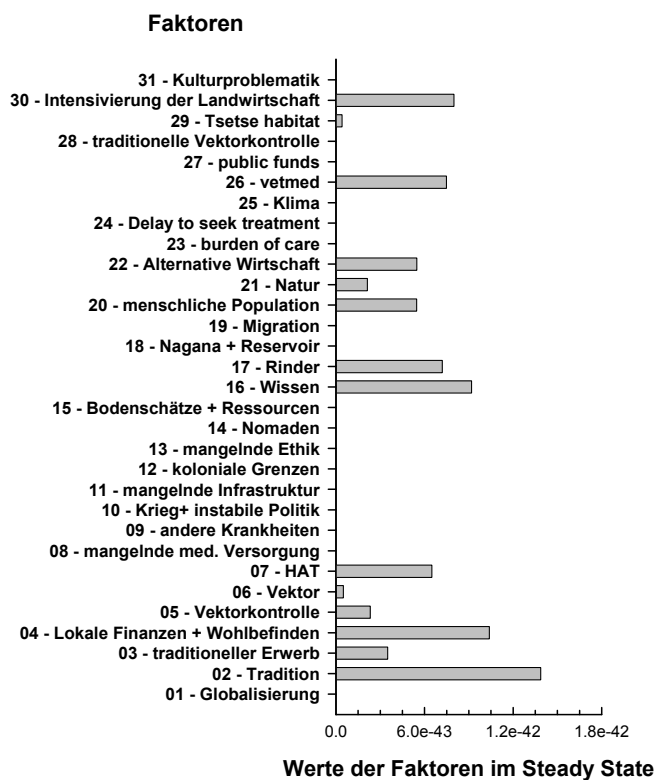


Abb. 30: Szenario 3 – Dieses Szenario zeigt den Steady State des Systems, wenn Frieden herrscht, bzw. der Faktor Krieg deaktiviert wird.

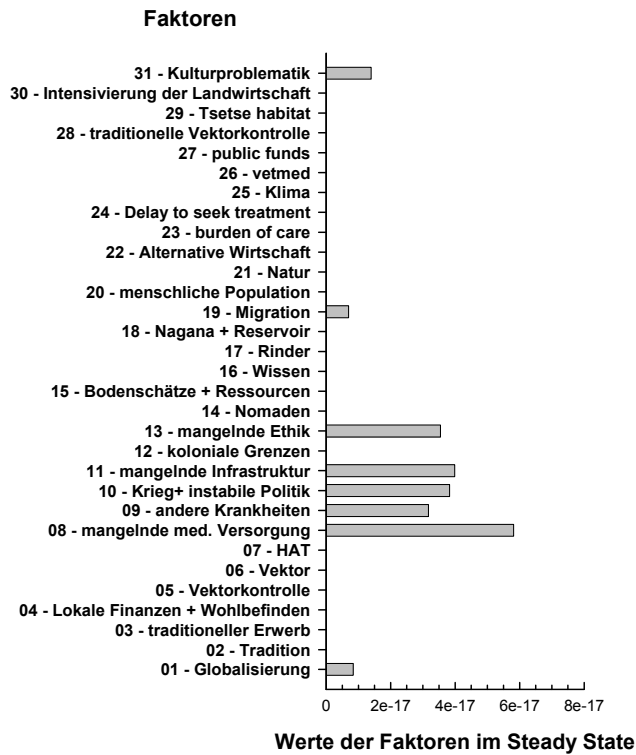


Abb. 31: Szenario 4 – Dieses Szenario zeigt den Steady State des Systems, wenn HAT, Nagana und der Vektor deaktiviert werden.

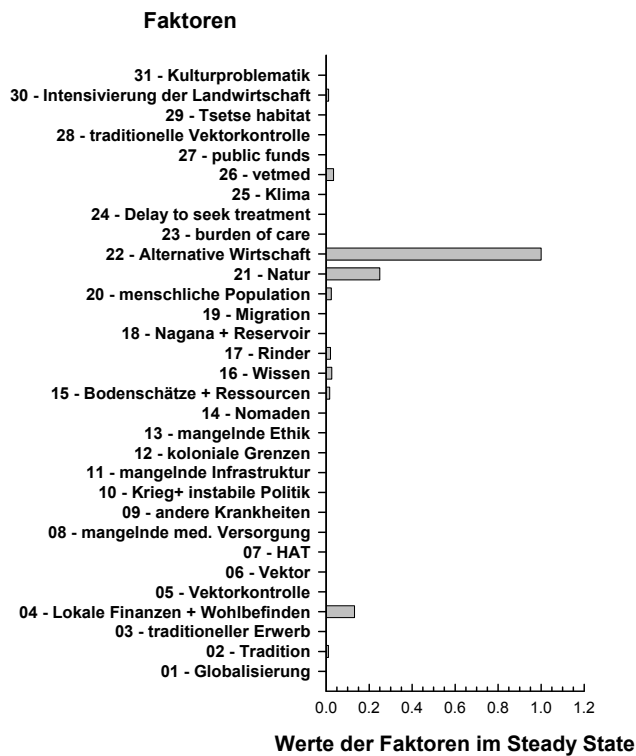


Abb. 32: Szenario 5 – Dieses Szenario zeigt den Steady State des Systems, wenn der Faktor alternative Wirtschaft aktiviert wird.

5. Diskussion

5.1. Einzelergebnisse

5.1.1. Allgemeines

Im Zuge dieser Arbeit wurden vier Modelle erstellt, welche sich alle mit den Wechselwirkungen der Parasitosen Schlafkrankheit und Nagana mit dem soziokulturellen System befassen. Es wurden mittels Fuzzy Cognitive Mapping insgesamt 106 Faktoren ausfindig gemacht, die über 195 kausale Verbindungen miteinander in Wechselbeziehungen stehen.

Die einzelnen Modelle unterscheiden sich im Inhalt deutlich voneinander, was der Verfasser auch erwartet hat. Das Ziel war es, das System aus verschiedenen Sichtweisen zu beleuchten. Dieses Ziel kann als erreicht bezeichnet werden. Alle Modelle decken unterschiedliche und ganz spezielle Bereiche ab, verlieren aber nicht den Bezug zur Fragestellung. Bei interdisziplinären Fragestellungen, bei denen man mit Sachverständigen aus verschiedenen Disziplinen arbeitet, ist es wichtig, dass sich diese die ganze Zeit über das gemeinsame Ziel vor Augen halten. Nur allzu leicht schweift sonst das Thema zu sehr in das disziplinäre Fachgebiet des jeweiligen Sachverständigen ab. Mit Hilfe des Brainstormingblatts ist es aber immer wieder gelungen, zum Kernthema zurückzukommen. Das Brainstormingblatt hat sich diesbezüglich als nützlich erwiesen, obwohl es in der Regel zu klein war. Hier müsste man sich eine bessere Lösung einfallen lassen.

5.1.2. Modell 1

Betrachtet man die dazugehörige Fuzzy Cognitive Map im Anhang und die Indizes aus der strukturellen Analyse, so erkennt man rasch den stark ausgeprägten Zusammenhang von Rindern²⁶ (29 + 30) und finanzieller Sicherheit (28). Einerseits ist dieser Zusammenhang direkter Natur, andererseits geht er indirekt über die Rinder, die

²⁶ Der Verfasser möchte im Diskussionsteil auf eine Unterscheidung der beiden Faktoren verzichten, weil es sich bei beiden grundsätzlich um Rinder handelt [Anm. d. Verfassers].

traditionell als Anlage (20) gesehen werden, sowie Rinder als Arbeitstiere (21). Beide Faktoren sind im Modell direkt und ausschließlich durch die Rinder (29 + 30) bedingt, was den zentralen Charakter des Faktors Rinder (29 + 30) unterstreicht. Hier ist auch eine wichtige Schnittstelle zu den Tsetsefliegen (34) und Trypanosomiasis (33), denn wenn es zu vermehrtem Auftreten von Nagana kommt, leiden die Rinder und damit das gesamte System darunter. Nur allzu schnell würde man schlussfolgern, dass Nagana eine Ursache für die Armut Afrikas ist, doch zeigt die relative Transmitter-Receivercharakteristik (Outdegree – Indegree) Nagana als ein Output des Systems an. Was könnte der Hintergrund davon sein? Der Verfasser macht die große Anzahl, der indirekten Wechselwirkungen dafür verantwortlich. Diese sind als eine Zahl von Rückkoppelungen in der Fuzzy Cognitive Map erkennbar. Das bedeutet, wenn man Nagana reduziert, steigen die finanziellen Möglichkeiten Nagana weiter zu reduzieren.

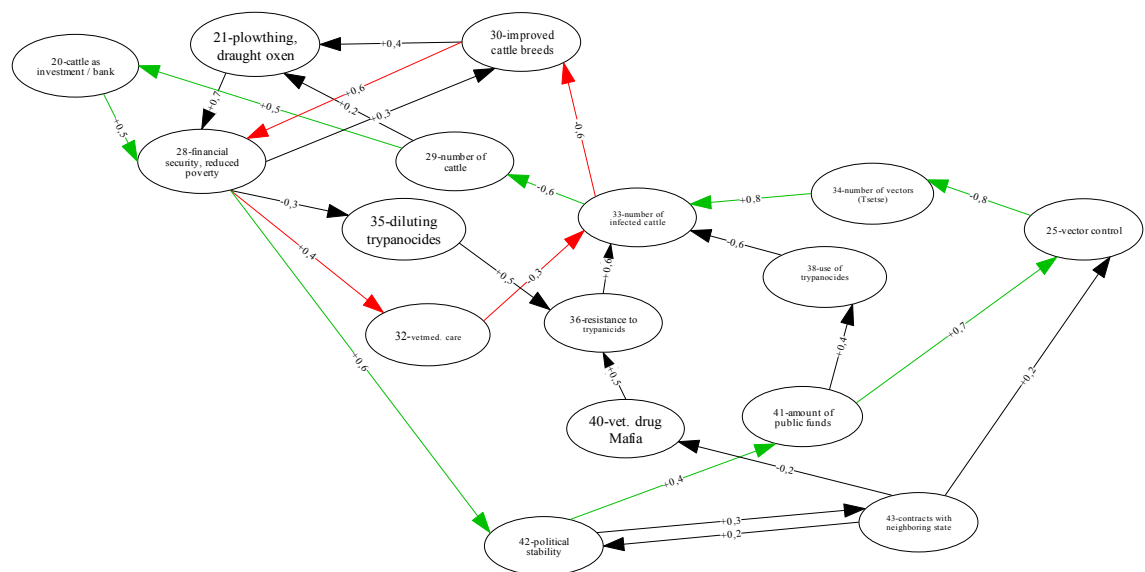


Abb. 33: Rückkoppelungsschleifen die den Zusammenhang von Armut und Nagana erklären. Zwei der zahlreichen Rückkoppelungen sind farbig herausgehoben.

An dieser Stelle sollen nur Beispiele für die zahlreichen Feedbackschleifen gegeben werden. Der Leser kann selbst weitere ausfindig machen. Es sei noch einmal auf den Methodenteil (Kapitelnummer 3.4.3.) hingewiesen wo erklärt wird, wie indirekte Verbindungen zu behandeln sind.

5.1.3. Modell 2

Der Hauptaspekt dieses Modells liegt auf kulturellen (3 + 4) und ethischen (12, 18, 26, 27 und 28) Problemen die das System prägen, sowie auf Faktoren wie Krieg (02), politischer Instabilität (05) und fehlender Infrastruktur (13). Schlafkrankheit (25) spielt strukturell eine untergeordnete Rolle. Sie beeinflusst das System kaum und ist eher ein Resultat der mangelnden Vektorkontrolle (23) und der Nomadenwanderung (8).

Interessant ist das Modell aufgrund der selten diskutierten Inhalte, welche man als Tabuthemen bezeichnen kann, die aber wahrscheinlich ein Schlüssel zu einem besseren Verständnis der Systemzusammenhänge sind.

Betrachtet man die Fuzzy Cognitive Map, so fällt auf, dass alle Faktoren, die von außen kommen, sprich, nicht direkt der lokalen afrikanischen Kultur entstammen, negativ im System wirken. Die zentralsten Faktoren allerdings sind Krieg (02) und fehlende Infrastruktur (13), die wiederum stark vom Krieg beeinflusst wird, gefolgt von Nomadenwanderung (08) die kriegerische Auseinandersetzungen (02) fördert. Der Kolonialismus hat auch heute noch Einfluss auf das System. Einerseits durch die kolonialen Grenzen (01), andererseits in moderner Ausprägung als Postkolonialkrieg (06) aufgrund der Bodenschätze und Ressourcen (07). Ruft man sich die Inhalte des Interviews wieder ins Gedächtnis, so könnte man leicht den Eindruck gewinnen, Europa und die Industriestaaten der restlichen Welt sind weniger daran interessiert zu helfen, als vielmehr ihre Macht auszubauen bzw. eine Machtposition in Afrika zu gewinnen. Ähnlich sind die wirkenden Faktoren im System zu betrachten, die sich um Entwicklungshilfe drehen. Das Expertenunwesen (28) und die damit verbundenen ungerechte Bezahlung lokaler Hilfskräfte (12), gepaart mit dem Unvermögen, um nicht zu sagen Unwillen, sich an die dort herrschende Situation anzupassen (03 + 04), scheint neben der fehlenden Infrastruktur (13) hauptverantwortlich für die schlechte medizinische Versorgung (19). Interessant ist, dass Randerscheinungen wie das Flugwesen (26) zum stärksten Output des Systems wird, ermöglicht durch Korruption (27) und ein Sicherheitsbedürfnis (04), welches durch das Wirken der Kolonialgrenzen (01) und den Postkolonialkrieg (06) und der daraus resultierenden Instabilität (02 + 05) niemals befriedigt werden kann. Es stellt sich die Frage, ob es für Afrika nicht

hilfreicher wäre, man würde es einfach sich selbst überlassen. In diesem System wäre es auf jeden Fall sinnvoll, die Nomadenwanderung zu kontrollieren, denn diese ist der größte Input im System, betrachtet man die Diagramme von Outdegree und relativer Transmitter-Receivercharakteristik.

Abschließend noch eine Bemerkung zu den Diagrammen. Es ist aufgefallen, dass das Centrality Diagramm von Modell 2 auffällig gegenüber den anderen Modellen ist. Es gibt im Vergleich relativ viele Faktoren mit ähnlich hohem Zentralitätswert und nicht wie in anderen Modellen ein bis drei Faktoren, die alle anderen weit überragen. Eine mögliche Interpretation wäre, dass die Werte ähnlich stark im System gebunden sind. Mit dem Hierarchie-Index, welcher sehr niedrig ist, dürfte es nicht zusammenhängen, weil Modell 1 einen niedrigeren Hierarchieindex bei unähnlicher Verteilung der Zentralitätswerte aufweist. Es wäre interessant diese Auffälligkeit genauer zu untersuchen.

5.1.4. Modell 3

Auffällig an diesem Modell ist die positive Wirkung der Tsetsefliege (16) auf die Biodiversität und natürliche Landschaft (17), welche zwar nicht groß aber doch von Relevanz ist. Damit steht es im Gegensatz zu allen anderen Modellen, welche die Tsetsefliege durchwegs als rein negativ einstufen. Weiters ist es ein lösungsorientiertes Modell, weil auch der Faktor alternative Wirtschaft (19) eingefügt wurde, der derzeit zwar nur in Ansätzen vorhanden ist, in Zukunft aber doch entscheidend in das Systemgeschehen eingreifen könnte.

Die beiden zentralsten Faktoren neben der Bildung (02), welche auch gleich eine Auffälligkeit in den Diagrammen darstellen, sind die günstigen lokalen Bedingungen (10) und die Biodiversität (17). Die Werte der Faktoren ähneln sich in allen Diagrammen dieses Modells. Hier jedoch einen Zusammenhang zu konstruieren, wäre falsch. Die Werte zeigen allerdings an, dass die Faktoren ähnliche Wichtigkeit haben. Sie sind auch mit großem Abstand die zwei wichtigsten Outputs des Systems, was soviel bedeutet wie: das System prägt sowohl die günstigen lokalen Bedingungen als

auch die Biodiversität, während diese beiden Faktoren nahezu keinen Einfluss auf das System haben.

Was sind hier also die treibenden Kräfte? Lokal ist es die Bildung (02), wobei Orientierungswissen gemeint ist, sowie in geringerer Weise die Tsetsefliege (16). Global sind es Krieg (04) und industrielle Macht (06), welche von außen auf das System einwirken. Diese externen Faktoren sind auch ausschlaggebend für den zwar noch immer sehr niedrigen Hierarchie-Index, der aber im Vergleich zu den anderen Modellen, doch einen gewissen „Boss“ Einfluss anzeigt. Krieg und industrielle Macht beeinflussen sich indirekt über den Faktor globale, menschengerechte Verhältnisse (05) positiv. Was bedeutet, wie auch Modell 2 beschreibt, dass die Globalisierung zu einer Instabilität in Afrika führt, was wiederum indirekt negativ auf günstige lokale Bedingungen wirkt. In diesem Modell wird dies noch durch ein aufgepfropft, nicht nachhaltiges Landwirtschaftssystem (11) gefördert.

Betrachtet man die Schlafkrankheit, so erkennt man auch hier keine hervorragende Rolle im System. Sie ist auch eher ein Output des Systems, als dass sie dieses beeinflussen würde, was durch die relative Transmitter-Receivercharakteristik ausgedrückt wird. Die Tsetsefliege ist allerdings doch relativ systembestimmend. Ob dies von Vor- oder von Nachteil ist, müsste herausgefunden werden. Wie dieses Modell durch die einerseits positive andererseits negative Wirkung der Tsetsefliegen zeigt, sollte man nicht Schwarz-Weiss malen. Wahrscheinlich gibt es auch hier kein Wahr oder Falsch, sondern je nach Position ein etwas helleres oder dunkleres Grau.

5.1.5. Modell 4

Dieses Modell ist sehr auf die afrikanische Kultur fokussiert. Auch hier gibt es zwei ähnlich zentrale Faktoren, den sozioökonomischen Status (02) und die Schlafkrankheit (07), wobei die Schlafkrankheit, betrachtet man die Diagramme, eindeutig als Output des Systems einzustufen ist. Der Verfasser sieht zwei große wirkende Kräfte im System. Einerseits sind dies administrativ-technische Faktoren wie Politik (13), Vektorkontrolle (12) und mangelnde medizinische Versorgung (04, 08, 09, 10 und 11), andererseits sind

es von der afrikanischen Kultur geprägte Faktoren wie die Familienstruktur (15), der traditionelle Erwerb (14) und die kulturelle Auffassung von Krankheit (05).

Betrachtet man die relative Transmitter-Receivercharakteristik der Faktoren, so fällt auf, dass die Treiber im System die drei Faktoren traditioneller Erwerb (14), die Familienstruktur (15) und die damit verbundenen Pflichten (16) sind. Dieses Modell bestätigt die Erwartungen des Verfassers in Hinsicht der starken soziokulturellen Abhängigkeit von Schlafkrankheit. Was allerdings weniger den Erwartungen entspricht, ist die Passivität der Schlafkrankheit im System.

Besonders interessant, wenn auch im derzeitigen Modell nicht stark wirkend, ist die indirekte Abhängigkeit der Schlafkrankheit von der kulturellen Wahrnehmung (05) der Krankheit. Je nachdem wie die Krankheit interpretiert wird, kommt es zu mehr oder weniger langen Verzögerungen was die Therapie betrifft und damit verbunden bleibt der Erkrankte ein Reservoir und kann so die Zahl der Neuinfektionen erhöhen. Wie im Interview erklärt, war dieser Faktor auch bis vor kurzem noch viel bedeutender. Erst die Erkenntnis der Überlegenheit von Biomedizin im Falle dieser Parasitose, einhergehend mit einer grundlegenden Verfügbarkeit dieser Einrichtungen hat dazu geführt, dass das traditionelle Glaubenssystem (05) an Einfluss verloren hat. Das bedeutet dann doch, wenn auch in geringerem Maß als erwartet, einen Einfluss der Schlafkrankheit auf die traditionelle afrikanische Kultur.

5.2. Social Map

In den grafischen Repräsentationen ist gut zu erkennen, dass die Social Map deutlich mehr Verbindungen pro Faktor aufweist, als dies bei den einzelnen Modellen der Fall ist. Dies hängt einerseits mit der Aggregation der Faktoren zusammen, hat aber seinen Ursprung auch darin, dass Faktoren in Fuzzy Cognitive Maps, wenn man die einzelnen Maps addiert, neue Verbindungen bilden, die in den getrennten Fuzzy Cognitive Maps nicht vorkommen. Es wäre natürlich auch interessant zu wissen, wie viele Verbindungen die Social Map hätte, wären die Einzelmaps nicht vor der Addition

aggregiert worden. Abhängig wäre die Anzahl der neuen Verbindungen in einem solchen Fall von der Anzahl der Faktoren, die in allen Einzelmaps vorkommen.

In der Social Map, vor allem in der Version mit den ausschließlich starken Verbindungen, lassen sich die Wechselwirkungen der einzelnen Faktoren gut nachverfolgen. Der hohe Outdegree von Krieg und instabiler Politik (10) ist durch den starken Eigeneinfluss des Faktors erklärbar, aber auch ohne diesen ist Krieg ein wichtiger Faktor im System. Der zentralste Faktor und insgesamt einer der wichtigsten Faktoren im System sind die lokalen Finanzen und das Wohlbefinden (04), was schon bei den einzelnen Modellen aufgefallen ist. Hier spielt jedoch eher die Anzahl der zahlreichen schwächeren Einflüsse eine Rolle. Einzig der traditionelle Erwerb (03) beeinflusst das lokale Wohlbefinden (04) als Einzelfaktor massiver, was auf die vorherrschende Subsistenzwirtschaft zurückzuführen ist.

Betrachtet man die Schlafkrankheit (07), so erkennt man aus den Indizes der strukturellen Analyse, dass diese einer der stärksten Outputs des Systems ist. Sowohl der Indegree als auch die relative Transmitter-Receivercharakteristik sind hoch. Das bedeutet aber auch, dass die Schlafkrankheit kein systembestimmender Faktor ist. Einzig auf den Leidensdruck innerhalb der Familie (23) hat sie größeren Einfluss.

Nicht überraschend sind die mangelnde medizinische Versorgung (08) und das Vorkommen des Vektors (06) die zwei wichtigsten Faktoren die Schlafkrankheit (07) betreffend. Interessant sind jedoch die Ursachen für die schlechte medizinische Versorgung. Während der Verfasser mit mangelnder Infrastruktur (11) sowie Krieg und politischer Instabilität (10) als Ursachen gerechnet hat, gehören mangelnde Ethik (13) und Wissen (16) nicht zu den Faktoren, die als Ursache erwartet wurden. Gerade die mangelnde Ethik ist dafür aber in diesem Modell die Hauptursache. Gefährlich für das System ist dieser Faktor aus einem weiteren Grund. Zwischen dem Faktor Krieg und instabiler Politik (10) und dem Faktor mangelnde Ethik (13) besteht eine Rückkoppelung. Diese beiden Faktoren schaukeln sich im System gegenseitig auf und dürften somit eine Gewichtung im System bekommen, die mittels der strukturellen Analyse nicht erkannt werden kann. Ähnlich, wenn auch nicht von gleicher Wichtigkeit

für das System, dürften die Rückkoppelungen von Migration (19) und dem lokalen Wohlbefinden (04) sowie von der verzögerten Behandlung (24) und dem lokalen Wohlbefinden (04) sein.

Mit Sicherheit im System unterrepräsentiert sind die anderen Krankheiten (09). Dies ist auf den Fokus der Fragestellung zurückzuführen. Würde man die anderen Krankheiten, allen voran Malaria und Durchfallerkrankungen, in die Fragestellung miteinbeziehen, so würde dieser Faktor bedeutend stärkere Gewichtung bekommen, was auch in manchen Interviews thematisiert wurde.

Um noch einmal kurz auf die mangelnde Ethik (13) zurückzukommen; einer der Hauptgründe für diesen Faktor dürfte die Kulturproblematik (31) sein. Diese ist ein Faktor der von außen in das System hineingetragen wird. Hier sind vor allem die Hilfsorganisationen und Bildungseinrichtungen der sogenannten „Ersten Welt“ angehalten, Verantwortung zu übernehmen und Abhilfe zu schaffen.

Mit den Zusammenhängen von Nagana im System soll dieser Abschnitt abgeschlossen werden. Auch Nagana (18) ist wie die Schlafkrankheit (07) eher ein Output des Systems als systembestimmend. Der negative Einfluss auf die Anzahl der Rinder (17) und damit indirekt auf den Faktor Tradition (02) ist aber doch relativ stark gegeben. Positiv zeigt sich ein indirekter Einfluss auf die Natur Afrikas, wobei man mit einer solchen Aussage vorsichtig sein sollte. Hier wäre es sinnvoll vorher gezielt mit einer Fragestellung in dieser Richtung, die Zusammenhänge zu analysieren.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sowohl Schlafkrankheit als auch Nagana im soziokulturellen System Afrikas verwoben sind. Durch die Social Map ist aber klar geworden, dass die Manifestation und die Auswirkungen dieser Krankheiten eher vom afrikanischen System geprägt sind als umgekehrt. Es wurde aber in der Systemanalyse klargestellt, dass, wenn auch indirekt, Wechselwirkungen zwischen den beiden Parasitosen und der afrikanischen Kultur bestehen. Weiters konnten diese Wechselwirkungen konkretisiert werden und zeigen auch einige Abhängigkeiten von globalen Faktoren.

5.3. Dynamische Analyse

Die Ergebnisse der dynamischen Analyse entziehen sich durch die mangelnde Erfahrung des Verfassers leider einer ausführlichen Diskussion. Es wurden sehr viele Berechnungen mit verschiedenen Szenarien und mit verschiedenen Varianten von Normalisierung der Matrix der Social Map durchgeführt. Immer wieder glaubte der Verfasser, er habe es mit besonders interessanten Resultaten zu tun, die auch Sinn machen, doch ist dem Verfasser bewusst, dass Wissenschaft, speziell die Naturwissenschaften, nicht viel mit Glauben gemeinsam haben. Daher möchte er nur sehr vorsichtige Interpretationen zu diesen Ergebnissen äußern.

Die Szenarien, die sich mit Krieg und Instabilität befassen zeigen bei Anheben von Krieg und Instabilität ein generelles Anwachsen der Werte von Faktoren, die das System negativ beeinflussen. Krieg und Instabilität lässt gewisse Faktoren an Wichtigkeit im Vergleich zu anderen gewinnen. Dies wird deutlich wenn man die Diagramme der Szenarien für „kein Krieg“ und „viel Krieg“ miteinander vergleicht. Die Faktoren, die im Kriegsfall eine große Rolle spielen, sind gerade die Faktoren, die im Fall von Frieden und Stabilität, keinerlei Gewichtung haben und umgekehrt. Es scheint also, als würden durch Krieg und Instabilität ganz andere Mechanismen aktiviert. Einzig die Schlafkrankheit ist immer aktiviert.

Was heißt das konkret im Bezug zur Fragestellung? Wenn es im System Frieden gibt, steigt die relative Wichtigkeit von Schlafkrankheit im Vergleich zu den anderen aktiven Faktoren. Dies scheint logisch, denn die Wahrscheinlichkeit durch Gewalt, die im Krieg häufig ist, umzukommen, ist bedeutend höher, als an Schlafkrankheit zu sterben. Demnach spielt Schlafkrankheit im Kriegszustand eine untergeordnete Rolle. In genau gegenteiliger Weise kann man die relative Bedeutung von Schlafkrankheit im Frieden deuten.

Die unterschiedlichen Wertebereiche sind ein Resultat der Eingangswerte von Krieg und Instabilität. Einmal bekommt der Faktor den Wert null und gibt diesen an die Fuzzy Cognitive Map weiter, im anderen Szenario bekommt er den Wert eins und gibt ihn weiter. Die Diagramme geben also in erster Linie die relative Wichtigkeit einzelner

Faktoren im jeweiligen Szenario an. Trotzdem kann man über die Aktivierungen Schlüsse über ein Anwachsen oder Abfallen eines Wertes ziehen. Die Aktivierung von Schlafkrankheit im Kriegszustand ist deutlich höher als im Szenario des Friedens. Dies ist nicht direkt in Realwerte umzusetzen, wie bereits im Methodenteil beschrieben. Es zeigt aber den Trend, dass Schlafkrankheit bei Krieg zunimmt und nur die relative Aktivierung im Vergleich zu den anderen aktivierten Faktoren abnimmt.

Der Trend an sich ist mit realen Trends sehr wohl verifizierbar. Berang Ford (2007), hat die Zusammenhänge von Zivilkonflikten und Schlafkrankheit beschrieben. Abb. 27, die aus dieser Beschreibung entnommen wurde, dient als Vergleich mit den Ergebnissen der dynamischen Analyse.

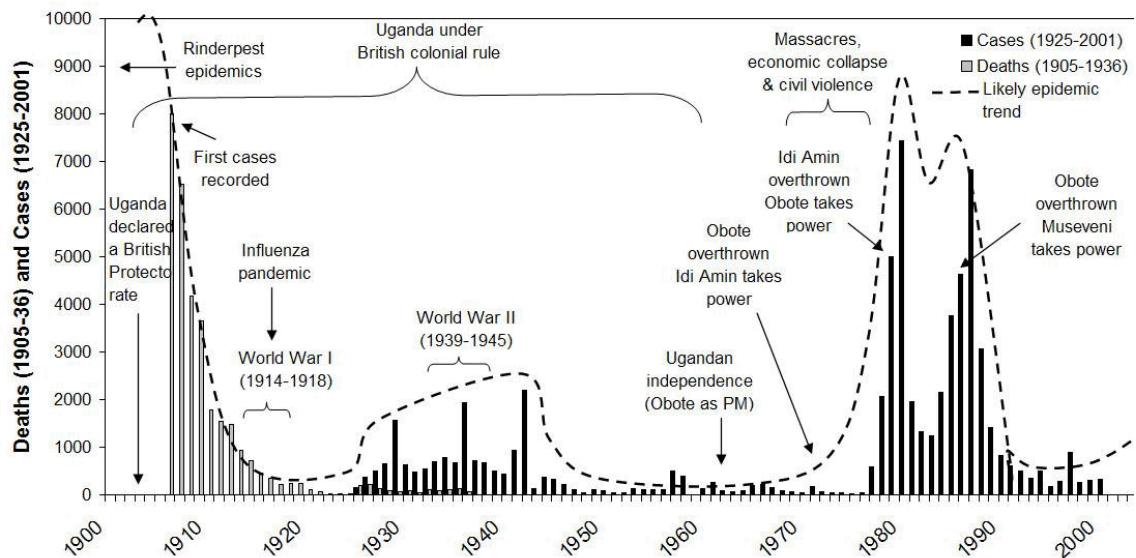


Abb. 34: Koinzidenz von Zivilkonflikten und Schlafkrankheit in Uganda.

Vergleicht man Szenario 4, wo HAT, Nagana und der Vektor deaktiviert wurden, mit Szenario 1 (ohne Veränderungen), so erkennt man, dass dies kaum Veränderungen im System zur Folge hat. Dies verdeutlicht und bestätigt die Aussage der strukturellen Analyse, in der die Parasitosen ein Output des Systems sind und selbst wenig Einfluss auf das System ausüben. Es wäre jedoch interessant eine bedeutend größere Stichprobe, vor allem auch mit selbst betroffenen Personen zu verwenden. Dies könnte unter Umständen zu anderen Erkenntnissen führen.

Szenario 5 zeigt, wie groß der Einfluss von alternativer Wirtschaft auf das System sein könnte. Es werden vor allem die im System positiv wirkenden Faktoren verstärkt. Interessant sind auch die Auswirkungen auf die Parasitosen. Diese scheinen zu verschwinden. Es ist allerdings anzumerken, dass dieses Szenario rein fiktiver Natur ist, doch wäre in dieser Richtung weiter zu forschen.

5.4. Ausblick

Berücksichtigt man die Literatur über diese Methode, ist diese Arbeit der erste Versuch, Fuzzy Cognitive Mapping im interdisziplinären Feld von Ethnologie, Medizin, Parasitologie und Ökologie anzuwenden. Fuzzy Cognitive Mapping hat sich als geeignete Methode für die Fragestellung erwiesen. Die zahlreichen Ergebnisse dieser Arbeit sind jedoch in Form einer Diskussion innerhalb dieser Diplomarbeit nicht in ihrer Gesamtheit zu bewältigen. Sie wären ein idealer Ausgangspunkt für eine Dissertation.

Ein Problem der Methode ist es, keine konditionalen Zusammenhänge beschreiben zu können. Konditionalität tritt in natürlichen Systemen sehr häufig auf. Auch in den für diese Arbeit angefertigten Fuzzy Cognitive Maps, wurden bei der Analyse Konditionalbeziehungen entdeckt. Fraglich ist, inwieweit sie Einfluss auf die Ergebnisse haben. Es bleibt abzuwarten, wie die derzeit im Entstehen begriffenen Derivate von Fuzzy Cognitive Mapping mit Konditionalität umgehen können.

Vor allem der partizipative Charakter der Methode, durch den sich Sachverständige verschiedener Richtungen wie auch wissenschaftliche Laien an wissenschaftlichen Forschungen beteiligen können, dürfte gerade in Hinblick auf ein Anwachsen von inter- und transdisziplinären Forschungsthemen in vielerlei Hinsicht interessant sein.

In der Fragestellung dieser Arbeit, wäre das Miteinbeziehen von konkret betroffenen Personen, afrikanischen Heilern, wie auch in den betroffenen Regionen tätigen NGOs und Ärzten sicher von hohem Wert für neue Ergebnisse.

Der Verfasser geht davon aus, dass der Ansatz dieser Arbeit auch für andere Themen im Bereich Public Health besonders in Verknüpfung mit Social Ecosystem Health einen wichtigen Beitrag leisten kann.

6. Literaturverzeichnis

Aguilar J (2005) A Survey about Fuzzy Cognitive Maps Papers. *International Journal of Computational Cognition* 3(2):27-32

Arroz J O L (1987) Melarsoprol and reactive encephalopathy in *Trypanosoma brucei rhodesiense*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 81:192
 Sekundärliteratur in Bouteile B (2003) Treatment perspectives for human african trypanosomiasis. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. *Fundamental & Clinical Pharmacology* 17(2):171-181

Arroz J, Djedje M (1988) Suramin and metronidazole in the treatment of *Trypanosoma brucei rhodesiense*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 82: 421

Atawodi S E, Ameh D A, Ibrahim S, Andrew J N, Nzelibe H C, Onyike E O, Anigo K M, Abu E A, James D B, Njoku G C, Sallau A B (2002) Indigenous knowledge system for treatment of trypanosomiasis in Kaduna State of Nigeria. *Journal of Ethnopharmacology* 79(2):279-282

Atouguia J, Costa J, (1999) Therapy of human African trypanosomiasis: current situation. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 94(2):221-24 “The existing approved drugs are old, toxic and/or expensive.”

Axelrod R (1976) *Structure of decision: The cognitive Maps of political Elites*. Princeton University Press, Princeton

Barrett M P (2006) The rise and fall of sleeping sickness. *The Lancet* 367(9520):1377-1378

Barrett M, Burchmore R, Stich A, Lazzari J, Frasch A, Cazzulo J, Krishna S (2003) The trypanosomiasis. *The Lancet* 362:1472+1473 “The name sleeping sickness was coined because of early recognition of diurnal somnolence and nocturnal insomnia in some patients, although overall sleep time is unaltered.”

Berang Ford L (2007) Civil conflict and sleeping sickness in Africa in general and Uganda in particular. *Conflict and Health* 2007 1:6

Bitonti A J, Mc Cann P P, Sjoerdsma A (1986) Necessity of antibody response in the treatment of African trypanosomiasis with alpha-difluoromethylornithine. *Biochem. Pharmacol.* 35:331–334 Sekundärliteratur in Bouteille B (2003) Treatment perspectives for human african trypanosomiasis. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. *Fundamental & Clinical Pharmacology* 17(2):171-181

Bourn D, Reid R, Rogers D, Snow B, Wint W (2001) Environmental Change and the Autonomous control of Tsetse and Trypanosomosis in Sub-Saharan Africa. Environmental Research Group Oxford Limited, Information Press Limited, Oxford, UK, 248 ff.

Bouteille B, Oukem O, Bisser S, Dumas, M (2003) Treatment perspectives for human african trypanosomiasis. *Fundamental & Clinical Pharmacology* 17(2):171-181

Brun R, Schumacher R, Schmid C, Kunz C, Burri, C (2001) The phenomenon of treatment failures in Human African Trypanosomiasis. *Tropical Medicine & International Health* 6(11):906-914

Buede D M, Ferrell D O (1993) Convergence in problem solving: a prelude to quantitative analysis. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics* 23:746–765

Burri C, Nkunku S, Merolle A, Smith T, Blum J, Brun R (2000) Efficacy of a new, concise schedule for melarsoprol in treatment of sleeping sickness caused by *Trypanosoma brucei gambiense*: a randomised trial. *The Lancet* 355:1419-1425

Checchi F, Piola P, Ayikoru H, Thomas F, Legros D, Priotto G (2007) Nifurtimox plus Eflornithine for Late-Stage Sleeping Sickness in Uganda: A Case Series. *Neglected Tropical Diseases* 1(2):e64

Clerinx J, Taelman H, Bogaerts J, Vervoort T (1998) Treatment of late stage rhodesiense trypanosomiasis using suramin and eflornithine: report of six cases. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 92:449–450

Collins J M, Klecker R W Jr, Yarchoan R, Lane H C, Fauci A S, Redfield R R, Broder S, Myers C E (1986) Clinical pharmacokinetics of suramin in patients with HTLV-III/LAV infection. *The Journal of Clinical Pharmacology* 26:22

Conner RJ (1994) The impact of nagana. *Onderstepoort journal of veterinary research* 61(4):379

Contreras J, Paz J P, Amaya D, Pineda A (2007) Realistic Ecosystem modelling with Fuzzy Cognitive Maps. *International Journal of Computational Intelligence Research* 3(2):139-144

Coulaud J, Caquet R, Froli G, Saimot G, Pasticier A, Payet M. (1975) Severe renal and pancreatic complications during treatment with pentamidine in African trypanosomiasis. *Annales du medicine interne* 126(8-9):665-669
 Sekundärliteratur in Bouteile B (2003) Treatment perspectives for human african trypanosomiasis. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. *Fundamental & Clinical Pharmacology* 17(2):171-181

Crump A J, Brady J (1979) Circadian activity patterns in three species of tsetse fly: *Glossina palpalis*, *austeni* and *morsitans*. *Physiological Entomology* 4:311-318

Dickerson A, Kosko B (1993) Virtual Worlds as Fuzzy Cognitive Maps. *Virtual Reality Annual International Symposium, IEEE*:471-477

Docampo R, Moreno S N J (2003) Current chemotherapy of human African trypanosomiasis. *Parasitology Research* 90:10-13 "Trypanosomal resistance to suramin has not been a serious problem after 80 years of treating trypanosomiasis with it."

Dönges J (1980) *Parasitologie*. 1. Auflage, Thieme, Stuttgart

Dönges J (1988) *Parasitologie*. 2. überarbeitete Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart

Eden C, Ackerman F, Cropper S (1992) The analysis of cause maps. *J. Manage.* 29:309–323

Etchegorry M Gastellu, Helenport J P, Pecoul B, Jannin J, Legros D (2001) Availability and affordability of treatment for Human African Trypanosomiasis. *Tropical Medicine & International health* 6(11):957-959 "Treatment differs according to the stages, related to the capacity for the drug to go through the blood–brain barrier. It may also differ according to the parasite."

Foulkes J R (1996) Metronidazole and suramin combination in the treatment of arsenical refractory Rhodesian sleeping sickness – a case study. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 90:422

Gadamer H G (1975) *Wahrheit und Methode*. 4. Auflage, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen 252 f

Giffin B F, Mc Cann P P, Bitonti A J, Bacchi C J (1986) Polyamine depletion following exposure to DL-alpha-difluoromethylornithine both in vivo and in vitro initiates morphological alterations and mitochondrial activation in a monomorphic strain of *Trypanosoma brucei brucei*. *J. Protozool* 33:238–243
 Sekundärliteratur in Bouteile B (2003) Treatment perspectives for human african trypanosomiasis. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. *Fundamental & Clinical Pharmacology* 17(2):171-181

Gouteux J P, Kounda Gboumbi J C, Noutoua L, D'Amico F, Bailly C, ROUNGOU J B, (1993) Man-fly contact in the Gambian trypanosomiasis focus of Nola-Bilolo (Central African Republic). *Tropical medicine and parasitology* 44(3):213 “the man-fly contact differs considerably according to the species”

Hage P, Harary F (1983) *Structural Models in Anthropology*. Oxford University Press, New York

Hagiwara M (1992) Extended fuzzy cognitive maps. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems* 8-12:795 – 801

Harary F, Norman R Z, Cartwright D (1965) *Structural Models: An Introduction to the Theory of Directed Graphs*. John Wiley & Sons, Inc, New York, London, Sydney

Hargrove J W, Brady J (1992) Activity rhythms of tsetse flies (*Glossina* spp.) (Diptera Glossinidae) at low and high temperatures in nature. *Bulletin of Entomological Research* 82:321-326

Imperato PJ, Fofana B, Sow O (1976) Incidence of and beliefs about trypanosomiasis in the Senegal River Basin. *Acta Tropica* 33(3):223-228

Isak K (2008) Investigating Fuzzy Cognitive Mapping as a participatory tool for landscape modeling. MSc Thesis in Landscape Management; Stud. scient. Kirsten Grovermann Qvist Isak, LKF 0500, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen September 2008

Kandasamy V, Smarandache F (2003) *Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps*. Xiquan Phoenix; ISBN: 978-1-931233-76-7; online 14.10.2004: <http://arxiv.org/ftp/math/papers/0311/0311063.pdf>

Keisera J, Burri C, Stich A (2001) New drugs for the treatment of human African trypanosomiasis: research and development. *Trends in Parasitology* 17(1):42-49

Kennedy P G E (2006) Human African trypanosomiasis–neurological aspects. *Journal of Neurology* 253:412 “in the final stages uncontrollable urges to sleep”

Kosko B (1986) Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies* 1:65–75

Kosko B (1987) Adaptive inference in fuzzy knowledge networks. In: *Proceedings of the First IEEE International Conference on Neural Networks (ICNN-86)*. San Diego, CA 261–268

Kosko B (1992) *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ

Kosko B (1993) *fuzzy logisch – Eine neue art des Denkens*. Aus dem englischen von Ernst Peter Fischer übersetzt, Carlsen Verlag GmbH, Hamburg

Kvale S, Brinkmann S (2008) *Inter Views, Learning The Craft Of Qualitative Research Interviewing*. Sage Publications Ltd. London

Legros D, Ollivier G, Gastellu-Etcheberry M, Paquet, C, Burri, C, Jannin J, Büscher P (2002) Treatment of human African trypanosomiasis – present situation and needs for research and development. *The Lancet Infectious Diseases* 2:437-440

Lucius R, Lood-Frank B (2008) *Biologie von Parasiten*. 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg

Lucius R, Loos-Frank B (1997) *Parasitologie: Grundlagen für Biologen, Mediziner und Veterinärmediziner*. Spectrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin

Lyons M (1992) *The Colonial Disease – A social history of sleeping sickness in northern Zaire, 1900-1940*. Cambridge University Press, Cambridge

MacDonald N (1983) *Trees and Networks in Biological Models*. John Wiley and Sons, New York

Magona J W, Walubengo J, Olaho-Mukani W (2004) Knowledge and attitudes of cattle owners regarding trypanosomosis control in tsetse-infested areas of Uganda. *Journal of South African Veterinary Association*, 75(4):173-176

Matete G O, Kisivuli J A (2004) Paediatric sleeping sickness in Kenya: A case report. *African Journal of Health Sciences* 11(1&2):70

Mattes D (1988) *Tierische Parasiten: Biologie und Ökologie*. Verlag Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden

McNeil D, Freiberg P (1994) *Fuzzy Logic: Die unscharfe Logik erobert die Technik*. Droemer Knaur, Muenchen 17

Mehlhorn H, Piekarski G (1995) *Grundriß der Parasitenkunde*. 4. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York

Miezan T W, Bronner U, Doua F, Cattand P, Rombo L (1994) Long-term exposure to *Trypanosoma brucei gambiense* to pentamidine in vitro. *Transactions of the Royal Society Tropical Medicine and Hygiene* 88/3:332-333

Milord F, Pépin J, Loko L, Ethier L, Mpia B (1992) Efficacy and toxicity of eflornithine for treatment of *Trypanosoma brucei gambiense* sleeping sickness. *Lancet* 340:652–655

Neujean G (1950) Contribution à l'étude des liquides rachidiens et céphaliques dans la maladie du sommeil à *Trypanosoma gambiense*. *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale* 30:1125–1387
 Sekundärliteratur in Bouteile B (2003) Treatment perspectives for human african trypanosomiasis. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. *Fundamental & Clinical Pharmacology* 17(2):171-181

Nok A J, Ibrahim S, Arowosafe S, Longdet I, Ambrose A, Onyenekwe P C, Whong C Z (1994) The trypanocidal effect of Cannabis sativa constituents in experimental animal trypanosomiasis. *Veterinary And Human Toxicology* 36(6):522-524

Nok AJ, Williams S, Onyenekwe PC (1996) Allium sativum-induced death of African trypanosomes. *Parasitology Research* 82(7):634-637

Ormerod W E (1991) Hypothesis: the significance of Winterbottom's sign. *The Journal of tropical medicine and hygiene* 94(5):338-340

Özesmi U, Özesmi SL (2004) Ecological models based on people's knowledge: a multi step fuzzy cognitive approach. *Ecological Modelling* 176:43-64

Pepin J, Khonde N (1996) Relapses following treatment of early-stage Trypanosoma brucei gambiense sleeping sickness with a combination of pentamidine and suramin. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 90:183–186

Pepin J, Ethier L, Kazadi C, Milord F, Ryder R (1992) The impact of human immunodeficiency virus infection on the epidemiology and treatment of Trypanosoma brucei gambiense sleeping sickness in Nioki, Zaire. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 47:133–140

Pepin J, Milord F (1994) The treatment of human African trypanosomiasis. *Advances in Parasitology* 33:1-47 Sekundärliteratur in Docampo R, Moreno S N J, (2003) Current chemotherapy of human African trypanosomiasis. *Parasitology Research* 90:10-13

Picozzi K, Fevre E M, Odiit M, Carrington M, Eisler M C, Maudlin I, Welburn S C, (2005) Sleeping sickness in Uganda: a thin line between two fatal diseases. *BMJ-Clinical research ed.* 331(7527):1238-1241

Roberts F S (1976) The questionnaire method. In: Axelrod R (Editor) (1976) *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey 333–342

Rosell S (1997) A new effective means of bioprospecting; entire rain forests can be screened at the laboratory. *Lakartidningen* 51-52:4938-4941

Sandell K (1996) Sustainability in theory and practice: a conceptual framework of eco-strategies and a case study of low-resource agriculture in the dry zone of Sri Lanka. In: Hjort-af-Ornäs A (Editor) *Approaching Nature from Local Communities: Security Percieved and Achieved*. Linköping University, Linköping, Sweden 163–197

Schneider M, Shnaider E, Knadel A, Chew G (1996) Automatic construction of FCMs. *Fuzzy Sets and Systems* 93:161-172

Simarro P P, Asumu P N (1996) Gambian trypanosomiasis and synergism between melarsoprol and eflornithine: first case report. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 90:315

Simon H A (1996) *The Science of the Artificial*. The MIT Press, Cambridge, MA 185

Tsadiras A K, Margaritis K G (1997) Cognitive Mapping and Certainty Neuron Fuzzy Cognitive Maps. *Information Sciences* 101(1):109-130(22)

Tolman E C (1948) Cognitive Maps in Rats and Men. *The Psychological Review*, 55(4):189-208 ; (online am15.6.2008):
<http://psychclassics.yorku.ca/Tolman/Maps/maps.htm>

Van Nieuwenhove S (1999) Present strategies in the treatment of human African trypanosomiasis (Chapter 15). in: Dumas M, Bouteille B, Buguet A (Eds.) *Progress in human African trypanosomiasis, sleeping sickness*. Springer-Verlag, Paris, France S. 253–280.

Wang C C (1995) Molecular mechanisms and therapeutic approaches to the treatment of African trypanosomiasis. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology* 35:93-127

WHO (1998) Control and Surveillance of African Trypanosomiasis. World Health Organisation Technical Report Series No. 881

Wrightson M T (1976) The documentary coding method. In: Axelrod R (Editor) (1976) *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey 291–332

Zadeh L (1962) From Circuit Theory to Systems Theory. *Proceedings of the Institution of Radio Engineers* 50:857

Zhenbang L, Lihua Z (2007) Advanced Fuzzy Cognitive Maps Based on OWA Aggregation. *International Journal of Computational Cognition* 5(2): 31-34

Online:

Division of Parasitic Diseases (online am 21.11.2005):
http://www.cdc.gov/Ncidod/dpd/parasites/trypanosomiasis/factsht_wa_trypanosomiasis.htm#Symptoms

emedicine (online am 17.8.2008): <http://www.emedicine.com/med/topic2140.htm>

infektionsbiologie.ch (online am 21.11.2005):
http://www.infektionsbiologie.ch/seiten/modellparasiten/seiten/trypanosoma/steckbrief_tryps.html

Infektionsnetz (online 30.10.2008):
<http://www.infektionsnetz.at/view.php?name=AntiparasitaerPentamidin>

Internet Movie Database (online am 3.10.2006): <http://www.imdb.com/title/tt0220485/>

Mls K *FROM CONCEPT MAPPING TO QUALITATIVE MODELING IN COGNITIVE RESEARCH*. University of Hradec Kralove, Czech republic, Email: karel.mls@uhk.cz , www.uhk.cz, (online am 11.2.2008): <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-159.pdf>

Med1.de (online am 31.8.2008):
<http://www.med1.de/Laien/Krankheiten/Tropen/Trypanosomiasis/#03>

Médecins Sans Frontières (MSF) (online 12.1.2006): <http://www.accessmed-msf.org/documents/ssfactsheet.pdf#search=%22sleeping%20sickness%20stages%22>

Médecins Sans Frontières (MSF) (online am 30.10.2008):
<http://www.doctorswithoutborders.org/news/sleepingsickness/index.cfm>

Medizininfo (online am 17.8.2008):
<http://www.medizininfo.com/infektionen/parasiten/schlafkrankheit.shtml>

Medline Plus (online am 21.11.2005):
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/druginfo/uspdi/202759.html>

Medlink (online am 30.10.2008): <http://www.medlink.com/medlinkcontent.asp>
 Hinweis -> search for: trypanosomiasis

Prinz A (online 12.6.2008):
<http://www.univie.ac.at/ethnomedicine/PDF/Ethnomedizin.pdf>

Prinz A (online am 6.8.2008): <http://www.suedwind-magazin.at/start.asp?artid=4411&ausg=200702&b=0&artart=>

Tsetse.org^a (online am 30.10.2006): <http://www.nri.org/tsetse/FAQ/findhost.html>

Tsetse.org^b (online am 1.11.2008) <http://www.nri.org/tsetse/FAQ/active.html>

Tsetse.org^c (online am 30.10.2008): <http://www.nri.org/tsetse/FAQ/tryplife.htm>

Tsetse.org^d (online am 30.10.2008): <http://www.nri.org/tsetse/FAQ/tyrpsymp.htm>

WHO (online am 30.10.2008): <http://who.int/inf-pr-2001/en/pr2001-23.html>

Wikipedia (online am 30.10.2008):
http://de.wikipedia.org/wiki/Afrikanische_Trypanosomiasis

7. Bildverzeichnis

Abb. 1: Entwicklungszyklus von T.b. brucei. (Quelle: Dönges 1980, S. 52).....	4
Abb. 2: Verbreitung der Tsetsefliegen (Quelle: IAEA).....	6
Abb. 3: Habitus der Tsetsefliege (Foto - Quelle: IAEA; Zeichnung nach Austen – Quelle: Dönges 1980, S. 50). Gut erkennbar ist die zungenartige Flügelhaltung.....	7
Abb. 4: Larven unterschiedlichen Alters (Quelle: infektionsbiologie.ch online am 30.10.2008).	8
Abb. 5: Dieses Beispiel beschreibt einfache kausale Verbindungen zwischen zwei Faktoren.	39
Abb. 6: Dieses Beispiel beschreibt den indirekten Zusammenhang von Faktor A mit Faktor Z über alle dazwischen liegenden Faktoren.....	39
Abb. 7: Fuzzy Cognitive Map modifiziert aus Özesmi & Özesmi (2004).....	42
Abb. 8: Modell 1 - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms.....	56
Abb. 9: Modell 1 - Indegrees in Form eines Balkendiagramms.	57
Abb. 10: Modell 1 - Centrality in Form eines Balkendiagramms.....	58
Abb. 11: Modell 1 - Relative Transmitter-Receivercharakteristik.....	59
Abb. 12: Modell 2 - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms.....	66
Abb. 13: Modell 2 - Indegrees in Form eines Balkendiagramms.	67
Abb. 14: Modell 2 - Centrality in Form eines Balkendiagramms.....	68
Abb. 15: Modell 2 - Relative Transmitter-Receivercharakteristik.....	69
Abb. 16: Modell 3 - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms.....	78
Abb. 17: Modell 3 - Indegrees in Form eines Balkendiagramms.	79
Abb. 18: Modell 3 - Centrality in Form eines Balkendiagramms.....	79
Abb. 19: Modell 3 - Relative Transmitter-Receivercharakteristik.....	80
Abb. 20: Modell 4 - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms.....	86
Abb. 21: Modell 4 - Indegrees in Form eines Balkendiagramms.	87
Abb. 22: Modell 4 - Centrality in Form eines Balkendiagramms.....	87
Abb. 23: Modell 4 - Relative Transmitter-Receivercharakteristik.....	88
Abb. 24: Social Map - Outdegrees in Form eines Balkendiagramms.....	96
Abb. 25: Social Map - Indegrees in Form eines Balkendiagramms.	97
Abb. 26: Social Map - Centrality in Form eines Balkendiagramms.....	98
Abb. 27: Social Map - Relative Transmitter-Receivercharakteristik.....	99
Abb. 28: Szenario 1 – Dieses Szenario zeigt den Steady State den das System erreichen wird, wenn alles so belassen wird wie es ist.	101
Abb. 29: Szenario 2 – Dieses Szenario zeigt den Steady State des Systems, wenn der Faktor Krieg verstärkt wird.....	102
Abb. 30: Szenario 3 – Dieses Szenario zeigt den Steady State des Systems, wenn Frieden herrscht, bzw. der Faktor Krieg deaktiviert wird.....	102
Abb. 31: Szenario 4 – Dieses Szenario zeigt den Steady State des Systems, wenn HAT, Nagana und der Vektor deaktiviert werden.	103
Abb. 32: Szenario 5 – Dieses Szenario zeigt den Steady State des Systems, wenn der Faktor alternative Wirtschaft aktiviert wird.....	103
Abb. 33: Rückkoppelungsschleifen die den Zusammenhang von Armut und Nagana erklären. Zwei der zahlreichen Rückkoppelungen sind farbig herausgehoben.....	105
Abb. 34: Koinzidenz von Zivilkonflikten und Schlafkrankheit in Uganda (Quelle Berang Ford 2007).	113

8. Anhang

(Hinweis: Die Karten befinden sich direkt vor dem Einband)

8.1. Interview-Leitfaden

Strukturtafel: Fragen während des Mappings

Forschungsfragen	Interviewfragen
Welche Faktoren sieht der Sachverständige als besonders wichtig für die Beschreibung des Systems?	Wenn Sie sich das System vorstellen: Welche Faktoren sind dann zentral für Sie? Welche Faktoren sind sonst noch wichtig im System? Welche Faktoren beeinflusst Faktor X und von welchen Faktoren wird er beeinflusst?
Welche Faktoren könnten das System verändern?	Was: Glauben Sie könnte das System beeinflussen? Hat sich in der Zeit, seit Sie sich mit dem Gebiet / mit dem Problem befassen verändert? Was wäre wenn? Hier muss man sich auf das Einleitungsgespräch beziehen und Faktoren oder Veränderungen nennen, die dort ein Thema waren.
Wie beeinflussen sich die Faktoren gegenseitig?	Was passiert mit Faktor X wenn Faktor Y größer/kleiner wird? Was passiert dann mit Faktor Z?
Wie groß sind die kausalen Wirkungen?	Wie groß ist der positive/negative Einfluss von Faktor X auf Faktor Y? Wie wichtig ist es für Faktor Y, wenn Faktor X sich verändert?

Einleitung jedes Interviews

Wer bin ich und was mache ich?

Ich studiere Ökologie an der Universität Wien und schreibe meine Diplomarbeit am Department für Ethnomedizin der Medizinischen Universität Wien.

Der Arbeitstitel meiner Diplomarbeit ist “Parasiten und ihre Wechselwirkungen mit der Afrikanischen Kultur am Beispiel von Schlafkrankheit und Nagana.”

Was ist das Ziel dieser arbeit?

Ziel ist es, herauszufinden, welche Wechselwirkungen zwischen den Parasitosen und dem soziokulturellen System bestehen. Dafür soll das Gesamtsystem auf verschiedenen Ebenen von Sachverständigen verschiedener Gebiete dargestellt werden und in Form einer Fuzzy Cognitive Map beschrieben werden. Diese Fuzzy Cognitive Maps können dann zu einer einzigen, informationsreicheren Fuzzy Cognitive Map integriert werden.

Wie wird das vor sich gehen?

Zuerst werde ich Ihnen anhand eines oder mehrere Beispiele erklären wie Fuzzy Cognitive Maps funktionieren. Danach werden wir allgemein über Ihre Erfahrungen mit den Parasitosen sprechen. Ich werde mir währenddessen Notizen machen. Anschließend werden wir beginnen die Fuzzy Cognitive Map gemeinsam zu zeichnen, wobei wir auf die Faktoren eingehen werden, die sie im Einleitungsgespräch genannt haben.

Informationen über den Hintergrund der Sachverständigen einholen

In welchem Zusammenhang hat sich der Sachverständige mit der Thematik befasst?

Was sind die Interessen des Sachverständigen zum Thema?

Welche Erfahrungen hat der Sachverständige in den letzten Jahren in Bezug auf Veränderungen im System gemacht?

Der eigentliche Prozess des Fuzzy Cognitive Mapping

Strukturtafel beachten!

Praktische Hinweise:

- Papier im Format A3 verwenden
- Verschiedene Schreibgeräte, Spitzer und Radiergummi zur Verfügung stellen
- „Brainstormingblatt“ mit dem Ziel und den Kernfragen der Arbeit verwenden
- Sicherstellen, dass man alle Faktoren und sonstigen Inhalte richtig verstanden hat
 - Habe ich richtig verstanden, dass...?
 - Heißt das, dass...?
- Daran denken, dem Sachverständigen Zeit für seine Überlegungen zu geben
- Den Sachverständigen nicht auf einzelne Faktoren hinlenken, also zu manipulieren, jedoch zu unterstützen
 - Fragen die nicht verstanden wurden umformulieren
 - Immer mehrere Optionen anbieten, wie weitergearbeitet werden könnte
- Wenn neue Faktoren eingefügt werden immer die Bezeichnung des Sachverständigen verwenden, bzw. den Sachverständigen andere Bezeichnungen bestätigen lassen

Abschluss

Was wird weiter passieren?

Ich werde die Zeichnung digitalisieren und in eine Matrixform umschreiben. Alle Einzelmaps werden dann anhand der Interviews genauer erklärt und anschließend addiert und ergeben die sogenannte Social Map, die das Endergebnis der Arbeit darstellt.

Ich möchte für etwaige Rückfragen gerne in Kontakt bleiben und Informiere Sie auch gerne über die Ergebnisse der Arbeit.

Fuzzy Cognitive Mapping zum Thema „Parasiten und ihre Wechselwirkungen mit der Afrikanischen Kultur am Beispiel Schlafkrankheit und Nagana“

Ziel:

Darstellung des Systems durch die wirkenden Faktoren und deren Wechselwirkungen durch kausale Verbindungen

Kernfragen:

Welchen Einfluss haben die Krankheiten auf die Kultur und umgekehrt?

Gibt es direkte Verbindungen zwischen Krankheit und Kultur oder erfolgen diese indirekt über andere Faktoren?

Name:

Konzepte / Faktoren:

8.2. Arbeitsleitfaden für die Fertigstellung der Fuzzy Cognitive Map

1) Bitte verbinden Sie alle Faktoren, die kausale Abhängigkeiten zeigen sind mit Pfeilen.

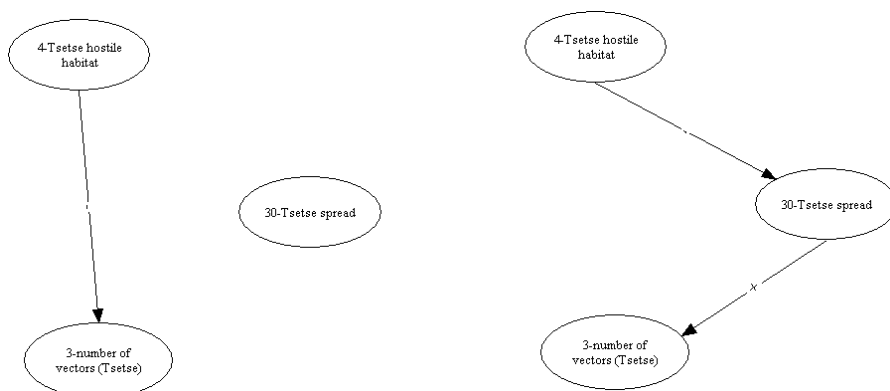
Wichtige Fragen die Sie sich bei jedem Faktor stellen sollten:

Welche anderen Faktoren beeinflussen diesen Faktor?

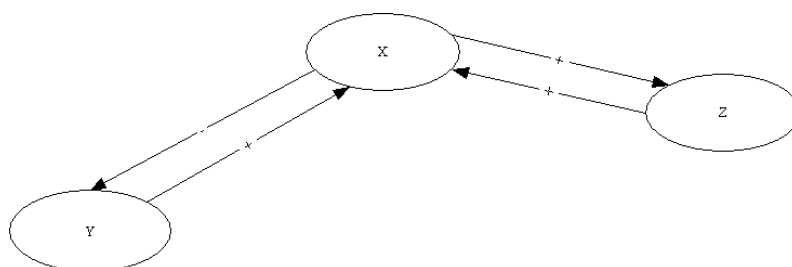
Welche anderen Faktoren werden durch diesen Faktor beeinflusst?

Gibt es vielleicht Faktoren an die noch nicht gedacht wurde, die also noch nicht auf der Map gefunden werden können?

Besteht wirklich ein direktes Einwirken des Faktors X auf den Faktor Y oder geht dieses über Faktor Z?



Gibt es direkte Kopplungen zwischen Faktoren (Rückkopplung, Gegenkopplung)?



2) Im nächsten Arbeitsschritt sollen die Wirkungen bewertet werden

Wichtige Fragen die Sie sich bei jedem Faktor stellen sollten:

Was passiert mit Faktor A, wenn Faktor B größer oder kleiner wird?

Was passiert dann mit Faktor C?

Wie wichtig oder wie stark ist der positive oder negative Effekt?

Bei **direkter Proportionalität** (je mehr -> desto mehr oder je weniger -> desto weniger) bitte ich Sie den Pfeil mit einem **+** zu versehen.

Bei **indirekter Proportionalität** (je mehr-> desto weniger oder je weniger-> desto mehr)

bitte den Pfeil mit einem **-** bezeichnen.

Schlussendlich sind die Wichtigkeiten oder Stärken der Wirkungen festzulegen. Dabei sind Ausdrücke wie sehr, mittel, wenig in Zahlenwerte von 0 bis 1 zu übersetzen. z.B. ziemlich stark würde ich einen Wert von 0,7 oder 0,8 geben; eher schwach wäre bei mir 0,35;

Hinweise:

Wenn mehrere Pfeile auf einen Faktor weisen, so muss die Summe ihrer Werte **NICHT** 1 ergeben. Jeder Wert kann irgendwo zwischen 0 und 1 liegen unabhängig von den anderen Werten.

Die Faktoren, die Sie am Dienstag in Ihre FCM gezeichnet haben sind weiß. Ich habe die Faktoren, die ich durch die Analyse der Interviews gefunden habe eingefärbt.

Die FCM soll Ihre Sicht des Systems widerspiegeln. Sie haben also jederzeit die Möglichkeit neue Faktoren einzufügen oder zu entfernen.

Die FCM ist ein Modell des Systems zum jetzigen Zeitpunkt. Wenn z.B. der Faktor Impfstoff derzeit noch kein Faktor ist, weil es keinen Impfstoff gibt darf er auch nicht in der FCM vorkommen oder muss speziell gekennzeichnet sein (als Möglichkeit). Solche Faktoren können später, bei der Simulation von Szenarien durch die FCM berücksichtigt werden.

Die Nummern bei den einzelnen Faktoren haben keinerlei Bedeutung. Sie erleichtern mir nur das Umwandeln der FCM in die Matrixform.

9. Zusammenfassung

Jede Wirkung hat bei genauerer Betrachtung eine Vielzahl an größeren und kleineren Ursachen. Oft werden Wirkungen wieder zu Ursachen anderer Wirkungen, oder im Fall von Feedbackschleifen zu ihren eigenen Ursachen. Ein solches Wirkungsgefüge wurde in der vorliegenden Arbeit für die Parasitosen Schlafkrankheit und Nagana im Zusammenhang mit soziokulturellen Faktoren dargestellt. Als Methode wurde Fuzzy Cognitive Mapping gewählt, welche als Ergebnis ein qualitatives Modell des Gesamtgefüges als grafische Repräsentation, Indizes zur Strukturbeschreibung und Szenarien für ein besseres Verständnis von Feedbackschleifen im Modell zeigt. Diese Arbeit war ein erster Versuch Fuzzy Cognitive Mapping als interdisziplinäres Werkzeug im Bereich Ethnologie, Medizin, Parasitologie und Ökologie einzusetzen. Die Ergebnisse rechtfertigen den Versuch. Die resultierende Fuzzy Cognitive Map besteht aus 31 Faktoren, welche mittels 108 kausalen Verbindungen verknüpft sind. Die Stärke der Verbindungen wurde durch Fuzzy Werte zwischen -1 und +1 angegeben. Zur Charakterisierung der einzelnen Faktoren wurden die Indizes: Outdegree, Indegree, Centrality, sowie ein neuer in der derzeitigen Literatur noch nicht verwendeter Index, die relative Transmitter-Receivercharakteristik verwendet. Die Dynamische Analyse mit den resultierenden Szenarien gab Aufschluss über Trends im System und ermöglichte ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren. Zwei Szenarien wurden mit Realdaten verglichen, was eine Verifikation des Modells erlaubte. Die Arbeit beinhaltet ein Überblickskapitel am Beginn, welches sich mit der Biologie der Erreger und Vektoren, sowie mit medizinischen Aspekten der Parasitosen befasst. Das Ende dieses Kapitels, welches auch als Überleitung zum empirischen Teil der Arbeit dient, erklärt über welchen Gedankengang der Verfasser zur verwendeten Methode gelangte.

10. Abstract

On closer inspection, all effects have a multiplicity of greater and lesser causes. Often effects can be the cause of other effects and in some cases – as in the case of feedback loops – their own cause. Such cases of interactive structure make up the work done in this thesis, which investigates the connections between socio-cultural and the parasitoses, sleeping-sickness and nagana. Fuzzy Cognitive Mapping (FCM) was used as the methodology in this research, with the qualitative model represented in graphics, indices and scenarios. The indices explain the structure and the scenarios, contribute a better understanding of the feedback loops. This was the first time FCM was used as an interdisciplinary tool in the fields of ethnology, medicine, parasitology and ecology. The results justify this attempt. The resulting FCM consists of 31 factors, which are linked through 108 causal connections. The strengths of the connections are displayed by fuzzy values between -1 and +1. The factors were characterized through indices, i.e. outdegree, indegree and centrality, as well as a new index – not in literature at the time – which explains the ‘relative transmitter-receiver characteristics’. The dynamic analysis, with the resulting scenarios, showed the trends and enabled a clearer understanding of interdependency in the system. Real data was compared to two scenarios, thus allowing verification of the model. The work also includes an overview chapter at the beginning, which deals with the biology of the pathogens and vectors, as well as medical aspects of the parasitoses. The end of this chapter, which connects to the empirical part of the work, explains the train of thoughts of how the author came to use this methodology.

11. Curriculum vitae

Name: Michael Bachhofer.
 Geburtsdatum: 16. Juni 1976
 Geburtsort: Friesach
 Nationalität: Österreich

Ausbildung

Von	Bis	Ausbildung	Beschreibung
1982	1986	Pflichtschule	Volksschule - Mariahof
1986	1990	Pflichtschule	Hauptschule - Neumarkt i d Stmk
1990	1991	Akademie	MilRG - Wr. Neustadt
1991	1996	Akademie	BORG - Murau
1996	1998	Universität	Elektrotechnik - TU - Graz
1997	2008	Universität	Biologie / Ökologie - Uni - Wien
2007	2008	Universität	Architektur - TU - Wien

wissenschaftsrelevante Fähigkeiten

wissenschaftliches Arbeiten mit audiovisuellen Medien

12. Danke

Eine solche Arbeit ist ohne Unterstützung währenddessen nicht möglich. Vieles was Einfluss auf den Verlauf der Arbeit hatte ist schon im Vorfeld passiert. Alle zeitlichen Bereiche, Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft haben dazu geführt, dass die Arbeit zu dem geworden ist was sie ist und für mich immer sein wird. Jetzt ist es an der Zeit dafür, DANKE zu sagen.

Als erstes möchte ich mich bei meinen zwei Betreuern und Gutachtern, Prof. DDr. Armin Prinz und Doz. Dr. Peter Weish, bedanken. Bei DDr. Prinz besonders dafür, dass er es mir ermöglicht hat, meine Methode der Wahl zu verwenden und mir auch in Zeiten, in denen es nicht besonders rosig ausgesehen hat, beigestanden ist. Bei Dr. Weish besonders dafür, dass, nachdem meine frühere Zweitbetreuerin abgesprungen ist, er sich bereit erklärt hat, einzuspringen und mir dadurch neuen Mut gegeben hat. Beiden danke ich dafür, dass sie sich auch als Interviewpartner zur Verfügung gestellt, und damit das Modell sehr bereichert haben.

Ich möchte mich auch bei allen anderen Interviewpartnern bedanken. Allen voran Dr. Udo Feldmann, der mehr Zeit als je erwartet ins Projekt gesteckt hat und selbstständig an der Fuzzy Cognitive Map weitergefeilt hat. Weiters bedanke ich mich bei Mag. Paul Bukuluki für seinen Beitrag an der Fuzzy Cognitive Map, sowie bei den Interviewpartnern, deren Maps aus verschiedenen Gründen leider nicht fertig wurden, die aber viel zum Verständnis beigetragen haben: Dipl. Ing. Isolde Prommer, Doz. Dr. Christa Frank und nicht zuletzt Prof. Dr. Walther H. Wernsdorfer.

Ein ganz herzliches Danke sende ich nach Dänemark zu Kirsten und Christian, die mich beide in unzähligen E-Mails mit ihrem Wissen über Fuzzy Cognitive Mapping und auch mit einem Programm zur Berechnung versorgt haben.

Ganz besonders danke ich meinen liebsten Freunden, die mich durchs Leben begleiten und immer, auch in schweren Zeiten, für mich da sind.

Martin, der quasi auch mein Drittbetreuer war und der mir viel über Modellierung und wissenschaftliches Arbeiten beigebracht hat. Karin, was soll ich hier schreiben, ich hoff du weißt wie unglaublich wichtig du für mich bist. Gudrun, Thomas, Jun, Georg, Edith, Karl, Vito und mein „alter Schwede“ Jakob, was würd ich nur ohne euch tun?

Ein ganz großes Danke gilt meiner Familie, ganz besonders meinen lieben und geduldigen Eltern und meiner lieben Oma, welchen ich diese Diplomarbeit auch widme. Es ist schön, dass es euch gibt und, dass ich bei euch immer ein Zuhause habe, wo ich mich geborgen fühlen kann. Ich freu mich auch immer wieder darüber so einen lieben Bruder zu haben - danke Jörg!

Euch allen ein ganz liebes Danke!!!