

**Zum Einfluss intensiver Weidenutzung
auf die Vegetationsstruktur in den Bereichen
nordkenianischer Bergwälder und Trockengehölze**

**On the Effects of Intensive Pasturing on the Vegetation Structure
of Montane Wet and Dry Forest Zones of Northern Kenya**

Textband

Wolfgang Schultka

unter Mitarbeit von Hartmut H. Hilger

Berlin 2020

Dr. Wolfgang Schultka

Bendigstr. 17

D-12257 Berlin

Prof. Dr. Hartmut H. Hilger

Freie Universität Berlin

Institut für Biologie - Botanik

Altensteinstr. 6

D-14195 Berlin

hartmut.hilger@fu-berlin.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	1
1.1.	Die Bergwälder des Mt. Kulal	1
1.2.	Die montanen Rasen als Ersatzgesellschaften des Bergwaldes	2
1.3.	Die Regeneration des Bergwaldes über Gebüsche	3
1.4.	Die laubabwerfenden Trockengehölze am Mt. Kulal	3
1.5.	Die Ersatzgesellschaften im Bereich der Trockengehölze des Untersuchungsgebiets von Engare Ondare	4
2.	Fragestellung	6
3.	Methoden	8
3.1.	Artbestimmung	8
3.2.	Analyse der Vegetationsstruktur	8
3.3.	Klassifizierung der Vegetation nach physiognomischen Merkmalen	10
3.4.	Zuordnung der Pflanzenarten zu Lebensformgruppen	10
3.5.	Akazien-Nomenklatur	10
4.	Ergebnisse	12
4.1.	Mt. Kulal	12
4.1.1.	Die Vegetation am Mt. Kulal - Einführung	12
4.1.1.1.	Die Lage des Untersuchungsgebietes	12
4.1.1.2.	Klima	12
4.1.1.3.	Boden	13
4.1.1.4.	Vegetationszonierung und Chorologie	13
4.1.1.5.	Besiedlung	15
4.1.2.	Die Vegetation des immergrünen Bergwaldes	16
4.1.2.1.	Der immergrüne Bergwald der oberen Lagen (1.800 –2.335 m)	17
4.1.2.2.	Vegetationsaufnahmen zur Ausprägung des Bergwaldes der oberen Lagen	18
4.1.2.2.1	Typische Ausbildungsform: „ <i>Cassipourea malosana-Diospyros abyssinica</i> -Bergwald“	19
4.1.2.2.2	Trockenere Variante, westlich des Hauptgrates: „ <i>Teclea nobilis-Cassipourea malosana</i> -Wald“ .	20
4.1.2.2.3	Feuchtere Variante, östlich des Hauptgrates: „ <i>Ocotea kenyensis-Cassipourea malosana</i> -Wald“	20
4.1.2.2.4	Niedrige Variante auf flachgründigen Standorten und im Bereich natürlich entstandener Lichtungen: „ <i>Maytenus undatus-Cassipourea malosana</i> -Wald“	20

Inhaltsverzeichnis

4.1.2.2.5	Niedrige Variante, westlich des Hauptgrates (mit natürlich entstandenen Lichtungen): „ <i>Olea hochstetteri-Maytenus undatus</i> -Wald“	21
4.1.2.3.	Ökologische Gliederung des Bergwaldes der oberen Lagen und Regenerationsmöglichkeiten von Gehölzen.....	21
4.1.2.4.	Der immergrüne Bergwald der unteren Lagen	22
4.1.2.5.	Vegetationsaufnahmen zur Ausprägung des Bergwaldes der unteren Lagen	23
4.1.2.5.1	<i>Olea hochstetteri-Teclea simplicifolia</i> Wälder.....	23
4.1.2.5.2	<i>Juniperus procera-Olea</i> -Wälder	23
4.1.2.5.3	<i>Juniperus procera</i> -Wälder.....	24
4.1.2.5.4	<i>Teclea simplicifolia-Olea africana</i> -Wälder	24
4.1.2.6.	Epizoochore Diasporenausbreitung in der Krautschicht der unteren und oberen Lagen der Bergwaldzone	24
4.1.3.	Montane Rasen.....	28
4.1.3.1.	Die Siedlung Gatab und ihr Einfluss auf die Vegetation.....	30
4.1.3.2.	Das Grasland um Gatab	31
4.1.3.2.1	Beschreibung der wichtigsten Gräser und Verbissauswirkungen	33
4.1.3.3.	Die Degeneration des Graslandes.....	36
4.1.3.3.1	Perenne Gräser	37
4.1.3.3.2	Annuelle Gräser	37
4.1.3.3.3	Hohe Chamaephyten (> 30 cm)	37
4.1.3.3.4	Niedrige Chamaephyten (< 30 cm)	38
4.1.3.3.5	Annuelle Kräuter.....	38
4.1.3.4.	Die Vegetation beweideter Flächen um Gatab	38
4.1.3.4.1	Stark beweidete Flächen im Bereich der Siedlung Gatab	38
4.1.3.4.2	Stark durch Tritt und Exkremente beeinflusste Flächen in der Nähe einer Tränke.....	39
4.1.3.4.3	Zwei voneinander getrennte Flächen, die zur Zeit der Aufnahmen seit zwei Jahren eingezäunt waren - Größe dieser Flächen 5.000 m ²	39
4.1.3.4.4	Experimentelle Flächen auf dem Gelände der Missionsstation, zur Zeit der Aufnahmen seit 8 Jahren eingezäunt, während dieser Zeit keine Beeinflussung durch Beweidung oder Feuer ...	40
4.1.4.	Die vorwiegend immergrünen Gebüsche.....	41
4.1.4.1.	Die wichtigsten Arten der beobachteten Gebüschstadien	47
4.1.4.1.1	Arten der mittelhohen Gebüschstadien	47

Inhaltsverzeichnis

4.1.4.1.2	Arten der Hochgebüschstadien	49
4.1.4.1.3	Arten der Vorwaldstadien.....	49
4.1.4.1.4	Arten höher entwickelter Waldstadien	49
4.1.4.1.5	„Typische“ Arten der Krautschicht	50
4.1.4.1.6	Die Störzeiger.....	50
4.1.4.1.7	Arten der Gebüschsäume	51
4.1.4.2.	Gebüscentwicklung	51
4.1.4.2.1	Die Verbreitung von <i>Euclea schimperi</i> und <i>Carissa edulis</i> in den unterschiedlichen Gebüschstadien	51
4.1.4.2.2	Die älteren hohen Gebüschstadien	52
4.1.4.3.	Vegetationsaufnahmen zu Kernbereichen der vorkommenden Gebüschtypen	52
4.1.4.3.1	Initialphasen der Gebüscentwicklung im mäßig gestörten <i>Themeda-Bothriochloa insculpta</i> -Grasland (Serie A)	52
4.1.4.3.2	Initialphasen der Gebüscentwicklung in etwas trockeneren, stärker gestörten Bereichen (ca. 1.360–1.590 m) (Serie B)	53
4.1.4.3.3	Initialphasen der Gebüscentwicklung im Bereich ehemaliger, durch Feuer vernichteter <i>Juniperus procera</i> -Bestände (Serie C)	53
4.1.4.3.4	Mittelhohe Gebüsche im unteren (trockeneren) Verbreitungsbereich der vorwiegend immergrünen Gebüsche, auf verhältnismäßig steinigen Standorten (Serie D)	53
4.1.4.3.5	Mittelhohe Gebüschgruppen im trockenen Teil des Verbreitungsbereiches der vorwiegend immergrünen Gebüsche (Serie E)	53
4.1.4.3.6	Vorwiegend immergrünes Buschland, arm an Jungbäumen (Serie F).....	53
4.1.4.3.7	Vorwiegend immergrünes Buschland verhältnismäßig reich an Jungbäumen (Serie G)	53
4.1.4.3.8	Mittelhohe Gebüschgruppen in Gebieten mit verhältnismäßig schwacher Beweidung (ca. 1.640 m) (Serie H)	54
4.1.4.3.9	Mittelhohe Gebüschgruppen mittlerer Lagen (Serie I)	54
4.1.4.3.10	Mittelhohe (bis hohe) Gebüsche im Traufbereich alter, lebender Exemplare von <i>Juniperus procera</i> in stark beweideten Gebieten unterhalb Gatab (Serie J).....	54
4.1.4.3.11	Hohe Gebüsche im Bereich der feuchteren Ostseite des Mt. Kulal (ca. 1.520-1.560 m) (Serie K)	54
4.1.4.3.12	Mittelhohe bis hohe Gebüschgruppen der oberen Lagen mit alten Exemplaren von <i>Juniperus procera</i> (1.750–1.800 m) (Serie L)	55
4.1.4.3.13	<i>Cadia purpurea</i> -Gebüsche (NO von Gatab, ca. 1.570 m) besonders auf stark gestörten Flächen mit verkohlten <i>Juniperus procera</i> -Stämmen (Serie M).....	55
4.1.4.3.14	Stark gestörte Flächen mit vorwiegend <i>Lippia ukambensis</i> (Serie N)	55
4.1.4.3.15	Hochgebüschstadien im <i>Themeda</i> -Grasland (ca. 1.755 m) (Serie O).....	55

Inhaltsverzeichnis

4.1.4.3.16	Hochgebüschstadien im feuchteren Teil des Untersuchungsgebietes (Ostseite, 1.540–1.590 m) (Serie P)	55
4.1.4.4.	Vegetationsaufnahmen zu den Mantelgebüschchen der vorwiegend immergrünen Gebüschchen	55
4.1.4.5.	Vegetationsaufnahmen zu den Gebüschsäumen	56
4.1.4.6.	Zusammenfassende Einschätzung der Gebüschentwicklung	56
4.1.4.6.1	Die Gehölzentwicklung auf Rodungs- bzw. Brandflächen	56
4.1.4.6.2	Zur Regeneration von <i>Juniperus procera</i> auf ehemaligen Rodungs- bzw. Brandflächen	57
4.1.4.6.3	Die Gehölzentwicklung im gestörten Grasland	57
4.1.4.6.4	Auswirkungen der Störeinflüsse im Bereich der Krautschicht	58
4.1.4.6.5	Trockenkahle Baumgehölze im mittelhohen perennen Zwergstrauch-Grasland	58
4.1.4.6.6	<i>Acacia drepanolobium</i> -Trockengehölze (besonders mit <i>Pennisetum mezianum</i> und <i>Duosperma eremophilum</i>)	59
4.1.4.6.7	<i>Acacia etbaica</i> -Trockengehölze	59
4.1.4.6.8	<i>Erythrina burttii</i> -Trockengehölze bzw. <i>Chrysopogon-Duosperma</i> -Zwergstrauch-Grasland mit Gehölzsynusien	59
4.1.5.	Dornstrauch-Formationen	60
4.1.5.1.	<i>Commiphora</i> -Trockengehölze	60
4.1.6.	Anthropogene Einflüsse auf die Vegetation	61
4.1.6.1.	<i>Acacia mellifera</i> - <i>Acacia reficiens</i> -Dornstrauchgehölze	62
4.1.7.	Vegetation spezieller Standorte	62
4.1.7.1.	An Sukkulente reiche Gesellschaften am Fuße blockreicher Hügel	62
4.1.7.1.1	Sehr flachgründige Standorte mit <i>Euphorbia nubica</i>	62
4.1.7.1.2	Vegetation in Felsritzen steiler Tuffwände der unteren Lagen	62
4.1.7.1.3	Vegetation in Querbändern nahezu senkrechter Tuffwände der oberen Lagen	63
4.1.7.1.4	Felsfluren	63
4.1.7.1.5	Vegetation auf feinem Tuffgeröll	63
4.2.	Die Vegetation im Umland des Mt. Kulal	64
4.2.1.	Einführung	64
4.2.2.	Naturräumliche Gliederung und Geologie	64
4.2.3.	Bodenbildung	64
4.2.4.	Klima	65

Inhaltsverzeichnis

4.2.5.	Methode	66
4.2.6.	Vegetation	66
4.2.6.1.	Kontrahierte Vegetation im Bereich der niederschlagärmsten Gebiete	66
4.2.6.2.	Annuelles Grasland	69
4.2.6.3.	Zwergstrauch-Gesellschaften	71
4.2.6.4.	Dornstrauch-Formationen	75
4.2.6.5.	Buschland	79
4.2.6.6.	Perennes Grasland	81
4.2.6.7.	Vegetationseinheiten grundwassernaher Standorte	84
4.3.	Engare Ondare: Anthropogene Vegetationsveränderungen im Bereich der trockenkahlen Dorngehölze.....	89
4.3.1.	Einführung	89
4.3.2.	Lage und naturräumliche Gliederung des Untersuchungsgebietes	89
4.3.3.	Klima	89
4.3.4.	Böden	90
4.3.4.1.	Böden der Vulkanitdecken	90
4.3.4.1.1	Tiefgründige schwarze Tonböden	90
4.3.4.1.2	Mittel- bis flachgründige grauschwarze bis rotbraune Böden	90
4.3.4.2.	Böden der Talhänge	91
4.3.4.2.1	Karbonatfreie rotbraune Böden	91
4.3.4.2.2	Karbonathaltige Böden	91
4.3.4.3.	Böden der Talebenen.....	91
4.3.4.3.1	Vertisole und verwandte Böden	91
4.3.4.3.2	Rotbraune und braune Auenböden.....	92
4.3.4.3.3	Ältere, erodierte Auenböden.....	92
4.3.5.	Besiedlungs- und Nutzungsgeschichte des Gebietes von Engare Ondare	92
4.3.5.1.	Die Weideflächen.....	93
4.3.5.2.	Wildtiere im Untersuchungsgebiet von Engare Ondare	94
4.3.6.	Methoden	94
4.3.7.	Gehölzvegetation.....	95

Inhaltsverzeichnis

4.3.7.1.	Akaziengehölze der Tallagen (Auen)	95
4.3.7.1.1	Hohe <i>Acacia xanthophloea</i> -Ufergehölze an permanent wasserführenden Flussläufen	95
4.3.7.1.2	Ufergehölze (Galeriegehölze) an saisonalen Flussläufen	97
4.3.7.1.3	<i>Acacia tortilis</i> - <i>Cordia crenata</i> -Ufergehölze am Laga Loborua.....	97
4.3.7.1.4	<i>Cordia crenata</i> - <i>Grewia bicolor</i> -Ufergebüsche am Lopekadorr	97
4.3.7.2.	Lichte Akazien-Trockengehölze im trockenen Auenbereich.....	97
4.3.7.3.	Niedrige bis mittelhohe Akazien-Gebüsche im randlichen Auenbereich der Laga Loborua und Lopekadorr	99
4.3.7.3.1	Mittelhohe <i>Acacia reficiens</i> -Dickichte	99
4.3.7.3.2	Niedrige <i>Acacia horrida</i> - <i>Acacia reficiens</i> -Dickichte	99
4.3.7.4.	Sammeltabelle der Auengehölze inklusive Dickichtbildungen	100
4.3.7.5.	Niedrige bis mittelhohe Akazien-Trockengebüsche der Plateauflächen und randlichen Tallagen	100
4.3.7.5.1	An Capparaceen reiche, mittelhohe <i>Acacia mellifera</i> - <i>Acacia paolii</i> - Trockengebüsche auf schwarzen Vertisolen	102
4.3.7.5.2	Lichte, an Capparaceen reiche, niedrige bis mittelhohe <i>Acacia mellifera</i> - <i>Acacia paolii</i> -Trockengebüsche auf schwer texturierten Cambisolen.....	103
4.3.7.5.3	Lichte, an Capparaceen reiche, mittelhohe <i>Acacia mellifera</i> - <i>Acacia paolii</i> -Trockengebüsche auf dunkelrotbraunen Vertisolen.....	104
4.3.7.5.4	Offene, an Capparaceen reiche niedrige <i>Acacia mellifera</i> -Gebüsche auf Fluvisolen mit Vertisoleigenschaften	104
4.3.7.5.5	Offene, an Capparaceen reiche, niedrige <i>Acacia horrida</i> - <i>Acacia mellifera</i> -Gebüsche auf stark erodierten Böden.....	104
4.3.7.6.	Sammeltabelle: Niedrige bis mittelhohe <i>Acacia</i> -Dornstrauchgehölze (Tabelle 82).....	104
4.3.7.7.	<i>Commiphora</i> - und <i>Acacia-Commiphora</i> -Trockengehölze	105
4.3.7.7.1	<i>Acacia-Commiphora</i> -Gehölze der blockreichen Talhänge	105
4.3.7.8.	Trockengehölze mit <i>Commiphora-Euphorbia nyikiae</i>	109
4.3.7.9.	Ergebnisse der Cluster- und der Hauptkomponentenanalyse	111
4.3.7.10.	Einschätzung der Naturnähe	113
4.3.8.	Die Vegetation der Feldschicht	114
4.3.8.1.	Tallagen.....	114
4.3.8.2.	Vegetationsaufnahmen zur Ausprägung der Feldschicht in den Tallagen	114

Inhaltsverzeichnis

4.3.8.2.1	Die Feldschicht im Bereich der lichten Akazien-Trockengehölze im trockenen Auenbereich des Laga Loberua	114
4.3.8.2.2	Nitrophile Schattenvegetation (episodische Viehläger) im Bereich der lichten <i>Acacia tortilis</i> -Gehölze im Auenbereich des Laga Loberua.....	117
4.3.8.2.3	Die Feldschicht im Bereich der Ufergehölze an saisonalen Flussläufen („Lagas“)	117
4.3.8.2.4	Die Feldschicht im Bereich von niedrigen Akaziengebüschern am Rande der Aue	120
4.3.8.2.5	<i>Cynodon plectostachyus</i> -Rasen auf Überschwemmungsflächen.....	120
4.3.8.2.6	Zur potentiell natürlichen Vegetation im Auenbereich der saisonalen Flussläufe („Laga“).....	122
4.3.9.	Die Vegetation der Plateauflächen	123
4.3.9.1.	Vegetationsaufnahmen zur Ausprägung der Feldschicht auf den Plateauflächen	123
4.3.9.1.1	Die Vegetation auf schwarzen Vertisolen	123
4.3.9.1.2	Die Vegetation der Plateauflächen auf schwer texturierten Cambisolen.....	124
4.3.9.1.3	Die Feldschicht im Bereich lichter Akaziengehölze auf lehmigen Cambisolen	125
4.3.9.2.	Die Vegetation der Talhänge.....	128
4.3.9.2.1	Die Vegetation der blockreichen Hänge	129
4.3.9.2.2	Die Vegetation der blockarmen Talhänge.....	129
4.3.9.3.	Die Vegetation stark gestörter Flächen und Vegetationsaufnahmen zu ihrer Ausprägung	133
4.3.9.3.1	Manyatta-Vegetation	133
4.3.9.3.2	Die Vegetation an Erosionsrinnen	135
4.3.9.3.3	Die Vegetation im Bereich stark frequentierter Viehtränken und Viehpfade.....	136
4.3.9.3.4	Die episodische Vegetation in einem trockenen Flussbett	138
4.3.9.4.	Ableitung eines Degenerationsschemas für die Feldvegetation.....	138
4.3.9.5.	Numerische Analyse der Vegetationsdaten der Feldschicht.....	145
4.3.9.6.	Einschätzung der Naturnähe	149
5.	General Summary	151
6.	Literatur	152
7.	Liste der gefundenen Arten	163

1. Zusammenfassung

Über die Vegetationsverhältnisse der nordkenianischen Trockengebiete informieren bisher nur formationsbezogene Kartierungen. Artenbezogene Vegetationsuntersuchungen liegen nur für wenige Punkte vor. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Beitrag zur Entwicklung einer vegetationskundlich ausgerichteten Vegetationsgliederung Nordkenias zu leisten. Der Untersuchungsansatz begründet sich auf die Erfahrungen, die der Verfasser bei formationsbezogenen Kartierungen gewonnen hatte. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass der Beweidungsdruck als einer der entscheidenden Faktoren für die Vegetationsdifferenzierung anzusehen ist. Bei der Analyse der anthropozoogenen Ersatzgesellschaften galt es jedoch zunächst, den von den natürlichen Bedingungen gegebenen Rahmen abzuschätzen. Da dieser in den Trockengebieten von der Wasserversorgung gesetzt wird, mussten die Untersuchungen entlang eines Niederschlagsgradienten durchgeführt werden. Als besonders geeignet erschien hier der inmitten von Halbwüsten und Wüsten gelegene, bis in die Bergwaldregion aufsteigende Mt. Kulal. Da sowohl die oberen als auch die unteren Lagen der Bergwälder des Kulal im mehr oder weniger starken Umfang als Rinder- und Kleinviehweide genutzt werden, konnten so die Ersatzgesellschaften der Waldregion erfasst werden.

Für die sich nach unten anschließenden Dornstrauchformationen stellt der Mt. Kulal jedoch nur in einer Hinsicht ein lohnendes Untersuchungsobjekt dar. Die Beweidung war hier aufgrund ethnischer Konflikte und größerer Entfernungen zu Wasserstellen so schwach, dass die Vegetationsanalyse nur das Bild eines weitgehend naturnahen Zustandes zeichnete. Um den Einfluss des Weidedrucks zu bestimmen, musste daher ein Ersatzgebiet in gleicher Höhenlage und mit vergleichbaren Bodenverhältnissen gesucht werden. Ein solches fand sich weiter südlich gelegenen Isiolo Distrikt. Es handelt sich dabei um eine ebenfalls von Rindern und Kleinvieh genutzte semiaride Naturweide an dem Flusslauf Engare Ondare. Ausgehend von Wasserstellen existieren dort unterschiedlich stark belastete Flächen, so dass auch für den Bereich der Dornstrauchformationen die anthropozoogenen Ersatzgesellschaften beschrieben werden konnten.

Da Vegetationsdegradationen im semiariden Bereich bekanntermaßen mit der Ausbreitung xerophiler Arten von Statten gehen, wurde zusätzlich die Vegetation der weiter nördlich gelegenen Halbwüstenvegetation charakterisiert. Dabei zeigte sich, dass insbesondere therophytische Gräser, die in den Halbwüsten nahezu einheitliche Bestände aus einer oder zwei Arten bilden (*Tetrapogon cenchriformis* und *Aristida adscensionis*) und in den semiariden Gebieten nur als Begleiter der perennen Grasfluren auftreten, durch zunehmenden Beweidungsdruck stark gefördert werden. Vergleichbares trifft für *Indigofera spinosa* zu, einem Zwergstrauch, der in den ariden Gebieten Nordkenias ein Hauptelement der kontrahierten Vegetation darstellt. Die Kennzeichnung der Halbwüstenvegetation kann somit als eine Interpretations- und Bewertungsgrundlage für den Weideeinfluss in den semiariden Gebieten herangezogen werden. Ein weiterer Wertmaßstab, insbesondere im Hinblick auf die Entfernung vom Naturzustand, stellt die nur wenig beeinflusste Vegetation der Dornstrauchformationen am Mt. Kulal dar.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Vegetationsuntersuchungen am Mt. Kulal und im Gebiet von Engare Ondare zusammengefasst:

1.1. Die Bergwälder des Mt. Kulal

Der Bergwald der oberen Lagen ist charakterisiert durch das dominante Auftreten des Pfeilerbaums (*Cassipourea malosana*). Auf der feuchteren Ostseite wird *Ocotea kenyensis* und auf der trockeneren Westseite *Teclea nobilis* ein bestimmendes Element der Bestände. In den vergangenen Jahrhunderten prägten Störungen großen Ausmaßes, wie extreme Trockenzeiten und Brände, den Charakter des Waldes. Wenn man die wichtigsten ostafrikanischen Waldtypen ähnlicher Standorte miteinander vergleicht, kommt man zu dem Schluss, dass es sich bei dem Bergwald der oberen Lagen des Mt. Kulal um eine verarmte Ausbildungsform der *Podocarpus*-Wälder handelt.

Der nachhaltigste Einfluss auf die Vegetation während der letzten Jahrzehnte bestand in der Waldweide. Dieser Einfluss wird besonders in der Feldschicht deutlich. Auffallend hoch ist hier der Anteil der epizoochoren Arten. Ein Teil dieser Arten ist weit verbreitet wie *Desmodium repandum*, *Oplismenus hirtellus* und *Drymaria cordata*. Ein anderer Teil, wie *Impatiens meruensis* subsp. *septentrionalis*, hat eine begrenzte Verbreitung, kann aber stellenweise vorherrschende Art der Feldschicht werden. An einigen Stellen treten sogar Arten auf, die als Zeiger für extreme Störungsintensitäten gelten, wie zum Beispiel *Girardinia condensata*.

Junggehölze sind in der Feldschicht auffällig wenig vertreten. Die beobachtete Dichte reicht für eine Regeneration dieses Waldtyps nicht aus. Die meisten Arten werden vom Weidevieh verbissen. *Cassipourea malosana* ist die einzige Baumart, die in der Feldschicht in nennenswerten Anteilen vertreten ist. Lichtliebende Pionierarten, wie *Nuxia congesta* und *Apodytes dimidiata*, deuten darauf hin, dass besonders auf natürlich entstandenen Lichtungen sich der Bergwald über Sukzessionsstadien regenerieren kann.

Der größte Teil der immergrünen Bergwälder der unteren Lagen ist durch *Olea africana* und *Juniperus procera* geprägt. Stellenweise sind *Teclea simplicifolia* und *Olea hochstetteri* von Bedeutung. Die wesentlichsten Störeinflüsse sind hier Brände. Dies hat folgende Ursachen: Erstens sind diese Standorte schon wesentlich trockener. Zweitens befinden sich die Wuchsorte häufig in der Nähe der Siedlung Gatab. Drittens ist *Juniperus procera*, eine der bestandsbildenden Arten, leicht brennbar. Nach den Bränden bleiben in der Regel die Bestände der feuerresistenteren *Olea africana* erhalten. In den entstandenen Lücken entwickeln sich häufig lichtliebende immergrüne Gebüscharten mit *Euclea schimperi* als häufigster Art. Daneben können sich aber auch lichtliebende Pionierbaumarten ansiedeln und heranwachsen, wie *Schrebera elata*, *Nuxia congesta*, *Apodytes dimidiata* und *Pittospermum viridiflorum*.

Sowohl *Olea africana* als auch *Juniperus procera* können sich nicht im Schatten etablieren, so dass auch andere Waldtypen an diesen Standorten entstehen können. Eine besondere Bedeutung kommt dabei *Teclea simplicifolia* zu. Nach Bränden kann sie neben *Olea africana* zur dominierenden Art werden. In nicht zu trockenen Gebieten mit geringer Beweidung kann auch *Olea hochstetteri* häufig werden. Da Jungpflanzen dieser Art bevorzugte Weidepflanzen sind, konnte diese Entwicklung nur an abgelegenen Waldstücken beobachtet werden. Für viele Gebiete dieser Zone kann angenommen werden, dass sich aus dem *Juniperus-Olea africana*-Wald ein Wald mit *Teclea simplicifolia* und *Olea hochstetteri* entwickelt.

In der Feldschicht ist der Anteil der epizoochoren Arten deutlich geringer als in den oberen, feuchteren Lagen. Verbreitet sind lediglich die standortvagen Arten *Achyranthes aspera* und *Pupalia lappacea*. Auffallend häufig sind Acanthaceen, besonders *Justicia nyassana*.

1.2. Die montanen Rasen als Ersatzgesellschaften des Bergwaldes

In den Bereichen der oberen und unteren Waldstufen, insbesondere auf der Westseite des Berges, hat sich ein ausgedehntes Grasland entwickelt, mit *Themeda triandra* als vorherrschender Art. Dieses Grasland ist als Ersatzgesellschaft der Bergwälder einzustufen. Durch Rodung, anhaltende Beweidung und Feuer konnte sich dieses Grasland fest etablieren.

Neben *Themeda triandra* prägen *Bothriochloa insculpta* und auf flachgründigeren Standorten *Hyparrhenia hirta* die anthropozoogenen Rasenflächen. Durch ein nicht zu intensives Weidemanagement und durch gelegentliche Brände können diese Ersatzgesellschaften sehr stabil sein. Bei anhaltender Überweidung machen sich Störeinflüsse bemerkbar. Dazu gehört zunächst das Entstehen von Viehtreppen, verbunden mit dem Einsetzen von Erosion, gefolgt von der Ausbreitung des Störzeigers *Diplolophium africanum* und dem vereinzelt Auftreten von Gehölzen.

Bei anhaltender Überbeweidung, wie im Umfeld der Siedlung Gatab, kommt es zu wesentlichen Veränderungen der Graslandvegetation; von den charakteristischen Rasenelementen bleiben nur wenig übrig. Zunächst bestimmen Überweidungszeiger, wie *Solanum incanum* und *Conyza pyrrophappa* das Bild. *Bothriochloa insculpta* und *Themeda triandra* treten nur noch vereinzelt auf. *Eragrostis braunii* und besonders *Digitaria scalarum* gewinnen an Bedeutung. Mit zunehmender Erosion, verbunden mit dem Freilegen von Steinen, kommt es dann zu völlig neuen Artenkombinationen mit einem hohen Anteil an *Dyschoriste radicans* und *Hypoestes verticillaris*. Stark eutrophierte Standorte, insbesondere im Umfeld von Wasserstellen, sind durch *Whitania somnifera* charakterisiert.

Bei weit fortgeschrittener Erosion ist es fraglich, ob sich, bei ausbleibenden Störeinflüssen, das *Themeda*-Grasland wieder entwickeln kann. Auf mäßig gestörten Flächen konnte nach zwei Jahren Weideausschluss durch Einzäunung zunächst ein vermehrtes Therophytenaufkommen festgestellt werden. Arten des montanen Graslandes, wie *Themeda triandra* können sich von Restbeständen her wieder ausbreiten. Bei einer achtjährigen Einzäunung konnte eine starke Ansammlung von Nekromasse festgestellt werden. Die Vitalität der Gräser, insbesondere die von *Themeda triandra*, ging stark zurück. Neue Artenkombinationen konnten jedoch noch nicht beobachtet werden.

1.3. Die Regeneration des Bergwaldes über Gebüsche

Gebüsche aus vorwiegend immergrünen Arten sind in den oberen Lagen des Mt. Kulal im Bereich der Bergwälder verbreitet. Nach Waldbränden etabliert sich häufig *Euclea schimperi*, wobei dichte Bestände entstehen können, die die weitere Ansiedlung von Bäumen zunächst erschweren. Werden diese Gebüsche offen gehalten, wie im Bereich von Viehpfaden, so können sich zusätzlich Pionierbaumarten wie *Apodytes dimidiata* ansiedeln. Bei mäßiger Beweidung kann an diesen Stellen auch *Olea africana* in großer Zahl heranwachsen, während bei stärkerer Beweidung und unter Ausschluss von Bränden *Juniperus procera* auftritt.

Gebüsche sind im Untersuchungsgebiet häufig auch an Waldrändern ausgebildet. Diese Mantelgebüsche werden wieder durch Pionierbäume geprägt. Daneben können sich auch *Olea africana* und *Juniperus procera* ansiedeln und somit Vorwaldstreifen bilden. Außer diesen flächenhaft auftretenden Gebüschgruppen existieren Gebüschgruppen, die sich insbesondere im mäßig gestörten Grasland entwickeln. In Bestandeslücken der montanen Rasen siedeln sich Pioniergehölze wie *Rhus vulgaris*, aber auch *Euclea schimperi*, *Osyris abyssinica* und andere Gehölze an.

Abhängig von den Standortverhältnissen, insbesondere der Wasserversorgung, werden die Gebüsche durch unterschiedliche Arten geprägt. Durch eine weite Amplitude zeichnen sich die Gehölze *Euclea schimperi*, *Carissa edulis* und *Rhus natalensis* aus. In den trockeneren, unteren Lagen ist der Anteil laubabwerfenden Arten, wie *Ormocarpum trichocarpum* und *Grewia*-Species, relativ hoch. Hinzu kommen einige Trockenheit ertragende Arten, wie *Tarenna graveolens* und *Pavetta gardenifolia*. Auf der feuchteren Ostseite des Berges werden die Gebüsche durch *Pistacia aethiopica* geprägt, in den oberen Lagen (> 1.750 m) durch *Rhamnus prinoides*.

In älteren, ausgedehnten Gebüschgruppen gewinnen Pionierbäume, wie *Apodytes dimidiata*, aber auch Schlusswaldarten wie *Juniperus procera* und *Teclea simplicifolia* an Bedeutung. *Olea africana* ist ebenfalls vertreten, wird in der Regel aber so stark verbissen, dass er wohl kaum zu einem Baum heranwachsen wird. Um die Gebüsche ist in der Regel ein Gebüschmantel mit lichtliebenden Arten, wie *Myrsine africana*, *Turraea mombasana*, *Osyris abyssinica* u.a. ausgebildet.

Bei mäßigen Störeinflüssen können sich diese Gebüsche in das Grasland ausbreiten, so dass benachbarte Gebüsche zusammenwachsen und somit größere Gebüschkomplexe bilden können. Diese Komplexe bilden die Basis zur Regeneration des Bergwaldes. Wegen der zur Zeit bestehenden relativ starken Belastung konnte die Sukzession bis zu geschlossenen Gesellschaften allerdings nur selten beobachtet werden.

1.4. Die laubabwerfenden Trockengehölze am Mt. Kulal

Ab einer Höhe von 1.450 m bestimmen zunehmend laubabwerfende Gehölze das Landschaftsbild. Im oberen Bereich dieser Zone sind es besonders die Sträucher *Ormocarpum trichocarpum* und *Grewia bicolor*. Weiterhin sind noch vereinzelt *Olea africana*, *Euclea schimperi*, *Osyris abyssinica* und andere immergrüne Gehölze zu beobachten. Bald werden jedoch laubwerfende Gehölze häufiger, wie die Bäume *Acacia etbaica* (zur geänderten Nomenklatur der im ursprünglichen Manuskript genannten *Acacia* siehe weiter unten - Kapitel 3.4) und *Erythrina burtii* und die Sträucher *Croton dichogamus* und *Acalypha fruticosa*. In der Feldschicht dominiert das perenne Gras *Chrysopogon plumulosus*. Auf schlechter drainierten Böden treten an Stelle der oben genannten Arten *Acacia drepanolobium* und das Gras *Pennisetum mezianum*. Fleckenweise herrscht der Zwergstrauch *Duosperma eremophilum* vor.

Die anthropozoogene Belastung war in dieser Zone zur Zeit der Untersuchung aufgrund ethnischer Konflikte, aber auch aufgrund der großen Entfernungen von Wasserstellen generell gering. An bevorzugten Stellen finden sich jedoch „Foras“, das sind temporäre Vieheinhegungen. In ihrem Umfeld kommt es auch zu stärkerer Beweidung. Ein Beweidungsindikator dieser Zone ist *Plectranthus ignarius*.

In Höhen zwischen 950–800 m werden *Acacia etbaica* und *Acacia drepanolobium* durch *Acacia mellifera* und *Acacia tortilis* ersetzt. Daneben prägen auffallend viele *Commiphora* Arten, *Boswellia neglecta* und *Delonix elata* die Gehölzvegetation. In dieser Zone sind stellenweise auch sukkulente Arten wie *Kleinia spec.* und *Sarcostemma viminalis* häufig. Insbesondere *Kleinia spec.* wird durch anhaltende, mäßige Störeinflüsse gefördert.

In Höhen von 800–700 m dominieren schließlich *Acacia mellifera* und *Acacia reficiens*. *Commiphora*-Arten sind kaum noch vertreten. In der Feldschicht hat *Chrysopogon plumulosus* immer noch eine große Bedeutung. Stellenweise herrschen aber auch Zwergsträucher vor, insbesondere *Duosperma eremophilum* und *Indigofera spinosa*. Fleckenweise gewinnen auch schon annuelle Arten, wie *Aristida adscensionis* an Bedeutung.

1.5. Die Ersatzgesellschaften im Bereich der Trockengehölze des Untersuchungsgebiets von Engare Ondare

Als der im Gebiet von Engare Ondare vorherrschende Vegetationstyp darf ein *Acacia-Commiphora*-Trockengehölz (Buschland) mit *Chrysopogon plumulosus* als dominanter Art in der Feldschicht angenommen werden. In seinem Erscheinungsbild entspricht dieser Vegetationstyp weitgehend der Dornsavanne im Sinne von Walter (1964). Er ist, mit Ausnahmen von Tonböden, besonders im Bereich der landschaftsbestimmenden Vulkanitdecken verbreitet. Auf den Tonböden herrschen *Acacia*-Gesträuche vor, und die eher sandigen Tallagen werden natürlicherweise von *Acacia*-Trockengehölzen mit halbhoheren perennen Gräsern eingenommen. Kleinere, in der Zusammensetzung abweichende Trockengehölze sind schließlich an den permanent und saisonal wasserführenden Bachläufen entwickelt.

Durch einen anhaltenden, zum Teil starken Weidedruck, ist es zu einer wesentlichen Veränderung der Vegetation gekommen. Die geringsten Veränderungen fanden in den bachnahen Bereichen statt. Dies trifft für beide der vorgefundenen Auengehölztypen zu. Sowohl bei den *Acacia xanthophloea*-Auengehölzen an permanent wasserführenden Bachläufen als auch bei den *Acacia tortilis-Cordia crenata*-Ufergehölzen an den saisonal wasserführenden Bachläufen ist die Gehölzartenzusammensetzung als weitgehend naturnah einzuschätzen. Störzeiger, wie *Lycium europaeum*, sind von untergeordneter Bedeutung. Möglicherweise wird die Ausbreitung der Capparacee *Cadaba farinosa* durch Auflichtung und Eutrophierung gefördert.

Auf den übrigen Standorten machen sich die Störeinflüsse unter den Gehölzen insbesondere durch Reduktion der Artenzahlen bemerkbar. Im Bereich der sandig-lehmigen bis lehmigen Vulkanitdecken und der entsprechenden Hanglagen sind es zunächst die *Commiphora*-Arten, die allmählich verschwinden. Die Ausbreitung von *Acacia tortilis* wird hingegen durch die Beweidung gefördert. Das geht zum einen auf die endozoochore Ausbreitung der Samen durch Weidetiere zurück, zum anderen auf die Widerstandsfähigkeit der Jungpflanzen gegenüber Verbiss und Tritt. Bei anderen Akazien-Arten, insbesondere bei *Acacia reficiens*, *Acacia horrida* und *Acacia mellifera* führt der vorhandenen Weidedruck vielfach zu Dickichtbildungen.

Am stärksten macht sich der Weidedruck jedoch in der Feldschicht bemerkbar. Hier kann es zu völlig neuen Artenkombinationen kommen. In der Regel geht der Wechsel allmählich vonstatten. Zu völliger Vegetationsvernichtung mit anschließender Neubesiedlung kommt es nur im Bereich temporärer Wohnplätze (Manyattas). Nach dem Verlassen dieser Plätze siedeln sich besonders nitrophile Arten der Familien Amaranthaceae und Chenopodiaceae an. In den meisten Fällen sind die vom Weidedruck ausgelösten Veränderungen zunächst rein quantitativer Art. Eine qualitative Verschiebung, d.h. eine Änderung der Artenkombination, steht erst am Schluss der Entwicklungsreihe.

Die Degeneration der Vegetation beginnt damit, dass die natürlicherweise dominierenden perennen Gräser, insbesondere *Chrysopogon plumulosus*, lückiger werden. In den Lücken siedeln sich zunächst annuelle Gräser an. Auffallend oft sind es Arten, die sich durch eine rasche Diasporenausbreitung auszeichnen. Es sind dies insbesondere das anemochore therophytische Gras *Tetrapogon cenchriformis* und das epizoochore therophytische Gras *Tragus berteronianus*. Im weiteren Verlauf der Degeneration breiten sich Zwergsträucher aus, insbesondere *Lippia carviadora*. Allmählich treten ausgesprochene Störzeiger hinzu, die entweder durch Weidetiere ausgebreitet werden, wie *Tribulus terrestris* oder die an eutrophierten Standorten auftreten, wie *Cyathula orthacantha* und *Zaleya pentandra*. Am Ende dieser Degenerationskette ist das perenne Gras *Chrysopogon plumulosus* völlig verschwunden. Stattdessen beherrschen Zwergsträucher und Therophyten das Bild der Vegetation. In den letzten Jahren breiten sich zusätzlich epizoochore Arten aus höheren Lagen wie *Pupalia lappacea* aus. Dies wird durch die Zunahme des Weideauftriebs aus den südlich vom Untersuchungsgebiet gelegenen Bergländern erklärt.

Auf grusigen, häufig flachgründigen, besser dränierten Standorten gelangen niedrige, trittfeste Horstgräser wie *Sporobolus nervosus* und *Oropetium minimum* neben Zwergsträuchern wie *Indigofera spinosa* und *Heliotropum albohispidum* zur Vorherrschaft. Eine ähnliche Entwicklung ist in den Tallagen zu beob-

achten. Auch hier dürften natürlicherweise perenne Gräser in der Feldschicht vorgeherrscht haben. Auf den vorwiegend sandigen, ebenfalls besser dränierten Böden breiten sich zunächst therophytische Gräser aus, besonders *Tragus berteronianus* und *Tetrapogon cenchriformis*. Im weiteren Entwicklungsverlauf werden dann niedrige, trittfeste Horstgräser, insbesondere *Sporobolus nervosus* und Zwergsträucher, insbesondere *Indigofera spinosa* die vorherrschenden Arten. Bei anhaltender Trittbelastung und Eutrophierung verläuft die Entwicklung ähnlich wie auf den Plateauflächen: *Tribulus terrestris*, *Cyathula*-Arten und *Zaleya pentandra* breiten sich aus.

Auf den Tonböden, den Vertisolen, hat sich die Gehölzartenzusammensetzung kaum verändert. Unabhängig vom Weidedruck prägen *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Gesträuche die Gehölzschicht. In der Feldschicht sind dagegen erhebliche Veränderungen zu verzeichnen. Natürlicherweise dürften auch hier perenne Gräser vorherrschend gewesen sein, insbesondere *Lintonia nutans*, stellenweise auch *Pennisetum mezianum*. Derzeit wird die Feldschicht jedoch von einem therophytischen Gras, *Setaria acromelaena*, bestimmt. Stellenweise können aber auch therophytische Dikotyledonen, wie *Digera muricata* vorherrschend sein. Dieser komplette Wechsel in der Artenkombination wird durch eine besonders hohe Empfindlichkeit der tonigen Standorte gegenüber Störeinflüssen erklärt. Die bei Regen stark aufquellenden und während der Trockenzeiten stark schrumpfenden Böden bieten vielen Pflanzenarten ohnehin nur schlechte Wuchsbedingungen. Bei stärker werdender und anhaltender Störung breiten sich auch hier nitrophile Arten, insbesondere der Gattung *Cyathula* aus. Auf stärker begangenen Fläche wird *Tribulus cistoides* zur vorherrschenden Art. Zwergsträucher spielen auf den Tonböden nur eine untergeordnete Rolle. *Barleria acanthoides*, *Ruellia patula* und *Abutilon*-Arten treten hier nur vereinzelt auf.

2. Fragestellung

Ausgedehnte Grasländer mit vereinzelt Schirmakazien, in denen Gnu- und Zebraherden grasen, sind durch den Nationalparktourismus zum Inbegriff der Ostafrikanischen Landschaft geworden. In Kenia repräsentiert dieser Typus nur einen Aspekt der natürlichen Landschaftsgliederung. So dominieren in Teilen Westkenias (Kakamega Forest), im Küstenbereich und im Bergland Waldformationen. Weite Gebiete der küstenfernen und der niedriger als 1.200 m liegenden „Lowlands“ werden von einer Trockenvegetation eingenommen, die von baumgeprägten Trockengehölzen bis hin zu Halbwüsten reicht. Mit Ausnahme einiger Berge und Bergketten ist diese Trockenvegetation für das nördliche Kenia bestimmend.

Die floristische und vegetationskundliche Erforschung Kenias erfolgte im Wesentlichen im 20. Jahrhundert. Der Schwerpunkt für diese Untersuchungen lag in den von weißen Farmern besiedelten Hochländern („White Highlands“). Entsprechend wurden die Grasländer der mittleren Höhenlagen untersucht, wie die Arbeiten von D. C. Edwards (1940), A. V. Bogdan (1938, 1951), P. J. Greenway (1943), I. R. Dale & P. J. Greenway (1961) und J. P. M. Brenan (1978) zeigen.

Die Erforschung Nordkenias mit seinen ausgedehnten Trockengebieten und einigen in den höchsten Lagen der dort befindlichen Berge und Wälder begann erst in den 1970er Jahren. Ein Grund für die späten Forschungsaktivitäten in diesen Gebieten war sicher auch die schwere Zugänglichkeit der „Northern Frontier Districts“, zu deren Betreten eine Sondererlaubnis benötigt wurde.

In den 1970er Jahren wurden als Reaktion auf die anhaltenden Dürrezeiten in der Sahelzone und am Horn von Afrika im an dem an Äthiopien grenzenden Marsabit District von der FAO und der UNESCO eine Reihe von Forschungsprojekten ins Leben gerufen. Das umfangreichste dieser Art war das „Integrated Project in Arid Lands (IPAL)“. Die Forschungsergebnisse wurden in zahlreichen „IPAL Technical Reports“ publiziert. Zu erwähnen sind dabei vor allem die Arbeiten von D. Herlocker und W. Schultka. Diese Arbeiten dienten zunächst der großflächigen Erkundung der von Nomaden genutzten Weideflächen. Da für eine pflanzensoziologische Gliederung der Vegetation die Grundlagen fehlten, musste man sich auf einfach zu erfassende Kriterien konzentrieren.

Vorarbeiten für eine Formationsgliederung waren durch die Arbeiten von P. J. Greenway (1943), J. B. Gillett (1941) sowie D. J. Pratt & M. D. Gwynne (1977) gegeben. Artenbezogene Einzelbeschreibungen standen bis auf wenige Ausnahmen, wie z.B. die Arbeiten von P. J. Barkham & R. E. Rainy (1976) und G. Bronner (1989), nicht zur Verfügung.

Die vorliegende Arbeit setzt an dem formationsbezogenen Forschungsstand sowie an den Ergebnissen der wenigen bisherigen Einzeluntersuchungen an und versucht, auf der Basis eigener Felduntersuchungen die Vorarbeiten für eine Vegetationsgliederung Nordkenias weiter zu führen. Besonderes Gewicht wurde dabei auf die anthropozoogene Überprägung der Vegetation gelegt, da der gesamte nordkenianische Landschaftsraum seit mehr als tausend Jahren durch eine nomadische Weidewirtschaft beeinflusst wird. Die Trockengebiete und die Bergländer Nordkenias stellen keine Natur-, sondern eine Kulturlandschaft dar, in der Ersatzgesellschaften unterschiedlichen Grades das Vegetationsbild bestimmen. Eine Analyse der Vegetationsverhältnisse muss daher dem Einfluss der Weidewirtschaft Rechnung tragen. Nur so werden die Voraussetzungen geschaffen, um das Beziehungsgefüge der vorhandenen Pflanzengesellschaften aufzudecken.

Die Analyse der anthropozoogenen Überprägung muss dabei von der natürlichen Vegetationsgliederung ausgehen. Da nahezu der gesamte Landschaftsraum durch die Weidewirtschaft genutzt wird, ergeben sich hierbei beträchtliche Schwierigkeiten. Natürliche oder naturnahe Vegetationseinheiten der unterschiedlichen Standorttypen sind nicht ohne weiteres als solche zu erkennen, sondern müssen erst über Vegetationsanalysen identifiziert bzw. falls nicht mehr vorhanden, rekonstruiert werden. Eine erfolgversprechende Methode zur Lösung dieser Probleme stellt die Vegetationsanalyse entlang von Nutzungsgradienten innerhalb eines einheitlichen natürlichen Standortgefüges dar. Entsprechend wurde versucht, für repräsentative klimatische und edaphische Standorteinheiten nutzungsbedingte Degradationsserien aufzustellen.

Als Hauptfaktor der natürlichen Vegetationsgliederung muss in Nordkenia die Wasserversorgung angesehen werden. Sie wird maßgeblich durch die vorhandenen klimatischen Unterschiede sowie durch Bodenfaktoren und Geländemorphologie bestimmt. Um den differenzierenden Einfluss der Wasserversorgung Rechnung zu tragen, wurden Felduntersuchungen entlang der Formationsreihe Wald-Buschland-Trocken-

gehölze-Gebüsche durchgeführt. Eine entsprechende Reihung bot die vertikale Vegetationsgliederung des Mt. Kulal. Der bis in die Waldregion aufragende Vulkan liegt inmitten des ariden Teils des Marsabit Districts. Nach der Errichtung einer Missionsstation war es hier zur Bildung einer festen Ansiedlung gekommen, in deren Umkreis die Vegetation übermäßig beweidet wurde. Mit zunehmender Entfernung von der Station nimmt der Beweidungsdruck ab. Für den Bereich der Bergwälder konnte daher auf ein breites Spektrum unterschiedlich belasteter Standorte zurückgegriffen werden.

Für den Bereich der Trockengehölze reichte die vorhandene Vegetationsdifferenzierung jedoch nicht aus, um den Weideeinfluss hinlänglich zu beschreiben. Aufgrund der weiten Entfernungen zu Wasserstellen und lange währender ethnischer Konflikte sind die tieferen Lagen des Mt. Kulal nur schwach beweidet. Als alternatives Untersuchungsgebiet standen die Weideflächen auf der weiter südlich im Isiolo District gelegenen Landschaftseinheit Engare Ondare zur Verfügung. Die Einrichtung einer Quarantänestation für Rinder hat im Bereich dieser ebenfalls vulkanisch geprägten Landschaft zu einer starken Vegetationsbelastung geführt, ohne dass dadurch schwächer beweidete Flächen gänzlich vernichtet wurden.

Schließlich wurden die semiariden bis ariden Flächen des Marsabit Districts durch floristische Aufnahmen charakterisiert. Hierdurch wird zum einen eine Brücke zwischen den beiden Untersuchungspolen Kulal-Engare Ondare geschlagen. Darüber hinaus kann so die Bedeutung der ariden Gebiete als Quelle für Arteninvasionen in die besser mit Wasser versorgten, aber stärker beweideten Flächen beurteilt werden. In diesem Zusammenhang sollte auch herausgefunden werden, welchen Zeigerwert bestimmte Arten bei unterschiedlichen Störeinflüssen und damit verbundenen Standortveränderungen haben.

3. Methoden

3.1. Artbestimmung

Die Bestimmung der Arten erfolgte hauptsächlich mit Hilfe der bis in die 1990er Jahre erfolgten Lieferungen der „Flora of Tropical East Africa“ mit wechselnden Editoren: E. Milne-Readhead & R. M. Polhill, C. H. Hubbard & E. Milne-Readhead, W. B. Turrill & E. Milne-Readhead u.a., erschienen bei The Government Printer, P.O. Box 30128, Nairobi. Die Lieferungen vieler artenreicher Familien wie z.B. Asteraceae, Acanthaceae und anderer waren zur Zeit der Bearbeitung des gesammelten Pflanzenmaterials noch nicht zugänglich, was die Bestimmung dieser Arten sehr erschwerte.

Bei der Bestimmung vieler Arten hatte ich die Möglichkeit, sowohl am East African Herbarium in Nairobi (Kenia) als auch im Herbarium der Royal Botanic Gardens, Kew, London, diese Arten vergleichend bestimmen zu können. Darüber hinaus wurden im wesentlichen folgende Florenwerke verwendet (in alphabetischer Reihenfolge, siehe auch Literatur):

- Agnew, A. D. Q.: Upland Kenya Wildflowers.
- Beentje, H. J.: Kenya Trees, Shrubs and Lianas.
- Coe, M. & Beentje, H. J.: A Field Guide to the Acacias of Kenya.
- Harker, K. W. & Napper, D.: An Illustrated Guide to the Grasses of Uganda.
- Kuchar, P. & Gillett, J. J. B.: The Burseraceae of Somalia, emphasizing the Central Rangelands.
- Napper, D. M.: Cyperaceae of East Africa.
- Napper, D. M.: Grasses of Tanganyika.

Herbarbelege sind im Herbarium Senckenbergianum Frankfurt am Main (FR) deponiert.

3.2. Analyse der Vegetationsstruktur

Mit der Frage der Anwendbarkeit der von BRAUN-BLANQUET (1964) entwickelten pflanzensoziologischen Methode der Vegetations-Klassifizierung („Zürich-Montpellier-Methode“) für Afrika befasste sich besonders WERGER (1977). In einer ganzen Reihe von Arbeiten wurden entsprechende Vegetationsklassifizierungen vorgenommen, wobei es sich in den meisten Fällen um Untersuchungsergebnisse aus Westafrika handelte. Es soll hier besonders auf die Arbeiten von LEBRUN (1947), SCHNELL (1952a, b, c), DUVIGNEAUD (1953), MULLENDERS (1954), DEVRED (1956), ADJANOHOON (1962), MYRE (1962, 1964, 1971, 1972), SCHMITZ (1963), GERMAIN (1965), KERSHAW (1968), LEIPPERT (1968), MONTEIRO (1970), VOLK & LEIPPERT (1971), LEISTNER & WERGER (1973), SCHMIDT (1973, 1975), WERGER (1973) und COETZEE (1974, 1975) verwiesen werden.

Für die vorliegende Arbeit bestand das Problem, dass für den Norden Kenias keine vegetationskundliche Bearbeitung im Sinne der Zürich-Montpellier-Methode existierte. Eine syntaxonomische Zuordnung im Sinne o.g. Methode war daher nicht möglich. Für diesen Fall wird auch von BRAUN-BLANQUET (1964) eine Einteilung nach physiognomisch-ökologischen Gesichtspunkten vorgeschlagen. Als brauchbar hat sich eine Klassifizierung nach Physiognomie und Dominanz erwiesen (WHITTAKER 1962). In der vorliegenden Arbeit steht der Begriff „Gesellschaft“ für systematisch unklare Einheiten (FUKAREK 1964), z.B. „*Indigofera spinosa*-Zwergstrauch-Gesellschaft“.

Bei der Datenerhebung wurde versucht, die natürlich und anthropogen bedingten Differenzierungen der Vegetation innerhalb des Untersuchungsgebietes zu erfassen. Die Aufnahmen mussten dementsprechend die unterschiedlichen Höhenstufen, die geomorphologischen Einheiten, die verschiedenen Bodentypen und die Abstufungen des Weideeinflusses umfassen. Zu diesem Zweck wurden Aufnahmeserien möglichst gleichmäßig über die Untersuchungsgebiete verteilt. Die Anzahl der Aufnahmeserien wurde dann solange erhöht, bis alle erkennbaren Landschaftsausschnitte erfasst waren.

Zur Erfassung der Feld- und Strauchschicht wurde die von BRAUN-BLANQUET (1964) empfohlene siebenteilige Skala der Artmächtigkeit modifiziert. Sie war zu ungenau, um die einzelnen Phasen der Vegetationsentwicklung befriedigend erfassen zu können. Die Bedeckung wurde stattdessen in folgenden Schritten erfasst (Tabelle 1):

Tabelle 1: Bedeckungsskala für die Vegetationsaufnahmen am Mt. Kulal.

r; 0,2 %	20 %	70 %
+; 1,3 %	30 %	80 %
5 %	40 %	90 %
10 %	50 %	95 %
15 %	60 %	100 %

Auf die Ermittlung eines Minimalareals wurde verzichtet (s. auch BARKMAN, 1989, 1990). Stattdessen wurde eine Konstantenbestimmung unter Verwendung von Probeflächen einer verhältnismäßig niedrigen Standardgröße durchgeführt. In der Praxis wurden im Bereich einer größeren, möglichst homogenen Untersuchungsfläche in der Regel 30 randomisiert verteilte Flächen von der Standardgröße 1 m² untersucht. Auf diese Weise entstanden Aufnahmeserien, die sich aus 30 Einzelaufnahmen zusammensetzen. Die Arten innerhalb der Aufnahmeserien wurden dann nach Konstanz (bzw. Stetigkeit) und mittleren Bedeckungsanteilen geordnet. Bei speziellen Fragestellungen wurden Transekte durch ein Gebiet gelegt, bei denen entlang einer Linie in einem jeweils festgelegten Abstand ebenfalls 1 m² große Probeflächen untersucht wurden.

Um die relative Häufigkeit einer Pflanzenart in einem Gebiet darstellen zu können, wurden aus Konstanz (bzw. Stetigkeit) = K und mittlerer Bedeckung = D ein „Bedeckungsindex“ = BI ermittelt:

$$BI = K \times D \times 100^{-1}$$

Dieser Wert gibt Auskunft über die Verfügbarkeit einer Art in einem Untersuchungsgebiet. Es ist ein Wert, mit dem sich ein floristisches Inventar eines Gebietes quantitativ und qualitativ anschaulich miteinander vergleichen lässt. Bei der Untersuchung von Gebüschgruppen entspricht die Größe der Aufnahme- und der Gebüschgröße, wobei nur solche Gebüschgruppen zu Aufnahmeserien zusammengefasst wurden, die in Ausdehnung und Höhe nicht allzustark voneinander abwichen. In der Regel wurden die Bedeckungsanteile für den Gebüschkern, den Gebüschmantel und den Saum getrennt voneinander ermittelt. Mitunter wurden unterschiedliche Aufnahmemethoden miteinander kombiniert. Bei den Vegetationsaufnahmen wurde zwar eine möglichst vollständige Erfassung der Arten angestrebt, was aber nicht immer zu verwirklichen war. Das trifft besonders für die Trockengebiete zu. Wegen der zum Zeitpunkt der Geländearbeiten lange anhaltenden Dürrezeiten in großen Teilen des Untersuchungsgebietes konnten oft nur Gehölze und dominante Arten erfasst werden.

Besonders bei Gehölzen und höheren Gebüschgruppen wurden anstelle der Bedeckung die Kronenflächen der Arten ermittelt. Dies erfolgte mit Hilfe einer modifizierten Zentralpunkt-Vierflächenmethode (Point-centered quarter method = PCQ-Methode, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974) und KREEB (1983). Wenn es möglich war, wurden die Werte von 30 Messpunkten für eine Untersuchungsfläche verwendet. Der Vorteil dieser Methode liegt in der Verminderung des subjektiven Schätzfehlers in unüberschaubarem Gelände oder bei extrem lichten Stand der zu untersuchenden Pflanzen.

Zur Auswertung werden aus den Messdaten die Summe aller Entfernungsmessungen (FE), aller Individuen (Fi) und Kronflächen (Fkf, wobei $kf = 27 Fr^2$ bzw. $2r^2 Fr/4$) ermittelt.

1 Durchschnittliche Entfernung von einem Messpunkt:	FE	=	$\sum E / \sum i$
2 Durchschnittliche Anzahl der vermessenen Objekte pro 100 m ² :	g100	=	$(10/FE)^2$
3 Deren durchschnittliche Kronenfläche:	Fkf	=	$\sum kf / \sum Li$
4 Gesamtbedeckung (in %):	$\sum kf$	=	$Fkf * g100$
5 Errechnung eines „Arthäufigkeitsfaktors“ für eine Art x:	ahf	=	$\sum ix / \sum i$
6 Anzahl Gehölze dieser Art pro 100 m ² :	$\times 100$	=	$ahf * g100$
7 Durchschnittliche Kronfläche der Art x:	Fkfx	=	$\sum kfx / \sum ix$
8 Bedeckungsanteil der Art x (in %):	$\sum kfx$	=	$Fkfx * g \times 100$

3.3. Klassifizierung der Vegetation nach physiognomischen Merkmalen

Bei der Kennzeichnung der Vegetationseinheiten nach physiognomischen Merkmalen hat sich für Ostafrika besonders die von GREENWAY (1943) vorgeschlagene und später durch PRATT & GWYNNE (1977) verbreitete Klassifizierung durchgesetzt (s. auch HERLOCKER 1979 und SCHULTKA 1991). Damit herrscht auch weitgehende Übereinstimmung mit der Vegetationsklassifizierung der UNESCO (1973). Auf den Savannen-

begriff, wie ihn SCHMIDT (1985) noch für Bereiche der Serengeti verwendet, soll verzichtet werden, da der Terminus „Savanne“ von Geographen und Botanikern zu unterschiedlich verwendet wird. Im Wesentlichen hat sich zwar die Definition von WALTER (1964) durchgesetzt, der sich vor allem auf SCHIMPER (1908) und DRUDE (1890) beruft. Aber der Savannenbegriff wird auch sehr viel eingengerter bzw. weiter gefasst verwendet. Während WALTER (1964) unter „Savanne“ einen tropischen Vegetationstyp verstanden wissen will, der durch eine geschlossene Grasschicht mit darin gleichmäßig verteilten Holzpflanzen gekennzeichnet ist, wurde auf der Yangambi-Konferenz (ANONYMOUS 1956) der Begriff „Savanne“ auf Bestände beschränkt, in denen die Gräser bei fehlender Beweidung mindestens 80 cm hoch werden und die Gehölze weniger als 50 % der Fläche bedecken. Andere Autoren wiederum fassen den Savannenbegriff weiter (z.B. MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974), und besonders EITEN (1968, 1986) beschreibt Savanntypen in denen Kräuter von Bedeutung sind (z.B. „evergreen short herb savanna“ u.a.). Die deutschen Bezeichnungen der in Ostafrika am meisten benutzten Termini für Vegetationseinheiten werden in der vorliegenden Arbeit im Wesentlichen in Anlehnung an KNAPP (1973) geprägt.

3.4. Zuordnung der Pflanzenarten zu Lebensformgruppen

Bei der Benennung der Lebensformen soll weitgehend die Einteilung berücksichtigt werden, die von ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS (1967), MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974) und ELLENBERG (1979) beschrieben wurde. Einige Erläuterungen scheinen bei den Begriffen „Chamaephyta“ bzw. „Zwergsträuchern“ angebracht. In den ariden bzw. semiariden Gebieten scheinen unter den Dikotyledonen krautige Chamaephyten weitgehend zu fehlen. Abgesehen von einigen wenigen Arten (wie etwa *Dyschoriste radicans*), die einwandfrei den Halbsträuchern zugeordnet werden können, herrscht in den meisten Fällen ein Pflanzentyp vor, der in der englischsprachigen Literatur (z.B. PRATT & GWYNNE 1977; HERLOCKER 1979) vorwiegend als „dwarf shrub“ bezeichnet wird. Bei SCHMIDT (1975) und SHMIDA & BURGESS (1988) hingegen werden alle diese Pflanzen einfach als „Chamaephyten“ bezeichnet. Diese mehr oder weniger stark verholzten Pflanzen sollen, nach den Angaben einiger Autoren (z.B. PRATT & GWYNNE 1977) nicht höher als 0,70 m sein, bei anderen Autoren (z.B. BARKMAN 1988) hingegen dürfen sie durchaus Höhen bis zu einem Meter erreichen. Im Folgenden sollen für diese mehr oder weniger verholzten Pflanzen bei der Beschreibung von Lebensformen der Begriffe „Chamaephyt“, und bei der Benennung von Vegetationseinheiten der Begriff „Zwergstrauch“ verwendet werden. Da viele Gräser nicht über mehrere Vegetationsperioden beobachtet werden konnten, war ihre Zuordnung zu Lebensformen nicht immer möglich, weshalb in der Regel lediglich eine Einteilung nach annualen bzw. perennen Gräsern erfolgte.

3.5. Akazien-Nomenklatur

Der ICN 2011 bestätigte die Entscheidung von 2005, *Acacia* mit einem neuen Typ zu begründen, statt der afrikanischen *Acacia nilotica* jetzt mit der australischen *Acacia verticillata* (siehe u.a. McNEILL & TURLAND 2011; McNEILL et al. 2012).

Aus diesem Grund müssten strenggenommen die Namen afrikanischer „*Acacia*“-Arten geändert werden in *Acacia* und *Acacia*. Nach dem Stand des Manuskripts (in den 1990er Jahren) wurden die alten Namen beibehalten. Gültig sind heute folgende Akazien-Namen:

ungültiger <i>Acacia</i> -Taxonname		gültiger <i>Senegalia/Vachellia</i> -Taxonname
<i>Acacia drepanolobium</i> Harms ex Y.Sjöstedt	≡	<i>Vachellia drepanolobium</i> (Harms ex Y.Sjöstedt) P.J.H.Hurter
<i>Acacia elatior</i> subsp. <i>turkanae</i> Brenan	≡	<i>Vachellia elatior</i> subsp. <i>turkanae</i> (Brenan) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia etbaica</i> Schweinf.	≡	<i>Vachellia etbaica</i> (Schweinf.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia etbaica</i> subsp. <i>platycarpa</i> Brenan	≡	<i>Vachellia etbaica</i> (Schweinf.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia horrida</i> (L.) Willd.	≡	<i>Vachellia horrida</i> (L.) Kyal. & Boatwr
<i>Acacia horrida</i> subsp. <i>benadirensis</i> (Chiov.) Hillc. & Brenan	≡	<i>Vachellia horrida</i> subsp. <i>benadirensis</i> (Chiov.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia mellifera</i> Benth. subsp. <i>mellifera</i>	≡	<i>Senegalia mellifera</i> (Benth.) Seigler & Ebinger subsp. <i>mellifera</i>
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Delile	≡	<i>Vachellia nilotica</i> (L.) P.J.H.Hurter & Mabb.
<i>Acacia nilotica</i> subsp. <i>subalata</i> (Vatke) Brenan	≡	<i>Vachellia nilotica</i> subsp. <i>subalata</i> (Vatke) Kyal. & Boatwr.

ungültiger <i>Acacia</i> -Taxonname	gültiger <i>Senegalia/Vachellia</i> -Taxonname
<i>Acacia nubica</i> Benth.	≡ <i>Vachellia nubica</i> (Benth.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia paolii</i> Chiov.	≡ <i>Vachellia paolii</i> (Chiov.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia reficiens</i> Wawra & Peyr.	≡ <i>Vachellia reficiens</i> (Wawra & Peyr.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia reficiens</i> subsp. <i>misera</i> (Vatke) Brenan	≡ <i>Vachellia reficiens</i> subsp. <i>misera</i> (Vatke) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd.	≡ <i>Senegalia senegal</i> (L.) Britton
<i>Acacia senegal</i> var. <i>kerensis</i> Schweinf.	≡ <i>Senegalia senegal</i> var. <i>kerensis</i> (Schweinf.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia seyal</i> Delile	≡ <i>Vachellia seyal</i> (Delile) P.J.H.Hurter
<i>Acacia seyal</i> var. <i>fistula</i> (Schweinf.) Oliv.	≡ <i>Vachellia seyal</i> var. <i>fistula</i> (Schweinf.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia tortilis</i> (Forssk.) Hayne	≡ <i>Vachellia tortilis</i> (Forssk.) Galasso & Banfi
<i>Acacia tortilis</i> var. <i>spirocarpa</i> (Hochst. ex A.Rich.) Brenan	≡ <i>Vachellia tortilis</i> subsp. <i>spirocarpa</i> (Hochst. ex A.Rich.) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia xanthophloea</i> Benth.	≡ <i>Vachellia xanthophloea</i> (Benth.) Banfi & Galasso
<i>Acacia zanzibarica</i> (S.Moore) Taub.	≡ <i>Vachellia zanzibarica</i> (S.Moore) Kyal. & Boatwr.
<i>Acacia zanzibarica</i> var. <i>microphylla</i> Brenan	≡ <i>Vachellia zanzibarica</i> var. <i>microphylla</i> (Brenan) Kyal. & Boatwr.

4. Ergebnisse

4.1. Mt. Kulal

4.1.1. Die Vegetation am Mt. Kulal - Einführung

4.1.1.1. Die Lage des Untersuchungsgebietes

Der Mt. Kulal stellt ein aus dem Tertiär und Quartär stammendes Vulkangebirge dar, das sich bei ca. 36°50' Ost 2°40' Nord aus dem von Nomaden besiedelten trockenen Inlandebenen des Marsabit Districts auf 2.285m erhebt (OJANY & OGENDE 1973). Die Ebenen liegen bei Höhen zwischen 500 und 700 m über NN und werden außer dem Mt. Kulal von weiteren Vulkanbergen wie den Hurri Hills (1.479 m) und dem Mt. Marsabit (1.707 m) umgeben. Der Mt. Kulal wird in der Gipfelregion durch einen Krater und durch starke fluviale Zerschneidungen entlang von Verwerfungen in zwei Hauptgipfel getrennt, den Laridabach (2.159 m) und dem Arabel (2.231 m). Die vorliegenden Untersuchungen wurden in der südlichen Hälfte des Berges durchgeführt.

4.1.1.2. Klima

Temperaturen: Die Monate Januar/Februar sind verhältnismäßig warm; die mittleren Höchsttemperaturen um Gatab betragen 23 °C, die tiefsten liegen bei 16,2 °C. Ab Ende März/April, mit Beginn der Regenzeit, sinken die täglichen mittleren Höchsttemperaturen auf 21,4 °C, während die Tiefsttemperaturen immer noch bei 16,2 °C liegen. Ab Mai verändert sich die Windrichtung nach Südost, und ab Juli beginnt die Zeit mit den geringsten Niederschlägen, die bis Oktober andauert. Der Juli ist der kälteste Monat, die mittleren Höchsttemperaturen liegen bei 20,8 °C, in den klaren, trockenen Nächten sinken sie auf 13,0 °C. Während die Sonnenscheinintensität während der Monate August/September zunimmt, steigen die Temperaturen entsprechend (SYNOTT 1979).

Im Oktober, wenn starke Warmluftmassen von Südost eindringen, steigen die Temperaturen weiter. 1977 wurden im Oktober um Gatab mittlere Höchstwerte von 23,4 °C ermittelt, die Tiefsttemperaturen lagen bei 15,6 °C. Ab November, während der zweiten Regenzeit, sinken die Temperaturen wieder; die mittleren Höchsttemperaturen liegen bei 19,8 °C. Ab Dezember dreht der Wind auf NO, die Luftfeuchtigkeit fällt und die Temperaturen steigen an und erreichen allmählich die Werte von Januar/Februar.

Niederschläge: Charakteristisch für dieses Gebiet sind 2 Regenzeiten, eine April/Mai und eine weitere im November. Allerdings sind die Niederschläge über die Jahre nicht konstant; Dürrezeiten sind hier häufig. Nach JÄTZOLD (1991) liegen die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen für die Gebiete zwischen 1.660–1.700 m bei 700–800 mm, in den höheren Lagen, etwa ab 1.800 m, bei ca. 900 mm. Für das regenreiche Jahr 1977 wurden für die Umgebung von Gatab 1.400 mm gemessen (EDWARDS et al. 1979). Davor, von 1969–1976, herrschte in diesem Gebiet eine ausgeprägte Dürrezeit. In den Monaten Januar, Februar und März liegen die mittleren Niederschlagsmengen zwischen 40 und 50 mm, sie steigen im April auf ca. 160 mm, sinken im Mai auf 90 mm, betragen in der Trockenzeit Juni/Juli ca. 10–15 mm, sinken im August/September auf unter 5 mm, steigen im Oktober auf ca. 65 mm, im November auf 190 mm und sinken im Dezember auf ca. 40 mm. Neben diesen gemessenen Niederschlägen sind, besonders in der oberen Stufe des Mt. Kulal, Nebel bzw. tiefhängende Wolken von Bedeutung. Nach EDWARDS et al. (1979) kann es um Gatab, je nach Jahreszeit, zu 25–75 % des Tages neblig sein. Dieser Nebel kondensiert an Blättern und Zweigen, so dass diese, besonders in den Morgen- bzw. Vormittagsstunden, triefend nass sind. Es ist anzunehmen, dass diese, nicht gemessenen Niederschläge nicht nur für die z.T. reichlich vorhandenen Epiphyten von Bedeutung sind.

Klimaschwankungen und ihr Einfluss auf die Vegetation: DALE (1954) und VERDCOURT (1958, zitiert aus SYNOTT 1979) nehmen folgende klimabedingte Vegetationsverhältnisse für dieses Gebiet an:

- **bis 1750:** Das Klima war feuchter als heute; der Bergnebelwald reichte in tiefere Zonen herab als zur Zeit.
- **ca. 1750–1850:** Das Klima wird trockener, der Bergnebelwald wurde weitgehend durch Feuer vernichtet, mit Ausnahme der oberen Lagen von ca. 2.130–2.440 m.
- **ca. 1850–1900:** Das Klima wurde wieder feuchter und der Nebelwald regenerierte sich wieder bis auf ca. 1.830 m herab. Darunter entwickelte sich ein *Juniperus procera*-Wald.
- **ca. 1900–1950:** Die Randbereiche des *Juniperus procera*-Waldes wurden in großem Umfang durch Grasfeuer vernichtet.

Während länger anhaltender Dürreperioden, wie etwa in den Jahren 1968–1976, wandern viele der in den Ebenen lebenden Nomaden in die höheren Lagen der Berge, um sie als Trockenzeitweiden zu nutzen. SYNOTT (1979) ist der Meinung, dass die in diesen Zeiten häufigen Grasfeuer nicht das Hauptproblem für die Vernichtung der Bergwälder am Mt. Kulal sind. Ein weitaus größerer Störfaktor stellt die zu starke Nutzung dieser Gebiete durch den Menschen und seiner Haustiere dar. Die Schäden entstehen durch zu starke Beweidung, Schneiteln und durch Trittbelastung. Besonders durch die Beweidung der Wälder wird der Jungwuchs vieler Baumarten vernichtet, wodurch eine Regeneration stark erschwert wird.

4.1.1.3. Boden

Nach MÄCKEL & WALTHER (1982) wechseln, je nach Hangneigung und Erosionsrate, flachgründige, bis mittelgründige, an einigen Stellen auch tiefgründige Böden einander ab. Das Feinmaterial besteht meistens aus lehmigem Ton, seltener tonigem Lehm, mit einem mächtigen dunklen A-Horizont. Aufschlüsse entlang von Erosionskanten zeigen häufig unter kolluvialer Feinerde einen begrabenen A-Horizont. An anderen Stellen sind im Feinmaterial bis 30 cm dicke Steinbänder vorhanden. Die Funde weisen auf einen Wechsel in der Geomorphodynamik hin, der mit einem Wechsel in der Vegetationsbedeckung einhergegangen sein muss (MÄCKEL et al. 1989). Erosionsschäden treten besonders deutlich auf den überweideten Grasflächen innerhalb der Bergwaldstufe und auf waldfreien Kuppen auf. Nach der Zerstörung der Grasnarbe kann das vulkanische Lockermaterial auf den geneigten Hängen schnell fortgespült werden. Zurück bleiben unverwitterte Basaltblöcke und harte Lavaplatten. In der Stufe von 1.120–1.430 m sind in Muldenlagen tonige Böden vorhanden, auf denen besonders *Acacia drepanolobium* gedeiht. Daneben fallen Bereiche auf, wo nach der Zerstörung der Vegetation eine verstärkte Flächenspülung eintritt. An anderen Stellen verstärken sich die Zerstörungsformen durch aktive Stufenbildung in sandigem Lehm, der nach unten in lehmigen Ton (bis Ton) übergeht. Auf der Südseite des Kulal, im Bereich der an Sukkulenten reichen Trockengehölze mit Akazien und Burseraceen, von ca. 820–1.040 m über NN sind flach bis mittelgründige Lehmböden charakteristisch. Die flach geneigten Hänge werden nur stellenweise durch Rillenerosion, seltener durch Flächenspülung beeinträchtigt. Die gegen die Ebenen flach geneigten Riedel tragen weitgehend eine Grobmaterialdecke aus Kalkkonkretionen und vulkanischen Kies mit Steinen und Blöcken. Stellenweise treten unter der vulkanischen Kiesdecke Kalkkrusten oder Anreicherungshorizonte von Kalkkonkretionen auf. Nur auf kleinen Flächen findet man flachgründige Böden aus schluffigem oder sandigem Lehm. An den meisten Stellen wurde der Oberboden bereits fortgespült, so dass subterran gebildete Kalkkonkretionen und Kalkkrusten die Oberfläche bilden.

4.1.1.4. Vegetationszonierung und Chorologie

Mit zunehmender Höhe nehmen die Niederschläge deutlich zu (Abbildung 1). Dementsprechend ist, in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit, eine deutliche Vegetationszonierung zu erkennen (Abbildung 2).

Die wichtigsten Vegetationszonen in diesem Gebiet sind:

Der immergrüne Bergwald

- Obere Bergwaldstufe, bes. mit *Cassipourea malosana* und *Diospyros abyssinica*, in Höhen von ca. 1.750–2.050 m, bei mittleren jährlichen Niederschlägen von ca. 900–1.000 mm.
- Untere Bergwaldstufe, bes. mit *Juniperus procera* und *Olea africana*, in Höhen von ca. 1.600–1.750 m, bei mittleren jährlichen Niederschlägen von 700–800 mm.
- Montane Rasen im Bereich des immergrünen Bergwaldes: *Themeda triandra-Bothriochloa insculpta*-Grasland.

Lichte, mittelhohe trockenkahle Baumgehölze und mittelhohes perennes Zwergstrauch-Grasland

- *Chrysopogon-Duosperma*-Zwergstrauch-Grasland mit Gehölzsynusien), in Höhen von ca. 1.040–1.450 m, bei mittleren jährlichen Niederschlägen von ca. 450–700 mm. a) *Acacia drepanolobium*-Baumgehölze (bes. mit *Pennisetum mezianum*); b) *Acacia etbaica*-Baumgehölze (bes. mit *Chrysopogon plumulosus*); c) *Erythrina burttii*-Baumgehölze, (bes. mit *Chrysopogon plumulosus*).

An Sukkulenten reiche Dornstrauch-Formationen

- An Sukkulenten reiche *Acacia*-*Commiphora*-Dornstrauch-Gesellschaften (*Acacia*-*Commiphora*-Trockengehölze, KNAPP 1973).

Ergebnisse: Mt. Kulal
Die Vegetation am Mt. Kulal - Einführung

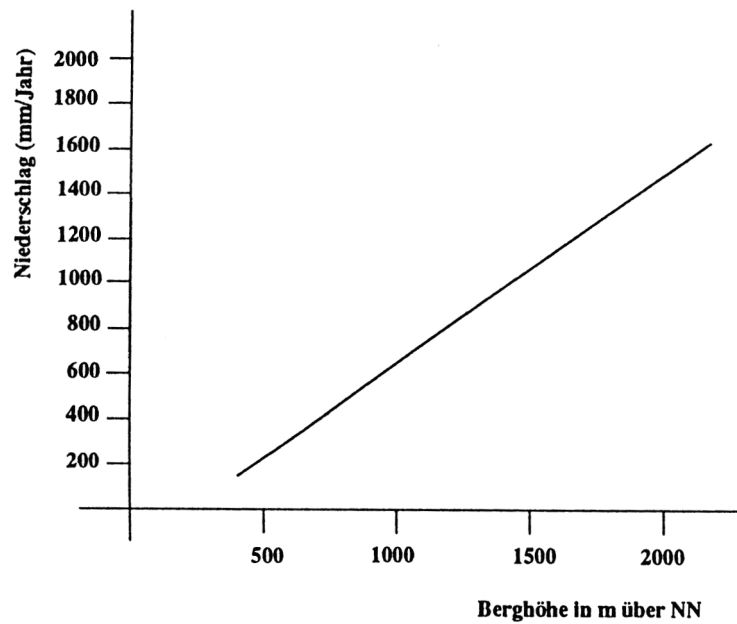


Abbildung 1: Beziehung zwischen Höhe über NN und jährlichem Niederschlag am Mt. Kulal. Regressionslinie auf der Basis von 12 Messpunkten. Nach JÄTZOLD (1991) vereinfacht.

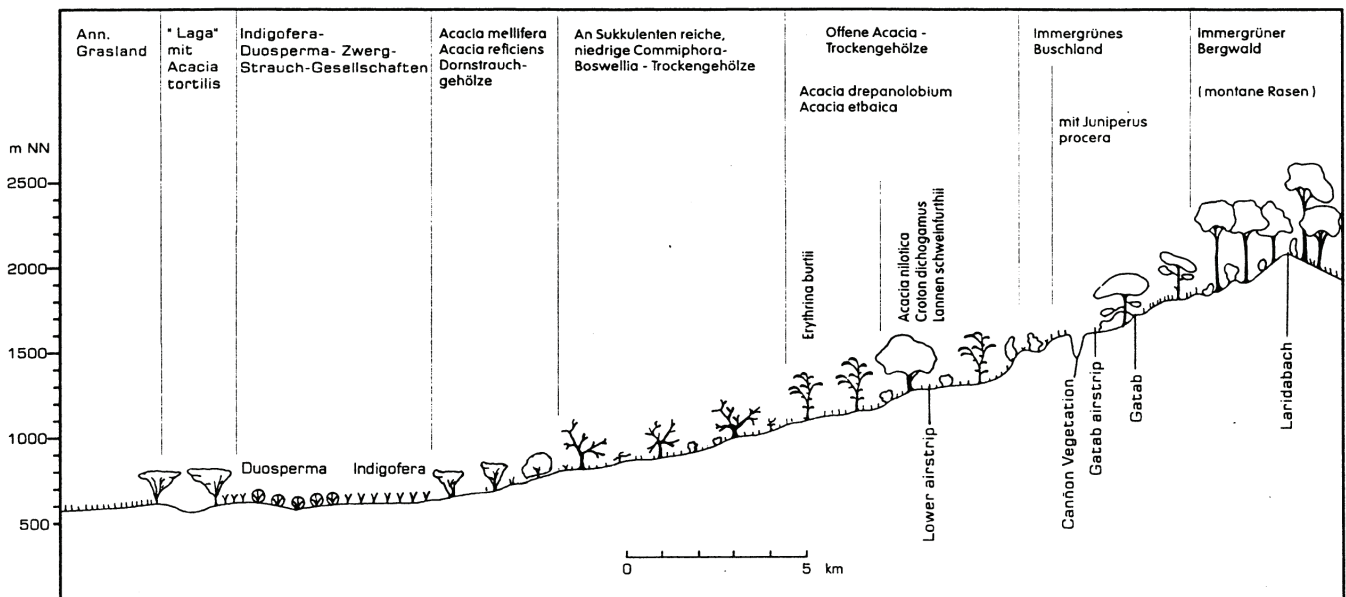


Abbildung 2: Vegetationsstufen am Mt. Kulal, südlicher Teil.

Für den Bereich des Mt. Kulal untersuchte HEPPER (1983) insgesamt 182 Arten, das sind ca. 25 % der Flora dieses Gebietes, auf ihre Zugehörigkeit zu Florenregionen bzw. Florengebieten. Er beschränkte sich dabei auf eine Auswahl von Vertretern folgender Familien: Asteraceae (48 Arten), Leguminosae (56 Arten aus den 3 Unterfamilien Mimosoideae, Caesalpinioideae, Faboideae bzw. Mimosaceae, Caesalpinaceae sowie Fabaceae) und Poaceae (78 Arten). Nach HEPPERs Untersuchungen ergibt sich folgende Zugehörigkeit der Arten zu den einzelnen Florenregionen:

Sudano-Sambesischen Florenregion	70,2 %
davon in der gesamten Region vorkommend	24,1 %
nur im Sambesischen und Afrorientalischen Florengebiet vorkommend	16,5 %
nur im Afrorientalischen Florengebiet vorkommend	29,6 %
zum Afromontanen Florengebiet gehörend	6,0 %
zur Saharo-Sindischen Region gehörend	8,8 %
pantropische bzw. palaeotropische Arten	15,0 %

Bei einer umfassenden Auswertung des gesammelten Pflanzenmaterials würde vermutlich der Anteil der Arten, die in ihrer Verbreitung auf das Afrorientalische Florengebiet beschränkt sind, etwas größer sein. Ansonsten aber dürften die von HEPPER ermittelten Werte einigermaßen repräsentativ für die gesamte Flora dieses Gebietes sein.

4.1.1.5. Besiedlung

Im National Archiv von Kenia (KNA 1 und 2) sind verschiedene Berichte über die Nutzung des Mt. Kulal während historischer Zeit vorhanden. Danach dienten die Bergregionen ursprünglich als Trockenzeitweiden für die rinderhaltenden Samburu. Stämme, die vorwiegend Kamele halten, wie z.B. die Rendille, gehen in der Regel selten über 1.000 m den Berg hinauf. Die Vieheinhegungen der Samburu befanden sich in einer Höhe um 900 m. Das Vieh wurde von dort aus tagsüber in die höheren Lagen zum Weiden getrieben. Im weiteren Verlauf sind dann auch Flächen gerodet worden, so dass sich an ihrer Stelle montane Grasländer entwickeln konnten, die durch Beweidung und gelegentliches Brennen offengehalten werden. Weitere Erkenntnisse konnten durch Befragungen von Chiefs und Alten gewonnen werden (SOBANIA 1979; MÄCKEL et al. 1989). Danach haben die Samburu den Mt. Kulal seit dem 18. Jahrhundert genutzt. Ob sie damals auf dem Berg auch siedelten, geht aus den Berichten nicht hervor. Weiterhin wird berichtet, dass zwischen 1750 und 1850 große Teile des Bergwaldes durch Feuer zerstört wurden.

Neben den Samburu begannen Ende des 19. Jahrhunderts auch andere nomadische Stämme wie Rendille, Gabbra und Turkana den Berg mit ihren Herden aufzusuchen. Kriegerische Auseinandersetzungen zwischen diesen Gruppen waren der Grund dafür, dass die britische Kolonialverwaltung Lieutenant Llinwel für die Zeit von 1900–1910 auf dem Mt. Kulal stationierte, um die rivalisierenden Gruppen zu befrieden. Die Samburu hatten zu der Zeit den Kulal verlassen und siedelten in den benachbarten Nyiro- und Ndotto-Bergen; der Kulal wurde deshalb dem Siedlungsraum der Rendille zugerechnet. Die Turkana wurden vom Kulal und dessen Westflanke völlig verbannt; die Gabbra benutzten lediglich noch einen Brunnen bei Gus, am nördlichen Ausläufer des Kulal, der als Südgrenze ihres Siedlungsgebietes betrachtet wurde. Diese Regelungen wurden in der Pax Britannica (1910) festgelegt, galten in der Praxis aber nur für kurze Zeit. Während der Trockenzeit 1911 kehrten die Samburu zum Kulal zurück, zunächst nur mit kleinen Rinderherden und ohne feste Wohnplätze (Manyattas) anzulegen. Die Samburu beriefen sich darauf, dass ihre Vorfahren schon auf dem Kulal siedelten und dass die Rendille als kamelhaltende Nomaden nur die unteren Teile des Berges nutzen würden; in erster Linie deshalb, weil die Bergwaldstufe für die Kamelhaltung ungeeignet ist. Um 1930 wurden die Rendille vorwiegend im nördlichen Teil des Mt. Kulal beobachtet; 1941 wurden 12 temporäre Wohnplätze („for“) gezählt. 1944 legten sie starke Brände im Bereich der Waldstufe an (KNA 2). Zu der Zeit drangen auch die Samburu in die höheren Bereiche des Berges vor.

In den letzten Jahren vor der Unabhängigkeit Kenias wurde darauf hingewiesen, dass Vegetationsver-nichtung und Bodenerosion als Folge von Bränden und Überbeweidung zu betrachten sind. Einige Hänge im Bereich des ehemaligen Bergwaldes wurden baumlos und entwickelten sich zu einem Grasland (KNA 2). Auf der Südhälfte (Laradabach) war im unteren Bereich der Bergwald unterdessen völlig verschwunden und wurde durch Überweidung zu einem hochgradig erodiertem Gebiet mit flachgründigem Boden oder reich an Steinansammlungen. In der oberen Waldstufe wurde die Vegetation ebenfalls durch Weidetiere z.T. vernichtet und dadurch die Wasserhaltekapazität des Bodens verschlechtert. 1950 wurde ein Plan zur Erhaltung des Bergwaldes erarbeitet, weil man seine Bedeutung für den Wasserhaushalt des Gebietes erkannt hatte (KNA 1). Vom noch vorhandenen Bergwald sollte so viel wie möglich gerettet werden. Deshalb sollte das Siedeln im Bereich des Waldes verhindert werden. Aus diesem Grund wurden von der britischen Kolonialverwaltung 2 Wasserleitungen von 4 permanenten Quellen in der oberen Waldzone nach unten in den Grenzbereich der Baumwacholderstufe verlegt. 1960 wurden von der Distriktverwaltung 4 Aufsichtspersonen angestellt, die den Schutz des Waldes und der Wasserleitungen sichern sollten. 1975 wurden sie aber wieder wegen Geldmangels entlassen. Seit 1977 wurden erneut 2 Aufsichtspersonen von der Mission in Gatab und von der UNESCO/IPAL bezahlt. 1980, zur Zeit der Un-

tersuchungen, umfasste die Schutzzone nur den oberen Bereich des Bergwaldes mit den permanenten Quellen. Ein Jahr später wurde dieses Gebiet als ein ökologisch wichtiges Schutzgebiet ausgewiesen (Kenya National Bioreserve).

Besondere Bedeutung für die Entwicklung des Gebietes kommt der Gründung der Missionsstation in Gatab zu. Bis 1963 wurden von der britischen Kolonialverwaltung in den von Nomaden besiedelten Gebieten Missionsstationen nicht zugelassen. 1968 wurde am unteren Rande des Bergwaldes in ca. 1.600 m Höhe die Missionsstation Gatab gegründet, um die sich bald eine Dauersiedlung entwickelte, in der vorwiegend Rinder haltende Samburu leben. Diese Entwicklung ist insofern bemerkenswert, als sich in der Vergangenheit die Nomaden der Ebenen nur für begrenzte Zeit im Bereich des Bergwaldes aufhielten, um ihn als Trockenzeitweide zu nutzen. Jetzt findet eine dauerhafte Nutzung statt und die Zahl der Weidetiere wächst mit der Bevölkerung. In den letzten 20 Jahren hat sich die Bevölkerung und damit auch der Viehbestand stark vermehrt (ANZAGI & BERNHARD 1977) im Marsabit District von 5.1581 im Jahre 1969 auf 96.2291 im Jahre 1979 (REP. KENYA 1979 und 1980). Die Folgen für die Vegetation waren erheblich. Zunächst wurden die Weideflächen in der unmittelbaren Umgebung der Siedlung zerstört. Durch die Ausbreitung von Überweidungsanzeigern und durch Bodenerosion wurde das Futterangebot ständig geringer. Folglich wurden neue Weidegebiete erschlossen. Das erfolgt zum einen durch verstärkten Vieheintrieb in die Wälder, zum anderen durch Rodung weiterer Flächen, die ihrerseits bald wieder degradierten.

Für die angewachsene Bevölkerung reichen die vorhandenen Ressourcen daher nicht mehr aus. Die sich daraus ergebenden Probleme entsprechen denen anderer arider bzw. semiarider Gebiete in Afrika (MENSCHING & IBRAHIM 1976; KLAUS & SCHIFFERS 1980). Der Prozess der Landschaftszerstörung erfolgt auch hier nach dem bekannten Muster: Sowohl die Überbeweidung als auch das Schlagen von Gehölzen für Bau- und Feuerholz führen zu einer Degradation der Vegetation. Die Merkmale der Landschaftszerstörung in den Trockengebieten Kenias wurden von REINING (1978) zusammengestellt und umfassen z.B. die Veränderung des Abflussverhaltens, verstärkte Bodenzerstörung durch abfließendes Wasser und Wind, Veränderung der Grundwassertiefe sowie Versalzung und Alkalisierung des Bodens. Obwohl zur Zeit der Untersuchungen bereits weite Teile des Bergwaldes unter Schutz gestellt waren, konnte während der Untersuchungen immer wieder beobachtet werden, dass die Bestimmungen nicht eingehalten wurden und der Wald auch weiterhin durch Holzentnahme oder Beweidung genutzt wurde. Gefördert wurde dieses Verhalten durch blutige Turkana-Überfälle, bei denen den Samburu größere Mengen an Rindern entwendet wurden. Nicht zuletzt deswegen zogen sich viele Samburu in den Schutz des Waldes zurück, während die natürlich waldfreien Gebiete in den unteren Zonen zu der Zeit nicht besiedelt und dementsprechend auch nicht beweidet waren. Die unteren Lagen waren somit unterbeweidet; in den oberen Lagen kam es dagegen zu einer Überbeweidung, verbunden mit einer verstärkten Feuerholzentnahme.

Im Folgenden soll die Artenzusammensetzung der Vegetationsstufen des Mt. Kulal beschrieben werden. Dabei wird versucht, die Vegetation innerhalb der einzelnen Höhenstufen nach ihrem Störungsgrad bzw. nach der Naturnähe zu gliedern und Degenerationsserien aufzustellen. Daneben wird untersucht, in welchem Umfang Regeneration möglich ist.

4.1.2. Die Vegetation des immergrünen Bergwaldes

Der Bergwald des Mt. Kulal lässt sich in zwei von der Vegetationszusammensetzung her recht unterschiedliche Typen gliedern: den Bergwald der oberen und den der unteren Lagen. Darüber hinaus unterscheiden sich diese Waldzonen in der Nutzungsintensität und dem Ausmaß der Vegetationsumwandlung. Während in den oberen Lagen neben größeren und kleineren Lichtungen noch geschlossene Waldflächen vorkommen (Abbildung 3), wurden diese im unteren Bereich, bedingt durch die Siedlungsnähe, weitgehend vernichtet (Abbildung 4). Auf den Lichtungen der hochgelegenen Wälder haben sich montane Rasengesellschaften entwickelt und halten können. In den unteren Lagen sind diese Rasengesellschaften aufgrund des hohen Nutzungsdrucks wiederum durch mannigfaltige Degenerationserscheinungen gekennzeichnet. Neben der regressiven Vegetationsentwicklung existieren sowohl in den oberen als auch in den unteren Lagen, an Stellen mit nachlassender Beweidung, Regenerationsstadien, die in Form von Gebüschgruppen eine Sukzession in Richtung des Bergwaldes einleiten. Die Darstellung der Vegetation aus der Zone des Bergwaldes folgt diesen räumlichen und nutzungsbedingten Differenzierungen. Sie beginnt mit der Beschreibung der Waldvegetation der oberen und unteren Lagen (Kapitel 4.1.2.1 und 4.1.2.4) sowie der Bedeutung der epizoochoren Diasporenausbreitung in diesen Zonen (Kapitel 4.1.2.6). Es folgt die Darstellungen der montanen Rasengesellschaften und ihrer Degenerationsstadien (Kapitel 4.1.3). Schließlich werden in einem gesonderten Kapitel (Kapitel 4.1.4) die Regenerationsmöglichkeiten des Bergwaldes untersucht.



Abbildung 3: Der immergrüne Bergwald in ca. 1.750–1.800 m über NN mit einzelnen Lichtungen.



Abbildung 4: Reste des immergrünen Bergwaldes in ca. 1.600 m über NN. Gebüschgruppe mit *Juniperus procera* im Zentrum und *Euclea schimperi* als vorherrschender Strauchart.

4.1.2.1. Der immergrüne Bergwald der oberen Lagen (1.800 –2.335 m)

Der immergrüne Bergwald der oberen Lagen wird von den meisten Autoren nur ungenau beschrieben. HERLOCKER (1979) bezeichnet ihn lediglich als „evergreen forest“ mit *Cassipourea malosana*, *Diospyros abyssinica* und *Olea hochstetteri*, wobei *Cassipourea malosana* als der entscheidende Bestandteil dieses Waldes bezeichnet wird. SYNOTT (1979) bezeichnet diesen Wald als „mature, mixed, hardwood forest“. Hinsichtlich seiner Holzartenzusammensetzung ist es nicht einfach, ihn mit anderen Waldtypen Ostafrikas zu vergleichen. Die Bestände sind verhältnismäßig artenarm, was sicherlich mit der wechselnden Geschichte dieses Gebietes zu tun hat, in deren Verlauf dieser Wald verschiedentlich vernichtet wurde, so z.B.

1750–1850 (DALE 1954, VERDCOURT 1958). LIND & MORRISON (1974) beschreiben einen „*Cassipourea malosana* forest“, der sich nach Angaben der Autoren an den trockeneren Teil des „camphor wood forest“ (*Ocotea*) anschließt. *Cassipourea malosana* ist ein häufiger Baum der Bergwälder Ostafrikas, der in Höhen zwischen 2.000–3.000 m verbreitet ist. Von den von den Autoren beschriebenen Arten sind 47 % auch am Mt. Kulal vorhanden, wesentliche Arten fehlen jedoch, so dass dieser Waldtyp nicht ohne weiteres dem von LIND & MORRISON beschriebenen entspricht. Einige Autoren beschreiben einen Bergwaldtyp, der in den meisten Fällen als *Podocarpus*-Wald bezeichnet wird. So beschreiben LANGDALE-BROWN et al. (1964) für Uganda einen „*Juniperus-Podocarpus* Dry Montane Forest“. JACKSON (1956) und SOMMERLATTE & SOMMERLATTE (1990) beschreiben für den Süd-Sudan (Imatong Berge) einen „Mixed *Podocarpus* Forest“.

WICKENS (1976) beschreibt für den Jebel Marra (Sudan) eine „Montane Rain-forest Zone“, die ebenfalls durch *Podocarpus* geprägt ist. KNAPP (1973) beschreibt unterschiedliche *Podocarpus* Wälder der ostafrikanischen Gebirge“ und BRONNER (1989) beschreibt für die Mathews Range (Kenia) unter anderem einen „*Podocarpus*-forest“. Alle diese Waldtypen stehen dem Bergwald des Mt. Kulal floristisch nahe. Bis zu 60 % der Gehölze dieses Waldtyps können auch am Mt. Kulal gefunden werden. Obwohl *Podocarpus*-Arten am Mt. Kulal nicht vorzukommen scheinen (es liegt lediglich eine zweifelhafte Angabe ohne Belege für *Podocarpus gracilior* Pilg. vor), ist die Nähe zu den *Podocarpus*-Wäldern deutlich.

Der den Bestand prägende Baum ist der sog. „Pfeilerbaum“ *Cassipourea malosana*. Diese Art gilt als Baum der unteren Schichten und wird nach DALE & GREENWAY (1961) maximal 20 m hoch. Nach SOMMERLATTE & SOMMERLATTE (1990) ist er in den Imatong Bergen (S-Sudan) eine typische Unterholzart, die nicht höher als 8 m wird. In dem von LIND & MORRISON (1974) beschriebenen *Cassipourea malosana*-Wald („Pillar wood“) kann er eine Höhe bis 21 m erreichen. Die häufigsten Arten, mit denen zusammen er Bestände bildet, können wesentlich höher werden, wie z.B.

<i>Diospyros abyssinica</i> :	bis 28 m
<i>Casearia battiscombei</i> :	bis 37 m
<i>Ocotea kenyensis</i> :	bis 35 m
<i>Teclea nobilis</i> :	bis 30 m

Am Mt. Kulal sind dies Arten der bis zu 25 m hoch werdenden oberen Baumschicht (B1).

4.1.2.2. Vegetationsaufnahmen zur Ausprägung des Bergwaldes der oberen Lagen

Die Tabellen 2 sowie 4–6 (diese sowie **alle nicht direkt folgenden Vegetationstabellen finden sich im Tabellenband**) beschreiben einen reich geschichteten Bergwald in Lagen zwischen 1.979 bis über 2.000 m Höhe, hauptsächlich östlich des Hauptgrates. Die Bestände sind im Durchschnitt ca. 20 m hoch und reichlich mit Epiphyten besetzt. Neben den vorherrschenden Bartflechten und Moosen konnten noch folgende Arten bestimmt werden: Die Farne *Pleopeltis macrocarpa*, *Asplenium theciferum* var. *concinnum* und *Trichomanes* cf. *melanotrichum*; die Orchideen *Polystachya cultriformis*, *Polystachya* sim. *confusa*, *Aerangis brachycarpa* und *Rangaeria amaniensis* sowie *Peperomia tetraphylla* und *Peperomia abyssinica*. An Lianen fiel besonders *Peponium vogelii* auf; verbreitet, aber wenig auffallend war *Jasminum abyssinicum*. Die Aufnahmeflächen befanden sich an Hängen mit einer mittleren Neigung von 28 %. Neben den genannten Arten der oberen Baumschicht, sind in den unteren Schichten viele niedrig bleibende, mehr oder weniger typische Unterholzarten vertreten, wie *Dovyalis abyssinica* (bis 9 m), *Xymalos monospora* (bis 1 m), *Maytenus undatus* (bis 12 m), *Oxyanthus speciosus* (bis 9 m), *Lepidotrichilia volkensii* (bis 10 m), *Aulacocalyx diervilloides* (bis 9 m) u.a. Spezifische Arten der unteren Strauchschichten sind besonders *Rytigynia neglecta* als häufigste Art, ferner *Erythrococca bongensis*, *Clausena anisata* und *Brucea antidysenterica*. Je nach Höhen- bzw. Hanglage, nach Feuchtigkeitsversorgung und anderen Standortsfaktoren kann die Artenzusammensetzung bzw. das Häufigkeitsverhältnis der Arten zueinander variieren.

In der Tabelle 3 ist ein Waldtyp aufgenommen worden, der im etwas niederschlagsärmeren Bereich westlich des Hauptgrates verbreitet ist. Auffällig ist, dass in der B1 besonders *Diospyros abyssinica* fehlt; diese Art ist aber mit geringen Anteilen als Unterholzart vertreten. Neben der vorherrschenden *Cassipourea malosana* sind in der B1 besonders *Teclea nobilis* und *Olea hochstetteri* häufig. Dementsprechend soll diese Ausbildungsform des Bergwaldes der oberen Lagen als „*Cassipourea malosana*-*Teclea nobilis* Bergwald“ bezeichnet werden. Im Großen und Ganzen ist die Gehölzartenzusammensetzung der in der Tabelle 2 dargestellten ähnlich. Wie dort sind auch hier die Arten der B1 noch verhältnismäßig reichlich in der B2 vertreten, und zwar mit 56,88 % (bezogen auf B1 gesamt = 20,79). In der S1 sind sie noch mit 47,84 % vertreten (bezogen

auf BI gesamt = 22,45) und in der S2 mit 28,95 % (bezogen auf BI gesamt = 25,39). In der Krautschicht beträgt der Anteil dieser Arten jedoch nur noch 0,28 % (bezogen auf BI gesamt = 42,42). In der B2, in der die typischen Unterholzarten ca. 8–12 m hoch werden, ist *Xymalos monospora* mit 15,15 % (bezogen auf BI gesamt = 20,79) die häufigste Art, während *Teclea simplicifolia* mit 0,19 % nur wenig vertreten ist. Die Arten der Strauchschichten sind nahezu die gleichen, wie sie in der Tabelle 2 beschrieben wurden; die meisten Arten sind aber häufiger als dort. Die häufigste Art ist auch hier *Rytigynia neglecta* mit 31,18 % in der S1 (bezogen auf BI gesamt = 22,45) und mit 43,32 % in der S2 (bezogen auf BI gesamt = 25,39). *Clausena anisata* ist besonders in der S2 verhältnismäßig häufig, und zwar mit 8,62 % vertreten. In der Krautschicht herrschen auch in diesem Waldtyp die Arten mit epizoochorer Diasporenausbreitung mit 84,87 % vor (bezogen auf BI gesamt = 42,42). Davon entfallen auf *Desmodium repandum* 42,43 %. *Desmodium repandum* ist eine im subtropischen und tropischen Afrika sowie in SO-Asien weit verbreitete Art. Sie besiedelt als Unkraut Kulturland, ist aber in der Regel oft die vorherrschende Art schattiger Plätze in den eher trockeneren Bereichen des immergrünen Bergwaldes.

Die floristische Zusammensetzung der Krautschichten ist in den Wäldern der oberen Lagen sehr ähnlich, allerdings mit z.T. stark wechselnden Häufigkeiten. Sie ist, je nach der Dichte der darüberliegenden Schichten, unterschiedlich reich ausgebildet. Häufig bestimmt auf großen Flächen eine einzige Art das Bild, die dann, besonders im Bereich lichter Stellen, Massenbestände bilden kann (Fazies-Bildung). Die häufigsten Arten dieser Standorte sind *Oplismenus hirtellus*, *Impatiens meruensis* subsp. *septentrionalis* und *Desmodium repandum*. An einigen Stellen herrscht *Droguetia debilis* vor. Gelegentlich bildet die Brennessel *Girardinia condensata* dichte Massenbestände. Das Gebiet wird, besonders in N-S-Richtung, von Viehpfaden durchzogen, die in der Regel von einer charakteristischen, meist hohen Vegetation gesäumt werden. Die vorherrschende Art ist *Solanum indicum*; ferner sind von Bedeutung: *Leonotis mollissima*, *Hibiscus vitifolius*, *Pavonia urens* var. *hirsuta*, *Vernonia pauciflora*, *Cynoglossum coeruleum* und *Achyranthes aspera*. Bei der Auswahl der Aufnahmeflächen wurden diese Streifen nicht berücksichtigt.

4.1.2.2.1 Typische Ausbildungsform: „*Cassipourea malosana*-*Diospyros abyssinica*-Bergwald“

Der in den oberen Lagen des Untersuchungsgebietes am weitesten verbreitete Waldtyp, die „typische“ Ausbildungsform, soll als „*Cassipourea malosana*-*Diospyros abyssinica*-Bergwald“ bezeichnet werden (Tabelle 2). Die wichtigsten bestandsbildenden Arten sind neben *Cassipourea malosana* und *Diospyros abyssinica*, *Olea hochstetteri* und *Casearia battiscombei*. *Ficus thonningii* tritt nur vereinzelt auf, ist aber der größte Baum im Bestand und als alle überragende Art sehr auffällig. Dieser Wald ist reich geschichtet, wobei ein großer Teil der Arten der B1 auch noch in den unteren Schichten (B2, S1, S2) z.T. reichlich vertreten sind. Besonders typische Hochwaldarten wie *Cassipourea malosana*, *Diospyros abyssinica*, *Olea hochstetteri* und *Casearia battiscombei* sind wie folgt in den unteren Schichten verbreitet: In der B2 mit 58,08 % (bezogen auf BI gesamt = 24,34); in der S1 mit 50,07 % (bezogen auf BI gesamt = 13,78); und in der B2 mit 28,77 % (bezogen auf BI gesamt = 15,78). In der Krautschicht sind hingegen die Hochwaldarten nur noch mit einem Anteil von 0,59 % vertreten (bezogen auf BI gesamt = 42,57). In der B2 sind sowohl Arten der B1 (mit 58,18 % als auch typische Unterholzarten (mit 36,81 %, bezogen auf BI gesamt = 24,34) vertreten. Zu letzterer Gruppe, deren Höhe in der Regel zwischen 9 und 12 Metern liegt, gehören *Teclea simplicifolia*, *Dovyalis abyssinica*, *Strychnos usambarensis* und *Oxyanthus speciosus*. Mit geringen Anteilen sind die Pionierarten *Nuxia congesta* und *Apodytes dimidiata* vertreten (5,01 %). Beide Baumarten kommen im Gebiet entweder an Waldrändern oder auf ehemaligen, meist natürlich entstandenen, Lichtungen vor. SOMMERLATTE & SOMMERLATTE (1990) beschreiben *Nuxia congesta* für den Bergwald der Imatong Berge (S-Sudan) als einen bis 10 m hochwerdenden Pionierbaum, der an Waldrändern oder in Gebüsch im Grasland, die sich zu Wäldern entwickeln können, vorkommt. *Apodytes dimidiata* kommt am Mt. Kulal besonders in unterschiedlichen Gebüschstadien oder an Waldrändern vor. In älteren Gebüschstadien der Shimba Hills (SCHULTKA 1974) sterben Teile der Bäume bei stärkerer Beschattung ab und nur die Teile der Bäume bleiben erhalten, denen genügend Licht zur Verfügung steht. In den Strauchschichten ist besonders *Rytigynia neglecta* häufig, und zwar mit 30,19 % in der S1 (bezogen auf BI gesamt = 13,78) und in der S2 mit 54,75 % (bezogen auf BI gesamt = 15,78). *Erythrococca bongensis*, *Clausena anisata* und *Brucea antidysenterica* treten meist nur vereinzelt, aber regelmäßig auf.

In der gut entwickelten Krautschicht herrschen Arten mit epizoochorer Diasporenausbreitung vor. Ihr Anteil beträgt (bezogen auf BI gesamt = 42,57) 87,86 %. Davon entfallen auf *Oplismenus hirtellus* 50,69 %. Dieses Gras ist in feuchteren Wäldern Afrikas von 0 bis ca. 2.135 m über NN weit verbreitet. Besonders in gestörten Beständen (z.B. nach Holzeinschlag, Windbruch u.ä.) kann diese Art häufig sein. Als Weidepflanze wird *Oplismenus hirtellus* von Rindern zwar gefressen, stellt aber nach FRÖMANN & PERSSON (1974) ein Futtergras minderer Qualität dar.

4.1.2.2.2 Trockenere Variante, westlich des Hauptgrates: „*Teclea nobilis-Cassipourea malosana*-Wald“

Im westlichen, trockeneren Teil der oberen Stufe siedelt ein Waldtyp, bei dem die vorherrschenden Arten *Olea hochstetteri*, *Maytenus undatus* und *Teclea simplicifolia* sind (Tabelle 3). Er soll dementsprechend als „*Olea hochstetteri-Maytenus undatus*-Bergwald“ bezeichnet werden. Auffallend ist auch hier der verhältnismäßig hohe Anteil von Pioniergehölzen, von 15,82 % (bezogen auf BI gesamt = 86,41), wie *Nuxia congesta* und *Apodytes dimidiata*. Das Vorkommen von *Olea africana* und *Juniperus procera* deutet darauf hin, dass diese Bestände viel lichter gewesen sein müssen, da diese Arten nie im Schatten keimen und heranwachsen. In den Strauchschichten herrschen auch hier die gleichen Arten wie in den bereits beschriebenen Waldtypen vor. Besonders reichlich ist auch hier *Rytigynia neglecta* vertreten; in der S1 mit 28,25 % (bezogen auf BI gesamt = 40,36) und in der S2 mit 46,78 % (bezogen auf BI gesamt = 37,94). Daneben sind aber auch Arten der immergrünen Gebüsche vertreten wie *Euclea schimperi*, *Vangueria linearisepala* und *Scutia myrtina*. Das Vorhandensein dieser Arten deutet ebenfalls auf einen lückigen Bestand in einem früheren Entwicklungsstadium hin. In der nur mäßig ausgebildeten Krautschicht (BI gesamt = 37,62) sind die Arten mit epizoochorer Diasporenausbreitung nicht mehr vorherrschend, aber mit einem Anteil von 40,14 % noch reichlich vertreten. Die häufigste Art der Krautschicht ist hier *Droguetia debilis* mit einem Anteil von 51,04 %. Nach AGNEW (1974) gilt *Droguetia debilis* als häufige Art der Bergwälder.

4.1.2.2.3 Feuchtere Variante, östlich des Hauptgrates: „*Ocotea kenyensis-Cassipourea malosana*-Wald“

Im niederschlagsreicheren Bereich, östlich des Hauptgrates ist ein Waldtyp verbreitet, in dem *Ocotea kenyensis* die vorherrschende Baumart der B1 ist (Tabelle 4). Ihr Anteil beträgt 50,07 % (bezogen auf BI gesamt = 73,90), gefolgt von *Cassipourea malosana* mit 20,30 %. Dieser Waldtyp soll dementsprechend als „*Ocotea kenyensis-Cassipourea malosana*-Bergwald“ bezeichnet werden. In der B2 herrschen auch hier die Arten der B1 vor, und zwar mit 52,33 % (bezogen auf BI gesamt = 28,38), gefolgt von den speziellen, ca. 8–12m hoch werdenden typischen Unterholzarten mit 36,05 %. Die Strauchschichten sind nur schwach entwickelt, in der S1 BI gesamt = 5,43, in der S2 BI gesamt = 11,13. Die häufigste Art ist auch in diesem Waldtyp wieder *Rytigynia neglecta*.

Die Krautschicht ist in den meist dichten Beständen verhältnismäßig schwach ausgebildet (BI gesamt = 14,94). Im Bereich lichter, meist gestörter Stellen ist der Anteil an Arten mit epizoochorer Diasporenausbreitung mit 85,01 % hoch. Auffallend ist der hohe Anteil (42,17 %) an *Desmodium repandum*, der eher für trockenere Standorte typisch ist. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Dorstenia brownei* in diesem Bereich.

4.1.2.2.4 Niedrige Variante auf flachgründigen Standorten und im Bereich natürlich entstandener Lichtungen: „*Maytenus undatus-Cassipourea malosana*-Wald“

Auf blockigen Standorten (z.B. Graten), aber auch im Bereich natürlich entstandener Lichtungen (z.B. ehemalige Windbrüche) wächst ein niedriger, selten über 8 m hoch werdender, weniger deutlich geschichteter Wald, in dem besonders *Maytenus undatus* vorherrscht (Tabelle 5, Niedriger *Maytenus undatus-Nuxia congesta*-Wald). In den Bergwäldern Ostafrikas ist *Maytenus undatus* eigentlich eine Unterholzart. Auf den flachgründigen Standorten im Bereich der oberen Bergwaldstufe des Mt.Kulal bleiben Arten wie *Olea hochstetteri* und *Teclea nobilis* zunächst niedrig, so dass *Maytenus undatus* die vorherrschende Art der oberen Baumschicht ist. Ihr Anteil beträgt 39,70 % (bezogen auf BI gesamt = 87,82).

Der Anteil von *Cassipourea malosana* liegt mit 6,62 % deutlich niedriger als in den vorgenannten Waldtypen. Das verhältnismäßig häufige Auftreten der Pionierholzart *Nuxia congesta* (10,68 %) deutet auf Störeinflüsse hin. Auffallend sind die verhältnismäßig hohen Anteile von *Cassipourea malosana* in der S1 mit 32,18 % (bezogen auf BI gesamt = 46,43) und in der S2 mit 16,45 % (bezogen auf BI gesamt = 45,41). Dieser Umstand kann als Anzeichen dafür gesehen werden, dass es sich bei diesem Waldtyp um ein Sukzessionsstadium handelt. Ob im Verlauf längerer Zeiträume *Cassipourea* auf diesen Standorten *Maytenus undatus* überwächst und zur vorherrschenden Art wird, kann angenommen werden, konnte aber nicht beobachtet werden. Die Anteile von *Maytenus undatus* in der S1 und der S2 bestehen lediglich aus Wurzelschösslingen, während sich die Hochwaldarten auch in den unteren Schichten aus Samen entwickelt haben. Im Bereich der Strauchschichten herrschen die gleichen Arten vor, die auch bereits in den vorgenannten Waldtypen von Bedeutung waren. Die häufigste Art ist auch hier *Rytigynia neglecta* mit ca. 27 % (bezogen auf BI gesamt = 46,43) in der S1 und mit 42 % (bezogen auf BI gesamt = 45,41) in der S2. In der gut ausgebildeten Krautschicht (BI gesamt = 83,50) sind Arten mit epizoochorer Diasporenausbreitung mit 82,12 % vorherrschend. Die häufigste Art ist hier *Impatiens meruensis* subsp. *septentrionalis* mit 61,08 %, gefolgt von *Oplismenus hirtellus* mit 19,76 %.

4.1.2.2.5 Niedrige Variante, westlich des Hauptgrates (mit natürlich entstandenen Lichtungen): „*Olea hochstetteri*-*Maytenus undatus*-Wald“

In Tabelle 6 wird ein Waldtyp erfasst, der dem vorgenannten Typ ähnelt, aber bevorzugt im westlichen, trockeneren Teil der oberen Stufe siedelt. Die vorherrschenden Arten dieses Waldes sind *Olea hochstetteri*, *Maytenus undatus* und *Teclea simplicifolia*. Er soll dementsprechend als „*Olea hochstetteri*-*Maytenus undatus*-Wald“ bezeichnet werden. *Maytenus senegalensis* ist eine im Habitus sehr veränderliche Art. Im Untersuchungsgebiet fielen besonders zwei Formen auf: eine breitblättrige Form, gekennzeichnet mit der Abkürzung (b. Bl.) und eine schmalblättrige Form mit der Abkürzung (k. Bl.).

4.1.2.3. Ökologische Gliederung des Bergwaldes der oberen Lagen und Regenerationsmöglichkeiten von Gehölzen

Einen Überblick zu den dynamischen Beziehungen der oben dargestellten Waldtypen sowie deren Einordnung entlang einer Niederschlagsskala gibt Abbildung 5. Der *Cassipourea malosana*-*Diospyros abyssinica*-Bergwald ist der vorherrschende Waldtyp der oberen Lagen des Mt. Kulal. Er ist auf der feuchteren Ostseite als *Ocotea kenyensis*-*Cassipourea malosana*-Bergwald und auf der trockeneren Westseite als *Cassipourea malosana*-*Teclea nobilis*-Bergwald ausgebildet.

Die meisten Baumarten des Hochwaldes besitzen die Fähigkeit, sich im Bestand zu regenerieren; viele Arten sind in sämtlichen Schichten, mit Ausnahme der Krautschicht, anzutreffen. Die vitalste Art ist hier *Cassipourea malosana*, gefolgt von *Diospyros abyssinica*. *Olea hochstetteri* hingegen ist nur in der B 1 von Bedeutung und nimmt nach unten zu ständig ab, obwohl diese Art auch im Schatten keimen und heranwachsen kann. Das Fehlen von *Olea hochstetteri* in der Krautschicht ist offenbar auf die Beweidung der Wälder zurückzuführen, da diese Art zu den bevorzugten Futterpflanzen gehört. Die einzige Art, die in der Krautschicht noch vereinzelt vorkommt, ist *Cassipourea malosana*. Bei den Aufnahmen der Tabelle 2 ist eine ähnliche Tendenz zu erkennen, mit Ausnahme der Krautschicht sind Hochwaldarten noch in allen Schichten reichlich vertreten. In der Krautschicht machen sie nur noch 0,59 % des Bestandes aus, wobei *Cassipourea malosana* mit 0,14 % die „häufigste“ Art ist. In der Tabelle 3 sind es nur 0,28 %. Davon entfallen auf *Cassipourea* 0,12 %. In Tabelle 4 machen Hochwaldarten in der Krautschicht 0,67 %, in Tabelle 5 0,04 %, in Tabelle 60,13 % aus. Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass in der Krautschicht die relative Häufigkeit der Hochwaldarten durchschnittlich bei weniger als einem halben Prozent liegt. Das ist zu wenig, um

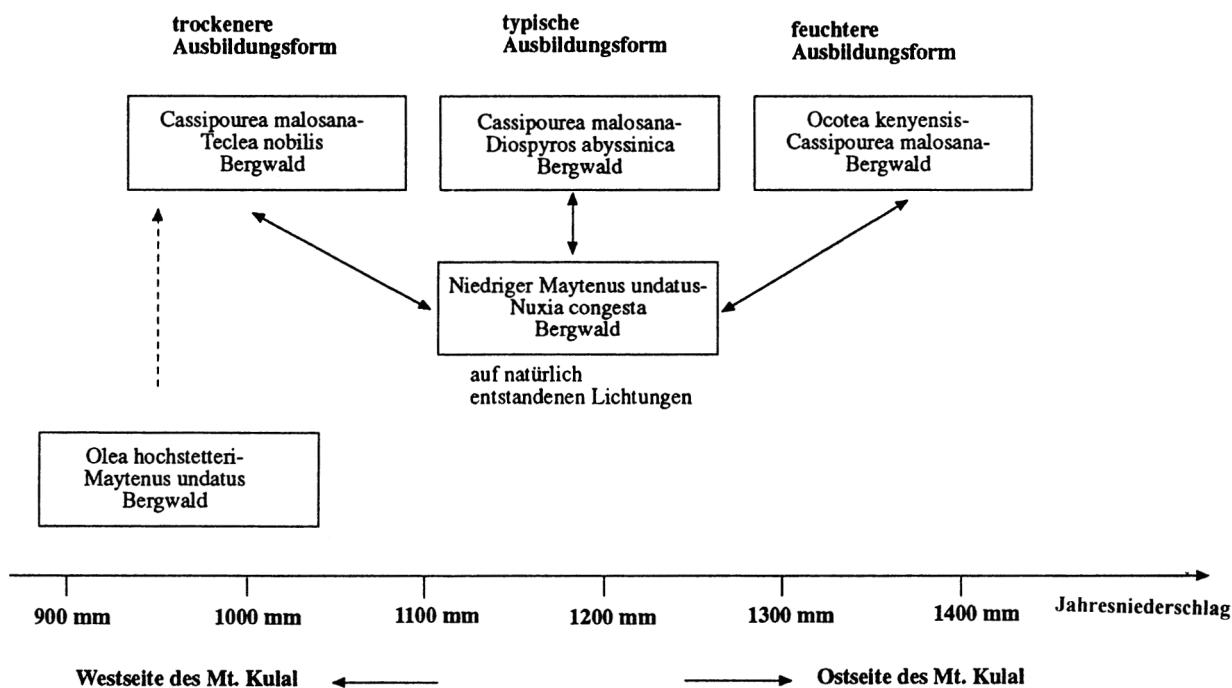


Abbildung 5: Ökogramm und Sukzessionsschema der Vegetationseinheiten des oberen Bergwaldes.

eine Regeneration des Bestandes zu sichern. Das verhältnismäßig reichliche Vorkommen der Hochwaldarten von der B2 bis zur S2 bezeugt, dass grundsätzlich eine Erneuerung des Bestandes möglich ist. Das Fehlen der meisten Baumarten in der Krautschicht scheint demnach auf die starke Beweidung der Wälder in den letzten Jahren zurückzuführen zu sein.

Auf natürlich entstandenen Lichtungen (vor allem durch Windbruch auf flachgründigen Standorten) entwickelt sich zunächst ein Buschwald mit *Nuxia congesta* als Pionierart. Im weiteren Verlauf der Entwicklung wird *Maytenus undatus* zur vorherrschenden Art. Später siedeln sich die typischen Arten des Hochwaldes an, wie *Cassipourea malosana*, *Diospyros abyssinica*, *Teclea nobilis* u.a. *Cassipourea malosana* ist in der S1 mit ca. 15 % die häufigste Art. Es kann daraus geschlossen werden, dass im weiteren Verlauf *Maytenus* von *Cassipourea* überwachsen wird, was aufgrund der Beschattung zum allmählichen Absterben von *Maytenus* führt. Die Arten der unteren Schichten (S1, S2, K) entsprechen ebenfalls stark denen des typischen *Cassipourea* Bergwaldes der oberen Lagen. Derartige, von *Maytenus* dominierte Buschwälder konnten an unterschiedlichen Stellen festgestellt werden. Es liegt daher nahe anzunehmen, dass sich dieser *Maytenus undatus*-*Nuxia congesta*-Bergwald zu einem der genannten Hochwaldtypen weiterentwickelt.

Im trockensten Bereich der oberen Lagen siedelt der *Olea hochstetteri*-*Maytenus undatus*-Bergwald. Einige Arten, wie *Teclea simplicifolia*, *Apodytes dimidiata*, *Olea africana* und *Juniperus procera* deuten bereits auf die Nähe des Bergwaldes der unteren Lagen hin. Aufgrund des hohen Anteils der lichtliebenden Pionierarten (neben den genannten noch *Nuxia congesta*, *Canthium schimperianum*, *Vangueria linearisepala* und *Euclea schimperi*), muss auch dieser Waldtyp als ein Sukzessionsstadium aufgefasst werden. Es deutet einiges darauf hin, dass die Entwicklung in Richtung zur trockeneren Ausbildungsform des Bergwaldes der oberen Lagen zum *Cassipourea malosana*-*Teclea nobilis*-Bergwald erfolgt.

4.1.2.4. Der immergrüne Bergwald der unteren Lagen

Der Typus des immergrünen ostafrikanischen Bergwaldes der unteren, trockeneren Lagen ist in der Literatur vergleichsweise umfassend beschrieben worden. Die entsprechenden Aufnahmen am Mt. Kulal lassen sich insofern besser einordnen als die Bergwälder der oberen Lagen. So prägte KNAPP (1973) den Begriff der „Ölbaum-Baumwacholder-Wälder“ („*Olea-Juniperus procera*-Wälder“). Dieser Waldtyp ist nach KNAPP von Äthiopien bis nach Malawi verbreitet, wo er bis in Gebieten mit jährlichen Niederschlagsmengen von 500 mm vorkommt. In Kenia treten die *Olea-Juniperus*-Wälder vorwiegend im Bereich zwischen 1.000 und 1.150 mm Jahresniederschlag auf, was einer Höhenlage von 1.600–3.300 m entspricht.

LIND & MORRISON (1974) meinen den gleichen Typus, wenn sie vom „Coniferous, dry upland Forest“ bzw. dem „*Juniperus*-forest“ sprechen, der in Ostafrika in unterschiedlichen Ausbildungsformen verbreitet ist. Sie betrachten den *Juniperus procera*-Wald als zwischen den feuchten und den trockenen Wäldern Ostafrikas stehend. GILLET (1951) berichtet, dass *Juniperus procera* besonders zusammen mit *Olea africana*, *Podocarpus gracilior* und *Croton megalocarpus* Bestände bildet. GARDNER (1932) hat beobachtet, dass in den trockeneren Gebieten *Juniperus procera* zusammen mit *Olea africana*, in Gebieten mit etwas höheren Niederschlägen hingegen mit *Olea hochstetteri* auftritt.

Juniperus procera nimmt oft die Stellung einer Pionierart ein. Bestände dieses Baumes sind daher häufig als Sukzessionsstadien anderer Waldtypen zu betrachten. Nach eigenen Beobachtungen kann sich, besonders nach Bränden, aus dem *Olea africana-Juniperus procera*-Wald ein Waldtyp entwickeln, in dem die leicht brennbaren Baumwachholder fehlen, während *Olea africana*, als die feuerresistentere Art erhalten bleibt (siehe Abbildung 6). Zwischen den *Olea africana*-Stämmen kann dann in großen Teilen des Bestandes *Teclea simplicifolia* heranwachsen und zur vorherrschenden Art werden (siehe Tabellen 7 und 10). Da sich weder *Olea africana* noch *Juniperus procera* im Schatten des eigenen Bestandes verjüngen, *Teclea simplicifolia* aber häufig auch in jungen Exemplaren nachgewiesen werden konnte, ist zumindest für einige Standorte anzunehmen, dass sich später ein *Teclea simplicifolia*-Mischwald entwickelt.

Die Anteile von *Olea africana* und *Juniperus procera* am Waldbestand können recht unterschiedlich sein. Das dürfte unter anderem auch damit zusammenhängen, dass beide Arten auf Umwelteinflüsse unterschiedlich reagieren. So ist *Juniperus procera* gegen Brände sehr empfindlich, wird von Weidetieren aber kaum verbissen. *Olea africana* hingegen ist ziemlich feuerresistent, wird aber von Weidetieren oft stark verbissen. Jungpflanzen von *Olea africana* sind in Siedlungsnähe daher nur in Form stark verbissener Büsche vorhanden. Man kann also sagen, dass in Gebieten mit starker Beweidung, aber ohne Brände, *Juniperus procera* besser heranwächst, in Gebieten mit gelegentlichen Bränden, aber schwacher Beweidung, *Olea africana* dominiert.



Abbildung 6: Gestörter *Juniperus procera* - *Olea africana*-Wald in ca. 1.630 m über NN. Die *Juniperus*-Stämme sind abgestorben; die silbrig glänzenden Kronen von *Olea africana* sind gut zu erkennen, dazwischen unterschiedliche Pioniergehölze.

4.1.2.5. Vegetationsaufnahmen zur Ausprägung des Bergwaldes der unteren Lagen

4.1.2.5.1 *Olea hochstetteri*-*Teclea simplicifolia* Wälder

Den Übergang zu den immergrünen Bergwäldern der höheren Lagen, in denen *Cassipourea malosana* und *Diospyros abyssinica* vorherrschen, bilden Bestände, in denen *Olea hochstetteri* und *Teclea simplicifolia* dominieren (Tabelle 7). Die floristische Zusammensetzung dieses Waldtyps ähnelt noch stark der in den Tabellen 2-6 beschriebenen Waldtypen, allerdings hat sich das Häufigkeitsverhältnis zwischen den einzelnen Arten stark verschoben. *Olea hochstetteri* und *Teclea simplicifolia* sind in der 1. Baumschicht (B1) zusammen mit 54 % vertreten, während *Cassipourea malosana* und *Diospyros abyssinica* zusammen nur noch 16 % des Bestandes bilden. Verhältnismäßig häufig sind in diesen Beständen Pioniergehölze wie *Nuxia congesta* und *Apodytes dimidiata*, die 17 % der relativen Häufigkeit ausmachen. Das Vorkommen dieser Arten deutet darauf hin, dass es sich zumindest stellenweise um Regenerationsstadien in natürlich entstandenen Lücken handelt.

Die Krautschicht ist verhältnismäßig gut entwickelt. Gehölze der oberen Schicht sind noch mit 3 % vertreten, die wichtigsten Arten jedoch, *Olea hochstetteri* und *Teclea simplicifolia*, nur noch mit jeweils 0, 1 %. Unter den krautigen Arten dominieren Acanthaceen mit 71 %. Davon entfällt auf *Justicia nyassana* 37 %. Die Bedeutung der epizoochoren Arten ist in diesen trockeneren Wäldern wesentlich geringer, ihre relative Häufigkeit beträgt 17 %.

4.1.2.5.2 *Juniperus procera*-*Olea*-Wälder

Zum Zentrum der unteren Bergwaldstufe gewinnen *Juniperus procera* und *Olea africana* zunehmend an Bedeutung. *Juniperus procera* und *Olea africana* sind zusammen mit 43 % vertreten, *Olea hochstetteri* mit fast 20 % und *Teclea simplicifolia* mit 10 % (Tabelle 8). Der Anteil von *Olea hochstetteri* steigt mit dem Alter der Bestände an. Besonders im Randbereich sind Vorwald- bzw. Pionierarten mit 14 % ebenfalls noch verhältnismäßig häufig; zu ihnen zählen *Apodytes dimidiata*, *Schrebera alata* und *Pittosporum viridiflorum*. Auffallend ist, dass *Juniperus procera* nur in der 1. Baumschicht (B1), *Olea africana* vorwiegend in der B1 und in geringen Mengen noch in der 1. Strauchschicht (S1), aber *Olea hochstetteri* noch in sämtlichen Schichten vorkommt.

Die Zusammensetzung der Krautschicht ähnelt der von Tab 7: Gehölze der 1. Baumschicht sind nur sehr wenig vertreten. Ihre relative Häufigkeit liegt unter 1 %. Unter den krautigen Arten herrschen auch hier Acanthaceen mit 63 % vor, dabei entfallen auf *Justicia nyassana* 58 %. Weiterhin ist erwähnenswert, dass 17 % der Arten über epizoochore Ausbreitungsmechanismen verfügen.

4.1.2.5.3 *Juniperus procera*-Wälder

In Gebieten, in denen es seit längerer Zeit nicht brannte haben sich *Juniperus procera*-Wälder entwickelt, in denen *Juniperus procera* die bei weitem häufigste Art ist (Tabelle 9). An weiteren Bäumen sind vertreten: *Olea africana* und *Teclea simplicifolia* sowie einige Vorwald- und Hochgebüscharten. Auffallend ist, dass *Juniperus procera* in der unteren Stufe nicht mehr vertreten ist. *Olea hochstetteri* kommt noch in der oberen und unteren Strauchschicht vor, konnte aber in der Krautschicht nicht mehr nachgewiesen werden. Das kann mit der in den letzten Jahren zunehmenden Beweidung der Bergwälder zusammenhängen, da besonders *Olea hochstetteri* von Weidetieren gern gefressen wird. Eine Verjüngung von *Juniperus* konnte nicht beobachtet werden.

Zum *Themeda*-Grasland hin ist am Waldrand ein Gehölzmantel ausgebildet, in dem Arten der vorwiegend immergrünen Gebüsche vorherrschen. Der äußere Rand des Mantels wird von *Myrsine africana* gebildet.

4.1.2.5.4 *Teclea simplicifolia*-*Olea africana*-Wälder

Nach Bränden in Höhen um 1.600 m über NN entwickelt sich aus einem ehemals von *Juniperus procera* dominierten Bestand ein neuer Waldtyp (Tabelle 10). Der mittlere Abstand der *Juniperus*-Stämme betrug 6,5 m. Das lässt auf eine ehemalige Bedeckung durch *Juniperus* von ca. 80 % schließen. Durch die Brände wurde *Juniperus procera* auf diesen Flächen vernichtet, während der feuerresistentere Ölbaum erhalten blieb.

In den Jahren nach dem letzten Brand hat sich besonders *Teclea simplicifolia* ausgebreitet und ist mit einer relativen Häufigkeit von 46 % noch vor *Olea africana* (mit 39 %) der häufigste Baum in diesen Beständen geworden. Besonders auffallend ist das starke Aufkommen von *Teclea* in den unteren Schichten. Der lichtliebende Ölbaum fehlt dort, so dass man vermuten kann, dass die Vegetationsentwicklung in Richtung eines *Teclea simplicifolia*-Waldes erfolgt. In dem stark aufgelichteten Bestand haben sich nach dem Brand neben Vorwaldarten, wie *Apodytes dimidiata*, *Schrebera alata* und *Pittosporum viridiflorum* besonders Sträucher angesiedelt, die für die Gebüsch- bzw. Hochgebüschstadien charakteristisch sind.

4.1.2.6. Epizoochore Diasporenausbreitung in der Krautschicht der unteren und oberen Lagen der Bergwaldzone

Anhand der Tabellen 2–10 wird ersichtlich, dass in den Bergwäldern des Mt. Kulal Arten mit epizoochorer Diasporenausbreitung eine wichtige Rolle spielen. Der Anteil der Epizoochoren an der Vegetation der Krautschicht kann als Gradmesser der Beweidung der Wälder gedeutet werden (SCHULTKA & HILGER 1983). Unter den epizoochoren Arten finden sich sowohl heimische als auch weitverbreitete Unkrautarten. Als heimisch in den feuchteren Wäldern sind *Sanicula elata* und *Impatiens meruensis* subsp. *septentrionalis* anzusehen, während *Oplismenus hirtellus*, *Drymaria cordata*, *Achyranthes aspera* und *Pupalia lappacea* in besonderem Maße als Störzeiger zu werten sind. Die Verbreitung der letzteren ist nicht zuletzt auf ihre große ökologische Amplitude zurückzuführen. So sind *Achyranthes aspera* und *Pupalia lappacea* z.B. auch in den trockenen Gebieten Indiens von Bedeutung (AGHAKAR 1920, BANASAL & SEN 1981). Dies konnte auch durch eigene Beobachtungen in Kenia bestätigt werden (HILGER & SCHULTKA 1988, CORNELIUS & SCHULTKA 1989, CORNELIUS et al. 1989). Außerdem wurden in Kenia Disseminulen dieser beiden Arten bei der Untersuchung von Hasenfellen gefunden (AGNEW & FLUX 1969).

Hinsichtlich der Anteile der Epizoochoren und der Gehölzpioniere in der Krautschicht bestehen zwischen der oberen und der unteren Bergwaldstufe gewisse Unterschiede (Abbildung 7). In der Krautschicht der oberen Lagen ist der Anteil der Epizoochoren auffallend hoch; in den meisten Aufnahmen liegt er über 80 %. Lediglich in einer der niedrigen Ausbildungsformen (Variante 2) liegen die Anteile bei 40 %. Hier dominiert *Droguetia debilis*. Auffallend niedrig ist in diesen Beständen der Anteil an Junggehölzen; in den meisten Aufnahmen liegt er unter 0,5%. Verhältnismäßig oft konnten Jungpflanzen von *Cassipourea malosana* gefunden werden, während *Olea hochstetteri*, eine Art der höheren Schichten, in der Krautschicht nicht vertreten ist. Beides, der hohe Anteil der Epizoochoren und der geringe Anteil an Junggehölzen deutet auf die Beweidung der Wälder hin, wobei es kein Zufall ist, dass besonders *Olea hochstetteri* als eine vom Vieh gern gefressene Art, in diesen Beständen nicht vorkommt.

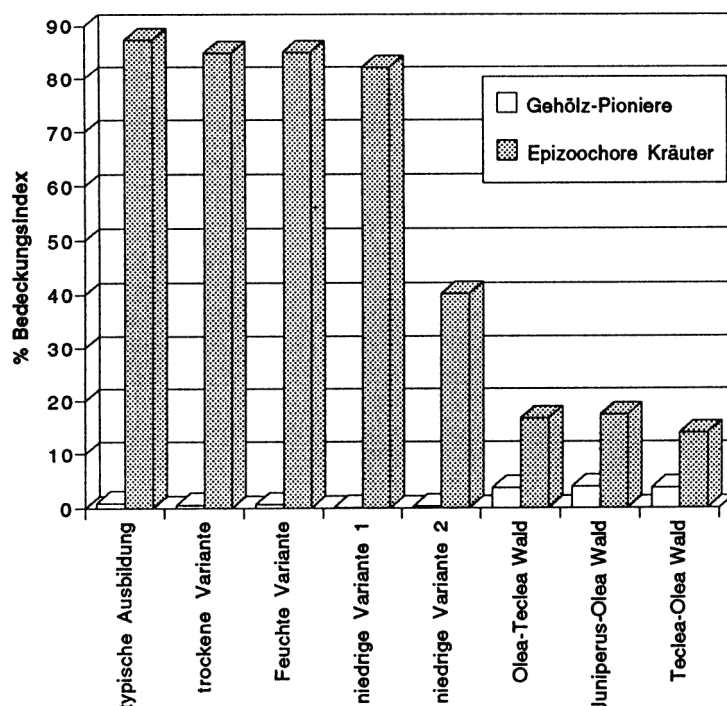


Abbildung 7: Häufigkeitsanteile epizoochorer Arten sowie von Pioniergehölzen in der Krautschicht der oberen und unteren Bergwaldzone des Mt Kulal.

In den Bergwäldern der unteren Lagen ist der Anteil der Epizoochoren in der Krautschicht mit ca. 17 % relativ gering, während der Anteil der Gehölzpioniere mit ca. 4 % deutlich höher als in den oberen Lagen ist (Abbildung 7). Die Ursachen dafür sind unterschiedlicher Art. Die meisten der für die oberen Lagen typischen Epizoochoren kommen in den unteren Lagen wegen der Trockenheit nicht mehr vor. Ausnahmen bilden *Pupalia lappacea* und *Achyranthes aspera*. Beide Arten können in den unteren Lagen durchaus Massenbestände bilden. Im Vergleich zu den oberen Lagen ist ihr Anteil an der Vegetation dennoch gering. Dagegen sind hier vor allem Acanthaceen stark vertreten. Viele dieser Acanthaceen werden nicht als Störzeiger eingestuft, was als Hinweis für einen geringeren Beweidungsdruck zu werten ist. Ein weiterer Hinweis für einen geringeren Beweidungsdruck stellt der deutlich höhere Anteil an Gehölzpionieren dar. Bemerkenswert ist schließlich auch, dass *Olea hochstetteri*, eine bevorzugte Futterpflanze, regelmäßig als Jungpflanze in der Krautschicht vertreten ist. Der geringe Beweidungsdruck ist mit der Siedlungsferne der untersuchten Flächen zu erklären.

Leider fehlen für die Regenwaldgebiete Afrikas weitgehend Untersuchungen über die Vegetationszusammensetzung sowie, damit korreliert, ausbreitungsbiologische Studien der Arten der Krautschichten. Nach WHITE (1983) ist für die Verbreitung der Arten der Baumschicht afromontaner Wälder auf isoliert stehenden Bergen höchstwahrscheinlich die Fernausbreitung durch Wind, Vögel und durch den Menschen von großer Bedeutung. HEPPER (1983) spricht dabei dem Mt. Kulal eine bedeutende Rolle als Stützpunkt der Pflanzenwanderung zu. Nach eigenen Beobachtungen haben die meisten Bäume und Sträucher saftige Früchte. RIDLEY (1930) gibt Ausbreitung durch Vögel für viele andere Arten der gleichen Gattungen an. Von Bedeutung sind im Untersuchungsgebiet z.B. die fruchtfressenden Turakos (*Tauraco hartlaubi*), die auch die Samen vertragen (Endozoochorie). Außerdem konnten von uns Beobachtungen von LIEBERMAN et al. (1979) bestätigt werden, dass der Anubis-Pavian (*Papio anubis*) eine Rolle bei der Ausbreitung fleischiger Früchte spielt. Dieser Pavian ist eigentlich ein Bewohner von Trockengebieten, besucht aber am Mt. Kulal regelmäßig die Bergwälder. Dagegen ist in Regenwäldern allgemein das Vorherrschen von Arten mit epizoochorer Diasporenausbreitung in der Krautschicht ungewöhnlich (VAN DER PIJL 1982). Zumindest in Wäldern gemäßigter Breiten spielen Ameisen bei der Ausbreitung der Diasporen eine Rolle (z.B. HANDEL et al. 1981).

Bei den im Gebiet vorkommenden epizoochoren Arten sind viele Möglichkeiten der Anheftung an felltragende größere Tiere verwirklicht. Die meisten Taxa sind weit verbreitet, oft paläo- oder gar pantropisch und gerade deshalb mit ihren Ausbreitungsmitteln seit langem bekannt. Wichtige Arbeiten sind in Klammern hin-



Abbildung 8: *Pupaia lappacea*. Teil eines Fruchtstandes mit zu Haken umgebildetem Perigon der sterilen Blüten (aus SCHULTKA & HILGER 1984).



Abbildung 9: *Sanicula elata*. Spaltfrucht mit hakigen Emergenzen (aus SCHULTKA & HILGER 1984).

ter dem Artnamen aufgeführt. Mit Ausnahme der Möglichkeiten, dass Keimlinge oder vollständige Pflanzen ausgebreitet werden, sind sämtliche von MÜLLER-SCHNEIDER (1977) angeführten Grundformen der Ausbreitungsmöglichkeiten bei diesen Arten vertreten.

Pupaia lappacea* var. *velutina

Ausbreitungseinheit: Teil-Fruchtstand (HILDEBRAND 1883; BAKSHI & CHAJLANI 1954; CAVACO 1962) (Abbildung 8). Ausgebreitet werden Disseminulen aus vollständigen, dichasial verzweigten Teilblütenständen. Diese Aggregate sehen wie kleine bestachelte Bälle oder Kletten aus. Die der Anheftung dienenden Widerhaken werden an den Blüten der Verzweigungen 2. und höherer Ordnung gebildet, wobei das Perigon zu mehreren Hakenbüscheln umgewandelt ist.

Sanicula elata

Ausbreitungseinheit: Spaltfrucht (WEGENER 1914). *Sanicula elata* unterscheidet sich in der Ausbildung der Perikarp-haken nicht von der von WEGENER beschriebenen *Sanicula europaea*, mit der sie auch nahe verwandt ist (Abbildung 9).

Desmodium repandum

Ausbreitungseinheit: Bruchfrüchte (WEGENER 1914). Die in der Alten und Neuen Welt weit verbreitete Gattung *Desmodium* bildet als Diasporen Bruchhülsen aus, die mit langen und kurzen widerhakenförmigen Haaren besetzt sind. Der Bau der vierzelligen Haare entspricht bei *Desmodium repandum* vollkommen dem von WEGENER für *Desmodium canadense* beschriebenen (Abbildung 10).

Oplismenus hirtellus

Ausbreitungseinheit: Grasährchen (HUTH 1887) (Abbildung 11). Hier werden Ährchen und wahrscheinlich auch einzelne in die Spelzen eingeschlossene Karyopsen vertragen. Unter dem Mikroskop sind an den Spelzen und Grannen sehr kleine, ca. 20 µm lange verkieselte Fortsätze der Epidermiszellen zu erkennen. Diese können sich aufgrund ihrer geringen Größe in kleinste Vertiefungen der Haut festsetzen. In größeren Lücken können sich die steifen Borsten oder gar Grannen festsetzen.

Acalypha racemosa

Ausbreitungseinheit: Kapsel Frucht (Abbildung 12). Wie bei *Drymaria cordata* werden auch bei dieser Art klebende Diasporen ausgebreitet. Das Perikarp ist dicht mit Emergenzen besetzt, die Drüsenköpfchen tragen. Nach der Fruchtreife werden die Kapseln anscheinend ungeöffnet vertragen; erst danach springen die Klappen mit Verzögerung auf.



Abbildung 10: *Desmodium repandum*.
Perikarpoberfläche einer jungen Bruchhülle mit
Hakenhaaren (aus SCHULTKA & HILGER 1984).

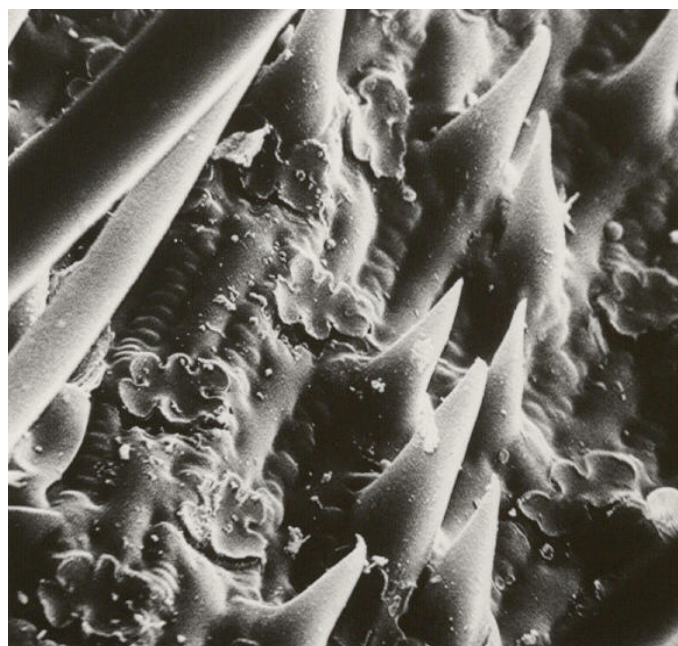


Abbildung 11: *Oplismenus hirtellus*.
Aufnahme der Spelzenoberfläche. Haare und kleine
verkiesselte Schuppen bilden den Haftapparat
(aus SCHULTKA & HILGER 1984).

Drymaria cordata

Ausbreitungseinheit: Kapseln mit persistierenden Sepalen und Pedicellus (TURRILL & MILNE-REDHEAD 1956; DUKE 1961) (Abbildung 13). Während der Fruchtreife persistieren die großen Sepalen. Auf ihrer Außenseite sind sie dicht mit mehrzelligen Drüsenhaaren besetzt, die an der Spitze ein einzelliges Köpfchen tragen. Wenn die Samen reif sind, brechen die Disseminulen an der Basis des langen Pedicellus ab. Mit Hilfe der Drüsen an den Sepalen kleben sie an vorbeistreifenden Tieren fest und werden so ausgebreitet. Die Kapsel scheint erst mit Verzögerung aufzuspringen und so eine Fernausbreitung zu gewährleisten.

Achyranthes aspera* var. *sicula

Ausbreitungseinheit: Frucht mit Perigon und Vorblättern (LOPRIORE 1902) (Abbildung 14). *Achyranthes aspera* gehört zu den weltweit als Unkraut verbreiteten Pflanzen. Die Blüten der krautigen Infloreszenz sitzen mit einem kurzen Stiel in der Achsel des Tragblattes, jede mit 2 starren Vorblättern dicht unterhalb der eigentlichen Blüte. Während der Blütezeit und nach der Bestäubung schwellen die Basen der Vorblätter an und drücken die Disseminule aus ihrer aufrechten Stellung an der Achse nach unten. Im gleichen Maße wächst auch der Pedicellus auf der Adaxialseite mehr als auf der Rückenseite und verdickt sich zusätzlich. Zwischen Tragblatt und Vorblättern bleibt das Abszissionsgewebe unverdickt. Unterhalb dieser Einschnürung bildet der Pedicellus ein Widerlager, während der lange Hebelarm vom Perigon und den nach außen abgespreizten Vorblättern gebildet wird. Dieser lange Hebelarm kann nun von vorbeistreifenden Tieren nach oben geklappt werden; das Gewebe am kurzen Arm gibt etwas nach, erreicht aber bald die Grenze seiner Belastbarkeit und reißt. Durch die sich plötzlich wieder lösende Spannung wird die Frucht weggeschleudert oder bleibt mit den Spitzen in Fell oder Kleidung stecken.

Impatiens meruensis* subsp. *septentrionalis

Ausbreitungseinheit: Same (LAUNERT 1963; GREY-WILSON 1980) (Abbildung 15). Die im Südost-Sudan und in Nordkenia endemische Unterart besitzt neben der für *Impatiens*-Arten typischen Kapsel, die ihre Samen mit Saftdruck selbst austreut, zusätzlich noch klebende Samen, die für eine weitere telechore Ausbreitung sorgen. Die Samen sind dicht mit sternförmig angeordneten Haaren bedeckt. Diese einzelligen Haare sind prall turgeszent. Zerdrückt man die Samen zwischen den Fingern, so tritt der schleimig-klebrige Inhalt aus. Das Gleiche geschieht beim Auftreffen der ausgeschleuderten Samen auf vorbeistreifende Tiere oder Menschen. Die Kapsel wird dafür bei der Fruchtreife auf einem langen Pedicellus präsentiert.

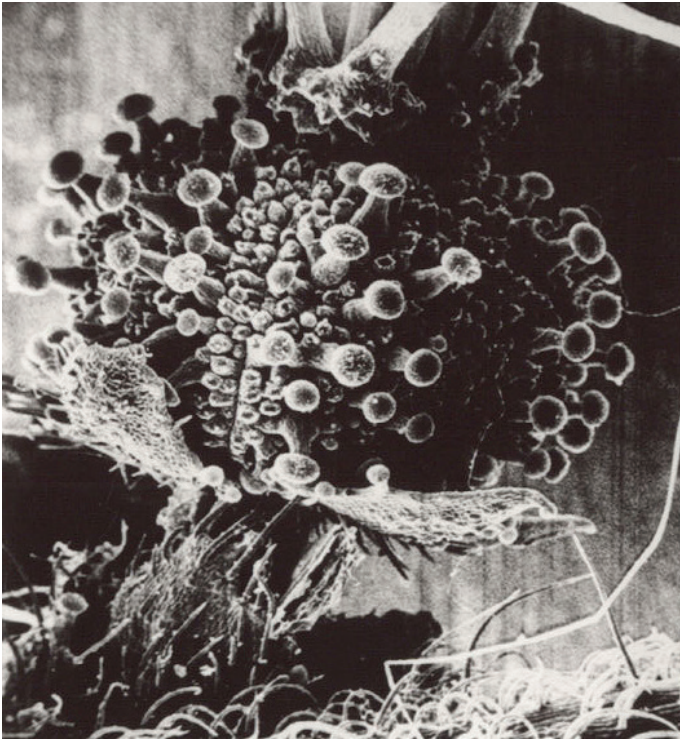


Abbildung 12: *Acalypha racemosa*.
Kapsel Frucht mit drüsigen Emergenzen
(aus SCHULTKA & HILGER 1984).

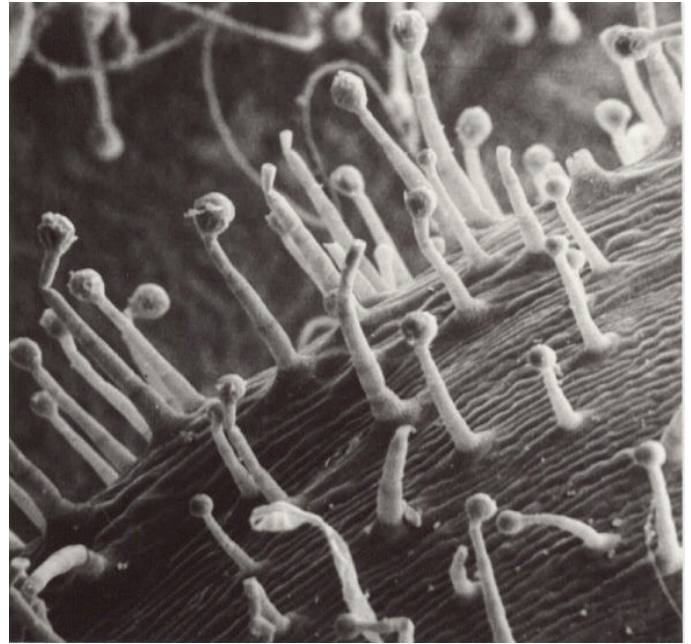


Abbildung 13: *Drymaria cordata*.
Drüsenhaare auf persistierenden Sepalen
(aus SCHULTKA & HILGER 1984).

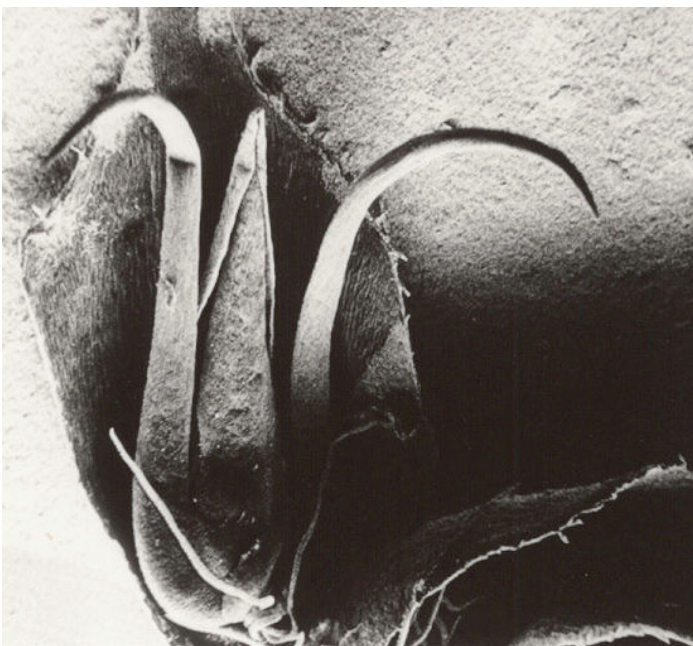


Abbildung 14: *Achyranthes aspera* var. *sicula*.
Junge Frucht mit borstigen spelzenartigen Perigon-
und Vorblättern (aus SCHULTKA & HILGER 1984).

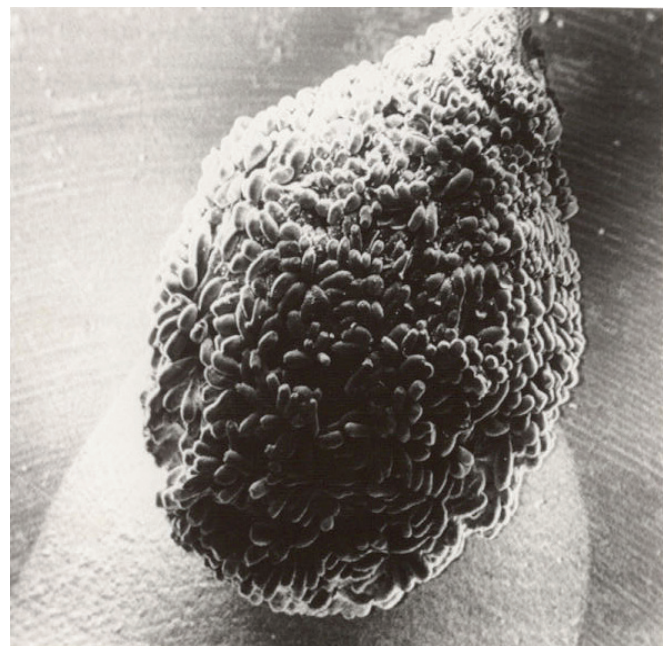


Abbildung 15: *Impatiens meruensis* subsp. *septentrionalis*.
Same mit Drüsenhaaren auf der Testa
(aus SCHULTKA & HILGER 1984).

4.1.3. Montane Rasen

Im Bereich der Bergwaldstufen des Mt. Kunal sind, besonders westlich des Hauptgrates, montane Rasen ausgebildet. HERLOCKER (1979) bezeichnet sie als „*Dichantium insculptum-Themedas*-Grasland“. Er geht davon aus, dass es sich bei diesem Grasland um eine Ersatzgesellschaft der immergrünen Bergwälder handelt. Waldreste, bzw. kleine Baumgruppen mit Arten des Bergwaldes, bestätigen dies (Abbildungen 16 und 17).

Während in den oberen Lagen *Themeda triandra* vorherrscht, nimmt im unteren Bereich (1.600–1.700 m), besonders auf flachgründigen Standorten, *Bothriochloa (Dichantium) insculpta* zu. Stellenweise ist auch *Hyparrhenia hirta* häufig.

Themeda-Grasländer sind in Afrika weit verbreitet und können sich in ihrer Artenzusammensetzung zum Teil stark voneinander unterscheiden. EDWARDS & BODGAN (1951) beschreiben für Ostafrika ein „scattered tree grassland“, das in Höhen von 1.200–2.000 m bei mittleren jährlichen Niederschlägen von 500–750 mm



Abbildung 16: *Themeda*-Grasland in 1.750–1.800 m über NN am Mt. Kulal.
Im Hintergrund der immergrüne Bergwald der oberen Lagen.



Abbildung 17: *Themeda*-Grasland am Mt. Kulal in Verzahnung mit immergrünem Buschland und immergrünem Bergwald. Im Vordergrund Gebüsch mit *Juniperus procera*, am Rand *Myrsine africana*.

verbreitet ist. Je nach Standort können nach diesen Autoren unterschiedliche Grasarten als Begleiter von Bedeutung sein, wie *Pennisetum*- und *Hyparrhenia*-Arten oder *Bothriochloa insculpta*. EDWARDS & BODGAN weisen darauf hin, dass der Erhalt dieser Grasländer durch Feuer begünstigt wird. Den gleichen Hinweis finden wir auch bei PRATT & GWYNNE (1977). KNAPP (1973) beschreibt diesen Graslandtyp unter dem Oberbegriff „Trockene bis frische Rasen in mittleren Gebirgslagen“.

Die ökologische Amplitude von *Themeda triandra* ist weit. Diese Art ist nach KNAPP (1973) in Ostafrika in Höhen von 1.000–3.000 m, bei mittleren jährlichen Niederschlägen von 350–1.500 mm verbreitet. Auch KNAPP betont, dass es sich bei den *Themeda*-Rasen in den meisten Fällen um durch periodisch wiederkehrende Brände bedingte Dauergesellschaften handelt. Er weist darauf hin, dass *Themeda* durch nicht zu häufige Brände gefördert und bei deren Ausbleiben durch andere Grasarten verdrängt wird. Gegen Überweidung ist *Themeda* ziemlich empfindlich.

Störeinflüsse im *Themeda*-Grasland des Mt. Kulal machen sich zunächst durch das Überhandnehmen des Überweidungszeigers *Diplolophium africanum* bemerkbar. Im Falle von flächenhafter Erosion und zunehmend flachgründiger werdenden Böden breitet sich dagegen *Hyparrhenia hirta* verstärkt aus. Bei anhaltend starken Störeinflüssen (Verbiss, Tritt) kommt es zu weiteren tiefgreifenden Veränderungen in der Zusammensetzung dieser Rasen. Entsprechende Störungszonen wurden in den höheren Lagen des Mt. Kulal besonders in der Umgebung der Siedlung Gatab (1.600–1.700 m) untersucht (Abbildung 18).

4.1.3.1. Die Siedlung Gatab und ihr Einfluss auf die Vegetation

Bedingt durch die steigende Anzahl sesshaft werdender Nomaden im Gebiet des Mt. Kulal, besonders im Umfeld der Missionsstation Gatab, machen sich zunehmend Degradationserscheinungen der Vegetation bemerkbar. Im gesamten Marsabit District hat sich von 1969–1979 die Bevölkerungszahl verdoppelt (REP. OF KENYA 1980). Nach der Volkszählung von 1979 lebten auf dem Mt. Kulal 2.572 Menschen, davon 744 in Gatab. Es handelt sich dabei vorwiegend um viehhaltende, traditionell nomadisch lebende Samburu. Gerade im Bereich um Gatab ist eine deutliche Zunahme der Sesshaftwerdung zu beobachten. Aber auch auf den noch nomadisch lebenden Teil der Bevölkerung wirkt sich das Vorhandensein dieser Siedlung mit Brunnen, Schule, ärztlicher Versorgung, Hungerhilfe usw. aus. MÄCKEL & WALTHER (1983) konnten eine deutliche Abnahme der Wanderstrecken feststellen. Die Nomaden bleiben stets in der Nähe des Mt. Kulal und verweilen auch während der Trockenzeiten in den futterreichen höheren Lagen des Berges.



Abbildung 18: Erosionsflächen im *Themeda*-Grasland des Mt. Kulal.
Im Vordergrund vereinzelt *Dyschoriste radicans*.

Auch bei den sesshaft gewordenen Samburu bildet die Viehhaltung weiterhin die Lebensgrundlage, so dass mit dem Bevölkerungswachstum generell eine Zunahme des Viehbestandes verbunden ist. Nach MÄCKEL & WALTHER (1983) befanden sich 1981 bis zu 25.000 Stück Vieh am Mt. Kulal; davon 15.000 auf der Südseite des Berges, auf der die vorliegenden Untersuchungen durchgeführt wurden. Eine weitere ständige Beeinflussung der Vegetation erfolgt durch den zunehmenden Bedarf an Feuerholz. Nach WALTHER & HERLOCKER (1980) lag zum Zeitpunkt der vorliegenden Untersuchung der Feuerholzverbrauch für die Umgebung von Gatab bei 500.000 bis 900.000 kg/Jahr. Die dafür bevorzugten Baumarten sind *Juniperus procera* und *Olea africana*. Da sich Gatab im unteren Grenzbereich des *Juniperus procera*-*Olea africana*-Waldes befindet, ist hier die Waldvernichtung besonders ausgeprägt. Geschlossene Bestände dieses Waldtyps treten erst oberhalb von Gatab auf.

Da der *Juniperus*-*Olea*-Waldtyp nach KNAPP (1973) zu den „Trockenen-Koniferen-Wäldern“ gehört, und somit auch noch in den niederschlagsärmeren Gebieten um 500 mm vorkommen kann, ist anzunehmen, dass das Gebiet um Gatab zu einem großen Teil potentiell dem Wuchsgebiet dieses Waldtyps zuzurechnen ist. Da es sich aber um eine Übergangszone handelt, ist es schwer zu sagen, ab wann ein lockeres Gehölz mit *Juniperus* und *Olea* in einen geschlossenen Wald unter weniger gestörten Bedingungen übergehen würde. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen waren diese beiden Baumarten in der Regel ein Bestandteil der vorwiegend immergrünen Gebüsche, die um Gatab verbreitet sind.

Mit zunehmender Belastung durch Weidetiere wird die Vegetation schütterer, bis sie schließlich stellenweise völlig verschwunden ist. Hier machen sich in recht starkem Umfang Erosionsprozesse bemerkbar. Nach der Zerstörung der Grasnarbe kann das vulkanische Feinmaterial (lehmiger Ton, selten toniger Lehm) von den Hängen rasch abgespült werden. Zurück bleiben unverwitterte Basaltblöcke und harte Lavaplatten (Abbildung 19). Auf den Hängen um Gatab haben sich, besonders entlang der Viehpfade zur Wasserstelle unterhalb von Gatab, in kurzer Zeit bis zu 2 m tiefe Erosionsrinnen bzw. -gräben gebildet (Abbildung 20).

Von Bedeutung für diese Erosionsprozesse sind die häufigen Starkregen. Die Niederschlagsverteilung innerhalb eines Jahres wird durch Abbildung 1 verdeutlicht. NIEUWOLT (1978) weist auf die große Variabilität der Niederschläge hin. Nach EDWARDS et al. (1979) traten während des Beobachtungszeitraums 1977/78 einige Starkregen mit mehr als 25 mm pro Stunde auf. Ein Beispiel für einen niederschlagsreichen Tag erwähnen MÄCKEL & WALTHER (1983): „Am 11.4.1981 fielen in Gatab innerhalb von 6 Stunden 175 mm Niederschlag, davon allein in den Morgenstunden 110 mm innerhalb von 83 Minuten“. Durch diese Starkregen wird die Bodenerosion erheblich gefördert. Besonders an den mitteltgeneigten bis steilen Hängen ist das Feinmaterial bereits weitgehend fortgespült. Um Gatab weisen nur noch einige Resthügel von Feinmaterial auf die ehemalige Bodenoberfläche hin. Allerdings führt die Überweidung nicht immer sofort zu Erosionsschäden. Auf großen Flächen, besonders in der Umgebung von Gatab, kommt es zunächst zu einer starken Vermehrung von Überweidungszeigern, z.B. *Solanum incanum*, die zum Teil dichte Bestände bilden können. Diese Arten sind als Futterpflanzen zwar wertlos, bedecken aber die Bodenoberfläche und schützen sie somit gegen Erosion.

4.1.3.2. Das Grasland um Gatab

In den stark beweideten Gebieten um Gatab hat sich die für das *Themeda triandra*-*Bothriochloa insculpta*-Grasland charakteristische Vegetation nur wenig erhalten. Abhängig vom Grad der Erosion, aber auch aufgrund der unterschiedlichen Belastung durch Tritt und Verbiss, ist die Artenzusammensetzung auf den einzelnen Flächen recht unterschiedlich. Häufig bestimmen Überweidungszeiger das Bild. Auffallend sind die verhältnismäßig hohen Arten wie *Solanum incanum* und *Conyza pyrrhopappa*. Auf stärker erodierten Flächen dominieren neben niedrigen Chamaephyten auch Therophyten, während von den perennen Gräsern, die in den montanen Rasen vorherrschen, nur noch wenige Arten von Bedeutung sind. Es sind dies besonders *Themeda triandra*, *Bothriochloa insculpta*, *Eragrostis braunii* und *Digitaria scalarum*, die in stärker gestörten Bereichen noch eine Rolle spielen.

Bei den ersten drei Arten handelt es sich um mittelhohe Horstgräser (tufted perennials), während *Digitaria scalarum* mit langen unterirdischen Ausläufern wächst. Die Horstgräser weisen eine unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber Tritt und Verbiss auf. Grundlage der Empfindlichkeit bzw. des Regenerationsvermögens ist vor allem die Variabilität in der Wuchsform (MÜHLBERG 1967, SCHULTKA 1984). Die lockeren Horste der oben aufgeführten Arten haben meist viele sterile Sprosse mit kurzen, laubblatt-tragenden Internodien und fertile Sprosse, die an den basalen gestauchten Internodien Laubblätter tragen, auf die eine gestreckte, meist auch beblätterte Zone folgt, die in die Infloreszenz übergeht. Dazu kommen bei einigen Arten kurze



Abbildung 19: Erosionsflächen in der Umgebung der Siedlung Gatab (1.600 m) am Mt. Kulal. Die Restvegetation stellt eine lückige Chamaephytenflur mit *Hypoestes verticillaris* als prägender Art dar.



Abbildung 20: Grabenerosion in der Umgebung der Siedlung Gatab (1.600 m) am Mt. Kulal. Auf den verbliebenen Rasenflächen, die überwiegend durch *Digitaria scalarum* gebildet werden, ist *Solanum incanum* zu erkennen.

Ausläufer, welche an einigen etwas verlängerten, niederblatt-tragenden Internodien in eine gestauchte, reich verzweigte Bereicherungszone mit Laubblättern übergehen. Oft unterscheiden sich die sterilen von den fertilen Trieben dadurch, dass die Blätter der sterilen Sprosse xeromorpher sind als diejenigen der fertilen Triebe. Bei alten Horsten fällt auf, dass die Erneuerungstriebe in aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden einem höheren Verzweigungsgrad angehören als die vorhergehenden. Das bedeutet, dass die Verzweigungen in aufeinanderfolgenden Regenzeiten immer in der gleichen Ebene liegen und sich nur in der Ordnungszahl

der Verzweigung unterscheiden. Zwischen den jeweils lebenden und zum Teil fertilen Sprossen liegen die älteren Triebe niedriger Ordnungszahl. Dadurch besteht bei Grasflächen, die von derartigen Horstgräsern gebildet werden, die Gefahr, dass abgestorbene Pflanzenteile aus vergangenen Vegetationsperioden derart zunehmen, dass es zu einer Verminderung der Vitalität dieser Arten kommt; viele Arten verschwinden völlig. Diese Flächen können daher nur durch regelmäßige Beweidung oder gelegentliche Brände erhalten bleiben.

Überbeweidung und besonders die Trittbelastung durch Rinder führt zu Schäden an den Horsten. Damit sind auffällige Veränderungen im Habitus der Pflanzen und in der Artenzusammensetzung des gesamten Graslandes verbunden. Insgesamt werden alle Horste kleiner und niedriger. Die Zahl der fertilen Sprosse nimmt deutlich ab; die Gesamtzahl der Verzweigungen und des Verzweigungsgrades nimmt aber mit zunehmendem Verbiss zu. Jedoch ist die Anzahl und die Größe der Laubblätter wesentlich geringer bzw. kleiner als bei den ungeschädigten Pflanzen. Bei einigen Horsten, besonders bei *Bothriochloa insculpta*, verkahlen die Horste vom Zentrum her, weil eine Regeneration infolge ständiger Trittbelastung unmöglich wird. Bei anhaltend starker Beweidung können derartige Standorte nur noch von Gräsern mit unterirdischen Ausläufern wie *Digitaria scalarum* besiedelt werden.

4.1.3.2.1 Beschreibung der wichtigsten Gräser und Verbissauswirkungen

Themeda triandra

Nach KNAPP (1973) gehört *Themeda triandra* zu den am weitesten verbreiteten Grasarten Afrikas, die am reichlichsten in Südostafrika und im Hochland von Ostafrika vorkommt. Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich fast über das gesamte tropische Afrika bis nach Nordafrika. In Ostafrika kommt *Themeda triandra* besonders in Höhen zwischen 1.000 und 3.000 m über NN bzw. bei Niederschlägen zwischen 350 und 1.500 mm vor. *Themeda triandra* ist sehr variabel. Rasen dieser Art werden nach KNAPP (1973) in trockenen Gebieten nur etwa 0,5 m hoch, nach FRÖMANN & PERSSON (1974) sogar nur 0,25 m. Unter sehr günstigen Bedingungen kann *Themeda* aber auch eine Höhe bis zu 3,5 m erreichen. Allgemein sind die Bestände jedoch nicht höher als 1,5 m.

Themeda bildet große reich verzweigte Horste mit kurzen Ausläufern. Da in der Bereicherungszone die Internodien sehr kurz sind, stehen die zahlreichen Laubblätter und Bereicherungstriebe höheren Verzweigungsgrades sehr dicht, so dass die Erneuerungsknospen vor Feuer relativ gut geschützt sind (Abbildung 21). Auch in der Streckungszone der fertilen Sprosse entspringen den Achseln der Laubblätter noch auffällig beblätterte Seitensprosse. Die Erneuerungsknospen stehen in jeder Vegetationsperiode in der gleichen Ebene; nur die Ordnungszahl des Verzweigungsgrades ist jedesmal höher.

Gegenüber Schädigungen durch Weidetiere ist *Themeda* dagegen verhältnismäßig empfindlich. Besonders gravierend sind die Trittschäden durch Rinder, die sich noch stärker als die Verbisschäden auswirken. Wie man der Abbildung 22 entnehmen kann, werden durch die ständige mechanische Belastung alle Erneuerungsknospen, die nach oben und zum Innern des Horstes gerichtet sind, derart geschädigt, dass sie nicht mehr austreiben können. Die nach außen und unten liegenden Knospen versuchen durchzutreiben, können aber nur wenige und kleinere Laubblätter als die ungeschädigten Pflanzen hervorbringen. Nach jeder Schädigung durch Tritt und Verbiss treiben Knospen höherer Ordnung aus, so dass sich der Verzweigungsgrad vom Zentrum zum Rand eines Horstes hin deutlich erhöht. Da gleichzeitig die Bewurzelung an den älteren Teilen besonders dicht ist, ergibt sich bei älteren, stark geschädigten Horsten folgendes Bild:

Das Zentrum besteht aus einer harten, fest verwurzelten Fläche aus trockenen, verbissenen Sprossachsen mit den toten Resten der verbissenen Blätter, unter deren Rand hervor kleine, meist sterile Triebe durchwachsen. Die Anzahl der fertilen Triebe ist wesentlich geringer als bei unbeeinflussten Pflanzen. Die Infloreszenzen sind deutlich kleiner und ärmer (Abbildung 21). Bei weiter steigender Belastung sterben die Horste schließlich ganz ab.

Bothriochloa insculpta

Je nach Standort schwankt die Höhe dieses Grases zwischen 0,3 und 1,0 m. Nach FRÖMANN & PERSSON (1974) ist *Bothriochloa insculpta* besonders auf flachgründigen Böden, auf alten Brachäckern und auf saisonal überfluteten Flächen bis in Höhen von 2.200 m anzutreffen. Das Verbreitungsgebiet umfasst Ostafrika, Äthiopien, den Sudan, das östliche Zaire (heute: Demokratische Republik Kongo) sowie das südliche tropische Afrika. Die unbeeinflussten Horste (Abbildung 23) sind aus vielen kurzen, oberirdischen Ausläufern aufgebaut. Die dabei auftretende zentrifugale Förderung der Verzweigung und Wuchsrichtung führt im Laufe der Zeit zur zentralen Verkahlung des Horstes, so dass sich im Kleinen eine girlandenähnliche Struktur ergibt. Die Bewurzelung ist dicht; fertile Triebe mit gut entwickelten Infloreszenzen werden reichlich während der Regenzeit ausgebildet.

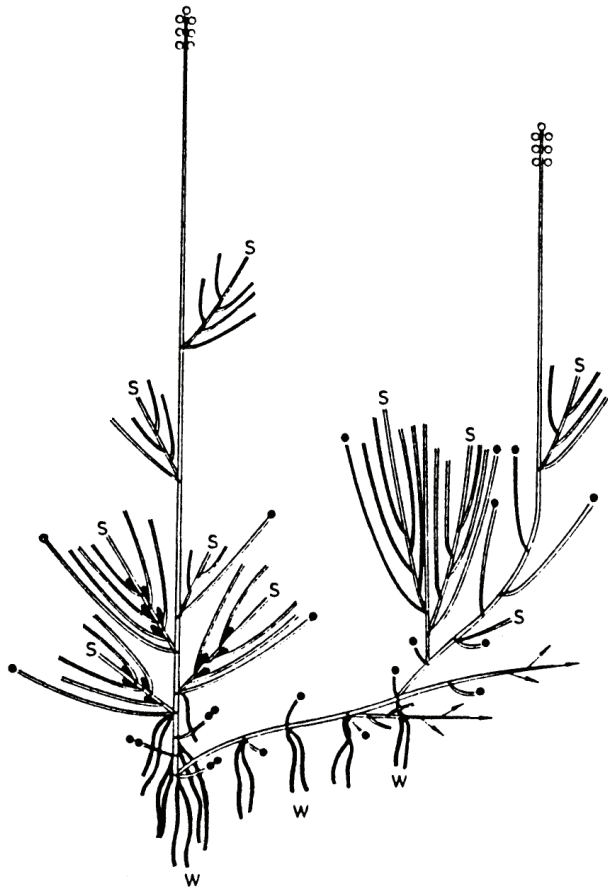


Abbildung 21: *Themeda triandra*, unverbissene Pflanze. Zeichenerklärung: W, Wurzel; S, Seitenspross; K, Knospe; xx, zuerst verbissene Sprosse; x, später verbissene Sprosse; oo, vor zwei Vegetationsperioden vertrocknete Vegetationsteile; o, vor einer Vegetationsperiode vertrocknete Vegetationsteile; A, vitale und weiterwachsende Sprosse (aus SCHULTKA 1984, gezeichnet von B. SCHMIDT).

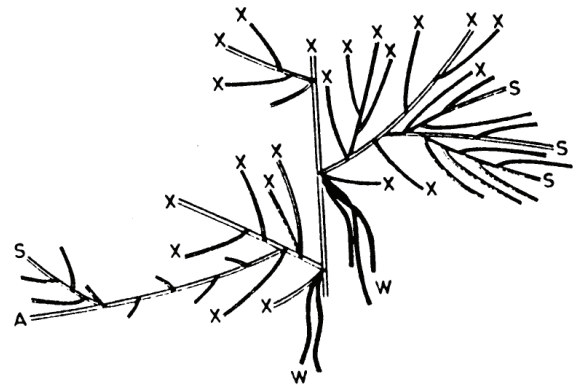


Abbildung 22: *Themeda triandra*, verbissene Pflanze. Zeichenerklärung siehe Abbildung 21.

Bei einer Belastung durch Weidetiere wird der Aufbau des Horstes lockerer. Die Ausläufer werden im Verhältnis zur Gesamtgröße etwas länger; die Bewurzelung ist spärlicher, nur an den Verzweigungsstellen treten die sehr widerstandsfähigen drahtigen Wurzeln gehäuft auf. Der Habitus der Laubblätter wird xeromorpher. Die zentrifugale Förderung der Verzweigung wird durch die Tritteinwirkung verstärkt. Die nach innen emporgerichteten Seitensprosse sind schwächer und nicht so stark verzweigt wie die nach unten gerichteten. Sie werden aber auch nicht so stark und vollständig unterdrückt, wie das z.B. bei *Themeda* der Fall ist. Das Regenerationsvermögen ist stark, wie man an den dichten belaubten Regenerationstrieben auch höherer Ordnungszahl erkennen kann. Der „Girlandenhabitus“ wird mit zunehmender Belastung durch Weidetiere deutlicher als bei ungeschädigten Pflanzen (Abbildung 24).

Eragrostis braunii

Diese Art wird bis zu 0,9 m hoch. Nach FRÖMANN & PERSSON (1974) ist *Eragrostis braunii* ein Gras, das besonders in den Tallagen der Grasländer verbreitet ist. Nach CLAYTON (1974) ist dieses Gras aber auch eine Art überweideter Standorte bzw. eine Art, die in höheren Lagen besonders auf erodierten Böden oder an steinigen Hängen in Höhen von 1.700 m–2.600 m verbreitet ist. Das Verbreitungsgebiet umfasst besonders Ostafrika (Äthiopien, Kenia, Uganda, Tansania) und das nördliche tropische Afrika. Die Horste von *Eragrostis braunii* sind vom Habitus her etwas dichter als die von *Themeda triandra*, in erster Linie dadurch, weil die Ausläufer kürzer sind. Die Horste entwickeln sich im Idealfall nicht zu flächendeckenden Gebilden, sondern zerfallen in mehrere Einzelhorste.

Auch bei *Eragrostis braunii* werden Erneuerungstriebe jeweils im Bereich eines höheren Verzweigungsgrades angelegt als die Vorgänger aus früheren Vegetationsperioden. Die Bewurzelung ist, wie bei *Themeda*, besonders an älteren Teilen stark ausgeprägt (Abbildung 25). Dies kann auch zur Bildung kleiner „Mangelhorste“ führen, die nach unten außenständige Triebe zeigen, die meist steril sind oder nur armbliütige Zwerginfloreszenzen anlegen. Diese Horste zerfallen bald in noch kleinere Horste, da die zentralen älteren Achsen zerfallen und zentripetale Erneuerungstriebe durch die Weidetiere unterdrückt werden.

Die geschädigten Pflanzen zeigen auch hier an den noch überlebenden Sprossen einen höheren Verzweigungsgrad als die ungeschädigten Exemplare (Abbildung 26). Dies ist damit zu erklären, dass nach Verbiss

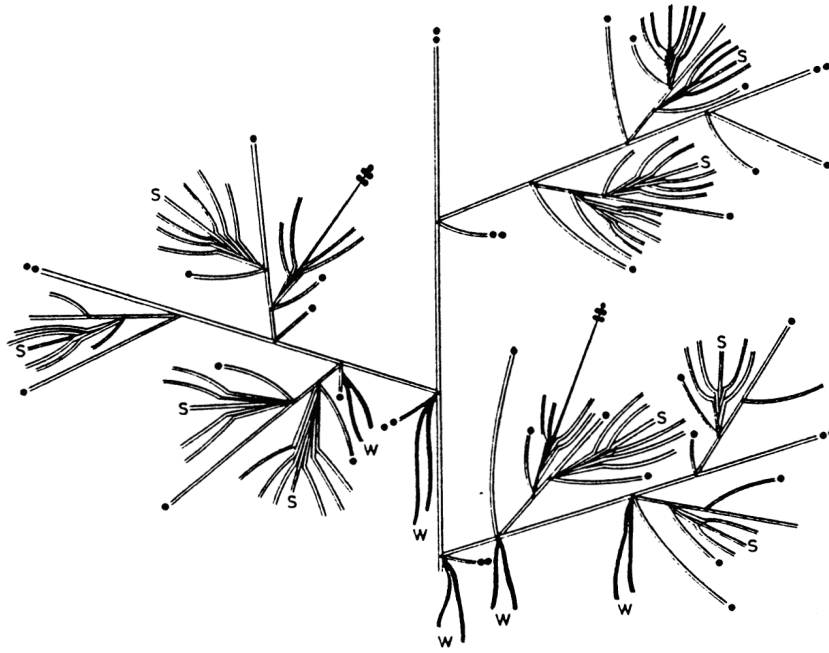


Abbildung 23: *Bothriochloa insculpta*. Unverbissene Pflanze. Zeichenerklärung siehe Abbildung 21.

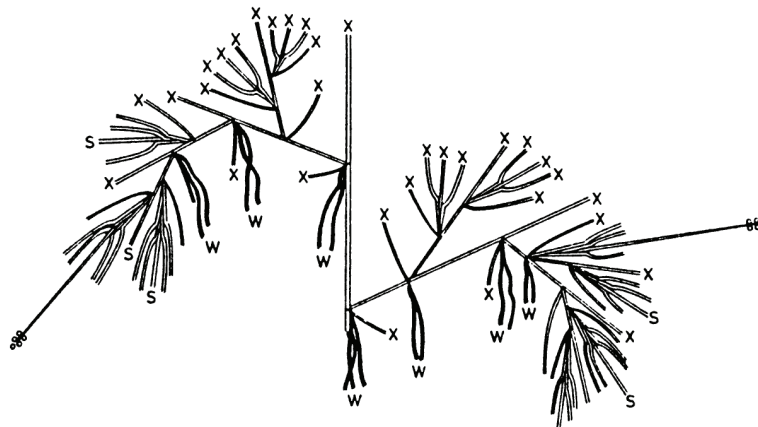


Abbildung 24: *Bothriochloa insculpta*. Verbissene Pflanze. Zeichenerklärung siehe Abbildung 21.

bzw. tritt stets Seitenzweige höherer Ordnung das Wachstum übernehmen. An jedem Spross treiben nur wenige Seitenknospen aus, eine Bereicherung wird durch Erhöhung des Verzweigungsgrades erreicht. Dadurch erscheint der Horst, besonders bei Pflanzen stark beweideter Standorte, aus vielen Fächern von kurzen, wenigblättrigen Sprossen zusammengesetzt, deren Ordnungszahl zum Rand höher wird.

Digitaria scalarum

Dieses Gras kann bis zu 1,0 m hoch werden, bleibt aber meist deutlich niedriger. Es kommt sowohl im Grasland als auch auf Brachflächen vor. Darüber hinaus ist *Digitaria scalarum* ein hartnäckiges Unkraut auf Kulturflächen (HARKER & NAPPER 1960). Nach FRÖMANN & PERSSON (1974) ist *Digitaria scalarum* in Ostafrika, im Sudan, in Zaire sowie im südlichen Afrika verbreitet.

Das Überhandnehmen von *Digitaria* auf gestörten Standorten ist als ein Alarmzeichen für den Zustand des Weidelandes zu werten. So wächst *Digitaria* in weniger stark gestörten Weideflächen zwischen den Horsten anderer Gräser. In einem geschlossenem *Themeda* Grasland unterliegt *Digitaria scalarum* dagegen meist dem Konkurrenzdruck von *Themeda triandra* und *Bothriochloa insculpta*. *Digitaria scalarum* wächst mit lan-

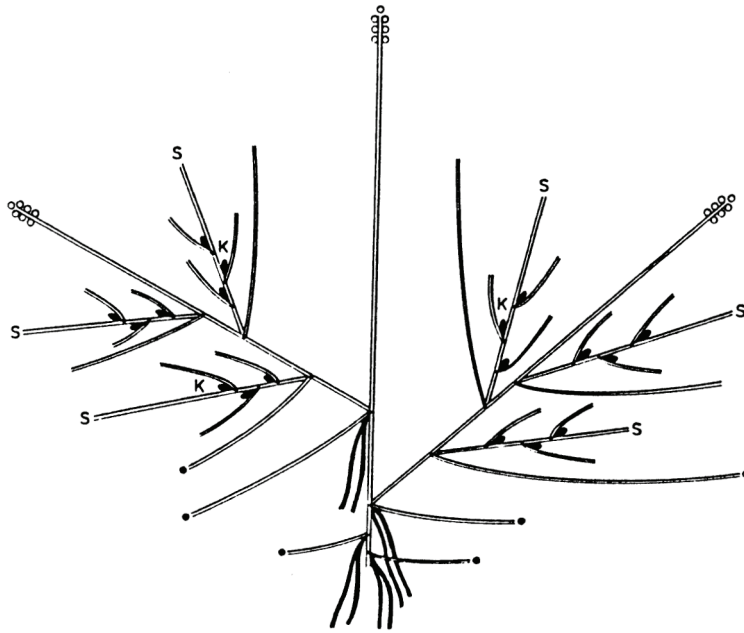


Abbildung 25: *Eragrostis braunii*. Unverbissene Pflanze. Zeichenerklärung siehe Abbildung 21.

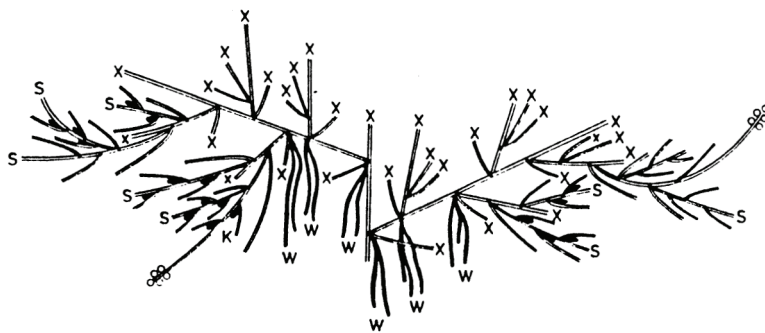


Abbildung 26: *Eragrostis braunii*. Verbissene Pflanze. Zeichenerklärung siehe Abbildung 21.

gen unterirdischen Ausläufern (Abbildung 27), die mit schuppigen Niederblättern besetzt sind. Im Abstand von einigen Zentimetern bis einigen Dezimetern erheben sich die Sprossspitzen dieser Ausläufer über den Boden, während ein anderer unterirdischer Seitenzweig weiterwächst.

Die über den Boden emporwachsenden Sprosse verzweigen sich im Bereich der gestauchten Internodien direkt über der Oberfläche mehrmals, so dass ein kleiner dichter Horst kurzer steriler Sprosse mit Laubblättern entsteht. Dies wiederholt sich in einigem Abstand, so dass eine *Digitaria scalarum*-Pflanze aus durch unterirdische Ausläufer verbundenen oberirdischen büscheligen Horsten besteht. Bei einer Schädigung der oberirdischen Teile durch Tritt oder Verbiss können diese Büschel unter Erhöhung des Verzweigungsgrades regenerieren, bleiben aber schwächer und oft krüppelig. Das eigentliche Regenerationsreservoir von *Digitaria scalarum* stellen die unterirdischen Ausläufer dar. Sie ermöglichen ihr das Überleben auf Standorten, auf denen viele der anderen ausdauernden Gräser nicht mehr gedeihen können.

4.1.3.3. Die Degeneration des Graslandes

Wenn als Folge zu starker Beweidung die Erosion zunimmt, kann es zu völlig neuen Artenkombinationen mit einem hohen Anteil von mehr oder weniger verholzten Chamaephyten und von Therophyten kommen. Eine wesentliche Auswirkung der Erosion ist der starke Oberflächenabfluss der Niederschläge, als dessen Folge es zu einer schlechteren Wasserversorgung der Standorte kommt. Die nun sehr licht gewordenen Be-

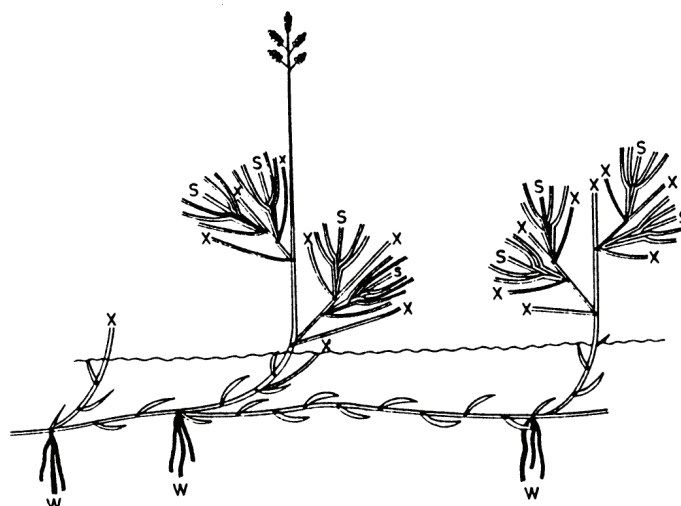


Abbildung 27: *Digitaria scalarum*. Verbissene Pflanze. Zeichenerklärung siehe Abbildung 21

stände werden zu einem großen Teil von Pflanzenarten gebildet, die vorher im *Themeda*-Grasland nicht auftraten. Hierzu gehören folgende Arten:

4.1.3.3.1 Perenne Gräser

Hyparrhenia hirta

Nach FRÖMAN & PERSSON (1974) ist *Hyparrhenia hirta* extrem trockenresistent. Sie ist besonders an steinig Plätzen bis zu einer Höhe von 2.400 m verbreitet. Am Mt. Kulal besiedelt *Hyparrhenia* bevorzugt Stellen, die nach dem Erosionsprozess flachgründig und steinig geworden sind. *Hyparrhenia hirta* ist im tropischen Afrika weit verbreitet.

Eragrostis tenuifolia

Nach FRÖMAN & PERSSON (1974) und CLAYTON et al. (1974) handelt es sich bei dieser Art um ein kleines Horstgras, das als Unkraut an Wegrändern und auf gestörten Flächen häufig ist. *Eragrostis tenuifolia* ist pantropisch von Seehöhe bis 2.800 m verbreitet.

4.1.3.3.2 Annuelle Gräser

Eragrostis cilianensis

Hierbei handelt es sich um das wichtigste annuelle Gras dieser Standorte. Nach CLAYTON et al. (1974) ist *Eragrostis cilianensis* an Wegrändern, auf Farmland und auf überweideten Flächen von Seehöhe bis 2.300 m verbreitet. *Eragrostis cilianensis* ist in ganz Afrika sowie in den warmtemperierten und tropischen Gebieten der Alten Welt verbreitet. In Südamerika wurde diese Art eingeschleppt.

Digitaria velutina

Nach FRÖMAN & PERSSON (1974) handelt es sich bei dieser Art um ein Unkraut, das besonders auf Äckern bis in Höhen von 2.100 m vorkommt.

4.1.3.3.3 Hohe Chamaephyten (> 30 cm)

Solanum incanum

Nach BLUNDELL (1987) wächst dieser Chamaephyt auf Ödland und besonders auf Standorten mit erodiertem Oberboden, häufig an Straßenrändern. *Solanum incanum* ist im gesamten tropischen Afrika bis in Höhen von 2.300 m verbreitet.

Conyza pyrrophappa

Nach BLUNDELL (1987) ist diese *Conyza*-Art besonders im gestörten Buschland höherer Lagen (1.200–2.400 m) verbreitet. Der natürliche Lebensraum sind wahrscheinlich trockene und felsige Hügel. Das Verbreitungsgebiet umfasst außer Ostafrika Zaire (Demokratische Republik Kongo), Nigeria und Angola.

Psiadia punctulata

Nach BLUNDELL (1987) eine häufige Art an den Rändern gestörter Gebüsche und immergrüner Gehölze in Höhen von 1.200–2.300 m. *Psiadia punctulata* ist im ostafrikanischen Raum von Mozambique bis zum Sudan verbreitet.

Lippia ukambensis

Bei dieser Art handelt es sich nach BLUNDELL (1987) um einen weitverbreiteten Invasor auf gestörten Plätzen und auf steinigten Standorten, besonders im Bereich der Trockenwälder in Höhen von 1.300–2.200 m. *Lippia ukambensis* ist besonders in Tansania, Kenia und Äthiopien verbreitet.

Withania somnifera

Nach AGNEW (1974) eine an gestörten Flächen gemeine Art, die besonders in den trockeneren Landesteilen verbreitet ist. Das Verbreitungsgebiet umfasst Afrika und die wärmeren Teile Asiens.

Aspilia mossambicensis

Nach BLUNDELL (1987) eine in Ostafrika weit verbreitete Art, von Seehöhe bis 2.100 m, außer in den trockensten Gebieten verbreitet. Sie bleibt nach Bränden niedrig, bei deren Ausbleiben kann sie aber hoch werden und dann über benachbarte Gebüsche kriechen. *Aspilia mossambicensis* ist in Ostafrika von Mozambique bis zum Sudan verbreitet.

4.1.3.3.4 Niedrige Chamaephyten (< 30 cm)

Dyschoriste radicans

Nach BLUNDELL (1987) ein häufiger Halbstrauch gestörter Grasländer von 1.100–2.400 m. Diese Art ist besonders trittfest und verbreitet sich vegetativ mit Hilfe ihrer schnell wachsenden und wurzelnden Ausläufer. Das Verbreitungsgebiet umfasst Ostafrika von Tansania bis zum Sudan, ferner Botswana, Zaire (Demokratische Republik Kongo), Ruanda und Burundi.

Hypoestes verticillaris

Nach AGNEW (1974) und BLUNDELL (1987) wächst diese formenreiche Art auf unterschiedlichen Standorten im trockenen Grasland, im Buschland, an Waldrändern und auf Rodungen von Seehöhe bis 2.700 m. Sie ist im tropischen und im südlichen Afrika weit verbreitet.

4.1.3.3.5 Annuelle Kräuter

Euphorbia inaequilatera

Nach AGNEW (1974) handelt es sich hier um eine häufige Art auf Brach- und Erosionsflächen. Sie wächst aber auch auf bewirtschafteten trockenen Wiesen und Weiden und wird von Rindern gerne angenommen.

4.1.3.4. Die Vegetation beweideter Flächen um Gatab

4.1.3.4.1 Stark beweidete Flächen im Bereich der Siedlung Gatab

Die Vegetation ist sehr lückig, die Gesamtbedeckung liegt im Mittel bei ca. 30 % (Tabelle 11, Abbildung 28). Auf diesen Flächen dominieren niedrige Chamaephyten (BI = 55,73 %), während die Therophyten verhältnismäßig wenig vertreten sind (BI = 3,07 %). Die zweithäufigste Gruppe bilden die perennen Gräser (BI = 34,36 %). *Bothriochloa insculpta* ist die häufigste Art dieser Gruppe; *Eragrostis braunii* ist zwar weit verbreitet, weist aber nur eine geringe Bedeckung auf. Dieses unterschiedliche Bild lässt sich mit dem unterschiedlichen Erosionsgrad innerhalb der Gesamtfläche erklären. Stellenweise kam es infolge einer Flächenerosion zur Anreicherung von Blöcken an der Oberfläche. In diesen Bereichen hat sich besonders *Hypoestes verticillaris* ausgebreitet. Sie ist in 45 % der einzelnen Aufnahmeflächen mit einer mittleren Bedeckung von 16 % vertreten (BI = 22,11 %). Weit verbreitet, nämlich in 90 % der Aufnahmen, ist die sehr trittfeste *Dyschoriste radicans*, aber mit deutlich geringeren Bedeckungsanteilen (BI = 11,05 %). Von den perennen Horstgräsern ist *Eragrostis braunii* mit 75 % Konstanz am weitesten verbreitet. Durch Tritt und Verbiss sind die Horste aber sehr reduziert, so dass die mittleren Bedeckungswerte nur gering sind (BI = 6,91 %). *Bothriochloa insculpta* ist in 50 % der Aufnahmen mit einer mittleren Bedeckung von 11 % vertreten, besiedelt aber nur die am wenigsten erodierten Flächen (BI = 16,89 %). *Themeda triandra* als die gegen Störungen empfindlichste Art ist schließlich nur noch in 10 % der Aufnahmen mit ca. 1 % mittlerer Bedeckung vertreten (BI = 0,15 %). *Digitaria scalarum* ist als trittfeste Art zwar noch in 60 % der Aufnahmen vertreten, aber ebenfalls nur mit



Abbildung 28: Gestörtes Grasland um Gatab in ca. 1.600 m am Mt. Kulal zu Beginn der Regenzeit.

geringen Bedeckungsanteilen (BI = 7,37 %). Auffällig ist der verhältnismäßig geringe Anteil der Therophyten. Die häufigsten Arten sind *Euphorbia inaequilatera* und *Eragrostis cilianensis*. Die geringe Häufigkeit mag zum einen damit zusammenhängen, dass die meisten Arten nicht sehr trittfest sind und zum anderen werden die flachwurzelnenden Gräser beim Weiden, besonders von Rindern, mitsamt den Wurzeln herausgerissen.

4.1.3.4.2 Stark durch Tritt und Exkrememente beeinflusste Flächen in der Nähe einer Tränke

Die Vegetation der Standorte dieser Serie ist durch Arten geprägt, die in den meisten Fällen auf eine fortgeschrittene Erosion hindeuten (Tabelle 12). Der Anteil der Chamaephyten ist noch größer als in den Aufnahmen der Serie I, während die Anteile an perennen Gräsern und Therophyten noch geringer sind. Diese Flächen zeichnen sich durch eine hohe Trittbelastung und eine starke Eutrophierung aus. Der geringe Anteil an Therophyten ist als Folge einer zu starken Trittbelastung zu werten, während das starke Auftreten von *Withania somnifera* als Zeichen der starken Eutrophierung zu deuten ist. Von Bedeutung sind ferner die sehr trittfeste *Digitaria scalarum* und die Chamaephyten *Dyschoriste radicans* und *Hypoestes verticillaris*. Die perennen Horstgräser fehlen entweder völlig (wie *Themeda triandra* und *Bothriochloa insculpta*), oder sind nur in kümmerlichen Resten vorhanden (wie *Eragrostis braunii*). Therophyten sind nur in wenigen, meist beschädigten, Exemplaren vorhanden, z.B. *Digitaria velutina*.

4.1.3.4.3 Zwei voneinander getrennte Flächen, die zur Zeit der Aufnahmen seit zwei Jahren eingezäunt waren - Größe dieser Flächen 5.000 m²

Die Vegetation dieser Flächen ähnelt sich zwar (Abbildung 29), unterscheidet sich aber deutlich in einigen Details, obwohl das Artenspektrum ähnlich ist, hinsichtlich der Häufigkeit einzelner Arten. So ist z.B. der Halbstrauch *Dyschoriste radicans* in beiden Aufnahmeserien nahezu gleich häufig. *Digitaria scalarum* ist hingegen im Bereich der Serie III (Tabelle 13) fleckenweise recht häufig, fehlt aber in den Aufnahmen der Serie IV (Tabelle 14) völlig.

In dieser Serie ist das häufigste perenne Gras das Horstgras *Themeda triandra*, dicht gefolgt von *Eragrostis braunii*. Beide Arten treten aber innerhalb dieser Serie nicht zusammen auf. Von den Therophyten ist im Bereich der Serie III *Euphorbia inaequilatera* die häufigste Art, im Bereich der Serie IV ist es *Eragrostis cilianensis*. Dieses unterschiedliche Verhalten der einzelnen Arten lässt sich bei den perennen Gräsern dadurch erklären, dass beim Wegfall der Störfaktoren, sich einzelne Arten von „Reststandorten“ aus ausbreiten, so dass innerhalb der Gesamtfläche kleinere Teilflächen entstehen, auf denen bestimmte Arten vorherrschen. Das Fehlen der anspruchsvolleren Art *Themeda triandra* auf den Flächen der Serie III und das verhältnismäßig häufige Auftreten von *Digitaria scalarum* deuten auf einen höheren Grad der Störung vor der Einzäunung



Abbildung 29: Seit zwei Jahren eingezäunte Flächen des gestörten Graslandes in der Nähe der Siedlung Gatab in ca. 1.600 m am Mt. Kulal. Aufnahme zu Beginn der Regenzeit.

hin. In den mehr oder weniger vegetationsfreien Lücken zwischen den Perennen können sich nun, nach dem Wegfall der Störeinflüsse, auch die Therophyten ausbreiten, wobei es wohl eher ein Zufall zu sein scheint, ob sich an diesen Stellen nun stärker *Euphorbia inaequilatera* oder *Eragrostis cilianensis* ausbreitet, zumal beide Arten auch gleiche Standorte besiedeln können (es hängt eben weitgehend davon ab, welche Diasporen welcher Arten in welcher Menge zuerst einen bestimmten Standort erreichen).

Bedeckungsindex (BI)

Um die fleckenhafte Ausbreitung einzelner Arten deutlich zu machen, soll die Gesamtaufnahmefläche der Serie IV in 4 Einzelflächen (IV 1, IV 2, IV 3, IV 4) dargestellt werden (Tabelle 15).

4.1.3.4.4 Experimentelle Flächen auf dem Gelände der Missionsstation, zur Zeit der Aufnahmen seit 8 Jahren eingezäunt, während dieser Zeit keine Beeinflussung durch Beweidung oder Feuer

Für die Vegetationsentwicklung auf diesen Flächen ist ausschlaggebend, dass sie seit 8 Jahren weder genutzt noch gebrannt wurden. Die häufigste Art dieser Flächen ist *Themeda triandra*, die sich, nach dem Wegfall der Störfaktoren Tritt und Verbiss zunächst rasch fleckenweise ausbreiten konnte (Tabelle 16). Im Laufe der Jahre kam es, besonders bei *Themeda*, zu einer zunehmenden Anreicherung abgestorbener Pflanzenteile. Zur Zeit der Aufnahmen war die Vitalität von *Themeda* deutlich herabgesetzt: die meisten Pflanzen fruchteten nicht mehr, der Anteil abgestorbener Pflanzenteile lag bei durchschnittlich 60 %. Infolge der dichten Bedeckung durch relativ hoch werdende Arten und durch Nekromasse, sind die Therophyten fast völlig verschwunden und kleinere Chamaephyten zumindest stark zurückgegangen. Hohe Chamaephyten, wie *Aspilia mossambicensis* hingegen konnten sich gut behaupten und sich sogar ausbreiten. Die niedrige *Dyschoriste radicans* ist zwar noch verbreitet, kommt aber nur noch mit geringer Häufigkeit und meist mit verminderter Vitalität vor. Auch auf diesen Flächen erfolgte, wie man noch deutlich erkennen kann, die Ausbreitung der einzelnen Arten von bestimmten Zentren aus. Das wird wieder deutlich, wenn die Gesamtheit der Aufnahmen in drei Einzelflächen von je 100 m² aufgeteilt wird. In allen Serien dominieren die perennierenden Gräser, während die Therophyten noch hinter den Geophyten, nur mit äußerst geringen Anteilen vertreten sind. In den Serien V 1 und V 2 dominieren die perennierenden Gräser, in der Serie V 3 hingegen die Chamaephyten mit *Aspilia mossambicensis*.

In der Serie V 1 dominieren die Horstgräser *Themeda triandra* und *Bothriochloa insculpta*; *Eragrostis braunii* ist hingegen in keiner der Aufnahmen vertreten. Ebenfalls sehr hoch ist der Anteil von *Digitaria scalarum* und von *Setaria sphacelata*. Letztere Art deutet auf feuchtere Standorte hin. In der Serie V 2 dominiert

mit Abstand *Themeda triandra*, in größerem Abstand gefolgt von *Digitaria scalarum*; *Bothriochloa insculpta* ist nur wenig vertreten. In der Serie V 3 dominiert *Aspilia mossambicensis*, im Abstand gefolgt von *Themeda triandra* und *Setaria sphacelata*; *Bothriochloa insculpta* ist auch in dieser Serie nur wenig vertreten. Dafür konnte sich aber an lichten Stellen zwischen *Aspilia mossambicensis* die kleine *Rhynchosia minima* verhältnismäßig gut halten (mit 6,78 % bezogen auf BI 70,75).

Zusammenfassend ergibt sich folgendes Bild (Tabelle 17, Abbildung 30)

Ausgehend vom *Themeda-Bothriochloa insculpta*-Grasland sind folgende Degenerationsstadien zu erkennen:

- Bei zunehmender Überweidung nimmt der Überweidungszeiger *Diplophium africanum* zu (keine Vegetationsaufnahmen).
- Bei anhaltender Überweidung kommt es zu mehr oder weniger starken Erosionsschäden; der Boden wird flachgründiger. *Themeda triandra* geht zurück, *Bothriochloa insculpta* nimmt zunächst zu. Bei anhaltender Verschlechterung des Standortes geht *Bothriochloa insculpta* zurück, die Überweidungszeiger *Solanum incanum* und *Conyza pyrrhopappa* nehmen zu; die Gräser *Eragrostis braunii* und *Digitaria scalarum* gewinnen an Bedeutung. Auf mäßig stark erodierten Flächen nehmen niedrige Chamaephyten zu, besonders *Dyschoriste radicans*, stellenweise *Hypoestes verticillaris*. Infolge der starken Belastung können sich Therophyten nur mäßig gut entwickeln, obwohl die Flächen sehr offen sind (mittlere Bedeckung ca. 30 %).
- Auf mäßig erodierten Flächen, aber bei starker Eutrophierung durch Exkrememente, breitet sich vor allem die nitrophile *Withania somnifera* aus. Von den perennen Gräsern behauptet sich noch stellenweise *Digitaria scalarum*, ansonsten noch in geringem Maße die kleinen Chamaephyten *Dyschoriste radicans* und *Hypoestes verticillaris*.

Die Belastungen durch Tritt und Verbiss lassen nach:

- Nach zwei Jahren breiten sich Arten aus, die sich auf den stark gestörten Flächen nur mäßig entwickeln konnten. Das sind besonders Therophyten wie *Eragrostis cilianensis* und *Euphorbia inaequilatera*; von den kleinen Chamaephyten breitet sich vor allem der Halbstrauch *Dyschoriste radicans* aus.
- Von den Horstgräsern nimmt stellenweise *Eragrostis braunii* zu; von den Arten des montanen Graslandes wird in einigen Bereichen besonders *Themeda triandra* wieder häufig. Die Ausbreitung der perennen Arten erfolgt besonders von Restbeständen aus, die Störeinflüsse überdauert haben. Dadurch entsteht ein Mosaik von wechselnden dominanten Arten (Faziesbildung, kein homogener Bestand).
- Nach 8 Jahren Schutz vor Weidetieren und Feuer besteht dieser Eindruck immer noch. *Themeda triandra* ist zwar die vorherrschende Art im Bestand, aber mit wechselnden Häufigkeiten auf den einzelnen Flächen. Durch reichliche Ansammlung von Nekromasse geht die Vitalität von *Themeda* zurück, der Bestand wird artenarm. Von den Arten der montanen Rasen hat sich neben *Themeda* auch *Bothriochloa insculpta* ausgebreitet, während *Eragrostis braunii* als Art überweideter, offener Standorte nicht mehr auftritt, desgleichen die oben erwähnten Therophyten. Von den Chamaephyten ist die sehr widerstandsfähige Art *Dyschoriste radicans* noch verbreitet, es sind aber meist nur wenige Exemplare mit verminderter Vitalität. Demgegenüber konnte sich aber *Aspilia mossambicensis*, die wegen ihrer Größe auf den stärker gestörten Flächen unter Tritt und Verbiss zu leiden hatte, ausbreiten und flächenweise zur bestimmenden Art werden. Zusammenfassend lässt sich zu diesen Flächen sagen, dass bei fehlender Beweidung bzw. bei ausbleibenden Bränden es infolge der Ansammlung von abgestorbenen Pflanzenteilen, die oft Decken über dem Boden bilden, zu einer starken Verarmung an Arten kommt. Abgesehen von einem Exemplar von *Securinega virosa* auf einer ca. 5.000 m² großen Fläche in unmittelbarer Nähe von artenreichen Gebüschstadien und Resten des *Juniperus procera-Olea africana*-Waldes, konnte in diesem Bereich keine Gehölzentwicklung beobachtet werden.

4.1.4. Die vorwiegend immergrünen Gebüsche

Die immergrünen Gebüsche Ostafrikas sind nur wenig und meist nur in allgemeiner Form beschrieben worden. TROLL & SCHOTTENLOHER (1939) beschrieben für Äthiopien einen „mesophytischen bis halbxerophytischen Buschwald“; GILLET (1941) beschreibt eine „evergreen scrub formation“; PICHI-SERMOLLI (1957) kartiert ein „evergreen thicket and scrub“; LANGDALE-BROWN et al. (1964) fassen diese Gebüsche unter dem Begriff „undifferentiated semi-deciduous thicket“ zusammen; HEMMING (1966) erwähnt ein „evergreen scrub“; HERLOCKER (1979) beschreibt ein „evergreen to semi-deciduous bushland“ für den Mt. Kulal, ohne genauer auf die Zusammensetzung dieser Gebüsche einzugehen. WHITE (1983) erwähnt ein „East African evergreen and semi-evergreen bushland and thicket“.

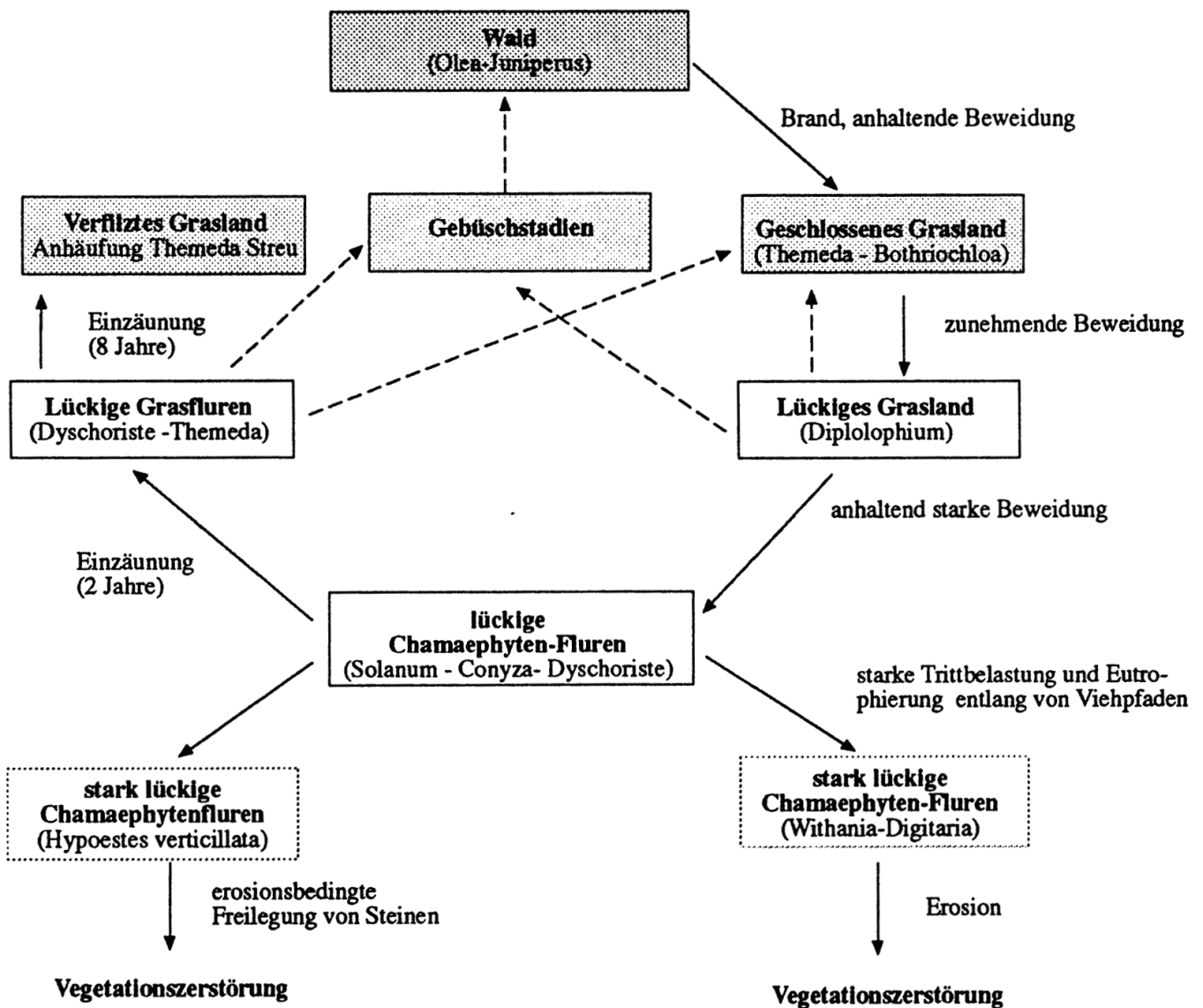


Abbildung 30: Degenerationsschema des geschlossenen *Themeda*-Graslandes im Bereich des immergrünen Bergwaldes am Mt. Kulal.

KNAPP (1973) geht demgegenüber ausführlicher auf diese Gebüsch ein. Unter dem Oberbegriff „Gebirgsbüsch und Buschwälder aus Arten mit gut entwickelten Blattspreiten“ beschreibt er auch einen Typ als „artenreiche Gebirgsbüsch und -buschwälder im östlichen und südlichen Afrika“ sowie „submontane Hartlaubgebüsch“ in denen viele der Arten vertreten sind, die auch in den Gebüsch am Mt. Kulal von Bedeutung sind. KNAPP (1968) stellt diese Gebüsch, die in Nord- und Ost-Äthiopien, in Nord-Somalia und verarmt im Ost Sudan in Höhen von ca. 1.500–2.400 m verbreitet sind zu den „Pistacio-Eucleetalia schimperi“. Bei der Beschreibung dieser Gebüsch weist KNAPP (1974) darauf hin, dass es sich bei ihnen vorwiegend um Degradations- bzw. Regenerationsstadien bzw. Ersatzgesellschaften von an *Podocarpus*-, *Juniperus*- und *Olea*-Arten reichen Bergwäldern handelt. HERLOCKER (1979) gibt an, dass Brände zur Ausbreitung dieser Gebüsch beitragen. Zahlreiche verkohlte Baumstämme im Untersuchungsgebiet bestätigen dies.

Neben unterschiedlichen Degradationsstadien der Vegetation im Bereich der immergrünen Bergwälder konnte in einigen Gebieten auch eine Regeneration beobachtet werden, die im günstigsten Fall über mehrere Sukzessionsstadien wieder zu Waldgesellschaften führen kann (Abbildungen 31, 32, 33). In den meisten Fällen erfolgt die Entwicklung von Gehölzen im Grasland über die Entwicklung von Gebüsch. Dieser Vorgang konnte bereits in anderen potentiellen Waldgebieten Kenias beobachtet werden (SCHULTKA 1974, 1975). In den untersuchten Gebieten konnte eine kontinuierliche Entwicklung von Pioniergebüschstadien, die sich im mäßig gestörten Grasland ansiedeln, bis hin zu Hochgebüsch und Vorwaldstadien beobachtet werden.

In nahezu allen Hochgebüsch- und Vorwaldstadien wurden alte, völlig oder teilweise abgestorbene Reste von Arten gefunden, die in den jüngeren Stadien das Optimum ihrer Entwicklung erreicht hatten, im Verlauf der Sukzession aber von anderen Arten überwachsen wurden und dann, vorwiegend infolge der veränderten Standortbedingungen, insbesondere der stärkeren Beschattung, allmählich abstarben. Im Verlauf der Sukzession kam es in diesen Gebieten zunächst zu Vegetationsmosaiken aus hohen Gebüschkomplexen und Grasland mit Sträuchern und kleinen Gebüschern. Die Hochgebüsche breiten sich, wenn die Beeinflussung durch Feuer und Beweidung nicht zu stark ist, ständig aus. Das geht so vor sich, dass sich am Rande der Gebüsche bevorzugt Pioniersträucher ansiedeln, die in der Regel die weitere Gehölzsukzession einleiten. In gut ausgebildeten Hochgebüschstadien kann man vom Rand her in Richtung zum Zentrum des Gebüschs sämtliche Sukzessionsstadien in Form von Mantelzonen feststellen (Abbildung 34). Allerdings gleichen diese Gebüschmäntel hinsichtlich der Artenzusammensetzung nicht immer den entsprechenden jüngeren Gebüschstadien, da sich der Einfluss der unmittelbar benachbarten höheren Stadien bemerkbar macht. In Fällen, in denen sich Hochgebüschkomplexe in nicht zu großer Entfernung voneinander entwickeln, können sie zusammenwachsen und somit größere waldähnliche Bestände bilden.

Die Bedingungen für eine Gehölzentwicklung sind im Gebiet um Gatab ungünstig. Entweder sind die Einwirkungen von Verbiss und Tritt so stark, dass Jungpflanzen von Gehölzen keine geeigneten Bedingungen zum Keimen und Heranwachsen finden, oder an geschützten Stellen bilden die Gräser und ihre abgestorbenen Teile eine dichte Decke, die eine Gehölzentwicklung ebenfalls nahezu unmöglich macht.

Wie auch in anderen Gebieten beobachtet wurde, scheint eine mäßige Belastung der Flächen durch Tritt und Verbiss für den Beginn einer Gehölzentwicklung am günstigsten zu sein. Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang den Gehölzgruppen zu, die sich um erhalten gebliebene Bäume, in der Regel *Juniperus procera*, gebildet haben (Abbildung 34). Im Grenzbereich zwischen Gebüschmantel und Grasland geht die Vitalität der Graslandarten deutlich zurück; die den Gebüschmantel bildenden Arten (besonders *Myrsine africana*) können sich dann in Richtung Grasland ausbreiten. Im Schutz der Mantelgehölze wachsen im weiteren Verlauf der Entwicklung auch andere Gehölze heran, die ihrerseits mit zunehmender Höhe die Arten des „Mantels“ beschatten und somit die Vitalität dieser Arten herabsetzen. Die Arten des Gebüschmantels sterben zur Gebüschmitte hin ab und breiten sich in Richtung Grasland aus. Theoretisch könnten sich auf diese Art und Weise große zusammenhängende Gehölzkomplexe durch „Zusammenwachsen“ von einzelnen Gebüschgruppen entwickeln, so dass sich allmählich über Hochge-



Abbildung 31: Immergrüne Gebüschgruppe im gestörten Grasland um Gatab (1.600 m) am Mt. Kulal. Im Zentrum der Gebüsche *Juniperus procera*, darunter vorherrschend *Euclea schimperi*, am linken Gebüschrand *Lippia ukambensis*.

Der immergrüne Bergwald der oberen Lagen

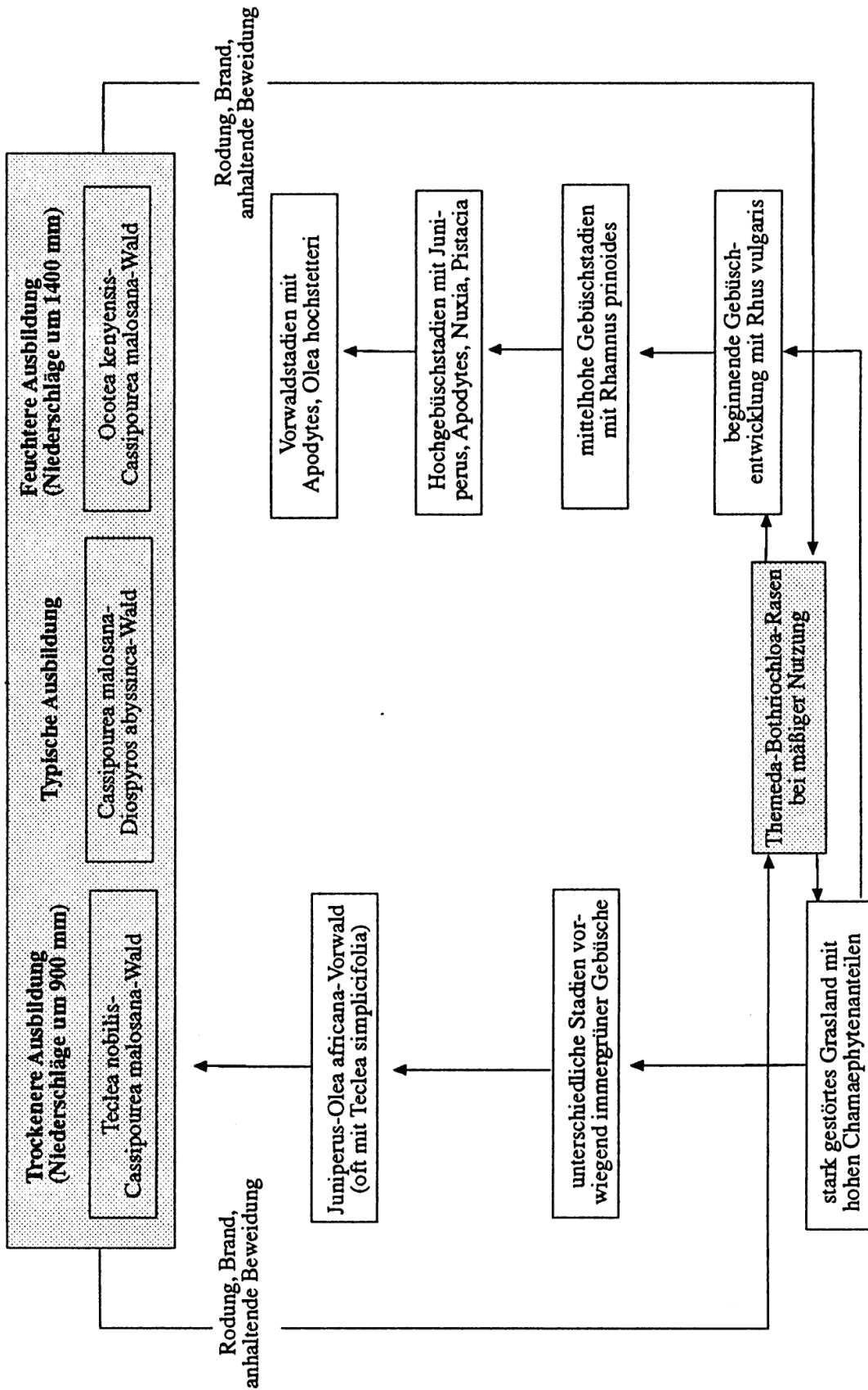


Abbildung 32: Sukzession vom *Themeda*-Grasland über Gebüschstadien zum Bergwald der oberen Lagen am Mt. Kulal.

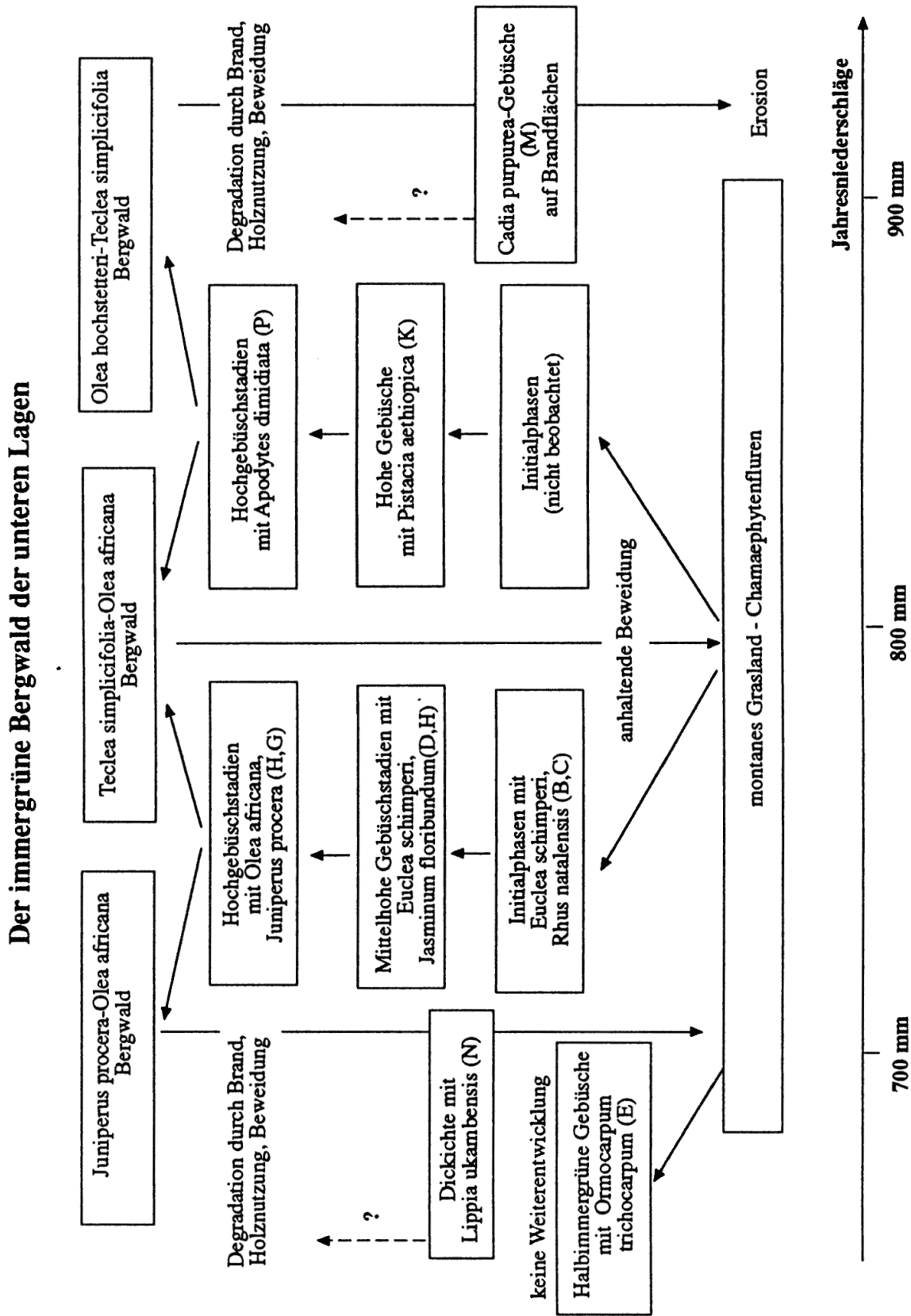


Abbildung 33: Sukzession vom *Themeda*-Grasland über Gebüschstadien zum Bergwald der unteren Lagen am Mt. Kulal.

Saum	Mantel	Mittelhohe Gebüsch bis 3m	Hohe Gebüsch bis 5 m	Niedrige Bäume bis 8 m
<p>Dichondra repens, Polygala sphenoptera, Satireja abyssinica, Bectium capitatum, Cynoglossum coeruleum, Phyllanthus fischeri, Agyrolobium fresianum, Pelargonium alchemilloides</p>	<p>Myrsine africana, Osyridicarpus schimperianus, Latana div. spec., Crotolaria fascicularis, Tinnea aethiopicica, Indigofera arrecta,</p>	<p>Euclea schimperii, Carissa edulis, Rhus natalensis, Heteromorpha trifoliata, Clematis brachiata</p>	<p>Rhamnus staddo, Rhamnus prinoides, Rhus vulgaris, Grewia similis, Ormocarpum trichocarpum, Pavetta gardenifolia Vangueria linearisep. Cadia purpurea, Scutia myrtina, Allophylus rubifolius, Senecio lyratipartitus, Rhoicissus revoilii</p>	<p>Juniperus procera, Apodytes dimidiata, Pittosporum viridiflorum, Schrebera alata, Dovyalis abyssinica, Teclea simplicifolia, Olea africana, Ochna insculpta</p>
	<p>Osyris abyssinica, Turraea mombassana, Clerodendrum myricoides, Cyphostemma marangense</p>		<p>Canthium schimperianum, Maytenus div. spec., Mystrotilon aethiopicum, Pistacia aethiopicica, Cussonia holstii, Tarenna graveolens, Pappea capensis</p>	
			<p>Untere Strauchschicht</p>	<p>Erythrocca bongensis, Psychotria kirkii,</p>
			<p>Krautschicht</p>	<p>Schoenoxiphium lehmannii, Pentas lanceolata, Setaria plicatilis, Justicia diclipterooides</p>
		<p>Asparagus sectaceus, Asparagus aethiopicus</p>		

Abbildung 34: Gebüschzonierung im Bereich der Regeneration des Bergwaldes am Mt. Kulal.

büschstadien ein Vorwald entwickeln könnte. Dieser Entwicklung steht aber entgegen, dass die am Mt. Kulal lebenden Menschen durch die ständige Entnahme von Bau- und Feuerholz diesen Beständen oft mehr entnehmen als nachwachsen kann. Hinzu kommt, dass Weidetiere häufig die Randbereiche, aber auch Bereiche innerhalb der Gebüsche, zertreten oder durch ihre Exkrememente diese Standorte stark eutrophieren.

Die Verbreitung der meisten Arten der Gebüsche ist weitgehend von der Niederschlagshöhe abhängig, so dass in Bereichen mit unterschiedlichen Niederschlagshöhen, unterschiedliche Arten vorherrschen können (Abbildung 35). Die Hauptverbreitung der meisten Arten liegt in den Bereichen mit mittleren jährlichen Niederschlägen von ca. 700–750 mm. Am weitesten verbreitet sind die Arten *Euclea schimperi*, *Carissa edulis*, *Rhus natalensis*, *Osyris abyssinica*, *Turraea mombassana*, *Juniperus procera* und *Olea africana*, die in den Bereichen mit mittleren jährlichen Niederschlägen von 600–800 mm in den Gebüschstadien vorkommen, das Optimum ihrer Verbreitung aber in den Bereichen um 740 mm haben. Im eher trockeneren Bereich, mit Niederschlägen zwischen 600 und 735 mm sind *Ormocarpum trichocarpum* und *Maytenus senegalensis* (k. Bl.) verbreitet, während *Clerodendrum myricoides* und *Pappea capensis* in Gebieten mit mittleren Niederschlägen von ca. 600 bis 750 mm am häufigsten sind. Ebenfalls eher im trockeneren Teil bei Niederschlagshöhen von ca. 650 bis 750 mm sind besonders *Tarenna graveolens* und *Rhamnus staddo* verbreitet. Verhältnismäßig schmal ist die Zone, in der *Pavetta gardenifolia* die kennzeichnende Art der Gebüsche ist; es ist der Bereich mit mittleren Niederschlägen von ca. 725–735 mm. In eher feuchteren Bereichen, von ca. 730–800 mm Niederschlag, sind die Arten *Apodytes dimidiata*, *Canthium schimperianum*, *Pistacia aethiopica*, *Cadia purpurea*, *Mystroxylon aethiopicum*, *Cussonia holstii* und *Osyridicarpos schimperianus* verbreitet. Im feuchtesten Bereich, bei mittleren jährlichen Niederschlägen von 780 bis über 800 mm, ist besonders *Rhamnus prinoides* verbreitet. Mitunter sind hier auch Arten der Bergwälder höherer Lagen, wie *Dovyalis abyssinica*, ein Bestandteil der Gebüsche.

In den oberen Lagen des Mt. Kulal wurden insgesamt 233 Gebüsche untersucht, die zu 16 Gruppen zusammengestellt wurden (Kapitel 4.1.4.3.1 bis 4.1.4.3.16).

4.1.4.1. Die wichtigsten Arten der beobachteten Gebüschstadien

4.1.4.1.1 Arten der mittelhohen Gebüschstadien

Ein großer Teil der Gebüsche wird von Arten gebildet, die bereits in frühen Phasen der Gebüschentwicklung vertreten sind (Tabelle 18). Die meisten Arten wachsen zusammen in die Höhe und bilden somit die mittelhohen (bis ca. 3 m hohen) Gebüsche. Niedrig bleibende Arten können dann nur an lichtereren Stellen, häufig am Rand, gedeihen, wo sie dann einen Gebüschmantel bilden. Diese Arten, incl. der Mantelarten, sollen als die „typischen“ Gebüscharten bezeichnet werden.

Tabelle 18: Arten der mittelhohen Gebüschstadien.

Art	Familie
<i>Euclea schimperi</i>	Ebenaceae
<i>Carissa edulis</i>	Apocynaceae
<i>Scutia myrtina</i>	Rhamnaceae
<i>Rhus natalensis</i>	Anacardiaceae
<i>Rhus vulgaris</i>	Anacardiaceae
<i>Pavetta gardenifolia</i>	Rubiaceae
<i>Rhamnus staddo</i>	Rhamnaceae
<i>Rhamnus prinoides</i>	Rhamnaceae
<i>Tarenna graveolens</i>	Rubiaceae
<i>Grewia similis</i>	Tiliaceae
<i>Allophylus rubifolius</i>	Sapindaceae
<i>Asparagus aethiopicus</i>	Asparagaceae
<i>Asparagus setaceus</i>	Asparagaceae
<i>Clerodendrum myricoides</i>	Verbenaceae
<i>Cordia ovalis</i>	Cordiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Rhoicissus revoilii</i>	Vitaceae
<i>Capparis sepiaria</i>	Capparaceae
<i>Cadia purpurea</i>	Fabaceae

Ergebnisse: Mt. Kulal
Die vorwiegend immergrünen Gebüsche

Art	Familie
<i>Myrsine africana</i>	Myrsinaceae
<i>Turraea mombassana</i>	Meliaceae
<i>Psychotria kirkii</i>	Rubiaceae
<i>Osyris abyssinica</i>	Santalaceae
<i>Tinnaea aethiopica</i>	Lamiaceae
<i>Jasminum floribundum</i>	Oleaceae
<i>Osyridicarpos schimperianus</i>	Santalaceae
<i>Vernonia brachycalyx</i>	Asteraceae
<i>Heteromorpha trifoliata</i>	Apiaceae
<i>Securinega virosa</i>	Euphorbiaceae
<i>Senecio lyratipartitus</i>	Asteraceae
<i>Solanum renschii</i>	Solanaceae
<i>Vangueria linearisepala</i>	Rubiaceae
<i>Crotalaria laburnifolia</i>	Fabaceae

4.1.4.1.2 Arten der Hochgebüschstadien

In den älteren *Euclea schimperi*-*Carissa edulis*-Gebüschern gewinnen zunehmend höher werdende Arten an Bedeutung, die oft deutlich höher als die vorgenannten Arten werden. Viele dieser Arten sind auch in der Strauchschicht der Vorwaldstadien vertreten (Tabelle 19).

Tabelle 19: Arten der Hochgebüschstadien

Art	Familie
<i>Maytenus arbutifolia</i>	Celastraceae
<i>Maytenus heterophylla</i>	Celastraceae
<i>Canthium schimperianum</i>	Rubiaceae
<i>Vangueria apiculata</i>	Rubiaceae
<i>Pistacia aethiopica</i>	Anacardiaceae
<i>Cussonia holstii</i>	Araliaceae
<i>Mystroxilon aethiopicum</i>	Celastraceae
<i>Pappea capensis</i>	Sapindaceae
<i>Clematis brachyata</i>	Ranunculaceae

4.1.4.1.3 Arten der Vorwaldstadien

Oft zusammen mit den Hochgebüscharten, diese aber in der Regel überwachsend, gewinnen in älteren Gebüschstadien verschiedene Bäume an Bedeutung. Es sind in der Regel lichtliebende Arten, die im Gebiet aber nie zusammenhängende Bestände bilden, aber regelmäßig, besonders an Waldrändern, anzutreffen sind. Diese Arten sind gegen starke Beschattung empfindlich und fehlen in den Hochwäldern weitgehend (Tabelle 20).

Tabelle 20: Arten der Vorwaldstadien

Art	Familie
<i>Apodytes dimidiata</i>	Icacinaceae
<i>Schrebera alata</i>	Oleaceae
<i>Pittosporum viridiflorum</i>	Pittosporaceae
<i>Pterolobium stellatum</i>	Caesalpiniaceae
<i>Nuxia congesta</i>	Loganiaceae
<i>Maytenus senegalensis</i> (b. Bl.)	Celastraceae

4.1.4.1.4 Arten höher entwickelter Waldstadien

Hierzu gehören Arten unterschiedlicher Waldtypen (Tabelle 21). Als „Waldarten“ werden die Arten, meist Bäume, bezeichnet, die im Gebiet für unterschiedliche Waldtypen charakteristisch sind. Am häu-

figsten sind *Juniperus procera* und *Olea africana* vertreten. Mitunter, besonders in älteren, ausgedehnteren Gebüschern, können auch *Olea hochstetteri* und *Teclea simplicifolia* vorkommen.

Tabelle 21: Arten höher entwickelter Waldstadien

Art	Familie
<i>Juniperus procera</i>	Cupressaceae
<i>Olea africana</i>	Oleaceae
<i>Olea hochstetteri</i>	Oleaceae
<i>Teclea simplicifolia</i>	Rutaceae
<i>Diospyros abyssinica</i>	Ebenaceae
<i>Erythrococca bongensis</i>	Euphorbiaceae
<i>Dovyalis abyssinica</i>	Flacourtiaceae

4.1.4.1.5 „Typische“ Arten der Krautschicht

In den meisten Gebüschern ist zwar eine mehr oder weniger gut ausgebildete Krautschicht vorhanden, doch in den meisten Fällen sind es entweder Arten der montanen Rasen, Störzeiger oder junge Gehölze (Tabelle 22). Eine Krautschicht mit charakteristischen Arten ist meistens auf größere, verhältnismäßig wenig gestörte Gebüsche beschränkt.

Tabelle 22: „Typische“ Arten der Krautschicht

Art	Familie
<i>Schoenoxiphium lehmannii</i>	Cyperaceae
<i>Setaria plicatilis</i>	Poaceae
<i>Oplismenus hirtellus</i>	Poaceae
<i>Pentas lanceolata</i>	Rubiaceae
<i>Phyllanthus ovalifolius</i>	Euphorbiaceae
<i>Phaulopsis imbricata</i>	Acanthaceae
<i>Justicia nyassana</i>	Acanthaceae
<i>Justicia diclipteroides</i>	Acanthaceae
<i>Dicliptera laxata</i>	Acanthaceae
<i>Haemanthus multiflorus</i>	Amaryllidaceae
<i>Tylophora spec.</i>	Asclepiadaceae

4.1.4.1.6 Die Störzeiger

In stark genutzten Gebieten sind, besonders am Gebüschrand, Störzeiger häufig (Tabelle 23). In aufgelichteten Gebüschern, besonders an Stellen, an denen das Vieh eintritt, können sie über das ganze Gebüsch verbreitet sein. Die meisten Störzeiger in diesem Gebiet sind Apophyten. Exoten, bzw. pantropische oder kosmopolitische Arten sind nur wenig vertreten (z.B. *Withania somnifera*, *Physalis peruviana*, *Achyranthes aspera*, *Pupalia lappacea*).

Tabelle 23: Die Störzeiger

Art	Familie
<i>Dyschoriste radicans</i>	Acanthaceae
<i>Achyranthes aspera</i>	Amaranthaceae
<i>Solanum incanum</i>	Solanaceae
<i>Aerva lanata</i>	Amaranthaceae
<i>Ocimum suave</i>	Lamiaceae
<i>Lippia ukambensis</i>	Verbenaceae
<i>Conyza pyrrhopappa</i>	Asteraceae
<i>Aspilia mossambicensis</i>	Asteraceae
<i>Withania somnifera</i>	Solanaceae
<i>Abutilon mauritianum</i>	Malvaceae

Ergebnisse: Mt. Kulal
Die vorwiegend immergrünen Gebüsche

Art	Familie
<i>Hibiscus vitifolius</i>	Malvaceae
<i>Plectranthus ignarius</i>	Lamiaceae
<i>Psiadia punctulata</i>	Asteraceae
<i>Hypoestes verticillaris</i>	Acanthaceae
<i>Acacia brevispica</i>	Mimosaceae
<i>Tragia insuavis</i>	Euphorbiaceae
<i>Solanum indicum</i>	Solanaceae
<i>Pavonia urens</i> var. <i>hirsuta</i>	Malvaceae

4.1.4.1.7 Arten der Gebüschsäume

Vor vielen Gebüschern, besonders in den höheren Lagen, sind vor dem Gebüschmantel häufig auch „Säume“ aus niedrigen Arten ausgebildet (Tabelle 24). Sie werden oft von Arten gebildet, die an mäßig gestörten Stellen der montanen Rasen vorkommen, im Bereich der Gebüschränder aber häufig besonders reichlich auftreten. Besonders häufig ist, besonders in den höheren Lagen, *Dichondra repens*, eine Art, die eigentlich als Störzeiger zu werten ist, wegen ihres häufigen, oft dominanten Auftretens in diesem Bereich aber zu den Arten der Gebüschsäume gezählt werden soll.

Tabelle 24: Arten der Gebüschsäume

Art	Familie
<i>Polygala sphenoptera</i>	Polygalaceae
<i>Satureja abyssinica</i>	Lamiaceae
<i>Becium capitatum</i>	Lamiaceae
<i>Cynoglossum coeruleum</i>	Boraginaceae
<i>Phyllanthus fischeri</i>	Euphorbiaceae
<i>Vernonia brachycalyx</i>	Asteraceae
<i>Argyrolobium friesianum</i>	Fabaceae
<i>Pelargonium alchemilloides</i>	Geraniaceae
<i>Dichondra repens</i>	Convolvulaceae

4.1.4.2. Gebüschentwicklung

4.1.4.2.1 Die Verbreitung von *Euclea schimperi* und *Carissa edulis* in den unterschiedlichen Gebüschern

Die vorherrschende Art der meisten Gebüschstadien ist *Euclea schimperi*. Nach IVENS (1967) ist diese Art besonders in Lagen von 1.220–2.135 m über NN in Gebieten mit reichlichen Niederschlägen verbreitet. Am Mt. Kulal gewinnt *Euclea schimperi* an geeigneten Standorten ab 1.360 m an Bedeutung und scheint zwischen 1.600 m und 1.700 m das Optimum ihrer Entwicklung zu erreichen. Diese Art wird durchschnittlich 3,00 m hoch, mitunter aber auch deutlich höher. Besonders auf Rodungen kann *Euclea schimperi* sehr häufig werden und sich mit Hilfe von Wurzelsprossen ausbreiten. Dieser Strauch wird von Weidetieren nicht gefressen und wird auch sonst nur sehr wenig genutzt. Aus den schlecht brennenden Zweigen werden z.B. Roste zum Grillen von Fleisch hergestellt. Als Brenn- oder Baumaterial sind die Zweige von geringer Bedeutung. *Euclea schimperi* ist oft eine wichtige Art bereits in der Initialphase der Gebüschentwicklung. Im weiteren Verlauf wächst sie mit anderen Arten, oft auch mit Bäumen wie *Juniperus procera*, in die Höhe. Die lichtliebenden, kleiner bleibenden Arten, wie etwa *Osyris abyssinica* oder *Myrsine africana*, werden dabei überwachsen und sterben nach einiger Zeit als Folge der zu starken Beschattung ab. Diese Arten sind dann mit hoher Vitalität besonders an den Rändern der Gebüsche vertreten, wo sie dann, besonders um ältere Gebüsche, Gebüschmäntel ausbilden können. Häufig ist aber diese Zonierung nicht oder nur wenig ausgeprägt, da Weidetiere oft Schneisen in die Gebüsche treten, so dass sich dann innerhalb der Gebüsche die Lichtverhältnisse für die niedrigbleibenden, lichtliebenden Arten, soweit verbessern, dass sie dann auch in diesen Bereichen gedeihen und eine untere Strauchschicht bilden können. Eine weitere Art, die in diesen Gebüschern mit hoher Stetigkeit vertreten ist, ist *Carissa edulis*. Auch diese Art wird etwa 3 m hoch, kann aber auch höher werden. *Carissa edulis* ist in Gebieten mit ausreichenden Niederschlägen von Seehöhe bis etwa 2.000 m über NN verbreitet; sie wächst besonders in Gebüschern und an Waldrändern.

Wenn wir die Sammeltabelle 25 betrachten können wir feststellen, dass die beiden Pionierarten *Euclea schimperi* und *Carissa edulis* in sämtlichen Gebüschstadien vertreten sind. Für die Charakterisierung der Gebüsche sind diese Arten daher meistens wenig geeignet. Allerdings kann die unterschiedliche Häufigkeit dieser beiden Arten stark die Physiognomie dieser Gebüsche prägen, wie folgende Vergleiche zeigen (Angaben in Stetigkeit und mittlere Bedeckung):

Tabelle 25: Verbreitung von *Euclea schimperi* und *Carissa edulis* in den unterschiedlichen Gebüschstadien

Serie	<i>Euclea schimperi</i>	<i>Carissa edulis</i>
A	41.11	41.21
B	93.47	28.06
C	80.42	72.16
D	80.32	67.13
E	100.42	87.06
F	100.46	80.09
G	100.31	80.09
H	94.43	45.08
I	89.17	100.06
J	100.27	100.11
K	84.17	89.16
L	50.10	50.08
M	42.09	47.05

4.1.4.2.2 Die älteren hohen Gebüschstadien

Für ältere Gebüschstadien ist ein Bereich hoher Sträucher und Bäume im Zentrum der Gebüsche charakteristisch. Ihre mittlere Höhe liegt zwischen fünf und sieben Metern. Neben in die Höhen gewachsenen Exemplaren von *Euclea schimperi*, *Carissa edulis*, *Rhus natalensis* und anderen Arten, gewinnen typische Arten der Hochgebüsch- und Vorwaldstadien an Bedeutung, wie *Canthium schimperianum*, *Pistacia aethiopica*, *Maytenus* div. spec., *Myroxylon aethiopicum* und kleine Bäume wie *Olea africana*, *Apodytes dimidiata*, *Heteromorpha trifoliata*, *Cussonia holstii* u.a. Im Zentrum alter Gebüschstadien wachsen in der Regel Bäume, besonders *Juniperus procera*, aber auch Vorwaldarten wie *Apodytes*, *Pittosporum viridiflorum* und *Schrebera alata*. Sehr vereinzelt sind schon Arten des Bergwaldes vertreten wie *Dovyalis abyssinica* und *Ochna insculpta*.

4.1.4.3. Vegetationsaufnahmen zu Kernbereichen der vorkommenden Gebüschtypen

4.1.4.3.1 Initialphasen der Gebüschantwicklung im mäßig gestörten

Themeda-Bothriochloa insculpta-Grasland (Serie A)

Einer der ersten Störzeiger im Bereich der montanen Rasen ist *Diplolophium africanum*, eine giftige Apiacee, die bei Überweidung stellenweise stark zunimmt. Als Folge der Trittbelastung wird in bestimmten Bereichen, meist sog. „Viehtreppen“, die Vegetationsdecke schütter. An derartigen Stellen sind, sofern der Oberboden nicht zu stark aberodiert ist, Initialphasen der Gebüschantwicklung zu beobachten. Im Gegensatz zur Gebüschantwicklung in anderen Gebieten Afrikas (SCHULTKA 1974, 1975), in denen für unterschiedliche Entwicklungsphasen unterschiedliche Gehölzarten charakteristisch sind, sind am Mt. Kulal viele Arten sowohl in Pionierstadien als auch in hohen Gebüschstadien vorherrschend; das gilt besonders für die bereits erwähnte *Euclea schimperi*. Die charakteristische Art der Initialphase der Gebüschantwicklung der höheren Lagen ist *Rhus vulgaris*, gefolgt von *Juniperus procera*, *Osyris abyssinica*, *Carissa edulis*, *Euclea schimperi*, *Myrsine africana* u.a. (Tabelle 26). Auffallend ist der hohe Anteil an Wald- bzw. Vorwaldarten. Das ist besonders auf das reichliche Vorhandensein von *Juniperus procera* zurückzuführen, denn von den angegebenen 17,47 % entfallen 14,92 % auf diese Art. Die gute Entwicklung von *Juniperus* im mäßig gestörten Grasland ist nur möglich, wenn es in diesen Gebieten längere Zeit nicht gebrannt hat, da diese Art sehr feuerempfindlich ist. Eine charakteristische Krautschicht ist in diesem Entwicklungsstadium nicht ausgeprägt (s. unten). Das Gelände ist stark beweidet, aber offensichtlich seit längerer Zeit nicht gebrannt!

4.1.4.3.2 Initialphasen der Gebüschentwicklung in etwas trockeneren, stärker gestörten Bereichen (ca. 1.360–1.590 m) (Serie B)

Im trockeneren unteren Verbreitungsbereich der vorwiegend immergrünen Gebüsche unterscheiden sich die Pioniergebüschstadien nur unwesentlich von denen der höheren, feuchteren Lagen (Tabelle 27). Auffallend ist das Fehlen von *Rhus vulgaris*. Andere meist lichtliebende Arten sind hingegen häufiger als dort, z.B. *Osyris abyssinica*, *Jasminum floribundum* und *Turraea mombassana*. Die häufigsten Arten dieser Gebüsche sind *Euclea schimperi* und *Rhus natalensis*. Baumarten, wie *Juniperus procera* und *Olea africana* sind nur mit sehr geringen Anteilen vertreten. Auch die Anteile von *Myrsine africana* sind hier deutlich geringer als in den Gebüschen der Serie A.

4.1.4.3.3 Initialphasen der Gebüschentwicklung im Bereich ehemaliger, durch Feuer vernichteter *Juniperus procera*-Bestände (Serie C)

Viele der hier wachsenden Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Gebiet in mehr trockeneren Bereichen (Tabelle 28) mit verhältnismäßig starker Beweidung und Erosion sowie Anreicherung von Blöcken an der Oberfläche.

4.1.4.3.4 Mittelhohe Gebüsche im unteren (trockeneren) Verbreitungsbereich der vorwiegend immergrünen Gebüsche, auf verhältnismäßig steinigen Standorten (Serie D)

Im Vergleich zu den bisher behandelten Gebüschstadien sind die Gebüsche der vorliegenden Serie in ihrem Aufbau bereits stärker differenziert; in der Regel ist ein Gebüschmantel ausgebildet (Tabelle 29). Hinsichtlich ihrer floristischen Zusammensetzung unterscheiden sie sich nur wenig von den Stadien der Serie B. Die wichtigsten Pionierarten wie *Euclea schimperi*, *Rhus natalensis* und *Jasminum floribundum* sind höher geworden; Bäume, wie *Juniperus procera*, *Pappea capensis* und *Pittosporum viridiflorum*, haben zugenommen. Auffallend sind die hohen Anteile an *Jasminum floribundum* und *Osyris abyssinica*. Die für die höheren Gebüschstadien um 1.600 m über NN charakteristische *Pavetta gardenifolia* gewinnt an Bedeutung. In einigen Gebüschen ist *Cadia purpurea* reichlich vertreten. In der Krautschicht dominieren auch hier noch die Arten der montanen Rasen und Störzeiger. Im Bereich des Gebüschmantels herrschen die Störzeiger vor, während *Indigofera arrecta* als „typische“ Mantelart dieser Gebüsche zu werten ist.

4.1.4.3.5 Mittelhohe Gebüschgruppen im trockenen Teil des Verbreitungsbereiches der vorwiegend immergrünen Gebüsche (Serie E)

Im Bestand vereinzelt Bäume: *Juniperus procera* und *Cussonia holstii*.

4.1.4.3.6 Vorwiegend immergrünes Buschland, arm an Jungbäumen (Serie F)

Stubben und abgestorbene Bäume weisen auf einen ehemaligen *Juniperus procera*-Bestand hin. Durch dieses Buschland führen zahlreiche Viehpfade, so dass die Bestände stellenweise aufgelockert sind. In dieser Ausbildungsform haben die *Euclea schimperi*-*Carissa edulis*-Gebüsche das Optimum ihrer Entwicklung erreicht. Die vorherrschenden Arten sind *Euclea schimperi*, *Carissa edulis*, *Scutia myrtina* und *Turraea mombassana* (Tabelle 31). Da die Bestände durch die Viehpfade oft recht licht sind, konnten sich in den unteren Schichten niedrigbleibende aber lichtliebende Arten, besonders *Myrsine africana*, gut entwickeln, die somit in diesen Beständen zur zweithäufigsten Art wurde. Arten wie *Juniperus procera* und *Olea africana* sind in diesen Beständen nur wenig vertreten. *Juniperus* fiel einem Brand zum Opfer, während *Olea africana* von den durchziehenden Viehherden stark verbissen wird. Die Strauchschicht hat eine mittlere Höhe von 2,30 m. Die Krautschicht ist verhältnismäßig gut ausgebildet, spezifische Arten sind jedoch nur wenig vertreten; Arten montaner Rasen und Störzeiger überwiegen.

4.1.4.3.7 Vorwiegend immergrünes Buschland verhältnismäßig reich an Jungbäumen (Serie G)

In Gebieten, in denen es längere Zeit nicht gebrannt hat, kann, zumal wenn das Buschland durch Viehpfade offen gehalten wird, *Juniperus procera* heranwachsen (Abbildung 31). In der vorliegenden Aufnahmeserie ist *Juniperus* nach *Euclea schimperi* die zweithäufigste Art. *Olea africana* ist hingegen, infolge starker Verbisschäden, nur wenig vertreten. Die nächsthäufigsten Arten in diesen Beständen sind neben *Carissa edulis* auch die mehr lichtliebenden Arten *Myrsine africana*, *Osyris abyssinica*, *Rhus vulgaris* und *Jasminum floribundum* (Tabelle 32). Die Krautschicht ist gut ausgebildet, aber arm an spezifischen Arten. Arten der montanen Rasen, in der Regel mit verminderter Vitalität, herrschen vor.

4.1.4.3.8 Mittelhohe Gebüschgruppen in Gebieten mit verhältnismäßig schwacher Beweidung (ca. 1.640 m) (Serie H)

Im Bereich dieser Gebüschgruppen fällt auf, dass verschiedene Baumarten, wie *Apodytes dimidiata* und *Olea africana* verhältnismäßig häufig sind (Tabelle 33). In diesen Gebüschgruppen sind neben den Sträuchern *Euclea schimperi*, *Jasminum floribundum*, *Rhus natalensis*, *Carissa edulis* und *Osyris abyssinica* einige Wald- bzw. Vorwaldarten sowie *Pistacia aethiopica* verhältnismäßig reichlich vertreten. Von den Bäumen ist die Vorwaldart *Apodytes dimidiata* hervorzuheben. Als an verschiedene Standortbedingungen gut adaptionsfähige Art, ist *Apodytes* in einem großen Teil von Tropisch-Afrika verbreitet. In Gebieten mit entsprechenden Niederschlägen ist diese Art von 0–2.250 m über NN anzutreffen. In den Shimba Hills (SCHULTKA 1974) ist diese Art für bestimmte Stadien der Gebüschentwicklung charakteristisch (*Apodytes-Allophylus alnifolius*-Hochgebüschstadium; *Apodytes-Psychotria amboniana*-Hochgebüschstadium; *Apodytes-Bridelia micrantha*-Hochgebüschstadium). *Apodytes* überwächst in diesem Gebiet die Pioniersträucher, die dann allmählich infolge der Beschattung absterben, wird aber auch ihrerseits von höher werdenden Arten, wie *Olea hochstetteri*, *Pachystela brevipes* und *Hirtella zanzibarica* überwachsen, was dann ebenfalls zu einem allmählichen Absterben von *Apodytes* führt. In höheren Beständen kann diese Art nur an lichten Stellen gedeihen. Die Krautschicht ist nur schwach ausgebildet; Arten der montanen Rasen herrschen vor. Der Gebüschmantel ist stellenweise gut ausgebildet, besonders lichtliebende Arten wie *Myrsine africana* und *Jasminum floribundum* herrschen vor.

4.1.4.3.9 Mittelhohe Gebüschgruppen mittlerer Lagen (Serie I)

Diese Gebüschgruppen haben sich offenbar im Traufbereich großer *Juniperus procera*-Bäume entwickelt, die im Gegensatz zu denen der Serie J zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits seit einigen Jahren abgeholzt waren; sie konnten nur noch anhand der Stubben nachgewiesen werden. Diese Bestände sind aufgrund ihres Alters stärker differenziert als die meisten der bisher beschriebenen. Neben den für diese Gebüschgruppen charakteristischen Arten *Euclea schimperi*, *Rhus natalensis* und *Turraea mombassana*, sind einerseits Arten der Hochgebüschstadien wie *Canthium schimperianum*, *Maytenus heterophylla*, *Myroxylon aethiopicum* und *Maytenus arbutifolia* häufig, andererseits aber auch Arten, die für eher trockene Standorte typisch sind, wie *Tarenna graveolens* und *Pappea capensis* (Tabelle 34). Die charakteristische Art dieser Gebüschgruppen ist *Pavetta gardenifolia*. Auffallend ist ferner eine gut ausgebildete untere Strauchschicht mit *Psychotria kirkii*. Zahlreiche junge *Juniperus procera* von 0,5–1,5 m Höhe; im Mittel 12,8 pro Aufnahme- fläche. *Olea africana* 0,5–2 m Höhe; im Mittel 3,17 pro Aufnahme- fläche.

4.1.4.3.10 Mittelhohe (bis hohe) Gebüschgruppen im Traufbereich alter, lebender Exemplare von *Juniperus procera* in stark beweideten Gebieten unterhalb Gatab (Serie J)

In ihrer floristischen Zusammensetzung entsprechen diese Gebüschgruppen weitgehend denen der Serie I (Tabelle 35). Der Anteil der Arten, die eher für trockenere Standorte typisch sind, wie *Tarenna graveolens*, ist hier von untergeordneter Bedeutung. Auch für diese Gebüschgruppen ist das Vorhandensein von *Pavetta gardenifolia* bezeichnend. Die Krautschicht ist in diesen ziemlich alten Gebüschgruppen, die mit einer durchschnittlichen Ausdehnung von 69 m² vielleicht schon ein eigenes Innenklima haben, verhältnismäßig gut ausgebildet; nahezu alle für diese Gebüschgruppen charakteristischen Arten sind vertreten. Der Gebüschmantel ist um diese Gebüschgruppen gut ausgebildet. Neben den für die vorwiegend immergrünen Gebüschgruppen typischen Arten wie *Euclea schimperi* und *Carissa edulis*, wird der äußere Rand besonders von *Myrsine africana* gebildet.

4.1.4.3.11 Hohe Gebüschgruppen im Bereich der feuchteren Ostseite des Mt. Kulal (ca. 1.520-1.560 m) (Serie K)

Diese Gebüschgruppen zeigen eine deutliche Schichtung und sind besonders durch das reichliche Vorkommen von *Pistacia aethiopica* gekennzeichnet. In der oberen Strauchschicht (St1) dominiert *Pistacia aethiopica* (Tabelle 36). Arten der vorwiegend immergrünen Gebüschgruppen wie *Euclea schimperi* und *Carissa edulis* sind in der 2. Strauchschicht häufig, erreichen hier aber zusammen nicht die Werte von *Pistacia*. In der unteren Strauchschicht dominieren die für diese Gebüschgruppen typischen Arten wie *Euclea schimperi* (29,28 %), *Carissa edulis* (29,20 %) und *Rhus natalensis* (15,34 %). Die Krautschicht ist nur sehr schütter ausgebildet, junge Gehölze herrschen vor. Alle Arten sind nur mit sehr geringen Anteilen vertreten. Der Gebüschmantel ist gut ausgebildet und wird von den für die vorwiegend immergrünen Gebüschgruppen charakteristischen Arten wie *Euclea schimperi*, *Carissa edulis* und *Rhus natalensis* beherrscht. Ebenfalls hoch ist der Anteil der Störzeiger, hier besonders *Aspilia mossambicensis*, gefolgt von *Ocimum suave* und *Lippia ukambensis*.

4.1.4.3.12 Mittelhohe bis hohe Gebüschgruppen der oberen Lagen mit alten Exemplaren von *Juniperus procera* (1.750–1.800 m) (Serie L)

Es handelt sich hier um verhältnismäßig große Gebüsche von einer mittleren Ausdehnung von 94,43 m² im mäßig beweideten Grasland. Diese Gebüsche sind durch das reichliche Auftreten von *Rhamnus prinoides* gekennzeichnet (Tabelle 37). Aufgrund der Ausdehnung und der geringen Störung der Gebüschgruppen ist die Krautschicht verhältnismäßig gut ausgebildet, der Anteil spezifischer Arten ist hoch. Der Gebüschmantel ist gut ausgebildet. Als Folge der verhältnismäßig geringen Beweidung in diesem Gebiet ist der Anteil der Störzeiger gering. Am äußeren Rand dominiert *Myrsine africana*.

4.1.4.3.13 *Cadia purpurea*-Gebüsche (NO von Gatab, ca. 1.570 m) besonders auf stark gestörten Flächen mit verkohlten *Juniperus procera*-Stämmen (Serie M)

Besonders auf Brandflächen im feuchteren Teil des Untersuchungsgebietes (Osthang des Mt. Kulal in mittleren und hohen Lagen), breiten sich Gebüsche aus, in denen *Cadia purpurea* vorherrscht (Tabelle 38). Das Verbreitungsgebiet dieser Art umfasst Eritrea, Äthiopien, Somalia, den Jemen und Nordkenia. *Cadia purpurea* scheint besonders an den Rändern der *Juniperus*-Wälder zu wachsen, und zwar in Höhen zwischen 1.500 und 2.400 m, bei jährlichen Niederschlagsmengen um 800 mm (GILLET et al. 1971). Diese mittelhohen Gebüsche sind besonders reich an Störzeigern. Es sind aber auch verhältnismäßig viele Wald- bzw. Vorwaldarten vertreten, allerdings nur mit geringen Anteilen.

4.1.4.3.14 Stark gestörte Flächen mit vorwiegend *Lippia ukambensis* (Serie N)

Im trockenen Teil der oberen Lagen des Mt. Kulal, besonders auf der Westseite, fallen ausgedehnte, mehrere Hektar große Flächen auf, auf denen der Störzeiger *Lippia ukambensis* vorherrscht (Tabelle 39). In diesen Gebieten sind besonders *Juniperus procera*-Bestände durch Feuer vernichtet worden; zahlreiche verkohlte Stämme weisen darauf hin. Im Gegensatz zu den Flächen der Serie M sind diese Flächen deutlich trockener.

4.1.4.3.15 Hochgebüschstadien im *Themeda*-Grasland (ca. 1.755 m) (Serie O)

Neben den Gebüschgruppen, in denen Bäume in der Regel nur vereinzelt vorkommen, gibt es im Untersuchungsgebiet auch alte, ziemlich hohe Gebüschgruppen, in denen Bäume, besonders *Juniperus procera*, ein wesentlicher, oft dominanter Bestandteil der hohen Gebüschstadien sind (Tabelle 40). Hinsichtlich ihrer floristischen Zusammensetzung besteht eine große Ähnlichkeit zu den Gebüschgruppen der Serie L. Der wesentliche Unterschied besteht in der gut entwickelten Baumschicht. Infolge der Größe der Flächen (mittlere Ausdehnung 82,00 m²), des Alters und der verhältnismäßig geringen Störeinflüsse, konnte sich sowohl eine Krautschicht als auch ein Gebüschmantel mit spezifischen Arten entwickeln. Die Krautschicht dieser Gebüsche ist infolge der Dichte der oberen Schichten und der damit verbundenen schlechten Lichtverhältnisse am Boden, nur mäßig ausgebildet, aber reich an spezifischen Arten.

4.1.4.3.16 Hochgebüschstadien im feuchteren Teil des Untersuchungsgebietes (Ostseite, 1.540–1.590 m) (Serie P)

Diese Gebüsche können als Weiterentwicklung der *Pistacia aethiopica* Gebüsche der Serie K betrachtet werden. Auffallend ist der verhältnismäßig hohe Anteil an Waldarten, wie *Olea hochstetteri*, *Teclea simplicifolia*, *Dovyalis abyssinica* und *Strychnos usambarensis* (Tabelle 41). Im Gebiet deuten zahlreiche verkohlte Baumstämme, besonders von *Juniperus procera*, auf einen ehemaligen *Juniperus*-Bestand hin. Die Krautschicht ist infolge der Beschattung durch die oberen Schichten nur schwach ausgebildet; der Anteil der Wald- bzw. Vorwaldarten ist verhältnismäßig hoch. Der Gebüschmantel ist gut ausgebildet. Als Folge stärkerer Störeinflüsse in diesem Gebiet ist der Anteil der Störzeiger verhältnismäßig hoch.

4.1.4.4. Vegetationsaufnahmen zu den Mantelgebüschgruppen der vorwiegend immergrünen Gebüsche

Das Arteninventar der Gebüschmäntel (Tabelle 41a) ähnelt stark dem der Gebüsch-„Kerne“. Arten wie *Euclea schimperi*, *Carissa edulis* und *Rhus natalensis* sind auch innerhalb dieser Zone weit verbreitet. In verhältnismäßig wenig gestörten Gebieten kann diese Mantelzone durch verhältnismäßig niedrigbleibende, in der Regel lichtliebende Arten geprägt sein, allen voran *Myrsine africana*, ferner *Turraea mombassana*,

Osyris abyssinica u.a. Häufig macht sich jedoch ein Störeinfluss bemerkbar, der besonders daraus resultiert, dass Weidetiere oft am Gebüschrand verweilen (u.a. wegen des Schattens). An stark gestörten Stellen können Störzeiger stark das Bild dieser Mantelzonen bestimmen. Oft sind es verhältnismäßig hoch werdende Arten, wie *Ocimum suave*, *Aspilia mossambicensis*, *Lippia ukambensis*, *Solanum incanum*, *Psiadia punctulata* u.a. Von den insgesamt 74 aufgelisteten Arten sind 45 (61 %) Arten der vorwiegend immergrünen Gebüsche; 12 (16 %) sind Störzeiger.

Wenn wir allerdings die relative Häufigkeit innerhalb der Serien miteinander vergleichen, so ergibt sich oft ein völlig anderer Eindruck. Betrachten wir z.B. die Aufnahmeserie D: Bei BI gesamt = 82,14 entfallen auf typische Gebüscharten 38,40 %, von denen in dieser Serie 18,66 % auf *Indigofera arrecta* entfallen. Auf Störzeiger entfallen 48,79 %, davon liegen die Anteile für *Ocimum suave* bei 25,57 % und von *Lippia ukambensis* bei 16,56 %; die Anteile beider Arten zusammen machen 42,13 % aus. Sie bestimmen also das Bild dieser Mantelzone.

Bei mäßiger Störung kann sich die Mantelzone in Richtung Grasland ausbreiten, was dann zu einer allmählichen Vergrößerung der Gebüsche führt. Im Idealfall können Gebüschgruppen „zusammenwachsen“ und somit geschlossene Buschwaldbestände bilden, aus denen dann am Ende der Sukzessionsreihe entsprechende Wälder hervorgehen können (siehe SCHULTKA 1974). Infolge der starken Beweidung und anderer anthropogener Einflüsse am Mt. Kulal ist diese Entwicklung allerdings nur in wenigen Fällen zu beobachten.

4.1.4.5. Vegetationsaufnahmen zu den Gebüschsäumen

Am äußersten Rand der Gebüsche ist besonders in den höheren, in der Regel weniger gestörten Lagen, eine Zone ausgebildet, in der neben niedrig bleibenden Störzeigern verhältnismäßig klein bleibende Chamaephyten auffallen (Tabelle 42). Aufgrund der Beschattung durch die Gebüsche, kommt es zu einer verminderten Vitalität typischer Arten der montanen Rasen, besonders der höher werdenden Gräser, wie *Themeda triandra*. Wegen des fehlenden Konkurrenzdrucks durch diese Arten, können sich nun kleinere, weniger konkurrenzstarke Arten durchsetzen. Einige dieser Arten, in der Tabelle mit „Sm“ bezeichnet, sind im Untersuchungsgebiet vorwiegend an diesen Standorten anzutreffen, weshalb sie als „spezifische Arten der Gebüschsäume“ bezeichnet wurden. Einige dieser kleinbleibenden Arten sind auch häufig an lichten Stellen des Graslandes zu finden, etwa im Bereich der „Viehtreppen“, sie werden deshalb den Arten der montanen Rasen zugerechnet. Etwas problematischer ist die Zuordnung von *Dichondra repens*, einer Art, die im Untersuchungsgebiet im Bereich der Gebüschsäume am häufigsten vorkommt. Nach IVENS (1967) handelt es sich um eine in den Tropen weit verbreitete Art, die besonders im gestörten Grasland vorkommt, aber auch häufig in Rasenflächen auftritt, wo sie die Gräser verdrängen kann. *Dichondra repens* ist an entsprechenden Standorten in Höhen von 870–2.520 m verbreitet. Aufgrund des allgemeinen Verhaltens im Untersuchungsgebiet, soll diese Art den Störzeigern zugeordnet werden. In diese Randzone, die durch kleinbleibende, kaum geschlossene Bestände bildende Arten gekennzeichnet ist, können sich auch Gehölze ansiedeln und somit zu einer Ausdehnung der Gebüsche beitragen (s. oben).

4.1.4.6. Zusammenfassende Einschätzung der Gebüschantwicklung

Sowohl in den oberen (feuchteren) als auch in den unteren (trockeneren) Bereichen des Mt. Kulal konnte die Bildung und Entwicklung von Gebüschen bis hin zu Vorwaldstadien beobachtet werden:

4.1.4.6.1 Die Gehölzentwicklung auf Rodungs- bzw. Brandflächen

Auf ehemaligen Brandflächen entwickelt sich häufig ein vorwiegend immergrünes Buschland (Serien F und G). Diese Entwicklung ist besonders in der unteren, durch *Juniperus procera* und *Olea africana* gekennzeichneten Bergwaldstufe zu beobachten, in der der anthropogene Einfluss besonders stark ist (Dauersiedlung Gatab, Wasserstelle). Diese Wälder werden zunächst durch ständige Holzentnahme gelichtet. Durch gelegentliche Brände wird besonders *Juniperus procera* vernichtet, während das Absterben dieser Art als Folge des Befalls mit dem Pilz *Fomes juniperinus* im Untersuchungsgebiet ohne Bedeutung zu sein scheint.

Besonders in den durch Feuer aufgelichteten Beständen, breiten sich ziemlich rasch immergrüne Sträucher aus, besonders *Euclea schimperi*. Bei zu großer Dichte der Sträucher siedeln sich nur wenige Bäume an. In stärker aufgelichteten Bereichen können sich jedoch *Juniperus* und *Olea africana* ansiedeln und heranwachsen (Serie G). Bei gelegentlichen Bränden wird *Juniperus* vernichtet, während *Olea africana* als ziemlich feuerresistente Art erhalten bleibt.

In Gebieten mit stärkerer Beweidung, aber ohne Brände, wird *Juniperus* zur vorherrschenden Art, da *Olea africana* von den Weidetieren stark verbissen wird. Nur in Lücken der Bestände mit etwas besseren Lichtverhältnissen, sind Jungpflanzen dieser Arten zu finden. Bei etwas besserer Feuchtigkeitsversorgung kann sich aus dem *Juniperus-Olea africana*-Wald ein Waldtyp entwickeln, in dem besonders *Teclea simplicifolia* und *Olea hochstetteri* an Bedeutung gewinnen (Serie P).

4.1.4.6.2 Zur Regeneration von *Juniperus procera* auf ehemaligen Rodungs- bzw. Brandflächen

Die Flächen liegen oberhalb von Gatab bei ca. 1.630 m Höhe und einer Neigung von 11 % nach SSO. Die Bestandsdichte wurde mit Hilfe der PCQ-Methode (KREEB 1983) ermittelt. Vermessen wurden 5 Transekte, Abstand zwischen den Transekten: 100 m. Anzahl der Messpunkte pro Transekt: 8, das sind insgesamt 40 Messpunkte. Alle Angaben beziehen sich auf *Juniperus procera* (Tabelle 43).

Tabelle 43: Regeneration von *Juniperus procera* auf ehemaligen Rodungs- bzw. Brandflächen oberhalb Gatab.

Transekt A	Durchschnittliche Entfernung von einem Messpunkt: 10,40 m	Anzahl auf 100 m ² :	0,92
		Kronenfläche:	3,16 %
		Mittlere Höhe:	2,69 m
Transekt B	Durchschnittliche Entfernung von einem Messpunkt: 9,88 m	Anzahl auf 100 m ² :	1,02
		Kronenfläche:	2,67 %
		Mittlere Höhe:	2,90 m
Transekt C	Durchschnittliche Entfernung von einem Messpunkt: 9,88 m	Anzahl auf 100 m ² :	1,02
		Kronenfläche:	3,78 %
		Mittlere Höhe:	2,22 m
Transekt D	Durchschnittliche Entfernung von einem Messpunkt: 12,24 m Im Bereich dieser Serie 8 <i>Olea africana</i> (auf 32 <i>Juniperus</i>)	Anzahl auf 100 m ² :	0,67
		Kronenfläche:	5,64 %
		Mittlere Höhe:	0,97 m
Transekt E	Durchschnittliche Entfernung von einem Messpunkt: 8,56 m	Anzahl auf 100 m ² :	1,36
		Kronenfläche:	33,46 %
		Mittlere Höhe:	6,97 m

Im Bereich dieser Serie stehen 11 *Olea africana* (auf 32 *Juniperus*), durchschnittliche Höhe: 1,18 m. Im Durchschnitt kommt ein Baum auf 100 m². Das deckt sich in etwa mit den Angaben zur durchschnittlichen Entfernung von einem Messpunkt, die bei ca. 10 m liegt. Die Kronenfläche ist jedoch gering; die mittleren Werte für die Transekte A–D liegen bei 3,80 %. Das liegt daran, dass die jungen Exemplare von *Juniperus procera* sehr schlankwüchsig sind, während ältere Exemplare eine gut entwickelte ausladende Krone haben. Das können wir bei den Exemplaren des Transektes E erkennen. Hier handelt es sich um ältere *Juniperus*-Exemplare mit einer mittleren Höhe von fast 7,00 m. Hier liegen bei durchschnittlich 1,36 Exemplaren auf 100 m² die Werte für die Kronenfläche bei 33,43 %. Bei diesen Bäumen kann die Kronenfläche pro Baum durchaus 80 m² betragen. Das bedeutet also, dass, wenn die jungen *Juniperus*-Exemplare groß werden, sie einen lichten Bestand bilden würden, wie er für die meisten *Juniperus-Olea africana*-Wälder dieses Gebietes charakteristisch ist, zumal wenn wie in den Transekten D und E noch *Olea africana* hinzukommt.

4.1.4.6.3 Die Gehölzentwicklung im gestörten Grasland

Im mäßig gestörten Grasland konnten unterschiedliche Initialstadien einer Gebüschentwicklung beobachtet werden. Häufig ist bereits in den frühen Entwicklungsstadien *Euclea schimperi* vertreten, oft sogar als vorherrschende Art. Im lückigen Grasland der höheren Lagen tritt häufig *Rhus vulgaris* als Pioniergehölz auf. In diesen Initialstadien der Gebüschentwicklung, kann *Juniperus procera* verhältnismäßig häufig sein (Serie A). Im weiteren Verlauf der Entwicklung gewinnt in den Gebüschstadien der oberen Lagen *Rhamnus prinoides* an Bedeutung (Serie L), der dann zur vorherrschenden Art werden kann. Hoch werdende Sträucher wie *Pistacia aethiopica* und *Canthium schimperianum* kennzeichnen die Hochgebüschstadien der oberen Lagen (Serie P), in denen zunehmend Bäume wie *Apodytes dimidiata* und *Teclea simplicifolia* an Bedeutung gewinnen (Serien O und P). Gebüschmäntel, in denen besonders *Myrsine africana* oder *Turraea mombassana* (Serie P) vorherrschen, können ins Grasland vordringen; die Gebüsch nehmen an Umfang zu. Im Idealfall können auf diese Art Gebüschgruppen zusammenwachsen und größere Gebüschkomplexe bilden. Wegen der ständigen starken Störeinflüsse im Untersuchungsgebiet, konnte diese

Entwicklung aber nur in wenigen Fällen beobachtet werden. Auf Brandflächen im feuchteren Bereich entwickeln sich Gebüsche mit vorwiegend *Cordia purpurea*. In diesen Gebüschern sind besonders die Störzeiger *Lippia ukambensis* und *Ocimum suave* häufig. Die Weiterentwicklung dieser Gebüsche konnte nicht verfolgt werden. Wenige Exemplare von Vorwaldarten wie *Apodytes dimidiata* und *Schrebera alata*, Waldarten wie *Teclea simplicifolia* und *Olea africana* und die Hochgebüscharten *Mystrotilon aethiopicum* und *Canthium schimperianum* lassen vermuten, dass die Entwicklung dieser Gebüsche in Richtung Hochgebüschstadien der Serien O und P verlaufen könnte.

In den trockeneren Bereichen sind häufig *Osyris abyssinica* und *Rhus natalensis* neben *Euclea schimperi* als Pioniersträucher von Bedeutung. (Serien B–D). Diese kleinen Pioniergebüsche wachsen zu höheren Gebüschern heran, in denen *Euclea schimperi* und *Rhus natalensis* zusammen mit anderen Arten, besonders *Carissa edulis*, in die Höhe wachsen, während die niedrig bleibenden Gehölze *Osyris abyssinica*, *Myrsine africana*, *Turraea mombassana* u.a. bei zu starker Beschattung absterben. Diese Arten finden wir dann am Rand der Gebüsche.

Charakteristisch für die Gebüsche im trockeneren Teil des Siedlungsraums der vorwiegend immergrünen Gebüsche sind die Arten *Tarenna graveolens* und *Pavetta gardenifolia* (Serien I und J). Im Bereich um Gatab, (ca. 1.600 m über NN) haben sich Gebüsche besonders im Traufbereich einzelner Bäume (vorwiegend *Juniperus procera*) gebildet. Unter den Bäumen siedeln sich besonders *Euclea schimperi* und *Carissa edulis* an. Besonders an den lichtereren Randbereichen bilden *Myrsine africana* sowie *Turraea mombassana*, *Jasminum floribundum*, *Osyris abyssinica* und *Clerodendrum myricoides* Mantelzonen, in deren Schutz oft in großen Mengen *Juniperus* heranwachsen kann (Serie J).

Aufgrund der starken Störeinflüsse in diesem Gebiet ist eine deutliche Ausdehnung der Gebüschgruppen nicht zu beobachten. In den verhältnismäßig trockenen Bereichen (Südabfall, um 1.450 m) ist nach *Euclea schimperi* die laubabwerfende *Ormocarpum trichocarpum* die häufigste Art (Serie E). Obwohl *Juniperus* in diesen Gebüschern noch vertreten ist (62.+), ist es fraglich, ob in diesem Bereich die Bäume noch einen geschlossenen Bestand bilden können: *Ormocarpum trichocarpum* scheint am Mt. Kulal den Grenzbereich zu den geschlossenen *Juniperus procera*-*Olea africana*-Bergwäldern zu kennzeichnen.

4.1.4.6.4 Auswirkungen der Störeinflüsse im Bereich der Krautschicht

In den jüngeren, lichtereren Gebüschstadien wird die Krautschicht nahezu ausschließlich von Arten der montanen Rasen gebildet, die sich zwischen den Sträuchern noch längere Zeit, in der Regel mit verminderter, bzw. stark verminderter Vitalität, erhalten können. Erst wenn die Gebüsche höher und dichter werden, kann sich eine Krautschicht mit spezifischen Arten entwickeln. Die häufigste Art der Krautschicht ist *Schoenoxiphium lehmanii*. Nach NAPPER (1965) ist die vorwiegend in Südafrika verbreitete Gattung in Ostafrika nur mit 3 Arten vertreten. *Schoenoxiphium lehmanii* ist eine Art feuchter Plätze in Wäldern von 1.070–1.980 m über NN. Andere Arten, wie *Pentas lanceolata*, machen nur einen geringen Teil der Krautschicht aus. Ebenfalls charakteristisch für ältere, wenig gestörte Gebüsche ist die Ausbildung einer unteren Strauchschicht mit schattenliebenden Arten. Die wichtigste Art ist *Psychotria kirkii*. In stärker gestörten Gebüschern überwiegen in der Krautschicht die Störzeiger, besonders *Achyranthes aspera*.

4.1.4.6.5 Trockenkahle Baumgehölze im mittelhohen perennen Zwergstrauch-Grasland

Im Anschluss an eine verhältnismäßig schmale Übergangszone, in der der Anteil der immergrünen Gehölze zurückgeht, während der Anteil der laubabwerfenden Gehölze (besonders *Ormocarpum trichocarpum* und *Grewia bicolor*) zunimmt (s. Gebüsche Serie E), schließt sich am Südabfall des Mt. Kulal von ca. 1.040–1.450 m über NN eine breitere Zone an, in der neben laubabwerfenden Gehölzen, mittelhohe Horstgräser (besonders *Chrysopogon plumulosus*) und Zwergsträucher (besonders *Duosperma eremophilum*) vorherrschen.

Die Böden bestehen vorwiegend aus sandigem Lehm bis tonigem Lehm bis Ton. In Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit, dominieren unterschiedliche Baumarten, die in der Regel aber keine größeren zusammenhängenden Bestände bilden. Auf den (zur Regenzeit staunassen) Tonböden dominiert *Acacia drepanolobium*, während auf besser drainierten Standorten *Acacia etbaica* subsp. *platycarpa* bzw. *Erythrina burtii* vorherrschen. Entsprechend der Dominanz der genannten Baumarten wurden drei Gehölztypen unterschieden:

4.1.4.6.6 *Acacia drepanolobium*-Trockengehölze (besonders mit *Pennisetum mezianum* und *Duosperma eremophilum*)

HERLOCKER (1975) beschreibt für die Serengeti ein „*Acacia drepanolobium* Deciduous Tho Tree Woodland“ bzw. einen „*Acacia drepanolobium* Species Type“. Für den Mt. Kulal beschreibt HERLOCKER (1979) ein „*Acacia drepanolobium*-woodland with *Duosperma*“. Das von LIND & MORRISON (1974) beschriebene „*Pennisetum mezianum*-*Acacia drepanolobium* seasonally waterlogged dwarf tree grassland“ entspricht nur sehr bedingt dem Trockengehölztyp des Mt. Kulal.

Die Dichte der *Acacia drepanolobium*-Trockengehölze sowie deren Kronenfläche und Höhe (nach der PCQ-Methode ermittelt) lag wie folgt:

Anzahl auf 100 m ² :	1,70
Kronenfläche:	19,65 %
Mittlere Höhe:	6,04 m

4.1.4.6.7 *Acacia etbaica*-Trockengehölze

Acacia etbaica-Trockengehölze werden von den verschiedensten Autoren beschrieben. GILLET (1941) beschreibt eine „*Acacia etbaica* association“; GILLILAND (1952) ein „*Acacia etbaica* woodland“; HEMMING (1966) ein *Acacia etbaica* open woodland“; KASSAS & ZAHRAN (1971) einen „*Acacia etbaica* scrub“; HERLOCKER (1979) beschreibt für die Südflanke des Mt. Kulal ein „*Acacia etbaica*-*Acacia nilotica*-woodland with *Duosperma*“. Da *Acacia nilotica* meist nur wenig vertreten ist, ist es besser, nur von *Acacia etbaica*-Trockengehölzen zu reden. Nach KNAPP (1968) gehören diese Trockengehölze zu den „*Acacietaalia etbaicae*“, die in mittelhohen Gebirgslagen in Somalia, Äthiopien, Eritrea und dem Ost-Sudan verbreitet sind. HEMMING (1966) hebt hervor, dass sich diese Trockengehölze an eine „evergreen shrub zone“ anschließen, was auch im Untersuchungsgebiet der Fall ist.

Die Dichte der *Acacia etbaica* subsp. *platycarpa*-Trockengehölze sowie deren Kronenfläche und Höhe (nach der PCQ-Methode ermittelt) lag wie folgt:

Anzahl auf 100 m ² :	0,86
Kronenfläche:	23,66 %
Mittlere Höhe:	4,35 m

4.1.4.6.8 *Erythrina burttii*-Trockengehölze bzw. *Chrysopogon*-*Duosperma*-Zwergstrauch-Grasland mit Gehölzsynusien

Nach HERLOCKER (1979) ist *Erythrina burttii* ein Bestandteil des *Acacia etbaica*-*Acacia nilotica*-woodland. Im Untersuchungsgebiet und in den Hurri Hills tritt diese Art oft zusammen mit *Acacia nilotica* subsp. *subalata*, in den Hurri Hills auch zusammen mit *Combretum molle* auf. In der Zone der trockenkahlen Gehölze des Mt. Kulal bildet *Erythrina burttii* kleine Gruppen, deren Dichte, Kronenfläche und Höhe wie folgt lag:

Anzahl auf 100 m ² :	0,65
Kronenfläche:	24,30 %
Mittlere Höhe:	5,24 m

Die Krautschicht im Bereich dieser Trockengehölze (Tabelle 44) wird durch mittelhohe perenne Horstgräser (*Chrysopogon plumulosus* und *Pennisetum mezianum*) sowie dem Zwergstrauch *Duosperma eremophilum* bestimmt. In einigen, stark überweideten Gebieten kann *Plectranthus ignarius* Bedeckungsanteile von über 60 % erreichen.

4.1.5. Dornstrauch-Formationen

4.1.5.1. *Commiphora*-Trockengehölze

Die hier beschriebene untere Stufe umfasst den Bereich von 800–1100 m über NN. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge beträgt hier nur noch 450–550 mm. Die Böden dieser Höhenlagen sind gekennzeichnet durch Grobmaterialdecken aus Kalkkonkretionen und vulkanischem Kies mit Steinen und Blöcken. Stellenweise treten unter der vulkanischen Kiesdecke Kalkkrusten oder Anreicherungshorizonte von Kalkkonkretionen auf. Kleinflächiger sind flachgründige Böden aus schluffigem oder sandigem Lehm verbreitet. Teilweise ist ein Humushorizont vorhanden; an den meisten Stellen wurde der Oberboden fortgespült, so dass subterran gebildete Kalkkonkretionen und Kalkkrusten an der Oberfläche anstehen. In den Lagen um 800 m sind Kies- und Steindecken (vulkanisches Material) verbreitet, unter denen sich ein mäßig kalkreicher, schluffiger Lehm befindet. An mittelhängigen Hängen steht Festgestein (Basalt) an.

In den unteren Bereichen des Mt. Kulal wurden zur Zeit der Untersuchungen keine Siedlungen beobachtet. Das liegt zum einen daran, dass diese Gebiete aufgrund von Turkana Überfällen als unsicher galten und deshalb weitgehend gemieden wurden. Ein anderer Grund mag die verhältnismäßig große Entfernung von Wasserstellen sein. So konnten zum Beispiel sog. „Fora“ gefunden werden. Das sind kurzfristig genutzte Außenposten der Manyattas, in denen das Vieh nur für kurze Zeit untergebracht wird. Diese Lagen gelten als Weidegebiete der vorwiegend Kamele haltenden Rendille. Die Vegetation ist durch laubwerfende Trockengehölze gekennzeichnet. Die Gehölze sind hier mehr oder weniger gleichmäßig locker verteilt oder sie bilden kleine, niedrige Gehölzkomplexe. Im Wesentlichen entsprechen sie dem Typ der „*Commiphora*-Trockengehölze“ (KNAPP 1973). Burseraceen (Vertreter der Gattungen *Commiphora* und *Boswellia*) sind die vorherrschenden Gehölze, der Anteil der Akazien-Arten ist deutlich niedriger (Abbildung 36).

Der Vegetationstyp der „an Sukkulanten reiche *Commiphora-Boswellia neglecta*-Trockengehölze“ ist durch einen hohen Anteil an Pflanzen mit sukkulenten Merkmalen gekennzeichnet. Ihre Bedeckungsanteile schwanken zwischen 20 % und 40 %. Sie sind besonders auf flachgründigen Standorten vertreten (Tabellen 45 und 46). Dieser Vegetationstyp steht den von DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) für den Jemen beschriebenen „Kleinio-Euphorbietea“ bzw. dem „Alloo-Euphorbietum“ nahe. Viele der hier beschriebenen Arten kommen auch im Untersuchungsgebiet vor, zum Teil als vikariierende Arten. Bei LANGDALE-BROWN et al. (1964) und KNAPP (1973) können Sukkulante ein Bestandteil der *Acacia-Commiphora*-Gehölze sein. HERLOCKER (1979) beschreibt diese Vegetationseinheit als „deciduous *Acacia mellifera-Commiphora* bushland with succulent dwarf shrub understorey“.

Bei den meisten Sukkulanten handelt es sich um Stammsukkulante; bei einem geringeren Teil dieser Arten um Blattsukkulante (z.B. Arten der Gattungen *Aloe* und *Sansevieria*), um Arten mit sog. „Flaschenstämmen“ (z.B. der Gattungen *Adenia*, *Adenium*, *Jatropha*) und um Arten mit verdickten, wasserspeichernden Teilen im Bereich des verholzten Wurzelstocks und der verholzten Stammbasen. Diese Gruppe umfasst besonders einige Cucurbitaceen (z.B. *Momordica*, *Cucumella* und *Corallocarpus*). Arten mit sukkulenten Merkmalen, die gleichzeitig auch Lianen sind, wurden den Sukkulanten zugerechnet, während *Plectranthus spec. aff. ignarius*, der ebenfalls sukkulente Merkmale aufweist, den Chamaephyten zugerechnet wurde. Bei den meisten Stammsukkulanten handelt es sich um Arten mit sehr dünnen Stämmen (weniger als 0,5 – ca. 2,0 cm Durchmesser), die z.T. eher wie sukkulente Rutensträucher wirken. Die Art mit dem geringsten Stammdurchmesser ist *Ceropegia somalensis*, gefolgt von *Euphorbia gossypina*, *Sarcostemma viminalis* und *Kleinia spec.* Besonders *Kleinia* kann stellenweise sehr vorherrschend sein.

In Tabelle 45 wurden die Bedeckungsanteile der häufigsten Arten mit Hilfe der PCQ-Methode ermittelt. Ein wesentlicher Teil dieser Vegetationsstufe ist weitgehend durch kleine, verhältnismäßig niedrige Gehölzkomplexe geprägt. Die Bedeckung durch diese Gehölzkomplexe, bezogen auf die Gesamtfläche, wurde mit Hilfe der PCQ-Methode ermittelt.

Durchschnittliche Entfernung dieser Gruppen von einem Messpunkt:	4,30 m
Anzahl der Gehölzgruppen auf 100 m ² :	5,41
Gesamtbedeckung (Kronenfläche):	70,87 %
Durchschnittliche Höhe:	2,69 m

Unter den Gehölzen dominieren eindeutig die Burseraceen mit *Boswellia neglecta* als häufigster Art. Perenne Horstgräser und Zwergsträucher sind hier annähernd gleich häufig. Die Häufigkeit der Sukkulanten liegt hier bei ca. 30 % Bedeckung.



Abbildung 36: *Commiphora*-Gehölze in der unteren Zone des Mt. Kulal (ca. 900 m).
Vorherrschendes Gras ist *Chrysopogon plumulosus* (gelb).

Weitere Arten mit wasserspeichernden Stämmen:

Momordica sessilifolia
Momordica rostrata
Cucumella kelleri
Corallocarpus epigeus
Ceropegia somalensis
Adenium somalense

Tabelle 46 zeigt Aufnahmen aus der Feldschicht eines *Acacia-Commiphora*-Trockengehölzes mit einem verhältnismäßig hohen Anteil an Sukkulente. Es folgen die Chamaephyten mit knapp 30 %. Der Anteil der perennen Gräser liegt bei 24 %, während Therophyten nur mit 4 % vertreten sind.

In den Tabellen 47 und 48 ist der Anteil an Sukkulente verhältnismäßig niedrig. Die Standorte sind tiefgründiger und feinerdereicher. Besonders hohe Bedeckungsanteile entfallen auf die Horstgräser (vorwiegend *Chrysopogon plumulosus*) und auf die Chamaephyten. Der Anteil der Therophyten ist in diesen Serien sehr gering. Pflanzen, die als Störzeiger zu werten sind, sind von untergeordneter Bedeutung.

4.1.6. Anthropogene Einflüsse auf die Vegetation

Die Auswirkungen anthropozoogener Störungen sind in diesen Gebieten nur schwer zu erfassen. DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) bemerken bei der Beurteilung vergleichbarer Vegetationseinheiten im Jemen, dass bei Degradierung der Trockengehölze das Artenspektrum erheblich verändert wird und dass xeromorphe Elemente, wie z.B. Sukkulente, vordringen. Sie betonen, dass Degradationsstadien nur schwer zu fassen und syntaxonomisch einzuordnen sind. Die Verbindung von hohem Störungspotential und Sukkulenteausbreitung konnte am Mt. Kulal am Beispiel der Gattung *Kleinia* beobachtet werden. Dichte *Kleinia*-Bestände wurden insbesondere am Rande breiter Wege beobachtet. Auf der anderen Seite muss der hohe Anteil der *Commiphora*-Arten und der geringe Anteil der Akazien-Arten nach KNAPP (1973) als ein Zeichen nur mäßiger Störung gedeutet werden. Hohe Anteile an perennen Gräsern und geringe Anteile an Therophyten deuten ebenso auf eine nur mäßige Beweidung durch Schafe und Ziegen hin. Positiv zu bewerten ist auch der Umstand, dass in der Feldschicht *Commiphora*-Jungpflanzen gefunden wurden. Eine Regeneration dieser Gehölze scheint demnach gewährleistet zu sein.

Daneben sind aber auch Faktoren wie Flach- und Tiefgründigkeit der Böden von Bedeutung. Viele perennen Gräser (z.B. *Chrysopogon*) sind auf Standorte mit einem gewissen Feinerdeanteil angewiesen. Klein- und Zwergsträucher zeichnen sich häufig durch ein ausgedehntes Wurzelwerk aus, das oft bis tief in Gesteinspalten eindringen kann (KAUSCH 1959; WALTER 1964). Beide Gruppen sind daher häufig auf blockreichen Standorten mit Feinerdeanteilen zwischen den Blöcken zu finden. Die meisten Sukkulenten wachsen hingegen auf flachgründigen oder kiesigen, feinerdearmen Standorten. Ihr Wurzelwerk ist in der Regel wenig ausgedehnt. Für die Einschätzung der Untersuchungsflächen bedeutet dies, dass die Frage zu klären ist, inwiefern der Verlust von Feinerdeanteilen und die Flachgründigkeit der Standorte auf eine Überbeweidung zurückzuführen sind. Da der vorausgegangene Beweidungsgrad nicht festgestellt werden konnte, soll der Frage nach den Auswirkungen starker Beweidung auf die Vegetation der Trockengehölze in einem anderen Gebiet mit deutlich erkennbaren Störeinflüssen (Engare Ondare) nachgegangen werden.

4.1.6.1. *Acacia mellifera*-*Acacia reficiens*-Dornstrauchgehölze

Diese Trockengehölze, die den ariden Akazien-Trockengehölzen nach KNAPP (1973) und HERLOCKER (1979) entsprechen, sind besonders im Bereich der Fußfluren des Mt. Kulal in Höhen von ca. 720–820 m über NN verbreitet, die mittleren jährlichen Niederschläge liegen hier bei Werten von 300–400 mm. Charakteristisch für die Böden sind Grobmaterialdecken aus vulkanischem Gestein (Kies, Steine und Blöcke, vermischt mit Kalkkonkretionen). Darunter befindet sich kalkreicher schluffiger Sand. Die Gehölze stehen in der Regel sehr licht, die Krautschicht ist oft nur wenig ausgebildet. Verbreitet ist auf diesen Flächen die kleine *Euphorbia uhligii*. Im Übergang zu den Inlandebenen (ca. 700 m über NN) überwiegen die mit vulkanischem Gesteinsschutt überdeckten Ebenen. Für diesen Bereich wurden keine Vegetationsaufnahmen angefertigt.

4.1.7. Vegetation spezieller Standorte

Zum Schluss sollen einige Vegetationseinheiten erwähnt werden, die in der Regel nur kleinflächig auf bestimmten Standorten verbreitet sind. In den meisten Fällen ist ein Zusammenhang zu den großflächig verbreiteten Einheiten nicht herzustellen. Es erscheint aber dennoch sinnvoll, diese Einheiten aufzuführen, da sie die pflanzengeographische Einordnung der Flora des Mt. Kulal erleichtern:

4.1.7.1. An Sukkulenten reiche Gesellschaften am Fuße blockreicher Hügel

Auf flachgründigen Standorten, in Höhen von ca. 1.240–1.260 m über NN, fällt am Fuße blockreicher Hügel ein an Sukkulenten reicher Vegetationstyp auf, der besonders durch *Monadenium ellenbeckii*, *Kleinia kleinioides* und am Rande der Blöcke durch den poikilohydran Farn *Actiniopteris semiflabellata* charakterisiert ist. Ferner kommen vor: *Adenia volkensii*, *Adenia venenata*, *Sansevieria ehrenbergii*, *Ipomoea spathulata* und *Hibiscus meyeri*. Auf den Hügeln wurden folgende Gehölze beobachtet: *Lanea schweinfurthii* subsp. *stuhlmannii*, *Pappea capensis*, *Maytenus senegalensis*, *Commiphora merkeri* u.a.

4.1.7.1.1 Sehr flachgründige Standorte mit *Euphorbia nubica*

Auf sehr flachgründigen, steinigen Standorten in Höhen um 1.370 m über NN, ist besonders reichlich *Euphorbia nubica* vertreten (Tabelle 49).

4.1.7.1.2 Vegetation in Felsritzen steiler Tuffwände der unteren Lagen

In Felsritzen steiler Tuffwände, um ca. 1.000 m über NN sind häufig folgende Arten verbreitet: *Capparis cartilaginea*, *Forsskaohlea viridis*, *Boerhavia coccinea* und *Dorstenia crispa* (Tabelle 50).

Tabelle 50: Pflanzen in Ritzen steiler Tuff-Felsen in ca. 1.000 m Höhe. Alle Pflanzen wachsen nur vereinzelt, mitunter Gruppen bildend (bes. *Dorstenia*).

<i>Capparis cartilaginea</i>	<i>Monadenium ellenbeckii</i>
<i>Forsskaohlea viridis</i>	<i>Pelargonium glechomoides</i>
<i>Boerhavia coccinea</i>	<i>Actiniopteris radiata</i>
<i>Anthericum cf. gregorianum</i>	<i>Dorstenia crispa</i>

4.1.7.1.3 Vegetation in Querbändern nahezu senkrechter Tuffwände der oberen Lagen

Im Bereich zwischen 1.500 m und 1.570 m über NN sind in den Querbändern nahezu senkrechter, poröser Tuffwände häufig folgende Arten anzutreffen: *Wahlenbergia abyssinica*, *Kickxia elatine*, *Lindenbergia indica*, *Pelargonium glechomoides* und *Rumex usambarensis* (Tabelle 51).

4.1.7.1.4 Felsfluren

Der poröse Fels (Tuff) ist besonders in den oberen Lagen um ca. 1.580 m über NN oft mit dichten Vegetationsdecken bedeckt. Besonders Bestandsbildend ist die poikilohydre *Selaginella phillipsiana*; ferner wachsen dort *Plectranthus cylindraceus*, *Crassula schimperi*, *Commelina albescens* und *Cyanotis barbata*.

4.1.7.1.5 Vegetation auf feinem Tuffgeröll

Auf feinem Tuffgeröll in Höhen von ca. 1.590–1.620 m über NN fallen besonders einige höher werdende Arten auf. Dominant ist die blaublühende *Ceratostigma abyssinica*; daneben ist besonders *Cotyledon barbeyi* von Bedeutung (Tabelle 52).

4.2. Die Vegetation im Umland des Mt. Kulal

4.2.1. Einführung

Die Bergwaldregionen des Mt. Kulal bilden eine Insel inmitten der Trockenvegetation des Marsabit Districts. In Folgenden soll ein Überblick zur Vegetation dieser Trockengebiete gegeben werden. Hiermit werden zwei Ziele verfolgt: Zum einen soll die Darstellung zur vertikalen Vegetationszonierung Nordkenias vervollständigt werden. Zum anderen werden durch die Beschreibung der Vegetation der Trockengebiete Grundlagen für die Beurteilung der Vegetationszusammensetzung überweideter Standorte im Bereich der Domstrauchformationen geschaffen, die im Mittelpunkt des dritten Teils dieser Arbeit steht. Arten, die auf den ariden Standorten natürlicherweise vorkommen, dringen bei hohem Störungsdruck in die semiariden Gebiete ein. Vor der Darstellung der Vegetationsverhältnisse, erfolgt zunächst eine kurze landschaftsökologische Charakteristik des Distrikts.

4.2.2. Naturräumliche Gliederung und Geologie

Die ausgedehnten 500–700 m hochliegenden Ebenen des Marsabit Districts gehören nach der naturräumlichen Gliederung von Kenia zu den „Nördlichen Ebenen“ (OJANY & OGENDO 1973). Im Süden werden sie von den Nyiru- und Ndotu-Bergen (2.752 m) und im Norden von den Ausläufern des äthiopischen Hochlandes begrenzt. Im Bereich der Ebenen erheben sich einige Berge vulkanischen Ursprungs aus dem Pleistozän, die vorwiegend aus Basalt bestehen. Es sind die Hurri-Berge (1.479 m), die Asie-Berge (1.073 m), das Marsabit-Bergland (1.707 m) und der Mt. Kulal (2.285 m). Im Bereich dieser Berge fallen zahlreiche, sich von NNW nach SSO erstreckende Aschekegel auf. Die meisten Erhebungen des Distrikts sind von Basaltdecken aus dem Tertiär bzw. aus dem Quartär bedeckt.

Die Landschaftsräume lassen sich wie folgt weiter untergliedern (nach MÄCKEL 1982):

Berge

- Aus vulkanischem Gestein (Mt. Kulal, Marsabit, Hurri- und Asie-Berge)
- Grundgebirge (Hügelland von Korr)

Untere Hänge und Bergfußzonen

- Vulkanisch
- Grundgebirge

Hochebenen (Plateaus aus vulkanischem Material)

Ebenen

- Aus vulkanischem Material
- Aus Grundgebirgsmaterial
- Aus Sanden
- Lakustrine Ebenen (Chalbi-Wüste)
- Randflächen zu den lakustrinen Ebenen mit Dünen und Flächenspülmateriale
- Flächenspülmateriale entlang der Flüsse

4.2.3. Bodenbildung

Nach TOUBER (1991) sind die Gesteinstypen, die als Ausgangsmateriale für die Böden bedeutend sind, folgende:

- Undifferenzierte vulkanische Gesteine, meistens Basalt. Aufgrund des vorhandenen Eisenanteils sind die Verwitterungsprodukte dieses Materials meistens rote oder rötlich gefärbte Tone und lehmige Tone. Die Bodenoberfläche ist meistens steinig bis blockig.
- Pyroklastische Gesteine. Dies sind in erster Linie vulkanische Aschen, deren Verwitterungsprodukte meistens grobkörnig und sehr durchlässig sind.
- Gesteine und Sedimente des Grundgebirges: Sie zeichnen sich durch ihre Sandigkeit aus. Der Eisenanteil ist geringer. Die Böden bestehen aus braunen, groben sandigen Lehmen bzw. aus groben sandig-tonigen Lehmen. In großen Teilen des Gebietes sind die Böden reich an basisch reagierenden mineralischen Salzen (pH 7–8,5). Verbreitet sind Kalkkrusten bzw. Anreicherungshorizonte oder Grobmaterialedecken

aus Kalkkonkretionen. Der Kalk für diese sekundären Kalkanreicherungen stammt nach BAKER (1963), DODSON (1963) und RANDEL (1970) zu einem erheblichen Teil aus Lava bei der Verwitterung von kalkhaltigem Plagioklas.

Aufgrund des ariden Klimas sind außerdem Kochsalzanreicherungen verbreitet. Besonders an den tiefsten Stellen der Landschaft, wo es zu zeitweiligen Überflutungen kommt, bleiben nach der Verdunstung des Wassers Salzkrusten zurück. Dies trifft besonders für die Chalbi-Wüste zu, die ehemals ein See war und heute eine in sich geschlossene Inlandebene ist, die von Basaltplateaus umgeben wird. Dieses Gebiet ist, bis auf Randzonen, in denen wenige salztolerante Gräser gedeihen, vegetationsfrei.

Die Bildung und Anreicherung von organischem Material an der Bodenoberfläche ist eng mit dem Klima verknüpft: Je feuchter das Klima, desto mehr organisches Material. In den oberen montanen Bereichen der Bergländer haben wir in den oberen Bodenschichten einen Anteil von organischem Material von 1,5–2 %. In den sehr trockenen Teilen des Distrikts liegt er hingegen bei max. 0,5 %.

4.2.4. Klima

Der Marsabit District ist Teil des aridesten Gebietes Ostafrikas, das Somalia, das nördliche Kenia und das östliche Äthiopien umfasst (GRIFFITHS 1969; NIEUWOLTH 1977). Das Klima Ostafrikas hängt weitgehend von dem breiten äquatorialen Tief ab, welches die Passatwinde beider Hemisphären steuert. EDWARDS et al. (1979) weisen darauf hin, dass der Marsabit District gewissermaßen in einem Korridor zwischen dem äthiopischen Hochland und dem Kenianischen Hochland liegt. Bedingt durch diesen Korridoreffekt herrschen im Marsabit District während des ganzen Jahres starke östliche Winde. Im Bereich der Chalbi Wüste gibt es langgestreckte Dünen in SO/NW-Richtung, welche diese Winde anzeigen.

Für das Gebiet sind zwei Regenzeiten charakteristisch, die vom NO- bzw. SO-Monsun abhängen:

- Die große Regenzeit: Sie dauert von Ende März bis Anfang Mai.
- Die kleine Regenzeit: Sie beginnt im Oktober und dauert bis Dezember.

Die mittleren Jahresniederschläge im Gebiet schwanken je nach Lage zwischen 100 mm in den trockenen Gebieten und über 1.000 mm in den höchsten Lagen des Mt. Kulal und des Marsabit. Entscheidend für die Vegetationsentwicklung in den niederschlagsarmen Regionen ist die Unzuverlässigkeit der Niederschläge. Nach EDWARDS et al. (1979) stammen die längsten Beobachtungen aus dem nordöstlichen Teil des Gebietes, aus Moyale, und zwar seit 1915. Bis 1951 war zu beobachten, dass es nur alle 7 Jahre verhältnismäßig ausgiebig regnete. Ab 1951 sind die ausgiebigeren Niederschläge unregelmäßiger; sie wurden seitdem alle 4, 6 oder 10 Jahre beobachtet. In dem sehr niederschlagsarmen Gebiet um North-Horr wurden noch stärkere Abweichungen der Niederschlagshöhen beobachtet. Von insgesamt 8 Jahren hatten 6 Jahre weniger Niederschläge als im langjährigen Mittel und davon fielen in 4 Jahren weniger als 50 % der mittleren Niederschläge. Ein extremes Defizit herrschte 1973, da wurden nur 5 % der mittleren Jahresniederschläge gemessen. 4 Jahre später hingegen, nach dem Ende einer Dürreperiode, wurden Werte von 220 % im Vergleich zu den mittleren Niederschlägen erreicht.

JÄTZOLD (1991) kartierte die maximale Dauer der Dürrezeiten während der letzten 30 Jahre. Die Länge der Dürrezeiten ist vor allem im Bereich der Inlandebenen, die den weitaus größten Teil des Gebietes einnehmen, erheblich. Im Bereich des Turkana-Sees, der Chalbi- und Kaisut-Wüste, von Hafare sowie der kleinen Ortschaften bzw. Stationen Kargi, Korr, Ol Torot, Maikona, Kalacha, North-Horr und Balesa betrug in den letzten 30 Jahren die maximale Länge der Dürrezeiten 16–20 Monate. Es schließt sich eine schmalere Zone an, in der die maximale Dauer der Dürrezeit 12–15 Monate beträgt. Angrenzend an die Bergländer im Norden und im Süden und um die Berge innerhalb des Gebietes liegt eine Zone mit einer maximalen Dauer der Dürrezeiten von 8–11 Monaten. Im Bergland des Kulal, Marsabit, Ol Doinyo Mara und im Norden, im Bereich der südlichen Ausläufer des äthiopischen Berglandes, z.B. um Moyale, liegt die maximale Länge der Trockenzeiten bei 4–7 Monaten, und lediglich im Bereich des immergrünen Bergwaldes der höchsten Lagen des Mt. Marsabit, lag sie nur noch bei 2–3 Monaten.

Im Bereich der Berge innerhalb des Gebietes, besonders am Mt. Kulal, ist, wenn wir die Isohyeten betrachten, ein „Regenschatteneffekt“ an den Westseiten zu beobachten: Die Winde steigen an den Ostflanken empor, die Lufttemperatur fällt bis zum Taupunkt. Es bilden sich Wolken und es kann regnen. Dieses Ausfällen der Luftfeuchtigkeit bewirkt die trockeneren Bedingungen an den Leeseiten der Berge, während als Folge der besseren Niederschlagsverhältnisse (Regen, Tau) auf den Ostseiten und in den Kammlagen ein hoher immergrüner Wald gedeiht.

4.2.5. Methode

Die Vegetation wurde entlang eines Gradienten in der Wasserversorgung erhoben. Jeder Standorttyp ist durch mehrere Beispiele an unterschiedlichen topographischen Punkten innerhalb des Distrikts repräsentiert. An erster Stelle werden die Standortverhältnisse charakterisiert (Niederschlagshöhen, Ausgangsgestein, Bodenverhältnisse, Relief). Danach wird die Vegetation anhand der Arten mit den höchsten Deckungsgraden skizziert.

4.2.6. Vegetation

Die Vegetation des Marsabit Districts gehört zu den Teilen Kenias, deren wissenschaftliche Erforschung erst recht spät erfolgte. Nach den Untersuchungen von RATTRAY (1961), HEADY (1967), HEMMING & TRAPNELL (1957), PRATT (1966), HEMMING (1972) und BARKHAM & RAINY (1976) herrschen in großen Teilen der Region einjährige *Aristida*- (HEADY) und ausdauernde *Chrysopogon* Grasländer (RATTRAY) vor. PICHISERMOLLI (1955), EDWARDS (1940, 1945) und TRAPNELL & LANGDALE-BROWN (1969) betonen dagegen den wüstenartigen bzw. halbwüstenartigen Charakter großer Gebiete. PRATT et al. (1966) und PRATT & GWYNNE (1977) schließlich beschreiben das Gebiet als ein mit Bäumen und/oder Sträuchern bestandenes Grasland im Wechsel mit vegetationsfreien Flächen bzw. mit Flächen sehr schütterer Vegetation oder mit Zwergstrauchformationen im Bereich der Chalbi oder auf den tiefliegenden Lavaflächen. Die erste Vegetationskarte des Gebietes wurde 1971 von der FAO herausgegeben. Nach dieser Karte ist der im Gebiet am meisten verbreitete Vegetationstyp eine *Acacia reficiens-Duosperma eremophilum*-Zwergstrauchformation und/oder eine an Sträuchern reiche Zwergstrauchformation an den Fußhängen des Marsabit-Berglandes bzw. eine an Sträuchern reiche *Commiphora crenulata-Sericocomopsis hildebrandtii*-Zwergstrauchformation im Bereich der Kaisut. Die umfassendste vegetationskundliche Bearbeitung des Gebietes stammt von HERLOCKER (1979); er beschrieb die Vegetation für etwa ein Drittel des Marsabit Districts. Er unterscheidet 9 Grundeinheiten, denen er insgesamt 73 Untereinheiten zuordnet. SCHULTKA (1991) beschreibt für den Marsabit District im Rahmen des „Range Management Handbook of Kenya“ 12 Vegetationstypen mit 6 Untereinheiten.

4.2.6.1. Kontrahierte Vegetation im Bereich der niederschlagärmsten Gebiete

In den niederschlagärmsten Teilen des Gebietes liegen (nach den Niederschlagskarten von JÄTZOLD (1991) die jährlichen Niederschlagsmengen bei Werten zwischen 50 und 200 mm. Die Vegetation ist hier in ganz besonderem Maße nicht nur von der Niederschlagshöhe, sondern auch von Relief und Boden abhängig. Ausschlaggebend für die Vegetationsentwicklung ist weiterhin die Unzuverlässigkeit der Niederschläge, auf die bereits hingewiesen wurde. In diesen niederschlagsarmen Gebieten herrscht häufig ein Vegetationstyp vor, der von SHMIDA & BURGESS (1988) als „contracted desert“ beschrieben wurde. Diese „kontrahierte Vegetation“ im Sinne von MONOD (1954) bezieht sich hier oft nur auf schmale Streifen von ca. 60 cm Breite, die im Bereich der tiefer liegenden Teile des Reliefs bis zu etwa 20 m breit sein können (Abbildung 37). Es handelt sich somit um einen Typ, der nicht so ohne weiteres mit dem von BOALER & HODGE (1962) für den Sudan beschriebenen, mit einer Streifenbreite von 45–90 m, zu vergleichen ist. Die Böden (nach TOUBER 1991) sind oft sehr durchlässig, so dass die Wasserversorgung im Bereich der tiefer gelegenen Teile des Reliefs oder in kleinen Rinnen etwas besser ist, so dass hier Zwergsträucher bzw. kleine Gehölze wachsen können. Auf den höher gelegenen Flächen bzw. auf den Flächen zwischen den Rinnen wachsen annuelle Gräser, deren Gesamtbedeckung meistens bei unter 5 % liegt und die sich nur bei ausreichenden Niederschlägen entwickeln. Andererseits kann sich das Wasser der niederschlagsarmen Gebiete in Senken sammeln, so dass es in dieser Region auch saisonal überflutete Bereiche gibt. Besondere Vegetationstypen sind vor allem dort zu beobachten, wo dunkle Tonböden („Vertisole“, z.B. BEINROTH 1966) vorherrschen. Andere Gebiete hingegen in denen es zu starken Salzanreicherungen gekommen ist (z.B. Chalbi), sind nahezu vegetationslos. Von Bedeutung für die Vegetation sind ferner Sandüberwehungen und die große Steinigkeit bzw. Blockigkeit vieler Standorte. Infolge der häufig etwas besseren Wasserversorgung in den Gesteinsklüften, kann hier oft eine Gehölzvegetation entwickelt sein, besonders mit *Commiphora*- und *Acacia*-Arten (bes. *Acacia senegal* var. *kerensis*).

Die in den folgenden Ausführungen angegebenen Niederschlagswerte beziehen sich auf JÄTZOLD (1991); die Angaben über Relief und Böden auf TOUBER (1991) und MÄCKEL (1983).



Abbildung 37: Kontrahierte Vegetation: Im Bereich der unteren Hanglagen und in Rinnen mit etwas besserer Wasserversorgung Zwergsträucher (*Indigofera spinosa*). Auf den höheren und trockeneren Bereichen therophytische Gräser, insbesondere *Aristida adscensionis*.

Beispiel A: 33 km SW von N.-Horr, 915 m über NN

Niederschläge

Jahresmittel:	50–150 mm
1. Regenzeit:	50–150 mm
2. Regenzeit:	50–150 mm

Ausgangsgestein

Hauptsächlich pyroklastische Gesteine und vulkanische Konglomerate.

Böden

Gut drainiert, mäßig tief bis flach, braun. Stark kalkhaltiger, sehr sandiger, toniger Lehm mit „Wüstenpflaster“ auf der Oberfläche und mit sehr flachliegenden Kalkkrusten. Das Wasserhaltevermögen des Bodens ist sehr gering.

Vegetation

Vegetation in kleinen Rinnen (bis 60 cm Breite), auf 10 m: *Indigofera spinosa* (max. Bedeckung 70 %), *Barleria cf. proxima* (max. Bedeckung 5 %).

Vegetation in größeren Rinnen (bis 5 m Breite), auf 50 m: Gehölze: Zusammen unter 5 % Bedeckung: *Boscia coriacea*, *Maerua crassifolia*, *Acacia senegal* var. *kerensis*

Zwergsträucher und Gräser: *Indigofera spinosa* Bedeckung bis 50 %, ferner: *Cenchrus pennisetiformis*

Vegetation auf Flächen zwischen den Rinnen (20 × 1 m²): *Aristida adscensionis* Bedeckung bis 5 %.

Beispiel B: 75 km NW von N.-Horr, 590–610 m über NN

Niederschläge

Jahresmittel:	200–250 mm
1. Regenzeit:	150–200 mm
2. Regenzeit:	150–200 mm

Gelände, Böden

Wie Beispiel A

Vegetation

Vegetation in kleinen Rinnen (bis 60 cm Breite), auf 10 m: *Indigofera spinosa* (max. Bedeckung 60 %), *Barleria cf. proxima*, *Heliotropium cf. albohispidum* und *Sericocomopsis pallida* (max. Bedeckung je 5 %),
Vegetation in größeren Rinnen (bis 5m Breite), auf 50 m: *Acacia tortilis*, *Jatropha parvifolia* (max. je Bedeckung 10 %), *Maerua sessiliflora*, *Acacia senegal* var. *kerensis* (max Bedeckung je 5 %).

Vegetation auf Flächen zwischen den Rinnen (20 x 1 m).

Gesamtbedeckung ca. 5%: *Aristida adscensionis*, *Tetrapogon cenchriformis*, *Enneapogon desvauxii*, *Geigeria alata*, *Dicoma tomentosa*.

Beispiel C: 60 km NW von N.-Horr, 670 m über NN

Niederschläge

Jahresmittel:	200–250 mm
1. Regenzeit:	150–200 mm
2. Regenzeit:	50–100 mm

Ausgangsmaterial

Sedimente verschiedener vulkanischer Gesteine, incl. Aschen.

Böden

Gut drainiert, tief, sehr krümelig. Gelblich-brauner, stark kalkhaltiger, feinkörniger, sandiger Lehm. Örtlich mit Kalkkonkretionen oder flach liegenden Kalkkrusten.

Vegetation

In kleinen Rinnen (bis 60 cm Breite), auf 10 m: *Indigofera spinosa* (Bedeckung bis 40 %). Ferner: *Heliotropium albohispidum*, *Barleria cf. proxima*, *Commicarpus stellatus*, *Cucumella kelleri*.

In größeren Rinnen (bis 5 m Breite), auf 50 m: *Acacia tortilis* (Bedeckung bis 10 %). Ferner: *Diospyros scabra*, *Salvadora persica*, *Balanites orbicularis*, *Boscia coriacea*.

Auf Flächen zwischen den Rinnen (20 x 1 m): Gesamtbedeckung bis 10 % gebildet von *Aristida adscensionis*, *Tetrapogon cenchriformis*, *Enneapogon desvauxii*.

Beispiel D: 17 km W von N.-Horr, 600 m über NN, Übergang von der „kontrahierten“ zur „diffusen“ Vegetation

Niederschläge

Jahresmittel:	50–150 mm
1. Regenzeit:	50–100 mm
2. Regenzeit:	0–50 mm

Ausgangsmaterial

Unterschiedliche Gesteine

Böden

Gut drainiert, sehr tief, blass-braun. Sehr krümeliger, stark kalkhaltiger, sandiger Lehm; stellenweise Kochsalzanreicherung.

Vegetation

In den etwas tiefer gelegenen Teilen der schwach gewellten Landschaft zum Teil geschlossene *Indigofera spinosa*-Zwergstrauchgesellschaft („chamaephyte desert“ nach SHMIDA & BURGESS 1988). Bedeckung von *Indigofera spinosa* bis 30 %. Ferner *Indigofera cliffordiana*, *Aristida adscensionis*, *Leptothrium senegalense*.

In kleinen Rinnen (bis 60 cm Breite), auf 10 m: *Euphorbia polyantha*, *Maerua crassifolia*. In größeren Rinnen (bis 5 m Breite), auf 50 m: *Acacia senegal* var. *kerensis* (Bedeckung bis 10 %), *Commiphora* div. spec. (Bedeckung bis 10 %), ferner *Commiphora rostrata*, *Boswellia neglecta*.

Beispiel E: 40 km NW von N.-Horr

Niederschläge

Jahresmittel:	150–200 mm
1. Regenzeit:	100–150 mm
2. Regenzeit:	0–50 mm

Ausgangsmaterial: Basalt.

Böden

Gut drainierte Böden unterschiedlicher Tiefe, verbreitet mit zutage liegenden Felsen. Meistens ziemlich felsig bis blockig. Toniger Lehm bis Ton (bei Trockenheit mit Rissen). Zustand der Bodenoberfläche: Locker, mit wenig organischem Material.

Vegetation

Strauchformationen in schmalen Rinnen. Breite der Rinnen: ca. 10–20 m. *Acacia-Commiphora*-Dornstrauchgehölze.

Vegetation in Rinnen: *Blepharispermum lanceolatum* (Bedeckung bis 10 %), *Acacia reficiens* (Bedeckung bis 5 %), *Euphorbia cuneata* (Bedeckung bis 5 %), *Jatropha parvifolia* (Bedeckung bis 5 %), *Acacia tortilis* (Bedeckung bis 5 %) ferner: *Grewia erythraea*, *Grewia tenax*, *Maerua subcordata*, *Boscia coriacea*, *Acacia senegal* var. *kerensis*, *Commiphora* div. spec., *Cordia sinensis*, *Sericocomopsis hildebrandtii*, *Pupalia lappacea*.

Vegetation zwischen den Rinnen: *Aristida adscensionis* (Bedeckung bis 10 %), *Blepharis linariifolia* (Bedeckung bis 5 %), *Tetrapogon cenchriformis* (Bedeckung bis 5 %), ferner: *Barleria acanthoides*, *Leptothrium senegalense*, *Dicoma tomentosa*, *Stipagrostis uniplumis*, *Euphorbia polyantha*, *Digera muricata*, *Cenchrus pennisetiformis*, *Indigofera cliffordiana*, *Commicarpus stellatus*, *Heliotropium* cf. *albohispidum*.

Neben der kontrahierten Vegetation existieren in den niederschlagsarmen Bereichen des Untersuchungsgebietes auch diffuse Vegetationsformen. Im Gegensatz zu SHMIDA & BURGESS (1988), die die „diffuse desert“ als eine Formation beschreiben, in der besonders perenne Arten verbreitet sind, umfasst die diffuse Vegetation Nordkenias auch annuelle Grasländer, in denen Chamaephyten nur in sehr begrenzter Anzahl vertreten sind. Im Folgenden sind die im Untersuchungsgebiet vorgefundenen Einheiten aufgeführt:

4.2.6.2. Annuelles Grasland

Beispiel A: Annuelles *Aristida adscensionis*-Grasland. „Einjährige Nadelgras (*Aristida*-)Trockenrasen“ (KNAPP 1973)

Lage: 32 km SSW von Turbi, ca. 610 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	100–150 mm
1. Regenzeit:	100–150 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial

Basalt

Böden

Mäßig gut drainiert, sehr tiefgründig, dunkel rötlich-braun, kalkreich. Ton bis toniger Lehm mit einer steinigen Oberfläche; örtlich sehr steinig mit Blöcken; stellenweise Kochsalzanreicherungen.

Eigenschaften der Bodenoberfläche: Sehr locker, dadurch starke Gefährdung durch Winderosion. Bei zu starker Begehung durch Weidetiere kann die Bodenoberfläche bis zu 100 % aus Steinen bestehen (infolge Auswehung des Feinmaterials). Bei stärkerer Beeinflussung durch Weidetiere entwickelt sich oft ein annuelles *Aristida adscensionis*-Grasland, bei fehlender bzw. geringer Beeinflussung ein annuelles *Tetrapogon cenchriformis*-Grasland.

Vegetation

Gesamtbedeckung bis 60 %, meist um 40 %.

Aristida adscensionis (Bedeckung bis 40 %), ferner *Leptothrium senegalense*, *Enneapogon cenchroides*, *Sporobolus cf. nervosus*, *Tribulus cistoides*, *Geigeria alata*, *Solanum coagulans*, *Aerva javanica*.

Beispiel B: Annuelles *Tetrapogon cenchriformis*-Grasland:

Lage: Zwischen Balesa und Dukana, ca. 15km NW von Balesa, ca. 580 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	150–200 mm
1. Regenzeit:	100–150 mm
2. Regenzeit:	0–50 mm

Ausgangsmaterial, Böden: Wie vorhergehendes Beispiel.

Vegetation

Tetrapogon cenchriformis (Bedeckung bis 30 %, örtlich bis 70 %), ferner *Oropetium minimum*, *Cleome cf. brachycarpa*, div. unbestimmte Acanthaceen (Abbildung 38).

Bei den vorliegenden Böden dominiert in trockener Ausbildung *Tetrapogon cenchriformis*, in feuchter Ausbildung (Senken) *Lintonia nutans* (s. dort).

Beispiel C: Annuelles Grasland (annuelles *Tetrapogon-Aristida adscensionis*-Grasland) mit Zwergstrauch-Synusien:

Lage: 22 km NNO von N.-Horr, ca. 580 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	50–150 mm
1. Regenzeit:	50–100 mm
2. Regenzeit:	0–50 mm



Abbildung 38: Annuelles Grasland mit überwiegend *Tetrapogon cenchriformis*.

Ausgangsmaterial: Seeablagerungen unterschiedlicher Herkunft.

Böden

ungenügend bis schlecht drainiert. Sehr tiefe, braune bis oliv-graue, stark kalk und kochsalzhaltige Böden, von unterschiedlicher, meist feiner Textur.

Vegetation

Sehr locker stehende Gehölze, Gesamtbedeckung unter 0,1 %. *Acacia tortilis*, *Balanites orbicularis*.
Tabelle 53: Feldschicht des annualen *Tetrapogon-Aristida adscensionis*-Graslandes.

	max. Bedeckung
Gräser	
<i>Tetrapogon cenchriformis</i>	40 %
<i>Aristida adscensionis</i>	20 %
<i>Cenchrus pennisetiformis</i>	+
Chamaephyten	
<i>Indigofera cliffordiana</i>	10 %
<i>Indigofera spinosa</i>	+

Beispiel D: Mosaik aus annuallem *Aristida adscensionis*-Grasland und Flächen mit der annualen Acanthaceae *Blepharis linariifolia*:

Niederschläge

Jahresmittel:	300–350 mm
1. Regenzeit:	200–250 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsgestein: Unterschiedliche vulkanische Gesteine, meist Basalte.

Böden

Gut drainiert, flach, dunkel rötlich-brauner, kalkreicher, extrem steiniger, blockiger und felsiger toniger Lehm. Teilweise kiesige Oberfläche.

Vegetation

Gehölze, Gesamtbedeckung bis 5 % unter Beteiligung von *Acacia tortilis*, *Acacia reficiens*, *Maerua crassifolia*, *Grewia tenax*, *Boscia coriacea*, *Commiphora* div. spec., *Sesamothamnus* cf. *rivae*, *Acacia nubica*, *Jatropha parvifolia*.

Tabelle 54: Feldschicht des annualen *Aristida adscensionis*-Graslandes.

	max. Bedeckung
annuelle Gräser	
<i>Aristida adscensionis</i>	60 %
<i>Tetrapogon cenchriformis</i>	5 %
<i>Leptothrium senegalense</i>	5 %
<i>Enneapogon desvauxii</i>	+
annuelle Kräuter	
<i>Blepharis linariifolia</i>	80 %
<i>Barleria acanthoides</i>	+

4.2.6.3. Zwergstrauch-Gesellschaften

Im Vergleich zu den annualen Gräsern benötigen die Zwergsträucher eine etwas bessere Wasserversorgung. Bei ähnlichen Niederschlagsverhältnissen kann die Wasserversorgung, je nach Boden und Relief, sehr unterschiedlich sein. Im Vergleich zu den stark verdichteten tonigen Böden ist bei den sandigen oder ande-

ren gut drainierten Böden der Oberflächenabfluss geringer; dementsprechend kann ein größerer Anteil des Niederschlagswassers tiefer in den Boden eindringen und somit den tiefer wurzelnden Arten zur Verfügung stehen. Von den gut drainierten zu den schlecht drainierten tonigen Böden ist (mit Ausnahme der Überflutungsflächen) eine Abnahme der Bodenfeuchtigkeit zu beobachten, was sich wiederum in der Vegetation widerspiegelt. Das Gefälle reicht von tiefwurzelnenden Gehölzen über Zwergsträucher zu niedrigen, häufig annuellen, flachwurzelnenden Arten (SMITH 1949, NOY-MEIR 1974). HERLOCKER (1979) weist darauf hin, dass die Bodenfeuchtigkeit stark von der topographischen Position abhängt. Die tiefer gelegenen Bereiche erhalten, z.B. bei durchlässigen Böden, Wasser aus höheren Lagen. Er versucht z.B. den krassen Wechsel von annuellem Grasland auf der Marsabit-Lava zu den Zwergstrauch-Gesellschaften in den tiefer gelegenen Gebieten der benachbarten Kaisut, Hedad und Koroli damit zu erklären.

Tabelle 55: Die bei weitem wichtigsten Zwergsträucher des Untersuchungsgebietes und ihre Verbreitung.

Zwergsträucher	Verbreitung
<i>Duosperma eremophilum</i>	afrorientalisch
<i>Indigofera spinosa</i>	sudano-sambesisch (afrorientalisch, S.-Arabisch)
<i>Sericocomopsis hildebrandtii</i>	afrorientalisch
<i>Indigofera cliffordiana</i>	afrorientalisch

Die wichtigsten Zwergsträucher des Untersuchungsgebietes sind in Tabelle 55 zusammengefasst. *Duosperma eremophilum* ist der im Gebiet am weitesten verbreitete Zwergstrauch. Nach AGNEW (1974) scheint es sich um eine poikilohydre Art zu handeln, die während der Nacht Luftfeuchtigkeit absorbieren kann. *Indigofera spinosa* besiedelt im Gebiet die sandigeren und trockeneren Standorte, während *Duosperma eremophilum* meist auf den etwas schwereren, feuchteren Böden siedelt. *Indigofera spinosa* dominiert oft auf alten stabilisierten Sanddünen, aber auch auf anderen, gut drainierten Standorten, während *Duosperma* auf Sedimentböden der Ebenen vorherrscht. Beide Arten bilden oft ein Vegetationsmosaik in Gebieten mit leicht gewellter Bodenoberfläche. Hier siedelt *Indigofera spinosa* auf den erhöhten Stellen, während *Duosperma* in den etwas feuchteren Bereichen dazwischen wächst.

Sericocomopsis hildebrandtii wächst im Gebiet stellenweise zusammen mit *Duosperma*. Nach AGNEW (1974) besiedelt diese Art feine Böden, nach HEMMING (1972) wächst sie besonders in Streifen an saisonal schwankenden Wasserläufen und nach BARKHAM & RAINY (1976) wächst sie an solchen Stellen, wo das Regenwasser rasch versickert, wodurch die Evaporation reduziert wird und somit den Wurzeln mehr Wasser zur Verfügung steht.

Indigofera cliffordiana ist im Gebiet verbreitet, aber nicht so häufig wie die vorgenannten Arten. Über diese Art, die erst 1958 von GILLETT beschrieben wurde, liegen nur wenige Informationen vor. Sie scheint besonders auf besser drainierten Standorten zusammen mit *Duosperma* aufzutreten.

Beispiel A: *Indigofera spinosa*-Zwergstrauch-Gesellschaft

Lage: ca. 17 km NW von El Molo Bay, ca. 490 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	150–200 mm
1. Regenzeit:	100–150 mm
2. Regenzeit:	0–50 mm

Ausgangsmaterial

Sedimente unterschiedlicher Herkunft, sandig und kalkreich, meistens nicht vulkanischen Ursprungs.

Böden:

Oberer Bereich: Überreste von Terrassen, gut drainiert, tief, blass-braun. Krümeliger, kalkreicher lehmiger Sand. Unterer Bereich: Gut bis weniger gut drainiert, sehr tief, blass-braun. Krümelig und locker, kalkreich und mit Salzanreicherungen; ziemlich lockere Textur. Stellenweise stark drainierte sandige Böden unterschiedlicher Tiefe.

Vegetation

Indigofera spinosa (Bedeckung bis 25 %),

Heliotropium subulatum (+).

An kleinen Rinnen locker stehende Gehölze von *Balanites orbicularis* und *Acacia tortilis*.

Beispiel B: *Duosperma eremophilum*-Zwergstrauch-Gesellschaft

Niederschläge

Jahresmittel: 200–250 mm

1. Regenzeit: 100–150 mm

2. Regenzeit: 50–100 mm

Ausgangsmaterial

Tertiäre Lavaströme, untere vulkanische Hanglagen der Marsabit- und Hurri-Bergländer und des Mt. Kulal.

Böden

Komplex aus gut bis weniger gut drainierten Böden, seicht bis tief, dunkel rötlich-braun, kalkreich, örtlich Kochsalzanreicherungen; örtlich sehr steinig bis blockig. Toniger Lehm bis Ton.

Vegetation:

Duosperma eremophilum (Bedeckung bis 40 %)

Auf kleinen Sanddünen in diesem Gebiet besonders *Indigofera spinosa*. In Senken (z.B. zwischen Korr und Kargi) mit höherem Salzgehalt stellenweise dichte Bestände mit *Dactyloctenium aegyptium* (Bedeckung bis 60 %). Ebenfalls in Senken an einigen Stellen hohe Bestände von *Sorghum arundinaceum*.

Beispiel C: *Duosperma eremophilum*-Zwergstrauch-Gesellschaft

Lage: 26km N von S.-Horr, ca. 880 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel: 200–250 mm

1. Regenzeit: 100–150 mm

2. Regenzeit: 50–100 mm

Ausgangsmaterial: Undifferenzierte Sedimente, vorwiegend aus Grundgebirgsmaterial.

Böden

Zusammengesetzt:

Die höher gelegenen Bereiche sind gut drainiert und sehr tief; rötlich-brauner lehmiger Sand.

Die Böden der Depressionen zwischen den subrezentenen Dünen sind mäßig gut drainiert, sehr tief, braun. Kalkreicher, sandig-toniger Lehm, örtlich mit Kochsalzanreicherungen.

Vegetation:

Duosperma eremophilum (max. Bedeckung 60 %), *Acacia reficiens* (max. Bedeckung 10 %), *Acacia nubica* und *Salvadora persica* (max. Bedeckung je 5 %).

Beispiel D: Vegetationsmosaik von *Duosperma eremophilum*-, *Sericocomopsis hildebrandtii*- und *Indigofera spinosa*-Zwergstrauch-Gesellschaften (= an Sträuchern reiche *Commiphora crenulata*-*Sericocomopsis hildebrandtii*-Zwergstrauch-Gesellschaft, nach FAO 1971):

Lage: ca. 13 km SO von Loglogo, ca. 506 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel: 150–200 mm

1. Regenzeit: 100–150 mm

2. Regenzeit: 50–100 mm

Ausgangsmaterial

Unterschiedlich alluviale Sedimente, größtenteils Grundgebirgsmaterial; sehr ebene Flächen.

Böden

Kleine Erhebungen (alte Dünen), ziemlich gut drainiert, sehr tief, dunkel rötlich-braun. Lockerer kalkhaltiger Sand bis sandiger Lehm.

In den Senken: Schlecht drainiert, sehr tief, dunkel rötlich-braun bis braun. Sandig-toniger Lehm, an vielen Stellen mit einem weichen, sandig-lehmigen Oberboden.

Vegetation

Aufgrund der unterschiedlichen Bodenverhältnisse ein Mosaik unterschiedlicher Vegetationstypen:

Commiphora crenulata (Bedeckung bis 5 %), ferner: *Euphorbia cuneata*, *Acacia nubica*, *Cordia sinensis*, *Cadaba glandulosa*.

Im schlecht drainierten Bereich: *Sericocomopsis hildebrandtii* (Bedeckung bis 30 %), *Duosperma eremophilum* (Bedeckung bis 20 %), *Barleria acanthoides*, *Panicum spec.*, *Dactyloctenium aegyptium*.

Im besser drainierten Bereich (alte Dünen): *Indigofera spinosa* (Bedeckung bis 20 %), ferner *Heliotropium albohispidum*,

Aristida mutabilis, *Sporobolus cf. nervosus*, *Chrysopogon plumulosus*.

Beispiel E: *Aspilia mossambicensis*-Zwergstrauch-Gesellschaft

Lage: ca. 28 km S von Marsabit Stadt, ca. 760 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel	300–350 mm
1. Regenzeit:	200–250 mm
2. Regenzeit:	50–100 mm

Ausgangsmaterial

Unterschiedliche vulkanische Gesteine, meistens Basalt.

Böden

Schlecht bis mäßig drainiert, tief, örtlich Kochsalzanreicherungen. Steinig bis blockig, z.T. rissiger Ton.

Vegetation

Gehölze: *Acacia mellifera*, *Acacia tortilis* (Bedeckung bis 5 %)

Zwergsträucher und Gräser: *Aspilia mossambicensis* (Bedeckung bis 70 %), *Urochloa panicoides* (Bedeckung bis 10 %), *Echinochloa stagnina* (Bedeckung bis 5 %).

Beispiel F: Zwergstrauch-Formationen auf stärker versalzten Standorten

Lage: 5 km SSW von N.-Horr, ca. 600 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	100–150 mm
1. Regenzeit:	50–100 mm
2. Regenzeit:	0–50 mm

Das Gelände ist zeitweilig überflutet!

Ausgangsmaterial

Seeablagerungen von unterschiedlichen Muttergesteinen.

Böden

z.T. gut drainiert, sehr tief, blass braun, sehr krümelig, stark kalkhaltig, Kochsalzanreicherungen, Schichten mit sandigem Lehm.

Vegetation

Die *Lagenantha nogalensis*-Zwergstrauch-Gesellschaft besiedelt stark kalkhaltige, versalzten Böden am Rande des ehemaligen Chalbi Seebodens. Diese gipstolerante sukkulente Art bildet meistens Reinbestände unterschiedlicher Dichte.

Die *Dasysphaera prostrata*-Zwergstrauch-Gesellschaft kommt im Untersuchungsgebiet vorwiegend im

Randbereich der Chalbi vor, in der Regel landeinwärts hinter den mit *Suaeda monoica* bestandenen Dünen. Dort besiedelt diese Art vor allem flache Senken. Die Versalzung der Standorte ist aber weniger stark als die von *Lagenantha nogalensis*. Nach HEMMING (1972), AGNEW (1974) und BARKHAM & RAINY (1976) gilt diese Art als Zeigerpflanze für salzige alkalische Böden mit saisonal schwankendem Grundwasserstand oder zeitweiligen Überflutungen. Auf Dünen kommt eine *Suaeda monoica*-Gesellschaft vor (= „Halophile *Suaeda*-Gesellschaften“, KNAPP 1973). *Suaeda monoica* (Bedeckung bis 40 %), ferner *Sporobolus spicatus* (bis 10 % Bedeckung).

Beispiel G: *Acacia-Commiphora-Duosperma eremophilum*-Gesellschaft

Lage: Zwischen Ol Torot und Haut, 23 km SW von Balesa Kulal, 550 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	200–250 mm
1. Regenzeit:	100–150 mm
2. Regenzeit:	50–100 mm

Ausgangsmaterial: Unterschiedliche Sedimente, vorwiegend aus Grundgebirgsmaterial.

Böden

Zusammengesetzt:

- 1.) Die höher liegenden Bereiche sind gut drainiert und sehr tief. Rötlich-brauner lehmiger Sand.
- 2.) Die Böden der Depressionen zwischen den subrezentenen Dünen sind mäßig gut drainiert, sehr tief, braun. Kalkreicher sandig toniger Lehm, örtlich mit Kochsalzanreicherungen.

Vegetation

Tabelle 56: Die wichtigsten Arten der *Acacia-Commiphora-Duosperma eremophilum*-Gesellschaft.

	max. Bedeckung
Gehölze	
<i>Acacia reficiens</i>	20 %
<i>Acacia mellifera</i>	10 %
<i>Commiphora</i> div. spec.	10 %
<i>Commiphora flaviflora</i>	10 %
ferner: <i>Cadaba farinosa</i> , <i>Cadaba mirabilis</i> , <i>Maerua endlichii</i>	
Sonstige Arten	
<i>Duosperma eremophilum</i>	30 %
<i>Blepharis linariifolia</i>	20 %
<i>Aristida mutabilis</i>	20 %
<i>Leptothrium senegalense</i>	10 %

Dieser Gesellschaftstyp steht für den Übergang zu den Dornstrauchformationen.

4.2.6.4. Dornstrauch-Formationen

Der Feuchtigkeitsbedarf der Sträucher ist in der Regel höher als der der Zwergsträucher, obwohl Sträucher oft auch in sehr niederschlagsarmen Gebieten zusammen mit Zwergsträuchern vorkommen. An diesen Standorten muss ihnen aufgrund der Landschaftsform und der Bodenverhältnisse mehr Wasser zukommen als den Niederschlagskarten zu entnehmen ist. Strauchformationen kommen nach HERLOCKER (1979) in den höheren Lagen des Untersuchungsgebiets besonders auf lehmigen bzw. tonig-lehmigen Böden vor, die vulkanischen Ursprungs sind. In den tieferen Lagen sind sie hingegen besonders auf sandigen Gneis-Verwitterungsböden anzutreffen. Bei letzteren ist die Bodenfeuchtigkeit höher als bei den Lava-Verwitterungsböden, womit die geringeren Niederschläge an diesen Standorten kompensiert werden können (NOY-MEIR 1974). HEMMING & TRAPNELLL (1957) weisen darauf hin, dass, wenn sich Strauchformationen in niederschlagsarmen Gebieten auf Lavadecken entwickeln, man davon ausgehen kann, dass die Lavadecken dann einer älteren, oft einer Gneisoberfläche, aufliegen. Das durch die poröse Lavadecke durchsickernde Wasser staut sich an der Gneisoberfläche und die tiefreichenden Wurzeln der Gehölze können davon profitieren. BARKHAM & RAINY (1976) weisen auf ähnliche Verhältnisse im Samburu-Park hin.

Die wichtigsten Arten:

Acacia reficiens* subsp. *misera (afroorientalisch) wächst im Untersuchungsgebiet in den tieferen Lagen bevorzugt auf sandigen Böden, in den höheren Lagen auf vulkanischen Verwitterungsböden. HERLOCKER (1979) ist der Ansicht, dass *Acacia reficiens* den Übergang zur Halbwüstenvegetation markiert. TRAPNELL & LANGDALE-BROWN (1969) und BARKHAM & RAINY (1976) vertreten die Auffassung, dass diese Art besonders in Gebieten mit mäßiger Feuchtigkeit dominiert. Diese Standorte weisen oft eine hohe Versalzung des Bodens auf.

Acacia mellifera* subsp. *mellifera (ost-sahelisch, afroorientalisch, südarabisch) besiedelt nach TRAPNELL & LANGDALE-BROWN (1969), HEMMING (1972) und nach Angaben der FAO (1971) feuchtere Standorte als *Acacia reficiens*. HERLOCKER (1979) geht aufgrund seiner Beobachtungen im Marsabit District davon aus, dass *Acacia mellifera* in den tiefer gelegenen, trockeneren Lagen der Hedad nicht zu den vorherrschenden Arten gehört. Sie gedeiht in den höheren, etwas kühleren und feuchteren Lagen besser als *Acacia reficiens*. Während der langen 8-jährigen Dürreperiode war bei *Acacia mellifera* die Mortalitätsrate höher als bei der mit ihr vergesellschafteten *Acacia reficiens*. In vielen Gebieten Ostafrikas besiedelt *Acacia mellifera* schwarze Tonböden (schwarze Vertisole, „black cotton soil“).

***Commiphora*-Arten** (Tabelle 57):

Aufgrund einer länger anhaltenden Dürreperiode zur Zeit der vorliegenden Untersuchungen waren die *Commiphora*-Arten stets unbelaubt und ohne Früchte, so dass eine Bestimmung der Arten in den meisten Fällen nicht möglich war. In den Tabellen sind daher viele Arten als „*Commiphora* div. spec.“ zusammengefasst. DALE & GREENWAY (1961) bemerken hierzu: „*Commiphora* is a genus of frustrating trees and shrubs, mostly appearing to be leafless for nine months of the year..., the flowers and fruits are seldom produced with the leaves, and are therefore difficult to identify“.

Tabelle 57: Die während anderer Aufenthalte im Gebiet (ausschließlich der nördlichsten Teile) gefundenen *Commiphora*-Arten.

<i>Commiphora africana</i>	<i>Commiphora madagascariensis</i>
<i>Commiphora boiviniana</i>	<i>Commiphora merkeri</i>
<i>Commiphora candidula</i>	<i>Commiphora paolii</i>
<i>Commiphora crenulata</i>	<i>Commiphora rivae</i>
<i>Commiphora erlangerana</i>	<i>Commiphora rostrata</i>
<i>Commiphora erythraea</i>	<i>Commiphora samharensis</i>
<i>Commiphora flaviflora</i>	<i>Commiphora schimperi</i>
<i>Commiphora gileadensis</i>	

Dornstrauch-Formationen, in denen *Commiphora*-Arten vorherrschen, sind im Gebiet besonders in den mittleren Höhenlagen (um 1.000 m) des Mt. Kulal, des Marsabit-Berglandes, der höheren Lagen der Asie-Hügelkette und auf Lava-Plateauflächen der Hedad verbreitet.

Nach TRAPNELL & LANGDALE-BROWN (1969) und HERLOCKER (1979) sind die *Commiphora*-Gehölze ein Vegetationstyp, der mehr Feuchtigkeit benötigt als die genannten *Acacia*-Gehölze. KUCHAR & GILLET (1987) weisen darauf hin, dass in großen Teilen Afrikas viele *Commiphora*-Arten bei Niederschlägen um 250 mm gedeihen. Nach diesen Angaben sind in Teilen Somalias besonders Gebiete mit nur 150 mm reich an *Commiphora*-Arten. Im Untersuchungsgebiet werden in den niederschlagsarmen Bereichen häufig blockreiche Hänge von *Commiphora*-Arten besiedelt. Es sind oft die Arten *Commiphora samharensis* und *Commiphora rostrata*, die an den meisten Standorten häufig zusammen mit *Boswellia neglecta* und *Acacia senegal* var. *kerensis* vorkommen. An diesen durch Spaltensysteme charakterisierten Standorten ist für tiefwurzelnde Arten oft eine bessere Wasserversorgung gewährleistet.

Beispiel A: *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Dornstrauch-Gesellschaft

Lage: 2 km SO von Sololo (Nähe äthiopische Grenze, ca. 670 m über NN).

Niederschläge

Jahresmittel:	400–450 mm
1. Regenzeit:	250–300 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial

Undifferenzierte Sedimente, hauptsächlich Grundgebirgssteine.

Böden: Komplexe aus

- 1.) Mäßig gut drainierte, sehr tiefe, dunkelbraune Böden von unterschiedlicher Textur und Konsistenz.
- 2.) Unzureichend drainierte, flache, gräulich-braune, sehr harte, sodahaltige sandige Tone. Örtlich reich an organischem Material oder örtlich stark verdichtet. Stellenweise verhältnismäßig hohe, staubige Oberflächenschicht („Schaumböden“, VOLK & GEYGER 1970).

Vegetation

Tabelle 58: Die wichtigsten Arten der *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Dornstrauch-Gesellschaft.

	max. Bedeckung
Strauchschicht	
<i>Acacia mellifera</i>	40 %
<i>Acacia paolii</i>	10 %
<i>Acacia reficiens</i>	5 %
<i>Commiphora</i> div. spec.	5 %
<i>Cordia sinensis</i>	5 %
<i>Grewia tenax</i>	5 %
ferner: <i>Delonix elata</i> , <i>Boscia coriacea</i> , <i>Cadaba glandulosa</i> , <i>Cadaba mirabilis</i> , <i>Acacia horrida</i>	
Krautschicht, je nach Dichte der Sträucher bis zu 30 % Bedeckung	
<i>Sericocomopsis hildebrandtii</i>	20 %
Acanthaceen-Zwergsträucher (undet.)	10 %
<i>Barleria eranthemoides</i>	5 %

Beispiel B: Offene *Acacia-Commiphora*-Dornstrauch-Gesellschaft

Lage: ca. 22 km NW von Marsabit Stadt, ca. 760 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	200–250 mm
1. Regenzeit:	100–150 mm
2. Regenzeit:	50–100 mm

Ausgangsmaterial

Tertiäre Lavaströme der unteren Hanglagen der Marsabitberge, des Mt. Kulal und des Hurri-Berglandes.
Hauptsächlich Basalt.

Böden

Komplex von gut bis weniger gut drainierten Böden; flach bis tief, dunkel rötlich-braun, kalkreich, örtlich mit Kochsalzanreicherungen; stellenweise sehr steinig, blockig und felsig. Toniger Lehm bis Ton mit vielen herausragenden Felsen.

Vegetation

Tabelle 59: Die wichtigsten Arten der offenen *Acacia-Commiphora*-Dornstrauch-Gesellschaft.

	max. Bedeckung
Gehölze	
<i>Commiphora</i> div. spec.	10 %
<i>Acacia reficiens</i>	5 %
<i>Acacia tortilis</i>	5 %
ferner: <i>Boswellia neglecta</i> , <i>Boscia coriacea</i> , <i>Cordia sinensis</i> , <i>Maerua crassifolia</i> , <i>Cadaba mirabilis</i>	

Ergebnisse: Die Vegetation im Umland des Mt. Kulal
Vegetation

	max. Bedeckung
Zwergsträucher	
<i>Indigofera spinosa</i>	5 %
<i>Duosperma eremophilum</i>	5 %
ferner: <i>Heliotropium albohispidum</i> , <i>Sericocomopsis hildebrandtii</i> , <i>Indigofera cliffordiana</i> , <i>Barleria cf. proxima</i>	
Gräser	
<i>Aristida adscensionis</i>	5 %
<i>Tetrapogon cenchriformis</i>	5 %
ferner: <i>Cenchrus pennisetiformis</i> , <i>Aristida mutabilis</i>	

Beispiel C: *Acacia-Commiphora*-Dornstrauchgesellschaft mit Übergängen zum Buschland

Lage: ca. 7 km SO von Forole, am Fuße der Forole-Berge (Nähe äthiopische Grenze), 900 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	400–450 mm
1. Regenzeit:	250–300 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial: Undifferenzierte Grundgebirgsgesteine.

Böden: Gut drainiert, sehr tief, dunkel rötlich-braun, krümelig bis fest. Sandig-toniger bis sandiger Lehm.

Vegetation

Tabelle 60: Die wichtigsten Arten der *Acacia-Commiphora*-Dornstrauchgesellschaft mit Übergängen zum Buschland.

	max. Bedeckung
Gehölze	
<i>Acacia nubica</i>	60 %
<i>Acacia mellifera</i>	20 %
<i>Croton dichogamus</i>	10 %
<i>Commiphora boiviniana</i>	20 %
<i>Commiphora ellenbeckii</i> , <i>C. erythraea</i> , <i>C. schimperi</i>	je 5 %
<i>Euphorbia cuneata</i>	5 %
ferner: <i>Commiphora crenulata</i> , <i>Commiphora hildebrandtii</i> , <i>Commiphora rivae</i> , <i>Grewia villosa</i> , <i>Boscia coriacea</i>	
An Bäumen besonders <i>Erythrina rotundo-obovata</i>	
Gräser und Chamaephyten	
<i>Aristida adscensionis</i>	10 %
<i>Tetrapogon cenchriformis</i>	5 %
<i>Sporobolus cf. pellucidus</i>	5 %
ferner: <i>Digitaria spec.</i> , <i>Pennisetum spec.</i> , <i>Pupalia lappacea</i> , <i>Ocimum hadiense</i> , undet. Acanthaceen-Zwergsträucher	

Beispiel D: *Commiphora-Euphorbia cuneata*-Dornstrauchgesellschaft

Lage: ca. 13 km W von Marsabit Stadt, 910 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	250–300 mm
1. Regenzeit:	150–200 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial: Tertiäre Lavaströme der unteren Hanglagen der Marsabit-Berge, hauptsächlich Basalt.

Böden

Komplex aus gut bis weniger gut drainierten Böden, flach bis tief, dunkel rötlich-braun, kalkreich. Örtlich sehr steinig, blockig und felsig. Toniger Lehm bis Ton.

Vegetation

Tabelle 61: Die wichtigsten Arten der *Commiphora-Euphorbia cuneata*-Dornstrauchgesellschaft.

	max. Bedeckung
Gehölze	
<i>Commiphora</i> div. spec.	10 %
<i>Euphorbia cuneata</i>	5 %
ferner <i>Ipomoea cicatricosa</i>	
Zwergsträucher und Gräser	
<i>Plectranthus ignarius</i>	5 %
<i>Sericicomopsis pallida</i>	5 %
ferner: <i>Jatropha parviflora</i> , <i>Indigofera spinosa</i> , <i>Aristida mutabilis</i> , <i>Tetrapogon cenchriformis</i>	

4.2.6.5. Buschland

Im Unterschied zu den Strauchformationen ist bei diesem Vegetationstyp vor allem der Anteil an Bäumen unter den Gehölzen deutlich höher. Der Wasserbedarf ist in der Regel höher, so dass wir diese Formation im Bereich der Trockengebiete an Stellen mit besserer Wasserversorgung finden.

Beispiel A: *Commiphora-Boswellia*-Buschland (= „Myrrhen-Weihrauch-Trockengehölze“, KNAPP 1973)

Lage: Nähe von Dabel (Grenze zu Äthiopien), ca. 700 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	350–400 mm
1. Regenzeit:	200–250 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial: Kolluviale Derivate von undifferenzierten Grundgebirgsgesteinen.

Böden

Gut drainiert, sehr tief, dunkel rötlich-braun, kalkreich. Sehr körniger und steiniger sandiger Lehm mit sehr steiniger Oberfläche. Ungestörte Böden haben eine mäßige bis hohe Infiltrations-Kapazität.

Vegetation

Es existieren 2 Gehölzschichten, deren Deckung 70 % erreichen kann.

- Schicht: *Boswellia rivae*, *Boswellia microphylla*, *Delonix bacca*
 - Schicht: *Commiphora coriacea*, *Commiphora crenulata*, *Commiphora gileadensis*, *Commiphora erythraea*, *Commiphora samharensis*
- Acacia nubica* bildet stellenweise Dickichte
ferner: *Grewia* div. spec, *Blepharispermum* spec.
Gräser: *Aristida adscensionis*, *Sporobolus* spec.

Beispiel B: *Acacia zanzibarica-Commiphora*-Buschland

Lage: ca. 16 km NO von Turbi, ca. 610 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	350–450 mm
1. Regenzeit:	250–300 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial: Basalt und alluviale Derivate von unterschiedlichen Gesteinen.

Böden: Komplex verschiedener dunkler Tonböden, blockig.

Vegetation

Streckenweise Dickichtbildung!

1. Schicht: (Gesamtbedeckung unter 10 %): *Delonix elata*, *Acacia spec.*, *Gyrocarpos hababensis*
2. Schicht: *Acacia zanzibarica* var. *microphylla* (Bedeckung bis 40 %), *Commiphora* div. spec. (Bedeckung bis 20 %)
3. Schicht: *Acacia paolii* (Bedeckung bis 10 %), *Acacia horrida* (Bedeckung bis 10 %) ferner: *Commiphora rostrata*, *Sesamothamnus* cf. *rivae*, *Boscia coriacea*, *Terminalia orbicularis*, *Maerua* div. spec.
Zwergsträucher und Gräser: *Blepharispermum spec.*, *Aristida adscensionis*, *Eragrostis* div. spec.

Beispiel C: *Acacia zanzibarica*-*Commiphora*-Buschland

Lage: ca. 14 km SO von Sololo, ca. 670 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	400–450 mm
1. Regenzeit:	250–300 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial:

Undifferenzierte Sedimente, hauptsächlich von Grundgebirgsgesteinen.

Böden

Komplex von Mäßig gut drainierten, sehr tiefen, dunkel braunen Böden von unterschiedlicher Textur und Konsistenz; Unzureichend drainierte flache, gräulich-braune, sehr harte, sodahaltige sandige Tone. Zustand der Bodenoberfläche sehr unterschiedlich: Örtlich reich an organischem Material (Komponente 1); oder örtlich stark verdichtet (Komponente 2).

Vegetation

(Streckenweise Dickichtbildung!) *Commiphora* div. spec. (max. Bedeckung 60 %), *Acacia zanzibarica* var. *microphylla* (max. Bedeckung 30 %), *Acacia nubica* (max. Bedeckung 5 %).

ferner: *Grewia tenax*, *Cadaba glandulosa*

Krautschicht kaum entwickelt, Bedeckung meist < 1 %.

Beispiel D: Dornstrauchformationen mit mittelhohen perennen Gräsern: *Acacia-Commiphora*-Dornstrauchgesellschaft mit *Chrysopogon plumulosus*

Lage: 12 km SW von Marsabit Stadt, ca. 1.000 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	400–450 mm
1. Regenzeit:	200–250 mm
2. Regenzeit:	150–200 mm

Ausgangsmaterial: Vulkanische Aschen und feinkörniges pyroklastisches Material.

Böden: Gut bis sehr gut drainiert, mäßig tiefgründig. Brauner, örtlich steiniger, feinkörniger, sandig toniger Lehm. Hohe Infiltrationsrate.

Vegetation

Commiphora div. spec. (Bedeckung bis 20 %), *Acacia tortilis* (Bedeckung bis 5 %),

Croton dichogamus, *Jatropha parvifolia*

Zwergsträucher und annuelle Kräuter: *Aspilia mossambicensis* (Bedeckung bis 5 %)

ferner: *Indigofera spinosa*, *Kleinia spec.*, *Blepharis linariifolia*.

Gräser: *Chrysopogon plumulosus* (Bedeckung bis 30 %).

4.2.6.6. Perennes Grasland

Beispiel A: *Enneapogon-Sporobolus*-Kurzgrasland

In den unteren Hanglagen des Untersuchungsgebietes ist streckenweise ein offenes Grasland verbreitet, in dem besonders niedrige Horstgräser verbreitet sind. Annuelle Gräser sind oft noch reichlich vertreten, z.T. als Vegetationsmosaik von niedrigen perennen und annuellen Gräsern. Geht bei besserer Wasserversorgung in die *Chrysopogon*-Grasländer über.

Lage: Unterer Bereich des Hurri-Berglandes, ca. 25 km NO von Kalacha, 760 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	300–350 mm
1. Regenzeit:	200–250 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial:

Tertiäre Lavadecken, meistens Basalt.

Böden

Komplex aus gut bis mäßig drainierten, flachen bis tiefen, dunkel rötlich-braunen, kalkreichen tonigen Lehm bis Lehm, örtlich sehr steinig bis blockig, mitunter extrem steinig bis blockig.

Vegetation

Tabelle 62: Die wichtigsten Arten des *Enneapogon-Sporobolus*-Kurzgraslandes.

Gräser	max. Bedeckung
<i>Aristida adscensionis</i> (insbesondere auf sehr gut drainierten vulkanischen Aschen vorherrschend)	40 %
<i>Enneapogon desvauxii</i>	20 %
<i>Brachiaria semiundulata</i>	10 %
<i>Sporobolus cf. pellucidus</i>	10 %
<i>Leptothrium senegalense</i>	5 %
<i>Cenchrus pennisetiformis</i>	5 %
Acanthaceen-Zwergsträucher	10 %

Beispiel B: *Sporobolus spicatus*-Kurzgrasland, "Halophile *Sporobolus spicatus*-Rasen" (KNAPP 1973), im Randbereich der Chalbi und im Uferbereich des Turkana Sees.

Lage: ca. 27 km SO von N.-Horr, ca. 600 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	100–150 mm
1. Regenzeit:	50–100 mm
2. Regenzeit:	0–50 mm

Viele saisonal wasserführende Flüsse („Lagas“) münden in die Chalbi, so dass diese während der Regenzeit überflutet ist. In der Trockenzeit bilden sich Salzkusten, diese Flächen sind vegetationslos. Vegetation ist nur in einem schmalen Randbereich der Chalbi vorhanden.

Ausgangsmaterial

Seeablagerungen unterschiedlicher Herkunft.

Böden

Ungenügend bis schlecht drainiert. Sehr tiefe, braune bis oliv-graue, stark kalk- und kochsalzhaltige Böden; saisonal überflutet.

Vegetation

Sporobolus spicatus (Bedeckung bis 70 %)

Drake-brockmania somalensis (Bedeckung bis 5 %)

Beispiel C: Mittelhohes *Chrysopogon plumulosus*-Grasland mit Zwergsträuchern

In mittleren Höhenlagen (ca. 1.000–1.700 m) ist das vorherrschende Gras im Untersuchungsgebiet *Chrysopogon plumulosus*. Dieses, ca. 60 cm hohe Horstgras mit afroorientalischer Verbreitung, ist für die trockeneren Teile Nordkenias die wichtigste Weidepflanze (bes. für Rinder). In höheren Lagen kommt diese Art häufig zusammen mit *Themeda triandra* vor.

Lage: Mittlerer Bereich des Hurri-Berglandes, ca. 42 km NO von Kalacha, ca. 1.070 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	400–450 mm
1. Regenzeit:	250–300 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial

Vulkanite; vulkanische Aschen und feinkörniges pyroklastisches Material.

Böden

Gut bis sehr gut drainiert, mäßig tiefgründig. Brauner, örtlich steiniger, feinkörniger, sandig toniger Lehm. Hohe Infiltrationsrate.

Vegetation

Chrysopogon plumulosus (max. Bedeckung 30 %), *Sporobolus cf. pellucidus* (max. Bedeckung 10 %). Ferner *Setaria incrassata* und Acanthaceen-Zwergsträucher.

Beispiel D: Mittelhohes *Chrysopogon plumulosus*-Grasland mit vereinzelt Akazien

Lage: Nordteil des Hurri-Berglandes, 17 km SW von Forole, ca. 1.128 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	400–450 mm
1. Regenzeit:	250–300 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial

Vulkanite; vulkanische Aschen und feinkörniges pyroklastisches Material.

Böden

Gut bis sehr gut drainiert, mäßig tiefgründig. Brauner, örtlich steiniger, feinkörniger, sandig toniger Lehm. Hohe Infiltrationsrate.

Vegetation (Abbildung 39):

Chrysopogon plumulosus (max. Bedeckung 60 %), *Setaria incrassata* und *Digitaria spec.* (max. Bedeckung je 5 %). Stellenweise vereinzelte Sträucher: *Acacia mellifera*, *Acacia reficiens*.

Beispiel E: Mittelhohes bis hohes *Themeda triandra*-Grasland.

Nach KNAPP (1973) gehört das paläotropisch verbreitete Gras *Themeda triandra* zu den am weitesten verbreiteten Grasarten Afrikas. Dieses sehr variable Horstgras kommt in Ostafrika in Höhen bis zu 2.500 m vor. Es kann nahezu Reinbestände bilden, aber auch zusammen mit anderen Arten auftreten. z.B. mit *Chrysopogon plumulosus* im trockeneren Bereich und mit *Bothriochloa insculpta* in den feuchteren höheren Lagen.

Lage: Hohe Lagen des Hurri-Berglandes 53 km NO von Kalacha, ca. 1.260 m über NN.

Niederschläge

Jahresmittel:	500–550 mm
1. Regenzeit:	300–350 mm
2. Regenzeit:	150–250 mm

Ausgangsmaterial

Verhältnismäßig feinkörniges pyroklastisches Material, besonders vulkanische Aschen.

Böden

Gut bis sehr gut drainiert, ziemlich tief. Dunkelbrauner, feinkörniger, sandig toniger Lehm, stellenweise steinig. Verhältnismäßig reich an organischem Material an der Oberfläche, gute Infiltrationsrate.

Vegetation Tabelle 63: Mittelhohes bis hohes *Themeda triandra*-Grasland.

Gräser	max. Bedeckung
<i>Themeda triandra</i>	60 %
<i>Chrysopogon plumulosus</i>	10 %
<i>Cymbopogon excavatus</i>	5 %

Beispiel F: Saisonal überflutetes *Lintonia nutans*-*Acacia mellifera*-Grasland mit Sträuchern, („*Lintonia-Acacia mellifera* seasonally waterlogged shrub grassland“, PRATT & GWYNNE 1977)

Lintonia nutans ist ein ausläufertreibendes Gras mit sudano-sambesischer Verbreitung. Es wächst häufig zusammen mit *Acacia mellifera* und *Acacia paolii* auf schwarzen Tonböden (schwarze Vertisole, „black cotton soil“). *Pennisetum mezianum* ist ein bis zu 1,20 m hoch werdendes Horstgras, dessen Stängel z.T. stark verholzt sind. Die Verbreitung ist sudano-sambesisch bis nach NO-Afrika. Diese Art ist in mittleren Lagen bis ca. 1.800 m verbreitet und kommt in höheren Lagen oft zusammen mit *Acacia drepanolobium* vor.

Lage: ca. 15 km SO von Forole, ca. 850 m über NN.



Abbildung 39: Perennes Grasland mit *Chrysopogon plumulosus*.

Ergebnisse: Die Vegetation im Umland des Mt. Kulal
Vegetation

Niederschläge

Jahresmittel:	400–450 mm
1. Regenzeit:	250–300 mm
2. Regenzeit:	100–150 mm

Ausgangsmaterial

Basalt.

Böden

Schlecht drainiert, sehr tief, dunkelbraun, in der Trockenzeit sehr hart. Kalkreicher, rissiger Ton, örtlich steinig. An der Oberfläche relativ hoher Anteil an organischem Material.

Vegetation

Gehölze in der Regel unter 1 %, stellenweise aber bis 20 %!
Acacia mellifera, *Acacia seyal* var. *fistula*, *Commiphora* spec.

Tabelle 64: Saisonal überflutetes *Lintonia nutans*-*Acacia mellifera* Grasland mit Sträuchern.

Gräser	max. Bedeckung
<i>Lintonia nutans</i>	30 %
<i>Setaria acromelaena</i>	10 %
<i>Aristida adscensionis</i>	5 %
<i>Enteropogon macrostachyus</i>	5 %
Zwergsträucher: <i>Ruellia patula</i>	

Eine Variante mit einem höheren Anteil an Sträuchern (*Acacia mellifera*, *Commiphora* spec., *Acacia horrida*, *Cadaba glandulosa*) und Zwergsträuchern (*Aspilia mossambicensis*, *Abutilon guineense*, *Barleria acanthoides*, *Bothriocline somalensis*) wurde 18 km NW von Turbi in 750 m über NN gefunden. Niederschläge und Böden wie oben.

4.2.6.7. Vegetationseinheiten grundwassernaher Standorte

Beispiel A: **Doumpalmen-Oasen:**

Nach HEMMING (1972) und BARKHAM & RAINY (1976) ist die Versalzung dieser Standorte gering bis hoch. Im Untersuchungsgebiet befinden sich solche Palmen-Oasen am Rande der Chalbi, bei N.-Horr, und am Fuße des Mt. Kulal: Gus, Laridabach, Loyangalani, Olturot.

Vegetation

	max. Bedeckung
<i>Hyphaene coriacea</i>	90 %
<i>Salvadora persica</i>	5 %

Beispiel B: Immergrüne *Salvadora persica*-Gebüsche

Im Boden kommt es häufig zu NaCl-Anreicherungen. In bestimmten Tallagen, z.B. im Ndoto-Vorgebirgsland, tritt diese Art häufig zusammen mit *Acacia tortilis* auf. GILLET (1941) vermutet, dass diese Art unter bestimmten Umständen ein Sukzessionsstadium zu den *Acacia tortilis*-Baumgehölzen sein kann. Diese Möglichkeit konnte im Untersuchungsgebiet nicht beobachtet werden. *Salvadora persica* bildet innerhalb der genannten Gebüsche meistens Reinbestände.

Vegetation

	max. Bedeckung
<i>Salvadora persica</i>	bis 80 %

Beispiel C: *Acacia tortilis*-Ufergehölze

(häufigster Typ der Ufergehölze im Untersuchungsgebiet; s. auch SCHULTKA & WALTHER 1984).

Lage: NW von Korr, ca. 600 m über NN.

Vegetation

Abbildung 40.

Tabelle 65: *Acacia tortilis*-Ufergehölze.

Gehölze	max. Bedeckung
<i>Acacia tortilis</i>	60 %
<i>Acacia senegal</i>	5 %
<i>Salvadora persica</i>	5 %
<i>Cordia sinensis</i>	5 %
ferner: <i>Maerua endlichii</i> , <i>Maerua kirkii</i> , <i>Delonix elata</i> , <i>Callotropis procera</i> , <i>Solanum arundo</i>	

Beispiel D: *Acacia elatior* subsp. *turkanae*-Ufergehölze:

Besonders im Nordwesten des Marsabit Districts vorwiegend auf sandigen Standorten. Bildet nahezu Reinbestände.

Vegetation:

Gehölze

Acacia elatior subsp. *turkanae* - max. Bedeckung: 80 %

Salvadora persica - max. Bedeckung: 5 %



Abbildung 40: Ufergehölz mit vorwiegend *Acacia tortilis* an einem Laga in Nordkenia.

Beispiel E: *Diospyros scabra*-Ufergehölze:

Lage: Nähe von Haut, Ndoto-Vorland, ca. 780 m über NN. Im Bereich der Bergfußflächen an felsigen Ufern.

Vegetation

Tabelle 66: *Diospyros scabra*-Ufergehölze.

Gehölze	max. Bedeckung
<i>Diospyros scabra</i>	60 %
<i>Acacia tortilis</i>	10 %
<i>Grewia tenax</i>	5 %
ferner: <i>Boscia coriacea</i> , <i>Ziziphus mauritanus</i>	

Übersichtsdarstellung der Trockenvegetation

In Abbildung 41 und 42 werden die oben aufgeführten Vegetationseinheiten vom Umland des Mt. Kulal in Form von Ökogrammen zusammenfassend dargestellt. Die Achsen der Ökogramme werden von der Bodentextur und den Niederschlägen gebildet, den Haupteinflussfaktoren in dieser Region.

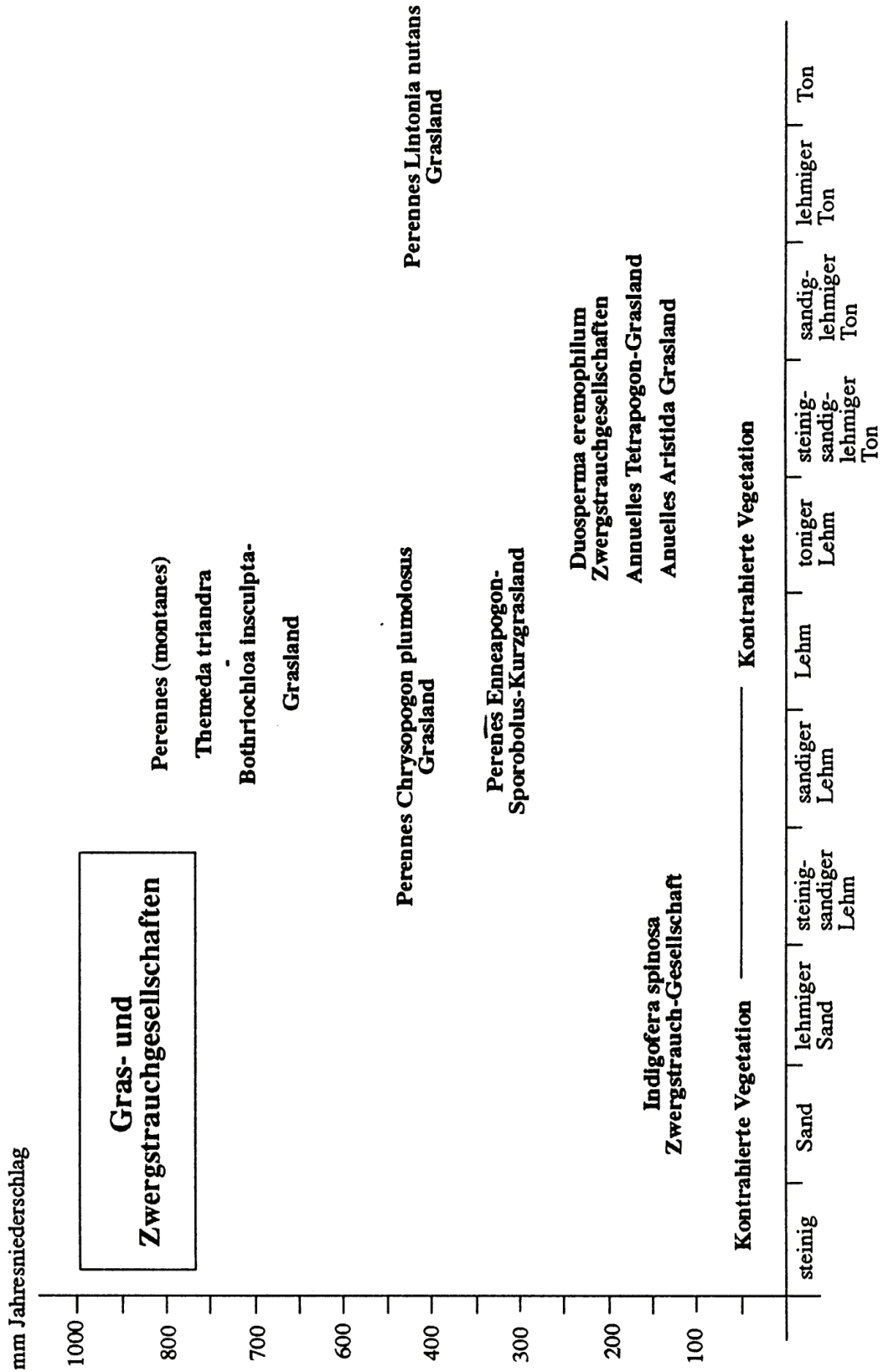


Abbildung 41: Ökogramm der Gras- und Zwergstrauchgesellschaften im Umland des Mt. Kulal, Nordkenia.

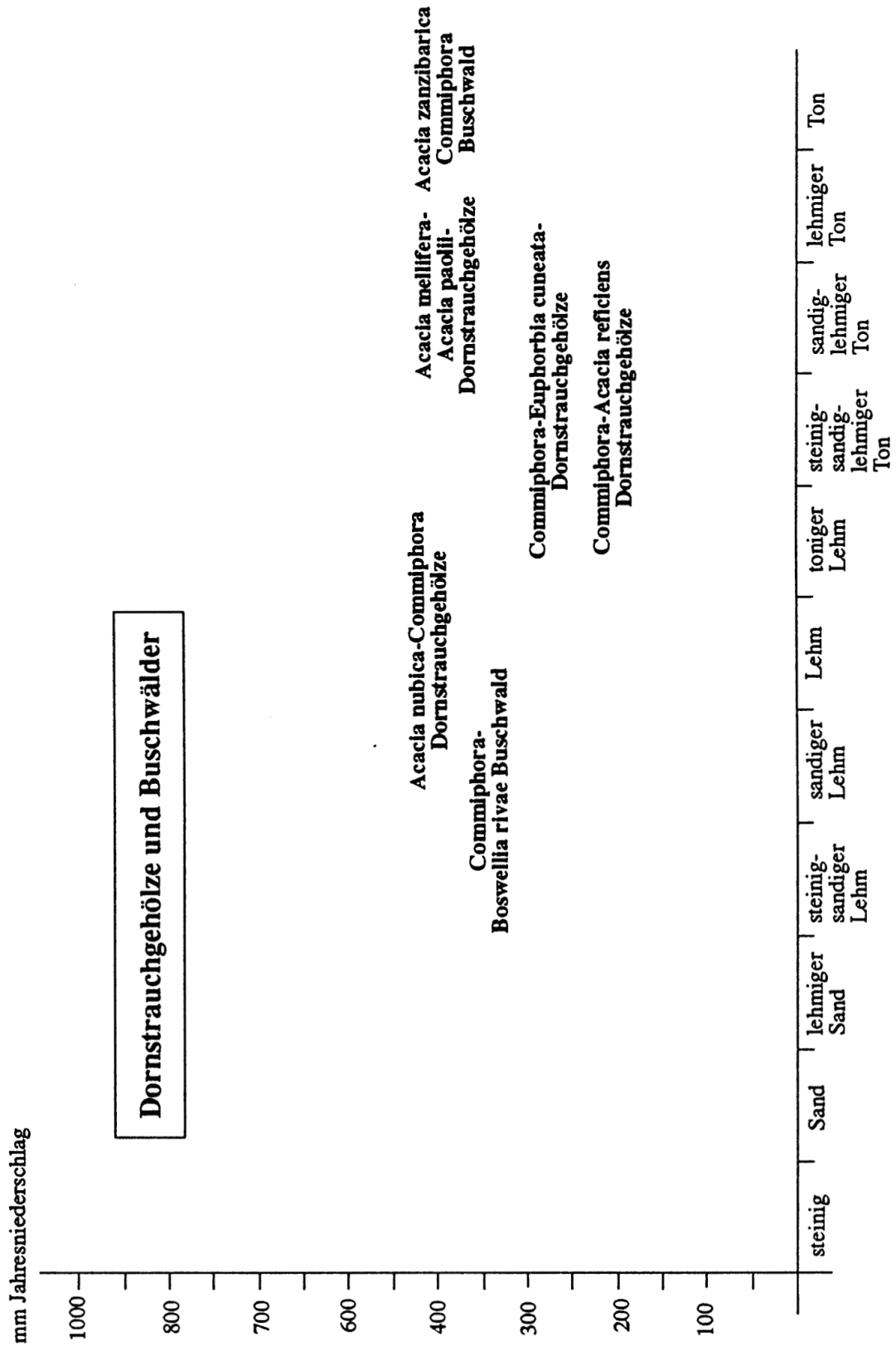


Abbildung 42: Ökogramm der Dornstrauchgehölze und Buschwälder im Umland des Mt. Kulal, Nordkenia.

4.3. Engare Ondare: Anthropogene Vegetationsveränderungen im Bereich der trockenkahlen Dorngehölze

4.3.1. Einführung

Die anthropogen bedingte Beeinflussung der Vegetation im unteren Bereich des Mt. Kulal war zur Zeit der Untersuchungen nur gering. Das hängt zum einen damit zusammen, dass die Entfernungen zu Wasserstellen zu groß sind, so dass in diesem Gebiet länger bestehende Wohnplätze nicht errichtet wurden. Zum anderen wurde damals die Bevölkerung des Mt. Kulal durch Turkana-Überfälle tyrannisiert, die zur Folge hatten, dass bestimmte Gebiete, besonders in den unteren Lagen, seit mehreren Jahren von Samburu-Hirten nicht mehr aufgesucht wurden. Bei der Suche nach vergleichbaren „Ersatzflächen“ bot sich ein weiter südlich gelegenes Gebiet südwestlich der Distrikthauptstadt Isiolo an. Es entspricht weitgehend der Fläche der Karte „Engare Ondare“ (Kenya Government 1976; 1:50.000). In der Folge wird dieses Untersuchungsgebiet „Engare Ondare“ (= „Ngare Ndare“) genannt werden.

4.3.2. Lage und naturräumliche Gliederung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet von Engare Ondare befindet sich im Südosten des Isiolo Distrikts, und zwar 37°23'–37°30' Ost und 0°25'–0°17' Nord. Der größte Teil des Gebietes liegt in Höhen von 1.100–1.300 m über NN. Es wird eingerahmt vom Mukogodo-Gebirge (2.123 m) im Westen, dem Lolmotonyi (1.774 m) und dem Lenkushu (1.782 m) im Osten und dem Ndare-Hochland im Süden. Ein auffallendes Landschaftselement sind in diesem Gebiet die ebenen bis flachgeneigten Vulkanitdecken, die im Westen von den Flüssen Engare Sirgon (= Ngare Sirgon) bzw. Engare Ondare und im Nordosten vom Barberess begrenzt werden. Die Vulkanite gehören nach SHACKLETON (1946) zur Laikipia-Basaltserie, die zwischen dem Mt. Kenya und dem mittleren Ewaso Ng'iro-Becken vorkommen. Es handelt sich dabei um typische Plateaulaven aus dem Pliozän. Die Basaltdecken ruhen auf einer ca. 1.000 m hochgelegenen Landoberfläche, deren westliche Fortsetzung von SHACKLETON (1946) als jungtertiäre (pliozäne) Rumpffläche angesehen wird. Die pliozäne Landoberfläche wird also durch die schützende Basaltdecke konserviert und nur außerhalb dieser besonders entlang der Flüsse zerschnitten oder durch Flächenspülung tiefer gelegt. Die Vulkanitdecken sind im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes (z.B. östlich des Ol Doinyo Dorobo) ca. 80 m mächtig und dünnen am Barbaress in Form von Blockfeldern aus. Die Basalte sind alkalisch, ihre Verwitterungsprodukte und auch die Böden haben einen hohen Karbonatgehalt. Die Vulkanitdecken haben eine geringe Taldichte mit Talabständen von 1 bis 5 km. Diese Reliefform entspricht nach der Klassifikation von SPÖNEMANN (1984) den „schwach zertalten“ Vulkanitdecken.

Das Untersuchungsgebiet lässt sich nach geomorphologischen und geologischen Gesichtspunkten in verschiedene Landschaftseinheiten gliedern (MÄCKEL & SCHULTKA 1988).

- Fußfluren der Bergländer über metamorphen Gesteinen (Ol Doinyo Dorobo)
- Vulkanitdecken
- Talhänge und Talebenen im Bereich der Vulkanitdecken (Abbildung 43).

Die Untersuchungsflächen lagen im Bereich der Vulkanitdecken, der Talhänge und der Talebenen der Laga Lobarua (= Leparua) und Lopekadorr und des bis etwa zum Ol Doinyo Dorobo wasserführenden Engare Sirgon. Die Talebenen liegen meist 25–30 m unter der Oberkante der Vulkanitdecken.

4.3.3. Klima

Nach JÄTZOLD (1981) ist das Untersuchungsgebiet durch ein warmtemperiertes überwiegend vollarides tropisches Höhenklima mit zwei sehr kurzen, meist semihumiden Jahreszeiten im April bzw. im November gekennzeichnet. Messreihen mit dem Hygrotestgerät und dem Thermohygrographen ergaben für die höchsten Tagestemperaturen regelmäßig Werte von über 30 °C, während die Nachttemperaturen unter 20 °C blieben. Die saisonalen Temperaturschwankungen liegen hier (in Äquatornähe) bei 5 °C. Die relative Feuchte lag am frühen Morgen infolge des Temperaturabfalls bei 70 %, fiel aber tagsüber schnell bis auf unter 20 % ab. Die mittleren Jahresniederschläge betragen für die nächstgelegene Klimastation bei Isiolo 639 mm (Kenya Meteor. Dept. 1984). Aufgrund der Leelage sind die Niederschläge im Untersuchungsgebiet Engare Ondare geringer und werden von H.-J. SCHWARTZ (1987, unveröffentlicht) mit 510 mm pro Jahr angegeben. Die hohe Variabilität der Niederschläge äußert sich in der unterschiedlichen Menge und Verteilung gegenüber dem längerfristigen Mittel in der Konzentration der Niederschläge auf wenige Starkregen und dem unterschiedlichen Beginn und der Dauer der Regenzeiten.



Abbildung 43: Landschaft um Engare Ondare. Deutlich sind die Plateauflächen, das Tal des Engare Sirgon sowie die Talhänge zu erkennen.

4.3.4. Böden

4.3.4.1. Böden der Vulkanitdecken

4.3.4.1.1 Tiefgründige schwarze Tonböden

Die schwarzen tonigen Böden („black cotton soil“) kommen über tiefgründig verwittertem Basalt vor. In den oberen Dezimetern sind sie mehr oder weniger karbonatfrei. Mit zunehmender Tiefe werden die tiefgründigen Böden sehr karbonatreich. An der Grenze zum verwitterten Basalt führt die Karbonatanreicherung zur Bildung von Konkretionen und Kalkkrusten. Nach SIDERIUS & VAN DER POUW (1980) handelt es sich um einen „calcareo-pellic vertisol“. Durch den jahreszeitlichen Wechsel des Feuchtigkeitsgehaltes im Boden kommt es zum Schrumpfen und Aufquellen des Oberbodens, was zur Bildung eines Mikroreliefs führt (= Gilgai-Mikrorelief). In der Trockenzeit sind die oberen Zentimeter des Bodens durch ein porös-plattiges Gefüge mit einem losen Verfestigungsgrad gekennzeichnet, so dass es beim Betreten nachsackt. Häufige Winde und Windhosen verfrachten das lockere Feinmaterial. Zu den Tälern hin sind die Böden starker Erosion unterworfen. Häufig stehen Grus- und Schuttdecken aus Kalkkonkretionen und Basalt sowie Kalkkrusten an.

4.3.4.1.2 Mittel- bis flachgründige grauschwarze bis rotbraune Böden

In den randlichen und tiefer gelegenen Zonen der Vulkanitdecken gehen die tiefgründigen Vertisole in mittel- bis flachgründige, grauschwarze bis braunschwarze Böden über. Diese tonigen Böden sind von einer Grusdecke aus Basalt und Kalk überzogen. Nach Austrocknung sind sie locker und bereits 10 cm unter Flur sehr stark verfestigt. An Baumarten fällt besonders *Acacia tortilis* auf. Da dieses Gebiet als Weideland genutzt wird und die Gehölze häufig abgeschlagen werden, ist der „naturnahe Bestand“ gelichtet. Die einsetzende Landschaftsdegradierung äußert sich in der zunehmenden Flachgründigkeit und Steinigkeit der Böden. Am Rande zu den block- und felsreichen Hängen aus Basalt kommen rotbraune Böden auf ebenen bis sehr flach geneigten Arealen vor. Die flach- bis mittelgründigen Böden sind karbonatfrei und bestehen aus schluffigem oder tonigem Lehm. Das Feinmaterial liegt dem Festgestein oder den Basaltblöcken direkt auf. Im Gegensatz zu den benachbarten graubraunen Böden derselben Ebene fehlt der Verwitterungshorizont.

4.3.4.2. Böden der Talhänge

4.3.4.2.1 Karbonatfreie rotbraune Böden

Die karbonatfreien rotbraunen Böden über Basalt („chromic cambisols“) sind flach bis sehr flachgründig und kommen vor allem an schwach bis mittel geneigten Abschnitten der Talhänge vor. Der Anteil von Grobmaterial an der Oberfläche gegenüber dem Feinmaterial (toniger Lehm) liegt zwischen 5 und 25 %. Die Vegetation ist artenreich und wegen der Steilheit und wegen der Felsblöcke an vielen Hangabschnitten durch Weidetiere nur mäßig beeinträchtigt.

4.3.4.2.2 Karbonathaltige Böden

Die an den Talhängen am weitesten verbreiteten Böden sind die karbonathaltigen bis -reichen über Basalt mit rotbrauner, brauner oder graubrauner Farbe. Es sind meist flachgründige bis sehr flachgründige Böden aus sandig-tonigem oder schluffigem Lehm, der grusig und steinig ist. Das Grobmaterial besteht aus Basaltschutt und Kalkkonkretionen. Das Feinmaterial zwischen den Blöcken und Steinen besteht aus schluffig-tonigem Lehm bis schluffig-lehmigem Ton. Auf sehr flachgründigen Böden dominiert als sehr offener Bestand *Acacia tortilis*, der an blockreichen Stellen einen hohen Anteil an *Commiphora*-Arten aufweist. Trotz der Hanglage werden diese Wuchsorte von Weidetieren genutzt. Dies führt zu linearer Erosion im lockeren Material und zu verstärkter Ausspülung von Feinmaterial und Grus.

4.3.4.3. Böden der Talebenen

Die Talebenen des Lobarua und des Lopekadorr liegen 25–30 m unter der Oberkante der Vulkanitdecke; beim Engare Sirgon beträgt die Differenz 60 m. Obwohl die Talsohle oft nicht breiter als 200 m ist, zeichnet sie sich durch eine Vielfalt an Böden aus. Der Grund dafür liegt erstens in der unterschiedlichen Herkunft der Auensedimente, die entweder aus Verwitterungsmaterial bzw. aus Böden über Basalt oder dem Grundgebirge stammen, zweitens an der Art und dem Faziesbereich der Sedimentation und drittens in ihrem Alter. Außerdem werden die Böden der Täler je nach dem Grad menschlicher Einwirkung und ihrer Lage zum Talhang bzw. Gerinnebett unterschiedlich beeinträchtigt. Daraus ergibt sich ein vielfältiges Mosaik von naturnahen und degradierten Vegetationsbeständen.

4.3.4.3.1 Vertisole und verwandte Böden

Vertisole kommen im Bereich der Talsohle in unterschiedlicher Höhenlage und Entfernung zum Gerinnebett vor. Die höher und weiter entfernt liegenden zeichnen sich, wie die Vertisole der Vulkanitdecken, in der Trockenzeit durch einen „luftig weichen“, 10–15 cm mächtigen Oberboden aus tonigem Lehm bis lehmigem Ton aus. Darunter liegt ein sehr fester Ton bis lehmiger Ton, der mitunter reich an Grus ist. Im Gegensatz zu den tieferen karbonathaltigen und zum Teil mit Kalkkonkretionen angereicherten Lagen, ist der Oberboden arm an Karbonat. In der offenen bis dichten Dornstrauchvegetation dominiert *Acacia mellifera*, in Überschwemmungsbereichen *Acacia horrida*. Die Vertisolgebiete werden gelegentlich als Durchgang zu den Weideflächen genutzt. Die Beeinträchtigung durch Weidetiere ist daher nur mäßig. Entlang von Trampelpfaden entstehen gelegentlich flache Spülrinnen, in denen Grus und kleine Steine transportiert werden. Infolge starker Abtragung des Lockermaterials von den Hängen sind die dunklen Tonböden in Hangnähe häufig von Hangspülmaterial überdeckt worden. Außerdem liegen hier häufig Steine und Blöcke verstreut, die ebenfalls von den Hängen stammen.

An schwach geneigten Hängen mit bereits sehr hohem Anteil an Steinen und Blöcken an der Oberfläche (20–25 %) ändert sich die Pflanzenartenzusammensetzung trotz des mittel- bis tiefgründigen Tonbodens. In der Strauchschicht treten randlich *Acacia horrida*, *Acacia mellifera* und *Acacia reficiens* auf; in der Krautschicht dominiert der Zwergstrauch *Seddera hirsuta*. Bei den Vertisolen in unmittelbarer Nähe des Flusses ist der dunkle Tonhorizont 2–2,5 m mächtig und wird von Hangspülsedimenten unterlagert. Weiter entfernt vom Fluss sind die Vertisole von kolluvialen Schüttungen überdeckt. Die Vertisole haben sich im Bereich der Überschwemmungsebene gebildet. Einen größeren saisonalen Überschwemmungsbereich mit Vertisolen bildet der Zusammenfluss des Engare Sirgon mit dem Engare Ondare. Bei den dunklen schluffigen Auenböden handelt es sich um jüngere karbonathaltige Sedimente, die aus vulkanischem Verwitterungsmaterial stammen.

4.3.4.3.2 Rotbraune und braune Auenböden

Bei den braunen und dunkelbraunen Auenböden handelt es sich um karbonatfreie bis stark karbonathaltige Böden aus schluffigem Lehm oder sandig-tonigem Lehm. Die oberen Dezimeter sind in der Regel sandiger (z.B. schluffiger oder lehmiger Sand). Für die Vegetationsausbildung scheint die obere Sedimentdecke, soweit sie mindestens 50 cm mächtig ist, ausschlaggebend zu sein. Die Vegetation der Talau besteht außerhalb der Galeriegehölze aus einem lichten *Acacia tortilis*-Gehölz mit vorherrschendem *Indigofera spinosa* in der Krautschicht. Die Bestände werden beweidet. Gelegentlich findet man verlassene Wohnplätze („Manyatta“) auf dem höheren Niveau der Talebene. Bei verstärkter Beeinträchtigung des Gebietes durch Beweidung erhöht sich die Menge des flächenhaft abgespülten Feinmaterials. An der Oberfläche bilden sich Erdkrusten bzw. eine Anreicherung von Grus und Steinen.

4.3.4.3.3 Ältere, erodierte Auenböden

Auf dem oberen Niveau der Talsohle kommen stark erodierte Böden vor, die einen hohen Anteil an Grus und Steinen aus Basalt, Grundgebirgsmaterial und Kalk haben. Die Böden sind karbonatreich und weisen Lagen mit mehr oder weniger häufigen Kalkkonkretionen auf. Talabschnitte mit Erosionsböden bilden die Endstadien der Degradationsserie, die von dichten *Acacia tortilis*-Beständen über Auenböden ihren Ausgang genommen haben. Die Vegetation über Erosionsböden besteht aus niedrigen Dornstrauchgehölzen. Unter der lichten Vegetationsdecke werden die Böden beschleunigt durch Starkregen zerstört, auf der Ebene durch flächenhafte Verspülung des Fein- und Grusmaterials. Starke Windböen vor Gewitterregen verfrachten ebenfalls Feinmaterial bis hin zur Grobsandfraktion.

4.3.5. Besiedlungs- und Nutzungsgeschichte des Gebietes von Engare Ondare

Da dieses Gebiet erheblich weniger erforscht ist als das Gebiet um den Mt. Kulal, sind die Informationen über Besiedlung und Landnutzung in den zurückliegenden Jahrzehnten ausgesprochen spärlich. Die meisten Informationen waren durch Befragung der ortsansässigen Bevölkerung zu erhalten. Hauptinformant war Herr Josef Muriyo. Wegen der geringen und sehr variablen Niederschlagsverhältnisse war das Gebiet im Wesentlichen nur durch Jäger und Sammler bzw. durch mehr oder weniger nomadisch lebende Viehhalter zu nutzen. Das Gebiet dürfte in zurückliegender Zeit Siedlungsgebiet der ethnisch schwer einzuordnenden Dorobo gewesen sein, die als Jäger und Sammler lebten. Verschiedene Ortsbezeichnungen, wie z.B. „Ol Doinyo Dorobo“ (in Maasai = Berg der Dorobo), weisen darauf hin. Zur Zeit wird das Gebiet von den Don Dol-Maasai, Samburu und Turkana genutzt. Bei den Don Dol-Maasai scheint es sich um eine Mischpopulation von Dorobo und Maasai zu handeln. Die Sammeltätigkeit ist bei ihnen noch sehr ausgeprägt. Sie bezieht sich besonders auf das Sammeln von Honig, Früchten und Heilpflanzen. Die Fähigkeit, in Flussnähe effektiven Ackerbau mit Bewässerung zu betreiben, wie es besonders in den höheren Lagen am Loborua und am Engare Sirgon geschieht, ist damit zu erklären, dass in diesen Fällen Frauen der im Ackerbau versierten Meru geheiratet wurden. Zumindest zeitweilig lebten nördlich des Loborua Somali-Nomaden mit Rindern, Schafen und Ziegen, südlich des Loborua vorwiegend Don Dol-Maasai, ebenfalls mit Rindern, Schafen und Ziegen.

Bis ca. 1965 war der Tierbestand im Gebiet deutlich geringer als zur Zeit, genaue Angaben fehlen jedoch. Nach Angaben ortsansässiger Informanten dürfte der Tierbestand in dieser zurückliegenden Zeit bei ca. 500 Großvieheinheiten (TLU = „Tropical Livestock Unit“) auf 72 km² gelegen haben. Bis zu 8 TLU pro km² (= 576 TLU auf 72 km²) werden für diese Gebiete als normal angesehen (H.-J. Schwartz, mündliche Mitteilung). Während der Trockenzeiten war das Gebiet weitgehend verlassen, die Nomaden suchten dann Trockenzeitweidegebiete auf; die der Don Dol-Maasai befanden sich auf den angrenzenden Bergen (z.B. Mukogodo-Forest). Bis 1964 führte der Loborua etwa bis zur Forschungsstation permanent Wasser. Durch zunehmenden Wasserverbrauch in den höheren Lagen, besonders zur Bewässerung kleiner Felder, führt er nunmehr nur noch kurzzeitig Wasser, oft nur für wenige Stunden nach starken Regenfällen. Ähnlich verhält es sich mit dem Engare Sirgon, dem seit 1987 im Oberlauf verstärkt Wasser entnommen wird. Zur Zeit der Untersuchungen führte er noch etwa bis zum Ol Doinyo Dorobo permanent Wasser, von kurzzeitigen Unterbrechungen abgesehen.

Seit 1967 ist das Untersuchungsgebiet ein Bestandteil der Quarantänestation des Ministry of Livestock Development (MLD). Seit dieser Zeit werden in dem ausgewiesenen Quarantänegebiet (ca. 270 km²) bis zu fünfmal im Jahr für jeweils 2–3 Monate etwa 5.000 bis 10.000 Rinder geweidet. Ihre Hauptweidegebiete befinden sich im Bereich des Engare Sirgon (ca. 5 km von der Station entfernt), bei Isiolo (ca. 10–15 km von der Station entfernt) und am Fluss Ewaso Ng'iro (ca. 25 km von der Station entfernt). Es kommt aber auch vor, dass in manchen Jahren keine MLD-Rinder im Gebiet weiden. Ein großer Teil der Weideflächen (die bei

Isiolo und am Ewaso Ng'iro) befinden sich außerhalb unseres eigentlichen Untersuchungsgebietes. Dieses ist etwa 45 km² groß. In diesem Gebiet weiden bis zu maximal 1.350 Rinder. Ihre Besatzstärke variiert stark, je nach Jahreszeit und Weidegrund; er schwankt zwischen 3 und 30 Rinder pro km². Die ideale Besatzdichte liegt in derartigen Gebieten maximal bei 4 Rindern pro km²! Zu diesen MLD-Rindern kommen noch Ziegen und Schafe der im Gebiet lebenden Samburu, Don Dol-Maasai und Turkana hinzu sowie die Tiere, die auf dem Gelände der Engare Ondare-Forschungsstation gehalten werden. Das sind neben Schafen, Ziegen und Rindern noch 60 Dromedare und 10 Esel. Der Besatz an Schafen und Ziegen liegt bei 130 Stück pro km². Das entspricht 13 TLU pro km². Nach JÄTZOLD & SCHMIDT (1983) liegt die Kapazitätsgrenze bei 8 TLU pro km². Das ist nur eine grobe Abschätzung, aus ihr geht aber hervor, dass dieses Gebiet mit Weidetieren überbesetzt ist. Die Beeinflussung der Vegetation durch Weidetiere erfolgt über Tritt, Verbiss und durch Eutrophierung durch Exkremamente.

Nach den Aussagen der Ortsansässigen kam es nach der Einrichtung der Quarantänestation zu folgenden Vegetationsveränderungen: Es war ein Rückgang ausdauernder Gräser, insbesondere von *Chrysopogon plumulosus*, zu verzeichnen. Dorngehölze, (insbesondere *Acacia tortilis*) nahmen dagegen zu, desgleichen hohe Zwergsträucher wie *Sericocomopsis pallida*, *Lippia carviadora*, und *Vernonia cinerascens*. Kurzlebige Gräser nehmen ebenfalls zu, vor allem die Arten *Tetrapogon cenchriformis*, *Aristida adscensionis* (bes. an den Talhängen), *Tragus berteronianus* und *Eragrostis*-Arten. Seit dem Beginn der achtziger Jahre ist zusätzlich eine starke Zunahme von *Tribulus terrestris* zu verzeichnen, wohl besonders als Folge des stärkeren Verkehrsaufkommens seit dieser Zeit. *Zaleyia pentandra* war bis etwa 1987 fast ausschließlich auf aufgelassene Manyatta-Flächen beschränkt. Seitdem konnte diese Art zunehmend auch an Viehpfaden und im Bereich von Wasserstellen beobachtet werden. Auffällig ist weiterhin die Zunahme der Epizoochoren *Leptothrium senegalense* und *Pupalia lappacea* (etwa seit 1986). *Pupalia* ist vermutlich durch Weidetiere aus höheren Lagen wie dem Mukogodo Forest in das Gebiet eingeschleppt worden.

Stellenweise ist es zur Massenvermehrung einzelner Arten gekommen. Die Entwicklung der einzelnen Arten ist allerdings von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich, was offensichtlich mit der hohen Variabilität der Niederschlagsereignisse zusammenhängt. Zu den Pflanzen mit hoher zeitlicher Variabilität in der Abundanz gehören insbesondere *Cyathula orthacantha*, *Cyathula erinacea*, *Tribulus terrestris*, *Tribulus cistoides*, *Portulaca quadrifida*, *Digera muricata* und *Leucas urticifolia*.

4.3.5.1. Die Weideflächen

Die Vegetation ist in der Regel nur saisonal entwickelt und vom Weidepotential unterschiedlich zu bewerten. Die meisten der ausdauernden Pflanzen sind bis zu ca. 2 Monaten nach dem Regen grün wie z.B. *Sericocomopsis pallida*, *Vernonia cinerascens*, *Lippia carviadora*, *Chrysopogon plumulosus* und die meisten der laubabwerfenden Gehölze. Viele der Therophyten, wie z.B. *Tetrapogon cenchriformis* und, auf den schwarzen Vertisolen, *Setaria acromelaena* wachsen bei ausreichenden Niederschlägen rasch heran, vertrocknen aber schnell, oft schon nach wenigen Wochen nach dem Ende der Niederschläge.

Während der Trockenzeiten steht Futter oft nur in Form von abgetrockneten Pflanzen zur Verfügung. Viele Pflanzenarten werden aber auch in diesem Zustand gefressen, auch wenn der Futterwert der meisten Arten dann nur gering ist. Für diese Gebiete sind deshalb oft solche Flächen mit Pflanzen wichtig, die bereits nach geringen Niederschlägen austreiben. Diese Pflanzen, deren Phytomasseertrag in der Regel gering ist, sind aber für viele Weidetiere (besonders für Rinder und Schafe) von großer Bedeutung. Zu diesen Pflanzen gehören besonders die Gräser *Sporobolus nervosus* und der Geophyt *Cyperus blysmoides*. Flächen mit diesen Arten werden deshalb zum Beginn der Regenzeit von den Hirten gerne aufgesucht, auch wenn das Futterangebot eher gering ist.

Die wichtigsten Gebiete im Bereich der Talauen sind die lichten Auengehölze mit *Acacia tortilis* (PCQ-Transekte 1a, 2 und 3; Vegetationsaufnahmen Serien Nr. 2, 5, 14, 17 und 26). Durch die Verteilung von Gräsern, Zwergsträuchern und Sträuchern bestehen hier Weidemöglichkeiten besonders für Schafe, Ziegen und Dromedare; für Rinder nur in eingeschränktem Maße, da die entsprechenden Futterpflanzen nur kurzzeitig verfügbar sind. Außerdem ist die Phytomasse nur gering. Ebenfalls saisonal von Bedeutung ist die Ufervegetation, die oft als Ufergehölz ausgebildet ist (PCQ-Transekte Nr. 20, Vegetationsaufnahmen Serie Nr. 26). Von den Ufergehölzen werden besonders gerne die Blätter der *Grewia*-Arten von Ziegen und Dromedaren gefressen. Größere Gräser, wie z.B. *Setaria sagittifolia*, liefern nur in geringem Maße auch Futter für Rinder.

Die Plateauflächen sind besonders gekennzeichnet durch die an Zwergsträuchern reichen Vegetationseinheiten (PCQ-Transekte Nr. 16 und 26; Vegetationsaufnahmen Serie Nr. 29). Dies sind zumindest zeitweilig mäßig gute Weideflächen für Ziegen und Schafe, für Rinder oft nur während einer kurzen Zeit nach den Niederschlägen.

Von den Talhängen sind besonders die Gebiete wichtig, die einen hohen Anteil an *Chrysopogon plumulosus* aufweisen (Vegetationsaufnahmen Nr. 11, 15, 18, 19, 20, und 21). *Chrysopogon plumulosus* ist in diesem Gebiet eine wichtige Futterpflanze, besonders für Rinder, jedoch sind diese Flächen im Bereich der Talhänge wegen ihrer Steinigkeit (größere Blöcke) als Weideflächen für Rinder wenig geeignet; es sind aber gute Weideflächen besonders für Schafe.

4.3.5.2. Wildtiere im Untersuchungsgebiet von Engare Ondare

Neben den erwähnten Haustieren leben im Gebiet noch einige Großsäugetiere und Laufvögel, die ebenfalls einen wenn auch nur einen geringen Einfluss auf die Vegetation ausüben (Tabelle 67).

Tabelle 67: Die häufigsten im Bereich von Engare Ondare vorkommenden Großwildtiere.

deutscher Name	wissenschaftlicher Name
Afrikanischer Elefant	<i>Loxodonta africana</i>
Grevy Zebra	<i>Equus grevyi</i>
Burchell Zebra	<i>Equus burchellii böhmi</i>
Netz-Giraffe	<i>Giraffa camelopardis reticulata</i>
Kenia-Giraffe	<i>Giraffa camelopardis tippelskirchii</i>
Elen-Antilope	<i>Taurotragus oryx</i>
Oryx-Antilope	<i>Oryx beisa</i>
Grant-Gazelle	<i>Gazella granti</i>
Impala	<i>Aepyceros melampus</i>
Gerenuk	<i>Litocranius walleri</i>
Wasserbock	<i>Kobus ellipsiprymus</i>
Kleiner Kudu	<i>Tragelaphus imberbis</i>
Strauß („Somali-Strauß“)	<i>Struthio camelus</i>
Helm-Perlhuhn	<i>Numida meleagris</i>
Geier-Perlhuhn	<i>Acrylium vulturinum</i>
Gelbkehl-Frankolin	<i>Francolinus leucosepus</i>

Von diesen Tierarten scheint nur der Elefant die Vegetation des Gebietes nennenswert zu beeinflussen. Unterschiedlich große Elefantenherden (maximal ca. 60 Tiere, meistens aber deutlich weniger) wurden besonders im Gebiet der *Acacia xanthophloea*-Auengehölze am Engare Sirgon und im Gebiet der *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Dornstrauch-Gesellschaft auf schwarzen Vertisolen beobachtet. Durch Tritt, Abweiden der Bäume und Sträucher und durch die z.T. erheblichen Dungmengen kann die Vegetation stellenweise ziemlich stark beeinträchtigt bzw. verändert sein.

4.3.6. Methoden

Bei der Feldschicht wurden die Aufnahmeflächen auf 35 Serien verteilt. Diese Serien wurden entsprechend den vorhandenen geomorphologischen Charakteristika (Plateauflächen, Hang- und Tallagen) sowie der Bodeneigenschaften eingerichtet. Eine Serie umfasste in der Regel 30 Einzelaufnahmen, die innerhalb der „Serienfläche“ zufällig verteilt wurden. Insgesamt ergaben sich somit mehr als eintausend Einzelaufnahmen. Entsprechend den Untersuchungen am Mt. Kulal wurde die Feldschicht mit einer 15 Stufen umfassenden Skala erfasst (Tabelle 68).

Tabelle 68: Skala der Vegetationsbedeckung für das Untersuchungsgebiet Engare Ondare

- r (0,2 %)	- 20 %	- 70 %
- + (1,3 %)	- 30 %	- 80 %
- 5 %	- 40 %	- 90 %
- 10 %	- 50 %	- 95 %
- 15 %	- 60 %	- 100 %

Darüber hinaus wurde auch hier die relative Häufigkeit bzw. der „Bedeckungsindex“ = BI der Arten aus Konstanz (bzw. Stetigkeit) = K und mittlerer Bedeckung = D wie folgt ermittelt: $BI = K \times D \times 100^{-1}$.

Bei höheren Gehölzen (> 1 m) wurde, wie in der Untersuchung am Mt. Kulal, anstelle der Bedeckung die Kronenflächen der Arten ermittelt. Dies erfolgte mit Hilfe einer modifizierten Zentralpunkt-Vierflächenmethode (Point-centered quarter method = PCQ-Methode, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974 und KREEB 1983). Dabei wurden Transekte von je 30 Messpunkten eingerichtet.

4.3.7. Gehölzvegetation

Als den klimatisch bedingten Vegetationstyp kann man für das Untersuchungsgebiet die sog. „Dornbusch-savanne“ (JÄGER 1945) annehmen. In idealer Ausbildung handelt es sich hierbei nach WALTER (1964) um ein Grasland mit darin gleichmäßig verteilten Holzpflanzen, Sträuchern oder Bäumen. In der ostafrikanischen vegetationskundlichen Literatur wird der Savannenbegriff aber kaum verwendet. Die entsprechenden Vegetationseinheiten werden in der Regel als „Trockengehölze“, „Buschland“ oder „Gesträuche“ („shrubland“) bezeichnet. KNAPP (1973) spricht z.B. von „*Commiphora*-Trockengehölzen“ und von „ariden *Acacia*-Trockengehölzen“. An pflanzensoziologischen Kategorien beschreibt KNAPP 1968 z.B. ein „Boscio-*Commiphoretea*“ und ein „*Acacietaalia tortilis*“. LIND & MORRISON (1974) beschränken sich auf die Beschreibung eines „*Acacia*-woodland“ (z.B. mit *Acacia xanthophloea* oder *Acacia tortilis*), oder ein „*Acacia*-bushland“ (z.B. mit *Acacia mellifera*). Diese Terminologie wird auch von PRATT & GWYNNE (1977) weitgehend übernommen. Dabei werden von diesen Autoren die Bezeichnungen „woodland“, „bushland“ oder „shrubland“ nur verwendet, wenn die Bedeckung durch Gehölze über 20 % beträgt. Wenn die Bedeckung durch Gehölze bei Werten unter 20 % liegt, werden Begriffe wie „shrub grassland“ (Grasland mit Sträuchern) verwendet; z.B. „*Lintonia-Acacia mellifera* seasonally waterlogged shrub grassland“ usw.

EITEN (1968) schlägt demgegenüber vor, bei Beständen mit einer Bedeckung durch Gehölze unter 10 % von „offenem Buschland“ bzw. „sehr offenem Buschland“ zu reden. Da sich in diesen Gebieten die Vegetationseinheiten oft am einfachsten durch Gehölze charakterisieren lassen, werden diese Bezeichnungen von Vegetationskundlern und Geographen gerne verwendet (z.B. HERLOCKER 1979), während Autoren, für die die Nutzung der Flächen als Weideland im Mittelpunkt der Betrachtungen steht (wie PRATT & GWYNNE 1977), eher das „Grasland“ betonen, z.B. „tree grassland“, „shrub grassland“, „dwarf shrub grassland“ usw. HERLOCKER (1979) verwendet Begriffe wie „*Acacia tortilis* woodland“, „*Acacia mellifera-Acacia reficiens-Commiphora*-bushland“, „*Acacia mellifera*-shrubland“, „*Acacia reficiens*-shrubland“ usw. In den folgenden Ausführungen soll die Benennung der Vegetationseinheiten im Wesentlichen in Anlehnung an KNAPP (1973) und WHITE (1983) erfolgen.

4.3.7.1. Akazienghölze der Tallagen (Auen)

Auengehölze werden in der vegetationskundlichen Literatur zu den nordkenianischen Trockengebieten nur am Rande erwähnt. Dabei beschränken sich die Autoren (HERLOCKER 1973, KNAPP 1973, LIND & MORRISON 1974) zumeist auf die hoch wachsenden Gehölze an permanent wasserführenden Flussläufen. Diese Form der Galeriegehölze ist im Untersuchungsgebiet nur an den Flüssen Engare Ondare und Engare Sirgon vertreten. Eine wesentlich größere Bedeutung kommt hier der Vegetation entlang der Lagas (den nur bei stärkeren Regenfällen wasserführenden Flüssen) zu. Obwohl den Galeriegehölzen in den nordkenianischen Trockengebieten die größere Bedeutung zukommt, liegen bisher lediglich Untersuchungen aus dem an Uganda grenzenden Turkana-Distrikt vor (WYANT & ELLIS 1990).

4.3.7.1.1 Hohe *Acacia xanthophloea*-Ufergehölze an permanent wasserführenden Flussläufen

Hohe Auengehölze sind im Untersuchungsgebiet auf den permanent wasserführenden Engare Sirgon beschränkt (Abbildungen 44 und 45). Die Böden, auf denen diese Galeriegehölze stocken, bestehen aus tonig-schluffigen Ablagerungen, die während der Trockenzeit Schrumpfungsrisse aufweisen (MÄCKEL & SCHULTKA 1988).

Die hohen Auengehölze werden von *Acacia xanthophloea*, dem „Fever Tree“ geprägt (PCQ Transekt 24 in Tabelle 69). Diese gelbstämmige Art, die vorwiegend im Ostsambesischen und Ostafrikanischen Bereich verbreitet ist, kommt im Süden bis Transvaal und im Norden bis Kenia vor. Die Bestände bei Isiolo liegen bereits an der Nordgrenze des Verbreitungsgebietes. Nach BRENAN (in HUBBARD & MILNE-REDHEAD 1959) ist *Acacia xanthophloea* eine an Grundwasser gebundene Art, die aber auch an Seeufern in Höhen von



Abbildung 44: Ufergehölze des Engare Sirgon mit *Acacia xanthophloea*.



Abbildung 45: Luftbild der *Acacia xanthophloea* dominierten Ufergehölze am Engare Sirgon.

600–2000 m über NN vorkommt. In Engare Ondare sind die Kronen von *Acacia xanthophloea* häufig stark durch Elefanten geschädigt, die zum Teil starke Äste abbrechen. Das mag der Grund dafür sein, dass die Bäume hier kaum höher als 15 m werden. Die zweithäufigste Baumart ist *Acacia tortilis*. In der Strauchschicht dominieren *Cadaba farinosa* subsp. *adenotricha* und *Cordia sinensis*. Vereinzelt (in den PCQ-Serien nicht erfasst) kommen noch *Ficus sycomorus* und *Newtonia hildebrandtii* vor.

Auch dieser Auengehölztyp ist in der Literatur nur unzureichend beschrieben. LIND & MORISSON (1974) weisen lediglich darauf hin, dass *Acacia xanthophloea*-Standorte mit hohem Grundwasserstand bevorzugt und dass sie am Naivasha-See ausgedehnte Bestände bildet. KNAPP (1973) erwähnt „*Acacia*-Auengehölze im Bereich von Dornsavannen“, die in Kenia und Tansania in mittleren Höhenlagen (um 1.000 m) verbreitet sind. In ihnen sind *Acacia xanthophloea* und *Ficus sycomorus* verbreitet. HERLOCKER (1975) beschreibt für die Serengeti unter dem Oberbegriff „Semi-Deciduous to Deciduous Thorn Tree Woodland“ einen „*Acacia xanthophloea* Species Type“, der ebenfalls an Flussufern vorkommt. Außer dem Vorhandensein von *Acacia xanthophloea* ist dieser Typ hinsichtlich seiner Artenzusammensetzung mit dem im Untersuchungsgebiet vorkommenden Typ kaum vergleichbar. An Stellen, an denen im Untersuchungsgebiet die Auenflächen nicht in Äcker umgewandelt wurden, befinden sich häufig Tränkstellen für Weidetiere, so dass besonders die Vegetation der unteren Schichten durch Tritt, Verbiss und Eutrophierung geprägt ist.

4.3.7.1.2 Ufergehölze (Galeriegehölze) an saisonalen Flussläufen

Die Ufer der saisonal wasserführenden Bachläufe sind häufig von einem schmalen Gehölzstreifen gesäumt. Das Vorkommen der meisten dieser Gehölze ist nicht auf diese Standorte beschränkt. Allein die bessere Wasserversorgung ermöglicht es anspruchsvolleren Gehölzen sich anzusiedeln. Es konnten zwei Ausbildungsformen differenziert werden: *Acacia tortilis*-*Cordia crenata*-Ufergehölze mit Bäumen und *Cordia crenata*-*Grewia bicolor*-Ufergebüsche vorwiegend ohne Bäume.

4.3.7.1.3 *Acacia tortilis*-*Cordia crenata*-Ufergehölze am Laga Loborua

Bei diesen Ufergehölzen ist die Baumschicht außerordentlich gut ausgebildet (Tabelle 70). Allein die bestandsbildende *Acacia tortilis* nimmt eine Kronenfläche von über 60 % ein. Einzelne Exemplare von *Acacia tortilis* werden bis zu 7 m hoch. Insgesamt erreicht die Kronenfläche der höheren Gehölze annähernd 100 %, wodurch diese Galeriegehölze eine waldähnliche Kulisse bilden. Dieser Eindruck wird durch die Strauchschicht noch verstärkt. Trotz der starken Konkurrenz mit den Bäumen werden in der Strauchschicht fast 20 % Kronenfläche erreicht. Im Gegensatz zur Baumschicht ist die Dominanzstruktur bei der Strauchschicht relativ schwach ausgeprägt. Vereinzelt sind Schlinger zu beobachten wie *Caucanthus auriculatus* und *Pergularia daemia*. Stellenweise kann ein schmaler Mantelbereich mit *Acalypha fruticosa* ausgebildet sein.

Weitere Arten mit geringer Bedeckung

- Sträucher: *Acacia brevispica*, *Capparis sepriaria*, *Caucanthus auriculatus* (Schlinger), *Pergularia daemia* (Schlinger).
- Zwergsträucher: *Barleria eranthemoides*, *Solanum renschii*.

4.3.7.1.4 *Cordia crenata*-*Grewia bicolor*-Ufergebüsche am Lopekadorr

Eine Trennung in Baum- und Strauchschicht erschien in diesen Gehölzen nicht sinnvoll (Tabelle 71). Die höchsten Werte bei der Kronenfläche (jeweils etwa 20 %) nehmen die Gebüsche von *Cordia crenata* und *Grewia bicolor* ein. Die Baumartigen, wie *Acacia tortilis* und *Acacia etbaica*, sowie der hochwachsende Strauch *Acacia mellifera* treten meist nur als Einzelexemplare auf. Die Ufergehölze des Lopekadorr werden von Weidetieren stark begangen. Dabei werden insbesondere die *Grewia*- und *Cordia*-Arten von Ziegen verbissen.

4.3.7.2. Lichte Akazien-Trockengehölze im trockenen Auenbereich

Dieser Typus wurde durch die PCQ-Transekte 2/3 und 1a erfasst (Tabellen 72 und 73). In beiden Transekten stellt die schirmkronige *Acacia tortilis* die prägende Art dar (Abbildung 46). In Transekt 1a ist sie die einzige Baumart. In Transekt 2/3 treten *Commiphora*-Arten, *Delonix elata* und *Acacia senegal* hinzu. Hinsichtlich ihrer Kronenfläche sind diese beigemischten Arten jedoch von geringer Bedeutung. Bei den niedrigeren Gehölzen dominiert in beiden Transekten *Maerua endlichii*. In Transekt 2/3 treten *Cadaba farinosa* und in



Abbildung 46: *Acacia tortilis*-Gehölze im trockenen Randbereich des Engare Sirgon-Tals.

Transekt 1a *Cordia crenata* als weitere wichtige Gehölze hinzu.

Die physiognomisch prägende Art dieser Bestände, *Acacia tortilis* (subsp. *spirocarpa*), tritt in Nordkenia großflächig als vorherrschende Art der Trockengehölze auf, z.B. in den Tälern bei South-Horr und bei Ngurunit (eigene Beobachtung). In den benachbarten Regionen ist *Acacia tortilis* eher ein Bestandteil anderer Akazien-Trockengehölze. Diese werden in der Literatur meist nur in sehr allgemeiner Form beschrieben. KNAPP (1973) erwähnt „aride *Acacia*-Trockengehölze“. An anderer Stelle formuliert er die Ordnung der „Acacietalia *tortilis*“ (KNAPP 1968). GILLET (1947) führt in seinen Untersuchungen über Somalia und Äthiopien *Acacia tortilis* zwar als Bestandteil der Gehölzvegetation auf, vermeidet es jedoch, diese nach *Acacia tortilis* zu benennen. Stattdessen redet er nur von einem „tree *Acacia* open woodland“. Eine vergleichbare floristische Zusammensetzung wie im Bereich von Engare Ondare liegt in Form der von GILLET beschrieben „*Acacia bussei*-Association“ und bei der „*Acacia etbaica*-Association“ vor. Obwohl *Acacia bussei* in Engare Ondare nicht vorkommt, sind dort doch viele Begleiter dieser Vegetationseinheit vorhanden wie *Acacia tortilis*, *Acacia mellifera* und *Grewia erythraea*. Auf den sandigen Standorten treten in Engare Ondare noch *Grewia tenax* und *Cadaba farinosa* hinzu. Diese Assoziation kommt in dem von GILLET beschriebenen „open grassland“ zusammen mit *Chrysopogon plumulosus* vor. Ähnlich verhält es sich mit der „*Acacia etbaica* association“ von GILLET, in der *Acacia tortilis*, *Acacia senegal*, *Grewia villosa* und *Grewia tenax* auftreten.

Auch MIERE (1973) beschreibt für den Jebel Marra (Sudan) keine *Acacia tortilis*-Gehölze. In ihren Ausarbeitungen findet sich lediglich der Hinweis, dass bei fortgeschrittener Degradation Arten wie *Acacia mellifera*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal* und *Acacia tortilis* zur Vorherrschaft gelangen. Auch LANGDALE-BROWN et al. (1964) beschreiben für Uganda lediglich Gehölze mit *Acacia tortilis* als Bestandteil der Gehölzvegetation, die ansonsten aber in ihrer floristischen Zusammensetzung stark von den Gehölzen in unserem Untersuchungsgebiet abweichen.

Acacia tortilis ist im Untersuchungsgebiet auf unterschiedlichen Standorten verbreitet. Wie bereits erwähnt, wirken sich mäßige anthropozoogene Einflüsse positiv auf die Ausbreitung dieser Art aus (SCHULTKA & WALTHER 1982). Auch bei KNAPP (1965) finden wir den Hinweis, dass Savannen mit Schirm-Akazien vorwiegend anthropogenen Ursprungs sind. In den Tälern entlang der saisonalen Bachläufe von Engare Ondare ist *Acacia tortilis* die vorherrschende, bestandsbildende Baumart. Darüber hinaus bildet sie in den äußeren und trockeneren Bereichen der Tallagen der permanenten Flussläufe (Engare Sirgon) mittelhohe offene Bestände aus.

4.3.7.3. Niedrige bis mittelhohe Akazien-Gebüsche im randlichen Auenbereich der Laga Loborua und Lopekadorr

Im randlichen Auenbereich sind häufig Gebüsche mit niedrigen Akazienarten ausgebildet, die zum Teil auch Dickichte bilden können. Diese dichten Gebüsche finden wir im Untersuchungsgebiet oft auf Böden, bei denen durch erhöhte Beweidung die Menge des flächenhaft abgespülten Feinerdematerials erhöht ist. An der Oberfläche bilden sich Erdkrusten, oder es kommt zu einer Anreicherung von Grus und Steinen, im Bereich der oberen Talsohle zusätzlich zu Kalkkonkretionen. Der so verarmte Wuchsort wird vermehrt von *Acacia reficiens*, *Acacia mellifera*, *Acacia horrida* und *Boscia coriacea* eingenommen.

Auf der Basis des Aufnahmematerials lassen sich zwei Gebüschtypen differenzieren:

4.3.7.3.1 Mittelhohe *Acacia reficiens*-Dickichte

Diese Dickichte erreichen eine mittlere Höhe von 3 m. Der weitaus größte Teil der Gehölzdeckung entfällt dabei auf *Acacia reficiens* (ca. 75 %). Es folgen mit großem Abstand *Acacia mellifera*, *Acacia horrida* und *Acacia tortilis*. Mit geringeren Anteilen vertreten sind *Boscia coriacea*, *Cadaba ruspolii*, *Cadaba farinosa*, *Maerua endlichii*, *Commiphora africana* und *Lycium europaeum*. Da die durchschnittliche Deckung der Kronenfläche bei über 90 % liegt, ist die Feldschicht kaum entwickelt (Abbildung 47, Tabelle 74). Erwähnenswerte Art ist hier *Ecbolium anisacanthus*.

Ferner mit sehr geringen Anteilen: *Cadaba mirabilis*, *Cadaba glandulosa* Bedeckung der Krautschicht unter 0,5 % *Sericocomopsis pallida*, *Seddera hirsuta*, *Solanum coagulans*, *Ecbolium anisacanthus*.

4.3.7.3.2 Niedrige *Acacia horrida*-*Acacia reficiens*-Dickichte

Diese Bestände sind mit 1,4 m deutlich niedriger als die zuvor aufgeführten (Tabelle 75). Der Deckungsgrad der Gebüsche liegt bei 80 %, so dass man auch hier von Dickichten sprechen muss. Entsprechend schwach ist die Feldschicht ausgebildet. Der größte Anteil der Gehölzdeckung entfällt auf *Acacia horrida* (60 %), gefolgt von *Acacia reficiens* (17 %). Es folgen mit großem Abstand *Acacia mellifera* und die übrigen Arten.

Sehr vereinzelt, mit sehr geringer Bedeckung, folgende Zwergsträucher: *Sericocomopsis pallida*, *Seddera hirsuta*, *Ecbolium anisacanthus*, *Bothriocline somalensis*, *Solanum coagulans* (Gesamtbedeckung unter 5 %).



Abbildung 47: Dickichtbildung von *Acacia reficiens* in den randlichen Tallagen des Laga Loborua, im Vordergrund *Vachellia horrida*.

4.3.7.4. Sammeltabelle der Auengehölze inclusive Dickichtbildungen

Die im Bereich der Tallagen bestehenden Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten in den Gehölzgruppierungen werden mit Hilfe einer Sammeltabelle verdeutlicht (Tabelle 76). Der Typus der flussbegleitenden Gehölze (Transekt 24) ist eindeutig durch das Vorkommen von *Acacia xanthophloea* charakterisiert. Darüber hinaus differenzieren *Cadaba farinosa* subsp. *adenotricha*, *Balanites pedicellaris* und eine glattblättrige Form von *Cordia sinensis* (subsp. 1) diesen Gehölztyp von den trockeneren Auenbereichen, zu denen auch die Ufergehölze der saisonalen Flussläufe zu zurechnen sind. Letztere werden entweder durch die schirmförmigen Kronen von *Acacia tortilis* (Transekt 20) oder durch Gebüsche wie *Cordia crenata* und *Grewia bicolor* geprägt. Ungeachtet der aufgeführten Differenzierungen zeichnen sich die Ufergehölze (Transekte 24, 20, 21) durch floristische Übereinstimmungen aus, die sie von den übrigen Transekten der Tallagen abtrennen. Dies ergaben Clusteranalysen des vorliegenden Datenmaterials (Abbildung 48).

An die relativ schmalen Ufergehölze schließt sich ein relativ breites, oft den gesamten Talraum ausfüllendes Band lichter Akazientrockengehölze an (Transekte 2/3, 1a). Wie die Clusteranalysen ergaben, stehen diese „Akazien-Auengehölze“ floristisch bereits den Akazien-Gehölzen der Plateauflächen und Hanglagen nahe. Physiognomisch unterscheiden sie sich von diesen jedoch beträchtlich. Das Bild der „Akazien-Auengehölze“ wird durch große, breitkronige Exemplare von *Acacia tortilis* bestimmt, so dass man den Eindruck eines „open woodland“ gewinnt.

Als unspezifisch für die Tallagen müssen die Dickichtbildungen (Transekte 23, 22) angesehen werden. Hier muss ein besonders hoher Weidedruck als vegetationsprägender Faktor angenommen werden, da diese Dickichte sich an stark begangenen Pfaden in der Nähe temporärer Wohnplätze befinden. Von ihrem Arteninventar her stehen insbesondere die von *Acacia reficiens* geprägten Dickichte den „offenen an Capparaceen reichen niedrigen *Acacia mellifera*-Gebüschen“ (Transekt 14 a, folgendes Kapitel) nahe. Sie sind gewissermaßen als Dickichtbildungen dieser Gebüsche aufzufassen. Diese Einschätzung wird durch die Clusteranalyse weitgehend bestätigt. Die von *Acacia horrida* geprägten Dickichte finden ihre Entsprechung in den „offenen *Acacia horrida*-*Acacia mellifera*-Gebüschen auf stark erodierten Böden“ (Transekt 6, folgendes Kapitel). In der Clusteranalyse (Abbildung 52) werden die beiden Ausbildungen der *Acacia horrida*-Dickichte auf relativ hohem Ähnlichkeitsniveau vereinigt.

4.3.7.5. Niedrige bis mittelhohe Akazien-Trockengebüsche der Plateauflächen und randlichen Tallagen

Bestände mit niedrigen, in der Regel strauchigen *Acacia*-Arten sind für das Landschaftsbild des Untersuchungsgebietes bestimmend. Es sind Gehölzformationen der ariden bzw. Halbwüstengebiete. KNAPP (1973) weist darauf hin, dass die ariden *Acacia*-Trockengehölze teilweise durch Menschen gefördert werden: „Sie sind weideresistenter und können sich auf offenen Flächen meist rascher einstellen als die *Commiphora*-Trockengehölze“. KNAPP betont ferner: „...soweit aus standörtlichen Gründen *Commiphora*-Trockengehölze gedeihen können, verdanken die *Acacia*-Bestände oft anthropogenen Einwirkungen ihre Entstehung“. Auf Sonderstandorten, z.B. staunassen oder stark wechselfeuchten Böden, können *Acacia*-Arten auch als Endstadien der Vegetation auftreten.

Die im Untersuchungsgebiet bei weitem häufigste *Acacia*-Art ist *Acacia mellifera*. Obwohl diese Art eine weite ökologische Amplitude hat, siedelt sie im Untersuchungsgebiet vorwiegend auf tonigen Böden. *Acacia mellifera*-Bestände sind in Ost-Afrika weit verbreitet. Nach KNAPP (1973) ist *Acacia mellifera* zusammen mit *Acacia seyal*, *Acacia horrida*, *Acacia tortilis*, *Grewia* div. spec. ein Bestandteil der „Acacien-Trockengehölze mittlerer Höhenlagen in Somalia und Nordost-Kenia“. Nach LIND & MORRISON (1974) ist *Acacia mellifera* eine typische Art des „semi-arid bushland in Kenya“. Diese Art gehört aber auch zur Gehölzkomponente des „semi-desert grassland“.

LANGDALE-BROWN et al. (1964) beschreiben für Uganda ein „*Acacia mellifera* Bushland“ auf schwarzen Tonböden und ein „*Acacia mellifera* Thicket“, das von *Acacia mellifera* zusammen mit *Acacia reficiens* gebildet wird. Nach diesen Autoren ist *Acacia mellifera* aber auch ein wichtiger Bestandteil der „*Lannea*-*Acacia* Tree and Shrub Steppe“, der „*Chrysopogon* Grass Steppe“, des „*Acacia*-*Lannea*-Bushland“, des „*Acacia*-*Commiphora* Bushland“, des „*Acacia*-*Euphorbia* Thicket“, des „*Acacia*-*Commiphora* Thicket“ und des „*Acacia nubica* Thicket“.

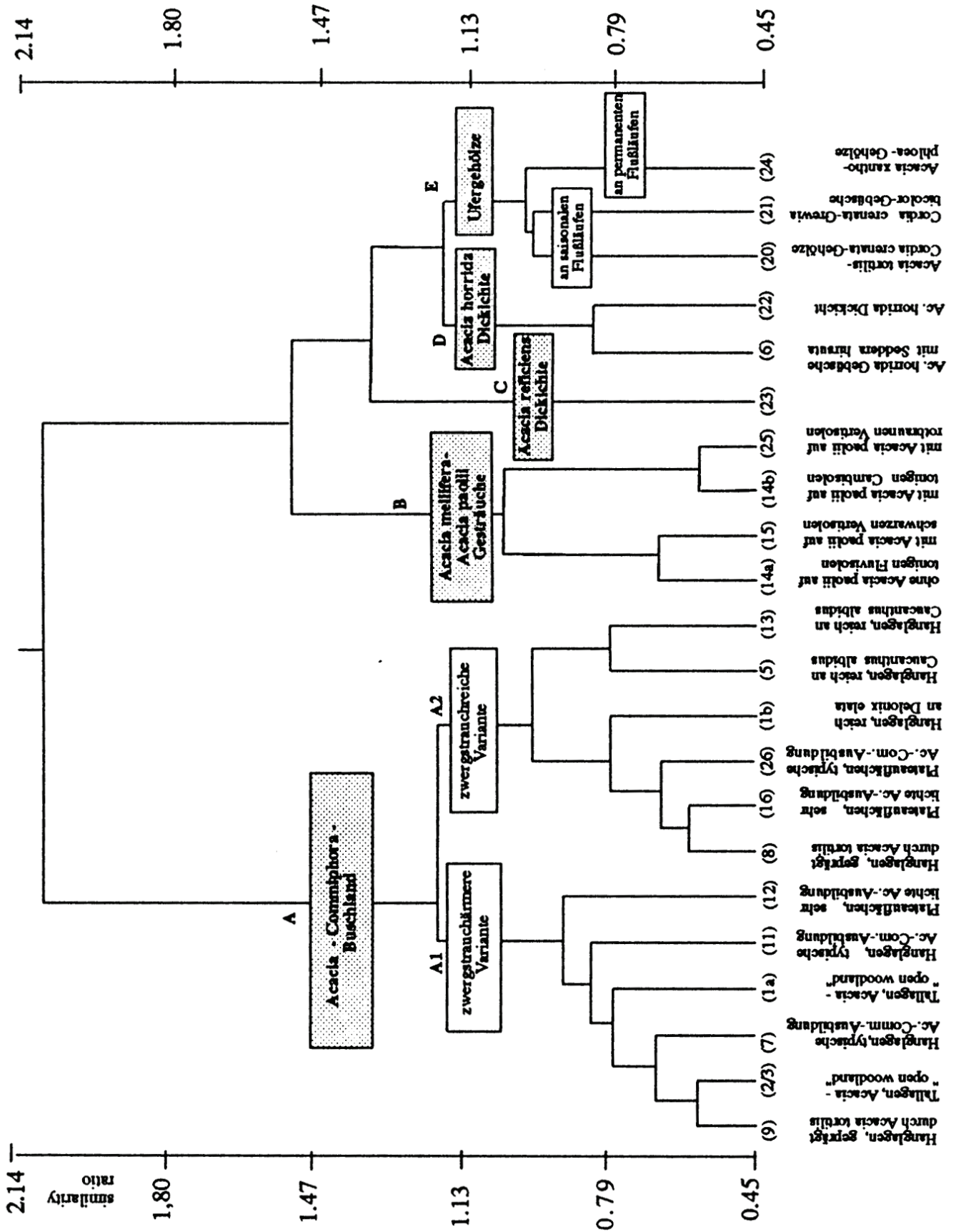


Abbildung 48: Clusteranalyse der PCQ-Transekte.

HERLOCKER (1957) beschreibt für die Serengeti ein „Evergreen to Semi-Deciduous Bushland“, für das er *Acacia mellifera* als dominante Art aufführt. Für den Jemen beschreiben DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) eine „*Acacia mellifera-Cadaba glandulosa*-Gesellschaft“, die in sehr ähnlicher Ausbildung auch im Untersuchungsgebiet auftritt. Für Nordkenia beschreibt HERLOCKER (1979) eine ganze Reihe von Vegetationseinheiten mit *Acacia mellifera* als wichtigem Bestandteil: „Deciduous bushland with succulent dwarf shrub understorey“, mit *Acacia mellifera* und *Acacia reficiens*, „Deciduous shrubland“ mit *Acacia horrida*, *Acacia paolii*, *Acacia mellifera* und *Acacia reficiens*. Nach diesen Ausführungen sind *Acacia mellifera* und *Acacia reficiens* auch eine regelmäßig auftretende Gehölzkomponente im „Dwarf shrubland“. SCHULTKA (1991) beschreibt für Nordkenia ein „*Acacia mellifera* / *Acacia reficiens*-Shrub-Grassland, ein „Shrub-grassland with *Acacia* species and Capparaceae“ und ein „Shrub grassland with predominant perennial grasses“. In allen diesen Vegetationseinheiten sind die genannten *Acacia*-Arten z.T. reichlich vertreten. Im Folgenden werden die genannten Akazien-Arten hinsichtlich ihrer Verbreitungsschwerpunkte kurz charakterisiert.

Acacia mellifera subsp. *mellifera*: Ost-Sahelisch, Afrorientalisch, Süd-Arabisch. Nach BRENNAN (1959) macht diese Art in Höhen von 300–900 m 80–90 % der Dornbusch Vegetation aus.

Acacia reficiens subsp. *miseria*: Afrorientalisch-Sudanisch. Ist nach BRENNAN (1959) in Höhen von 80–1.220 m verbreitet, hauptsächlich im „semi desert scrub“ und im „dry scrub with trees“.

Acacia horrida subsp. *benadirensis*: Afrorientalisch-Sudanisch. Ist in Höhen von 180–910 m verbreitet. BRENNAN (1959) zitiert GILLETT (1947), der darauf hinweist, dass *Acacia horrida* gewöhnlich auf „clayey alluvial soils“ wächst.

Acacia paolii: Afrorientalisch-sudanisch. Nach BRENNAN (1959) von 140–1.090 m verbreitet, oft auch auf „alluvial and colluvial soils“.

4.3.7.5.1 An Capparaceen reiche, mittelhohe *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Trockengebüsche auf schwarzen Vertisolen

Die Akazien-Trockengebüsche sind im Untersuchungsgebiet am besten auf schwarzen Vertisolen entwickelt (Tabelle 77, Abbildungen 49 und 50). Dies sind schwere tonige Böden über tiefgründig verwittertem Basalt. An der Grenze zum Basalt führt die starke Karbonatanreicherung zur Bildung von Kalkkonkretionen und Kalkkrusten. Typisch für die Vertisole ist das Schrumpfen in der Trockenzeit und das Quellen während der Regenzeit. Die Schrumpfung führt zur Bildung von Trockenrissen im Boden, die bis 7 cm breit und



Abbildung 49: *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Gebüsch auf schwarzen Vertisolen.



Abbildung 50: Luftbild eines Bestandes der *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Trockengebüsche auf schwarzen Vertisolen.

bis 1,5 m tief sein können. Die bestimmenden Gehölze dieser Trockengebüsche, die eine Gesamtbedeckung von 43 % erreichen, sind *Acacia mellifera* und *Acacia paolii*. Die beiden Akazienarten bilden eine obere Strauchschicht. Die untere Strauchschicht ist vergleichsweise schwach ausgebildet. Die häufigste Art der niedrigen Gehölze, *Cadaba ruspolii*, erreicht gerade 2,5 %. Die Feldschicht ist gut ausgebildet. In ihr fallen besonders Elemente auf, die nach PRATT & GWYNNE (1977) zu den „*Lintonia-Acacia mellifera* waterlogged shrub grassland“ gehören.

Hier handelt es sich um den Transekt mit der besten Ausbildungsform der *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Trockengebüsche im Untersuchungsgebiet. Die Kronenflächen von *Acacia mellifera* und *Acacia paolii* liegen bei 25 % bzw. bei ca. 20 %. In der schwach entwickelten unteren Gehölzschicht herrschen Capparaceen vor, mit *Cadaba ruspolii* und *Cadaba glandulosa*. Die Krautschicht ist gut entwickelt, aber auf großen Flächen zum Teil stark gestört.

4.3.7.5.2 Lichte, an Capparaceen reiche, niedrige bis mittelhohe *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Trockengebüsche auf schwer texturierten Cambisolen

Diese Böden sind nach MÄCKEL & SCHULTKA (1988) besonders in den randlichen, tiefer gelegenen Zonen der Vulkanitflächen verbreitet. Hier gehen die tiefgründigen Vertisole in mittelgründige Tonböden über, die jedoch noch Vertisoleigenschaften aufweisen. Diese graubraunen bis braunschwarzen Böden sind von einer Grusdecke und Kalkkonkretionen überzogen, als Folge einer anhaltenden Abtragung des Feinmaterials. Nach Austrocknung des Oberbodens sind die oberen Zentimeter locker und staubig, doch schon in geringer Tiefe stark verfestigt. Im Bereich dieser Böden fällt zunächst der extrem lichte Stand der Gehölze auf. Auch im Bereich der Feldschicht können wir größere, nahezu vegetationslose Flächen beobachten. Diese Vegetationsarmut hängt wahrscheinlich mit der physikalischen Beschaffenheit der Bodenoberfläche zusammen. VOLK & GEYGER (1970) haben für diese Böden den Begriff „Schaumböden“ geprägt. Die Autoren gehen davon aus, dass das Wasser nur sehr mangelhaft in diesen Bodentyp eindringt, was in diesen, an sich schon niederschlagsarmen Gebieten, der Hauptgrund für die Vegetationsarmut sein dürfte.

Nach dem Arteninventar entsprechen diese lichten Gebüsch weitgehend den an Capparaceen reichen mittelhohen *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Trockengebüschen auf schwarzen Vertisolen (Tabelle 78). Allerdings sind doch auch Unterschiede in der Artenzusammensetzung deutlich, so dass vielleicht von einer trockeneren Variante ausgegangen werden kann.

Die Krautschicht ist nur sehr spärlich ausgebildet; z.Zt. der Aufnahme fanden sich nur Reste besonders folgender Arten: *Blepharis linariifolia*, *Ocimum americanum*, *Farsetia stenoptera*, *Cleome monophylla*, *Hibiscus spec.*

4.3.7.5.3 Lichte, an Capparaceen reiche, mittelhohe *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Trockengebüsche auf dunkelrotbraunen Vertisolen

Wie die schwer texturierten Cambisole zeichnen sich in der Trockenzeit die dunkelrotbraunen Vertisole durch einen luftig-weichen, staubigen, 10–15 cm mächtigen Oberboden aus tonigen Lehm oder lehmigen Ton aus. Im Vergleich zu den Aufnahmen der Serie 14 b stehen hier die Gehölze deutlich dichter (Tabelle 79). Die Gesamtbedeckung erreicht 23 %. Davon entfällt der überwiegende Teil auf *Acacia mellifera* (ca. 12 %), *Acacia paolii* (ca. 4 %) und *Acacia reficiens* (ca. 4 %). Die Anteile der anderen Gehölze sind gering. Unter den niedrigen Gehölzen dominieren Capparaceen mit 0,59 %. Die Gehölzartenzusammensetzung ist sehr ähnlich der des Transekts 15. Die Gehölze stehen allerdings deutlich lichter. Abweichend vom Transekt 15 ist das Vorkommen von *Acacia reficiens* und *Acacia horrida*.

4.3.7.5.4 Offene, an Capparaceen reiche niedrige *Acacia mellifera*-Gebüsche auf Fluvisolen mit Vertisoleigenschaften

Dieser Typus kommt nicht auf den Plateauflächen vor, sondern ist auf Stellen im Randbereich der Aue des Laga Lopekadorr konzentriert auf denen Fluvisole mit Vertisoleigenschaften auftreten. Die vorherrschende Art ist *Acacia mellifera*, und unter den niedrigen Gehölzen dominieren Capparaceen (Tabelle 80). Die Feldschicht war zur Zeit der Aufnahme kaum entwickelt. Ihre Gesamtbedeckung lag bei weniger als 5 %. Die einzigen bestimmbareren Arten der Feldschicht waren *Barleria acanthoides* und *Ocimum americanum*.

4.3.7.5.5 Offene, an Capparaceen reiche, niedrige *Acacia horrida*-*Acacia mellifera*-Gebüsche auf stark erodierten Böden

Bei diesen Gebüschern handelt es sich um verhältnismäßig artenreiche Bestände (Tabelle 81). Die Gesamtbedeckung liegt bei knapp 40 %, die vorherrschende Art ist *Acacia horrida* mit knapp 25 %, gefolgt von *Acacia mellifera* (ca. 10 %) und *Acacia reficiens* (ca. 5 %). Die Gesamtbedeckung der übrigen Gehölze beträgt ca. 10 %. Von den 13 Arten der Strauchschicht gehören 7 zur Familie der Capparaceae. Im Vergleich zu den anderen Gebüschtypen ist die Feldschicht gut ausgebildet. Der BI gesamt beträgt 28,35. Darauf bezogen entfallen 28,22 % auf den Zwergstrauch *Seddera hirsuta*. Nach VERDCOURT (1963) kommt *Seddera hirsuta* sowohl auf sandigen Böden und verfestigten Böden vor, einige Unterarten auch auf tonreichen, schwarzen Vertisolen. Ein großer Anteil der Krautschicht (knapp 60 %) entfällt auf Gehölzjungwuchs. Die Anteile der Therophyten (0,07 %) und Störzeiger (1,45 %) sind auffallend gering. Aufgrund des Auftretens von *Cadaba glandulosa* und *Seddera hirsuta* dürften diese Gebüschern der von DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) für den Jemen beschriebenen „*Acacia mellifera*-*Cadaba glandulosa*-Gesellschaft“ sehr nahe stehen.

4.3.7.6. Sammeltabelle: Niedrige bis mittelhohe *Acacia*-Dornstrauchgehölze (Tabelle 82)

Als gemeinsames Merkmal dieser Transekte treten die mittelhohen Gebüschern von *Acacia mellifera* mit hohen Kronenflächen hervor. Der im Bereich der Ufergehölze und der „Auegehölze“ prägende Baum *Acacia tortilis* fehlt dagegen völlig. Innerhalb der Gruppe der *Acacia*-Dornstrauchgehölze stellen die mittelhohen *Acacia paolii* und die niedrigwüchsige Art *Acacia horrida* kennzeichnende Elemente dar. Das Vorkommen von *Acacia paolii* korreliert dabei mit den ausgesprochen schwer texturierten, tonigen Bodenarten. Floristische Ähnlichkeiten zu der *Acacia paolii*-Gruppe bestehen beim Transekt 14a. In der Clusteranalyse werden die Transekte 15, 14a und b sowie 25 daher auch zu einer Gruppe zusammengefasst. Neben *Acacia mellifera* ist für diese übergeordnete Gruppe *Cadaba glandulosa* als kennzeichnende Art geeignet. In der Clusteranalyse wurde die Gehölzvegetation der Tonböden daher als „*Acacia mellifera*-*Cadaba glandulosa*-Dornstrauchgehölze“ bezeichnet (Abbildung 52). Unterschiede bestehen dabei nicht nur zu den Ufer- und „Auegehölzen“ sondern auch zum Transekt 6, der durch hohe Deckungsgrade von *Acacia horrida* charakterisiert ist. Als besonderes ökologisches Merkmal des innerhalb dieses Transekts erfassten Standortes muss die starke Erosion der dort vorhandenen Böden gelten. Aufgrund der Dominanz von *Acacia horrida* steht der Transekt den weiter oben aufgeführten Dickichtbildungen der randlichen Tallagen nahe. In der Clusteranalyse werden Transekt 6 und 22 daher auch zu einer Gruppe vereint (Abbildung 52).

4.3.7.7. *Commiphora*- und *Acacia-Commiphora*-Trockengehölze

Diese Gehölze ähneln weitgehend den von KNAPP (1965) beschriebenen „lichten *Commiphora*-Gehölzen“, den „Boscio-*Commiphoretea*“. An anderer Stelle bezeichnet KNAPP (1973) diese Einheit als „Myrrhen-Trockengehölze“ bzw. als „*Commiphora* Gehölze“. Er weist darauf hin, dass diese Gehölze zu den artenreichsten Pflanzengesellschaften der afrikanischen Dornsavanne gehören.

In der idealen Ausbildungsform dominieren *Commiphora*-Arten. Oft kommen aber noch zahlreiche *Acacia*- und *Grewia*-Arten hinzu sowie Capparaceen, *Caucanthus albidus*, *Sterculia*, *Delonix elata*, *Sesamothamnus* u.a. Für Kenia nennt KNAPP (1973) „*Commiphora* Trockengehölze in Ostkenia“. GILLET 1974 beschreibt für Somalia und Teile Äthiopiens einen „*Commiphora*-bush *Acacia* open deciduous scrub“. In der Artenzusammensetzung weichen diese Trockengehölze jedoch stark von denen im Untersuchungsgebiet ab. DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) beschreiben für den Jemen „*Acacia-Commiphora* Trockengehölze“ in Anlehnung an KNAPP (1965, 1968). LANGDALE-BROWN et al. (1964) nennen für Uganda verschiedene Gebüsche und Dickichte mit *Commiphora*- und *Acacia* Arten, von denen allerdings nur wenige mit dem im Untersuchungsgebiet vorkommenden Einheiten vergleichbar sind, so z.B. das „*Acacia reficiens-Commiphora* Bushland and Thicket“, mit *Acacia reficiens*, *Commiphora africana*, *Commiphora boiviniana*, *Acacia mellifera* und in der Feldschicht *Barleria acanthoides*. LIND & MORRISON (1974) fassen derartige Vegetationseinheiten als „semi-arid bushland in Kenya“ zusammen. HERLOCKER (1979) differenziert schon stärker. Für den Marsabit District (Nordkenia) unterscheidet er verschiedene Vegetationstypen mit *Commiphora*, z.B. unterschiedliche Typen des „deciduous bushland“ und des „deciduous shrubland“, z.B. mit dwarf shrub understory. SCHULTKA (1991) fasst sie zu der Einheit *Commiphora-Acacia* shrub-grassland“ zusammen.

Da im Untersuchungsgebiet der Anteil der *Acacia*-Arten in diesen Vegetationseinheiten verhältnismäßig hoch ist, wird hier der von DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) verwendete Begriff *Acacia-Commiphora*-Trockengehölze“ gegenüber den von KNAPP (1973) verwendeten „*Commiphora*-Trockengehölzen“ favorisiert. Charakteristische Arten dieser Vegetationseinheiten sind *Acacia mellifera*, *Acacia reficiens*, *Commiphora africana*, *Commiphora boiviniana*, *Commiphora campestris*, *Commiphora erythraea*, *Commiphora schimperi*, *Boswellia neglecta*, *Boscia coriacea*, *Cadaba farinosa*, *Cordia ovalis*, *Cordia sinensis*, *Lannea triphylla*, *Sesamothamnus rivae*, *Sterculia stenocarpa*, *Caucanthus albidus*, *Grewia*-Arten u. a. Die meisten dieser Arten sind mehrstämmige Büsche oder Bäume, deren Äste bereits in der Nähe der Stammbasis entspringen. Nur wenige Arten bilden deutliche Stämme aus. Zu ihnen gehören *Acacia tortilis* und *Delonix elata*, die im Untersuchungsgebiet ca. 10 m hoch werden können und mit ihren Kronen die anderen Gehölze überragen. Besonders artenreich ist die Gehölzvegetation blockreicher Hügel (z.B. am Ol Doinyo Dorobo) die als „*Commiphora-Euphorbia nyikae*-Trockengehölze“ bezeichnet wird.

4.3.7.7.1 *Acacia-Commiphora*-Gehölze der blockreichen Talhänge

Hierbei handelt es sich um ein offenes Buschland mit laubabwerfenden Bäumen und Sträuchern, das besonders artenreich ist. Die Anzahl der Gehölzarten ist mit 35 erstaunlich hoch; in dem Transekt 7 sind es allein 22 Arten. Außer bei den Transekten 11 und 9 zeichnen sich diese Trocken-Gebüsche durch eine klare Schichtung aus (S1 und S2) (Tabelle 83). Die durchschnittliche Höhe der S1 beträgt 4,6 m, die der S2 1,5 m. Die Durchschnittshöhe der Gehölze der Serien 11 und 9 beträgt 2,6 m. In allen Serien ist der Anteil (Kronenfläche) der *Acacia*-Arten deutlich höher als der der *Commiphora*-Arten. In der S2 sind vor allem *Grewia*-Arten häufig. Die häufigste Art ist *Grewia villosa*, gefolgt von *Grewia tenax*; weitere Arten sind hier *Grewia erythraea* und *Grewia bicolor*. Besonders in den Aufnahmeserien 5, 4 und 13 ist der Anteil von *Caucanthus albidus* verhältnismäßig hoch. Obwohl diese laubwerfende Malpighiacee mit afrikanischer Verbreitung in ziemlich allen Aufnahmeserien verbreitet ist, ist sie in den genannten 3 Transekten mit einer durchschnittlichen Kronenfläche von 9,7 % ein bestimmendes Element. Der Anteil an Capparaceen ist in diesen Trockengebüschen mit 4 Arten verhältnismäßig gering. Die am weitesten verbreitete Art ist *Maerua endlichii*.

Die *Commiphora*-Arten waren zur Zeit der Felduntersuchungen in den meisten Fällen ohne Blätter und Früchte, so dass viele Arten nicht bestimmt werden konnten. Die häufigste Art, *Commiphora africana*, konnte hingegen problemlos angesprochen werden. Unter den höheren Bäumen ist *Acacia tortilis* vorherrschend. In einigen Transekten (besonders Transekt 13 und 1b) überragen die Kronen von *Delonix elata* die anderen Gehölze.

In der gut entwickelten Strauchschicht ist *Caucanthus albidus* hervorzuheben. Dieser laubwerfende Strauch ist in allen Transekten (Ausnahme Transekt 9) verbreitet, besonders reichlich aber in den Transekten 5, 4, und 13. In der Aufnahmeserie 4 fällt ein verhältnismäßig hoher Anteil von *Ormocarpum keniense* auf. Diese Art

ist nach GILLETT (in MILNE-REDHEAD & POLHILL 1971) im offenen *Acacia-Commiphora*-Buschland und in den Halbwüstengebieten in Höhen von 500–1350 m über NN bei mittleren jährlichen Niederschlägen von 200–300 mm verbreitet. Ein charakteristisches Element der Strauchschicht sind ferner verschiedene *Grewia*-Arten, besonders *Grewia tenax* und *Grewia villosa*. Lediglich im Transekt 5 ist noch *Grewia erythraea* von Bedeutung. Capparaceen sind nur mit vier Arten vertreten, von denen lediglich *Maerua endlichii* verbreitet ist.

Im PCQ-Transekt 7 (Tabelle 84) wurde ein „bushland“ in seiner typischen Ausprägung erfasst, in der Sträucher von einzelnen Bäumen überragt werden. In der bis zu 5 m hoch werdenden oberen Schicht herrschen *Acacia*-Arten vor, wobei der größte Anteil mit knapp 30 % Deckung auf *Acacia tortilis* fällt. Die Kronenfläche der übrigen *Acacia*-Arten beträgt nur ca. 4 %. An zweiter Stelle stehen die *Commiphora*-Arten, jedoch liegt deren Kronenfläche mit 1,17 % weit unter der der Akazien. Auf die übrigen Gehölze der ersten Baumschicht fallen schließlich insgesamt nur 1 % Kronenfläche. Die 2. Gehölzschicht, die kaum höher als 1,5 m wird, ist relativ artenreich. Vorherrschend sind *Grewia tenax* und *Grewia villosa* mit jeweils ca. 3 % Kronenfläche. Die übrigen Arten der 2. Baumschicht bedecken zusammen eine Fläche von 6 %.

PCQ-Transekt 5 ähnelt in der Physiognomie und dem Arteninventar stark dem vorhergehenden Transekt (7). In der oberen Baumschicht treten aber neben *Acacia tortilis* *Acacia reficiens* und *Acacia mellifera* als zusätzlich prägende Arten auf (Tabelle 85). Die Bedeutung der *Commiphora*-Arten ist mit 2,5 % Kronenfläche etwas höher als in Transekt 7. Von großer Bedeutung für die Physiognomie der mit dem Transekt 5 erfassten Bestände sind die Arten der niedrigeren Gehölzschicht. Vorherrschende Art ist hier *Caucanthus albidus* mit knapp 12 % Kronenfläche. Dieser Strauch ist besonders während der Blütezeit sehr auffallend. Bedeutsam sind ferner *Grewia erythraea* mit über 6 %, *Grewia villosa* mit ca. 5 % und *Maerua endlichii* mit knapp 4 % Kronenfläche. Die übrigen Arten dieser Schicht machen zusammen knapp 8 % Kronenflächen aus.

Tabelle 83: Übersicht über die durchschnittliche Kronenfläche einzelner Gruppen in den PCQ-Transekten. Angaben in %. 1. Strauchschicht (S1), 2. Strauchschicht (S2), keine Differenzierung in Schichten (S0).

S1 <i>Acacia</i> -Arten	32,08	18,33	6,61	3,27	4,55	9,00		
andere Arten	2,02	1,16	2,26	5,19	16,51	0,55		
S2 <i>Acacia</i> -Arten	1,06	2,24	4,36		0,09	0,58		
andere Arten	11,18	31,54	25,35	20,82	6,52	4,25		
<i>Grewia</i> -Arten	5,67	11,17	4,30	10,05	5,74	3,71		
Capparaceae	1,43	5,85	0,94		0,01	0,29		
<i>Caucanthus albidus</i>	1,07	11,67	7,88	9,53	0,01	0,06		
S0 <i>Acacia</i> Arten							12,88	17,69
andere Arten							9,90	1,01

In dem Transekt 4 (Tabelle 86) ist die obere Gehölzschicht vergleichsweise licht. Die Gesamtkronenfläche liegt bei knapp 10 %. Mit etwas mehr als 6 % ist *Acacia tortilis* wiederum die bedeutsamste Art. Die anderen Arten machen zusammen nur 4 % Kronenfläche aus. Gut ausgebildet ist dagegen die niedrigere Gehölzschicht, wobei *Caucanthus albidus* wiederum als vorherrschende Art auftritt.

Kennzeichen der lichten Gehölzschicht des Transekts 13 ist *Delonix elata* (Tabelle 87). Mit einer Höhe von 5–6 m überragt dieser Baum alle anderen Gehölze. Seine Krone deckt 5 % der Gesamtfläche, die der übrigen höheren Gehölze zusammen lediglich 4 %. Auch hier ist die niedrigere Gehölzschicht gut entwickelt und wird wie in den beiden vorangestellten Transekten durch *Caucanthus albidus* geprägt.

Der Transekt 1b (Tabelle 88) zeichnet sich durch eine gut entwickelte obere Gehölzschicht aus, in der *Delonix elata* wiederum die entscheidende Rolle spielt. So überragt *Delonix* mit einer mittlere Höhe von 7 m die nächst höhere Art (*Acacia tortilis*) um 3 m. Auch bei der Kronenfläche erreicht *Delonix* die höchsten Werte. Die untere Gehölzschicht ist verhältnismäßig schwach entwickelt. Bestandsprägend sind hier *Grewia*-Arten.

Die lichten Gehölze von Transekt 8 (Tabelle 89) werden von den schirmförmigen Kronen von *Acacia tortilis* geprägt. Die Kronenfläche dieser Akazie beträgt nahezu 8 %, die der übrigen Arten der oberen Gehölzschicht zusammen nur knapp 2 %. Bei den niedrigeren Gehölzen sind wiederum die *Grewia*-Arten prägend.

Mit dem Transekt 11 (Tabelle 90) wurden relativ niedrige Bestände erfasst, die nicht weiter in eine höhere und eine niedrigere Gehölzschicht untergliedert waren. Die Bestände sind mit 36 % Kronenfläche relativ dicht. Bestandesbildend sind vor allem *Commiphora*-Arten und *Acacia tortilis*.

Auch beim Transekt 9 handelt es sich wieder um relativ niedrige Gehölze (Tabelle 91). Im Gegensatz zum Transekt 11 treten die *Commiphora*-Arten zurück. *Acacia tortilis* wird beherrschend.

Sammeltabelle: An Sträuchern reiche *Acacia-Commiphora*-Trockengehölze der Talhänge und niedrige *Acacia-Commiphora*-Trockengehölze der Talhänge (Tabelle 92)

Das differenzierende Merkmal dieser Bestände besteht weniger in der Artenzusammensetzung als vielmehr in der Dichte und Schichtung. Keine Schichtung weisen die Transekte 9 und 11 auf. Alle übrigen Transekte sind zweischichtig. Innerhalb der zweischichtigen Bestände weisen die Transekte 7, 5 und 1b hohe Dichten auf, und zwar sowohl in der oberen als auch der unteren Schicht. Dagegen betragen die Kronenflächen in den Transekten 4, 13 und 8 jeweils weniger als 10 % pro Schicht. In den meisten Serien stellt *Acacia tortilis* die bedeutendste Art dar. Lediglich in den Transekten 1b und 8 ist *Delonix elata* stärker vertreten. *Commiphora*-Arten sind in allen Transekten präsent, allerdings mit geringen Kronenflächen. In den unteren Gehölzschichten bestimmen insbesondere *Grewia* Arten das Vegetationsbild, wobei sich *Grewia tenax*, *G. villosa* und *G. erythraea* in ihrer Häufigkeit abwechseln. Daneben bestimmt *Caucanthus albidus* das Bild der Transekte 5, 4 und 13. Erwähnenswert ist noch der mit ca. 6 % Kronenfläche verhältnismäßig hohe Anteil von *Ormocarpum keniense* in der Serie 4. Insgesamt ist die floristische Differenzierung innerhalb dieser Gruppe relativ gering, so dass sie insgesamt als *Acacia-Commiphora*-Gehölze bezeichnet werden können. Auch die Clusteranalyse fasst die Transekte dieser Gruppe auf relativ geringem Ähnlichkeitsniveau zusammen.

***Acacia-Commiphora*-Trockengebüsche der Plateauflächen**

Acacia-Commiphora-Trockengebüsche treten nicht nur im Bereich der blockigen Hanglagen auf, sondern sind auch auf den Plateauflächen weit verbreitet, vorausgesetzt, dass die Böden reich an Grobmaterial und somit gut drainiert sind. Da die nicht von Vertisolen eingenommenen Plateauflächen stärker beweidet werden als die blockigen und zum Teil sehr abschüssigen Hanglagen, sind die *Acacia-Commiphora*-Gebüsch hier stärker degradiert. Dies trifft insbesondere für den Transekt 16 zu. Typische Vertreter dieses Gehölztyps, die *Commiphora*-Arten, sind hier völlig ausgefallen. Verursacht wird dies durch einen besonders hohen Störungsgrad. Bei den Flächen des Transekts 16 handelt es sich nämlich um ein Hauptdurchzugsgebiet für Rinderherden; Da die edaphischen Faktoren mit denen der anderen Serien übereinstimmen, wird die Vegetation dieses Transekts trotz des Fehlens der *Commiphora*-Arten noch als *Acacia-Commiphora*-Trockengebüsch aufgefasst, allerdings als stark anthropogen beeinflusste Ausbildungsform dieses Typs. Auf die Wirkung anthropogener Einflüsse zugunsten bzw. zuungunsten von *Acacia*- bzw. *Commiphora*-Arten, wurde schon an anderer Stelle verwiesen.

In Transekt 26 (Tabelle 93) treten die Akazien-Myrrhe-Gehölze (= *Acacia-Commiphora*-Gehölze) in ihrer typischen Ausprägung auf. So wird eine *Commiphora*-Art (*Commiphora africana*) zur vorherrschenden Art, gefolgt von *Acacia tortilis*. Die untere Gehölzschicht ist mit 11 % Kronenfläche mäßig gut entwickelt. Vorherrschend ist hier *Grewia villosa* mit 5 % Kronenfläche, gefolgt von *Ormocarpum keniense*, *Grewia erythraea* und *Acacia senegal* mit jeweils ca. 2 % Kronenfläche. Die übrigen Arten machen insgesamt eine Kronenfläche von nur 1,33 % aus.

Die obere Schicht der Akazien-Gehölze des Transekts 12 (Tabelle 94) ist mit knapp 4 % als sehr schütter einzustufen. Die auffälligsten Arten sind hierbei *Acacia tortilis* und *Acacia senegal* mit je 1 % Kronenfläche. Mit nahezu 12 % Kronenfläche ist die untere Gehölzschicht deutlich besser entwickelt. Vorherrschend sind *Grewia tenax* und *Grewia villosa*. Die Zwergsträucher sind nur in Bedeckungsanteilen vertreten. Die wichtigste Art ist *Lippia carviadora* mit ca. 4 %. Ferner sind noch *Hibiscus micranthus*, *Barleria acanthoides* und *Vernonia cinerascens* von Bedeutung.

Bei dem Transekt 16 (Abbildung 51, Tabelle 95) handelt es sich um eine stark degradierte Ausbildungsform der *Acacia-Commiphora*-Trockengehölze. In der oberen Gehölzschicht ist *Acacia tortilis* dominierend. Als einzige weitere Art tritt in dieser Schicht *Acacia senegal* auf. Entsprechend ihrer Kronenfläche kommt ihr jedoch nur eine geringe Bedeutung zu. Auch unter den niedrigen Gehölzen erreicht keine Art eine größere Kronenfläche. Mit 1,39 % Kronenfläche ist diese Schicht insgesamt nur schwach ausgeprägt.

Mit dem Transekt 17 (Tabelle 96) wurden extrem lichte Akazien-Gehölze (bzw. -Gebüsch) erfasst. Auch die Feldschicht ist hier mit Ausnahme niederschlagsreicher Jahre nur schwach entwickelt. Als Ursache muss die Existenz von sog. Schaumböden angesehen werden. Bei den Gehölzen sind die Akazien-Arten (Bäume und Büsche) am häufigsten. Das Arteninventar der Feldschicht deutet darauf hin, dass es sich hier um eine stark degradierte Ausbildungsform der „lichten, an Capparaceen reichen, mittelhohen *Acacia mellife-*



Abbildung 51: Plateauflächen mit stark degradierten lichten *Acacia tortilis*-Gehölzen, im Vordergrund der Zwergstrauch *Sericocomopsis pallida*.

ra-*Acacia paolii*-Trockengehölze“ handelt. Die Zwergsträucher sind nur in Bedeckungsanteilen (< 5 %) vertreten. Die wichtigsten Arten sind *Lippia carviadora*, *Sericocomopsis pallida*, *Aspilia mossambicensis* und *Abutilon guineense*.

Sammeltabelle: Offene bis sehr offene *Acacia-Commiphora*-Trockengehölze der Plateauflächen (Tabelle 97)

Von den 4 Transekten dieser Reihe weist lediglich der Transekt 26 einen gut entwickelten Bestand auf. Dies mag damit zusammenhängen, dass sich diese Flächen abseits der Hauptviehpfade und der Siedlungsflächen befinden. Auffallend ist in diesem Zusammenhang, dass hier auf zwei *Commiphora*-Arten nahezu die Hälfte der Gesamtkronenfläche entfällt. Zudem ist dieser Gehölzbestand ausgesprochen artenreich. Der Transekt 12 ist etwas lichter, unterscheidet sich bezüglich des Arteninventars in der oberen Schicht jedoch nur wenig von Transekt 26. Deutlichere Unterschiede bestehen allerdings bezüglich der unteren Schichten. Sie sind weitaus artenärmer. In Transekt 16 ist die Verarmung stärker ausgeprägt und betrifft auch die obere Gehölzschicht. Transekt 12 und 16 stellen danach unterschiedlich stark degradierte Formen der *Acacia-Commiphora*-Gehölze dar. Mit dem Transekt 17 ist die Endstufe einer entsprechenden Degradationsserie erreicht. Typische Vertreter der *AcaciaCommiphora*-Gehölze wie die *Commiphora*- und *Grewia*-Arten fehlen völlig. Dagegen sind *Acacia mellifera*, *Acacia paolii* und *Cadaba ruspolii* in einigen Exemplaren vertreten, weshalb der Bestand auch als eine extrem verarmte Ausbildungsform der „an Capparaceen reichen, mittelhohen *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Trockengehölze aufgefasst werden kann. Bei der Clusteranalyse ergab sich keine eindeutige Zuordnung des Transekts 17 zu einer der beiden genannten Ausgangsformen. Sie wurde daher nicht in das Schema der dort differenzierten Vegetationseinheiten aufgenommen. Die Transekte 26, 12 und 16 wurden dagegen auch in der numerischen Analyse eindeutig der Gruppe der *Acacia-Commiphora*-Gehölze zugeordnet (Abbildung 52).



Abbildung 52: *Commiphora-Euphorbia nyikae*-Trockengehölze blockreicher Hügel am Ol Doinyo Dorobo. Bei dem vertrockneten Gras im Vordergrund handelt es sich um *Chrysopogon plumulosus*.

4.3.7.8. Trockengehölze mit *Commiphora-Euphorbia nyikae*

Auf steilen, blockreichen Hängen des Ol Doinyo Dorobo existiert ein Vegetationstyp, dessen Erscheinungsbild besonders durch das Vorkommen der stammbildenden sukkulenten *Euphorbia nyikae* geprägt ist (Abbildung 52, Tabelle 98). Nach MÄCKEL & SCHULTKA (1988) besteht das Gestein hier vorwiegend aus quarzreichen, oft auch biotitreichen Gneisen und weniger aus Basalt. Die Böden gehören zu den „Chromic Luvisols“. Die Gehölze stehen oft sehr dicht, so dass die Feldschicht häufig nur schwach entwickelt ist. Vom Arteninventar gleicht dieser Vegetationstyp stark den *Acacia-Commiphora*-Trockengehölzen. Im Unterschied zu diesen sind die *Commiphora-Euphorbia nyikae*-Trockengehölze reicher an *Commiphora*-Arten. Akazienarten sind dagegen von untergeordneter Bedeutung.

In der vegetationskundlichen Literatur Ostafrikas findet dieser an sukkulenten reiche Vegetationstyp nur wenig Beachtung. Von den meisten Autoren wird er den *Acacia-Commiphora*-Gehölzen zugerechnet. GILLETT (1947) erwähnt einen „*Commiphora*-Bush, *Acacia* open deciduous Scrub“. Er weist darauf hin, dass hier neben zahlreichen *Commiphora*-Arten auch sukkulente *Euphorbia*-Arten auftreten. Eine ähnliche Darstellung finden wir bei LANGDALE-BROWN et al. (1964). Die Autoren beschreiben für Uganda ein „*Acacia-Euphorbia* Thicket“, das dem „*Acacia-Commiphora* Bushland“ nahe steht. DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) erwähnen für den Jemen „sukkulente reiche Gesellschaften“. Sie betonen, dass neben den Sukkulente auch Kennarten der „*Acacia-Commiphora*-Trockengehölze“ am Gesellschaftsaufbau beteiligt sind. Der von ihnen beschriebene Vegetationstyp besiedelt im Jemen besonders Granitkuppen. Einige Arten wie *Cissus rotundifolia* und *Sansevieria ehrenbergii* oder Gattungen wie *Kleinia*, *Caralluma*, *Aloe*, *Tarenna* u.a. kommen auch in unserem Untersuchungsgebiet vor. Schließlich sollen hier noch die von KNAPP (1973) beschriebenen „an Sukkulente reichen Felsfluren und Trockengehölze“ erwähnt werden. Da in seiner Artenauflistung *Commiphora*-Arten fehlen, ist es jedoch fraglich, ob die Trockengehölze am Ol Doinyo Dorobo diesem vom KNAPP beschriebenen Typ zuzurechnen sind.

Tabelle 98: Artenliste der *Commiphora-Euphorbia nykiae*-Trockengehölze blockreicher Hügel am Ol Doinyo Dorobo.

Kleinbäume	<i>Acacia tortilis</i> , <i>Delonix elata</i> , <i>Commiphora africana</i> , <i>Commiphora boiviana</i> , <i>Commiphora brucea</i> , <i>Commiphora flaviflora</i> , <i>Commiphora gileadensis</i> , <i>Commiphora riparia</i> , <i>Commiphora samharensis</i> , <i>Commiphora</i> div. spec., <i>Boswellia neglecta</i> , <i>Lannea triphylla</i> , <i>Tarenna graveolens</i> subsp. <i>impolita</i> , <i>Ectadiopsis oblongifolia</i>
Sträucher	<i>Grewia tenax</i> , <i>Hildebrandtia obcordata</i> , <i>Euphorbia scheffleri</i>
Lianen	<i>Cissus rotundifolia</i> , <i>Cissus quadrangularis</i> , <i>Entada leptostachya</i>
Feldschicht	<i>Chrysopogon plumulosus</i> , <i>Crossandra mucronata</i> , <i>Actiniopteris semiflabellata</i> , <i>Actiniopteris radiata</i> , <i>Becium capitatum</i> , <i>Portulaca foliosa</i> , <i>Conostomium quadrangulare</i>
Sukkulente	<i>Euphorbia heterochroma</i> , <i>Euphorbia nykiae</i> , <i>Caralluma foetida</i> , <i>Sansevieria ehrenbergii</i> , <i>Sansevieria intermedia</i> , <i>Kleinia kleinioides</i> , <i>Kleinia</i> spec., <i>Cissus rotundifolia</i> , <i>Cissus quadrangularis</i>

Numerische Analyse der Vegetationsdaten der Gehölzschicht

In Ergänzung zu der konventionellen, streng standortbezogenen Auswertung der Gehölzdaten wurden sämtliche PCQ-Transekte einer numerischen Analyse unterzogen*. Auf der Basis der numerischen Analyse wurde es möglich, floristisch ähnliche Transekte zu Gruppen (Clustern) zusammenzufassen. Darüber hinaus lassen sich mit Hilfe von Ordinationsverfahren die Hauptkomponenten der floristischen Variation innerhalb des Datensatzes herausarbeiten. Durch Gegenüberstellung mit den Standortdaten lassen sich auf diese Weise wiederum Rückschlüsse zum Einfluss der Umweltfaktoren ziehen. Entsprechendes gilt für die Gruppenbildung, das „Clustering“; nur werden hier die in halbnatürlichen Landschaften häufig bestehenden fließenden Übergänge in der Artenkombination nicht deutlich. Dafür erhält man jedoch gut handhabbare Gruppen, deren Diskriminationsgrad durch die Ordinationsergebnisse beurteilt werden kann.

Ein weiterer Vorteil der numerischen Analyse besteht in der Zusammenfassung aller Aufnahmen zu einem Datenkomplex, der trotz der Datenfülle in nachvollziehbarer Form analysiert werden kann. Den Vorzügen stehen auch Nachteile gegenüber. Diese bestehen in einer Informationsreduktion. Um die Analyse handhabbar zu gestalten, wurde auf die Differenzierung der Transektergebnisse in verschiedene Gehölzstrata verzichtet. Des Weiteren mussten die diskreten Angaben der Deckungsgrade in Prozentklassen umgesetzt werden. Die entsprechende Skala umfasst die folgenden 13 Bedeckungsklassen:

< 0, 1 %; 0,1 %–0,9 %; 1,0 %–4,9 %; 5,0 %–9,9 %; 10 %–19 %; 20 %–29 %; 30 %–39 %; 40 %–49 %; 50 %–59 %; 60 %–69 %; 70 %–79 %; 80 %–89 %; 90 %–100 % cover.

In die Analyse aufgenommen wurden alle Bäume, Sträucher und Zwergsträucher mit einer Höhe > 0,5 m. Gehölze, die niedriger als 0,5 m waren, wurden in der numerischen Analyse der Feldschicht erfasst. Die Datenanalyse wurde mit Hilfe des Programm-Pakets von WILDI & ORLOCI (1983) durchgeführt, das neben der Ordination und den Clustermethoden eine numerische Lösung für die pflanzensoziologisch ausgerichtete Tabellenarbeit enthält. Der Verlauf der Analyse folgte der von WILDI (1989) vorgeschlagenen Standardstrategie.

4.3.7.9. Ergebnisse der Cluster- und der Hauptkomponentenanalyse

Die Clusteranalyse weist 5 deutlich voneinander differenzierte Hauptgruppen aus (Abbildung 53), wovon vier als ökologische Basiseinheiten der Gehölzvegetation interpretiert werden. Cluster A repräsentiert die größte Gruppe. Er umfasst 12 der insgesamt 22 Transekte. Charakterisiert wird die Vegetation von Cluster A durch die Dominanz von *Acacia tortilis* sowie durch das stete Vorkommen des Kleinbaums *Commiphora africana* und den Zwergsträuchern *Lippia carviadora*, *Sericocomopsis pallida* und *Vernonia cinerascens*. Neben Bäumen und Zwergsträuchern wird die Vegetation durch Sträucher charakterisiert. Weder Bäume noch Sträucher bilden ein geschlossenes Kronendach aus. Dieser offene Vegetationstyp entspricht der im angelsächsischen Sprachraum verbreiteten Definition von Buschland (PRATT & GWYNNE 1976). Im Hinblick auf die vegetationskundliche Kennzeichnung kommt nach der Dominanz von *Acacia tortilis* dem steten, mit einem hohen Deckungsgrad verbundenen Vorkommen des Zwergstrauchs *Lippia carviadora* der größte Stellenwert zu. Da *Lippia* zudem in keinem der übrigen Cluster vertreten ist, stellt sie eine gute Differentialart dar. Die in Cluster A zusammengefasste Gehölzeinheit soll daher als *Acacia tortilis*-*Lippia carviadora*-Zwergstrauch-Buschland bezeichnet werden.

Die weitere Untergliederung von Cluster A in die Subcluster A1 und A2 geht nicht auf qualitative Veränderungen im Arteninventar zurück. Sie basiert lediglich auf Deckungsgradunterschieden bei den Zwergsträuchern. Die Ordination der Transekte (Abbildung 53) zeigt, dass diese Unterschiede eher fließend sind und daher aus vegetationskundlicher Sicht keine gruppendifferenzierende Bedeutung haben. Das *Acacia tortilis*-*Lippia carviadora*-Zwergstrauch-Buschland kommt sowohl auf den Plateauflächen als auch an den Hängen und in den Tälern vor. Dabei überspannt es einen weiten Bereich von Bodentypen: chromic und calcic Cambisole, Regosole und Fluvisole. Damit werden flache und sehr tiefe Böden von sandig-lehmiger bis lehmig-toniger Textur besiedelt.

Cluster B ist von Cluster A deutlich getrennt. Positive Differentialarten sind hier *Acacia paolii* und *Cadaba glandulosa*. *Acacia tortilis*, *Lippia carviadora* und *Grewia villosa*, die wichtigsten Arten von Cluster A fehlen in Cluster B dagegen völlig. Darüber hinaus wird Cluster B durch hohe Frequenzen und Bedeckungsgrade von *Acacia mellifera* gekennzeichnet. *Acacia mellifera* ist aber zugleich die zweithäufigste Art innerhalb des Datensatzes. Sie tritt in geringerer Abundanz auch in Cluster A auf. Trotz dieser Überlappung sind die Transekte

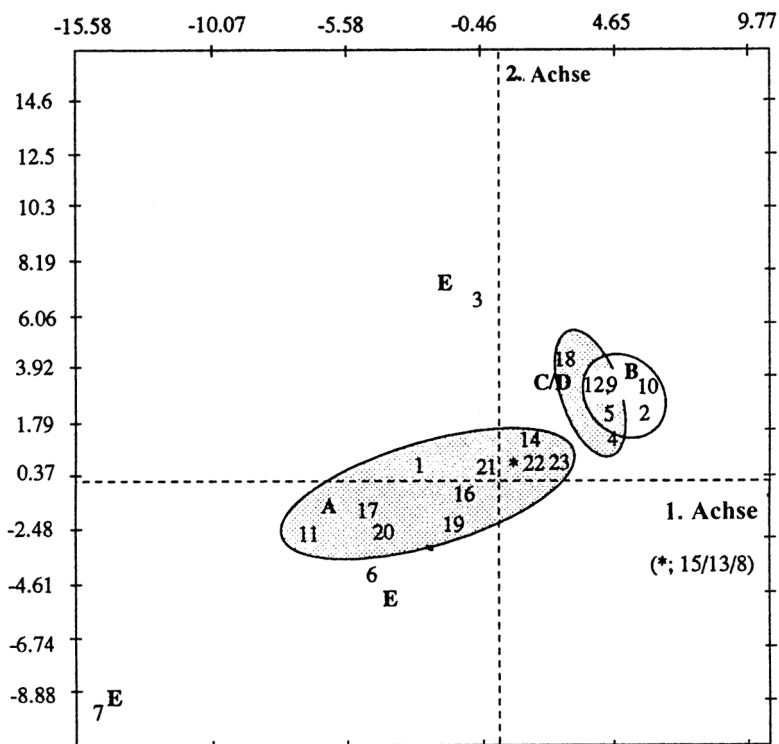


Abbildung 53: Ordination der Transekte auf der 1. und 2. Achse der Hauptkomponentenanalyse (Buchstaben/Clusterbezeichnung, Ziffern/Nummerierung der Transekte).

von Cluster A und B auch bei der Ordination deutlich voneinander getrennt (Abbildung 53), was vor allem darin begründet liegt, dass das numerische Verfahren neben den Frequenzen Dominanzverhältnisse berücksichtigt. *Acacia tortilis* und *Acacia mellifera* stellen hierbei die Gegenpole der beiden Cluster dar, was in der Ordination der Arten deutlich zum Ausdruck kommt (Abbildung 54). Das gleiche trifft in abgeschwächter Form auch für die Differentialarten *Lippia carviadora* und *Acacia paolii* zu. Sie werden dabei den jeweiligen dominanten Arten zugeordnet. Neben *Lippia carviadora* werden schließlich auch die anderen hoch wachsenden Zwergsträucher *Vernonia cinerascens* und *Sericocomopsis pallida* sowie der Strauch *Grewia villosa* in der Ordination hervorgehoben. Sie sind wie die übrigen Arten von Cluster A auf der ersten Achse ordiniert, die Hauptarten von Cluster B, *Acacia mellifera* and *Acacia paolii* dagegen auf der Achse 2.

Die floristischen Gegensätze in der Vegetation von Cluster A und Cluster B äußern sich ebenfalls in der Physiognomie dieser Gehölzeinheiten. Während Cluster A als Buschland angesprochen wurde, stellt Cluster B nach der Definition von PRATT & GWYNNE (1976) aufgrund des Fehlens von Bäumen ein „Shrubland“ in typischer Ausprägung dar. Die deutsche Übersetzung dieses angelsächsischen Terminus gestaltet sich schwierig, da auf Grund des Fehlens dieser Formation in Mitteleuropa kein entsprechendes Wort geprägt wurde. Am nächsten kommt hier das Wort „Gesträuch“, was allerdings in der heutigen Umgangssprache keine weite Verbreitung hat. Da man unter „Gebüsch“ im Deutschen eher einzelne Gruppierungen von Sträuchern versteht, die Sträucher im Untersuchungsgebiet aber in gleichmäßigen Abständen über die Fläche verteilt sind, soll daher im Folgenden bezüglich der Gehölzvegetation von Cluster B von einem *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Gesträuch die Rede sein.

Die Differenzierung dieser Gesträuche von dem von *Acacia tortilis* dominierten Buschland (Cluster A) reflektiert Unterschiede in den Bodenverhältnissen. Während das Buschland auf sandigen und lehmigen Böden unabhängig von der Bodentiefe siedelt und zusätzlich bis auf tonige Böden übergreift, solange diese nicht tiefer als 1 m sind, ist das *Acacia mellifera*-dominierte Gesträuch an tiefgründige Tonböden gebunden. Wie die vorangehende Einzelanalyse der Transekte gezeigt hat, tritt dabei die typischste Ausprägung dieser Gesträuche im Bereich der schwarzen stark tonhaltigen und bis zu 2,5 m tiefen Vertisole auf. Als unmittelbarer

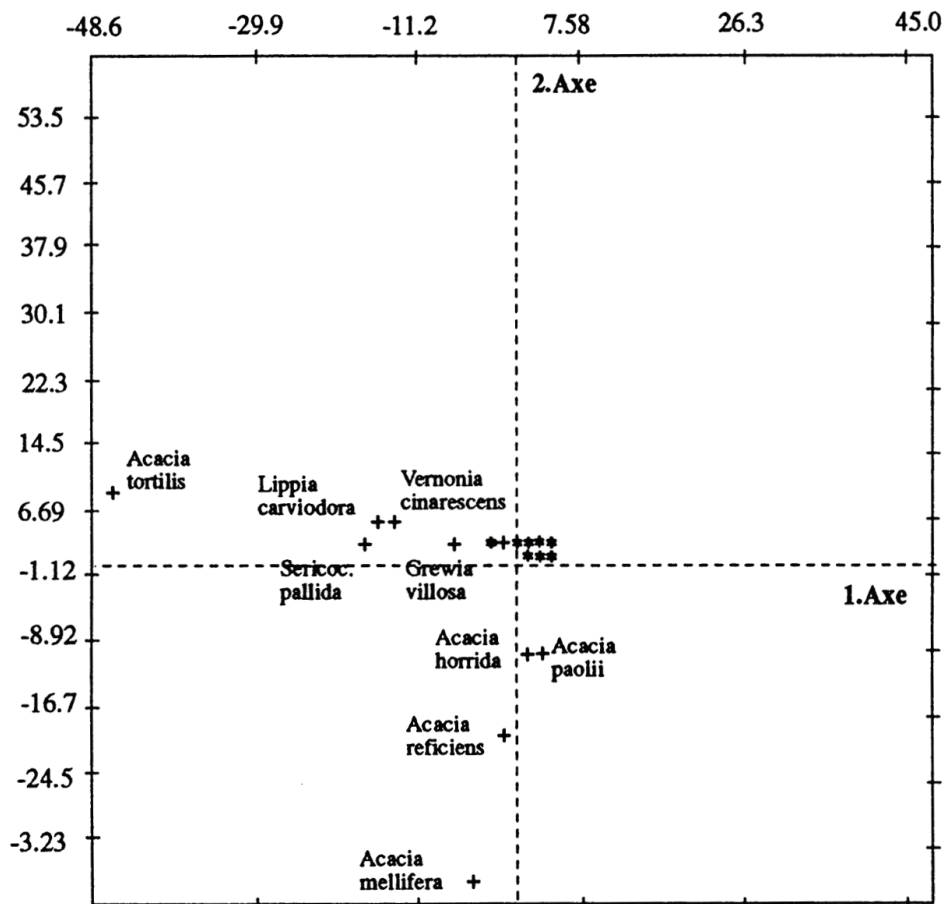


Abbildung 54: Ordination der Gehölzarten auf der 1. und der 2. Achse der Hauptkomponentenanalyse.

Einflussfaktor ist somit die Wasserverfügbarkeit zu sehen. Sie ist auf den Tonböden generell schlechter als auf den leichteren Böden. Sind die Tonböden zudem tiefgründig, so haben die Gehölze Schwierigkeiten, das generell verfügbare Kluftwasser in den Spalten des Ausgangsgesteins zu erreichen.

Die Vegetation der Cluster C und D umfasst die Dickichtbildungen von *Acacia reficiens* und *Acacia horrida*. Neben den beiden Dickichtbildnern treten in Cluster C und D auch tyische Arten des Buschlands wie *Acacia tortilis* und *Sericocomopsis pallida* auf. Darüber hinaus ist *Acacia mellifera*, die dominante Art der Gesträuche, mit bemerkenswert hohen Deckungsanteilen vertreten. Die Dickichtbildungen haben demnach sowohl zum Buschland als auch zu den Gesträuchen Anknüpfungspunkte. Dementsprechend sind die Cluster C und D in der Hauptkomponentenanalyse zwischen Cluster A und Cluster B ordiniert, wobei eine größere Affinität zu dem Ton-Cluster B besteht. Die engere Bindung an die tonigen Böden kommt zusätzlich in der Ordination der Arten zum Ausdruck. Die beiden Kennarten *Acacia reficiens* und *Acacia horrida* sind zusammen mit *Acacia mellifera* und *Acacia paolii* auf der zweiten Achse ordiniert.

Die Stellung der Dickichte in den Ordinationsdiagrammen spiegelt sich in den Bodenbedingungen wieder. Die Dickichte kommen vorwiegend auf stark erodierten Vertisolen vor, können aber auch auf erodierten Fluvisolen beobachtet werden. Im ersten Fall handelt es sich um flache bzw. mäßig tiefe Vertisole der randlichen Tallagen, die infolge von Überbeweidung und Flächenerosion steinig geworden sind. Im zweiten Fall sind Zweischicht-Fluvisole betroffen, deren obere sandig-lehmige Bodenschicht weggespült wurde, so dass die untere tonige Lage an die Oberfläche gelangt. Diese freigelegten Tone neigen zur Ausbildung verfestigter Oberflächen. Diese unterschiedliche Genese der Dickichtstandorte erklärt auch das gleichzeitige Vorkommen von Gesträuch- und Buschlandarten innerhalb der Cluster C und D.

Cluster F schließlich umfasst die Ufergehölze und zwar differenziert nach Laga- und Flussvegetation (Abbildung 52). Dies entspricht der oben besprochenen standortbezogenen Einzelgliederung, so dass sich an dieser Stelle eine Beschreibung der Artenzusammensetzung erübrigt. In der Ordination sind die drei Ufergehölztypen die *Acacia xanthophloea*-Gehölze, die *Cordia crenata*-*Grewia bicolor*-Gebüsche und die *Acacia tortilis*-*Cordia crenata*-Gehölze jeweils mit großen Abständen voneinander separiert. Eine Anlehnung an die Cluster A und B ist in keinem der Fälle gegeben, auch wenn dies in der Abbildung 53 zunächst für *Acacia tortilis*-*Cordia crenata*-Gehölze zu sein scheint. Bei Einbeziehung der dritten und vierten Achse wird auch hier der große floristische Abstand des Galeriegehölzes zum Buschland deutlich.

4.3.7.10. Einschätzung der Naturnähe

Auf sandigen und lehmigen Böden sowie auf Böden, die durch einen hohen Anteil an Steinen und Blöcken gekennzeichnet sind, muss als naturnaher Ausgangspunkt ein *Acacia-Commiphora*-Buschland angenommen werden. Die Ableitung dieses hypothetischen Zustandes erfolgte auf der Basis der vorhandenen Literatur sowie eigener Beobachtungen. Ständiger, aber noch mäßiger Weidedruck sowie Holznutzung durch die Samburu und Maasai führt zu einem Rückgang der *Commiphora*-Arten und einer Förderung von *Acacia tortilis*. Darüber hinaus breiten sich hoch wachsende Zwergsträucher auf Kosten der natürlicherweise dominierenden perennen Gräser, hier vertreten durch *Chrysopogon plumulosus*, aus. Als Ergebnis dieses vom Menschen verursachten Vegetationswandels entsteht das unter Cluster A zusammengefasste offene *Acacia tortilis*-*Lippia carviadora*-Trockengehölz (Buschland) mit Zwergsträuchern (Abbildung 55). Diese Degradationsstufe entspricht unseren Vorstellungen von einem halbnatürlichen Weideland. Die ursprünglichen Arten sind zumeist noch vorhanden, treten allerdings in veränderten Quantitäten auf. Steigt der Weidedruck an, so werden diese Gehölze zunehmend lichter, bis schließlich der Punkt erreicht wird, an dem alle höheren Gehölze vernichtet sind.

Auf den tiefgründigen Tonböden gestaltet sich die Rekonstruktion eines hypothetischen Naturzustandes ungleich schwieriger. Im Gegensatz zu dem *Acacia tortilis*-*Lippia carviadora*-Trockengehölz gibt es bei den *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Gesträuchen jedoch keine Hinweise, dass es sich hier um eine Ersatzgesellschaft handelt. Da zudem auf den tiefgründigen Vertisolen keine weiteren Degradationsstadien nachgewiesen werden konnten, gehe ich mit aller gebotenen Vorsicht davon aus, dass der naturnahe Zustand sich nicht wesentlich von dem gegenwärtigen Zustand unterschieden hat. Allenfalls waren die Gesträuche etwas geschlossener und die Bedeutung von *Acacia reficiens* und *Acacia horrida* noch geringer als zur Zeit. Degradationsstadien der *Acacia mellifera*-*Acacia paolii*-Gesträuche sind auf Bereiche beschränkt, in denen eine Bodenerosion stattgefunden hat. *Acacia reficiens* und *Acacia horrida* breiten sich hier aus, wobei es durch nachfolgende Unterbeweidung zur Dickichtbildung kommen kann.

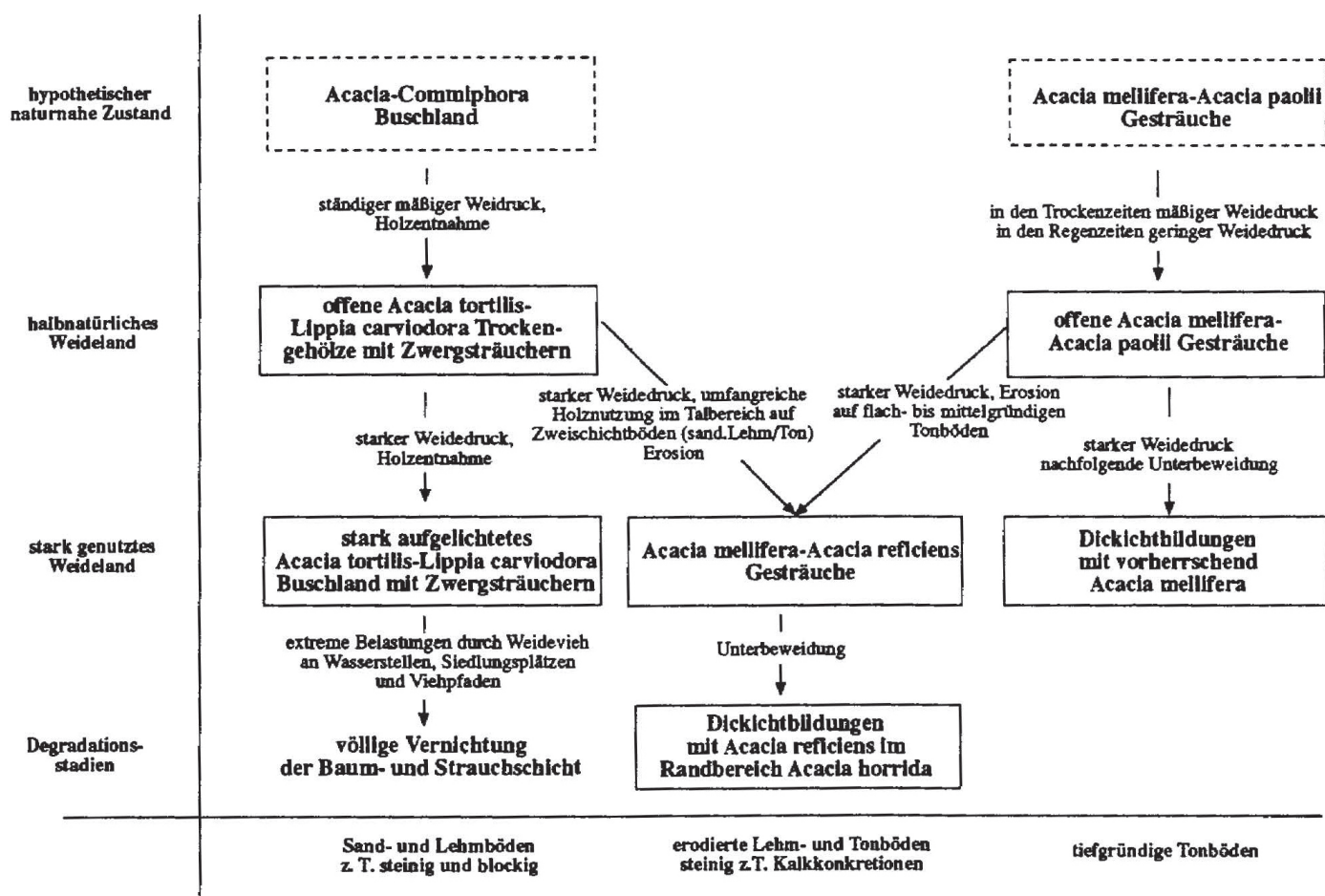


Abbildung 55: Zuordnung der Gehölgemeinschaften des Untersuchungsgebietes zu unterschiedlich starken anthropozoogenen Druck.

Eine Karte zur Verbreitung der oben beschriebenen Gehölgemeinschaften innerhalb des Untersuchungsgebietes findet sich im Anhang dieser Arbeit. Sie wurde auf der Basis von Luftaufnahmen gezeichnet.

4.3.8. Die Vegetation der Feldschicht

4.3.8.1. Tallagen

Die Täler des Untersuchungsgebietes sind Durchgangsgebiete für Viehherden, so dass immer von einer mäßigen bis starken Störung ausgegangen werden kann. Hinzu kommt, dass in den letzten Jahren die Besiedlung (meist mit temporären Wohnplätzen) dort stark zugenommen hat. Dementsprechend ist die Vegetation im unbeschatteten Bereich zwischen den Bäumen einerseits schütter, andererseits ist der Anteil an Störzeigern (in der Regel Therophyten) hoch. Es ist daher zweckmäßig, bei der Beschreibung der Tabellen zunächst von den Arten auszugehen, die etwas stabilere Vegetationseinheiten repräsentieren.

4.3.8.2. Vegetationsaufnahmen zur Ausprägung der Feldschicht in den Tallagen

4.3.8.2.1 Die Feldschicht im Bereich der lichten Akazien-Trockengehölze im trockenen Auenbereich des Laga Lobarua

In den meisten Vegetationsaufnahmen herrschen 2 Pflanzenarten vor: *Indigofera spinosa* und *Sporobolus nervosus*. *Indigofera spinosa* ist nach GILLETT (1971) eine Art des Halbwüsten-Graslandes bzw. des trockeneren laubabwerfenden *Acacia-Commiphora*-Buschlandes von 60–1.500 m über NN. Nach PRATT & GWYNNE

(1977) ist *Indigofera spinosa* hauptsächlich eine Art der „ökoklimatischen Gruppe IV“, die vor allem Halbwüstengebiete umfasst. *Indigofera spinosa* ist häufig die vorherrschende Komponente des „dwarf shrub grassland“. HERLOCKER (1979) ordnet *Indigofera spinosa* sowohl dem „dwarf shrubland“ („z.B. „*Indigofera spinosa*-dwarf shrub grassland“) als auch dem „annual grassland“ (z.B. „annual *Aristida* grassland with *Indigofera*“) zu. In Nordkenia bevorzugt *Indigofera spinosa* sandige Standorte bzw. alte stabilisierte Sanddünen; sie wächst aber auch auf flachgründigen Standorten. Beides trifft auch für das Untersuchungsgebiet zu, wo der Zwergstrauch sowohl sandige Standorte der Tallagen als auch flachgründige, grusige Standorte der Plateauflächen besiedelt.

Sporobolus nervosus ist nach CLAYTON (1974) ein Gras, das vorwiegend flachgründige Böden und offene Plätze besiedelt, die oft stark beweidet werden, hauptsächlich im Bereich des laubwerfenden Buschlandes in Höhen von 300–1.700 m über NN. Nach FRÖMAN & PERSSON (1974) ist *Sporobolus nervosus* eine Art des trockenen Graslandes auf sandigen Böden. Auf steinigten Böden, aber auch auf verfestigten Lehmböden siedelt vorwiegend *Sporobolus pellucidus*. *Sporobolus nervosus* gehört zu den in der englischsprachigen Literatur beschriebenen „resurrection grasses“ (GAFF 1981). Unter diesem Begriff sind Gräser zusammengefasst, die in der Lage sind, bereits 24 h nach den ersten Niederschlägen wieder zu ergrünen. Aufgrund ihrer Wuchsform widerstehen die flachen, dichten Horste dieser *Sporobolus*-Arten starker Trittbelastung, Verbiss und Bränden.

Vergleichen wir die einzelnen Aufnahmeserien, so fällt zunächst auf, dass auf den mäßig gestörten Flächen (Aufnahmeserien 2, 26, 5, 17) die perennenen Arten gegenüber den annualen überwiegen. Auf den stärker gestörten Flächen überwiegen dagegen die annualen Arten (Tabelle 99).

Tabelle 99: Anteile perenner und annualer Lebensformen sowie der vorherrschenden Arten am Bedeckungsindex (BI) der Feldschicht im Bereich der lichten Akazien-Trockengehölze der Tallagen. Angaben in % bezogen auf den jeweiligen BI.

Aufnahmeserie	BI gesamt	Perenne	<i>Indigofera</i>	<i>Sporobolus</i>	Annuelle
2	31,99	53,48	21,76	23,26	46,51
26	45,33	78,77	24,62	32,83	21,22
5	45,66	69,20	42,86	17,00	30,79
17	40,20	68,64	4,48	29,75	31,37
14	27,93	38,28	13,78	15,40	60,72

Unter den Therophyten herrschen in den einzelnen Serien unterschiedliche Arten vor. In der Serie 2 (Abbildung 56) ist es *Blepharis linariifolia* mit 18,76 %; in der Serie 26 *Tribulus terrestris* mit 13,24 %, in der Serie 5 *Tragus berteronianus* mit 17,52 %, in der Serie 17 *Tetrapogon cenchriformis* mit 11,04 %, und in der Serie 14 *Tetrapogon cenchriformis* mit 31,26 %, gefolgt von *Tragus berteronianus* mit 14,86 %.

Blepharis linariifolia ist floristisch schwer einzuordnen. Der Therophyt besiedelt die unterschiedlichsten Standorte auf den unterschiedlichsten Böden. Er entwickelt sich am besten auf offenen Flächen nach mäßigen Niederschlägen. Bei reichlichen Niederschlägen wird die verhältnismäßig klein bleibende und damit nicht sehr konkurrenzstarke Art von höher wachsenden Arten (z.B. *Cyathula orthacantha* und *Leucas urticifolia*) überwachsen und entwickelt sich dann nur schwach. Bei dieser Art fiel die Entscheidung schwer, ob man sie als Störzeiger einordnen soll oder nicht. Bei den Arten *Tribulus terrestris* und *Tragus berteronianus* stellt sich diese Frage nicht. Als epizoochore Arten sind sie besonders an den Stellen reichlich, an denen das Weidevieh entlangzieht. In Abhängigkeit vom Weidevieh ist auch das Auftreten und die Menge der Störzeiger zu bewerten; sie sind in allen Aufnahmen reichlich vertreten, besonders aber in der durch stärkere Störeinflüsse gekennzeichneten Serie 14 (Tabelle 100).

Tabelle 100: Anteile eindeutiger Störzeiger sowie von *Blepharis linariifolia* am Bedeckungsindex (BI) der Feldschicht im Bereich der lichten Akazien-Trockengehölze der Tallagen. Angaben in % bezogen auf den jeweiligen BI.

Aufnahmeserie	BI gesamt	Störzeiger	<i>Blepharis linariifolia</i>	zusammen
2	31,99	28,13	18,76	46,89
26	45,33	18,82	2,78	21,60
5	45,66	28,69	2,76	31,45
17	40,20	22,66	3,23	25,89
14	27,93	60,40	4,51	64,91

Ergebnisse: Engare Ondare - Anthropogene Vegetationsveränderungen
Die Vegetation der Feldschicht

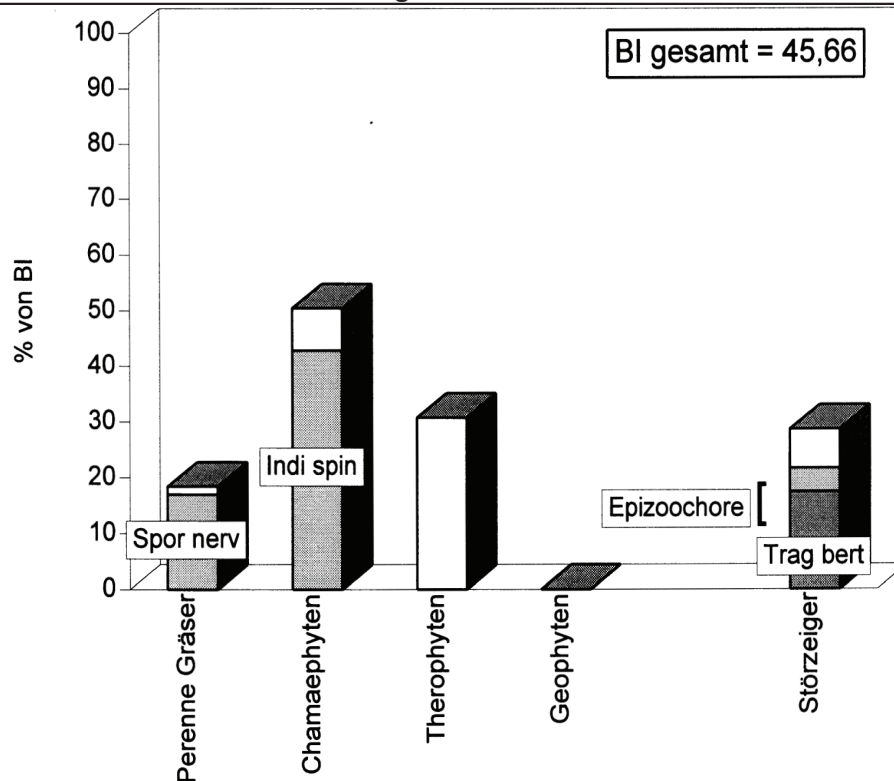


Abbildung 56: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 5. (Spor nerv) *Sporobolus nervosus*, (Indi spin) *Indigofera spinosa*, (Trag bert) *Tragus berteronianus*.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die wichtigsten perennen Arten, nämlich *Indigofera spinosa* und *Sporobolus nervosus* vorwiegend auf sandigen bzw. durchlässigen Böden siedeln. Sie sind zudem als mäßig weidefest einzustufen. In der Aufnahmeserie 26 ist stellenweise *Sporobolus pellucidus* reichlich vertreten (11,94 %), was auf eine starke Erosion des Feinmaterials an diesen Stellen hindeutet.

Der Anteil der epizoochoren Arten als Indiz für Herdenbewegungen ist in den meisten Aufnahmeserien verhältnismäßig hoch, mit Ausnahme der Serie 17 (Tabelle 101).

Tabelle 101: Anteile epizoochorer Arten sowie von *Tribulus terrestris* und *Tragus berteronianus* am Bedeckungsindex (BI) der Feldschicht im Bereich der lichten Akazien-Trockengehölze der Tallagen. Angaben in % bezogen auf den jeweiligen BI.

Aufnahmeserie	BI gesamt	Epizoochore gesamt	<i>Tribulus</i>	<i>Tragus</i>
2	31,99	10,03	4,06	1,22
26	45,33	14,76	13,24	2,58
5	45,66	21,17	2,27	17,52
17	40,20	4,40	2,59	1,54
14	27,93	18,44	0,36	14,86

Bei den meisten Serien deutet alles auf eine eher mäßige Beeinflussung durch Weidetiere hin. Die stärkere Beeinflussung im Bereich der Aufnahme 14 drückt sich in erster Linie in der schütterten Vegetationsdecke und im hohen Anteil der Störzeiger aus.

Es folgen die Sammeltabellen der Einzelserien (Tabellen 102–113). Angegeben wird die relative Häufigkeit („Bedeckungsindex“ = BI). Zusätzlich werden für einige charakteristische Aufnahmeserien die jeweiligen Anteile der Lebensform, der Epizoochorie, der Störzeiger sowie die Anteile wichtiger Arten an diesen Merkmalsgruppen graphisch verdeutlicht.

Die Vegetationsserie 2 (Abbildung 57) zeichnet sich bei insgesamt niedrigerem BI durch einen hohen Therophytenanteil aus, der durch *Blepharis linariifolia* geprägt wird. Da *Blepharis* nicht als ausgesprochener Störzeiger eingestuft werden kann, verändert sich der Anteil der Störzeiger trotz des hohen Therophytenanteils gegenüber den Vegetationsserien 5 und 26 nicht wesentlich.

In der Vegetationsserie 14 fällt der BI gesamt gegenüber der vorigen Serie (Nr. 2) nochmals leicht ab (Abbildung 58). Dies ist verbunden mit einem deutlichen Anstieg der Therophyten unter denen *Tetrapogon cenchriformis* als charakteristische Art herausragt.

Die Vegetationsserie 17 ist vor allem durch den Gehölzaufwuchs von *Acacia reficiens* charakterisiert (Abbildung 59). Daneben ist auch der Anteil der verholzten Chamaephyten, insbesondere der des Halbstrauchs *Vernonia cinerascens* beachtlich. Unter den perennen Gräsern dominiert nach wie vor *Sporobolus nervosus*.

4.3.8.2.2 Nitrophile Schattenvegetation (episodische Viehläger) im Bereich der lichten *Acacia tortilis*-Gehölze im Auenbereich des Laga Loborua

Im Untersuchungsgebiet konnte oft beobachtet werden, dass im Schatten der Bäume Weidetiere lagern (Abbildung 60). An derartigen Stellen hat sich häufig eine Vegetation entwickelt, die in der Regel deutlich von der bisher beschriebenen Flächen abweicht. In der Regel ist der Anteil an Störzeigern und an Arten mit epizoochorer Ausbreitung hoch.

Die am weitesten verbreitete Ausbildungsform wurde mit den Aufnahmen der Serie 1 erfasst (Tabelle 107). Im Bereich dieser Serie war die Vegetationsdecke zum Aufnahmezeitraum schütter, was womöglich mit den verhältnismäßig geringen Niederschlägen der vorangegangenen Regenzeit zusammenhängen kann. Die bei weitem häufigste Art dieser Bestände ist *Achyranthes aspera*. *Achyranthes* ist vor allem in Bereichen mit höheren Niederschlägen verbreitet. Nach IVENS (1968) kann *Achyranthes aspera* unter günstigen Bedingungen mehrjährig werden und eine Höhe von 1,5 m erreichen. Nach IVENS ist *Achyranthes* häufig in Hecken, Dickichten und anderen schattigen Standorten zu finden. In Engare Ondare tritt *Achyranthes aspera* lediglich als Therophyt auf und erreicht auch im Baumschatten nur eine Höhe von etwa 20 cm. Nur zu Zeiten mit ungewöhnlich hohen Niederschlägen wie 1994 wurden auch hier Höhen von 1 m erreicht.

Ausgehend von BI gesamt 38,40 umfasst der größte Teil der Arten Störzeiger, und zwar mit 94,09 %. 90 % der Arten sind Therophyten. Der Anteil der Arten mit epizoochorer Diasporenausbreitung liegt bei 62,29 %, wobei auf *Achyranthes aspera* 58,10 % entfallen. An einigen Stellen hat sich das ausdauernde Gras *Cynodon plectostachyus* angesiedelt. Sein Anteil beträgt hier allerdings nur 4,69 %. Nach IVENS (1968) ist dieses Gras in Höhen von 600–1.800 m verbreitet. Es kann sich mit Hilfe von oberirdischen Ausläufern rasch ausbreiten. Die Internodienlänge kann bis zu 90 cm betragen. Dadurch kann *Cynodon plectostachyus* auf derartigen Flächen bald zur vorherrschenden Art werden (siehe Aufnahmeserie 27). An diesen Stellen ist die Vegetation insgesamt dichter. Der BI gesamt beträgt hier 77,82.

Bedingt durch den hohen Anteil von *Cynodon* (38,40 %) ist der Anteil der Therophyten im Vergleich zur Aufnahmeserie 1 mit 56,20 deutlich geringer, während der Anteil an Störzeigern mit ca. 94 % gleich geblieben ist. Durch den hohen Anteil an perennen Arten wurde auch der Anteil der Epizoochoren geringer. Er beträgt hier 37,96 %, wovon 34,70 % auf *Achyranthes aspera* entfallen. Die für die Tallagen charakteristischen Arten *Indigofera spinosa* und *Sporobolus nervosus* kommen in diesen Beständen nicht vor. Lediglich in Serie 1 ist *Sporobolus nervosus* mit sehr geringem Anteil (0,34 %) vertreten.

Abbildung 61 macht deutlich, dass sich unter dem Einfluss des lagernden Viehs das Verhältnis der ausdauernden Arten gegenüber den Therophyten vollkommen gewandelt hat. Während die perennen Gräser und Chamaephyten nur noch Anteile von weniger als 10 % am BI gesamt einnehmen, ist der Anteil der Therophyten auf über 90 % gestiegen. Charakteristische Art ist hier *Achyranthes aspera*. Entsprechendes trifft auch für die Serie 27 (Tabelle 108) zu, nur ist hier der Anteil von *Cynodon plectostachyus* wesentlich höher.

Die Vegetationsserie 32 (Tabelle 110) weicht erheblich von der übrigen Schattenvegetation ab. Anstelle von *Achyranthes aspera* prägt das Gras *Digitaria velutina* den Therophytenanteil.

4.3.8.2.3 Die Feldschicht im Bereich der Ufergehölze an saisonalen Flussläufen („Lagas“)

Die Vegetation im Schattenbereich der Ufergehölze ähnelt der der episodischen Viehläger (Tabelle 111). Die Vegetation ist schütter (BI gesamt 30,33), der Anteil der Therophyten ist hoch (78,87 %). Besonders häufig sind die annuellen Gräser *Setaria sagittifolia* (41,21 %) und *Digitaria velutina* (8,24 %). Der Anteil der epizoochoren Arten ist mit 17,14 % niedriger als in den meisten Aufnahmen der Läger. Der Anteil der Arten, die eindeutig als Störzeiger anzusprechen sind, ist mit 35,15 % verhältnismäßig niedrig, was besonders auf den hohen Anteil von *Setaria sagittifolia* zurückzuführen ist.

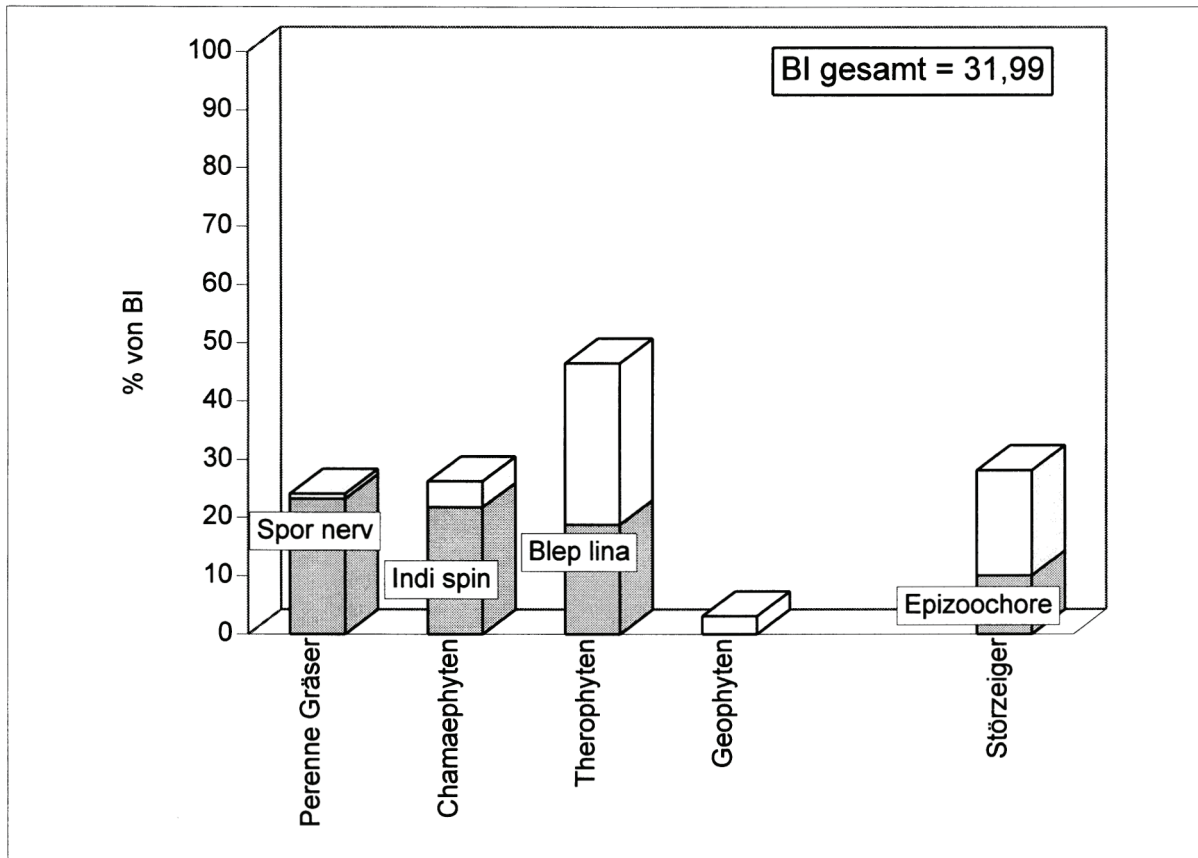


Abbildung 57: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 2. (Spor nerv) *Sporobolus nervosus*, (Indi spin) *Indigofera spinosa*, (Blep lina) *Blepharis linariifolia*.

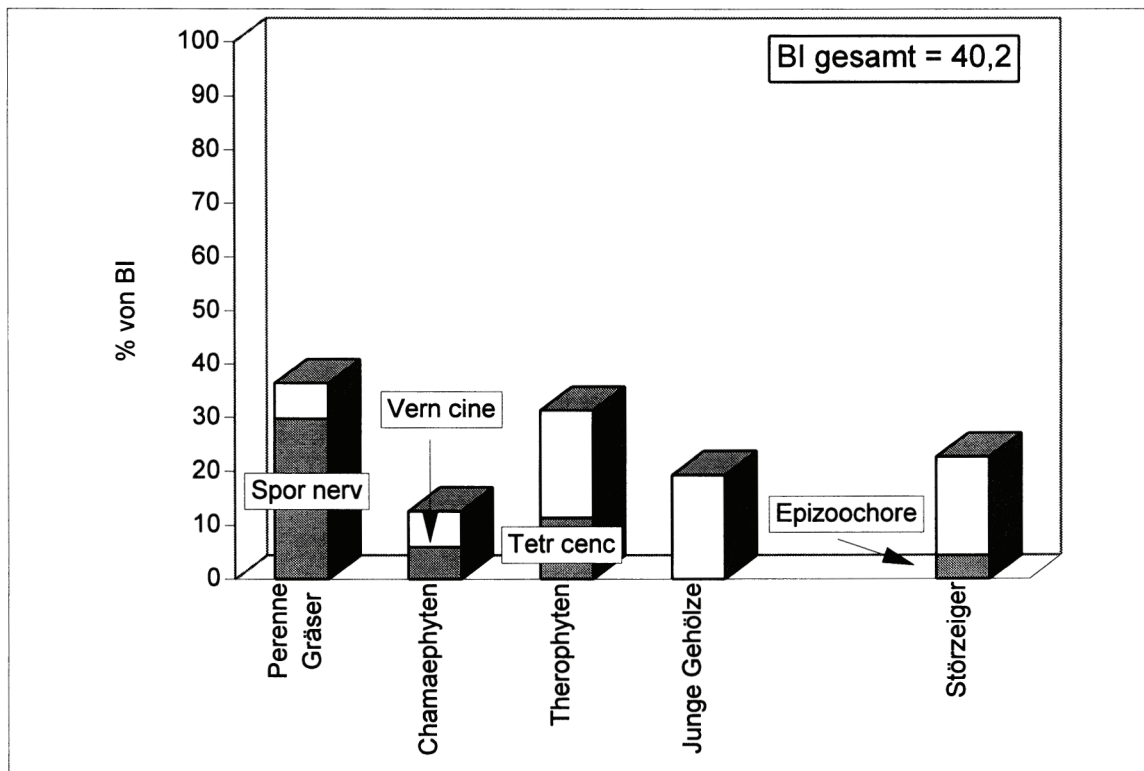


Abbildung 58: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 14. (Spor nerv) *Sporobolus nervosus*, (Vern cine) *Vernonia cinerascens*, (Tetr cenc) *Tetrapogon cenchrifomis*.

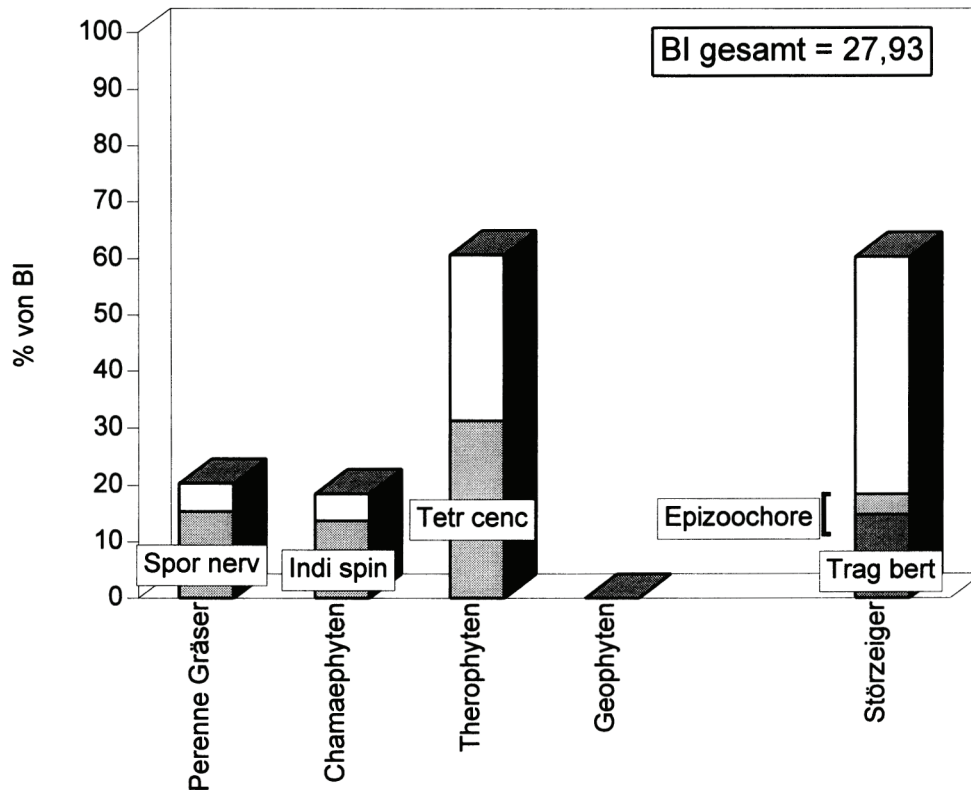


Abbildung 59: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 17. (Spor nerv) *Sporobolus nervosus*, (Indi spin) *Indigofera spinosa*, (Tetr cenc) *Tetrapogon cenchriformis*, (Trag bert) *Tragus berteronianus*.



Abbildung 60: Viehläger im Schatten von Gehölzen (*Acacia* und *Senegalia mellifera*); davor Massenbestände von *Tribulus terrestris*.

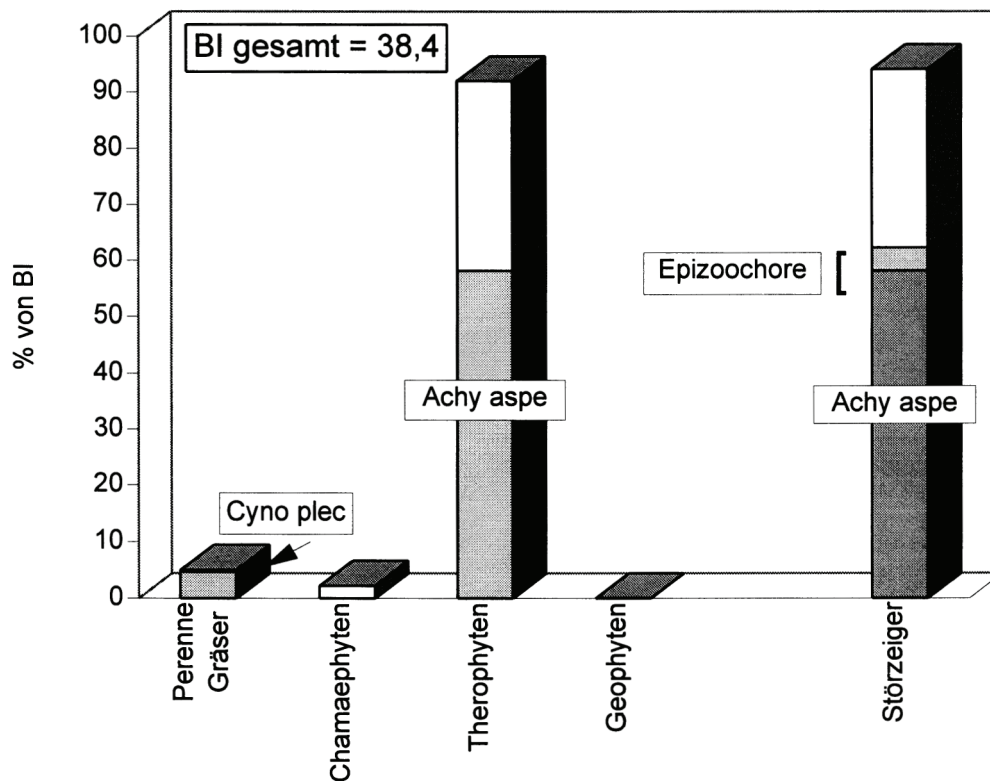


Abbildung 61: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 1. (Cyno plec) *Cynodon plectostachyus*, (Achy aspe) *Achyranthes aspera*.

Im Uferbereich des Lopekadorr ist die krautige Vegetation aufgrund des starken Weidegangs meist nur im Schutz der Sträucher ausgebildet. Dort wurden folgende Gräser in wenigen Exemplaren gefunden:

<i>Pennisetum mezianum</i>	<i>Enteropogon macrostachyus</i>
<i>Pennisetum stramineum</i>	<i>Cenchrus ciliaris</i>
<i>Panicum maximum</i>	<i>Setaria nervosum</i>
<i>Digitaria macroblephara</i>	<i>Setaria sagittifolia</i>
<i>Bothriochloa radicans</i>	<i>Chloris roxburghiniana</i>
<i>Leptochloa obtusiflora</i>	<i>Chrysopogon plumulosus</i>

4.3.8.2.4 Die Feldschicht im Bereich von niedrigen Akaziengebüsch am Rande der Aue

Eine Besonderheit stellt die Vegetation im randlichen Auenbereich auf dunkelrotbraunen Vertisolen dar. Hier kann es in Verbindung mit niedrigen Akaziengebüsch zur Ausbildung von Dominanzbeständen von *Seddera hirsuta* kommen (Tabelle 112, Abbildung 62).

4.3.8.2.5 *Cynodon plectostachyus*-Rasen auf Überschwemmungsflächen

Diese Rasen, die besonders am Zusammenfluss von Engare Ondare und Engare Sirgon eine größere zusammenhängende Fläche bedecken, sind kleinflächig auch im Uferbereich des Engare Sirgon vorhanden (Tabelle 113). Abbildung 63 zeigt eine Luftaufnahme der *Cynodon* Rasen. KNAPP (1965) beschreibt unter der Klasse „niedrige Weide- und Trittrasen (Cynodonto-Digitarietea)“ die Ordnung „Cynodonto-Digitarietalia“. Er beschreibt sie als „kurze tritt- und weideresistente Rasen“ von meist ziemlich großer Artenarmut“. KNAPP versteht darunter einen Rasentyp, der bei starker Beweidung an Stelle von *Themeda*- und *Hyparrhenia*-Gesellschaften tritt, was für das Untersuchungsgebiet nicht zutrifft. Typische Arten der von KNAPP beschriebenen Rasen sind *Cynodon dactylon*, *Harpachne schimperi* und *Digitaria scalarum* (sie kommen im Untersuchungsgebiet nicht vor) sowie *Cynodon plectostachyus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis tenuifolia* und *Cyathula orthacantha* (diese Arten kommen im Untersuchungsgebiet vor).

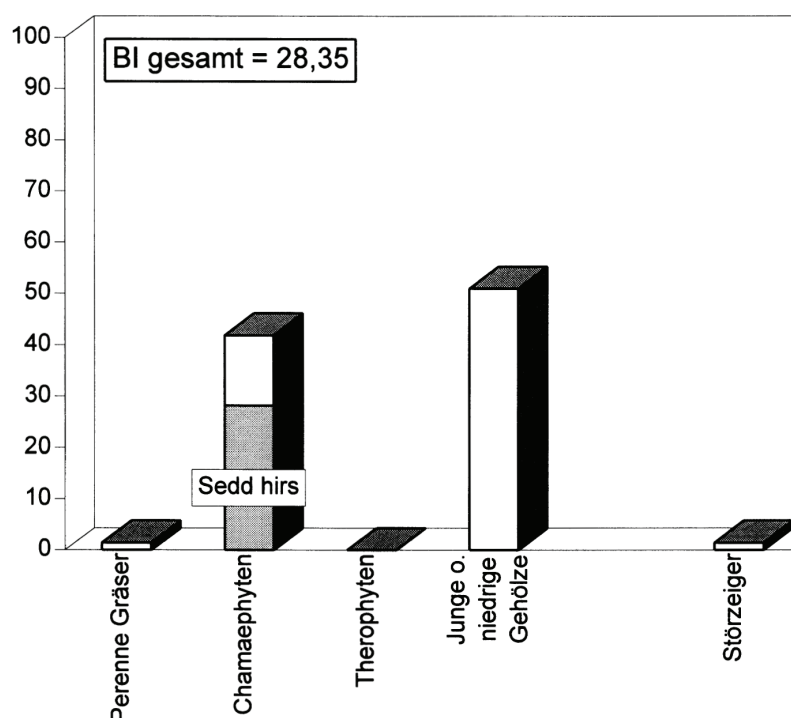


Abbildung 62: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 13. (Sedd hirs) *Seddera hirsuta*.

Tabelle 113: Serie 34, gehölzarmes bis -freies ausdauerndes *Cynodon plectostachyus*-Grasland (Überschwemmungsflächen am Engare Sirgon).

<i>Cynodon plectostachyus</i>	perennes Gras (PG)	82,00
<i>Cenchrus ciliaris</i>	perennes Gras (PG)	2,89
<i>Abutilon hirtum</i>	Chamaephyt, Störzeiger (Ch, Stz)	2,40
<i>Aerva javanica</i>	Chamaephyt, Störzeiger (Ch, Stz)	0,70
<i>Solanum incanum</i>	Chamaephyt, Störzeiger (Ch, Stz)	0,30

Nach EDWARDS & BODGAN (1951) kann *Cynodon plectostachyus* die vorherrschende Art auf ausgetrockneten Seebetten sein. Stellenweise kann *Cynodon plectostachyus* auf aufgelassenen Siedlungsplätzen vorkommen („Manyatta grass“). Wie die von KNAPP (1965) beschriebenen Rasen sind die *Cynodon plectostachyus*-Rasen auf Überschwemmungsflächen sehr artenarm. *Cynodon plectostachyus* ist die vorherrschende Art mit 93 % (Abbildung 64, bezogen auf BI gesamt 88,3). Nur in den feuchtesten Bereichen, die für längere Zeit im Jahr überschwemmt sein können, sind noch andere Arten von Bedeutung, z.B. *Cyperus merkeri*, *Cyperus alopecuroides*, *Cyperus latifolius*, *Panicum maximum*, *Leersia hexandra*, *Eriochloa meyerana*, *Sphaeranthus ukambensis*, *Spilanthes mauritiana* und *Althernanthera sessilis*. Die *Cynodon plectostachyus*-Rasen des Untersuchungsgebietes sind wertvolle Weideflächen, besonders während der Trockenzeit.

In Tabelle 114 wurden die Sammeltabellen sämtlicher Aufnahmeserien der Tallagen zu einer Übersichtstabelle vereint. Hierbei zeichnen sich Artengruppen mit unterschiedlichen Schwerpunkten ab. *Blepharis linariifolia*, *Hibiscus micranthus*, *Aristida adscensionis* und *Pavonia patens* bilden eine Gruppe, die auf allen Standorttypen der Loborua-Aue vertreten ist, die Auenbereiche des Engare Sirgon dagegen völlig meidet. Sie steht der Sirgon-Gruppe gegenüber, die auf den Loborua-Standorten fehlt. Die Ursachen dieser Differenzierung müssen auf einen Komplex von Faktoren zurückgeführt werden, der Unterschiede in der Bodenart, der Beschattung und der Störungsintensität umfasst. Unabhängig von den Flusssystemen sind drei Artengruppen zu differenzieren, die einen klaren standörtlichen Hintergrund erkennen lassen: die Aue-Gruppe, die die lichtliebenden Arten der trockeneren Standorte umfasst, die Schatten-Gruppe, die von Arten mit einer relativ weiten standörtlichen Amplitude gebildet wird und die Läger-Gruppe, deren Auftreten eng an die beschatteten Ruheplätze des Viehs gekoppelt ist. Schließlich kann noch eine Ufergruppe differenziert werden, die überwiegend aus den Aufnahmen der Serie 16 stammt.

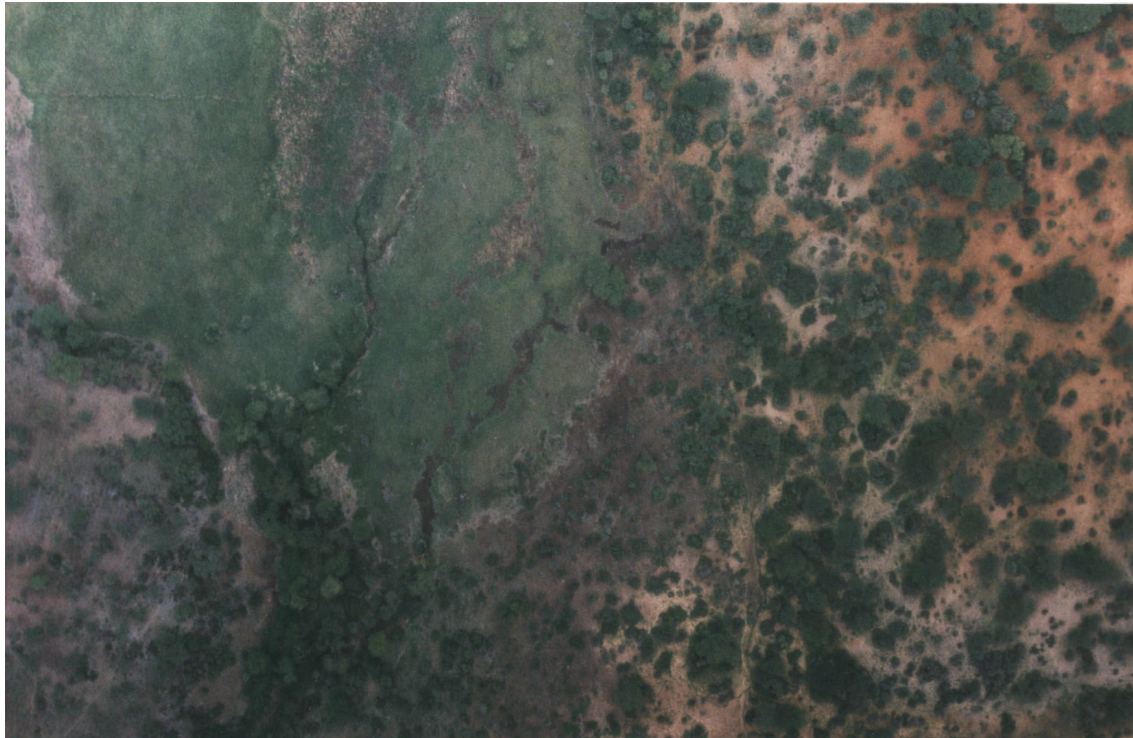


Abbildung 63: Luftbild der *Cynodon plectostachyus* Rasenflächen im Überschwemmungsbereich des Engare Ondare (dunkelgrüne Färbung).

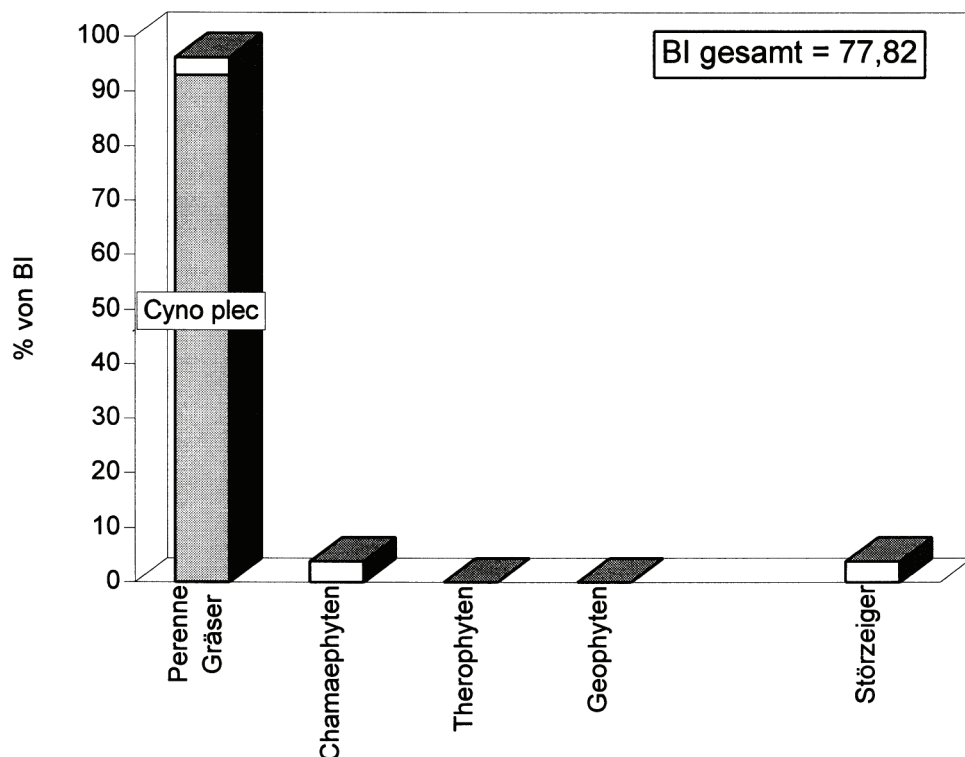


Abbildung 64: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 34. (Cyno plec) *Cynodon plectostachyus*.

4.3.8.2.6 Zur potentiell natürlichen Vegetation im Auenbereich der saisonalen Flussläufe („Laga“)

Aufgrund der langen Nutzung dieser Flächen durch Weidetiere ist von der ursprünglichen Vegetation nicht mehr viel übrig geblieben. Ihre Rekonstruktion anhand der vorhandenen Relikte ist dementsprechend schwierig. Neben Arten, die zumindest zeitweise höhere Ansprüche an die Wasserversorgung stellen und die entspre-

chende Standorte besiedeln, (z.B. *Pennisetum mezianum*, *Pennisetum stramineum*, *Panicum maximum*, *Digitaria macroblephara*) siedeln, besonders an den trockeneren Randbereichen der Aue Arten, die nach PRATT & GWYNE (1977) besonders in den ökoklimatischen Zonen IV und V (semiarid und arid) verbreitet sind. Zu dieser Gruppe gehören die Gräser *Cenchrus ciliaris*, *Bothriochloa radicans*, *Leptochloa obtusifolia*, *Enteropogon macrostachyus*, *Sehima nervosum*, *Chloris roxburghiana* und *Setaria sagittifolia*. Es handelt sich also um Arten, die KNAPP (1965) entweder dem „hochwüchsigen bis mittelhohen Trockengrasland, dem Themedo-Hyparrhienetea“ oder den „Rasen extrem trockener Standorte, den Brachiario-Aristidetea“ zuordnet. Zur Zeit der Untersuchungen waren die stabilsten Elemente der Feldschicht die perennenen Arten *Sporobolus nervosus* und *Indigofera spinosa* und die annualen *Tetrapogon cenchriformis*, *Tragus berteronianus* und *Blepharis linariifolia*. Dieser Vegetationstyp soll als „offenes *Indigofera spinosa*-*Sporobolus nervosus*-Zwergstrauch-Grasland“ bezeichnet werden.

4.3.9. Die Vegetation der Plateauflächen

Die Vegetation der Vulkanitdecken kann je nach Bodentyp sehr unterschiedlich ausgebildet sein. Im Wesentlichen lassen sich zwei Typen unterscheiden, die Vegetation auf lehmigen Böden und auf Tonböden (Vertisolen und schwer texturierten Cambisolen).

4.3.9.1. Vegetationsaufnahmen zur Ausprägung der Feldschicht auf den Plateauflächen

4.3.9.1.1 Die Vegetation auf schwarzen Vertisolen

Die vorherrschende Art auf den Tonböden des Untersuchungsgebietes ist *Setaria acromelaena* (Tabellen 115 und 116, Abbildung 65). Nach FRÖMAN & PERSSON (1974) ist dieses bis zu 60 cm hoch werdende annuelle Gras eine Art der Grasländer und der sumpfigen Plätze auf schweren Tonböden bis zu einer Höhe von 1.600 m über NN.

Tabelle 115: Anteile der Lebensformen am Bedeckungsindex der Feldschicht in den Serien der Tonböden (22, 23). Angaben in % bezogen auf BI gesamt.

Serie	BI gesamt	Perenne Gräser	Chamaephyten	Therophyten	<i>Setaria acromelaena</i>	<i>Tribulus cistoides</i>	<i>Digeria</i> u. <i>Farsetia</i>
22	41,45	2,17	18,38	68,11	22,03	8,08	1,66
23	59,09	0,51	16,65	73,45	27,08	7,51	22,17

Die Untersuchungsflächen werden häufig von Rinderherden, aber auch von Elefantenherden besucht. Dementsprechend hoch ist der Anteil der Störzeiger (oft nitrophile Arten). In der Serie 22 (Abbildung 67) sind es 45,55 %, in der Serie 23 20,63 % (Abbildung 66). Daneben ist auch der Anteil der Epizoochoren verhältnismäßig hoch, in der Serie 22 liegt er bei 12,28 % in der Serie 23 bei 15,13 %. Die meisten Anteile entfallen auf *Tribulus cistoides*, der auf diesen Standorten gegenüber *Tribulus terrestris* überwiegt. Im Vergleich zu anderen Aufnahmeserien ist hier der Anteil an Geophyten verhältnismäßig hoch (in der Serie 22 bei 11,27 %, in der Serie 23 bei 9,36 %).

Besonders in der Serie 23 sind die annualen Arten *Digeria muricata* (12,69 %) und *Farsetia stenoptera* (9,48 %) häufig, obwohl BLUNDELL (1987) sie als Arten steiniger oder sandiger Standorte bezeichnet. Zur Zeit der Untersuchung waren die Arten *Cyathula orthacantha* und *C. erinacea* nur in geringen Häufigkeitsanteilen vertreten. Nach schweren Regenfällen können aber beide Arten auf den Tonböden häufig werden und stellenweise nahezu Reinbestände ausbilden (Abbildung 58).

Aufgrund der floristischen Zusammensetzung spricht wenig dafür, dass es sich bei diesem Vegetationstyp um die von LANGDALE-BROWN et al. (1964) für Karamoja (Nordost-Uganda) beschriebene „*Chrysopogon*-grass-steppe“ auf schwarzen Tonböden handelt, mit *Chrysopogon plumulosus* und *Pennisetum mezianum*. PRATT & GWYNE (1977) beschreiben das „*Lintonia-Acacia mellifera* seasonally waterlogged grassland“ und das „*Eriochloa-Lintonia* seasonally waterlogged grassland“. Letzteres bezeichnen sie als den Basistyp für derartige Standorte. Die Autoren weisen darauf hin, dass bei starker Beweidung die perennenen Arten zugunsten der kurzlebigen zurückgehen. Neben *Lintonia nutans* erwähnen sie noch *Eriochloa nubica* und *Sorghum purpureosericeum*. KNAPP (1973) beschreibt „Borstenhirse (*Setaria*-)Rasen wechselfeuchter Standorte“ auf Tonböden. Diese Rasen werden geprägt durch 1–2 m hohe ausdauernde *Setaria*-Arten, die im Untersuchungsgebiet von Engare Ondare aber nicht vorkommen. Typische Arten für Tonböden, die auch in unserem Untersuchungsgebiet vorkommen sind *Ipomoea cordofana* (Abbildung 68), *Lintonia nutans*, *Sorghum purpureosericeum* und *Setaria acromelaena*.



Abbildung 65: Massenbestände von *Cyathula orthacantha* auf den Plateauflächen nach starken Regenfällen (1994).

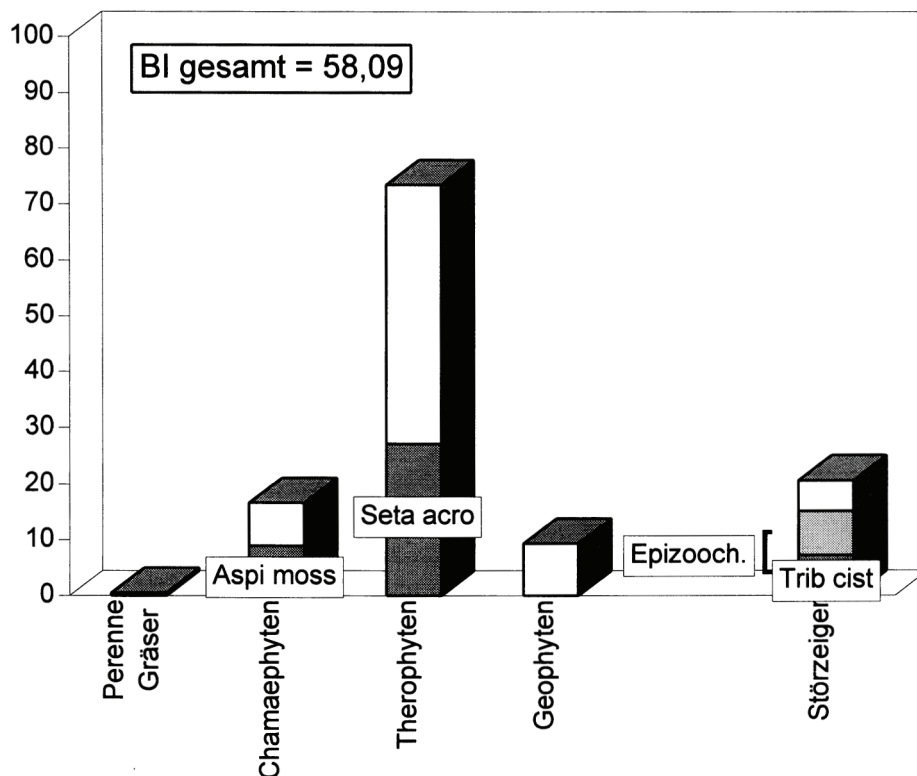


Abbildung 66: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 23. (Aspi moss) *Aspilia mossambicensis*, (Seta acro) *Setaria acromelaena*, (Trib cist) *Tribulus cistoides*.

4.3.9.1.2 Die Vegetation der Plateauflächen auf schwer texturierten Cambisolen

Zwischen den Aufnahmeserien 24 und 25 fallen quantitative, aber auch qualitative Unterschiede auf (Tabellen 118, 119, Abbildungen 69, 70). Das hängt im Wesentlichen damit zusammen, dass die Aufnahmen der Serie 24 in der Nähe des Hauptweges zu den Flüssen Engare Sirgon und Engare Ondare erhoben wurden. Die

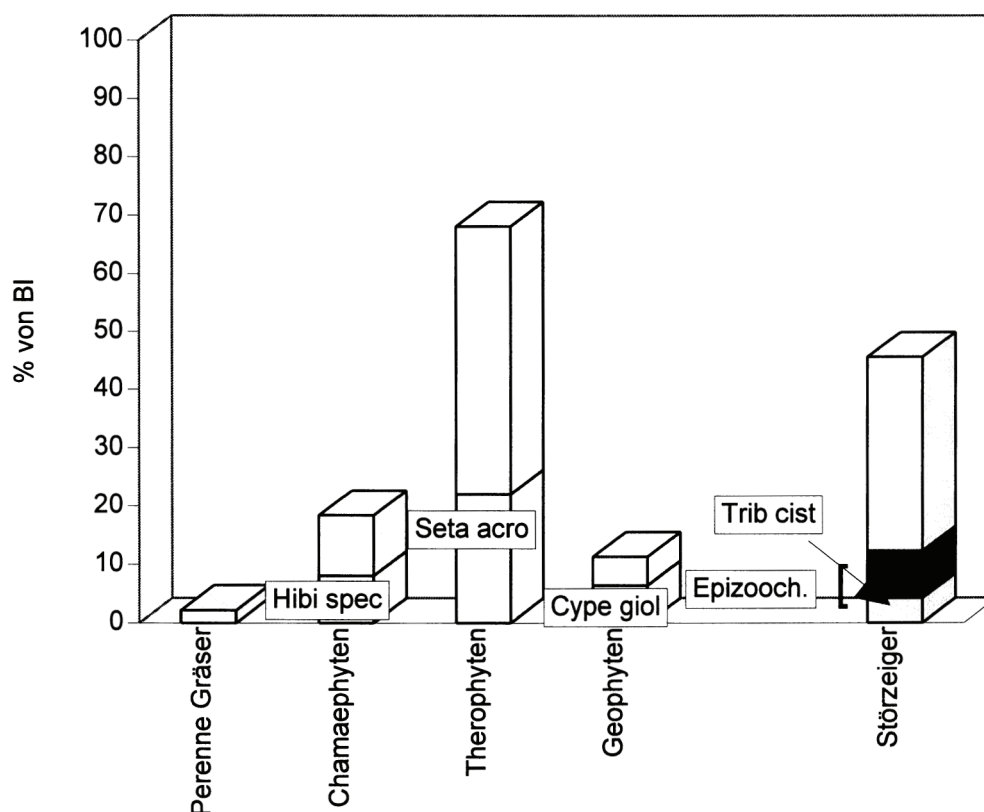


Abbildung 67: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 22. (Hibi spec) *Hibiscus spec.*, (Seta acro) *Setaria acromelaena*, (Cype giol) *Cyperus giolii*, (Trib cist) *Tribulus cistoides*.

Vegetation der Serie 24 ist im Vergleich zu der von 25 schütterer, die Anteile an Störzeigern und Epizoochoren (25,71 % und 10,36 %) sind deutlich höher. Bezogen auf BI gesamt 51,85 beträgt der Anteil der Therophyten 91,69 %. Davon entfallen auf *Blepharis linariifolia* 26,04 %, auf *Digera muricata* 22,41 % und auf *Setaria acromelaena* 13,11 %. Verhältnismäßig hoch ist der Anteil an eindeutig nitrophilen Arten, er beträgt 15,67 %. Unter den Epizoochoren dominiert *Tribulus terrestris* (7,43 %). Als wohl typischste Art der Tonböden des Untersuchungsgebietes ist hier *Setaria acromelaena* von Bedeutung. Andere Arten sind nur mit geringen Anteilen vertreten.

Deutlich anders ist die Zusammensetzung der Serie 25. Diese Flächen sind durch Weidetiere weit weniger gestört als die vorgenannten. Bezogen auf BI gesamt 72,83 entfallen auf die Therophyten 72,83 %, die häufigste Art ist *Setaria acromelaena* mit 46,16 %. Es folgt *Blepharis linariifolia* mit 21,97 % und *Ipomoea cordofana* mit 14,05 %. Verhältnismäßig hoch (17,33 %) ist der Anteil der Geophyten. Chamaephyten sind auf diesen Flächen mit 2,8 % bedeutungslos, perenne Gräser fehlen völlig. Der Anteil der Epizoochoren ist mit 2,51 % ebenfalls gering, die größten Anteile entfallen auf *Tribulus cistoides* und *Commicarpus pendunculatus*. Vom Arteninventar her ist die Ähnlichkeit zu den Aufnahmen der Serien 22 und 23 unverkennbar. Die für alle diese Serien charakteristische Art ist *Setaria acromelaena*. Insgesamt ähnelt die Zusammensetzung der Vegetation stark der auf schwarzen Vertisolen.

4.3.9.1.3 Die Feldschicht im Bereich lichter Akaziengehölze auf lehmigen Cambisolen

Auf den flach- bis mittelgründigen Böden der unteren Plateaulagen hat sich auf schluffigem bis tonigem Lehm eine Vegetation ausgebildet, die wie in den trockeneren Auenbereichen durch das perenne Gras *Sporobolus nervosus* und den Zwergstrauch *Indigofera spinosa* charakterisiert wird (Tabelle 120, Abbildung 71). Die Flächen sind stark beweidet, da sie u.a. als Durchgangsgebiete zu den Wasserstellen des Engare Sirgon fungieren. Bei starker Nutzung, vor allem auch durch Trittbelastung, wird Feinmaterial flächenhaft abgespült, an der Oberfläche kommt es zu einer Anreicherung von Grus und Steinen. In der Feldschicht dominieren weitgehend die Arten des an anderer Stelle bereits beschriebenen (Aufnahmeserien 10, 2, 26, 5, 17, 14) „offenen *Indigofera spinosa*-*Sporobolus*-Zwergstrauch-Graslandes“.

Arten wie *Sporobolus nervosus*, *Indigofera spinosa* und *Heliotropium albohispidum* weisen auf die grünen, lockeren Eigenschaften des Bodens hin, während Arten wie *Sporobolus pellucidus*, *Oropetium minimum* und *Cyperus teneriffae* auf die Steinigkeit und Flachgründigkeit der Standorte hinweisen. Die Beeinflussung



Abbildung 68: Vegetation auf schwarzen Vertisolen: *Ipomoea cordofana* (weiß blühend), *Aspilia mossambicensis* (im Hintergrund) und *Pterodiscus ruspolii* (im Vordergrund).

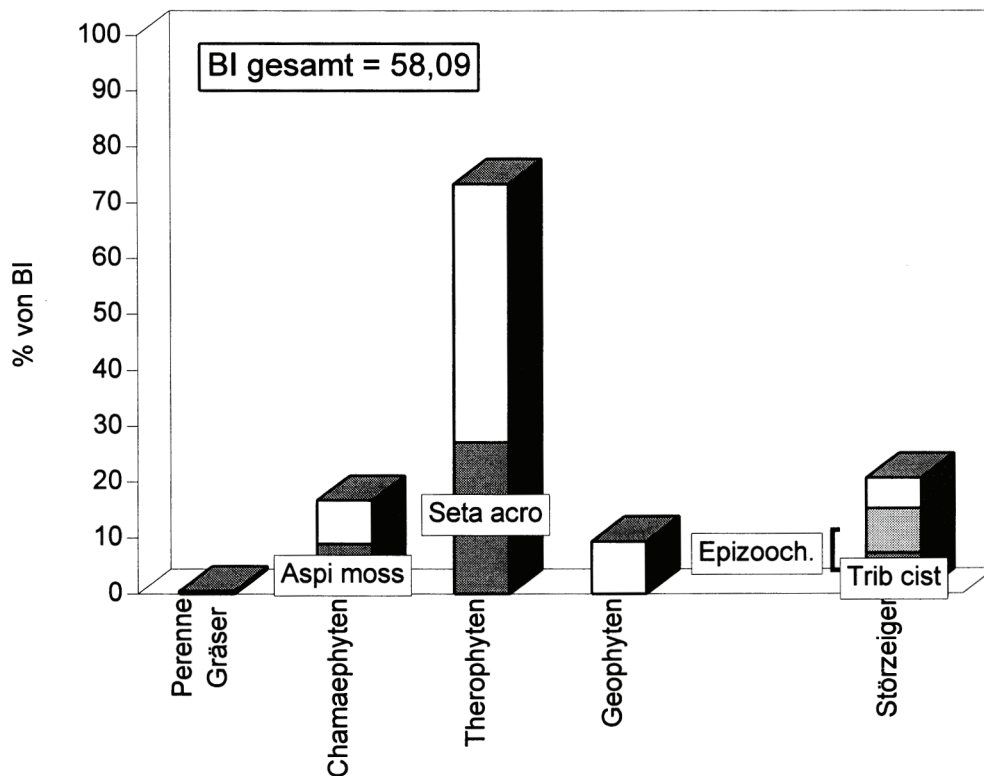


Abbildung 69: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 24. (Aspi moss) *Aspilia mossambicensis*, (Seta acro) *Setaria acromelaena*, (Trib cist) *Tribulus cistoides*.

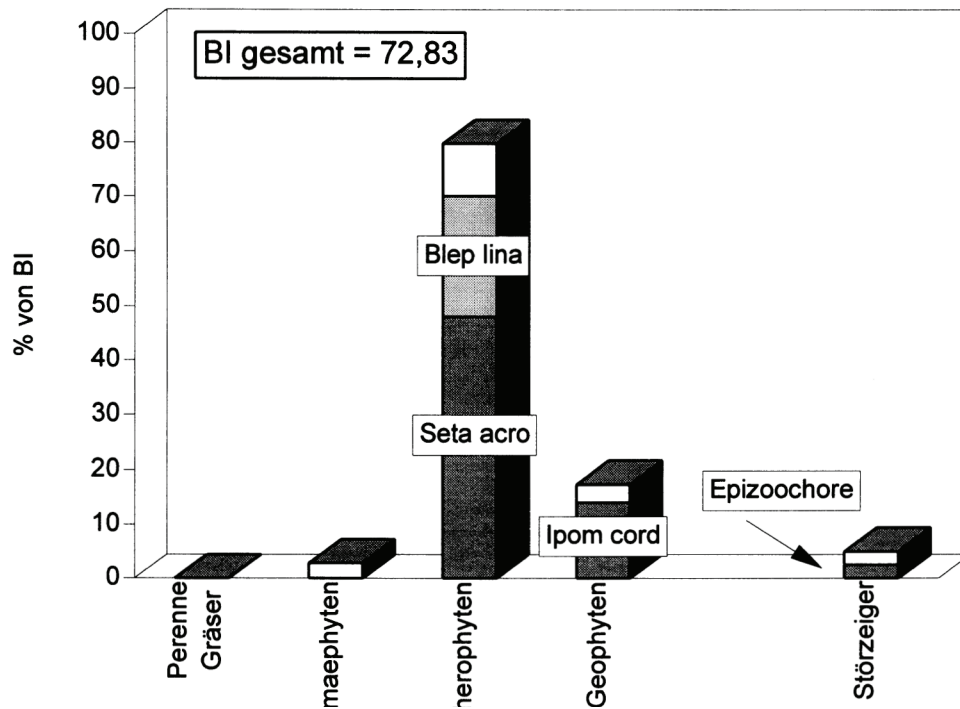


Abbildung 70: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 25. (Blep lina) *Blepharis linariifolia*, (Seta acro) *Setaria acromelaena*, (Ipom cord) *Ipomoea cordofana*.



Abbildung 71: Lichte Akaziengehölze im Bereich der Plateauflächen mit Zwergsträuchern (*Lippia carvioidora* im Mittelgrund) und *Pentanisia ouranogyne* (blau blühend, im Vordergrund).

durch Weidetiere hat sich hier dahingehend ausgewirkt, dass die Vegetation schütter ist und dass trittfeste Arten wie *Sporobolus* vorherrschen. Horstgräser wie *Chrysopogon plumulosus* sind hier von nachgeordneter Bedeutung (2,5 % bezogen auf BI gesamt). aber auch annuelle Gräser sind nur wenig vorhanden (3,1 %, während die annuelle Acanthacee *Blepharis linariifolia* mit 14,3 % den Hauptanteil der Therophyten stellt. Typische Störzeiger sind nur wenig vertreten, der größte Anteil fällt hier auf *Tribulus terrestris*.

Beim Betrachten der Tabelle 121 fallen sofort 2 Vegetationstypen auf: Typus 1 (Vegetationsaufnahmen Serie Nr. 29) auf karbonatreichen Cambisolen mit vorherrschenden *Sporobolus nervosus* und *Indigofera spinosa*. Die Artenzusammensetzung zeigt, dass wir es hier wieder mit dem Vegetationstyp zu tun haben, der an anderer Stelle (Vegetationsaufnahmen Serien Nr. 2, 5, 9, 10, 14, 17, 26) bereits als „offenes *Indigofera spinosa*-*Sporobolus nervosus*-Zwergstrauch-Grasland“ beschrieben wurde. Es zeigt sich, dass dieser Vegetationstyp im Untersuchungsgebiet für gut drainierte, oft flachgründige, sandige oder grusige Standorte charakteristisch ist. Im Untersuchungsgebiet ist ferner der Zwergstrauch *Heliotropium albobispidium* für diese Standorte charakteristisch. Für die steinigen und flachgründigen Stellen sind Zwerggräser (*Oropetium minimum*) bzw. niedrige, trittfeste Horstgräser (*Sporobolus pellucidus*) sowie kleine Geophyten (*Cyperus teneriffae*) typisch. Dieser Vegetationstyp ist bei mäßig starker Belastung (besonders durch Tritt) aus einem *Chrysopogon plumulosus*-Grasland hervorgegangen. Reste (17.06) dieses Grases weisen darauf hin. Therophyten sind zwar reichlich, aber im Gegensatz zu anderen Aufnahmeserien entfällt hier auf die annuellen Gräser ein verhältnismäßig geringer Anteil; der Hauptanteil entfällt auf *Blepharis linariifolia*. Störzeiger, besonders Epizoochore sind nur mit geringen Anteilen vertreten. Verbreitet, aber nirgendwo häufig ist *Tribulus terrestris*.

Der nächste Block (Vegetationsaufnahmen Serien Nr. 24, 25, 23, 22) wird in erster Linie durch das annuelle Gras *Setaria acromelaena* gekennzeichnet. Dieser Vegetationstyp ist am besten auf schwarzen Vertisolen ausgeprägt (Serien 22 und 23). An anderer Stelle finden wir diesen Typ auch mit einer sehr ähnlichen Artenkombination auf „schwer texturierten Cambisolen“. Diese Böden weisen ebenfalls Vertisoleigenschaften auf (z.B. Quellen und Schrumpfen). In den feuchtesten Bereichen, hier auf den schwarzen Vertisolen, können die Gräser *Lintonia nutans* und *Sorghum purpureosericeum* Bestände bilden. Auf die Gesamtzahl der Aufnahmeserien bezogen sind diese beiden Arten in ihrer Häufigkeit aber eher belanglos. Allerdings berechtigt das Vorkommen dieser Arten zu der Annahme, dass es sich um ein verarmtes (bzw. hier aufgrund anthropozoogener Einflüsse verändertes) „*Lintonia*-*Acacia mellifera* seasonally waterlogged shrub grassland“ (PRATT & GWYNNE 1977) handelt. Am besten ausgeprägt ist dieser Typ im Bereich der Aufnahme-Serie 22. Neben *Setaria acromelaena* ist für diese Fläche *Cyperus giolii*, *Priva cordifolia* und *Commicarpus pedunculatus* bezeichnend. Therophyten herrschen auf diesen Standorten vor, Geophyten sind verhältnismäßig häufig, während Chamaephyten nur wenig vertreten sind und perenne Gräser als bedeutungslos bezeichnet werden können.

Das Arteninventar der Serie 25 gleicht dem der Serien 22 und 23; es fehlen nur wenige Arten, besonders solche, die höhere Ansprüche an die Feuchtigkeit stellen wie *Cyperus giolii*, *Chlorophytum andongense*, *Oldenlandia spec.* und *Lintonia nutans*. Das Arteninventar der Aufnahme-Serie 24 macht deutlich, dass es sich hier um stärker gestörte Flächen handeln muss. Der Anteil an Störzeigern, aber auch an Epizoochoren (hier besonders *Tribulus terrestris*) ist deutlich höher als in den anderen Aufnahme-Serien. In der Tat handelt es sich bei dieser Serie um Flächen unmittelbar am vielbegangenen Hauptweg zu den Flüssen Engare Sirgon und Engare Ondare. Verhältnismäßig häufig sind die Arten mit Trampelkletten wie *Tribulus terrestris* und *Oxygonum sinuatum*. Andere Störzeiger, besonders auch solche, die als nitrophil zu bezeichnen sind, sind hier deutlich häufiger als in den anderen Aufnahmeserien. Zu diesen Arten gehören *Zaleya pentandra*, *Amaranthus sparganiocephalus*, *Setaria verticillata*, *Digitaria velutina*, *Leucas urticifolia* u.a.

Auffallend häufig ist auf diesen Flächen *Digera muricata*, die hier nicht unbedingt den Störzeigern zuzurechnen ist. Möglicherweise ist diese Art auf stärker erodierten und somit mehr steinigen und grusigen Standorten häufig; denn BLUNDELL (1987) bezeichnet sie als Art trockener Plätze, auf steinigen oder sandigen Böden im Grasland.

4.3.9.2. Die Vegetation der Talhänge

Die Vegetation der Feldschicht entspricht häufig der der Plateauflächen (mit Ausnahme der Vegetation auf schwarzen Vertisolen). Die ursprüngliche Vegetation dieser Standorte entspricht weitgehend dem Typ, den KNAPP (1973) als „Mehrjährige Dornsavannen- und Halbwüsten-Trockenrasen“ („*Chrysopogon-Aristida*-Rasen“) beschreibt. Diese Rasen sind charakteristisch für Gebiete mit jährlichen Niederschlägen bis zu 400 mm. KNAPP weist bereits darauf hin, dass diese Rasen durch Überweidung oft stark zurückgedrängt und durch annuelle Grasfluren ersetzt werden. Er geht ferner davon aus, dass die Vegetation dieser Gebiete klimatisch und standörtlich den *Acacia-Commiphora*-Trockengehölzen entspricht, die mit den mehrjährigen Rasen oft Savannenkomplexe bilden. Das trifft für das Untersuchungsgebiet weitgehend zu.

KNAPP beschreibt ferner die „einjährigen Klettengras-Trockenrasen“ („*Cenchrus-Tragus*-Rasen“). Er bemerkt, dass diese sich häufig an Stellen entwickeln, in denen durch anthropozoogene Einflüsse die Vegetation der mehrjährigen Arten vernichtet wurde. Häufig, so auch im Untersuchungsgebiet, sind intermediäre Degradationsstadien ausgebildet. In ihnen siedeln sich die Annuellen zwischen den mehrjährigen Arten an.

Im Untersuchungsgebiet sind neben den mehrjährigen Gräsern vor allem mehr oder weniger stark verholzte Chamaephyten („Zwergsträucher“) wesentlich. Es deutet einiges darauf hin, dass sich diese Chamaephyten erst nach gewissen (mäßigen) Störeinflüssen ansiedeln und ausbreiten können. Auf die Tatsache, dass diese Zwergsträucher unter bestimmten Bedingungen gegenüber perennen Gräsern aufgrund ihrer Lebensform Standortsvorteile haben, weisen schon SHMIDA & BURGESS (1989) hin. Diese Arten, besonders *Lippia carviadora*, *Sericocomopsis pallida* und *Vernonia cinerascens*, können mitunter mehr als 50 % der Flächen bedecken, besonders dann, wenn die Gehölze lichter geworden sind (siehe PCQ Transekt 13).

4.3.9.2.1 Die Vegetation der blockreichen Hänge

Wenn wir davon ausgehen, dass die „Mehrjährigen Dornsavannen-Trockenrasen“ mit *Chrysopogon plumulosus* als vorherrschende Art, der für die wenig gestörten Verhältnisse entsprechende Vegetationstyp ist, dann kann das Verhältnis von perennen Gräsern zu Chamaephyten und Therophyten ein Maß für den Störungsgrad dieser Vegetation sein. Zuerst sollen die weniger gestörten Aufnahmeserien der blockreichen Hänge betrachtet werden (Abbildungen 72, 73).

Tabelle 122: Anteile von Lebensformen, epizoochoren Arten und *Chrysopogon plumulosus* am Bedeckungsindex (BI) auf den weniger gestörten blockreichen Bereichen der Talhänge. Angaben in % bezogen auf BI gesamt (Abbildungen 74,75).

Serie	BI gesamt	PG	<i>Chrysopogon</i>	Chamaephyten	Therophyten	Epizoochore
8	44,58	59,15	58,32	8,32	31,61	9,29
21	62,43	47,09	38,44	29,33	17,11	2,40
18	34,21	55,92	55,54	26,81	13,18	1,99
12	34,11	46,91	46,91	11,17	37,44	6,63
19	35,39	39,76	39,56	23,11	31,51	0,93
7	47,33	52,40	47,16	5,20	41,28	4,58
20	47,49	39,99	29,37	26,36	32,66	2,99
11	30,72	55,47	54,49	27,12	16,15	5,63
15	34,13	59,24	58,37	11,84	26,72	0,91

In allen Serien ist der Anteil an *Chrysopogon plumulosus* noch ziemlich hoch; er beträgt 50 % und mehr der Gesamthäufigkeiten. Unter den Therophyten dominieren die Gräser, in den meisten Aufnahmen das anemochore *Tetrapogon cenchriformis*. Lediglich in der Serie 12 ist es das ebenfalls anemochore Gras *Rhynchelytrum repens*. Unter den Chamaephyten herrschen oft *Lippia carviadora* und *Sericocomopsis pallida* vor (Serien 8, 12, 19, 20, 15); in der Serie 18 ist es *Blepharispermum pubescens* und in der Serie 11 *Indigofera spinosa*. In den restlichen Serien ist die Dominanz bestimmter Arten nur wenig ausgeprägt. Wenn nach diesen Betrachtungen der Störungsgrad ermittelt werden soll, dann sind die Serien 8 und 21 am wenigsten gestört, die Serien 12 und 7 am meisten.

4.3.9.2.2 Die Vegetation der blockarmen Talhänge

Die weniger steilen und blockarmen Hänge bieten im Vergleich zu den oben besprochenen Serien ein deutlich anderes Bild. Die Gehölze (mit Ausnahme der Serie 6) sind artenärmer und sie stehen lichter; *Acacia*-Arten herrschen vor. Die Feldschicht ist deutlich schütterer und niedriger; Störzeiger und Arten mit epizoochorer Ausbreitung sind viel häufiger. In fast allen Aufnahmen (Ausnahme Serie 9) sind die Therophyten am häufigsten. Von den perennen Gräsern ist nur noch in den Serien 6 und 28 *Chrysopogon* das häufigste Gras. In den Serien 9 und 10 ist *Sporobolus nervosus* häufiger. (mit 19, 82 bzw. 17, 55 %). In der Serie 10 ist *Chrysopogon* nicht mehr vertreten, was vermutlich auf die Nähe eines temporären Wohnplatzes zurückzuführen ist. Im Bereich der Serie 9 sind die Böden infolge verstärkter Feinerdeabspülung flachgründig; an der Oberfläche hat sich eine Grusdecke gebildet. Hier treten schon verstärkt Arten der „Fels-Zwerggrasen“ (KNAPP 1973) auf, z.B. *Oropetium minimum*. Unter den Zwergsträuchern dominieren besonders niedrige Vertreter wie z.B. *Indigofera*-Arten, *Barleria acanthoides*, *Ruellia patula* und *Heliotropium albohispidum*. Die hohen Arten *Lippia carviadora*, *Sericocomopsis pallida* und *Vernonia cinerascens* sind dagegen nur wenig vertreten.

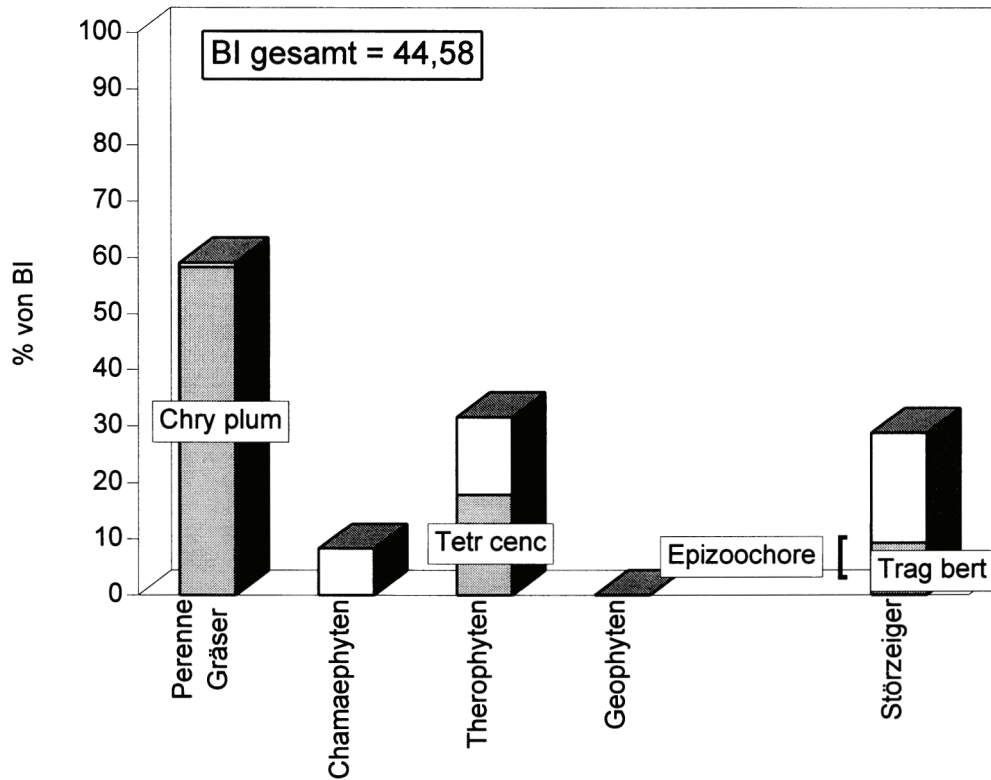


Abbildung 72: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 8. (Chry plum) *Chrysopogon plumulosus*, (Tetr cenc) *Tetrapogon cenchriformis* (Trag bert) *Tragus berteronianus*.

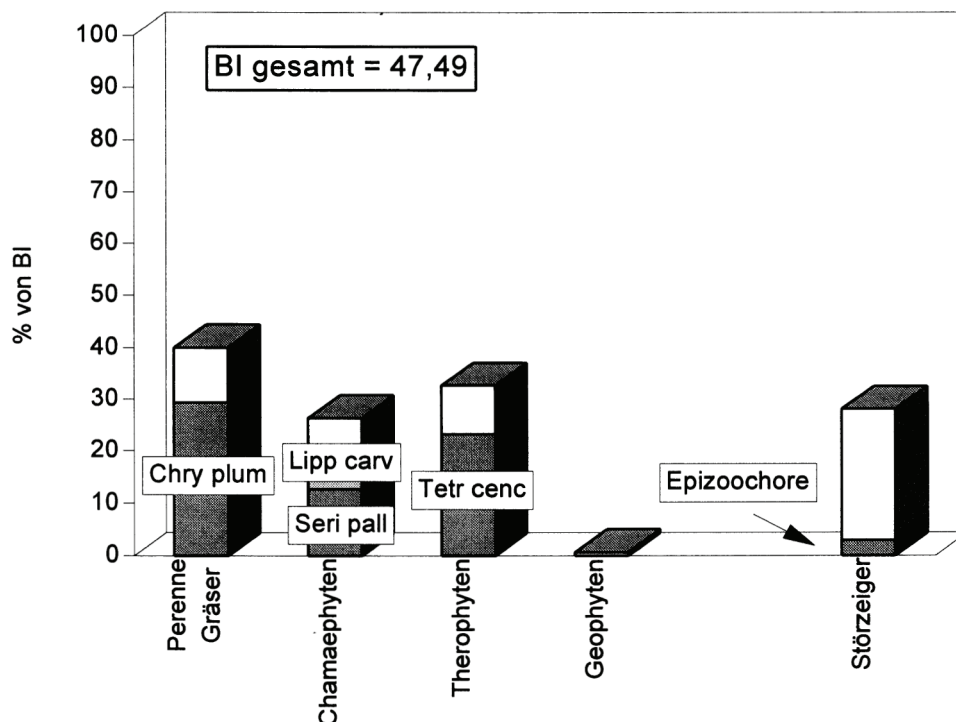


Abbildung 73: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 20. (Chry plum) *Chrysopogon plumulosus*, (Lipp carv) *Lippia carviadora*, (Seri pall) *Sericocomopsis pallida*, (Tetr cenc) *Tetrapogon cenchriformis*.

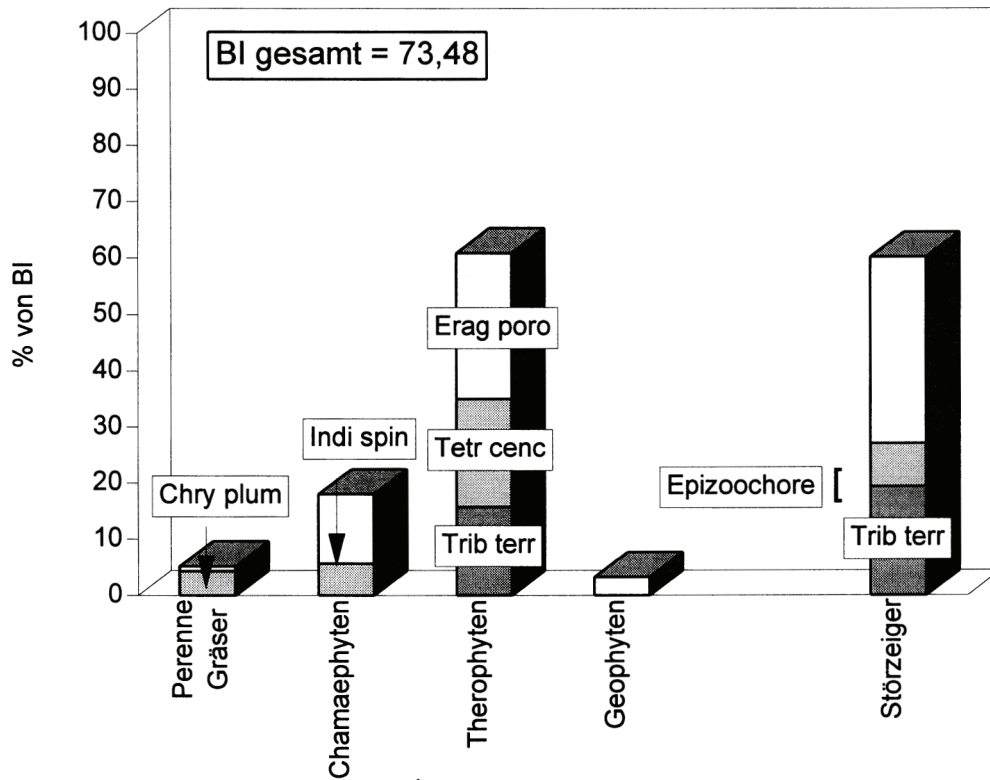


Abbildung 74: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 28. (Chry plum) *Chrysopogon plumulosus*, (Indi spin) *Indigofera spinosa*, (Erag poro) *Eragrostis porosa*, (Tetr cenc), *Tetrapogon cenchriformis*, (Trib terr) *Tribulus terrestris*.

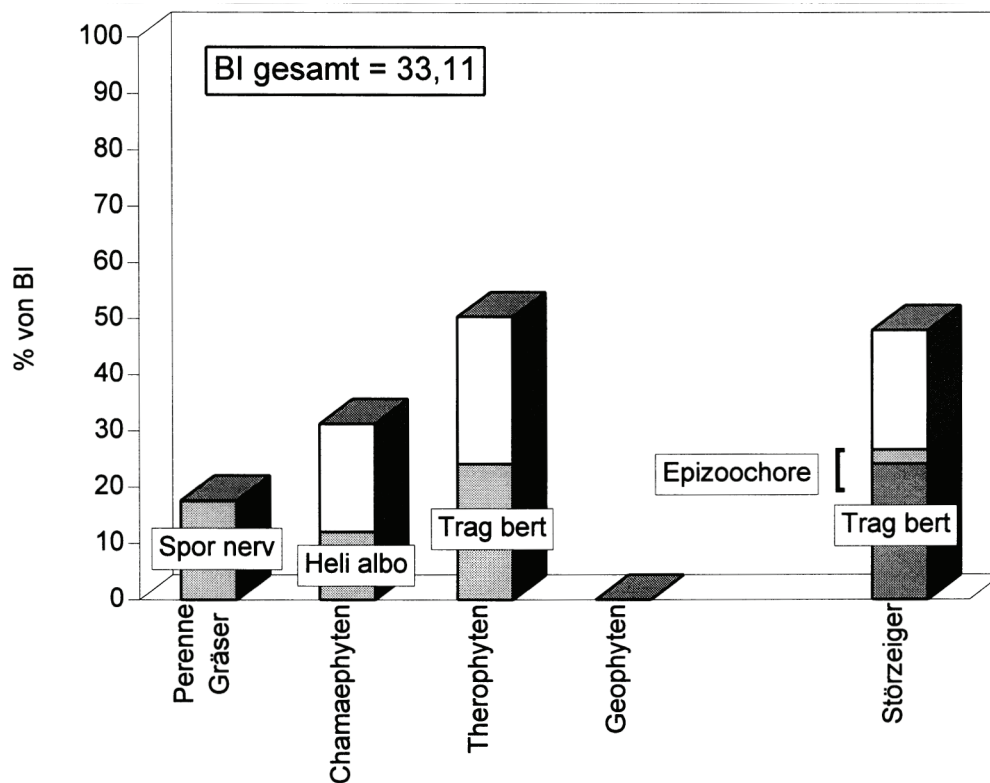


Abbildung 75: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 10. (Spor nerv) *Sporobolus nervosus*, (Heli albo) *Heliotropium albobispidum*, (Trag bert) *Tragus berteronianus*.

Tabelle 132: Anteile von Lebensformen, epizoochoren Arten, *Chrysopogon plumulosus* und *Indigofera spinosa* am Bedeckungsindex (BI) auf den stärker gestörten blockarmen Bereichen der Talhänge. Angaben in % bezogen auf BI gesamt.

Serie	BI gesamt	PG	<i>Chrysopogon</i>	Chamaephyten	<i>Indigofera</i> %	Therophyten	Epizoochore
6	24,20	33,76	30,45	30,08	14,46	34,46	7,36
9	31,78	55,16	18,34	33,57	13,22	10,86	3,24
28	41,41	5,19	4,35	17,99	5,68	73,48	27,02
10	33,11	17,67	-	31,26	8,46	50,32	26,64

Von den 4 Serien weist die Artenzusammensetzung bei den Serien 6 und 9 auf eine mäßig starke und bei den Serien 28 und 10 auf eine starke Störung hin. Die Ursachen hierfür sind offensichtlich. Die Serie 6 umfasst mäßig gestörte Flächen südlich der Forschungsstation; der Anteil der Epizoochoren ist verhältnismäßig gering, der von *Chrysopogon* noch relativ hoch. Die Serie 9 wurde schon weiter oben besprochen. *Chrysopogon* und *Sporobolus* halten sich hier annähernd die Waage. (18,34 zu 19,82 %). Die Anteile an Therophyten und Epizoochoren ist relativ gering. Auffallend ist, dass die für flachgründige Standorte typische und mehr trittfeste Art *Sporobolus nervosus* schon etwas häufiger ist.

Die Aufnahmen der Serie 28 (Abbildung 74) stammen aus einem stark von Weidetieren begangenen Gebiet. Auffallend ist der hohe Anteil an *Tribulus terrestris* (19,32 %). Diese durch Trampelkletten ausgebreitete Art ist besonders auf stark begangenen Flächen häufig. Der Anteil der perennen Gräser ist mit 5,19 % extrem niedrig. Auf *Chrysopogon plumulosus* entfallen nur noch 4,35 %. Therophyten überwiegen bei weitem. Die häufigsten Arten sind nach *Tribulus terrestris*, die Gräser *Tetrapogon cenchriformis* (15,72 %) und *Eragrostis porosa* (12,61 %). Es folgt die Acanthacee *Blepharis linariifolia* (11,23 %). Erst an 5. Stelle kommt die häufigste perenne Art, nämlich *Indigofera spinosa* (mit 5,68 %) vor. Ebenfalls hoch ist der Anteil an Störzeigern im Bereich der Serie 10, aus dem Bereich eines temporären Wohnplatzes. Unter den perennen Gräsern ist *Chrysopogon plumulosus* nicht mehr vertreten. Der trittfeste *Sporobolus nervosus* ist hingegen noch mit 17,55 % präsent. Auch hier sind die Therophyten mit Abstand am reichlichsten vorhanden. Die häufigste Art ist das epizoochore Gras *Tragus berteronianus* (Klettgras) mit 24,16 %, während *Tribulus* nur mit 2,36 % vorkommt. Die dritthäufigste Art ist das anemochore Gras *Tetrapogon cenchriformis* mit 15,10 %.

Übersichtstabelle aller auf den Talhängen erhobenen Aufnahmeserien

Beim Betrachten der Tabelle 137 fallen im Wesentlichen 2 Blöcke auf:

- Block 1 (Serien 8–15): vorherrschend *Chrysopogon plumulosus*.
- Block 2 (Serien 6–10): *Chrysopogon* geht zurück oder fehlt, *Sporobolus nervosus* und verschiedene Zwergsträucher (besonders *Indigofera spinosa*) nehmen zu.

Die besten *Chrysopogon*-Bestände befinden sich im Bereich der blockreichen Hänge. Bei den dortigen Böden handelt es sich meistens um karbonatreiche Cambisole (Serien 15, 18, 19, 20, 21) und um rotbraune Cambisole (Serien 8, 7, 12.) Die Böden der blockarmen Hänge sind meistens karbonatreiche Regosole (Serien 9, 28, 10, Abbildung 75). Bei der Ausbildung der unterschiedlichen Zusammensetzung der Vegetation scheinen aber weniger die Böden als vielmehr der Anteil an Blöcken und damit verbunden die Nutzung, besonders durch Rinder, maßgeblich zu sein.

Chrysopogon plumulosus ist im Untersuchungsgebiet das wichtigste Weidegras für Rinder. Bei anhaltend starker Beweidung geht *Chrysopogon* zurück, weideresistentere Arten breiten sich aus. Für die Vegetation der Talhänge bedeutet dies, dass die blockreichen Hänge, da sie von Rindern weniger begangen werden, die besten *Chrysopogon*-Bestände aufweisen. *Chrysopogon plumulosus* ist nach PRATT & GWYNNE (1977) ein Gras der ökoklimatischen Zone V (arid land). *Chrysopogon* ist oft die dominante Art auf vulkanischen Böden, aber ist nicht an sie gebunden. Da in dieser Zone weder Ackerbau noch Forstwirtschaft möglich sind, ist hier die Weidewirtschaft die einzige Nutzungsmöglichkeit für den Menschen.

Die meisten anderen Arten sind ziemlich standortvag. Sie zeigen lediglich an, dass die Vegetation als Folge der Beweidung schütterer geworden ist. Diese Lücken konnten rasch von Therophyten besiedelt werden. KNAPP (1973) zählt viele der hier auftretenden Gräser zu den Arten der „Brachlandrasen der Domsavannenbereiche“. In der Serie 12 fällt das verhältnismäßig häufige Auftreten von *Rhynchelytrum repens* auf. *Rhynchelytrum* hat sein Hauptverbreitungsgebiet in Kenia in etwas höheren Lagen mit besseren Niederschlägen. Nach FRÖMAN & PERSSON (1974) ist dieses Gras ein Pionier auf vegetationsfreien Flächen und

in überweideten Gebieten. Im Untersuchungsgebiet scheint es in Ausbreitung begriffen zu sein. Die einzige Art dieser Flächen, deren Auftreten tatsächlich an das Vorhandensein der Blöcke gebunden ist, ist der Farn *Actiniopteris radiata*, der am schattigen Rand der Blöcke wächst.

Die weniger blockreichen Hänge (Serien 6–10) werden häufiger durch Weidetiere belastet. *Chrysopogon* geht zurück und das trittfestere Gras *Sporobolus nervosus* wird häufiger (Serien 9 und 10). Bei anhaltender Belastung geht auch *Sporobolus* zurück, annuelle Arten dominieren, unter ihnen besonders Störzeiger wie *Tribulus terrestris* und *Pupalia lappacea* (Serie 28). Etwas aus dem Rahmen fällt die Serie 10. Hier herrscht Verwitterungsmaterial vor. Die Bodenoberfläche wird in erster Linie von Gesteinsgrus bedeckt. Ein großer Teil des Feinmaterials ist weggerodiert. Auf diesen Standorten sind neben *Sporobolus nervosus* verhältnismäßig viele Zwergsträucher vertreten wie *Indigofera spinosa*, *Pavonia patens* und *Heliotropium albobispidium*. Auch im Bereich dieser Serien ist der Anteil an Therophyten hoch, besonders wieder die Gräser *Tetrapogon cenchriformis* und *Tragus berteronianus*.

4.3.9.3. Die Vegetation stark gestörter Flächen und Vegetationsaufnahmen zu ihrer Ausprägung

Die wichtigsten Störeinflüsse im Untersuchungsgebiet sind Verbiss, Tritt und Eutrophierung durch Exkreme. Auf den stark gestörten Flächen sind nur noch Tritt und Eutrophierung von Bedeutung. Während die Vegetationsveränderungen in dem von Gehölzen durchsetzten *Chrysopogon*-Grasland nur sehr allmählich von statten gehen und sich zunächst nur durch quantitative Veränderungen bemerkbar machen, hat bei den stark gestörten Flächen bereits eine qualitative Veränderung stattgefunden. Die durch Tritt in ihrer Ausbreitung begünstigte Art *Tribulus terrestris* bestimmt besonders auf den durch Tritt gestörten Flächen das Bild. Im engeren Brunnumfeld wird aufgrund der stärkeren Eutrophierung *Zaleya pentandra* häufig. Im Bereich der Manyattaflächen wurde die ursprünglich vorhandene Vegetation völlig zerstört. Nach Aufgabe des temporären Wohnplatzes findet eine Neubesiedlung durch Arten statt, die im Grasland nicht vertreten sind.

Vergleichen wir die Lebensformanteile in den einzelnen Aufnahmeserien (Tabelle 138), so fällt auf, dass mit Ausnahme der Serien 35 und 3 die Therophyten gegenüber den perennen Arten bei weitem überwiegen. Weiterhin ist interessant, dass unter den Therophyten hier nicht mehr die Gräser dominieren. Stattdessen werden *Tribulus terrestris* und *Zaleya pentandra* zu bestimmenden Arten. Diese Merkmale korrelieren mit besonders hohen Störungsgraden. Der hohe Anteil der Perennen in Serie 4 wird durch die Dominanz einer perennen Ruderalart, *Solanum coagulans* erklärt, die sich entlang von Erosionsrinnen ausgebreitet hat. Im Fall der Serie 3 spiegelt der relativ hohe Anteil der Perennen ein Nachlassen der Störungsfrequenz wider. Es handelt sich um Vegetationsaufnahmen im Bereich einer nicht mehr genutzten Tränke. Die Ergebnisse werden im Folgenden anhand von Sammeltabellen und Abbildungen weiter erläutert.

Tabelle 138: Anteile perenner und annueller Lebensformen sowie der vorherrschender Arten am Bedeckungsindex (BI) der stark gestörten Standorte. Angaben in % bezogen auf den jeweiligen BI.

Aufnahmeserie	BI gesamt	Therophyten	Perenne	<i>Zaleya</i>	<i>Tribulus</i>
31	92,25	87,39	12,61	25,46	5,01
11b	47,62	67,72	32,28	1,18	17,22
35	59,75	24,17	75,83	0,17	2,86
4	16,45	98,42	1,58	3,95	3,4
3	46,2	52,51	47,49	-	10,5
30	82,98	95,91	4,09	1,57	87,97
36a	35,09	87,29	12,71	21,2	59,85
36b	2447	81,81	18,19	52,3	24,52
36c	34,56	75,87	24,13	35,24	34,72
11a	79,59	97,01	2,99	28,90	55,48

4.3.9.3.1 Manyatta-Vegetation

Manyattas sind temporäre Wohnplätze, die mit abgeschlagenen Domgehölzen eingefriedet werden. In dem Luftbild (Abbildung 76) sind die Einfriedungen der Manyattas als kreisförmige Scheiben (seit längerem aufgelassen) oder als Doppelkreise (seit kurzem aufgelassen) zu erkennen. Auf verlassenen Manyatta-Flächen dominieren besonders kurzlebige, nitrophile Arten wie *Zaleya pentandra* und *Amaranthus sparganiocephalus*. Auch *Tribulus terrestris* kann hier häufig werden und sich stellenweise sogar zur vorherrschenden Art entwickeln. Bei ausgiebigen Niederschlägen wie in der Saison 1994/95 werden *Zaleya pentandra* und *Amaranthus sparganiocephalus* sehr hoch und dicht, so dass sich der niedrig bleibende *Tribulus terrestris* kaum entwickeln kann.

Bei der Serie 31 (Tabelle 139, Abbildung 77) handelt es sich um die stark nitrophile Vegetation auf hohen Dungsschichten einer nicht mehr genutzten Einfriedung im Manyattabereich (vor wenigen Monaten aufgelassen) am Rande der Aue des Laga Loborua. Die mit Abstand häufigste Art ist *Amaranthus sparganiocephalus*,



Abbildung 76: Luftbild von ehemaligen Manyattas (Kreise und Kreisflächen) am Laga Loborua in der Umgebung der Quarantänestation (Rechtecke).

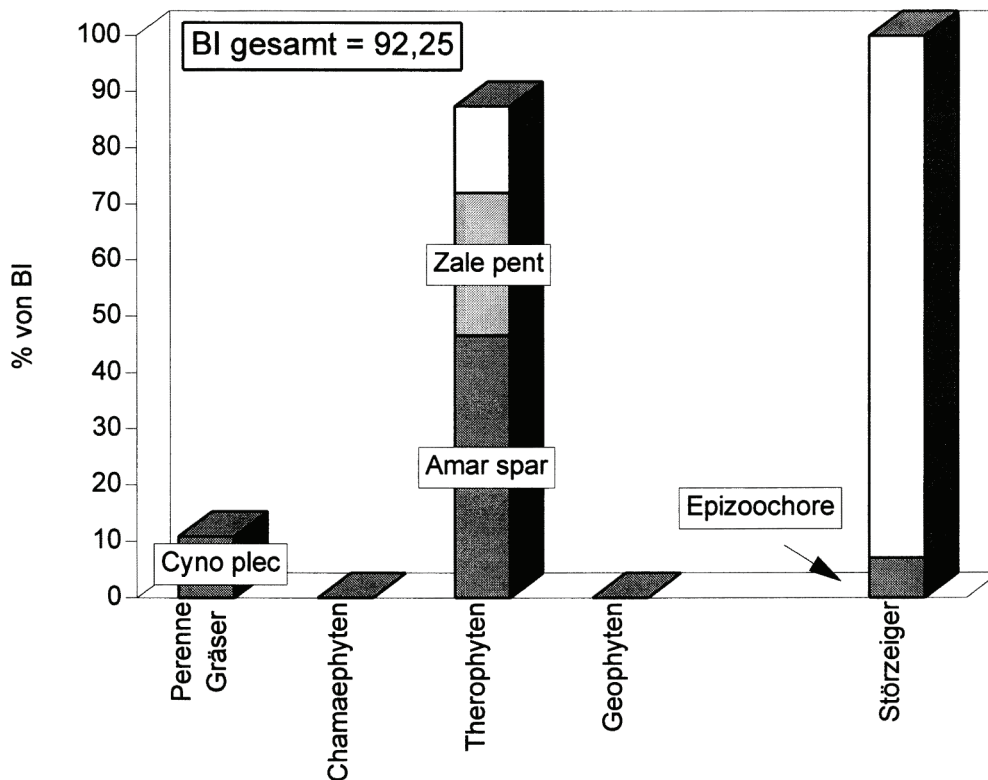


Abbildung 77: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeigern in der Vegetationsserie 31. (Cyno plec) *Cynodon plectostachyus*, (Zale pent) *Zaleya pentandra*, (Amar spar) *Amaranthus sparganiocephalus*.

gefolgt von *Zaleya pentandra*, *Tribulus terrestris* und *Chenopodium opulifolium*. An einigen Stellen hat sich das ausdauernde Gras *Cynodon plectostachyus* etabliert. Mit 23 Arten sind diese Bestände relativ artenreich.

Mit der Serie 11a (Tabelle 140) wurde die Vegetation einer ehemaligen Manyatta erfasst (temporärer Wohnplatz), die bereits seit 3 Jahren verlassen war. Hier hat sich *Tribulus terrestris* zur prägenden Art entwickelt. Ebenfalls häufig sind *Zaleya pentandra* und *Amaranthus sparganiocephalus*. Im Unterschied zur Serie 31 kommen einige weniger stark nitrophile Arten hinzu. Die häufigsten unter ihnen sind *Achyranthes aspera*, *Melhania ovata* und *Acalypha indica*. Die Gesamtartenzahl entspricht mit 21 in etwa der vorgenannten Serie.

Mit der Serie 11b (Tabelle 141, Abbildung 78) wird die Vegetation im Umfeld der Manyattas erfasst. Mit zunehmender Entfernung zum Siedlungsplatz nehmen die Arten des *Chrysopogon*-Graslandes zu. An erster Stelle sei hier *Chrysopogon plumulosus* genannt. Verhältnismäßig hoch ist auch der Anteil der Zwergsträucher wie z.B. *Indigofera*-Arten und *Sericocomopsis pallida*. Die stark nitrophilen Arten wie *Zaleya pentandra* und *Amaranthus sparganiocephalus* sind von untergeordneter Bedeutung. Aufgrund der starken Herdenbewegungen im siedlungsnahen Umfeld ist es nicht verwunderlich, dass Arten mit epizoochorer Ausbreitung wie *Tribulus terrestris* und *Pupalia lappacea* sehr häufig sind. *Pupalia* bevorzugt dabei die Ränder von Steinblöcken. Zwar überwiegen auch in dieser Serie noch die Therophyten, der Anteil der ausdauernden Arten ist entsprechend der nachlassenden Störungsfrequenz jedoch bereits beachtlich.

4.3.9.3.2 Die Vegetation an Erosionsrinnen

In Gebieten mit leichter Hangneigung fallen schmale Erosionsrinnen auf (Abbildung 79). Es handelt sich hierbei um eine beginnende Grabenerosion, die oft im Bereich von Viehpfaden ansetzt. Diese Rinnen fallen bereits aus großer Entfernung durch das gehäufte Vorkommen von *Solanum coagulans* auf. Diese Häufung mag mit der Ausbreitungsstrategie von *Solanum coagulans* zu tun haben. Nach dem Absterben der Pflanzenteile fallen die Beerenfrüchte, die sich durch eine feste Schale auszeichnen, zu Boden, können dann, besonders bei Regenfällen, in die Rinnen gespült werden, wo sie dann, wenn die feste Schale verrottet oder zertreten wurde, frei werden.

Zu den häufigsten Arten der Serie 35 (Tabelle 142) zählen neben *Solanum coagulans* kurzlebige Gräser wie *Eragrostis porosa* und *Tetrapogon cenchriformis*. Der Anteil der Arten stark begangener Standorte ist hier

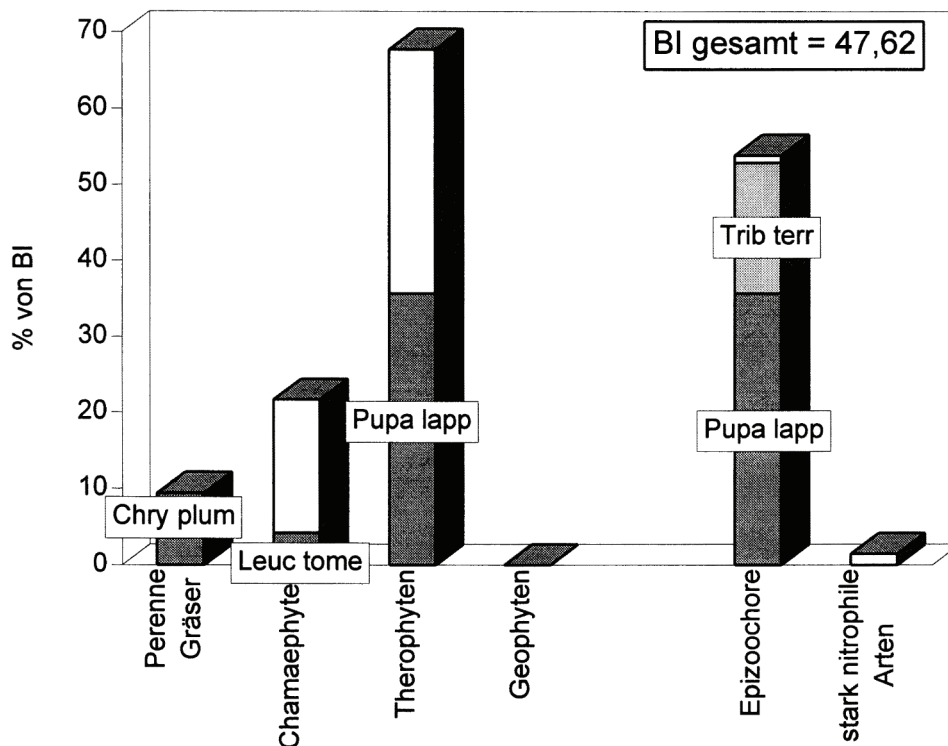


Abbildung 78: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren Störzeigern und stark nitrophilen Arten in der Vegetationsserie 11b. (Zale pent) *Zaleya pentandra*, (Trib terr) *Tribulus terrestris*.



Abbildung 79: Vegetation an kleinen Erosionsrinnen mit *Solanum coagulans* und vereinzelt *Sericocomopsis pallida*.

relativ gering. So ist z.B. *Tribulus terrestris* auf diesen Standorten von nachgeordneter Bedeutung. Stellenweise können bestimmte Arten gehäuft auftreten wie *Bothriocline somalensis* und *Pupalia lappacea*. Obwohl es sich nur um verhältnismäßig schmale Vegetationsstreifen handelt, die selten breiter als 1 m sind, ist der Artenreichtum mit 44 Arten verhältnismäßig hoch.

4.3.9.3.3 Die Vegetation im Bereich stark frequentierter Viehtränken und Viehpfade

Mit der Serie 30 (Tabelle 143, Abbildung 80) wurde die Vegetation an einer stark frequentierten Viehtränke erfasst. *Tribulus terrestris* ist hier die bei weitem häufigste Art, die die Physiognomie der Fläche bestimmt (Abbildung 81). Die starke Ausbreitung von *Tribulus* im Bereich vielbegangener Viehpfade mag mit der Entwicklung der Frucht zu sog. Trampelkletten zusammenhängen. Die übrigen 19 Arten, die im Rahmen dieser Serie registriert wurden, sind von untergeordneter Bedeutung. Überraschend ist dabei jedoch der relativ hohe Anteil ausdauernder Arten, hauptsächlich vertreten durch die Gräser *Cynodon plectostachyus*, *Sporobolus nervosus*, *Sporobolus pellucidus* sowie *Cyperus blysmoides*, Von den nitrophilen Arten ist *Zaleya pentandra* verbreitet, aber nur mit geringen Bedeckungsanteilen.

Mit der Serie 3 (Tabelle 144) wurde die Vegetation einer ehemals stark durch Viehtritt beeinflussten Fläche um einen seit 5 Jahren versiegten Brunnen (NNO Lebororong) erfasst. Mit der Nutzungsaufgabe muss es zu entscheidenden Änderungen in der Vegetation gekommen sein. Die Serie 30 und 3 unterscheiden sich in wesentlichen Punkten. So ist *Tribulus terrestris* zwar noch stark verbreitet, die Bedeckungsanteile sind jedoch gering. Andere Therophyten wie *Blepharis linariifolia*, *Ipomoea plebeia* und *Tragus berteronianus* sind verhältnismäßig häufig geworden. Extrem nitrophile Arten wie *Zaleya pentandra* treten nicht mehr auf. Auffallend ist die Zunahme von *Sporobolus nervosus*, die sich inzwischen zur häufigsten Art entwickelt hat. Die Artenzahl ist deutlich höher als in der Serie 30 (33 zu 20).

Serie 36a (Tabelle 145): Hier wurden Flächen im Umfeld des neuen Brunnens erfasst, die eine starke Beeinflussung durch Tritt und eine etwas geringere Beeinflussung durch Exkremente aufwiesen.

Serie 36b (Tabelle 145): Die Aufnahmen dieser Serie waren einer sehr starken Beeinflussung durch Exkremente und einer starken Beeinflussung durch Tritt ausgesetzt.

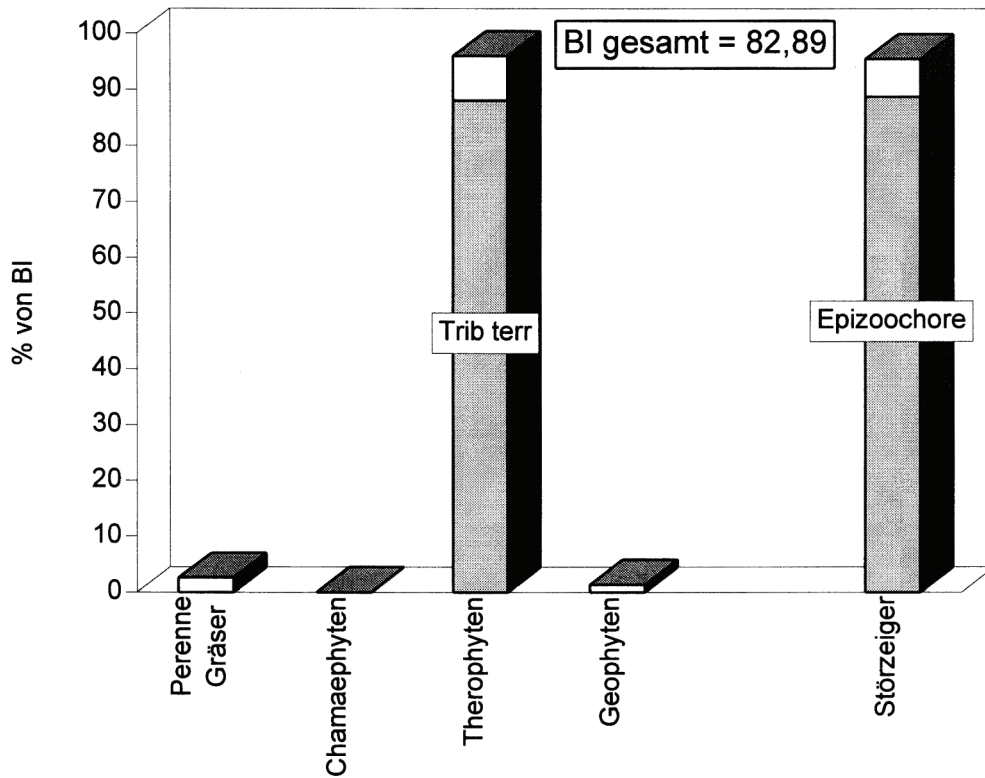


Abbildung 80: Anteile von Lebensformen, Epizoochoren und Störzeiger-Arten in der Vegetationsserie 30. (Trib terr) *Tribulus terrestris*.



Abbildung 81: Stark gestörte Fläche in der Umgebung einer Viehtränke mit Massenbeständen von *Tribulus terrestris*.

Serie 36c (Tabelle 145): Bei den Aufnahmen dieser Serie waren sowohl eine starke Trittbelastung als auch eine starke Beeinflussung durch Exkremente gegeben. Da sich die Aufnahmen auf eine flache Senke konzentrierten 1 war die Feuchtigkeitsversorgung etwas besser als in den Serien 36a und 36b.

Im Bereich dieser drei Vergleichsserien (36a, b, c) ist das Arteninventar sehr ähnlich; die wesentlichen Unterschiede sind quantitativer Art. Ist die Trittbelastung der vorherrschende Einfluss, dann ist die epizoochore Art *Tribulus terrestris* am häufigsten (36a). Tritt die Eutrophierung in der Belastung besonders hervor, so ist die nitrophile Art *Zaleya pentandra* dominierend (36b). Sind die Tritt- und die Fäkalienbelastung in etwa gleich stark, so halten sich auch *Tribulus* und *Zaleya* in etwa die Waage (36c). Als Ausdruck der verbesserten Wasserversorgung muss hier die relativ starke Ausbreitung von *Cynodon plectostachyus* gewertet werden.

4.3.9.3.4 Die episodische Vegetation in einem trockenen Flussbett

Mit der Serie 4 (Tabelle 146) wurde die ephemere Vegetation im ausgetrockneten Flussbett des Laga Loporua erfasst. Dementsprechend setzt sich die Vegetation mit Ausnahme einer Art aus Therophyten zusammen. Da es sich hier um eine auf natürliche Weise gestörte Vegetation handelt, verdienen die Bestände trotz ihrer Kurzlebigkeit Aufmerksamkeit. Die Flussbettvegetation setzt sich vor allem aus den im Untersuchungsgebiet häufig vorkommenden Therophyten, unabhängig von ihrer Standortpräferenz (nitrophil sonnig, nitrophil schattig, Trittvegetation usw.) zusammen.

Die Sammeltabellen der Serien der hochgestörten Standorte wurden in Tabelle 147 zu einer Übersichtssammeltabelle zusammengeführt. Es lassen sich eine nitrophile und eine nitrophobe Gruppe voneinander trennen. Erstere bevorzugt die Manyatta-Standorte, letztere meidet sie weitgehend. Weiterhin kann eine Hochstörungs-Umfeld-Gruppe ausgeschieden werden. Sie umfasst diejenigen Arten, die ihren Schwerpunkt im Umfeld der Manyattas, am Rande der Erosionsrinnen und im Bereich der „Alten Tränke“ haben. Schließlich existiert eine „indifferente“ Gruppe. Die Bezeichnung indifferent ist nur im Hinblick auf die hier zusammengefassten mehr oder weniger stark gestörten Bereiche zu sehen. Betrachten wir die Verteilung dieser Arten innerhalb des gesamten Datensatzes, also unter Einschluss der wenig gestörten Standorte, so zeigt sich, dass Arten wie *Tribulus terrestris* durchaus einen Schwerpunkt, nämlich im stark gestörten Bereich, aufweisen.

4.3.9.4. Ableitung eines Degenerationsschemas für die Feldvegetation

Die Ableitung des Degradationsschemas stützt sich auf folgende Punkte:

1. Literaturangaben

- zur naturnahen und zur gestörten Vegetation des semiariden Nordost-Afrikas
- zu den Folgen von Beweidungsintensivierungen
- zur Entwicklung stark synanthroper Vegetationseinheiten

2. zur Lebensform- und Artenstruktur der für Engare Ondare beschriebenen Vegetationsserien

3. Zuordnung der beschriebenen Vegetationseinheiten zum Weidedruck bzw. zur Störungsintensität

Aussagen zur naturnahen Vegetation der semiariden Gebiete Ostafrikas finden sich insbesondere in den Arbeiten von KNAPP (1973). So geht KNAPP davon aus, dass es sich bei den *Acacia-Commiphora*-Trockengehölzen um einen naturnahen Vegetationstyp handelt, während *Acacia tortilis*-dominierte Bestände häufig als Degradationsstadien anzusehen seien. Die Feldschicht der *Acacia-Commiphora*-Trockengehölze wird nach KNAPP (1973) natürlicherweise durch perenne Gräser dominiert. Bereits 1965 beschreibt KNAPP für Ostafrika die Klasse der „Rasen extrem trockener Standorte, die Brachiario-Aristidetea“ mit der Ordnung „Aristido-Chrysopogoneta-lia aucheri“. Als Hauptverbreitungsgebiet dieser Rasen nennt er die Halbwüstengebiete Nord Kenias mit mittleren Jahresniederschlägen um 300 mm. Als wichtigste Gräser nennt er *Chrysopogon plumulosus* (= *Chr. aucheri*), *Enneapogon cenchroides*, *Chloris pycnothrix*, *Aristida* div. spec. und *Tetrapogon cenchriformis*. Er geht dabei davon aus, dass die Vegetation der Gebiete in dem diese Rasengesellschaften vorkommen klimatisch und standörtlich den *Acacia-Commiphora* Trockengehölzen entsprechen, die mit ausdauernden Rasen oft Savannenkomplexe bilden.

Zahlreiche weitere Autoren erwähnen für die Trockengebiete des nordöstlichen tropischen Afrikas Vegetationseinheiten, die durch *Chrysopogon* geprägt sind. PRATT & GWYNNE (1977) erwähnen für die ökoklimatische Zone V (arid land), mit mittleren Jahresniederschlägen bis zu 700 mm, meist jedoch weniger als 600 mm, ein „dwarf shrub grassland“ (z.B. „*Chrysopogon-Duosperma* dwarf shrub grassland“). Als wichtigste Gräser zwischen den Sträuchern nennen sie *Cenchrus ciliaris*, *Chloris roxburghiana* und *Chrysopogon plumulosus*. Es wird betont, dass *Chrysopogon* neben *Cenchrus ciliaris* das wichtigste Gras der Zone V ist. Es wird ferner darauf hingewiesen, dass das „*Chrysopogon* grassland“ besonders auf vulkanischen Aschen verbreitet ist. Auf schwarzen Vertisolen kommen nach diesen Autoren unter gleichen klimatischen Bedingungen besonders *Lintonia nutans* und *Sehima nervosum* vor.

Nach GILLETT (1947) ist *Chrysopogon* in Somalia und in Teilen Äthiopiens ein Element des „*Commiphora*-bush *Acacia* open deciduous scrub“ und des „tree *Acacia* open woodland“. Für EDWARDS & BODGAN (1951) gehört *Chrysopogon* zum „semi desert grassland“ bzw. zum „semi desert grass-bush“. Dieser Vegetationstyp wird als ein Ensemble aus 3–4,5 m hohen laubwerfenden Sträuchern beschrieben, mit vereinzelt 6–9 m hohen Bäumen. Das vorherrschende Gras zwischen den Gehölzen ist *Chrysopogon plumulosus*. Nach diesen Autoren ist *Chrysopogon* in Höhen bis 1.200 m verbreitet, oft an felsigen Hängen. In den Halbwüsten-Regionen ist es das am weitesten verbreitete Gras.

Im feuchteren Teil des Verbreitungsgebietes von *Chrysopogon plumulosus* (> 600 mm) bildet diese Art dichte Bestände. Der Anteil der annualen Arten ist oft deutlich geringer als 10 % (eigene Beobachtungen im Samburu-Game Reserve, Hurri-Hills und Mt. Marsabit). Zum trockeneren Teil des Verbreitungsgebietes hin (< 300 mm) sind die *Chrysopogon*-Bestände lückig, der Anteil der annualen Arten nimmt zu (> 60 %). In Gebieten mit Niederschlägen um 250 mm ist oft ein höherer Anteil an Chamaephyten zu beobachten (z.B. *Duosperma eremophilum*). In Gebieten mit Niederschlägen < 200 mm herrschen dann annuelle Grasländer mit *Tetrapogon cenchriformis* oder *Aristida*-Arten (häufig *Aristida adscensionis*) vor. Die natürlichsten Vorkommen von *Chrysopogon plumulosus* dürften die von KNAPP (1973) erwähnten „mehrjährigen Dornsavannen- und Halbwüsten-trockenrasen“ sein, mit einem Anteil an Gehölzen (*Acacia*- und *Commiphora*-Arten und Capparaceen). Bei reinen *Chrysopogon* Grasländern, wie in den Hurri Hills, scheinen Brände eine Rolle gespielt zu haben. Im Untersuchungsgebiet von Engare Ondare sind Feuer ohne Bedeutung. Stattdessen wurde die starke Beweidung zum bestimmenden Faktor. Schon KNAPP (1973) weist darauf hin, dass die „*Chrysopogon*-*Aristida*-Rasen“ durch Überweidung stark zurückgedrängt und durch annuelle Gräser ersetzt werden. Bei den Niederschlagsverhältnissen im Untersuchungsgebiet kann davon ausgegangen werden, dass die *Chrysopogon*-Bestände zwischen den Gehölzen dicht waren, so dass von einem maximalen Therophytenanteil von 10 % ausgegangen werden kann. Allein die Zunahme der Therophyten in den *Chrysopogon* Beständen kann daher schon ein Gradmesser für die Überbeweidung sein.

Zu dieser indigenen Therophytengruppe, die als **heimische Weidezeiger** bezeichnet werden sollen, zählen im Untersuchungsgebiet Engare Ondare folgende Arten:

<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Endostemon tereticaulis</i>	<i>Pavonia arabica</i>
<i>Blepharis linariifolia</i>	<i>Indigofera hochstetteri</i>	<i>Polygala erioptera</i>
<i>Corchorus trilocularis</i>	<i>Justicia exigua</i>	<i>Setaria acromelaena</i>
<i>Dicoma tomentosa</i>	<i>Justicia heterocarpa</i>	<i>Tetrapogon cenchriformis</i>
<i>Digera muricata</i>	<i>Orthosiphon somalensis</i>	

Die oben erwähnten Weidezeiger gehören zu Vegetationseinheiten, die entweder in den niederschlagsarmen Gebieten ihre Hauptverbreitung haben oder als Bestandteile von Unkrautgesellschaften beschrieben werden. Zu der ersten Gruppe gehören die annualen bzw. kurzlebigen Gräser *Aristida adscensionis* und *Tetrapogon cenchriformis*. KNAPP (1965, 1973) ordnet sie zu den „Rasen extrem trockener Standorte, den Brachiario-Aristidetea“. An anderer Stelle beschreibt er die „Einjährigen Klettengras-Trockenrasen“ und die „Einjährigen Nadelgras-(*Aristida*-) Trockenrasen“ (KNAPP 1973). In allen diesen Gesellschaften sind die genannten Arten vertreten. SCHULTKA (1991) fasst diese Rasen für Nord-Kenia zum „annual grasses of the *Aristida*/*Tetrapogon*-complex“ zusammen. Bei HERLOCKER (1979) sind diese Arten Elemente unterschiedlicher Typen des „annual grassland“. Nach PRATT & GWYNNE (1977) gehören diese annualen Grasländer zur ökoklimatischen Zone VI (Halbwüste). Das sind Gebiete mit mittleren jährlichen Niederschlägen von maximal 300 mm. DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) fassen viele dieser Arten als Begleitpflanzen der *Acacia*-*Commiphora*-Gehölze auf.

Die Frage, welche Rolle diesen Therophyten unter völligem Ausschluss der Beweidung durch Nutztiere zukäme, kann nicht beantwortet werden, da die natürliche Vegetation aufgrund der Jahrtausende langen Beweidung im Bereich des Horns von Afrika nicht mehr rekonstruiert werden kann (LE HOUEROU 1989). Da auch die in einigen Bereichen in großer Zahl vorkommenden Wildtiere Störungen verursachen, so z.B. im benachbarten Samburu National Park, ist davon auszugehen, dass Therophyten ein natürliches Element der Vegetation der semiariden Gebiete Ostafrikas darstellen, das durch zunehmende Störungsintensität gefördert wird. Nach den in Mitteleuropa gängigen Konzepten zur Synanthropie wird ein solcher Prozess als Apophytisierung bezeichnet (KOWARIK 1990) und die entsprechend geförderten Arten als Apophyten.

Die Verschiebung des Lebensformspektrums von perennen Gräsern hin zu Therophyten ist auch in der Literatur zum Rangeland Management für nahezu alle semiariden Regionen (Amerika, Australien, Afrika, Asi-

en) bestätigt worden (WESTOBY et al. 1989). Gleichzeitig gibt es speziell für semiaride Gebiete Afrikas eine umfangreiche Literatur zur weidebedingten Ausbreitung von Gehölzen (WALTER 1964; WERGER 1977, 1983; KLÖTZLI 1980; WESTOBY et al. 1989). Auch eigene Beobachtungen deuten auf diese Zusammenhänge hin. So konnte im Marsabit District auf stark beweideten Flächen immer wieder die Ausbreitung folgender, auch im Untersuchungsgebiet von Engare Ondare vorkommenden **Zwergsträucher** beobachtet werden:

Indigofera spinosa
Leucas tomentosa

Lippia carviadora
Sericocomopsis pallida

Für den Bereich der besonders stark vom Vieh gestörten Standorte, insbesondere bei zusätzlicher Fäkalienbelastung wird auch für Ostafrika eine nitrophile Vegetation beschrieben, die neben Therophyten auch einige perenne Arten enthalten kann (GEORGIADIS 1980; STELFOX 1986). Im Untersuchungsgebiet von Engare Ondare kommen folgende **Stickstoffzeiger** vor:

Amaranthus sparganiocephalus
Chenopodium opulifolium
Chenopodium schraderianum

Cyathula erinacea
Cyathula orthacantha
Gynandropsis gynandra

Zaleya pentandra

Für die Beurteilung des Weidelandes haben die von diesen Therophyten besiedelten kleinflächigen Sonderstandorte jedoch nur eine nachgeordnete Bedeutung. Wichtiger erscheint es, Merkmale für die Einstufung des Sukzessions- bzw. des Degradationsgrades von übermäßig genutzten Weideflächen herauszuarbeiten. Mit Ausnahme der Therophytendominanz existieren hierzu in der ostafrikanischen Rangeland Literatur bisher keine brauchbaren Kriterien. Modelle zur Beurteilung des Vegetationswandels infolge von Kultureinflüssen wurden in Europa erarbeitet. Hier sind insbesondere das historisch ausgerichtete Synanthropie-Konzept (FALINSKI 1972) und das aktualistische Hemerobie-Konzept (JALAS 1955; SUKOPP 1972, 1976) zu nennen. In beiden Konzepten spielt neben dem Apophytisierungsprozess die Ausbreitung florenfremder Arten eine wichtige Rolle. Der Anteil nicht heimischer Arten kann als Indikationsmerkmal des Kultureinflusses dienen, da mit steigendem anthropogenen Einfluss häufig auch ein Abundanzanstieg nicht heimischer Arten gekoppelt ist.

Nun lassen sich diese für die europäische Kulturlandschaft entwickelten Modelle nicht ohne weiteres auf tropisch semiaride Verhältnisse übertragen. Darüber hinaus wurden die meisten der mit dieser Problematik befassten europäischen Arbeiten im Bereich von Dörfern und Städten durchgeführt. Die vorliegenden Untersuchungen erfolgten hingegen in von nomadisch lebenden Viehhaltern extensiv genutzten Gebieten. Die Untersuchungen von BELSKY (1986) in der Serengeti haben jedoch gezeigt, dass auch in Ostafrika vergleichbare Prozesse ablaufen. Während kleinflächige Störungen inmitten des Nationalparks durch heimische Arten wiederbesiedelt werden, sind an der Schließung von Vegetationswunden im Bereich von häufig frequentierten Nationalparkstraßen zu einem großen Teil Kosmopoliten und pantropische Arten beteiligt, die zudem in den Listen von Ackerunkrautbroschüren geführt werden oder gemeinhin als Ruderalpflanzen bekannt sind. Folgende Arten können im Untersuchungsgebiet von Engare Ondare zur Kategorie der weit verbreiteten, nicht Stickstoffüberschuss zeigenden **Ruderalpflanzen** gerechnet werden:

Acalypha indica
Achyranthes aspera
Astripomoea lachnosperma
Cleome monophylla
Brachiaria leersioides
Cleome monophylla
Dactyloctenium aegyptium
Digitaria velutina
Eragrostis porosa

Erucastrum arabicum
Ipomoea plebeia
Leptothrium senegalense
Leucas urticifolia
Portulaca oleracea
Oxygonum sinuatum
Portulaca oleracea
Portulaca quadrifida
Pupalia lappacea

Rhynchelytrum repens
Setaria verticillata
Solanum coagulans
Tragus berteronianus
Tribulus cistoides
Tribulus terrestris
Triumfetta flavescens
Urochloa panicoides

Viele dieser Ruderalpflanzen sowie der weiter oben aufgeführten nitrophilen Arten finden sich bei den Beschreibungen von KNAPP (1965, 1973) hinsichtlich gestörter Standorte in Ostafrika. Er beschreibt 1965 die Klasse der „Brachland-Rasen, die Rhynchelytrea“ mit der Ordnung „Rhynchelytretalia repentis“. 1973 beschreibt er die „Brachlandrasen der Dornsavannen-Bereiche“. Er schreibt: „einjährige und kurzlebige Gräser herrschen vor“. Folgende der von ihm erwähnten Arten kommen auch im Untersuchungsgebiet vor:

Cleome monophylla, *Chloris virgata*, *Cynodon plectostachyus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis aspera*, *Eragrostis cilianensis*, *Leptothrium senegalense*, *Tetrapogon cenchriformis*, *Urochloa panicoides*, *Solanum incanum*, *Vernonia* div. spec. (hier *Vernonia cinerascens*).

Außer diesen Brachlandrasen beschreibt KNAPP (1965) auch tropische Unkrautgesellschaften. Er unterscheidet:

- Die Klasse der Shamba- und Plantagen-Unkrautgesellschaften, die AmaranthoEmilietalia mit der Ordnung der Amarantho-Celosietalia und dem Verband des SonchoOxygonion. Von dem im Gebiet vorkommenden Arten gehören dazu: *Portulaca quadrifida*, *Gynandropsis gynandra*, *Achyranthes aspera*, *Setaria verticillata*, *Digitaria velutina*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Commelina benghalensis* und *Eragrostis ciliaris*. Als weitere Ordnung führt er die Galinsogo-Chenopodietalia mit dem Verband des Galinsogo-Chenopodions an. Dazu gehören folgende im Untersuchungsgebiet auftretende Arten: *Oxygonum sinuatum*, *Erucastrum arabicum*, *Chenopodium schraderianum*, *Achyranthes aspera*, *Portulaca oleracea* und *Setaria verticillata*.
- Trittgemeinschaften, die Eleusino-Tribuletea mit der Ordnung der Eleusino-Gomphrenetalia, mit *Tribulus terrestris* als einziger auch im Untersuchungsgebiet vorkommender Art.
- Brachlandpflanzengesellschaften, die Abutilo-Solanetea mit der Ordnung der Abutilo-Sesametalia mit folgenden, auch im Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten: *Abutilon guineense*, *Abutilon mauritianum*, *Cleome hirta*, *Cleome monophylla*.

Einige der genannten Arten erwähnt auch SCHULTKA (1982) als Unkräuter in den Anbauflächen im deutlich höher gelegenen Kiambu Distrikt (1.600 m und höher).

In Anlehnung an KNAPP (1965) beschreiben DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1985) einige „Unkrautgesellschaften und kurzlebige Brachen“ im Jemen. Als Kennarten hierzu erwähnen sie folgende auch im Untersuchungsgebiet vorkommende Arten:

- mit Schwerpunkt in bewirtschafteten Feldern: *Corchorus trilocularis*, *Digera muricata*, *Amaranthus graecizans*, *Portulaca quadrifida*, *Eragrostis ciliaris*, *Tribulus terrestris*, *Priva cordifolia*, *Melhania velutina* und *Zaleya pentandra*,
- mit Schwerpunkt in pumpenbewässerten Feldern: *Acalypha indica*, *Leucas urticifolia*,
- auf Grobsand und Granitgrus: *Cucumis prophetarum*, *Indigofera hochstetteri*,
- mit Schwerpunkt auf offenen Feldern: *Polygala erioptera*, *Phyllanthus maderaspatensis*, *Brachiaria leersioides*, *Leptothrium senegalense*,
- Begleiter: *Aerva javanica*, *Commelina benghalensis*, *Tetrapogon tenellus*, *Mollugo cerviana*, *Achyranthes aspera*, *Gisekia pharnacoides*, *Melhania ovata* und *Pupalia lappacea*.

Es wird nun geprüft, inwieweit sich die in Engare Ondare aufgenommenen Vegetationsserien nach den oben aufgeführten Kriterien gliedern lassen. Um hinsichtlich der abiotischen Standortbedingungen dabei in einem vergleichbaren Rahmen zu bleiben, wird die Gruppierung getrennt nach Hang- und Plateauflächen, Tallagen (Fluvisole), Vertisole und stark gestörten Sonderflächen wie ehemalige Einfriedungen oder die Umgebung von Wasserstellen durchgeführt.

Die in Tabelle 148 zusammengefassten Aufnahmeserien lassen sich nach den Anteilen der perennen Gräser, der Therophyten, der Chamaephyten und dem Verhältnis von heimischen Beweidungszeigern zu Ruderalarten gruppieren. Als der niedrigsten Störstufe zuzurechnen sind diejenigen Serien, die einen Anteil von mehr als 50 % bzw. knapp unter 50 % perenne Gräser aufweisen. Da diese Serien jedoch gleichzeitig durch einen Therophytenanteil von mehr als 30 % oder alternativ durch einen Chamaephytenanteil um 30 % gekennzeichnet sind, kann man hier nicht von einer naturnahen Vegetation sprechen. Da die perennen Gräser und die heimischen Arten noch überwiegen, haben wir es noch mit einer mäßigen Vegetationsveränderung zu tun. Die Vegetationsserien werden daher einer Störstufe mit dem Wert 1 zugeordnet. Sinkt der Anteil der perennen Gräser auf 30–40 %, verbunden mit einer stärkeren Ausbreitung von beiden Lebensformgruppen, den Therophyten und den Chamaephyten, wird eine neue Qualität erreicht, die als Störstufe 2 bezeichnet wird.

Ergebnisse: Engare Ondare - Anthropogene Vegetationsveränderungen
Die Vegetation der Plateauflächen

Tabelle 148: Lebensformspektren der Aufnahmeserien der Hang- und Plateaulagen (exclusive Vertisole)
Angaben in %.

Störstufe	Serie	Perenne Gräser		Therophyten			Chamae- phyten	Geoph. Juv. Geoph.	Relation	epizoochor
		total	<i>Chry. plum.</i>	total	heim. Be- weidungs- zeiger	Ruderal- arten + N-Zeiger				
1a	18	50	47	40	29	11	5	5	10,0	5
	7	60	58	32	23	9	8		6,7	9
1b	8	55	54	16	12	4	27	2	13,8	6
	11b	56	56	15	8	7	27	2	8,0	2
2	19	47	38	17	15	2	30	6	23,5	17
	11	40	40	32	29	3	23	5	13,3	1
2-3	21	34	30	34	27	7	30	2	4,9	7
	10a	47	47	37	8	29	11	5	1,6	40
3	6	9	8	55	15	40	36	-	0,2	7
	12	9	9	68	7	61	22	1	0,2	54

Bei den Störstufen 1 und 2 liegt der Anteil der Ruderalarten noch unter bzw. um 10 %. Sinkt der Anteil der perennen Gräser weiter ab, so ist dies nicht alleine mit einer Zunahme von Therophyten verbunden. Darüber hinaus steigt unter den Therophyten der Anteil der Ruderalarten kräftig an. Hierdurch wird eindeutig eine neue Störstufe, die Stufe 3 erreicht. Zwischen den Stufen 2 und 3 ist die Serie 10a einzuordnen. Der Anteil der perennen Gräser ist zwar noch nahe 50 %. Der Anteil der Ruderalarten ist aber bereits mehr als drei Mal so hoch wie in der Störstufe 2.

Die Vegetationsserien der Tallagen sind entsprechend den oben dargestellten Kriterien den Störstufen 2 bzw. 3 zuzuordnen (Tabelle 149). Die Störstufe 1 fehlt.

Tabelle 149: Lebensformspektren der Aufnahmeserien der Tallagen (exclusive Vertisole). Angaben in %.

Störstufe	Serie	Perenne Gräser		Therophyten			Chamae- phyten	Geoph. Juv. Geoph.	Relation	epizoochor
		total	<i>Spor. nerv.</i>	total	heim. Be- weidungs- zeiger	Ruderal- arten + N-Zeiger				
2	26	45	33	21	4	17	31	3	2,6	15
	17	36	30	31	22	9	13	20 Gh.	4,0	4
3	2	24	23	46	22	24	26	4	1,0	10
	14	20	15	61	41	20	19		1,0	18
	3	41	41	52	6	46	2	5	0,9	23
	5	18	17	31	5	26	50		0,7	22
	10	18	17	50	19	31	31		0,6	27

Ergebnisse: Engare Ondare - Anthropogene Vegetationsveränderungen
Die Vegetation der Plateauflächen

Bei den Vertisolen müssen die an den leichter texturierten Böden der Tal-, Hang- und Plateaulagen erarbeiteten Kriterien zur Einstufung des Störungsgrades leicht modifiziert werden. Die weitgehende Vernichtung der perennen Grasdecke darf hier nicht als ein besonders hoher Störungsgrad interpretiert werden, sondern als eine besonders hohe Empfindlichkeit der perennen Vegetation auf Tonböden gegenüber Beweidungsdruck. Dies kommt auch darin zum Ausdruck, dass bei der Hälfte der Serien trotz der Dominanz der Therophyten der Anteil der Ruderalarten an der Gesamtvegetation noch verhältnismäßig gering ist (Tabelle 150). Bei denjenigen Serien, die der Störstufe 3 zugeordnet wurden, kann der Anstieg der Ruderalarten wie folgt erklärt werden: Bei Serie 22 wurden sowohl stark gestörte als auch normal beweidete Flächen erfasst. Auf den stark gestörten Flächen hat die paleotropisch verbreitete *Ipomoea plebeia* hohe Deckungsanteile, auf den normalen Weideflächen ist wie in Störstufe 2 *Setaria acromelaena* dominant. Mit der Serie 24 wurde keine Vertisolvegetation erfasst, sondern die Vegetation auf tonigen Cambisolen.

Tabelle 150: Lebensformspektren der Aufnahmeserien der Vertisole und der schwer texturierten Cambisole. Angaben in %.

Störstufe	Serie	Perenne Gräser		Therophyten		Chamaephyten	Geoph. Juv. Geoph.	Relation p. Gräser / c. Theroph.	epizoochor	
		total		total	Heim. Beweidungszeiger					Ruderalarten + N-Zeiger
2	25	0		80	75	5	3	17	<0,1	3
	23	<1		73	54	19	17	10	<0,1	15
3	22	2		66	34	32	18	14	<0,1	12
	24	<1		92	64	24	5	3	<0,1	10

Bei den stark gestörten Aufnahmeserien lässt sich lediglich die Aufnahmeserie 16 noch der Störstufe 3 zuordnen (Tabelle 151). Die übrigen Serien zeichnen sich durch einen extrem hohen Anteil von Ruderalarten bzw. ruderalen Stickstoffzeigern aus. Dieser neuerliche Sprung in der Vegetationszusammensetzung rechtfertigt die Ausweisung einer weiteren Störstufe, der Störstufe 4. Sie wurde in a und b untergliedert, je nachdem ob das perenne Gras *Cynodon plectostachyus* beteiligt ist oder nicht. Der ausläuferbildende *Cynodon plectostachyus* kommt in Form dichter Rasen auf den vom Engare Sirgon saisonal überfluteten Flächen vor (Serie 34). Diese Rasen werden als halbnatürlich (Störstufe 2) eingeschätzt. Sein zusätzliches Vorkommen auf den Dungflächen der Manyattas und der Viehläger muss dagegen als ruderal bezeichnet werden. *Cynodon* tritt daher im Untersuchungsgebiet in zweifacher Weise auf, als Vertreter der natürlichen Vegetation und als klassischer Apophyt.

Tabelle 151: Lebensformspektren der Aufnahmeserien der stark gestörten Sonderstandorte. Angaben in %.

Störstufe	Serie	Perenne Gräser		Therophyten			Chamae-Geophyten	Relation p. Gräser / c. Theroph.	epizoochor	
		total	<i>Cyno. plec.</i>	total	Heim. Beweidungszeiger	Ruderalarten + N-Zeiger				
3	16	9		79	49	30	3	9	0,3	17
4a	27	38	38	56	2	54	4	2	0,7	38
	32	11	11	89	18	71	<1		0,2	6
	31	11	11	87	<1	87	1		0,1	7
4b		5	5	92	3	89	2		<0,1	62
	30	3	1	96	2	94	<1		<0,1	89
	1 la			97	<1	97	2		<0,1	57

In der Störstufe 4b werden auffällig viele epizoochore Arten vereinigt. Wie die Anteile der Serien 4a zeigen, ist die epizoochore Diasporenausbreitung jedoch nicht durchgängig mit einer hohen Störungsintensität korreliert. Sie stellt daher kein generell geeignetes Indikationsmerkmal für hohen Weidedruck dar. Insgesamt hat sich gezeigt, dass die Einteilung der Störstufen nach den oben dargestellten Literaturkriterien und eigenen Beobachtungen am besten entspricht.

Die so durchgeführte vegetationsbezogene und floristische Gliederung entspricht weitgehend den beobachteten Störverhältnissen. Die Serien der Störstufen 1 sind auf blockreichen Flächen und daher nur unregelmäßig beweideten Standorte erhoben worden. Eng verzahnt mit diesen blockigen Standortserien liegen die Aufnahmen der Serien 11 und 21, die der Störstufe 2 zugeordnet wurden. Auch hier ist die Beweidung noch als moderat zu bezeichnen. Mit der Störstufe 3 werden zum einen häufig begangene Triften auf den Plateau und Hanglagen und zum anderen hoch präferierte Weidegebiete in den Tallagen erfasst. Die Vertisole werden wiederum mäßig stark von den Weidetieren frequentiert. Während der Regenzeit werden diese Standorte völlig gemieden. Zu Beginn der Trockenzeit stellen diese Flächen jedoch eine wertvolle Zusatzweide dar. Der Störstufe 4 entsprechen schließlich hoch gestörte Sonderstandorte.

Diese Zuordnung der einzelnen Serien zum Grad des anthropozoogenen Einflusses weist auf gewisse Parallelen zu dem weiter oben bereits erwähnten Hemerobiekonzept hin (JALAS 1955, SUKOPP 1972). Das Hemerobiekonzept wurde entwickelt, um die Vegetation Mitteleuropas nach ihrem Kultureinfluss zu gliedern, wobei man den Kultureinfluss als einen Standortfaktor auffasst, der eine Vielzahl von Faktoren integriert. Aufgrund dieses hohen Integrationsniveaus kann die Hemerobie daher nur in qualitativer Form differenziert werden. Man unterscheidet 5 Grundstufen, die in ordinaler Form einen Anstieg des Kultureinflusses ausdrücken und denen die jeweiligen Vegetationseinheiten zugeordnet werden. Die Parallelen in der Ordination der Hemerobiestufen und den oben definierten Störstufen sind in Tabelle 152 ersichtlich.

Die Störstufen 0–4 ließen sich danach mit den Bezeichnungen des Hemerobiesystems belegen. Abgesehen von den Gemeinsamkeiten bei der Gliederung des Kultureinflusses weist das Hemerobiesystem weitere Merkmale auf, die seine Anwendung bei der Gliederung der Vegetation Afrikas nach dem menschlichen Einfluss als geeignet erscheinen lassen. So ist das Hemerobiekonzept gegenüber anderen Verfahren der Vegetationsgliederung, wie zum Beispiel das Naturnähe-Konzept von ELLENBERG (1963), frei von geschichtlichen Implikationen und es baut nicht auf der Kenntnis von syngenetischen Beziehungen im Sinne der Pflanzensoziologie auf wie zum Beispiel das System der Ersatzgesellschaften von TÜXEN (1956). Dies kommt den Tatsachen entgegen, dass die Geschichte der Vegetationsentwicklung Nordkenias noch weitgehend im Dunkeln liegt und dass eine syndynamische Vegetationsgliederung, analog zum Forschungsstand in Mitteleuropa, sich noch in weiter Ferne befindet.

Tabelle 152: Vergleich von Hemerobiestufen nach JALAS (1955) und SUKOPP (1972) mit Störstufen abgeleitet aus dem Beweidungsdruck.

Hemerobiestufen	Kultureinfluss in Mitteleuropa	Beispiel in Mitteleuropa	Störstufe	Anthropozoogener Einfluss in Ostafrika	Beispiele Feldschicht Engare Ondare
a-hemerob	nicht vorhanden	Teile der hochalpinen Vegetation	0	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
oligo-hemerob	so schwach, dass die ursprünglichen Züge der Vegetation erhalten bleiben	Schwach durchforstete Wälder, Dünen, Hochmoore	1	Schwacher aperiodischer Beweidungsdruck	<i>Chrysopogon</i> dominierte Flächen mit stellenweiser Zunahme heimischer Therophyten
meso-hemerob	schwächer oder periodisch	Wiesen, Heiden, Forste	2	Moderater periodischer Beweidungsdruck	Zunahme von Therophyten bzw. Zwergsträuchern, Rückgang von <i>Chrysopogon</i>
eu-hemerob	anhaltend stark	Forste aus florenfremden Gehölzen, ausdauernde Ruderalgesellschaften	3	Starker periodischer Beweidungsdruck	Ersatz von <i>Chrysopogon</i> durch <i>Sporobolus</i> , weitere Zunahme von Therophyten, hoher Anteil gebietsfremder Arten
poly-hemerob	Kurzfristige und aperiodische Entstehung und Vernichtung von Standorten	Kurzlebige Ruderalgesellschaften	4	Hoch gestörte Sonderstandorte	Überwiegend gebietsfremde Arten, Vegetation durch Therophyten geprägt

4.3.9.5. Numerische Analyse der Vegetationsdaten der Feldschicht

Wie bei der Gehölzschicht, so wurden auch die Vegetationsdaten der Feldschicht zusätzlich einer numerischen Analyse unterzogen *.

Clusteranalyse

1. Schritt: Wegen des umfangreichen Datensatzes musste die Primäranalyse auf einem Großrechner durchgeführt werden. Dabei wurde nach Konstanz maskiert (minimal 5 %) und eine Wurzeltransformation durchgeführt. Mit Hilfe dieser Transformation wurde eine zu starke Gewichtung dominanter Arten vermieden. Auf der Basis der transformierten Matrix wurde eine Clusteranalyse durchgeführt, um einen ersten Vorschlag zur Bildung von Hauptgruppen zu erarbeiten. Als Clustermethode wurde das im WILDI-Paket vorgesehene agglomerative Verfahren eingesetzt, wobei die Ähnlichkeitsmatrix auf dem Index Similarity Ratio und dem Algorithmus Complete Linkage aufbaute. Anhand des so produzierten Dendrogramms wurden 34 Hauptgruppen manuell gebildet, die für das Untersuchungsgebiet Engare Ondare auf 1.002 Aufnahmen und 134 Arten aufbauen.

2. Schritt: Die so gebildeten Gruppen wurden erneut nach der oben beschriebenen Vorgehensweise „geclustert“, jedoch unter Verzicht auf die Wurzeltransformation.

Ordination

Grundlage für die Ordination von Aufnahmen und Arten war die auf 15 % minimale Dominanz reduzierte Rohtabelle. Als Ordinationsverfahren wurde die unzentrierte Hauptkomponentenanalyse (PCA) gewählt. Die erste Hauptkomponente in der unzentrierten Ordinationen beschreibt einen allgemeinen Trend in der Variation der Artenzusammensetzung. Dieser gibt Auskunft darüber, inwieweit der Datensatz durch eine bipolare bzw. unipolare Struktur charakterisiert wird. Die Interpretation der Artenkombinationen ist daher erst ab der zweiten Hauptkomponente möglich.

Ergebnisse

Die Klassifikation der Aufnahmen weist 6 Cluster auf (A–F), die sich gut durch Charakterarten kennzeichnen lassen (Abbildung 82). Da diese Cluster zusätzlich spezifische Umweltbedingungen widerspiegeln, werden sie als grundlegende Pflanzengemeinschaften des Untersuchungsgebietes angesehen. Lediglich im Falle von Cluster F erscheint eine weitergehende Differenzierung bis hin zu den Basis-Clustern (mit Ziffern bezeichnet) notwendig, da erst auf dieser Ebene vergleichsweise einheitliche Umweltbedingungen gegeben sind.

Cluster A wird danach durch hohe Frequenzen und Deckungsgrade des perennen Grases *Sporobolus nervosus*, des Zwergstrauchs *Indigofera spinosa* und des therophytischen Grases *Tragus berteronianus* charakterisiert. Diese Arten werden auch in der Ordination hervorgehoben, wo sie sich durch eine hohe Ladung für die zweite Hauptkomponente der floristischen Variation auszeichnen.

Cluster B wird dagegen durch die perennen Gräser *Chrysopogon plumulosus* und *Oropetium minimum*, durch das therophytische Gras *Tetrapogon cenchriformis* sowie durch die Zwergsträucher *Hibiscus micranthus* und *Indigofera volkensis* charakterisiert. Von diesen Arten weisen *Chrysopogon* und *Tetrapogon* wiederum eine hohe Ladung für die zweite Hauptkomponente aus. Im Gegensatz zu den Charakterarten von Cluster A sind sie jedoch auf dem gegenüberliegenden, dem negativen Pol dieser Hauptkomponente ordiniert (Abbildung 83). Neben dieser kontrastierten Ordination darf aber nicht übersehen werden, dass Cluster A und B eine große Anzahl gemeinsamer und ähnlich verteilter Arten besitzt. Des Weiteren beruht die kontrastierende Ordination auf Unterschieden in den Deckungsgraden und nicht auf Vorkommen oder Nichtvorkommen.

Die Ordination der Aufnahmen zeigt schließlich, dass es sich bei der Differenzierung von Cluster A und B weniger um getrennte Einheiten als vielmehr um einen graduellen Übergang handelt (Abbildung 83). Da jedoch zwei Typische Pole differenziert werden können, erscheint es dennoch angebracht von zwei verschiedenen Pflanzengemeinschaften zu sprechen, der *Sporobolus-Indigofera*-Gesellschaft und der *Chrysopogon-Hibiscus*-Gesellschaft. Beide Gesellschaften treten innerhalb des offenen *Acacia tortilis-Lippia carviadora*-Zwergstrauch-Buschlandes auf.

Ergebnisse: Engare Ondare - Anthropogene Vegetationsveränderungen
Die Vegetation der Plateauflächen

Sämtliche Aufnahmen der *Sporobolus-Indigofera*-Gesellschaft stammen von Plätzen, die regelmäßig und stark beweidet werden. 56 % der Aufnahmen repräsentieren tiefgründige Fluvisolstandorte. Die Bodentextur reicht hier von lehmigen Sanden bis zu sandigen Tonen. 37 % der Aufnahmen stammen von grusbedeckten Cambisolen die sich auf Plateaustandorten und von Hanglagen entwickelt haben. Die Bodentextur umfasst hier sandige und lehmige Tone. Die *Sporobolus-Indigofera*-Gesellschaft kommt danach auf allen geo-

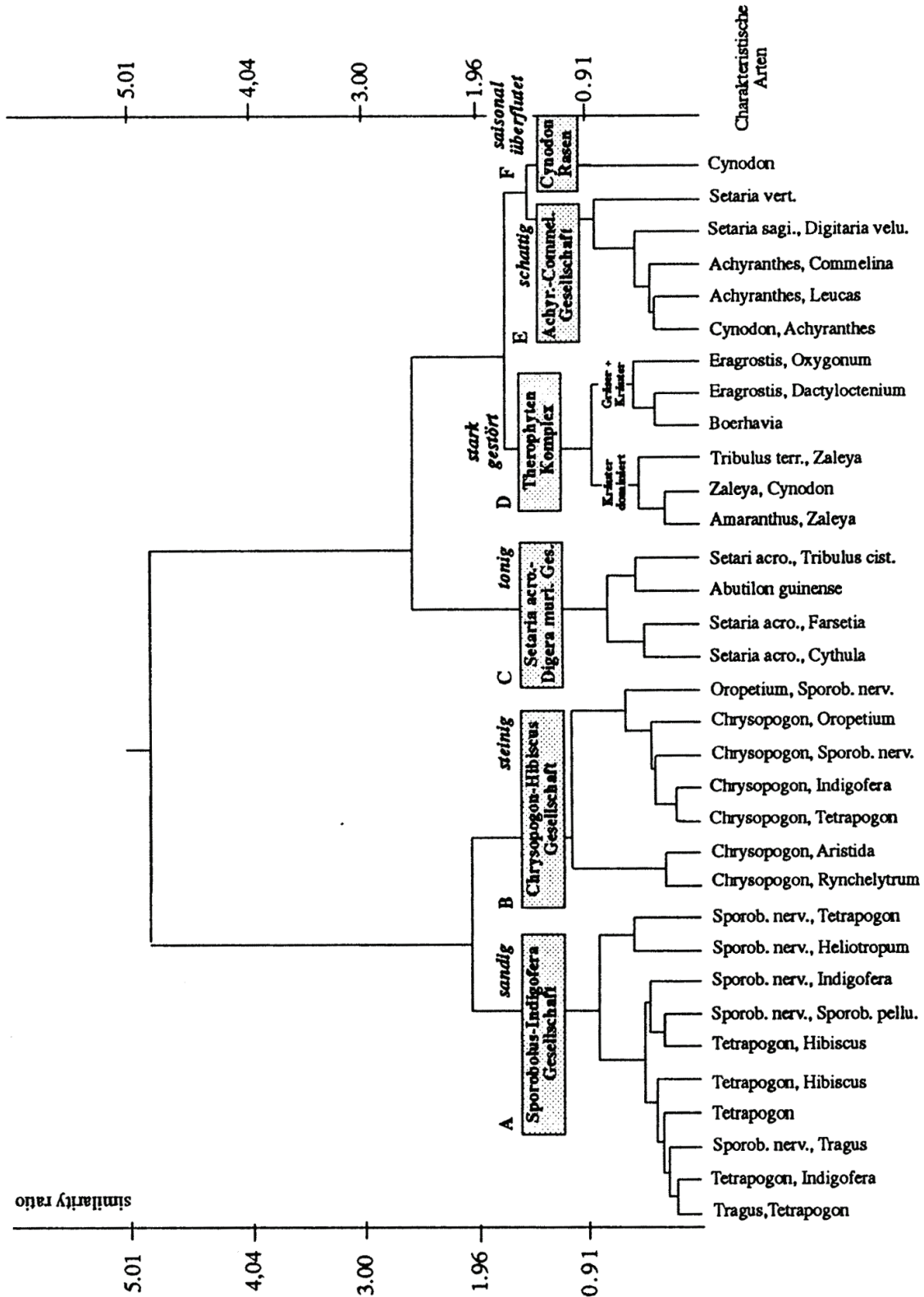


Abbildung 82: Clusteranalyse basierend auf den Einzelaufnahmen der Serien.

morphologischen Einheiten des Untersuchungsgebietes vor, was im Hinblick auf die streng standortbezogene Einzelauswertung der Vegetationsserien eine wichtige Zusatzinformation darstellt. Die überwiegende Anzahl der Aufnahmen der *Chrysopogon-Hibiscus*-Gesellschaft (93 %) stammt von Cambisolen und Regosolen. Im Gegensatz zu den Böden von Cluster A sind diese mit Steinen und Blöcken übersät. Auch der Skelettanteil des Bodens ist hier hoch bis sehr hoch. Da die Rinder die steinigen Böden nach Möglichkeit meiden, werden diese in einer geringeren Frequenz beweidet als die ebenen Böden der *Sporobolus-Indigofera*-Gesellschaft. Die Unterschiede in der Beweidungsfrequenz sind jedoch fließend. Dies liegt darin begründet, dass vor allem auf den Plateaus die steinigen und ebenen Flächen ein unregelmäßiges Mosaik von größeren und kleineren Einheiten bilden. Das Fehlen klarer Trennungslinien erklärt somit den graduellen Übergang in der Artenkombination von der *Sporobolus-Indigofera* zur *Chrysopogon-Hibiscus*-Gesellschaft.

Klar abgetrennt von diesem Gradienten ist Cluster C. Charakteristische Arten sind hier das annuelle Gras *Setaria acromelaena*, der Geophyt *Cyperus blismoides* und eine ganze Reihe therophytischen Kräuter wie *Farsetia stenoptera*, *Blepharis linariifolia*, *Digera muricata*, *Cyathula orthacantha* und *Tribulus cistoides*. Alle diese Arten zeichnen sich durch eine hohe Ladung auf der vierten Hauptkomponente der floristischen Varianz aus, die sämtliche Aufnahmen des Clusters C umfasst (Abbildung 84). Die floristische Besonderheit des Clusters C kommt darüber hinaus in negativer Form zum Ausdruck. Die für die Cluster A und B charakteristische Artengruppe fehlt in Cluster C nahezu völlig. Die in Cluster C zusammengefassten Aufnahmen repräsentieren danach eine der Basis-einheiten des Untersuchungsgebietes, die als *Setaria acromelaena-Digera muricata*-Gesellschaft bezeichnet wird.

Alle Aufnahmen des Clusters C stammen von Tonböden; 51 % von den calcaro-pellic Vertisolen der Plateauflächen (Black Cotton soils), 46 % von den chromic Vertisolen der Plateauflächen und 3 % von den chromic Vertisolen der Tallagen. Wie bereits bei den sandig lehmigen Standorten, so zeigt sich auch hier, dass die numerische Analyse die Aufnahmen von benachbarten Standorttypen, unabhängig von den geomorphologischen Gegebenheiten zusammenfasst.

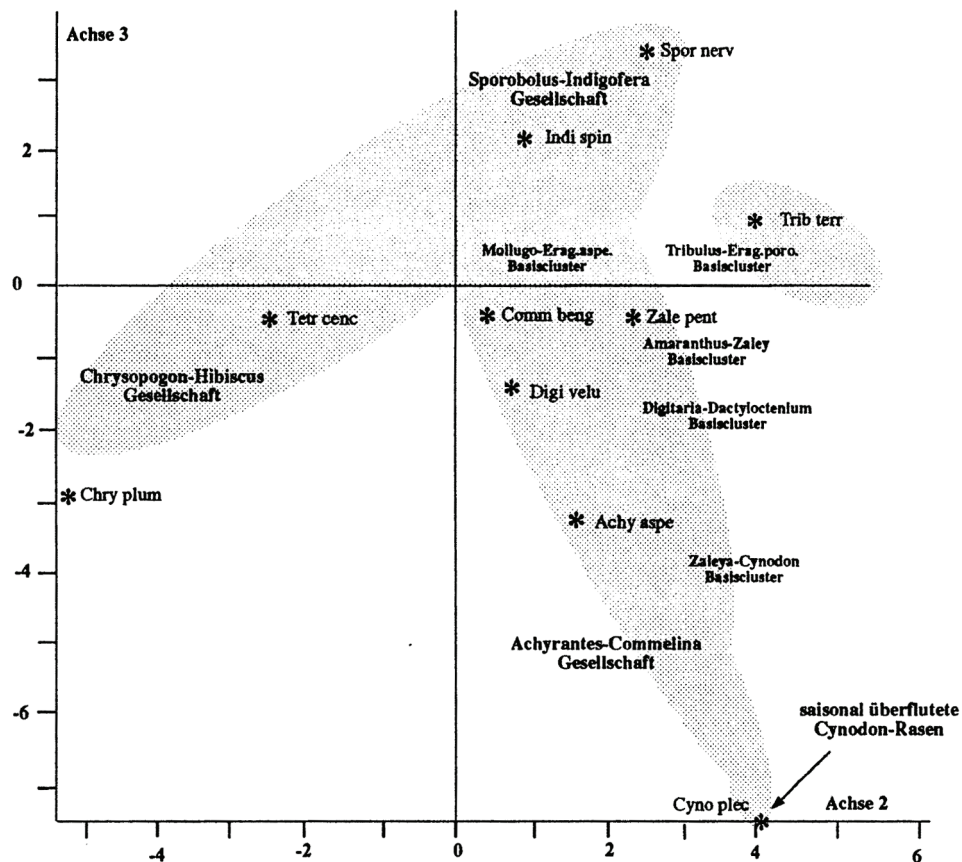


Abbildung 83: Ordination von Aufnahmen (graue Flächen) und Arten (Sterne) auf der 2. und 3. Achse der unzentrierten Hauptkomponentenanalyse. Die 1. Achse zeichnet lediglich einen allgemeinen Trend in der Datenstruktur nach, den Grad der Polarität.

Cluster E repräsentiert große Teile der dritten Hauptkomponente der floristischen Varianz (Abbildung 83). Charakteristische Arten sind die therophytischen Kräuter *Achyranthes aspera*, *Leucas urticifolia*, *Commelina benghalensis* und *Erucastrum arabicum* sowie die therophytischen Gräser *Setaria verticillata* und *Digitaria velutina*. Alle diese Arten weisen eine hohe Ladung auf der dritten Hauptkomponente aus (Abbildung 83). Die Gesellschaft wird mit dem Namen *Achyranthes-Commelina* bezeichnet. *Commelina benghalensis* steht in der Auslenkung auf der dritten Achse zwar erst hinter *Digitaria velutina*, sie ist jedoch im Hinblick auf den Cluster C die charakteristischere Art. *Digitaria velutina* kommt zusätzlich in den Aufnahmen des Clusters E häufig vor, der parallel zu Cluster F ordiniert ist. 85 % der Aufnahmen von Cluster F entstammen Flächen, die durch den Schirm von *Acacia tortilis* beschattet werden und als Viehläger dienen. Die restlichen 15 % repräsentieren die Feldschicht im Bereich der Galeriegehölze.

Cluster F ist nicht nur in der Klassifikation, sondern auch in der Ordination eng mit Cluster E verbunden. Sämtliche Aufnahmen von Cluster F befinden sich an der Spitze der dritten Hauptkomponente. Ursache dieser extremen Auslenkung ist die Dominanz von *Cynodon plectostachyus*. Dieses ausläuferbildende perenne Gras hat im Bereich der saisonal vom Engare Sirgon überfluteten Flächen dichte Rasenteppiche ausgebildet. Gleichzeitig tritt *Cynodon* im Bereich der Schattenvegetation auf, was zum einen die Zusammenfassung von Cluster F und E im Rahmen einer Hauptkomponente erklärt und was zugleich auf ökologische Gemeinsamkeiten einer verbesserten Hydratur, sei es durch Schattenwirkung oder Bewässerung, hinweist.

Cluster D soll am Schluss genannt werden, da er im Gegensatz zu den bisher genannten Gruppen keine Grundeinheit der Vegetation des Untersuchungsgebietes darstellt. In Cluster D werden vielmehr Kleingruppen zusammengefasst, deren ökologische Gemeinsamkeiten in einem hohen Störungsgrad bestehen und deren floristisches Inventar durch synanthrope Therophyten gekennzeichnet ist. Je nach Art der Störung gelangen dabei unterschiedliche Therophyten zur Dominanz. Dies spiegelt sich auch in der Ordination der Aufnahmen wider. So sind die Aufnahmen, die im Umfeld von Wasserstellen und Viehpfaden im Bereich sandiger bis lehmiger Standorte erhoben wurden als eigene Gruppe auf der Höhe der *Sporobolus-Indigofera*-Gesellschaft ordiniert. Charakteristische Arten sind *Tribulus terrestris* und *Eragrostis porosa*. Viehpfade im Halbschattenbereich der Galeriegehölze des Engare Sirgon befinden sich im Ordinationsdiagramm dagegen parallel zur *Achyranthes-Commelina*-Gesellschaft. Als charakteristische Arten werden *Digitaria velutina* und *Dactyloctenium aegyptium* ausgewiesen.

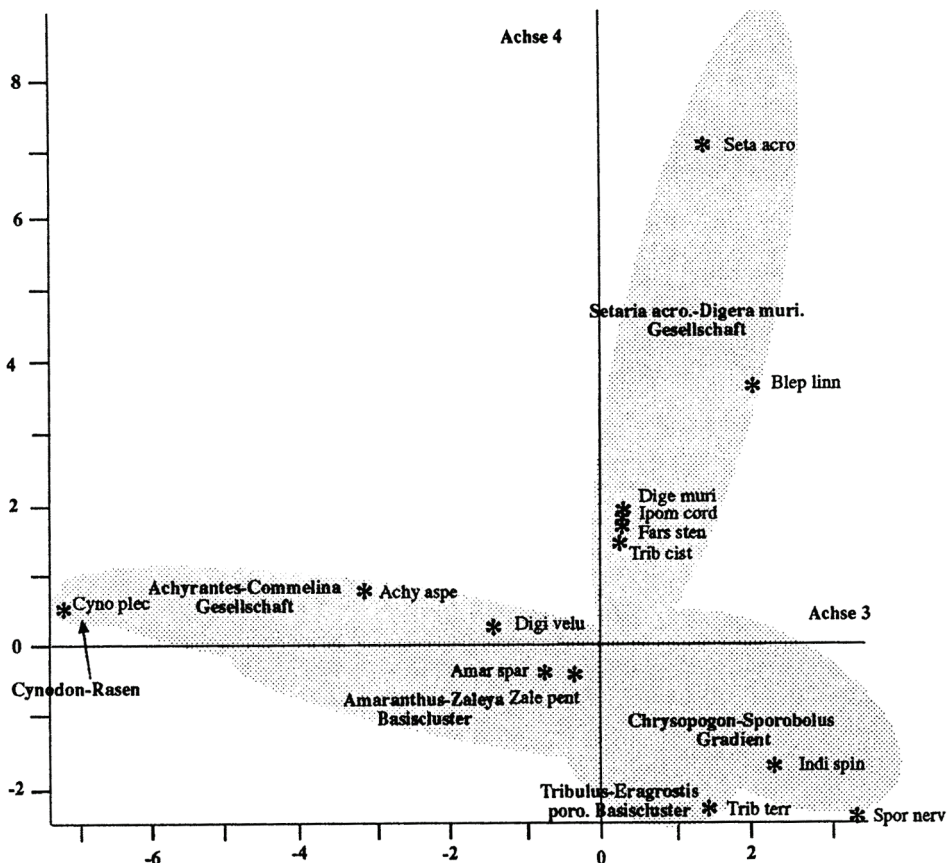


Abbildung 84: Ordination von Aufnahmen (graue Flächen) und Arten (Sterne) auf der 3. und 4. Achse der unzentrierten Hauptkomponentenanalyse.

Ebenfalls parallel zur dritten Hauptkomponente, jedoch etwas weiter Richtung Zentrum, befinden sich die Aufnahmen, die innerhalb der Vieheinfriedungen erhoben wurden. Charakteristische Arten sind hier *Amaranthus sparganiocephalus* und *Zaleya pentandra*.

Sofern das perenne Ausläufergras *Cynodon plectostachyus* hinzukommt, handelt es sich um Einfriedungen, die seit einiger Zeit nicht mehr benutzt werden. Unmittelbar unterhalb des Zentrums befinden sich schließlich die Aufnahmen, die im Bereich des ausgetrockneten Flussbettes des Laga Loborua erhoben wurden. Charakteristische Arten sind hier *Mollugo cerviana* und *Eragrostis aspera*.

Schließlich muss noch darauf hingewiesen werden, dass der Datensatz nicht nur trennende, sondern auch eine große Anzahl gemeinsamer bzw. indifferenter Elemente enthält. Diese befinden sich im Zentrum des Ordinationsdiagramms und treten daher nicht in Erscheinung. Darunter kommen Arten mit allgemein hohen Frequenzen vor. Besonders ausgeprägt ist dies im Fall von *Ipomoea plebeia*, ein Therophyt, der auf sämtlichen Standorttypen vertreten ist.

4.3.9.6. Einschätzung der Naturnähe

Den geringsten Störungsgrad repräsentiert die vergleichsweise schwach beweidete *Chrysopogon-Hibiscus*-Gesellschaft. Die Dominanz des perennen Grases *Chrysopogon plumulosus* stellt dabei nach KNAPP (1973) ein naturnahes Merkmal dar. Der Therophytenanteil weist hingegen bereits auf den Weideeinfluss hin. Die *Chrysopogon-Hibiscus*-Gesellschaft ist daher zwar nicht mehr als natürlich, aber immer noch als naturnah einzustufen. Die *Sporobolus-Indigofera*-Gesellschaft ist überwiegend als das sich bei zunehmendem Weidedruck einstellende Degradationsstadium dieser Gesellschaft anzusehen (Abbildung 85). *Chrysopogon* wird weitgehend durch den trittfesteren *Sporobolus nervosus* ersetzt, der Therophytenanteil nimmt beträchtlich zu, und gebietsfremde Arten können sich im nennenswerten Umfang etablieren. Wir haben es hier allenfalls noch mit einer halbnatürlichen Gesellschaft zu tun.

Mit dem *Tribulus-Zaleya*-Komplex ist schließlich das Stadium von naturfernen Pionierbiozöosen erreicht. Die Bezeichnung naturfern erscheint aus folgenden Gründen angebracht: Zum einen sind die ursprünglich vegetationsprägenden Gehölze hier weitgehend vernichtet, zum anderen gelangen gebietsfremde Therophyten und nitrophile Störzeiger zur Dominanz. Eine vergleichbare Einstufung erhält die im Schatten von Gehölzen wachsende *Achyranthes-Commelina*-Gesellschaft zugesprochen. Ebenso wie der *Tribulus-Zaleya*-Komplex sind in dieser Lägerflur die gebietsfremden Therophyten dominierend. Hinsichtlich der Zusammensetzung der ursprünglichen Schattengesellschaft existieren keine Hinweise.

Für die Vegetation auf den Tonböden (Vertisolen) ist die Aufstellung eines gesonderten Degradationschemas erforderlich (Abbildung 85). Dies folgt nicht alleine aus der völlig andersartigen Vegetationszusammensetzung der Feldschicht, sondern auch aus der Differenzierung der Gehölze in das *Acacia-Lippia carviadora*-Zwergstrauch-Buschland auf Lehm- und Sandböden und in die *Acacia mellifera-Acacia paolii*-Gesträuche auf Tonböden. Auch für den Bereich der Tonböden muss unter natürlichen Verhältnissen von der Dominanz perenner Gräser ausgegangen werden. Dies geht aus Untersuchungen von LANGDALE BROWN et al. (1964) auf Tonböden in Nordwest Uganda und aus eigenen Beobachtungen im Marsabit District hervor.

Als dominante Art kommt danach insbesondere *Lintonia nutans* in Frage. Dieses perenne Gras ist auch in den Aufnahmen von Engare Ondare noch in geringer Artmächtigkeit vertreten. *Pennisetum mezianum*, das auf den Tonböden des benachbarten Wamba-Gebietes eine wichtige Rolle spielt (BRONNER 1989), war in Engare Ondare früher sicherlich auch etwas weiter verbreitet, hatte jedoch sicherlich nicht die Bedeutung einer codominanten Art inne gehabt. Dafür sind ihre Feuchtigkeitsansprüche zu hoch. Die Tonböden des Untersuchungsgebietes sind aufgrund einer Geländeanhebung seit langem nicht mehr saisonal überflutet, was günstige Voraussetzung für *Pennisetum* schaffen würde. *Lintonia nutans* hat dagegen geringere Feuchtigkeitsansprüche. In der hypothetischen naturnahen Vegetation würde daher *Lintonia nutans* dominieren, wobei *Pennisetum* allenfalls als Begleiter hinter anderen perennen Gräsern wie *Sporobolus helvolus* auftreten würde.

Aufgrund der Vernichtung der perennen Gräser und der Dominanz der Therophyten ist die heutige Vertisolvegetation, die *Setaria acromelaena-Digera muricata*-Gesellschaft, allenfalls noch als halbnatürlich einzustufen. Auf der anderen Seite liegt der Beweidungsdruck dem diese Gesellschaft ausgesetzt ist in der Größenordnung der Belastungen wie sie die *Chrysopogon-Hibiscus*-Gesellschaft erfährt. Wie bereits unter Kapitel 4.2. angeführt, müssen die Unterschiede im Ausmaß des Rückgangs der perennen Gräser in einer höheren Empfindlichkeit der Vertisolvegetation gesucht werden. Weitere Degradationsstadien der Feldschicht konnten auf den Vertisolen nicht beobachtet werden. Es muss jedoch auf die Entwicklung von *Acacia reficiens*-Dickichten hingewiesen werden, in denen die Feldschicht fehlt.

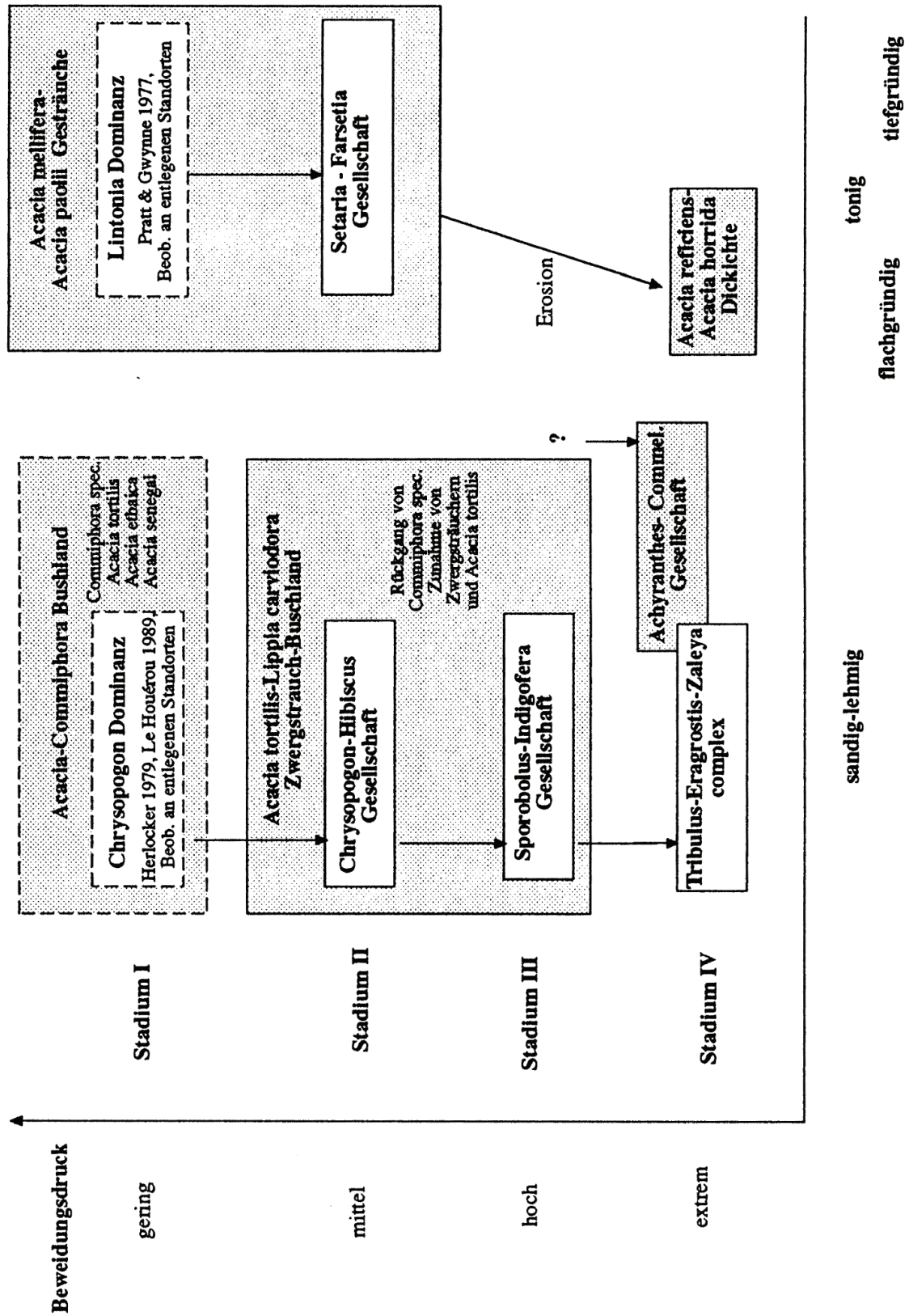


Abbildung 85: Zuordnung der Vegetationseinheiten des Untersuchungsgebietes Engare Ondare zum Beweidungsdruck und den Bodenverhältnissen

5. General Summary

The overall vegetational pattern of the arid zone of northern Kenya has thus far only been documented in the form of general maps on plant formations. More specific investigations on the local vegetation at species level are scarce. The aim of the current study is to provide further insight into the patterning of the vegetation of northern Kenya. The conceptual basis of the study is founded on extensive experience obtained from formation mapping efforts performed by the author. It is hypothesized that the current vegetational differentiation is predominantly based on pasturing pressure. For a start, it was important to understand the natural environmental conditions in order to analyze the current anthropozoogenic plant communities. Arid regions are chiefly affected by the amount of water available, so the investigations needed to be carried out along precipitation gradients. Mt. Kulal – located amidst deserts and semideserts – appeared most suitable, as it rises to forested mountain regions. As the upper and lower strata of the mountain forests of Mt. Kulal are partly used for cattle ranging and smaller mammal husbandry, this would provide an ideal opportunity for comparative studies of substitute plant communities.

The thorny shrub formations below Mt. Kulal could only serve in this analysis regarding one particular aspect: pasturing here was restricted due to ethnic conflicts and larger distances to water holes for animals, thus this landscape is chiefly marked by natural, unmodified conditions. In order to determine the effect of pasturing on such a landscape, it was necessary to find an equivalent area at same altitude with similar soil conditions; such an area was spotted further to the south in the Isiolo district, where cattle and smaller ranging mammals roam in semiarid natural pastures along the Engare Ondare river. Radiating from water holes, the area is more or less modified, so that here one can adequately study anthropozoogenic substitute communities within thorny shrub formations.

As commonly known, vegetational degradation in semiarid environments leads to an increase of xerophilic plants; thus the vegetation of a semidesert further to the north was incorporated in the study. It was shown that therophytic grasses that establish fairly uniform expanses in semideserts composed of usually only one or two species (*Tetrapogon cenchriformis* and *Aristida adscensionis*) and that occur only as minor associates of predominant perennial grass settings in semiarid environments, are there actually strongly favored with increasing ranging pressure. The same applies to *Indigofera spinosa*, a dwarf shrub that represents a dominant element in the contracting vegetation of the arid regions of northern Kenya. The characterization of semidesert vegetation can thus serve for interpreting and assessing the effect of pasturing in semiarid environments. The detection of merely slightly affected vegetation within thorny shrub formations at Mt. Kulal, in particular with regard to the degree of modification of the vegetation from its natural state, provides a further assessment feature.

Acknowledgements

For species identification and confirmation of the identify of several plants the author was generously supported by the East African Herbarium of Nairobi (Kenia) as well by the Herbarium of the Royal Botanic Gardens, Kew (Richmond, London) – my special thanks thus go to the staff of those institutions.

We express our thanks and appreciation to Theodor C. H. Cole, Dipl. rer. nat. (Freie Universität Berlin) for valuable assistance in typesetting, translating, and editing.

6. Literatur

- Adjanohoun, E.J. (1962): Étude phytosociologique des savanes de Basse Côte d'Ivoire (savanes lagunaires). - *Vegetatio* 11: 1–38.
- Agharkar, S. (1920): Über die Verbreitungsmittel der Xerophyten, Subxerophyten und Halophyten des Nordwestlichen Indiens und ihre Herkunft. - Diss. Univ. Berlin.
- Agnew, A.D.Q. & Flux, J.E.C. (1969): Plant dispersal by hares (*Lepus capensis* L.) in Kenya. - *Ecology* 51(4): 735–737. <https://doi.org/10.2307/1934057>. <https://www.jstor.org/stable/1934057>
- Agnew, A.D.Q. (1974): *Upland Kenya Wild Flowers*; 1. edn. - Oxford University Press. London, 827 pp.
- Alechin, W.W. (1932): Die vegetationsanalytischen Methoden der Moskauer Steppenforscher. - Pp. 335–373, in: *Handbuch biol. Arbeitsmethoden* 11, 6. - Berlin, Wien.
- Anonymous (1956): Nomenclature of types of vegetation of tropical and subtropical Africa. - Publication 22, C.S.A./C.C.T.A., 12–21. Yangambi Conference 1955, Yangambi, Congo
- Anzagi, S.K. & Bernhard, F.E. (1977): Population pressure in rural Kenya. - *Geoforum* 8(2): 63–68. [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(77\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0016-7185(77)90009-4)
- Baker, B.H. (1963): Geology of the Baragoi area. Degree Sheet 27, NE. Quarter: Geol. Survey Kenya Rep. 53. - Nairobi. <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/samsamwater1/maps/kenya/geology/Geology+of+the+baragoi+area.pdf>
- Bakshi, T.S. & Chhajlani, S.L. (1954): Vascular anatomy of the flower of certain species of the Amaranthaceae with a discussion of the nature of the inflorescence in the family. - *Phytomorphology* 4: 434–446.
- Bansal, R.P. & Sen, D.N. (1981): Dispersal strategies in plants of the Indian desert. - *J. Arid. Environ.* 4: 3–14. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(18\)31588-X](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(18)31588-X)
- Barkham, J.P. & Rainy, M.E. (1976): The vegetation of the Samburu-Isiolo Game Reserve. - *Afr. J. Ecol.* [Afr. Wildlife J.] 14 (4): 297–330. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.1976.tb00244.x>
- Barkman, J.J. (1988): New systems of plant growth forms and phenological plant types. - Pp. 9–44, in: Werger, M.J.A. (ed.): *Plant form and vegetation structure*. SPB Academic Publishing, The Hague.
- Barkman, J.J. (1989): A critical evaluation of minimum area concepts. - *Vegetatio* 85: 89–104. <https://doi.org/10.1007/BF00042259>
- Barkman, J.J. (1990): Controversies and perspectives in plant ecology and vegetation science. - *Phytocoenologia* 18(4): 565–589. <https://dx.doi.org/10.1127/phyto/18/1990/565>
- Beentje, H.J. (1994): *Kenya Trees, Shrubs and Lianas*. - National Museum of Kenya, Nairobi. 722 pp.
- Beinroth, F.H. (1966): Über drei Vorkommen von Vertisolen im mittleren Sudan. - *Arb. Geol. - Paläont. Inst. T. H. Stuttgart*, NF 49: 1–115.
- Belsky, A.J. (1986): Revegetation of artificial disturbances in grasslands of the Serengeti National Park, Tanzania. 1. Colonization of grazed and ungrazed plots. - *J. Ecol.* 74(2): 419–437. <https://www.jstor.org/stable/2260265>
- Blundell, M. (1987): *Wild Flowers of East Africa*. - Collins, London. 464 pp.
- Boaler, S., & Hodge, C.A.H. (1962): Vegetation stripes in Somaliland. - *J. Ecol.* 50(2): 465–474. <https://www.jstor.org/stable/2257457>

- Bogdan, A.V. (1938): A Revised List of Kenya Grasses (with keys for identification). - Nairobi. Government Printer. 48 pp.
- Bogdan, A.V. & Edwards, D.C. (1951): Important Grassland Plants of Kenya. - Nairobi. Plitman & Sons, 124 pp.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. - Springer, Wien, New York. 865 pp.
- Brenan, J.P.M. (1959): Leguminosae Subfam. Mimosoideae. In: Hubbard, F.C. & Milne-Redhead, E. (eds.) Flora of Tropical East Africa. - Crown Agents for Overseas Government and Institutions, London. 173 pp.
- Brenan, J.P.M. (1978): Some aspects of the phytogeography of tropical Africa. - Ann. Mo. Bot. Gard. 65(2): 437–478. <https://www.jstor.org/stable/2398859>
- Bronner, G. (1989): Vegetation und Landnutzung im Gebiet der Mathews Range, Samburu Distrikt, Kenia. - Diss. Univ. Freiburg, Cramer, Berlin, Stuttgart. 182 pp.
- Cavaco, A. (1962): Les Amaranthaceae de l'Afrique au sud du tropique du cancer et de Madagascar. - Mem. Mus. nat. Hist. Nat. B, Bot. 13. 254 pp.
- Clayton, W.D. & Hepper, F.N. (1974): Computer aided chorology of East African grasses. - Kew Bull. 29(1): 213–234. <https://www.jstor.org/stable/4108386>
- Clayton, W.D., Philips, S.M. & Renvoize, S.A. (1974): Gramineae (Part 2). In: Polhill, R. (ed.) Flora of Tropical East Africa. - Crown Agents for the Overseas Governments and Administrations, London. 274 pp.
- Coe, M. & Beentje, H.J. (1991): A Field Guide to the Acacias of Kenya. - Oxford University Press.
- Coetsee, B.J. (1974): A phytosociological classification of the vegetation of the Jack Scott Nature Reserve. - Bothalia 11(3): 329–347. <https://doi.org/10.4102/abc.v11i3.1792>
- Coetsee, B.J. (1975): A phytosociological classification of the Rustenburg Nature Reserve. - Bothalia 11(4): 561–580. <https://doi.org/10.4102/abc.v11i4.1502>
- Cornelius, R. & Schultka, W. (1989): Verbreitungsstrategien und Weidenutzung in einer Dornsavanne Nordkenias. - Verh. Ges. Ökol. 18: 761–768.
- Cornelius, R., Schultka, W. & Meyer, G. (1989): Zum Invasionspotential florenfremder Arten. - Verh. Ges. Ökol. 19: 20–29.
- Dale, I.R. (1954): Forest spread and climatic change in Uganda during the Christian era. - Emp. For. Rev. 33(1): 23–29.
- Dale, I.R. & Greenway, P.J. (1961): Kenya Trees and Shrubs. - Buchanan's Kenya Estate Ltd. & Hatchards, Nairobi, London. 654 pp.
- Deil, U. & Müller-Hohenstein, K. (1985): Beiträge zur Vegetation des Jemen. 1. Pflanzengesellschaften und Ökotopegfüge der Gebirgstihama am Beispiel des Beckens von At Tur (J.A.R.). - Phytocoenologia 13: 1–102. <https://doi.org/10.1127/phyto/13/1985/1>
- Devred, R. (1956): Les Savanes herbeuses de la région de Mvuai (Bas-Congo). - Publ. I.N.E.A.C. Sér. scient. 65: 1–115.
- Dodson, R.G. (1963): Geology of the South Horr area.- Degree Sheet 19, SE Quarter Geol. Survey Kenya Rep. 60. - Nairobi. <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/samsamwater1/maps/kenya/geology/Geology+of+the+South+Horr+area+2.pdf>
- Drude, O. (1890): Handbuch der Pflanzengeographie. - Bibl. Geogr. Handb., Engelhorn, Stuttgart. 582 pp. https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00051029

- Duke, J.A. (1961): Preliminary revision of the genus *Drymaria*. - Ann. Mo. Bot. Gard. 48(3): 173–268. <https://www.jstor.org/stable/2394953>
- Duvigneaud, P. (1953): Les savanes du Bas-Congo: essai de phytosociologie topographique. - Lejeunia 10: 1–192.
- Edwards, D.C. (1940): A vegetation map of Kenya with special references to grassland types. - J. Ecol. 28(2): 377–385. <https://www.jstor.org/stable/2256235>
- Edwards, D.C. (1945): Horn of Africa (including Kenya) Vegetation Map. - Kenya Government Printer, Nairobi, no. 2347.
- Edwards, K.A., Field, C.R. & Hogg, I.G.G. (1979): A preliminary analysis of climatological data from the Marsabit District of Northern Kenya. - IPAL Techn. Rep. D.1, Nairobi. 44 pp. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000218969>
- Eiten, G. (1968): Vegetation forms: A classification of stands vegetation based on structure, growth form of the components, and vegetative periodicity. - Bol. Inst. Bot. 4: 1–88.
- Eiten, G. (1986): The use of the term “savanna”. - Trop. Ecol. 27: 10–23.
- Ellenberg, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (2. Aufl.). - Scripta Geobotanica 9. 122 pp.
- Ellenberg, H. & Mueller-Dombois, H.D. (1967): A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. - Ber. Geobot. Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 37. <http://doi.org/10.5169/seals-377651>
- Engler, A. (ed.) (1895): Die Pflanzenwelt Ostafrikas und der Nachbargebiete. Vols. 1–3. - Reimer, Berlin.
- Engler, A. (1908, 1910, 1915, 1925): Die Pflanzenwelt Afrikas insbesondere seiner tropischen Gebiete, I, II, III, V (1). - Leipzig.
- FAO (1971) Range development in Marsabit District Kenya. Rangeland surveys in Kenya - AGP SF/KEN 11 working paper 9 mimeo. 134 pp.
- Faliński, J.B. (ed.) (1972): Synantrophyzation of plant cover. III. Theoretical and methodical basis of the studies upon the synantrophyzation of plant cover. - Phytocoenosis 1: 151–222.
- Faliński, J.B. 1972. Synantropizacja szaty roślinnej - próba określenia istoty procesu i głównych kierunków badań. [Synantrophyzation of plant cover. Theoretical and methodical basis of the studies upon the synantrophyzation of plant cover]. - Phytocoenosis 1: 157–170.
- Frömann, B.S. & Persson, S. (1974): An illustrated guide to grasses of Ethiopia. CADU, Asella. Chilalo Agricultural Development Unit. 504 pp.
- Fukarek, F., Jasnowski, M. & Neuhäusl, R. (1964): Termini Phytosociologici. Linguis Germanica et Bohemica et Polonica expressi. - Fischer, Jena. 76 pp.
- Gaff, D.F. (1986): Desiccation tolerant “resurrection” grasses from Kenya and West Africa. - Oecologia 70(1): 118–120. <https://doi.org/10.1007/BF00377119>
- Gardner, H.M. (1932): Conifers of Kenya. Pp. 281–284, in: Report of the Royal Horticultural Society Conifer Conference.
- Germain, R. (1965): Les biotopes alluvionnaires herbeux et les savanes intercalaires du Congo équatorial. - Acad. Roy. Sci. d’ Outre-mer, Cl. Sci. nat. méd. N. S., XV-4, Bruxelles. http://www.kaowarsom.be/documents/MEMOIRES_VERHANDELINGEN/Sciences_naturelles_medicales/Nat.Sc.%28NS%29_T.XV,4_GERMAIN,%20R._Les%20biotopes%20alluvionnaires%20herbeux%20et%20les%20savanes%20intercalaires%20du%20Congo%20C3%A9quatorial_1965.PDF

- Gillett, A.C. (1951): Northern Frontier Kenya, District Tour. - Kenya Forest Department Nairobi, Cyclostyled. 14 pp.
- Gillett, J.B. (1947): The plant formations of western British Somaliland and the Harar Province of Abyssinia. - Bull. Misc. Inf. (Royal Bot. Gard. Kew) 2: 37–75. <https://www.jstor.org/stable/pdf/4102534.pdf>
- Gillett, J.B. (1956): The relation between the highland floras of Ethiopia and British East Africa. - Webbia 11(1): 459–466. <https://doi.org/10.1080/00837792.1956.10669643>
- Gillett, J.B., Polhill, R.M. & Verdcourt, B. (1971): Papilionoideae [Leguminosae, Parts 3–4]. In: Milne-Redhead, R.M. & Polhill, R.M. (eds.) Flora of Tropical East Africa. - Crown Agents for the Oversea Governments and Administrations, London. 1108 pp.
- Gilli, A. (1975): Pflanzensoziologische Beobachtungen aus Ostafrika. - Feddes Repert. 86(4): 233–252. <https://doi.org/10.1002/fedr.19750860404>
- Gilliland, H.B. (1952): The vegetation of Eastern British Somaliland. - J. Ecol. 40(1): 91–124. <https://www.jstor.org/stable/2258024>
- Grey-Wilson, C. (1980): *Impatiens* of Africa. - Junk, Rotterdam. 240 pp.
- Griffiths, J.F. (1969): Climate. In: Morgan, W.T.W. (ed.): East Africa: Its Peoples and Resources - Oxford University Press, Nairobi. 312 pp.
- Grubb, P.J. (1985): Plant populations and vegetation in relation to habitat, disturbance and competition: problems of generalization. Pp. 595–621, in: White J. (ed.) The Population Structure of Vegetation. Handbook of Vegetation Science, vol. 3. - Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5500-4_25
- Handel, S.N., Fisch, S.B. & Schatz, G.E. (1981): Ants disperse a majority of herbs in a mesic forest community in New York State. - Bull. Torrey Bot. Club 108 (4): 430–437. <https://www.jstor.org/stable/pdf/2484443.pdf>
- Harker, K.W. & Napper, D. (1960): An Illustrated Guide to the Grasses of Uganda. - Government Printer, Uganda Protectorate, Entebbe. 63 pp.
- Minister of Natural Reserves. - Uganda, Entebbe. 189 pp.
- Heady, H.F. (1960): Range Management in East Africa. - Kenya Government Printer, Nairobi, 125 pp.
- Heady, H.F. (1965): Influence of grazing on the composition of *Themeda triandra* grassland, East Africa. - J. Ecol. 54(3): 705–727. <https://www.jstor.org/stable/2257812>
- Hemming, C.F. (1966): The vegetation of the northern region of the Somali Republic. - Proc. Linn. Soc. London 177(2): 173–250. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1966.tb00958.x>
- Hemming, C.F. (1972): The south Turkana expedition: Scientific papers VIII. The ecology of South Turkana: A reconnaissance classification. - Geographical J. 138 (1): 15–40. <https://www.jstor.org/stable/1797437>
- Hemming, C.F. & Trapnell, C.G. (1957): A reconnaissance classification of the soils of the south Turkana desert. - J. Soil Sci. 8(2): 167–183. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1957.tb01879.x>
- Hepper, F.N. (1983): The phytogeography of Mt. Kulal, Kenya, with special reference to Compositae, Leguminosae and Gramineae. - Bothalia 14(3/4): 543–551. <https://doi.org/10.4102/abc.v14i3/4.1206>
- Herlocker, D. (1957): Woody vegetation of the Serengeti National Park. - Kleberg Studies in National Resources RM 5 K/S 1. Texas A&M University, 31 pp.

- Herlocker D. (1979): Vegetation of Southwestern Marsabit District Kenya. - IPAL Technical Report D-1 Nairobi, pp. 68.
- Hildebrand, F. (1883): Über die Verbreitungseinrichtung an Brutknospen von *Gonatanthus sarmentosus*, *Remusatia vivipara* und an Früchten von *Pupalia atropurpurea*. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1, XXIV–XXVI. <https://biodiversitylibrary.org/page/39325037>
- Hilger, H.H. & Schultka, W. (1988): Ausbreitungsbiologische Untersuchungen in einer semiariden Dornbuschsavanne in Nordkenia. - Bot. Jahrb. Syst. 109: 385–406.
- Hubbard, F.C., Milne-Redhead, E. & Polhill, R.M. (eds.) (1952–1985): Flora of Tropical East Africa - Whitefriars Press Ltd., London, Tonbridge.
- Huth, E. (1887): Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Tiere. - Bibl. Bot. 2: 1–36.
- Ivens, G.W. (1967): East Africa Weeds and Their Control. - Oxford University Press, Nairobi. pp. 244
- Jackson, J.K. (1956): The vegetation of the Imatong Mountains, Sudan. - J. Ecol. 44 (2): 341–374. <https://www.jstor.org/stable/2256827>
- Jaeger, F. (1945): Zur Gliederung und Benennung des tropischen Graslandgürtels. - Verh. Naturf. Ges. Basel 56(2): 509–520.
- Jalas, J. (1955): Hemerobe und hemerochrome Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. - Acta Soc. Fauna Flora Fenn. 72: 1–15.
- Jätzold, R. (1991a): Range Management Handbook of Kenya, Vol.II, 1: Maps: 3: Median annual rainfall (mm); 4: Median rainfall (mm) of the first rainy season; 5: Median rainfall (mm) of the second rainy season. - Republic of Kenya, Ministry of Livestock Development (MOLD), Nairobi.
- Jätzold, R. (1991b): Eco-climatology. of Marsabit District - in: Government of Kenya (1991): Range Management Handbook of Kenya, Vol. II, Nairobi (Manuscript). https://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i11374_001.pdf
- Jätzold, R. & Schmidt, H. (1983): Farm management handbook of Kenya, Vol. II. Natural conditions and farm management information; Part B: Central Kenya (Rift Valley and Central Provinces). - Ministry of Agriculture, Kenya & GTZ, Nairobi. 739 pp. https://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00023897_001.pdf
- Kassas, M. & Zahran, M.A. (1971): Plant life on the coastal mountains of the Red Sea, Egypt. - J. Indian Bot. Soc., Golden Jubilee Volume, 50 A: 571–589.
- Kausch, W. (1959): Der Einfluß von edaphischen und klimatischen Faktoren auf die Ausbildung des Wurzelwerkes der Pflanzen, unter besonderer Berücksichtigung einiger algerischer Wüstenpflanzen. - Habilitationsschrift Darmstadt (1959).
- Kenya National Archives (KNA), Nairobi, Water Development in Rendille Area 1929–1960. - PC/NFD/5/2/5.
- Kenya National Archives (KNA), Nairobi, Report on Safari to North Kulal 1956 and Kulal 1944. - PC/NFD/5/4/1.
- Kershaw, K.A. (1968): A survey of the vegetation in Zaria province, N. Nigeria. - Vegetatio 15(4): 244–268. <https://doi.org/10.1007/BF01956135>
- Klaus, D. & Schiffers, H. (1980): Desertifikation und Welt-Wüsten-Drohung. - Fragenkreise, Paderborn-München. Schöningh, Blütenburg. 32 pp.

- Klötzli, F. (1980): Analysis of species oscillations in tropical grasslands in Tanzania due to management and weather conditions. *Phytocoenologia* 8(1): 13–33.
- Knapp, R. (1965): Pflanzengesellschaften und höhere Vegetations-Einheiten von Ceylon und Teilen von Ost- und Central-Afrika. *Geobotanische Mitteilungen* 33. 31 pp.
- Knapp, R. (1968): Höhere Vegetations-Einheiten von Äthiopien, Somalia, Natal, Transvaal, Kapland und einigen Nachbargebieten. *Geobotanische Mitteilungen* 56. 36 pp.
- Knapp, R. (1973): Die Vegetation von Afrika. - Fischer, Stuttgart. 626 pp.
- Kowarik, I. (1990): Some responses of flora and vegetation to urbanization in central Europe. Pp. 45–74, in: Sukopp, H., Hejny, S. & Kowarik, I. (eds.): *Urban Ecology – Plants and Plant Communities in the Urban Environment*. - SPB Academic Publishing, The Hague. https://www.researchgate.net/publication/259265288_Some_responses_of_flora_and_vegetation_to_urbanization_in_Central_Europe
- Kreeb, K.H. (1983): *Vegetationskunde*. - Ulmer, Stuttgart, 331 pp.
- Kuchar, P. & Gillett, J.B. (1987): The Burseraceae of Somalia, Emphasizing the Central Rangelands. - CRDP-NRA, Mogadishu, 126 pp.
- Langdale-Brown, L., Osmaston, H.A. & Wilson, J.G. (1964): The Vegetation of Uganda and its Bearing on Land-Use. - Government Printer, Entebbe, London. 147 pp.
- Launert, E. (1963): Das Testa-Integument einiger Arten der Gattung *Impatiens* L. (Balsaminaceae). - *Bol. Soc. Brot. Ser. 2*, 37: 71–77.
- Le Houérou, H.N. (1989): The grazing land ecosystem of the African Sahel. - *Ecological Studies* 75. Springer, Heidelberg. 282 pp. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-74457-0>
- Lebrun, J. (1947): Végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard. - *Exploration du Parc National Albert, Mission J. Lebrun. (1937-1938)(1)*: 13–467. <http://biblio.naturalsciences.be/rbins-publications/institut-des-parcs-nationaux-du-congo/exploration-du-parc-national-albert-exploratie-van-het-nationaal-albert-park-mission-zending-j-lebrun-1937-1938/bibliographical-references/1-1947-mission-j-vegetaux-de-la-plaine-alluviale-au-sud-du-lac-edouard>
- Leistner, O.A. & Weger, M.J.A. (1973): Southern Kalahari phytosociology. - *Vegetatio* 28(5-6): 353–399. <https://doi.org/10.1007/BF02386499>
- Lieberman, D., Hall, J.B., Swaine, M.D. & Lieberman, M. (1979): Seed dispersal by baboons in the Shai Hills, Ghana. - *Ecology* 60(1): 65–75. <https://doi.org/10.2307/1936469>
- Lind, F.M. & Morrison, M.E.S. (1974): *East African Vegetation*. - Longman Group Ltd., London. 257 pp.
- Lopriore, G. (1901): Über die geographische Verbreitung der Amarantaceen in Beziehung zu ihren Verwandtschaftsverhältnissen. - *Bot. Jahrb. Syst.* 30: 1–38. <https://biodiversitylibrary.org/page/211213>
- Mäckel, R. (1982): Morphodynamik in Nordkenia. - Unveröffentlichter DFG-Bericht.
- Mäckel, R. (1983): Die Entwicklung der Fußfluren und Talebenen in den Bergländern Nordkenias. - *Z. Geomorph. N. F., Suppl.* 48: 179–195.
- Mäckel, R. & Schultka, W. (1988): Vegetationsveränderung und Morphodynamik im Ngare Ndare-Gebiet, Kenia. - *Abh. Akad. Wiss. [Göttingen]* 41: 253–276.
- Mäckel, R., Schultka, W. & Walther, D. (1989): Vegetation and landuse changes of Mt. Kulal, northern Kenya. Pp. 405–420, in: Mahaney, W.C. (ed.): *Quaternary and Environmental Research on East African Mountains*. - Rotterdam.

- Mäckel, R. & Walther, D. (1982): Geoökologische Studien zur Erfassung von Landschaftsschäden in den Trockengebieten Nordkenias. - Fortschritte landschaftsökol. u. klimatol. Forschungen in den Tropen. - Freiburger Geogr. Hefte 1982: 133–150.
- Mäckel, R. & Walther, D. (1983): Die Landschaftsökologische Bedeutung der Bergwälder für die Trockengebiete Nordkenias. - Die Erde 114: 211–235.
- McNeill, J., Barrie, F.R., Buck, W.R., Demoulin, V., Greuter, W. et al. (2012): International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code). Regnum Vegetabile 154. Published for IAPT by ARG GantnerVerlag, Ruggell, Liechtenstein. <https://www.iapt-taxon.org/melbourne/main.php>
- McNeill, J. & Turland, N.J. (2011): Major changes to the Code of Nomenclature, Melbourne, July 2011. - Taxon 60: 1495–1497. http://www.seaweed.ie/nomenclature/pdf/taxon_60_major_changes_xviii_ibcm.pdf
- Mensching, H. & Ibrahim, F. (1976): Das Problem der Desertification. Ein Beitrag zur Arbeit der IGU-Commission „Desertification in and around arid lands“. - Geogr. Zeitschr. 64(2): 81–93. <https://www.jstor.org/stable/pdf/27817786.pdf>
- Miehe, S. (1984): Vegetationsökologische Grundlagen für eine Beurteilung morphodynamischer Prozesse in den Höhenstufen des Jebel Marra. Pp. 75–101, in: Mensching, H. (ed.): Beiträge zur Morphodynamik im Relief des Jebel Marra-Massivs und in seinem Vorland (Darfur/Republik Sudan). - Akad. Wiss. Göttingen, Hamburg.
- Monod, T. (1954): Modes “contractes” et “diffus” de la végétation saharienne. Pp. 35–44, in: Cloudsley-Thompson, J.L. (ed.): Biology of Deserts : the Proceedings of a Symposium on the Biology of Hot and Cold Deserts organized by the Institute of Biology [Tavistock House]. - Hafner, New York. <https://ia800308.us.archive.org/5/items/biologyofdeserts00clou/biologyofdeserts00clou.pdf>
- Monteiro, R.F.R. (1970): Estudo da Flora e da vegetação das florestas abertas do Planalto do Bié. - Inst. Cien. Agr. Instituto de Investigação Científica de Angola, Luanda. 352 pp.
- Mueller-Dombois, R. & Ellenberg, H. (1974): Aims and Methods of Vegetation Ecology. - Wiley, New York. 525 pp.
- Mühlberg, H. (1967): Die Wuchsformen der mitteleuropäischen Poaceen. - Hercynia 4: 11–50. https://www.zobodat.at/pdf/Hercynia_4_0011-0050.pdf
- Mühlberg, H. (1970): Wuchsformen der Gattung *Brachypodium* (Poaceae). - Feddes Repert. 81(1–5): 119–130. <https://doi.org/10.1002/fedr.19700810110>
- Mullenders, W. (1954): La végétation de Kaniama (Entre-Lubishi-Lubilash, Congo Belge). - Publ. Inst. Nat. Étude Agron. Congo Belge (INEAC) Ser. Sci. 61: 1–500.
- Müller-Schneider, P. (1977): Verbreitungsbiologie (Diasporologie) der Blütenpflanzen. 2. Aufl. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 61. 226 pp.
- Myre, M. (1962): A grassland type of the South of the Mozambique Province. - C.R. IV. Réun. A.E.T.F.A.T. 337–362.
- Myre, M. (1964): A vegetação do extremo sul da Provincia de Moçambique. - Estudos, ensaios e documentos 110: 1–145.
- Myre, M. (1971): As pastagens da região do Maputo. - Memórias Inst. Inv. Agron. Moçambique 3: 1–181.
- Myre, M. (1972): Reconhecimento pascícola ao Vale do Save. - Comunicações Inst. Inv. Agron. Moçambique 75: 1–171.
- Napper, D.M. (1963): Cyperaceae of East Africa. 1. - J. E. Afr. Nat. Hist. Soc. 24(106): 1–18.

- Napper, D.M. (1965): Cyperaceae of East Africa. 2. - J. E. Afr. Nat. Hist. Soc. 24(109): 23–46.
- Napper, D.M. (1965): Cyperaceae of East Africa. 3. - J. E. Afr. Nat. Hist. Soc. 25(110): 1–27.
- Napper, D.M. (1965): Grasses of Tanganyika. - Ministry of Agriculture, Forest and Wildlife, Tanzania, Bull. no. 18; Dar Es Salaam. 146 pp.
- Napper, D.M. (1966): Cyperaceae of East Africa. 4. - J. E. Afr. Nat. Hist. Soc. 26(113): 1–17.
- Napper, D.M. (1971): Cyperaceae of East Africa. 5. - J. E. Afr. Nat. Hist. Soc. Nat. Mus. 28(124): 1–24.
- Nieuwolt, S. (1977): Tropical Climatology: An Introduction to the Climates of the Low Latitudes. - Wiley & Sons, London. 207 pp.
- Noy-Meir, I. (1974): Multivariate analysis of the semi-arid vegetation in southeastern Australia; II. Vegetation catenae and environmental gradients. - Austr. J. Bot. 22(1): 115–140.
- Ojany, F.F. & Ogendo, R.B. (1973): Kenya: A Study in Physical and Human Geography – College of Humanities and Social Sciences (CHSS), Nairobi, London. 237 pp.
- Pichi-Sermolli, R.E. (1955): Tropical East Africa (Ethiopia, Somaliland, Kenya, Tanganyika), pp. 302–360, In: Plant Ecology: Review of Research, VI. Arid Zone Research - UNESCO, Paris. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiTmV1qDkAhXO_qQKHSTIAZEqFjABegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Funesdoc.unesco.org%2Fin%2Frest%2FannotationSVC%2FDownloadWatermarkedAttachment%2Fattach_import_d600b9f3-6b13-4808-821a-e97c164230af%3F_%3D069017mulo.pdf&usg=AOvVaw0M94NhNDpfUInmhBAjpKXF
- Pijl, L. van der (1982): Principles of Dispersal in Higher Plants. 3rd ed. - Berlin, Heidelberg, New York. 214 pp. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-87925-8>
- Pratt, D.J. (1966): Control of *Disperma* in semi-desert dwarf shrub grassland. - J. Appl. Ecol. 3(2): 277–291. <https://www.jstor.org/stable/2401253>
- Pratt, D.J., Greenway, P.J. & Gwynne, M.D. (1966): A classification of East African rangeland with an appendix on terminology. - J. Appl. Ecol. 3(2): 369–382. <https://www.jstor.org/stable/2401259>
- Pratt, D.J. & Gwynne, M.D. (eds.) (1977): Rangeland Management and Ecology in East Africa. - Hodder & Stoughton, London, Sydney, Auckland, Toronto. 310 pp.
- Randel, R.P. (1970): Geology of the Laisamis area. – Degree Sheet 28, NE. Quarter. Geol. Survey Kenya rep. 84, Government Printer, Nairobi. <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/samsamwater1/maps/kenya/geology/Geology+of+the+laisamis+area.pdf>
- Ratray, J.M. (1961): The Grass Cover of Africa. – FAO Agric. Studies 49, Rome, 168 pp.
- Reinig, P. (1978): Handbook on Desertification Indicators: based on the Science Associations' Nairobi Seminar on Desertification. – American Association for the Advancement of Science; Washington DC. 141 pp.
- Republic of Kenya (1980): Stat. Abstract. - Nairobi.
- Ridley, H.N. (1930): The dispersal of plants throughout the world. - Reeve, Ashford. 704 pp. <https://archive.org/details/TheDispersalOfPlantsThroughoutTheWorld>
- Shmida, A. & Burgess, T.L. (1988): Plant growth-form strategies and vegetation types in arid environments. Pp. 211–241, in: Werger, M.J.A. Aart, P.J.M. van der, During, H.J. & Verhoeven, J.T.A. (eds.) Plant form and vegetation structure: adaptation, plasticity and relation to herbivory - SPB Academic Publishing, The Hague.

- Schimper, A.F.W. (1908): Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 2. Aufl. Jena, Fischer. 876 pp. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/32051969>
- Schmidt, W. (1973): Vegetationskundliche Untersuchungen im Savannenreservat Lamto (Elfenbeinküste). - Plant Ecol. [Vegetatio] 28(3-4): 145–200. <https://doi.org/10.1007/BF02389617>
- Schmidt, W. (1975): Plant communities on permanent plots of the Serengeti Plains. - Vegetatio 30(2): 133–145. <https://www.jstor.org/stable/pdf/20036858.pdf>
- Schmitz, A. (1963): Aperçu sur les groupements végétaux du Katanga - Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 96(2): 233–447.
- Schnell, R. (1952a): Contribution à une étude phytosociologique et phytogéographique de l'Afrique occidentale: les groupements et les unités géobotaniques de la région guinéenne. - Mélanges Botaniques II, Mémoire I.F.A.N. [Mémoires de l'Institut français d'Afrique noire] 18: 41–236.
- Schnell, R. (1952b): Végétation et flore de la région montagneuse du Nimba (Afrique occidentale française). - Mem. I.F.A.N. 22: 1–604.
- Schnell, R. (1952c): Végétation et flore des Monts Nimba. - Vegetatio [Vegetatio Acta Geobot.] 3(6): 350–406. <https://doi.org/10.1007/BF00243663>
- Schultka, W. (1974): Gebüsch- und Waldentwicklung im Grasland und die Flora in den Shimba Hills (Kenia). - Oberhess. Naturwiss. Zeitschr. 41: 537–56.
- Schultka, W. (1975): Gehölz-Sukzessionen in Regenwald- und Feuchtsavannen-Gebieten bei Kakamega (West-Kenia). - Oberhess. Naturwiss. Zeitschr. 42: 35–48.
- Schultka, W. (1984): Zusammenhänge zwischen Wuchsformen von Gräsern und Wirkungen der Beweidung in Kenia. - Oberhess. Naturwiss. Zeitschr. 43: 43–56.
- Schultka, W. (1991): Vegetation Types of the Marsabit District. Pp. 25–52, in : Range Management Handbook of Kenya, Vol. II, I - Rep. of Kenya, Ministry of Livestock Development (MOLD), Nairobi.
- Schultka, W. & Hilger, H.H. (1983): Epizoochore Verbreitung in der Krautschicht beweideter Bergregenerwälder des Mt. Kulal (Nord-Kenia). - Beitr. Biol. Pflanzen 58: 333–356.
- Schultka, W. & Walther, D. (1982): Wälder, andere Pflanzengesellschaften und Landnutzung im Kiambu-Distrikt, Kenia. - Oberhess. Naturwiss. Zeitschr. 47: 85–117.
- Schultka, W. & Walther, D. (1984): Nutzung und Regeneration von *Acacia tortilis* in N.-Kenia. - Oberhess. Naturwiss. Zeitschr. 48: 143–188.
- Shackleton, R.M. (1946): Geology of the country between Nanyuki and Maralal. - Rep. Geol. Surv. Kenya 11, Nairobi. 54 pp. <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/samsamwater1/maps/kenya/geology/Geology+of+the+country+between+Nanyuki+and+Maralal.pdf>
- Siderius, W. & Pouw, J.A. van der (1980): The application of the FAO/UNESCO terminology of the soil map of the world legend for soil classification in Kenya. - Kenya Soil Survey, Miscellaneous Soil Paper M/15, 21 pp., Nairobi.
- Smith, J. (1949): Distribution of tree species in the Sudan in relation to rainfall and soil texture. - Sudan Ministry of Agric. Bull. no. 4. Khartoum. 64 pp.
- Sobania, N.W. (1979): Background history of the Mt. Kulal region of Kenya. - IPAL Techn. Rep. A-2, UNEP-MAB Integrated Project in Arid Lands Nairobi. 238 pp.
- Sommerlatte, H. & Sommerlatte, M. (1990): A Field Guide to the Trees and Shrubs of the Imatong Mountains, Southern Sudan. - GTZ, Nairobi. 373 pp.

- Schönemann, J. (1984): Geomorphologie Ostafrikas: Kenya, Uganda, Tanzania. Reliefformen und Relief-formenkomplexe. - Afrika-Kartenwerk: Series E Beiheft E2. Borntraeger, Berlin, Stuttgart. 176 pp.
- Sukopp, H. (1962): Neophyten in natürlichen Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. - Ber. Dtsch. Bot. Ges. 75: 193–205. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1962.tb02527.x>
- Sukopp, H. (1969): Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation. - Vegetatio 17(1): 360–371. https://www.jstor.org/stable/20035445?seq=1#metadata_info_tab_contents
- Sukopp, H. (1972): Wandel der Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. - Ber. Landwirtsch. 50: 112–139.
- Sukopp, H. (1976): Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deutschland. - Schriftenreihe Vegetationskunde 10: 9–27.
- Synott, T.J. (1979): A report on the status, importance and protection of the montane forests. IPAL Techn. Rep. D-2a, 57 pp. - Nairobi. <http://hdl.handle.net/20.500.11822/29265>
- Touber, L. (1991): Landforms and Soils. Pp. 5–24, in: Schwartz, J., Shaabani, S. & Walter, D. (eds.) Range Management Handbook of Kenya, Vol. II, 1. - Republic of Kenya, Ministry of Livestock Development (MOLD), Nairobi. https://wocatpedia.net/images/9/90/Isricu_i00011342_001.11.pdf
- Trapnell, C.G. & Langdale-Brown, I. (1969): Natural vegetation. Pp. 127–139, in: Morgan, W.T.W. (ed.): East Africa: Its Peoples and Resources. - Oxford University Press, Nairobi.
- Troll, C. & Schottenloher, R. (1939): Ergebnisse wissenschaftlicher Reisen in Äthiopien. I. Von Eritrea nach Gonda, Addis Abeba und Harar. - Peterm. Geogr. Mitt. 85: 217–238.
- Turrill, W.B. & Milne-Redhead, E. (1956): Caryophyllaceae. In: Turrill, W.B. & Milne-Redhead, E. (eds.) Flora of Tropical East Africa. - Crown Agents for Overseas Governments & Administration, London. 38 pp.
- Tüxen, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - Angew. Pflanzensoz. 13: 5–42.
- UNESCO (1973): International classification and mapping of vegetation. - Ecology and Conservation 6, Imprimeries Populaires, Genève, Paris, No. 6. <https://wiki.met.no/media/polarprofile/products/metadatavocab/icmv.pdf>
- Verdcourt, B. (1963): Convolvulaceae. In: Hubbard, C.E. & Milne-Redhead, E. (eds.) Flora of Tropical East Africa. - Crown Agents for the Oversea Governments and Administrations, London. 161 pp.
- Volk, O.H. & Geyger, E. (1970): „Schaumböden“ als Ursache der Vegetationslosigkeit in ariden Gebieten. - Z. Geomorph. N.F. 14: 79–95.
- Volk, O.H. & Leippert, H. (1971): Vegetationsverhältnisse im Windhoek Bergland, Südwest-Afrika. - J.S.W.A. Wiss. Ges. 25: 5–44.
- Walter, H. (1954): Die Verbuschung: eine Erscheinung der subtropischen Savannengebiete, und ihre ökologischen Ursachen. - Vegetatio [Acta Geobot.] 5(1): 6–10. <https://doi.org/10.1007/BF00299544>
- Walter, H. (1964): Die Vegetation der Erde in ökophysiologischer Betrachtung, Bd. 1: Die tropischen und subtropischen Zonen. - Fischer: Jena. 592 pp.
- Walther, D. & Herlocker, D.J. (1980): A preliminary study of the relationship between vegetation, soils and land use within south western Marsabit District. Pp. 41–54. In: IPAL Tech. Rep. No. A-3. Proc. of a scientific seminar, Nairobi, 24–27 November 1980. - UNEP-MAB Integrated Project in Arid Lands, Nairobi. <https://pdfs.semanticscholar.org/ba6d/df7e517571425bd50778cfb3936c22a0ed87.pdf>

- Wegener, R. (1914): Untersuchungen über den Bau der Haftorgane einiger Pflanzen. - Beih. Bot. Cbl. 31, I. Abt.: 43–89.
- Werger, M.J.A. (1973): Phytosociology of the Upper Orange River valley, South Africa. A syntaxonomical and synecological study. - Diss Univ. Nijmegen. V & R, Pretoria.
<https://pdfs.semanticscholar.org/0f39/c18ada37703597acb64e33b0022137760a82.pdf>
- Werger, M.J.A. (1977): Applicability of Zürich-Montpellier methods in African tropical and subtropical range lands. Pp. 125–145, in: Krause, W. (ed.): Application of Vegetation Science to Grassland Husbandry. Handbook of Vegetation Science 13. Springer, Dordrecht.
<https://www.springer.com/gp/book/9789061931942>
- Westoby, M., Walker, B. & Noy-Meir, I. (1989): Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. - J. Range Managem. 42(4): 266–274.
<https://pdfs.semanticscholar.org/0b78/7672d66ecd0ecd3c1ba4a0b7a740c842dfae.pdf>
- White, F. (1983a): The Somalia-Masai regional centre of endemism. Pp. 110–130, in: The Vegetation of Africa: A descriptive memoir to accompany the Unesco/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. - UNESCO, Paris. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000058054>
- White, F. (1983b): Long-distance dispersal and the origin of the afro-montane flora. - Sonderbd. naturwiss. Ver. Hamburg 7: 87–116.
- Whittaker, R.H. (1962): Classification of natural communities. - Bot. Rev. 28(1): 1–239.
<https://doi.org/10.1007/BF02860872>
- Wickens, G.E. (1976): Flora of Jebel Marra (Sudan Republic) and its geographical affinities. - Kew Bull. Addit. Ser. 5, 368 pp.
- Wildi, O. & Orłóci, L. (1983): Management and Multivariate Analysis of Vegetation Data. 2. Aufl. - Ber. Eidgen. Anst. forstl. Versuchswesen 215.
- Wyant, J.G. & Ellis, J.E. (1990): Compositional patterns of riparian woodlands in the Rift Valley of northern Kenya. - Vegetatio 89: 23–27. <https://doi.org/10.1007/BF00134432>

7. Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Abutilon fruticosum</i> Guill. & Perr.	Malvaceae
<i>Abutilon guineense</i> (Schumach.) Baker f. & Exell	Malvaceae
<i>Abutilon hirtum</i> (Lam.) Sweet	Malvaceae
<i>Abutilon mauritianum</i> (Jacq.) Medik.	Malvaceae
<i>Acacia drepanolobium</i> Harms ex Y.Sjöstedt	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia drepanolobium</i> (Harms ex Y.Sjöstedt) P.J.H.Hurter	
<i>Acacia elatior</i> subsp. <i>turkanae</i> Brenan	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia elatior</i> subsp. <i>turkanae</i> (Brenan) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia etbaica</i> Schweinf.	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia etbaica</i> (Schweinf.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia etbaica</i> subsp. <i>platycarpa</i> Brenan	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia etbaica</i> subsp. <i>platycarpa</i> (Brenan) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia horrida</i> (L.) Willd.	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia horrida</i> (L.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia horrida</i> subsp. <i>benadirensis</i> (Chiov.) Hillc. & Brenan	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia horrida</i> subsp. <i>benadirensis</i> (Chiov.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia mellifera</i> Benth. subsp. <i>mellifera</i>	Mimosaceae
≡ <i>Senegalia mellifera</i> (Benth.) Seigler & Ebinger subsp. <i>mellifera</i>	
<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Delile	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia nilotica</i> (L.) P.J.H.Hurter & Mabb.	
<i>Acacia nilotica</i> subsp. <i>subalata</i> (Vatke) Brenan	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia nilotica</i> subsp. <i>subalata</i> (Vatke) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia nubica</i> Benth.	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia nubica</i> (Benth.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia paolii</i> Chiov.	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia paolii</i> (Chiov.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia reficiens</i> Wawra & Peyr.	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia reficiens</i> (Wawra & Peyr.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia reficiens</i> subsp. <i>misera</i> (Vatke) Brenan	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia reficiens</i> subsp. <i>misera</i> (Vatke) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd.	Mimosaceae
≡ <i>Senegalia senegal</i> (L.) Britton	
<i>Acacia senegal</i> var. <i>kerensis</i> Schweinf.	Mimosaceae
≡ <i>Senegalia senegal</i> var. <i>kerensis</i> (Schweinf.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia seyal</i> Delile	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia seyal</i> (Delile) P.J.H.Hurter	
<i>Acacia seyal</i> var. <i>fistula</i> (Schweinf.) Oliv.	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia seyal</i> var. <i>fistula</i> (Schweinf.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia tortilis</i> (Forssk.) Hayne	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia tortilis</i> (Forssk.) Galasso & Banfi	
<i>Acacia tortilis</i> var. <i>spirocarpa</i> (Hochst. ex A.Rich.) Brenan	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia tortilis</i> subsp. <i>spirocarpa</i> (Hochst. ex A.Rich.) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia xanthophloea</i> Benth.	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia xanthophloea</i> (Benth.) Banfi & Galasso	
<i>Acacia zanzibarica</i> (S.Moore) Taub.	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia zanzibarica</i> (S.Moore) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acacia zanzibarica</i> var. <i>microphylla</i> Brenan	Mimosaceae
≡ <i>Vachellia zanzibarica</i> var. <i>microphylla</i> (Brenan) Kyal. & Boatwr.	
<i>Acalypha ciliata</i> Forssk.	Euphorbiaceae
<i>Acalypha fruticosa</i> var. <i>eglandulosa</i> Radcl.-Sm.	Euphorbiaceae
<i>Acalypha indica</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Acalypha racemosa</i> Wall. ex Baill.	Euphorbiaceae
<i>Acalypha volkensii</i> Pax	Euphorbiaceae
Acanthaceae cf. <i>Lepidagathis</i> Willd.	Acanthaceae

Art	Familie
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Asteraceae
<i>Achyranthes aspera</i> L.	Amaranthaceae
<i>Achyranthes aspera</i> var. <i>sicula</i> L.	Amaranthaceae
<i>Achyranthes schinzii</i> (Standl.) Cufod.	Amaranthaceae
<i>Actiniopteris radiata</i> (Swartz) Link	Actiniopteridaceae
<i>Actiniopteris semiflabellata</i> Pic.Serm.	Actiniopteridaceae
<i>Adenia venenata</i> Forssk.	Passifloraceae
<i>Adenia volkensii</i> Harms	Passifloraceae
<i>Adenium somalense</i> Balf.f.	Apocynaceae
<i>Aerangis brachycarpa</i> (A.Rich.) Durand & Schinz	Orchidaceae
<i>Aerangis thomsonii</i> Schltr.	Orchidaceae
<i>Aerva javanica</i> (Burm.f.) Juss. ex Schult.	Amaranthaceae
<i>Aerva lanata</i> (L.) Schult.	Amaranthaceae
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Alismataceae
<i>Allophylus abyssinicus</i> (Hochst.) Radlk.	Sapindaceae
<i>Allophylus rubifolius</i> (Hochst.) Engl.	Sapindaceae
<i>Aloe</i> cf. <i>amudatensis</i> Reynolds	Aloaceae
<i>Aloe secundiflora</i> Engl.	Aloaceae
<i>Aloe</i> spec. nov.; Bally 5633; H.&J. 7152	Aloaceae
<i>Alternanthera pungens</i> Kunth	Amaranthaceae
<i>Alternanthera sessilis</i> R.Br.	Amaranthaceae
<i>Alysicarpus rugosus</i> subsp. <i>perennirufus</i> J.Léonard	Fabaceae
<i>Amaranthus graecizans</i> L.	Amaranthaceae
<i>Amaranthus sparganiocephalus</i> Thell.	Amaranthaceae
<i>Aneilema brenanianum</i> Faden	Commelinaceae
<i>Aneilema pendunculolum</i> C.B.Clarke	Commelinaceae
<i>Angraecum erectum</i> Summerh.	Orchidaceae
<i>Anthericum cooperi</i> Baker	Anthericaceae
<i>Anthericum gregorianum</i> Rendle	Anthericaceae
<i>Apodytes dimidiata</i> E.Mey. ex Bernh.	Icacinaceae
<i>Argyrobium leucophyllum</i> Bak.	Fabaceae
<i>Aristida adoensis</i> A.Rich.	Poaceae
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Poaceae
<i>Aristida mutabilis</i> Trin. & Rupr.	Poaceae
Asclepiadaceae cf. <i>Pentarrhinum insipium</i> E.Mey	Asclepiadaceae
<i>Asparagus aethiopicus</i> L.	Asparagaceae
<i>Asparagus africanus</i> Lam.	Asparagaceae
<i>Asparagus flagellaris</i> (Kunth) Bak.	Asparagaceae
<i>Asparagus setaceus</i> (Kunth) Jessop	Asparagaceae
<i>Aspila mossambicensis</i> (Oliv.) Wild	Asteraceae
<i>Asplenium aethiopicum</i> (Burm.) Bech.	Aspleniaceae
<i>Asplenium theciferum</i> (Kunth) Mett.	Aspleniaceae
<i>Asplenium theciferum</i> var. <i>concinnum</i> (Schrad.) Schelpe	Aspleniaceae
<i>Astripomoea lachnosperma</i> (Choisy) Meeuse	Convolvulaceae
<i>Asystasia</i> cf. <i>schimperii</i> T.Anderson	Acanthaceae
<i>Asystasia guttata</i> (Forssk.) Brummitt	Acanthaceae
<i>Aulacocalyx diervilloides</i> (K.Schum.) Petit	Rubiaceae
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	Balanitaceae
<i>Balanites gilettii</i> Cufod.	Balanitaceae
<i>Balanites orbicularis</i> Sprague	Balanitaceae
<i>Balanites pedicellaris</i> Mildbr. & Schltr.	Balanitaceae
<i>Barleria acanthoides</i> Vahl	Acanthaceae
<i>Barleria argentea</i> Balf.f.	Acanthaceae
<i>Barleria eranthemoides</i> R.Br. ex C.B.Clarke	Acanthaceae
<i>Barleria grantii</i> Oliv.	Acanthaceae
<i>Barleria proxima</i> Lindau	Acanthaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Barleria submollis</i> Lindau	Acanthaceae
<i>Barleria ventricosa</i> Hochst. ex Nees	Acanthaceae
<i>Baseonema gregorii</i> Schlecht. & Rendle	Asclepiadaceae
<i>Becium capitatum</i> Bak.	Lamiaceae
<i>Berchemia discolor</i> (Klotzsch) Hemsl.	Rhamnaceae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
<i>Bidens</i> spec. nov. H.&J.: 7027; Schultka: 137	Asteraceae
<i>Blepharis linariifolia</i> Pers.	Acanthaceae
<i>Blepharispermum lanceolatum</i> Chiov.	Asteraceae
<i>Blepharispermum pubescens</i> S.Moore	Asteraceae
<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	Nyctaginaceae
<i>Boerhavia erecta</i> L.	Nyctaginaceae
<i>Boerhavia repens</i> L.	Nyctaginaceae
<i>Boscia angustifolia</i> A.Rich. var. <i>angustifolia</i>	Capparidaceae
<i>Boscia coriacea</i> Pax	Capparidaceae
<i>Boswellia microphylla</i> Chiov.	Burseraceae
<i>Boswellia neglecta</i> S.Moore	Burseraceae
<i>Bothriochloa insculpta</i> (A.Rich.) A.Camus	Poaceae
<i>Bothriochloa radicans</i> (Lehm.) A.Camus	Poaceae
<i>Bothriochloa somalensis</i> (O.Hoffm.) Gilbert	Poaceae
<i>Brachiaria deflexa</i> (Schumach.) C.E.Hubb. ex Robyns	Poaceae
<i>Brachiaria leersioides</i> (Hochst.) Stapf	Poaceae
<i>Brachiaria semiundulata</i> (A.Rich.) Stapf	Poaceae
<i>Brachiaria serrata</i> (Spreng.) Stapf	Poaceae
<i>Bridelia taitensis</i> Vatke & Pax	Euphorbiaceae
<i>Brucea antidysenterica</i> J.F.Mill.	Simaroubaceae
<i>Bulbine abyssinica</i> A.Rich	Asphodelaceae
<i>Cadaba adenotricha</i> Gilg & Benedict	Capparidaceae
<i>Cadaba glandulosa</i> Forssk.	Capparidaceae
<i>Cadaba mirabilis</i> Chiov.	Capparidaceae
<i>Cadaba ruspolii</i> Gilg	Capparidaceae
<i>Cadia purpurea</i> (Picc.) Ait.	Fabaceae
<i>Canthium schimperianum</i> A.Rich.	Rubiaceae
<i>Canthium</i> spec. nov. H. & J. 6950	Rubiaceae
<i>Capitania otostegioides</i> Gürke	Lamiaceae
<i>Capparis cartilaginea</i> R.A.Grah.	Capparidaceae
<i>Capparis sepiaria</i> L.	Capparidaceae
<i>Capparis sepiaria</i> var. <i>rivae</i> (Pax) De Wolf	Capparidaceae
<i>Capparis tomentosa</i> Lam.	Capparidaceae
<i>Caralluma</i> cf. <i>foetida</i> E.A.Bruce	Asclepiadaceae
<i>Caralluma dicapuae</i> (Chiov.) Chiov.	Asclepiadaceae
<i>Caralluma tubiformis</i> Bruce & Bally	Asclepiadaceae
<i>Cardamine africana</i> L.	Brassicaceae
<i>Carissa edulis</i> (Forssk.) Vahl	Apocynaceae
<i>Casearia battiscombei</i> R.E.Fries	Samydaceae
<i>Cassia mimosoides</i> L.	Caesalpiniaceae
<i>Cassipourea malosana</i> (Baker) Alston	Rhizophoraceae
<i>Caucanthus albidus</i> (Nied.) Nied.	Malpighiaceae
<i>Caucanthus auriculatus</i> (Radlk.) Nied.	Malpighiaceae
<i>Celosia anthelmintica</i> Asch.	Amaranthaceae
<i>Celsia floccosa</i> Benth.	Scrophulariaceae
<i>Celtis africana</i> Burm.f.	Ulmaceae
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Poaceae
<i>Cenchrus pennisetiformis</i> Hochst. & Steud. ex Steud.	Poaceae
<i>Ceratostigma abyssinica</i> (Hochst.) Asch. & Schweinf.	Plumbaginaceae
<i>Ceropegia somalensis</i> Chiov.	Asclepiadaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Chascanum hildebrandtii</i> (Vatke) Engl.	Verbenaceae
<i>Chenopodium opulifolium</i> Koch & Ziz.	Chenopodiaceae
<i>Chenopodium schraderianum</i> Schult.	Chenopodiaceae
<i>Chloris pycnothrix</i> Trin.	Poaceae
<i>Chloris roxburghiana</i> Schult.	Poaceae
<i>Chloris virgata</i> Sw.	Poaceae
<i>Chlorophytum andongense</i> Bak.	Anthericaceae
<i>Chlorophytum bakeri</i> Poelln.	Anthericaceae
<i>Chlorophytum zavattarii</i> Cufod.	Anthericaceae
<i>Chrysopogon plumulosus</i> Hochst.	Poaceae
<i>Cissus quadrangularis</i> L.	Vitaceae
<i>Cissus rotundifolia</i> (Forssk.) Vahl	Vitaceae
<i>Cistanche tubulosa</i> (Schenk) Hook.f.	Orobanchaceae
<i>Clausena anisata</i> (Willd.) Hook.f. ex Benth.	Rutaceae
<i>Clematis brachyata</i> Thunb.	Ranunculaceae
<i>Cleome allamanni</i> Chiov.	Capparidaceae
<i>Cleome hirta</i> (Klotzsch) Oliv.	Capparidaceae
<i>Cleome monophylla</i> L.	Capparidaceae
<i>Cleome parvipetala</i> R.A.Grah.	Capparidaceae
<i>Clerodendrum myricoides</i> R.Br.	Verbenaceae
<i>Clerodendrum quadrangulatum</i> Thomas	Verbenaceae
<i>Combretum aculeatum</i> (Klotzsch) C.B.Clarke	Combretaceae
<i>Combretum molle</i> G.Don	Combretaceae
<i>Commelina africana</i> L.	Commelinaceae
<i>Commelina africana</i> subsp. <i>boehmiana</i> (K.Schum.) Brenan	Commelinaceae
<i>Commelina albescens</i> Hassk.	Commelinaceae
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae
<i>Commelina</i> div. spec.	Commelinaceae
<i>Commelina imberbis</i> Hassk.	Commelinaceae
<i>Commelina latifolia</i> A.Rich.	Commelinaceae
<i>Commicarpus helenae</i> (Schult.) Meikle	Nyctaginaceae
<i>Commicarpus pedunculatus</i> (A.Rich.) Cufod.	Nyctaginaceae
<i>Commicarpus plumbagineus</i> (Cav.) Standl.	Nyctaginaceae
<i>Commicarpus stellatus</i> (Wight) Berhaut	Nyctaginaceae
<i>Commiphora africana</i> (A.Rich.) Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora boiviniana</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora bruceae</i> Chiov.	Burseraceae
<i>Commiphora candidula</i> Sprague	Burseraceae
<i>Commiphora</i> cf. <i>riparia</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora coriacea</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora crenulata</i> (Terracc.) Chiov.	Burseraceae
<i>Commiphora ellenbeckii</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora erlangerana</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora erythraea</i> (Ehrenb.) Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora flaviflora</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora gileadensis</i> (L.) C.Chr.	Burseraceae
<i>Commiphora habessinica</i> (O.Berg) Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora hildebrandtii</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora madagascariensis</i> Jacq.	Burseraceae
<i>Commiphora merkeri</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora paolii</i> Chiov.	Burseraceae
<i>Commiphora rivae</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora rostrata</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora samharensis</i> Engl.	Burseraceae
<i>Commiphora sarandensis</i> Burt	Burseraceae
<i>Commiphora schimperi</i> (Berg) Engl.	Burseraceae
<i>Conostomium</i> cf. <i>quadrangulare</i> (Rendle) Cufod.	Rubiaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Conostomium kenyense</i> Brem.	Rubiaceae
<i>Convolvulus sagittifolius</i> var. <i>ulosepalus</i> (Hall.f.) Verdc.	Convolvulaceae
<i>Conyza pyrropappus</i> Sch.Bip.	Asteraceae
<i>Corallocarpus epigaeus</i> (Rottl.) C.B.Clarke	Cucurbitaceae
<i>Corchorus trilocularis</i> L.	Tiliaceae
<i>Cordia crenata</i> Delile	Cordiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Cordia ovalis</i> DC.	Cordiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Cordia sinensis</i> Lam.	Cordiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Cotyledon barbeyi</i> Schweinf.	Crassulaceae
<i>Crassula schimperi</i> C.A.Mey.	Crassulaceae
<i>Craterostigma pumilum</i> Hochst.	Scrophulariaceae
<i>Crinum macowanii</i> Bak.	Amaryllidaceae
<i>Crinum spec.</i>	Amaryllidaceae
<i>Crossandra mucronata</i> Lindau	Acanthaceae
<i>Crotalaria emarginella</i> Vatke	Fabaceae
<i>Crotalaria fascicularis</i> Polhill	Fabaceae
<i>Crotalaria laburnifolia</i> L.	Fabaceae
<i>Crotalaria leptocarpa</i> Balf.f.	Fabaceae
<i>Croton dichogamus</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Croton megalocarpus</i> Hutch.	Euphorbiaceae
<i>Cucumella kelleri</i> (Cogn.) C.Jeffrey	Cucurbitaceae
<i>Cucumis prophetarum</i> L.	Cucurbitaceae
<i>Curroria volubilis</i> (Schltr.) Bullock	Asclepiadaceae
<i>Cuscuta hyalina</i> Roth.	Convolvulaceae
<i>Cuscuta kilimanjari</i> Oliv.	Convolvulaceae
<i>Cussonia holstii</i> Harms ex Engl.	Araliaceae
<i>Cyanotis barbata</i> D.Don	Commelinaceae
<i>Cyathula erinacea</i> Schinz	Amaranthaceae
<i>Cyathula orthacantha</i> Schinz	Amaranthaceae
<i>Cyclocheilon erianthemum</i> (Vatke) Engl.	Verbenaceae
<i>Cycnium tenuisectum</i> (Standl.) O.J.Hansen	Scrophulariaceae
<i>Cymbopogon excavatus</i> (Hochst.) Stapf	Poaceae
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae
<i>Cynodon plectostachyus</i> (K.Schum.) Pilger	Poaceae
<i>Cynoglossum coeruleum</i> DC.	Boraginaceae
<i>Cyperus alopecuroides</i> Rottb.	Cyperaceae
<i>Cyperus alternifolius</i> L.	Cyperaceae
<i>Cyperus blysmoides</i> Hochst.	Cyperaceae
<i>Cyperus giolii</i> Chiov.	Cyperaceae
<i>Cyperus latifolius</i> Poir.	Cyperaceae
<i>Cyperus kilimandscharicus</i> Kük.	Cyperaceae
<i>Cyperus longus</i> L.	Cyperaceae
<i>Cyperus merkeri</i> C.B.Clarke	Cyperaceae
<i>Cyperus obtusiflorus</i> Vahl	Cyperaceae
<i>Cyperus teneriffae</i> Poir.	Cyperaceae
<i>Cypholepis yemenica</i> (Schweinf.) Chiov.	Poaceae
<i>Cyphostemma bambuseti</i> (Gilg & M.Brandt) Desc. ex Wild & R.B.Drumm.	Vitaceae
<i>Cyphostemma</i> cf. <i>orondo</i> (Gilg & M.Brandt) Desc.	Vitaceae
<i>Cyphostemma maranguense</i> (Gilg) Desc.	Vitaceae
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Beauv.	Poaceae
<i>Dalechampia ipomoeaefolia</i> Benth.	Euphorbiaceae
<i>Dasysphera prostrata</i> (Gilg) Cavaco	Amaranthaceae
<i>Delonix bacca</i> (Chiov.) Bak.f.	Caesalpiniaceae
<i>Delonix elata</i> (L.) Gamble	Caesalpiniaceae
<i>Desmodium repandum</i> (Vahl) DC.	Fabaceae
<i>Dichondra repens</i> J.R.Forst. & G.Forst.	Convolvulaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Dichrocephala chrysanthemifolia</i> DC.	Asteraceae
<i>Dicliptera colorata</i> C.B.Clarke	Acanthaceae
<i>Dicliptera laxata</i> C.B.Clarke	Acanthaceae
<i>Dicoma tomentosa</i> Cass.	Acanthaceae
<i>Digera muricata</i> (L.) Mart.	Amaranthaceae
<i>Digera muricata</i> subsp. <i>trinervis</i> Townsend	Amaranthaceae
<i>Digitaria macroblephara</i> (Hack.) Stapf	Poaceae
<i>Digitaria scalarum</i> (Schweinf.) Chiov.	Poaceae
<i>Digitaria velutina</i> (Forssk.) P.Beauv.	Poaceae
<i>Diospyros abyssinica</i> (Hiern) F.White	Ebenaceae
<i>Diospyros scabra</i> (Chiov.) Cufod.	Ebenaceae
<i>Dipcadi</i> spec.	Hyacinthaceae
<i>Dipcadi viride</i> (L.) Moench	Hyacinthaceae
<i>Diplolophium africanum</i> Turcz.	Apiaceae
<i>Diplostigma canescens</i> K.Schum.	Asclepiadaceae
<i>Dombeya</i> cf. <i>gilgiana</i> K.Schum.	Sterculiaceae
<i>Dorstenia brownii</i> Rendle	Moraceae
<i>Dorstenia crispa</i> Engl.	Moraceae
<i>Dovyalis abyssinica</i> (A.Rich.) Warb.	Flacourtiaceae
<i>Drake-brockmania somalensis</i> Stapf	Poaceae
<i>Droguetia debilis</i> Rendle	Urticaceae
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Roem. & Schult.	Caryophyllaceae
<i>Duosperma eremophilum</i> (Milne-Redh.) Napper	Acanthaceae
<i>Dyschoriste radicans</i> Nees	Acanthaceae
<i>Ecbolium anisacanthus</i> (Schweinf.) C.B.Clarke	Acanthaceae
<i>Echidnopsis dammiana</i> Spreng.	Asclepiadaceae
<i>Echinochloa stagnina</i> (Retz.) P.Beauv.	Poaceae
<i>Ectadiopsis oblongifolia</i> (Meisn.) Schltr.	Asclepiadaceae
<i>Edithcolea grandis</i> N.E.Br.	Asclepiadaceae
<i>Ehretia cymosa</i> var. <i>sylvatica</i> (Gürke) Brenan	Ehretiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Endostemon tereticaulis</i> (Poir.) Ashby	Lamiaceae
<i>Enneapogon cenchroides</i> (Roem. & Schult.) Hubb.	Poaceae
<i>Enneapogon desvauxii</i> P.Beauv.	Poaceae
<i>Entada leptostachya</i> Harms	Mimosaceae
<i>Enteropogon macrostachyus</i> (S.Rich.) Benth.	Poaceae
<i>Eragrostis aspera</i> (Jacq.) Nees	Poaceae
<i>Eragrostis braunii</i> Schweinf.	Poaceae
<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	Poaceae
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.	Poaceae
<i>Eragrostis papposa</i> (Roem. & Schult.) Steud.	Poaceae
<i>Eragrostis porosa</i> Nees	Poaceae
<i>Eragrostis superba</i> Peyr.	Poaceae
<i>Eragrostis tenuifolia</i> (A.Rich.) Steud.	Poaceae
<i>Eriochloa meyeriana</i> (Nees) Pilg.	Poaceae
<i>Erucastrum arabicum</i> Fisch. & C.A.Mey.	Brassicaceae
<i>Erythrina burttii</i> Bak.f.	Fabaceae
<i>Erythrina melanacantha</i> Taub. ex Harms subsp. <i>melanacantha</i>	Fabaceae
<i>Erythrina rotundo-obovata</i> Bak.f.	Fabaceae
<i>Erythrochlamys spectabilis</i> Gürke	Lamiaceae
<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Euclea schimperi</i> (DC.) Dandy	Ebenaceae
<i>Euphorbia agowensis</i> Boiss.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia</i> cf. <i>kibwezensis</i> N.E.Br.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia crotonoides</i> Boiss.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia cuneata</i> subsp. <i>lamproderma</i> S.Carter	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia gossypina</i> Pax	Euphorbiaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Euphorbia heterochroma</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia inaequilatera</i> Sond.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia nubica</i> N.E.Brown	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia polyantha</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia scheffleri</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia uhligiana</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Fagara chalybea</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae
<i>Farsetia stenoptera</i> Hochst.	Brassicaceae
<i>Ficus glumosa</i> Delile	Moraceae
<i>Ficus sycomorus</i> L.	Moraceae
<i>Ficus thonningii</i> Blume	Moraceae
<i>Forsskaolea viridis</i> Desf.	Urticaceae
<i>Gardenia volkensii</i> K.Schum.	Rubiaceae
<i>Geigeria acaulis</i> Benth. & Hook.f. ex Vatke	Asteraceae
<i>Geigeria alata</i> Benth. & Hook.f. ex Oliv.	Asteraceae
<i>Girardinia condensata</i> Wedd.	Urticaceae
<i>Gisekia pharnaceoides</i> L. var. <i>pharnaceoides</i>	Aizoaceae
<i>Glycine wightii</i> subsp. <i>longicauda</i> (Schweinf.) Verdc.	Fabaceae
<i>Glycine wightii</i> subsp. <i>petitiana</i> (A.Rich.) Verdc.	Fabaceae
<i>Gomphocarpus fruticosus</i> (L.) Ait.f.	Asclepiadaceae
<i>Grewia bicolor</i> Juss.	Tiliaceae
<i>Grewia erythraea</i> Schweinf.	Tiliaceae
<i>Grewia fallax</i> K.Schum.	Tiliaceae
<i>Grewia penicillata</i> Chiov.	Tiliaceae
<i>Grewia similis</i> K.Schum.	Tiliaceae
<i>Grewia tembensis</i> Fresen.	Tiliaceae
<i>Grewia tenax</i> (Forssk.) Fiori	Tiliaceae
<i>Grewia trichocarpa</i> Hochst. ex A.Rich.	Tiliaceae
<i>Grewia villosa</i> Willd.	Tiliaceae
<i>Gynandropsis gynandra</i> (L.) Brig.	Capparidaceae
<i>Gynura miniata</i> Welw.	Asteraceae
<i>Gyrocarpus hababensis</i> Chiov.	Hernandiaceae
<i>Haemanthus multiflorus</i> Martyn	Amaryllidaceae
<i>Haplocoelum foliolosum</i> (Hiern) Bullock	Sapindaceae
<i>Helichrysum glumaceum</i> DC.	Asteraceae
<i>Helinus integrifolius</i> (Lam.) Kuntze	Rhamnaceae
<i>Heliotropium albohispidum</i> Bak.	Heliotropiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Heliotropium pectinatum</i> Vaupel	Heliotropiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Heliotropium rariflorum</i> Stocks	Heliotropiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Heliotropium somalense</i> Vatke	Heliotropiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Heliotropium steudneri</i> Vatke	Heliotropiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Heliotropium strigosum</i> Willd.	Heliotropiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Heliotropium subulatum</i> (DC.) Martelli	Heliotropiaceae (Boraginaceae s.l.)
<i>Hermannia exappendiculata</i> (Mast.) K.Schum.	Sterculiaceae
<i>Hermannia kirkii</i> Mast.	Sterculiaceae
<i>Heteromorpha trifoliata</i> Eckl. & Zeyh.	Apiaceae
<i>Hibiscus aponeurus</i> Sprague & Hutch.	Malvaceae
<i>Hibiscus greenwayii</i> var. <i>megensis</i> J.P.Lebr.	Malvaceae
<i>Hibiscus meyeri</i> Harv.	Malvaceae
<i>Hibiscus micranthus</i> L.f.	Malvaceae
<i>Hibiscus spec.</i>	Malvaceae
<i>Hibiscus vitifolius</i> L.	Malvaceae
<i>Hildebrandtia obcordata</i> S.Moore	Convolvulaceae
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf	Poaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Hyphaene coriacea</i> Gaertn.	Arecaceae (Palmae)
<i>Hypoestes hildebrandtii</i> Lindau	Acanthaceae
<i>Hypoestes verticillaris</i> (L.f.) R.Br.	Acanthaceae
<i>Hypoxis obtusa</i> Burch.	Hypoxidaceae
<i>Impatiens meruensis</i> subsp. <i>septentrionalis</i> Grey-Wilson	Balsaminaceae
<i>Indigofera arrecta</i> A.Rich.	Fabaceae
<i>Indigofera brevicalyx</i> Bak.f.	Fabaceae
<i>Indigofera cliffordiana</i> Gillett	Fabaceae
<i>Indigofera</i> div. spec.	Fabaceae
<i>Indigofera hochstetteri</i> Bak.	Fabaceae
<i>Indigofera spicata</i> Forssk.	Fabaceae
<i>Indigofera spinosa</i> Forssk.	Fabaceae
<i>Indigofera volkensis</i> Taub.	Fabaceae
<i>Ipomoea cicatricosa</i> Baker	Convolvulaceae
<i>Ipomoea cordofana</i> Choisy	Convolvulaceae
<i>Ipomoea donaldsonii</i> Rendle	Convolvulaceae
<i>Ipomoea kituensis</i> Vatke	Convolvulaceae
<i>Isoglossa</i> cf. <i>laxa</i> Oliv.	Acanthaceae
<i>Jasminum abyssinicum</i> DC.	Oleaceae
<i>Jasminum floribundum</i> R.Br. ex Fresen.	Oleaceae
<i>Jatropha dichter</i> Macbr.	Euphorbiaceae
<i>Jatropha parviflora</i> Chiov.	Euphorbiaceae
<i>Juniperus procera</i> Hochst. ex Endl.	Cupressaceae
<i>Justicia aridicola</i> Rendle	Acanthaceae
<i>Justicia caerulea</i> Forssk.	Acanthaceae
<i>Justicia diclipteroides</i> Lindau	Acanthaceae
<i>Justicia exigua</i> S.Moore	Acanthaceae
<i>Justicia heterocarpa</i> T.Anderson	Acanthaceae
<i>Justicia nyassana</i> Lindau	Acanthaceae
<i>Justicia odora</i> (Forssk.) Vahl	Acanthaceae
<i>Justicia uncinulata</i> Oliv.	Acanthaceae
<i>Kalanchoe</i> cf. <i>citrina</i> Schweinf.	Crassulaceae
<i>Kedostris gijef</i> (J.F.Gmel.) C.Jeffrey	Cucurbitaceae
<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dam.	Scrophulariaceae
<i>Kleinia kleinioides</i> (Sch.Bip.) M.R.F.Taylor	Asteraceae
<i>Kleinia</i> spec. A (in Upland Kenya wild flowers)	Asteraceae
<i>Kleinia</i> spec. C (in Upland Kenya wild flowers)	Asteraceae
<i>Kyllinga alata</i> Nees	Cyperaceae
<i>Kyllinga alba</i> Nees	Cyperaceae
<i>Kyllinga flava</i> C.B.Clarke	Cyperaceae
<i>Lagenantha nogalensis</i> Chiov.	Chenopodiaceae
<i>Lagenaria sphaerica</i> (Sond.) Naud.	Cucurbitaceae
<i>Lanena schweinfurthii</i> subsp. <i>stuhlmannii</i> (Engl.) Kokwaro	Anacardiaceae
<i>Lanena triphylla</i> (Hochst. ex A.Rich.) Engl.	Anacardiaceae
<i>Lantana rhodesiensis</i> Moldenke	Verbenaceae
<i>Lantana viburnoides</i> (Forssk.) Vahl	Verbenaceae
<i>Launea cornuta</i> (Hochst. ex Oliv. & Hiern) C.Jeffrey	Asteraceae
<i>Launea hafunensis</i> Chiov.	Asteraceae
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	Poaceae
<i>Lepidotrichilia volkensis</i> (Gürke) Leroy	Meliaceae
<i>Leptochloa obtusiflora</i> Hochst.	Poaceae
<i>Leptothrium senegalense</i> (Kunth.) W.D.Clayton	Poaceae
<i>Leucas jamesii</i> Bak.	Lamiaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Leucas tomentosa</i> Gürke	Lamiaceae
<i>Leucas urticifolia</i> var. <i>annulata</i> Sebald	Lamiaceae
<i>Lindenbergia indica</i> (L.) Kuntze	Scrophulariaceae
<i>Linociera battiscombei</i> Hutch.	Oleaceae
<i>Lintonia nutans</i> Stapf	Poaceae
<i>Lippia carviadora</i> Meikle	Verbenaceae
<i>Lippia ukambensis</i> Vatke	Verbenaceae
<i>Lotononis laxa</i> Eckl. & Zeyh.	Fabaceae
<i>Ipomoea plebeia</i> subsp. <i>africana</i> Meeuse	Convolvulaceae
<i>Ipomoea spathulata</i> Hall.f.	Convolvulaceae
<i>Isoglossa lactea</i> Lindau	Acanthaceae
<i>Lycium europaeum</i> L.	Solanaceae
<i>Maerua calophylla</i> A.Rich.	Capparidaceae
<i>Maerua crassifolia</i> Forssk.	Capparidaceae
<i>Maerua endlichii</i> Gilg & Ben.	Capparidaceae
<i>Maerua subcordata</i> (Gilg) De Wolf	Capparidaceae
<i>Manilkara mochisia</i> (Bak.) Dubard	Sapotaceae
<i>Mariscus amauropus</i> (Steud.) Cufod.	Cyperaceae
<i>Mariscus macropus</i> (Boeck.) C.B.Clarke	Cyperaceae
<i>Maytenus arbutifolia</i> (A.Rich.) Wilczek	Celastraceae
<i>Maytenus heterophylla</i> (Eckl. & Zeyh.) N.Robson	Celastraceae
<i>Maytenus putterlickioides</i> (Loes) Exell & Mendonca	Celastraceae
<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell	Celastraceae
<i>Maytenus undata</i> (Thunb.) Blakelock	Celastraceae
<i>Melhanianthus ovata</i> (Cav.) Spreng.	Sterculiaceae
<i>Melhanianthus velutina</i> Forssk.	Sterculiaceae
<i>Mollugo cerviniana</i> var. <i>spathulifolia</i> Fenzl	Aizoaceae
<i>Momordica friesiorum</i> (Harms) C.Jeffrey	Cucurbitaceae
<i>Momordica sessilifolia</i> Cogn.	Cucurbitaceae
<i>Monadenium ellenbeckii</i> N.E.Brown	Euphorbiaceae
<i>Monechma debile</i> (Fork.) Nees	Acanthaceae
<i>Myrsine africana</i> L.	Myrsinaceae
<i>Mystroxylon aethiopicum</i> (Thunb.) Loes	Celastraceae
<i>Nuxia congesta</i> R.Br. ex Fresen.	Loganiaceae
<i>Ochna insculpta</i> Sleumer	Ochnaceae
<i>Ochna ovata</i> F.Hoffm.	Ochnaceae
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae
<i>Ocimum hadiense</i> Forssk.	Lamiaceae
<i>Ocimum suave</i> Willd.	Lamiaceae
<i>Ocotea kenyensis</i> (Chiov.) Robyns & Wilczek	Lauraceae
<i>Odontella fischeri</i> Engl.	Loranthaceae
<i>Odontella ugogensis</i> (Engl.) Balle	Loranthaceae
<i>Oldenlandia ichthyoderma</i> Cufod.	Rubiaceae
<i>Olea africana</i> Mill.	Oleaceae
<i>Olea hochstetteri</i> Bak.	Oleaceae
<i>Ophioglossum polyphyllum</i> A.Braun ex Seub.	Ophioglossaceae
<i>Opilia campestris</i> Engl.	Opiliaceae
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae
<i>Ormocarpum keniense</i> Gillett	Fabaceae
<i>Ormocarpum trichocarpum</i> (Taub.) Harms	Fabaceae
<i>Ornithogalum donaldsonii</i> Rendle	Hyacinthaceae
<i>Oropetium minimum</i> (Hochst.) Pilger	Poaceae
<i>Oropetium thomaeum</i> (L.f.) Trin.	Poaceae
<i>Orthosiphon somalensis</i> Vatke	Lamiaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Osteospermum vaillantii</i> (Decne.) Norl.	Asteraceae
<i>Osyridicarpus schimperianus</i> (A.Rich.) DC.	Santalaceae
<i>Osyris abyssinica</i> A.Rich.	Santalaceae
<i>Oxyanthus speciosus</i> DC.	Rubiaceae
<i>Oxygonum sinuatum</i> (Meins.) Dammer	Polygonaceae
<i>Ozoroa insignis</i> subsp. <i>reticulata</i> (Bak.f.) Gillett	Anacardiaceae
<i>Pancratium trianthum</i> Herb.	Amaryllidaceae
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Poaceae
<i>Panicum trichocladum</i> Hack. ex K.Schum.	Poaceae
<i>Pappea capensis</i> (Spreng.) Eckl. & Zeyh.	Sapindaceae
<i>Pavetta gardenifolia</i> A.Rich.	Rubiaceae
<i>Pavonia arabica</i> Boiss.	Malvaceae
<i>Pavonia patens</i> (Andr.) Chiov.	Malvaceae
<i>Pavonia propinqua</i> Garcke	Malvaceae
<i>Pavonia urens</i> var. <i>hirsuta</i> (Ulbr.) Brenan	Malvaceae
<i>Pelargonium alchemilloides</i> subsp. <i>multibracteatum</i> (A.Rich.) Kokwaro	Geraniaceae
<i>Pelargonium glechomoides</i> A.Rich.	Geraniaceae
<i>Pellaea involuta</i> (Swartz) Bak.	Adiantaceae
<i>Pennisetum mezianum</i> Leeke	Poaceae
<i>Pentanisia ouranogyne</i> S.Moore	Rubiaceae
<i>Pentas lanceolata</i> (Forssk.) Deflers	Rubiaceae
<i>Peperomia abyssinica</i> Miq.	Piperaceae
<i>Peperomia tetraphylla</i> (Forssk.) Hook. & Arn.	Piperaceae
<i>Peponium vogelii</i> (Hook.f.) Engl.	Cucurbitaceae
<i>Pergularia daemia</i> (Forssk.) Chiov.	Asclepiadaceae
<i>Pennisetum stramineum</i> Peter	Poaceae
<i>Phaulopsis imbricata</i> (Forssk.) Sweet	Acanthaceae
<i>Phyllanthus fischeri</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Phyllanthus maderaspatensis</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Phyllanthus ovalifolius</i> Forssk.	Euphorbiaceae
<i>Phyllanthus rotundifolius</i> Willd.	Euphorbiaceae
<i>Phyllanthus suffrutescens</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Physalis peruviana</i> L.	Solanaceae
<i>Pistacia aethiopica</i> Kokwaro	Anacardiaceae
<i>Pittosporum viridiflorum</i> Sims	Pittosporaceae
<i>Plectranthus</i> aff. <i>igniarius</i> ; Hemming: 3110; Schultka: 112; Verdcourt: 2269	Lamiaceae
<i>Plectranthus cylindraceus</i> Benth.	Lamiaceae
<i>Plectranthus ignarius</i> (Schweinf.) Agnew	Lamiaceae
<i>Plectranthus sylvestris</i> Gürke	Lamiaceae
<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Willd.) Kaulf.	Polypodiaceae
<i>Plumbago zeylanica</i> L.	Plumbaginaceae
<i>Podocarpus gracilior</i> Pilger	Podocarpaceae
<i>Polygala erioptera</i> DC.	Polygalaceae
<i>Polygala kilimandjarica</i> Chod.	Polygalaceae
<i>Polygala sphenoptera</i> Fresen.	Polygalaceae
<i>Polygonum senegalense</i> Meisn.	Polygonaceae
<i>Polystachya cultriformis</i> (Thou.) Spreng.	Orchidaceae
<i>Polystachya</i> spec. nov. sim. <i>confusa</i> Rolfe	Orchidaceae
<i>Portulaca foliosa</i> Ker-Gawl.	Portulacaceae
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae
<i>Portulaca quadrifida</i> L.	Portulacaceae
<i>Premna resinosa</i> (Hochst.) Schauer	Verbenaceae
<i>Priva cordifolia</i> var. <i>abyssinica</i> (Jaub. & Spach) Moldenke	Verbenaceae
<i>Prunus africana</i> (Hook.f.) Kalkm.	Rosaceae
<i>Pseudosopubia hildebrandtii</i> (Vatke) Engl.	Scrophulariaceae
<i>Psiadia punctulata</i> (DC.) Vatke	Asteraceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Psilotrichum gnaphalobryum</i> (Hochst.) Schinz	Amaranthaceae
<i>Psychotria kirkii</i> Hiern	Rubiaceae
<i>Psychotria kirkii</i> var. <i>nairobiensis</i> (Brem.) Verdc.	Rubiaceae
<i>Pterodiscus ruspolii</i> Engl.	Pedaliaceae
<i>Pterolobium stellatum</i> (Forssk.) Brenan	Caesalpiniaceae
<i>Pupalia lappacea</i> (L.) A.Juss.	Amaranthaceae
<i>Pupalia lappacea</i> var. <i>velutina</i> (Micq.) Hochst.	Amaranthaceae
<i>Pycreus flavescens</i> (L.) Reichenb.	Cyperaceae
<i>Rangaeria amaniensis</i> (Kraenzl.) Summerh.	Orchidaceae
<i>Rhamnus prinoides</i> L'Hérit.	Rhamnaceae
<i>Rhamnus staddo</i> A.Rich.	Rhamnaceae
<i>Rhoicissus revoilii</i> Planch.	Vitaceae
<i>Rhus natalensis</i> Krauss	Anacardiaceae
<i>Rhus vulgaris</i> Meikle	Anacardiaceae
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) Hubb.	Poaceae
<i>Rhynchosia minima</i> var. <i>prostrata</i> (Harv.) Meikle	Fabaceae
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Rubia cordifolia</i> L.	Rubiaceae
<i>Ruellia patula</i> Jacq.	Acanthaceae
<i>Rumex usambarensis</i> (Dammer) Dammer	Polygonaceae
<i>Ruttya fruticosa</i> Lindau	Acanthaceae
<i>Rytigynia neglecta</i> (Hiern) Robyns	Rubiaceae
<i>Salvadora persica</i> L.	Salvadoraceae
<i>Sanicula elata</i> Don	Apiaceae
<i>Sansevieria</i> cf. <i>ehrenbergii</i> Bak.	Agavaceae
<i>Sansevieria intermedia</i> N.E.Br.	Agavaceae
<i>Sarcostemma viminalis</i> (L.) R.Br.	Asclepiadaceae
<i>Satureja abyssinica</i> (Benth.) Briq.	Lamiaceae
<i>Satureja biflora</i> (D.Don.) Briq.	Lamiaceae
<i>Schoenoxiphium lehmannii</i> (Nees) Steud.	Cyperaceae
<i>Schreberea alata</i> (Hochst.) Welw.	Oleaceae
<i>Scolopia zeyheri</i> (Nees) Szysz.	Flacourtiaceae
<i>Scutia myrtina</i> (Burm.f.) Kurz	Rhamnaceae
<i>Securinega virosa</i> (Roxb. ex Willd.) Baill.	Euphorbiaceae
<i>Seddera hirsuta</i> Hall.f.	Convolvulaceae
<i>Seddera latifolia</i> Hochst. & Steud.	Convolvulaceae
<i>Sehima nervosum</i> (Willd.) Stapf	Poaceae
<i>Selaginella phillipsiana</i> (Hieron.) Alston	Selaginellaceae
<i>Senecio lyratipartitus</i> A.Rich.	Asteraceae
<i>Sericocomopsis hildebrandtii</i> Schinz	Amaranthaceae
<i>Sericocomopsis pallida</i> (S.Moore) Schinz	Amaranthaceae
<i>Sesamothamnus rivae</i> Engl.	Pedaliaceae
<i>Setaria acromelaena</i> (Hochst.) Dur. & Schinz	Poaceae
<i>Setaria incrassata</i> (Hochst.) Hack.	Poaceae
<i>Setaria plicatilis</i> (Hochst.) Engl.	Poaceae
<i>Setaria sagittifolia</i> (A.Rich.) Walp.	Poaceae
<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.) Stapf & C.E.Hubb.	Poaceae
<i>Setaria verticillata</i> (L.) P.Beauv.	Poaceae
<i>Silene burchellii</i> DC.	Caryophyllaceae
<i>Solanum arundo</i> Mattei	Solanaceae
<i>Solanum coagulans</i> Forssk.	Solanaceae
<i>Solanum hastifolium</i> Dunal	Solanaceae
<i>Solanum incanum</i> L.	Solanaceae
<i>Solanum indicum</i> L.	Solanaceae
<i>Solanum renschii</i> Vatke	Solanaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Sorghum arundinaceum</i> (Desv.) Stapf	Poaceae
<i>Sorghum purpureosericeum</i> (Hochst.) Aschers.	Poaceae
<i>Sphaeranthus gomphrenoides</i> O.Hoffm.	Asteraceae
<i>Sphaeranthus napierae</i> Ross-Craig	Asteraceae
<i>Sphaeranthus suaveolens</i> (Forssk.) DC.	Asteraceae
<i>Sphaeranthus ukambensis</i> Vatke & O.Hoffm.	Asteraceae
<i>Spilanthus mauritiana</i> (A.Rich.) DC.	Asteraceae
<i>Sporobolus agrostoides</i> Chiov.	Poaceae
<i>Sporobolus angustifolius</i> A.Rich.	Poaceae
<i>Sporobolus helvolus</i> (Trin.) Dur. & Schinz	Poaceae
<i>Sporobolus nervosus</i> Hochst.	Poaceae
<i>Sporobolus pellucidus</i> Hochst.	Poaceae
<i>Sporobolus spicatus</i> (Vahl) Kunth	Poaceae
<i>Sporobolus stapfianus</i> Gand.	Poaceae
<i>Steganotaenia araliacea</i> Hochst.	Apiaceae
<i>Stephania abyssinica</i> (Dillon & A.Rich.) Walp.	Menispermaceae
<i>Sterculia stenocarpa</i> H. Winkl.	Sterculiaceae
<i>Stipagrostis uniplumis</i> (Licht.) De Winter	Poaceae
<i>Strychnos usambarensis</i> Gilg	Loganiaceae
<i>Suaeda monoica</i> Forssk. ex J.F.Gmel.	Chenopodiaceae
<i>Tagetes minuta</i> L.	Asteraceae
<i>Talinum caffrum</i> (Thunb.) Eckl. & Zeyh.	Portulacaceae
<i>Talinum portulacifolium</i> (Forssk.) Schweinf.	Portulacaceae
<i>Tarenna graveolens</i> (S.Moore) Brem.	Rubiaceae
<i>Tarenna graveolens</i> var. <i>impolita</i> Bridson	Rubiaceae
<i>Teclea nobilis</i> Delile	Rutaceae
<i>Teclea simplicifolia</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae
<i>Tennantia senii</i> (Chiov.) Verdc. & Bridson	Rubiaceae
<i>Tephrosia noctiflora</i> Bak.	Fabaceae
<i>Tephrosia uniflora</i> Pers.	Fabaceae
<i>Terminalia brownei</i> Fresen.	Combretaceae
<i>Terminalia orbicularis</i> Engl. & Diels	Combretaceae
<i>Tetrapogon cenchrifolius</i> (A.Rich.) Clayton	Poaceae
<i>Tetrapogon tenellus</i> (Roxb.) Chov.	Poaceae
<i>Themeda triandra</i> Forssk.	Poaceae
<i>Thesium radicans</i> A.Rich.	Santalaceae
<i>Tinnea aethiopica</i> Hook.f.	Lamiaceae
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	Apiaceae
<i>Trachyandra saltii</i> (Baker) Oberm.	Asphodelaceae
<i>Tragia brevipes</i> Pax	Euphorbiaceae
<i>Tragia insuavis</i> Prain	Euphorbiaceae
<i>Tragus berteronianus</i> Schult.	Poaceae
<i>Trema orientalis</i> (L.) Bl.	Ulmaceae
<i>Triaspis niedenzuiana</i> Engl.	Malpighiaceae
<i>Tribulus cistoides</i> L. var. <i>cistoides</i>	Zygophyllaceae
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae
<i>Trichomanes</i> cf. <i>melanotrichum</i> Schlttdl.	Hymenophyllaceae
<i>Trifolium semipilosum</i> var. <i>glabrescens</i> Gillett	Fabaceae
<i>Triumfetta flavescens</i> A.Rich.	Tiliaceae
<i>Turraea mombassana</i> Hiern ex C.DC.	Meliaceae
<i>Turraea mombassana</i> subsp. <i>cuneata</i> (Gürke) Styles & F.White	Meliaceae
<i>Tylophora</i> spec.	Asclepiadaceae
<i>Urochloa panicoides</i> Beauv.	Poaceae

Liste der gefundenen Arten

Art	Familie
<i>Vangueria apiculata</i> K.Schum.	Rubiaceae
<i>Vangueria linearisepala</i> K.Schum.	Rubiaceae
<i>Vatovaea pseudolablab</i> (Harms) Gillett	Fabaceae
<i>Vepris eugeniifolia</i> (Engl.) I.Verd.	Rutaceae
<i>Vepris samburuensis</i> Kokwaro	Rutaceae
<i>Vepris spec.</i>	Rutaceae
<i>Vernonia brachycalyx</i> O.Hoffm.	Asteraceae
<i>Vernonia cinerascens</i> Sch.Bip.	Asteraceae
<i>Vernonia lasiopus</i> O.Hoffm.	Asteraceae
<i>Vernonia pauciflora</i> Less.	Asteraceae
<i>Vigna friesiorum</i> Harms	Fabaceae
<i>Vigna membranacea</i> A.Rich.	Fabaceae
<i>Viscum hildebrandtii</i> Engl.	Viscaceae
<i>Viscum tuberculatum</i> A.Rich.	Viscaceae
<i>Volkensia prostrata</i> (Volken) Schinz	Amaranthaceae
<i>Wahlenbergia abyssinica</i> (A.Rich.) Thulin	Campanulaceae
<i>Withania somnifera</i> (L.) Dunal	Solanaceae
<i>Xymalos monospora</i> (Harr.) Baill.	Monimiaceae
<i>Zaleya pentandra</i> (L.) Jeffrey	Aizoaceae
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Rhamnaceae
<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	Rhamnaceae
<i>Zornia cf. apiculata</i> Milne-Redh.	Fabaceae
<i>Zornia setosa</i> subsp. <i>obovata</i> (Baker f.) J.Léonard & Milne-Redh.	Fabaceae