

**Agrarökosysteme in Benin und Togo – Traditionelle  
Landwirtschaft und Landnutzungswandel der Ethnien  
Ditamari und Ewé**

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaften

vorgelegt beim Fachbereich Geowissenschaften / Geographie  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
in Frankfurt am Main

von Adjoavi Christelle Nadia Anoumou  
aus Benin

Frankfurt 2018  
(D30)

vom Fachbereich Geowissenschaften / Geographie der

Johann Wolfgang Goethe-Universität als Dissertation angenommen.

Dekan: Prof. Dr. Peter Lindner

Gutachter: Prof. Dr. J. Runge, Prof. Dr. J. Wunderlich

Datum der Disputation: 19.09.2018

## Danksagung

*„Wie ein entwurzelter Baum nicht überleben kann, so ist der Zustand des Menschen ohne Gott“ (eigene Zitat).*

Mein allererster Dank gilt Gott, der mir das Leben geschenkt hat und meine Schritte lenkt.

Mein besonderer Dank und meine Anerkennung gilt ferner Prof. Dr. Jürgen Runge für seine vielfältige Unterstützung und Hilfsbereitschaft, insbesondere für seine ausgezeichnete Betreuung im Feld sowie am Institut. Ebenso möchte ich Prof. Dr. Jürgen Wunderlich danken, der die zweite Begutachtung dieser Arbeit übernommen hat.

Die vorliegende Arbeit wurde durch meine Einstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Physische Geographie ermöglicht. Die Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität gewährte mir im Jahr 2012 eine Beihilfe für eine Erkundungsreise in Benin und Togo, wodurch ich meine Untersuchungsgebiete festlegen konnte. Ferner unterstützte die Willkomm-Stiftung des Fachbereichs Geowissenschaften / Geographie im Jahr 2014 durch eine Reisebeihilfe meine zweite Feldforschung in Benin und Togo.

Im Fachbereich Geowissenschaften (FB11) der Goethe Universität haben Frau Doris Bergmann-Dörr und Frau Dagmar Schneider durch die Laboruntersuchungen der Bodenproben sowie fachliche Anregungen vor den Feldarbeiten einen wertvollen Beitrag zu dieser Arbeit geleistet. Außerdem haben die Hilfsbereitschaft, die Freundlichkeit und den fachlichen Austausch von Dr. Rainer Dambeck und Dr. Dagmar Fritsch meine Zeit als Promovierende besonders schön gemacht. Ich möchte mich bei euch vom ganzen Herz bedanken.

Für die Unterstützung durch fachlichen und privaten Austausch sowie zahlreiche Korrekturen in meiner Arbeit danke ich herzlich meine Kollegen der AG Geoökologie und Physische Geographie (AG Runge): Dr. Joachim Eisenberg, Dr. Diderot Nguepjouo, Nsikan-George Emana und Adam Bachir.

PD. Dr. Diana Hummel und Dr. Stefan Liehr (Institut für sozial-ökologische Forschung) sowie Dr. Julia Röhrig (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) haben mich zum Promotionsstudium ermutigt. Ich danke euch für den privaten und fachlichen Austausch. Zudem möchte Ich mich beim Prof. Dr. Joachim Vogt (Karlsruher Institut für Technologie) für seine fachlichen Anregungen und Diskussionsbereitschaft bedanken.

Die Geländearbeiten wären ohne die Unterstützung mehrerer Personen nicht möglich gewesen. An dieser Stelle gilt mein besonderer Dank Prof. Dr. Ir. Brice Sinsin, Prof. Dr. Ir. Marcel Houinato und Prof. Dr. Brice Tenté (Université d'Abomey-Calavi), die mir stetig administrative Erleichterungen für die Feldarbeiten in Benin gewährt haben. Auf der wertvollen Unterstützung von N'Dah Barnabé und den Einwohnern des Dorfes Dikouan sowie von Ir. Meryas Kouton konnte ich unmöglich verzichten. Weiterhin bin ich Selom Agbavito (NGO AVES, Togo) dankbar, der mich während aller Aufenthalte in Togo begleitet und mir eine Unterkunft zur Verfügung gestellt hat. Kudzo Agbavito (NGO AVES) und die Einwohner des Dorfes Amégapé haben meinen besten Dank für

die Durchhaltung der anstrengenden Geländetage. Seba Kougbani der Vereinigung „Notre Terre Nourricière“, Espoir Zilevou und seiner Ehefrau in Badou-Tomégbé (Togo) möchte ich auch für den fachlichen Austausch und die Unterstützung im Gelände danken.

Mein Dankeswort richtet sich nicht zuletzt an Frau Danielle Adoumbou und Herr Madi Kore, die mich als Tochter angenommen und stetig moralisch, finanziell und durch ihre Gebete unterstützt haben. Schließlich möchte ich dankend mein Familien- und Freundeskreis erwähnen: meine Mutter Eliane Sophie Dabli, meine liebe Schwester Gloria Anoumou, Dr. Herve Awoye, Lucie Akoura, Yasmina Adébi, Inès Amoussou, Prudencia Adahè, Wilfried Bonou, Kerstin Sery, Patrick Sery, Badou Ambroise und Felix Hessou.

Frankfurt am Main, Juli 2018

Nadia Anoumou

## Inhaltsverzeichnis

Danksagung	i
Inhaltsverzeichnis	iii
Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vii
Beilagenverzeichnis	ix
Abkürzungsverzeichnis	x
<b>I Einführung</b>	<b>1</b>
1. Grundzüge der Landnutzung in Westafrika aus geographischer Perspektive	1
1.1 Traditionelle Landwirtschaft und Landnutzungswandel in Westafrika	1
1.2 Probleme der Kleinbauern	4
1.3 Literaturübersicht	5
2. Zielsetzung	7
3. Theoretischer Hintergrund	7
3.1 Begriffsdefinition	7
3.2 Theoretischer Rahmen des Landnutzungswandels	9
3.2.1 Geo-ökologischer Rahmen (unmittelbare Faktoren)	9
3.2.2 Sozio-ökonomischer Rahmen (unmittelbare Faktoren)	11
3.2.3 Politischer Rahmen (Mittelbare Faktoren)	13
3.2.4 Systemische Wechselbeziehungen	13
4. Untersuchungsgebiete: kleinbäuerliche Studienfälle	14
4.1 Geographische Lage und naturräumliche Gegebenheiten	14
4.1.1 Dikouan (Nord-Benin)	16
4.1.2 Amégapé (Süd-Togo)	17
4.2 Sozio-ökonomische Gegebenheiten	18
<b>II Datengrundlage und Methodik</b>	<b>20</b>
1. Sozialempirie	20
2. Fernerkundung und GIS	21
3. Bodenkundliche Untersuchungen	23
<b>III Ergebnisse</b>	<b>27</b>
1. Sozio-ökonomische Merkmale der kleinbäuerliche Agrarbetriebe	27
2. Landnutzung und Landnutzungswandel bei der Ethnie der „Ditamari“	29
2.1 Gegenwärtige Landnutzungsmuster	29
2.1.1 Traditioneller Hackbau und Bewässerungstechnik	30
2.1.2 Holzkohle- und Sheabutter Produktion	37
2.1.3 Tierhaltung	39
2.2 Landnutzungswandel seit 1987	41
2.2.1 Flächendynamik 1987 bis 2001	42
2.2.2 Flächendynamik 2001 bis 2015	44
2.2.3 Flächendynamik 1987 bis 2015	46
2.2.4 Synthese und Bewertung	48
3. Landnutzung und Landnutzungswandel bei der Ethnie der „Éwé“	53
3.1 Gegenwärtige Landnutzungsmuster	53
3.1.1 Traditioneller Hackbau und Bewässerungstechnik	54
3.1.2 Plantagenwirtschaft	61
3.1.3 Tierhaltung	63

3.2 Landnutzungswandel seit 1987	65
3.2.1 Flächendynamik 1987 bis 2001	66
3.2.2 Flächendynamik 2001 bis 2015	68
3.2.3 Flächendynamik 1987 bis 2015	70
3.2.4 Synthese und Bewertung	72
4. Bodenkundliche Gegebenheiten	77
4.1 Böden bei den „Ditamari“ (Dikouan)	77
4.1.1 Räumliche Verteilung	77
4.1.2 Böden des Plateaus und der Niederung	77
4.1.3 Böden des Mittelhangs	78
4.1.4 Böden des Unterhangs	79
4.1.5 Veränderung der Nährstoffgehalte	80
4.2 Böden bei den „Éwés“ (Amégapé)	83
4.2.1 Räumliche Verteilung	83
4.2.2 Böden des Oberhangs	83
4.2.3 Böden des Mittelhangs	84
4.2.4 Böden des Unterhangs	85
4.2.5 Veränderung der Nährstoffgehalte	86
4.3 Bewertung der Standorte	88
5. Konsequenzen des Landnutzungswandels	93
5.1 Morphodynamik und Erosionsprozesse	93
5.1.1 Einflussfaktoren der Bodenerosion	93
5.1.2 Niederschlagsregime und Erosivität	95
5.1.3 Bodenart, -nutzung und Erodierbarkeit	100
5.2 Veränderungen der Bodenfunktionen	106
5.3 Sozio-ökonomische Folgen	108
6. Anpassungsstrategien	110
6.1 Schutz der Ackerflächen	111
6.2 Sicherung des Lebensunterhalts	114
<b>IV Diskussion und Ausblick</b>	117
1. Steuerungsfaktoren des Landnutzungswandels	117
1.1 Sozio-ökonomische Einflüsse	118
1.2 Geo-ökologische Faktoren	121
2. Landdegradation als Folge der Landnutzungsdynamik?	121
3. Verletzbarkeit der Kleinbauern in Zeiten der globalen Erwärmung	126
4. Lösungsvorschläge und Ausblick	131
<b>V Zusammenfassung</b>	133
<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	136
<b>Anhang</b>	148
Anhang 1: partiell standardisierter Fragebögen für die „face to face“ Haushaltsbefragungen	148
Anhang 2: Leitfaden für die Gruppendiskussionen	156
Anhang 3: Bogen zur Bodenprofilaufnahme	160
Anhang 4: Bodenkundliche Labormethoden	161

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Darstellung der Landnutzung in Benin in den Jahren 1975, 2000 und 2013	2
Abb. 1.2: Darstellung der Landnutzung in Togo in den Jahren 1975, 2000 und 2013	3
Abb. 1.3: Vereinfachter theoretischer Rahmen der Faktoren der Agrarlandschaftsentwicklung in kleinbäuerlichen Gesellschaften	10
Abb. 1.4: Vereinfachte geologische Karte des Volta-Beckens und des Dahomeyide-Gürtels	14
Abb. 1.5: Geographische Lage der Untersuchungsgebiete	15
Abb. 1.6: Klimadiagramm der Stadt Natitingou nach Walter	17
Abb. 1.7: Klimadiagramm der Stadt Atakpamé nach Walter & Lieth	17
Abb. 3.1: Familienstand, Bildungsniveau und sekundäre Aktivitäten der Kleinbauer Ditamari	27
Abb. 3.2: Familienstand, Bildungsniveau und sekundäre Aktivitäten der Kleinbauer Éwés	28
Abb. 3.3: Schematische Darstellung der Landnutzung bei den Ditamari in Dikouan	29
Abb. 3.4: „Jardin de case“ in unmittelbarer Nähe zu den „tata somba“ bei den Ditamari	30
Abb. 3.5: Bewässerungslandschaft im Vorfluter und am Flussufer bei den Ditamari	33
Abb. 3.6: Bewässerung eines Tomatenfeldes mit der Motorpumpe bei den Ditamari	33
Abb. 3.7: Anbautechniken der Ditamari	34
Abb. 3.8: Schematische Darstellung und Häufigkeit der Fruchtfolgen bei den Ditamari	36
Abb. 3.9: Verteilung der Größe und Anzahl der verfügbaren Ackerflächen bei den Ditamari	37
Abb. 3.10: Verteilung der Größe der angebauten Flächen im Jahr 2015 bei den Ditamari	37
Abb. 3.11: Gezüchtete Nutztiere nach den Vorlieben und ihre Ernährung bei den Ditamari	39
Abb. 3.12: Landnutzungsformen in den Jahren 1987, 2001 und 2015 bei den Ditamari	40
Abb. 3.13: Entwicklung der Landnutzung im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Ditamari	41
Abb. 3.14: Landnutzungswandel im Zeitraum 1987 bis 2001 bei den Ditamari	44
Abb. 3.15: Landnutzungswandel im Zeitraum 2001 bis 2015 bei den Ditamari	46
Abb. 3.16: Landnutzungswandel im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Ditamari	48
Abb. 3.17: Landnutzungsveränderungen im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Ditamari	49
Abb. 3.18: Bewertung des Landnutzungswandels in den letzten drei Dekaden bei den Ditamari	50
Abb. 3.19: Verteilung des Landnutzungswandeltrends in den letzten drei Dekaden bei den Ditamari	51
Abb. 3.20: Schematische Darstellung der Landnutzung bei den Éwés im Dorf Amégapé	53
Abb. 3.21: Wellblechgedeckte rechteckige Häuser der Éwés	54
Abb. 3.22: Anbaumethoden und -techniken der Éwés	56
Abb. 3.23: Anbautechniken der Éwés	56
Abb. 3.24: „Intercropping“ bei den Éwés	58
Abb. 3.25: Schematische Darstellung und Häufigkeit der Fruchtfolgen bei den Éwés	59
Abb. 3.26: Verteilung der Größe und Anzahl der verfügbaren Ackerflächen bei den Éwés	60
Abb. 3.27: Verteilung der Größe der angebauten Flächen im Jahr 2015 bei den Éwés	60
Abb. 3.28: Palmkerne und Ölkuchen	62
Abb. 3.29: Gefallene Ölpalme	62
Abb. 3.30: Gezüchtete Nutztiere nach den Vorlieben und ihre Ernährung bei den Éwés	63
Abb. 3.31: Hühner und Ziegen im Dorf Amégapé	64
Abb. 3.32: Landnutzungsformen in den Jahren 1987, 2001 und 2015 bei den Éwés	64
Abb. 3.33: Entwicklung der Landnutzung im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Éwés	65
Abb. 3.34: Landnutzungswandel im Zeitraum 1987 bis 2001 bei den Éwés	67
Abb. 3.35: Landnutzungswandel im Zeitraum 2001 bis 2015 bei den Éwés	67
Abb. 3.36: Landnutzungswandel im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Éwés	71
Abb. 3.37: Veränderungen der Landnutzung im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Éwés	72
Abb. 3.38: Bewertung des Landnutzungswandels in den letzten drei Dekaden bei den Éwés	73

---

Abb. 3.39: Verteilung des Landnutzungswandeltrends im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Éwés	74
Abb. 4.1: Agrargeographisches Transekt WSW – ESE im Dorf Dikouan bei den Ditamari	76
Abb. 4.2: Agrargeographisches Transekt NE – SW im Dorf Amégapé bei den Éwés	82
Abb. 5.1: Verteilung der klimatischen Aggressivität nach dem mittlerem jährlichen Erosivitätsindex Ram von Roose	97
Abb. 5.2: Variabilität des jährlichen Erosivitätsindex R für ausgewählte Stationen in Nord-Benin und Süd-Togo	97
Abb. 5. 3: Niederschlagsregime von ausgewählten Klimastationen in den Untersuchungsgebieten	99
Abb. 5.4: Savanne nach spätem Brand bei den Ditamari	103
Abb. 5.5: Bedeckungsgrad verschiedener Felder in der Trockenzeit und in der Regenzeit bei den Ditamari	104
Abb. 5.6: Abspülung des Feinbodens und Rillenerosion nach einem Regenfall in der Trockenzeit und ca. 30-40 cm Rinne im Dorf Dikouan	105
Abb. 5.7: 1,6 bis 2,5 m tiefes inaktives Gully-System und Abspülungen im Unterboden im Dorf Dikouan	105
Abb. 5.8: Aktiver rückschreitender Erosionsprozess im Dorf Dikouan	105
Abb. 5.9: Selbst-verstärkende Prozess der Bodenerosion	107
Abb. 5.10: Wahrgenommene Gründe für abnehmende landwirtschaftliche Erträge bei den Ditamari und Éwés	109
Abb. 5.11: Wahrgenommene Gründe für zunehmende landwirtschaftliche Erträge bei den Ditamari	109
Abb. 5.12: Entwicklung der Ernteerträge für wichtige Getreidearten im Zeitraum 1987 bis 2008 im Raum Natitingou	109
Abb. 5.13: Entwicklung der Ernteerträge für wichtige Wurzel- und Knollenfrüchte im Zeitraum 1987 bis 2008 im Raum Natitingou	110
Abb. 6.1: Minimale Bodenbearbeitung bei den Éwés im Dorf Amégapé	111
Abb. 6.2: Furchenrücken quer zum Hang bei den Éwés	112
Abb. 6.3: Gebundene kleine Furchenrücken bei den Ditamari im Dorf Dikouan	113
Abb. 6.4: Kleine Lehmmulden bei den Ditamari; flach und ungebunden oder höher gestellt und gebunden	113
Abb. 6.5: Mischkultur von Mais, Maniok und Yams bei den Éwés	113
Abb. 6.6: Detaillierte und zusammengefasste Strategien der Kleinbauern Ditamari bei unzureichenden Ernteerträgen	115
Abb. 6.7: Detaillierte und zusammengefasste Strategien der Kleinbauern Éwés bei unzureichenden Ernteerträgen	116
Abb. 7.1: Vergleichendes physisches Kapital der Kleinbauern Ditamari und Éwés	119
Abb. 7.2: Vergleichendes Arbeitskapital der Ditamari und Éwés	119
Abb. 7.3: Vergleichendes Sozialkapital der Ditamari und Éwés	120
Abb. 7.4: Tendenzielle Entwicklung der jährlichen Niederschläge, Regentage und des Erosivitätsindex von Roose in den Untersuchungsgebieten Nord-Benins und Süd-Togos	122
Abb. 7.5: Reaktionskette der Landdegradation	123
Abb. 7.6: Wenig produktive, wasserundurchlässige, verkrustete Flächen im Dorf Dikouan	125
Abb. 7.7: <i>Striga hermontica</i> in einem Sorghumfeld im Dorf Dikouan: Indikator für nährstoffarmen Boden	125
Abb. 7.8: Wahrgenommene Ursachen der Landdegradation bei den Ditamari und den Éwés	127
Abb. 7.9: Von den „Peuhls“ gefallenes und abgesägtes Baum im Vorfluterbereich im Dorf Dikouan	127
Abb. 7.10: Nutzungsrate der Ackerflächen und Verteilung der Brachzeit bei den Ditamari und den Éwés	127
Abb. 7.11: Anwendung von Pestiziden und Dünger bei den Ditamari und den Éwés	128



## Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Zusammensetzung der Stichprobe für die Haushaltsbefragungen	20
Tab. 2.2: Klassifikationssystem der Untersuchungsgebiete	22
Tab. 2.3: Beispiel einer Kontingenzmatrix	23
Tab. 2.4: Bewertung der Bodenkennwerte	24
Tab. 2.5: Hauptsymbole der Horizont Benennung im WRB-System	25
Tab. 2.6: Zusatzsymbole der Horizont Benennung im WRB-System	25
Tab. 3.1: Anbaukalender der Ditamari in Dikouan	31
Tab. 3.2: Häufigste gemischte Kulturen bei den Ditamari	35
Tab. 3.3: Gemischte Kulturarten bei den Ditamari	35
Tab. 3.4: Häufigste Fruchtfolgen bei den Ditamari	35
Tab. 3.5: Fruchtfolgen pro Kategorie bei den Ditamari	35
Tab. 3.6: Engagierte Kosten und erzielter Gewinn bei der Produktion und Verkauf von 10 l Sheaöl	38
Tab. 3.7: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 1987 und 2001 bei den Ditamari	43
Tab. 3.8: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2001 verglichen mit dem Jahr 1987 bei den Ditamari	43
Tab. 3.9: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 2001 und 2015 bei den Ditamari	45
Tab. 3.10: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2015 verglichen mit dem Jahr 2001 bei den Ditamari	45
Tab. 3.11: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 1987 und 2015 bei den Ditamari	47
Tab. 3.12: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2015 verglichen mit dem Jahr 1987 bei den Ditamari	47
Tab. 3.13: Anbaukalender der Éwés in Amégapé	55
Tab. 3.14: Häufigste gemischte Kulturen bei den Éwés	58
Tab. 3.15: Gemischte Kulturarten bei den Éwés	58
Tab. 3.16: Häufigste Fruchtfolgen bei den Éwés	59
Tab. 3.17: Fruchtfolgen pro Kategorie bei den Éwés	59
Tab. 3.18: Merkmale der Plantagen bei den Éwés	61
Tab. 3.19: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 1987 und 2001 bei den Éwés	66
Tab. 3.20: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2001 verglichen mit dem Jahr 1987 bei den Éwés	67
Tab. 3.21: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 2001 und 2015 bei den Éwés	68
Tab. 3.22: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2015 verglichen mit dem Jahr 2001 bei den Éwés	69
Tab. 3.23: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 1987 und 2015 bei den Éwés	70
Tab. 3.24: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2015 verglichen mit dem Jahr 1987 bei den Éwés	71
Tab. 4.1: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Plateaus und der Niederung bei den Ditamari	78
Tab. 4.2: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Ditamari	79
Tab. 4.3: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Unterhangs bei den Ditamari	79
Tab. 4.4: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Topographie bei den Ditamari	81

Tab. 4.5: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Tiefe bei den Ditamari	81
Tab. 4.6: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Oberhangs bei den Éwés	85
Tab. 4. 7: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Éwés	85
Tab. 4.8: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Unterhangs bei den Éwés	87
Tab. 4.9: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Topographie bei den Éwés	87
Tab. 4.10: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Tiefe bei den Éwés	87
Tab. 4.11: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Ethnie	88
Tab. 4.12: Kriterien zur Standortbewertung der Éwés und der Ditamari	89
Tab. 4.13: Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum und Luftkapazität der Böden	91
Tab. 4.14: Bewertungsmatrix der Standorte bei den Ditamari und den Éwés	92
Tab. 4.15: Eignung der Standorte für den Ackerbau in den Untersuchungsgebieten	92
Tab. 5.1: Klimastationen mit täglichen Niederschlagsdaten in der Nähe der Untersuchungsgebiete	95
Tab. 5.2: Erosivitätsindex $R_{am}$ von Klimastationen in Nord-Benin und Süd-Togo	97
Tab. 5.3: Erodierbarkeit und gesättigte Wasserleitfähigkeit der Böden bei den Ditamari	101
Tab. 5.4: Erodierbarkeit und gesättigte Wasserleitfähigkeit der Böden bei den Éwés	101
Tab. 5.5: Deckungsgrad von Kulturpflanzen zu verschiedenen Zeiten nach der Aussaat	103
Tab. 5.6: Nährstoffverluste (kg/ha/Jahr) auf einer Waldfläche und einem gedüngten Maisfeld im Gebiet zwischen dem subäquatorialen Feuchtwald und den sudan-sahelischen Savannen	107
Tab. 7.1: Vergleichene prozentuale Verteilung des Landnutzungswandeltrends bei den Ditamari und Éwés	117
Tab. 7.2: Vergleichene durchschnittliche Veränderungsrate (km <sup>2</sup> /Jahr) der Landnutzung bei den Ditamari und Éwés	117
Tab. 7.3: Standortbewertung für den Ackerbau und aktuelle Landnutzung bei den Ditamari	124
Tab. 7.4: Standortbewertung für den Ackerbau und aktuelle Landnutzung bei den Éwés	124
Tab. 7.5: Vergleich der Anpassungsstrategien der Ditamari und der Éwé	129

## **Beilagenverzeichnis**

- Beilage 1: Legende zu den agrargeographischen Transekten und Bodenprofilen
- Beilage 2: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Plateaus und der Niederung bei den Ditamari
- Beilage 3: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Ditamari
- Beilage 4: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Unterhangs bei den Ditamari
- Beilage 5: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Oberhangs bei den Éwés
- Beilage 6: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Éwés
- Beilage 7: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Unterhangs bei den Éwés

## Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	Analysis of Variance
AVES	Association des Volontaires pour l'Environnement Sain
BIOTA	Biodiversity Monitoring Transect Analysis
CENATEL	Centre National de Télédétection et de Surveillance du Couvert Forestier
CES	Conseil Economique et Social
CILSS	Comité Permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CIMMYT	International Maize and Wheat Improvement Center
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
DAFF	Department of Agriculture, Forestry & fisheries (Republic of South Africa)
DEWA	Division of Early Warning and Assessment
EVA-T	Association Espace Vie et Action-Togo
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEM	Fonds pour l'Environnement Mondial
GPS	Global Positioning System
IFAD	International Fund for Agricultural Development
IGN	Institut Géographique National
IIED	International Institute for Environment and Development
IITA	International Institute of Tropical Agriculture
INSAE	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KAKpot	potenzielle Kationenaustauschkapazität
KFZ	Kandi fault zone
LfULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LK	Luftkapazität
nFK	nutzbare Feldkapazität
nFKWe	nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum
NGO	Nicht Regierungsorganisation
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USDA	United States Department of Agriculture
USGS	United States Geological Survey
WRB	World Reference Base for Soil Resources

## I Einführung

### 1. Grundzüge der Landnutzung in Westafrika aus geographischer Perspektive

#### 1.1 Traditionelle Landwirtschaft und Landnutzungswandel in Westafrika

Landwirtschaft ist der Hauptmotor der westafrikanischen Wirtschaft (Gyasi & Uitto 1997, Grinblat et al. 2015). Sie reicht vom nomadischen Pastoralismus im fernen Norden bis hin zu Wurzelkulturen und Agrarforstwirtschaft im Süden. In der Sahelzone sind Hirse und Sorghum die vorherrschenden Kulturen mit Übergang zu Mais, Erdnüssen und Kuhbohnen weiter südlich in der Sudanzone. Wurzelkulturen wie Maniok und Yams finden sich vor allem in der guineischen Zone. Baumkulturen wie Kakao, Ölpalmen oder Cashew-Bäume wachsen hauptsächlich in der guineo-kongolischen Zone (CILSS 2016).

Traditionell wird hauptsächlich Regenfeldbau betrieben, der durch geringen Agrarinput (verbessertes Saatgut, organische und künstliche Dünger, Schädlingsbekämpfungsmittel) sowie die Nutzung von einfachen Werkzeugen wie Hacke und Buschmesser gekennzeichnet ist. Land wird allgemein durch manuelles Schneiden und Brennen gereinigt. Danach wird der Boden wenig oder kaum bearbeitet und Nutzpflanzen werden auf der Ebene oder auf manuell eingerichteten Erdhügeln und Furchenrücken angebaut. Jäten wird in der Regel auch manuell durchgeführt (FAO 1985). Die bestellten Ackerflächen sind kleiner als 1 ha und reichen bis zu 10 ha (FAO 2012). Gollin (2014) betont, dass die Mehrheit der angebauten Flächen kleiner als 5 ha ist, wobei der mittlere Wert höchstwahrscheinlich zwischen 1 und 2 ha in der Mehrheit der untersuchten Länder liegt (Eastwood et al. 2010, Speranza 2010, Dercon & Gollin 2014).

Ursprünglich wurde die Bodenertragsfähigkeit durch den Wechsel von ein- bis vierjährigen Anbauphasen und einer längeren Busch- oder Waldbrache von 5 bis 20 Jahren regeneriert (Okigbo 1982, Bruenig 1984, Scholz 1984). „Eine derart extensive Form der Bodennutzung wie der Wanderfeldbau kann natürlich nur dort erfolgreich funktionieren, wo noch Land in ausreichendem Maß zur Verfügung steht“ (Scholz 1984: 363). Aufgrund der Bevölkerungszunahme funktioniert dieses System im ländlichen Raum Westafrikas nicht mehr (FAO 1985, Bruenig 1984, Scholz 1984).

Togo und Benin gehören mit jeweils 7 % und 5 % zu den westafrikanischen Ländern mit den schnellsten durchschnittlichen jährlichen Ausdehnungsraten der Anbauflächen im Zeitraum 1975 - 2013 (CILSS 2016). Landwirtschaft ist die Grundlage der nationalen Wirtschaft in den beiden Ländern. Benin ist einer der größten Baumwollproduzenten Afrikas. In Togo stellen Nutzpflanzen und cash-crop wie Kaffee, Kakao und Baumwolle die Einkommensquelle von 80 % der Bevölkerung dar (CILSS 2016). In den beiden Ländern wurden Umweltprobleme wie Waldabholzung und Landdegradation identifiziert, die durch Veränderungen in der Landnutzung bedingt sind (UNEP 2008).

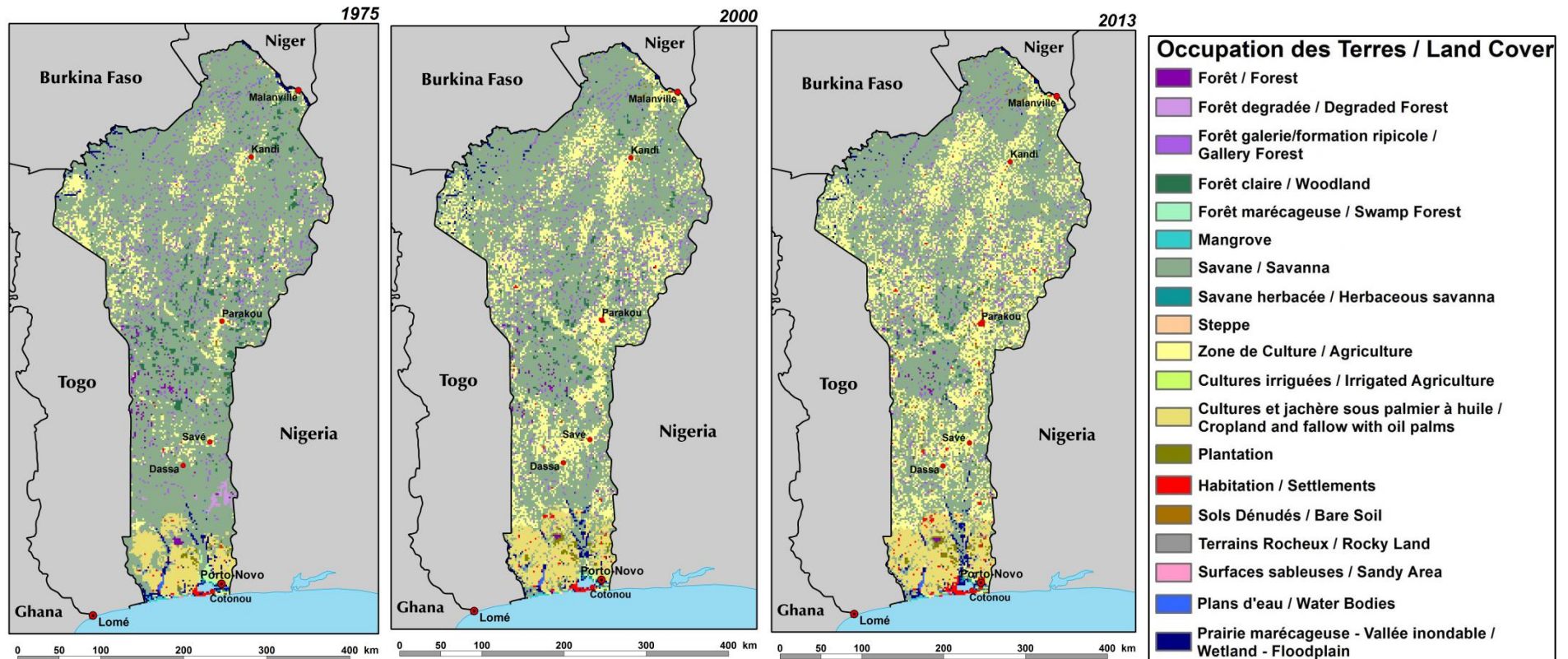


Abb. 1.1: Darstellung der Landnutzung in Benin in den Jahren 1975, 2000 und 2013 (CILSS 2016)

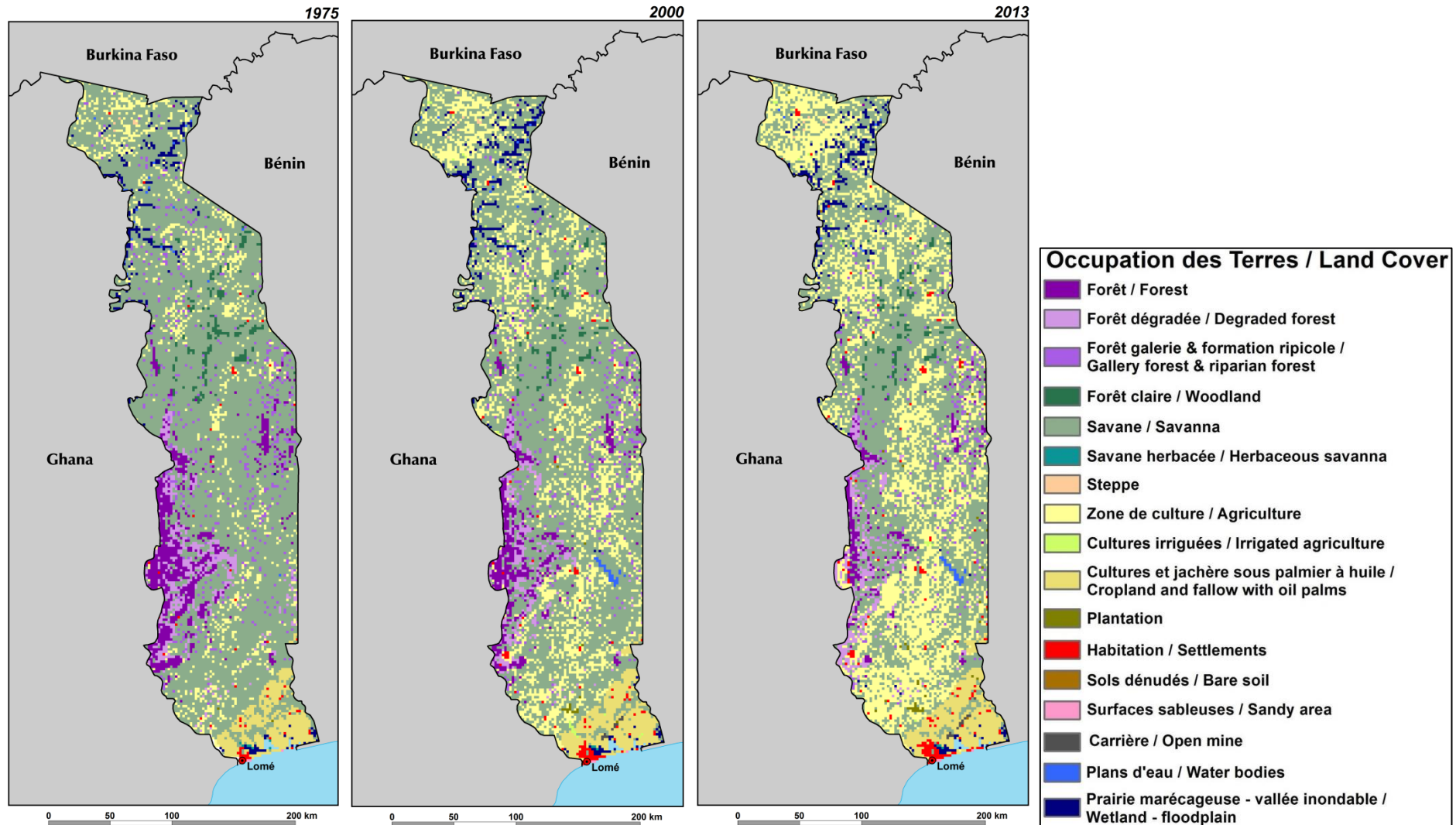


Abb. 1.2: Darstellung der Landnutzung in Togo in den Jahren 1975, 2000 und 2013 (CILSS 2016)

Abb. 1.1 und 1.2 zeigen für die Jahre 1975, 2000 und 2013 die Landnutzung in Benin und Togo. Die Abnahme der natürlichen Vegetation zugunsten der landwirtschaftlichen und Siedlungsflächen wird in den beiden Ländern offensichtlich. In Togo sind die landwirtschaftlichen Flächen von 10 % im Jahr 1975 auf 34 % im Jahr 2013 gestiegen. Wälder und Galeriewälder erfahren eine Abnahme ihrer Bestände jeweils von 50 % und 36 %. Dagegen wachsen Siedlungsflächen um 176 % (CILSS 2016). Benin erfährt für den gleichen Zeitraum eine Zunahme der angebauten Flächen von 9,2 % auf 27,1 %.

Die Vermehrung der Siedlungsflächen ist größer als in Togo und erreicht 241 % mit den höchsten Siedlungsdichten an der Küste, wobei die Siedlungen ca. 1 % der Landfläche bedecken. Das Land, das schon waldarm war, verliert ca. 58 % seiner Wälder und 27 % der Galeriewälder über die 38-jährige Periode, Wälder bedecken nur noch 0,2 % der Landesfläche. Selbst die dominierende Vegetation (Savanne) erfährt eine Abnahme von 23 % ihrer Flächen (CILSS 2016). Von diesen Trends bleiben die geschützten Wälder („forêts classées“) und die Nationalparks nur in Benin geschont (CILSS 2016). In den beiden Ländern wurde die Bevölkerungszunahme als Antriebskraft des Landnutzungswandels identifiziert (CILSS 2016: 77 & 202). In Benin verdreifachte sich die Bevölkerung im Zeitraum 1975 - 2013 von 3 263 000 auf 10 600 000 Einwohner. In Togo stieg die Einwohnerzahl von 2 400 000 auf 6 929 000 innerhalb von 38 Jahren. Eine Bevölkerungszunahme bedeutet einen höheren Nahrungsmittelbedarf und somit höhere landwirtschaftliche Produktion, die in den westafrikanischen Anbaubedingungen einen zunehmenden Druck auf natürliche Ressourcen zu Folge hat. So wird die Landwirtschaft ein wesentlicher Faktor der Bodendegradation und der natürlichen Vegetation in Benin und Togo (CILSS 2016).

## 1.2 Probleme der Kleinbauern

Kleinbauern liefern in Afrika fast 70 % des Nahrungsmittelbedarfs und 80 % der konsumierten Nahrung (DAFF 2012; UNEP 2008; Gollin 2014). Die Motive des Anbaus sind hauptsächlich familienabhängig, z.B. die Stabilität des Haushaltssystems, den größten Teil der Arbeitskraft liefern die Familienmitglieder (FAO 2012). *„Oberstes Ziel aller Kleinbauern in tropischem Afrika ist die Existenzsicherung durch landwirtschaftliche Produktion“* (Grenzebach 1984: 369). Überschüsse der Nahrungsmittelproduktion werden verkauft. Zur Steigerung des Einkommens werden neben der Subsistenzwirtschaft auch exportorientierte Kulturen wie Baumwolle, Kaffee, Kakao, Erdnüsse angebaut (Grenzebach 1984).

Trotz ihres wichtigen Beitrages zur landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion werden Kleinbauern weiterhin nicht besonders von politischen Entscheidungsträgern in Afrika südlich der Sahara berücksichtigt. Gollin (2014) erwähnt die Schwierigkeit nationale Agrarpolitiken oder Maßnahmen zu entwickeln, die besonders den Kleinbauern zugutekommen. In den besten Fällen fördern die Maßnahmen die marktorientierten Landwirte genauso wie die Kleinbauern. Unter diesen Bedingungen werden die Kleinbauern nicht nachhaltig auf dem Markt sichtbar. Weitere Schwierigkeiten betreffen den Zugang zu Mikrokrediten, zum Markt sowie strukturierten und effizienten Wertschöpfungsketten für ihre Produktion (Speranza 2010, Gollin 2014).



Außerdem stellen sich Kleinbauern dem Problem der Landknappheit und des Zugangs zu Inputs wie Dünger, verbessertem Saatgut und Schädlingsbekämpfungsmittel (Boko et al. 2007, Gollin 2014). Die Ernteerträge sind gering und die Bodenfruchtbarkeit sinkt schnell nach einigen Anbaujahren (Röhrig 2008). Infolgedessen werden Wald- und Weidefläche gerodet und die Landdegradation wird beschleunigt. Die Landdegradation hat direkte Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktivität und die Ernährungssicherheit der Kleinbauern. Der zunehmende Klimawandel ist ein weiterer Faktor, den alle landwirtschaftlichen Systeme zu bewältigen haben (Stigter et al. 2005). Kleinbauern sind besonders anfällig für diese Auswirkungen aufgrund ihrer niedrigen Einkommen, einer größeren Abhängigkeit von der Landwirtschaft sowie einer begrenzten Fähigkeit, alternative Lebensgrundlagen zu suchen (Altieri & Koohafkan 2008, Speranza 2010).

Der Schutz von Ackerflächen ist daher entscheidend für die landwirtschaftliche Produktivität und der Schutz der natürlichen Ressourcen ist bedeutend für die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen, worauf kleinbäuerliche Gesellschaften angewiesen sind. Die Auswirkungen des Landnutzungswandels auf Agrarökosysteme, die entwickelten Existenzsicherungsstrategien und die Anfälligkeit der Kleinbauern zu analysieren, zu erklären und zu steuern, erfordert ein gutes Verständnis der dynamischen und komplexen Interaktionen Mensch-Umwelt im Zusammenhang mit dem Landnutzungswandel (Lambin et al. 2003). Um konkrete und aussagekräftige raumspezifische Informationen zu erhalten, werden zwei Dörfer der Atakora Gebirgskette in Nord-Benin und in Süd-Togo als Fallbeispiel untersucht.

### 1.3 Literaturübersicht

Zahlreiche Studien wurden über die Landnutzung und den Landnutzungswandel in Benin und Togo durchgeführt. Der Sonderforschungsbereich 308 (SFB 308) der Universität Hohenheim vertiefte die Landnutzung und Landdegradation in Süd-Benin (Floquet & Mongbo 1998). Im Rahmen des Projekts IMPETUS (Integrated Approach to the Efficient Management of Scarce Water Resources in West Africa) wurde in Zusammenarbeit mit den Universitäten Bonn und Köln der Landnutzungswandel im oberen Ouémé Flusseinzugsgebiet untersucht und die Ergebnisse zu einem Atlas verfasst (Judex et al. 2009). Das USGS (U.S. Geological Survey) in Zusammenarbeit mit CILSS (Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel), USAID/West Africa (U.S. Agency for International Development / West Africa) und dem Projekt „West Africa Land Use Dynamics“ kartographiert die Landnutzung und Landbedeckung in der Region für die Jahre 1975, 2000 und 2013 (CILSS 2016, Cotillon 2017). Weiterhin befasst sich das Zentrum WASCAL (West African Science Service Centre on Climate Change and Adapted Land Use) mit Landnutzung und Klimawandel in Westafrika mit Fokus auch auf Benin und Togo.

Swoboda (1994) untersuchte im Grundgebirgsbereich Nord-Benins unter Berücksichtigung der ethnischen Zugehörigkeit die Bodennutzungspotentiale und Nutzungsrestriktionen. Er ermittelte die geologischen, morphologischen und bodenkundlichen Verhältnisse sowie die lokale Landnutzung und die damit verbundenen Landschaftsschäden. Diese Studie zeigt, wie Veränderungen in den

Anbautechniken die Landnutzung negativ beeinflussen und Nutzungskonkurrenzen zwischen Bauern der Ethnie Bariba und Viehzüchtern der Ethnie Fulbé hervorrufen.

Weitere Autoren dokumentieren und bewerten die Dynamik der Landbedeckung, der Nutzung der natürlichen Ressourcen und die Landdegradation in Ökosysteme der Atakora Gebirgskette (Hahn-Hadjali et al. 2001; König 2006; Tente & Sinsin 2002, 2006; Tente & Houndagba 2006; Tente 2007; Tente et al. 2010). Andere erwähnenswerte Arbeiten über Landnutzung und Landdegradation in Nord-Benin sind die Studien von Sturm (1993), Zomahoun (2002), Masuch (2008) und Forkuor (2014).

Die Mehrheit dieser Studien verfolgt einen interdisziplinären Ansatz und kombiniert unterschiedliche Methoden der Pflanzensoziologie, Fernerkundung, Bodenkunde, Sozialempirie und Modellierung. Sie zeigen, dass überwiegend anthropogene Faktoren durch die traditionelle Landwirtschaft den Landnutzungswandel und die Landdegradation beeinflussen.

Während das Thema reichlich in Benin untersucht ist, werden nur wenige Studien in Togo veröffentlicht. Brabant et al. (1996) publizierten einen Bericht über Menschen-induzierte Landdegradation in Togo. Gapoty (2006) beschäftigte sich mit den natürlichen und anthropologischen Faktoren der Umweltveränderung und Landdegradation auf dem Plateau de Danyi mithilfe der Fernerkundung und Geländearbeiten. Kola (2008) untersuchte den Landnutzungswandel im Kaffee-Kakao Gebiet mit der Sozialempirie und Beobachtungen im Gelände. Einen entscheidenden Beitrag zum Thema leistete Runge (1989, 1990, 1997). Aus geomorphologischen, bodenkundlichen und agrarwissenschaftlichen Standortinformationen leitete er Erklärungsansätze für die gegenwärtigen Landnutzungsmuster und die morphodynamischen Prozesse von sechs kleinräumigen Untersuchungsgebieten in Nord Togo ab. Die differenzierte ethnische Landnutzung wurde in diesen Studien hervorgehoben.

Fritscher (2000) findet im Nordost-Nigeria heraus, dass Bauer unterschiedlicher Ethnien in der Sudan-Zone Westafrikas über genaues und differenziertes Wissen über ihren Naturraum verfügen, auch wenn sie dieses Wissen auf unbekannte Orte nicht direkt übertragen können. Er hat zudem eine ethnische Differenzierung der geschonten Baumarten in den Feldern festgestellt. Traditionelles Wissen, das ethniespezifisch ist, liefert wertvolle Informationen, die als Grundlage für verbesserte und angepasste landwirtschaftliche Praktiken verwendet werden sollten (Warren et al. 1995, Stigter et al. 2005). Mit Ausnahme von Swoboda (1994) und Runge (1989, 1990, 1997) berücksichtigen die vorhandenen Studien in Benin und Togo die ethnische Zugehörigkeit bei der Bestimmung der Einflussfaktoren des Landnutzungswandels nicht.

## 2. Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit setzt sich das Ziel, sozio-ökonomische und geo-ökologische Faktoren, die den Landnutzungswandel in zwei Agrarökosystemen der Atakora Gebirgskette steuern, herauszufinden. Darauf aufbauend werden ortsangepasste Maßnahmen vorgeschlagen, um die Agrarökosysteme wiederherzustellen und ihre Dienstleistungen für Kleinbauern zu erhalten. Die Studie leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Landnutzungsforschung in Westafrika. Sie dient als Informations- und als Entscheidungshilfe für die Entwicklungszusammenarbeit sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene.

Es wird vorausgesetzt, dass die Ethnie eine wichtige Rolle in den Landnutzungsentscheidungen sowie den Anpassungsstrategien der Kleinbauern spielt. Sie nimmt zum einen an, dass unabhängig von der Ethnie Veränderungen in der Landnutzung die Landdegradation zur Folge haben. Zum anderen sollen die Konsequenzen der Landdegradation für die Kleinbauern räumlich und ethnisch differenziert sein. Die Ditamari in Benin sind vulnerabler / verletzbarer als die Ewés in Togo, weil sie eine extensive Subsistenzwirtschaft betreiben, während die Ewés einen intensiveren Ackerbau betreiben. Zudem entwickeln sie weniger Anpassungsstrategien als die Ewés.

Folgende inhaltliche Kernfragen werden herangegangen:

- Welche gegenwärtige Landnutzungsformen und Landmanagement Praktiken gibt es in den Untersuchungsgebieten und wie haben sich diese in den letzten drei Dekaden verändert?
- Wie sind die bodenkundlichen Gegebenheiten der Untersuchungsgebiete?
- Welche Folgen ergeben sich aus dem Landnutzungswandel und welche Anpassungsstrategien entwickelt die kleinbäuerliche Gesellschaft?
- Besteht eine räumliche Differenzierung des Landnutzungswandels in den Untersuchungsgebieten und welche Faktoren steuern diese?

## 3. Theoretischer Hintergrund

### 3.1 Begriffsdefinition

*Kleinbauer, indigenes Wissen und ethnische Zugehörigkeit*

Der Begriff „Kleinbauer“ (englischer Begriff „smallholder farmers“ oder „small-scale farmers“) wird abhängig vom Kontext, Land und sogar der ökologischen Zone unterschiedlich verwendet (DAFF 2012). Allgemein weist der Begriff nur auf die beschränkte Verfügbarkeit von Ressourcen für diese Bauern im Vergleich zu anderen im Sektor hin (DAFF 2012). Kleinbauern kennzeichnen sich durch die Ackergröße, die Verteilung der Ressourcen zwischen Nahrungspflanzen und Cash-crops, Tierzucht und außerlandwirtschaftliche Einkommensquellen, die Nutzung von externem Input und Lohnarbeiter und den Anteil der Produktion für den Eigenkonsum (DAFF 2012). Sie verfügen über indigenes Wissen, das ihre Landnutzungsentscheidungen leitet.

Indigenes Wissen ist ethniespezifisch und bezeichnet das lokale Wissen, das für eine gegebene Kultur oder Gesellschaft einzigartig ist (Warren et al. 1995).

Ethnie (von Griechisch *ethnos*, bedeutet Volk) kann als „eine überwiegend endogame familienübergreifende Gemeinschaft definiert werden, deren Mitglieder in der gegenseitigen Abgrenzung von anderen Menschen ein „Wir-Gefühl“ entwickelt haben (...)“ (Beer 2011: 63). Sie haben eine gemeinsame Kultur (Sprache, Religion, Normen, Werte und Traditionen), gemeinsame Herkunft und Geschichte, besondere Bevölkerungsstrukturen einschließlich sozialer Interaktionen und räumlicher Konzentration sowie physische Merkmale und Verhaltensweisen (Gans 2001). Somit spielt die Ethnie eine wichtige Rolle bei der Landschaftsgestaltung in kleinbäuerlichen Gesellschaften.

#### *Landnutzung, Landnutzungswandel und Landdegradation*

Landnutzung umfasst soziale und ökonomische Zwecke, wofür Menschen Landflächen oder Wasserflächen in Anspruch nehmen, z.B. Weiden, Holzgewinnung, Bewässerung und Landwirtschaft (UNEP 2008). Sie bezieht sich sowohl auf Ziele, wofür Kleinbauern das Land nutzen, als auch auf die Art und Weise die biophysikalischen Eigenschaften des Landes zu verwalten (Lambin & Geist 2006). Landnutzung schließt Landmanagement ein.

Durch Waldrodungen, Landwirtschaft oder Erweiterung der Siedlungsflächen ändern Menschen allgegenwärtig die Landschaft (Foley et al. 2005). Landnutzungswandel bedeutet allerdings nicht unbedingt eine Veränderung in der Landbedeckung (Hettig et al. 2016). Beispielhaft erfolgt eine Intensivierung der Landwirtschaft ohne unbedingt kurzfristig sichtbare Veränderungen in der Landbedeckung. Landnutzungsentscheidungen können sich positiv oder negativ auf die Landschaft auswirken. Wenn sie negative Folgen haben, könnten sie Landdegradation verursachen.

Landdegradation ist ein Prozess, der die biologische und ökonomische Produktivität des Landes vermindert oder zerstört (UNCCD 1994, Brabant 2008). Degradation *stricto sensu* betrifft die physischen, chemischen und/oder die biologischen Eigenschaften des Bodens (Brabant 2008). Sie wird nicht immer durch menschliche Aktivitäten ausgelöst; Degradation kann ein natürliches Phänomen sein, das durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten verschärft wird (Brabant 2008).

#### *„Proximate causes“ und „Underlying causes“*

Entscheidungen der Kleinbauern über bestimmte Landnutzungen werden von lokalen, regionalen und globalen Faktoren beeinflusst, die unmittelbar („proximate causes“) oder mittelbar („underlying causes“) auf das Entscheidungstreffen wirken (Geist & Lambin 2001).

„Proximate causes“ oder unmittelbare Faktoren sind menschliche Aktivitäten oder unmittelbare Handlungen aus der Landnutzung, die sich direkt auf der Landbedeckung auswirken. Sie beinhalten eine physische Wirkung auf die Landbedeckung und verbinden die Veränderungen in der Landbedeckung und Landnutzung (Geist & Lambin 2001, Lambin et al. 2003). Unmittelbare Ursachen laufen in der Regel auf lokaler Ebene (einzelne Betriebe, Haushalte oder Gemeinschaften). Angelsen & Kaimowitz (1999) charakterisieren diese Faktoren als Entscheidungsparameter („decision parameters“).

„Underlying causes“ oder mittelbare oder grundlegende Ursachen sind grundlegende Kräfte, die die direkten Ursachen der Landbedeckungsänderung stärken. Sie steuern mehr aus der Ferne, oft, indem sie eine oder mehrere unmittelbare Ursachen verändern (Geist & Lambin 2001). Es handelt sich um makroökonomische Variablen und Politikinstrumente, die die Ausgangsbedingungen der Mensch-Umwelt Beziehungen bestimmen (Angelsen & Kaimowitz 1999, Geist & Lambin 2001). Folglich können grundlegende Faktoren aus der regionalen (Bezirken, Provinzen oder Ländern) oder sogar globalen Ebene entstehen, mit komplexen Wechselwirkungen zwischen den Ebenen. Sie sind oft exogen zu lokalen Gemeinschaften, die das Land bewirtschaften und sind daher von diesen Gemeinschaften unkontrollierbar (Geist & Lambin 2001).

### **3.2 Theoretischer Rahmen des Landnutzungswandels**

Die Entwicklung der Landnutzung in einem Agrarökosystem ist das Ergebnis komplexer Interaktionen auf der Makroebene zwischen staatlichen Politiken und lokaler Organisation der kleinbäuerlichen Gesellschaften und auf der Mikroebene zwischen kleinbäuerlichen Betrieben und ihrer Umwelt. Der theoretische Rahmen dieser Studie baut auf dem Modell über die Komplexität der Prozesse innerhalb des Interaktionsgefüges einer Agrarlandschaft von Grenzbach (1984: 370) und dem von Hettig et al. (2016: 4) entwickelten Konzept über die Einflussfaktoren des Landnutzungswandels beim Kleinbauer (Abb.1.3).

Kleinbäuerliche Betriebe werden als Teil der Umwelt innerhalb der Agrarlandschaft gesehen (Grenzbach 1984: 370). Sie weisen bestimmte Siedlungsstrukturen und eine sozio-ökonomische Organisation der Betriebsangehörigen sowie Landnutzungsmuster und Landmanagement-Praktiken auf. Diese Charakteristika werden unmittelbar vom geo-ökologischen und sozio-ökonomischen Rahmen der kleinbäuerlichen Betriebe beeinflusst. Der politische Rahmen wirkt sich auf Entscheidungen der Kleinbauern nur mittelbar durch Agrarpolitiken, globale Märkte, die Entwicklung der Infrastrukturen und der Bevölkerungszunahme aus (Abb. 1.3).

#### **3.2.1 Geo-ökologischer Rahmen (unmittelbare Faktoren)**

Die wesentlichen geo-ökologischen Faktoren, die einen Landnutzungswandel bewirken, sind Boden, Wasser und Klima. Diese Faktoren agieren nicht einzeln, sondern sind interdependent. Gute Bodenqualität und ein günstiges Klimaregime sind für die Produktivität und die erfolgreiche Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen bedeutend (Grenzbach 1984).

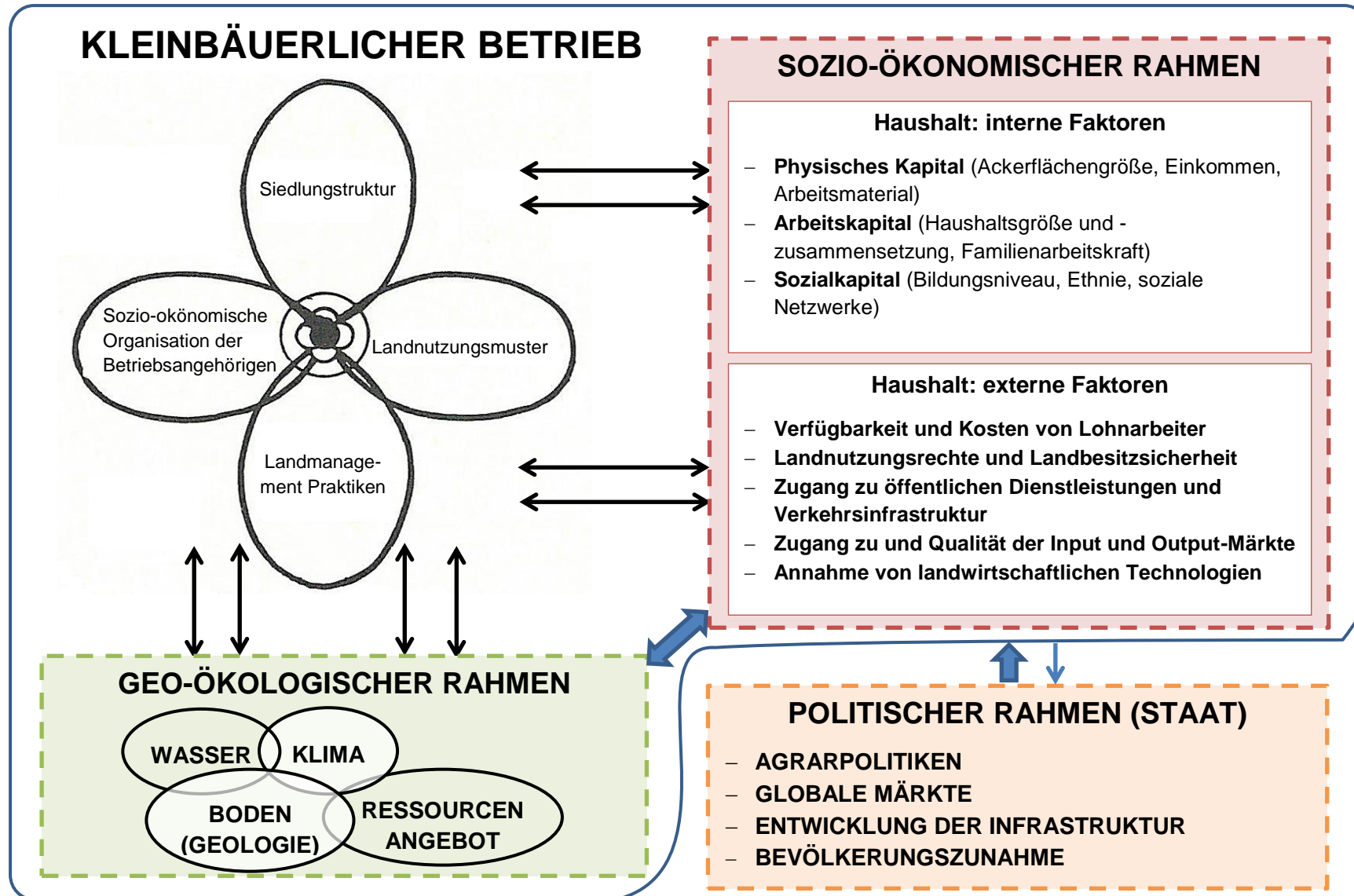


Abb. 1.3: Vereinfachter theoretischer Rahmen der Faktoren der Agrarlandschaftsentwicklung in kleinbäuerlichen Gesellschaften (eigene Darstellung nach Grenzebach 1984 & Hettig et al. 2016)

Boden ist die Grundlage der Landwirtschaft und seine natürliche Qualität hängt vom geologischen Untergrund ab. Seine physischen und chemischen Eigenschaften spielen eine wichtige Rolle bei der Auswahl der angebauten Früchte und Anbautechniken sowie bei der Bodenproduktivität. Kleinbauern betreiben hauptsächlich Regenfeldbau und sind somit stark von Niederschlägen und Temperaturen abhängig. Dort, wo Flüsse und/oder stehende Gewässer verfügbar sind, wird auch eine Bewässerungswirtschaft betrieben. Höhere Temperaturen bewirken höhere Verdunstungen und reduzieren sowohl das Bodenwasser, besonders bei freigelegten Flächen als auch das Wasserangebot natürlicher Gewässer. Künftige Bodeneignung für wichtige Nutzpflanzen wird voraussichtlich vom Klimawandel betroffen sein (Rippke et al. 2016). Landnutzungsentscheidungen aufgrund dieser Veränderungen wirken sich auf die Landbedeckung, von leichter Veränderung ihrer Qualität bis hin zu einem Wandel in der Landbedeckung aus (CILSS 2016). Dieser Wandel bleibt nicht ohne Auswirkung auf das Klima. Somit ändert Klima nicht nur die Landnutzung und die Landbedeckung, sondern wird auch in gewissem Maße von ihr angetrieben (CILSS 2016).

Das Angebot an anderen natürlichen Ressourcen bietet den Haushalten wichtige alternative Aktivitäten und könnte unter Voraussetzung der nachhaltigen Nutzung den Druck auf landwirtschaftliche Flächen reduzieren. Zum Beispiel stellen Nutzpflanzen wie Karitébaum (*Vitellaria paradoxa*) und Nérébaum (*Parkia biglobosa*) für Frauen der Sudanzone Westafrikas wichtige Einkommensquelle dar (Bagnoud et al. 1995).

### 3.2.2 Sozio-ökonomischer Rahmen (unmittelbare Faktoren)

Der sozio-ökonomische Rahmen der kleinbäuerlichen Betriebe teilt sich in zu den Haushalten internen und externen Faktoren, die, obwohl nicht auf der Abbildung dargestellt, miteinander interagieren.

Die Kapitalausstattung, die das physische Kapital, Arbeits- und Sozialkapital umfasst, ist ein wesentliches Parameter für die Entscheidungsfindung der Kleinbauern (Hettig et al. 2016). Die Haushaltsgröße spielt eine wichtige Rolle bei dem Nahrungsmittelbedarf; Im Zusammenhang mit der Haushaltszusammensetzung bestimmt sie die verfügbare Familienarbeitskraft. Die Kapazität des Haushaltes zusätzliche Arbeitskraft zu bezahlen, hängt von seinem Einkommen, den Kosten und der Verfügbarkeit der Lohnarbeiter ab. Alle diese Faktoren zusammen mit der verfügbaren Ackerflächengröße und dem Arbeitsmaterial bestimmen zum Beispiel die Landnutzungsintensität und wirken sich auf Landmanagement Praktiken auf.

Die Zuverlässigkeit der lokalen Landnutzungsrechte und die Landbesitzsicherheit sind bei der Entscheidung von Kleinbauern beispielhaft größere Flächen oder Cash Crop oder intensiver anzubauen bedeutend (Hettig et al. 2016). In vielen afrikanischen Ländern der Sahara koexistieren noch das „traditionelle“ Gewohnheitsrecht und das „moderne“ staatliche Landnutzungsrecht (Houdeingar 2009, Brautigam 2010, EVA-T 2015). Das Gewohnheitsrecht wird vor allem in ländlichen Gebieten verfolgt. Das staatliche Bodenrecht ist dagegen bei der ländlichen Bevölkerung kaum bekannt (EVA-T 2015). Diese Dualität führt stets zu Konflikten und Unsicherheiten in der Landnutzung. Im Gewohnheitsrecht bekommen gegenwärtig Kleinbauern Landnutzungsrechte durch Erbe, Gabe, Anleihe, Pachtbesitz, Pfandleihe oder Ankauf, wobei die letzten drei Formen aufgrund der Wirtschaftsentwicklung entstanden sind

(Klassou 2002). Ursprünglich untersagen traditionelle Regeln streng, dass Land zum Gegenstand von Geldtransaktionen wird. Es durfte kein Ackerland verkauft oder gegen Geld vermietet werden (Klassou 2002). Früher bekamen Kleinbauern durch Erbe und Begabung uneingeschränktes Landbesitz- und Landnutzungsrecht. Heutzutage werden seltener Ackerländer gegeben, im Gegenteil werden – aufgrund der Bevölkerungszunahme in ländlichen Gebieten – früher gegebene Ackerflächen zurückgenommen (Klassou 2002). Beim Ankauf des Landes werden Besitz- und Nutzungsrechte übertragen; hierbei kommt es regelmäßig vor, dass ein Land mehreren Personen verkauft wird (CES 2005). Anleihe, Pfandleihe und Pachtbesitz betreffen mehr Einwanderer in ländlichen Gebieten. Sie dürfen zum Beispiel weder Bäume pflanzen noch mehrjährige Nutzpflanzen wie Maniok anbauen, weil diese Nutzpflanzen im Gewohnheitsrecht ein Zeichen für Landbesitz sind (Klassou 1996, 2002, Abotchi 1997). Bei einer Anleihe des Landes kann es jederzeit vom Besitzer zurückgenommen werden. Zudem verpflichtet sich der Nutzer dazu, einen Teil seiner Ernte dem Besitzer zu geben. Unter diesen Bedingungen bestehen keine zuverlässigen Landnutzungsrechte und Landbesitzsicherheit; Dies beeinflusst die Landmanagement Praktiken, die oft nicht nachhaltig sind (Klassou 2002, Brautigam 2010).

Der Zugang zu öffentlichen Dienstleistungen und die Verkehrsinfrastruktur verbessern den Zugang der ländlichen Haushalte zu landwirtschaftlichen Inputs und ermöglicht ihnen ihre Produkte zu verkaufen. Die Qualität der Input- und Output-Märkte spielt eine wesentliche Rolle bei der Entscheidung der Kleinbauer Veränderungen in der Landnutzung vorzunehmen. Marktbedingungen bestimmen die Produktionsentscheidungen der Haushalte. Verbesserungen in den öffentlichen Verkehrsnetzen reduzieren die Kosten und erleichtern die wirtschaftlichen Aktivitäten, was wiederum die Entstehung von Input- und Output-Märkten in abgelegenen Gebieten fördert. Ferner führen die sich entwickelnden Märkte zu einer Infrastrukturentwicklung. Beide Dynamiken sind voneinander abhängig und verstärken sich gegenseitig (Hettig et al. 2016). Der Zugang zu Infrastrukturen und öffentlichen Diensten wirkt sich auch auf die Möglichkeiten von außerlandwirtschaftlicher Beschäftigung („Off-farm employment“) der Kleinbauern und umgekehrt aus. Marktbedingungen bestimmen die Produktionsentscheidungen der Haushalte. Wenn die Input- und/oder Output-Märkte begrenzt oder nicht vorhanden sind, müssen die Haushalte auf Familienarbeitskraft und eigene Kapitalausstattung zurückgreifen. Somit hängt die Entscheidung über Landnutzungsänderungen vom eigenen Schattenpreis der Haushalte für Familienarbeit und Ausstattung ab und wird nicht durch einen externen Faktor wie den Marktpreis bestimmt.

Schließlich werden die Landnutzungsentscheidungen durch die landwirtschaftliche Technologie bestimmt, die für die Haushalte zur Verfügung steht und angenommen wird (Hettig et al 2016). Hier spielen das Bildungsniveau, die Ethnie und die sozialen Netzwerke sowie das physische und Arbeitskapital eine bedeutende Rolle (Soumahoro 2013, Hettig et al. 2016). Zum Beispiel hängt die Annahme einer arbeitsintensiveren Technologie entweder von der Fähigkeit des Haushaltes Lohnarbeiter zu zahlen oder von der verfügbaren Familienarbeitskraft ab.



### 3.2.3 Politischer Rahmen (Mittelbare Faktoren)

Mittelbare Faktoren wirken sich auf die Entscheidungsfindung der Kleinbauern durch Agrarpolitiken, Demographie, globale Märkte und die Entwicklung der Infrastrukturen aus. Die Politik beeinflusst die Entscheidung in zwei relevanten Aspekten: erstens durch den institutionellen Rahmen der Landnutzungsrechte und die (Nicht-)Existenz von Landbesitzsicherheit, und zweitens über die Schlüsselpolitiken für die Landnutzung auf regionaler Ebene (Hettig et al. 2016). Individuelle Landnutzungsentscheidungen hängen in hohem Maße von dem jeweiligen Land, der nationalen Governance und davon, wie Landnutzungsrechte übertragen und dauerhaft garantiert werden können ab. Ebenso beeinflussen und verändern alle länderspezifischen Schlüsselpolitiken wie Siedlungsprogramme, öffentliche Pläne für Infrastruktur, landwirtschaftliche Subventionen und Beratungsdienste alle anderen Entscheidungsparameter von Kleinbauern. Das Bevölkerungswachstum beeinflusst die Landnutzungsentscheidung der Bauern durch den lokalen Bevölkerungsdruck über die Einwanderung (Hettig et al. 2016). Die Einwanderung wird entweder durch Schlüsselpolitiken und/oder durch Preissignale der sich entwickelnden Märkte ausgelöst.

Bezüglich der globalen Märkte liegt der Schwerpunkt auf globalen Cash-crop-Märkten, die Bauern zu einem Wechsel von ihrer Landnutzung zugunsten des Cash-crop Anbaus anreizen (Hettig et al. 2016). Dies könnte das Einkommen der Haushalte erhöhen. Einkommenswachstum kann wiederum das Konsummuster und somit die Ernte-Nachfrage auf regionaler und globaler Ebene verändern (CILSS 2016).

### 3.2.4 Systemische Wechselbeziehungen

Komplexe Rückkopplungen bestehen zwischen sozio-ökonomischen, geökologischen und politischen Rahmen der kleinbäuerlichen Betriebe. Bestimmte Landnutzungsänderungen können die Landrechte stärken oder schwächen. Dies ist besonders der Fall, wenn das Land schwach reguliert wird und/oder es zusätzliche informelle Regeln der Landrechte gibt. Darüber hinaus können unterschiedliche Landnutzungen und die entsprechenden Landschafts-veränderungen die Infrastruktur beeinflussen.

Bodeneigenschaften könnten den Kleinbauern dazu treiben, bestimmte landwirtschaftliche Technologien anzunehmen. Gleichzeitig verbessert die Annahme bestimmter Technologien, z.B. Mulchen die Bodenqualität. Unzuverlässige Landnutzungsrechte und Landbesitzsicherheit tragen zur Landdegradation bei. Das Angebot an anderen natürlichen Ressourcen ist mit Einkommenseffekten verbunden, sodass der Haushalt physisches Kapital für neue Investitionen akkumulieren kann. Dies wiederum bestimmt Produktionsentscheidungen, besonders unter unvollkommenen Input- und Output-Märkten. Eine fehlende nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen könnte sich aber auch auf den Boden und das Klima auswirken. Zuletzt rufen Landnutzungsergebnisse Nachbarschaftsübertragungseffekte hervor, beispielsweise durch Kopieren oder Wissenstransfer in informellen sozialen Netzwerken.

## 4. Untersuchungsgebiete: kleinbäuerliche Studienfälle

### 4.1 Geographische Lage und naturräumliche Gegebenheiten

Benin mit einer Gesamtfläche von rund 112 622 km<sup>2</sup> und Togo von rund 57 000 km<sup>2</sup> gehören zu den kleineren Ländern Westafrikas. Die Studie wird entlang der Togo-Atakora Gebirgskette in einem Gradient Nord-Süd durchgeführt. Die SSW-NNE streichende Gebirgskette ist 850 km lang und erstreckt sich über Benin, Togo und Ghana. Ihre Breite liegt zwischen 10 km und 50 km und die höchsten Berge sind „Mont Agou“ (986 m) in Togo und „Mont Sokbaro“ (658 m) in Benin. Die Bergkette ist durch die Buem Formation westlich und den Dahomeyide Sockel östlich begrenzt (Faure 1975, Tidjani et al. 1987, Affaton 1990, Deynoux et al. 2006, Tairou et al. 2007) (Abb. 1.4). Der geologische Untergrund besteht im Norden und Zentrum lediglich aus harten und verwitterungsresistenten Quarziten und Glimmerschiefern, während das dominante Natursubstrat Muskovit und zwei Glimmergneis durchzogen von alkalischen Gesteinen und Granit-Glimmerschiefer im Süden ist (Faure 1977: 8). Die untersuchten Dörfer liegen nordwestlich von Benin und südwestlich von Togo (Abb. 1.5).

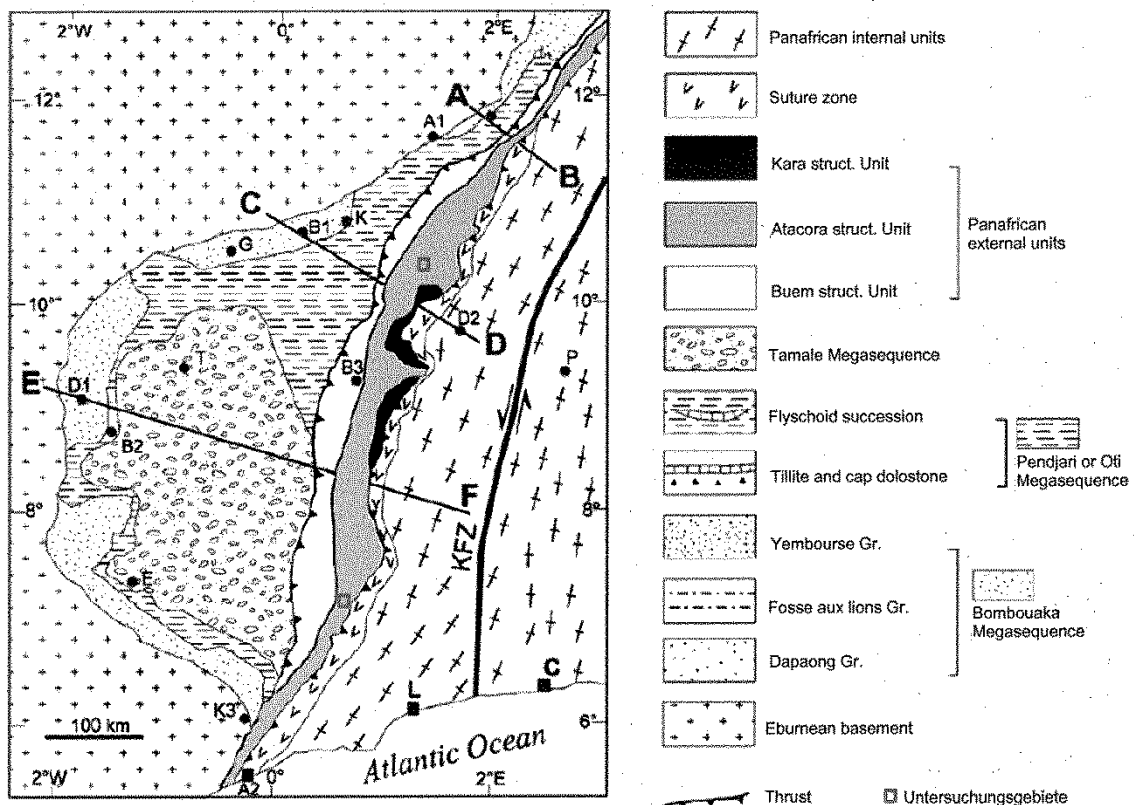


Abb. 1.4: Vereinfachte geologische Karte des Volta-Beckens und des Dahomeyide-Gürtels (verändert nach Deynoux et al. 2006: 410). Ortsname: A1 = Arly; A2 = Accra; B1 = Bombouaka; B2 = Buipe; B3 = Bassar; C = Cotonou; D1 = Damongo; D2 = Djougou; E = Ejura; K = Kodjari; L = Lome; T = Tamale; KFZ = Kandi fault zone

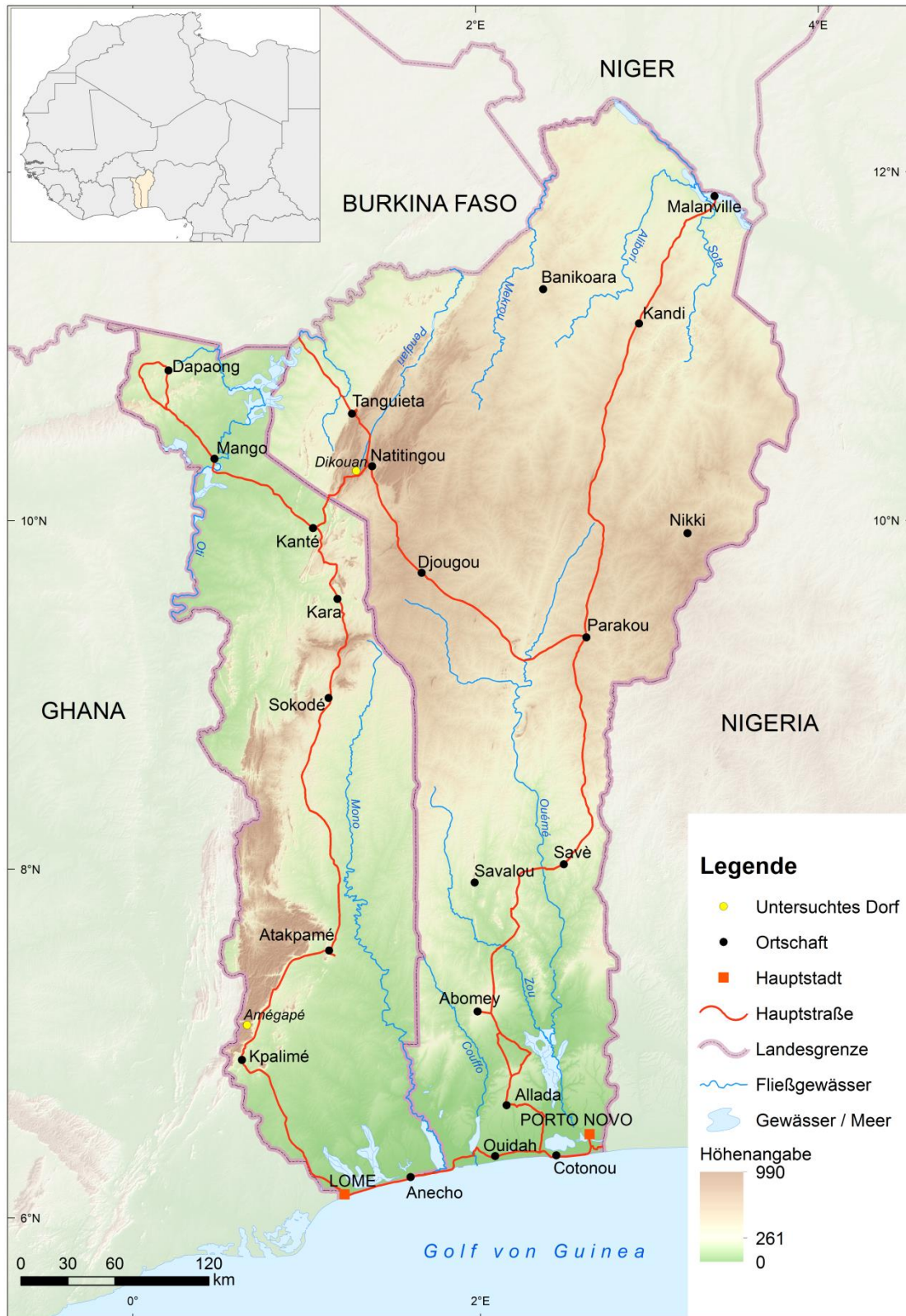


Abb. 1.5: Geographische Lage der Untersuchungsgebiete (eigene Darstellung; Gewässernetz [BIOTA AFRICA 2007] und Höhenangaben [SRTM])

#### 4.1.1 Dikouan (Nord-Benin)

Das Dorf Dikouan der Ditamari liegt im Arrondissement Kouaba in der Gemeinde Natitingou (1.339 km<sup>2</sup>, ca. 1,20 % der Landesfläche) im Atakora Departement. Es erstreckt sich zwischen 10°16'0" und 10°19'30" nördlicher Breite und 1°17'0" und 1°19'30" östlicher Länge (Abb. 1.5). Angrenzende Dörfer sind im Norden Tipeti und Dimari, im Süden Tagayé, im Westen Kouwanwangou und Koutanougou. Der Pendjari Fluss und die Atakora Gebirgskette bilden die östliche Grenze des Dorfes. Das Dorf liegt ca. 16 km weit von der ca. 35.000 Einwohner zählenden Stadt Natitingou auf einem Plateau mit durchschnittlichen Höhen um 500 m ü.M. Es stehen oberflächennahe Quarzite und hochmetamorphe Glimmer- und Serizitschiefer der Atakora Serie an, die den Gruppen von Tagayé (PR<sub>3</sub> tg) und Kanson (PR<sub>3</sub> Kn) gehören (Institut Géographique National 1972, Office Béninois des Mines 1995).

Im Dorf haben sich hauptsächlich Acrisole entwickelt, die stark verwitterte saure Böden mit niedriger Basensättigung in den ersten 50-100 cm Tiefe sind. Der Oberboden soll besonders gegen Erosion und Verlust organischer Substanz geschützt werden, um Ackerbau darauf betreiben zu können (IUSS WG WRB 2015). Auf den steilen Hängen befinden sich Leptosole, die sehr flachgründige sowie extrem skelettreiche Böden sind (IUSS WG WRB 2007). Sie eignen sich für Forstnutzung und in der feuchten Jahreszeit für Beweidung. An den Hängen könnte hochwertiger Ackerbau betrieben werden, aber die Kulturen sind erosionsgefährdet und die Steine müssen von Hand ausgelesen werden.

Dikouan weist ein sudanisches Klima auf, das durch eine Alternanz von Regenzeit (Mai bis Oktober) und Trockenzeit (November bis April) gekennzeichnet ist. Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge beträgt 1.300 mm und die Temperatur 27,3 °C (Tente 2005, Abb. 1.6). Der wichtigste Fluss des Dorfes ist die Pendjari im Osten, der in den Atakora-Bergen entspringt und in den Volta-Stausee mündet. Des Weiteren drainieren zwei Nebenflüsse der Pendjari, „Dikouanko“ im Westen und „Kpankpargou“ im Nordosten, das Gebiet.

Die natürliche Vegetation wurde stark anthropogen verändert und durch Buschfeuer beeinflusst. In Dikouan setzt sie sich aus Baum- und Holzsavannen zusammen. Licht- und Galeriewälder sind seltener zu finden. Die häufigsten pflanzlichen Arten sind: *Azelia africana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Bombax costatum*, *Diospyros mespiliformis*, *Khaya senegalensis*, *Vitex doniana*, *Daniellia oliveri*, *Combretum collinum*, *Andropogon gayanus*, *Andropogon tectorum*, ... (Tente 2005). In Feldern und Brachländern werden lokal geschützte Arten wie *Vitellaria paradoxa* und *Parkia biglobosa* aufgrund ihres ökonomischen Werts bewahrt.

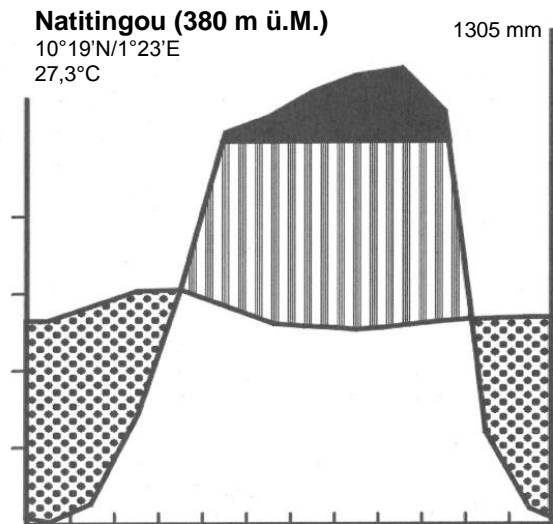


Abb. 1.6: Klimadiagramm der Stadt Natitingou nach Walter (verändert nach Sieglstetter 2002)

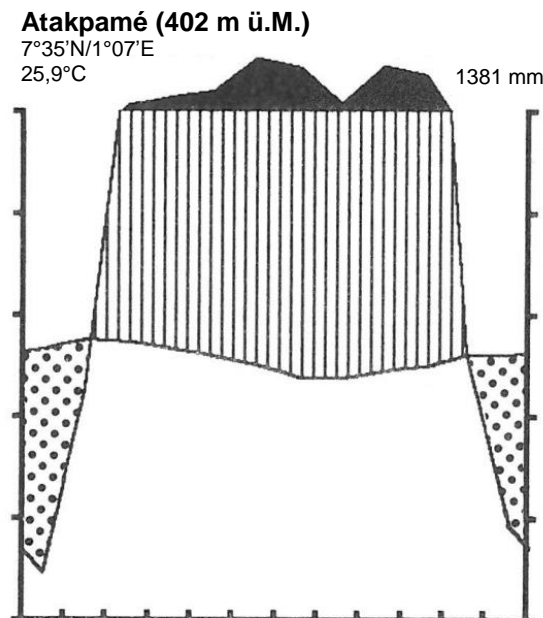


Abb. 1.7: Klimadiagramm der Stadt Atakpamé nach Walter & Lieth (1960 in Runge 1990)

#### 4.1.2 Amégapé (Süd-Togo)

Das Dorf Amégapé der Éwés liegt in der Préfecture Danyi (387 km<sup>2</sup>, ca. 0,70 % der Landesfläche) in der Verwaltungseinheit Région des Plateaux. Es befindet sich zwischen 7°06'0" und 7°06'40" nördlicher Breite und 0°39'10" und 0°40'10" östlicher Länge (Abb. 1.5). Angrenzende Dörfer sind im Norden und Osten Assimèlogbé, im Süden Nyamegbe und im Westen D'Ahloevé. Amégapé liegt ca. 16 km weit von der ca. 15.000 Einwohner zählenden Stadt Kpélé-Adéta und ca. 44 km von der Stadt Kpalimé (ca. 75.000 Einwohner) entfernt auf einem Plateau mit durchschnittlichen Höhen um 800 m ü.M. Es stehen überlappende Quarzite (PA<sub>1-2</sub> Xb) und hochmetamorphe Glimmerschiefer teilweise mit mehr oder weniger albitischem Gneis (PA<sub>3ξ</sub>) der Atakora

Serie an (Direction Générale des Mines, de la Géologie et du Bureau National de Recherches Minières 1986).

Im Dorf Amégapé dominieren Plinthosole, nährstoffarme Böden mit einer sehr geringeren KAK und Basensättigung. Aufgrund der Plinthit eignen sie sich wenig zum Ackerbau und besser für extensive Beweidung. In Westafrika werden sie allerdings noch zum Anbau von Grundnahrungsmitteln sowie zum Anlegen von Kakaoplantagen benutzt, aber die Kulturen leiden in der Trockenzeit unter Wassermangel. Auf den steilen Hängen lassen sich auch Leptosole und im Bereich der Vorfluter hydromorphe Ferralsole ausmachen (IUSS WG WRB 2007).

Im Dorf herrscht ein guineisches Klima mit durchschnittlicher jährlicher Niederschlagsmenge von 1.500 mm und die Temperaturen variieren zwischen 20 und 28 °C (Kola 2008, Abb. 1.7). Insgesamt lassen sich die Jahreszeiten als zwei Regenzeiten (März bis Juli und September bis Oktober) und zwei Trockenzeiten beobachten (November bis März und August) (Petit 1981). Der wichtigste Fluss des Dorfes ist Takpla, ein Nebenfluss des Zio, der in den Togo See mündet.

Amégapé gehört zu der ökologischen Zone IV der halb-immergrünen Wälder, wobei Waldflächen selten im Dorf vorzufinden sind (Brunel 1981). Gegenwärtig werden hauptsächlich eine Kulturlandschaft und teilweise Baumsavanne sowie kleine Galeriewälder beobachtet. Die häufigsten pflanzlichen Arten sind: *Milicia excelsa*, *Khaya grandifolia*, *Triplochiton scleroxylon*, *Cola gigantea*, *Ceiba pentandra*, *Daniellia oliveri*, *Vitex cuniata*, ... (Kola 2008).

## 4.2 Sozio-ökonomische Gegebenheiten

Laut den Volkszählungen von 2002 und 2013 ist die Bevölkerung in Dikouan von ca. 667 auf ca. 883 Einwohner auf einer Fläche von ca. 16 km<sup>2</sup> angestiegen (INSAE 2004, 2016; eigene Datenerhebung während der Feldforschung 2015). Dieser Anstieg bringt mit sich höhere Bevölkerungsdichte, die von 41,69 auf 55,19 Einwohner/km<sup>2</sup> innerhalb von 11 Jahren steigt. Der Anteil an Frauen ist höher und betrug 54,02 % im Jahr 2016 (INSAE 2016). Im Dorf leben 2015 insgesamt 162 Haushalte, wovon ca. 154 in der Landwirtschaft tätig sind (eigene Datenerhebung während der Feldforschung 2015, INSAE 2016). Die durchschnittliche Haushaltsgröße veränderte sich von 5,0 Mitgliedern im Jahr 2002 auf 5,5 Mitglieder im Jahr 2013. Die Hauptreligion ist Animismus gefolgt von Islam und Christentum (INSAE 2004). Die dominante Ethnie stellen die Betamaribè oder Ditamari dar. Eine Minorität von Peulhs, die im ganzen Departement verbreitet sind, ist auch im Dorf zu finden (INSAE 2004). Die Ditamari oder Betammaribé („die guten Maurer“) gehören zu der Gruppe der Tamberma und werden aufgrund ihrer Lehmhäuser („tata somba“) mit einem Festungscharakter „Burgbauern“ genannt (Cornevin 1959). Es besteht bis in die Gegenwart das Bild eines zurückgezogen lebenden Volkes, das keinen technischen, politischen und sozialen Wandel zulässt, dessen Bevölkerung immer noch nahezu unbekleidet in Lehmhütten lebt und für das die Erde heilig ist (Wiedmann 1999). Besonders wichtig sind für das Volk seine Unabhängigkeit von anderen ethnischen Gruppen, Eigenständigkeit und Gleichheit (Blier 1987). Sie betreiben hauptsächlich Landwirtschaft und bauen für den Eigenkonsum an (Jones 2005). Feldfrüchte wie Sorghum, Hirse, Mais, Yams und

Maniok sowie Gartenkulturen wie Tomate werden angebaut. Exportgüter spielen für diese Ethnie eine deutlich untergeordnete Rolle (Padenou & Barrué-Pastor 2006).

Im Dorf Amégapé lebten 2015 ca. 360 Menschen in 90 Haushalte verteilt, wovon ca. 70 % in der Landwirtschaft tätig sind. Die durchschnittliche Haushaltsgröße beträgt 4,3 Mitglieder und die Bevölkerungsdichte ca. 60 Einwohner/km<sup>2</sup> (eigene Datenerhebung während der Feldforschung 2015). In dem ca. 6 km<sup>2</sup> groß Dorf hat sich wesentlich die Ethnie der Ewé angesiedelt und diese sind hauptsächlich Christen (Kuevi 1981). Die Ewés sind ursprünglich Bauern, die wegen ihrer Nähe zur Küste sehr früh in Kontakt mit europäischen Händlern und Missionare gekommen sind, was die ursprüngliche Gesellschaft tief umgewandelt hat (Cornevin 1959, Kuevi 1981). Dabei bleibt die soziale Struktur erhalten (Kuevi 1981). Außer der Subsistenzwirtschaft mit Feldfrüchten wie Mais, Maniok, Reis, Yams, Kuhbohnen gehören hier Exportgüter wie Kaffee und Ölpalmen zu dem wirtschaftlichen System. Gemüseanbau mit Tomate als Hauptkultur, der Verkauf von Obst aus eigenen Plantagen sowie Tierzucht stellen die sekundären Tätigkeiten dar.

## II Datengrundlage und Methodik

### 1. Sozialempirie

Haushaltsbefragungen und Gruppendiskussionen wurden während Geländeaufenthalten im Jahr 2014 und 2015 in den Dörfern durchgeführt. Die Stichprobe hierfür wird in einem mehrstufigen Verfahren definiert. Der erste Schritt in jedem Dorf besteht darin, die Ziele der Studie dem Dorfoberhaupt und seinen Beratern zu erklären. Anschließend wird eine Liste der im Dorf lebenden Haushalte erstellt, wobei Haushalte, die Landwirtschaft betreiben, gekennzeichnet werden. Aus dieser Liste werden Haushalte nach dem Zufall-Prinzip ausgewählt und in „face to face“ Interviews mithilfe eines partiell-standardisierten Fragebogens befragt (Anhang 1). Sozio-ökonomische Merkmale der kleinbäuerlichen Agrarbetriebe, die gegenwärtigen Landnutzungsformen, die Wahrnehmung über den Landnutzungswandel und die Anpassungsstrategien der Kleinbauern wurden auf diese Weise erfasst. Jeder Haushalt wird von einem Haushaltsvorstand geleitet, der im Namen des ganzen Haushalts antwortet. Wenn der Haushaltsvorstand abwesend ist, darf seine Frau oder der ältere anwesende Sohn an seiner Stelle befragt werden.

Die Stichprobe umfasst 46 Haushalte (32 %) im Dorf Dikouan und 25 (40 %) im Dorf Amégapé. Sie ist nach von der Lippe (2011: 6) repräsentativ, wobei der Stichprobenfehler 10 % bei den Ditamari (Dikouan) und 13 % bei den Éwés (Amégapé) mit einem Konfidenzniveau von 90 % beträgt. Tab. 2.1 fasst die Zusammensetzung der Stichprobe bezüglich des Alters und Geschlechts zusammen.

Des Weiteren wurden in zwei Fokusgruppen jeweils mit Frauen und mit Männern mithilfe eines Leitfadens (Anhang 2) Informationen über den Naturraum sowie detaillierte Kenntnisse über die Landmanagement Praktiken erhoben, womit auch die Dorfkarten erstellt wurden.

Die Erfassung der sozialempirischen Daten sowie statistische Analysen und ihre graphische Darstellung erfolgen in Microsoft Excel und mit dem Software SPSS 16.0.

Tab. 2.1: Zusammensetzung der Stichprobe für die Haushaltsbefragungen

	Geschlecht*		Summe	Alter*			Summe
	Männlich	Weiblich		<30	30 - 59	>60	
Ditamari	60,87% (28)	39,13% (18)	100% (46)	13,04% (6)	73,91% (34)	13,04% (6)	100% (46)
Éwés	64% (16)	36% (9)	100% (25)	4% (1)	76% (19)	20% (5)	100% (25)

\* Die Zahlen in Klammern zeigen die absolute Anzahl der Befragten pro Kategorie.



## 2. Fernerkundung und GIS

Bilder des Satellitensystems LANDSAT aus der Datenbank des United State Geological Survey (USGS) wurden eingesetzt. Insgesamt wurden sechs Bilder (Landsat 5 TM, LANDSAT 7 ETM+ und LANDSAT 8 OLI TIRS) der Qualitätsebene „L1T“ ausgewählt. Diese sind geometrisch rektifiziert sowie radiometrisch korrigiert (USGS 2017) und wurden zum Anfang der Trockenzeit aufgenommen. Zudem wurden im Laufe des Geländeaufenthalts im Jahr 2015 in den beiden Gebieten Wegpunkte mit dem GPS eTrex 30 aufgenommen. Die Landnutzung und ihr Wandel werden über knapp drei Dekaden anhand von Bildern aus den Jahren 1987, 2001 und 2015 analysiert.

Für das Dorf Dikouan wurde eine Fläche von ca. 22 km<sup>2</sup> (Ost-West Ausdehnung 4,3 km, Nord-Süd Ausdehnung 5,1 km) aus der Landsat-Szene Path 193, Row 53 untersucht. Die analysierte Fläche für das Dorf Amégapé umfasst ca. 26 km<sup>2</sup> (Ost-West Ausdehnung 5,92 km, Nord-Süd Ausdehnung 4,38 km) der Landsat-Szene Path 193, Row 55. Die Bilder wurden mit der Software ENVI 4.7 ausgewertet. Mithilfe der Erkenntnisse aus den Feldkampagnen, Beobachtungen auf Luftbildern von Google Earth und topographischen Karten im Maßstab 1:50.000 der jeweiligen Untersuchungsgebiete sowie Nutzungskartierungen aus der Region (Brunel 1981, CENATEL 2002, Kola 2008) wurden für jedes Gebiet zuerst acht Landnutzungsklassen definiert, die in einem zweiten Schritt in fünf Klassen zusammengefasst wurden (Tab. 2.2). Eine unüberwachte Klassifikation wurde nach dem „K-Means“-Verfahren durchgeführt (Exelis Visual Information Solutions 2014), das rein statistisch ist. Anschließend wurden mithilfe von „Ground Truth“-Punkten repräsentative Trainingsgebiete definiert, die für die überwachte Klassifikation nach dem „Maximum Likelihood“-Klassifikationsalgorithmus verwendet wurden (Exelis Visual Information Solutions 2014).

Die Genauigkeit der Klassifikation wird anhand der korrekten bzw. fehlerhaften Zuweisungsrate von Bildpunkten zu einer bestimmten Landnutzungsklasse in der Kontingenztabelle (Tab. 2.3) geprüft (Foody 2002, König 2006, Harris Geospatial Solutions 2018). Die Kontingenztabelle („*confusion Matrix*“) wird mithilfe der definierten Trainingsgebiete für jedes Bild mit der Software ENVI 4.7 berechnet. Daraus werden weitere Qualitätsmaße definiert:

- die Gesamtgenauigkeit O (*Overall Accuracy*) ergibt sich aus der Summe der Anzahl der korrekt klassifizierten Bildpunkte und der Gesamtzahl der Bildpunkte.
- der *Kappa*-Koeffizient  $k$  misst die Übereinstimmung zwischen Klassifikationsergebnissen und Wirklichkeit im Gelände. Er bewegt sich zwischen 0 und 1, wobei der Wert 0 keine Übereinstimmung und der Wert 1 eine perfekte Übereinstimmung bedeutet.
- die Hersteller-Genauigkeit P (*Producer Accuracy*) gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bekannter Referenzpunkt im Gelände korrekt vorhergesagt wird.
- die Nutzer-Genauigkeit U (*User Accuracy*) gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Landnutzungsklasse eines klassifizierten Bildpunkts tatsächlich der Landnutzungsklasse im Gelände entspricht.

Thomlinson et al. (1999) setzen zur Validierung der Klassifikation eine Gesamtgenauigkeit von mindestens 85 % voraus, wobei keine Klasse unter einer Nutzer-Genauigkeit von 70 % liegen darf.

Die Ergebnisse der überwachten Klassifikation werden paarweise einer Veränderungs-erkennungsanalyse unterzogen. Mithilfe der Funktion „Change detection“ der Software ENVI 5.0 werden Veränderungsstatistiken berechnet und Veränderungskarten erstellt. Alle Ergebnisse werden abschließend im Format Vektor zur Weiterverarbeitung in der Software ArcMap. 10.5 exportiert. Mit diesen Daten werden die Landnutzungs- und Landnutzungswandelkarten in einem weiteren Schritt erstellt.

Tab. 2.2: Klassifikationssystem der Untersuchungsgebiete: die Landnutzungsklassen sind in Anlehnung an König (2006) definiert

Ebene 1	Ebene 2	Merkmale
Brandfläche	Gebrannte Savanne	Flächen, die zwecks Ackerbaus oder traditioneller Jagd dem Feuer ausgesetzt werden. In Dezember werden in den Untersuchungsgebieten überwiegend Savannenflächen gebrannt.
Siedlungen Degradierete Fläche	Bebaute / degradierte Fläche	Bebaut: Siedlungen und Pisten; Degradiert: vegetationsfreie Flächen, teilweise mit flachgründigen Böden oder freigelegtem Ausgangsgestein.
Felder Brache	Felder / Brache	Felder: Flächen mit Anbaukulturen, häufig mit vereinzelt stehenden Frucht und Nutzbäumen; Brache: Krautschicht mit wechselnden Deckungsanteilen abhängig von Alter und Standort.
Baumsavanne Strauchsavanne	Baum- und Strauchsavanne	Gehölzschicht wird durch locker oder vereinzelt verteilte Bäume und Sträucher aufgebaut.
Savannenwald	Savannenwald	Gehölze bilden einen lockeren Bestand mit sehr lichtdurchlässigem Kronendach.
Degradierter Regenwald	Degradierter Regenwald	Geschlossene Waldformation, Unterholz mit immergrünen oder regengrünen Arten, keine Krautschicht.

Tab. 2.3: Beispiel einer Kontingenzmatrix mit Berechnung der verschiedenen Maßen der Klassifikationsgüte

Erwartete Landbedeckungsklasse (Klassifikation)	Tatsächliche Landbedeckungsklasse (Referenzklasse)			Summe	Nutzer- Genauigkeit U (%)
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3		
Klasse 1	2385	4	1	2390	99,79
Klasse 2	0	332	8	340	97,65
Klasse 3	1	1	1084	1086	99,82
Summe	2386	337	1093	3816	
Hersteller-Genauigkeit P (%)	99,96	98,52	99,18		

O = 99,61%; k = 0,99

### 3. Bodenkundliche Untersuchungen

Zum Erfassen der Variabilität der Agrarparameter der Böden und der Landnutzung wurden Catenas angelegt. Die während der Gruppendiskussionen erstellten Dorfkarten stellen die Grundlage zur Auswahl der Strecke für die Catena. Begleitet von zwei bis drei Dorfeinwohnern wurden kleinräumige Veränderungen in der Landnutzung sowie im Relief und in der oberflächlichen Bodenerscheinung entlang der Strecke erfasst. Mithilfe des GPS eTrex 30 wurde ein Tracking sowie Wegpunkte aufgenommen. An ausgewählten repräsentativen Stellen wurden Bodenprofile bis 80 cm Tiefe gegraben. Hierfür stand ein einfaches Material zur Verfügung, das die traditionelle Hacke, das Buschmesser und die Spitzhacke (nur in Togo) umfasst. Die gegrabenen Bodenprofile wurden gleich mithilfe eines Geländeformblatts aufgenommen (Anhang 3). Bodenproben wurden aus jedem Horizont mithilfe eines Spachtels in beschriftete Tiefkühlbeutel genommen. Die Proben wurden an der Luft getrocknet und die Feinerdefraktion wurde durch Sieben in einem 2-mm-Sieb gewonnen. Anschließend wurden die Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens, die Festsubstanzdichte, die Bodenfarbe, den pH-Wert und den Gesamtkohlenstoff vom Fachpersonal des bodenkundlichen Labors des Instituts für Physische Geographie (Goethe-Universität) bestimmt. Außerdem wurden die Nährstoffgehalte Gesamtstickstoff, Gesamtphosphat, pflanzenverfügbare Phosphor und Kalium sowie die potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAK) analysiert. Die Methoden der bodenkundlichen Analysen im Labor sind im Anhang 4 erläutert.

Die Catenas und Bodenprofile werden im Software Macromedia FreeHand MXa graphisch dargestellt. Die Trackings und Wegpunkte werden mit der Software GPS-Track-Analyse.NET 6 ausgewertet. Kartographische Darstellungen erfolgen in ArcMap 10.5. Die Bewertung der physischen Eigenschaften der Bodenhorizonte erfolgt ausschließlich mit der bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005, Tab. 2.4). Für die Bewertung der chemischen Parameter werden weitere Autoren herangezogen, die in Tab. 2.4 zusammengefasst sind.

Tab. 2.4: Bewertung der Bodenkennwerte

Kennwerte	Klasse	Bewertung
pH-Wert (Soil Science Division Staff 2017: 199)	< 3,5	äußerst sauer
	3,5 - 4,4	extrem sauer
	4,5 - 5,0	sehr stark sauer
	5,1 - 5,5	stark sauer
	5,6 - 6,0	mäßig sauer
Humus - organische Substanz (%) (Ad-hoc-AG Boden 2005: 112)	< 1	sehr schwach humos
	1 - 2	schwach humos
	2 - 4	mittel humos
	4 - 8	stark humos
pflanzenverfügbare Phosphor (mg/100g Boden) (Fritscher 2000: 194)	< 3	gering
	3 - 6	mittel
	6 - 11	hoch
pflanzenverfügbare Kalium (mg/100g Boden) (Fritscher 2000: 194)	< 7	gering
	7 - 16	mittel
	16 - 27	hoch
Gesamtstickstoff (%) (Landon 1991: 138)	< 0,1	sehr gering
	0,1 - 0,2	gering
	0,2 - 0,5	mittel
	0,5 - 1	hoch
KAKpot – T-Wert (mmolc/kg) (Swoboda 1994: 68)	< 50	sehr gering
	50 - 100	gering
	100 - 250	mittel
	250 - 400	hoch
Basen – S-Wert (mmolc/kg) (Swoboda 1994: 68)	< 20	sehr gering
	20 - 50	gering
	50 - 100	mittel
	100 - 150	hoch
Basensättigung – V-Wert (%) (Swoboda 1994: 68)	< 15	sehr basenarm
	15 - 40	basenarm
	40 - 60	mittel basisch
	60 - 90	basenreich
	> 90	sehr basenreich
Bodenart (Ad-hoc-AG Boden 2005: 142f)		Feinbodenartendiagramm, Tabelle 30
Steingehalt (Ad-hoc-AG Boden 2005: 150)		Tabelle 32 und 33
Porosität (Ad-hoc-AG Boden 2005: 124)		Abbildung 13
Durchwurzelung (Ad-hoc-AG Boden 2005: 129)		Tabelle 24
Durchwurzelungstiefe (Ad-hoc-AG Boden 2005: 130)		Tabelle 25

Tab. 2.5: Hauptsymbole der Horizont Benennung im WRB-System (FAO 2006: 67-71)

Symbole	Erläuterung	Symbole in deutscher Bodenkunde
A	mineralische Oberbodenhorizonte, die sich an der Oberfläche oder unterhalb eines O-Horizonts gebildet haben.	A
B	Verwitterte Unterbodenhorizonte, die sich unterhalb eines A-, E-, H- oder O-Horizonts bilden und durch verschiedene Prozesse verändert wurde.	B
C	Verwitterte Untergrundhorizonte oder Schichten, ausgenommen das Ausgangsgestein, die wenig von pedogenetischen Prozessen beeinflusst werden und fehlenden Eigenschaften von H-, O-, A-, E- oder B-Horizonten beweisen. Hierzu zählen Sedimente, Saprolite und verwittertes Ausgangsgestein.	Cv
R	Ausgangsgestein, nicht verwittert	C

Tab. 2.6: Zusatzsymbole der Horizont Benennung im WRB-System (FAO 2006: 72-74)

Symbole	Erläuterung
g	Stauanässe- oder Grundwassereinfluss
h	Akkumulation von organischen Substanz
l	Zeigt Marmorierung an, das durch aufsteigende Grundwasser oder Stauanässe verursacht wird
s	Anreicherung mit Sesquioxiden
t	Anreicherung mit Tonmineralen
v	Auftreten von Plinthit
w	Entwicklung von Farbe oder Struktur oder beide

### *Benennung der Bodenhorizonte und des Bodentyps*

Die Benennung der Bodenhorizonte und Bodentypen erfolgt nach der Weltreferenzbasis für Bodenressourcen (World Reference Base for Soil Resources WRB). Die WRB ist ein internationales Bodenklassifikationssystem auf verschiedener Legende der FAO-UNESCO für die Bodenkarte der Welt basiert (IUSS WG WRB 2015). In diesem System werden Horizonte durch Großbuchstaben (Hauptsymbole) und Kleinbuchstaben (Zusatzsymbole) gekennzeichnet. Nur die in dieser Arbeit verwendeten Symbole werden in Tab. 2.5 und 2.6 erläutert. Weitere Details sind in den „Guidelines for soil description“ der FAO (2006) verfügbar.

Der Bodentyp wird zuerst mit dem nationalen System des jeweiligen Landes identifiziert (französische Benennung nach Lamouroux 1966 & Faure 1977) und in einem zweiten Schritt einer der 32 Referenzbodengruppen (RSG) des WRB zugeordnet (IUSS WG WRB 2007, 2015). Im WRB-System wird jede RSG mit Haupt- und Zusatzqualifikatoren (*Qualifiers*) versehen, aus denen der Benutzer die zweite Ebene der Klassifikation aufbauen kann. Hierdurch unterscheiden sich die Böden nach Bodenmerkmalen, die sich aus einem sekundären Bodenbildungsprozess ergeben, der die primären Merkmale erheblich beeinflusst hat (IUSS WG WRB 2015). Auf die Benennung der Bodentypen der Untersuchungsgebiete wird auf der zweiten Ebene verzichtet, wenn kein wesentlicher sekundärer Bodenbildungsprozess festgestellt wird.

### Statistische Analysen

Im Wesentlichen werden Mittelwerte mehrerer Stichproben für verschiedene Parameter durch zwei statistische Tests verglichen. Alle statistischen Analysen erfolgen mit der Software SPSS 16.0. Die folgenden Angaben beziehen sich hauptsächlich auf das von Yergeau & Poirier (2013) entwickelte SPSS Online-Handbuch.

Der  $t$  Test von Student für unabhängige Stichproben (independent sample  $t$  test) dient dem Vergleich von zwei Mittelwerten aus zwei Stichproben. Die Nullhypothese ( $H_0$ ) besagt, dass kein Unterschied zwischen den Mittelwerten der zwei getesteten Gruppen besteht. Dies würde bedeuten, dass die Gruppen zu derselben Grundgesamtheit gehören und sich nicht wesentlich unterscheiden. Die alternative Hypothese ( $H_1$ ) ist, dass die Mittelwerte sich unterscheiden. Dabei müssen die Daten normal verteilt und die abhängige Variable stetig sein. Außerdem müssen die getesteten Gruppen die gleiche Varianz aufweisen und unabhängig sein.

$$H_0: \quad \bar{X}_1 = \bar{X}_2 \quad \text{oder} \quad \bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 0; \quad H_1: \quad \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$$

Die Software SPSS führt zuerst den Test  $F$  von Levene durch, der die Varianz der Gruppen prüft und berechnet den  $t$  Wert sowie seinen Signifikanzwert  $p$ , die für die Interpretation der Ergebnisse wichtig sind.

Der  $p$  Wert deutet die Wahrscheinlichkeit an, ein solches Stichprobenergebnis oder ein extremeres zu erhalten, wenn die Nullhypothese wahr ist. Wenn der  $p$  Wert kleiner als das festgelegte Signifikanzniveau  $\alpha$  ist, wird die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese verworfen. Dann wird das Ergebnis als statistisch signifikant bezeichnet und würde bedeuten, dass die getesteten Gruppen mit einer Sicherheit von  $(1-\alpha)$  nicht zu derselben Grundgesamtheit gehören. Die am häufigsten verwendeten Werte für das Signifikanzniveau  $\alpha$  sind 5 %, 1 % oder 0,1 %. Bei  $p$  Werten höher als diese Niveaus, jedoch nicht höher als 10 %, werden die Mittelwerte als tendenziell unterschiedlich bezeichnet.

Beim Vergleich von mehr als zwei Mittelwerten wird die Varianzanalyse (ANOVA Test) durchgeführt. Das Prinzip ist dasselbe, wobei die folgenden Hypothesen getestet werden.

$$H_0: \quad \bar{X}_1 = \bar{X}_2 = \bar{X}_3 = \dots \bar{X}_n; \quad H_1: \quad \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 \neq \bar{X}_3 = \dots \bar{X}_n$$

Im Fall einer Bestätigung der alternativen Hypothese besagen die Ergebnisse der ANOVA nur, dass die verglichenen Mittelwerte statistisch unterschiedlich sind, geben aber keine Auskunft über die sich unterscheidenden Gruppen. Hierfür sind weitere Tests, die sogenannten „*post-hoc tests*“ notwendig. Der Bonferonni Test wird an dieser Stelle verwendet. Er vergleicht paarweise die Mittelwerte der getesteten Gruppen und kennzeichnet die Mittelwerte, die sich von den anderen unterscheiden.

### III Ergebnisse

#### 1. Sozio-ökonomische Merkmale der kleinbäuerliche Agrarbetriebe

Die Ditamari leben in Streusiedlungen, das typische Muster in Nord-Benin. In jeder Familie lebt ein Mann mit seiner Frau oder seinen Frauen und den Kindern in Einzelhäusern. Alle Einzelhäuser, die einer Familie gehören, bilden ein „Hameau“ und es wird vom nächsten „Hameau“ durch die naturnahe Savanne begrenzt. Die strohgedeckten Rundhäuser aus Lehm der Ditamari werden „tata somba“ genannt. Der Haushalt wird gewöhnlich von einem Mann, dem Haushaltsvorstand, geleitet und er darf mehrere Frauen heiraten. Dies spiegelt sich in der Aufteilung der befragten Haushalte wider; die Mehrheit (60 %) davon wird von einem Mann geleitet. Von den weiblichen Befragten leiteten nur 30 % einen eigenen Haushalt, weil sie entweder ledig oder verwitwet waren. Mehr als 70 % der Haushaltsleiter (73,91 %) sind zwischen 30 und 59 Jahre alt und verheiratet. Der Anteil an monogamen Ehen ist gleich dem Anteil an polygamen Ehen, sie bilden jeweils 41,30 % der Befragten (Abb. 3.1). Die Ditamari haben durchschnittlich fünf Kinder mit Extremwerten von 0 bis 15 Kindern. Allerdings leben in den befragten Haushalten null bis elf Kinder mit einem Durchschnitt von fünf Kindern. Die durchschnittliche Haushaltsgröße beträgt acht Mitglieder. In Dikouan lebt zu 96 % die Ethnie der Ditamari, während die Peulhs die restlichen 4 % darstellen. Das Bildungsniveau der Ditamari ist sehr niedrig, da nur 21,74 % die Grundschule besucht haben. Die Mehrheit der Befragten (73,91 %) kann Französisch oder eine lokale Sprache weder schreiben noch lesen (Abb. 3.1). Die dominierende Religion ist Animismus (67,39 %) gefolgt vom Christentum (28,26 %) und Islam (4,35 %). Ackerbau stellt die wichtigste ökonomische Aktivität (97,83 %) der Ditamari dar. Zusätzlich zu den Feldkulturen stellen der Gemüseanbau für 50 % der Kleinbauern und die Tierzucht für 39,19 % eine zweite Einkommensquelle dar (Abb. 3.1).

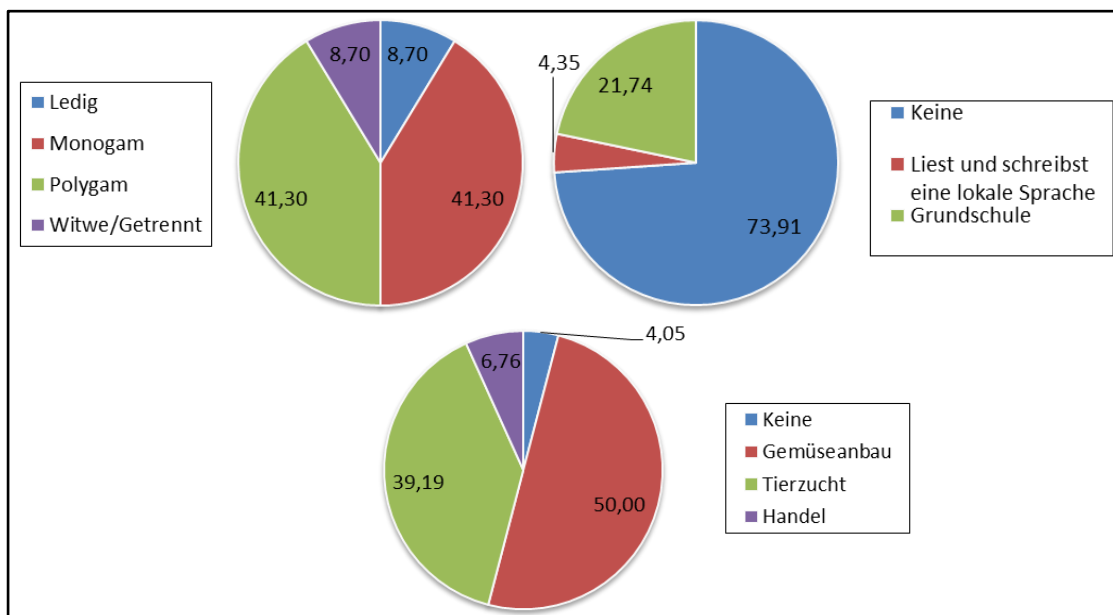


Abb. 3.1: Familienstand (oben links), Bildungsniveau und sekundäre Aktivitäten (unten) der Kleinbauer Ditamari (N= 46)

Anders als die Ditamari leben die Éwés gruppiert und jede Familie lebt in einem Haus mit mehreren Zimmern. Die rechteckigen Häuser aus Lehm oder Steinen werden meistens mit Wellblech gedeckt. Die Éwé zeigen ein ähnliches Schema wie die Ditamari bezüglich der Haushaltsleitung. Hier sind 36 % der Befragten Frauen, wovon nur 11,11 % einen eigenen Haushalt als Witwe leiten. Die Mehrheit der Haushaltsleiter (76 %) gehört auch der Altersgruppe von 30 bis 59 Jahren an und sie sind verheiratet. Allerdings geben 88 % der Befragten an, nur eine Frau zu haben (Abb. 3.2). Die durchschnittliche Haushaltsgröße beträgt vier Mitglieder, davon zwei im Haushalt lebende Kinder. Dieser Durchschnitt enthält Extremwerte von zwei bis zehn Mitgliedern. Die Éwés bekommen durchschnittlich vier Kinder und pflegen manchmal bis zu zehn Kinder. Diese leben aber nicht immer im eigenen Haushalt. Im Dorf lebt ausschließlich die Ethnie der Éwés. Ihr Bildungsniveau ist allgemein höher als bei den Ditamari. Nur 8 % der Befragten haben keine Ausbildung, 44 % haben die Grundschule und sogar 48 % die sekundäre Schule besucht (Abb. 3.2). Die Hauptreligion ist das Christentum (96 %) mit insgesamt drei Kirchen im Dorf. Ähnlich wie bei den Ditamari stellt der Ackerbau (88 %) in Amégapé die wichtigste Aktivität dar. Gemüseanbau (53,33 %) und Tierzucht (10 %) ergänzen hier auch die kleinbäuerlichen Einkommen (Abb. 3.2).

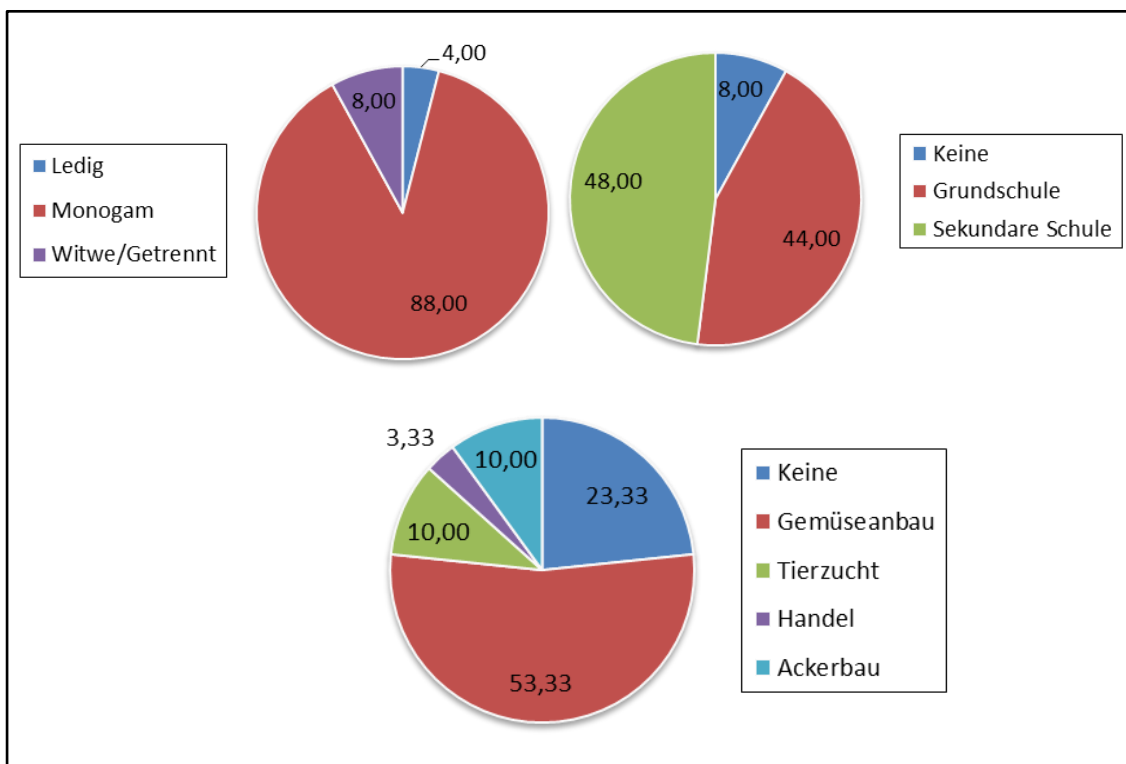


Abb. 3.2: Familienstand (oben links), Bildungsniveau und sekundäre Aktivitäten (unten) der Kleinbauer Éwés (N= 25)



## 2. Landnutzung und Landnutzungswandel bei der Ethnie der „Ditamari“

### 2.1 Gegenwärtige Landnutzungsmuster

Die Ditamari folgen einem Ringmuster in der Raumnutzung (Abb. 3.3). Im Siedlungsbereich wird in unmittelbarer Nähe zu Häusern hauptsächlich Gemüse in einem System genannt „Jardin de case“ (Hausgarten, Abb. 3.4) angebaut. Im zweiten und dritten Bereich kommt eine Mischung aus naturnaher Savanne, Feldkulturen und Brachfelder vor. In der Zone „Feldbau“ werden vor allem Felder bestellt, während Brachfelder und naturnahe Savanne im Buschland dominieren. Zwei „Hameau“ und dadurch der von zwei Familien genutzte Raum werden so durch das Buschland getrennt. Das Buschland liefert außerdem den Rohstoff für die Produktion von Holzkohle und Sheabutter in der Trockenzeit. Im Vorfluter und am Flussufer wird hauptsächlich bewässertes Gemüse angebaut. Im Südwesten des Dorfes ist eine Niederung (bas-fonds) mit Grasvegetation vorhanden, die sporadisch geweidet wird.

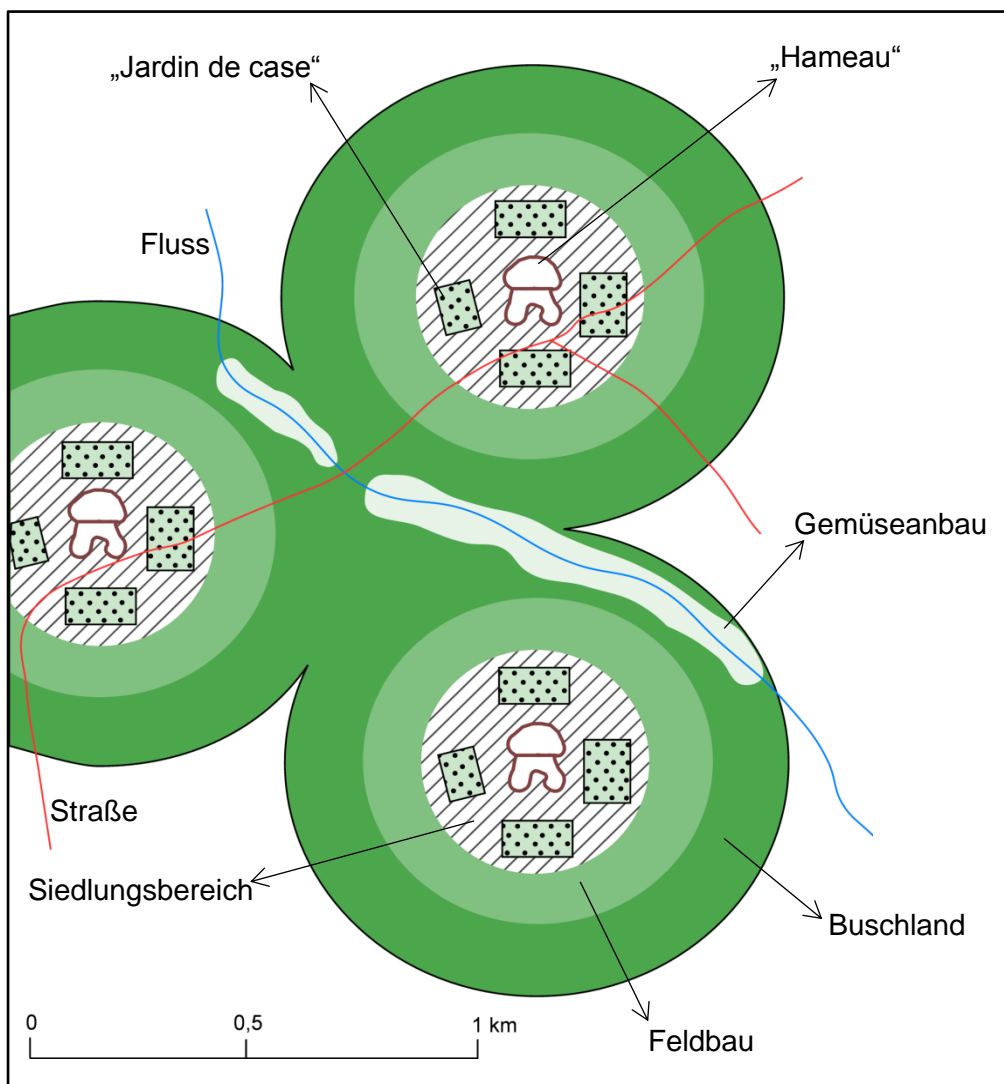


Abb. 3.3: Schematische Darstellung der Landnutzung bei den Ditamari in Dikouan (eigene Darstellung nach Geländearbeiten 2014, 2015)



Abb. 3.4: „Jardin de case“ in unmittelbarer Nähe zu den „tata somba“ bei den Ditamari: Tomatenanbau (links) und Tabakanbau auf breiter Planke (Foto: Runge 2014)

### 2.1.1 Traditioneller Hackbau und Bewässerungstechnik

#### *Angebaute Früchte und Anbaukalender*

Hirse (*Pennisetum glaucum*) und Sorghum (*Sorghum bicolor*) stellen das Grundnahrungsmittel der Ditamari dar und gehören zusammen mit Mais (*Zea mays*) zu den am häufigsten angebauten Kulturen. Weitere für die Bevölkerung wichtige Nutzpflanzen sind Yams (*Dioscorea cayensis-rotundata*) und Maniok (*Manihot esculenta*). Außerdem werden Kuhbohne (*Vigna unguiculata*), Voandzou (*Vigna subterranea*), Fonio (*Digitaria exilis*), Soja (*Glycine max*), Erdnuss (*Arachis hypogaea*) und Reis (*Oryza sativa*) kultiviert. Bis auf Mais und Soja werden diese Anbaupflanzen hauptsächlich konsumiert und nur der Überschuss verkauft. Hinzu kommen Gemüsearten wie Blattsalat (*Lactuca sativa*), Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Piment (*Capsicum frutescens*), Okra (*Abelmoschus esculentus*) und Spinat (*Amaramthus spp.*), die hauptsächlich für den Verkauf angebaut werden. Gehöftnah wird auch oft Tabak gepflanzt (*Nicotiana tabacum*).

Der Anbaukalender der Ditamari (Tab. 3.1) verdeutlicht die Abhängigkeit der landwirtschaftlichen Aktivitäten von den Jahreszeiten. Die Mehrheit der Nutzpflanzen wird am Anfang der Regenzeit im Juni ausgesät bzw. gepflanzt. Je nach Früchten erfolgt das Jäten ein- bis dreimal vor der Ernte. Die letzte erfolgt hauptsächlich im Laufe der Trockenzeit im November und Dezember. Eine Ausnahme stellt Yams dar, der im Februar gepflanzt und ab Januar des folgenden Jahres geerntet wird. Außerdem werden Gemüsearten wie Tomate, Blattsalat, Piment, Okra und Spinat das ganze Jahr angebaut. Von November bis Mai in der Trockenzeit müssen diese bewässert werden.

Die landwirtschaftlichen Aktivitäten werden von allen verfügbaren Familienmitgliedern durchgeführt, wobei die Aussaat vor allem von Frauen ausgeführt wird. Allerdings wird Yams aufgrund des großen Arbeitsaufwands von Männern gepflanzt und gepflegt; hier helfen Frauen nur bei der Ernte. Auch Kulturen wie Kuhbohne und Voandzou werden besonders von Frauen angebaut, von Männern und Kindern wird nur bei dem Jäten und der Ernte geholfen.

Tab. 3.1: Anbaukalender der Ditamari in Dikouan (eigene Darstellung nach Datenerhebung 2015)

Kulturpflanze	Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
<i>Körnerfrüchte</i>												
Hirse						• - - - •	← - - - →	← - - - →	—			◆ - - - ◆
Sorghum						• - - - •	← - - - →		—		◆ - - - ◆	
Mais						• - - - •	← - - - →	← - - - →		◆ - - - ◆		
Reis							• - - - •	—	← - - - →	—	◆ - - - ◆	◆ - - - ◆
Fonio						• - - - •		—			◆ - - - ◆	
<i>Wurzel- und Knollenfrüchte</i>												
Yams	◆ n.J.	• - - - •			—			—				
Maniok		◆ n.J.			• - - - •		—				—	
<i>Hülsenfrüchte</i>												
Kuhbohnen						• - - - •	—		← - - - →		◆ - - - ◆	
Voandzou								• - - - •	—		◆ - - - ◆	
Soja						• - - - •	—			◆ - - - ◆		
<i>Ölfrüchte</i>												
Erdnuss						• - - - •		—			◆ - - - ◆	
<i>Gemüse und Sonstige</i>												
Tomate, Salat, Piment, Okra, Spinat			Anbauen das ganze Jahr; Bewässerung in der Trockenzeit (November – Mai)									
Tabak							- - - -	• - - - •	—		◆ - - - ◆	

- - - - • Aussaat, pflanzen    - - - - Baumschule
- Jäten    ← - - - → / ← - - - → Dünger / Pestizide
- ◆ - - - ◆ Ernten                      n.J. das nächste Jahr

*Anbaumethoden und -techniken*

Der Feldbau wird ausschließlich als Hackbau betrieben. Im Siedlungsbereich wird in der Regel Daueranbau in den „jardin de case“ betrieben. In diesem System wird Gemüse und Tabak, mit Haushaltsabfall gedüngt, ohne Bewässerung und Pestizide angebaut. Gehöftfern kann das vorherrschende extensive ackerbauliche System als Wechselwirtschaft bezeichnet werden (Weischet 1984). Dabei werden Flächen, die drei bis acht Jahre nicht unter feldbaulicher Nutzung standen und zu Buschbrache geworden sind, in der Trockenzeit gerodet. Ackerflächen werden gereinigt, indem die natürliche Vegetation oder der Graswuchs auf bestehenden Äckern manuell geschnitten und abgebrannt werden. Diese Äcker werden in Abhängigkeit von der Bodenfruchtbarkeit auch drei bis acht Jahre bestellt. Nur Feldkulturen wie Mais und Reis werden tatsächlich künstlich gedüngt. Schädlingsbekämpfungsmittel werden vor allem für Kuhbohne verwendet. Für alle Kulturen wird das Jäten manuell durchgeführt. Bewässerungsfeldbau erfolgt nur im Vorfluterbereich und am Flussufer, wo Gemüsearten in Daueranbau betrieben werden (Abb. 3.5). In diesem Bereich werden auch Dünger und Pestizide eingesetzt. Die Bewässerung erfolgt mit einfachen Wassereimern oder Gießkannen. Ein Kleinbauer besitzt im Dorf eine Motorpumpe, womit er sein Tomatenfeld bewässert (Abb. 3.6).

Ausgesät bzw. gepflanzt wird unterschiedlich, abhängig von der Kultur. Tomaten im System „jardin de case“ sowie Getreidearten wie Hirse, Sorghum, Mais werden hauptsächlich auf „billons“ bestellt (Abb. 3.7). Die ca. 20 bis 30 cm hoch Furchenrücken bringen Nährstoffe an die Oberfläche. Außerdem vermindert die Anbautechnik die Auswirkungen von Überflutungen sowie starker Regenereignisse. Eine modifizierte Form der Furchenrücken wird zum Anbau von Voandzou auf langgezogenen Hängen verwendet: die „mini-billons“ (Abb. 3.7). Diese ähneln „tied ridges“ und bewirken eine Verlangsamung der Erosion sowie ein besseres Regenwassermanagement durch die langsame Infiltration. Eine weitere Innovation der Kleinbauern Ditamari zu Verbesserung des Wassermanagements stellen die „carrés creux“ dar (Abb. 3.7). Diese sind kleine Lehmmulden zum Gemüseanbau im Vorfluter und am Flussufer. Eine besondere Form des Anbaus stellt Yams dar, der auf „buttes“, ca. 50 bis 100 cm hohen Erdhügeln, bestellt wird (Abb. 3.7). Weiterhin wird Tabak auf breiten Planken gehöftnah angebaut (Abb. 3.4). Allgemein verbessern diese Anbautechniken die Verfügbarkeit der Nährstoffe und erleichtern die Nutzung steiniger und flachgründiger Böden. Allerdings könnte die Dauerbearbeitung die Bodenstruktur stören.



Abb. 3.5: Bewässerungslandschaft im Vorfluter und am Flussufer bei den Ditamari (Foto: Runge 2015)



Abb. 3.6: Bewässerung eines Tomatenfeldes mit der Motorpumpe bei den Ditamari; Die Gießkanne wird von der Mehrheit der Kleinbauer verwendet (Foto: Anoumou 2014)

Anders als bei Gemüsearten, die oft in Monokultur angebaut werden, werden auf den meisten Feldern mehrere Kulturpflanzen gleichzeitig kultiviert („Intercropping“ oder „association“), um die Risiken unsicherer Regenereignisse zu mindern. Tab. 3.2 und 3.3 zeigen die Nutzpflanzen, die oft gemischt angebaut werden. Am häufigsten werden Getreidearten mit Hülsenfrüchten (76,19 %) zusammen ausgesät. Auch verschiedene Fruchtfolgen werden von den Kleinbauern verwendet, wobei in 76,09 % der Fällen Getreidearten sukzessiv über drei bis sechs Jahre auf derselben Ackerfläche angebaut werden (Tab. 3.4 und 3.5). Die ersten zwei Anbaujahre werden Hirse und Sorghum angebaut (89,14 %) gefolgt von den anderen Kulturen für weitere ein bis sechs Anbaujahre (Abb. 3.8).



Abb. 3.7: Anbautechniken der Ditamari: a) Tomatenanbau auf „billons“; b) Voandzoukultur auf „mini-billons“ (Fotos: Runge 2014 verändert); c) „battes“ zum Anbau vom Yams; d) „carrés creux“ zum Gemüseanbau im Vorfluter (Fotos: Anoumou 2014 und 2015)

Tab. 3.2: Häufigste gemischte Kulturen bei den Ditamari (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2014 und 2015; N = 46)

Nutzpflanzen	Häufigkeit (%)
Hirse + Kuhbohne	21,43
Sorghum + Kuhbohne	16,67
Mais + Sorghum + Kuhbohne	9,52
Yams + Hirse	7,14

Tab. 3.3: Gemischte Kulturarten bei den Ditamari (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2014 und 2015; N = 46)

Kategorien	Häufigkeit (%)
Getreide + Hülsenfruchte	76,19
Wurzel- und Knollenfrüchte + Getreide	11,90
Getreide + Getreide	7,14
Wurzel- und Knollenfrüchte + Hülsenfruchte	2,38
Wurzel- und Knollenfrüchte + Wurzel- und Knollenfrüchte	2,38
Summe	100

Tab. 3.4: Häufigste Fruchtfolgen bei den Ditamari (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2014 und 2015; N = 46)

Fruchtfolgen	Häufigkeit (%)
Hirse-Sorghum-Hirse-Sorghum-Brache	36,96
Hirse-Sorghum-Hirse-Brache	19,57
Hirse-Sorghum-Hirse-Sorghum-Hirse-Brache	6,52
Hirse-Sorghum-Mais-Brache	6,52
Yams-Sorghum-Yams-Sorghum-Brache	4,35
Summe	100

Tab. 3.5: Fruchtfolgen pro Kategorie bei den Ditamari (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2014 und 2015; N = 46)

Kategorien	Häufigkeit (%)
Getreide über 3 bis 6 Anbaujahre	76,09
Getreide gefolgt von Wurzel- und Knollenfrüchte	8,70
Wurzel- und Knollenfrüchte gefolgt von Getreide	8,70
Getreide gefolgt von Hülsenfrüchte	6,52
Summe	100

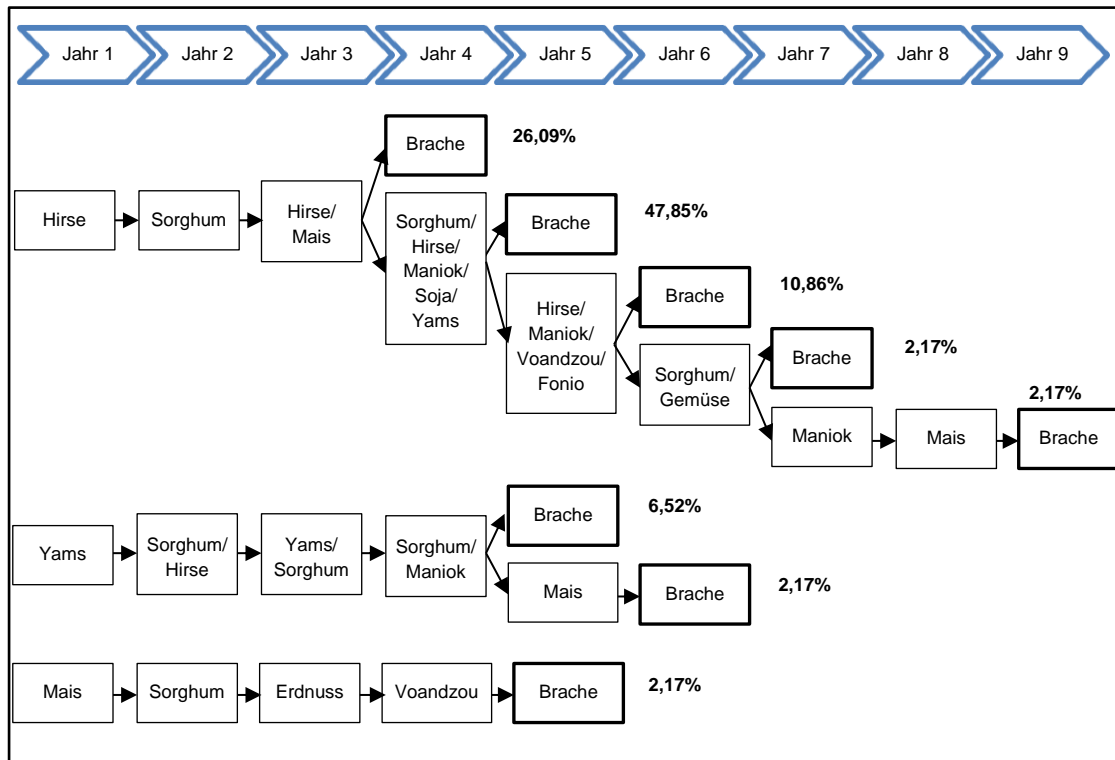


Abb. 3.8: Schematische Darstellung und Häufigkeit der Fruchtfolgen bei den Ditamari (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2014 und 2015)

### Entwicklung der angebauten Flächen

Im Jahr 2015 verfügen die befragten Kleinbauern über Ackerflächen, die zwischen 1 und 10,75 ha groß sind. Fast die Hälfte der Haushalte (47,83 %) verfügen über 3 bis 5,9 ha für den Ackerbau, 36,96 % besitzen Ackerflächen über 6 ha und 15,22 % unter 3 ha (Abb. 3.9). Diese Flächen sind nicht zusammenhängend, sondern in bis zu sieben Parzellen und im ganzen Raum verteilt. Dabei haben 74 % der Befragten insgesamt zwei bis drei Parzellen (Abb. 3.9). Die Kleinbauern bestellen nicht gleichzeitig alle Flächen, worüber sie verfügen, sondern bauen zwischen 0,5 und 6,5 ha an, die ebenfalls parzelliert sind. Hier geben 98 % der Befragten an, dass sie nur einen Teil der verfügbaren Ackerflächen anbauen. 56,52 % der Befragten bauen tatsächlich Flächen zwischen 1 und 2,9 ha an; die zweite Gruppe bestellt Felder, die insgesamt 3 bis 5,9 ha erreichen. Eine Minorität kultiviert Flächen kleiner als 1 ha oder größer als 6 ha (Abb. 3.10). Damit liegt die Nutzungsrate der Ackerflächen zwischen 25 % und 50 % bei mehr als der Hälfte der Haushalte (58,70 %) und zwischen 50 % und 70 % bei 28,26 % der Haushalte.

Die Größe der angebauten Flächen bleibt meist nicht stabil, sondern schwankt im Laufe der Zeit. Hierbei geben 43,48 % der Befragten an, dass sie tendenziell größere Flächen in den letzten drei Dekaden angebaut haben, während 47,83 % das Gegenteil behaupten. Die Gründe einer Abnahme oder eines Anstiegs in den angebauten Flächen sind vielfältig. Die Kleinbauern senken die Größe der bestellten Felder hauptsächlich (96 %) aufgrund einer Verminderung der verfügbaren Arbeitskraft. Meistens sind sie älter geworden und die Familiengröße hat sich verkleinert.



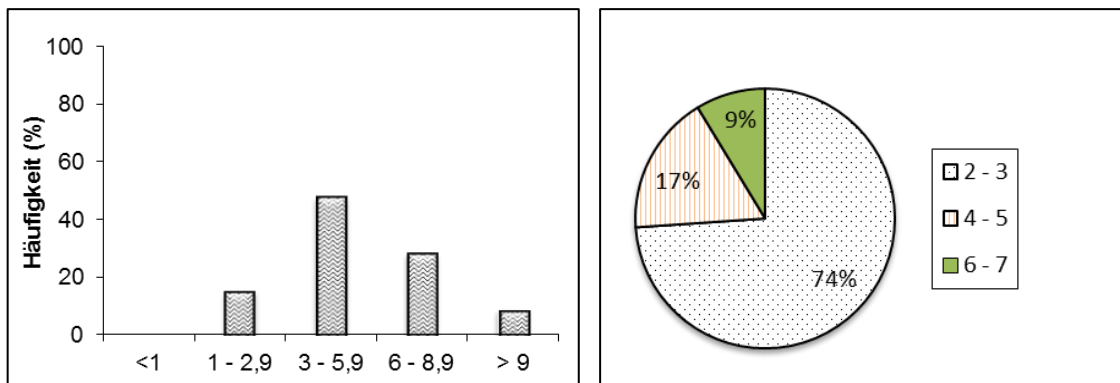


Abb. 3.9: Verteilung der Größe (links) und Anzahl der verfügbaren Ackerflächen bei den Ditamari (N = 46)

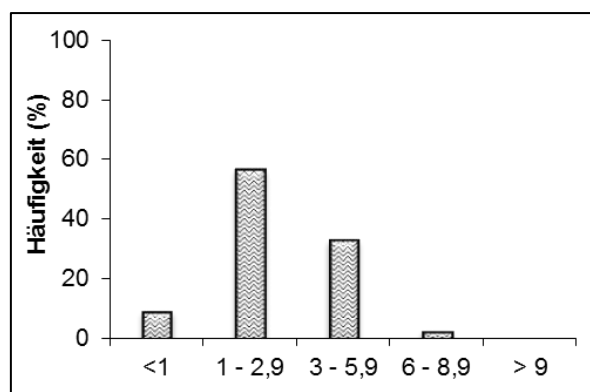


Abb. 3.10: Verteilung der Größe der angebauten Flächen im Jahr 2015 bei den Ditamari (N = 46)

Gleichermaßen erhöhen sie die Größe der Felder, wenn die Familie sich vergrößert und somit mehr Personen zu ernähren sind, aber auch mehr Arbeitskraft zur Verfügung steht. 86 % der Haushalte, die tendenziell größere Flächen in den letzten 30 Jahren angebaut haben, geben diese Gründe an. Hinzu kommt ein dritter Grund, der in der Bodengüte liegt. Ein geringer Anteil der Kleinbauern (14 %) behauptet, dass sie die bestellten Flächen erhöhen mussten, weil die Böden weniger ertragreich geworden sind.

### 2.1.2 Holzkohle- und Sheabutter Produktion

In den ersten Monaten der Trockenzeit erfolgt die Ernte der in der Regenzeit angebauten Kulturen. Bis auf Yams, das im Februar gepflanzt wird und bewässerten Gemüseanbau werden keine landwirtschaftlichen Aktivitäten in den trockenen Monaten (November bis April) getrieben. Während dieser Zeit beschäftigen sich die Kleinbauern mit der Produktion und dem Verkauf von Holzkohle und Sheabutter.

Die Holzkohleproduktion ist bei den Ditamari eine für die Frauen reservierte Aktivität. Sie stellen Holzkohle mit allen verfügbaren Baumarten her, besonders bei finanziellen Schwierigkeiten. Das Holz wird der naturnahen Savanne entnommen und eine Frau ist in der Lage, 500 kg bis 600 kg Holzkohle im Jahr zu produzieren. FAO (1985) gibt an,

dass für die Herstellung einer Tonne Holzkohle ca. 5 t oder 7 m<sup>3</sup> bis 11 m<sup>3</sup> Holz notwendig sind. Eine Umrechnung mit durchschnittlichen Werten ergibt für die 550 kg Holzkohle einen Bedarf an 2,75 t oder 4,95 m<sup>3</sup> Holz. Angegeben, dass tropische Holzsavanne 20 bis 45 m<sup>3</sup>/ha Holz produziert (FAO 1985) bedeutet dies, dass durchschnittlich ca. 0,15 ha für die Produktion von 550 kg Holzkohle im Jahr pro Frau gerodet werden. Beim Verkauf der hergestellten Holzkohle wird ein Gewinn von 16,36 FCFA/Kg in Zeiten des Überflusses und 38,18 FCFA/kg in Zeiten des Mangels erzielt. Das erzielte Einkommen wird verwendet, um finanzielle Schwierigkeiten der Familie zu lösen und möglichst künstlichen Dünger zu kaufen. Diese Tätigkeit ist leider nicht nachhaltig und umweltzerstörend.

Sheabutter wird wie Holzkohle lokal von den Frauen produziert. Der Rohstoff (Sheanüsse) wird entweder kostenlos in der naturnahen Savanne gesammelt oder gekauft. Das Arbeitsmaterial besteht aus den üblichen Haushaltsutensilien wie Kessel, Mahlsteine, Wasserschüsseln und Schalen, Kalebassen, Holzstangen, Mörser und Stampfer. Weitere Ausgaben kommen für den Transport der Butter oder des Öls auf den Markt infrage. Nach Angaben der befragten Frauen im Dorf Dikouan ergibt sich aus der Verarbeitung von 25 kg Sheanüssen 10 l Öl oder 9,25 kg Butter einen Gewinn von 100 bis 180 FCFA/kg (Tab. 3.6). Der gezielte Gewinn dient dem Kauf von Gewürzen, Seife und künstlichem Dünger. Der Ertrag der Verarbeitung beträgt 37 % und ist gering im Vergleich zu den 50 %, die Helvetas für Nord-Benin angibt (Swisscontact & Helvetas Benin 2012). Diese Aktivität wirkt sich leider langfristig belastend auf die Natur aus, da ein hoher Verlust des Rohstoffs erfolgt und das benötigte Holz für die Verarbeitung auch der naturnahen Savanne ohne jegliche Wiederaufforstungsmaßnahme entnommen wird. Für die Frauen stellt die Verarbeitung einen mühsamen Prozess dar, denn die Nüsse werden im Mörser mit dem Stampfer zerkleinert und auf Mahlsteinen gemahlen; alle andere Schritte der Produktion sind auch anstrengende Handarbeiten.

Tab. 3.6: Engagierte Kosten und erzielter Gewinn bei der Produktion und Verkauf von 10 l Sheaöl in Zeiten des Überflusses und des Mangels

	Zeiten des Überflusses	Zeiten des Mangels
Kosten (FCFA)	2000	4500
Sheanüsse (25kg)	0	2500
Transport	2000	2000
Sonstige	0	0
Erzieltes Einkommen (FCFA)	6500 (10 l Öl oder 9,25 kg Butter)	6500 (10 l Öl oder 9,25 kg Butter)
Gewinn	4500	2500
Gewinn pro verarbeitetes Kilo (FCFA/kg)	180	100

### 2.1.3 Tierhaltung

Die Tierzucht stellt eine sekundäre Einkommensquelle für ca. 40 % der Befragten dar, verbraucht aber am wenigstens die natürlichen Ressourcen des Dorfes. Traditionell werden Hühner, Schweine und Ziegen in relativ kleinen Beständen gehalten. Die Kleinbauer Ditamari züchten am liebsten Hühner (70 %) gefolgt von Schafen und Ziegen (40 %). Schweine kommen für 40 % der Befragten an der dritten Stelle (Abb. 3.11). Rinder besitzen nur 6,67 % der Kleinbauer, die das Vieh an Peulhs zum Züchten weitergeben; dieses System wird „confiage“ genannt. Im System „confiage“ gibt der Kleinbauer seine Rinder einem Peulh, der diese mit seinem Vieh züchtet. Als Entschädigung gehört dem Hirten die produzierte Milch.

Die Tiere werden von den Kleinbauern nicht besonders gepflegt, sondern sind zum großen Teil (40 %) der Natur überlassen. 23,33 % der Befragten geben an, zusätzlich die gezüchteten Bestände gelegentlich mit Tierfutter oder Mehresten zu ernähren (Abb. 3.11). 6,67 % der Befragten schneiden Weidegras für die Ziegen und die Schafe. Wie in anderen Ackerbau betreibenden Kulturen Afrikas werden die Nutztiere als Sicherheitsbank angesehen (Haller 2001). Sie werden vor allem verkauft (57 %), aber auch konsumiert (27 %) oder für Rituale bei Festakten (16 %) im Dorf genutzt.

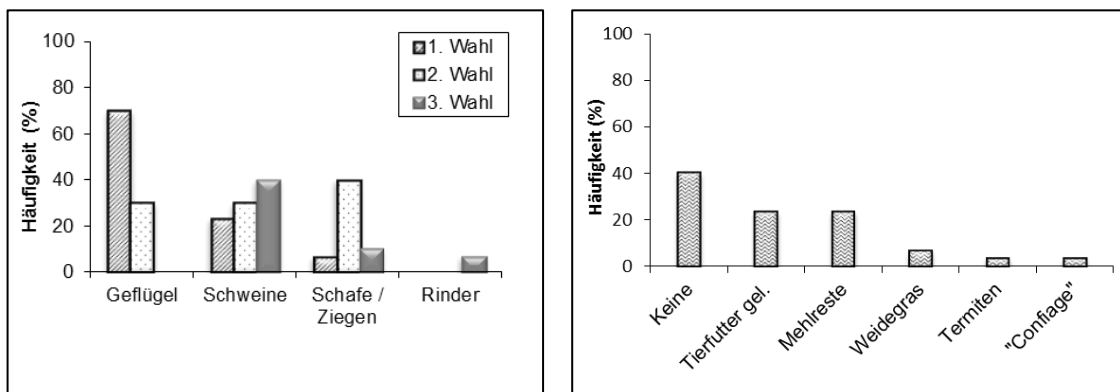
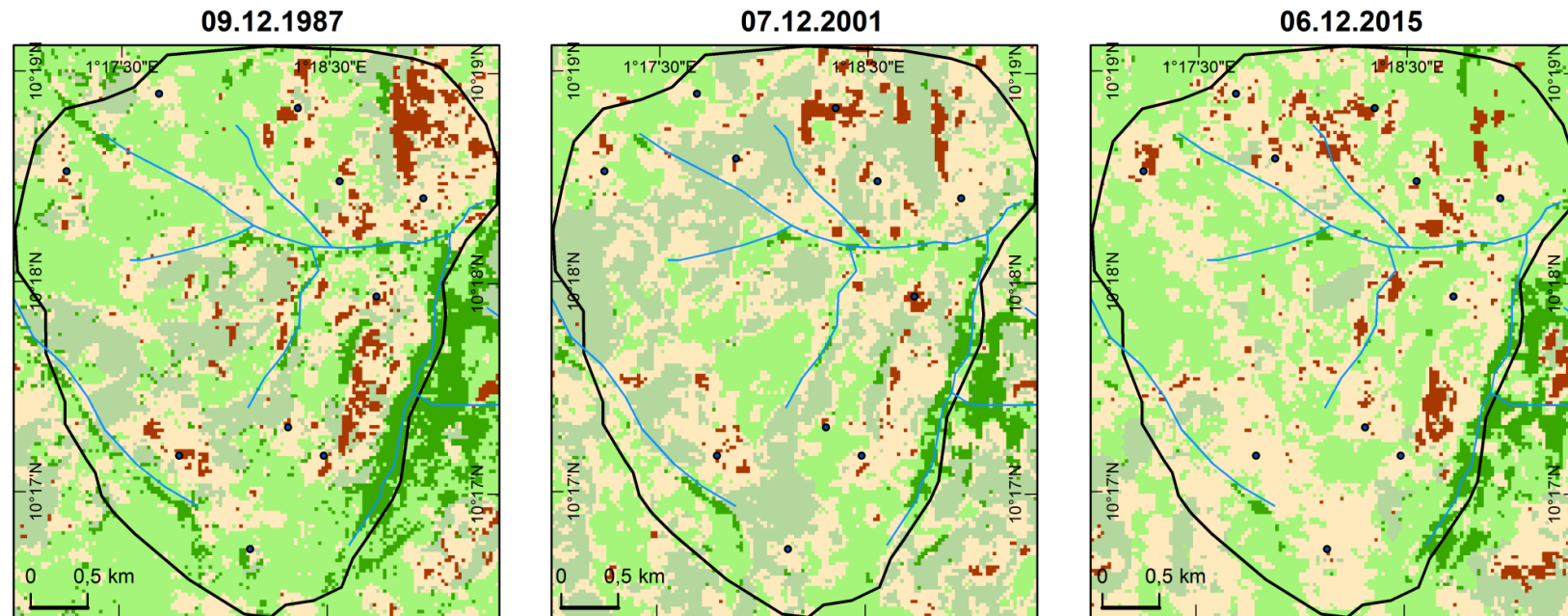


Abb. 3.11: Gezüchtete Nutztiere nach den Vorlieben (links) und ihre Ernährung bei den Ditamari (N = 18)



**Legende**

- Gehöft
- ~~~~ Fließgewässer
- ⬭ Gebiet der Feldarbeit
- Degradierte Fläche
- Felder / Brache
- Gebrannte Savanne
- Baum- und Strauchsavanne
- Savannenwald

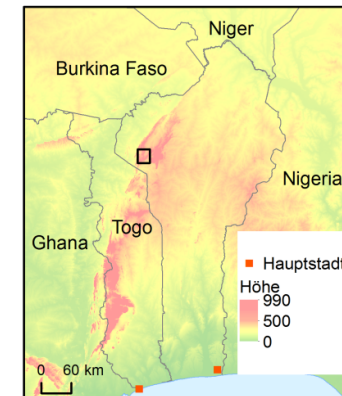


Abb. 3.12: Landnutzungsformen in den Jahren 1987, 2001 und 2015 bei den Ditamari

## 2.2 Landnutzungswandel seit 1987

Die Gesamtgenauigkeit der überwachten Klassifikation des Landsat 5 TM-Bildes vom Dezember 1987 beträgt 95 % und der Kappa-Koeffizient 0,94; die geringste Nutzer Genauigkeit erreicht den Wert von 91 %. Gleichermaßen wird das Landsat 7 ETM+-Bild vom Dezember 2001 mit einer Gesamtgenauigkeit von 99 % und einem Kappa Koeffizient von 0,99 klassifiziert, wobei die geringste Nutzergenauigkeit 97 % beträgt. Für das dritte Referenzjahr 2015 erfolgt die überwachte Klassifikation des Landsat 8 OLI TIRS-Bildes vom Dezember mit einer Gesamtgenauigkeit 98 % und einem Kappa Koeffizient von 0,98 sowie der geringsten Nutzergenauigkeit um 96 %. Damit werden die Voraussetzungen zur Validierung der Ergebnisse der Klassifikation (Thomlinson et al. 1999) für alle drei Bilder erfüllt.

Abb. 3.12 veranschaulicht die aus der Klassifikation erstellten Landnutzungskarten für die drei Studienjahre. 1987 stellt die Baum- und Strauchsavanne die wichtigste Landnutzungsform dar und bedeckt 56,84 % des klassifizierten Gebiets. Die Felder und Brachen kommen mit 28,23 % an der zweiten Stelle. 2001 wächst die von Feldern und Brache eingenommene Fläche und beträgt 36,39 % während die Savanne 56,77 % des klassifizierten Gebietes erreicht. Der Savannenwald schrumpft von 10,38 % der gesamten Fläche im Jahr 1987 auf 4,09 % im Jahr 2001. In diesem Zeitraum nehmen degradierte Flächen, wo teilweise das Ausgangsgestein freigelegt ist, von 4,55 % auf 2,75 % ab. Im Jahr 2015 dominiert die naturnahe Savanne mit 52,52 % weiter die Landschaft, obwohl Felder und Brachen eine leichte Erhöhung erfahren haben; sie bedecken 38,60 % der gesamten Fläche. Die Savannenwaldflächen erreichen 4,88 % des klassifizierten Gebiets. Degradierte Flächen wachsen und erreichen 4 % der Landschaft (Abb. 3.13).

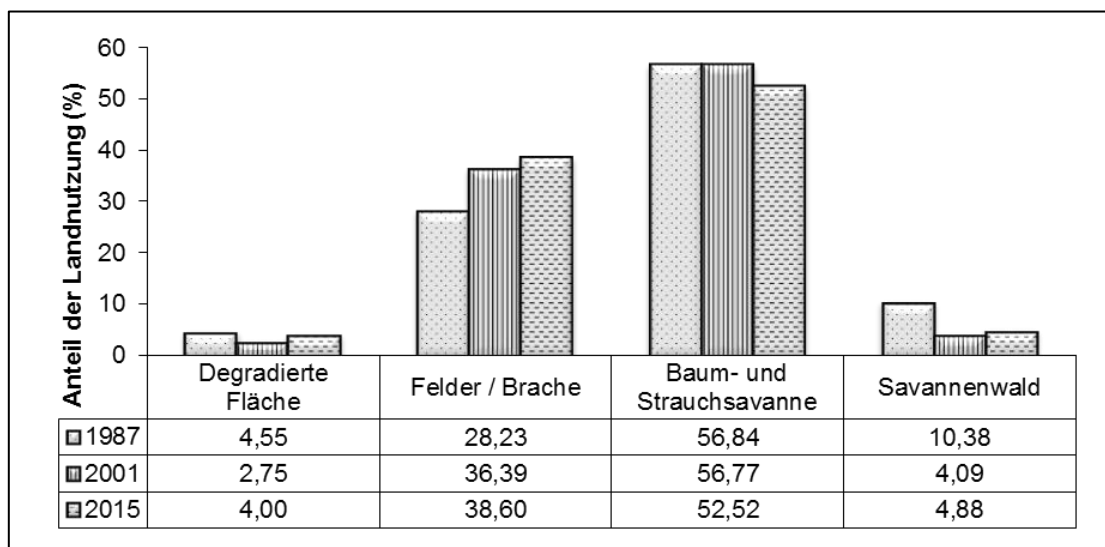


Abb. 3.13: Entwicklung der Landnutzung im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Ditamari

### 2.2.1 Flächendynamik 1987 bis 2001

Im Vergleich zum Jahr 1987 nehmen degradierte Flächen um 39,31 % im Jahr 2001 ab. Insgesamt 75,51 % der Flächen erfahren einen Wandel. Davon werden 53,71 % im Jahr 2001 kultiviert (Felder / Brache). Ein Anteil von 21,80 % ist wieder zu naturnaher Vegetation, hauptsächlich in Form der Savanne, geworden (Tab. 3.7). Allerdings entstehen neue degradierte Flächen im Jahr 2001, vor allem auf Flächen, die 1987 landwirtschaftlich (29,31 %) genutzt oder von der Savanne (29,31 %) bedeckt waren (Tab. 3.8).

Wie bei den degradierten Flächen unterliegen die Felder- und Brachflächen Veränderungen. Verglichen mit dem Jahr 1987 erhält die Landschaft 28,90 % kultivierte Flächen mehr im Jahr 2001. Die Hälfte (50,86 %) der im Jahr 1987 ackerbaulich genutzten Flächen wird weiter kultiviert oder liegt brach. Auf einem Anteil von 45,45 % wächst im Jahr 2001 die naturnahe Savanne. Außerdem werden 2,88 % der Flächen degradiert (Tab. 3.7). Neu entstandene Ackerflächen befinden sich hauptsächlich auf Flächen, die 1987 Baum- und Strauchsavanne (47,16 %) oder Savannenwald (6,70 %) aufwiesen. Hinzu waren sie zu 6,70 % degradierte Flächen im Jahr 1987 (Tab. 3.8).

Die von Baum- und Strauchsavanne bedeckte Fläche sinkt leicht um 0,13 % im Jahr 2001. Fast ein Drittel (32,44 %) der naturnahen Savanne wird im Jahr 2001 kultiviert (30,20 %) und degradiert (1,40 %), ein geringerer Anteil von 0,85 % verbuscht (Tab. 3.7). Hingegen werden neue Savannenflächen aus der Erholung von landwirtschaftlich (22,61 %) genutzten und degradierten (1,73 %) Flächen sowie der Degradierung von Savannenwaldflächen (8 %) gewonnen (Tab. 3.8).

Ähnlich wie die Baum- und Strauchsavanne verkleinern sich Savannenwaldflächen um 60,56 %, wobei 67,47 % der Savannenwaldflächen vom Jahr 1987 von Baum- und Strauchsavanne (43,87 %) und Felder/Brache (23,40 %) im Jahr 2001 eingenommen sind (Tab. 3.7). Wenige neue Flächen entstehen vor allem aus der Verbuschung der Baum- und Strauchsavanne (11,49 %) und der Erholung von Brachflächen (5,75 %) (Tab. 3.8, Abb. 3.14).

Tab. 3.7: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 1987 und 2001 bei den Ditamari

		Jahr 1987			
		Degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Savannenwald
Jahr 2001	Degradierte Fläche	24,49	2,88	1,40	0,20
	Felder / Brache	53,71	50,86	30,20	23,40
	Baum- und Strauchsavanne	21,61	45,45	67,56	43,87
	Savannenwald	0,19	0,81	0,85	32,54
Summe der Klasse		100,00	100,00	100,00	100,00
Veränderung innerhalb der Klasse		75,51	49,14	32,44	67,47
Unterschied 1987 -2001		-39,61	28,90	-0,13	-60,56

Beispiel für Felder/Brache: Im Zeitraum 1987 bis 2001 nehmen die landwirtschaftlich genutzten Flächen um 28,90 % zu. 49,14 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen vom Jahr 1987 erfahren bis zum Jahr 2001 einen Wandel. Dabei sind im Jahr 2001 genau 45,45 % von der Savanne bedeckt und 2,88 % degradiert. 0,81 % standen vermutlich im Waldbereich und werden von diesem wieder bedeckt.

Tab. 3.8: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2001 verglichen mit dem Jahr 1987 bei den Ditamari

		Jahr 1987				
		Degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Savannenwald	Summe
Jahr 2001	Degradierte Fläche	41,38	29,31	29,31	0,00	100,00
	Felder / Brache	6,70	39,43	47,16	6,70	100,00
	Baum- und Strauchsavanne	1,73	22,61	67,66	8,00	100,00
	Savannenwald	0,00	5,75	11,49	82,76	100,00

Beispiel für Felder / Brache: Flächen, 2001 unter landwirtschaftlicher Nutzung stehen, waren zu 39,43 % auch Felder / Brachen in Jahr 1987. Außerdem bedeckte die Savanne einen Anteil von 47,16 %. Degradierte und Waldflächen umfassten jeweils einen Teil von 6,70 %.

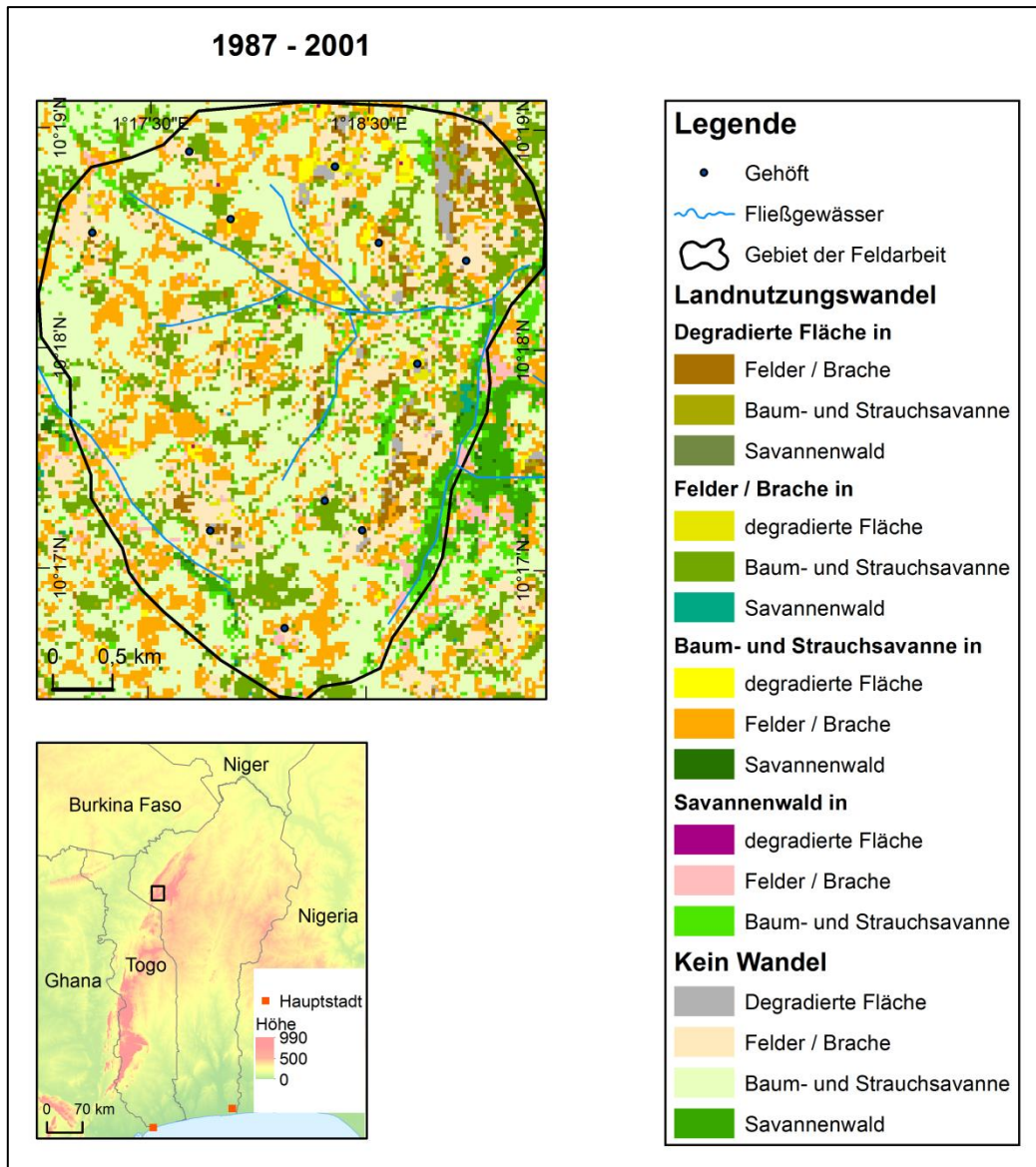


Abb. 3.14: Landnutzungswandel im Zeitraum 1987 bis 2001 bei den Ditamari

### 2.2.2 Flächendynamik 2001 bis 2015

2015 nehmen degradierte Stellen 45,62 % mehr Flächen, wobei 64,52 % der degradierten Flächen von 2001 einen Wandel erfahren. Die Baum- und Strauchsavanne bedeckt 23,96 % dieser Flächen und 40,40 % davon werden in Form von Feldern und Brachen genutzt (Tab. 3.9). Hingegen entstehen degradierte Flächen im Bereich der im Jahr 2001 ackerbaulich genutzten Flächen (46,51 %) und der Baum- und Strauchsavanne (29,07 %) (Tab. 3.10).

Felder- und Brachflächen wachsen um 6,07 % im Jahr 2015. Die Hälfte (50,60 %) der Felder- und Brachflächen vom Jahr 2001 ist hauptsächlich von Baum- und Strauchsavanne (43,05 %) bedeckt, während 5,14 % degradiert werden. Ein geringerer Anteil (2,41 %) entwickelt sich zu Savannenwald (Tab. 3.9). Außerdem werden neue landwirtschaftliche Flächen überwiegend aus der Savanne (49,09 %) gewonnen.



Degradierete (2,91 %) und Savannenwaldflächen (1,46 %) machen nur einen kleinen Anteil aus (Tab. 3.10).

Die Baum- und Strauchsavanne bedeckt 7,49 % weniger Flächen im Jahr 2015 als im Jahr 2001. Mehr als ein Drittel (38,12 %) dieser Flächen unterliegt Veränderungen, wobei 33,38 % der Savannenfläche durch Felder bzw. Brachen im Jahr 2015 ersetzt werden. Ein Anteil von 2,03 % ist degradiert und ein weiterer Teil von 2,71 % verwaldet (Tab. 3.9). Zudem entstehen neue Savannenflächen aus der Erholung von Feldern bzw. Brachen (29,79 %) und degradierten Flächen (1,25 %) sowie in geringerem Maße aus der Degradation von Savannenwaldflächen (2,05 %) (Tab. 3.10).

Savannenwaldflächen erhöhen sich um 19,26 % im Jahr 2015. Hierbei erfahren 39,86 % der ehemaligen Savannenwaldflächen einen Wandel. Sie verteilen sich in Baum- und Strauchsavanne (26,06 %) und Felder bzw. Brachen (13,80 %) (Tab. 3.9). Neue Waldflächen entstehen vor allem aus Verwaldung der Savanne (31,43 %) und Bedeckung von alten kultivierten Flächen (18,10 %) (Tab. 3.10, Abb. 3.15).

Tab. 3.9: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 2001 und 2015 bei den Ditamari

		Jahr 2001			
		Degradierete Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Savannenwald
Jahr 2015	Degradierete Fläche	35,48	5,14	2,03	0,00
	Felder / Brache	40,40	49,40	33,38	13,80
	Baum- und Strauchsavanne	23,96	43,05	61,88	26,06
	Savannenwald	0,15	2,41	2,71	60,14
Summe der Klasse		100,00	100,00	100,00	100,00
Veränderung innerhalb der Klasse		64,52	50,60	38,12	39,86
Unterschied 2001 - 2015		45,62	6,07	-7,49	19,26

Tab. 3.10: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2015 verglichen mit dem Jahr 2001 bei den Ditamari

		Jahr 2001				Summe
		Degradierete Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Savannenwald	
Jahr 2015	Degradierete Fläche	24,42	46,51	29,07	0,00	100,00
	Felder / Brache	2,91	46,60	49,03	1,46	100,00
	Baum- und Strauchsavanne	1,25	29,79	66,90	2,05	100,00
	Savannenwald	0,00	18,10	31,43	50,48	100,00

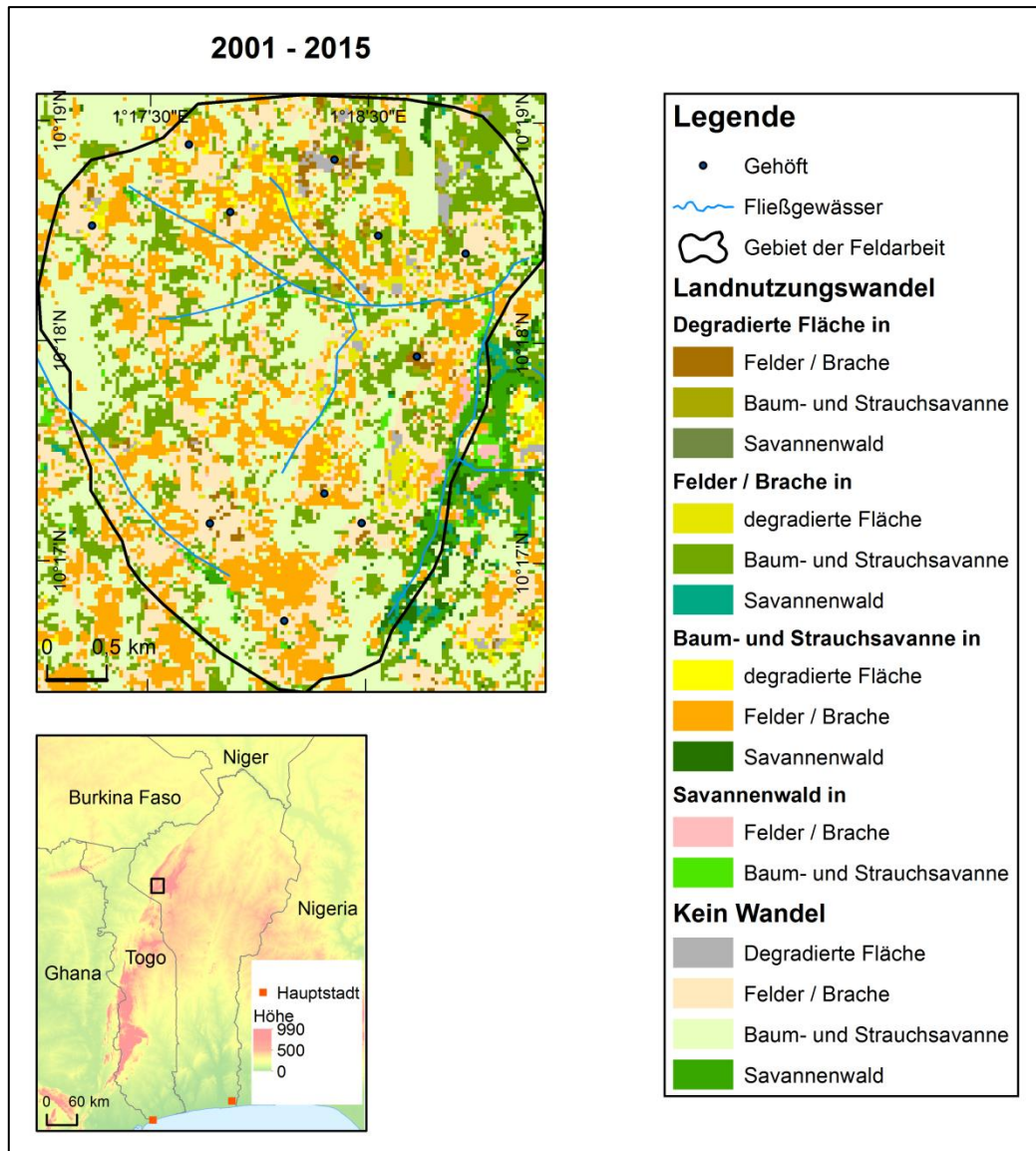


Abb. 3.15: Landnutzungswandel im Zeitraum 2001 bis 2015 bei den Ditamari

### 2.2.3 Flächendynamik 1987 bis 2015

Die Landschaft zeigt 12,06 % weniger degradierte Flächen im Jahr 2015 im Vergleich zum Jahr 1987. Die Mehrheit der ehemaligen degradierten Flächen wird im Jahr 2015 kultiviert (40,45 %). Des Weiteren werden 33,58 % dieser Flächen von der Baum- und Strauchsavanne bedeckt (Tab. 3.11). Der Hauptteil der degradierten Flächen im Jahr 2015 war im Jahr 1987 von Baum- und Strauchsavanne bedeckt (37,65 %) oder wurde landwirtschaftlich genutzt (32,94 %) (Tab. 3.12).

Felder und Brachflächen steigen insgesamt um 36,73 % an, aber verteilen sich unterschiedlich im Raum. 44,60 % der im Jahr 1987 kultivierten Flächen wandeln sich in Baum- und Strauchsavanne während 4,69 % degradiert werden (Tab. 3.11). Allerdings entstehen neue ackerbaulich genutzte Flächen aus der Rodung von Savannen- und Waldsavannenflächen (jeweils 53,58 % und 4,98 %). Außerdem

werden degradierte Flächen (4,74 %) vom Jahr 1987 durch Felder bzw. Brachen ersetzt (Tab. 3.12).

Verglichen mit dem Jahr 1987 sind die von Baum- und Strauchsavanne eingenommenen Flächen im Jahr 2015 um 7,60 % gesunken. Dabei bleibt über die Hälfte (59,31 %) der alten Savannenflächen erhalten. Felder und Brachen nehmen 36,36 % der alten Savannenflächen ein. Ein Anteil von 2,60 % der Flächen sind degradiert und 1,73 % verbuschen (Tab. 3.11). Zudem entstehen Baum- und Strauchsavannenflächen anstelle von Feldern bzw. Brachen (23,98 %), degradierten Flächen (2,94 %) und Waldflächen (8,91 %) (Tab. 3.12).

Der Savannenwald nimmt um 52,97 % im Jahr 2015 im Vergleich zum Jahr 1987 ab. Hierbei erfahren 63,85 % der Flächen, die 1987 vom Wald bedeckt waren, Veränderungen. Sie sind im Jahr 2015 hauptsächlich Baum- und Strauchsavannen (45,13 %) und Felder bzw. Brachen (18,52 %) geworden (Tab. 3.11). Einige Brachfelder (2,88 %) und Savannenflächen (20,19 %) vom Jahr 1987 verbuschen und verdichten die Waldareale (Tab. 3.12, Abb. 3.16).

Tab. 3.11: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 1987 und 2015 bei den Ditamari

		Jahr 1987			
		Degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Savannenwald
Jahr 2015	Degradierte Fläche	25,88	4,69	2,60	0,20
	Felder / Brache	40,45	50,20	36,36	18,52
	Baum- und Strauchsavanne	33,58	44,60	59,31	45,13
	Savannenwald	0,09	0,51	1,73	36,15
Summe der Klasse		100,00	100,00	100,00	100,00
Veränderung innerhalb der Klasse		74,12	49,80	40,69	63,85
Unterschied 1987 - 2015		-12,06	36,73	-7,60	-52,97

Tab. 3.12: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2015 verglichen mit dem Jahr 1987 bei den Ditamari

		Jahr 1987				Summe
		Degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Savannenwald	
Jahr 2015	Degradierte Fläche	29,41	32,94	37,65	0,00	100,00
	Felder / Brache	4,74	36,70	53,58	4,98	100,00
	Baum- und Strauchsavanne	2,94	23,98	64,17	8,91	100,00
	Savannenwald	0,00	2,88	20,19	76,92	100,00

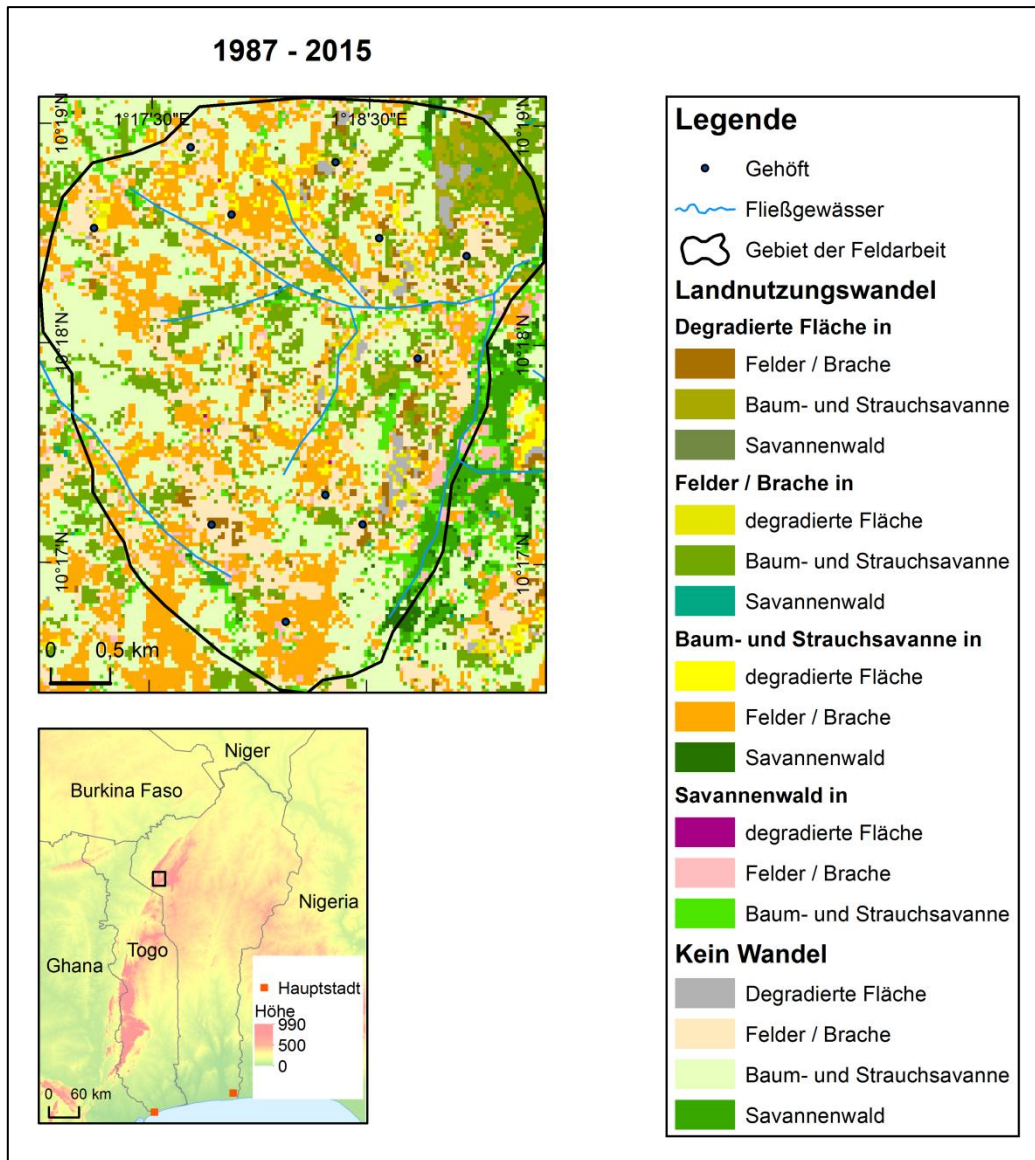


Abb. 3.16: Landnutzungswandel im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Ditamari

## 2.2.4 Synthese und Bewertung

Im Zeitraum von 1987 bis 2015 erfahren Felder bzw. Brachen einen stetigen Anstieg von 36,73 % während die naturnahe Vegetation abnimmt. Die Baum- und Strauchsavanne schrumpft leicht um insgesamt 7,60 %; der degradierte Wald dagegen halbiert sich und geht bis zu 52,97 % zurück. Degradierte Flächen verringern sich um 12,06 %. Diese Tendenz verdeckt allerdings heterogene Entwicklungen in den zwei Hälften der analysierten Periode. Im Zeitraum 1987 bis 2001 wurden mehr Savannenwaldflächen als in der Periode 2001 bis 2015 degradiert. Auch Felder- und Brachflächen erfuhren einen höheren Anstieg in der ersten Periode (1987 bis 2001). Baum- und Strauchsavannenflächen nehmen mehr ab und degradierte Stellen wachsen stärker in der zweiten Periode (2001 bis 2015) (Abb. 3.17).

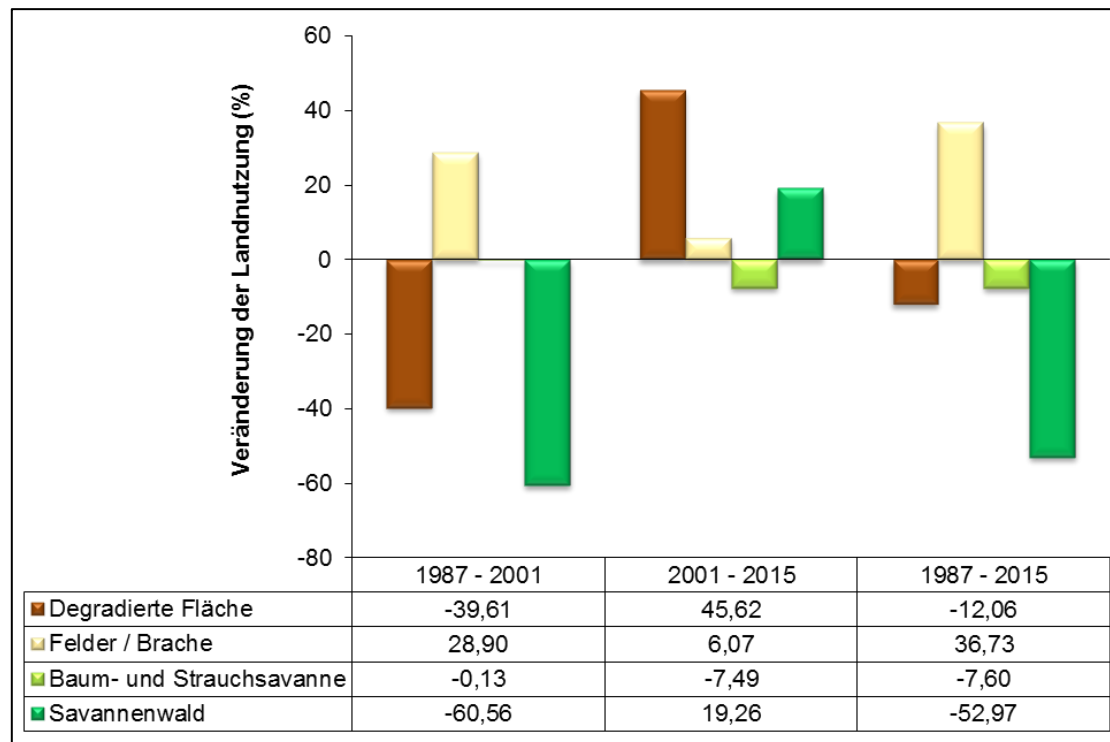
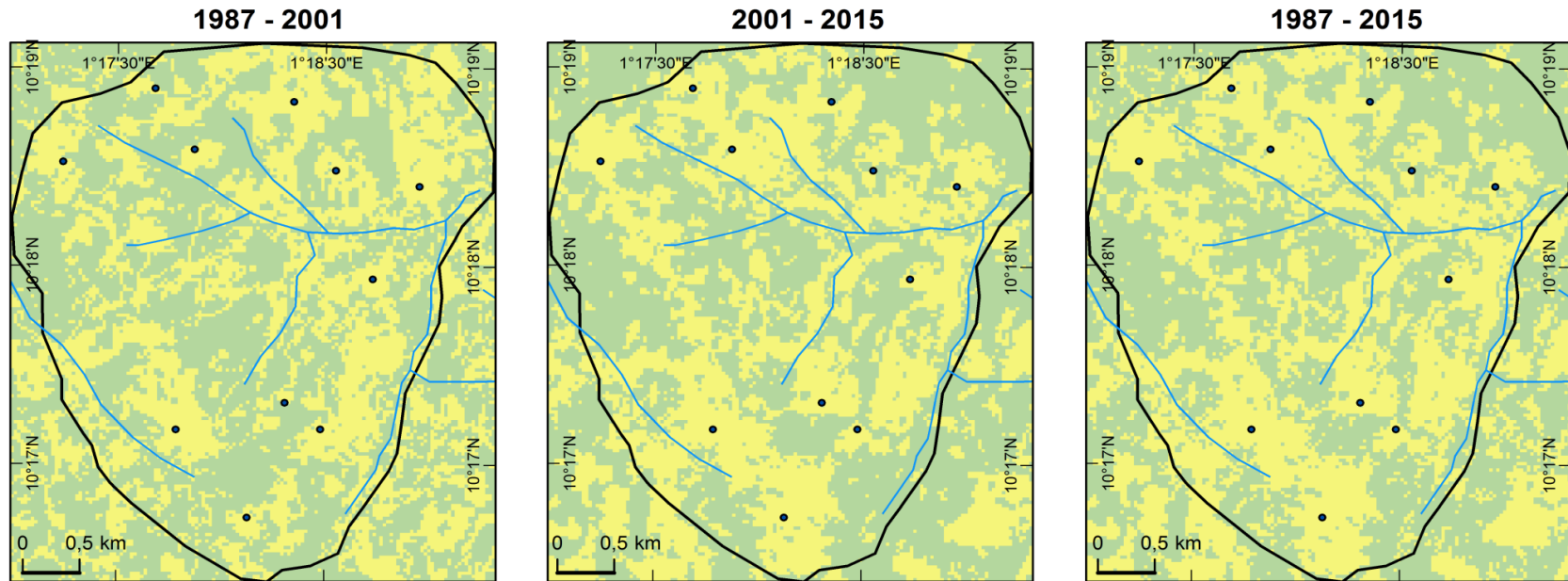


Abb. 3.17: Landnutzungsveränderungen im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Ditamari

Baum- und Strauchsavannen und Felder bzw. Brachflächen stellen im analysierten Gebiet die Hauptlandschaftseinheiten dar und beeinflussen einander. Landwirtschaftliche Flächen werden gewonnen, indem hauptsächlich Savannenflächen gebrannt werden. Umgekehrt entstehen Savannenflächen vor allem aus der Erholung von Feldern bzw. Brachen. Die wenigen Savannenwaldflächen werden zur Baum- und Strauchsavanne degradiert oder zwecks Ackerbaus ganz abgeholzt. Degradierte Flächen entwickeln sich vorwiegend auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und in der Baum- und Strauchsavanne sowie an Stellen, die in der Vergangenheit gebrannt wurden.

Für die Bewertung des Landnutzungswandels wird eine Matrix (Abb. 3.18) entwickelt. Ein positiver Trend (Farbe: grün) bezeichnet einen Wandel hin zu einer Landnutzungs-kategorie mit höherer oder gleichbleibender Bodenbedeckung. Als negativer Trend (Farbe: rot) wird ein Wandel hin zu einer Landnutzungs-kategorie ohne oder mit weniger dichter Vegetationsdecke bewertet. Zum Beispiel ist die Änderung von Brachfeldern in naturnahe Savanne ein positiver Wandel, während die Umwandlung des Waldes in Savanne oder der Savanne in Felder einen negativen Wandel darstellt. Der besondere Fall der landwirtschaftlichen Nutzung von degradierten Flächen wird, obwohl diese einigermaßen bedeckt werden, als negativer Trend bewertet. Der Grund dafür ist, dass solche Flächen wegen den Anbaumethoden sich weiter degradieren können. Landwirtschaftliche Flächen, die keinen Wandel erfahren, befinden sich überwiegend um Gehöfte und Flüsse, wo oft Daueranbau betrieben wird. Dieser Fall wird deswegen auch als negativ bewertet.



**Legende**

- Gehöft
  - ~~~~ Fließgewässer
  - ⬭ Gebiet der Feldarbeit
- Landnutzungswandeltrend**
- Positiv
  - Negativ

		Anfangsjahr			
		Degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Savannenwald
Endjahr	Degradierte Fläche				
	Felder / Brache				
	Baum- und Strauchsavanne				
	Savannenwald				

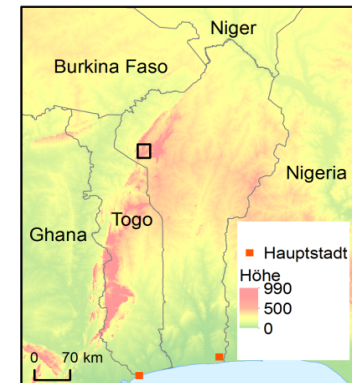


Abb. 3.18: Bewertung des Landnutzungswandels in den letzten drei Dekaden bei den Ditamari

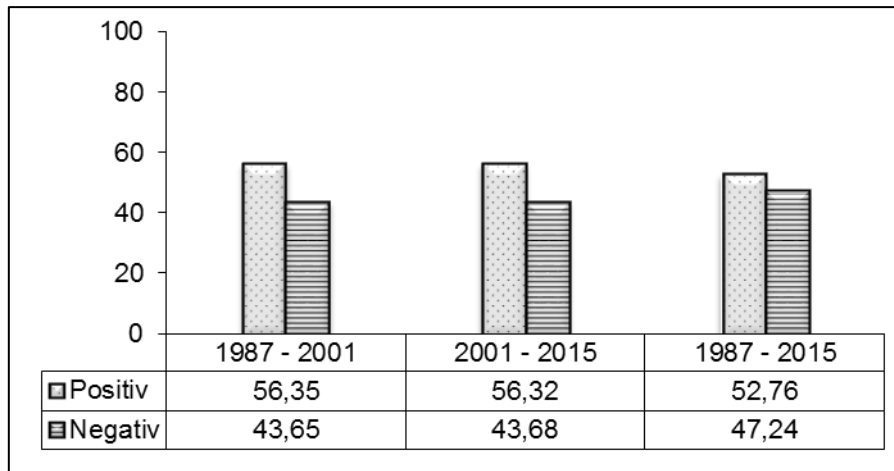


Abb. 3.19: Verteilung des Landnutzungswandeltrends in den letzten drei Dekaden bei den Ditamari

Die Bewertung des Landnutzungswandels in den letzten drei Dekaden stellt Abb. 3.18 dar. Im untersuchten Zeitraum (1987 bis 2015) unterliegt knapp die Hälfte (47,24 %) des analysierten Gebiets Veränderungen, die negativ sind (Abb. 3.19). Dies erfolgt überwiegend um und in der Nähe der Gehöfte sowie entlang der Fließgewässer (Abb. 3.18). Diese Tendenz wird auch für die zwei Perioden von 14 Jahren beobachtet. In den beiden Perioden wird fast derselbe Flächenanteil negativ verändert (43,65 % für den Zeitraum 1987 bis 2001 und 43,68 % für die Periode 2001 bis 2015). In den beiden Perioden werden ca. 0,67 km<sup>2</sup> pro Jahr negativ verändert, während ca. 0,86 km<sup>2</sup> pro Jahr einen positiven Wandel erfahren. Über den gesamten Zeitraum der knapp 30 Jahre werden ca. 0,36 km<sup>2</sup> pro Jahr einem negativen Wandel ausgesetzt, während 0,38 km<sup>2</sup> pro Jahr positiven Trends unterliegen. Dabei hat sich die Landschaft besonders im Nordosten erholt. Diese Standorte waren im Jahr 1987 stark kultiviert und zeigten viele degradierte Flächen. Im Jahr 2015 dominiert dort die naturnahe Savanne. Hingegen entwickelt sich der Süden negativ durch stärkere Kultivierung und einen deutlichen Rückgang der naturnahen Savanne. Die wenigen Waldflächen des Gebietes verschwinden und fragmentieren sich (Abb. 3.12).





### 3. Landnutzung und Landnutzungswandel bei der Ethnie der „Éwé“

#### 3.1 Gegenwärtige Landnutzungsmuster

Die Éwés folgen ebenso einem Ringmuster in der Raumnutzung, die Mehrheit der Häuser liegt in dem Siedlungsbereich (Abb. 3.20). Rund um die Häuser werden Dauerpflanzen wie Kaffee und verschiedene Obstbäume gepflanzt (Plantagewirtschaft, Abb. 3.21). Im dritten und vierten Bereich kommt, ähnlich wie in Dikouan, eine Mischung aus naturnaher Savanne, Feldkulturen und Brachfeldern vor. In der Zone „Feldbau“ werden vor allem Felder bestellt. Die Felder des Buschlands sind oft schwer erreichbar, weswegen naturnahe Savannen an dieser Stelle dominieren.

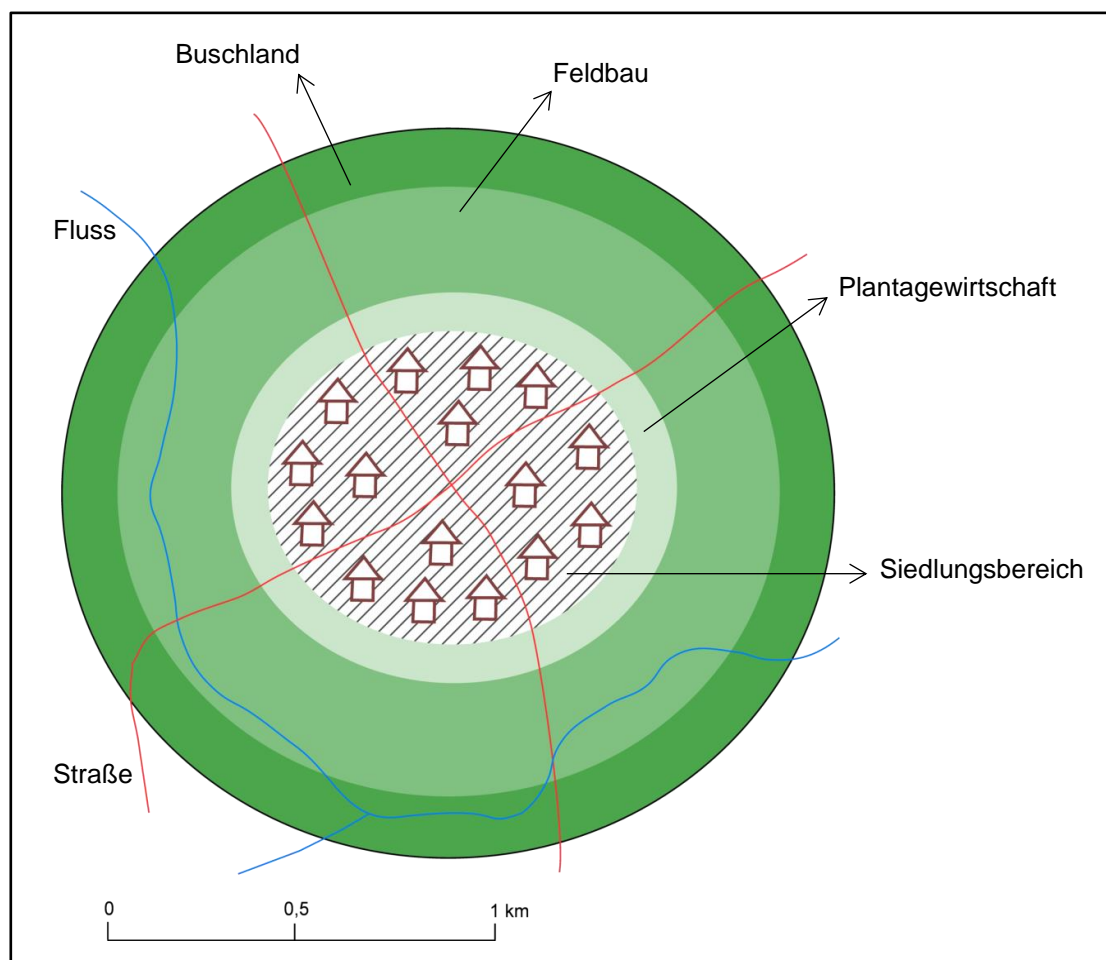


Abb. 3.20: Schematische Darstellung der Landnutzung bei den Éwés im Dorf Amégapé (eigene Darstellung nach Geländearbeiten 2015)



Abb. 3.21: Wellblechgedeckte rechteckige Häuser der Éwés; Im Hintergrund sind Plantage und Obstbäume zu sehen (Foto: Anoumou 2015)

### 3.1.1 Traditioneller Hackbau und Bewässerungstechnik

#### *Angebaute Früchte und Anbaukalender*

Bei den Éwés stellen Mais und Maniok die häufigsten angebauten Kulturen dar. Dazu kommen Yams, Kuhbohne und Reis, die weitere für die Bevölkerung wichtige Nutzpflanzen sind. Hirse wird hier nur in geringem Maße angebaut. Auch die Éwés legen Wert auf den Anbau von Gemüsearten. Hierzu gehören Tomaten, Piment, Paprika (*Capsicum annum*), Aubergine (*Solanum sp.*), Kohl (*Brassica sp.*), Grüne Bohne (*Phaseolus vulgaris*), Okra und Spinat. Außerdem besitzt jeder Kleinbauer Éwé mindestens eine Plantage, wor Kaffee oder Ölpalm oder Obst angepflanzt werden. Bis auf Gemüsearten werden alle Anbaupflanzen hauptsächlich konsumiert und nur der Überschuss verkauft.

Der Anbaukalender der Éwés verdeutlicht die bimodale Verteilung der Regenzeiten (Tab. 3.13). Die Mehrheit der Anbaufrüchte wird in der großen Regenzeit (März bis Juli) ausgesät bzw. gepflanzt. Die zweite Varietät von Yams und manche Gemüsearten wie Piment, Paprika und Aubergine lassen sich in der kleinen Regenzeit (September bis Oktober) pflanzen. Andere Gemüsearten wie Tomate, Grüne Bohne, Okra und Spinat werden in der Trockenzeit gepflanzt und sogar über das ganze Jahr mit entsprechender Bewässerung in den trockenen Monaten des Jahres. Abhängig von der Kultur und der Dauer ihres Aufenthalts auf dem Feld wird ein- bis dreimal manuell gejätet. Erntearbeiten erstrecken sich über das ganze Jahr, wobei der Schwerpunkt in den Monaten der Trockenzeit (August und November bis Februar) liegt.

Bei den Éwés werden ebenfalls die landwirtschaftlichen Aktivitäten von allen verfügbaren Familienmitgliedern durchgeführt. Allerdings gibt es keine Arbeitsteilung mehr nach Angaben der Befragten in Amégapé: Frauen führen dieselben Aktivitäten auf dem Feld wie die Männer durch.

Tab. 3.13: Anbaukalender der Éwés in Amégapé (eigene Darstellung nach Datenerhebung 2015)

Kulturpflanze	Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
<i>Kömerfrüchte</i>												
Mais			• - - - •		↔		◆ - - - ◆					
Reis							• - - - •		—		◆ - - - ◆	
Hirse					• - - - •	—			—		◆ - - - ◆	
<i>Wurzel- und Knollenfrüchte</i>												
Maniok	◆ n.J.		◆	• - - - •			—		—		—	
Yams (Varietät 1)			• - - - •		—		—	◆ - - - ◆				
Yams (Varietät 2)	n.J.		n.J.		n.J.	◆ n.J.				• - - - •		
Taro			• - - - •		—		—	◆ - - - ◆				
<i>Hülsenfrüchte</i>												
Kuhbohnen							• - - - •	↔	← - - - →		◆ - - - ◆	
<i>Gemüse und Sonstige</i>												
Tomate	- - - -	• - - - •	↔	—	◆ - - - ◆							
Piment, Paprika, Aubergine	n.J.	◆ n.J.	—	◆				- - - -	• - - - •	↔	—	
Kohl			• - - - •	↔	—	◆ - - - ◆						
Grüne Bohnen				Anbauen in der Regenzeit; Ernte 3 bis 4 Mal pro Anbaujahr								
Okra, Crin-crin, Spinat				Anbauen das ganze Jahr; Bewässerung in der Trockenzeit								

- - - - • Aussaat, pflanzen    - - - - Baumschule
- Jäten    ↔ / ← - - - → Dünger / Pestizide
- ◆ - - - ◆ Ernten                      n.J. das nächste Jahr



Abb. 3.22: Anbaumethoden und -techniken der Éwés (Fotos: Anoumou 2015)  
 a) Kleinbauer begießt sein Tomatenfeld mit Pestiziden; b) Tonkrug zur Wasseraufbewahrung für die Bewässerung in einem Tomatenfeld



Abb. 3.23: Anbautechniken der Éwés: a) Tomatenanbau auf „billons“; b) Gemüseanbau auf „planches“; c) buttes“ zum Anbau vom Yams; d) Okra und Tomatenanbau direkt auf dem Boden (Fotos: Anoumou 2015)

*Anbaumethoden und -techniken*

Die Éwés betreiben wie die Ditamari ausschließlich Hackbau. Das vorherrschende extensive ackerbauliche System kann auch als Wechselwirtschaft bezeichnet werden (Weischet 1984). Felder werden gerodet und für ein bis vier Jahre kultiviert nach einem Brachliegen von ein bis vier Jahren. Genau wie in Dikouan werden Ackerflächen durch manuelles Schneiden und Brennen der bestehenden Vegetation gereinigt. Bis auf Mais und Gemüsearten, die künstlich gedüngt werden, bauen die Éwés grundsätzlich ohne Dünger an. Gemüsearten sowie Kuhbohnen werden zusätzlich mit Schädlingsbekämpfungsmitteln geschützt (Abb. 3.22). Obwohl Kleinbauern dies nur ungerne angeben, werden auch Herbizide genutzt.

Das System ist hauptsächlich einen Regenfeldbau; nur die Gemüsesorten werden bewässert, wenn sie in der Trockenzeit kultiviert werden. Die Bewässerung erfolgt mit dem Flusswasser, das meistens in Tonkrügen (Abb. 3.22) oder Wasserfässern und Kanistern aufbewahrt wird. Die Kleinbauern begießen die Gemüsefelder in der Trockenzeit mit der Gießkanne oder dem Wassereimer. Nur ein Kleinbauer im Dorf besitzt eine Motorpumpe zur Bewässerung seiner Felder. Der Besitz von Motorpumpen bei mehreren Kleinbauern wäre auch für den kleinen Fluss im Dorf problematisch.

Die Landwirtschaft in Amégapé zeigt nicht so viele Innovationen im Vergleich zu den Ditamari in Dikouan. Nur „billons“ (Furchrücken), „planches“ (breite Planke) und „buttes“ (Erdhügeln) werden auf den Feldern beobachtet (Abb. 3.23). Zur Verlangsamung der Erosion werden sie senkrecht zu der Steigung angelegt. Teilweise wird auch nach der Bodenbearbeitung direkt ohne diese Techniken ausgesät (Abb. 3.23).

Das „Intercropping“ wird auch bei den Éwés verwendet, um die Risiken von Ernteaussfällen zu vermindern. Mehrere Kombinationen werden auf den Feldern beobachtet und von den Befragten genannt (Tab. 3.14 und 3.15). Am häufigsten wird Getreide mit Wurzel- und Knollenfrüchten kombiniert (58,82 %), wobei Mais und Maniok in 31,25 % der Fälle zusammen gepflanzt werden (Abb. 3.24).

Außer dem „Intercropping“ werden auch Fruchtfolgen für eine bessere Nutzung der Bodennährstoffe eingesetzt (Tab. 3.16 und 3.17). In diesem Fall folgen Wurzel- und Knollenfrüchte auf Getreidekulturen (43,33 %) oder werden sukzessiv über drei Jahre angebaut (23,33 %). Die Mehrheit der Fruchtfolgen (53,33 %) fangen mit Mais an, während nur 13,32 % mit Kuhbohne anfangen (Abb. 3.25).



Abb. 3.24: „Intercropping“ bei den Éwés (Fotos: Anoumou 2015)  
Mischkultur Mais - Maniok - Yams (links) und Tomate - Okra (rechts)

Tab. 3.14: Häufigste gemischte Kulturen bei den Éwés (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2015; N = 25)

Nutzpflanzen	Häufigkeit (%)
Mais + Maniok	31,25
Maniok + Reis	15,63
Mais + Kuhbohne	12,50
Kuhbohne + Maniok	6,25

Tab. 3.15: Gemischte Kulturarten bei den Éwés (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2015; N = 25)

Kategorien	Häufigkeit (%)
Getreide + Wurzel- und Knollenfrüchte	58,82
Getreide + Hülsenfruchte	14,71
Hülsenfruchte + Wurzel- und Knollenfrüchte	14,71
Getreide + Getreide	5,88
Wurzel- und Knollenfrüchte + Wurzel- und Knollenfrüchte	5,88
Summe	100

Tab. 3.16: Häufigste Fruchtfolgen bei den Éwés (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2015; N = 25)

Fruchtfolgen	Häufigkeit (%)
Mais+Kuhbohne-Yams / Maniok-Brache	13,33
Mais+Maniok-Brache	6,67
Yams-Brache	6,67
Mais-Maniok+Reis-Brache	6,67
Mais-Reis-Brache / Reis-Mais-Brache	6,67

Tab. 3.17: Fruchtfolgen pro Kategorie bei den Éwés (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2015; N = 25)

Kategorien	Häufigkeit (%)
Getreide gefolgt von Wurzel- und Knollenfrüchte	43,33
Wurzel- und Knollenfrüchte über 1 bis 3 Anbaujahre	23,33
Hülsenfrüchte gefolgt von Getreide oder Wurzel- und Knollenfrüchte	10,00
Getreide mit oder ohne Hülsenfrüchten über 2 Anbaujahre	10,00
Wurzel- und Knollenfrüchte gefolgt von Getreide	6,67
Hülsenfrüchte über 1 bis 2 Anbaujahre	6,67
Summe	100

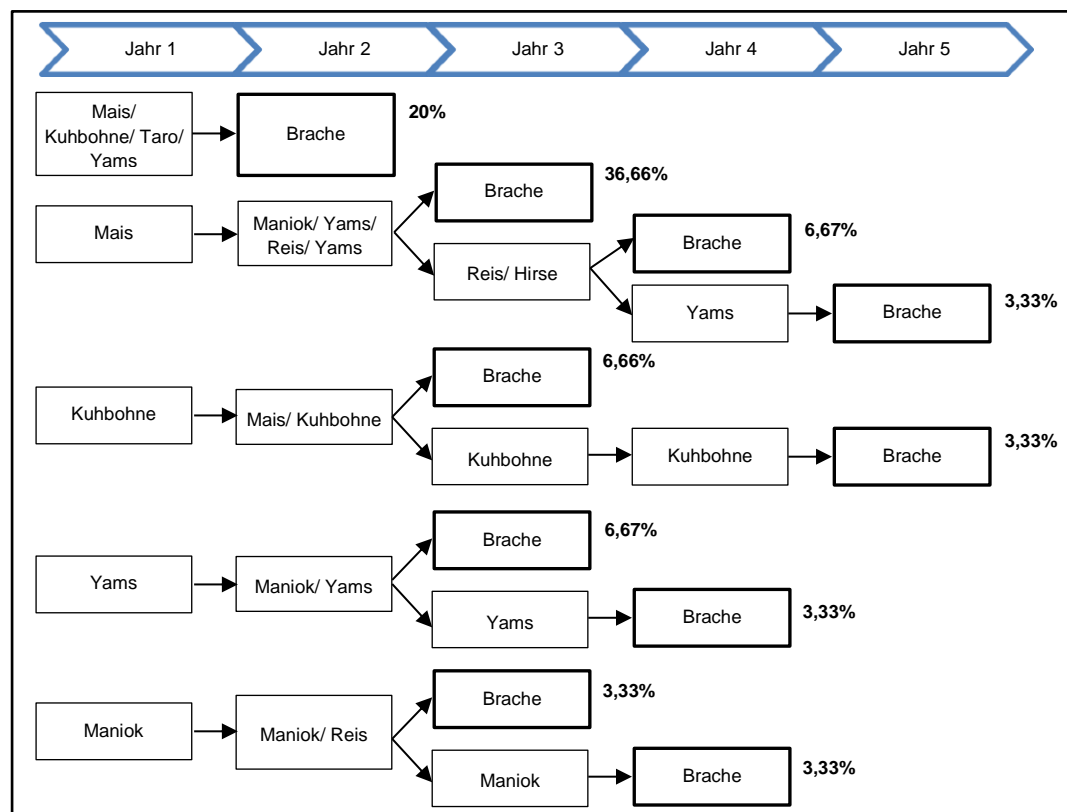


Abb. 3.25: Schematische Darstellung und Häufigkeit der Fruchtfolgen bei den Éwés (nach Haushaltsbefragungen 2015 erstellt)

*Entwicklung der angebauten Flächen*

Im Jahr 2015 verfügen die Kleinbauern Éwés durchschnittlich über 2,52 ha, die sich durchschnittlich auf vier Felder verteilen. Dieser Wert umfasst Ackerflächen kleiner als 1 ha bei 12,50 % der Befragten und bis 10 ha bei einem Anteil von 8 %. Die Mehrheit (62,50 %) der bestellten Äcker liegt zwischen 1 und 2,9 ha (Abb. 3.26). Die Flächen sind stärker parzelliert als bei den Ditamari, wobei 46 % der Befragten vier bis fünf Landstücke besitzen (Abb. 3.26). Während 29 % der Befragten alle Flächen nutzen, über die sie verfügen, bebauen 71 % nur einen Teil davon. Die angebauten Flächen betragen durchschnittlich 0,97 ha und variieren von 0,3 ha bis 2,25 ha. Über die Hälfte der befragten Haushalte (54 %) kultivieren klein parzellierte Flächen von insgesamt 1 bis 2,9 ha; die restlichen Haushalte (46 %) bauen Flächen weniger als 1 ha an (Abb. 3.27). Somit werden kleine Ackerflächen bestellt, die nur teilweise für den Lebensunterhalt der Familie reichen. Die Nutzungsrate der Flächen erreicht maximal 50 % für die Hälfte der Befragten, liegt aber bei 90 bis 100 % für das Drittel (33 %).

Genauso schwankt auch die Größe der bestellten Ackerflächen im Laufe der Zeit. 45,83 % der Befragten behaupten, dass sie die angebaute Fläche in den letzten 30 Jahren tendenziell erhöht haben. Dies soll vor allem an abnehmender Ertragsfähigkeit der Böden (54 %) liegen. Des Weiteren spielt das Anwachsen der Haushaltsgröße (27 %) und der verfügbaren Arbeitskraft (19 %) eine wichtige Rolle bei dieser Entscheidung. Hingegen ist die Größe der bestellten Äcker im Laufe der letzten drei Dekaden bei 45,83 % der Kleinbauern gesunken, weil die verfügbare Arbeitskraft sich vermindert hat. Für ca. 10 % dieser Gruppe hängt die Größe der angebauten Fläche von den Vorräten des vorherigen Jahres ab.

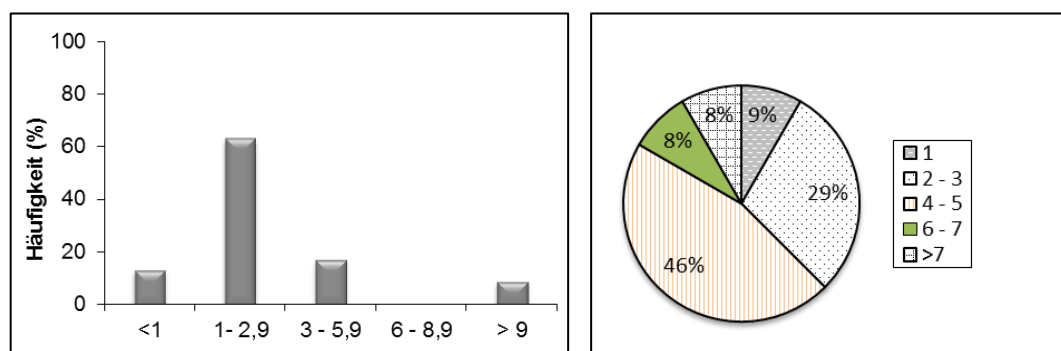


Abb. 3.26: Verteilung der Größe (links) und Anzahl der verfügbaren Ackerflächen bei den Éwés (N = 24)

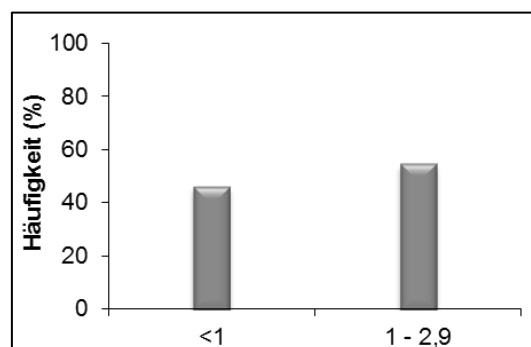


Abb. 3.27: Verteilung der Größe der angebauten Flächen im Jahr 2015 bei den Éwés (N = 24)



### 3.1.2 Plantagenwirtschaft

Das Dorf Amégapé liegt in der ökologischen Zone IV der halb-immergrünen Wälder, die günstige Bedingungen zum Kaffee- und Kakaoanbau sowie für das Wachstum mehrerer Obstbäume bieten (Brunel 1981). Plantagen werden in der Nähe der Siedlungen gepflanzt. Die Mehrheit der befragten Kleinbauern (64 %) besitzen eine Kaffeeplantage, die im Durchschnitt 30 Jahre alt und 0,74 ha groß ist. An der zweiten Stelle kommen Ölpalmen bei 56 % der Befragten, die Plantagen sind im Durchschnitt 0,45 ha groß und 14 Jahre alt (Tab. 3.18). Obstbäume, besonders Bananenstauden wachsen in der Nähe jeder Siedlung, aber Obstplantagen besitzen nur 48 % der Befragten. Avocado und Banane werden am häufigsten gepflanzt, wobei die Flächen im Durchschnitt 0,28 ha erreichen und 14 Jahre alt sind.

Wie allgemein in Togo sind die Erträge der alten Kaffeeplantagen gering und variieren zwischen 127 und 220 kg/ha. Die Produktion wird entweder von Einzelhändlern oder Genossenschaften gekauft. Der Kaufpreis unterscheidet sich von 500 bis 900 FCFA/kg, wobei niedrige Preise wie 150 und 350 FCFA/kg in Notfällen erreicht werden können. Obstplantagen sind wenig gewinnbringend, da das Obst aufgrund fehlender Aufbewahrungsmöglichkeiten in Zeiten des Überflusses sehr billig verkauft wird oder verfault.

Ölpalmen finden aufgrund der Vielfalt ihrer Produkte ein neues Interesse bei den Kleinbauern in Amégapé und die kleinen Plantagen haben sich besonders in den letzten zehn Jahren im Dorf verbreitet. Die Palmfrüchte werden teilweise konsumiert und zum großen Teil zu Palmöl verarbeitet, das auf den Märkten der umliegenden Städte verkauft wird. Der getrocknete Ölkuchen wird als Brennstoff verkauft (Abb. 3.28). Die Palmkerne landen auch auf dem Markt entweder roh oder als Palmkernöl (Abb. 3.28). Weiterhin wird der Baum gefällt, wenn er nicht mehr produktiv ist und aus dem Saft ein stark alkoholhaltiges Getränk „sodabi“ produziert und verkauft (Abb. 3.29). Dadurch erzeugen Ölpalm- und Kaffeeplantagen ein zusätzliches Einkommen für die Kleinbauern Ewés.

Tab. 3.18: Merkmale der Plantagen bei den Éwés (erstellt nach Haushaltsbefragungen 2015; N = 24)

	Kaffee	Ölpalme	Obst
Anteil der Befragten (%)	64	56	48
Durchschnittliche Größe (ha)	0,74	0,45	0,28
Minimale Größe (ha)	0,14	0,1	0,05
Maximale Größe (ha)	4	2	0,73
Durchschnittliches Alter der Plantage (Jahr)	30,69	14,75	14



Abb. 3.28: Palmkerne (links) und Ölkuchen (Foto: Anoumou 2014)



Abb. 3.29: Gefallene Ölpalme (links); Kleinbauer schafft die Bedingungen zum Ausfluss des Safts (Palmwein), der in „sodabi“ destilliert wird (Foto: Anoumou 2014)

### 3.1.3 Tierhaltung

Die Tierzucht stellt eine sekundäre Einkommensquelle für nur 10 % der Befragten dar und verbraucht minimal das Land. Traditionell werden vor allem Schafe und Ziegen, Hühner sowie Schweine gezüchtet. Anders als die Ditamari züchten die Kleinbauer Éwés am liebsten Schafe und Ziegen (60 %) gefolgt von Hühnern (40 %) (Abb. 3.30 und 3.31). Schweine kommen für 10 % der Befragten an der dritten Stelle. Wie bei den Ditamari wird kein großer Wert auf die Pflege der Tiere gelegt. Sie sind oft der Natur überlassen (40 %) oder werden mit Ästen (50 %) und Weidegras (10 %) ernährt, wobei die letzten zwei Nahrungsformen nur für Schafe und Ziege gelten (Abb. 3.30). Die Nutztiere werden vor allem verkauft (55 %) und konsumiert (45 %).

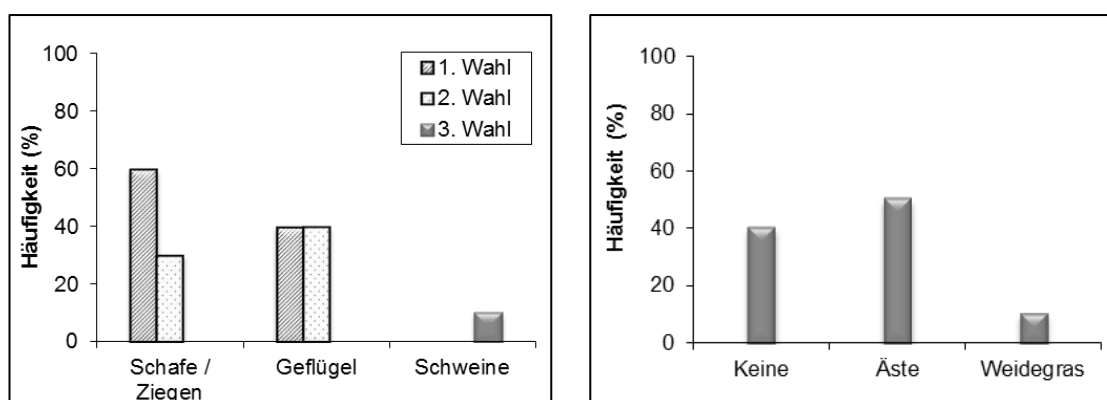
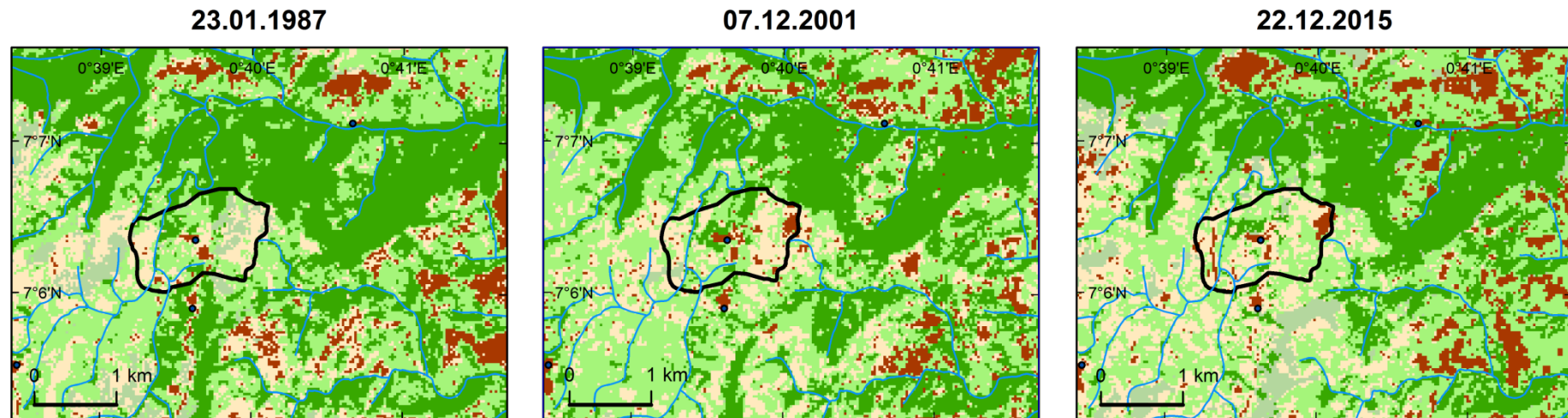


Abb. 3.30: Gezüchtete Nutztiere nach den Vorlieben (links) und ihre Ernährung bei den Éwés (N = 10)



Abb. 3.31: Hühner und Ziegen im Dorf Amégapé (Foto: Anoumou 2015)

**Legende**

- Dorf
- Fließgewässer
- Gebiet der Feldarbeit
- Gebrannte Savanne
- Baum- und Strauchsavanne
- Degradierter Regenwald
- Felder / Brache
- Bebaute / degradierte Fläche

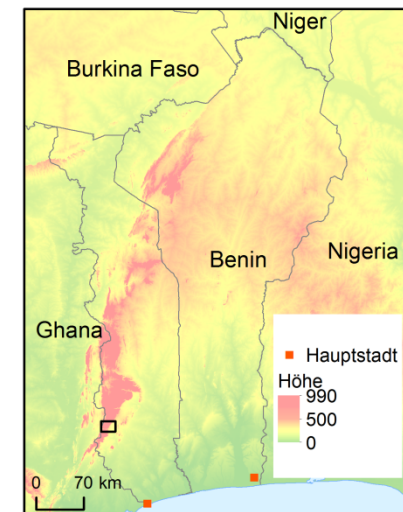


Abb. 3.32: Landnutzungsformen in den Jahren 1987, 2001 und 2015 bei den Éwés

### 3.2 Landnutzungswandel seit 1987

Die überwachte Klassifikation des Landsat 5 TM-Bildes vom Januar 1987 ergibt eine Gesamtgenauigkeit von 99 % und einen Kappa Koeffizient von 0,98; Dabei beträgt die geringste Nutzer Genauigkeit 93 %. Beim Landsat 7 ETM+-Bild vom Dezember 2001 erreicht die Gesamtgenauigkeit 98 % mit einem Kappa Koeffizient von 0,98, wobei die geringste Nutzer Genauigkeit bei 97 % liegt. Das Landsat 8 OLI TIRS-Bild vom Dezember 2015 wurde mit einer Gesamtgenauigkeit von 98 % und einem Kappa Koeffizient von 0,98 sowie der geringsten Nutzer Genauigkeit um 93 % klassifiziert. Damit können die Ergebnisse der Klassifikation für alle drei Bilder nach Thomlinson et al. (1999) validiert werden.

Abb. 3.32 stellt die aus der Klassifikation erstellten Landnutzungskarten für die drei Studienjahre dar. 1987 ist die Landschaft vor allem von degradiertem Regenwald mit 40,70 % der gesamten Fläche dominiert. Die Baum- und Strauchsavanne kommt mit 39,34 % an der zweiten Stelle, gefolgt von Feldern und Brachflächen, die nur 13,76 % der gesamten Landschaft einnehmen. Zu dieser Zeit werden 6,20 % des Gebiets bebaut bzw. degradiert. Nach 14 Jahren im Jahr 2001 nimmt der degradierte Regenwald ab und erreicht 35,95 % der Landbedeckung während die Savannenflächen zunehmen und 42,92 % der Landschaft bedecken. Auch Felder und Brachen sowie bebaute und degradierte Flächen steigen an und machen jeweils 14,09 % und 7,04 % der Landschaft aus. Im Jahr 2015 verkleinern sich die Waldflächen weiter und umfassen nur noch 31,17 % der gesamten Fläche. Die Baum- und Strauchsavanne nimmt noch zu und bedeckt 43,56 % des Gebiets. Die kultivierten und die bebauten bzw. degradierten Flächen erreichen jeweils 16,23 % und 9,05 % des Gebiets (Abb. 3.33).

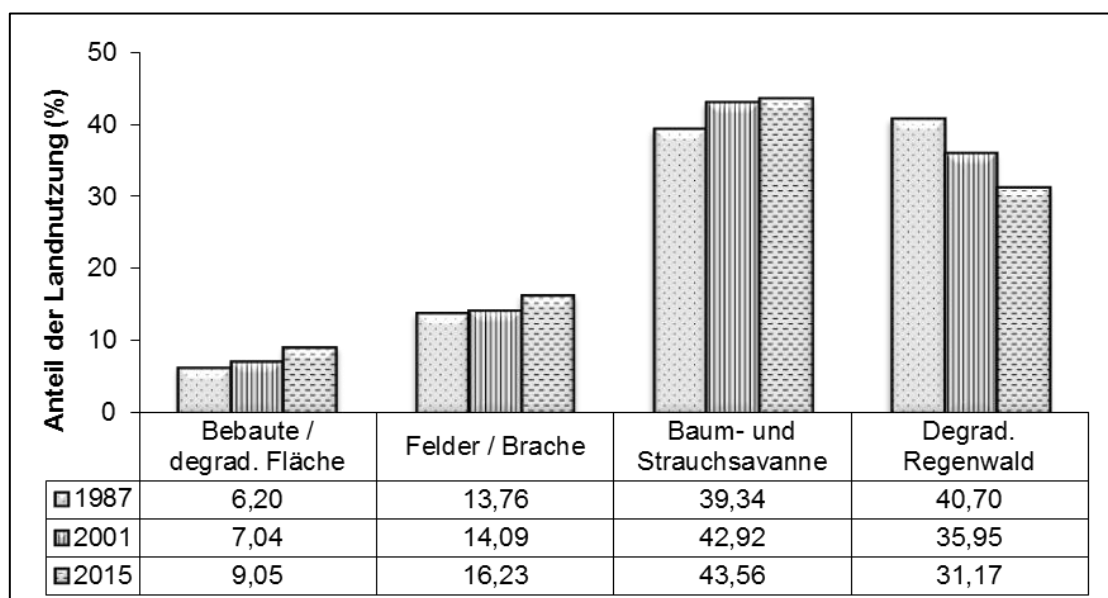


Abb. 3.33: Entwicklung der Landnutzung im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Éwés

### 3.2.1 Flächendynamik 1987 bis 2001

Im Jahr 2001 nehmen bebaute bzw. degradierte Flächen um 13,49 % zu, wobei 48,06 % der im Jahr 1987 degradierten Flächen von der Savanne bedeckt werden. Auf 19,01 % der alten degradierten Flächen wird im Jahr 2001 Ackerbau betrieben (Tab. 3.19). Neu entstandene bebaute bzw. degradierte Flächen befinden sich hauptsächlich im Bereich der Savannenflächen (49,48 %) und der kultivierten Flächen (16,67 %) sowie in geringerem Maße in den Waldflächen (6,77 %) vom Jahr 1987 (Tab. 3.20).

Die angebauten bzw. brachliegenden Flächen steigen um 2,37 % im Jahr 2001 an. Allerdings werden 57,54 % der alten kultivierten Flächen der naturnahen Savanne belassen. Des Weiteren sind 8,55 % der im Jahr 1987 kultivierten Flächen degradiert (Tab. 3.19). Zudem werden landwirtschaftliche Flächen im Jahr 2001 durch Rodung der Savanne (53,13 %) und des Waldes (10,68 %) gewonnen. Auch ein Anteil (8,33 %) der degradierten Flächen wird kultiviert (Tab. 3.20).

Die Baum- und Strauchsavanne bedeckt im Jahr 2001 genau 9,11 % Flächen mehr als im Jahr 1987. Dabei werden 42,38 % der Savannenflächen hauptsächlich in Felder bzw. Brachflächen (18,96 %) und Waldflächen (14,56 %) sowie degradierte bzw. bebaute Flächen (8,86 %) umgewandelt (Tab. 3.19). Neue Savannenflächen entstehen hauptsächlich aus der Degradation von Waldflächen (21,84 %) sowie der Erholung von Feldern bzw. Brachflächen (18,43 %) und degradierten Flächen (6,91 %) (Tab. 3.20).

Waldflächen gehen um 11,67 % im Jahr 2001 zurück, wobei 27,91 % der alten Waldflächen in Baum- und Strauchsavanne (22,99 %) und Felder bzw. Brachen (3,73 %) gewandelt werden (Tab. 3.19). Zudem verwalden einige Baum- und Strauchsavannenflächen (15,90 %) und werden dem Wald zugeordnet (Tab. 3.20, Abb. 3.34).

Tab. 3.19: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 1987 und 2001 bei den Éwés

		Jahr 1987			
		Bebaute / degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauch- savanne	Degradierter Regenwald
Jahr 2001	Bebaute / degradierte Fläche	30,54	8,55	8,86	1,19
	Felder / Brache	19,01	28,54	18,96	3,73
	Baum- und Strauchsavanne	48,06	57,54	57,62	22,99
	Degradierter Regenwald	2,39	5,36	14,56	72,09
Summe der Klasse		100,00	100,00	100,00	100,00
Veränderung innerhalb der Klasse		69,46	71,46	42,38	27,91
Unterschied 1987 - 2001		13,49	2,37	9,11	-11,67

Tab. 3.20: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2001 verglichen mit dem Jahr 1987 bei den Éwés

		Jahr 1987				
		Bebaute / degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauch- savanne	Degradierter Regenwald	Summe
Jahr 2001	Bebaute / degradierte Fläche	27,08	16,67	49,48	6,77	100,00
	Felder / Brache	8,33	27,86	53,13	10,68	100,00
	Baum- und Strauchsavanne	6,91	18,43	52,82	21,84	100,00
	Degradierter Regenwald	0,41	2,04	15,90	81,65	100,00

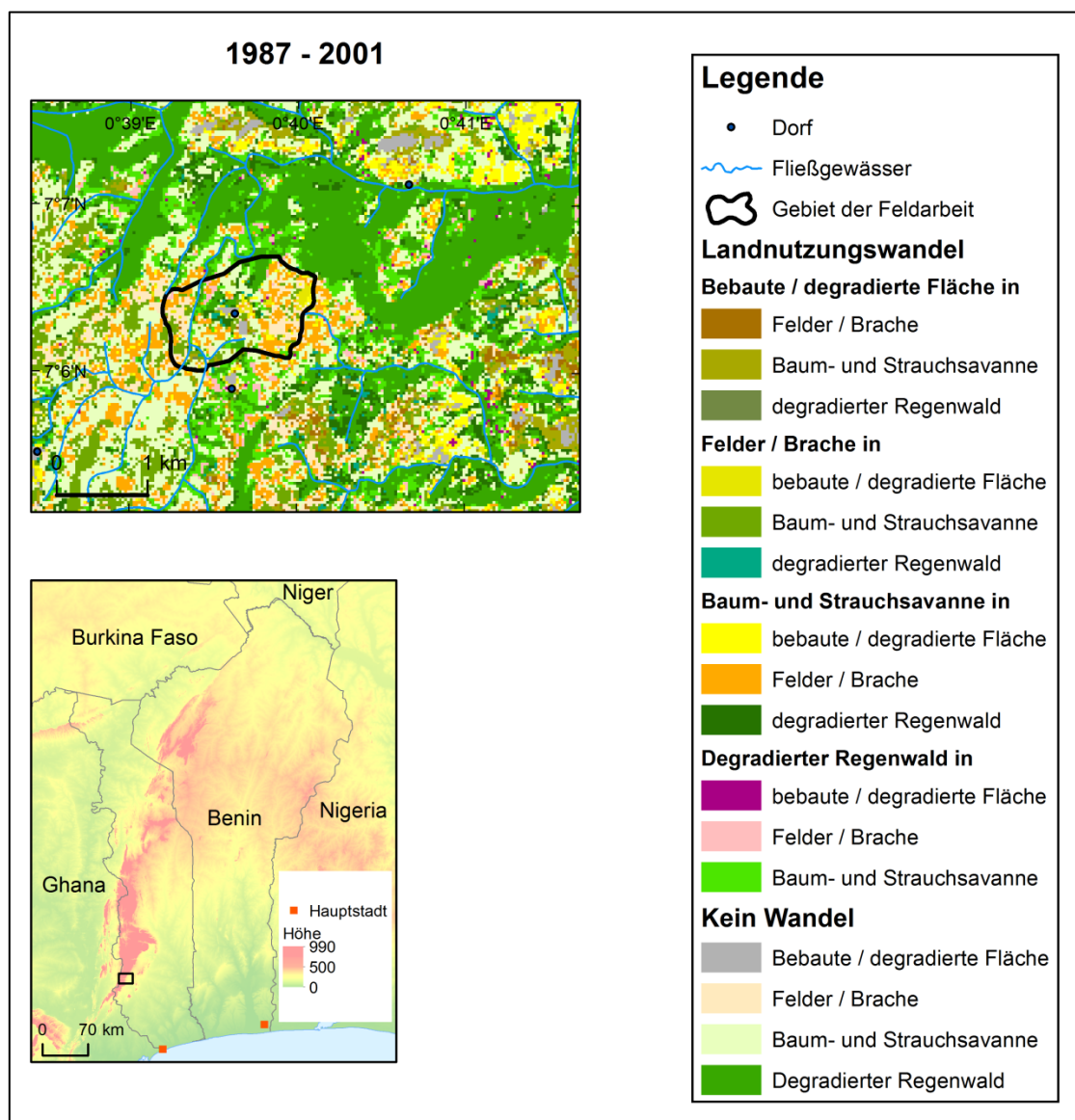


Abb. 3.34: Landnutzungswandel im Zeitraum 1987 bis 2001 bei den Éwés

### 3.2.2 Flächendynamik 2001 bis 2015

Im Jahr 2015 erhöhen sich die bebauten bzw. degradierten Flächen um 28,54 %, wobei über die Hälfte (57,18 %) der alten degradierten Flächen vorwiegend von der Baum- und Strauchsavanne (45,06 %) bedeckt werden. Ein geringerer Anteil wird von Feldern bzw. Brachen (8,80 %) und Waldflächen (3,32 %) eingenommen (Tab. 3.21). Neue bebaute bzw. degradierte Flächen entstehen hauptsächlich im Bereich der Savanne (44,31 %) und der angebauten Flächen (15,85 %) (Tab. 3.22).

Felder bzw. Brachflächen erfahren einen Zuwachs von 15,20 % innerhalb der 14 Jahre. Hierbei wächst die Baum- und Strauchsavanne auf 51,63 % der im Jahr 2001 kultivierten Flächen während ein Anteil von 10,25 % im Jahr 2015 degradiert ist (Tab. 3.21). Im Jahr 2015 werden hauptsächlich die Baum- und Strauchsavanne (59,14 %) und der Wald (6,77 %) für die Landwirtschaft gerodet (Tab. 3.22).

Die Baum- und Strauchsavanne nimmt 1,47 % Flächen mehr im Jahr 2015 ein und fast die Hälfte (41,97 %) der alten Savannenflächen werden kultiviert (22,37 %) oder degradiert bzw. bebaut (9,33 %). Ein Anteil von 10,26 % verbuscht und wird dem degradierten Wald zugeordnet (Tab. 3.21). Zudem werden Baum- und Strauchsavannenflächen durch die Erholung von Ackerflächen (16,72 %) sowie degradierten Flächen (7,31 %) und die Degradierung von Waldflächen (18,82 %) gewonnen (Tab. 3.22).

Die vom Wald eingenommene Fläche verringert sich um 13,31 %, wobei 27,55 % der alten Waldbestände in Baum- und Strauchsavanne (22,82 %) und Felder bzw. Brachen (3,10 %) umgewandelt oder degradiert (1,63 %) werden (Tab. 3.21). Die Verluste werden nicht durch die Verwaldung eines Teils der Savannenflächen kompensiert, die 14,12 % der Waldflächen im Jahr 2015 darstellen (Tab. 3.22, Abb. 3.35).

Tab. 3.21: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 2001 und 2015 bei den Éwés

		Jahr 2001			
		Bebaute / degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauch- savanne	Degradierter Regenwald
Jahr 2015	Bebaute / degradierte Fläche	42,82	10,25	9,33	1,63
	Felder / Brache	8,80	34,71	22,37	3,10
	Baum- und Strauchsavanne	45,06	51,63	58,03	22,82
	Degradierter Regenwald	3,32	3,42	10,26	72,45
Summe der Klasse		100,00	100,00	100,00	100,00
Veränderung innerhalb der Klasse		57,18	65,29	41,97	27,55
Unterschied 2001 - 2015		28,54	15,20	1,47	-13,31



Tab. 3.22: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2015 verglichen mit dem Jahr 2001 bei den Éwés

		Jahr 2001				Summe
		Bebaute / degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Degradierter Regenwald	
Jahr 2015	Bebaute / degradierte Fläche	33,33	15,85	44,31	6,50	100,00
	Felder / Brache	3,84	30,25	59,14	6,77	100,00
	Baum- und Strauchsavanne	7,31	16,72	57,14	18,82	100,00
	Degradierter Regenwald	0,71	1,53	14,12	83,65	100,00

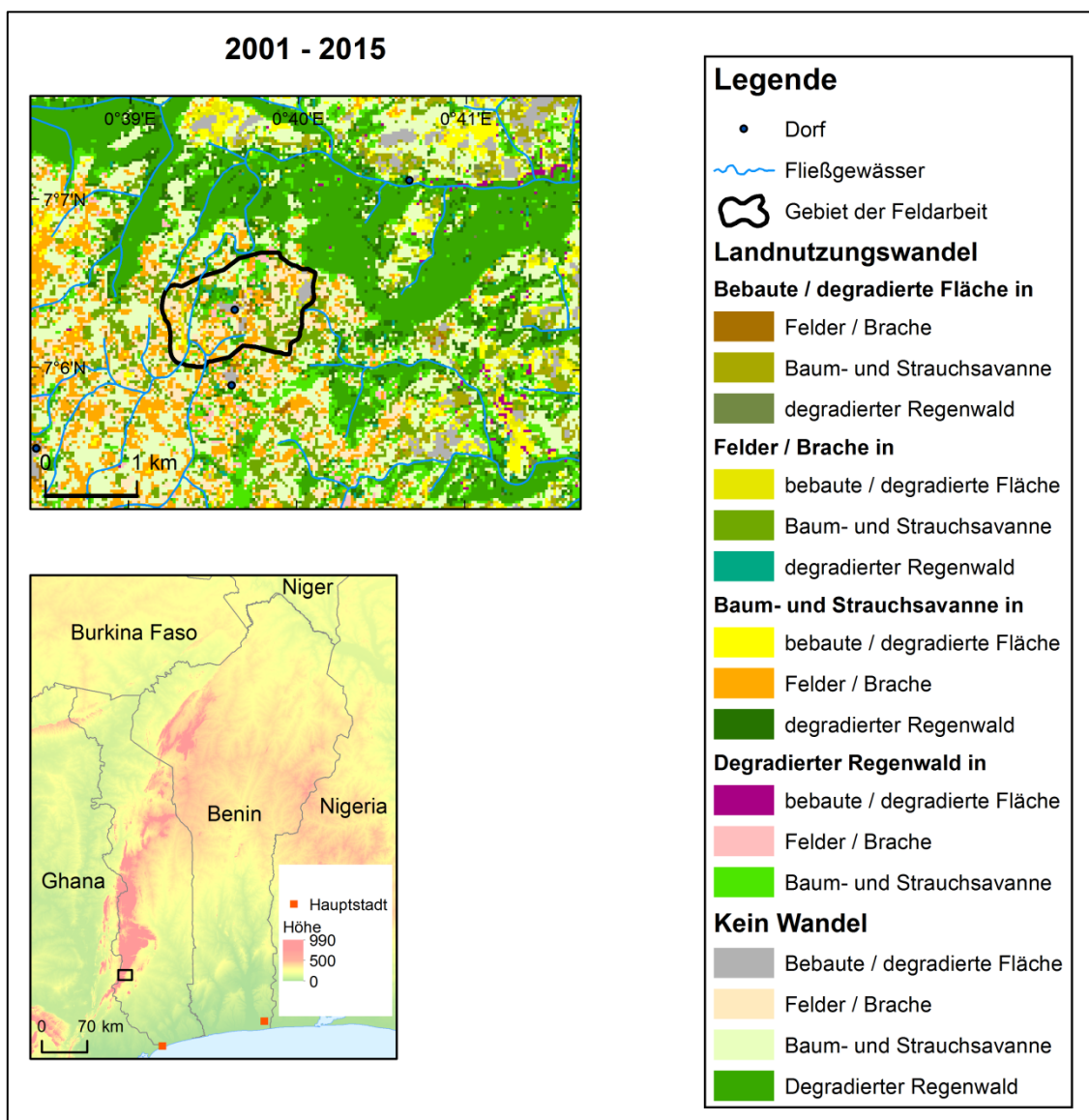


Abb. 3.35: Landnutzungswandel im Zeitraum 2001 bis 2015 bei den Éwés

### 3.2.3 Flächendynamik 1987 bis 2015

In diesem Zeitraum steigen die bebauten bzw. degradierten Flächen um 45,88% an. Hierbei werden 47,48% der alten degradierten Flächen im Jahr 2015 wieder von der Baum- und Strauchsavanne bedeckt oder landwirtschaftlich genutzt (12,37%) (Tab. 3.23). Die neuen bebauten bzw. degradierten Flächen treten auch besonders stark (63,16%) in diesen zwei Klassen sowie im Wald (10,93%) ein (Tab. 3.24).

Felder bzw. Brachflächen folgen einer ähnlichen Tendenz wie die degradierten bzw. bebauten Areale und wachsen um 17,94 % im Jahr 2015. Hierbei wird über die Hälfte (65,40 %) der alten kultivierten Flächen hauptsächlich in naturnahe Vegetation in Form von Baum- und Strauchsavanne (49,69 %) und degradiertem Wald (3,78 %) gewandelt. Ein geringerer Anteil (11,93 %) wird degradiert bzw. bebaut (Tab. 3.23). Flächen, die im Jahr 2015 kultiviert werden, entstehen aus der Baum- und Strauchsavanne (51,58 %), dem degradierten Wald (14,41 %) und den degradierten Flächen (4,73 %) vom Jahr 1987 (Tab. 3.24).

Von der Baum- und Strauchsavanne bedeckte Flächen vermehren sich um 10,72 % im betrachteten Zeitraum. Knapp die Hälfte (42,41 %) der Savannenflächen vom Jahr 1987 wird landwirtschaftlich genutzt (21,27 %), degradiert bzw. bebaut (10,37 %) oder verwaldet (10,77 %) (Tab. 3.23). Neue Baum- und Strauchsavannenflächen entstehen vorwiegend aus degradierten Waldflächen (25,55 %) und der Erholung von kultivierten (15,71 %) sowie degradierten Flächen (6,72 %) (Tab. 3.24).

Waldflächen nehmen um 23,42 % ab und etwa ein Drittel (35,44 %) der Flächen vom Jahr 1987 wird in Baum- und Strauchsavanne (27,32 %) und Felder bzw. Brachen (5,72 %) degradiert. Ein Anteil von 2,39 % gehört im Jahr 2015 sogar zu den bebauten bzw. degradierten Flächen (Tab. 3.23). Neue Flächen, die vom Wald bewachsen sind, lagen vor allem im Bereich der Baum- und Strauchsavanne (13,62 %) im Jahr 1987 (Tab. 3.24, Abb. 3.36).

Tab. 3.23: Veränderungsmatrix (prozentuale Werte) innerhalb der Landnutzungsklassen der Studienjahre 1987 und 2015 bei den Éwés

		Jahr 1987			
		Bebaute / degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauch- savanne	Degradierter Regenwald
Jahr 2015	Bebaute / degradierte Fläche	38,02	11,93	10,37	2,39
	Felder / Brache	12,37	34,60	21,27	5,72
	Baum- und Strauchsavanne	47,48	49,69	57,59	27,32
	Degradierter Regenwald	2,12	3,78	10,77	64,56
Summe der Klasse		100,00	100,00	100,00	100,00
Veränderung innerhalb der Klasse		61,98	65,40	42,41	35,44
Unterschied 1987 - 2015		45,88	17,94	10,72	-23,42

Tab. 3.24: Zusammensetzung der Landnutzungsklassen (prozentuale Werte) im Jahr 2015 verglichen mit dem Jahr 1987 bei den Éwés

		Jahr 1987				
		Bebaute / degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Degradierter Regenwald	Summe
Jahr 2015	Bebaute / degradierte Fläche	25,91	18,22	44,94	10,93	100,00
	Felder / Brache	4,73	29,28	51,58	14,41	100,00
	Baum- und Strauchsavanne	6,72	15,71	52,02	25,55	100,00
	Degradierter Regenwald	0,47	1,64	13,62	84,27	100,00

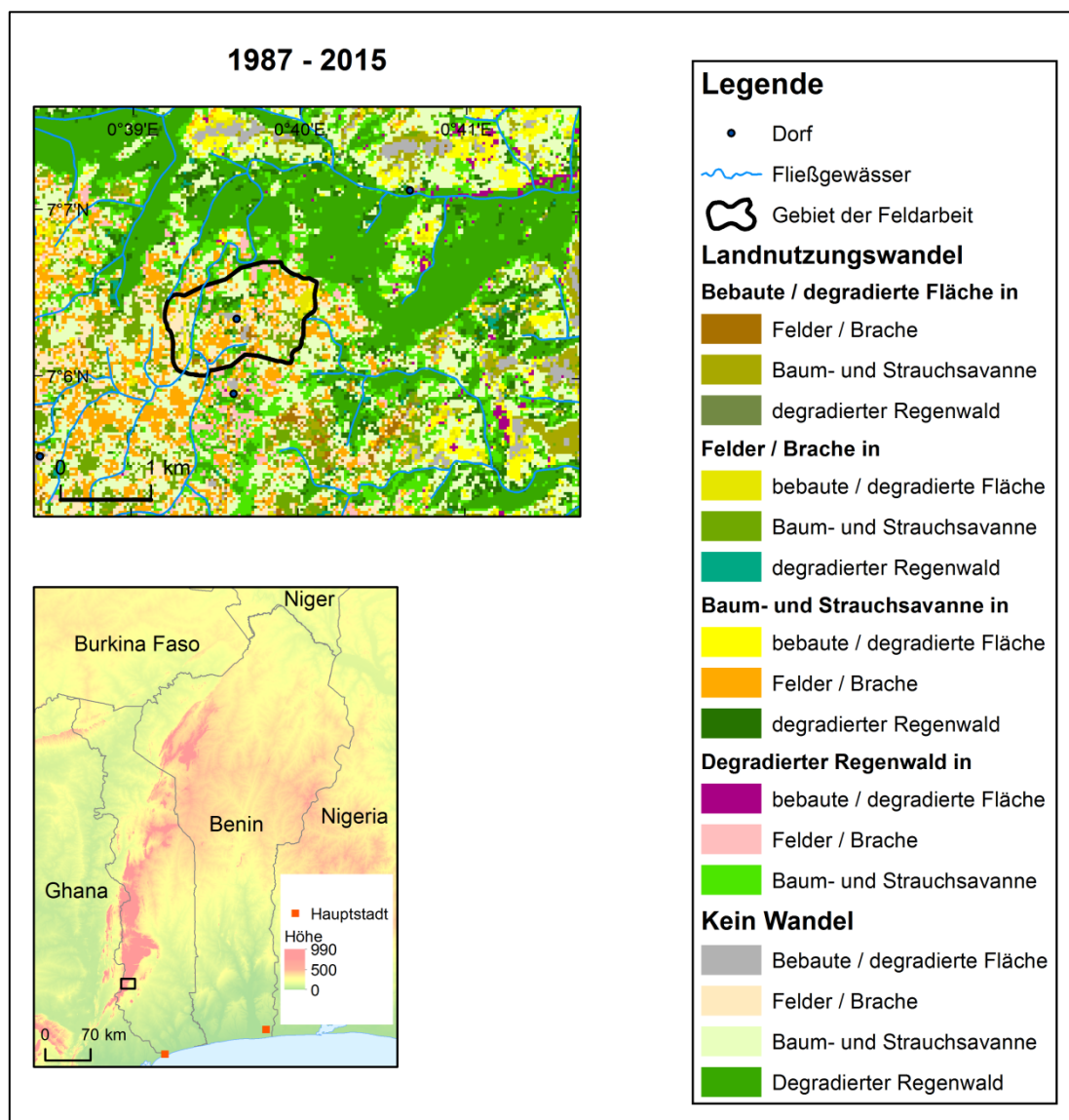


Abb. 3.36: Landnutzungswandel im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Éwés

### 3.2.4 Synthese und Bewertung

Im Zeitraum von 1987 bis 2015 gehen Waldflächen kontinuierlich zurück und erfahren Abnahmeraten von 23,42 %, die leicht höher in der zweiten Periode (2001 bis 2015) sind. Die Baum- und Strauchsavanne wächst um 10,72 % über das Niveau vom Jahr 1987. Dieser leichte Anstieg birgt eine stärkere Erhöhung im Zeitraum 1987 bis 2001. Kultivierte und bebaute bzw. degradierte Flächen gedeihen im gesamten Zeitraum stetig, wobei stärkere Entwicklungen zwischen 2001 und 2015 beobachtet werden (Abb. 3.37).

Es besteht eine gewisse Dynamik zwischen Wald-, Savannen- und Feldern bzw. Brachflächen. Waldflächen gehen hauptsächlich durch Umwandlung in Baum- und Strauchsavanne oder landwirtschaftliche Areale verloren. Hingegen werden sie durch Verbuschung oder Verwaldung der Savanne gewonnen, wobei die letzte Situation wenig eintritt. Savannenflächen werden zum großen Teil durch Rodung und Brand in Ackerflächen umgewandelt. Der umgekehrte Wandel über die Erholung von kultivierten Flächen gilt ebenfalls im analysierten Gebiet. Degradierte Flächen befinden sich vor allem in der Baum- und Strauchsavanne und landwirtschaftlichen Flächen.

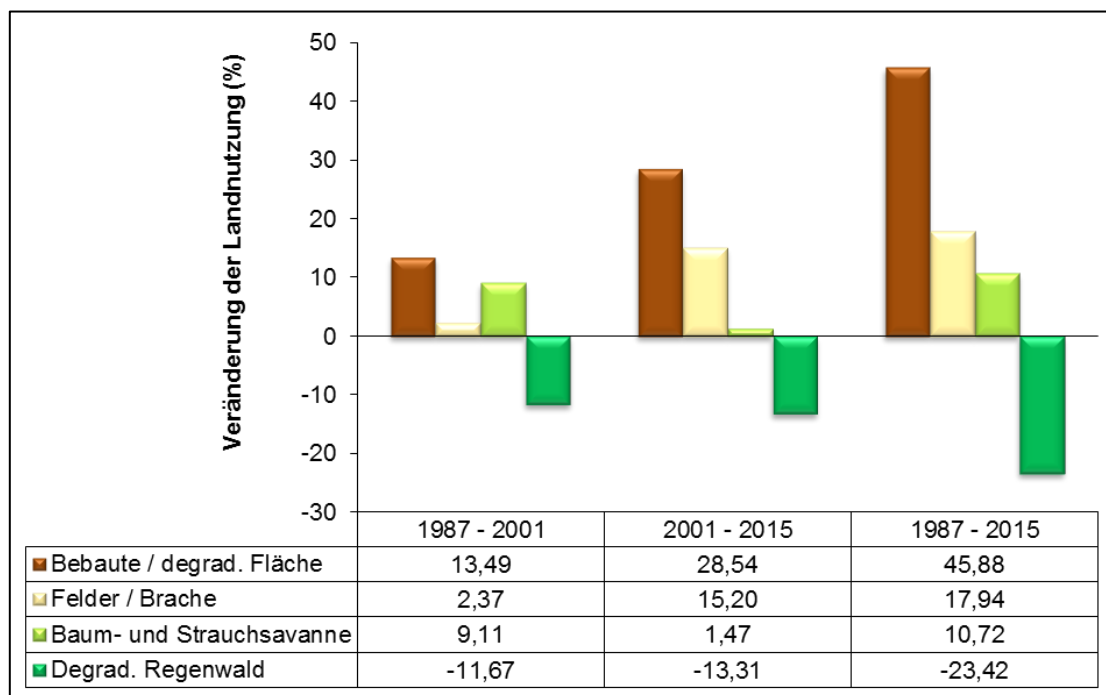
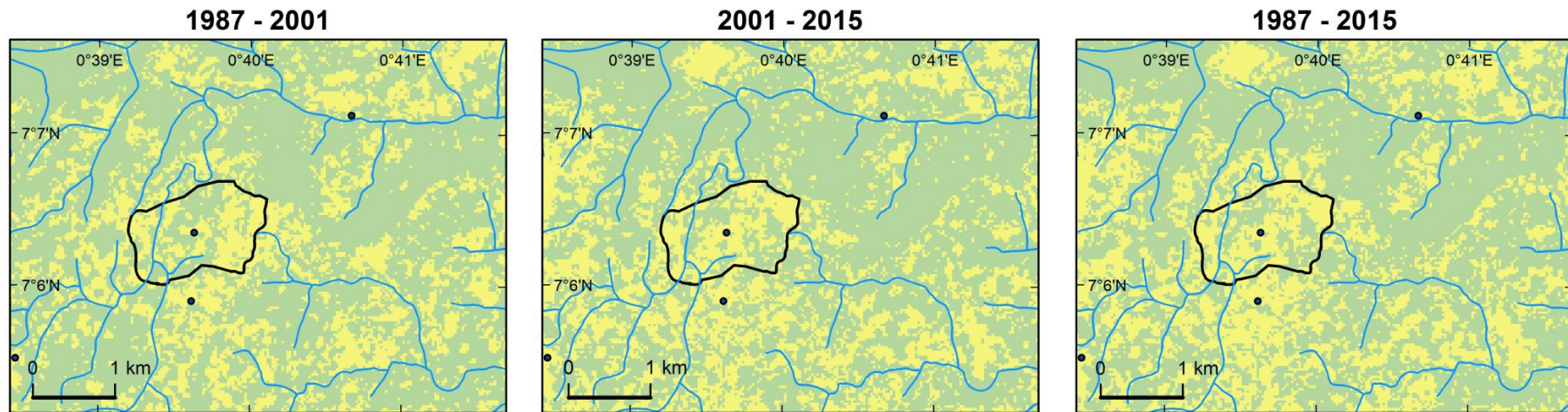


Abb. 3.37: Veränderungen der Landnutzung im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Éwés



**Legende**

- Dorf
- ~~~~ Fließgewässer
- ⬭ Gebiet der Feldarbeit

**Landnutzungswandeltrend**

- Positiv
- Negativ

		Anfangsjahr			
		Bebaute / degradierte Fläche	Felder / Brache	Baum- und Strauchsavanne	Degradierter Regenwald
Endjahr	Bebaute / degradierte Fläche	■	■	■	■
	Felder / Brache	■	■	■	■
	Baum- und Strauchsavanne	■	■	■	■
	Degradierter Regenwald	■	■	■	■

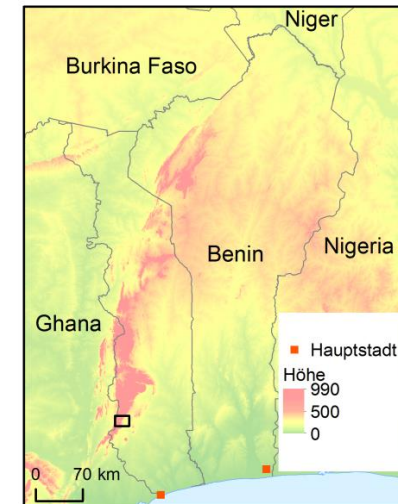


Abb. 3.38: Bewertung des Landnutzungswandels in den letzten drei Dekaden bei den Éwés

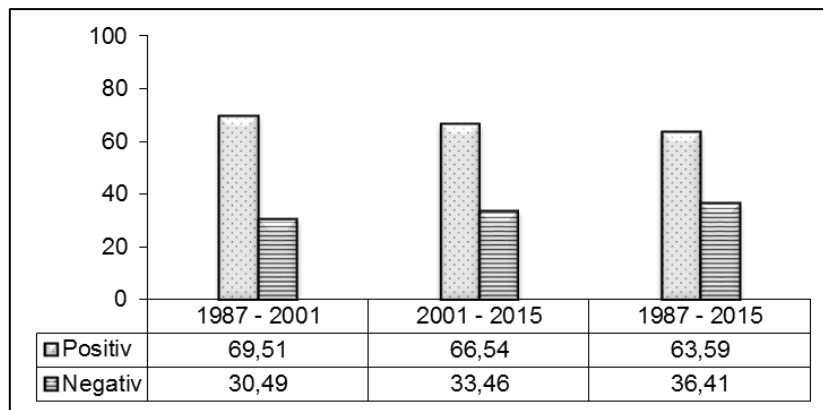


Abb. 3.39: Verteilung des Landnutzungswandeltrends im Zeitraum 1987 bis 2015 bei den Éwés

Für die Bewertung des Landnutzungswandels wird eine Matrix (Abb. 3.38) entwickelt. Ähnlich wie für das Dorf Dikouan, bezeichnet ein positiver Trend (Farbe: grün) einen Wandel hin zu einer Landnutzungs-kategorie mit höherer oder gleichbleibender Bodenbedeckung. Als negativer Trend (Farbe: rot) wird ein Wandel hin zu einer Landnutzungs-kategorie ohne oder mit weniger dichter Vegetationsdecke bewertet. Beispielsweise ist die Änderung von Brachfeldern in naturnahe Savanne ein positiver Wandel, während die Umwandlung des Waldes in Savanne oder der Savanne in Felder einen negativen Wandel darstellt. Der besondere Fall der landwirtschaftlichen Nutzung von degradierten Flächen wird, obwohl diese einigermaßen bedeckt werden, als negativer Trend bewertet. Der Grund dafür ist, dass solche Flächen wegen der Anbaumethoden sich weiter degradieren können. Landwirtschaftliche Flächen, die keinen Wandel erfahren, werden auch als negative Fälle bewertet. Es ist nicht möglich Aussagen darüber zu treffen, ob diese Flächen unter Daueranbau standen oder ob sie für kurze Zeit brach lagen. In beiden Fällen bleiben die Flächen weniger bedeckt als zum Beispiel mit einer Savannenvegetation.

Die Bewertung des Landnutzungswandels stellt Abb. 3.38 dar. Im gesamten analysierten Zeitraum (1987 bis 2015) erfahren 36,41 % der Landschaft negative Veränderungen. Im Zeitraum 1987 bis 2001 betrifft der negative Wandel 30,49 % der untersuchten Fläche, während 33,46 % der Areale in der Periode 2001 bis 2015 betroffen werden (Abb. 3.39). In der ersten Periode (1987 bis 2001) werden ca. 0,59 km<sup>2</sup> pro Jahr negativ verändert, während ca. 1,36 km<sup>2</sup> pro Jahr einen positiven Wandel erfahren. In der zweiten Periode (2001 bis 2015) betrifft der negative Wandel ca. 0,65 km<sup>2</sup> pro Jahr, während ca. 1,30 km<sup>2</sup> pro Jahr positiv verändert werden. Über den gesamten Zeitraum der knapp 30 Jahre werden ca. 0,36 km<sup>2</sup> pro Jahr einem negativen Wandel ausgesetzt, während 0,62 km<sup>2</sup> pro Jahr positiven Trends unterliegen. Die Mehrheit der Flächen unter positivem Landnutzungswandeltrend sind bestehende Waldflächen auf Steilhängen, die für den Ackerbau ungeeignet sind. Der Regenwald wird im Laufe der Zeit durch das Auftreten von Savanneninseln und degradierten/bebauten Flächen immer mehr fragmentiert und viele Galeriewälder verschwinden. Auch in der Savanne tauchen mehr degradierte/bebaute Flächen auf, besonders nördlich und östlich. Des Weiteren wird sie westlich und im Zentrum stärker kultiviert, wodurch diese Flächen einem negativen Wandel unterliegen (Abb. 3.38). Insgesamt erfährt die Landschaft höhere negative Veränderungen im Zeitraum 2001 bis 2015 als in der ersten Hälfte (1987 bis 2001) der drei Dekaden.



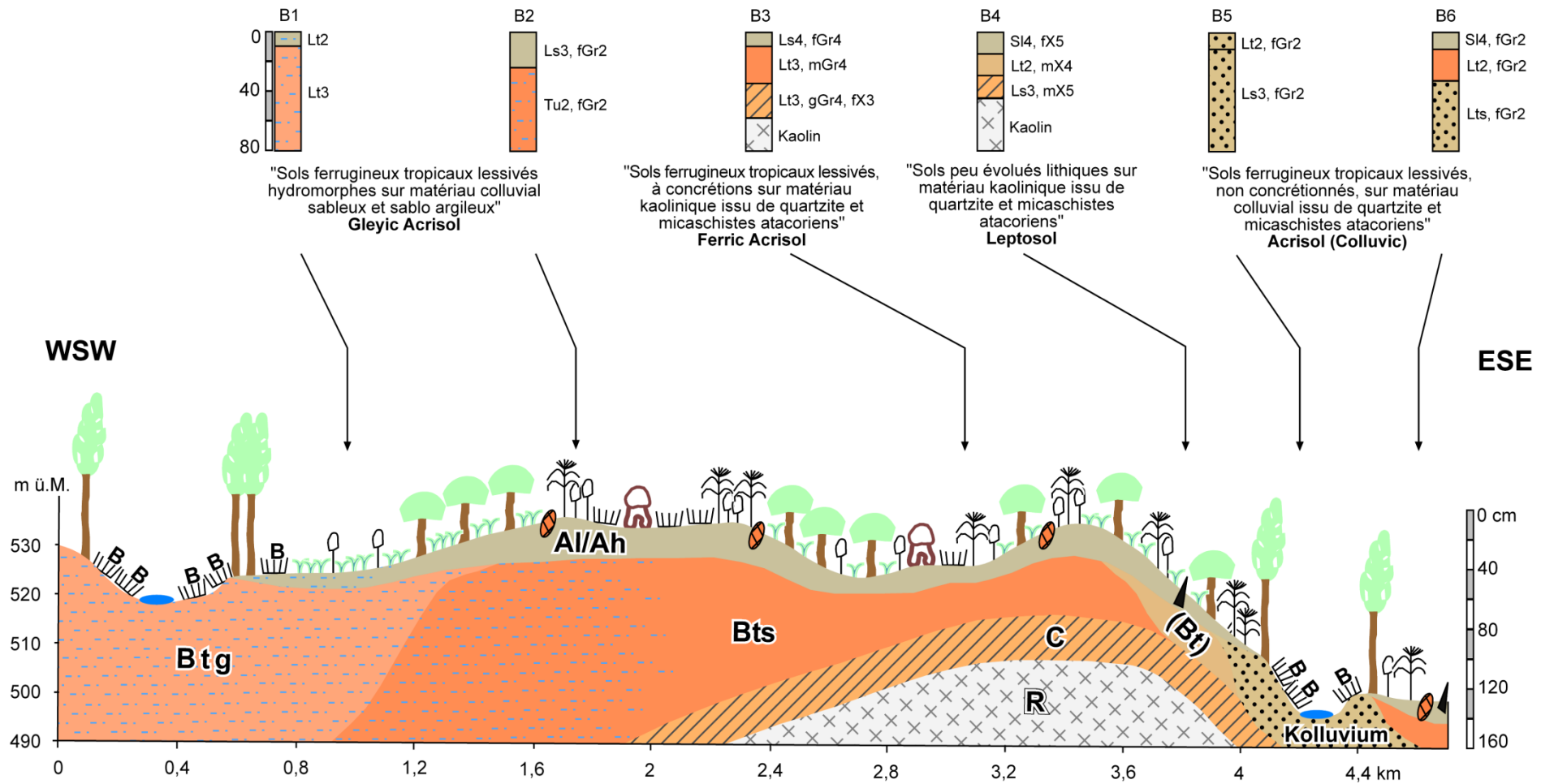


Abb. 4.1: Agrargeographisches Transekt WSW – ESE im Dorf Dikouan bei den Ditamari (eigene Darstellung nach Feldarbeiten 2014, 2015) (Legende in Beilage 1)



## 4. Bodenkundliche Gegebenheiten

### 4.1 Böden bei den „Ditamari“ (Dikouan)

#### 4.1.1 Räumliche Verteilung

Zusammenhänge zwischen Landnutzung, Relief und Bodentyp werden durch das 4,5 km agrargeographische Transekt in WSW – ESE Richtung deutlich (Abb. 4.1). Westlich südwestlich kommend befindet sich eine Niederung (*bas-fonds*) mit Gleyic Acrisols („*sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes sur matériau colluvial sableux et sablo argileux*“), die vor allem für den Gartenbau im Bereich des Vorfluters *Dikouanko* genutzt wird. Außerdem werden Yams, Maniok und Reis in der Trockenzeit angebaut, wenn die Niederung nicht mehr überflutet ist. Die natürliche Vegetation der Niederung ist eine Grasvegetation mit anschließenden Relikten des Galerienwaldes. An die Niederung schließt sich das fast 2 km lange Plateau an, in dem sich hauptsächlich Ferric Acrisols und teilweise Gleyic Acrisols entwickelt haben. Der Gleyic Acrisol in diesem Bereich stellt die Grundlage für die naturnahe Savanne sowie verschiedene Feldkulturen dar. Der Ferric Acrisol („*sols ferrugineux tropicaux lessivés, à concrétions sur matériau kaolinique issu de quartzite et micachistes atacoriens*“) trägt Hausgärten, Felder und Brachfelder aus. In diesem Bereich sind ebenfalls die Siedlungen sowie die naturnahe Savanne aus *Vitellaria paradoxa* und *Parkia biglobosa* auszumachen. Lateritkrusten beißen stellenweise an der Oberfläche auf und verhindern den Hackbau. Von dem Plateau bis zum nächsten Vorfluter befinden sich Steilhänge mit Leptosols („*sols peu évolués lithiques sur matériau kaolinique issu de quartzites et micachistes atacoriens*“), die auch kultiviert werden. Aufgrund der Erosion tritt hier lokal das anstehende Gestein an die Oberfläche. Im asymmetrischen Tal (ESE) wird auf dem hillwash hauptsächlich Gartenbau betrieben. Das kolluviale Material wird dem Acrisol (Colluvic) zugeordnet. Alle Böden weisen Tonverlagerungsprozesse mit höheren Tongehalten im Unterboden auf.

#### 4.1.2 Böden des Plateaus und der Niederung

Die Profile wurden in einer Fläche mit Grassvegetation (B1), einem Maniok - Sorghum Feld (B2) und einem Brachfeld (B3) gegraben (Beilage 2). Sie weisen einen 10 bis 24 cm mächtigen in Ton und Sexquioxide lessivierten Oberboden (Al-Horizont) auf. Es handelt sich in der Niederung um schwach tonige Lehme gelbbrauner Farbe (10 YR 5/4), die keine Steine enthalten und sehr stark durchwurzelt sind. Feuerspuren und Kuhfladen an der Oberfläche deuten auf Beweidung der Grassvegetation hin. Auf dem Plateau sind die mittel bis stark sandigen Lehme gelbbraun bis sehr blassbraun (10 YR 5/6, 10 YR 7/4). Die Bodenart des in Ton angereicherten Unterbodens (Btg/Bts) variiert zwischen mitteltonigem Lehm und schwach schluffigem Ton, der hellgelbbraun (10 YR 6/4) bis gelb (10 YR 7/6) bei dem Gleyic Acrisol und kräftig braun (7,5 YR 5/6) bis rotgelb (7,5 YR 6/8) bei dem Ferric Acrisol ist. Der Unterboden des Gleyic Acrisols ist in beiden Landschaftseinheiten marmoriert, wobei die Marmorierung mit der Tiefe zunimmt; Dies ist ein deutlicher Hinweis auf periodischen Stauwassereinfluss. Während keine Pisolithen bei den Gleyic Acrisols in der Niederung vorhanden sind, enthalten sie auf dem Plateau 2 bis 10 Vol.-% feine Pisolithen im gesamten Profil und

Tab. 4.1: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Plateaus und der Niederung bei den Ditamari

	pH	MO (%)	N	C/N	verf P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K <sub>2</sub> O verf	KAKpot (mmolc/kg)	S-Wert	V-Wert (%)
Gleyic Acrisol	3,79	1,14	0,08	7,98	0,38	1,31	104,07	12,88	14,34
Ferric Acrisol	4,05	1,51	0,07	12,58	0,31	1,42	104,61	15,55	15,53

an der Oberfläche. Die hydromorphen Böden weisen außerdem einen hohen Anteil an feinen Poren auf und sind tief durchwurzelbar. Anders als der Gleyic Acrisol ist der Ferric Acrisol weniger tief und hat nur eine mittlere Durchwurzelbarkeit. Schon bei 35 cm Tiefe tauchen die Saprolith und bei ca. 60 cm Tiefe das Ausgangsgestein auf. Der Ferric Acrisol ist mittel bis stark steinig und enthält bis 50 Vol.- % Fein- und Mittelgrus (Pisolithen) im Ober- und Unterboden. Im verwitterten Horizont (C) werden die Pisolithen durch Quarzschutt in einer Menge von bis 50 Vol.- % ersetzt.

Gleyic wie Ferric Acrisols sind mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 3,79 und 4,05 extrem sauer. Die Basensättigung ist entsprechend sehr gering bis gering, wobei sie höhere Werte im Oberboden des Plateaus als im Unterboden zeigt. Die Böden sind sehr schwach bis schwach humos, wobei die organische Substanz zwischen 0,88 % und 2,00 % variiert. Die Menge des Gesamtstickstoffs ist sehr gering, sodass das Ratio C/N durchschnittlich zwischen 7,98 und 12,58 liegt. Dies entspricht den Humusformen Mull und Moder und deutet auf eine fortgeschrittene Humusdegradation hin. Verbunden mit dem Humusgehalt weist die potentielle Kationenaustauschkapazität (KAK) geringe bis mittlere Werte von 81 bis 127 mmolc/kg auf. Auch die Reserve an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium ist bei diesen Böden gering (Tab. 4.1, Beilage 2).

#### 4.1.3 Böden des Mittelhangs

Im Mittelhang befinden sich Leptosols und Petroplinthic Acrisols, die aufgrund der Erosionsvorgänge wenig tief sind und eine mittlere Durchwurzelbarkeit (35-45 cm) aufweisen. Die Profile (B4, B7) wurden in der naturnahen Savanne gegraben (Beilage 3). An der Oberfläche sind reichlich Quarzschütten vorhanden sowie schwarze Flecken, die auf Buschfeuer in naher Vergangenheit hindeuten. Die skelettreichen Böden haben einen sehr starken Gehalt an Pisolithen und Steine (Quarzschutt), der 75 Vol.- % erreichen kann. Der stark lehmig sandige Oberboden (Ah-Horizont) ist braun (10 YR 5/3) und sehr stark durchwurzelt. Im Unterboden ((Bt) / Bts) findet die Tonakkumulation statt, wodurch die Bodenart zu einem sandig-tonigen oder schwach tonigen Lehm wird. Die Farbe ändert sich von Braun auf gelbbraun (10 YR 5/4) oder stark braun (7,5 YR 5/6) bei Anreicherung an Sesquioxiden. Dieser Horizont ist bei dem Leptosol wenig entwickelt und gefolgt von der Saprolith und dem Ausgangsgestein, die kaolinitisches Material aus Atakora Quarzit und Glimmerschiefer sind. Die Anwesenheit von Termiten und Regenwürmern in dem (Bt)-Horizont weist auf Bioturbation hin. Der Untergrund des Petroplinthic Acrisols ist durch Plinthit massiv verfestigt.

Die Böden sind mit durchschnittlichen pH-Werten von 3,95 und 4,37 extrem sauer und basenarm. Sie sind mittel humos und weisen eine mittlere KAKpot auf. Diese erreicht noch Werte von 97 bis 150 mmolc/kg. Die Gesamtstickstoffgehalte bleiben gering, wobei das Ratio C/N mittlere Werte bis 21,31 erreicht. Die Nährstoffe Phosphor und Kalium sind nur in geringen Mengen für Pflanzen verfügbar (Tab. 4.2, Beilage 3).

#### 4.1.4 Böden des Unterhangs

Im Unterhang akkumuliert sich das Material, das aus den höheren Lagen gewandert ist. Die Standorte sind Tomatenfelder (B5) und Brachfelder (B6). An dieser Stelle sind kolluviale Acrisols zu finden, die oberflächlich schwach tonige Lehme oder stark lehmige Sande sind. Die folgenden Schichten variieren zwischen mittel sandigen, sandig-tonigen und schwach tonigen Lehmen, die eine gelbrote Farbe (5 YR 4,5/6; 5 YR 5,5/6; 5 YR 5/8) aufweisen. Im ganzen Profil sind Pisolithen im schwachen Anteil und kleine Holzkohlestücke verteilt; Ameisen und Termitenlöcher weisen auf Bioturbation hin. Die Durchwurzelung ist an der Oberfläche mittel bis sehr stark und die Böden sind tief durchwurzelbar.

Kolluviale Acrisols sind mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 4,66 sehr stark sauer, wobei dieser durchschnittliche Wert höhere pH-Werte von bis zu 5,5 verdeckt. Mit den besseren pH-Werten verbunden, weisen die Böden in den oberen Schichten höhere Werte der Basensättigung von 32 bis 61 % auf. Der Humusgehalt ist schwach und die KAKpot erreicht noch gerade mittlere Werte. Die Reserven an Gesamtstickstoff, pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium sind durchweg gering (Tab. 4.3, Beilage 4). Im Profil B5 ist eine Rinne vorhanden, vermutlich Material aus der letzten Regenzeit, die im Boden verarbeitet wird und die chemischen Eigenschaften weiterhin verschlechtert.

Tab. 4.2: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Ditamari

	pH	MO (%)	N	C/N	verf P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K <sub>2</sub> O verf	KAKpot (mmolc/kg)	S-Wert	V-Wert (%)
Leptosol	3,95	2,45	0,14	10,14	0,64	1,92	123,71	9,65	7,79
Petroplinthic Acrisol	4,37	2,81	0,08	21,31	1,08	3,75	118,14	25,68	20,01

Tab. 4.3: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Unterhangs bei den Ditamari

	pH	MO (%)	N	C/N	verf P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K <sub>2</sub> O verf	KAKpot (mmolc/kg)	S-Wert	V-Wert (%)
Acrisol (Colluvic)	4,66	1,04	0,10	6,10	0,50	1,75	100,89	37,91	36,21

#### 4.1.5 Veränderung der Nährstoffgehalte

Die Veränderung des Nährstoffgehalts der Böden in den ersten 80 cm abhängig vom Relief und von der Tiefe stellen Tab. 4.4 und 4.5 dar. Werden die Nährstoffgehalte abhängig von der Topographie analysiert, tauchen statistisch bedeutende Unterschiede bei der organischen Substanz und dem verfügbaren Phosphor am Mittelhang auf (Tab. 4.4). Der Humusgehalt des Bodens (Ober- und Unterboden) ist höher am Mittelhang als auf dem Plateau und am niedrigsten im Unterhang ( $p < 0,05$ ). Der verfügbare Phosphor weist den höchsten Gehalt am Mittelhang und ist am schwächsten auf dem Plateau ( $p < 0,05$ ). Auch wenn die Werte der anderen Parameter sich statistisch nicht bedeutend unterscheiden, könnten Pflanzen bereits bei geringen Veränderungen der Nährstoffgehalte des Bodens sensibel sein. Den Trend, der sich aus den Daten hervorhebt, ist, dass Böden im Mittelhang tendenziell nährstoffreicher als im Unterhang und auf dem Plateau sind, wobei die Böden auf dem Plateau die niedrigsten Werte für fast alle Parameter aufweisen. Die Böden des Plateaus und des Unterhangs werden stärker ackerbäulich genutzt im Vergleich zum Mittelhang, wo die naturnahe Savanne dominiert. Außerdem werden die Böden des Unterhangs hauptsächlich zum Gartenbau genutzt und entsprechend künstlich mit NPK 15-15-15 gedüngt. Bis auf die Hausgärten, die mit Haushaltsabfall gedüngt werden, erfolgt im Regelfall keine Düngung auf dem Plateau. Somit wird deutlich, dass nicht nur der Nährstoffgehalt des Bodens die Landnutzung beeinflusst. So enthalten Böden unter Buschvegetation mehr Nährstoffe als Agrarböden, unabhängig von der Düngung. Die Kennwerte des Bodens am Mittelhang zeigen, wie der Nährstoffgehalt nach einigen Anbaujahren sinken kann.

Allgemein nimmt der Nährstoffgehalt für alle Parameter mit der Tiefe ab. Ein Vergleich der Mittelwerte im Ober- und Unterboden mithilfe eines  $t$  Tests (Tab. 4.5) zeigt, dass sie sich statistisch nicht bedeutend unterscheiden ( $p > 0,05$ ). Nur die Gehalte an Humus, Gesamtstickstoff, verfügbarem Kalium und Basen sowie die Basensättigung sind tendenziell höher im Oberboden als im Unterboden ( $p < 0,10$ ). An diese Stelle gilt wieder, dass trotz negativen Ergebnisses des statistischen Tests, Pflanzen auf geringere Unterschiede des Nährstoffgehalts empfindlich reagieren könnten.

Die extrem bis sehr stark sauren Böden der Ditamari sind nährstoffarm und weisen einen Mangel an Phosphor, Kalium und Stickstoff auf. Außerdem sind sie zum großen Teil schwach humos, was weiterhin die potenzielle Kationenaustauschkapazität beeinflusst. Die Karenz an diesen Elementen stellt eine Beschränkung für das Wachstum der Pflanzen dar. Diese Eigenschaften sind teilweise auf das Ausgangsgestein Quarzit und Glimmerschiefer zurückzuführen und stimmen mit denen der ausgewaschenen tropischen eisenhaltigen Böden überein (Faure 1977, Dabin & Maignien 1979, Lawani 2002).

Tab. 4.4: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Topographie (ANOVA Test) bei den Ditamari

	PLATEAU	MITTELHANG	UNTERHANG	F Wert	p Wert
MO (%)	1,23 ± 0,49 <sup>a</sup>	2,59 ± 0,71 <sup>b</sup>	1,16 ± 0,36 <sup>a</sup>	9,193	0,003*
pH	4,00 ± 0,27 <sup>a</sup>	4,12 ± 0,38 <sup>a</sup>	4,37 ± 0,59 <sup>a</sup>	0,621	0,551
N(%)	0,07 ± 0,02 <sup>T</sup>	0,12 ± 0,05 <sup>T</sup>	0,10 ± 0,02 <sup>T</sup>	2,869	0,09 <sup>T</sup>
Verf. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	0,33 ± 0,13 <sup>a</sup>	0,81 ± 0,30 <sup>b</sup>	0,47 ± 0,21 <sup>a</sup>	4,293	0,035*
Verf. K <sub>2</sub> O (mg/100g)	1,25 ± 0,89 <sup>a</sup>	2,65 ± 1,89 <sup>a</sup>	1,71 ± 0,78 <sup>a</sup>	1,222	0,324
KAKpot (mmolc/kg)	97,28 ± 12,54 <sup>a</sup>	121,48 ± 18,01 <sup>a</sup>	106,88 ± 15,74 <sup>a</sup>	1,999	0,172
S-Wert (mmolc/kg)	17,86 ± 8,92 <sup>a</sup>	16,06 ± 18,41 <sup>a</sup>	28,35 ± 21,10 <sup>a</sup>	0,539	0,595
V-Wert (%)	19,38 ± 10,77 <sup>a</sup>	12,68 ± 14,22 <sup>a</sup>	26,88 ± 17,33 <sup>a</sup>	0,846	0,45

Tab. 4.5: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Tiefe (t Test) bei den Ditamari

	OBERBODEN	UNTERBODEN	t Wert	p Wert
MO (%)	2,07 ± 0,70 <sup>T</sup>	1,30 ± 0,53 <sup>T</sup>	1,767	0,101 <sup>T</sup>
pH	4,47 ± 0,45 <sup>a</sup>	4,01 ± 0,38 <sup>a</sup>	1,544	0,146
N(%)	0,12 ± 0,03 <sup>T</sup>	0,08 ± 0,01 <sup>T</sup>	1,830	0,090 <sup>T</sup>
Verf. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	0,69 ± 0,21 <sup>a</sup>	0,45 ± 0,23 <sup>a</sup>	1,488	0,161
Verf. K <sub>2</sub> O (mg/100g)	2,82 ± 0,92 <sup>T</sup>	1,40 ± 0,90 <sup>T</sup>	2,147	0,051 <sup>T</sup>
KAKpot (mmolc/kg)	110,15 ± 18,35 <sup>a</sup>	109,40 ± 13,79 <sup>a</sup>	0,065	0,949
S-Wert (mmolc/kg)	35,20 ± 18,34 <sup>T</sup>	14,16 ± 10,33 <sup>T</sup>	2,027	0,064 <sup>T</sup>
V-Wert (%)	31,63 ± 12,66 <sup>T</sup>	14,82 ± 12,06 <sup>T</sup>	1,882	0,082 <sup>T</sup>

\*: es gibt einen statistisch bedeutenden Unterschied zwischen den Mittelwerten basiert auf den Ergebnissen der Varianzanalyse und des *t* Tests von Student ( $p < 0,05$ ); Mittelwerte mit demselben Buchstaben auf einer Zeile sind statistisch nicht bedeutend unterschiedlich.

<sup>T</sup> = Unterschied der Mittelwerte ist nur tendenziell ( $p < 0,10$ )

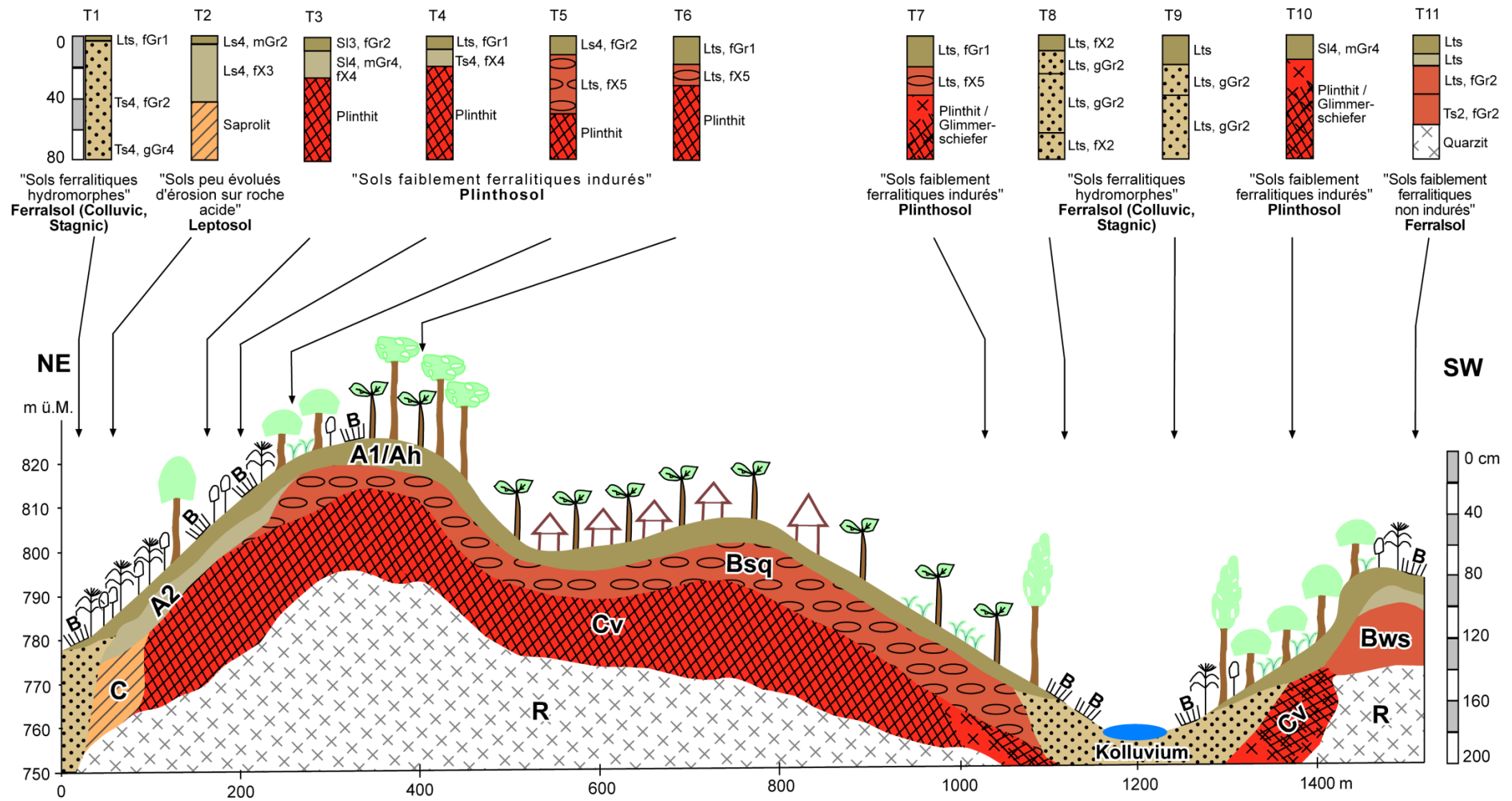


Abb. 4.2: Agrargeographisches Transekt NE – SW im Dorf Amégapé bei den Éwés (eigene Darstellung nach Feldarbeiten 2015)  
(Legende in Beilage 1)

## 4.2 Böden bei den „Éwés“ (Amégapé)

### 4.2.1 Räumliche Verteilung

Im Dorf Amégapé sind stark verwitterte eisenhaltige Böden ohne erkennbaren Tonverlagerungsprozess vorzufinden. Diese werden in der nationalen Bodenklassifizierung der Gruppe der „*Sols ferrallitiques*“ zugeordnet (Lamouroux 1969). Eine 1,5 km lange CATENA in NE – SW Richtung zeigt, dass Plinthosols („*sols faiblement ferrallitiques indurés*“) die Landschaft dominieren (Abb. 4.2). Sie entwickeln sich sowohl auf den Hängen als auch auf dem Plateau. Im östlichen Mittelhang werden sie hauptsächlich für den Feld- und Gartenbau genutzt, während der westliche Mittelhang mehr von Kaffeeplantagen und Buschvegetation bedeckt wird. Grundsätzlich ist der Ackerbau an Oberhängen nur zweitrangig; an erster Stelle werden sie für die Plantagewirtschaft genutzt. Außer Kaffee- und Obstplantagen sind noch sehr kleine Relikte des tropischen Regenwaldes sowie eine *Acacia* Plantage in diesem Bereich vorhanden. Das Plateau erhält vor allem eine Siedlungsfunktion, wobei Plantagen um die Häuser auf Plinthosols angelegt werden. Im Südwesten verschwindet die Plinthit stellenweise und Plinthosols werden durch mitteltiefe Ferralsols („*sols faiblement ferrallitiques non indurés*“) ersetzt. Am unteren Mittelhang nordöstlich tauchen stellenweise Leptosols („*sols peu évolués d'érosion sur roche acide*“) auf. Im asymmetrischen Tal des Flusses „*Takpla*“ befindet sich kolluviales Material, das dem Ferralsols (Colluvic, Stagnic) („*sols ferrallitiques hydromorphes*“) zugeordnet und hauptsächlich für bewässerten Gartenbau genutzt wird.

### 4.2.2 Böden des Oberhangs

Im Oberhang entwickeln sich lehmige Böden, die hauptsächlich sandig-tonig sind. Die Profile wurden auf einem Brachfeld (T5), einer *Acacia* Plantage (T6) und einem Tomaten - Mais Feld (T11) aufgenommen (Beilage 5). Der A-Horizont ist schwarz (7,5 YR 2,5/1) oder sehr dunkelbraun (10 YR 2/2) bei höherem Humusgehalt bis dunkelbraun (7,5 YR 3/2). Der wenig entwickelte B-Horizont des Plinthosols ist sehr dunkelbraun (7,5 YR 2,5/2 und 2,5/3). Beim Ferralsol entwickelt sich Hämatit, das dem Unterboden eine dunkel rotbraune Farbe (5 YR 3/4) verleiht. Die Oberböden sind mittel bis stark durchwurzelt und erweisen eine mittlere Durchwurzelungstiefe zwischen 32 und 58 cm. Danach tritt Plinthit (Cv-Horizont) im Fall des plinthosols oder unverwittertes Quarzit (R-Horizont) im Fall des Ferralsols auf. Der Steingehalt ist an der Oberfläche sehr schwach und sogar gleich Null bei dem Ferralsol und nimmt mit der Tiefe stark zu. Der Unterboden mit Sesquioxideanreicherung (Bsq-Horizont) enthält bei dem Plinthosol 50 bis 75 % kantige Steine, die Bruchstücke der darunterliegenden Plinthit sind; bei dem Ferralsol ist dieser Gehalt deutlich geringer, wobei Feingruse 2 % bis 10 % des Volumens des Bsq-Horizonts erreichen. Der Oberboden zeigt einen hohen Anteil an feinen Poren, die im Unterboden teilweise durch einen mittleren Gehalt an groben Poren ersetzt werden.

Mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 4,01 bis 4,08 sind die Böden des Oberhangs extrem sauer und weisen entsprechend eine sehr geringe Basensättigung auf. Der Humusgehalt ist mittel und variiert zwischen 5 % im Oberboden und 2 % im Unterboden. Mit geringen bis mittleren Gesamtstickstoffgehalten weisen die Böden mittlere bis enge C/N Ratios auf, was für die Humusformen Mull und Moder sprechen.

Verbunden mit dem Humusgehalt erreicht die potentielle Kationenaustauschkapazität (KAKpot) nur mittlere Werte zwischen 275 mmolc/kg im A-Horizont und 136 mmolc/kg im B-Horizont. Die Reserve an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium sind gering. Allgemein weisen die Böden höhere Nährstoffgehalte an der Oberfläche auf, die schnell ab maximal 20 cm Tiefe abnehmen (Tab. 4.6, Beilage 5).

#### 4.2.3 Böden des Mittelhangs

Im Mittelhang sind wenig entwickelte A-C Böden auszumachen. Die Profile wurden in Felder mit Anbau von Tomaten (T3, T4) und Mais (T3), in Brachfelder (T2, T10) und in eine ungepflegte Kaffeepflanzung (T7) gegraben (Beilage 6). Bis auf das Profil T7, das einen wenig entwickelten, in Sesquioxide angereicherten B-Horizont (Bsq) zeigt, bestehen in allen anderen Profilen zwei Schichten im Oberboden (A-Horizont), gefolgt in geringer Tiefe (maximal 43 cm) von der Plinthit (Cv-Horizont) im Fall des Plinthosols oder der kaolinitischen Saprolit (CR-Horizont) im Fall des Leptosols. Der Oberboden ist meistens schwarz (7,5 YR 2,5/1) mit tieferer Verfärbung in sehr dunkelbraun (7,5 YR 2,5/2) oder dunkelbraun (7,5 YR 3/2). Es handelt sich vor allem um sandige bis sandig-tonige Lehme und lehmige Sande, die maximal 2 % Fein- bis Mittelgrus in der oberen Schicht des Oberbodens enthalten. In der zweiten Schicht des Oberbodens akkumulieren sich Pisolithen, wobei starke Gehalte an Grobgrus und kantige Steine beobachtet werden. Der Oberboden ist mittel bis sehr stark durchwurzelt. Der Bsq-Horizont, wenn vorhanden, ist ein sehr dunkelbrauner sandig-toniger Lehm mit sehr hohem Gehalt an Bruchstücken der darunterliegenden Plinthit und schwach durchwurzelt. Bei den Profilen T7 und T10 ist eine Schichtung aus Plinthit und Glimmerschiefer zu beobachten, in der sich noch Feinsubstrat entwickelt. Wenn Feinsubstrat vorhanden ist, dringen einige Wurzeln durch die Plinthit-Glimmerschiefer Masse durch. Das Feinsubstrat ist skelettfrei, sehr dunkelbraun (7,5 YR 2,5/2) bis dunkel rotbraun (5 YR 3/4) und es handelt sich entweder um schwach tonige oder stark sandige Lehme. Die Böden sind zum großen Teil flachgründig (20 bis 27 cm Durchwurzelungstiefe), wobei das Leptosol eine mittlere Durchwurzelbarkeit bis 43 cm aufweist. Obwohl einige Wurzeln durch die Masse Plinthit - Glimmerschiefer bei den Profilen T7 und T10 durchdringen, werden diese nicht als tief durchwurzelbar bewertet, weil die Plinthit ein Hindernis für die Wurzeln darstellt.

Wie im Oberhang sind die Böden auch extrem sauer mit pH-Werten unter 5 sowie basenarm. Sie sind mittel humos und weisen eine mittlere potentielle KAK auf. Die durchschnittlichen Werte der KAKpot verdecken hohe Kapazitäten von 280 mmolc/kg beim Profil T7 sowie mittlere Kapazitäten von 130 mmolc/kg beim Profil T10. Die Gesamtstickstoffgehalte sind gering, was im Zusammenhang mit den mittleren Humusgehalten, enge C/N Verhältnisse zu Folge hat. Dieser Ratio um 9 bis 10 entspricht eine fortgeschrittene Humusdegradation, typisch für tropische Ackerböden. Auch im Mittelhang sind die Reserven an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium gering (Tab. 4.7, Beilage 6).



Tab. 4.6: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Oberhangs bei den Ewés

	pH	MO (%)	N	C/N	verf P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K <sub>2</sub> O verf	KAKpot (mmolc/kg)	S-Wert	V-Wert (%)
Plinthosol	4,01	3,10	0,17	11,03	0,83	1,45	164,88	11,48	6,76
Ferralsol	4,08	3,74	0,22	9,54	0,72	1,62	224,18	35,58	15,25

Tab. 4. 7: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Éwés

	pH	MO (%)	N	C/N	verf P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K <sub>2</sub> O verf	KAKpot (mmolc/kg)	S-Wert	V-Wert (%)
Plinthosol	4,37	3,28	0,19	10,05	0,74	2,25	172,38	26,93	15,92
Leptosol	3,94	3,52	0,23	9,03	1,03	2,12	200,45	23,02	11,13

#### 4.2.4 Böden des Unterhangs

Die Profile wurden in Ackerflächen aufgenommen, worauf Tomaten und Mais (T1 und T9) sowie Okra, Yams, Maniok (T1), Kuhbohne und Paprika (T8) angebaut werden (Beilage 7). Aufgrund des Ackerbaus hat sich auf dem kolluvialen Material ein geringmächtiger Ah-Horizont entwickelt. Die Böden werden periodisch überflutet und wurden deswegen dem Ferralsol (Colluvic, Stagnic) zugeordnet. Die hauptsächlich sandig-tonigen Lehme sind schwarz (7,5 YR 2,5/1) bis sehr dunkelbraun (10 YR 2/2) im Ah-Horizont. Die darauffolgenden Schichten weisen eine sehr dunkelbraune (7,5 YR 2,5/2,5, 7,5 YR 3/4, 10 YR 2/2) bis dunkelbraune (7,5 YR 3/4, 10 YR 3/3) Farbe auf. Die Böden sind tief durchwurzelbar und in den oberen Schichten mittel bis stark durchwurzelt. Der Steingehalt und die Größe der Steine nehmen mit der Tiefe zu; Grobgruse und kantige Steine sind in Anteilen von 2 bis 50 Vol.- % vorhanden. Alle Horizonte zeigen einen hohen Anteil an Feinporen. Im Profil T1 wurden kleine Holzkohlestücke gefunden, die weitere Hinweise auf das kolluviale Material darstellen. Die Anwesenheit von Termiten und Ameisen in den Profilen T8 und T9 weisen auf Bioturbation hin und schwarze Flecken auf dem Boden im Profil T9 deuten auf eine rezente Feuernutzung auf dieser Fläche hin.

Ferralsols (Colluvic, Stagnic) im Dorf Amégapé sind mit pH-Werten von 3,5 bis 4,3 extrem sauer und sehr basenarm. Obwohl die Böden durchschnittlich einen mittleren Humusgehalt aufweisen, bestehen Unterschiede in den Profilen. Profile T8 und T9 zeigen sogar starke Humusgehalte von mehr als 5 % im Ah-Horizont. Verbunden mit dem Humusgehalt verfolgt die durchschnittlich mittlere KAKpot einen ähnlichen Verlauf. Das Vermögen des Bodens Nährstoffe pflanzenverfügbar zu speichern ist höher bei den Profilen T8 und T9 – wo die KAKpot hohe Werte von 274 bis 318 mmolc/kg im Ah-Horizont erreicht – als beim Profil T1 mit einer KAKpot von 244 mmolc/kg. Alle Profile haben einen mittleren Gesamtstickstoffgehalt zwischen 0,21 % (T1) und 0,37 % (T8) im Ah-Horizont, der mit der Tiefe abnimmt, sodass die Böden durchschnittlich eine geringe Menge an Gesamtstickstoff aufweisen. Bei dieser topographischen Einheit ist das Ratio C/N auch eng und zeigt eine fortgeschrittene Humus-

degradation in den Böden. Wie bei allen anderen Profilen sind die Nährstoffe Phosphor und Kalium nur in geringer Menge pflanzenverfügbar (Tab. 4.8, Beilage 7).

#### 4.2.5 Veränderung der Nährstoffgehalte

Tab. 4.9 und 4.10 zeigen die Veränderung des Nährstoffsgehalts der Böden in den ersten 80 cm abhängig vom Relief und von der Tiefe. Die organische Substanz folgt einer sinkenden Tendenz mit den höchsten Anteilen im Oberhang und den niedrigsten im Unterhang (Tab. 4.9). Die Bodenparameter pH-Wert, Gesamtstickstoff, verfügbares Kalium und Basensättigung zeigen höhere Werte im Mittelhang als bei den anderen topographischen Einheiten, wobei die niedrigsten Werte im Unterhang zu finden sind. Bis auf die KAKpot haben Böden des Mittelhangs die höchsten Nährstoffgehalte und die niedrigsten Werte werden im Unterhang beobachtet. Die Durchführung einer Varianzanalyse (Analysis of Variance: ANOVA) deckt auf, dass sich die Nährstoffgehalte der Böden statistisch nicht bedeutend unterscheiden ( $p > 0,05$ ). Eine Ausnahme stellt der pH-Wert dar, der statistisch bedeutend niedriger auf den Böden des Unterhangs als auf denen des Mittelhangs ist. Konkret bedeutet dies, dass Böden in den ersten 80 cm unabhängig von der topographischen Position ähnliche Nährstoffgehalte aufweisen. Dabei sind Ferralsols (Colluvic, Stagnic) am Unterhang bedeutend saurer als die anderen Bodentypen.

Werden die Böden nach der Tiefe analysiert, wird festgestellt, dass alle Bodenparameter vom Oberboden zum Unterboden bedeutend sinken ( $p < 0,05$ ). Der Oberboden ist wesentlich nährstoffreicher als der Unterboden in den ersten 80 cm Tiefe für alle Bodentypen (Tab. 4.10). Allgemein sind alle Böden extrem sauer und basenarm. Sie weisen durchschnittlich einen mittleren Humusgehalt und eine mittlere KAKpot auf. Der Gesamtstickstoffgehalt ist gering bis mittel. Die Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium sind in allen Böden durchweg gering und häufig im Mangel. Die bestehende Plinthit in wenig Tiefe bei der Mehrheit der Böden bewirkt eine schlechte Wasserführung, eine schlechte Wasserspeicherung und -verfügbarkeit für die Pflanzen in den trockenen Jahreszeiten. In der Regenzeit kann sogar kurzfristig Sauerstoffmangel auftreten. Außerdem stellt Plinthit ein Hindernis für die tiefe Durchwurzelung dar und verursacht somit Nutzungseinschränkungen dieser Böden.

Im Vergleich zu den Böden der Ditamari weisen die Böden der Ewés bessere chemische Eigenschaften auf (Tab. 4.11). Sie sind wesentlich reicher an organischer Substanz sowie Gesamtstickstoff und zeigen höhere Werte der potentiellen KAK ( $p < 0,05$ ). Die Böden der Ditamari haben allerdings eine höhere Basensättigung ( $p < 0,05$ ) und enthalten tendenziell mehr verfügbares Kalium ( $p < 0,10$ ).

Tab. 4.8: Durchschnittliche chemische Eigenschaften der Böden des Unterhangs bei den Éwés

	pH	MO (%)	N	C/N	verf P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	K <sub>2</sub> O verf	KAKpot (mmolc/kg)	S-Wert	V-Wert (%)
Ferralsol (Colluvic, Stagnic)	3,73	3,23	0,18	10,89	0,80	1,12	214,49	15,82	6,15

Tab. 4.9: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Topographie (ANOVA Test) bei den Éwés

	OBERHANG	MITTELHANG	UNTERHANG	F Wert	p Wert
MO (%)	3,38 ± 0,70 <sup>a</sup>	3,32 ± 0,61 <sup>a</sup>	3,23 ± 0,97 <sup>a</sup>	0,035	0,966
pH	4,04 ± 0,17 <sup>a</sup>	4,29 ± 0,29 <sup>a</sup>	3,73 ± 0,13 <sup>b</sup>	6,442	0,005*
N(%)	0,19 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,20 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,18 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,132	0,877
Verf. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	0,78 ± 0,31 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,19 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,39 <sup>a</sup>	0,004	0,996
Verf. K <sub>2</sub> O (mg/100g)	1,53 ± 0,78 <sup>a</sup>	2,23 ± 1,81 <sup>a</sup>	1,12 ± 1,00 <sup>a</sup>	0,685	0,512
KAKpot (mmolc/kg)	191,240 ± 28,24 <sup>a</sup>	177,48 ± 28,42 <sup>a</sup>	214,49 ± 37,50 <sup>a</sup>	1,382	0,268
S-Wert (mmolc/kg)	22,19 ± 13,21 <sup>a</sup>	26,22 ± 14,38 <sup>a</sup>	15,82 ± 15,87 <sup>a</sup>	0,512	0,605
V-Wert (%)	10,54 ± 5,59	15,05 ± 8,23	6,15 ± 5,60	1,721	0,198

Tab. 4.10: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Tiefe (t Test) bei den Éwés

	OBERBODEN	UNTERBODEN	t Wert	p Wert
MO (%)	4,28 ± 0,51 <sup>a</sup>	2,48 ± 0,39 <sup>b</sup>	5,186	0,000*
pH	4,16 ± 0,25 <sup>a</sup>	3,83 ± 0,09 <sup>b</sup>	2,998	0,008*
N(%)	0,25 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,14 ± 0,03 <sup>b</sup>	4,845	0,000*
Verf. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	1,11 ± 0,27 <sup>a</sup>	0,49 ± 0,10 <sup>b</sup>	4,516	0,000*
Verf. K <sub>2</sub> O (mg/100g)	2,25 ± 0,67 <sup>a</sup>	0,50 ± 0,31 <sup>b</sup>	5,037	0,000*
KAKpot (mmolc/kg)	221,62 ± 29,62 <sup>a</sup>	173,99 ± 20,95 <sup>b</sup>	2,245	0,033*
S-Wert (mmolc/kg)	36,50 ± 12,87 <sup>a</sup>	6,28 ± 3,16 <sup>b</sup>	4,753	0,000*
V-Wert (%)	17,33 ± 6,25 <sup>a</sup>	3,51 ± 1,58 <sup>b</sup>	4,556	0,000*

\*: es gibt einen statistisch bedeutenden Unterschied zwischen den Mittelwerten basiert auf den Ergebnissen der Varianzanalyse und des *t* Test von Student ( $p < 0,05$ ); Mittelwerte mit demselben Buchstaben auf einer Zeile sind statistisch nicht bedeutend unterschiedlich.

<sup>T</sup>: Unterschied der Mittelwerte ist nur tendenziell ( $p < 0,10$ )

Tab. 4.11: Veränderung des Nährstoffgehalts abhängig von der Ethnie (*t* Test)

	DITAMARI	EWE	<i>t</i> Wert	<i>p</i> Wert
MO (%)	1,66 ± 0,46 <sup>a</sup>	3,32 ± 0,46 <sup>b</sup>	-4,555	0,000*
pH	4,23 ± 0,31 <sup>a</sup>	3,98 ± 0,14 <sup>a</sup>	1,425	0,170
N(%)	0,10 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,19 ± 0,03 <sup>b</sup>	-5,301	0,000*
Verf. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	0,57 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,78 ± 0,18 <sup>a</sup>	-1,549	0,129
Verf. K <sub>2</sub> O (mg/100g)	2,06 ± 0,72 <sup>T</sup>	1,31 ± 0,48 <sup>T</sup>	1,759	0,086 <sup>T</sup>
KAKpot (mmolc/kg)	109,75 ± 10,87 <sup>a</sup>	196,11 ± 19,58 <sup>b</sup>	-7,559	0,000*
S-Wert (mmolc/kg)	23,98 ± 11,22 <sup>a</sup>	20,31 ± 8,32 <sup>a</sup>	0,512	0,611
V-Wert (%)	22,66 ± 9,49 <sup>a</sup>	9,93 ± 3,94 <sup>b</sup>	2,428	0,025*

\*: es gibt einen statistisch bedeutenden Unterschied zwischen den Mittelwerten basiert auf den Ergebnissen der Varianzanalyse und des *t* Test von Student ( $p < 0,05$ ); Mittelwerte mit demselben Buchstaben auf einer Zeile sind statistisch nicht bedeutend unterschiedlich.

<sup>T</sup>: Unterschied der Mittelwerte ist nur tendenziell ( $p < 0,10$ )

### 4.3 Bewertung der Standorte

#### *Beschreibung des Bewertungsverfahrens*

Das Bewertungsverfahren orientiert sich an der von Fritscher (2000) angewandten Methodik zur Bewertung des Bodenpotenzials verschiedener Naturraumeinheiten des Gongola-Beckens nordöstlich Nigerias und wurde für die Untersuchungsgebiete im Atakora-Gebirge angepasst. Die Eignung der Standorte für den Ackerbau wurde durch die qualitative nach Dent & Young (1981) oder die generelle Naturraumbewertung nach Beek (1978) verfasst. Der multifaktorielle Bewertungsansatz operiert nach dem Prinzip des Minimumsfaktors und ist eine stark vereinfachte Form der von Glawion & Klink (1989) entwickelten Methodik.

Physikalische und chemische Parameter der Böden wurden berücksichtigt, um Unterschiede zwischen den Standorten zu bewerten (Tab. 4.12). Die Ergebnisse des *t* Tests heben hervor, dass Böden der Éwé und der Ditamari sich bedeutend durch die Gehalte in organische Substanz und Gesamtstickstoff sowie die potenzielle Kationenaustauschkapazität und die Basensättigung unterscheiden (Tab. 4.11). Organische Substanz und Gesamtkohlenstoff sind Bodenkennwerte, die stark von der Nutzung abhängen. Aus diesem Grund werden im Bewertungsverfahren nur die KAK und die Basensättigung als Indikator des Nährstoffgehalts der Böden berücksichtigt. Weiterhin wird der Einflussfaktor Relief durch die Hangneigung herangezogen, da in der Regel stark geneigte Flächen der Erosion ausgesetzt sind und damit weniger für den Ackerbau geeignet sind. Die Bodengründigkeit ist ein weiterer Faktor, der die Bodennutzung beeinflusst und wird im Bewertungsverfahren berücksichtigt. In den beiden Dörfern wird hauptsächlich Regenfeldbau betrieben, weswegen die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe) als Einflussfaktor der Eignung der

Böden für den Ackerbau sinnvoll erscheint. Außerdem weisen Böden bei den beiden Ethnien wasserstauende Bedingungen auf, deren Einfluss über die Luftkapazität (LK) gemessen wird.

Tab. 4.12: Kriterien zur Standortbewertung der Éwés und der Ditamari (nach Swoboda 1994, Fritscher 2000, AG Boden 2005, verändert)

Einflußfaktor	Parameter	Stufe/Klasse	Bewertung	Wertstufe
Relief	Hangneigung (Grad)	< 2	sehr schwach	5
		2 - 5	schwach	4
		5 - 10	mittel	3
		10 - 20	stark	2
		≥ 20	sehr stark	1
Boden	Gründigkeit (dm)	< 1,5	sehr flach	1
		1,5 - 3	flach	2
		3 - 7	mittel	3
		7 - 12	tief	4
		≥ 12	sehr tief	5
Boden	nFKWe (mm)	< 50	sehr gering	1
		50 - 90	gering	2
		90 - 140	mittel	3
		140 - 200	hoch	4
		≥ 200	sehr hoch	5
Boden	LK (%)	< 2	sehr gering	1
		2 - 5	gering	2
		5 - 13	mittel	3
		13 - 26	hoch	4
		≥ 26	sehr hoch	5
Bodenchemie	KAKpot (mmolc/kg)	< 50	sehr gering	1
		50 - 100	gering	2
		100 - 250	mittel	3
		250 - 400	hoch	4
		≥ 400	sehr hoch	5
Bodenchemie	V-Wert (%)	< 15	sehr basenarm	1
		15 - 40	basenarm	2
		40 - 60	mittelbasisch	3
		60 - 90	basenreich	4
		> 90	sehr basenreich	5

Wertstufe :

1. Sehr schlecht 2. Schlecht 3. Mittel 4. Gut 5. Sehr gut

Die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum ( $nFKWe$ ) ist „die Summe des für die Pflanzen ausschöpfbaren Bodenwassers“ (AG Boden 2005: 356). Sie errechnet sich bei grundwasserfernen, terrestrischen Böden aus der nutzbaren Feldkapazität ( $nFK$ ) und der effektiven Durchwurzelungstiefe ( $We$ ), die multipliziert werden (AG Boden 2005).

$$nFKWe \text{ (mm)} = nFK \text{ (mm/dm)} * We \text{ (dm)}$$

Die  $nFK$  genauso wie die LK werden in Abhängigkeit von Bodenart und Trockenrohdichte in der hierfür entwickelten Tabelle der bodenkundlichen Kartieranleitung genommen (AG Boden 2005: 344). Bodenart und Trockenrohdichte wurden zuvor im Labor ermittelt. Die  $nFKWe$  wird für 10 dm effektive Durchwurzelungstiefe ( $We$ ) berechnet. Wenn aber die Wurzeln durch ein Hindernis (Plinthit oder Ausgangsgestein) nicht so tief im Boden durchdringen können, wird die Tiefe des Auftauchens dieses Hindernisses für die Berechnung berücksichtigt.

Die Faktoren wurden zuerst einzeln nach Tab. 4.12 bewertet und anschließend zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst. Die Gesamtbewertung orientiert sich zuerst an dem Faktor, der den niedrigsten Wert erhält. Wird nur ein Faktor mit „sehr schlecht“ (1) und alle anderen mit mindestens „mittel“ (3 oder höher) bewertet, erhält der Standort eine mittlere (3) Bewertung. Wird ein einziger Faktor mit „sehr schlecht“ und ein weiterer mit „schlecht“ (2), dabei aber alle anderen Parameter mit mindestens „mittel“ bewertet, wird der Standort als „schlecht“ charakterisiert. Wenn mehr als zwei Faktoren den Wert „schlecht“ bis „sehr schlecht“ erhalten, wird der Standort als „sehr schlecht“ (1) bezeichnet. Diese Bewertung der Standorte bezieht sich hauptsächlich auf die ackerbäuerliche Nutzung.

#### *Wasserbindung der Böden der Ditamari und der Éwés*

Die zum großen Teil lehmigen Böden der Ditamari haben eine mittlere Luftkapazität von 5 bis 7 %. Die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum erreicht auf dem Plateau geringe bis mittlere Werte von 63 bis 110 mm. Sie ist am niedrigsten im Mittelhang, wo der Boden maximal 60 mm Wasser pflanzenverfügbar speichert und am höchsten im Unterhang, wo bis zur 136 mm Bodenwasser für die Pflanzen ausschöpfbar ist (Tab. 4.13).

Die Böden der Éwé weisen ähnliche Eigenschaften wie bei den Ditamari auf. Die Luftkapazität ist mittel – unabhängig vom Bodentyp und der topographischen Position – und variiert zwischen 5 und 9 %, wobei die höchsten Werte im Mittelhang erreicht werden. Im Oberhang und Mittelhang sind die Bodenwasserreserven gering bis sehr gering, wobei maximal 66 mm Bodenwasser pflanzenverfügbar gespeichert wird. Im Unterhang kann der Boden bis zu 110 mm für die Pflanzen nutzbares Bodenwasser speichern (Tab. 4.13). Diese Werte kommen nicht überraschend vor, da die verfügbare Wassermenge im durchwurzelbaren Raum in den Böden tropischer Bergländer häufig unter 100 mm liegt (LAL 1987: 135). Demnach verursacht ein Ausbleiben von Regenereignissen über eine Dauer von mehr als sieben Tage trockenheitsbedingte Ernteverluste.

Tab. 4.13: Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe) und Luftkapazität (LK) der Böden (nach AG Boden 2005: 344 und Datenerhebungen 2015)

Topo. Lage	Ditamari			Éwé		
	Profil	LK (%)	nFKWe (mm)	Profil	LK (%)	nFKWe (mm)
Plateau & Oberhang	B1	5	105	T5	6	60
	B2	5	110	T6	5	36
	B3	5	63	T11	4	66
Mittelhang	B4	7	60	T2	7	56
	B7	7	46	T3	9	43
				T4	6	22
				T7	5	50
				T10	7	45
Unterhang	B5	6	136	T1	6	110
	B6	7	115	T8	5	110
				T9	5	110

#### *Eignung der Böden für den Ackerbau*

Im Bewertungsverfahren erweisen sich die Basensättigung und die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum als limitierende Faktoren für den Ackerbau auf fast alle Standorte (Tab. 4.14). Bei den Ditamari weisen die Standorte auf dem Plateau und im Unterhang ein mittleres Potenzial bezüglich des Ackerbaus auf (Tab. 4.15). Die Böden des Mittelhangs trotz höherem Nährstoffgehalt eignen sich wegen ihres schlechten Wasserhaltevermögens und ihrer Gründigkeit unter 50 cm weniger für den Ackerbau. Außerdem sind die Kulturen an diesen Standorten erosionsgefährdet.

Obwohl die Böden der Éwé bedeutend höhere Nährstoffgehalte als die Böden der Ditamari aufweisen, zeigen bei den Éwé nur Böden des Unterhangs ein mittleres Potenzial für den Ackerbau (Tab. 4.15). Die einschränkenden Faktoren sind vor allem die niedrigere Gründigkeit und die stärkeren Hangneigungen, die geringere Wasserhaltevermögen sowie eine höhere Gefährdung der Kulturen durch Erosion bewirken.

Sowohl bei den Éwé als auch bei den Ditamari erreichen die Standorte im besten Fall den mittleren Wert. Die Säuregehalte sowie die Nährstoffgehalte der Böden sind gesteinsabhängig. Die potentielle Nährstoffversorgung bei Quarziten ist mäßig bis schlecht und bei Glimmerschiefer mäßig (Bastian & Schreiber 1999). Aber nicht nur das Gestein sondern auch die Landnutzung beeinflusst die Eigenschaften des Boden und kann diese verbessern oder verschlechtern.

Tab. 4.14: Bewertungsmatrix der Standorte bei den Ditamari und den Éwés

Profil	Hang- neigung	Gründig- keit	nFKWe	LK	KAKpot	Basen- sättigung	Standort- wert
B1	5	4	3	3	3	1	<b>3</b>
B2	5	4	3	3	2	2	<b>3</b>
B3	5	3	2	3	3	2	<b>3</b>
B4	4	3	2	3	3	1	<b>2</b>
B5	3	4	3	3	3	3	<b>3</b>
B6	5	4	3	3	2	2	<b>3</b>
B7	5	3	1	3	3	2	<b>2</b>
T1	4	4	3	3	3	1	<b>3</b>
T2	3	3	2	3	3	1	<b>2</b>
T3	3	2	1	3	3	2	<b>2</b>
T4	3	2	1	3	3	2	<b>2</b>
T5	4	3	2	3	3	1	<b>2</b>
T6	4	3	1	3	3	1	<b>2</b>
T7	3	3	2	3	3	1	<b>2</b>
T8	4	4	3	3	3	1	<b>3</b>
T9	4	4	3	3	3	1	<b>3</b>
T10	3	3	1	3	3	2	<b>2</b>
T11	4	3	2	2	3	2	<b>2</b>

Tab. 4.15: Eignung der Standorte für den Ackerbau in den Untersuchungsgebieten

Topo. Lage	Ditamari		Éwé	
	Profil	Standortwert	Profil	Standortwert
Plateau & Oberhang	B1	3	T5	2
	B2	3	T6	2
	B3	3	T11	2
Mittelhang	B4	2	T2	2
	B7	2	T3	2
			T4	2
			T7	2
			T10	2
Unterhang	B5	3	T1	3
	B6	3	T8	3
			T9	3

Wertstufe: 1. Sehr schlecht 2. Schlecht 3. Mittel 4. Gut 5. Sehr gut



## 5. Konsequenzen des Landnutzungswandels

### 5.1 Morphodynamik und Erosionsprozesse

#### 5.1.1 Einflussfaktoren der Bodenerosion

Bodenerosion ist die Ablösung, der Transport und die Ablagerung von Bodenmaterial durch Wasser oder Wind entlang der Bodenoberfläche (Richter 1998, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie LfULG 2018). Neben Wind- und Wassererosion erfolgt der Bodenabtrag noch durch Schneeschmelze und gravitative Bodenverlagerung (z.B. Erdrutsch, Massenfließen, Folge der Bodenbearbeitung) (Blume et al. 2010). In den Feldarbeitsgebieten ist das Transportmedium überwiegend Niederschlagswasser, weshalb nur die Wassererosion beschrieben wird. Die Anfälligkeit eines Bodens für die Wassererosion ist eine Funktion der Erosivität der Niederschläge und der Erodierbarkeit des Standortes (AG Boden 2005, Thoms 2005). Der Prozess führt zu verschiedenen Abtragserscheinungen in Form von Flächen-, Rillen-, Rinnen-, Graben- und Tunnelerosion (AG Boden 2005, Blum 2012).

#### *Erosivität der Niederschläge*

Die Erosivität bezeichnet die potentielle Fähigkeit von Niederschlag durch seine kinetische Energie Erosion auszulösen. Sie hängt einerseits von den Bodeneigenschaften, der Vegetation und der Topographie sowie der jährlichen Niederschlagsmenge ab (Nill et al. 1996). Andererseits spielen bei der Bodenerosion die Variabilität, die Intensität sowie das zeitliche und räumliche Auftreten einzelner Niederschlagsereignisse eine wichtige Rolle (Runge 1990, Nill et al. 1996). Starke Regenereignisse schaffen die Voraussetzungen für eine hohe erosive Wirkung der Niederschläge (Runge 1990).

Zu Beginn eines Regenereignisses wird Luft in den Bodenaggregaten eingeschlossen und durch das eindringende Wasser komprimiert. Daraus resultiert der Prozess der Luftsprennung, bei dem Mikroaggregate von 0,2-1 mm aus dem Bodengefüge herausgelöst und durch den Oberflächenabfluss transportiert werden (Winkelhofer 2016). Die entstehenden Drücke steigen mit der Trockenheit der Bodenoberfläche an. Die kinetische Energie eines Regentropfens nimmt mit der Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit zu (Morgan 1986). Die Geschwindigkeit der Regentropfen erhöht sich mit dem Durchmesser auf ein Maximum von 9 bis 10 m/s für die größten Tropfen, die einen Durchmesser von etwa 6 mm aufweisen (Nill et al. 1996). Mit steigender Niederschlagsintensität können durch aufprallende Regentropfen Drücke zwischen 2 und 6 MPa in sehr kurzer Zeit auf den Boden gebracht werden (Ghadiri & Payne 1981). Dadurch werden Bodenaggregate zerstört und Partikel abgelöst, die über kurze Distanzen transportiert werden: dieser Prozess ist die Splash-Erosion (Auerswald 1998). Außerdem bildet sich ein Wasserfilm an der Bodenoberfläche, der die Splash-Erosion bei geringerer Dichte (14 bis 30 % des Durchmessers des Regentropfens) verstärken oder die Bodenoberfläche schützen kann (Mutchler & Young 1975). Durch die Ablagerung des abgelösten Feinmaterials kann es schnell zur Verschlammung kommen, die die Infiltrationsrate verringert und den flächenhaften Oberflächenabfluss verstärkt. Bei gleichmäßiger Ablösung der Bodenpartikel durch Luftsprennung und Splash-Erosion wird das Material zuerst flächenhaft transportiert,

wodurch die flächenhafte Erosion entsteht. Lokal erzeugt die Erosionskraft des Abflusses lineare Erosionsformen (Winkelhofer 2016). Sind die Erosionsspuren zwischen 1 bis 15 cm tief und unter 25 cm breit werden sie Rillen genannt; wenn sie hingegen Tiefen von 15-50 cm und Breiten von 25-200 cm aufweisen, sind sie Rinnen (Mäckel 1986: 109). Über eine Tiefe von 30 cm kommt es zur Graben- oder auch Gullyerosion (Auerswald 1998, Winkelhofer 2016).

### *Erodierbarkeit des Bodens*

Die Erodierbarkeit eines Standortes wird von seinen Eigenschaften, wie die mineralische Zusammensetzung, die Struktur, die Bodenart, der Gehalt an organischer Substanz und die Bodenfeuchte beeinflusst (Nill et al. 1996). Die mineralische Zusammensetzung, insbesondere Metalloxyde, wirken als Bindemittel zwischen Bodenpartikeln und erhöhen die strukturelle Stabilität. Mit zunehmendem Gehalt an Al- und Fe-Oxiden nimmt der Bodenverlust in Unterböden durch Auswaschungen ab (Roth et al. 1974; Romkens et al. 1977). Die Art des Tonminerals beeinflusst die Bodendichte und Infiltrationskapazität der Standorte. Böden mit kaolinitischem Ton sind im trockenen sowie feuchten Zustand gut aggregiert und weniger anfällig für Dichtung als Böden mit Dreischicht-Tonmineralen (z.B. Smectit) (Levy & van der Watt 1988; Shainberg et al. 1991). Ihre stabile Struktur ermöglicht hohe Infiltrationsraten.

Auch die Bodenart spielt bei der Erodierbarkeit eine wichtige Rolle. Sand, sandiger Lehm und lehmige Böden sind weniger erodierbar als Schluff, Feinsand und bestimmte tonige Böden (AG Boden 2005). Schluffige Böden weisen eine schwache strukturelle Stabilität auf und bilden schnell Oberflächenverdichtungen beim Aufprall der Regentropfen. Feinsand verhält sich wie Schluff und wird daher der Schlufffraktion für Bodenerosionsaspekte zugeschrieben (Wischmeier & Smith 1978).

Organische Substanz beeinflusst die Erosionsbeständigkeit der Standorte durch Verbesserung der Bodenstruktur, der Durchwurzelung, der Wasserkapazität und der Infiltration. Mit zunehmendem Gehalt an organischer Substanz im Boden nimmt die Erodierbarkeit ab (Wischmeier & Smith 1978). In tropischen Anbausystemen ist der Gehalt an organischer Substanz unmittelbar nach der Brache hoch und sinkt schnell während des Anbaus. So ändert sich die Erodierbarkeit während eines Erntezyklus von niedrigen Werten während der Brache und zu Beginn der Kultivierung bis zu höheren Werten gegen Ende der Kultivierung (Nill et al. 1996).

Ein weiterer Einflussfaktor der Versickerung des Niederschlagswassers ist die Bodenfeuchte. Auf feuchterem Boden beginnt der Abfluss früher und erreicht höhere Abflussmengen als auf einem trockeneren Standort. Aus diesem Grund sollen Regenfälle, die am Anfang der Regenzeit auftreten, im Allgemeinen weniger Abfluss und Bodenverlust als Regen am Ende der Regenzeit verursachen (Nill et al. 1996).

Auch geländebedingte Faktoren wie Hangneigung, Hanglänge und Hangform sowie bewirtschaftungsbedingte Faktoren wie die Art der Bodennutzung und -bearbeitung wirken sich auf die Erodierbarkeit eines Standortes aus (Nill et al. 1996, Thoms 2005, Winkelhofer 2016). Der Bodenverlust steigt mit dem Gefälle und beginnt bereits bei Gefälle unter 1% (Nill et al. 1996). Je steiler das Relief und je geringer das Wasseraufnahmevermögen des Bodens, desto stärker ist die Transportkraft des

oberflächlich abfließenden Niederschlagswassers, und desto mehr Bodenmaterial kann verlagert werden (Blum 2012: 85). Die längeren Hänge erhöhen den Bodenverlust, da sich an langen Hängen Abflussgeschwindigkeit erhöht. Bezüglich der Hangform erhöht sich folgt der Bodenverlust in der Reihenfolge konkav < gestreckt < konvex (Nill et al. 1996). Die Art der Bodennutzung bestimmt die vorhandene Pflanzendecke. Die Pflanzendecke schützt den Boden vor erosiven Auswirkungen der Regenfälle, indem sie den Oberflächenabfluss verlangsamt und die Infiltrationsrate erhöht. Anthropogen initiierte Veränderungen der Pflanzendecke, z.B. durch Rodung und Buschfeuer, heben diese Schutzfunktion auf und führen zu schwerwiegenden Erosionsschäden (Runge 1990). Bestimmte Landbewirtschaftungspraktiken wie minimale oder keine Bodenbearbeitung sind effektiv bei der Verringerung der Bodenerosion durch Wasser (Nill et al. 1996).

### 5.1.2 Niederschlagsregime und Erosivität

Die Variabilität, die Intensität sowie das zeitliche und räumliche Auftreten einzelner Niederschlagsereignisse spielen bei der Bodenerosion eine wichtigere Rolle als die jährliche Niederschlagsmenge (Runge 1990, Nill et al. 1996). Zur Beurteilung der Erosivität der Niederschläge in den Untersuchungsgebieten werden Statistiken über die Tagesereignisse aus 84 Jahren und die monatlichen Ereignisse aus 114 Jahren für insgesamt drei Meßstationen in Nord-Benin und Süd-Togo analysiert (Tab. 5.1).

In Anlehnung an Wischmeier & Smith (1958) versuchte Roose (1977) aus empirisch gewonnenen Niederschlags- und Bodenabtragsdaten einen Index R der klimatischen Aggressivität in Westafrika zu berechnen. Der Index R ermöglicht die Regionalisierung und damit die Bewertung der potentiellen Erosivität in Abhängigkeit von der Art der Niederschlagsereignisse und der jeweiligen Naturraumausstattung (Runge 1997). Roose (1977) konnte eine Gleichung entwickeln, womit eine Berechnung des Erosivitätsindex R nur mit Kenntnis eines 24-stündigen Niederschlagsereignisses ermöglicht wird. Dabei besteht eine lineare Regression zwischen dem Index R und den täglichen Niederschlägen H in der äquatornahen Küstenzone von Juni bis September zur Zeit der monsunalen Niederschläge und eine logarithmische Funktion berücksichtigt den Rest des Jahres sowie alle anderen Klimastationen (Roose 1977: 32).

$$R = 0,577 H - 5,766; \log.R = f(\log.H)$$

Tab. 5.1: Klimastationen mit täglichen Niederschlagsdaten in der Nähe der Untersuchungsgebiete

Station	Geographische Lage	Beobachtungsperiode
Natitingou (Nord-Benin)	1°23'E / 10°19'N	1971 - 2015
Gobé (Süd-Togo)	00°48E / 07°31N	1970 - 2008*
Kouma-konda (Süd-Togo)	00°34E / 06°57N	1976 - 2005

\* Tagesaufzeichnungen der Niederschlagsmengen waren nur für den Zeitraum 2000 - 2008 verfügbar.

Der Quotient aus dem durchschnittlichen jährlichen Erosivitätsindex  $R_{am}$  und dem mittleren jährlichen Niederschlag  $H_{am}$  erreichte bei einer Beobachtungsperiode von 5 bis 10 Jahren einen annähernd konstanten Faktor von 0,5, der um  $\pm 5\%$  schwankt. Dieser Faktor verändert sich nur bei Meßstationen innerhalb oder in der Nähe von Gebirgen und unmittelbar an der Küste.

$$R_{am} / H_{am} = 0,50 \pm 0,05$$

Auf diese Weise erstellte Roose (1977) eine Karte der klimatischen Aggressivität in Westafrika (Abb. 5.1). Laut dieser Abbildung beträgt der Erosivitätsindex im Untersuchungsgebiet der Éwé (Amégapé, Süd-Togo) 700-800 und erreicht im Gebiet der Ditamari (Dikouan, Nord-Benin) Werte von 500-600. Der Index wurde mit der Methode von Roose (1977) für die Stationen in Tab. 5.2 berechnet. Der mittlere Erosivitätsindex  $R_{am}$  liegt für alle Stationen unter den Vorhersagen des Modells von Roose (1977), wobei sich die höhere klimatische Aggressivität in Süd-Togo deutlich feststellen lässt (Tab. 5.2). Runge (1989) kam auf ähnliche Ergebnisse für 4 Messstationen Nord-Togos. Weiterhin beträgt der Quotient von  $R_{am}/H_{am}$  bei den Beispielen in Togo und Benin durchschnittlich jeweils 0,38 und 0,41. Diese Größen liegen nicht im Bereich der Konstante von Roose ( $0,50 \pm 0,05$ ), nähern sich aber den berechneten Werte in Dschang (Kamerun) und Bouaké (Côte d'Ivoire) mit ähnlichen topographischen Lagen an (Roose 1977: 34). Die einzelnen jährlichen Werte für  $R$  schwanken sehr stark (Abb. 5.2). Im beninischen Gebiet variieren sie zwischen 379 und 657; diese Werte entsprechen der klimatischen Aggressivität eines Standorts jeweils im Sahel und oberguineischen Küstenraum. Im togoischen Raum schwanken die einzelnen Jahreswerte für  $R$  zwischen 336 und 917 bei der Station Gobé sowie 430 und 917 bei der Station Kouma-Konda. Der Extremwert 917 entspricht hier etwa der klimatischen Aggressivität von Abidjan im guineischen Raum.

Runge (1990) hebt hervor, dass die erhöhte klimatische Aggressivität in Äquatornähe nicht zwangsläufig eine erhöhte Effektivität der Morphodynamik bedeutet. Die klimatischen Voraussetzungen für hohen Bodenabtrag und eine erosive Umgestaltung des Reliefs nehmen tatsächlich zum Äquator hin zu; hierbei wird die schützende Wirkung der Pflanzendecke aber nicht berücksichtigt.

Zur tieferen Beurteilung der erosivmorphodynamischen Prozesse in den Untersuchungsgebieten werden, in Anlehnung an Runge (1989, 1990, 1997), neben der jährlichen Niederschlagsmenge die Anzahl der Regentage je Monat sowie die absoluten und die mittleren maximalen Tagesniederschläge in den Studiengebieten berücksichtigt. Für die drei Klimastationen werden jeweils drei abgewandelte Klimadiagramme verwendet, die saisonale bis episodische Niederschlagsereignisse hervorheben (Abb. 5.3).

Das linke Diagramm stellt mit Säulen die durchschnittlichen monatlichen Niederschläge [NS (m)] in Millimetern dar; die schwarze Linie zeigt die Variabilität der monatlichen Niederschläge in Prozent [v (%)]. Die mittlere Graphik gibt Auskunft über die mittlere Niederschlagsmenge an Regentagen pro Monat (Tagesleistung [NS (t)]) in Millimetern; die durchgezogene Linie zeigt die mittlere Anzahl der Tage mit Regen je Monat [x (t)]. Die rechte Graphik zeigt die durchschnittlichen [NS (t m max)] und die absoluten [NS (t max)] Niederschlagsmaxima in Millimetern mit der hellen bzw. dunklen Flächendarstellung.

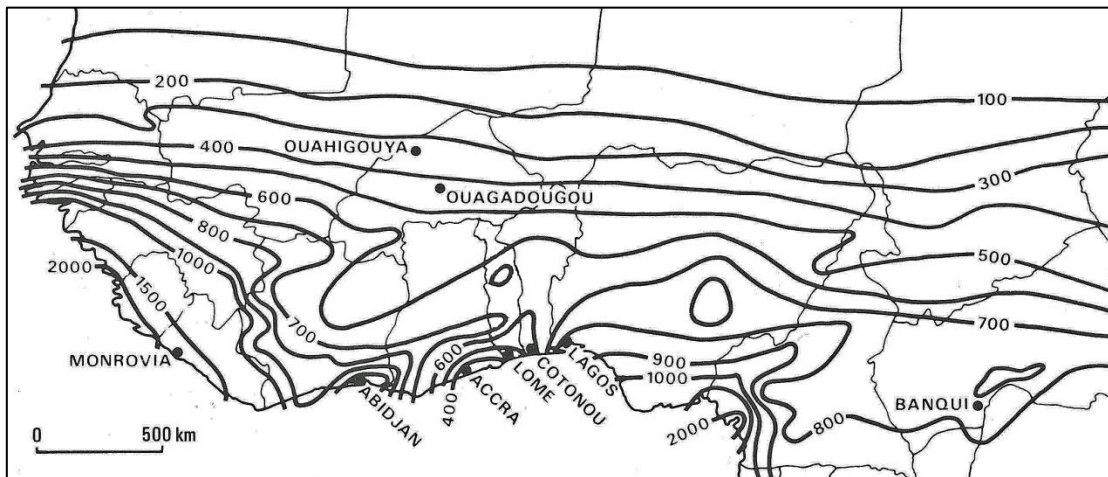


Abb. 5.1: Verteilung der klimatischen Aggressivität nach dem mittlerem jährlichen Erosivitätsindex  $R_{am}$  von Roose (1977) (aus Avenard & Michel 1985:80 in Runge 1990, verändert)

Tab. 5.2: Erosivitätsindex  $R_{am}$  von Klimastationen in Nord-Benin und Süd-Togo

Station	Zeitraum	$H_{am}$ (mm)	$R_{am}$	$R_{am} / H_{am}$
Natitingou (Benin)	1971-2015	1184	486	0,41
Gobé (Togo)	2000-2008	1790	652	0,36
Kouma-konda (Togo)	1976-2005	1664	646	0,39

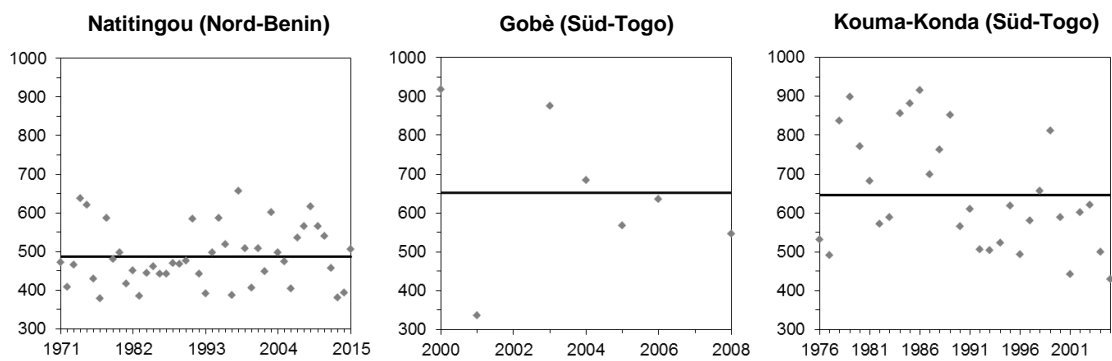


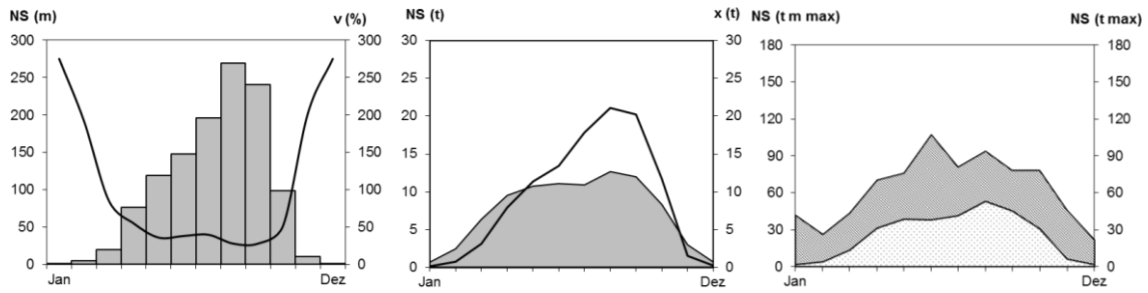
Abb. 5.2: Variabilität des jährlichen Erosivitätsindex  $R$  für ausgewählte Stationen in Nord-Benin und Süd-Togo; die durchgezogene Linie stellt den mittleren Index  $R_{am}$  dar.

Der unimodale Charakter des Niederschlagsregimes zeigt sich durch eine einzige niederschlagsreiche Regenzeit bei der Station Natitingou in Benin. In den humiden Monaten erreicht die Variabilität der Niederschläge Werte um 30 bis 40 % während größere Schwankungen über 80 % für trockenere Monate beobachtet werden. Aufgrund des stark episodischen Charakters der Niederschläge in Trockenmonaten wie Januar und Dezember übersteigt die Variabilität 300 % (für Darstellungszwecke wird die Variabilität nur bis 275 % wiedergegeben). Die mittlere Tagesleistung der Niederschläge beträgt 8 mm, wobei höhere tägliche Niederschlagsmengen auch in Trockenmonaten wie April (9,52 mm) beobachtet werden. Die Anzahl der Tage mit Niederschlag ist auch nicht nur in den humiden Monaten hoch, sondern erreicht gerade im Trockenmonat April durchschnittlich 8 Tage. Ein Blick in die maximalen und täglichen Niederschläge zeigt, dass frühe Regenfälle bis zu 70 mm Tageswerte vor Beginn der Regenzeit keine Ausnahme darstellen. Zum Beispiel fiel am 25.04.1990 70,20 mm Niederschlag. Das absolute Maximum von 41,60 mm Niederschlag im Januar ist auf ein einzelnes episodisches Niederschlagsereignis am 20.01.2004 zurückzuführen.

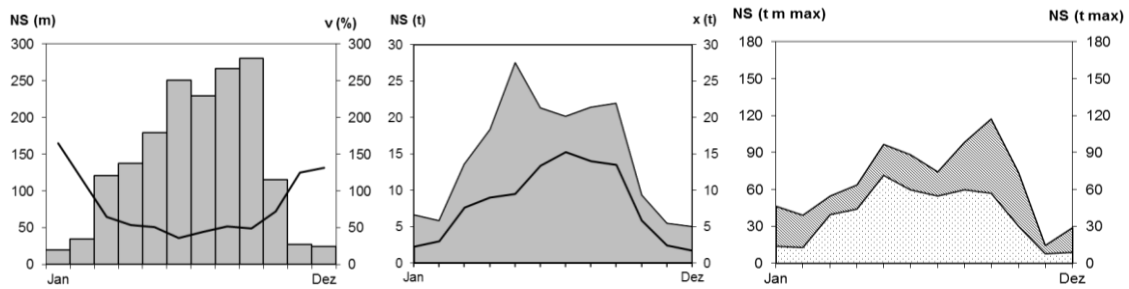
Bei den togoischen Stationen Gobé und Kouma-Konda entwickeln die jährlichen Niederschläge zwei kleine Peaks, charakteristisch für ein guineisches Klima. Die Variabilität der Niederschläge liegt in den humiden Monaten bei 40 bis 50 %; sie erreicht Werte über 80 % zum Beginn und am Ende der Regenzeit. Täglich fallen hier durchschnittlich 13 bis 14 mm Regen. Bei der Station Kouma-Konda liegt die Tagesleistung auch außerhalb der Regenzeit über 10 mm. Bei den beiden Stationen weist der Monat August keinen trockenzeitlichen Charakter auf, obwohl er als kleine Trockenzeit für diese klimatische Zone bezeichnet wird. Die Kurve über die Anzahl der Tage mit Niederschlag zeigt deutlich, dass auch die Trockenmonate Regentage verzeichnen. Die maximalen täglichen Regenfälle bestätigen die Tendenz, dass frühe Regen mit hohen täglichen Mengen, z.B. >90 mm in Kouma-Konda und etwa 55 mm in Gobé vor der eigentlichen Regenzeit eintreten.

Aus der Analyse des Niederschlagsregimes der beiden Untersuchungsgebiete geht hervor, dass sich Niederschlagsereignisse nicht nur mit der eigentlichen Regenzeit decken, sondern auch in der Trockenzeit fallen. Runge (1990) zog ähnliche Schlussfolgerungen für ausgewählte Stationen in Nord-Togo und erläuterte dabei die Bedeutung dieser Niederschlagsereignisse für die Formungsprozesse. Frühe Regenfälle mit Tageswerten von z.B. 90 mm besitzen eine hohe morphodynamische Effektivität bzw. Erosivität, weil zum Zeitpunkt ihres Einsetzens weder die natürliche Vegetation noch die Kulturpflanzen auf den Feldern soweit entwickelt sind, um den Boden vor Splash- und Flächenerosion zu schützen (Runge 1990: 67). Auch in den Untersuchungsgebieten Nord-Benins und Süd-Togos tritt eine ähnliche Situation ein. Hinzu kommt, dass die täglichen Regenmengen meistens nicht den ganzen Tag, sondern durchschnittlich 2 bis 3 Stunden dauern (Runge 1990, eigene Geländebeobachtungen).

**Benin / Natitingou** (460 m ü.M.) - 1°23'E / 10°19'N – 1184 mm / 109 Tage - (1971 - 2015)

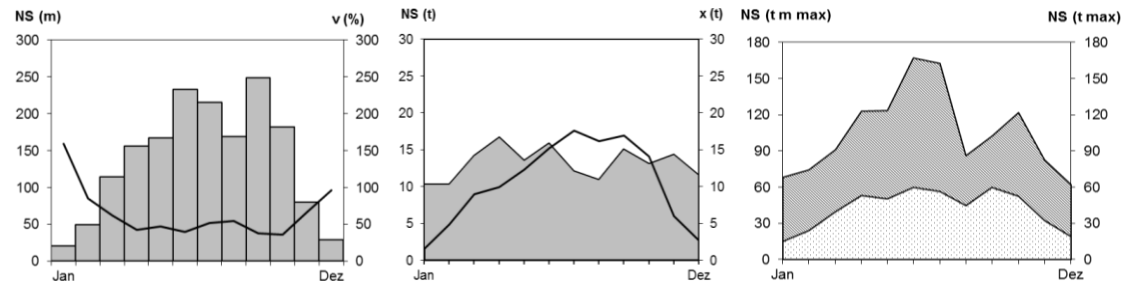


**Togo / Gobé** (716 m ü.M.) - 00°48E / 07°31N – 1745 mm / 96 Tage - (1970 - 2008)\*



\* Tägliche Niederschlagsdaten waren für diese Station nur über den Zeitraum 2000 - 2008 verfügbar

**Togo / Kouma-konda** (576 m ü.M.) - 00°34E / 06°57N – 1664 mm / 126 Tage - (1976 - 2005)



Legende

**Land / Station** (m ü.M.) - Länge / Breite - Jahresniederschlag / Anzahl der Tage mit Niederschlag - (Beobachtungsperiode)

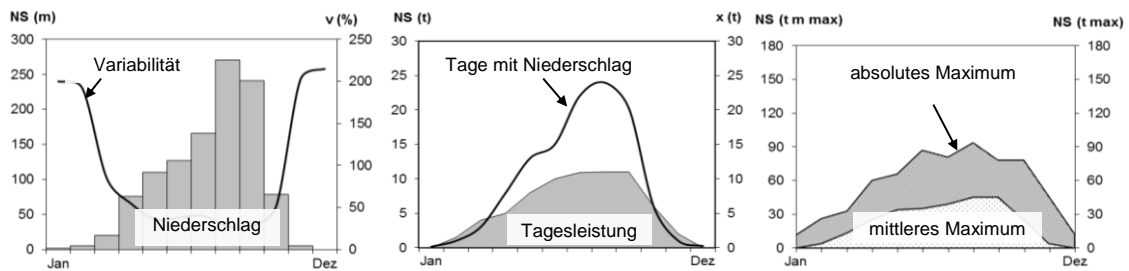


Abb. 5. 3: Niederschlagsregime von ausgewählten Klimastationen in den Untersuchungsgebieten

Aufgrund der sehr hohen regionalen Variabilität von Niederschlagsereignissen unter wechselfeuchten Klimabedingungen (Mensing 1980b, Runge 1990) ist von nur einer eingeschränkten Übertragung der Niederschlagswerte einzelner Klimastationen auf die Untersuchungsdörfer auszugehen. Die Meßstationen Kouma-Konda und Gobè liegen jeweils 20 km und 48 km vom Dorf Amégapé bei den Éwé entfernt; die Station Natitingou befindet sich ca. 10 km vom Dorf Dikouan bei den Ditamari entfernt. Runge (1990) fand eine räumliche Variabilität der Tagesniederschläge bereits bei einer Entfernung von 5 km (Klimastationen *Kara Ville* und *Kara Meteo*) heraus. Da keine Klimadaten auf der Dorfebene vorhanden sind, bieten trotzdem die Messwerte der oben analysierten Stationen wichtige Anhaltspunkte zur Einschätzung und zur Beurteilung der Erosivität der Niederschläge und der morphodynamischen Prozesse in den Untersuchungsdörfern. Dabei besitzen die Niederschläge des humideren Dorfs Amégapé (Süd-Togo) eine höhere erosive Kraft als im semi-humiden Dorf Dikouan (Nord-Benin). Durch diese Niederschlagsregime stellt die flächenhafte Erosion den wirksamsten Formungsprozess in den untersuchten Dörfern dar.

### 5.1.3 Bodenart, -nutzung und Erodierbarkeit

Tab. 5.3 und 5.4 stellen eine Abschätzung der texturbedingten Erodierbarkeit sowie der gesättigten Wasserleitfähigkeit der Horizonte der Bodenprofile in den Untersuchungsdörfern dar. Die gesättigte Wasserleitfähigkeit als Maß für die Durchlässigkeit wurde über die Bodenart und die Trockenrohdichte der Horizonte abgeleitet (AG Boden 2005: 349 & 351).

Im Dorf Dikouan weist die Mehrheit der Oberflächenhorizonte eine mittlere Erodierbarkeit auf. Die sandigen bis tonigen Lehme und lehmigen Sande zeigen eine mittlere Wasserdurchlässigkeit auf. Die Unterböden sind zum großen Teil tonige Lehme, die auch der mittleren Erodierbarkeit zuzuordnen sind, lassen aber geringere Mengen Wasser durch. Diese Horizonte treten schon nach 10 cm Tiefe ein und reduzieren die gesamte Wasserleitfähigkeit der Böden. Die Böden weisen eine mittlere bis tiefe Gründigkeit auf (Tab. 5.3).

Die Oberböden im Dorf Amégapé sind hauptsächlich sandig-tonige Lehme und damit texturbedingt gering erodierbar aber schwach wasserdurchlässig. Ein kleinerer Anteil mit lehmigen Sanden und sandigen Lehmen weist eine mittlere Erodierbarkeit und Wasserdurchlässigkeit auf. Diese Böden befinden sich vor allem im Mittelhang. Der Unterboden ist bei allen Profilen texturbedingt gering erodierbar aber auch gering wasserdurchlässig. Die Mehrheit der Böden ist flachgründig mit dem Auftreten von Plinthit ab 16 cm Tiefe (Tab. 5.4).

Die hohe kinetische Energie der aufprallenden Regentropfen zerstört die Bodenaggregate der lockeren Sedimente des Oberbodens und führt schnell zur Verschlämmung. Im Zusammenspiel mit den gering bis mittel durchlässigen Oberböden entstehen, besonders bei starken Regenereignissen, hohe Abflussmengen. Die feinsten Bodenpartikel werden abgelöst und flächenhaft abgespült, wodurch erhebliche Materialverlagerungen und Bodenüberlagerungen auftreten können.



Tab. 5.3: Erodierbarkeit und gesättigte Wasserleitfähigkeit der Böden bei den Ditamari (nach AG Boden 2005: 351, 355, 366)

Lage im Relief	Profil	Horizont	Tiefe (cm)	Bodenart	Erodierbarkeit	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	
						Wert (cm/d)	Bewertung
Plateau & Bas-fonds	B1	Al	0 - 10	Lt2	mittel	6	gering
		Btg	10 - 80+	Lt3	mittel	3	gering
	B2	Al	0 - 24	Ls3	mittel	11	mittel
		Bts	24 - 80+	Tu2	gering	2	gering
	B3	Al	0 - 10	Ls4	mittel	11	mittel
		Bts	10 - 35	Lt3	mittel	3	gering
C		35 - 58	Lt3	mittel	3	gering	
Mittelhang	B4	Ah	0 - 15	Sl4	mittel	21	mittel
		(Bt)	15 - 30	Lt2	mittel	6	gering
		C	30 - 45	Ls3	mittel	11	mittel
	B7	Ah	0 - 15	Sl4	mittel	21	mittel
		Bts	15 - 36	Lts	gering	7	gering
	Unterhang	B5	Kolluvium	0 - 16	Lt2	mittel	6
Kolluvium			16 - 80+	Ls3	mittel	11	mittel
B6		Al	0 - 12	Sl4	mittel	21	mittel
		Bts	12 - 33	Lt2	mittel	6	gering
		Kolluvium	33 - 80+	Lts	gering	7	gering

Tab. 5.4: Erodierbarkeit und gesättigte Wasserleitfähigkeit der Böden bei den Ewés (nach AG Boden 2005: 351, 355, 366)

Lage im Relief	Profil	Horizont	Tiefe (cm)	Bodenart	Erodierbarkeit	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	
						Wert (cm/d)	Bewertung
Oberhang	T5	Ah	0 - 13	Ls4	mittel	11	mittel
		Bsq1	13 - 38	Lts	gering	7	gering
		Bsq2	38 - 51	Lts	gering	7	gering
	T6	Ah	0 - 18	Lts	gering	7	gering
		(Bsq)	18 - 32	Lts	gering	7	gering
	T11	A1 / A2	0 - 20	Lts	gering	7	gering
		Bsq1	20 - 39	Lts	gering	7	gering
		Bsq2	39 - 58	Ts2	sehr gering	3	gering
	Mittelhang	T2	A1 / A2	0 - 43	Ls4	mittel	11
T3		A1	0 - 9	Sl3	mittel	29	mittel
		A2	9 - 27	Sl4	mittel	21	mittel
T4		A1	0 - 9	Lts	gering	7	gering
		A2	9 - 20	Ts4	sehr gering	8	gering
T7		Ah	0 - 20	Lts	gering	7	gering
		(Bsq)	20 - 39	Lts	gering	7	gering
T10		Ah	0 - 16	Sl4	mittel	21	mittel
Unterhang	T1	Ah	0 - 6	Lts	gering	7	gering
		Kolluvium	6 - 80+	Ts4	sehr gering	8	gering
	T8	Ah	0 - 10	Lts	gering	7	gering
		Kolluvium	10 - 80+	Lts	gering	7	gering
	T9	Ah	0 - 19	Lts	gering	7	gering
		Kolluvium	19 - 80+	Lts	gering	7	gering

Die natürlichen denudativen Prozesse werden von der Bodenbedeckung und der Topographie der jeweiligen Gebiete beeinflusst. Die Standorte auf dem Plateau bei den Ditamari sind sehr schwach geneigt ( $< 2^\circ$ ); im Mittelhang und Unterhang sind sie schwach ( $3\text{-}5^\circ$ ) bis mittel geneigt ( $5\text{-}7^\circ$ ). Bei den Ewés sind die Standorte im Oberhang und Unterhang schwach geneigt ( $2\text{-}5^\circ$ ); im Mittelhang erreicht die Hangneigung mit  $5$  bis  $10^\circ$  mittelstarke Werte. Flächenhafte Abspülung setzt bereits bei schwach geneigten Hängen von  $1$  bis  $3^\circ$  ein (Runge 1990, 1997). Roose (1977, 1981) weist allerdings darauf hin, dass der Einfluss der Hangneigung nur bei zerstörter Vegetationsbedeckung groß ist. Eine vollständige Bodenbedeckung verschafft dem Boden, unabhängig von ihrer botanischen Art, den Anbautechniken und der Klimaaggressivität, den besten Schutz (Roose 1977). So werden unter wechselfeuchten Klimabedingungen in Côte d'Ivoire geringere Werte des Bodenabtrags zum Beispiel in Wäldern und natürlichen Brachfeldern gemessen als auf Böden mit nur spärlicher oder ohne Vegetation und landwirtschaftlich genutzten Flächen (Roose 1977: 50f.). In einem Bericht des World Wide Fund For Nature (WWF 2017) werden Kulturen wie Maniok, Mais, Sorghum, Tabak und Reis als besonders erosionsfördernd bezeichnet. Roose (1977: 51f., 1981: 159f.) und Lewis (1985: 280) bestätigen eine erhöhte Erosionsgefährdung für die Kulturpflanzen Mais, Hirse, Sorghum, Reis, Maniok, Yams, Erdnüsse und Bohnen.

In beiden Untersuchungsgebieten nahm die natürliche Vegetation (degradierter Regenwald, Baum- und Strauchsavanne) zugunsten der kultivierten (Felder / Brache) und unbedeckten (degradiert / bebaut) Flächen in den letzten 30 Jahren ab. Feldfrüchte wie Hirse, Sorghum und Mais werden vorwiegend bei den Ditamari angebaut und oft ab Juni ausgesät. Bei den Ewé kommen Mais, Maniok und Yams an der ersten Stelle und werden ab März gepflanzt. Empirische Messungen von Roose (1977) zeigen, dass die Dynamik des Bodenbedeckungsgrads stark von der Pflanzenart abhängt. Zum Beispiel bedeckt Mais innerhalb von 2 Monaten ca. 80 % des Bodens, aber dieser Schutz fällt im dritten Monat unter 50 % (Tab. 5.5). Die Nutzpflanze Maniok braucht 5 Monate, um 85% des Bodens zu bedecken, während das Gras *Panicum maximum* diesen Deckungsgrad bereit nach einem Monat erreicht (Tab. 5.5). Hirse und Sorghum verhalten sich vermutlich ähnlich wie Mais. Folglich sind die Ackerflächen vor und nach der Feldbestellung mehrere Wochen vegetationsfrei oder nur wenig bedeckt (Abb. 5.5). Die Analyse des Niederschlagsregimes und der Erosivität der Regenfälle hebt hervor, dass starke Regenfälle vor und nach der Feldbestellung eintreten. In den Monaten April bis August bei den Ditamari sowie März bis Juli bei den Ewés sind die Felder der hohen kinetischen Energie der Regentropfen stärker ausgesetzt, die morphodynamisch eine erosive Abspülung des Oberbodens bewirken. Im Bereich der Baum- und Strauchsavanne reduzieren Buschfeuer (Abb. 5.4) ihre Schutzwirkung auf den Boden. Buschfeuer in Afrika haben einen enormen Einfluss auf die Abflussmengen der ersten Niederschläge, wenn die Vegetation kurz vor der Regenzeit verbrannt wird (Roose 2008). Feuer beschleunigt die Bodenerosion direkt, indem es die Vegetationsdecke entblößt und indirekt die Wasserinfiltrationsrate des Bodens beeinflusst. Außerdem zerstört Feuer auch die Bodenfauna, die die Porosität des Bodens verbessert (Lal 1985). Messungen an Versuchspartzen im Grundgebirgsbereich Nord-Benins stellen einen deutlichen Anstieg des Bodenabtrags von  $0$  kg/ha auf  $1425,9$  kg/ha in Abhängigkeit vom Buschfeuer heraus (Swoboda 1992). Roose (1996) dokumentiert, dass drei Jahre geschützter Brache ausreichend waren, um die Buschvegetation und die Bodenfauna Aktivitäten zu erhöhen. Die

Infiltrationskapazität und die Vegetationsdecke erhöhten sich deutlich und Bodenverluste wurden vermindert. Im Grundgebirgsbereich Nord-Benins tritt diese erosionshemmende Wirkung bereit nach zwei Jahren auf (Swoboda 1992).

Das Ausmaß der Bodenerosion wird auch von den Anbaumethoden und -techniken beeinflusst. Durch verschiedene Fruchtfolgen und Intercropping kann die Bodenbedeckung erhöht und ihre Struktur verbessert werden. Bodenbearbeitung erhöht die Infiltration, aber auch die Bodenlösbarkeit und damit die Erodierbarkeit (Roose 1977). Ihr Einfluss auf Durchwurzelung, Pflanzenwachstumsraten und Erträge kann jedoch so sein, dass die Bodenverluste zumindest auf einigen Böden zeitweilig reduziert werden (Biro et al. 1968). Lal (1985) weist darauf hin, dass „wie“ eine Kultur angebaut wird die Erosion mehr beeinflusst als „was“ angebaut wird. Die Bodenbewirtschaftung scheint daher eine wichtigere Determinante der Erosion zu sein als die angebauten Kulturen.

Tab. 5.5: Deckungsgrad von Kulturpflanzen zu verschiedenen Zeiten nach der Aussaat (nach Roose 1977: 53, verändert)

Kulturpflanze	Deckungsgrad (%) Y Monate nach der Aussaat			
	Y = 1	Y = 2	Y = 3	Y = 5
Mais	9-12	80-93	45-55	-
Maniok / Yams	12	25	45	85
Erdnuss	15	97	93	-
<i>Panicum maximum</i>	90	100	100	100



Abb. 5.4: Savanne nach spätem Brand bei den Ditamari: die Erosionsgefahr wird für den freigelegten Boden erhöht (Foto: Anoumou 2014)



Abb. 5.5: Bedeckungsgrad verschiedener Felder in der Trockenzeit (a, b, c) und in der Regenzeit (d) bei den Ditamari (Dikouan)

- a) Risse im unbedeckten trockenen tonig-lehmigen Boden im bas-fonds (Foto: Anoumou 2015);  
 b) wenig bedeckter sandig-lehmiger Boden eines geernteten Sorghum-Felds auf dem Plateau (Foto: Anoumou 2015); c) vegetationsfreier tonig-lehmiger Boden eines geernteten Tomatenfelds im Vorfluterbereich (Foto: Anoumou 2014); d) frisch bearbeitetes Feld zum Umpflanzen von Spät-Hirse auf kolluvialen Material am unteren Mittelhang (Foto: Runge 2014)

Die spüldenudativen Prozesse in den Untersuchungsgebieten sind nicht nur natürlich und klimamorphologisch bedingt, sondern werden von anthropogenen Eingriffen in die Landschaft verstärkt. Neben der dominierenden flächenhaften Erosion entstehen auch lineare Erosionsformen wie Rillen (Abb. 5.6), Rinnen (Abb. 5.6) und Gullys (Abb. 5.7 und 5.8). Die Gullys werden besonders im Dorf Dikouan (Nord-Benin) am Unterhang in der Nähe vom Vorfluter auf Flächen ohne landwirtschaftliche Nutzung beobachtet. Sie werden auch von Runge (1990) in Nord-Togo beschrieben und stellen *quasi-natürliche* Formungsprozesse dar (Mortensen 1954), „die auf den Wechsel exogener Faktoren, wie Klima und Landnutzung reagieren“ (Runge 1990: 76).

Die „natürliche“ oder „geologische“ Bodenerosion hängt ausschließlich von natürlichen Geofaktoren wie Klima, Topographie und Bodentyp ab und ist so gering, dass sie eine nachhaltige Entwicklung eines natürlichen Ökosystems nicht behindert (Bennett & Chapline 1928, Nill et al. 1996, Lal 2014). Anthropogene Eingriffe haben die Prozesse beschleunigt und führen zu negativen Auswirkungen auf Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen und nachteiligen Veränderungen der Landschaft (Lal 2014).



Abb. 5.6: Abspülung des Feinbodens und Rillenerosion nach einem Regenfall in der Trockenzeit (März 2014; links) und ca. 30-40 cm Rinne im Dorf Dikouan (Fotos: Anoumou 2014, 2015)



Abb. 5.7: 1,6 bis 2,5 m tiefes inaktives Gully-System und Abspülungen im Unterboden (Piping) im Dorf Dikouan (Fotos: Anoumou 2015)

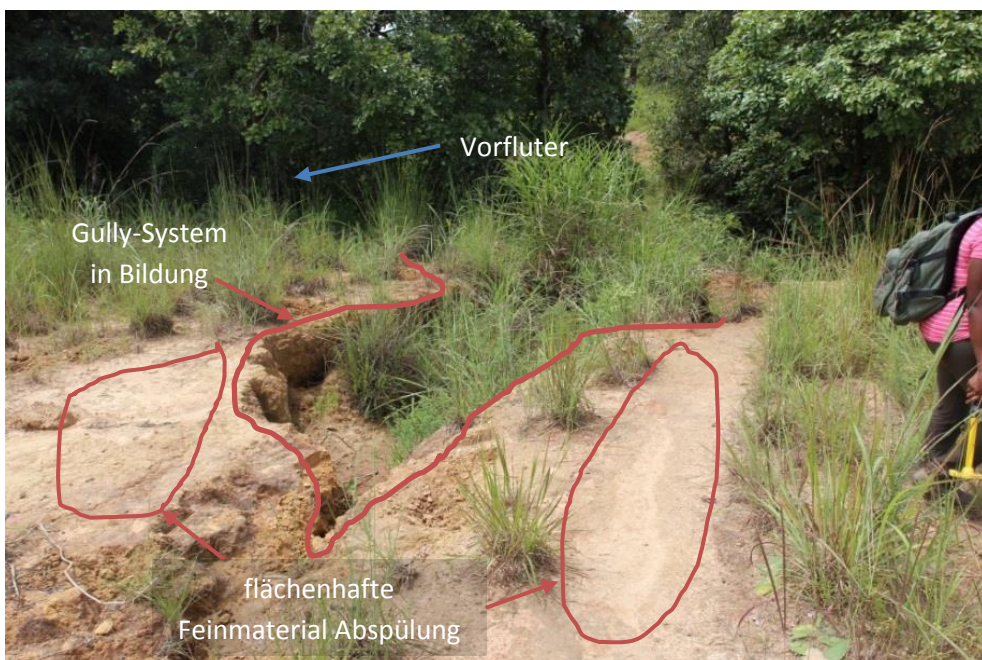


Abb. 5.8: Aktiver rückschreitender Erosionsprozess im Dorf Dikouan: hier finden gleichzeitig die flächenhafte, Rillen- und Rinnenerosion statt (Foto: Runge 2014, verändert)

## 5.2 Veränderungen der Bodenfunktionen

Böden stellen die Lebensgrundlage und den Lebensraum für Menschen, Pflanzen und Bodenorganismen dar. Sie haben sechs wichtigen Funktionen, die in drei Gruppen unterteilt werden: 1) ökologische, 2) technisch-industrielle, 3) sozio-ökonomische und kulturelle Funktion (Blum 2012). Der Schwerpunkt in dieser Arbeit liegt auf der ökologischen Land- und forstwirtschaftlichen Produktionsfunktion des Bodens (Blum 2012).

Die geschilderten Bodenerosionsprozesse wirken sich negativ auf die Bodenfunktionen auf. Neben der Verkürzung der Bodenprofile führen sie auch zur Verarmung des Oberbodens an feinen Partikeln und Nährstoffen. Berechnungen von Bodenverlusten durch Erosion und Abfluss wurden entlang einer Catena vom subäquatorialen Feuchtwald um Abidjan (Côte d'Ivoire) bis zu sudan-sahelischen Savannen um Ouagadougou (Burkina Faso) durchgeführt (Roose & Sarrailh 1985, Mietton 1988, Diallo 1992). Sie zeigen, dass Nährstoffverluste den Gehalten in den oberen zehn Zentimetern des Bodens genau entsprechen und hauptsächlich von den Abflussmengen und der Erosionsstärke abhängen (Roose & de Noni 2004, Roose 2008). Zudem erhöht eine Düngung des Oberbodens bedeutend die Nährstoffverluste. Der Vergleich eines Waldes (50 kg/ha/Jahr Bodenverlust) mit einem gedüngten (N120, P20, K36) Maisfeld (90 t/ha/Jahr Bodenabtrag) verdeutlicht das Ausmaß des Nährstoffzugs auf den landwirtschaftlichen Flächen (Tab. 5.6).

Diesen Abtrag der humosen Oberböden bezeichnet Breburda (1983: 50) als „Fruchtbarkeitserosion“, die auch die Ernteerträge beeinflusst. Fournier (1963) berechnete eine Verringerung der Hirseerträge von 727 auf 352 kg/ha bei einem Anstieg der jährlichen Erosionsrate von 143 auf 1318 t/km<sup>2</sup> in der Region Niangoloko in Obervolta. Im Westen Nigerias berichtet Lal (1976) über eine Verminderung des Maisertrags um 23 % nach dem Abtrag von 2,5 cm Boden und um 50 % in Kamerun (Rehm 1978). Auch die Feldfrüchte reagieren unterschiedlich auf Bodenerosion. So hat Lal (1976) bei einem Abtrag von 10 cm des Oberbodens eine Verminderung des Ertrags um 52 % für Mais gemessen und um 38 % für Kuhbohnen. Nill et al. (1996) vermerken die folgende Faustregel bezüglich der von Bodenerosion verursachten Ernteverluste: Körnerfrüchte > Hülsenfrüchte > Wurzel- und Knollenfrüchte. Die Produktion von Wurzel- und Knollenfrüchten soll nach dieser Regel am wenigstens von der Erosion gefährdet sein. Diese Annahme gilt vermutlich nur bis zu einem bestimmten Ausmaß der Erosion; denn Rehm (1978) findet in Kamerun heraus, dass der freigelegte Unterboden bei einem Bodenabtrag von 7,5 cm unproduktiv wird.

Die Bodenerosion beeinflusst nicht nur die natürliche Bodenfruchtbarkeit, sondern reduziert auch die Effizienz der Düngung. Empirische Messungen in Südost-Nigeria ergeben einen drastischen Rückgang der Erträge von Mais und Kuhbohnen bei einem Abtrag von 5 cm des Oberbodens, trotz dem Einsatz von Dünger in verschiedenen Dosierungen (Mbagwu et al. 1984). Neben der „Fruchtbarkeitserosion“ wirkt sich Erosion auf die physischen Eigenschaften des Bodens auf. Die Zerlegung der Bodenaggregate und die Abfuhr der Feinpartikel und organischen Substanz können die Struktur und die Textur des Bodens negativ verändern. Damit können auch die Wasserspeicherkapazität und die Wasserdurchlässigkeit sinken, wodurch höhere Abflussmengen erzeugt werden. Diese Bedingungen erhöhen die Häufigkeit, Dauer und Intensität vom Wasserstress und beeinflussen das Pflanzenwachstum negativ.

Somit können höheren Mengen an Boden abgetragen werden und der Prozess wird selbst-verstärkend (Abb. 5.9).

Die Böden der Ditamari im Nord-Benin sind durchschnittlich schwach humos und weisen einen Mangel an Phosphor, Kalium und Stickstoff auf. Die Böden der Éwés in Süd-Togo sind tendenziell nährstoffreicher als bei den Ditamari, enthalten aber auch nur mittlere Gehalte an organischer Substanz. Der Gesamtstickstoffgehalt ist gering bis mittel; Phosphor und Kalium sind in geringen Mengen pflanzenverfügbar. In beiden Untersuchungsgebieten konzentrieren sich die Nährstoffe vor allem im Oberboden. Wird der Oberboden völlig oder teilweise abgetragen, werden die bereits geringen Ernteerträge abnehmen. Auch die Funktion des Bodens Wasser zu speichern und pflanzenverfügbar zu machen wird beeinträchtigt. Am Mittelhang bei den Ditamari und für die Mehrheit der Böden bei den Éwé droht sogar langfristig die Unproduktivität bei völligem Abtrag des Oberbodens, da diese Böden flachgründig und sehr steinig sind und zum Teil über Plinthit liegen.

Tab. 5.6: Nährstoffverluste (kg/ha/Jahr) auf einer Waldfläche und einem gedüngten Maisfeld im Gebiet zwischen dem subäquatorialen Feuchtwald und den sudan-sahelischen Savannen (Roose 2008)

	Wald	Gedüngter Maisfeld
Kohlenstoff	14	1866
Stickstoff	1,5	185
Phosphor	0,1	33
Kalium	0,6	54

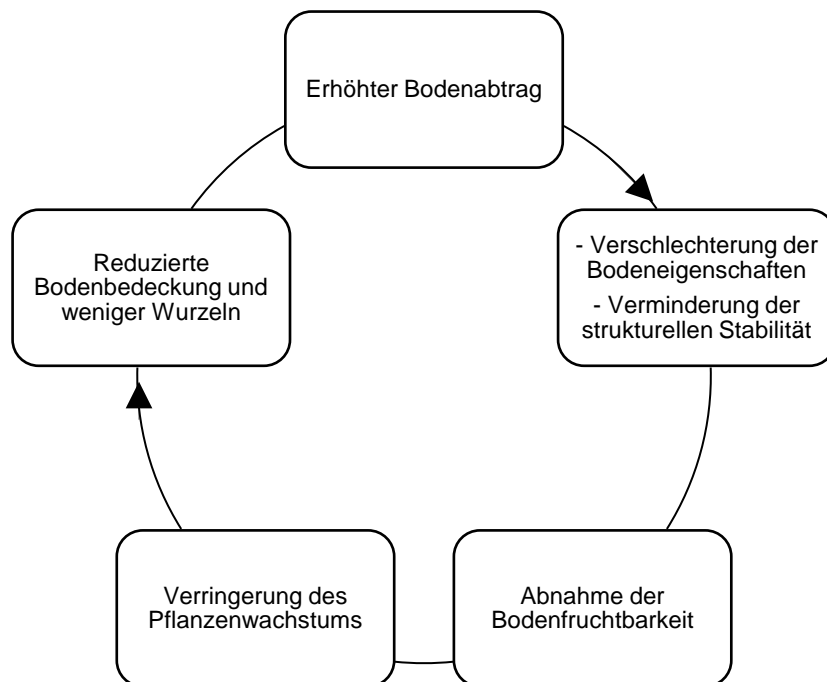


Abb. 5.9: Selbst-verstärkende Prozess der Bodenerosion (Nill et al. 1996)

### 5.3 Sozio-ökonomische Folgen

Flächenhafter Bodenabtrag verringert die Qualität der Böden und reduziert die landwirtschaftlichen Erträge. Diese Situation bedroht und schwächt die Ernährungssicherheit der Kleinbauern, die schon stark von den Veränderungen der Niederschlagsregime abhängen.

Während der Haushaltsbefragungen in den Untersuchungsgebieten Benins und Togos wurde mit den Kleinbauern versucht, eine Beurteilung der Ernteerträge in den letzten dreißig Jahren vorzunehmen. Ein Anteil von 80 % der befragten Ditamari und 96 % der befragten Éwés bestätigen eine abnehmende Tendenz der Erträge. Als Gründe werden drei Faktoren genannt: 1) Ertragsfähigkeit des Bodens, 2) Quantität und Verteilung der Niederschläge und 3) Pflege der Ackerflächen.

Die Ditamari führen sinkende Ernteerträge vor allem auf abnehmende Ertragsfähigkeit des Bodens (79%) zurück. Die zeitliche Variabilität der Niederschläge (11%) und mangelnde Pflege der Ackerflächen (5%) stellen jeweils den zweiten und den dritten wahrgenommenen Grund dar (Abb. 5.10). Die Éwés nehmen auch absinkende Ertragsfähigkeit des Bodens (70%) als erste Ursache für die Senkung der Ernteerträge wahr. Anders als bei den Ditamari bildet die mangelnde Pflege der Ackerflächen mit 17% den zweiten Grund für die Reduzierung der Erträge. Die Verminderung der Ernteerträge liegt drittens mit 13% in der ungleichmäßigen Verteilung der Niederschlagsmengen (Abb. 5.10).

Für 3 % der befragten Ditamari und 4 % der Éwé unterlagen die Ernteerträge keiner Veränderungen, was aber unwahrscheinlich ist. Zunehmende Ernteerträge werden nur von 17 % der befragten Ditamari bestätigt. Sie führen die positive Veränderung vorwiegend auf höhere Niederschlagsmengen (44%) und verbesserte Pflege der Ackerflächen (22%) zurück. Eine verbesserte Ertragsfähigkeit des Bodens (11%) spielt nach den Kleinbauern hier nur eine zweitrangige Rolle (Abb. 5.11).

Auf der Dorfebene fehlen Statistiken über die landwirtschaftlichen Erträge. Die verfügbaren Statistiken für die Gemeinde Natitingou bestätigen nicht die abnehmende Tendenz der Erträge für die wichtigsten Feldfrüchte bei den Ditamari. Obwohl die Erträge von Jahr zu Jahr schwanken, zeigen sie im Zeitraum 1987 bis 2008 für alle betrachteten Kulturen eine ansteigende Tendenz (Abb. 5.12 und 5.13). Es kann aber nicht auf Basis dieser Information bewertet werden, dass die Wahrnehmung der Kleinbauern fehlerhaft ist, denn die anteilige Fläche vom Dorf Dikouan ist in der Gemeinde Natitingou zu klein (ca. 1,2 %). Im togoischen Untersuchungsgebiet sind erst wenige Daten und nur auf der Ebene „Région“ (Departement) verfügbar, weswegen kein weiterer Vergleich vorgenommen wird.

Die Kleinbauern bringen in den beiden Gebieten die Agrarproduktivität stärker in Verbindung mit der Bodenqualität als mit Niederschlagsereignissen. Der Einfluss des Regens kommt nur bei zunehmenden Erträgen stärker ins Spiel. Weiterhin wurde den Kleinbauern die Frage gestellt, ob die eigene landwirtschaftliche Produktion und die daraus entstandenen Einkünfte in den letzten zwei Jahren für die Ernährung der Familie ausreichend waren.



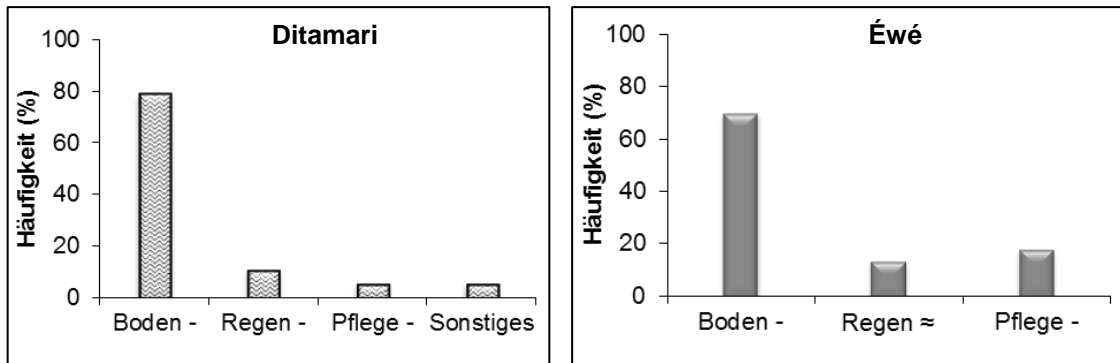


Abb. 5.10: Wahrgenommene Gründe für abnehmende landwirtschaftliche Erträge bei den Ditamari (N = 37) und Éwé (N = 23)

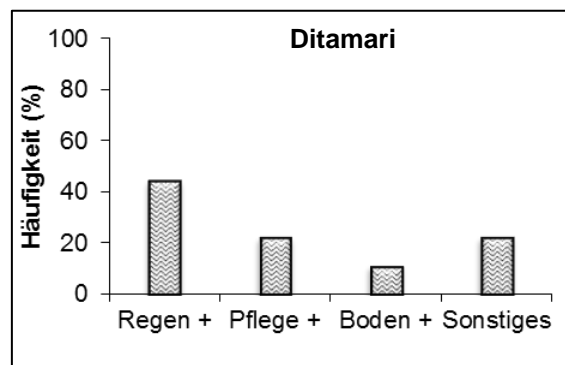


Abb. 5.11: Wahrgenommene Gründe für zunehmende landwirtschaftliche Erträge bei den Ditamari (N = 8)

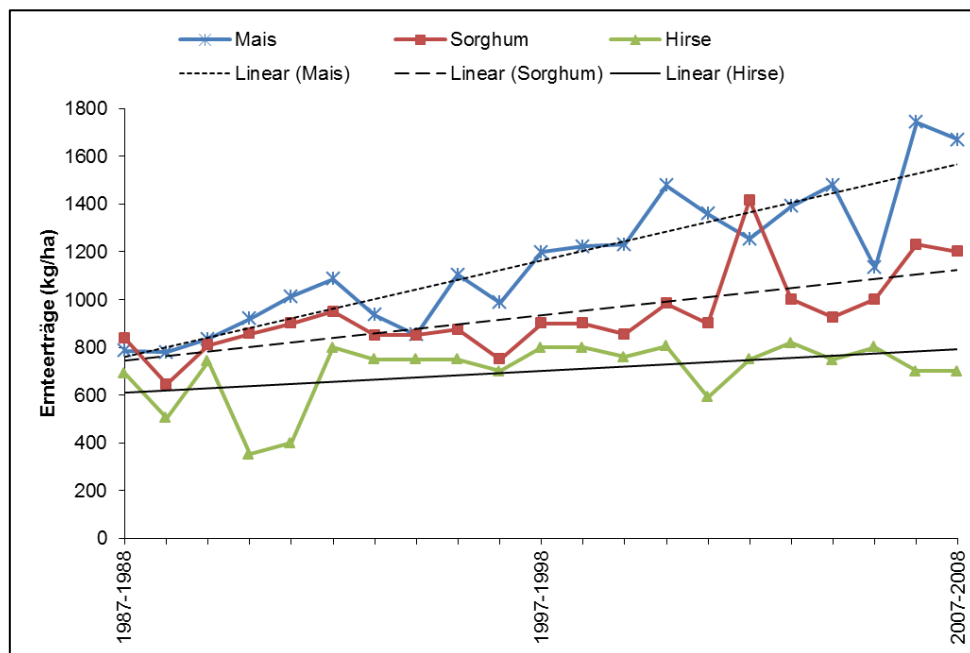


Abb. 5.12: Entwicklung der Ernteerträge für wichtige Getreidearten im Zeitraum 1987 bis 2008 im Raum Natitingou (FAO Countrystaat)

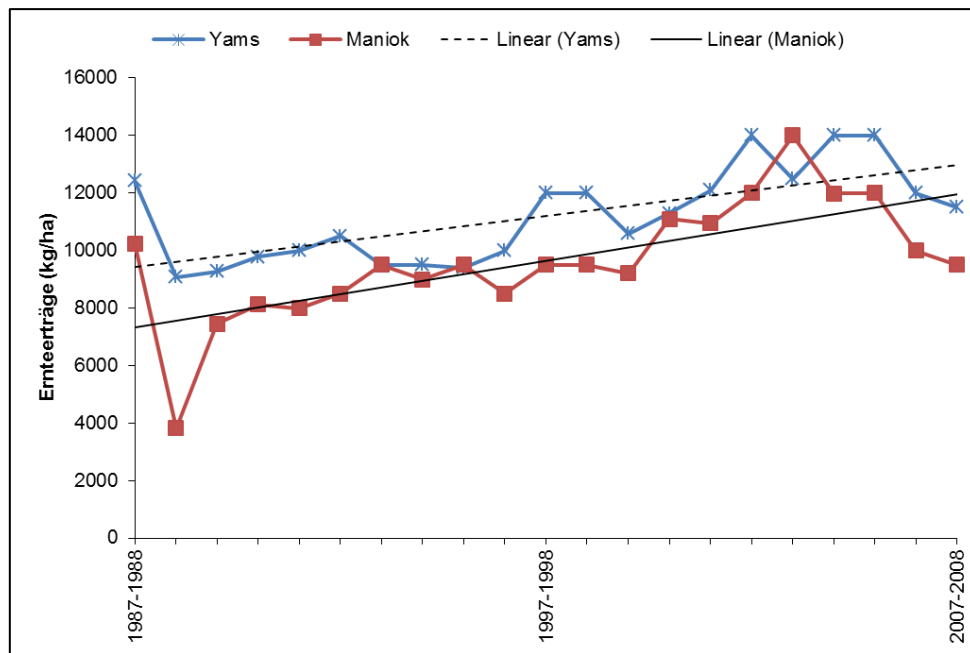


Abb. 5.13: Entwicklung der Ernteerträge für wichtige Wurzel- und Knollenfrüchte im Zeitraum 1987 bis 2008 im Raum Natitingou (FAO Countrystaat)

Über die Hälfte (54 %) der befragten Ditamari in Nord-Benin gibt an, dass die erzielten Erträge unzureichend für die ganze Familie waren. Bei den Éwé entsteht ein anderes Bild; nur ca. ein Drittel (31 %) der Befragten konnte die Ernährung der eigenen Familie nicht mit der landwirtschaftlichen Produktion sicherstellen. Es ist allerdings schwierig die tendenzielle Verminderung der landwirtschaftlichen Erträge der Bodenerosion zuzurechnen. Hierbei spielt die Bodenerosion eine Rolle, aber andere Faktoren, wie die Kulturvarietät sowie die Anbaumethoden und -techniken, greifen ebenfalls ein.

Neben den absinkenden Ernteerträgen trägt die Bodenerosion zur Verschlechterung der Wasserqualität und Verringerung der Wasserquantität in den Untersuchungsgebieten bei. Die auf höheren topographischen Lagen abgetragenen Sedimente können in den Flüssen gelangen und nachhaltig eine Verlandung bewirken. Außerdem verunreinigen die in den Sedimenten enthaltenen Pestizide, Herbizide und Dünger das Wasser. Die Kleinbauern nutzen dieses Wasser auch zum Trinken und Kochen, wodurch gesundheitliche Schäden entstehen können. Diese Vermutung wird in den Arbeitsgebieten nicht untersucht. Die Ditamari geben allerdings an, dass der Fluss Pendjari in der Vergangenheit einen Lebensraum für Fische darstellte; diese Aussage kann heutzutage nicht mehr bestätigt werden.

## 6. Anpassungsstrategien

Der Landnutzungswandel löst denudative Prozesse in den Untersuchungsgebieten aus, die über das natürliche Maß hinausgehen. Die Kleinbauern entwickeln unterschiedliche Strategien, die zum einen dem Schutz der Ackerflächen und zum anderen der Sicherung des eigenen Lebensunterhalts dienen. Anbauflächen werden

im Wesentlichen durch Methoden geschützt, die das Abflussvolumen oder die Sedimenttransportkapazität reduzieren.

## 6.1 Schutz der Ackerflächen

### *Minimale Bodenbearbeitung*

Diese Methode wird vor allem im Dorf Amégapé bei den Éwé auf steinige und sehr flachgründige Leptosole angewendet. Durch leichte Bodenbearbeitung werden große Steine von der Hand ausgelesen. Kleinere Steine bleiben auf dem Boden und wirken wie ein „*Erosionsschutz*“, indem sie den oberflächlichen Horizont gegen die hohe kinetische Energie der aufprallenden Regentropfen schützen und gleichzeitig eine bessere Versickerung des Regenwassers bewirken. Zudem erhöht die minimale Bodenbearbeitung die Anzahl der Poren, bewahrt die Bodenaggregate und reduziert die Zersetzung organischer Substanz, wodurch die strukturelle Stabilität verbessert wird (Nill et al. 1996). Kulturen wie Tomate und Mais werden direkt ohne Anlegen von Furchenrücken angepflanzt (Abb. 6.1).



Abb. 6.1: Minimale Bodenbearbeitung bei den Éwé im Dorf Amégapé: oben links sind Lesesteine zu sehen; kleinere Steine auf der Bodenoberfläche wirken als „*Erosionsschutz*“ (Foto: Anoumou 2015)

### *Oberflächenformende Praktiken mit Bodenbearbeitung*

Zu dieser Gruppe gehören verschiedene Anbautechniken, die sowohl bei den Ditamari (Dikouan) als auch bei den Éwé (Amégapé) genutzt werden (Abb. 6.2 bis 6.5). Sie schaffen Hindernisse, die insbesondere die Hanglänge reduzieren. Der Oberflächenabfluss wird verlangsamt, gestoppt oder seitwärts über eine verringerte Neigung abgeleitet. In beiden Dörfern werden Furchenrücken quer zum Hang („billons“) und Erdhügel („battes“) angelegt. Weitere Methoden ausschließlich bei den Ditamari sind die Lehmmulden („carrés creux“), die gebunden sind oder nicht und gebundene Furchenrücken („mini-billons“).

Die Schutzwirkung dieser Methoden hängt von der Hangneigung, dem Seitenhang und der Höhe der Hindernisse sowie deren Abstand voneinander ab (Nill et al. 1996). Die maximale Wirkung wird an mäßigen Hängen durch Erhöhung der Rauigkeit der Bodenoberfläche erreicht (Roose 1981, Roose & de Noni 2004). Je höher der Furchenrücken, desto mehr Wasser kann gespeichert werden; je niedriger der Seitenhang, desto langsamer ist der Oberflächenabfluss. Bei einer Seitenneigung geringer als 2 % bleibt das abgelöste Feinmaterial auf dem Feld. Oberhalb dieser Grenze werden die Sedimente von der Ackerfläche transportiert. Rillenerosion kann sogar bei Seitenneigungen ab 5-6 % einsetzen (Meyer & Harmon 1985, Nill et al. 1996). Außerdem beeinflusst die Intensität der Regenfälle die Effizienz des Schutzes der Furchen. Starke Niederschlagsereignisse können die Tragfähigkeit der Furchen überschreiten und Überschwemmungen der Felder verursachen.

Allgemein bieten gebundene Furchenrücken und Lehmmulden den Ackerflächen einen höheren Schutz, aber die Gefahr einer Überfüllung und der Rillenerosion wird hier auch erhöht. Erdhügel sind für die Wurzel- und Knollenbildung bei Maniok und Yams günstig, verbessern die Verfügbarkeit der Nährstoffe und verhindern Staunässe. Ihr Einfluss auf Bodenerosion hängt von der Bodentiefe ab (Nill et al. 1996). Auf Böden mit geringmächtigem Oberflächenhorizont könnte ein Unterboden mit höherer Erodierbarkeit freigelegt werden und unterschiedliche Erosionsverhalten hervorrufen (Nill et al. 1996). Der Wirkungsgrad aller Techniken hängt von der Durchlässigkeit des Bodens ab. Nachteilig reduzieren sie die Kohäsion des Materials und erhöhen lokal das Gefälle, so dass die Sedimentfracht des aus einem Feld strömenden Wassers immer deutlich höher als bei nicht bearbeitetem Boden ist (Roose 1981).



Abb. 6.2: Furchenrücken quer zum Hang bei den Éwé im Dorf Amégapé (Foto: Anoumou 2015)



Abb. 6.3: Gebundene kleine Furchenrücken („mini billons“) bei den Ditamari im Dorf Dikouan (Foto: Runge 2014)



Abb. 6.4: Kleine Lehmmulden bei den Ditamari; flach und ungebunden (links, Foto: Runge 2015) oder höher gestellt und gebunden (Foto: Anoumou 2015)



Abb. 6.5: Mischkultur von Mais, Maniok und Yams bei den Éwé: Mais profitiert vom lockeren und nährstoffreicheren Boden des Erdhügels und schützt diesen vom Abtrag; Maniok-Bepflanzung zwischen den Erdhügeln schützt den Boden dazwischen (Foto: Anoumou 2015)

## 6.2 Sicherung des Lebensunterhalts

### *Kulturpflanzliche Maßnahmen*

Nach Roose (1981) gibt es zum einen Kulturen, die den Boden gut bedecken, hohe Mengen organischer Substanz produzieren und die verfügbaren Nährstoffe fixieren können. Sie bewirken eine starke biologische Aktivität und schützen den Boden gegen strukturelle Degradation und Erosion. Hierzu gehören vor allem Futterpflanzen und Obstbäume. Zum anderen gibt es Pflanzen, die den Boden wenig bedecken, geringe Mengen organischer Substanz produzieren und die Nährstoffe des Bodens weniger gut nutzen. Sie benötigen oft den Einsatz von Pestiziden, die der biologischen Aktivität im Boden schaden können. Diese Kulturen können die physischen Eigenschaften des Bodens beschädigen und umfassen die Mehrheit der Feldfrüchte.

In den Untersuchungsgebieten wird keine Futterpflanze kultiviert und Baumkulturen werden nicht systematisch mit Feldfrüchten kombiniert. Allerdings nutzen die Kleinbauern Intercropping und Fruchtfolgen für ein besseres Management der verfügbaren Ackerflächen. Mais bevorzugt gut drainierte und gelüftete sowie tiefe lehmige Böden. Die Pflanze verträgt schlecht Trockenheit und Staunässe im Boden. Sorghum erträgt besser trockene Bedingungen und toleriert mehr saure und salzige Böden als Mais. Hirse ist noch weniger anspruchsvoll als Sorghum und kann auf nährstoffarmen Böden unter trockenen Bedingungen angebaut werden. Yams braucht gut drainierte Böden und hat hohen Bedarf an Wasser (mindestens 1000 mm/Jahr) und Wärme. Maniok kann bei Niederschlagsmengen von 800 bis über 4000 mm/Jahr wachsen. Die Pflanze ist beliebt, weil sie Trockenheit gut verträgt und Krankheiten und Parasiten widersteht. Beim Wasserstress nutzt sie die Wurzelreserven zum Wiederherstellen ihrer Funktionen und kann dann weiter Stärke produzieren. Kuhbohne ist eine hitzebeständige Kultur, die auf nährstoffarmen Böden wachsen kann und reichert den Boden mit Stickstoff an. Die Pflanze ist allerdings für Parasiten und Krankheiten sehr anfällig. Für Erdnüsse sind lockere, gut drainierte und gelüftete sandige Böden wichtig. Die Kultur toleriert wenig salzige und saure Böden und die Anreicherung mit Stickstoff im Boden wird in sauren Böden gehemmt. Weiterhin stellt eine gute Verteilung der Niederschläge (500 bis 1000 mm/Jahr) relevante Bedingungen für das Wachstum der Pflanze dar. Voandzou (Bambara Nuss) kann bei Regenmengen von 600 bis 750 mm/Jahr angebaut werden und toleriert schwierige Bedingungen, die weder Erdnüsse noch Kuhbohnen vertragen können (Landon 1991, GRET, CIRAD & Ministère des Affaires étrangères 2003). Somit reduziert das Intercropping für die kleinbäuerlichen Familien die Risiken von Ernteaufschlägen. Fruchtfolgen erlauben eine bessere Nutzung der Nährstoffe im Boden im Laufe der Zeit.

Das Intercropping kann in Verbindung mit entsprechenden Anbautechniken einen besseren Bodenschutz gegen die Erosion bewirken. So kann eine höhere Bodenbedeckung schneller bei bestimmten Mischkulturen, zum Beispiel Mais und Erdnüsse oder Kuhbohnen, erreicht werden. Denn Erdnüsse erreichen zum Beispiel noch eine Bodenbedeckung von 93 % drei Monate nach der Aussaat, während Mais nur noch 55 % des Bodens bedeckt (Roose 1977: 53). Bei den Ditamari werden am Häufigsten (76,19 %) Getreide und Hülsenfrüchte zusammen angebaut, wodurch die Nährstoffe des Bodens unterschiedlich ausgenutzt werden. Die Éwé kombinieren zu 58,82 % Getreidekulturen mit Wurzel- und Knollenfrüchten (Abb. 6.5). Bei dieser Form

von Mischkulturen wird der Boden von den Getreidekulturen zwischen den Erdhügeln geschützt und er bleibt nach der Ernte der Getreide von den Wurzel- und Knollenfrüchten bedeckt.

### Haushaltsmaßnahmen

Wenn trotz dieser Anbaumethoden und -techniken Kleinbauern nicht genügend Nahrung für die eigene Familie produzieren können, greifen sie zu anderen Möglichkeiten. Die Kleinbauern Ditamari gleichen Defizite in der landwirtschaftlichen Produktion überwiegend mit Verkaufs- bzw. Handelsaktivitäten (87,50 %) aus (Abb. 6.6). Hierbei werden vor allem Holz und Holzkohle (39,29 %), gesammeltes Obst (14,29 %) und gezüchtete Tiere (10,71 %) auf den lokalen Märkten verkauft (Abb. 6.6). Der Kleinhandel (23,21 %) betrifft die weiterverarbeiteten Produkte aus dem Karitébaum (*Vitellaria paradoxa*) und dem Nérébaum (*Parkia biglobosa*) sowie aus Mais, Hirse und Sorghum. Außerdem bekommen die befragten Ditamari monetäre Hilfe von Angehörigen (9 %), die in den Städten leben (Abb. 6.6). Ergänzend dazu nutzen 4 % der befragten Ditamari eine temporäre Migration in die Stadt, um unzureichende landwirtschaftliche Produktion zu ergänzen.

Wie bei den Ditamari ist Verkauf bzw. Kleinhandel (73 %) die erste Strategie der Kleinbauern Éwé (Abb. 6.7). Sie verkaufen hauptsächlich Produkte der eigenen Plantage (45,45 %) sowie das angebaute Gemüse (9,09 %). Im Kleinhandel (18,18 %) werden weiterverarbeitete Produkte aus Ölpalmen, Mais und Maniok sowie Küchengewürze angeboten (Abb. 6.7). Die zweite Strategie der Éwés besteht darin Nahrungsmittel (27,27 %) mit dem Einkommen aus außerlandwirtschaftlichen Aktivitäten (Handwerker, Taxi- oder Mopedfahrer) zu kaufen (Abb. 6.7).

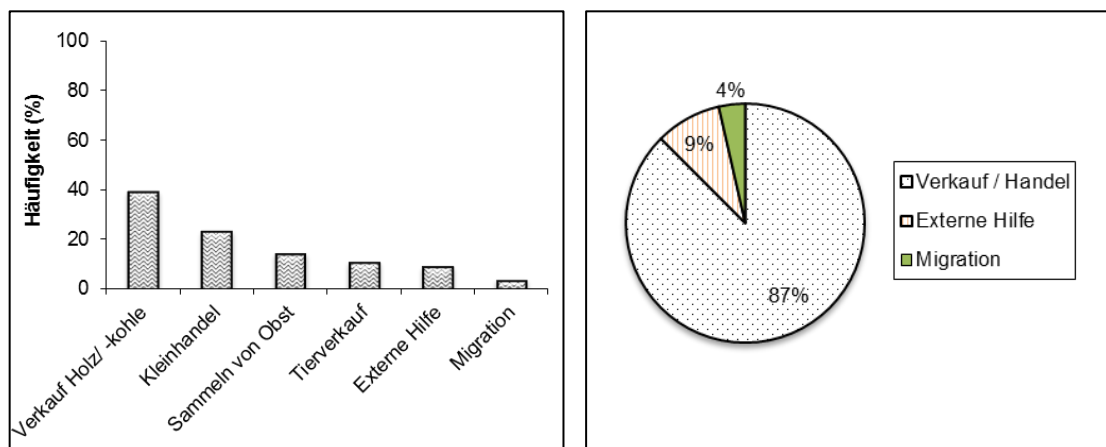


Abb. 6.6: Detaillierte (links) und zusammengefasste Strategien der Kleinbauern Ditamari bei unzureichenden Ernteerträgen (N = 21)

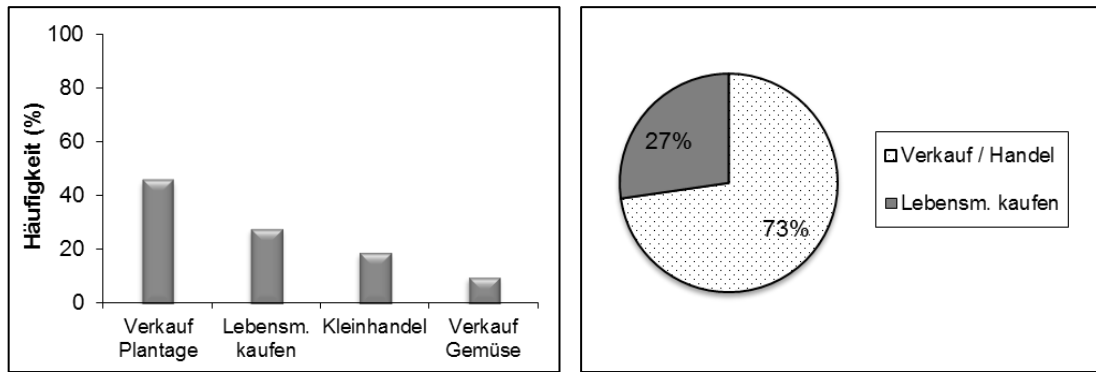


Abb. 6.7: Detaillierte (links) und zusammengefasste Strategien der Kleinbauern Éwé bei unzureichenden Ernteerträgen (N = 11)



## IV Diskussion und Ausblick

### 1. Steuerungsfaktoren des Landnutzungswandels

Sowohl bei den Ditamari als auch bei den Éwés unterliegt die Landschaft Veränderungen, die negativ oder positiv bewertet werden. Über die analysierten Zeiträume erfahren alle Räume überwiegend positive Veränderungen. Allerdings liegen mehr Flächen bei den Ditamari unter einer negativen Dynamik als bei den Éwés. Beispielweise nimmt die Bodenbedeckung auf 47,24 % der Landschaft in der Periode 1987 bis 2015 bei den Ditamari ab, während dieser Anteil bei den Éwés 36,41 % erreicht (Tab. 7.1). Bei Betrachtung der durchschnittlichen jährlichen Veränderungsrate ergibt sich, dass sowohl positive als auch negative Wandel sich gleichmäßig über die Zeit bei den Ditamari verteilen (Tab. 7.2). In der Periode 1987 bis 2001 sowie 2001 bis 2015 werden im Schnitt jährlich 0,86 und 0,67 km<sup>2</sup> jeweils positiv und negativ bei den Ditamari verändert. Ein stetiger Zuwachs der negativ umgewandelten und eine Abnahme der positiv geänderten Flächen treten in diesen zwei Perioden bei den Éwés ein (Tab. 7.2). Während die mittlere jährliche Veränderungsrate von Flächen unter positivem Landnutzungswandeltrend im Zeitraum 1985 bis 2001 bei 1,36 km<sup>2</sup> liegt, beträgt diese Rate in der Periode 2001 bis 2015 nur noch 1,30 km<sup>2</sup>. Diese Daten verdeutlichen, dass der Landnutzungswandel zeitlich und räumlich bzw. ethnisch differenziert ist. Die Faktoren, die diese Differenzierung bewirken, werden anhand des in Kapitel I entwickelten theoretischen Rahmens des Landnutzungswandels analysiert.

Tab. 7.1: Vergleichene prozentuale Verteilung des Landnutzungswandeltrends bei den Ditamari und Éwés

	1987-2001		2001-2015		1987-2015	
	Ditamari	Éwé	Ditamari	Éwé	Ditamari	Éwé
Positiv	56,35	69,51	56,32	66,54	52,76	63,59
negativ	43,65	30,49	43,68	33,46	47,24	36,41

Tab. 7.2: Vergleichene durchschnittliche Veränderungsrate (km<sup>2</sup>/Jahr) der Landnutzung bei den Ditamari und Éwés

	1987-2001		2001-2015		1987-2015	
	Ditamari	Éwé	Ditamari	Éwé	Ditamari	Éwé
Positiv	0,86	1,36	0,86	1,30	0,38	0,62
negativ	0,67	0,59	0,67	0,65	0,36	0,36

## 1.1 Sozio-ökonomische Einflüsse

### *Haushaltsinterne Faktoren*

Das physische, Arbeits- und Sozialkapital eines kleinbäuerlichen Haushalts beeinflussen seine Landnutzungsentscheidungen. Bezüglich des physischen Kapitals besitzen und bestellen die Kleinbauern Ditamari größere Ackerflächen als die Éwé (Abb. 7.1). Während die Felder der Éwé maximal 2,9 ha betragen, bauen die Kleinbauern Ditamari bis 5,9 ha und im Ausnahmefall über 6ha an. Angebaute Flächen geringer als 1ha stellen eine Seltenheit bei den Ditamari dar, während dies quasi einen Regelfall bei den Éwé ist. Bei Betrachtung der verfügbaren Ackerflächen ist die Mehrheit der Kleinbauern Éwé im Besitz von 1 ha bis 2,9 ha; hingegen verfügt die Hälfte der Ditamari über mindestens 3 ha und kein Ditamari besitzt weniger als 1 ha Ackerfläche (Abb. 7.1). Der Unterschied in der Ausdehnung der landwirtschaftlichen Flächen lässt sich ebenfalls in der Landnutzungsdynamik im Zeitraum 1987 bis 2015 feststellen (Abb. 7.1). Für jedes Studienjahr (1987, 2001, 2015) beträgt der Anteil der landwirtschaftlichen Flächen der Ditamari mindestens das Doppelte der Areale bei den Éwé. Die Landnutzungskarten der beiden Untersuchungsgebiete bestätigen ebenso die kleinere Parzellierung der Ackerflächen bei den Kleinbauern Éwé.

Die Haushaltsgröße bestimmt die Nahrungsbedarfe und die verfügbare Familienarbeitskraft. Ein großer Haushalt bedeutet anwachsende Nahrungsbedarfe aber auch eine Erhöhung der Arbeitskraft abhängig von der Familienzusammensetzung. Durchschnittlich leben in einem Haushalt der Ditamari doppelt so viele Menschen (acht Mitglieder) wie bei einer Éwé Familie (vier Mitglieder, Abb. 7.2). Sowohl Ditamari als Éwé geben an, tendenziell weniger Flächen in den letzten 30 Jahren angebaut zu haben, hauptsächlich wegen schrumpfender Arbeitskräfte (Abb. 7.2). Zudem sind anwachsende Haushaltsgröße und Arbeitskraft für die Erhöhung der angebauten Flächen bei den Ditamari maßgeblich. Diese Faktoren kommen auch für die Éwé infrage, dennoch spielt die abnehmende Ertragsfähigkeit des Bodens eine wichtigere Rolle (Abb. 7.2).

Die untersuchten Ethnien unterscheiden sich bezüglich des Arbeitsmaterials nicht wesentlich. Sie benutzen ein einfaches Material bestehend aus der traditionellen Hacke und Buschmesser. Die Kleinbauern Éwé erzielen ein zusätzliches Einkommen aus ihren Plantagen, vor allem Kaffee und Ölpalme, das die gelegentlichen Gewinne der Ditamari aus der Holzkohle-, Sheabutter- und Sheaölproduktion übersteigt. Aufgrund dieses monetären Vorteils und kleinerer Haushalte bestellen die Éwé Kleinbauern geringere Ackerflächen als die Ditamari und können bei unzureichender Produktion Nahrungsmittel kaufen.

Die Betrachtung des sozialen Kapitals bringt heraus, dass die Kleinbauern Éwé ein höheres Bildungsniveau als die Ditamari haben (Abb. 7.3). Die Mehrheit der Kleinbauern Éwé haben mindestens die Grundschule besucht. Damit haben sie höhere Chancen auf „off-farm“ Aktivitäten. Ihr Bildungsniveau hat allerdings keinen positiven Einfluss auf ihren Innovationsgrad in der Landwirtschaft, denn die Ditamari haben mehr Anbautechniken entwickelt.

Von allen haushaltsinternen Faktoren bestimmen überwiegend die Haushaltsgröße und die verfügbare Familienarbeitskraft die Ausdehnung der Ackerflächen. Die Höhe eines zusätzlichen Einkommens spielt hierbei eine geringere Rolle.

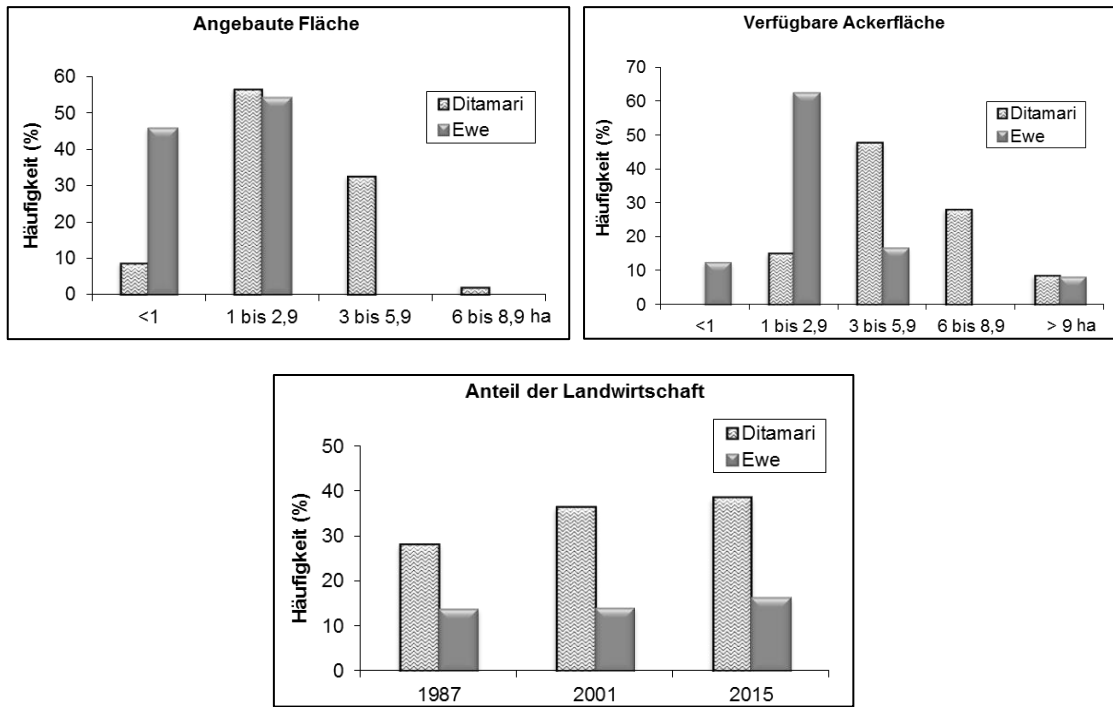


Abb. 7.1: Vergleichendes physisches Kapital der Kleinbauern Ditamari (N = 46) und Éwés (N = 24) – angebaute und verfügbaren Flächen; Anteile der landwirtschaftlichen Flächen (Felder / Brache) in der Landnutzung

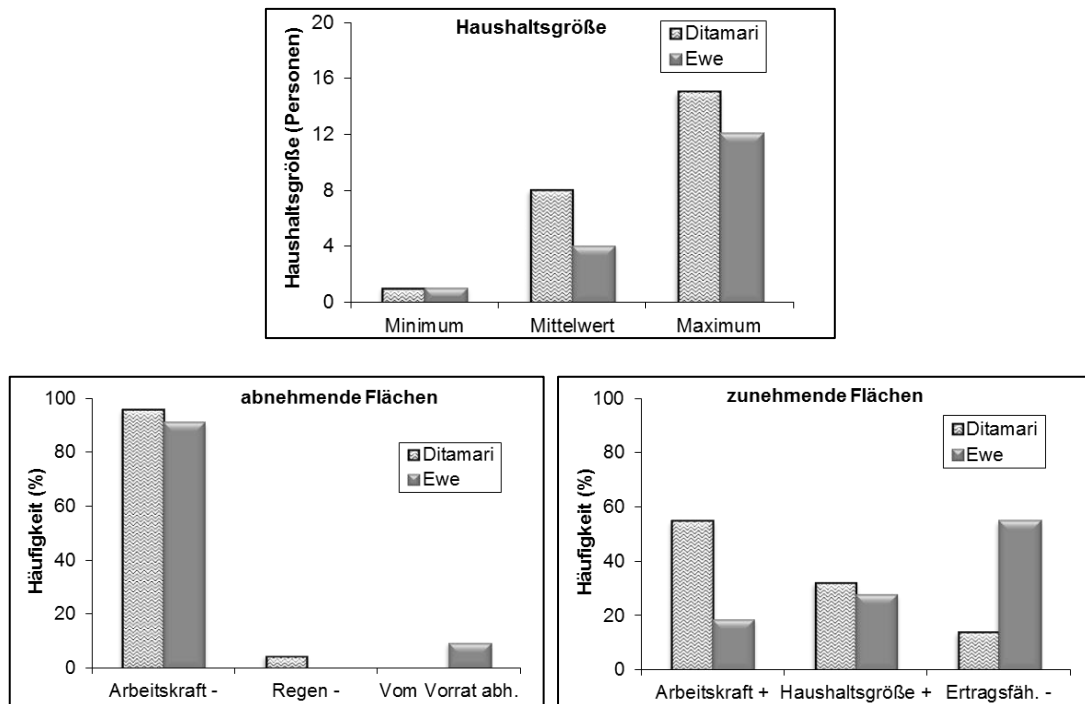


Abb. 7.2: Vergleichendes Arbeitskapital der Ditamari (N = 45) und Éwés (N = 22) – Haushaltsgröße und ihr Einfluss auf die Entwicklung der angebaute Flächen

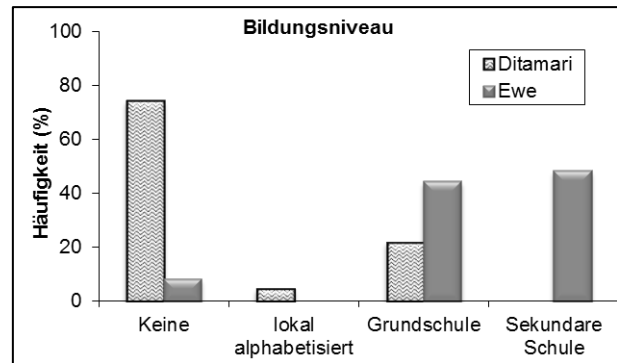


Abb. 7.3: Vergleichendes Sozialkapital der Ditamari (N = 46) und Éwés (N = 25) – Bildungsniveau

### *Haushaltsexterne Faktoren*

Sowohl Éwé als auch Ditamari nehmen selten Lohnarbeiterdienste in Anspruch und weisen ähnliche Bedingungen für die Landnutzungsrechte und Landbesitzsicherheit auf. Die Dörfer der beiden Ethnien liegen auf einem Hochplateau der Atakora-Gebirgskette und sind wegen degradiertes Pisten, besonders in der Regenzeit, schwer erreichbar. Allerdings verfügt das Dorf Amégapé (Éwé) über einen wöchentlichen Markt, auf dem sich auch Einwohner aus den umliegenden Städten mit Lebensmitteln versorgen. Die Kleinbauern Éwé bieten außerdem ihre Produkte auf dem Markt der ca. 40 km entfernten Stadt Kpalimé an. Im Dorf Dikouan (Ditamari) müssen die Frauen der Kleinbauern die landwirtschaftlichen Produkte zum 15 km entfernten Markt von Natitingou nicht selten zu Fuß bringen. Dieser Markt hat eine geringere wirtschaftliche Bedeutung im Vergleich zu dem Markt vom Kpalimé. Zudem liegt das Dorf Amégapé näher zur togoischen Küste (ca. 170 km) als das Dorf Dikouan (ca. 560 km weit von der beninischen Küste). Damit haben die Éwé gewisse Vorteile zur Vermarktung ihrer Produkte, die sie aber wenig nutzen können aufgrund der schlechten Pisten und der schwachen Entwicklung der öffentlichen Verkehrsmittel. Die schlechte Verkehrsinfrastruktur erschwert für beide Ethnien den Zugang zu öffentlichen Märkten. Ebenso haben beide Ethnien einen schwierigen Zugang zum landwirtschaftlichen Input wie verbessertem Saatgut, Dünger und Schädlingsbekämpfungsmitteln. Gleichwohl haben die Éwé wegen der Kaffeeplantagen hier wieder einen leichten Vorteil den Ditamari gegenüber. Sie können leichter künstliche Dünger kaufen, die hauptsächlich für Mais- und Gemüseanbau verwendet werden. Weil aber die Dünger nicht in angemessener Menge angewandt werden, erhöhen sie nicht bedeutend die Ernteerträge. Weder in Amégapé noch in Dikouan wurden die Mitarbeiter der kommunalen landwirtschaftlichen Dienste getroffen, die dafür zuständig sind Innovationen in der Landwirtschaft zu verbreiten. Die Anbaumethoden und -techniken der beiden Ethnien sind überwiegend das Ergebnis von langwierigen traditionellen Entwicklungen.

Aus diesen Erkenntnissen geht hervor, dass externe Faktoren der Haushalte weniger die Landnutzungsdynamik der Ethnien Éwé und Ditamari differenzieren. Vor allem wirken Faktoren, die intern zu den landwirtschaftlichen Betrieben zählen, diese betreffen vorwiegend das physische und Arbeitskapital.

## 1.2 Geo-ökologische Faktoren

Die betrachteten geo-ökologischen Einflüsse sind das Klima und die damit verbundene Wasserverfügbarkeit sowie der Boden. Sowohl die Kleinbauern Éwé als Ditamari betreiben hauptsächlich einen traditionellen Regenfeldbau und hängen dafür vom Niederschlagsregime ab. Durchschnittlich regnet es mehr im togoischen Untersuchungsgebiet (Éwés) mit 1.664 mm über 126 Tage als im beninischen Areal (Ditamari) mit 1.184 mm über 109 Tage (Abb. 7.4). Die Analyse der jährlichen Niederschlagsmenge im Zeitraum 1971 bis 2015 im beninischen Gebiet zeigt ihre tendenzielle Erhöhung sowie eine Steigerung der Regentage. Infolgedessen steigt die erosive Kraft des Regens tendenziell an (Abb. 7.4). Das togoische Forschungsareal weist eine abnehmende Tendenz der Niederschlagsmengen mit steigenden Regentagen für die Periode 1976 bis 2005 auf. Demnach sinkt die erosive Kraft des Regens im analysierten Zeitraum (Abb. 7.4). Abhängig vom Klima allein profitieren die Éwés von humideren Bedingungen als die Ditamari. Zudem sind die Böden der Éwés texturbedingt weniger erodierbar als die Böden der Ditamari.

Aus den bodenkundlichen Untersuchungen ergibt sich, dass die Böden der Éwés tendenziell nährstoffreicher als die der Ditamari sind. Werden weitere Standortfaktoren wie die Hangneigung, die Gründigkeit, die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum und die Luftkapazität herangezogen, erweisen sich 73 % der Standorte der Éwés und nur 29 % bei den Ditamari als schlecht für den Ackerbau. Die einschränkenden Faktoren der Standorte bei den Éwés sind vor allem die niedrigere Gründigkeit, die stärkeren Hangneigungen und das geringere Wasserhaltevermögen. Die Landnutzungswandelkarten bringen heraus, dass Wälder hauptsächlich an Steilhängen bestehen, die für den Ackerbau ungeeignet sind. Diese Teilgebiete sind hügelig und weisen eine höhere Reliefenergie auf. Somit ist das Relief bei den Éwés ein limitierender Faktor für die Ausdehnung der Landwirtschaft.

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass der höhere Anteil der Flächen unter positiven Wandel bei den Éwés nicht zwangsläufig eine effizientere Landnutzung bedeutet. Vielmehr erklären auf der geo-ökologischen Ebene die humideren Bedingungen und die höheren Hangneigungen der Landschaft der Éwés die beobachteten Unterschiede.

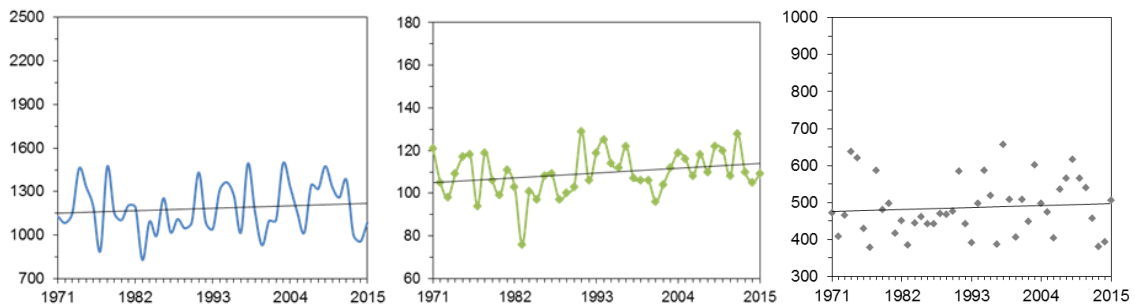
## 2. Landdegradation als Folge der Landnutzungsdynamik?

Landdegradation setzt nach Katyal & Vlek (2000 in Vlek 2005) ein:

- wenn die mit einem Landnutzungssystem verbundene potenzielle Produktivität nicht mehr nachhaltig gewährleistet wird; oder
- wenn das Land nicht in der Lage ist, seine regulierende Umweltfunktion auszuführen.

Wenn die Tragfähigkeit des Bodens dauerhaft überschritten wird, wird Land zunehmend degradiert und verliert die Fähigkeit, sich zu erneuern. Auch Fehlanspassungen der Landnutzung an den Standorteigenschaften können Landdegradation hervorrufen (Vlek 2005).

**Benin / Natitingou** (460 m ü.M) - 1°23'E / 10°19'N - 1184mm / 109 Tage - (1971 - 2015)



**Togo / Kouma-konda** (576m ü.M) - 00°34E / 06°57N - 1664mm / 126 Tage - (1976 - 2005)

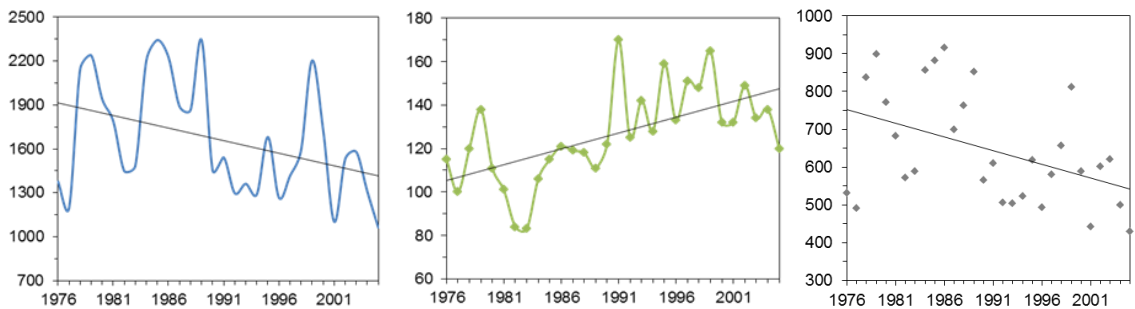


Abb. 7.4: Tendenzielle Entwicklung der jährlichen Niederschläge (links), Regentage (Mitte) und des Erosivitätsindex von Roose in den Untersuchungsgebieten Nord-Benins und Süd-Togos

Bodenerosion stellt die wesentliche Ursache der Landdegradation in tropischen Gebieten dar (Oldeman 1994, Morgan 1995). Folgende menschlichen Aktivitäten spielen bei den Erosionsprozessen eine wichtige Rolle (Roose 1985):

- Ausdehnung von Rodungs- und Anbauflächen ohne effektives Schutzmanagement oder an die klimatische Aggressivität angepasste Anbautechniken;
- die Verbreitung von vereinfachten Fruchtfolgen, die zwischen schlecht bedeckendem Getreide (Hirse, Sorghum, ...) und Kulturen mit wenigen organischen Rückständen (Erdnuss, Hülsenfrüchte, ...) abwechseln;
- die Verkürzung der Brachzeit auf zunehmend größeren Flächen ohne Ausgleich durch ausreichende organische oder mineralische Düngung. Die Ernterückstände werden oft vollständig abgebrannt oder für andere Zwecke genutzt;
- Holzfällen, um Brennholz und Holzkohle zu produzieren.

Die Verringerung der Bodenbedeckung durch Rodung, Buschfeuer oder Weiden verursacht eine Reaktionskette, die langfristig zur Degradation der oberflächlichen Horizonte führt (Roose 1985, Abb. 7.5). Wird die natürliche Vegetation vollständig oder teilweise entfernt, so wird die verfügbare Biomasse für die Bodenorganismen reduziert. Der Gehalt an organischer Substanz nimmt ab und somit die biologische Aktivität sowie die Pufferfunktion des Bodens. Der unbedeckte Boden ist nun stärker der Energie der Niederschläge und der Sonne ausgesetzt. Die Makroporen sacken zusammen und eine Verkrustung der Bodenoberfläche kann erfolgen. Am Rand des kultivierten Horizonts kann sich eine Verdichtung entwickeln und die Struktur des Unterbodens kann durch Austrocknung zusammenbrechen. Somit entwickeln sich

höhere Abflussmengen und die Erosion wird verstärkt. Die Folge ist einige Jahre später eine Verarmung des Bodens in den wichtigen Nährstoffen N, P, K und Spurelementen sowie eine Versäuerung des Bodens. Zudem verliert der kultivierte Oberboden durch selektive Erosion Feinmaterial, wobei nur Grobschluffe und gebleichte Feinsande zurückbleiben. Die Bodenproduktivität und die Bodentiefe nehmen schrittweise ab. Im letzten Degradationsstadium wird der humose Oberboden vollständig abgetragen. Es bilden sich Flächen mit unfruchtbaren, verkrusteten, verdichteten, undurchlässigen Böden, wo das Leben unmöglich ist (Roose 1985, Abb. 7.5).

Die festgestellte Bodenerosion in den Untersuchungsgebieten der Éwés und Ditamari ist nicht nur natürlich und klimamorphologisch bedingt, sondern wird von anthropogenen Eingriffen in die Landschaft verstärkt und beschleunigt. Neben den oben genannten menschlichen Aktivitäten wird zusätzlich eine unangepasste Landnutzung festgestellt (Tab. 7.3 und 7.4). Die untersuchten Standorte weisen höchstens eine mittlere Eignung zum Ackerbau auf, wobei die Mehrheit (75 %) der mit „schlecht“ bewerteten Standorte bei den Éwés trotzdem landwirtschaftlich genutzt wird.

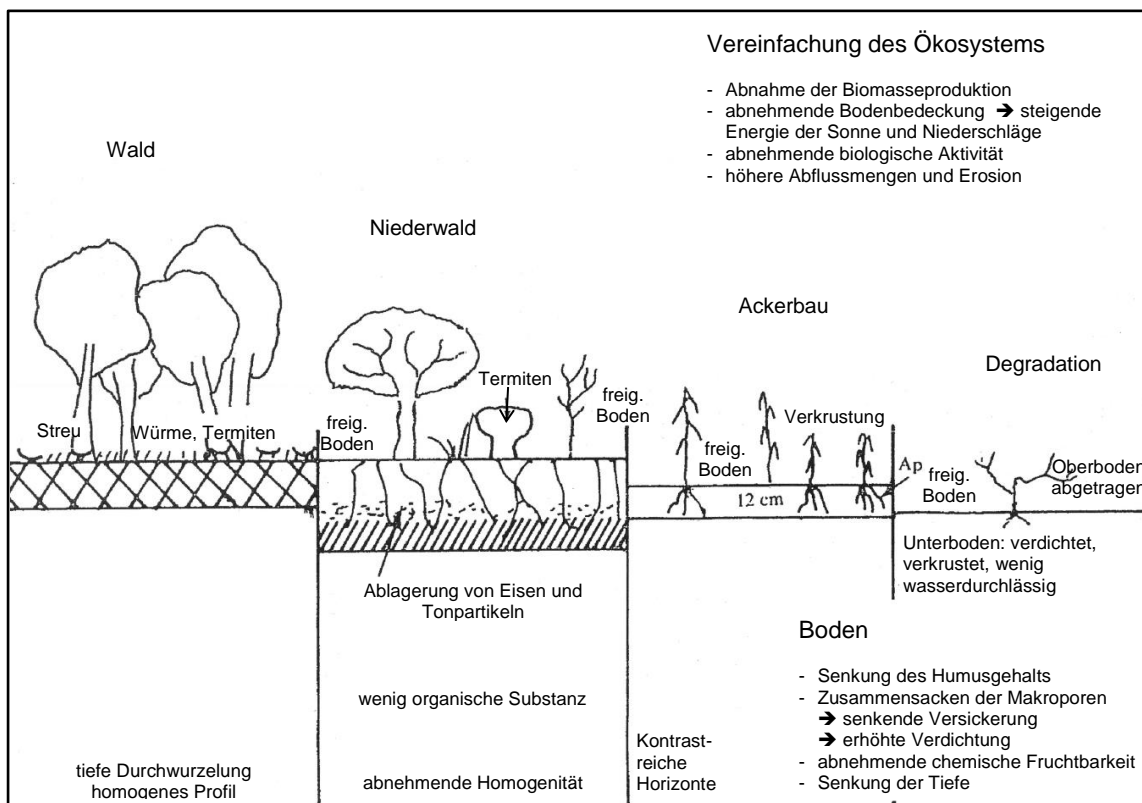


Abb. 7.5: Reaktionskette der Landdegradation (nach Roose 1985: 513, verändert)

Tab. 7.3: Standortbewertung für den Ackerbau und aktuelle Landnutzung bei den Ditamari

Topographische Lage	Profil	Standortbewertung	Nutzung
Plateau	B1	mittel	Weide / Acker- & Gemüseanbau
	B2	mittel	Ackerbau
	B3	mittel	Ackerbau
Mittelhang	B4	schlecht	naturnahe Savanne / Ackerbau
	B7	schlecht	naturnahe Savanne
Unterhang	B5	mittel	Acker- & Gemüseanbau
	B6	mittel	Ackerbau

Tab. 7.4: Standortbewertung für den Ackerbau und aktuelle Landnutzung bei den Éwés

Topographische Lage	Profil	Standortbewertung	Nutzung
Oberhang	T5	schlecht	Brachfeld
	T6	schlecht	Acacia Plantage
	T11	schlecht	Ackerbau
Mittelhang	T2	schlecht	Brachfeld
	T3	schlecht	Acker- & Gemüseanbau
	T4	schlecht	Garten / Ackerbau
	T7	schlecht	Kaffeeplantage
	T10	schlecht	Brachfeld
Unterhang	T1	mittel	Acker- & Gemüseanbau
	T8	mittel	Acker- & Gemüseanbau
	T9	mittel	Acker- & Gemüseanbau

Die Annahme, dass Veränderungen in der Landnutzung die Landdegradation zur Folge haben, wird in den beiden Untersuchungsgebieten bestätigt. Die Prozesse der Flächen-, Rillen- und Rinnenspülung stellen eine fortgeschrittene Phase der chemischen Bodendegradation in Westafrika dar (Fritscher 2000). Erscheinungen der Landdegradation bei den Ditamari sind die Ausdehnung von oberflächlich verkrusteten Arealen (Abb. 7.6) und die Verbreitung des Unkrautes *Striga hermontica* (Abb. 7.7). Oberflächliche Krustenbildung als Folge der Bodenerosion wurde auch von Fritscher (2000) im Gongola-Becken in Nigeria beobachtet. Die lokale Bevölkerung bezeichnet diese in der Regel flachgründig und mit schlechten Eigenschaften für eine agrare Nutzung als „Nikime“ (Fritscher 2000: 197). *Striga hermontica* ist eine Pflanze der afrikanischen Savanne, die fast immer mit Getreideanbau verbunden und relativ selten in natürlicher Vegetation ist. Sie entwickelt sich auf gering fruchtbaren, insbesondere stickstoffarmen Böden (CABI 2018). Die Pflanze haftet an den Wurzeln der Wirtspflanze (Hirse oder Sorghum) und nimmt ihre Nährstoffe auf. Die Wirtspflanze wird geschwächt, und bei schwerem Befall fällt die Ernte aus (GRET, CIRAD & Ministère des Affaires étrangères 2003). Ernteverluste wegen *Striga hermontica* werden auf 21 % der Sorghum-Produktion in Nord-Ghana, 10 % der Getreide-Produktion in Nigeria, 8 % in Gambia und 6 % in Benin geschätzt (Sauerborn 1991). Auch bei den Éwés sind Erscheinungen der Landdegradation zu beobachten. An mehreren Stellen wird das anstehende Gestein freigelegt. Außerdem tritt eine starke Profilverkürzung der Böden in den beiden Untersuchungsgebieten ein. Der Oberboden bei den Éwés ist bereits geringmächtig und liegt für die Mehrheit der untersuchten



Standorte direkt auf Plinthit oder einem verwitterten Untergrundhorizont. Wenn die Bodenabtragung in diesem Gebiet fortgesetzt würde, könnte das letzte Stadium der Bodendegradation dort eintreten.



Abb. 7.6: Wenig produktive, wasserundurchlässige, verkrustete Flächen im Dorf Dikouan (Foto: Anoumou 2015)



Abb. 7.7: *Striga hermontica* in einem Sorghumfeld im Dorf Dikouan: Indikator für nährstoffarmen Boden (Foto: Runge 2014)

Sowohl die Kleinbauern Ditamari als auch Éwés sind sich der laufenden Landdegradation bewusst. Beide Ethnien nehmen wahr, dass die anthropogenen Eingriffe in die natürliche Landschaft hierbei eine wichtige Rolle spielen (Abb. 7.8). Für die Ditamari stellen das Holzfällen (22,41 %), der Ackerbau (20,69 %) und Buschfeuer (17,24 %) die wichtigsten menschlichen Aktivitäten, die Landdegradation hervorrufen, dar. Auch die Éwés haben eine ähnliche Wahrnehmung, mit dem Unterschied, dass alle drei Faktoren dasselbe Gewicht (28,57 %) erhalten. Zudem wird die Bevölkerungszunahme (12,07 % bei den Ditamari und 14,29 % bei den Éwés) als indirekte Ursache der Landdegradation gesehen. Zusätzlich werden bei den Ditamari die Viehzüchter „Peulhs“, die temporär im Dorf Dikouan leben, in geringerem Maße (10,34 %) für die Landdegradation verantwortlich gemacht. Den „Peulhs“ wird vorgeworfen, ohne jegliche Berücksichtigung der Umwelt, Buschfeuer für die Nahrung des Viehs anzuzünden und große Bäume zu fällen (Abb. 7.9). Klima- und naturbedingte Ursachen wie Niederschlagsmenge und Bodenfruchtbarkeit werden nur jeweils zu 3,45 % mit der Landdegradation bei den Ditamari in Zusammenhang gebracht. Bei den Éwés werden diese als Grund der Landdegradation sogar gar nicht wahrgenommen. Diese Tendenzen bestätigen, dass die bestehende Landdegradation in den Untersuchungsgebieten stärker anthropogen verursacht ist.

### **3. Verletzbarkeit der Kleinbauern in Zeiten der globalen Erwärmung**

Land wird bei den Ditamari und den Éwé degradiert, wobei die Erscheinungen in der Landschaft eine Differenzierung zeigen. Die zweite Hypothese dieser Studie besagt, dass die Folgen der Landdegradation für die Kleinbauern räumlich und ethnisch differenziert sind. Sie nimmt an, dass die Ditamari in Benin vulnerabler / verletzbarer als die Éwés in Togo sind, weil sie eine extensive Subsistenzwirtschaft betreiben, während die Éwés einen intensiveren Ackerbau betreiben. Außerdem wird vermutet, dass die Ditamari weniger Anpassungsstrategien als die Éwés in Togo entwickeln.

Die Betrachtung von Faktoren, wie die Nutzungsrate der Ackerflächen sowie die Anwendung von Ackerschädlingsbekämpfungsmitteln und künstlichem Dünger decken Unterschiede zwischen den Ethnien auf. Die häufigste Nutzungsrate der Ackerflächen bei den Ditamari beträgt 25 bis 50 % während Werte von 75 bis 100 % bei den Éwés erreicht werden (Abb. 7.10). Diese Tatsache spiegelt sich in der Verteilung der Dauer der Brache für die beiden Ethnien wider. Die Mehrheit der Ditamari können ihre landwirtschaftlich genutzten Flächen mindestens vier Jahre erholen lassen, während das Brachliegen bei den Éwé selten und maximal vier Jahre beträgt (Abb. 7.10). Beide Ethnien setzen Pestizide und künstliche Dünger im Anbausystem ein, wobei die Éwés häufiger als die Ditamari Pestizide nutzen (Abb. 7.11). Die Éwés scheinen ihre Ackerflächen intensiver als die Ditamari zu nutzen.

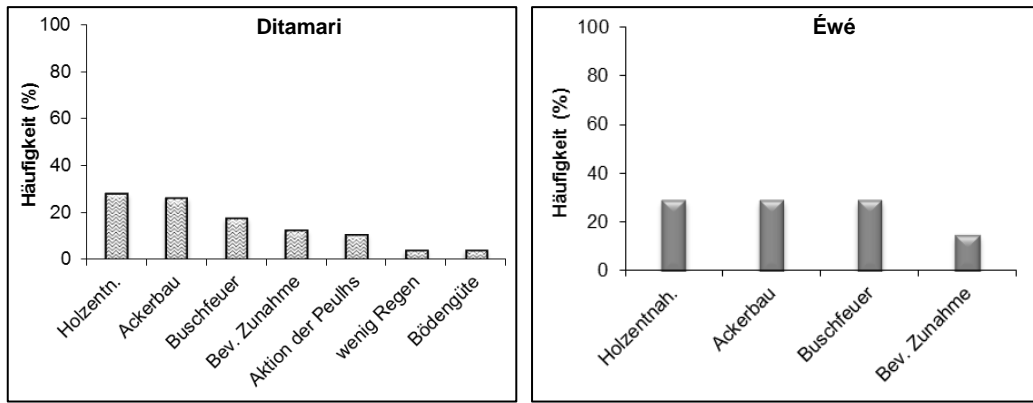


Abb. 7.8: Wahrgenommene Ursachen der Landdegradation bei den Ditamari (N = 46) und den Éwés (N = 25)



Abb. 7.9: Von den „Peuhls“ gefallenes und abgesägtes Baum im Vorfluterbereich im Dorf Dikouan (Foto: Anoumou 2015)

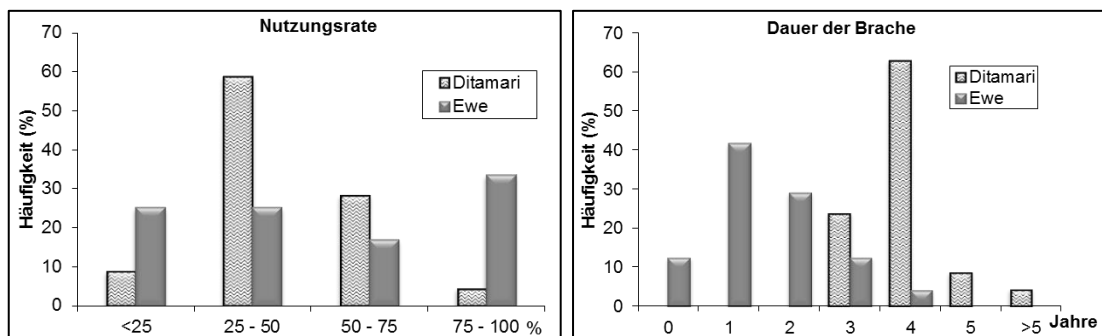


Abb. 7.10: Nutzungsrate der Ackerflächen und Verteilung der Brachzeit bei den Ditamari (N = 46) und den Éwés (N = 24)

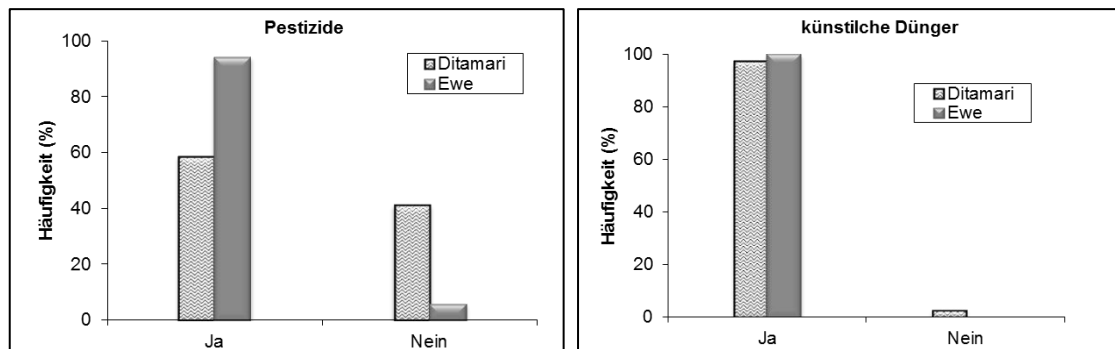


Abb. 7.11: Anwendung von Pestiziden und Düngern bei den Ditamari (N = 46) und den Éwés (N = 24)

Zwecks eines objektiveren Vergleichs wird der Landnutzungsfaktor L von Allan (1965 in FAO 1985) berechnet, wodurch die Intensität eines Anbausystems gemessen wird:

$$L = \frac{C + F}{C}$$

In dieser Formel bezeichnet C die Anzahl der Anbaujahre und F ist die Dauer der Brache in Jahren. Laut Greenland (1974) verläuft die Intensivierung der Landwirtschaft über mehrere Phasen, die nach den Werten des Landnutzungsfaktors L unterschieden werden:

- Phase 1 – Wanderfeldbau : L = 10
- Phase 2 – wiederkehrender / periodischer Anbau: L = 3 - 10
- Phase 3 – semi-permanenter Anbau: L = 2,5 - 3
- Phase 4 – dauerhafter Anbau: L = 2

Bei den Ditamari betragen die durchschnittliche Anbaudauer und Brachzeit jeweils 4,53 und 4 Jahre, was ein L Faktor von 1,88 ergibt. Die Kleinbauer Éwé kultivieren im Schnitt 2,14 Jahre lang und lassen die Ackerflächen für 1,54 Jahre brach, wodurch der L Faktor ein Wert von 1,72 erreicht. Nach der Klassifikation von Greenland (1974) haben die kleinbäuerlichen Betriebe der beiden Ethnien die Phase 4 der Intensivierung erreicht. Sie betreiben einen dauerhaften Anbau und eine intensive Subsistenzwirtschaft (Okigbo & Greenland 1977). Der erste Teil der Annahme wird verworfen: das Anbausystem der Éwés ist nicht intensiver als das System der Ditamari. Die kürzeren Brachzeiten der Éwés sind mehr auf die Größe der verfügbaren Flächen als auf eine intensive Landwirtschaft zurückzuführen.

Die Anpassungsstrategien der Ditamari und Éwés werden im Kapitel III-6 erwähnt und sind in Tab. 7.5 zusammengefasst. Anders als vermutet entwickeln die Ditamari mehr Anpassungsstrategien als die Éwés. Hierdurch wird auch den zweiten Teil der Hypothese abgelehnt. Werden die Anpassungsstrategien auf der Haushaltsebene tiefer analysiert stellt sich heraus, dass die Strategien der Ditamari von der Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen und Bodenfruchtbarkeit abhängig sind. Die von den Éwés entwickelten Strategien hängen hingegen allein von der Bodenfruchtbarkeit ab. Damit sind die Éwés vom Boden abhängiger als die Ditamari. Selbstverständlich

beeinflusst auch der Boden die Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen allerdings entwickelt sich in diesem System ein Gleichgewicht, das die Bodendegradation hemmt.

Im Zeitalter der globalen Erwärmung wird bis 2050 eine Erhöhung der Temperaturen von 1,1°C im nordöstlichen Teil Benins vorgesehen. Die Niederschlagsmengen könnten um 3,3 bis 3,8 % im gesamten Norden zunehmen. Außerdem werden eine zeitliche Konzentration der Regenfälle und damit verbunden längere Trockenzeiten prognostiziert (Boko et al. 2012). In Togo wird ebenfalls bis 2050 eine Zunahme der Temperaturen um 0,9 bis 1,9 °C sowie eine leichte Erhöhung der Niederschläge um 0,5 % bis 1 % geplant. Zudem könnten Verschiebungen der Jahreszeiten, Veränderungen in den Niederschlagsverteilung und eine Abnahme der Regentage eintreten (UNFCCC, FEM & PNUD 2015).

Das Geschehen dieser klimatischen Ereignisse könnte zur Vermehrung von Pflanzenparasiten und Ackerschädlingen führen sowie die Entwicklung von einigen Unkräutern begünstigen (UNFCCC, FEM & PNUD 2015). Folglich könnten die Ernteerträge sinken (Boko et al. 2012, UNFCCC, FEM & PNUD 2015).

Tab. 7.5: Vergleich der Anpassungsstrategien der Ditamari und der Éwé

	Ditamari	Éwé
Schutz der Ackerfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Furchenrücken quer zum Hang („billons“)</li> <li>- Erdhügeln („buttes“)</li> <li>- gebundene Furchenrücken („mini-billons“)</li> <li>- gebundene / ungebundene Lehmmulden („carrés creux“)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- minimale Bodenbearbeitung</li> <li>- Furchenrücken quer zum Hang („billons“)</li> <li>- Erdhügeln („buttes“)</li> </ul>
Kultur-pflanzliche Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intercropping</li> <li>- Fruchtfolgen</li> <li>- Diversifizierung der angebauten Früchte: im Schnitt 6 Feldfrüchte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intercropping</li> <li>- Fruchtfolgen</li> <li>- Diversifizierung der angebauten Früchte: im Schnitt 4 Feldfrüchte</li> </ul>
Haushaltsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkauf (Holz und -kohle; gesammeltes Obst; gezüchtete Nutztiere; angebautes Gemüse)</li> <li>- Kleinhandel (weiterverarbeitete Produkte aus Karitébaum, Nérébaum, Mais, Sorghum und Hirse; Küchengewürze)</li> <li>- externe monetäre Hilfe</li> <li>- temporäre Migration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkauf (Produkte der eigenen Plantage: Kaffee, Palmnüsse, Obst; angebautes Gemüse)</li> <li>- Kleinhandel (weiterverarbeitete Produkte aus Ölpalmen, Mais, Maniok; Küchengewürze)</li> <li>- Einkauf von Nahrungsmitteln mit außerlandwirtschaftlichen Einkommen (Handwerk, Moped- oder Taxifahren)</li> </ul>

Auch Kaffee- und Kakaoplantagen wären von der Produktionsabnahme betroffen (UNFCCC, FEM & PNUD 2015). Allerdings könnten die Erträge von Wurzelknollen, wie Maniok und Yams, sowie von Ölpalmen zunehmen (Boko et al. 2012, UNFCCC, FEM & PNUD 2015). Die Produktivität der natürlichen Vegetation würde steigern, könnte aber durch erhöhte Evapotranspiration, steigende Nachfrage nach Holzenergie und die Ausbreitung von Buschfeuern beeinflusst werden. Außerdem könnte die klimatische Aggressivität steigern und eventuelle Überflutungen würden das Potenzial der natürlichen Vegetation reduzieren (UNFCCC, FEM & PNUD 2015).

Im Hinblick auf die vorgesehenen Entwicklungen könnte die Landdegradation in den kommenden Jahren in den Untersuchungsgebieten verstärkt werden. Die landwirtschaftlichen Erträge könnten in den beiden Gebieten abnehmen. Die ländliche Bevölkerung wird vermutlich zunehmen und der Druck auf den landwirtschaftlichen Flächen sich erhöhen. Die Möglichkeiten der Ditamari Holz und -kohle zu produzieren und zu verkaufen könnten sich vermindern. Die Nutzbäume Karité und Néré werden in den Feldern geschont und nicht gerodet, sodass der Rohstoff verfügbar bleibt. Die Ditamari können die Nutzungsrate ihrer verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen erhöhen und neue Anbauflächen aus der naturnahen Savanne gewinnen. Allerdings würde der Druck auf den natürlichen Ressourcen steigern und langfristig die Nachhaltigkeit des Systems gefährden.

Die Erträge der Plantagen der Éwés, die bereits unterdurchschnittlich sind, werden sich weiter verringern und ihr zusätzliches Einkommen bedeutend reduzieren. Die Éwés beackern und verfügen über kleinere Flächen als die Ditamari. Zudem erschwert das Relief die Gewinnung neuer landwirtschaftlichen Flächen. Die Mehrheit ihrer gegenwärtigen angebauten Flächen ist flachgründig, enthält Plinthit und eignet sich schlecht für den Ackerbau. Eine Fortschreitung der Landdegradation könnte bei den Éwés langfristig den Zusammenbruch des Agrarökosystemen hervorrufen. Die Éwés würden langfristig die Grundlage ihrer Existenzsicherung verlieren.

Die zweite Hypothese wird in Hinsicht auf die räumliche und ethnische Differenzierung der Folgen der Landdegradation bestätigt. Allerdings sind nicht, wie vermutet, die Ditamari verletzbarer als die Éwés. Die beiden Ethnien betreiben eine intensive Subsistenzwirtschaft und die Éwé entwickeln weniger Anpassungsstrategien als die Ditamari.

## 4. Lösungsvorschläge und Ausblick

Der Schutz der Agrarökosysteme vor weiterer Degradation und die Wiederherstellung ihrer Dienstleistungen können durch ortsangepasste Maßnahmen erreicht werden. Methoden wie Kompostieren, Mulchen, und Gründüngung, die gleichzeitig Bodenfruchtbarkeit verbessern und Bodenwasser konservieren, werden bei den Ditamari und Éwés einen geringen Erfolg finden. Einerseits nehmen die Kleinbauern diese Methoden als arbeitsintensiv wahr. Andererseits konkurriert das Belassen von Ernterückständen auf dem Feld bei den Ditamari mit der Herstellung von Pottasche aus den Rückständen. Künstliche Dünger können die Bodenfruchtbarkeit nicht langfristig restaurieren und erfordern finanzielle Leistungen der Kleinbauern. Maßnahmen, die den Druck auf Boden und natürliche Ressourcen reduzieren, werden vorgeschlagen, um mittelbar und langfristig das Agrarökosystem wieder herzustellen.

### *Bodenerosionsschutz und Wasserkonservierung*

Die Éwé sollen bei der Renovierung der Kaffeeplantagen unterstützt werden. Außerdem sollen die restlichen Regenwälder vor unkontrollierter Nutzung partizipativ geschützt werden. Diese Flächen können zudem das lokale Klima positiv beeinflussen. Bei den Ditamari soll Agroforstwirtschaft gefördert werden. Außer Karité und Néré sollen weitere Nutzbäume identifiziert werden, die mit den Feldkulturen kombiniert werden können.

Im Lebensraum der beiden Ethnien soll eine Wiederaufforstung der Flussufer vorgenommen werden. Bei den Ditamari, vor allem, könnten Konflikte mit der Landwirtschaft an dieser Stelle entstehen. Empfohlen wird es, eine Pufferzone gemeinsam mit den Kleinbauern um die Flüsse einzugrenzen, wo kein Gemüseanbau betrieben wird und Bäume gepflanzt werden.

Außerdem soll die Herstellung von Holzkohle bei den Ditamari soweit wie möglich zugunsten anderer Aktivitäten reduziert werden. Diese Maßnahme wird erfolgreich, wenn die Kleinbauern genug Einkommen aus den landwirtschaftlichen Aktivitäten erzielen, weil sie die Produktion von Holzkohle als anstrengend empfinden.

Die Entwicklung und Förderung von Regenwassersammlungstechniken könnte die Erosionskraft der Niederschläge vermindern und die Wasserverfügbarkeit zur Bewässerung der Gartenkulturen verbessern. Der Druck auf die Flüsse wird zusätzlich dadurch gesenkt. Weitere Forschungsarbeiten über die angepassten Methoden in den Untersuchungsgebieten sind hierfür notwendig.

### *Einkommensverbesserung der Kleinbauern*

Die Wertschöpfungskette mehrerer Agrarprodukte soll erforscht, analysiert und besser strukturiert werden. Bei den Éwé handelt es sich um Kaffee, Zitrusfrüchten und Produkten aus Ölpalmen. Diese Empfehlung betrifft bei den Ditamari hauptsächlich die Produkte aus dem Karité und dem Néré und für beide Ethnien die Gartenkulturen. Diese Maßnahmen fördern den schnellen und gezielten Absatz der Produkte der

Kleinbauern, reduzieren Verluste durch Fäulnis und steigern die daraus erzielten Einkommen.

Die Prozesse der Weiterverarbeitung von Karité- und Néréfrüchten sollen bei den Ditamari verbessert werden, um den Druck auf die natürlichen Ressourcen zu mindern und den Ertrag zu erhöhen. Die Ditamari und Éwé produzieren große Tomatenmengen und müssen diese oft billig verkaufen. Die Ausbildung der Kleinbauern über die Weiterverarbeitung von Tomatenfrüchten und ihre Unterstützung beim Absatz würde ebenfalls ihr Einkommen verbessern.

### *Begleitende Maßnahmen*

Der Zugang der Kleinbauern zu Agrarinputs-Märkten und lokal angepassten Mikrokreditsystemen soll gefördert werden. Außerdem soll die Verkehrsinfrastruktur verbessert werden. Zudem können weitere ethnologische Forschungen die Verhältnisse der Ethnien zu ihrer Landschaft vertiefen und die vorgeschlagenen Maßnahmen stärken.

Diese Arbeit berücksichtigt nur die lokale Ebene und hat lediglich die unmittelbaren Faktoren („proximate causes“) des Landnutzungswandels untersucht. Die mittelbaren Faktoren („underlying causes“) auf der Makroebene können die direkten Ursachen des Landnutzungswandels verändern und damit den Erfolg der lokalen Maßnahmen stark beeinflussen. Deswegen wird es empfohlen, weitere Forschungen über den politischen Rahmen der Agrarlandschaftsentwicklung der beiden Ethnien vorzunehmen.

Die Studie zeigt auf, dass traditionell, zurückgezogen lebende Völker wie die Ditamari das Agrarökosystem nachhaltiger bewirtschaften und angesichts der Landdegradation anpassungsfähiger sind als tief umgewandelte Gesellschaften wie die Éwés. Sie bringt heraus, dass Kleinbauern Westafrikas keinesfalls als eine Einheit betrachtet werden sollten. Jede Ethnie ist durch Merkmale gekennzeichnet, die ihre Gestaltung der Landschaft beeinflussen. Diese Vielfaltigkeit und Besonderheiten der kleinbäuerlichen Gesellschaften sollen in der Entwicklungszusammenarbeit stärker berücksichtigt werden.



## V Zusammenfassung

Landwirtschaft ist der Hauptmotor der westafrikanischen Wirtschaft und Kleinbauern liefern fast 70 % des Nahrungsmittelbedarfs. Traditionell wird hauptsächlich Regenfeldbau betrieben, der durch geringen Agrarinput und die Nutzung von einfachen Werkzeugen wie Hacke und Buschmesser gekennzeichnet ist. Die Ernteerträge sind gering und die Bodenfruchtbarkeit sinkt schnell nach einigen Anbaujahren. Infolgedessen werden Wald- und Weidefläche gerodet und die Landdegradation wird beschleunigt. Dies hat direkte Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktivität und die Ernährungssicherheit der Kleinbauern. Sie sind besonders anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels aufgrund ihrer niedrigen Einkommen, einer größeren Abhängigkeit von der Landwirtschaft sowie einer begrenzten Fähigkeit, alternative Lebensgrundlagen zu suchen. Entscheidend für die Existenzsicherung der kleinbäuerlichen Gesellschaften ist die Entwicklung von Maßnahmen, die Ackerflächen und natürliche Ressourcen schützen.

Die vorliegende Arbeit hat sich das Ziel gesetzt, sozio-ökonomische und geökologische Faktoren, die den Landnutzungswandel in zwei Agrarökosystemen der Atakora Gebirgskette steuern, aufzudecken. Schließlich sollen ortsangepasste Maßnahmen vorgeschlagen werden, um die Agrarökosysteme wiederherzustellen und ihre Dienstleistungen für Kleinbauern zu erhalten. Weil die Studie voraussetzt, dass die ethnische Zugehörigkeit eine wichtige Rolle bei der Gestaltung der Landschaft spielt, werden die beninische Ethnie der Ditamari und die togoischen Ethnie der Éwé miteinander verglichen. Es wird zum einen angenommen, dass Veränderungen in der Landnutzung, unabhängig von der Ethnie, die Landdegradation zur Folge haben. Zum anderen sollen die Konsequenzen der Landdegradation für die Kleinbauern räumlich und ethnisch differenziert sein. Die Ditamari in Benin sind vulnerabler / verletzbarer als die Ewés in Togo, weil sie eine extensive Subsistenzwirtschaft betreiben, während die Ewés einen intensiveren Ackerbau betreiben. Zudem entwickeln die Ditamari weniger Anpassungsstrategien als die Ewés.

Haushaltsbefragungen und Gruppendiskussionen wurden während Geländeaufenthalten im Jahr 2014 und 2015 in den Dörfern der beiden Ethnien durchgeführt. Die Landnutzung und ihr Wandel werden über knapp 30 Jahre anhand von Bildern des Satellitensystems LANDSAT (Landsat 5 TM, LANDSAT 7 ETM+ und LANDSAT 8 OLI TIRS) aus den Jahren 1987, 2001 und 2015 ausgewertet. Eine unüberwachte Klassifikation nach dem „K-Means“-Verfahren und anschließend eine überwachte Klassifikation nach dem „Maximum Likelihood“-Klassifikationsalgorithmus wurden durchgeführt. Mithilfe der Funktion „Change detection“ der Software ENVI 5.0 werden Veränderungsstatistiken berechnet und Veränderungskarten erstellt. Zum Erfassen der Variabilität der Agrarparameter der Böden wurden Bodenprofile nach dem Catena-Prinzip gegraben. Bodenproben wurden aus jedem Horizont genommen. Anschließend wurden einige physische Parameter und die Nährstoffgehalte vom Fachpersonal des bodenkundlichen Labors des Institut für Physische Geographie (Geowissenschaften, Goethe Universität) bestimmt.

Die beiden Ethnien folgen einem Ringmuster in der Raumnutzung und betreiben ausschließlich den Hackbau. Bei den Ditamari wird in unmittelbarer Nähe zu Häusern hauptsächlich Gemüse in einem Hausgartensystem (*Jardin de case*) angebaut. Auf diesem Bereich folgen etwas weiter entfernt ausschließlich Feldkulturen, bevor eine

Mischung aus naturnaher Savanne, Feldkulturen und Brachfelder auftritt. Im Vorfluter und am Flussufer wird hauptsächlich bewässertes Gemüse angebaut. Rund um die Häuser der Éwés werden Dauerpflanzen wie Kaffee und verschiedene Obstbäume gepflanzt (Plantagewirtschaft). Danach kommen, ähnlich wie bei den Ditamari, ausschließlich Felder vor, gefolgt von der Mischung aus naturnaher Savanne, Feldkulturen und Brachfeldern.

Innerhalb der knapp letzten dreißig Jahre (1987-2015) ist die natürliche Vegetation bei den beiden Ethnien zugunsten der Landwirtschaft und der bebauten bzw. vegetationsfreien Flächen zurückgegangen. Über die analysierten Zeiträume liegen mehr Flächen bei den Ditamari (47,24 %) unter einer negativen Dynamik als bei den Éwé (36,41 %). Die Untersuchung der Steuerungsfaktoren des Landnutzungswandels bringt auf der sozio-ökonomischen Ebene heraus, dass vor allem interne Faktoren der Haushalte wirken. Diese betreffen vorwiegend das physische und Arbeitskapital. Die Kleinbauer Ditamari verfügen über mehr Familienarbeitskraft und größere Ackerflächen, haben eine größere Familie zu ernähren und weniger zusätzliche Einkommensquellen als die Éwé. Sie bestellen deswegen größere Felder als die Éwé. Geo-ökologisch weist der Naturraum der Éwés einerseits humidere Bedingungen und nährstoffreichere Böden auf, die eine dichtere Vegetationsdecke begünstigt. Andererseits ist das Relief hügelig mit teilweise sehr hohen Hangneigungen, die landwirtschaftliche Aktivitäten mit den Anbaumethoden der Éwé nicht zulassen. Der höhere Anteil an positiv veränderten Flächen bei den Éwé ist nicht durch bessere Landnutzungsstrategien begründet. Vielmehr stellt das Relief der begrenzende Faktor für die Ausdehnung der Ackerflächen und damit die höhere Erhaltung der natürlichen Vegetation bei den Éwé dar.

Die erste Annahme, dass Veränderungen in der Landnutzung die Landdegradation zur Folge haben, wird in den beiden Untersuchungsgebieten bestätigt. Die abnehmende Dichte der Vegetationsdecke begünstigt Prozesse der Flächen-, Rillen- und Rinnenspülung. Zudem werden die ökologischen Bodenfunktionen vermindert. Erscheinungen der Landdegradation bei den Ditamari sind die Ausdehnung von oberflächlich verkrusteten Arealen und die Verbreitung des Unkrautes *Striga hermontica*. Bei den Éwés tritt eine starke Profilverkürzung der Böden ein und das anstehende Gestein wird an mehreren Stellen freigelegt.

Die zweite Hypothese wird in Hinsicht auf die räumliche und ethnische Differenzierung der Folgen der Landdegradation bestätigt. Allerdings sind nicht, wie vermutet, die Ditamari verletzbarer als die Éwés. Die beiden Ethnien betreiben eine intensive Subsistenzwirtschaft und die Éwé entwickeln weniger Anpassungsstrategien als die Ditamari. Im Hinblick auf die globale Erwärmung könnte die Landdegradation in den beiden Gebieten fortschreiten und die Folgen auf der Landschaft und den Kleinbauern verschärfen. Die Éwé wären, anders als vermutet, verletzbarer als die Ditamari. Die Kleinbauer Ditamari können die Nutzungsrate ihrer verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen erhöhen und neue Anbauflächen aus der naturnahen Savanne gewinnen. Allerdings würde der Druck auf den natürlichen Ressourcen steigern und langfristig die Nachhaltigkeit des Systems gefährden. Eine Fortschreitung der Landdegradation könnte bei den Kleinbauern Éwés langfristig den Zusammenbruch des Agrarökosystemen hervorrufen. Die Éwés würden langfristig die Grundlage ihrer Existenzsicherung verlieren.

Die Studie zeigt auf, dass traditionell, zurückgezogen lebende Völker wie die Ditamari das Agrarökosystem nachhaltiger bewirtschaften und angesichts der Landdegradation anpassungsfähiger sind als tief umgewandelte Gesellschaften wie die Éwés. Sie bringt heraus, dass Kleinbauern Westafrikas keinesfalls als eine Einheit betrachtet werden sollten. Jede Ethnie ist durch Merkmale gekennzeichnet, die ihre Gestaltung der Landschaft beeinflussen. Diese Vielfältigkeit und Besonderheiten der kleinbäuerlichen Gesellschaften sollen in der Entwicklungszusammenarbeit stärker berücksichtigt werden.

## Literatur- und Quellenverzeichnis

Abotchi, T. (1997): Dynamisme économique et évolution du milieu rural dans l'est de la Région des Plateaux au Togo. Thèse de Doctorat. Géographie et Gestion des espaces, Université de Bordeaux 3.

Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl. Hannover.

Affaton, P. (1990): Le Bassin des Volta (Afrique de l'Ouest): une marge passive d'âge Proterozoïque supérieur tectonisé au Panafricain (600±50 Ma). Paris: Editions ORSTOM (Collections Etudes et Thèses).

Allan, W. (1965): The African husbandman. Edinburgh: Oliver and Boyd.

Altieri, M.A. & Koohafkan, P. (2008): Enduring farms: Climate change, smallholders and traditional farming communities. Penang, Malaysia. *Environment and Development Series* (6), S. 1–72.

Angelsen, A. & Kaimowitz, D. (1999): Rethinking the Causes of deforestation: Lessons from economic models. *The World Bank Research Observer* (14, 1), S. 73–98.

Auerswald, K. (1998): Bodenerosion durch Wasser. In: G. Richter (Hg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems. Darmstadt: Wiss. Buchges., S. 33–42.

Bagnoud, N., Schmithüsen, F. & Sorg, J-P. (1995): Les parcs à karité et néré au Sud-Mali. Analyse du bilan économique des arbres associés aux cultures. *Bois et Forêts des Tropiques* (244, 2), S. 9–22.

Barsch, H. & Billwitz, K. (Hg.) (1990): Geowissenschaftliche Arbeitsmethoden - Ein Lehrbuch. Frankfurt am Main: Harri Deutsch.

Bastian, O. & Schreiber, K.F. (Hg.) (1999): Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akadem. Verlag.

Beek, K. J. (1978): Land Evaluation for Agricultural Development. Wageningen: ILRI Publication Nr 23, S. 1–333

Beer, B. (2011): Kultur und Ethnizität. Online verfügbar unter [http://www.bettinabeer.info/pdf/Beer\\_2011.pdf](http://www.bettinabeer.info/pdf/Beer_2011.pdf), zuletzt geprüft am 18.06.2018.

Bennett, H.H. & Chapline, W.R. (1928): Soil erosion a national menace. US Dep. Agric., Circ. Nr 33, S. 1-36.

BIOTA AFRICA (2007): Biodiversity Monitoring Transect Analysis in Africa. Online verfügbar unter [http://www.biota-africa.de/index.php?Page\\_ID=L900](http://www.biota-africa.de/index.php?Page_ID=L900), zuletzt geprüft am 15.01.2013.

Birot, Y., Galabert, J., Roose, E., Arrivets, J. (1968): Deuxième campagne d'observations sur la station de mesure de l'érosion de Gampel. Rapport multigr. CTFT.

Bleck, R-D. (1965): Zur Durchführung der Phosphatmethode. *Ausgrabungen und Funde* (10), S. 213–218.

Blier, S. P. (1987): The anatomy of architecture. Ontology and metaphor in Batammaliba architectural expression. Chicago: University of Chicago Press.

Blum, E.H.W. (2012): Bodenkunde in Stichworten. 7. Aufl. Stuttgart: Gebr. Borntraeger.

- Blume, H.-P., Brümmer, G.W., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretzschmar, R., Stahr, K. & Wilke, B.-M. (2010): Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Aufl. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Boko, M., Niang, I., Nyong, A., Vogel, C., Githeko, A., Medany, M., Osman-Elasha, B., Tabo, R. & Yanda, P. (2007): Africa. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (Hg.): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, S. 433–467.
- Brabant, P. (2008): Activités humaines et dégradation des terres. Collection Atlas Cédérom. Indicateurs et méthodes. Paris: IRD.
- Brabant, P., Darracq, S., Égué, K., Simonneaux, V. (1996): Etat de dégradation des terres résultant des activités humaines. Notice explicative de la carte au 1:500 000 des indices de dégradation. Paris: Editions de l'ORSTOM.
- Brautigam, D. (1992): Land Rights and Agricultural Development in West Africa: A Case Study of Two Chinese Projects. *The Journal of Developing Areas* (27, 1), S. 21–32. Online verfügbar unter <http://www.jstor.org/stable/4192164>, zuletzt geprüft am 16.05.2017.
- Breburda, J. (1983): Bodenerosion - Bodenerhaltung. Frankfurt am Main.
- Bruenig, E. F. (1984): Nutzbarmachung des tropischen Regenwaldes: Eldorado oder Pandora? *Geographische Rundschau* (1984, 7), S. 352–358.
- Brunel, J. F. (1981): Végétation. In: Y. E. Gù-Konu (Hg.): Atlas du Togo. Paris: Les Editions J.A, S. 16–17.
- CABI (2018): *Striga hermonthica* (witchweed). Invasive Species Compendium Wallingford, UK: CAB International.
- Centre National de Télédétection et de Surveillance du Couvert Forestier (CENATEL) (2002): Base de données géoréférencées sur l'utilisation agricole des terres au Bénin. Rapport final. Cotonou.
- CES (2005): Le foncier au Bénin: Problèmes domaniaux et perspectives. Rapport d'étude. Benin.
- Comité Permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) (2016): Landscapes of West Africa – A Window on a Changing World. United States: U.S. Geological Survey EROS.
- Cornevin, R. (1959): Histoire du Togo. Mondes d'Outre-Mer, Histoire. Paris: Berger-Levrault.
- Cotillon, S. E. (2017): Séries Chronologiques de l'Utilisation et de l'Occupation des Terres en l'Afrique de l'Ouest. *U.S. Geological Survey Fact Sheet* (2017–3004), S. 1–4
- Dabin, B. & Maignien, R. (1979): Les principaux sols d'Afrique de l'Ouest et leurs potentialités agricoles (1). *Cah. ORSTOM, sér. Pedol.* (XVII, 4), S. 235–257.
- Denevan, W. M. (1995): Prehistoric agricultural methods as models for sustainability. *Adv. Plant Pathology* (11), S. 21–43.

Dent, D. & Young, A. (1981): Soil survey and land evaluation. London: Allen and Unwin.

Department of Agriculture, Forestry & fisheries (DAFF) (2012): A framework for the development of smallholder farmers through cooperative development. DAFF. Republic of South Africa.

Dercon, S. & Gollin, D. (2014): Agriculture in African Development: Theories and Strategies. *Annu. Rev. Resour. Econ.* (2014), S. 471–492.

Deynoux, M., Affaton, P., Trompette, R. & Villeneuve, M. (2006): Pan-African tectonic evolution and glacial events registered in Neoproterozoic to Cambrian cratonic and foreland basins of West Africa. *Journal of African Earth Sciences* (46, 2006), S. 397–426.

Dialle, D. (1992): Erosion des sols en zone soudanienne du Sud Mali (BV de Djitiko). Dissertation. Université de Grenoble I, Géographie Physique, Grenoble.

DIN 19683 (1973): Bestimmung der Kornverteilung durch Nass-Trockensiebung und Sedimentanalyse nach Köhn. Berlin, Köln.

DIN 19684 (1977): Bestimmung der Kationenaustauschkapazität. Berlin, Köln.

DIN EN 16168: 2012-11 (2012): Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung des Gesamt-Stickstoffgehalts mittels trockener Verbrennung. Deutsche Fassung EN 16168:2012. Berlin.

Direction Générale des Mines, de la Géologie et du Bureau National de Recherches Minières (1986): Carte Géologique - Feuille Atakpamé. Dressée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1/200 000. Paris, France.

E DIN ISO 10694 (1994): Bodenbeschaffenheit; Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (ISO/DIS 10694:1994). Berlin.

Eastwood, R., Lipton, M. & Newell, A. (2010): Farm Size. In: Pingali, P.L. & Evenson, R.E. (Hg.): Handbook of Agricultural Economics. Burlington: Academic Press **Vol. 4**, S. 3323–3397.

EVA-T (2015): Accès à la terre au Togo. Les problèmes fonciers au Togo. Togo: Association Espace Vie et Action-Togo. Online verfügbar unter <http://www.landaccessforum.org/wp-content/uploads/2016/02/Contribution-FMAT-EVA-Togo.pdf>, zuletzt geprüft am 16.05.2017.

Exelis Visual Information Solutions (2014): ENVI Classic Tutorial: Classification Methods. Online verfügbar unter [http://www.harrisgeospatial.com/portals/0/pdfs/envi/Classification\\_Methods.pdf](http://www.harrisgeospatial.com/portals/0/pdfs/envi/Classification_Methods.pdf), zuletzt geprüft am 09.07.2018.

FAO (2006): Guidelines for soil description. 4. Aufl. Rome, Italy.

Faure, P. (1975): Les associations de sols rouges et jaunes au nord-ouest-Dahomey. Caractères des sols et des séquences. *Cah. ORSTOM Sér. Pédol.* (13, 2), S. 119–157.

Faure, P. (1977): Notice explicative N°66 (6 et 8). Carte Pédologique de reconnaissance de la République du Bénin à 1/200.000. Feuilles de Natitingou (6) et Porga (8). Paris: Editions de l'ORSTOM.

- Floquet, A. & Mongbo, R. (1998): Des paysans en mal d'alternatives: dégradation des terres, restructuration de l'espace agricole et urbanisation au bas Bénin. Weikersheim: Margraf Verlag.
- Foley, A.J., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, E.A.H., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, A.J., Prentice, C., Ramankutty, N., & Snyder, P.K. (2005): Global Consequences of Land Use. In: *Science* (**309**, **5734**), S. 570–574.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (1985): Integrating crops and livestock in West Africa. Rome, Italy: FAO Animal Production and Health Paper Nr **41**.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2012): Smallholders and family farmers. Factsheet sustainability pathways.
- Foody, G. M. (2002): Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment* (**80**), S. 185–201.
- Forkuor, G. (2014): Agricultural Land Use Mapping in West Africa Using Multi-sensor Satellite Imagery. Dissertation. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
- Fournier, F. (1963): The soils of Africa. Paris, France. *A Review of the Natural Resources of the African Countries*, S. 221–248.
- Fritscher, N. (2000): Naturraumpotential und Landnutzung in der Sudan-Zone Westafrikas - am Beispiel des südlichen Gongola-Beckens (NE-Nigeria). Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Bd. **27**.
- Gans, P. (2001): Ethnie. Lexikon der Geographie. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg. Online verfügbar unter <http://www.spektrum.de/lexikon/geographie/ethnie/2209>, zuletzt geprüft am 08.05.2017.
- Gapoty, K. M. (2006): Les facteurs naturels et humains de la dynamique des versants du plateau de Danyi (Sud-Ouest Togo). Maîtrise en lettres. Département de Géographie, Université de Lomé, Togo.
- Geist, H.J. & Lambin, E.F. (2001): What rives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. Louvain-la-Neuve. LUCC Report Series Nr **4**.
- Ghadiri, H. & Payne, D. (1981): Raindrop impact stress. In: *J. Soil Sci.* (**3**, **2**), S. 41–49.
- Glawion, R. & Klink, H.J. (1989): Ökotoptbildungs- und Naturschutzfunktion. In: Marks, R., Müller, M.J., Leser, H. & Klink, H.-J. (Hg.): Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes. Trier: Selbstverlag. *Forschungen zur deutschen Landeskunde* (**229**), S. 108–128.
- Gollin, D. (2014): Smallholder agriculture in Africa: An overview and implications for policy. IIED Working Paper. London: IIED. Online verfügbar unter <http://pubs.iied.org/14640IIED>. zuletzt geprüft am 08.05.2017.
- Greenland, D. J. (1974): Evolution and development of shifting cultivation. Regional seminar on shifting cultivation and soil conservation, West Africa. Rome: FAO. *Soils Bull.* (**24**), S. 5–13.

- Greenland, D.J. & Szabolcs, I. (Hg.) (1994): *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. Wallingford, UK: CAB International.
- Grenzebach, K. (1984): Entwicklung kleinbäuerlicher Betriebsformen in Tropisch Afrika. *Geographische Rundschau* (1984, 7), S. 368–376.
- GRET, CIRAD & Ministère des Affaires étrangères (2003): *Mémento de l'agronome*. Montpellier, France.
- Grinblat, Y., Kidron, G.J., Karnieli, A. & Benenson, I. (2015): Simulating land-use degradation in West Africa with the ALADYN model. *Journal of Arid Environments* (11), S. 52–63.
- Gù-Konu, Y. E. (Hg.) (1981): *Atlas du Togo*. Paris: Les Editions J.A.
- Gyasi, E.A. & Uitto, J.I. (1997): *Environment, biodiversity and agricultural change in West Africa: perspectives from Ghana*. Tokyo: United Nations University Press.
- Hahn-Hadjali, K., Braun-Yao, M., Franke-Scharf, I. & Fritscher, N. (2000): Interdépendance du potentiel d'exploitation et la structure d'habitat dans la région de l'Atakora. Frankfurt am Main: Berichte des Sonderforschungsbereichs 268, Bd. 14, S. 197–207.
- Haller, T. (2001): *Leere Speicher, erodierte Felder und das Bier der Frauen. Umwelthanpassung und Krise bei den Ouldeme und Platha in den Mandara-Bergen Nord-Kameruns*. Berlin: Reimer.
- Harris Geospatial Solutions (2018): Calculate Confusion Matrices. Online verfügbar unter <http://www.harrisgeospatial.com/docs/CalculatingConfusionMatrices.html>, zuletzt geprüft am 09.07.2018.
- Hettig, E., Lay, J. & Sipangule, K. (2016): Drivers of Households' Land-Use Decisions: A Critical Review of Micro-Level Studies in Tropical Regions. *Land* 2016 (5, 32), S. 1–32.
- Houdeingar, D. (2009): *L'accès à la terre en Afrique subsaharienne. L'accès à la terre et ses usages: variations internationales*. Nantes, France (hal-00716952). Online verfügbar unter <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00716952>, zuletzt geprüft am 16.05.2017.
- IFAD (International Fund for Agricultural Development) & UNEP (United Nations Environment Programme) (2013): *Smallholders, food security, and the environment.*. Rome, Italy: IFAD.
- Institut Géographique National (IGN) (1972): *Carte de Géologie et des minéraux utiles: Natitingou*. 1:200 000. 2. Aufl. Paris.
- Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) (2004): *Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-3). Cahier des villages et quartiers de ville*. Département de l'Atacora.
- Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) (2016): *Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-4). Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Bénin*.
- IUSS Working Group WRB (2007): *World reference for Soil resources 2006. Erstes update 2007. Deutsche Ausgabe*. - Übersetzt von Peter Schad. (Hg.). Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.



- IUSS Working Group WRB (2015): World reference for Soil resources 2014. Update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. FAO, Rome: World Soil Resources Reports Nr **106**.
- Jones, K.M. (2005): Technology Adaption in West Africa: adoption and disadoption of soybeans on the Togo-Benin border. Masterarbeit. North Carolina State University in Raleigh.
- Judex, M., Thamm, H-P., Röhrig, J. & Schulz, O. (Hg.) (2009): IMPETUS Atlas du Bénin. Résultats de recherche 2000–2007. 3. Aufl. Allemagne: Département de Géographie, Université de Bonn.
- Katyal, J.C. & Vlek, P.L.G. (2000): Desertification – Concept, Causes and Amelioration. Bonn, Germany: ZEF Discussion Paper on Development Policy Nr **33**.
- Klassou, K. S. (1996): Évolution climato-hydrologique récente et conséquences sur l'environnement. L'exemple du bassin versant du fleuve Mono (Togo-Bénin). Thèse de doctorat. Géographie et Gestion des espaces, Université de Bordeaux 3, Bordeaux.
- Klassou, K. S. (2002): Croyances coutumières, pratiques foncières et développement rural au Togo. Cas des préfectures de Haho et du Moyen-Mono. *Belgeo* (**1**, **2002**), S. 29–44.
- Kola, E. (2008): Crise agraire et mutations rurales dans la zone d'économie caféière et cacaoyère du Togo. Dissertation. Université de Lomé, Lomé, Togo.
- König, K. (2006): Der Beitrag von Fernerkundungsverfahren zur Analyse von räumlichen und zeitlichen Phytodiversitätsmustern in Savannengebieten Westafrikas. Dissertation. Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Frankfurt am Main.
- Kuevi, D. (1981): Ethnies et langues. In: Y. E. Gù-Konu (Hg.): Atlas du Togo. Paris: Les Editions J.A, S. 22–23.
- Lal, R. (1976): Soil erosion problems on an alfisol in Western Nigeria and their control. IITA, Ibadan, Nigeria: IITA Monograph Nr **1**.
- Lal, R. (1985): Soil erosion and sediment transport research in tropical Africa. *Hydrological Sciences Journal* (**30**, **2**), S. 239–256.
- Lal, R. (1987): Tropical ecology and physical edaphology. Chichester: John Wiley & Sons.
- Lal, R. (2014): Soil conservation and ecosystem services. *International Soil and Water Conservation Research* 2014 (**2**, **3**), S. 36–47.
- Lambin, E.F. & Geist, H.J. (Hg.) (2006): Land-Use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts. Berlin / Heidelberg, Germany: Springer.
- Lambin, E.F., Geist, H.J. & Lepers, E. (2003): Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annu. Rev. Environ. Resour.* (**2003**, **28**), S. 205–241.
- Lamouroux, M. (1969): Notice explicative N° 34. Carte Pédologique du Togo au 1/1.000.000. Paris: Editions de l'ORSTOM.
- Landon, J.R (Hg.) (1991): Booker tropical soil manual: a handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics. London: Booker Agriculture International Ltd.

- Levy, G.J. & Van der Watt, H.H. (1988): Effects of clay mineralogy and soil sodicity on soil infiltration rate. *S.-Afr. Tydskr. Plant Grond* (**5, 2**), S. 92–96.
- Lewis, A. L. (1985): Assessing Soil Loss in Kiambu and Murang'a Districts, Kenya. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography* (**67, 3/4**), S. 273–284. Online verfügbar unter <http://www.jstor.org/stable/521104>, zuletzt geprüft am 02.05.2018.
- Mäckel, R.: Oberflächenformung in den Trockengebieten Nord-Kenias. *Relief-Boden-Paläoklima* (**1986, 4**), S. 476–483.
- Marks, R., Müller, M.J., Leser, H. & Klink, H.-J. (Hg.) (1989): Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes. Trier: Selbstverlag. *Forschungen zur deutschen Landeskunde* (**229**).
- Masuch, J. (2008): Strategien zum Land-Use-Management in der Anrainergemeinde Pouri im Biosphärenreservat Pendjari (Bénin, Westafrika). Hg. v. T. Buttschardt. Karlsruhe: Karlsruher Berichte zur Geographie und Geoökologie Nr **21**).
- Mbagwu, J.S.C., Lai, R. & Scott, T.W. (1984): Effects of artificial desurfacing on Alfisols and Ultisols in southern Nigeria. II. Changes in soil physical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (**48, 4**), S. 834–838.
- Meiwes, K.J., König, N., Khanna, P.K., Prenzel, J. & Ulrich, B. (1984): Chemische Untersuchungsverfahren für Mineralboden, Auflagehumus und Wurzeln zur Charakterisierung und Bewertung der Versauerung in Waldböden. *Berichte d. Forschungszentrums Waldökosysteme / Waldsterben Univ Göttingen* (**7**), S. 1–67.
- Mensching, H. G. (1980b): Morphogenetische Sequenzen der Reliefentwicklung im Air-Gebirge und seinem Vorland. *Tübinger Geogr. Stud.* (**80**), S. 79–83.
- Meyer, L.D. & Harmon, W.C. (1985): Sediment losses from cropland furrows of different gradients. *Transactions of the ASAE* (**28, 2**), S. 448–453.
- Michel, B., Kosmowski, F. & Vissin, E.W. (2012): Les Enjeux du Changement Climatique au Bénin. Hg. v. M. Zandt. Konrad-Adenauer-Stiftung. Programme pour le Dialogue Politique en Afrique de l'Ouest.
- Mietton, M. (1988): Dynamique de l'interface litho-atmosphère: érosion en zone de savane au Burkina Faso. Dissertation. Université de Grenoble I, Géographie Physique, Grenoble.
- Morgan, R.P.C. (1986): Soil erosion and conservation. 1. Aufl. UK: Longman.
- Morgan, R.P.C. (1995): Soil erosion and conservation. 2. Aufl. Essex, New York: Longman.
- Mortensen, H. (1954): Die "quasinatürliche" Oberflächenformung als Forschungsproblem. *Wiss. Zeitschr. d. Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald IV, Math-nat. Reihe* (**6/7**), S. 625–628.
- Munsell Color Division (1971): Munsell Soil Color Charts. Baltimore, Maryland.
- Mutchler, C.K. & Young, K.A.: Soil detachment by raindrops. *U.S. Agric. Res. Serv. Rep.* (**ARS-S-40**), S. 113.
- Nill, D., Schwertmann, U., Sabel-Koschella, U., Bernhard, M. & Breuer, J. (1996): Soil erosion by water in Africa. Principles, prediction and protection. Rossdorf: TZ.Verl.-Ges.

- Office Béninois des Mines (1995): Notice explicative de la carte géologique à 1/200.000. Feuilles Sansanné-mango, Natitingou, Bembèrèkè. 4. Aufl.
- Okibgo, B.N. & Greenland, D.J. (1977): Intercropping systems in tropical Africa. In Multiple Cropping. *Special Publication* (26), S. 63–101.
- Okigbo, B. N. (1982): Shifting cultivation in tropical Africa. A conceptual framework of the term. Lead paper presented at FAO/UI Workshop on Shifting Cultivation. Teaching and Research at University level. University of Ibadan. Ibadan.
- Oldeman L.R. (1994): The Global Extent of Soil Degradation. In: Greenland, D.J. & Szabolcs, I. (Hg.): Soil Resilience and Sustainable Land Use. Wallingford, UK: CAB International, S. 99–118.
- Padenou, Guy-H. & Barrue-Pastor, M. (2006): Architecture, société et paysage Bétammaribé au Togo - Contribution à l'anthropologie de l'habitat. Toulouse.
- Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (Hg.) (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Petit, M. (1981): Climat. In: Y. E. Gù-Konu (Hg.): Atlas du Togo. Paris: Les Editions J.A, S. 10–13.
- Pingali, P.L. & Evenson, R.E. (Hg.) (2010): Handbook of Agricultural Economics. Burlington: Academic Press (Vol. 4).
- Ransom, J.K., Musselman, L.J., Worsham, A.D. & Parker, C. (Hg.) (1991): Proceedings of the Fifth International Symposium of Parasitic Weeds. Nairobi, Kenya, 24-30 June. Nairobi, Kenya: CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center).
- Rehm, S. (1978): Land development in the humid tropics. Frankfurt am Main: Agar-Mechanisierung der DLG, S. 18–22.
- Richter, G. (Hg.) (1998): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems. Darmstadt: Wiss. Buchges.
- Rippke, U., Ramirez-Villegas, J., Jarvis, A., Vermeulen, S.J., Parker, L., Mer, F., Diekkrüger, B., Challinor, A.J., & Howden, M. (2016): Timescales of transformational climate change adaptation in sub-Saharan African agriculture. *Nature Climate Change* (6, 6), S. 605–609.
- Röhrig, J. (2008): Evaluation of agricultural land resources in Benin by regionalisation of the marginality index using satellite data. Dissertation. Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Online verfügbar unter <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2008/1503/1503.pdf>.
- Romkens, M.J.M., Roth, C.B. & Nelson, D.W. (1977): Erodibility of selected clay subsoils in relation to physical and chemical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J* (41), S. 954–960.
- Roose, E. (1977): Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. O.R.S.T.O.M. Paris: Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. Nr 78.

Roose, E. (1981): Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivées. O.R.S.T.O.M. Paris: Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. Nr **130**.

Roose, E. (1985): Dégradation des terres et développement en Afrique de l'Ouest. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* (**20, 3/4**), S. 505–537.

Roose, E. (1996): Land husbandry: strategy and component. Rome: FAO. *Soils Bull.* (**70**), S. 1-380

Roose, E. (2008): Soil Erosion, Conservation and Restoration: A few Lessons from 50 Years of Research in Africa. Reiskirchen: CATENA Verlag.

Roose, E. & De Noni, G. (2004): Recherches sur l'érosion hydrique en Afrique: revue et perspectives. *Sécheresse* 2004 (**15, 1**), S. 121–129.

Roose, E. & Sarrailh, J.M. (1985): Erodibilité de quelques sols tropicaux. Vingt années de mesures en parcelles d'érosion sous pluies naturelles. *Cah Orstom Sér Pédol* (**25**), S. 7–30.

Roth, C.B., Darrell, W.N. & Römkens, M.J.M. (1974): Prediction of subsoil erodibility using chemical mineralogical and physical parameters. Report for Office of Research and Development, U.S. Environ. Protect. Agency.

Runge, J. (1989): Reliefentwicklung, Morphodynamik und Landnutzung in den wechselfeuchten Tropen (Westafrika). Beispiele aus Togo. Dissertation. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fachbereiche, Georg-August-Universität zu Göttingen.

Runge, J. (1990): Morphogenese und Morphodynamik in Nord-Togo (9°-11° N) unter dem Einfluß spätquartären Klimawandels. *Göttinger Geogr. Abh.* (**90**), S. 1–115.

Runge, J. (1997): Geofaktorenanalyse als Grundlage für die Beurteilung von Landnutzungsmustern und Erosionsprozessen in Nord-Togo. In: H-J. Späth (Hg.): Landnutzung und Desertifikation in Nord- und Westafrika. Fallstudien aus Marokko, Niger und Togo. Paderborn: Selbstverlag des Faches Geographie, Universität Paderborn. Paderborner geographische Studien, Bd. **6**, S. 89–170.

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) (2018): Bodenerosion. Online verfügbar unter <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/12208.htm>, zuletzt geprüft am 05.05.2018.

Sauerborn, J. (1991): The economic importance of the phytoparasites *Orobanche* and *Striga*. In: Ransom, J.K., Musselman, L.J., Worsham, A.D. & Parker, C. (Hg.): Proceedings of the Fifth International Symposium of Parasitic Weeds. Nairobi, Kenya, 24-30 June. Nairobi, Kenya: CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center), S. 137–143.

Scholz, U. (1984): Ist die Agrarproduktion der Tropen ökologisch benachteiligt? In: *Geographische Rundschau* (**1984, 7**), S. 360–366.

Schüller, H. (1969): Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden. *Z. Pflanzenernähr. u. Bodenkunde* (**123**), S. 48–63.

- Shainberg, I., Gal, M., Ferreira, A.G. & Goldstein, D. (1991): Effect of water quality and amendments on the hydraulic properties and erosion from several Mediterranean soils. *Soil Technology* (4), S. 135–146.
- Sieglstetter, R. (2002): Vegetationsökologische und soziokulturelle Untersuchungen zur Savannenvegetation der Südsudanzone Westafrikas und ihrer Nutzung und Wahrnehmung durch die ländliche Bevölkerung am Beispiel der Region Atakora im Nordwesten Benins. Dissertation. Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Frankfurt am Main.
- Soil Science Division Staff: Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture (USDA): Agriculture Handbook Nr 18.
- Soumahoro, M. (2013): L'attitude du paysan Toura face à l'innovation: blocage culturel ou méconnaissance? 50ème colloque de l'Association de Science Régionale de Langue Française à Mons, 8-11 Juillet 2013, Belgique.
- Speranza, C. I. (2010): Resilient adaptation to climate change in African agriculture. *Studies / Deutsches Institut für Entwicklungspolitik* (54), S.1-336.
- Stigter, C.J., Dawei, Z., Onyewotu, L.O.Z. & Xurong, M. (2005): Using traditional methods and indigenous technologies for coping with climate variability. *Climatic Change* 2005 (70), S. 255–271.
- Sturm, H-J. (1993): Produktions- und weideökologische Untersuchungen in der subhumiden Savannenzzone Nordbenins - ein Beitrag zur Konzeption ökologisch nachhaltiger Nutzungssysteme. Hg. v. Meurer, M. & Wirthmann, A. Karlsruhe: Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie, Bd. 2.
- Swisscontact & Helvetas Benin (2012): Le guide pratique de la production du beurre de karité. Manuel de l'apprenant. Benin.
- Swoboda, J. (1994): Geoökologische Grundlagen der Bodennutzung und deren Auswirkung auf die Bodenerosion im Grundgebirgsbereich Nord-Benins - ein Beitrag zur Landnutzungsplanung. Frankfurt am Main: Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Bd. 18.
- Tairou, M.S., Affaton, P., Gélard, J-P., Aité, R. & Sabi, B.E. (2007): Panafrican brittle deformation and palaeostress superposition in northern Togo (West Africa). *C. R. Geoscience* (339), S. 849–857.
- Tente, B. (2005): Recherche sur les facteurs de la diversité floristique des versants du massif de l'atacora: Secteur Perma-Toucountouna (Bénin). Thèse de doctorat. Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines. Université d'Abomey-Calavi.
- Tente, B. (2007): Impact des activités humaines sur l'érosion des sols dans la région des chainons de l'Atacora (Bénin). *Revue de Géographie du Bénin* (1), S. 191–206.
- Tente, B. (2007): Processus de dégradation des formations saxicoles de la chaîne de l'Atacora (Nord-Ouest du Bénin). *Climat et Développement* (4), S. 79–90.
- Tente, B. & Houndagba, C.J. (2001): Etude cartographique et dynamique actuelle de la végétation de Natitingou et ses environs (Bénin). *Rev. Sc. Env. Univ. Lomé (Togo)* (001), S. 21–33.

- Tente, B. & Sinsin, B. (2002): Diversität und Struktur der Gehölzformationen zwischen Perma und Toucountouna in der Chaîne de l'Atacora (Benin). *Etudes flor. vég. Burkina Faso* (6), S. 31–42.
- Tente, B. & Sinsin, B. (2006): Ecosystèmes marginaux et richesses floristiques: les chainons du massif de l'Atacora, un potentiel à conserver au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin* (8, 1), S. 91–113.
- Tente, B. & Sinsin, B. (2006): Exploitation des ressources naturelles et dynamique actuelle sur les versants du massif de l'Atacora: secteur Perma-Toucountouna (Nord-Ouest Benin). *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)* (B, 8 (2)), S. 227–243.
- Tente, B., Houhohoue, I. & Houndagba, C.J. (2010): Dynamique actuelle des milieux naturels dans la région de Coby (Nord-Ouest du Bénin). *Rev. Sc. Env. Univ. Lomé (Togo)* (006), S. 187–208.
- Thomlinson, J.R., Bolstad, P.V. & Cohen, W.B. (1999): Coordinating methodologies for scaling landcover classifications from site-specific to global: steps toward validating global map products. *Remote Sensing of Environment* (70), S. 16–28.
- Thoms, R.: Ursache und Folgen der Bodenerosion. Mittelseminar Physische Geographie: Institut für Geowissenschaften und Geographie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Tidjani, M.E-H., Affaton, P.L. & Socohou, A. (1987): Gravity characteristics of the Pan-African Orogen in Ghana, Togo and Benin (West Africa). *Journal of African Earth Sciences* (24, 3), S. 241–258.
- UNCCD (1994): Elaboration of an international convention to combat desertification in countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. United Nations, New York, USA. Online verfügbar unter <http://www.ifrc.org/docs/idrl/I223EN.pdf>, zuletzt geprüft am 18.06.2018.
- UNEP (2008): "Africa: Atlas of Our Changing Environment." Division of Early Warning and Assessment (DEWA); United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya, zuletzt geprüft am 19.12.2013.
- UNFCCC, FEM & PNUD (2015): Troisième communication nationale sur les changements climatiques. République togolaise.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2015): The role of smallholder farmers in sustainable commodities production and trade. Genf.
- USGS (2017): Landsat Processing Details. Online verfügbar unter <https://landsat.usgs.gov/landsat-processing-details>, zuletzt geprüft am 04.02.2018.
- Vlek, L.G.P. (2005): Nothing begets nothing. The creeping disaster of land degradation. Bonn. InterSectTions, Publication series of UNU-EHS (1/2005), S. 1–28
- von der Lippe (2011): Wie groß muss meine Stichprobe sein, damit sie repräsentativ ist? Wie viele Einheiten müssen befragt werden? Was heißt "Repräsentativität"? Online verfügbar unter <http://www.von-der-lippe.org/dokumente/Wieviele.pdf>, zuletzt geprüft am 08.04.2018.
- Wala, K. (2004): la végétation de la chaîne de l'Atakora au Bénin : diversité floristique, phytosociologie et impact humain. Thèse de doctorat. Département de Botanique et Biologie Végétale. Université de Lomé.

- Warren, D.M., Slikkerveer, L. J. & Brokensha, D. (Hg.) (1995): *The Cultural Dimension of Development: Indigenous Knowledge Systems*. IT studies in indigenous knowledge and development. London: Intermediate Technology Publications.
- Weischet, W. (1984): Agrarwirtschaft in den feuchten Tropen. *Geographische Rundschau* (1984, 7), S. 344–351.
- Wiedmann, J. (1999): Natemba und Betammaribe. Eine Untersuchung zur Rechtsvielfalt kulturell heterogener Gesellschaften. Zwei Beispiele aus Westafrika im Vergleich. Dissertation. Freie Universität Berlin, Berlin.
- Winkelhofer, M. (2016): Kinetische Energie und Erosivität von Niederschlägen. Masterarbeit. Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt (WAU), Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft (IHLW), Universität für Bodenkultur Wien.
- Wiredu, A.N., Gyasi, K.O., Abdoulaye, T., Sanogo, D. & Langyintuo, A. (2010): Characterization of maize producing households in the northern region of Ghana. Savannah Agricultural Institute and International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan (Country Report – Ghana).
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1958): Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transactions, American Geophysical Union* (39, 2), S. 285–291.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978): Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture: Agriculture Handbook Nr 537.
- World Wide Fund For Nature (WWF) (2017): Farming: Soil erosion and degradation. Online verfügbar unter [http://wwf.panda.org/what\\_we\\_do/footprint/agriculture/impacts/soil\\_erosion/](http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/agriculture/impacts/soil_erosion/), zuletzt geprüft am 07.04.2018.
- Yergeau, E. & Poirier, M. (2013): SPSS à l'UdeS. Online verfügbar unter <http://spss.espaceweb.usherbrooke.ca>, zuletzt geprüft am 04.02.2018.
- Zomahoun, G-H. (2002): Landnutzungs- und Managementstrategien für die Puffer- und Siedlungszone des Pendjari-Nationalparks (Bénin). Hg. v. Meurer, M., Burger, D. & Vogt, J. Karlsruhe: Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie, Bd. 16.

## Anhang

### Anhang 1: partiel standardisierter Fragebögen für die „face to face“ Haushaltsbefragungen

#### Questionnaire Ménages - principal

##### Identification de la fiche

Nom et prénoms de l'enquêteur	
Date de l'enquête	___/___/___
Numéro de fiche (ne pas remplir)	___/___/___/ (Code village/fiche)

##### Introduction

Bonjour. Je m'appelle \_\_\_\_\_. Et vous ?

Nom de l'interviewé (e) (volontaire)	
--------------------------------------	--

Je suis étudiant (e) et mène des recherches pour l'université. Nous menons une enquête sur l'utilisation des terres par les agriculteurs en milieu rural ainsi que les changements intervenus au cours de ces dernières années dans ce domaine. Nous nous intéressons également aux méthodes de cultures, les changements dans les récoltes, la nature, les saisons et leurs raisons. Pourriez-vous me consacrer quelques minutes pour répondre à nos questions ?

#### 1 Lieu de l'interview

1.	Pays	1 <input type="checkbox"/> Benin 2 <input type="checkbox"/> Togo
2.	Village	11 <input type="checkbox"/> Dikouan 21 <input type="checkbox"/> Amegapé
3.	Quartier/Hameau	_____

#### 2 Profil de l'enquêté

4.	Sexe	1 <input type="checkbox"/> Masculin 2 <input type="checkbox"/> Féminin
5.	Vous-avez quel âge ? <b><i>Ou bien</i></b> En quelle année êtes-vous né ?	_____ ans ; 19__ (année) <b><i>Si inconnu, dans quelle période êtes-vous né ?</i></b> _____
6.	Quelle est votre situation matrimoniale?	1 <input type="checkbox"/> Célibataire 2 <input type="checkbox"/> Monogame 3 <input type="checkbox"/> Polygame ; Nombre de femmes : _____ 4 <input type="checkbox"/> Veuf/veuve, divorcé(e), en séparation
7.	Combien d'enfants avez-vous au total ? Combien d'enfants vivent à votre charge ?	_____ garçons ; _____ filles _____ enfants
8.	Quel est votre niveau d'instruction?	1 <input type="checkbox"/> Analphabète 2 <input type="checkbox"/> Sait lire et écrire une langue locale (préciser : _____) 3 <input type="checkbox"/> Sait lire et écrire français 4 <input type="checkbox"/> Ecole primaire 5 <input type="checkbox"/> Secondaire Premier Cycle



		6 <input type="checkbox"/> Secondaire Second Cycle 7 <input type="checkbox"/> Supérieur
9.	De quel groupe ethnique faites-vous partie ?	1 <input type="checkbox"/> Gourmatché/Otamari 2 <input type="checkbox"/> Yoa / Lokpa 3 <input type="checkbox"/> Peulh 4 <input type="checkbox"/> Bariba 5 <input type="checkbox"/> Ewé 6 <input type="checkbox"/> Mina 7 <input type="checkbox"/> Fon 8 <input type="checkbox"/> Kabyé 9 <input type="checkbox"/> Autre à préciser _____
10.	Quelle est votre religion ?	1 <input type="checkbox"/> Musulman(e) 2 <input type="checkbox"/> Chrétien(ne) 3 <input type="checkbox"/> Animist(e) 4 <input type="checkbox"/> Aucune / Autre à préciser _____
11.	Quelle est votre nationalité ?	1 <input type="checkbox"/> Beninois(e) 2 <input type="checkbox"/> Togolais(e) 3 <input type="checkbox"/> Autre à préciser _____
12.	Quelle est votre activité principale ? ➔ <b>Une seule réponse possible</b>	1 <input type="checkbox"/> Production végétale 2 <input type="checkbox"/> Jardin de case/ Maraîchage 3 <input type="checkbox"/> Elevage 4 <input type="checkbox"/> Pêche 5 <input type="checkbox"/> Commerce 6 <input type="checkbox"/> Artisanat 7 <input type="checkbox"/> Autres à préciser _____
13.	Quelles sont vos activités secondaires ? ➔ <b>Réponses multiples</b>	1 <input type="checkbox"/> Production végétale 2 <input type="checkbox"/> Jardin de case/ Maraîchage 3 <input type="checkbox"/> Elevage 4 <input type="checkbox"/> Pêche 5 <input type="checkbox"/> Commerce 6 <input type="checkbox"/> Artisanat 7 <input type="checkbox"/> Autres à préciser _____

### 3. Production végétale (pour tous les enquêtés l'ayant notifié en question 13. ou 14.)

Administrer ici **d'abord** la fiche « **Questionnaire Ménages – Historique des parcelles de culture** ».

14.	Comment ont évolué les superficies que vous cultivez au cours des 10 dernières années ?	1 <input type="checkbox"/> ont augmenté Pourquoi : _____ 2 <input type="checkbox"/> ont diminué Pourquoi : _____ 3 <input type="checkbox"/> sont restées stables Pourquoi : _____
15.	Comment a évolué le rendement agricole de vos champs au cours des 10 dernières années ?	1 <input type="checkbox"/> a diminué Pourquoi : _____ 2 <input type="checkbox"/> a augmenté Pourquoi : _____ 3 <input type="checkbox"/> est resté stable Pourquoi : _____



		3 <input type="checkbox"/> on ne fait pas l'agriculture
<b>27.</b>	Quelles sont les stratégies de votre famille pour compenser une mauvaise récolte ? <i>(Lire les réponses et cocher)</i>	1 <input type="checkbox"/> Vente d'animaux 2 <input type="checkbox"/> Commerce, préciser _____ 3 <input type="checkbox"/> Coupure et vente de bois/charbon 4 <input type="checkbox"/> Fabrication et vente de charbon 5 <input type="checkbox"/> Vente de café/cacao 6 <input type="checkbox"/> Vente de fruits de ma plantation 7 <input type="checkbox"/> Collecte de feuilles et fruits sauvages 8 <input type="checkbox"/> Aide alimentaire de l'état, ONG 9 <input type="checkbox"/> Aide des voisins du village 10 <input type="checkbox"/> Aide de mes enfants hors du village 11 <input type="checkbox"/> Microcrédit 12 <input type="checkbox"/> Migration, préciser destination _____ 13 <input type="checkbox"/> Autres à préciser _____
<b>28.</b>	Comment la situation des « brousses » du village et alentours a changé par rapport à il y a 20-30 ans?	1 <input type="checkbox"/> Améliorée 2 <input type="checkbox"/> Constante 3 <input type="checkbox"/> Dégradée, il ne reste plus rien 4 <input type="checkbox"/> Je ne sais pas
<b>29.</b>	Quelles sont selon vous les raisons de la disparition / augmentation des « brousses »?	_____ _____ _____
<b>30.</b>	Quels sont les autres problèmes que rencontre le village ?	_____ _____ _____
<b>31.</b>	Que proposeriez-vous pour l'amélioration de la situation du village ?	_____ _____ _____

### Conclusion

Je vous remercie de m'avoir accordé de votre temps pour ces précieuses informations. Je suis dans le village pour quelques jours et reviendrai vous voir si j'ai de nouvelles questions. Avez-vous maintenant des questions / suggestions à mon égard ?

## Questionnaire Ménages – Historique des parcelles de culture

### Identification de la fiche

Nom et prénoms de l'enquêteur	
Date de l'enquête	___/___/___
Village	_____
Nom de l'interviewé (e)	
Numéro de fiche (ne pas remplir)	___/___/___/ (Code village/fiche)

### Session 1 : Historique des parcelles

L'objectif de cette partie est de connaître le détail des techniques culturales adoptées (rotation, association, jachère, production, rendement, input et output agricole, etc..). Il est donc très important que les tableaux soient remplis avec précision.

Il faudra expliquer à l'interviewé au départ qu'il s'agit de connaître comment il utilise ses parcelles au fil des années et de pouvoir ainsi lui faire plus tard des propositions pour des améliorations du rendement. Il faudra également le prévenir que certaines questions vont se répéter, mais que c'est pour des objectifs différents

#### Question introductrice :

De combien de parcelles de cultures disposez-vous au total? \_\_\_\_\_ (inscrire le nombre, ensuite remplir les tableaux à la page suivante pour les détails et sur 4 campagnes agricoles).

### Session 2 : Utilisation des cultures

Ici, il s'agit de remplir le tableau pour chaque culture produite par l'interviewé (e). Il faudra entrer ici **une seule culture par ligne**.

Culture	Consommation (%)	Commercialisation (%)	Don / Cérémonies (%)	Lieu de commercialisation	Usage du revenu	Remarques

### Conclusion

Je vous remercie de m'avoir accordé de votre temps pour ces précieuses informations. Je suis dans le village pour quelques jours et reviendrai vous voir si j'ai de nouvelles questions. Avez-vous maintenant des questions / suggestions à mon égard ?



## Questionnaire Ménages – Café / Cacao / plantations fruitières

### Identification de la fiche

Date de l'enquête	___/___/___
Village	_____
Nom de l'interviewé (e)	_____
Numéro de fiche (ne pas remplir)	___/___/___/ (Code village/fiche)

### Données sur la production

1.	Possédez-vous <u>dans le village</u> des plantations de : <b>(cocher et inscrire la superficie)</b>	1 <input type="checkbox"/> Café : _____ hectares 2 <input type="checkbox"/> Cacao : _____ hectares 3 <input type="checkbox"/> Avocatiers : _____ hectares 4 <input type="checkbox"/> Orangers : _____ hectares 5 <input type="checkbox"/> Bananiers : _____ hectares 6 <input type="checkbox"/> Autre (préciser) : _____ : _____ hectares
2.	Depuis quand possédez-vous cette plantation ?	1 <input type="checkbox"/> Café : _____ années 2 <input type="checkbox"/> Cacao : _____ années 3 <input type="checkbox"/> Avocatiers : _____ années 4 <input type="checkbox"/> Orangers : _____ années 5 <input type="checkbox"/> Bananiers : _____ années 6 <input type="checkbox"/> Autre (préciser) : _____ : _____ années
3.	A quelle fréquence récoltez-vous la plantation ? <b>(Souligner l'unité concernée)</b>	1 <input type="checkbox"/> Café : _____ années/mois 2 <input type="checkbox"/> Cacao : _____ années/mois 3 <input type="checkbox"/> Avocatiers : _____ années/mois 4 <input type="checkbox"/> Orangers : _____ années/mois 5 <input type="checkbox"/> Bananiers : _____ années/mois 6 <input type="checkbox"/> Autre (préciser) : _____ : _____ années/mois
4.	Quelle est la production sur un hectare pour : <b>(Souligner l'unité concernée)</b>	1 <input type="checkbox"/> Café : _____ sacs ou kg 2 <input type="checkbox"/> Cacao : _____ sacs ou kg 3 <input type="checkbox"/> Avocatiers : _____ sacs ou kg 4 <input type="checkbox"/> Orangers : _____ sacs ou kg 5 <input type="checkbox"/> Bananiers : _____ sacs ou kg 6 <input type="checkbox"/> Autre (préciser) : _____ : _____ sacs ou kg
5.	Comment commercialisez-vous les produits de la plantation ?	1 <input type="checkbox"/> Café : _____ 2 <input type="checkbox"/> Cacao : _____ 3 <input type="checkbox"/> Avocatiers : _____ 4 <input type="checkbox"/> Orangers : _____ 5 <input type="checkbox"/> Bananiers : _____ 6 <input type="checkbox"/> Autre (préciser) : _____
6.	Combien vous rapporte la commercialisation des produits de la plantation ? <b>(Souligner l'unité concernée)</b>	1 <input type="checkbox"/> Café : _____ F/ha ou F/Kg ou F/sac 2 <input type="checkbox"/> Cacao : _____ F/ha ou F/Kg ou F/sac 3 <input type="checkbox"/> Avocatiers : _____ F/ha ou F/Kg ou F/sac 4 <input type="checkbox"/> Orangers : _____ F/ha ou F/Kg ou F/sac 5 <input type="checkbox"/> Bananiers : _____ F/ha ou F/Kg ou F/sac 6 <input type="checkbox"/> Autre (préciser) : _____ : _____ F/ha ou F/Kg ou F/sac
7.	Quels investissements faites-vous dans les plantations de : <b>(Préciser si possible la dépense à l'hectare et la fréquence d'application)</b>	1 <input type="checkbox"/> Café Semences : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Pesticides : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Engrais : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Entretien : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Autres : _____ : _____ F/ha ; Fréquence : _____  2 <input type="checkbox"/> Cacao Semences : _____ F/ha ; Fréquence : _____

		Pesticides : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Engrais : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Entretien : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Autres : _____ : _____ F/ha ; Fréquence : _____  <b>3☐ Avocatiers</b> Semences : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Pesticides : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Engrais : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Entretien : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Autres : _____ : _____ F/ha ; Fréquence : _____  <b>4☐ Orangers</b> Semences : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Pesticides : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Engrais : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Entretien : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Autres : _____ : _____ F/ha ; Fréquence : _____  <b>5☐ Bananiers</b> Semences : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Pesticides : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Engrais : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Entretien : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Autres : _____ : _____ F/ha ; Fréquence : _____  <b>6☐ Autre (préciser) :</b> Semences : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Pesticides : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Engrais : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Entretien : _____ F/ha ; Fréquence : _____ Autres : _____ : _____ F/ha ; Fréquence : _____
<b>8.</b>	Combien d'années pouvez-vous encore exploiter la plantation ?	1☐ Café : _____ années 2☐ Cacao : _____ années 3☐ Avocatiers : _____ années 4☐ Orangers : _____ années 5☐ Bananiers : _____ années 6☐ Autre (préciser) : _____ : _____ années
<b>9.</b>	Quels sont les problèmes que vous rencontrez dans la gestion des plantations ?	1☐ Café : _____ _____ 2☐ Cacao : _____ _____ 3☐ Avocatiers : _____ _____ 4☐ Orangers : _____ _____ 5☐ Bananiers : _____ _____ 6☐ Autre (préciser) : _____ _____
	Avez-vous des questions ou commentaires à mon endroit ?	_____ _____

## **Anhang 2: Leitfaden für die Gruppendiskussionen**

### **Guide d'entretien pour discussion en groupe : Hommes**

#### **Carte du terroir**

- Prendre les routes comme référence pour commencer
- Marquer les hameaux importants du village, les routes, cours d'eau
- Limites du village : villages voisins...
- Où se trouvent les champs ? Jachères (terres non utilisées)?
- Où il y a-t-il des montagnes ? Des forêts ?
- Forêts sacrées ? Des choses spéciales (école, pompe, marché, ...)?

#### **Types de sols**

- Quels types de sols avez-vous dans le village et où ?
- Quelles sont les caractéristiques de chaque type de sol ?
- Quelle utilisation est faite de quel type de sol ?
- Quels problèmes il y a-t-il avec quel type de sol ?

#### **Carte de l'utilisation et l'occupation des sols (basée sur la carte du terroir)**

Délimiter sur une copie de la carte du terroir les superficies réservées :

- aux hameaux
- aux champs et jachères
- à la « brousse »
- Forêts sacrées
- à des choses spéciales : école, pompe, marché, ...

#### **Carte du village il y a 20-30 ans ? Changements ? (utiliser une autre copie de la carte)**

Délimiter types de sols sur une autre copie de la carte du terroir

- Quels types de sols avez-vous dans le village et où ?
- Quelles sont les caractéristiques de chaque type de sol ?
- Quelle utilisation est faite de quel type de sol ?
- Quels problèmes il y a-t-il avec quel type de sol ?

#### **Ressources naturelles**

- Il y a-t-il des espèces d'arbres épargnées dans les champs ? Lesquelles et pourquoi ?
- Changements dans les récoltes au cours des 20-30 dernières années ? Pourquoi ?
- Changements dans les pluies au cours des 20-30 dernières années ? Pourquoi ?
- Changements dans l'environnement du village (arbres, forêts...) au cours des 20-30 dernières années ? Pourquoi ?
- Problèmes rencontrés dans activités champêtres ? Solutions proposées ?
- Problèmes rencontrés dans les activités d'élevage ? Solutions proposées ?
- Problèmes d'eau
- Autre point important ?





**Chaîne de valeur du charbon**

- Qui s'occupe de la production du charbon ? Si ce sont les femmes, administrer directement les questions chez les femmes. Si non, continuer...
- Espèces d'arbres utilisés :
- Période de production (en mois) :
- Fréquence de production :
- Quantité de sacs obtenus par saison de production (1 sac = ... Kg) :
- Lieux de commercialisation :
- Prix de vente :
- Dépenses pendant la production
- Dépenses de transport :
- Autres dépenses :
- Usages faits du revenu de la commercialisation
- Problèmes pendant la production
- Problèmes pour la commercialisation
- Problèmes de santé
- Conséquences sur l'environnement
  - Ressources forestières :
  - Productivité du sol :
- Autres

## Guide d'entretien pour discussion en groupe : Femmes

### Activités des femmes dans le ménage et au champ

- De quelles activités les femmes s'occupent dans le ménage ?
- Quelles sont les activités des femmes dans les champs ?
- Les femmes ont-elles le droit à un champ personnel ? Si non, pourquoi ?
- Où se trouvent les champs des femmes ? Pourquoi ?
- Que cultivent souvent les femmes ?
- Quelle utilisation est faite de la récolte des femmes ?  
Commercialisation : \_\_\_\_ % ; Consommation : \_\_\_\_ % ; Autre : \_\_\_\_ %
- En cas de commercialisation, quelle utilisation est faite du revenu ?
- Difficultés rencontrées par les femmes :

### Production du charbon / chaîne de valeur

- Espèces d'arbres utilisés :
- Période de production (en mois) :
- Fréquence de production :
- Quantité de sacs obtenus par saison de production (1 sac = ... Kg) :
- Lieux de commercialisation :
- Prix de vente :
- Dépenses pendant la production
- Dépenses de transport :
- Autres dépenses :
- Usages faits du revenu de la commercialisation
- Problèmes pendant la production
- Problèmes pour la commercialisation
- Problèmes de santé
- Conséquences sur l'environnement
- Autres

### Production du beurre de karité / chaîne de valeur

- Décrire le processus de transformation du karité en beurre
- Origine des fruits et du matériel de transformation (faire des photos)
- Coûts engagés dans la production :
- Rendement de la production :
- Usage fait de la production :
- Lieux et prix de vente :
- Dépenses de transport :
- Usages faits du revenu :
- Problèmes dans la transformation et/ou la commercialisation :

### Ressources naturelles

- Il y a-t-il des espèces d'arbres épargnées dans les champs ? Lesquelles et pourquoi ?
- Changements dans les récoltes au cours des 20-30 dernières années ? Pourquoi ?
- Changements dans les pluies au cours des 20-30 dernières années ? Pourquoi ?
- Changements dans l'environnement du village (arbres, forêts...) au cours des 20-30 dernières années ? Pourquoi ?
- Problèmes rencontrés dans activités champêtres ? Solutions proposées ?
- Problèmes rencontrés dans les activités d'élevage ? Solutions proposées ?
- Autre point important ?

### Anhang 3: Bogen zur Bodenprofilaufnahme

#### 1- Titeldaten

Datum: \_\_\_\_\_ Ort: \_\_\_\_\_ Aufschluss Nr: \_\_\_\_\_ Aufnahmepunkt GPS: \_\_\_\_\_  
 Aufschlussart: \_\_\_\_\_ Tiefe des Aufschlusses (möglichst bis 1,2m): \_\_\_\_\_ Ergänzung (Photo...): \_\_\_\_\_

#### 2- Aufnahmesituation

Neigung: \_\_\_\_\_ Exposition: \_\_\_\_\_ Reliefformtyp: \_\_\_\_\_ Lage im Relief / Mikrorelief: \_\_\_\_\_  
 Nutzungsart / Vegetation / Kultur: \_\_\_\_\_ Bewirtschaftung (Antierosion, Bewässerung, Dünger, Mulchen...): \_\_\_\_\_

#### 3- Profilbeschreibung

Horizont (Symbol)	Mächtigkeit (cm)	Farbe	Humusgehalt (%)	Hydromorphie		Bodengefüge	Porösität	Durchwurzelung (%)	Bodenart (Tongehalt %)	Skelett / Steingehalt (%)	Probe Nr
				Oxidativ	Reductiv						
1											NA ___ / 1
2											NA ___ / 2
3											NA ___ / 3
4											NA ___ / 4

Durchwurzelung möglich bis (in cm): \_\_\_\_\_ Bioturbationserscheinungen: \_\_\_\_\_  
 Bemerkungen (z.B. Feuer, Outcrops, Erosion, anthropogener Einfluss...): \_\_\_\_\_

#### Anhang 4: Bodenkundliche Labormethoden

- Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens: die Bestimmung erfolgt nach DIN 19683 (1973). Nach Humuszerstörung und anschließender Dispergierung mit 0,4 N  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , werden die Kornfraktionen bis 63  $\mu\text{m}$  mit Nasssiebung und der Kornfraktionen < 63  $\mu\text{m}$  durch Sedimentationsanalyse nach Köhn (Pipettmethode) ermittelt.
- Festsubstanzdichte: sie wird nach DIN ISO 11508 mit Xylol und mit 105 °C getrockneter Probe bestimmt (Barsch & Billwitz 1990: 109 f).
- Bodenfarbe: sie wird im trockenen und feuchten Zustand mit der „Munsell Soil Color Charts“ (Munsell Color Division 1971) erfasst.
- pH-Wert: die Bestimmung erfolgt elektrometrisch in 0,1 M KCl-Lösung nach Meiwes et al. (1984).
- Gesamtkohlenstoff: er wird nach E DIN ISO 10694 (1994) durch trockene Verbrennung im Sauerstoffstrom und anschließender Analyse des freigesetzten  $\text{CO}_2$  mittels Infrarotdetektion am Kohlenstoff-Analysator LECO EC-12 bestimmt. Für die Profilbeschreibungen wird der Corg-Gehalt durch Multiplikation mit dem Faktor 1,724 in den Gehalt an organischer Substanz (Humus) umgerechnet (AG Boden 2005).
- Gesamtstickstoff: die Bestimmung erfolgt am TruSpec Macro der Firma LECO nach DIN EN 16168 (2012-11).
- Gesamtphosphat: es wird nach Bleck (1965) nach der Zerstörung der organischen Substanz von 0,2 bis 0,5 g Boden durch Verglühen bestimmt. Das Lösen der Phosphate erfolgt mit Salpetersäure 1:3. Ein aliquoter Teil des Eluats wird nach Anfärben mit  $\text{NH}_4^-$  vanadat und  $\text{NH}_4^-$  molybdat kolorimetrisch am Spektralphotometer C21 (Milton Roy) gemessen.
- Pflanzenverfügbare Phosphor und Kalium werden nach der Calcium-Acetat-Lactat (CAL)-Methode von Schüller (1969) ermittelt. Die Messung des Phosphats erfolgt nach kolorimetrischer Messung nach Anfärben mit Ammoniummolybdat am Spektralphotometer Spectronic C301 (Milton Roy). Das Kalium wird mit dem Atomabsorptionsspektrometer (AAS) Perkin Elmer PinAAcle 900T gemessen.
- Potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAK): die Bestimmung erfolgt nach der Methode von Mehlich nach DIN 19684 (1977) mit Triäthanolamin gepufferter Bariumchloridlösung (pH 8,1). Die Messung der austauschbaren Kationen erfolgt mit dem Atomabsorptionsspektrometer (AAS) Perkin Elmer PinAAcle 900T ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) bzw. durch Titration ( $\text{H}^+$ ).

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

*Name* Adjoavi Christelle Nadia Anoumou  
*Adresse* Offenbacher Landstr. 416  
60599 Frankfurt / Main  
*Mobil* 0176 77440898  
*E-Mail* nadianoumou@yahoo.fr  
*Geburtsdatum / -ort* 10.06.1985 / Bohicon (Benin)  
*Familienstand* ledig, kinderlos

### Berufserfahrung

#### 07/2016 – 10/2018 **Beraterin und Dozentin**

AMBERO Consulting Gesellschaft mbH im Auftrag von der Deutschen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ)

- Erarbeitung und Durchführung eines Lehrmoduls (2016, 2018) über die Einrichtung von Nord-Süd und Süd-Süd Kooperationen
- Beratung afrikanischer Akteure über die Drittmittelakquise
- Unterstützung beim Projektmanagement

#### 07/2012 – 07/2018 **Wissenschaftliche Mitarbeiterin**

Institut für Physische Geographie, Goethe-Universität Frankfurt

- Mitarbeit bei Forschungsprojekten zur Klimageschichte, Ökosystemdynamik und Nachhaltigkeit
- Selbstbestimmte Forschung (Doktorarbeit)
- Aktive Teilnahme an wissenschaftlichen Tagungen
- Lehrtätigkeit im Umfang von 2-4 SWS
- Co-Leitung von inländischen Geländeübungen, nationalen und internationalen Exkursionen
- Aktive Beteiligung an Drittmittelbeantragung, Redaktion und Herausgabe von Publikationsprojekten

#### 02/2012 – 07/2012 **Freiwillige Praktikantin**

Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE)

- Literaturrecherche und schriftliche Ausarbeitung über Agrarproduktion und Landnutzung in Mali und Senegal im Forschungsprojekt „micle“
- Unterstützung eines Projektantragsverfahrens: Erarbeitung des Status-Quo von Regenwassersammlung unter urbanen und peri-urbanen Bedingungen in Westafrika
- Übersetzung von Berichten (Deutsch / Englisch - Französisch)

#### 09/2011 – 10/2011 **Studentische Hilfskraft**

Geophysikalisches Institut, Karlsruher Institut für Technologie

- Mitarbeit im Projekt „Development of a Meta-Model and Dynamic Information Platform for Disaster Social Vulnerability Analysis“
- Literaturlauswertung über das Thema „Vulnerability and Risk research“ und Übertragung der Ergebnisse in ein semantisches Wiki

**10/2007 – 01/2008 Freiwillige Praktikantin**

ADRAO-WARDA (jetzt Africa Rice Centre)

- Empirische Sozialforschung und Bericht über „HIV/AIDS – Sustainable Agriculture and GIS in Süd-Benin“

**09/2005 – 10/2005 Stellvertretende Teamleiterin**

CEBEDES-XUDODO, Benin

- Koordinierung von Geländearbeiten in Dörfern von Nord Benin über „Ernährungssicherheit und Landwirtschaft“

**Ausbildung**

03/2013 – 09/2018 Promotionsstudium in Physische Geographie  
Goethe-Universität Frankfurt, Prof. Dr. J. Runge

10/2009 – 10/2011 Regionalwissenschaft / Raumplanung (M.Sc.)  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Prof. Dr. J. Vogt

10/2002 – 12/2007 Agrarwissenschaft mit Vertiefung Management natürlicher Ressourcen (Dipl.-  
Ing. agr.)  
Université d'Abomey-Calavi (Benin), Prof. Dr. Ir. J.C. Ganglo

07/2002 Abitur Naturwissenschaft (Serie D), Cotonou (Benin). Note: „Gut“

**Weiterbildung**

10/2014 – 12/2018 Wissensmanagement (IHK)  
Studiengemeinschaft Darmstadt

04/2014 – 07/2014 Einrichtung von eLearning in Bildungsprozessen  
Zentrale eLearning-Einrichtung der Goethe-Universität Frankfurt

11/2013 – 12/2013 Sustainable Agricultural Land Management Projects: Soil Carbon Monitoring  
The World Bank Institute

**Kenntnisse**

*EDV-Kenntnisse* Microsoft Office Programme, SPSS, ENVI, ArcGIS, Macromedia FreeHand, Adobe

*Sprachkenntnisse* Französisch, Deutsch, Englisch: in Wort und Schrift verhandlungssicher

**Studienbegleitendes Engagement und Stipendien**

*Mitgliedschaften*

- Arbeitsgemeinschaft für Tropische und Subtropische Agrarforschung
- Frankfurter Geographische Gesellschaft
- Zentrum für Interdisziplinäre Afrikaforschung

*Stipendien*

- DAAD Stipendium (03/2009 – 09/2011)
- Studienstipendium der beninischen Regierung (10/2002 – 09/2007)

Frankfurt am Main, den





## **Eidesstattliche Versicherung**

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertation über das

**„Agrarökosysteme in Benin und Togo – Traditionelle Landwirtschaft und Landnutzungswandel der Ethnien Ditamari und Ewé“**

selbständig angefertigt und mich anderer Hilfsmittel als der in ihr angegebenen nicht bedient habe, insbesondere, dass alle Entlehnungen aus anderen Schriften mit Angabe der betreffenden Schrift gekennzeichnet sind.

Ich versichere, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

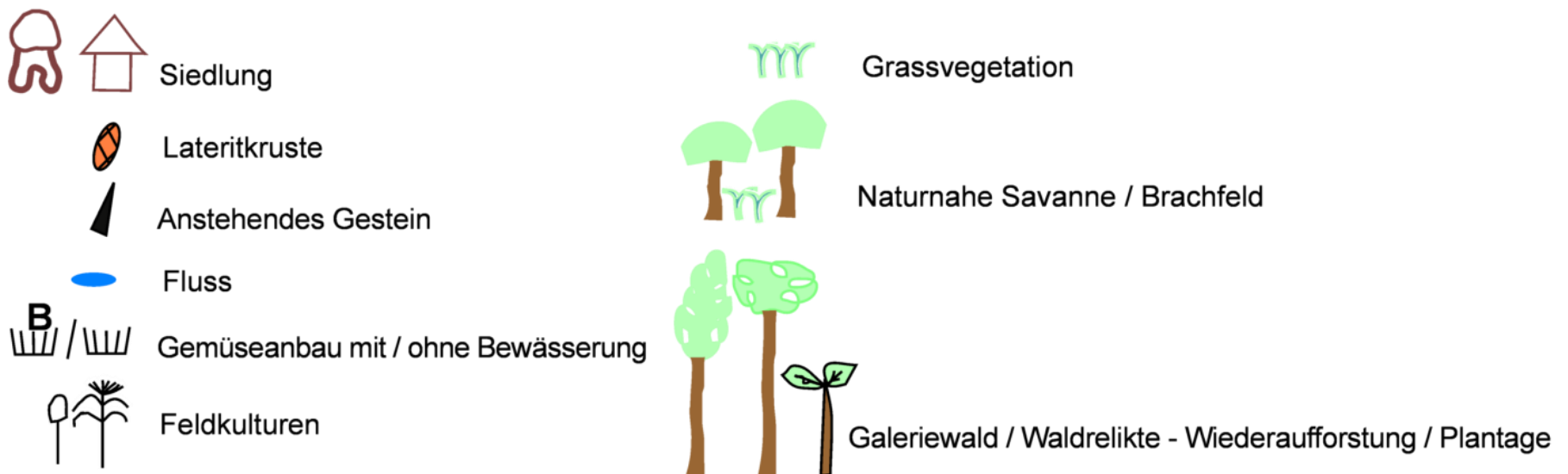
Frankfurt am Main, den

.....

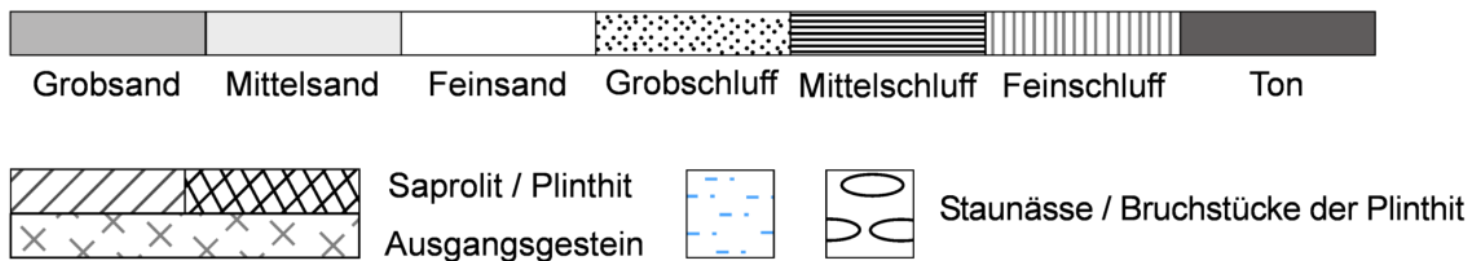
(A. C. Nadia Anoumou)

## Beilage 1: Legende zu den agrargeographischen Transekten und Bodenprofilen

### LANDNUTZUNG



### BODEN



### BESCHRIFTUNGEN

B1 / T1: Bodenprofilnummer

Lt2: Bodenart

fGr2: Steingehalt

A1 / A2 / Ah: humoser Oberboden

Al: in Ton lessiviert Oberboden

(Bt): mit Ton angereichert Unterboden, wenig entwickelt

Btg: mit Ton angereichert Unterboden, periodisch überflutet

Bts: mit Ton und Sesquioxiden angereichert Unterboden

Bsq: Unterboden mit Akkumulation von Sesquioxiden und Bruchstücke von Plinthit

Bws: Unterboden mit Akkumulation von Sesquioxiden

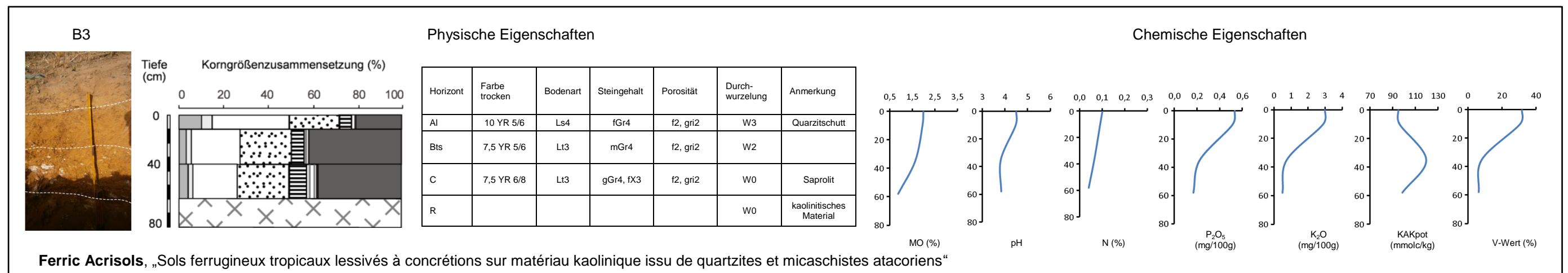
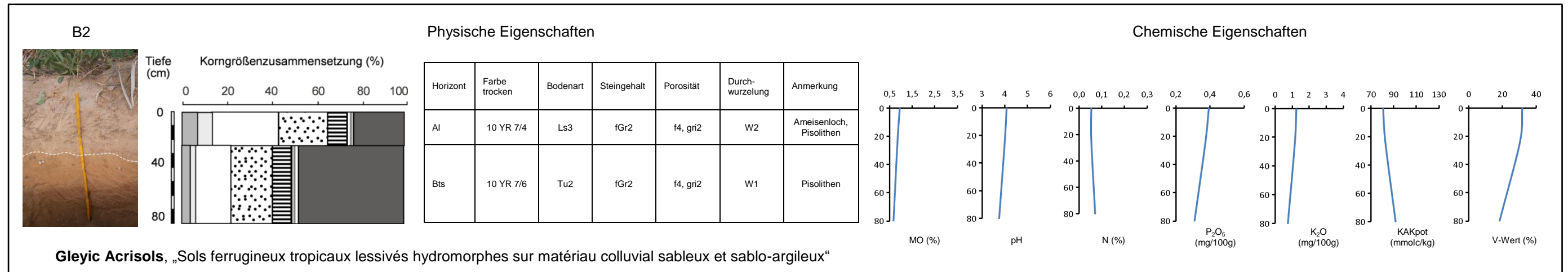
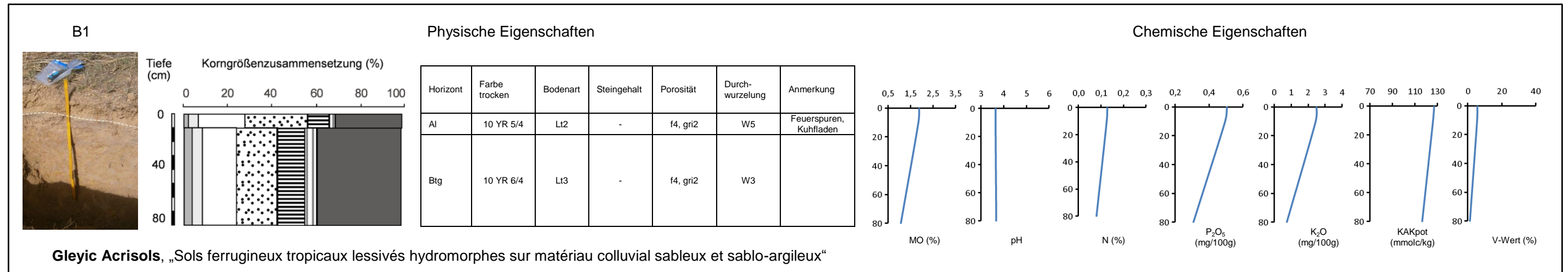
C / Cv: verwitterter Untergrundhorizont (Saprolit) / Untergrundhorizont mit Plinthit

R: Ausgangsgestein, hier Atakora Quarzite und Glimmerschiefer

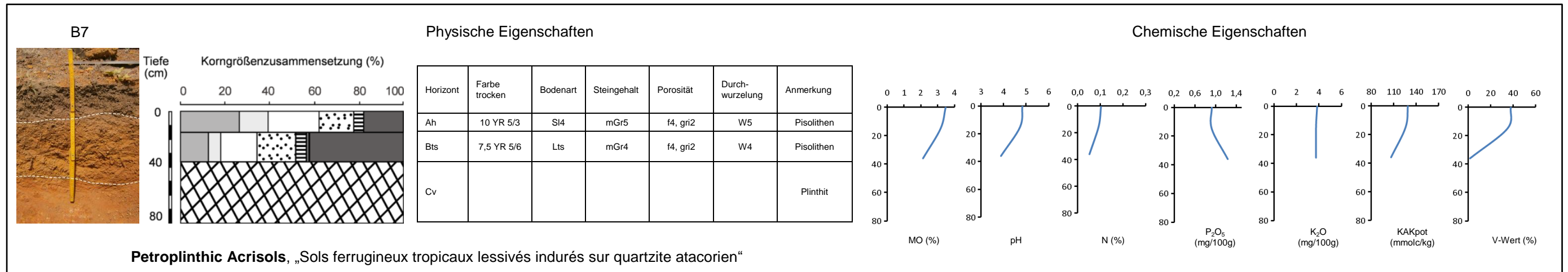
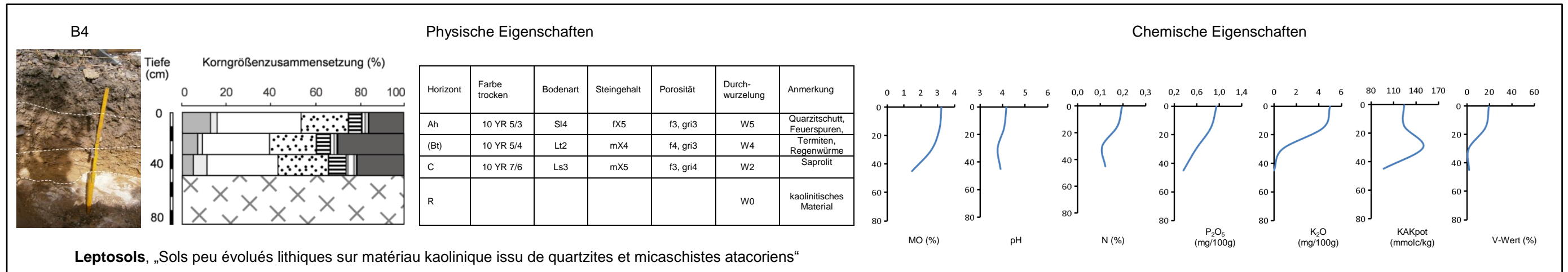
**Ferralsol**: Bodentyp nach IUSS WG WRB (2015)

"Sols ferralitiques hydromorphes": Bodentyp nach nationaler Klassifizierung (Lamouroux 1969, Faure 1977)

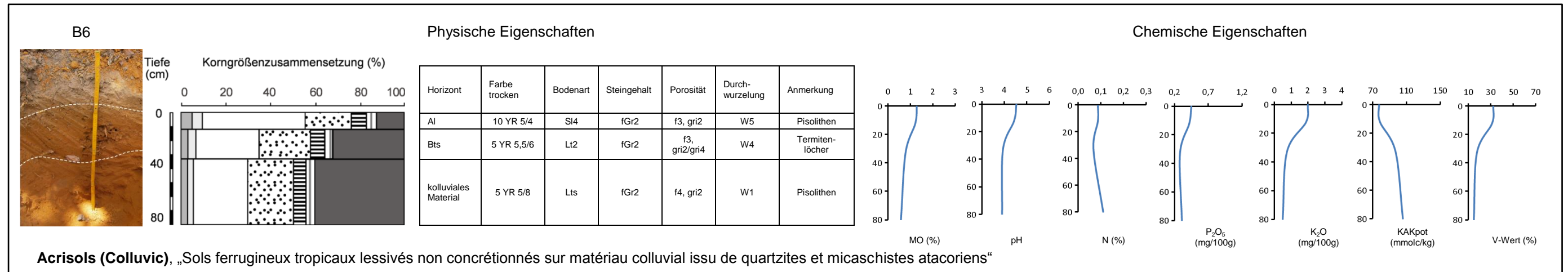
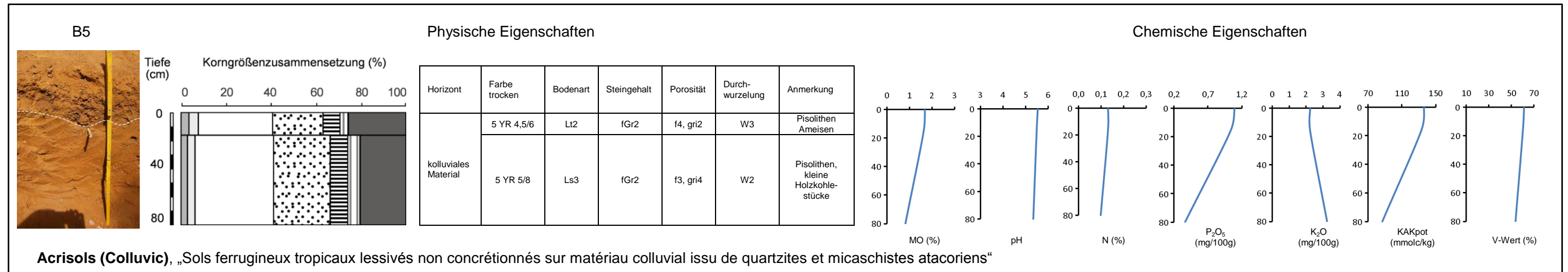
## Beilage 2: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Plateaus und der Niederung bei den Ditamari



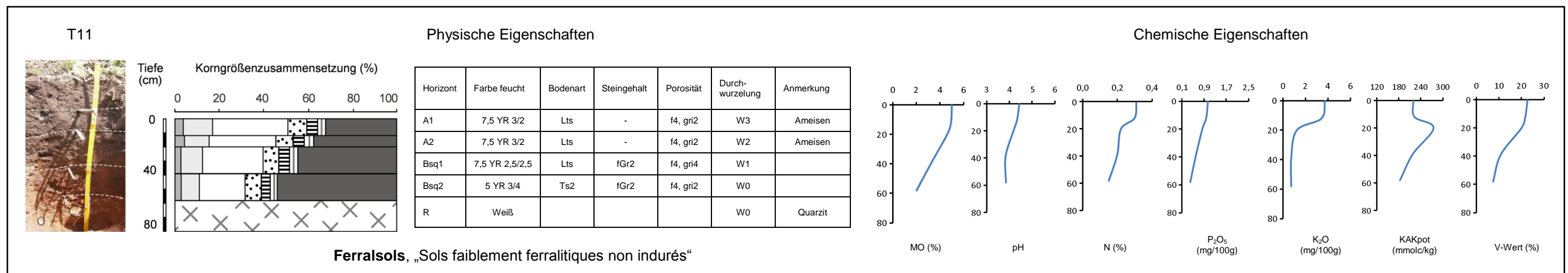
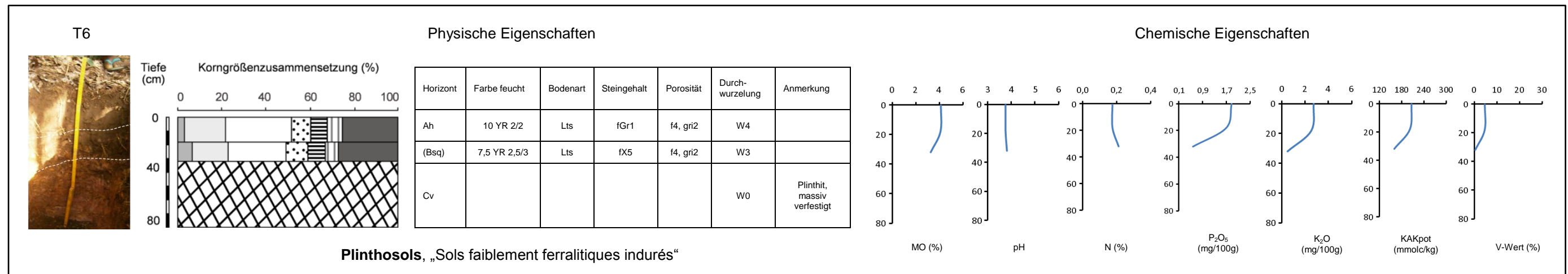
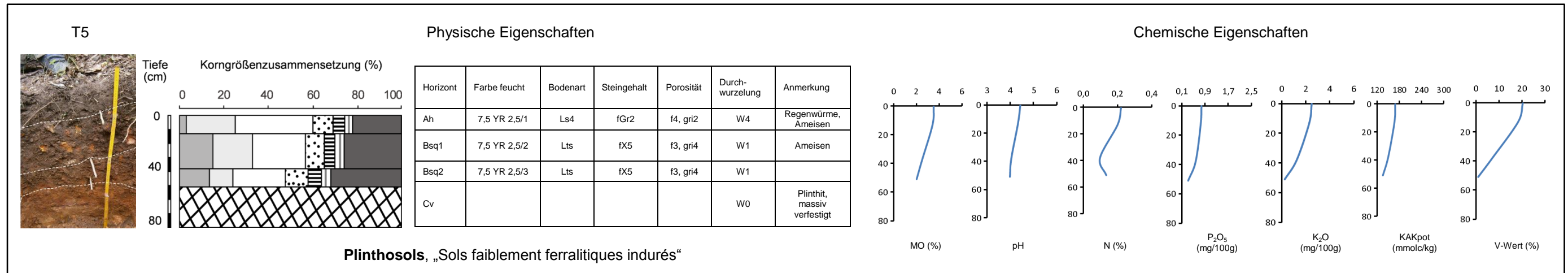
### Beilage 3: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Ditamari



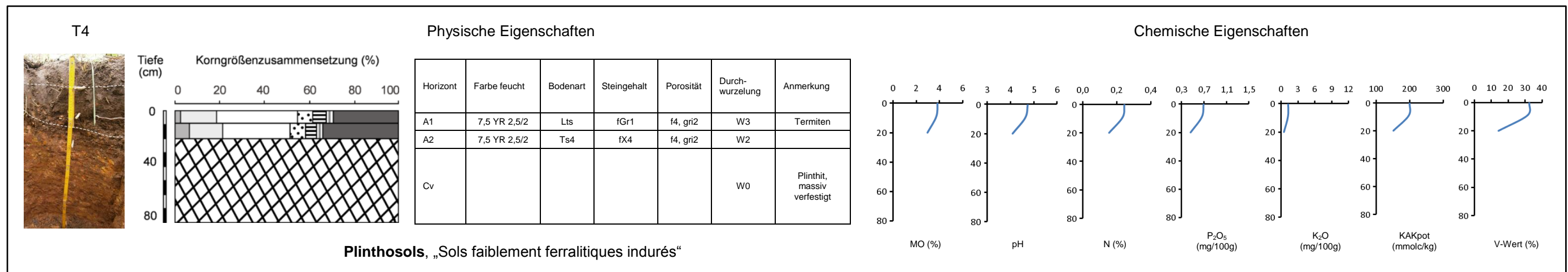
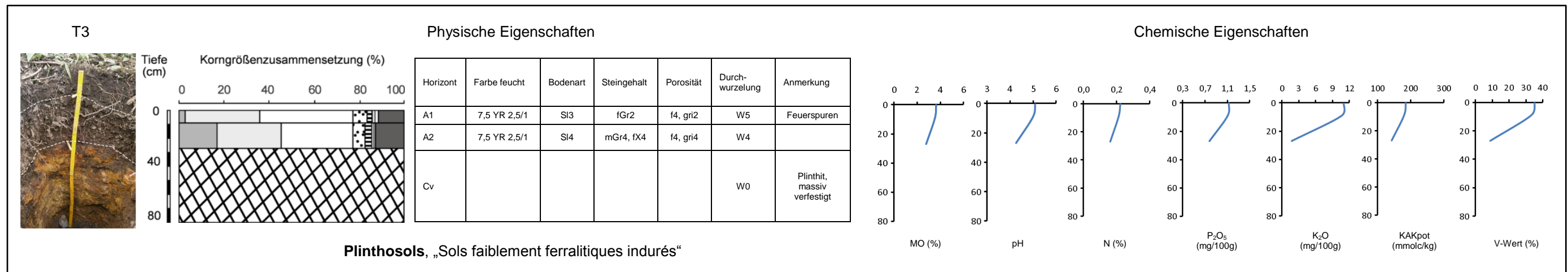
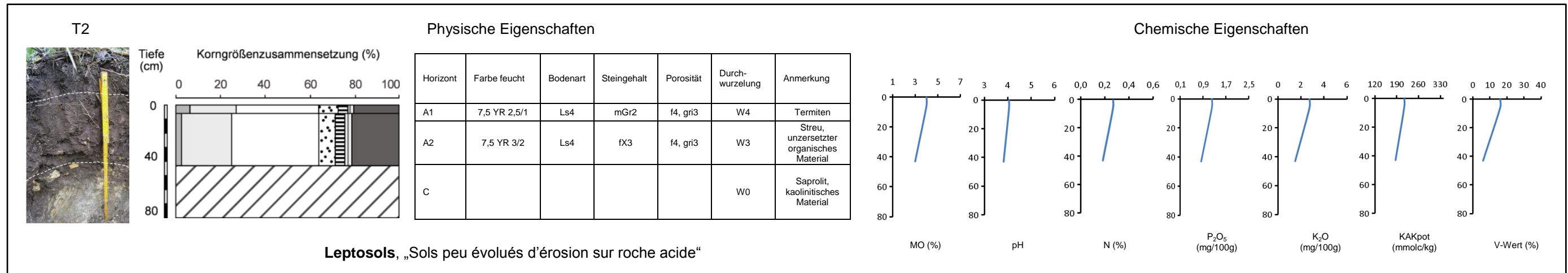
## Beilage 4: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Unterhangs bei den Ditamari



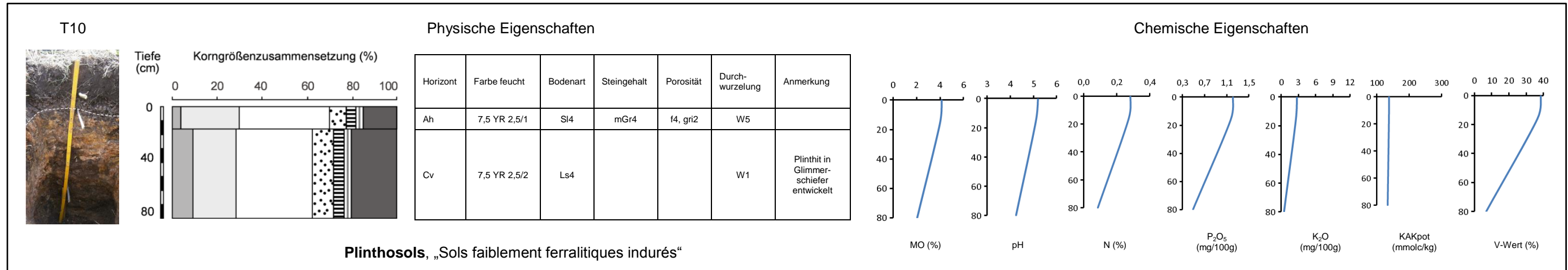
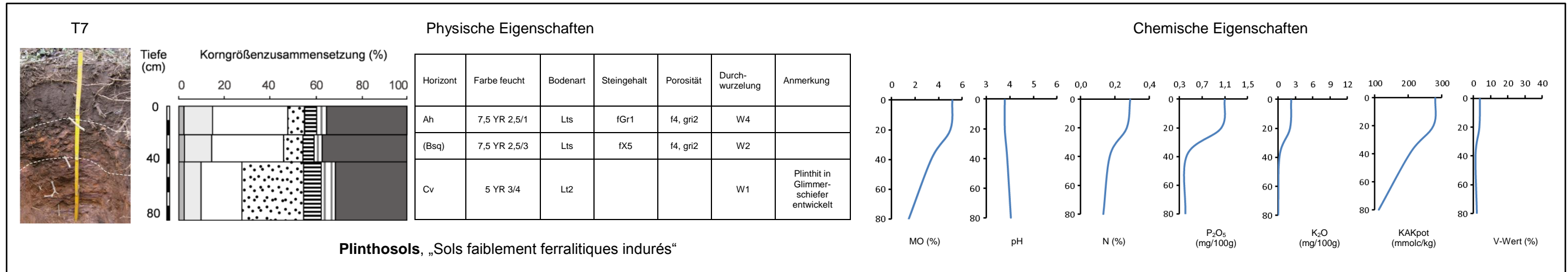
## Beilage 5: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Oberhangs bei den Éwés



## Beilage 6: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Éwés



## Beilage 6 (Fortsetzung): Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Mittelhangs bei den Éwés





## Beilage 7: Darstellung der physischen und chemischen Eigenschaften der Böden des Unterhangs bei den Éwés

