

2019

Forstpraktikum beim Projekt Togo



Abbildung 1: Tobias Ruhnau und Morena Merkelbach. Foto: Andreas Weckwert

Morena Merkelbach und Tobias Ruhnau
natureOffice

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	2
1. Vorwort	3
2. Einleitung	3
3. Praktikumsbericht Project Togo	4
3.1 Kurzer Überblick	4
3.2 Die Rahmenbedingungen	5
3.3 Arbeitsauftrag	6
3.3.1 Zielsetzung	7
3.3.2 Zielgruppe	8
3.3.3 Zertifizierung	8
3.4 Methoden	8
3.4.1 Vorbereitung	9
3.4.2 Durchführung der Waldinventur	11
3.4.3 Nachbereitung	13
4. Wie sah ein gewöhnlicher Arbeitstag aus?	14
5. Ergebnisse	15
5.1 Statistische Auswertung	17
6. Diskussion	18
7. Fazit	21
8. Ausblick	21
9. Literaturverzeichnis	22
10. Plagiatserklärung	22

Abkürzungsverzeichnis

HFR = Hochschule für Forstwirtschaft

NGO = Non-Government Organisation

Ha = Hektar

CSR = crown separation ratio

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: mit Hilfe von excel ermittelte Standardabweichung der crown cover percentage 17

Tabelle 2: mit Hilfe von excel ermittelte Standardabweichung der Baumartenanzahl 17

Tabelle 3: mit Hilfe von excel ermittelte Standardabweichung Höhenverteilung..... 17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Tobias Ruhnau und Morena Merkelbach. Foto: Andreas Weckwert 0

Abbildung 2: Politische Karte Togos, Von Domenico-de-ga, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4807638> 4

Abbildung 3: Johann Thaler (i.V.), 1. Reihe: Antonia Haufe, Chabane, Kossi, Kossivi, Namati, 2.
Reihe: Dodzi, Andreas Weckwert, Morena Merkelbach und Tobias Ruhnau (v.L.n.R.), nicht
anwesend: Yawa und Tobias Liemersdorf 6

Abbildung 4: Die Brandschneise stellt hier die aktualisierte Projektfläche 2019 dar, somit ist die
Projektfläche 2014 veraltet. Autor: Tobias Ruhnau, Quelle: QGIS 3.4 und Garmin BaseCamp,..... 10

Abbildung 5 Quelle: field survey script: Die Zig-Zag-Probenmethode wird für jedes Stratum (Ebene)
einzeln angewandt. Wobei hier (a) die dominante Ebene und (b) die sub-dominante darstellt. 12

Abbildung 6: Tägliche Datenverarbeitung im Büro.Foto: Antonia Haufe 13

Abbildung 7: selbst erstelltes Diagramm mit Inventurdaten, Anzahl der Bäume von 1,36% der
Gesamtfläche 15

Abbildung 8: selbst erstellte Diagramme mit Inventurdaten, Anzahl der Bäume von 1,36% der
Gesamtfläche 16

Abbildung 9: prozentuale Verteilung der Baumschäden auf der Fläche..... 16

Abbildung 10: prozentuale Verteilung der Schadensursachen auf der Fläche 17

Abbildung 11: prozentuale Verteilung der gepflanzten Kulturen, Wiederaufforstung läuft seit 2013,
ältere Daten beziehen sich auf Ölpalm-Kulturen. 17

Abbildung 12: Metallschild zur permanenten Markierung der Probepunkte. Foto: Antonia Haufe 18

Abbildung 13 Ausschnitt Inventur-Karte mit GPS-Koordinaten und rot umkreist die abweichenden
Probepunkte..... 20

Formel 1: Seite 49, (R. J. Hnatiuk, Field Survey For Vegetation Classification, 2008) 12

Formel 2: Seite 49, (R. J. Hnatiuk, Field Survey For Vegetation Classification, 2008) 12

1. Vorwort

Wir sind zwei Studierende, Morena Merkelbach und Tobias Ruhnau, von der Hochschule für Forstwirtschaft in Rottenburg am Neckar.

Wir studieren beide im 5. Semester den Bachelorstudiengang Forstwirtschaft. In dem aktuellen integrierten Praxissemester besteht die Möglichkeit, die Zeit aufzuteilen, deshalb arbeiten wir zwei Monate gemeinsam beim *Project Togo*.

Wegen einem starken Interesse an globalen Zusammenhängen, fremder Flora & Fauna und vor allem am Klimaschutz, haben wir uns für ein Praktikum bei der natureOffice GmbH im *Project Togo* entschieden.

2. Einleitung

Seit 2010 betreibt die natureOffice GmbH ein eigenes Klimaschutzprojekt, das *Project Togo*.

Insgesamt sollen in der Projektlaufzeit von 30 Jahren 396.000 Tonnen CO² ausgeglichen werden.

Die Co-Benefits des Projekts sind die Integration der Menschen vor Ort, Bildung und Training und eine Gesundheits-, Energie- und Wasserinfrastruktur. Somit erfüllt das *Project Togo* 12 der 17 Global Goals.¹

Seit Projektstart gab es mehrfache Zertifizierungen, z.B. mit dem GOLD-Standard. Es wurden seitdem mehr als 1,5 Mio. neue Bäume gepflanzt, 4 Wasserbrunnen gebaut und 120 Schafe gespendet.²

Auf den Flächen in Aboudzokopé und in Fokpo werden seit 2012 bis zu 15 verschiedene einheimische Baumarten gepflanzt. Die Samen dafür werden meist in Eigeneleistung gesammelt oder bei geeigneten lokalen Händlern gekauft. Diese werden in den beiden Baumschulen herangezogen. Zu Beginn der Regenzeit in den Monaten April / Mai und im September / Oktober werden die Setzlinge auf die Flächen gepflanzt. In seltenen Fällen wird angegossen.

¹ Quelle: <https://www.natureoffice.com/klimaschutzprojekte/project-togo>, 16.03.2019

² Quelle: <http://www.project-togo.de/de/projekt.html>, 16.03.2019

Über das akademische Auslandsamt an der HFR, geleitet von Herrn Prof. Ruge, wurden wir auf das *Project Togo* aufmerksam. Nach einem ersten persönlichen Treffen mit dem Geschäftsleiter Andreas Weckwert und dem Projektleiter Tobias Liemersdorf unterzeichneten wir die Verträge und legten die Rahmenbedingungen fest.

Es handelt sich bei *Project Togo* vorrangig um ein Wiederaufforstungsprojekt. Deshalb gibt es viele Parallelen zu unserem Studium, die uns sowohl fachlich, als auch persönlich weiterbringen.

Dazu aber später mehr...

3. Praktikumsbericht Project Togo

3.1 Kurzer Überblick

Das in Westafrika gelegene Land Togo gehört mit 56.785 km² Landesfläche zu den kleinsten Ländern Afrikas. Gelegen zwischen Ghana, Burkina Faso und Benin hat es eine langgestreckte Landesform in Nord-Süd-Ausrichtung, die sich in fünf Regionen aufteilt: Maritime, Plateaux, Centrale, Kara, Savanes.

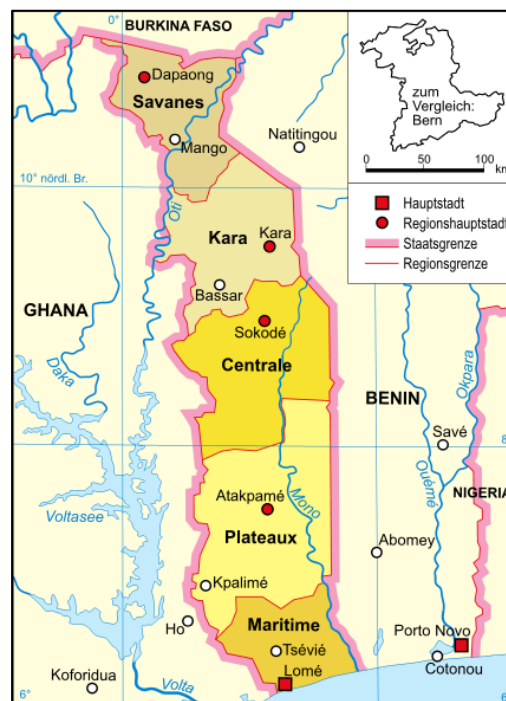


Abbildung 2: Politische Karte Togos, Von Domenico-de-ga, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4807638>

In der Region Agou (Plateaux) im Süden des Landes, liegt auch der gleichnamige Berg Mont Agou. Mit 986m Höhe stellt er die höchste Erhebung des Landes dar. Wasser, insbesondere in Form von Flüssen, gibt es nur recht selten. Der längste Fluss Togos, der Mono, ist auf einer Gesamtlänge von ca. 400 km nur auf 50 km als Wasserstraße nutzbar.³

³ Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Togo>, 16.03.2019

Klimatisch unterteilt sich das Land in zwei Hälften. Grundsätzlich ist das Klima feuchtheiß-tropisch. Der Norden ist wesentlich trockener und hat nur eine Regenzeit, die sich von April bis September zieht, während der Süden von zwei Regenzeiten profitieren kann. Diese sind von April bis Juni und von Oktober bis November. Mit durchschnittlichen Temperaturen von 30 °C.

Die togolesische Bevölkerung verdient ihr Geld mit Landwirtschaft und dem Verkauf dieser Produkte. Die wichtigsten Exportprodukte sind Calciumphosphat, Kaffee, Kakao und verarbeitete Baumwolle.⁴ Köhlerei ist in Togo ebenso ein wirtschaftlicher Faktor, der sich allerdings nur auf den internen Handel bezieht.

Die Währung ist, wie in anderen französischsprachigen, westafrikanischen Ländern, CFA-Franc (Franc de la Communauté Financière d'Afrique). Dabei entsprechen 655 CFA einem Euro.⁵

Wie die Währung schon andeutet, war Togo vor seiner Unabhängigkeit im Jahr 1958 eine französische Kolonie. Deshalb wird hier, neben verschiedenen Nationalsprachen wie Ewé oder Moba, französisch als Amtssprache gesprochen.

3.2 Die Rahmenbedingungen

Unser Aufenthalt in Togo belief sich auf den Zeitraum vom 07.01. bis 07.03.2019. So konnten wir nicht nur dem kalten Winter in Deutschland entfliehen, sondern auch die Trockenzeit in Togo nutzen, da eine gleichwertige Inventur in der Regenzeit nicht möglich gewesen wäre.

Die Anreise verlief reibungslos zusammen mit einer dritten Praktikantin im Fachbereich Medien, Antonia Haufe, und mit dem Projektleiter Tobias Liemersdorf, der uns einen sehr guten Start in das neue Land ermöglichte. Durch seine Ortskenntnisse und seine Erfahrungen mit der togolesischen Bevölkerung, konnten wir gut in die örtlichen Gepflogenheiten eingeführt werden.

Tobias Liemersdorf begleitete uns bis zwei Wochen vor unserer Abreise, während Antonia Haufe die gesamte Zeit mit uns verbrachte.

In dieser Konstellation wurde das Büro der örtlichen NGO „Action Durable“ in Kpalimé unser Zuhause. Mit drei Schlafzimmern, einer Küche, einem Büro, einer Terrasse und einem großen Garten war die Unterkunft mehr als zufriedenstellend. Da dieses Gebäude als primär Büro fungierte, waren die togolesischen Kollegen fast täglich vor Ort, um Büro- oder Gartenarbeit und gemeinsame Besprechungen zu machen. So war der Kontakt stetig gegeben und das Kennenlernen verlief recht schnell und unkompliziert.

⁴ Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Togo>, 16.03.2019

⁵ Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/CFA-Franc_BCEAO, 16.03.2019

Da das Dorf Aboudzokopé, auf dessen Naturwaldfläche unsere Arbeit stattfinden sollte, ca. 40 km von Kpalimé entfernt lag, waren wir von den Kollegen abhängig, die mit uns gemeinsam zum Dorf fahren konnten. Meistens mit dem NGO-eigenen Jeep und einige Fahrten mit privaten Motorrädern von Kollegen.



Abbildung 3: Johann Thaler (i.V.), 1. Reihe: Antonia Haufe, Chabane, Kossi, Kossivi, Namati, 2. Reihe: Dodzi, Andreas Weckwert, Morena Merkelbach und Tobias Ruhnu (v.L.n.R.), nicht anwesend: Yawa und Tobias Liemersdorf

3.3 Arbeitsauftrag

Die uns zugeteilte Aufgabe beinhaltete eine Waldinventur auf der wiederaufgeforsteten Naturwaldfläche in Aboudzokopé. Diese Waldfläche umfasst 570 ha und wurde seit 2013 im Rahmen des *Project Togo* aufgeforstet. Ein Jahr zuvor begann die Wiederaufforstung auf einer, ca. 40 Fahrtminuten entfernt gelegenen, Fläche von 85 ha im Dorf Fokpo.⁶

GPS Koordinaten Fläche Startpunkt Fokpo: N6° 46.257 | E0° 52.374

GPS Koordinaten Fläche Startpunkt Aboudzokopé: N6° 40.109 | E0° 42.920

Als erster Schritt sollte die geographische Grenze der Projekt- und Pflanzfläche erfasst, mit den vorhandenen Unterlagen abgeglichen und erforderlichenfalls aktualisiert werden. Damit dann die Fläche in geeignete Management- bzw Arbeitseinheiten eingeteilt werden konnte, auf dessen Grundlage die Waldinventur stattfand.

⁶ Aufgabenstellung: Waldinventur im Klimaschutzprojekt PROJECT TOGO Fläche Aboudzokopé, Martin Seitz

Dazu wurden folgende Fragestellungen ausgearbeitet⁷:

- Lage und Größe der Abteilungen/Unterabteilungen (Markierung in der Fläche, Erfassung mit
- GPS Koordinaten, Darstellung in Karten).
- Wann wurden die Flächen bepflanzt (Neupflanzung, Nachbesserungen, Naturverjüngung)?
- Welche Baumarten wurden gepflanzt (heimisch, nicht heimisch, etc.)?
- Wie hoch ist der Anteil der Naturverjüngung?
- Wie groß sind im Schnitt die Bäume (mittlere Baumhöhe, Wuchsleistung, etc.)?
- Wie viel Prozent der Abteilungsfläche ist bewaldet (Bewaldungsprozent)?
- Sind Schäden aufgetreten? Welche Ursachen gibt es dafür (Feuer, Verbiss, Insekten, ...)?
- Sind Nachbesserungen erforderlich (in welchem Umfang, welche Baumarten, wann, etc.)?
- Sind weitere forstliche Pflegemaßnahmen erforderlich (welche, wann, in welchem Umfang, etc.)?

Grundlage für die Erfassung und Überprüfung der Flächen sollten dabei die Daten aus der Zertifizierung des Projekts nach dem Goldstandard (Projektdokument, Zertifizierungsbericht, shapefiles, etc.) sein. Zur Durchführung der Arbeit sollten dabei mindestens zwei Mitarbeiter vom NatureOffice-team und zwei bis drei Forststudenten, der Staatlichen Landwirtschaftsschule (INFA) in Kpalimé zur Verfügung stehen.

3.3.1 Zielsetzung

Grundsätzlich richteten sich unsere Ziele nach der oben genannten Aufgabenstellung. Dabei ergaben sich intensive Diskussionen über einzelne Punkte. Aufgrund örtlicher und fachlicher Gegebenheiten, die in Kapitel 0: Ergebnisse genauer erläutert werden, entschieden wir uns dazu, bei der praktischen Umsetzung den Fokus unterschiedlich zu gewichten. Zum Beispiel konnte die Aufnahme des Bestockungsgrads, wie wir ihn aus dem deutschen Forstinventurverfahren kennen, nicht erfolgen, da die dazu benötigten Unterlagen für die westafrikanische Vegetation nicht zur Verfügung standen. Daher entschieden wir uns für eine Durchführung der Inventur in Form eines Stichprobenverfahrens. Die wichtigsten Informationen in den Probekreisen sollten somit die Baumhöhen, die Anzahl einzelner Baumarten und die Frage der Notwendigkeit einer Wiederbepflanzung sein. Außerdem sollte die Inventur so konzipiert sein, dass sie auch in der Zukunft leicht durchzuführen und damit wiederholbar ist.

Unser persönliches Ziel war es neben der Kultur und Sprache, auch die heimische Natur besser kennenzulernen. Mit der Inventur hatten wir die beste Voraussetzung, um die Baumarten der trockenen Savannen Westafrikas zu studieren. Die Aufgabe zur Erstellung einer Erstinventur gab uns außerdem die Möglichkeit, das theoretisch erlernte Wissen in der Praxis anzuwenden.

⁷ Aufgabenstellung: Waldinventur im Klimaschutzprojekt PROJECT TOGO Fläche Aboudzokopé, Martin Seitz

3.3.2 Zielgruppe

Die Zielgruppe stellt dabei die natureOffice GmbH und deren Kunden, sowie die örtliche Bevölkerung dar. Neben wirtschaftlichen Interessen stehen vor allem die sozialen Projekte und der Naturschutz im Vordergrund.⁸ Die dörfliche Gemeinde profitiert durch den Wiederaufbau und Schutz des Waldes. Dadurch entstehen Arbeitsplätze und eine langfristige, ressourcenschonende Nutzung von Holz und Waldnebenprodukten wird möglich. Für die Menschen im Dorf Aboudzokopé steht dabei nicht der CO₂-Ausgleich im Vordergrund, sondern das Kenntnis darüber, dass die Aufforstungen Früchte tragen. Das ist auch im wörtlichen Sinne gemeint, denn das Beernten von u.a. Mangobäumen, Karité-Bäumen (Sheabutter) und alten Ölpalmen kann gewährleistet werden und stellt somit sowohl eine Nahrungsgrundlage als auch eine mögliche Produktvermarktung dar. In der Zukunft dient das Naturwald-Aufforstungsprojekt als Grundbaustein für den Aufbau weiterer Infrastruktur und Energieversorgung vor Ort. Je besser der Wald geschützt wird, desto wahrscheinlicher kann das Dorf in der Zukunft davon profitieren.

3.3.3 Zertifizierung

Das Projekt Togo ist hauptsächlich ein Aufforstungsprojekt. Daher steht die Pflanzung von Bäumen im Vordergrund. Genaue und zielführende Arbeit kann somit am Sichersten mit ausreichender Datengrundlage gewährleistet werden. Damit wird der Erfolg der bisherigen Pflanzungen gemessen und festgestellt, wie viele Flächen noch frei und zu bestocken sind.

Da das natureOffice mit Klimaschutzzertifikaten zum CO₂-Ausgleich handelt, wird die Waldinventur als Informationsquelle für die Berechnung der Bindung von CO₂ und weiteren Treibhausgasen verwendet.⁹

Außerdem ist die Inventur eine wichtige Erfolgskontrolle für die Menschen, die das Projekt mühevoll aufgebaut haben.

Als Erstinventur dient die Arbeit als Grundlage für weitere Inventuren, die im Fünf-Jahres-Rhythmus stattfinden sollen. Somit kann sowohl der Entwurf, der von uns erstellten Aufnahmebögen, als auch die Geodaten, mit den hinterlegten Probepunkten, genutzt werden. Dies ist eine Voraussetzung für wissenschaftliche Vergleiche. Über die Höhenzunahme und die Veränderung der Kronenabdeckung kann auf die Wuchsleistung der einzelnen Baumarten und somit auf deren jeweilige CO₂-Speicherung geschlossen werden.¹⁰

3.4 Methoden

In diesem Kapitel teilen sich die Aufgabenfelder. Morena Merkelbach war für die Ausarbeitung der Aufnahmeunterlagen in *Microsoft Word* und Ergebniss-Tabellen in *Microsoft Excel* zuständig.

⁸ Vgl. <http://www.project-togo.de/en/projekt.html>

⁹ Vgl. <http://www.project-togo.de/en/zertifikate.html>

¹⁰ Vgl. *Folia Forestalia Polonica*, series A, 2016, Vol. 58 (1), 31–42

Tobias Ruhnau kümmerte sich um die Erstellung der GPS-Koordinaten der Probepunkte mit *QGIS 3.4* und *Garmin BaseCamp*.

Die Aufnahmearbeit auf der Fläche wurde von uns Beiden gleichermaßen durchgeführt, wobei aus Krankheitsgründen und anderen Zwischenfällen die Arbeit nicht zu jeder Zeit in zwei Teams ausgeführt werden konnte.

Bei der Nachbereitung war Morena Merkelbach hauptverantwortlich für die mathematische Analyse und die Nachbesserung der Daten.

Tobias Ruhnau kümmerte sich um die GIS-Anwendungen und besserte die aktuellen Kartendaten aus.

3.4.1 Vorbereitung

Der erste Schritt unserer Vorbereitung lag darin die bisher vorhandenen Flächendaten zu sichten und zu vergleichen. Da das natureOffice über ein eigenes GPS-Trackinggerät (*Garmin Montana 600*) verfügt, waren schon einige Daten vorhanden. Auf dem Gerät fanden wir den Umriss der Waldfläche in Aboudzokopé und einen Teil der Wege, die sich auf der Fläche befanden. Mit *Garmin BaseCamp*, dem hauseigenen und kostenlosen Programm, konnten wir auf alle Daten des GPS-Geräts zugreifen. Die extrahierten Daten für unsere Fläche wurden dann mit der frei zugänglichen Geoinformations- und Datenverarbeitungssoftware *QGIS 3.4* bearbeitet.

So hatten wir eine erste Übersicht über die Fläche und konnten uns mit Hilfe von Literatur aus dem Studium in die Inventurarbeit einlesen und für ein Stichprobenverfahren entscheiden.¹¹ Nach längerer Überlegung entschieden wir uns für ein 150x150 m-Raster über die gesamte Fläche. Die Probekreise selbst sollten dabei einen Durchmesser von 20 m haben und so eine jeweilige Fläche von 314,15 m² abdecken.

So entstand die Herausforderung, genau dieses Punkteraster, mit den genannten Abständen und hinterlegten GPS-Daten, auf die Fläche zu projizieren. Mit der genannten *QGIS*-Anwendung war es uns möglich, regelmäßige Punkte im benötigten Abstand 150x150 m in die schon erfasste Flächengrenze zu legen.

¹¹ Vgl. Statistik-Skript 2016, Prof. Dr. Scheuber

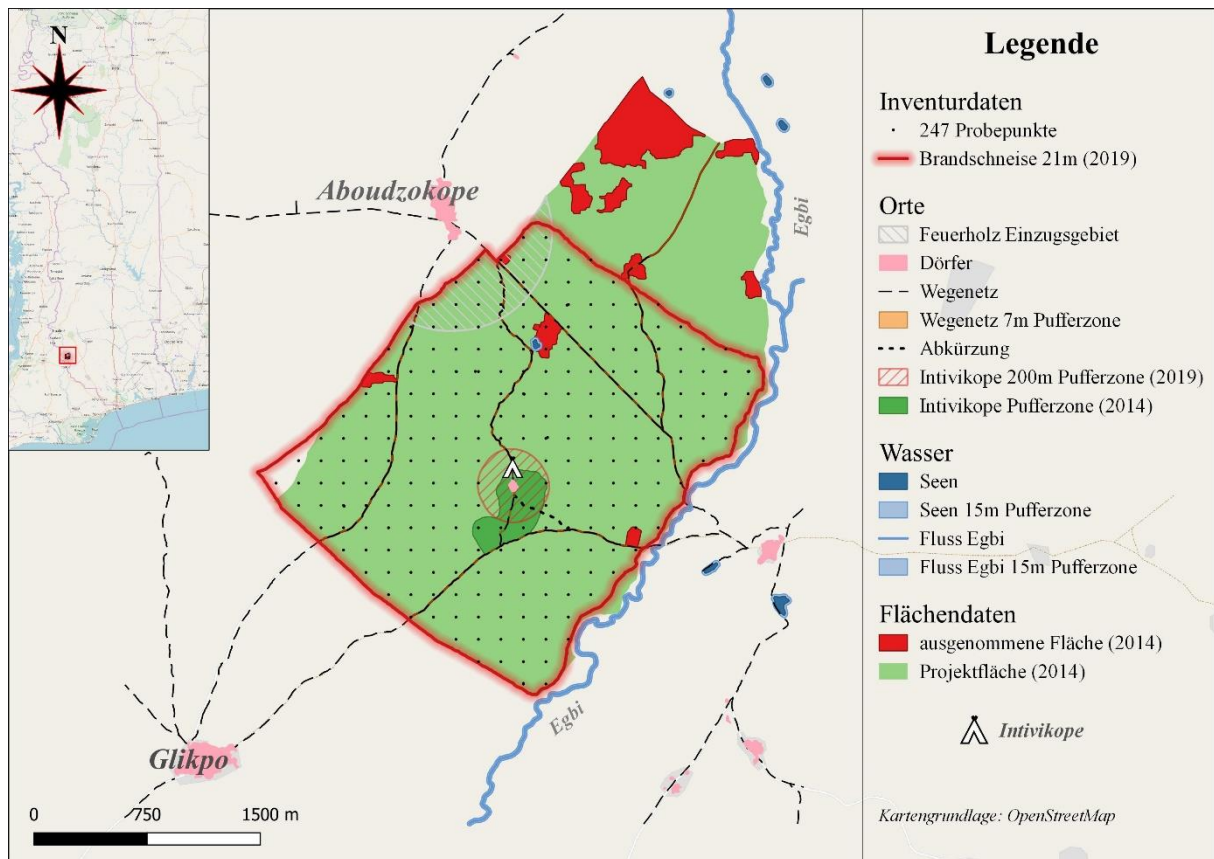


Abbildung 4: Die Brandschneise stellt hier die aktualisierte Projektfläche 2019 dar, somit ist die Projektfläche 2014 veraltet.
 Autor: Tobias Ruhnau, Quelle: QGIS 3.4 und Garmin BaseCamp,

Nebenher entstand der erste Entwurf für ein Aufnahmeblatt, das sämtliche benötigte Informationen enthalten sollte. Damit konnte dann vor Ort an jedem einzelnen Probepunkt gearbeitet werden. Aufgrund fehlender technischer Ausstattung haben wir uns für ein simples System der Datenaufnahme entschieden. Zuerst wurde alles handschriftlich, auf vorgefertigten Formularen festgehalten und anschließend im Büro in *Excel*-Tabellen eingepflegt (s. Appendix: Aufnahmebogen).

Dieses Formular enthielt dann die für uns wichtigsten Fragestellungen. Im ersten Abschnitt sollten die formalen Fragen beantwortet werden. Darunter fallen die Punkte: Kontrolleure, Datum, Ort, Nummer des Stichprobenpunktes, GPS-Daten und die Fragestellung, ob der Punkt markiert ist oder nicht. Letzteres bezieht sich darauf, dass wir jeden Stichprobenpunkt auf seiner GPS-Koordinate mit nummerierten Metallplaketten versehen haben, um für Folgeinventuren ein gutes Wiederauffinden der Punkte sichern zu können.

Die Frage nach dem Ort stellte sich prinzipiell nicht, da die gesamte Inventur nur auf einer Waldfläche stattgefunden hat. Da wir das Datenaufnahmeblatt und damit das Verfahren der Inventur jedoch so gestalten wollten, dass es in Zukunft auch für die zweite Fläche in Fokpo nutzbar wäre, ergibt sich diese Zeile, um zukünftige Missverständnisse vermeiden zu können.

Der nächste Abschnitt auf dem Formular behandelte die Frage nach dem Zeitpunkt einer Pflanzung und einer gefolgten Nachpflanzung. Diese Informationen waren vor allem wichtig, um einerseits den Erfolg der Pflanzungen und ggfls. Nachpflanzungen zu überprüfen, andererseits aber auch, um das Alter des Bestandes zu dokumentieren.

Anschließend sollten einige Werte dokumentiert werden. Darunter fallen zum einen die Höhen der verschiedenen Bäume innerhalb des Probekreises, zum anderen die Kronenabdeckung, die sich aus den Kronendurchmessern und dazugehörigen Abständen zwischen den Kronen durch eine Berechnung der sogenannten Zig-Zag-Methode ergibt¹². Die Methode wird im folgenden Abschnitt genauer erläutert.

Da ein Ziel der Inventur die Aufnahme und Abbildung der schon geschehenen Pflanzung war, stellte der nächste Abschnitt folgende Fragen: Gab es Schäden? Wenn ja, welche? Ist eine weitere Pflanzung notwendig? Wenn ja, mit welcher Baumart und in welcher Menge? Sind sonstige Arbeiten notwendig? Es gab zudem ein offenes Kommentarfeld.

Die Rückseite des Formulars gab einen Überblick über die wichtigsten bzw. häufigsten Baumarten der Fläche in einer Tabelle. Hinter jeder Baumart gab es zwei Spalten, eine nannte sich „Wild“, die andere „Gepflanzt“. So sollten dann die einzelnen Bäume innerhalb des Probekreises gezählt werden. Für seltenere Baumarten gab es einige freie Zeilen im unteren Teil der Tabelle (s. Appendix: Baumliste_Aufnahmebogen).

3.4.2 Durchführung der Waldinventur

Mit den erstellten Probepunkten und den entsprechenden GPS-Koordinaten, die mit *QGIS* ausgelesen wurden, konnten die einzelnen Punkte auf der Fläche angesteuert werden. Da wir nur das eine GPS-Gerät besaßen, entschieden wir uns dazu, die Datenaufnahmen mit der Mobiltelefon-Applikation *OsmAnd* durchzuführen.

Eine frei zugängliche Software, die auf *OpenStreetMap* Daten aufbaut.¹³

Mit dieser App war es uns möglich die einzelnen Probepunkte direkt anzupeilen und uns bis auf 3-5 m genau zu nähern. Abhängig von der Anzahl der verfügbaren Satelliten, variierte diese Genauigkeit.

Unser Stichprobenverfahren richtete sich nach den Bestandesinventurverfahren in Deutschland.¹⁴ Die Aufnahmearbeit der Bäume auf den Probepunkten ist z.T. aus eigenem Wissen und z.T. aus dem *field survey script* (R. J. Hnatiuk, Field Survey For Vegetation Classification, 2008).

Wie z.B. die Zig-Zag-Methode. Dabei werden entlang des Durchmessers im Probepunkt, in Zig-Zig-Linie, alle Kronendurchmesser und dem Abstand der gemessenen Krone zur nächstgelegenen aufgenommen. Aus diesen beiden Werten berechnet sich dann der *crown separation ratio (CSR)*.¹⁵

¹²Quelle: Field survey for vegetation classification

¹³ Vgl. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:OsmAnd>

¹⁴ Vgl. Statistik-Skript 2016, Prof. Dr. Scheuber

$$\text{crown separation ratio } (C) = \frac{\text{Mean gap}}{\text{Mean width}}$$

Formel 1: Seite 49, (R. J. Hnatiuk, *Field Survey For Vegetation Classification*, 2008)

Aus diesem CSR wiederum berechnet sich dann die sog. *crown cover (%)*. Der Wert, der aus der folgenden Formel entsteht, wird mit einer Umrechnungstabelle (s. Skript) zur *crown cover percentage*.

$$\text{Crown cover } (\%) = \frac{k}{(1 + C)^2}$$

Formel 2: Die Konstante *k* ist eine Formzahl die von Penridge und Walker (1988) und Walker et al. (1988) entwickelt wurden. Quelle: Seite 49, (R. J. Hnatiuk, *Field Survey For Vegetation Classification*, 2008)

Die Aufnahme der Werte erfolgte durch qualitative Schätzungen. Mit dem Maßband oder 20 m-Seil wurde der Probekreis-Durchmesser ausgelegt, um dann mit Schrittmaß die einzelnen Werte entlang des Maßbands aufzunehmen.

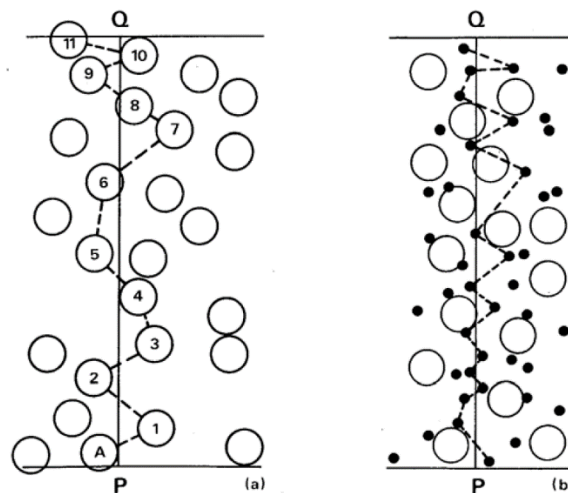


Abbildung 5 Quelle: field survey script: Die Zig-Zag-Probenmethode wird für jedes Stratum (Ebene) einzeln angewandt. Wobei hier (a) die dominante Ebene und (b) die sub-dominante darstellt.

Jedes Team bestand zu jeder Zeit aus einem togolesischen Mitarbeiter und einem studentischen Praktikanten. Zu Beginn auch mehrere Personen, aber die durchschnittliche Anzahl der Teams waren zwei Personen.

Der einheimische Mitarbeiter war zuständig für die Artenbestimmung und Baumzählung. Bei der Bestimmung von gepflanzt oder natürlich gewachsen, gab es mehrere Hinweise, die darüber Aufschluss liefern konnten. Für die gepflanzten Bäume wurde zuerst in einem Umkreis von 2-3m die Vegetation entfernt. Dann wurde der junge Baum in die Mitte des Kreises gepflanzt. Dieser Pflanzkreis und die Tatsache, dass es manche Baumarten nur als Pflanzungen auf der Fläche gibt, konnte uns bei der Beantwortung der Pflanzfrage behilflich sein.

Der studentische Praktikant nahm die Maße auf und legte die Markierung fest. Mit Klemmbrett und Aufnahmebogen wurden die jeweiligen Daten des Probepunktes festgehalten. Zu den, für die Berechnung der *crown cover percentage* benötigten Daten, wurde zudem noch die mittlere Höhe

¹⁵ Vgl. Seite 49, (R. J. Hnatiuk, *Field Survey For Vegetation Classification*, 2008)

geschätzt und die eventuellen Nachpflanzungen diskutiert. Die restlichen Parameter können dem Aufnahmebogen (s. Appendix) entnommen werden.

3.4.3 Nachbereitung

Für die Nachbereitung der Daten nutzten wir überwiegend *Microsoft Excel*. In einem *Excel*-Datenblatt wurden alle Daten gesammelt und strukturiert. Die Grundlage hierfür lieferten die Aufnahmebögen.

Das Datenblatt bot eine gute Möglichkeit um eine Übersicht über die große Datenmenge zu schaffen. Durch verschiedene Funktionen wie z.B. die Summenformel oder Mittelwerte, konnten wir



Aussagen aus den Daten erkennen und in Beziehung zueinander setzen.

Abbildung 6: Tägliche Datenverarbeitung im Büro. Foto: Antonia Haupe

Die gesammelten GPS-Daten wurden mit *QGIS* verarbeitet. Dazu gehörte die Neuaufnahme der Außengrenzen mit dem GPS-Gerät und die anschließende Bearbeitung mit *Garmin BaseCamp*. Die wichtigsten Wege wurden auf die gleiche Methode aufgenommen und zu einem Netz zusammengefügt. Außerdem fanden wir während der Feldarbeit einige wichtige Veränderungen auf der Fläche wie z.B. Agrarflächen und eine Verschiebung der Brandschneise. Dabei wurde erkennbar, dass die Fläche an einer Stelle so viel größer war als auf den uns bekannten Daten, dass wir der Inventur noch zwei neue Punkte hinzufügen. Diese sind daher auf der oben aufgeführten Karte (Abbildung 43.4.1) außerhalb der grünen Waldfläche dargestellt (süd-westliche Ecke des Projekts). Diese Koordinaten wurden aufgenommen und z.T. in die endgültige Karte eingepflegt. Die Hauptarbeit bestand dann darin, die gesammelten Daten in Form von *shapefiles (ESRI)* mit den jeweiligen GIS-Anwendungen zu verarbeiten. Dies geschah größtenteils ohne besondere Vorkenntnisse.

4. Wie sah ein gewöhnlicher Arbeitstag aus?

Ein gewöhnlicher Arbeitstag bestand aus zwei Abschnitten. Zuerst fuhren wir morgens frühestmöglich auf die Fläche nach Aboudzokope. Die Fahrt dauerte ca. 1 Std. und setzt sich aus zwei Hauptwegen zusammen. Zuerst auf der Hauptstraße von Kpalimé nach Lomé bis Höhe Avetonou (20 min.). Im Ort Avetonou ging eine Schotterpiste durch viele Dörfer und an Ölpalm-Plantagen vorbei bis nach Aboudzokopé (40 min.). Im 400 Einwohner großen Dorf angekommen, packten wir die wichtigsten Messinstrumente und Hilfsmittel, sowie Schreibunterlagen und vor allem die Machete ein. Wir teilten uns in die entsprechenden Teams auf und gingen umgehend auf die Fläche.

Das Wiederaufforstungs-Projekt (570 ha) befindet sich ca. 5 Gehminuten vom Ortskern entfernt. Der Wald ist geschützt, kann aber vom Dorf extensiv genutzt werden. Vorbei an den Brandschneisen steuerten wir dann die Probepunkte an, die für diesen Tag vorgesehen waren.

Die Machete als wichtigstes Hilfsmittel, wurde intensiv eingesetzt. Teilweise erwies sich das Vorwärtstkommen auf der Fläche als sehr problematisch. Der Naturwald verfügte über eine sehr starke Begleitvegetation und lässt sich deshalb an manchen Orten nur sehr schwer erschließen.

Wenn ein Probepunkt erreicht war, markierten wir den Mittelpunkt dauerhaft mit einem Metallschild. Dafür genügte entweder ein handelsüblicher Hammer oder ein schwerer Ast. Jedes Team nahm durchschnittlich zehn dieser Markierungsschilder mit, wobei nicht garantiert war, auch alle zehn Probepunkte an diesem Tag zu erreichen.

Nachdem der Mittelpunkt festgelegt war, wurde das Maßband (oder 20m-Seil) aufgespannt, um den Probekreis zu definieren. Dieser Durchmesser legte die Außengrenzen des Kreises fest. Dann konnte mit der Bestimmungs- und Zählarbeit begonnen werden. Die, für den CSR benötigten Schätzungen notierten wir auf einem Arbeitsblatt und pflegten diese nachträglich in den Aufnahmebogen ein. Danach diskutierten wir gemeinsam über die Zukunft des Probepunkts und legten eine etwaige Pflanzung fest. Wenn alle Daten erhoben waren, konnten die Hilfsmittel verpackt werden und wir steuerten mit Hilfe der GPS-App *OsmAnd* den nächsten Probepunkt an. So gingen, kletterten und krochen wir mal in Linien, mal im Zig-Zag über die gesamte Waldfläche und nahmen alle insgesamt 247 Probepunkte auf.

Normalerweise konnten wir maximal bis 12 Uhr mittags auf der Fläche sein, weil dann die Mittagshitze unerträglich wurde. Natürlich gab es auch Ausnahmen und an manchen Tagen übernachteten wir vor Ort, um nachmittags und in der Frühe die Arbeit fortsetzen zu können.

Da es im Dorf selbst auch genug Arbeit gab, halfen wir meist, nach einer Mittagspause, noch bei den unterschiedlichen Tätigkeiten wie z.B. Wasserfilter säubern, Schafe der Schafzucht zählen oder wir übertrugen unsere aufgenommenen Daten in die entsprechenden Formulare.

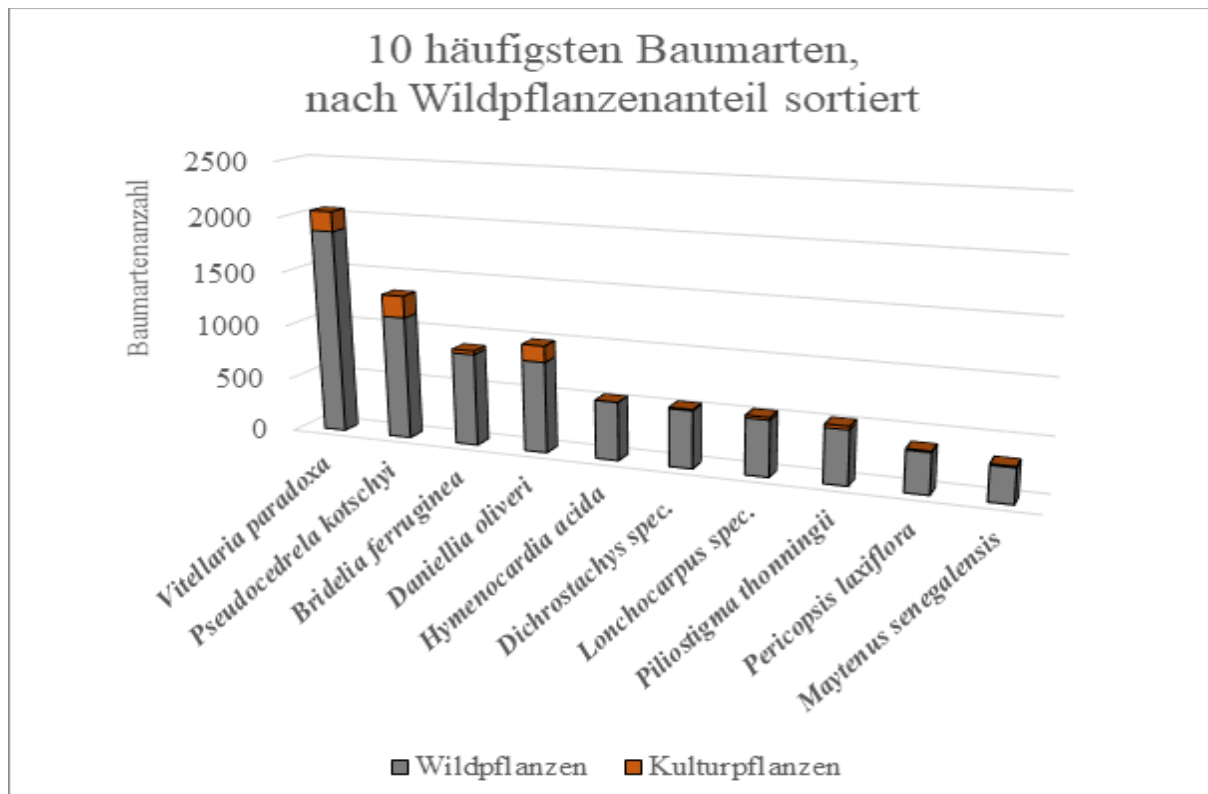
Zurück im Büro in Kpalimé übertrugen wir die Daten in das *excel*-Arbeitsblatt und bereiteten den Tag nach. Darunter fiel zum einen die simple Übertragung der Daten in die Datei. Dabei wurden jedoch auch schnell Fehler in der Aufnahme klar, die nach und nach geändert und verbessert wurden.

Außerdem konnten wir uns durch die tägliche Arbeit mit den Daten ein immer genauer werdendes

Bild der Fläche machen und dies transparent mit den Kollegen diskutieren. Der folgende Tag musste geplant werden und die Transportmöglichkeiten geklärt werden. Zudem konnten sich die Teams von Tag zu Tag flexibel ändern und Absprachen mussten getroffen werden. Somit unterteilte sich der Tag generell in Inventurarbeit auf der Fläche morgens und Nach- bzw. Vorbereitung der Inventur am Nachmittag.

5. Ergebnisse

Abbildung 7: selbst erstelltes Diagramm mit Inventurdaten, Anzahl der Bäume von 1,36% der Gesamtfläche



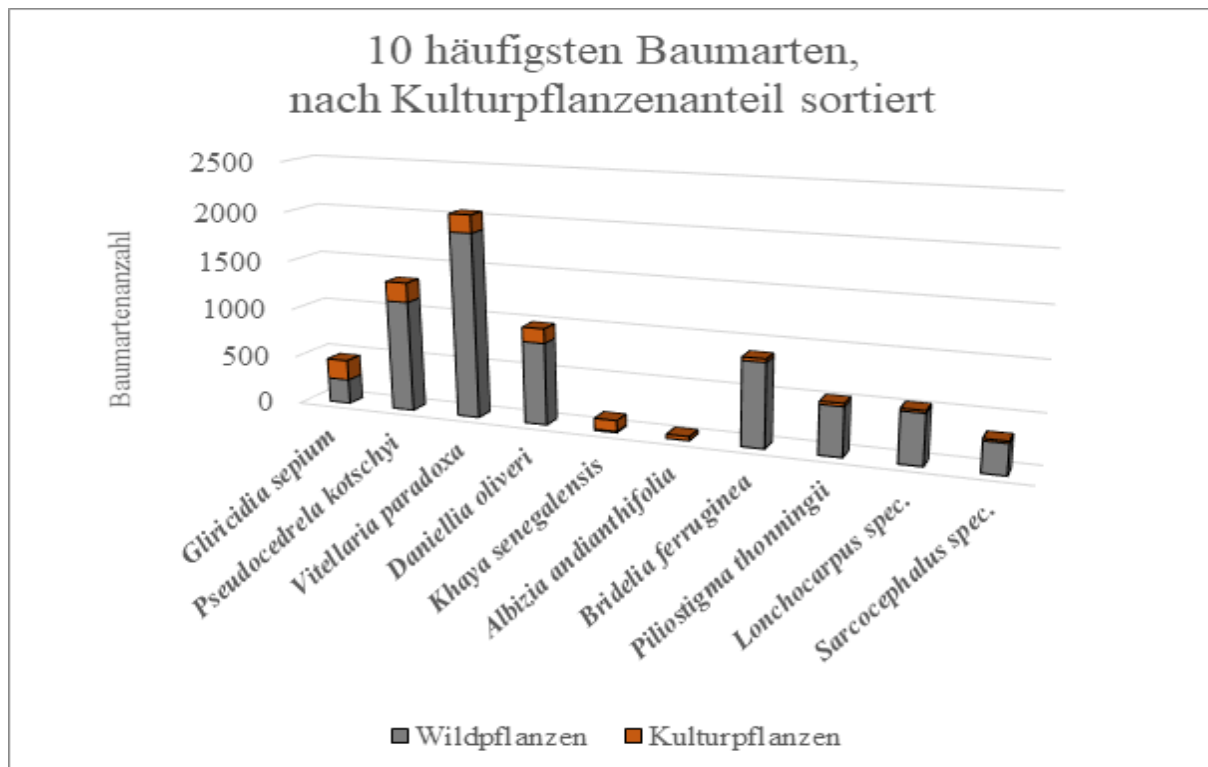


Abbildung 8: selbst erstellte Diagramme mit Inventurdaten, Anzahl der Bäume von 1,36% der Gesamtfläche

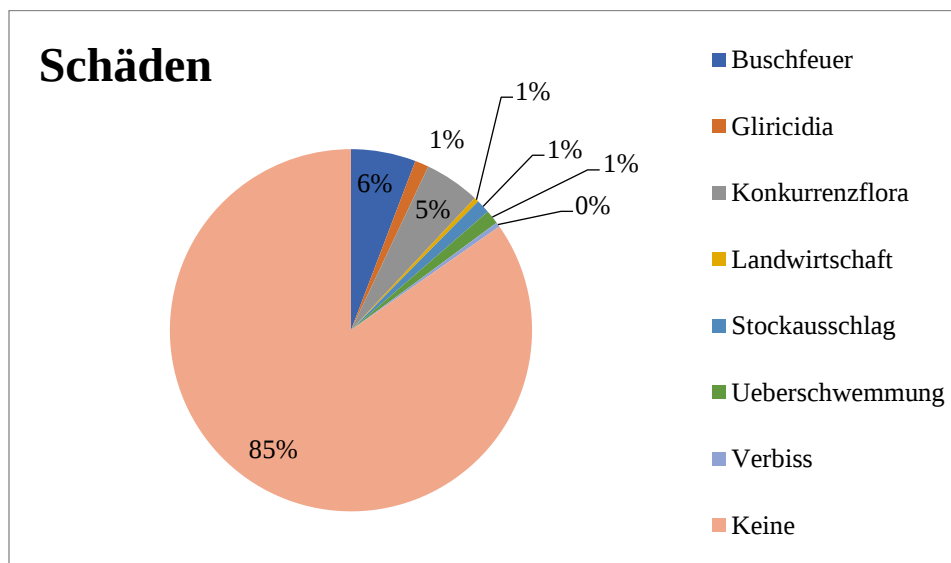


Abbildung 9: prozentuale Verteilung der Baumschäden auf der Fläche

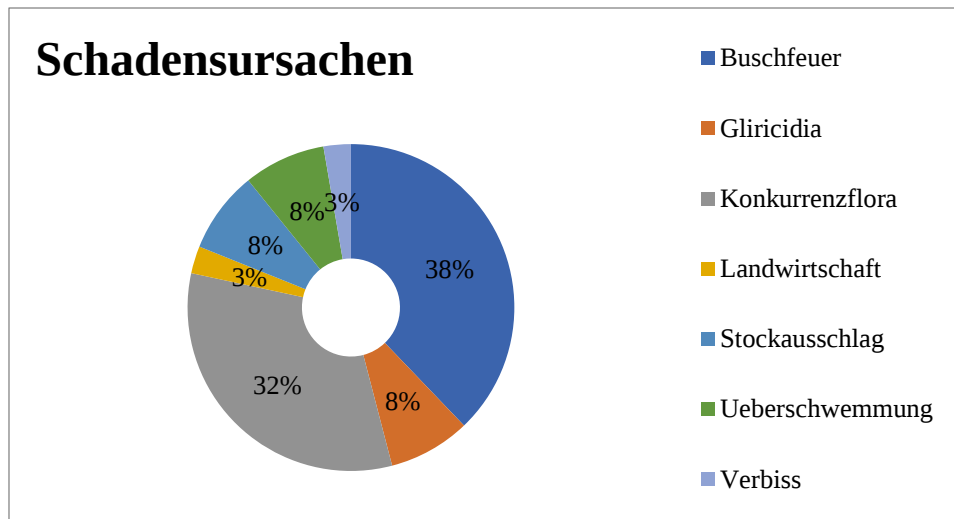


Abbildung 10: prozentuale Verteilung der Schadensursachen auf der Fläche

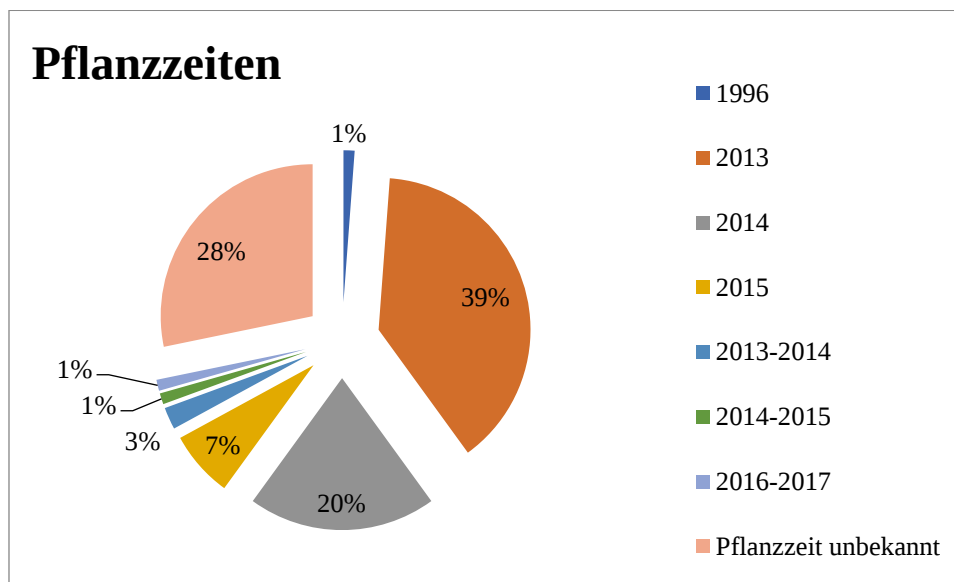


Abbildung 11: prozentuale Verteilung der gepflanzten Kulturen, Wiederaufforstung läuft seit 2013, ältere Daten beziehen sich auf Ölpalm-Kulturen.

5.1 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung mit *excel* zeigt, dass unsere aufgenommenen Daten, trotz geringer Flächenrepräsentation, eine sehr hohe Präzision aufweisen.

Standardabweichung CCP	42,7
Vertrauensintervall	5,3
20% des Mittelwerts CCP	11,8

Tabelle 1: mit Hilfe von *excel* ermittelte Standardabweichung der crown cover percentage

Standardabweichung Höhen	1,4
Vertrauensintervall	0,2
20% des Mittelwerts Höhen	0,8

Tabelle 2: mit Hilfe von *excel* ermittelte Standardabweichung Höhenverteilung

Mittelwert Summe BA	48,4
20% des Mittelwerts	9,7
Standardabweichung der BA	28,9
Vertrauensintervall	3,6

Tabelle 3: mit Hilfe von *excel* ermittelte Standardabweichung der Baumartenanzahl

6. Diskussion

Die praktische Umsetzung unserer theoretischen Überlegungen gelang gut. Einige Arbeitsschritte mussten aber im Nachhinein den örtlichen Bedingungen angepasst werden oder kamen im Laufe der Inventur hinzu.

Die Produktion der Metallschilder und die damit einhergehende permanente Markierung verzögerten sich. Deshalb mussten ca. 50 Probepunkte erneut aufgesucht werden.

Da die Zig-Zag-Methode erst während des Inventurverfahrens recherchiert und studiert wurde, musste die Methode nachträglich auf einige Probepunkte angewendet werden. Glücklicherweise waren es in etwa die gleichen Probepunkte wie bei oben genannter permanenter Markierung.



Abbildung 12: Metallschild zur permanenten Markierung der Probepunkte. Foto: Antonia Haufe

Viele Baum- und Straucharten waren uns komplett unbekannt und wir waren deshalb auf die korrekte Bestimmungsarbeit unserer togolesischen Kollegen angewiesen. Mit der Inventurarbeit auf der Fläche lernten wir sukzessiv alle vorhandenen Baumarten kennen. Doch ein zuverlässiges Bestimmen auf Artniveau war uns dadurch nicht möglich. Die Arbeitskollegen waren hingegen sehr präzise was die Artbestimmung anging und konnten diesen Teil der Inventur übernehmen. Dennoch sind einige Baumarten unbekannt geblieben und konnten auch nachträglich nicht recherchiert werden.

Das lag z.T. auch an der schwierigen Rechtschreibung einzelner Mitarbeiter. Einige wenige Baumarten konnten nur in der hiesigen Landessprache *Ewé* angegeben werden. Das führte zu einigen Verwirrungen, konnte aber größtenteils geklärt werden.

Die allgemeine Unterscheidung war eine schwierige Aufgabe. Allein auf der Projektfläche gab es 85 verschiedene Baumarten, die Unbekannten nicht mitgezählt.

Die Artenvielfalt in Westafrika ist wesentlich höher als in Deutschland.

Eine weitere Schwierigkeit ergab sich aus den Pflanzungen. Der älteste Mitarbeiter Monsieur Namati war maßgeblich beteiligt, stand uns aber nicht ständig zur Verfügung. Ohne ihn erwies sich die Angabe des Zeitpunkts der Pflanzungen als schwierig. Die meisten Pflanzungen fanden jedoch in den Jahren 2013-2014 statt (s. Abbildung 11: prozentuale Verteilung der gepflanzten Kulturen, Wiederaufforstung läuft seit 2013,

ältere Daten beziehen sich auf Ölpalm-Kulturen.

Zudem gab es kaum Informationen über einzelne Bäume z.B. war das Alter der nicht gepflanzten Bäume meistens unbekannt. Mit unseren beiden Literaturquellen (s. Quellenverzeichnis) war es uns möglich Bäume zu bestimmen und deren Verwendungszwecke und Eigenschaften kennenzulernen. Informationen zur Blütezeit in Abhängigkeit von Trocken- und Regenzeit, sowie Stammform, Rindenbild und Blattbeschreibung waren ausreichend vorhanden.

Weitere Details wie z.B. Wuchsleistung, Wurzeltyp oder individuelle Standortsansprüche konnten jedoch nicht abschließend geklärt werden. Allen voran der Holzzuwachs würde für die Inventurdaten eine wichtige Rolle spielen.

Stammdurchmesser und genaue Baumhöhenmessungen waren aufgrund fehlender technischer Hilfsmittel leider nicht möglich. Da die gesamte Fläche noch sehr jung ist (ca. 5 Jahre alt) wäre eine Ermittlung des Stammdurchmessers unpraktisch gewesen. Der Großteil der Bäume liegt noch unter der Derbholzgrenze. Ein System zur Aufnahme der stärkeren Durchmesser, war in der Zeit nicht umsetzbar. Deshalb sollte der Zuwachs über die Kronenabdeckung ermittelt werden (s. Kapitel: 4.4.2 Durchführung der Waldinventur). Eine vollständige Baumhöhenmessung wäre nur mit dem entsprechenden Baumhöhenmessgerät möglich gewesen. Diese Messgeräte standen uns nicht zur Verfügung, deshalb erfolgte die Messung als qualifizierte Schätzung.

Einzelne Punkte waren nicht erreichbar und mussten deshalb in direkter Umgebung neu markiert werden. Diese abweichende Markierung wurde mit der *OsmAnd*-App auf der Inventurkarte fixiert und nachträglich auf das Probepunkteraster übertragen (s. Inventur-Karte, abweichende Probepunkte). Der Grund für die Nicht-Erreichbarkeit der GPS-Koordinate im Probepunkt, war meistens zu dichter Unterwuchs und dornenartige Rankengewächse.

Ein Problem entstand durch die Neu-Markierung mit der GPS-App, denn die neue GPS-Koordinate (in Längen- und Breitengrad angegeben) wurde nicht ausreichend genau abgespeichert. Der Punkt war zwar in der GPS-App markiert, die geschriebene Koordinate besaß jedoch ausschließlich sechs Ziffern. Wobei die GPS-Koordinate, welche wir mit *QGIS* erstellten, die doppelte Anzahl Ziffern und somit eine erhöhte Genauigkeit auf der Fläche besitzt. Generell weichen die GPS-Koordinaten der GPS-App ca. 50m von der eigentlichen Markierung ab. Der neu-markierte Probepunkt befindet sich physisch jedoch in einem Umkreis von max. 15m zu dem eigentlichen Probepunkt.



Abbildung 13 Ausschnitt Inventur-Karte mit GPS-Koordinaten und rot umkreist die abweichenden Probepunkte

Die ursprüngliche prozentuale Abdeckung unserer Probepunkte, die wir berechnet hatten, war zu hoch. Deshalb gingen wir anfangs von einer Repräsentativität von 13,6% aus. Es stellte sich im Laufe der Arbeit jedoch heraus, dass wir beim Berechnen der Fläche unserer 247 Probepunkte eine „Null“ vergessen hatten und es sich stattdessen um 1,36% der Gesamtfläche handelt. Dadurch fielen wir automatisch unter die Mindestanforderung eines deutschen Inventurverfahrens. Im Zeitraum von 2 Monaten, in dem die Inventur erfolgte, wäre eine ausgiebigere Aufnahme jedoch nicht möglich gewesen. Wir errechneten im Nachhinein, dass mit einer Verdopplung des Durchmessers jedes Probepunkts, statt 20 m also 40 m Ø, wir eine prozentuale Abdeckung von über 5% erreicht hätten. Das hätte den Arbeitsaufwand verdoppelt und wir wären unmöglich im selben Zeitraum fertig geworden.

Die statistische Analyse zeigt, dass wir mit Standardabweichung und Vertrauensintervall sehr akkurate Daten aufgenommen haben (s. Tabelle 1: mit Hilfe von excel ermittelte Standardabweichung der crown cover percentage Tabelle 3 und Tabelle 2)

Die gesammelten Daten wurden größtenteils sauber aufgenommen und verarbeitet. In dem excel-Arbeitsblatt wurden die Daten strukturiert und weiter ausgewertet.

Alle 247 Probepunkte besitzen ein passendes Formular, die in einem Ordner im Büro in Kpalimé hinterlegt sind. Von jedem Formular finden sich deckungsgleich die Daten im excel-Arbeitsblatt wieder. Diese Daten wurden zum Teil fehlerhaft übertragen oder während der Formatierungsarbeit im excel-Arbeitsblatt verändert. Somit mussten alle Aufnahmeformulare nachträglich erneut mit der excel-Tabelle überprüft werden.

Diese Korrekturarbeiten und das händische nachtragen einzelner Daten nahm sehr viel zusätzliche Zeit in Anspruch und verlängerte unsere Auswertungsarbeit um einige Tage.

7. Fazit

Abschließend können wir feststellen, dass unsere gesteckten Ziele erfüllt wurden. Die Ergebnisse weichen ein wenig von der ursprünglichen Zielsetzung ab. Das ist dem Umstand geschuldet, dass wir eine Waldinventur zum ersten Mal durchführten und uns somit auf Neuland befanden. Dafür sind wir aber überaus glücklich mit unseren Ergebnissen. Viele Dinge verliefen anders, als anfangs geplant. Meistens handelte es sich hierbei um alltägliche Arbeitsabläufe oder angewandten Methoden.

Wir konnten uns schnell und zielgerichtet an die Ausführung machen, hätten aber vermutlich mehr Zeit in Planung und Vorbereitung investieren sollen. Dadurch wären die Abläufe wahrscheinlich reibungsloser verlaufen.

Nichtsdestotrotz sind alle Beteiligten zufrieden mit dem Ergebnis unserer Inventur. Das Team war jederzeit hilfsbereit und sehr kompetent. Ohne die Hilfe der heimischen Mitarbeiter hätten wir die Inventur niemals so durchführen können. Außerdem konnten wir gleichzeitig noch neues Wissen mitnehmen und auch Einiges zurückgeben. Durch die kleinen, aber vorhandenen technischen Möglichkeiten erleichterten wir den Mitarbeitern die Orientierung auf der Fläche und ermöglichten so auch eine Verbesserung der lokalen Arbeiten.

Die Tage, die wir im Dorf verbrachten, waren eine Reise in eine andere Welt. Wir lernten die Bevölkerung kennen und wie es ist, mit wenig Luxus zurechtzukommen. Das Leben im Dorf ist sehr einfach. Die Menschen sind trotzdem herzlich und offen. Bei unseren abendlichen Kinoveranstaltungen erschienen sie zahlreich und jede Emotion wurde spürbar. Es wurde gelacht, geklatscht und auch mal geschrien.

Wir sind sehr glücklich und dankbar, diese Erfahrungen gemacht haben zu dürfen.

8. Ausblick

Die Waldfläche ist, wie eingangs erwähnt, für die nächsten 25 Jahre weiterhin geschützt. Das bedeutet, der Wald wird weiterwachsen und die Menschen werden ihn hoffentlich entsprechend pflegen und schonen. Wenn die Fläche zudem vom Buschfeuer verschont bleibt, dann besteht sehr viel Hoffnung, dass dieser Wald eines Tages ein Refugium der Artenvielfalt und des Lebens werden kann. Die Grundlage dafür ist geschaffen. Der junge Wald erfüllt jetzt schon eine wichtige Aufgabe, denn er zeigt den Menschen, wie auch anders mit der Natur gewirtschaftet und gearbeitet werden kann. Dieses Umdenken könnte ausschlaggebend sein, dass Togo in der Zukunft überhaupt noch über die Ressource Holz verfügt.

Unsere Arbeit legt den Grundstein für ein planerisches und verantwortungsvolles Umgehen mit der Projektfläche. Durch die Inventur können Orte identifiziert werden, die unbedingt nachgepflanzt werden müssen. Bereits jetzt wendet Monsieur Namati die Inventurdaten an, um gezielt Probepunkte aufzusuchen, an denen große Lücken gefunden wurden.

Durch die permanente Markierung und mit der GPS-App sind diese Probepunkte jederzeit wieder auffindbar und ergeben so ein regelmäßiges Netz über die gesamte Fläche.

Es könnten zudem Überlegungen erfolgen, die Baumschulen effektiver zu gestalten. Vor allem durch Dokumentation könnten Parameter wie Sterblichkeit oder Wuchsleistung besser erkannt werden.

9. Literaturverzeichnis

- A. Akoegninou, W. v. (2006). *FLORE ANALYTIQUE DU BENIN*. Cotonou & Wageningen,:
Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, République du Bénin.
- Kazmierczak, K., & Zawieja, B. (2016). *olia Forestalia Polonica*, Vol. 58 (1). *Tree Crown size as a measure of tree biosocial position in 135-year-old oak (Quercus L.) stand*.
- NatureOffice GmbH. (15. 03 2019). *Project-togo.de*. Von <http://www.project-togo.de/en/projekt.html> abgerufen
- R. J. Hnatiuk, R. T. (2008). *Field Survey For Vegetation Classification*.
- R. J. Hnatiuk, R. T. (2008). *FIELD SURVEY FOR VEGETATION CLASSIFICATION*.
- Scheuber, P. M. (2016). *Grundlagen der Statistik*.
- Seitz, M. (2018). *Waldinventur im Klimaprojekt PROJECT TOGO Fläche Abouzokope*.
- Wikipedia*. (2019). Von <https://de.wikipedia.org/wiki/Togo> abgerufen

10. Plagiatserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Arbeit selbstständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe und dass ich alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken oder dem Internet entnommen sind, durch Angabe der Quellen als Entlehnung kenntlich gemacht habe. Mir ist bewusst, dass Plagiate als Täuschungsversuch gewertet werden und im Wiederholungsfall zum Verlust der Prüfungsberechtigung führen können.

Ort, Datum

Unterschrift