

Bericht zum Forschungspraktikum

Erhalt der Bodenfeuchte durch Fragmentiertes Zweigholz im semiariden Hochland von Bolivien



vorgelegt von

Lorenz Beister

(Matrikelnummer: 23653785)

vorgelegt am: 00.00.2015

Prüfer: Dr. Alexander Höldrich

Betreuung: Dr. Noemi Stadler- Kaulich

Inhaltsverzeichnis:

Eidesstattliche Erklärung	Seite 2
Abbildungsverzeichnis	Seite 3
1.Einführung in die Thematik	Seite 4
2. Agroforst im Allgemeinen und in Mollesnejta	
2.1 Definition und Geschichte des Agroforst	Seite 5
2.2 Eckdaten zu der Versuchsfarm Mollesnejta	Seite 6
2.3 Versuch: Erhalt der Bodenfeuchte durch Fragmentiertes Zweigholz im semiariden Hochland von Bolivien	
2.3.1 Überlegungen zum Versuch	Seite 8
2.3.2 Anlegen des Versuchsfeldes	Seite 9
2.3.3 Schneiden des Häckselguts	Seite 10
2.3.4 Beobachtungen auf dem Versuchsfeld	Seite 11
2.3.5 Fazit des Versuches	Seite 12
2.4 Messung der Bodenfeuchte	
2.4.1 Überlegungen zum Versuch	Seite 13
2.4.2 Deutung der Ergebnisse	Seite 15
2.5 Kon- Tiki Quechua	Seite 15
2.6 Sonstiger Tagesablauf	Seite 17
3. Danksagung	Seite 18

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass der vorliegende Praktikumsbericht ohne Hilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt wurde. Alle verwendeten Passagen wurden kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Lorenz Beister

Straubing, 03.12.2015

Abbildungsverzeichnis:

- Abbildung 1: Klimadiagramm von Cochabamba (Bolivien)
<http://de.climate-data.org/location/3851/>
- Abbildung 2: Einfluss auf Lang- und Kurztag auf das Wachstum von *Stevia rebaudiana* Bretoni (nach Motivier und Viana, 1979)
<http://hss.ulb.uni-bonn.de/2011/2640/2640.pdf>
- Abbildung 3 + 4: Skizze und Fotografie des Versuchsfeldes
- Abbildung 5: Häckselmaschine Elite Major 4S GX270
- Abbildung 6: Anzahl der Pflanzen, die 3 Wochen unter Versuchsbedingungen überlebten
- Abbildung 7 + 8: Daten zu Gewicht und Gießzeiten
- Abbildung 9: Kon- Tiki Quechua
- Abbildung 10: Frisch gefüllte Pflanztüten und ausgewachsene Stecklinge

Thema des Forschungspraktikums:

Erhalt der Bodenfeuchte durch Fragmentiertes Zweigholz im semiariden Hochland von Bolivien

1. Einführung in die Thematik:

Bei Fragmentiertem Zweigholz, zu englisch radial chipped wood, handelt es sich um Holzweige mit einem maximalen Durchmesser von 7 Zentimetern, die durch einen Zerkleinerungsprozess, zum Beispiel unter Zuhilfenahme einer Häckselmaschine, zu Spänen mit einer Dicke von 2-10 mm und einer Länge von maximal 10 cm verarbeitet werden. Zu beachten ist, dass der Laubholzanteil bei mindestens 80 % liegt, da die Rinde von Nadelhölzern eine starke Bakterizidenwirkung ausüben kann. Diese Art und Weise der Bodenbewirtschaftung hat folgenden Vorteile: zum einen, und das wird auch der Schwerpunkt dieses Berichtes sein, wird das Bodenwasser deutlich länger gehalten. Dies kann soweit gehen, dass eine Bewässerung nicht mehr vonnöten ist, zumindest kann eine große Einsparung erzielt werden. Besonders in ariden oder semi-ariden Ländern wie Bolivien ist dies wichtig, um einem Austrocknen der Pflanzen entgegenzuwirken.¹ Außerdem wird durch kein anderes biologisches Verfahren derartig schnell Humus gebildet. Humus, also die Gesamtheit der toten organischen Substanz aus Pflanzen und Tieren, kann sich auf diese Weise in 10 Jahren um 1% mehren.² Zum Vergleich benötigt Kompost um seinen Humusgehalt um 1 % zu vergrößern 50, Mist sogar 80 Jahre. Ebenso nimmt die mikrobiologische Aktivität im Humus stark zu. Die im Fragmentiertem Zweigholz vorhandenen Nährstoffe wie zum Beispiel Zucker, Cellulose, Vitamine und Proteine gehen eine Symbiose mit denen des Bodens ein und beeinflussen entscheidend das Bakterienaufkommen und das Bodenleben im Allgemeinen.³ Ein weiterer Vorteil von Fragmentiertem Zweigholz ist die Düngewirkung, die auch maßgebend für ärmere Regionen der Erde ist, da sich nicht viele der Bauern künstlich hergestellte anorganische Dünger leisten können. Das Fragmentierte Zweigholz bietet alle wichtigen Nährstoffe, die ein Düngen überflüssig machen. Stickstoff zum Beispiel, wird auf diese Weise sehr lange im Boden gehalten und auch Biozide, also Wirkstoffe gegen den Schädlingsbefall, werden überflüssig. Fragmentiertes Zweigholz wird in den

¹ https://permanorikum.wordpress.com/2011/02/28/fragmentiertes_zweigholz/

² Bachelorstudiengang Nachwachsende Rohstoffe, Vorlesung Pflanzenkunde, WS 13/14

³ <http://www.hochfelder.de/fragmentiertes-zweigholz.html>

meisten Ländern als Abfallprodukt der Forstwirtschaft gesehen. Dass dieses die Bodenfeuchte in der Landwirtschaft entscheidend beeinflussen kann, habe ich in meinem Forschungspraktikum untersucht und die Ergebnisse werden in diesem Bericht aufgezeigt.

2. Agroforst im Allgemeinen und in Mollesnejta

2. 1 Definition und Geschichte des Agroforst:

Definition nach J. Vogt (1999): *„Agroforstwirtschaft ist eine Form der Landnutzung, bei der mehrjährige Holzpflanzen (Bäume, Sträucher, Palmen, Bambus, etc.) willentlich auf der selben Fläche angepflanzt werden, auf der auch landwirtschaftliche Nutzpflanzen angebaut und / oder Tiere gehalten. [...]“*⁴ Diese können sowohl räumlich variable angeordnet werden, jedoch auch in einer zeitlichen Abfolge. Dabei gibt es Interaktionen auf ökonomischer und ökologischer Basis zwischen den Komponenten.

Agroforst hat in der indigenen Bevölkerung Lateinamerikas schon eine lange Geschichte. Neben dem Jagen und Sammeln wurden schon damals Flächen kontrolliert abgebrannt, die Flächen wurden zwar bis zu 15 Jahren am Stück durchgehend bewirtschaftet, jedoch lagen sie danach auch 50 Jahre brach. Dabei hatten die im Agroforst angebauten, ausschließlich einheimischen Bäume zum einen ernährerische und medizinische Zwecke, wurden aber auch des göttlichen Kultes wegen angebaut. Tierhaltung wurde zu dieser Zeit jedoch keine betrieben. Heute hat sich dies geändert und ein silvopastoraler Agroforst, also der Anbau von Bäumen und Sträuchern in Verbindung mit Tieren und Futterpflanzen, sind keine Seltenheit. Außerdem sind moderne Agroforstsysteme an den aktuellen Stand der landwirtschaftlichen Produktionstechnik angepasst, um einen negativen Einfluss für die landwirtschaftliche Nutzung zu vermeiden.⁵

⁴ <http://www.agroforst.de/2-definition.html#kurzdef>

⁵ Bachelorstudiengang Nachwachsende Rohstoffe, Vorlesung Forst und Holz, WS 14/15

2.2 Eckdaten zu der Versuchsfarm Mollesnejta:

Die Versuchsfarm Mollesnejta (Quechua-Bedeutung „wo die Molleebäume stehen“) liegt eine Stunde Autofahrt, etwa 35 km westlich von der Millionenstadt Cochabamba (Bolivien) entfernt, oberhalb des kleinen Quechua-Dorfs Combuyo auf 2800m oberhalb des Meeresspiegels. Diese Gegend liegt auf dem 15. Breitengrad, also den tropischen Breiten und weist ein stark subtropisch, semi-arides Klima auf; das Jahr wird durch eine rund 8 Monate anhaltende Trockenzeit geprägt, in der die Verdunstung dem Niederschlag überwiegt, aber auch durch eine Regenzeit, in der das Klima im Jahresverlauf 4 Monate humid ist. Die Niederschlagsmenge eines Jahres liegt auf Mollesnejta normalerweise bei 530mm, jedoch im Jahr zuvor (2014) nach Messungen Dr. Stadler-Kaulichs bei 503mm. In der Regenzeit sind 30 mm Niederschlag am Stück auf wenige Stunden keine Seltenheit, ebenso wie längere Regenpausen von bis zu 6 Wochen.

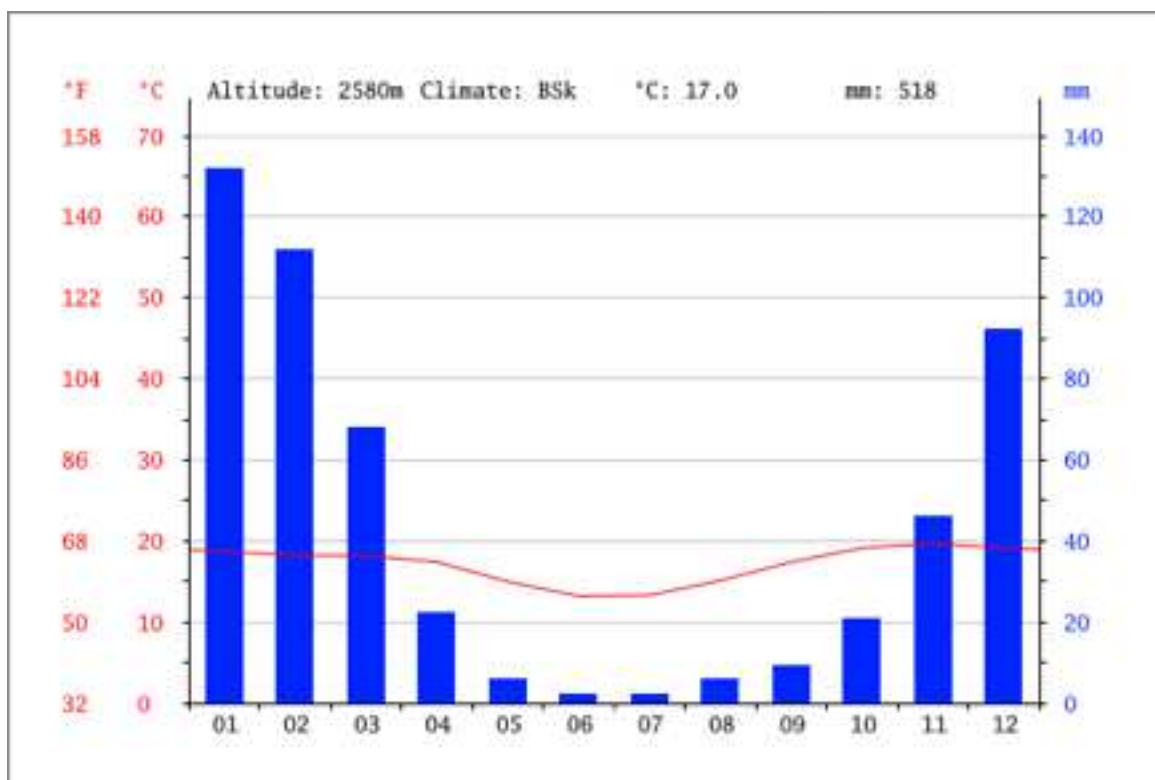


Abbildung 1: Klimadiagramm von Cochabamba (Bolivien)

Der Boden auf Mollesnejta ist gerade in der Trockenzeit sehr hart und trocken, jedoch durch die Bepflanzung, und das trotz der vielen großen und kleinen Steine im Boden, lang nicht so erosionsgefährdet wie normalbewirtschaftete Flächen. Durch die Variation von Obstbäumen,

nativen Forstbäumen, Gräsern, Pilzen, aber auch Beeren- und Futtersträuchern konnte der Nährstoffkreislauf wiederhergestellt werden und kann so dem Risiko der Bodendegradation entgegenwirken. Dadurch nimmt auch die chemische Verwitterung ab und Aluminium-, Eisen- und Siliziumoxide halten sich besser im Boden. Ebenso schwindet das Risiko der Nährstoffauswaschung durch Wind- und Wassererosion, die gerade in den humiden Monaten durch die kurzen und starken Regenfälle sehr hoch ist. Durch die sehr bergige und karge Topographie im Andenstaat ist Evaporation durch Wind ein großes Thema. Föhnwinde, also trockene und warme Fallwinde von den Bergen, meist von der windabgewandten Leeseite, bewirken eine überdurchschnittliche Austrocknung von Pflanzen. Um dieser entgegenzuwirken ist man angehalten trockenresistente, tiefwurzelnde Pflanzen anzubauen und diese eng nebeneinander zu stellen. Da sich das Grundwasser auf dem Grundstück in 28m Tiefe befindet, sind gerade Pflanzen mit tiefreichenden Wurzeln, die das Wasser auch noch aus großer Tiefe durch die Wurzeln aufnehmen und so in obere Schichten ziehen können, vorteilhaft und von großer Bedeutung für die einheimische Bevölkerung. Außerdem wachsen die Pflanzen unter Kurztagverhältnissen auf was bedeutet, dass sie mit maximal 12 Stunden Sonnenschein am Tag auskommen müssen und mit 12 Stunden Nacht und Kälte konfrontiert sind; dies bewirkt ein wesentlich langsames Wachstum, wie in folgender Abbildung zu sehen ist. All die Daten zu Mollesnejta habe ich aus Erzählungen meiner Praktikumsleiterin Dr. Noemi Stadler-Kaulich und berufen sich auf persönliche Erfahrungen bzw. ihr Wissen.

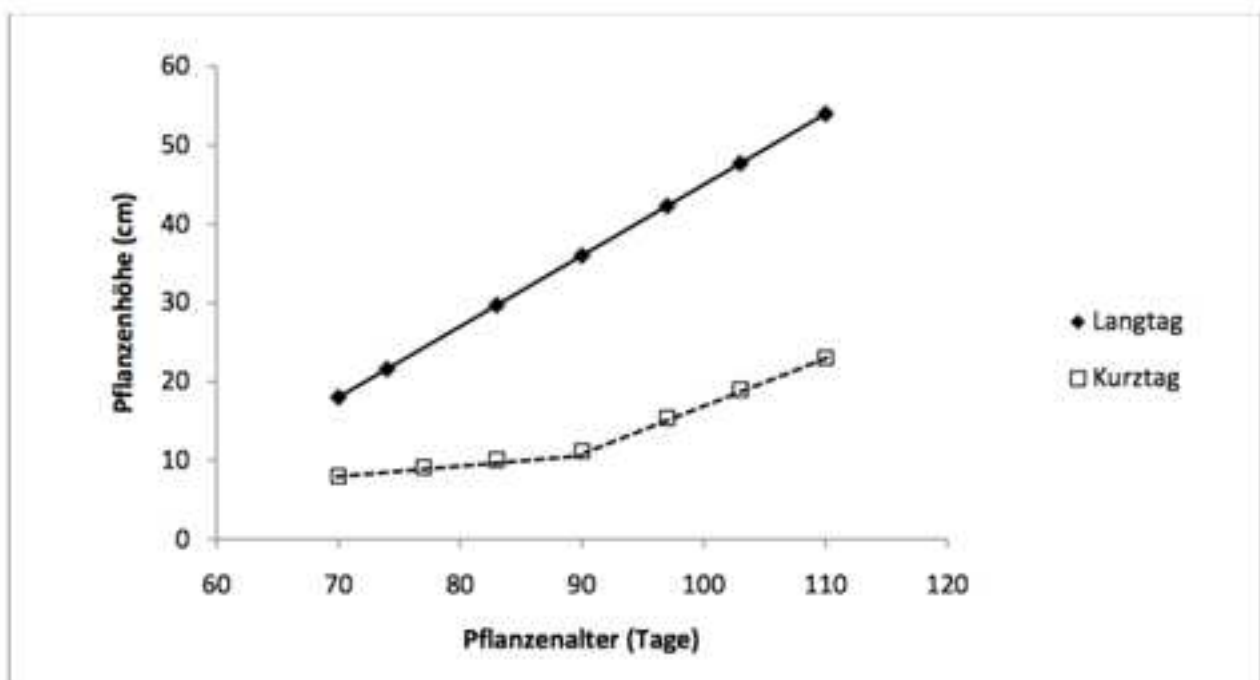


Abbildung 2: Einfluss auf Lang- und Kurztag auf das Wachstum von *Stevia rebaudiana* Bretoni (nach Motivier und Viana, 1979)

2.3 Versuch: Erhalt der Bodenfeuchte durch Fragmentiertes Zweigholz im semiariden Hochland von Bolivien

2.3.1 Überlegungen zum Versuch:

Das Hauptaugenmerk des Versuches lag darin Wasser einzusparen, unter der Zuhilfenahme von Fragmentiertem Zweigholz. Also wurde das Feld in drei Teilbereiche gegliedert, bei denen die Bewässerungsmenge variiert wurde; 80%, 60% und 40% der Normalbewässerungsmenge, welche bei rund 10l pro Quadratmeter liegt. Diese drei Teilbereiche wurden nochmal in vier Parzellen unterteilt. Dort wurden zum einen die Ausbringungsmenge des Fragmentierten Zweigholzes variiert, in einer Parzelle wurden 10l des Hackguts zehn Zentimeter in den Boden eingearbeitet, bei einer anderen die dreifache Menge. Zum anderen wurde eine Parzelle nur mit Tagasaste bedeckt, da dies ein sehr schnellwachsender Baum ist, der gerade in Bolivien ein großes Vorkommen aufweist. Eine Parzelle wurde zum kontrollieren und vergleichen komplett freigelassen. So konnte man die Auswirkungen des Hackguts auf das Wachstum der Pflanzen beobachten und untersuchen. Die kleinen Salatstecklinge konnte man auf dem Markt in Cochabamba erwerben, einem der größten Südamerikas, welche 4cm lang waren und eine 1cm lange Wurzel besaßen. Das Pflanzen wurde gegen Abend durchgeführt, da die kleinen Pflänzchen anschließend gleich bewässert wurden und heftige Sonneneinstrahlung in Verbindung mit Wassertropfen ein Verbrennen der Blätter zur Folge gehabt hätte und somit einen negativen Einfluss auf das Wachstum. Außerdem wurde zur Abwehr von Vögeln ein Netz über das Feld gespannt, das auch gleichzeitig ein wenig Schatten für die jungen Pflanzen bot. Die ersten drei Tage nach dem Pflanzen wurden stark gegossen, um ein Anwachsen der Wurzeln im Boden zu garantieren, erst am vierten wurde der Versuch mit der Variation der Bewässerungsmenge begonnen und ab da an nur noch jeden vierten Tag.

Auf dem hinteren Teil des Versuchsfeldes taten Stefan und ich einen gemeinsamen Versuch, einen Mix aus Fragmentiertem Zweigholz und Pflanzenkohle. Dazu wurden 20l Häckselgut und 10l Pflanzenkohle zehn Zentimeter in den Boden aufgelegt bzw. eingearbeitet. Dieses Feld wurde mit 5l pro Quadratmeter gegossen.

2.3.2 Anlegen des Versuchsfeldes:

Am Montag, den 17.08.2015 wurde begonnen das Versuchsfeld zu vermessen und umzugraben. Dieses Feld hatte die Maße 4x10m und wurde zu Forschungszwecken 2012 schon einmal bewirtschaftet, jedoch hatte sich umfassend Vegetation ausgebreitet mit teils tiefreichenden Wurzeln. Das Umgraben mit einer klassischen Hacke und einem Rechen stellte sich als anstrengender heraus als gedacht, das Planieren wurde durch zahlreiche große und kleine Steine, die für den damaligen Versuch nicht vom Feld entfernt wurden, erschwert. Um den Versuch nicht zu verfälschen, wurden diese so weit wie möglich entfernt. Am 24.08.2015 wurden auf dem gesamten Feld kleine Salatstecklinge gepflanzt. Dazu wurde ein kleines Loch in den Boden gebohrt und die Wurzeln in diesem leicht angedrückt. Mit dem Fragmentierte Zweigholz wurde versucht ein kleines Nest um jede Pflanze zu legen. Pro Parzelle wurden 12 Stecklinge gepflanzt, also 48 Stück pro Teilbereich. Die folgenden Graphik zeigt das Feld, das ich mir mit Stefan teilte; den linken Teil bewirtschaftete ich alleine, den rechten Stefan und das hintere Stück taten wir den gemeinsamen Versuch.







-  Hackgut 30l/m²
-  Hackgut 10l/m²
-  Tagasaste 30l/m²
-  Kontrollfeld



Abbildung 3 + 4: Skizze und
Fotographie des Versuchsfeldes

2.3.3 Schneiden des Häckselguts:

Drei Tage lang wurden Bäume und Sträucher auf dem Grundstück zugeschnitten, um Material für den Häcksler zu sammeln. Sträucher wurden Zweig für Zweig knapp oberhalb von ihren neugebildeten Blüten geschnitten, bei Bäumen oder hochwachsenden Sträuchern wurden ungesunde und unwichtige Nebenbestandteile entfernt und nur ein gesunder, der zukünftige Hauptstamm stehen gelassen, um die volle Wachstumskraft auf diesen zu lenken. Es handelte sich dabei um die folgenden einheimischen Bäume:

- Tagasaste
- Jacarandá
- Tuna
- Chacatea
- Guyava
- Kurkuma
- Acacia nigra

Die abgeschnittenen Zweige und Äste wurden gesammelt und teilweise mit einem Hänger, aber hauptsächlich händisch zum Häcksler getragen. Beim Häcksler handelte es sich um einen Eliet Major 4S GX270, der von einem 9 PS starken 4-Takt Hondamotor angetrieben wird. Die 20 verbauten Messer sind extrem scharf und häckseln Äste bis zu einem Durchmesser von 55mm ohne Probleme. Der Häcksler arbeitet mit dem sogenannten „Axtprinzip“, welches sich ELIET patentieren hat lassen.⁶ Wie beim Holzspalten mit einer Axt wird das Holz in Faserrichtung geschnitten und gehackt, wodurch deutlich weniger Leistung nötig ist, als bei herkömmlichen Häckslern. Die einzigen Schwierigkeiten stellten vielbelaubte Äste dar, die den Häcksler zweimal verstopfen ließen, was jedoch durch das Entleeren des Schneideraums schnell zu beheben war. Das Häckselgut wurde im Hänger gesammelt und anschließend aufs Feld gefahren.

⁶ <http://www.eliemachines.com/de/katalog/hacksler/major-4s/technology>



Abbildung 5: Häckselmaschine Elite Major 4S GX270

2.3.4 Beobachtungen auf dem Versuchsfeld:

Das Anwachsen der Salatstecklingen am Kontrollfeld und der Parzelle mit der niedrigeren Hackgutmenge gelang einwandfrei, bei den beiden anderen erschwerte das Fragmentierte Zweigholz, bzw. der Tagasaste-hack, der dicht um die neugepflanzten Stecklinge gelegt und auch untergegraben wurde, das Aufblühen. Diese Salatpflanzen entwickelten sich im Laufe des Versuches auch etwas langsamer, gegenüber den Pflanzen der anderen Parzellen. Die drei Teilbereiche mit der Variation der Bewässerungsmenge von acht, sechs und vier Liter auf einen Quadratmeter unterschieden sich nicht derart signifikant, wie zuerst gedacht. In allen drei Teilbereichen gab es Salatpflanzen die eingingen, was auf den Verbiss selbst durch das gespannte Netz zurückzuführen war. Klar erkennen lies sich in der Parzelle mit der niedrigsten

Bewässerungsmenge, dass trotz des Fragmentierten Zweigholzes die Pflanzen kurz vor oder unter Wassermangel litten, da die meisten eingegangen waren. Im Kontrollfeld hatte keine einzige überlebt. Es ist anzumerken, dass man um ein noch exakteres und repräsentativeres Ergebnis zu erhalten, den Versuch größer dimensionieren müsste, was im Hinblick auf Zeit und Ort jedoch nicht möglich gewesen wäre. Folgende Tabelle zeigt die Anzahl der ursprünglich 12 gepflanzten Pflanzen an, die 3 Wochen nach der Pflanzung noch auf dem Feld standen.

	8l/m Bewässerungsmenge	6l/m Bewässerungsmenge	4l/m Bewässerungsmenge
Hackgut 30l/m	9	7	4
Hackgut 10l/m	8	6	2
Tagasaste 30l/	9	8	5
Kontrollfeld	8	5	0

Abbildung 6: Anzahl der Pflanzen, die drei Wochen unter Versuchsbedingungen überlebten

2.3.5 Fazit des Versuches:

Eine Wassereinsparung durch Fragmentiertes Zweigholz ist in jedem Falle zu erzielen. Bei Normalbewässerung von zehn Litern auf einen Quadratmeter ohne Hackgut kann man davon ausgehen, dass 90 Prozent der Pflanzen überleben. Durch den Einsatz das Fragmentierte Zweigholz es lässt sich eine Wassereinsparung von über 30 Prozent realisieren. Dabei ist zu achten, dass die Wurzeln der jungen Pflanzen nicht auf Teile des Hackguts stoßen und von diesen auch nicht überdeckt werden, zum Beispiel durch starke Winde. Am Besten ist ein kleines Nest, das man für jeden kleinen Steckling vorsieht.

Der Tagasaste-hack hatten durchwegs einen guten Einfluss auf das Pflanzenwachstum. So überlebten im Schnitt noch mehr Pflanzen als unter Zuhilfenahme des Fragmentierten Zweigholzes. Dies ist vielleicht auf die vielen Blätter zurückzuführen, die das Bodengefüge kompakter machen und so dem Anwachsen der Stecklinge perfekte Voraussetzungen schafft.

Der gemeinsame Versuch mit Stefan lief ausschließlich positiv. Das Zusammenwirken von Fragmentierten Zweigholz und Pflanzenkohle hatte einen rein positiven Einfluss auf das Pflanzenwachstum und die Bodenfeuchte im Allgemeinen. 85 Prozent der Salatstecklinge konnten erfolgreich anwachsen, die Bewässerungsmenge konnte nachweislich um 50 Prozent reduziert werden, ohne eine negative Wirkung auf das Pflanzenwachstum zu haben.

2.4 Messung der Bodenfeuchte

2.4.1 Überlegungen zum Versuch

Da kein Feuchtigkeitsmesser zur Verfügung stand, um den Feuchtegehalt des Bodens zu messen, wurde ein Versuch mit Pflanztüten begonnen. Die Idee war es diese mit Variationen aus Erde und Hackschnitzel zu füllen, einmal zu bewässern und dann deren Gewicht mit einer handelsüblichen Waage zu messen, um so den Wassergehalt auf diese Weise zu ermitteln. Es hieß festzustellen, wie viel Niederschlag das Hackgut aufnehmen und auch speichern kann. Veranschlagt wurden drei Pflanztüten jeweils mit dem gleichen Verhältnis zu mischen, um am Ende ein plausibles Ergebnis zu erhalten. Genutzt wurden leere Milchtüten, die mit drei Löchern am Boden versehen wurden. Die ersten drei Tüten wurden ausschließlich mit Erde befüllt; angepeilt wurden bei allen Pflanztüten ein Gewicht von 500 Gramm. Drei weitere wurden mit ungefähr 10 % des Gesamtgewichts, also gut 50g Hackschnitzel und 450g Erde zuerst vermischt und dann gefüllt, die drei letzten mit der doppelten Menge, nämlich 100g Hackgut und nur noch 400g Erde. Nach dem Wiegen und Notieren der Werte, wurden die Tüten jeweils mit 1l gegossen und nach rund 24 Stunden erneut gewogen. Dies wurde nach 48, 72 und 120 Stunden wiederholt. Um festzustellen, wie sich eine verminderte Bewässerungsmenge auf das Gewicht der Tüten auswirkt, also in wie weit die Hackschnitzel die Bodenfeuchte beeinflussen, wurde der gleiche Versuch mit 1/2l Bewässerungsmenge zu Beginn des Versuchs pro Tüte ausgeführt. Die Messwerte sind in den beiden folgenden Tabellen dargestellt.

	500g Erde			450g Erde + 50g Hackgut			400g Erde + 100g Hackgut		
	Tüte 1	Tüte 2	Tüte 3	Tüte 1	Tüte 2	Tüte 3	Tüte 1	Tüte 2	Tüte 3
Nach dem Befüllen	508	509	506	505	518	507	500	504	519
	Gießen (1 Liter pro Tüte)								
24h später	569	559	536	625	613	593	665	639	670
48h später	538	527	490	604	587	560	621	619	638
72h später	517	508	465	589	575	548	603	607	613
120h später	482	480	442	555	538	507	564	558	569

	500g Erde			450g Erde + 50g Hackgut			400g Erde + 100g Hackgut		
	Tüte 1	Tüte 2	Tüte 3	Tüte 1	Tüte 2	Tüte 3	Tüte 1	Tüte 2	Tüte 3
Nach dem Befüllen	490	486	472	502	516	498	526	516	503
	Gießen (1/2 Liter pro Tüte)								
24h später	527	521	503	563	571	545	613	608	603
48h später	489	479	445	527	535	514	587	582	574
72h später	465	461	438	506	510	485	571	570	567
120h später	451	450	447	490	492	479	553	538	545

Abbildung 7 + 8: Daten zu Gewicht und Gießzeiten

2.4.2 Deutung der Ergebnisse:

Allgemein lässt sich sagen, dass das Gießen mit 1000ml, bzw. 500ml nicht mit einer Erhöhung des Gewichts um einen bzw. einen halben Kilo in Verbindung steht, da das Wasser durch die in die Tüte geschnittenen Löcher sich selbst regulieren kann. Die Werte lassen eindeutig die Wasserspeicherung des Fragmentiertem Zweigholzes erkennen. Pflanztüten, die ausschließlich mit Erde gefüllt waren, hatten nach spätestens fünf Tagen weniger Gewicht, als noch vor des Gießens. Dies kann zum einen an der leicht feuchten Erde liegen, die zum Befüllen der Tüten verwendet wurde und nach fünf Tagen Sonneneinstrahlung einen geringeren Wassergehalt aufwies als noch zu Beginn, jedoch auch an den drei kleinen Löchern, durch die ein wenig Erde beim Gießen ausgewaschen wurde.

2.5 Kon-Tiki Quechua:

Dieser Ofen des Ithaka Instituts wurde entwickelt um aus Biomasse möglichst effizient Pflanzenkohle herzustellen. Der Ofen hat die Form eines abgeschnittenen Kegelstumpfes mit einem Innenwinkel von 110°, was einen Schwelbrand ermöglicht. Derartige Brände entstehen durch einen Mangel an Sauerstoff, sichtbaren Flammen gibt es nicht, jedoch entstehen Wirbel über dem Feuer, die ein gleichmäßiges Abbrennen zur Folge haben. Zudem lässt sich ein äußerer Mantel am Ofen anbringen, der eine konstante Temperatur ermöglicht, um eine gute Pyrolyse zu ermöglichen. Da jedoch beim Nachschmeißen von Biomasse gelegentlich ein Feuer entfachte, loschen (engl. to quench) wir es mit Wasser, da ein vollständiges verbrennen vermieden werden sollte, gelegentlich aber auch mit ein wenig Urin. Dies hat zur Folge, dass die Kohle Nährstoffe wie Kalium, Phosphor und Stickstoff aufnimmt und auf dem Feld an die Pflanzen abgeben kann. Beim Köhlern selbst war eine Brandwache immer vonnöten, die auf das gleichmässige Abbrennen, entweder durch Nachlegen oder durch Löschen achtete, nicht zuletzt auch um einen Brand ausserhalb des Ofens zu vermeiden. Das komplett in Wasser setzen nach Beendigung ist zu empfehlen, um einen Nachbrand zu vermeiden. Nach der dreitägigen Abkühlung wurde das Wasser am unten angebrachten Hahn abgelassen und das Ergebnis waren 0,55m³ Pflanzenkohle.



Abbildung 9: Kon- Tiki Quechua

Diese nutze Stefan für seinen Versuch den Boden durch Untermischung dieser zu verbessern, wir brachten sie aber auch in Verbindung mit Mist unter Bäumen aus. Frau Dr. Stadler-Kaulich hatte im Laufe der Zeit einen großen Misthaufen angelegt, mit all den Exkrementen der Tiere wie den beiden Eseln, der beiden Rinder, den 4 Gänsen und dem Stroh der Gehege. Dieser Mist lagerte dort schon seit einem knappen Jahr und hatte sich weitestgehend zersetzt. Dieser wurde in Säcke gefüllt, an die beiden Esel gebunden und an den rund 100 Höhenmeter höhergelegenen Ausbringungsort befördert. Dort wurde der Mist mit der vom Kon-Tiki Quechua gewonnenen Pflanzenkohle im Verhältnis 5:1 gemischt. Um die meisten Pflanzen auf dem gesamten Grundstück befand sich ein so genanntes Nest, das aus abgeschnittenen Zweigen, Stroh und Blättern bestand und im Radius von einem Meter um die Pflanze gelegt wurde und vor Evaporation der Pflanze schützen soll. Dieses wurde zur Seite geschoben, die Unkräuter und Wurzeln anderer Pflanzen entfernt und das Gemisch aus Mist und Kohle großflächig verteilt. Dies wurde hauptsächlich bei Obstbäumen getan, die auf diese Weise außer nach der Pflanzung komplett ohne Bewässerung auskommen.

2.6. Sonstiger Tagesablauf:

Der normale Arbeitsalltag außerhalb des Versuches war vielfältig und abwechslungsreich; in einem Agroforstbetrieb gibt es die verschiedensten Aufgaben. Einen Tag lang wurde in dem steinigen, trockenen und festen Boden Pflanzlöcher von einem Meter Tiefe und 50cm Breite gegraben. Diese Ausmaße sind notwendig um den jungen Stecklingen einen lockeren und nährstoffreichen Wurzelraum bieten zu können. Die Wurzeln der heranwachsenden Pflanzen sind in diesem Stadium noch nicht stark genug den harten Boden zu durchdringen, erst ab einem Alter von zwei bis vier Jahren. Diese Löcher wurden meist neben großen, bereits bestehenden Pflanzen ausgehoben, um den jungen Stecklingen Wassersicherheit zu garantieren.

Außerdem befüllten Stefan und ich Pflanztüten mit Erde, drückten Samen drei Zentimeter tief in die weiche Oberfläche und bedeckten diese mit einer dünnen Schicht des Fragmentiertem Zweigholzes. Pflanztüten dienen dazu, um aus Samen kleine Stecklinge zu ziehen, die unter sicheren Verhältnissen wie Schatten, Schutz vor Verbiss durch Vögel oder anderen Tiere und ausreichender Bewässerung groß werden und dann als resistente Pflanzen ausgesetzt werden können. Solche Tüten sind in Bolivien handelsüblich, können aber auch durch leere Milch- oder Kaffeetüten, welche gerade in solch armen Ländern gerne umfunktioniert werden, ebenbürtig ersetzt werden. Wichtig dabei sind ein oder zwei kleine Löcher unten am Boden, um Staunässe durch die Bewässerung zu vermeiden.



Abbildung 10: Frisch gefüllte Pflanztüten und ausgewachsene Stecklinge

Eine andere Aufgabe, die Stefan und ich hatten, war die Umsetzung eines so genannten Baumhauses. Das Vorhaben war es auf einem ausgewählten Platz einen Kreis von hochwachsenden und dichten Bäumen und Sträuchern zu pflanzen und diese nach dem Auswachsen oben zusammenzubinden, um so einen schattigen und kühle Ort, eine Art Zelt, für Besucher und Arbeiter zu schaffen. So wurde mit Hilfe einer Hacke und eines Spatens in einem Durchmesser von 10m ein 50cm breiter und knapp 1m tiefer Graben ausgehoben in dem später die Pflanzen gepflanzt werden würden, was wir jedoch nicht mehr erlebten, da die Heimreise bevorstand.

2. 4 Danksagung

Am Ende dieses Berichtes möchte ich mich ganz herzlich bei Dr. Noemi Stadler- Kaulich für das sehr interessante und aufschlussreiche Praktikum bedanken. Ich konnte auf diese Weise viele Eindrücke, sowohl über Agroforst, als auch über die Kultur und Landschaft Boliviens sammeln und blicke gerne auf diese zwei Monate zurück. Mollesnejta ist ein Vorzeigebeispiel für einen Agroforstbetrieb in Südamerika und ich bin stolz ein Teil dessen gewesen zu sein.