

Die Messungen zum Kronendurchlass und Freilandniederschlag wurden im Zeitraum vom 8. August bis zum 4. Oktober 2010 in Zentral-Panama in einem sekundären Sukzessionswald im Einzugsgebiet des Panama-Kanals durchgeführt. Dieser sekundäre Sukzessionswald umfasst eine 6,5 Hektar große Fläche. Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um einen 1-ha Plot innerhalb dessen.

Das Klima des Gebietes ist tropisch mit einer ausgeprägten Trockenzeit von Mitte Dezember bis einschließlich April. Die mittlere Tagestemperatur variiert während des Jahres kaum und liegt bei ca. 27°C.

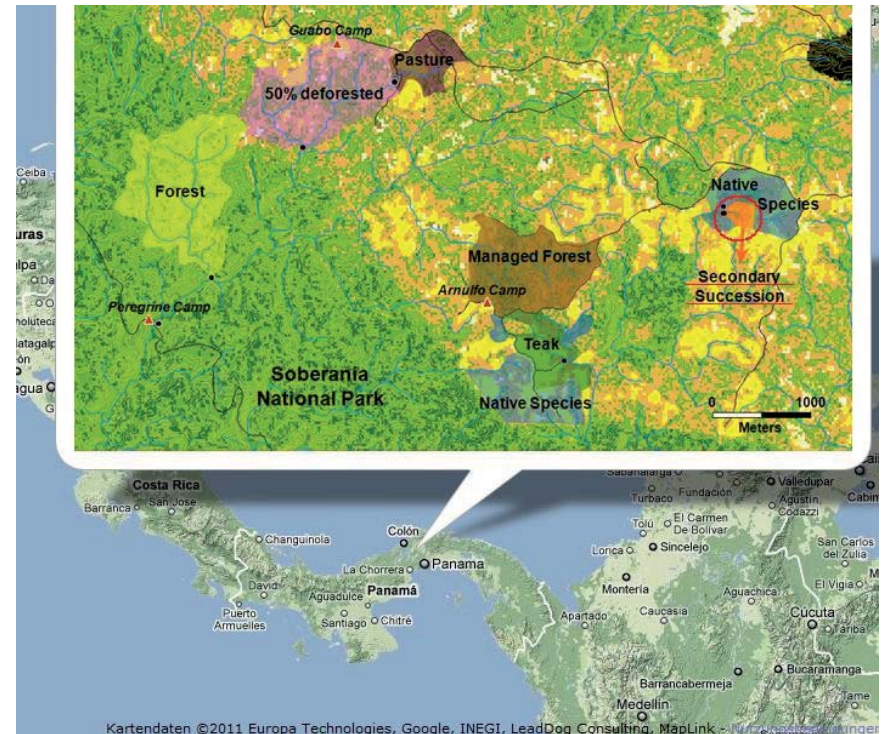
Kronendurchlass: Teil des Niederschlages, welcher das Kronendach berührend oder auch nicht berührend passiert, d.h. von den Blättern abtropfend oder direkt zwischen den Blättern hindurch zu Boden fällt. In Verbindung mit dem Stammabfluss ergibt sich daraus der Bestandsniederschlag, welcher wiederum zusammen mit der Interzeption den Freilandniederschlag darstellt.

Interzeption: Das im Blätterdach und an den Stämmen zurückgehaltene Regenwasser, das nach einem Regenereignis verdunsten kann und somit nicht abflusswirksam wird.

Methoden

Unsere Messungen erfolgten auf einem Hektar an einem Oberhang-Einzugsgebiet (siehe Karte) mit 75 Trichtern, deren Auffangfläche jeweils 0,0113 m² beträgt. Zusätzlich wurden drei Trichter unter freiem Himmel als Referenz installiert. In unmittelbarer Nähe ist auch die Tipping-Bucket (TB) errichtet, sodass möglichst dieselben Niederschlagsereignisse gemessen werden konnten. Die Plot-Fläche wurde in 25 quadratische Straten mit einer Kantenlänge von 20m unterteilt. In jedes Stratum wurden zufällig drei Beprobungen verteilt.

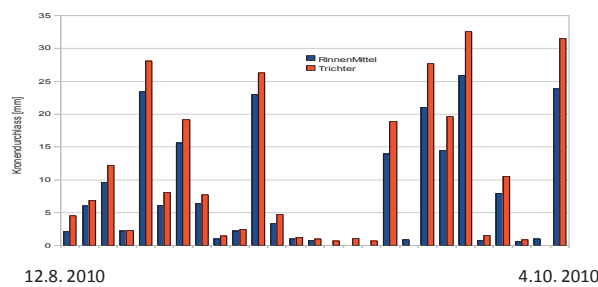
Ein Regenereignis gilt als abgeschlossen, wenn es mehr als zwei Stunden nicht mehr geregnet hat. Die manuellen Messungen fanden täglich statt, während die TB jedes Regenereignis erfasste. Dadurch werden mitunter mehrere Regenereignisse durch einen Messwert repräsentiert. Dies wird berücksichtigt, indem die TB-Werte so zusammengefasst werden, dass sie den Messzeiträumen der manuellen Messungen entsprechen.



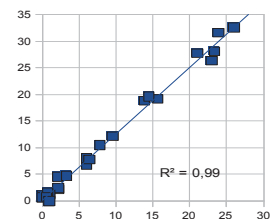
Vergleich zweier Kronendurchlassmessmethoden

Mit der Varianzanalyse (ANOVA) verglichen wurden die Daten der Trichter-Methode (s.o.) mit denen zweier neuinstallierter Rinnensysteme.

Diese sind fächerförmig angelegt, die Öffnungen befinden sich in 50cm Höhe über dem Boden, die Neigung der Rinnen ist niedriger als 25°, die jeweilige Auffangfläche beträgt ca. 12m² und an der Sammelstelle des gesamten aufgefangenen Wassers wird das Volumen mit einer Kippwaage gemessen. Die Auswertung soll klären, ob die Rinnen exakt genug arbeiten, um für weitere Kronendurchlassmessungen verwendet zu werden.

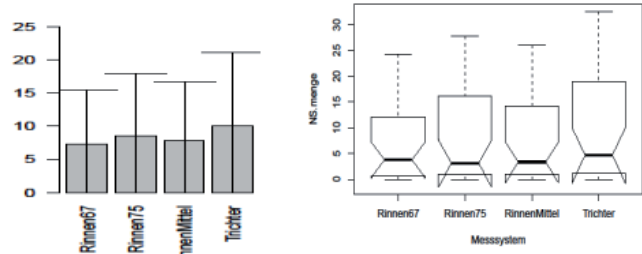


Dargestellt sind die absoluten Messwerte der Trichter und die des arithmetischen Mittels der beiden Rinnensysteme. Die von den Rinnen festgehaltenen Ereignisse wurden soweit zusammengefasst, dass sie mit den Trichtermessungen konform gehen.



Zwischen den absoluten Messwerten besteht ein starker linearer Zusammenhang (siehe links). Die Mittelwerte sind in Balkendiagrammen mit der Variabilität innerhalb der Gruppen dargestellt (unten links). Die Datenlage zeigen die Boxplots an (unten rechts).

Regressionsgerade zwischen dem Trichter-Datensatz und dem Mittel der Rinnen-Datensätze (Einheiten in [mm]).



Ergebnis

Die Varianzanalyse ergab, dass sich die Gruppenmittelwerte nicht statistisch signifikant unterscheiden. Dazu wurden Tests zum Signifikanzniveau und zur Varianz innerhalb und zwischen den Gruppen durchgeführt. (Die Auswertung der relativen Daten (im Bezug zum Freilandniederschlag) ergab einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten der zu vergleichenden Messsysteme. Es wird angenommen, dass die Verwendung der prozentualen Werte hier nicht unbedingt geschickt ist.)

Verglichen mit der klassischen Trichter-Methode sind die Rinnensysteme unkomplizierter und mit geringerem Arbeitsaufwand verbunden, vor allem bei Langzeitstudien. Sie sind im Gegensatz zu den Trichtern weniger anfällig für Adhäsions- und Evaporationsverluste. Auf Grund des nicht bestehenden statistisch signifikanten Unterschiedes zwischen den Mittelwerten der Trichter-Methode und der Rinnensysteme, kann man annehmen, dass letztere präzise genug arbeiten und dafür geeignet sind, für künftige Kronendurchlassmessungen verwendet zu werden.

Quellen

Carlyle-Moses, D. E., Park, A. D. und Cameron J. L., 2010. 'Modelling rainfall interception loss in forest restoration trials in Panama' in Ecohydrol. 3, 272-283
 Crockford, R.H., Richardson, D.P., 1990. Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in southeastern Australia/ Throughfall measurement in a eucalypt forest: Effect of method and species composition. Hydrological processes, vol. 4, 131-144.
 Cuartas, L.A., Tomasella, J., Nobre, A. D., Hodnett, M.G., Waterloo, M.J., Munera, J.C., 2007. Interception water-partitioning dynamics for a pristine rainforest in Central Amazonia: Marked differences between normal and dry years. Agricultural and Forest Meteorology 145 69-83.
 Gash, J. H. C., Lloyd, C. R., Lachaud, G., 1995. 'Estimating sparse forest rainfall interception with an analytical model' in J. Hydrol., 170, 79-86
 Germer, S., Elsenbeer, H., Moraes, J.M., 2006. Throughfall and temporal trends of rainfall redistribution in an open tropical rainforest, south-western Amazonia (Rondonia, Brazil). Hydrology and Earth System Sciences, 10, 383-393.
 Lundberg, A., Eriksson, M., Halldin, S., Kellner, E., Selbert, J., 1997. New Approach to the Measurement of Interception Evaporation.

Anwendung des Gash-Modells für einen jungen tropischen Sekundärwald

Interzeptionsmodellierung

Um die Interzeption modellhaft zu beschreiben, werden verschiedene Wege eingeschlagen. Dabei kommen sowohl empirische, als auch physikalisch-basierte und analytische Modelle zum Einsatz. Das physikalische Rutter-Modell und das analytisch-basierte Gash Modell sind zwei der am häufigsten verwendeten Modelle. Die Vorhersageergebnisse wurden mit den Messungen der Interzeption als Differenz von Kronendurchlass und freiem Niederschlag geprüft.

Die Kronenbedeckung ist dabei ein wesentlicher Faktor. Sie wurde vom Geoökologie-Institut Potsdam zur Verfügung gestellt und beträgt für den untersuchten Hektar-Plot 0,721. Die Regenfallraten lieferte die TB, aus der die Verdunstungsrate geschätzt werden kann.

Das Gash-Modell (1995)

Das Modell lässt sich in einer elementaren Gleichung zusammenfassen. Die Terme repräsentieren die einzelnen Teile eines Niederschlagsereignisses, die für die Interzeption von Bedeutung sind. Aufsummiert ergeben sie die berechnete Interzeption in mm. Die Verdunstungsrate wurde über $E = a * R$ berechnet.

Teil des Niederschlages	Gleichungsterm	Parameter
n Niederschlagsereignisse, geringer als zur vollständigen Benetzung notwendig	$\sum_{j=1}^n P_{0,j}$	P_0 = Messgröße des gesamten gefallenen Niederschlages ermittelt durch die TB
n Niederschlagsereignisse, das Krondach vollständig benetzend	$n * P'_0 - n * S_c$	P'_0 = Schwellenwert, ab dem das gesamte Blätterdach benetzt ist $P'_0 = \frac{S_c}{c} * \left[1 + \frac{E_c}{R} \right]$
Verdunstung nach der Sättigung bis zum Ende des Niederschlages	$(c * E_c / R) * \sum_{j=1}^n (P_{0,j} - P'_0)$	$S_c = S/c$ S = Speicher des Blätterdaches $E_c = E/c$
Verdunstung nach Ende des Niederschlages	$n * S_c$	E = mittlere potenzielle Evaporationsrate R = Messgröße der mittleren Regenfallrate
Verdunstung der Stämme für q Niederschläge, die den Stammspeicher gesättigt haben und größer als S_s/p_s sind	$q * S_s + p_s * \sum_{j=1}^q P_{0,j}$	S_s = Stammspeicher p_s = Anteil Stammabfluss am Gesamtniederschlag

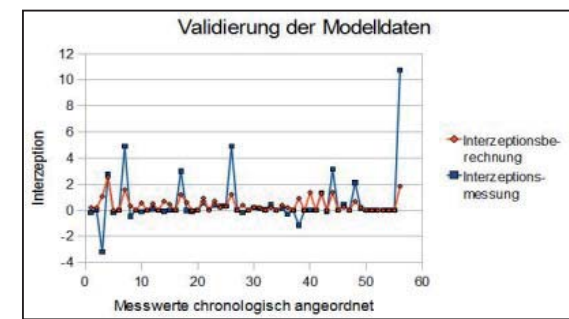
Ergebnisse

Parameterbestimmung

Speichers des Blätterdaches S (aus Diagramm abgelesen) → Grad der Kronenbedeckung → S_c 0,234mm
 Schwellenwert P'_0 0,253mm; Parameter a (Berechnung Verdunstungsrate) 0,104; Aus Carlyle-Moses (2010) Stammevaporation S_s = 0,126mm und Stammabfluss von 1,7 +/- 0,5% des gefallenen Regens.

Modellberechnung der Interzeption im Vergleich

Interzeptionsmessungen mit Werten unter 1 mm:
 28 von 36 Regenereignissen
 Werte Interzeptionsberechnung insgesamt ähnlicher
 - Mittel pro Regenereignis 0,64mm [0,83mm; Δ 0,19]
 - Maximum 2,54mm [10,75mm; Δ 8,21]
 - Minimum 0,19mm [-3,2mm; Δ 3,32]
 - kumuliert 22,97mm [30,04mm; Δ 7,07]
 - das entspricht 5,62% [7,34%]
 des Gesamtniederschlags



ohne negative Werte und hohe Extreme

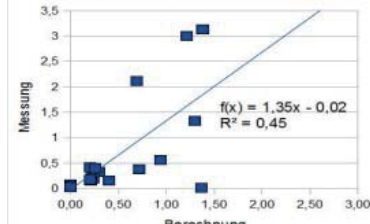


Abbildung : Lineare Regression im Vergleich der Interzeptionswerte (Auswahl)

Schlussfolgerung

- deutliche Unterschätzung der gemessenen Interzeption
- **Parameterbestimmung** entscheidend, insbesondere die Bestimmung der Speicherkapazität des Blätterdaches (zu niedriges S_c !), artspezifische hydrologische Eigenschaften unberücksichtigt
- Berechnung der **Verdunstungsrate** aus der Regenfallrate trägt ebenfalls zur Abweichung bei, zukünftig externe Verdunstungsdaten im Untersuchungsgebiet zu erheben
- Stammspeicher und -abfluss idealer Weise vor Ort selbst zu bestimmen, (Unsicherheiten dieser Parameter nicht Hauptsache für Ungenauigkeit der Modellergebnisse)
- relativ niedrige Interzeption erhöht relativ die Messungenauigkeiten; Auftreten von **negativen Interzeptionswerten** bei der Messung der einzelnen Regenereignisse deutet auf Messfehler hin (Kalibrierung und Aussagegenauigkeit beeinträchtigt)
- andere Modelle unter denselben Bedingungen vermutlich keine besseren Ergebnisse