

Master Thesis

# Survey and Analysis of the Soil Moisture Dynamics in a Wetland

written by  
Martin Ziegler

at the  
University of Applied Sciences Magdeburg-Stendal  
Department of Water and Waste Management

1<sup>st</sup> Supervisor: Prof. Dr. rer. nat. habil. Frido Reinstorf  
2<sup>nd</sup> Supervisor: Prof. Dr. Bernd Diekkrüger

Bonn, September 2015

---

## Zusammenfassung

In Ostafrika haben Feuchtgebiete das Potenzial, eine Kornkammer der Region zu werden. Um die Ernteerträge in einer umweltverträglichen und nachhaltigen Weise zu erhöhen, ist es erforderlich, die natürlichen Prozesse in der Umwelt zu verstehen. Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit war die Erstellung eines hydrologischen Modells, welches die Bodenfeuchtedynamik in einem Untersuchungsgebiet beschreibt. Die Arbeit wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „GlobE: Wetlands in East Africa“ durchgeführt. Das untersuchte Gebiet hat eine Größe von 3,7 ha und befindet sich in einer Überflutungsfläche des Flusses Kilombero in Tansania. Die Bodeneigenschaften an zehn Standorten wurden in einer Tiefe von 10, 20, 30 und 40 cm erfasst. Dafür wurden die Korngrößenverteilung, die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit, die Lagerungsdichte, der organische Anteil des Bodens und der gesättigte Wassergehalt gemessen. Die erhobenen Daten wurden verwendet, um die van Genuchten Parameter mit fünf Pedotransferfunktionen (PTF) zu bestimmen. Die hydrologische Modellierung wurde mit der Software Hydrus1D durchgeführt. Die van Genuchten Parameter konnten für fünf Standorte kalibriert werden. Die gute Übereinstimmung der modellierten Ergebnisse mit den gemessenen Werten wurde durch die Berechnung von verschiedenen Effizienzkriterien ( $R^2$ , Nash-Sutcliffe und RMSE) bestätigt. Aufgrund einer begrenzten Anzahl von Messungen war eine Validierung der kalibrierten Parameter nicht möglich. Die Ergebnisse der Modellierung zeigen, dass die Retentionskurven der oberen Bodenschichten einem sandigen Boden entsprechen, obwohl diese größtenteils aus Schluff- und Tonpartikeln bestehen. Auch die Messergebnisse der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit waren oftmals ungewöhnlich hoch in diesen Schichten. Die kalibrierten Parameter wurden mit den berechneten Werten der PTFs verglichen. Die Auswertungen zeigten, dass keine der verwendeten PTFs für die Berechnung der van Genuchten Parameter in diesem Untersuchungsgebiet geeignet ist.

---

## Abstract

Wetlands in East Africa have a significant potential to become an agricultural high production area in the region. To optimize the production and achieve this in a sustainable way, it is necessary to understand the natural processes of the environment. The aim of this master thesis was to establish a hydrological model which describes the soil moisture dynamics of a designated area. The thesis is embedded within the research project "GlobE: Wetlands in East Africa". The surveyed area has a size of 3.7 ha and is located in a floodplain of the Kilombero River (Tanzania). The soil characteristics of ten locations were measured in a depth of 10, 20, 30 and 40 cm. This included the texture, the saturated conductivity, the bulk density, the organic carbon content and the saturated water content. The values were used to predict the van Genuchten parameters with five selected pedotransfer functions (PTFs). The hydrological modelling was done with the software Hydrus1D. It was possible to calibrate the van Genuchten parameters at five locations. The evaluation of the model performances showed good results for different efficiency criteria ( $R^2$ , Nash-Sutcliffe and RMSE). Due to a limited amount of measured data a validation of the calibrated parameters was not possible. The results of the hydrological models revealed that the retention curves of the upper soil layers often have the characteristics of sandy soil though clay and silt contents are dominating. The values of the measured saturated conductivity in these layers were also much higher than expected. The calibrated and measured parameters of the hydrological models were compared with the predicted values of the different PTFs. An analysis showed that none of the used PTFs is suitable to predict the van Genuchten parameters or the saturated conductivity in this region.