

**Urban green spaces enhance carbon sequestration and
conserve biodiversity in cities of the Global South
case of Kumasi, Ghana**

Inaugural – Dissertation

Zur

Erlangung des Grades
Doktor der Agrarwissenschaften
(Dr. agr.)

der
Landwirtschaftlichen Fakultät

der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

von
Bertrand Festus Nero

aus
Nandom, Ghana

Bonn 2017

ABSTRACT

Urbanization has the propensity to alter ecosystems, enervate ecosystem function and possibly jeopardise human wellbeing. While adequate integration of nature into the city landscape can pragmatically ameliorate urban environmental challenges, particularly those related to climate change and ecosystem degradation, in the developing regions, especially in Africa, urban green spaces (UGS) are hardly planned for and their ecosystem services unquantified and hence misappropriated. This study analyses 1) the spatio-temporal dynamics and distributional equity, 2) carbon sequestration potential, and 3) biodiversity patterns of UGS in Kumasi metropolis, Ghana. Direct ecosystem assessment (inventory and survey) and remote sensing techniques were adopted in this study.

The vegetation cover of Kumasi is about 33 % and is declining fourfold faster in recent years (2009 – 2014) than previously (1986 – 2001). Per capita UGS area for 2009 and 2014 are significantly correlated with the socio-economic conditions of submetropolis. The green area stores about 3758.1 Gg C: equivalent to 270 ± 22 t C/ha per UGS cover or 125.7 ± 8 t C/ha for the entire study area in both soil and vegetation. Exactly 176 tree species in 46 families of both native and exotic origins occur in the city. Carbon stocks and species richness differ significantly across UGS types. Natural forest, public parks, cemeteries and institutional compounds stored more carbon in vegetation whereas soil organic carbon storage was highest in the home gardens, farmlands, plantations, and grasslands. The outer fringes of the city support more species and carbon stocks than the core urban area. Species and trait diversity are important drivers of urban ecosystem productivity (carbon storage). UGS species richness correlated strongly with vegetation carbon storage in the city.

UGS are carbon sinks and biodiversity reservoirs which can be relevant to climate change mitigation and adaptation as well as the overall wellbeing of urbanites. However, UGS cover is currently plummeting and is threatened by further urbanization processes including rise in population. Maintenance, expansion, and uniform distribution of green spaces in cities should be a priority for planners, national and local governments as well as traditional leaders. It is recommended that urban biodiversity and carbon stocks be integrated into national and regional biodiversity and carbon stock assessments in Africa.

URBAN GREEN SPACES ENHANCE CARBON SEQUESTRATION AND CONSERVE BIODIVERSITY IN THE GLOBAL SOUTH – CASE OF KUMASI, GHANA

KURZFASSUNG

Durch Verstädterung besteht die Tendenz, dass Ökosysteme verändert werden, die Funktion von Ökosystemen geschwächt wird und möglicherweise das menschliche Wohlergehen gefährdet wird. Während eine angemessene Integration von Grünflächen in die Stadtlandschaft bei der Bewältigung der städtischen ökologischen Herausforderungen, besonders in Bezug auf Klimawandel und die Beeinträchtigung des Ökosystems, pragmatisch helfen kann, werden in Entwicklungsgebieten, vor allem in Afrika, kaum städtische Grünflächen (urban green spaces - UGS) geplant. Des Weiteren werden die von UGS geleisteten Ökosystemdienstleistungen zumeist nicht beziffert und demnach in globalen Analysen nicht erfasst. Diese Studie analysiert 1) die räumlich-zeitliche Dynamik und das Verteilungsmuster, 2) das Potential von Kohlenstoffbindung und 3) die biologische Vielfalt und Funktion von UGS im städtischen Großraum von Kumasi, Ghana. In dieser Studie wurden Methoden zur direkten Bewertung des Ökosystems und Fernerkundungstechniken verwandt.

UGS in Kumasi umfassen z.Z. etwa 33 % des städtischen Großraum von Kumasi und diese Fläche schrumpfte in den letzten Jahren (2009 – 2014) viermal schneller als zuvor (1986 – 2001). Die pro Kopf Verteilung von UGS in Kumasi korreliert signifikant mit den dortigen sozioökonomischen Bedingungen. Die Grünflächen speichern etwa 3758,1 Gg Kohlenstoff; im Durchschnitt entspricht dies 270 ± 22 t Kohlenstoff / ha UGS oder 125,7 t Kohlenstoff / ha im gesamten Untersuchungsgebiet, sowohl in Form von Böden als auch Vegetation. Im Großraum Kumasi kommen 176 verschiedene Baumarten aus 46 heimischen und nicht-heimischen Familien vor. Kohlenstoffbestände und Artenvielfalt unterscheiden sich stark in Abhängigkeit des Typus von UGS. Reste natürlichen Waldbestandes, öffentliche Parks, Friedhöfe und Bäume auf dem Gelände von öffentlichen Institutionen speicherten mehr Kohlenstoff in der Vegetation, wobei der organische Kohlenstoffspeicher in privaten Gärten, auf Feldern, Plantagen und Grasflächen am höchsten war. Stadtrandgebiete haben eine höhere Biodiversität und speichern mehr Biomasse als der innenstädtische Bereich. Arten- und phenotypische Vielfalt haben einen grossen Einfluß auf die Funktion städtischer Ökosysteme. Das Ausmaß der Artenvielfalt in städtischen Grünflächen steht im engen Zusammenhang mit dem Kohlenstoffbestand in der städtischen Vegetation.

Städtische Grünflächen sind wichtige Kohlenstoffspeicher und Quellen der biologischen Vielfalt, die für die Vermeidung von und Anpassung an Klimawandelfolgen und das allgemeine Wohlergehen von Städten sehr relevant sind. Allerdings gefährdet das rapide Bevölkerungswachstum und die zunehmende Urbanisierung die existierenden städtischen Grünflächen in Afrika. Instandhaltung, Erweiterung und auch eine verbesserte und gerechtere Verteilung von städtischen Grünflächen sollten für Städteplaner, Landesregierungen, Lokalverwaltungen und traditionelle Führer eine Priorität darstellen.