

ANALYSES OF BIOGEOCHEMICAL FLUXES AT THE LANDSCAPE ECOSYSTEM SCALE

**Functional relations, underestimated pathways
and new tools**

Habilitationsschrift
an der Fakultät für Geowissenschaften und Geographie
der
Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von
Dr. Hermann F. Jungkunst
Landschaftsökologie, Geographisches Institut, Universität Göttingen

ZUSAMMENFASSUNG

Moderne Biogeochemie befasst sich zunehmend mit der mikrobiellen und molekularen Ebene, da dort die meisten Umsatzprozesse organischer Substanzen bestimmt werden. Drängende Umweltprobleme, die im Zusammenhang mit den gegenwärtig laufenden Prozessen des Globalen Wandels stehen, müssen jedoch vorwiegend auf der Landschaftsebene gelöst werden. Es ist zu einfach gedacht, wenn man allein darauf baut, dass es in naher Zukunft möglich sein könnte, die neuesten Erkenntnisse aus den kleinskaligen Ebenen einfach auf Landschaften zu projizieren. Konsequenterweise wurden daher Landschaften und Regionen bereits als die „problematischen“ Mesoskalen bezeichnet. Es werden zielorientierte Ansätze, die auf bestehende ökosystemare Expertisen aufbauen können, benötigt, um effizient Schlüsselpositionen biogeochemischer Kreisläufe in Landschaften zu identifizieren. Die Haupthypothese lautet dabei, dass sich solche Brennpunkte (Hotspots) oder Barrieren für biogeochemische Austauschprozesse - die sowohl Produktion, Konsumption als auch Transport beinhalten - vorwiegend an den Schnittstellen der einzelnen Sphären der sogenannten „kritischen Zone“ der Erde befinden. Ein eingängiges Beispiel hierfür sind schnelle Umsätze an Quellen, die sich immer an der Schnittstelle zwischen Pedosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre befinden. Eine weitere Schlüsselposition nimmt die Rhizosphäre ein, da dort die oberirdische Biosphäre wesentlichen Einfluss auf landschaftlich hochrelevante Stoffflüsse aus der Pedosphäre nimmt. Für diese Zusammenstellung einzelner Studien wurden funktionelle Beziehungen zwischen Treibhausgasen und Umweltvariablen aufgestellt und geprüft, inwiefern diese einen stärker universell gültigen Charakter besitzen, um als Grundlage für fundierte Regionalisierungen dienen zu können. Außerdem wurde erkundet, ob bestimmte biogeochemische Pfade bislang unterschätzt wurden. Auch

neue Methoden und Ansätze für biogeochemische Forschung auf der Landschaftsebene wurden entwickelt. Diese Arbeit stellt lediglich einen weiteren Schritt in Richtung einer Landschaftsbiogeochemie dar und soll als komplementärer Vorschlag zu den bottom-up Ansätzen – die nach dem „Lego-Prinzip“ versuchen, Landschaftsökosysteme aus kleineren Teilen aufzubauen - und den top-down Ansätzen - die integrative Messungen heranziehen aber meist nicht die Möglichkeit tieferer Einblicke in die zugrundeliegenden Prozesse bieten - verstanden werden.

Schlüsselworte: problematische Mesoskala, Schnittstellen in der Landschaft, Kritische Zone der Erde, Treibhausgase, biotisch-abiotische Interaktionen

SUMMARY

Modern biogeochemistry is bound for the microbial and molecular scale, as most processes of organic matter turnover are determined there. Pressing environmental problems associated with present day Global Change processes need solutions predominately at the landscape scale. It is naive to think that it will be possible to scale up recent findings of these smallest scales to landscapes in a straightforward manner in the near future. Consequently landscapes and regions were termed as the “problematic” mesoscales. Targeted approaches based on experiences are needed to efficiently identify sites where matter fluxes are determined at the landscape scale. The overall hypothesis proposed here is that these hot spots or barriers for matter fluxes, including production, consumption and transport, are preferable found at the interfaces of the different spheres of Earth’s critical zone. A prominent example is biogeochemistry in springs which are always situated at the interface from pedosphere to hydrosphere and atmosphere. Another key element is the rhizosphere in which above-ground biosphere is highly influencing particularly those matter fluxes from the pedosphere that are relevant for the landscape scale. For this study compilation functional relations between greenhouse gas fluxes and environmental variables are presented at single study sites and tested if a more universal validity of the found relations is given as a basis for performing sound up-scales. Some exploration were undertaken to determine whether certain biogeochemical pathways are fully recognized and new tools and approaches for biogeochemical studies at the landscape scale were developed. This thesis is only a further step towards landscape biogeochemistry and is proposed as a complementary approach to both bottom-up approaches, trying to build up landscape ecosystems with small pieces in a “lego-brick principle”, and top-down approaches that employ integrative measurements mainly lacking the chance of gaining more insights into underlying processes.

Keywords: problematic mesoscale, landscape interfaces, earth's critical zone, trace gases, biotic-abiotic interactions