

• *Soil erosion – Gully erosion – Sediment budget – Degradation – Odenwald*

**Klaus-Martin Moldenhauer, Jürgen Heinrich and Alexander Vater**

## **Causes and History of Multiple Soil Erosion Processes in the Northern Odenwald Uplands**

*Ursachen und Entwicklung von Bodenerosionsprozessen im nördlichen Odenwald*

With 4 Figures, 3 Tables and 2 Photos

Vast gully systems are a striking morphological feature in the forests of the northern Odenwald, an upland region extending east of the river Rhine in the southern part of the German federal state of Hesse. In the present study, a small catchment area massively affected by gully erosion was surveyed in detail with respect to its geomorphological and pedological situation, and a sediment budget was generated. In this way, it is possible to put the extent of linear erosion by gully erosion in relation to the non-linear processes of sheet erosion. In addition, on the basis of these findings, conclusions about the historical evolution of the region, ecological consequences and aspects of future relief processes can be drawn.

*Summary: Causes and History of Multiple Soil Erosion Processes in the Northern Odenwald Uplands*

Widespread gully systems are distinctive relief features of the northern Odenwald uplands, mainly occurring on wooded slopes giving geomorphic evidence of severe soil erosion processes of the past. In this study a small 1<sup>st</sup>-order catchment in the Stettbach valley seriously affected by gully erosion serves to exemplify the extent of gully erosion in relation to soil profile truncation caused by sheet erosion. Unconsolidated cover beds consisting of reworked bedrock material mixed up with calcareous sand-rich loess constitute the parent material for Holocene soil formation. Typical soils develop

ped therein are Luvisols and Cambisols. Using a pedostratigraphic approach the quantity of soil parent material removed and restored by linear and sheet erosion is estimated and a sediment budget is calculated for the catchment. A remarkable result is that gully erosion by far exceeds on-slope soil erosion, but the truncation of soils, too, is of significant order. In addition, the history of the study area is examined. Geomorphic features like sunken lanes and lynchets created by long-term tillage document agricultural use in former times. This supports the suggestion that erosion occurred in connection with farming activities. As revealed by radio carbon analysis utilisation of the study area dates back to Roman times. For the last two millennia several

phases of morphodynamic stability alternating with morphodynamic activity can be deduced. Especially repeated phases of gully erosion resulted in the development of a badland-type relief. Although the area is reforested, today ecological conditions are still unbalanced due to the severe landscape degradation of former times.

*Zusammenfassung: Ursachen und Entwicklung von Bodenerosionsprozessen im nördlichen Odenwald*

Eindrucksvolle Zeugen früherer Bodenerosion sind die in den Wäldern des nördlichen Odenwaldes weit verbreiteten Gullysysteme. Am Beispiel eines stark zerschnittenen Einzugsgebietes erster Ordnung widmet sich die vorliegende Studie sowohl dem Ausmaß der linienhaften als auch der flächenhaften Bodenerosion. Das Ausgangsmaterial der holozänen Pedogenese bilden sandlößreiche Solifluktionsschuttdecken, in denen sich typischerweise Parabraunerden und Braunerden entwickelt haben. Mittels eines pedostratigraphischen Ansatzes wird das Ausmaß der Bodenerosion quantifiziert und ein Sedimentbudget für das Einzugsgebiet erstellt. Dabei zeigt sich, dass die Materialmengen, die durch linienhafte Erosionsprozesse ausgetragen wurden, die flächenhafte Erosion auf den Hängen bei Weitem übertreffen, dennoch hat die Erosion auch hier zu erheblichen Profilverkürzungen geführt. Darüber hinaus wird die Nutzungsgeschichte beleuchtet. Morphologische Kleinformen wie Hohlwege und Ackerterrassen belegen eine intensive frühere landwirtschaftliche Nutzung, die eine der Hauptursachen für die Bodenerosion im Untersuchungsgebiet ist. Radiokarbondatierungen zeigen, dass das Gebiet schon seit der römischen Kaiserzeit genutzt wird. Für die letzten zwei Jahrtausende lassen sich mehrere Phasen morphodynamischer Stabilität erkennen, die von morphodynamisch aktiven Phasen unterbrochen werden. Infolge der starken Gully-Erosion entstanden im Lauf der Zeit regelrechte Badlands. Durch diese starke ökologische Degradation ist die heutige forstliche Nutzung stark beeinträchtigt.

*Résumé: Causes et le développement des processus de l'érosion du sol dans le nord de l'Odenwald*

Les systèmes de ravins situés dans les forêts du Odenwald septentrional sont des témoins impressionnants de l'érosion passé. Prenant l'exemple d'un petit bassin versant énormément incisé, notre recherche s'occupe principalement de la dimension de l'érosion linéaire et de l'érosion en nappe. Les matériaux d'origines pour la pédogenèse holocène sont des couches de solifluction riches en loess, dans lesquelles se sont développés des sols bruns et des sols bruns lessivés. Sur la base d'une approche pédostratigraphique la quantité de l'érosion était déterminée et un budget sédimentaire du bassin versant était élaboré. Les résultats montrent que les quantités érodées par l'érosion linéaire surpassent l'érosion en nappe largement. Cependant le découpage des sols par l'érosion en nappe est évident. En plus la mise en valeur du territoire dans le passé était étudiée. On observe des formes géomorphologiques comme des petits thalwegs et des terrasses agricoles indiquant une mise en valeur intense dans le passé. L'intensité d'utilisation des sols est une source entre autres de l'érosion spectaculaire. Les datations  $C^{14}$  indiquent que l'occupation du sol a commencé au moins dans la phase romaine. Pour les deux derniers millénaires il est possible d'identifier des phases morphodynamiques stables qui sont interrompues par des phases morphodynamiques actives. Avec le temps et comme conséquence de l'érosion en ravin forte le paysage s'est transformé en badlands. A cause de cette dégradation l'occupation forestière actuelle et la planification forestière sont difficile à réaliser.

*PD Dr. Klaus-Martin Moldenhauer*, Institut für Physische Geographie, Universität Frankfurt, Altenhöferallee 1, 60438 Frankfurt am Main, moldenhauer@em.uni-frankfurt.de

*Prof. Dr. Jürgen Heinrich*, Institut für Geographie, Universität Leipzig, Johannisallee 19a, 04103 Leipzig, jhein@rz.uni-leipzig.de

*Alexander Vater*, Rückertstr. 4, 63165 Mühlheim am Main, alexandervater@hotmail.com

Manuscript submitted: 02/04/2009

Accepted for publication: 28/04/2010