

DIE RÄUMLICHE UND ZEITLICHE DIFFERENZIERUNG VON SEDIMENTQUELLEN UND SEDIMENTATIONS RATEN:

**Untersuchungen am Beispiel des Mdloti-Einzugsgebiets,
KwaZulu-Natal/Südafrika**

FRANK RUSSOW, DARMSTADT; GERALD G. GARLAND, DURBAN/RSA;
OTMAR SEUFFERT, DARMSTADT & GREGOR OLLESCH, MAGDEBURG

SUMMARY

The rate of sediment accumulation in Hazelmere Dam, located in the Mdloti catchment on the south-eastern coast of South Africa, is greater than was predicted prior to dam completion. Using the natural erosion potential of the catchment as a starting point, this paper contemplates the reasons for this, and discusses anthropogenic influences as possible causes of accelerated accumulation.

One of the most important sediment sources in the study area is the ubiquitous removal of surface material by the process of sheet erosion through bioturbation, a result of recent land use changes which have improved the environmental conditions for termite activity. In addition to sheet erosion large linear erosion systems are widespread in the catchment, and other factors such as sand and gravel exploitation in the river bed also play a role. Of particular importance in sediment detachment and transport are highly erosive rainfall events which are regular occurrences in the catchment. Their effects are exacerbated by clearing of vegetation, a human activity caused by socio-economic change. In contrast to high discharge events which can to some extent be predicted and are therefore manageable, changes in political, economic and social factors are far less predictable in their occurrence and influence. They introduce a large uncertainty factor into any forecasts of dam sedimentation, especially in developing countries.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Sedimentationsrate des Hazelmere Dam im Mdloti-Einzugsgebiet an der Südostküste Südafrikas übersteigt die Prognosen, die bei Inbetriebnahme des Reservoirs getroffen wurden, deutlich. Die vorliegende Untersuchung charakterisiert auf der Grundlage des Naturraumpotentials die entscheidenden Einflußgrößen und diskutiert anthropogene Veränderungen als Ursache.

Als wichtigste Sedimentquelle im Einzugsgebiet ist der ubiquitäre flächenhafte Abtrag von bioturbat auf die Oberfläche verfrachteten Materials beschrieben. Durch Landnutzungsänderung im Beobachtungszeitraum wurden die Randbedingungen für Termitenbauten begünstigt. Neben dieser flächenhaften Quelle treten im Einzugsgebiet große lineare Erosionssysteme und punktuelle Fakto-

Nach der politischen Wende 1994 änderten sich die Rahmenbedingungen in Südafrika und Kwa-Zulu-Natal. Maßnahmen zur Verbesserung der Infrastruktur beziehen sich seitdem verstärkt auch auf die ehemaligen Homeland-Gebiete, sodaß in steigender Anzahl im Untersuchungsgebiet Haushalte der Zulus an die Strom- und Wassernetze regionaler Versorgungsunternehmen angeschlossen werden. Mittel- und langfristig könnte das bedeuten, daß z.B. Feuerholzeinschlag und dadurch ausgelöste Abspülungserscheinungen zurückgehen. Die Nähe zu den Oberzentren Pietermaritzburg und Durban könnte ermöglichen, daß über moderne Wertvorstellungen und Industriearbeitsplätze die Rinderweidewirtschaft zurückgedrängt wird, die nicht nur im Untersuchungsgebiet durch Überstockungen gekennzeichnet war und ist und dadurch auch zu weitflächigen Degradationen führte. Geänderte Eigentumsverhältnisse am Produktionsfaktor Boden können jedoch auch zu einer Änderung der Landnutzung führen: möglicherweise wird die kleinparzellige und erosionshemmende Subsistenzwirtschaft abnehmen und der marktorientierte, aber erosionsfördernde Anbau von „cash-crops“ zunehmen.

Diese wenigen aufgezeigten Möglichkeiten der veränderten Rahmenbedingungen für Erosionsabschätzung in einem Einzugsgebiet und die dargelegten Probleme der Prognostizierung der Sedimentationsrate für das Hazelmere-Reservoir belegen, wie es zur Diskrepanz zwischen erwarteten und tatsächlichen Raten kommen kann.

Dabei wird klar, daß es kaum Probleme bereitet, durch die Erfassung der Erodibilität der Böden und der Erosivität der Niederschläge in Verbindung mit konstanten Landnutzungsfaktoren eine Sedimentationsrate abzuschätzen und somit eine Lebenserwartung für einen Stausee zu projizieren. Wenn allerdings deutliche Veränderungen der sozioökonomischen Randbedingungen erfolgen, kann es – selbst dann, wenn diese recht kleinräumlich wirksam werden - zu Fehleinschätzungen kommen, wie das Beispiel Hazelmere Dam zeigt. Zukünftige Planungen, die sich mit diesem Problemfeld von globaler Bedeutung auseinandersetzen, sollten dies mit ins Kalkül ziehen. Freilich darf über diese gesellschaftspolitischen Aspekte und deren naturräumliche Auswirkungen vor allem in Ländern der Dritten Welt und in sog. Schwellenländern nicht außer Acht bleiben, daß in Zeitdimensionen von mehreren Jahrzehnten auch die klimatische Variabilität durchaus einen weiteren Unsicherheitsfaktor mit Blick auf die Bereitstellung, den Transport und den Verbleib von Sedimenten darstellen kann.

Fraglich bleibt allerdings in diesem Zusammenhang, ob die Entscheidungsträger in KwaZulu-Natal die Fähigkeit und Bereitschaft besitzen, sich mit wichtigen Anliegen des Umweltschutzes, wie z.B. Wiederaufforstungsmaßnahmen und anderen Bodenschutzkonzeptionen, die zur Verringerung der Sedimentationsgeschwindigkeiten aller Reservoirs führen könnten, zu befassen. Das wird die Zukunft zeigen.

LITERATUR

- ACOCKS, J.P.H. (1988): Veld types of South Africa.- 3rd edition, Pretoria.
 AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung.- 4. Aufl., Hannover.
 ARNAEZ-VADILLO, J. & LARREA, V. (1994): Erosion models and hydrogeomorphological functioning on hill-roads (Iberian System, La Rioja, Spain.- Z. Geomorph. N.F., 38: 343-354.
 BECKEDAHL, H.R. & DARDIS, G.F (1988): The role of artificial drainage on the development of soil erosion and gullies: some examples from Transkei, South Africa.- In: DARDIS, G.F. & MOON, B.P: [eds.] (1988): Geomorphological Studies in South Africa. Rotterdam.

- BISCI, C., DRAMIS, F. & GENTIL, B. (1992): Recent and present geomorphological evolution of river beds in the southern portion of the Marches Region (Central Italy).- *Geoökoplos* 3: 83-96.
- COOPER, J.A.G., MASON, T.R., REDDERING, J.S.V. & ILLENBERGER, W.K. (1989): Geomorphological Effects of the September 1987 flood on the Mgeni Estuary.- In: Survey of September 1987 Natal Floods (1989). South African National Scientific Programmes Report No. 164.
- DALRYMPLE, J.B., BLONG, R.J. & CONACHER, A.J. (1968): An hypothetical nine-unit land-surface model.- *Z. f. Geomorph. N.F.* 12: 60-76.
- DWAF (1993): Hazelmere Dam: Capacity Determination.- Department of Water Affairs and Forestry. Pretoria.
- ERSKINE, W.D., GEARY, P.M. & OUTHET, D.N. (1985): Potential impacts of sand and gravel extraction on the Hunter River, New South Wales.- *Austral. Geogr. Stud.* 23: 71-86.
- ERSKINE, W.D. (1996): Response and recovery of a sand-bed stream to a catastrophic flood.- *Z. Geomorph. N.F.* 40: 359-383.
- GARLAND, G.G. & OLIVIER, M. (1993): Predicting landslides from rainfall in a humid, sub-tropical region.- *Geomorphology* 8: 165-173.
- GOUDIE, A.S. (1988): The geomorphological role of termites and earth-worms in the tropics.- In: VILES, H.A. [ed.]: *Biogeomorphology*. Oxford: 166-192.
- GOUDIE A.S. (1994): *Mensch und Umwelt*. Heidelberg, Berlin.
- HSRC = HUMAN SCIENCE RESEARCH COUNCIL (1991): Republic of South Africa Census Data. Durban.
- JUNGERIUS, P.D. & VAN DEN BRINK (1991): The Geomorphology of a Gully Wall.-*Catena Supplement* 19: 57-69.)
- KING, L. (1982): *The Natal Monocline*.- 2nd revised edition, Pietermaritzburg.
- LAUER, W., RAFIQPOOR, M.D. & FRANKENBERG, P. (1996): Die Klimate der Erde. Eine Klassifikation auf ökophysiologischer Grundlage. *Erdkunde* Bd. 50, H.4: 275-300
- LÖFFLER, E.: (1996): Bioturbation als Faktor der Reliefigenese in den wechselfeuchten Tropen.- *Petermanns Geogr. Mitt.* 140: 301-313.
- MANSHARD, W. (1988). *Entwicklungsprobleme in den Agrarräumen des tropischen Afrika*. Darmstadt.
- MAUD, R.R. (1968): Quaternary geomorphology and soil formation in coastal Natal.- *Z.Geomorph. N.F.*, Suppl.-Bd. 7: 155-197.
- MOLL, E.J. (1976): *The Vegetation of the Three Rivers Region, Natal*.- Natal Town and Regional Planning Reports 33. Town and Regional Planning Commission, Pietermaritzburg.
- OLLESCH, G. & SEUFFERT, O. (1996): Sediment and soluble load from pasture ecosystems in southern Sardinia. Interpretation on a single event level. Tagungsbeitrag, 28th International Geographical Congress, The Hague, August 4-10 1996 - unveröffentlicht
- PEGRAM, G. & ADAMSON, P. (1988): Revised risk analysis for extreme storms and floods in Natal/KwaZulu.- *The Civil Engineer in South Africa*, 30: 15-20.
- PULLAN, R.A. (1979): Termite hills in Africa: their characteristics and evolution. *Catena* 6:267-291.
- REID, L.M. & DUNNE, T. (1984): Sediment Production From Forest Road Surfaces.- *Water Resources Research* 20: 1753-1761.
- RUSSOW, F. (1997): Geoökologische Untersuchungen zur Bodenerosion und über das Zustandekommen der Sedimentationsrate des Hazelmere Staudamms im Mdloti-Einzugsgebiet, Provinz KwaZulu-Natal, Südafrika. Mag.-Arb. (unveröff.) am Institut für Geographie, TU Darmstadt.
- SCHULTZ, J. (1995): *Die Ökozonen der Erde*.- 2. Auflage, Stuttgart.
- SEMMEI, A. (1991): Relief, Gestein, Boden. Grundlagen der Physischen Geographie I.- Darmstadt.

- SEUFFERT, O., K.HERRIG, G. OLLESCH & D. BUSCHE (1999): REI - An integrated Rainfall Erosivity Index for assessing and correlating rainfall structure, runoff and erosion. *Geoökodynamik* **20**: 1-54
- SEUFFERT, O., BUSCHE, D. & LÖWE, P. (1999b): Rainfall Structure – Rainfall Erosivity: New concepts to solve old problems. *Petermanns Geographische Mitteilungen* **144**, 5-6: (in press)
- TRIEGAARDT, D.O., TERBLANCHE, D.E., VAN HEERDEN, J. & LAING, M.V. (1988): The Natal Flood of September 1987.- Technical Paper No. 19. Department of Environmental Affairs- Weather Bureau, Pretoria.
- UMGENI WATER, WATER QUALITY PLANNING (1993): Historical and current water quality trends in the Hazelmere Impoundment - Implications for water treatment.- Umgeni Water, P'maritzburg.
- WEIGT, E. (1963): Natur- und Anthropogeographische Probleme der Entwicklungsländer.- In: SCHOLZ, F. [Hrsg.] (1985): *Entwicklungsländer: Beiträge der Geographie zur Entwicklungsforschung*. Darmstadt.

Eingang des Manuskripts: 16.11.1999
Annahme des Manuskripts: 10.01.2000

Anschrift der Autoren: Frank Russow, M.A., csg GmbH, Bereich SoftwareProjekte, Lyoner Straße 13, 60528 Frankfurt/Main, e-mail: Frank_Russow@de.ibm.com; Prof. Gerry G. Garland, Institute of Geography, University of Kwazulu-Natal, Durban, South Africa, e-mail: garland@gwise.mtb.und.ac.za; Prof. Dr. Otmar Seuffert, Geographisches Institut der TU Darmstadt, Schnittspahnstraße 9, 64287 Darmstadt; e-mail: geoeko@t-online.de; Dr. Gregor Ollesch, M.A., UFZ Leipzig-Halle, Abt.Bodenkunde, Brueckstrasse 3a, D-39114 Magdeburg, e-mail: ollesch@lake.gm.ufz.de