

- *Tropical deforestation – Water availability – Domestic water use – Rural water supply*

**Alwin Keil, Alexander Kleinhans, Stefan Schwarze, Regina Birner,
Gerhard Gerold (Göttingen) and Sance Lipu (Tadulako Palu)**

Forest Conversion, Water Availability and Water Use in Central Sulawesi, Indonesia

*Waldkonversion, Wasserverfügbarkeit und Wassernutzung
in Zentral-Sulawesi, Indonesien*

With 7 Figures, 1 Table and 3 Photos

The hydrological functions of tropical rainforests are a substantial argument for forest conservation. Deforestation often leads to an increased variability in discharge patterns, causing large fluctuations in water supply and water quality. Nevertheless, empirical studies that attempt to quantify the impact of deforestation on the availability of water are scarce. Taking the case of Nopu village in the rainforest margin of Central Sulawesi as an empirical example, the objective of this paper is to quantify the impact of forest conversion on water availability and water use at a local scale, applying an interdisciplinary approach. Measurements of water and nutrient fluxes as well as domestic water use are combined with an analysis of local perceptions regarding water availability and quality. Accounting for the rapid growth of the settlement, our findings indicate that – in spite of its location in a humid rainforest margin area – the community is likely to face problems of water scarcity and poor water quality in the near future.

Summary: Forest Conversion, Water Availability and Water Use in Central Sulawesi, Indonesia

Apart from the crucial role of tropical rainforests for biodiversity and carbon sequestration, their hydrological functions are also regarded as one of the major reasons why deforestation needs to be reduced. At the village level, the probable seasonal reduction of water availability and a possible change in water quality for agricultural and household purposes as a consequence of deforestation in the watershed is an important argument for forest conservation. Nevertheless, empirical studies that attempt to quantify the impact of deforestation on the availability of water are still scarce. Taking the case of Nopu village in Central Sulawesi as an empirical example,

the objective of this paper is to develop an interdisciplinary approach to quantify the impact of forest conversion on water availability and water use in a small traditional water supply system at the rainforest margin. The paper combines a measurement approach which investigates the water and nutrient fluxes in a tropical rainforest catchment with high conversion rates with the analysis of the perceptions of the local population regarding water supply. The latter was assessed on the basis of a Participatory Rural Appraisal, and domestic water use was empirically measured in selected households. Moreover, the demographic development of this rapidly growing settlement is projected into the future using regression analysis. We calculated a daily water consumption of approximately 190 litres per

capita and day. During the measurement period, the village did not suffer from a lack of water. However, the region is affected by El Niño-related drought periods during which the occurrence of water shortages is not unlikely, especially if demand is to increase by around 1736 m³ per year, as we project on the basis of population growth in Nopu thus far. In order to quantify the impact of deforestation on water availability, longer time series data are needed. However, the results of our turbidity measurements as a means to estimate the suspended sediment transport indicate that forest conversion increases turbidity. It therefore leads to a deterioration of water quality, and has negative consequences for the water supply infrastructure.

Zusammenfassung: Waldkonversion, Wasserverfügbarkeit und Wassernutzung in Zentral-Sulawesi, Indonesien

Abgesehen von der entscheidenden Rolle tropischer Regenwälder für die Erhaltung der Biodiversität und die Aufnahme von CO₂ werden auch ihre hydrologischen Funktionen als wichtiger Grund für die notwendige Reduktion der Entwaldung angeführt. Auf Dorfebene ist der durch Entwaldung hervorgerufene wahrscheinliche saisonale Rückgang der Wasserverfügbarkeit und eine mögliche Verschlechterung der Wasserqualität für Landwirtschaft und häuslichen Gebrauch ein wichtiges Argument für den Schutz des Regenwaldes. Dennoch gibt es nur wenige Studien, die den Einfluss von Entwaldung auf die Wasserverfügbarkeit empirisch zu quantifizieren versuchen. Der vorliegende Artikel zielt darauf hin, am Beispiel des Dorfes Nopu in Zentral-Sulawesi in einer interdisziplinären Herangehensweise den Einfluss der Waldkonversion auf die Wasserverfügbarkeit in einem kleinen ländlichen Wasserversorgungssystem am Regenwaldrand zu quantifizieren. Hierfür werden Messungen von Wasser- und Nährstoffumsätzen in einem Einzugsgebiet im tropischen Regenwald mit hohen Konversionsraten mit einer Analyse der Wahrnehmung der lokalen Bevölkerung bezüglich des Wasserangebots kombiniert. Letztere wurde mit Hilfe partizipativer Methoden erhoben. Der häusliche Wasserverbrauch wurde in ausgewählten Haushalten gemessen. Darüber hinaus wurde die demografi-

sche Entwicklung dieser rapide wachsenden Siedlung mittels Regressionsanalyse in die Zukunft projiziert. Es wurde ein durchschnittlicher Wasserverbrauch von etwa 190 Liter pro Tag und Einwohner ermittelt. Während der Messungen litt das Dorf nicht unter Trockenheit. Die Region ist jedoch von wiederkehrenden Trockenperioden betroffen, die auf das El Niño Phänomen zurückzuführen sind. Während dieser ist das Auftreten von Wasserknappheit nicht unwahrscheinlich, insbesondere wenn man berücksichtigt, dass die Nachfrage nach Wasser in Zukunft stark ansteigen wird. Aufgrund der bisherigen Bevölkerungsentwicklung in Nopu prognostizieren wir einen durchschnittlichen Mehrverbrauch von etwa 1736 m³ pro Jahr. Um den Einfluss von Entwaldung auf das Wasserangebot zu quantifizieren, sind längere Datenreihen erforderlich. Die vorliegenden Messergebnisse belegen jedoch, dass Waldkonversion zu einer höheren Gewässertrübung aufgrund des höheren Sedimenttransportes führt. Sie bewirkt somit eine Verschlechterung der Wasserqualität und hat negative Auswirkungen auf die Wasserversorgungsinfrastruktur.

Résumé: Conversion forestière, disponibilité et utilisation de l'eau au Centre de Sulawesi, Indonésie

En dehors du rôle crucial des forêts tropicales humides concernant la biodiversité et la séquestration de carbone, leurs fonctions hydrologiques sont également considérées comme une des raisons principales pour lesquelles la déforestation doit être réduite. La réduction saisonnière probable de la disponibilité de l'eau et le changement possible de la qualité de celle-ci pour des fins agricoles et de ménage au niveau du village sont considérés comme une conséquence de la déforestation et constituent un argument important pour la conservation des forêts. Cependant, les études empiriques mesurant l'impact de la déforestation sur la disponibilité de l'eau sont encore rares. Prenant le cas du village de Nopu au centre de Sulawesi comme exemple empirique, l'objectif de cet article est de développer une approche interdisciplinaire pour mesurer l'impact de la conversion des forêts sur la disponibilité de l'eau et l'utilisation de celle-ci dans un petit système d'approvisionnement traditionnel à la périphérie. Le présent article combine une appro-

che permettant de mesurer les flux d'eau et d'éléments nutritifs dans une captation en forêt tropicale humide ayant des taux de conversion élevés avec l'analyse de la perception de la situation d'approvisionnement en eau par la population locale. L'approvisionnement en eau et l'utilisation domestique de celle-ci sont obtenus sur la base d'une évaluation rurale participative et d'une enquête auprès des ménages préalablement sélectionnés. De plus, le développement démographique de cette zone de colonisation rapide et croissante est projeté dans le futur en utilisant l'analyse de régression. Une consommation quotidienne moyenne d'environ 190 litres d'eau par personne a été calculée. Pendant la période de mesures, le village n'a pas souffert d'un manque d'eau. Cependant, la région est affectée par des périodes de sécheresse relatives à El Niño pendant lesquelles des cas de manque d'eau ne sont pas peu probables, particulièrement si la demande doit augmenter autour de 1736 m³ par an, selon nos projections basées jusqu'ici sur la croissance de population de Nopu. Afin de mesurer l'impact de la déforestation sur la disponibilité de l'eau, des données de séries chrono-

logiques plus longues sont nécessaires. Cependant, les résultats des mesures de turbidité en tant que moyens d'estimer le transport de sédiments, indiquent que la conversion de forêt augmente la turbidité. Elle mène donc à une détérioration de la qualité de l'eau et a des conséquences négatives sur l'infrastructure d'approvisionnement en eau.

M.Sc. agr. Alwin Keil, Dr. Stefan Schwarze and Dr. Regina Birner, Institute of Rural Development, Universität Göttingen, Waldweg 26, 37073 Göttingen, Germany; Alwin.Keil@agr.uni-goettingen.de, s.schwarze@agr.uni-goettingen.de, rbirner@gwdg

Dr. Alexander Kleinhans and Prof. Dr. Gerhard Gerold, Institute of Geography (Landscape Ecology), University of Göttingen, Goldschmidtstr. 5, 37077 Göttingen, Germany; akleinh@gwdg.de, ggerold@gwdg.de

Sance Lipu M.Sc., Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Tadulako University, Palu 94118, Indonesia, sancelipu@yahoo.com