

Heiko Freitag: Proxydaten zur Bestimmung der meteorologisch- hydrologisch gesteuerten Variabilitäten des alpinen und nicht-alpinen Abflusses im Rheineinzugsgebiet während der letzten 150 Jahre. 2003

Da die Extremereignisse des Niederschlages und Abflusses im Rheineinzugsgebiet während der jüngeren Vergangenheit zugenommen haben, soll im Rahmen dieser Arbeit gezeigt werden, in wie weit sich diese Änderungen während der letzten 150 Jahre bemerkbar gemacht haben und Auswirkungen auf das Klima anzeigen.

Meteorologische und hydrologische Variabilitäten des alpinen- und nicht- alpinen Rheineinzugsgebietes lassen sich mit Hilfe von stabilen Sauerstoffisotopen-Signaturen karbonatbildender Süßwassermuscheln der Gattung *Unio* bzw. der Unterart *Unio crassus nanus* (LAMARCK, 1819) nachweisen. Das saisonale Abflussverhalten des Rheins weist charakteristische Abflusstrends für das Sommer- und Winterhalbjahr auf. Im Winterhalbjahr dominieren nicht-alpine Niederschlagsabflüsse mit ca. 80%, da die alpinen Niederschläge in den Höhenlagen akkumuliert werden. Der Abfluss des Sommerhalbjahres hingegen besteht zu ca. 80% aus alpinen Schmelzwässern und nur noch zu 20% aus nicht-alpinen Niederschlagswässern.

Die in diesem Habitat lebenden Süßwassermuscheln filtern das Rheinwasser bis zu einer Mindestwassertemperatur von nahezu +10°C und bauen aus dem so gewonnenen Karbonat ihre Schale auf. In den Wintermonaten werden nur Wassertemperaturen von um +4 °C erreicht. Daher legen die Muscheln während dieser Zeit eine Wachstumsruhephase ein. Die gemessenen Sauerstoffisotopen-Werte rezenter und sub-rezenter karbonatbildender Süßwassermuscheln liegen während des Sommerhalbjahres zwischen -6.95 und -10.98‰, was gut mit den gemessenen Sauerstoffisotopen-Werten des Rheinwassers übereinstimmt. Somit spiegeln die Sauerstoffisotopen-Signaturen des Karbonates die Sauerstoffisotopen-Signaturen des Rheinwassers wider, anhand derer ein Rückschluss auf das Abflussgebiet und die saisonale Verteilung des Wasserangebotes vorgenommen werden kann.

Da die meteorologischen und hydrologischen Parameter u.a. Abfluss, Niederschlag, Temperatur und Nordatlantische-Oszillation des Rheineinzugsgebietes während der letzten 150 Jahren relativen Schwankungen unterlagen, deren Großtrend allerdings einen tendenziellen Anstieg sowie eine Umverteilung aufweist, lassen sich diese Variabilitäten anhand der gemessenen Sauerstoffisotopen-Signaturen nachweisen.

Mittels Frequenz-Analysen konnte gezeigt werden, welche Winter- und Sommerzyklen niederschlagsteuernd sind und sich somit im Abflussgeschehen des alpinen sowie im nicht-alpinen Rheineinzugsgebiet widerspiegeln. Des Weiteren zeigen die saisonalen Zyklen der Nordatlantischen-Oszillation ein charakteristisches Muster, welches die Niederschlagszyklen sowie die des Abflusses mitsteuert.

Die Frequenz-Analysen der meteorologischen und hydrologischen Datenreihen zeigen eine Steuerung des saisonalen Einzugsgebiets spezifischen Abflusses auf, der sich durch die Zeit mittels Änderung der Sauerstoffisotopen- Signatur der Proxydaten nachweisen lässt.

The past 150 years show an increase in discharge and precipitation for the total catchment area of the river Rhine which is dominantly related to climatic change.

Meteorological and hydrological fluctuations for the alpine and non-alpine catchment area are, for example, recorded in the stable oxygen isotope composition of fresh-water bivalves *Unio crassus nanus* (LAMARCK, 1819). The seasonal discharge of the river Rhine shows typical trends and variations between meteorological and hydrological summer and winter. During winter, discharge is dominated by up to 80% of non-alpine precipitation-discharge, because alpine precipitation is stored as ice and snow. Summer discharge is in general characterized by 80% alpine melt-water and 20% non-alpine precipitation-water.

Carbonate shell secretion of the fresh-water bivalves requires river water temperature of 10+°C, or

more. The measured stable oxygen isotopes values of recent and sub-recent bivalve shells range during summer between -6.95 and -10.98 ‰, which correlates with oxygen isotope values of the river water. The observed results show a good correlation between the two discharge areas, alpine and non-alpine, and the seasonal variations of the water masses.

Based on meteorological and hydrological data sets discharge, precipitation, and temperature, as well as the North Atlantic Oscillation influence the total catchment area of the river Rhine. These parameters show significant fluctuations during the past 150 years and a general increase and redistribution. The fluctuations recorded in the historical records can be recognized in the stable oxygen isotopes composition of the bivalves shells.

Frequency analyses of winter- and summer cycles show distinct precipitation cycles controlled by discharge events for the alpine and non-alpine catchment area. Seasonal cycles modulated by the North Atlantic Oscillation show a characteristic pattern of precipitation and discharge.

The results of this study show that the oxygen isotope record preserved in recent and sub-recent fresh-water bivalves shells can serve as a proxy for seasonal and temporal discharge events of alpine and non-alpine catchment areas at the river Rhine. Thus, research developed a tool which allows to decipher the Rhine discharge record prior to the historical compilations.