

**“Holocene human impact, climate and environment in the northern Central Alps:
A geochemical approach on mountain peatlands”**

Zusammenfassung

Seit dem Ende der letzten Eiszeit haben die europäischen Alpen mehrere Phasen der menschlichen Kolonisation erlebt. Allerdings sind für diese Gebirgsregion die Wechselwirkungen von Klima, menschlichem Einfluss und Umwelt noch nicht vollständig geklärt. Insbesondere das Wissen über die Zeitpunkte und Ausmaße der menschlichen Auswirkungen in den nördlichen Zentralalpen (NZA) während des Holozäns ist noch mangelhaft. Mit Hilfe von Geochemie-, Pollen- und Radiokohlenstoffanalysen und deren Vergleich mit regionalen archäologischen und historischen Daten soll diese Arbeit zur Ausfüllung dieser Lücken beitragen. Dazu wurden Bergmoore in drei Untersuchungsgebieten der NZA ausgewählt: Kleinwalsertal (Vorarlberg, Österreich), Piller Moor (Tirol, Österreich) und oberes Fimbatal (Graubünden, Schweiz).

Aus diesen Mooren wurden Proben entnommen und untersucht. Die Verwendung geochemischer Proxys (lithogene Elemente, Spurenmetalle) in Torfen ist dabei eine etablierte Methode zum Nachweis von Mineraleintrag, Erosion oder metallurgischen Aktivitäten. Trotz der Vorteile einer schnellen Probenvorbereitung und Messung ist der Einsatz der tragbaren Röntgenfluoreszenzanalyse (pXRF) insbesondere für Moore selten: aufgrund von Einschränkungen durch niedrige Zählraten, Matrixeffekte oder fehlende Kalibrierungen für organische Materialien. Durch die Kalibrierung der pXRF mit Messungen der quantitativen „Induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie“ (ICP-MS) konnte dieses Problem gelöst werden. Diese Studie zeigt, dass Ti, Pb, Sr, Zn, K, S, Fe, V, Zr und - zum Teil - Rb, Ca und Mn erfolgreich kalibriert werden und als paläoökologische Proxys in Torf verwendet werden können. Diese Proxys lassen folgende Schlüsse zu:

In hohen Lagen beeinflussen periglaziale Prozesse die Depositionsprozesse in den Mooren. Um 8200 und im späten 7. Jahrtausend cal BP herrschen feuchtere und kältere Klimabedingungen im Untersuchungsgebiet. Die früheste Landnutzung ist im Kleinwalsertal um 5500 cal BP zu verzeichnen, mit Brandrodungen, Viehzucht und Hinweisen auf bisher unentdeckte regionale Metallurgie. Kurz vor der Bronzezeit (ca. 4300 cal BP), Jahrhunderte vor dem Boom der Bergbauggebiete in den Ostalpen, sind metallurgische Spuren um das Piller

Moor nachweisbar. Die möglicherweise umfassendste prähistorische menschliche Landnutzung betrifft alle Standorte von der mittleren bis zur späten Bronzezeit (3500-3000 cal BP) in Form erhöhter Erosion und erheblicher Landschaftsveränderungen – von Wald- zur Weidelandschaft. Mögliche Metallanreicherungen werden jedoch durch hohe Mineralstoffeinträge überdeckt. Dieser Zeit folgt eine Phase geringerer Landnutzung, die bis weit in die römische Zeit reicht (2800 cal BP bis 250 cal CE). Im Kleinwalsertal wird jedoch um 2700 cal BP eine erhöhte Bleianreicherung sichtbar, während in Nordwesttirol eine Zunahme des menschlichen Einflusses um 2400 cal BP registriert wird. Der weit verbreitete römische Bergbau wird durch einen erhöhten Bleianreicherungsfaktor (Pb EF) in allen untersuchten Mooren angezeigt. Eine kurze Zeit regionaler Bergbauaktivitäten scheint auch unmittelbar nach dem Zusammenbruch des Römischen Reiches stattgefunden zu haben. Intensivere menschliche Aktivitäten beginnen ab ca. 250 cal CE mit dem Verfall Römischer Macht im Kleinwalsertal, werden aber durch eine Klimaverschlechterung nach 500 cal CE unterbrochen. An den höher gelegenen Standorten findet die Intensivierung der Landnutzung erst im Hochmittelalter (ca. 1000 cal CE) statt. Ein steigender Pb EF deutet außerdem auf stärker werdende Bergbauaktivitäten hin. Während der Pb EF aufgrund von Bergbau, Industrialisierung und verbleitem Brennstoff bis 1980 cal CE weiter ansteigt, können menschliche Eingriffe in die Landschaft (Rodungen, Weidemanagement, Entwässerung) mit unterschiedlichen Auswirkungen klimatischer, kultureller und demografischer Faktoren verbunden werden. Im Laufe des letzten Jahrhunderts verstärken wachsender Tourismus- und Infrastrukturbau die Erosion, doch eine veränderte Landnutzung führte schlussendlich zu einer Erholung der untersuchten Moore im Kleinwalsertal und in Tirol.

Die Ergebnisse der vorgelegten Studie verleihen den archäologischen und historischen Daten eine neue Dimension, indem sie das Ausmaß der menschlichen Landnutzung und dessen Verbindungen zum Klima zeigen. Darüber hinaus werden bisher unbekannte Perioden des prähistorischen Bergbaus oder der Metallurgie in den NZA aufgedeckt.