

Isotopenzusammensetzung von Schalen und Zellgewebe von Kieselalgen aus stationären Kulturen unter verschiedenen Temperatur-, Beleuchtungs- und Nährstoffbedingungen

-Schlussfolgerungen für die Interpretation von Sauerstoffisotopen biogener Silikate aus Sedimenten als Proxies von Umweltvariationen

Zusammenfassung

Der biogene Opal aus Kieselalgeschalen wurde in letzter Zeit vermehrt als Paläotemperatur-indikator vor allem dann benutzt, wenn Karbonate als Träger klimatischer Information nicht zur Verfügung standen. Im Hinblick auf terrestrische Gewässer stellt sich aktuell die Frage, ob und inwieweit diese Paläotemperaturskala auch im limnischen Bereich angewendet werden kann. Weil die jahreszeitlichen Variationen in Seen wesentlich höher als in Ozeanen sind, treten bei der Interpretation der ermittelten Signale andere Probleme auf. Die Frage nach Entstehung und der Zusammensetzung von Isotopensignalen ist daher eine große Herausforderung um zu einer korrekten Interpretation zu kommen. Im natürlichen Milieu ist die gezielte Untersuchung einzelner Umweltparameter auf Grund der sich ständig verändernden Bedingungen nahezu unmöglich. Deshalb wurde der Entschluss gefasst, Laboruntersuchungen durchzuführen, bei denen gezielt unter bestimmten vorgegebenen Parametern experimentiert werden konnte.

Im vorliegenden Fall wurde entschieden, mit dem Einsatz stationärer Algenkulturen einen möglichen Zusammenhang zwischen Sauerstoffisotopenvariationen und verschiedenen Umweltgrößen zu erarbeiten. An Hand der Arbeit sollte überprüft werden, ob verschiedene Diatomeenarten unter gleichen Bedingungen gleiche Sauerstoffisotopenverhältnisse aufweisen (Artabhängigkeit), ob Variationen der Wassertemperatur zu Veränderungen des Isotopenverhältnisses führen (Temperaturabhängigkeit), ob Variationen der Lichtintensität und Nitratkonzentration (Nährstoffe) zu Veränderungen des Isotopenverhältnisses führen, und ob gewisse biologische Prozesse (z.B. Wachstumsrate) zu Abweichungen vom rein physikalischen Isotopenaustausch führen können.

Die Versuchsreihen mit den Diatomeen wurden in zwei Fermentern durchgeführt. Um die Versuche durchzuführen, mußte eine Beleuchtungseinheit mit natürlichem Lichtspektrum konstruiert werden. Für die Untersuchungen wurden zwei Diatomeenstämme ausgewählt, die sich morphologisch unterscheiden. Dies waren: *Fragilaria crotonensis* aus der Ordnung Pennales und *Cyclotella meneghiniana* aus der Ordnung Centrales. Die Experimente wurden bei den Temperaturen: 9, 12, 15,

18, 21 und 24°C durchgeführt. Zunächst wurde der Einfluss verschiedener Nitratkonzentrationen im Medium (10.5, 21, 52.5 und 105 mg/l) auf das Verhalten der Diatomeen überprüft. Außerdem wurden Versuche bei verschiedenen Lichtintensitäten (200, 500, 1100 und 1700 $\mu\text{mol Photonen m}^{-2}\text{s}^{-1}$) durchgeführt.

Auf Grund der Ergebnisse wurde für beide Arten ein Zusammenhang zwischen dem Isotopenwert des Opalsauerstoffs und der Wassertemperatur gefunden. Dabei hat sich gezeigt, dass die Temperaturkoeffizienten nicht artabhängig sind. Für *Fragilaria crotonensis* wurde im Temperaturbereich von 15-24°C ein Temperaturkoeffizient von $\approx -0.28 \text{ ‰/}^\circ\text{C}$ ermittelt. Für *Cyclotella meneghiniana*, ergab sich mit einer Wachstumsrate von 0.34 d^{-1} im Temperaturbereich 15-21°C, ein Temperaturkoeffizient von $\approx -0.27 \text{ ‰/}^\circ\text{C}$. Dieselbe Art, lieferte bei einer Wachstumsrate von 0.2 d^{-1} im Temperaturbereich 9-18°C, ebenfalls einen Temperaturkoeffizienten von $\approx -0.27 \text{ ‰/}^\circ\text{C}$.

Die Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Nitratkonzentrationen zeigte keine Änderung der Sauerstoffisotopenfraktionierung im biogenen Opal. Der Befund ist von großer Bedeutung für Rekonstruktionen der Wassertemperatur mittels der Sauerstoffisotopenverhältnisse von Diatomeenschalen die aus verschiedenen Seen gewonnen werden. Denn verschiedene Seen werden sich normalerweise in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden.

Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass verschiedene Lichtintensitäten die Sauerstoffisotopen-fraktionierung während des Schalenaufbaus signifikant beeinflussen, allerdings ist der Effekt nicht sehr groß. Der Lichtkoeffizient (ϕ) beträgt $\approx 0.05 \text{ ‰/}100\mu\text{mol Photonen m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Der Effekt der Lichtintensität ist gegenläufig zum Temperatureffekt, und führt offensichtlich zu einer Dämpfung des Isotopensignals. Änderungen der Lichtintensität sollten also bei der Interpretation der Sauerstoffisotopenverhältnisse vom Kieselalgenopal berücksichtigt werden.

Die in dieser Studie entdeckten speziesspezifischen Effekte beziehen sich auf die Absolutwerte der Fraktionierung, haben jedoch keinen Einfluss auf die Temperaturkoeffizienten, welche speziesspezifisch sind. Die untersuchten Diatomeenarten waren also durch verschiedene Fraktionierungswerte charakterisiert. Offensichtlich spielt die Wachstumsrate bei der Fraktionierung eine entscheidende Rolle.