

Effects of increasing Water Temperature on Bank filtration: Experimental Studies at Lake Tegel, Berlin, Germany

Technische Universität Berlin, Fakultät III: Prozesswissenschaften, Institut für Technischen Umweltschutz – Wasserreinhaltung. Gutachter: Prof.Dr.-Ing. Martin Jekel und PD Dr.rer.nat. Günter Gunkel (TU-Berlin); Prof. Dr.rer.nat. habil. Brigitte Nixdorf (BTU Cottbus).

Dissertation vorgelegt von Alexandra Groß-Wittke (2014)

Zusammenfassung

Die Uferfiltration sowie die künstliche Grundwasseranreicherung spielen in der Trinkwasserversorgung der Stadt Berlin eine wichtige Rolle, mit über 70 % Anteil an der entnommenen Rohwassermenge. Die Reinigung des Oberflächenwassers findet während der Sediment – und Bodenpassage des Infiltrates statt und basiert auf einer Kombination von physikalischen, chemischen und biologischen Bedingungen und Prozessen, der Selbstreinigung des Gewässers. Diese Selbstreinigungs-Prozesse stehen in engem funktionalem Zusammenhang und werden durch Faktoren wie z.B. die hydrogeologischen Gegebenheiten des Sediments und Aquifers, die Oberflächenwasser-Qualität als auch der Gewässer-Temperatur bestimmt. Mit Blick auf den Klimawandel mit prognostizierten steigenden Temperaturen kommt es zur Wassererwärmung mit möglichen Auswirkungen auf Stratifikations- und Zirkulations-Prozessen des Seewassers und somit auf die Oberflächenwasser-Qualität und Steigerung der metabolischen Vorgänge während der Uferpassage welche Auswirkungen auf die Effektivität von biologischen Abbau-Prozessen hat. In dieser Arbeit werden die räumliche Veränderung von Sediment Eigenschaften und deren Auswirkungen auf die Infiltrationsdynamik als auch die saisonalen Gewässer- und Sediment-Temperatur und deren Effekte auf die Porenwasserqualität im Litoralbereich des Tegeler Sees erfasst. Zudem wurden Enclosure-Experimente in der Litoralzone durchgeführt um die Einflüsse von Wassererwärmung auf Komponenten der Selbstreinigungsleistung wie Redoxprozesse und mikrobielle Aktivität über einen Sedimentausschnitt von bis zu 30 cm zu untersuchen.

Die Flachwasserbereiche des Litorals bilden die Hauptinfiltrationszone am Tegeler See mit einer Breite von 20 - 30 m, ausgezeichnet durch in-situ Infiltrationsraten (IR) im Bereich 10 bis 15 L m⁻² h⁻¹. In tieferen See Zonen herrschen kolmatierte und nahezu impermeable Sedimente vor (IR = 0,4 bis 0,001 L m⁻² h⁻¹), die einen hohen Anteil an Feinmaterial mit steigenden Gehalten an C_{org} (bis zu 23 %) mit der Tiefe aufweisen. Zudem weist der ufernahe Litoralbereich höhere Maxima Wassertemperaturen und schnellere Abkühlungs- und Erwärmungsprozessen auf, mit ΔT bis zu 5.2 °C im Sommer im Vergleich zum offenen Gewässer des See (Pelagial). Hierbei wurde die Wassertemperatur vor allem durch die Lufttemperatur bestimmt, jedoch zeigten Wassertemperaturen des Litorals auch Sensitivität gegenüber Sonnenscheindauer und Windgeschwindigkeiten. Stratifikations- und Zirkulationsereignisse zwischen den unterschiedlichen Wasserkörpern (Litoral und Pelagial) konnten ermittelt werden. In der Zeit von Juni - September wurden langanhaltende Schichtungsperioden erfasst während von Oktober - Februar der See meist vollständig durchmischt war.

Die Sedimenttemperatur des Litorals lag im Frühling und Sommer bis zu 2,6 °C unter der Wassertemperatur während im Herbst und Winter das Sediment um bis zu 2,0 °C wärmer war. Diese Wärmetransport-Prozesse führten gerade im Sommer zu einem direkten Anstieg der Sedimenttemperatur, wenn auch mit abnehmender Intensität mit der Tiefe.

Eine Daten-Evaluation von Redoxpotential und physico-chemischen Parametern im Porenwasser im Hinblick auf Temperatur-Effekte ergab eine ausgeprägte Saisonabhängigkeit. Bei hohen Gewässertemperaturen (16 - 25 °C) wurden geringe Redoxpotentiale (-47 mV) und ein Anstieg anaerober/anoxischer Prozesse mit der Nutzung alternativer Elektronakzeptoren wie z.B. NO_3^- , Mn^{4+} und Fe^{3+} ermittelt.

Innerhalb des Enclosure-Experiments wurde eine mittlere Wassererwärmung von ca. 5 °C erreicht die in steigende Sedimenttemperaturen (0 - 30 cm) im Bereich von 2 - 3,5 °C resultierte. Reaktionen auf die simulierte Wassererwärmung konnte vor allem für das Oberflächenwasser beobachtet werden mit einer höheren und verlängerten Phytoplankton-Biomasse Entwicklung ausgezeichnet durch höhere Chl a und niedrige Nitrat, N_{inorg} Konzentrationen als auch eine Tendenz höherer DOC Gehalte. Im Interstitial konnten Effekte von Wassererwärmung auf redox-sensitive Prozesse und biologische Aktivität beobachtet werden, abhängig vom Standort sowie der Jahreszeit. Der untersuchte Röhricht-Bereich war ausgezeichnet durch signifikante Temperatureffekte auf Redoxprozesse mit Intensivierung von NO_3^- Reduktion, Ammonifikation, Denitrifikation sowie die Reduktion von Mn^{4+} und Fe^{3+} . Sulfat-reduktion wurde beobachtet, war jedoch nicht signifikant.