

Peyman Rezvani

Dr. sc. hum.

Entwicklung einer Methode zur Bestimmung von biogenen polaren Phenolderivaten im Trinkwasser mittels GC/MS. Feldversuche im südwestdeutschen und ungarischen Raum

Geboren am 04.10.1966

Reifeprüfung im Juni 1984

Studium der Fachrichtung technische Chemie (FH-Studium) WS 1986 bis WS 1992

Diplom 24.02.1992 an der Fachhochschule für Technik Mannheim

Studium der Fachrichtung Chemie SS 1992 bis WS 1996

Vordiplom WS 1992/93

Diplom 25.10.1996 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Hygiene

Doktorvater: Prof. Dr. med. Martin Klett

Huminstoffe und deren Nebenprodukte, die aus den Zersetzungsprozessen von lebendem organischen Material im Boden stammen, sind ein fester Bestandteil des Trinkwassers. Die Zersetzungsprodukte von Lignin mit ihrer phenolischen Struktur machen einen Großteil dieser biogenen natürlichen Stoffe aus, zu deren biologischen Wirkungen unter anderem auch die Hemmung von Enzymen wie Peroxidasen gehören.

Eine spezielle Peroxidase, die Thyroidperoxidase (TPO), besitzt ihrerseits eine wichtige Aufgabe bei der Aufbereitung des Spurenelements Iod während der Schilddrüsenhormonsynthese in tierischen wie menschlichen Schilddrüsenzellen. Eine erhöhte Aufnahme von Peroxidase-inhibierenden Substanzen in einer Region kann somit bei existierendem Iodmangel eine direkte Wirkung auf den Iodhaushalt der Schilddrüse und die Kropfhäufigkeit in der Bevölkerung haben. Das kropffördernde Potential der genannten Substanzen wird als strumigene (struma = lat. Kropf) Wirkung bezeichnet (englisch: goitrogen, goiter = Kropf).

Die Ergebnisse des ersten Teils dieser Arbeit (Methodenentwicklung) zeigen, daß die Festphasenextraktion mit Hilfe von oberflächen-hydroxylierten Polymerphasen zur

Anreicherung von polaren organischen Verbindungen (Huminstoffnebenprodukten) sehr gut geeignet ist.

Die entwickelte Extraktionsmethode ermöglicht in Kombination mit der On-Column-Derivatisierung mit Hilfe von Trimethylsulfoniumhydroxid (TMSH) die gaschromatographische Untersuchung von polaren Hydroxyphenolen, die sonst nur flüssigchromatographisch zu untersuchen sind. Durch den Einsatz von mittelpolaren Kapillarsäulen (35% Phenyl-Anteil) können einige Hydroxyphenole auch ohne Derivatisierung sehr effektiv gaschromatographisch getrennt werden. Dabei ist die Aufgabetechnik (z.B. die Liner-Wahl) und die Programmierung des Injektors entscheidend.

Es zeigte sich, daß der Huminstoffgehalt des Wassers bei dieser Anreicherungs-methode die Wiederfindung von Hydroxyphenolen und anderen polaren Komponenten nicht beeinträchtigt. Andererseits lassen sich aus huminstoffreichem Wasser (Stausee) bzw. aus wässrigen Huminsäure-Lösungen (kommerzielle Präparate) nur wenige Einzelsubstanzen extrahieren und nachweisen. Wasserlösliche Huminstoffe (Fulvinsäuren) liegen vermutlich als Makromoleküle vor, die nur wenige adsorbierte phenolische Abbauprodukte vorweisen.

Mit Hilfe der beschriebenen Methode wurden Trinkwasserproben aus 80 in Betrieb befindlichen Entnahmestellen von Wasserwerken im Südwesten Deutschlands und 30 Trinkwasserproben aus über ganz Ungarn verstreuten Entnahmestellen auf ihre Inhaltsstoffe untersucht. Es können im Trinkwasser eine Reihe an biogenen und anthropogenen Verbindungen nachgewiesen werden.

In nur wenigen Proben wurden phenolische Huminstoffabbauprodukte identifiziert. Zu diesen Substanzen gehören Resorcin und 2-Methylresorcin, zwei Verbindungen mit starker strumigener Wirkung. Die Aufstellung einer Korrelation zwischen den gefundenen biogenen Trinkwasserinhaltsstoffen und epidemiologische Daten zum Schilddrüsenvolumen ist aufgrund der Seltenheit positiver Proben kaum möglich.

Die Hydroxyphenole Resorcin und 2-Methylresorcin, die in 4 der 110 Proben als Spuren im ng/l-Bereich identifiziert wurden, zeigen eine starke Wirkung als Peroxidase-Inhibitoren. Die

Hemmwirkung der dotierten Proben ist allerdings *in vitro* erst im mg/l-Bereich nachweisbar. Andere identifizierte Substanzen zeigen im Enzymtest keine deutliche Hemmwirkung.

Resorcin und 2-Methylresorcin wurden auf ihre umwelttoxikologische Relevanz hin Mutagenitäts- und Bakterientoxizitätstests unterworfen. Bis in einen Konzentrationsbereich von 40 mg/l zeigen diese Verbindungen keine nachweisbare Toxizität und bis zu einer Konzentration von 1 g/l keine Mutagenität. Allein eine kommerzielle Huminsäurelösung zeigte eine konzentrationsabhängige toxische Wirkung auf aquatische Leuchtbakterien.

Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen die geringe Belastung des Trinkwassers in Südwestdeutschland und im Ungarn. Sie zeigen aber auch den geringen Gehalt an biogenen phenolischen Einzelsubstanzen, die losgelöst vom makromolekularen Verband der wasserlöslichen Huminstoffe (Fulvinsäuren) nachweisbar sind. Die Huminstoffe, die die organische Fracht des Wassers (DOC-Gehalt) zum großen Teil bedingen, sind das Endprodukt einer Reihe von Abbaureaktionen, die in der natürlichen Umwelt ablaufen. Ein weiterer Abbau dieser Makromoleküle kann allerdings durch übliche Trinkwasserbehandlungsmethoden wie Chlorung und UV-Bestrahlung in Gang gesetzt werden. Die Entstehung von Desinfektionsnebenprodukten bei der Chlorung ist ein Beweis hierfür. Die wasserlöslichen Huminstoffe werden hinsichtlich der chemischen wie auch der biologischen Aktivität des Trinkwassers auch weiterhin zu berücksichtigen sein.