

Vermeidung organoleptischer Beeinträchtigungen von Trinkwasser

– Rolle der freien Aminosäuren bei Chlordesinfektion –

Trinkwasser soll rein und genusstauglich sein. Dennoch treten vereinzelt immer wieder Geruchsprobleme am Hahn des Endverbrauchers auf, für die Erklärungen gefunden werden müssen. Für das Vertrauen des Wasserkonsumenten in die Güte des Trinkwassers ist diese Aufklärung sehr wichtig. Da die Gründe für Geruchsereignisse vielfältig sind, ist die Suche häufig mühsam, vor allem, wenn klassische Geruchsverursacher nicht nachgewiesen werden können.

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich Hinweise, dass freie Aminosäuren (AS) in Wasser zu einer Bildung von Geruchsstoffen führen können, wenn nach Abschluss der Trinkwasseraufbereitung Chlor zur Desinfektion eingesetzt wird. Dieser Zusammenhang ist schon relativ lange bekannt, allerdings findet diese Erklärungsmöglichkeit für Geruchsprobleme in der Praxis der Wasseraufbereitung kaum Beachtung. Können jedoch bei einem akuten Geruchsproblem die Verursachersubstanzen nicht identifiziert werden, sollten auch bisher unberücksichtigte Hypothesen verfolgt werden.

Die Bestimmungen von Aminosäurekonzentrationen in ca. 200 Wasserproben dreier Wasserwerke zeigen, dass freie AS in all

diesen Wässern enthalten sind ($\bar{\varnothing}$ 23 $\mu\text{g/L}$). Durch konventionelle Verfahren der Wasseraufbereitung lassen sie sich jedoch nur geringfügig, wenn überhaupt, entfernen. Teilweise zeigt sich eine Zunahme der Aminosäurekonzentration bei Nutzung biologisch arbeitender Filter (u. a. auch nach Aktivkohlefiltration). Freie AS gelangen somit in die abschließende Desinfektionsstufe und reagieren dort mit Chlor; oder es kommt im Verteilungsnetz durch Nachchlorungen zu dieser Reaktion.

Zur Prüfung, ob Gerüche durch AS hervorgerufen werden können, wurden im Labor Modelllösungen von AS unter definierten Bedingungen gechlort und ein möglicher resultierender Geruch erfasst. Einige AS zeigen dabei nach der Reaktion mit Chlor einen deutlichen Geruch (Leucin, Isoleucin, Phenylalanin, Valin, Methionin, Prolin, Ornithin, Cystein, Lysin). Dieser variiert in seiner Note und Intensität. Zusätzliche funktionelle Stickstoff- und Schwefelgruppen in der Struktur, geringe Chlor-Stickstoff-Verhältnisse, erhöhte absolute Konzentrationen an Chlor und hohe Reaktionszeiten fördern die Geruchsbildung. Schon eine Mischung von wenigen $\mu\text{g/L}$ je geruchsrelevanter freier AS kann bei einem Einsatz von 0,1 mg/L Chlor einen ungewünschten Geruch aufweisen.

Die entstandenen Substanzen bei der Chlorung von Lysin (als ein Vertreter der geruchsrelevanten AS) wurden zur Charakterisierung mittels LC-MS strukturell betrachtet. Bei den Untersuchungen wurden Substanzen aus den Klassen der Chloramine, Chlorimine, (Chlor-)Aldehyde und (Chlor-)Nitrile beobachtet. All diese

Verbindungsklassen können grundsätzlich geruchlich wahrgenommen werden, zeigen jedoch unterschiedliche Stabilitäten und Geruchsschwellenkonzentrationen. Eine umfassende qualitative und quantitative Bestimmung aller Reaktionsprodukte scheint aufgrund der Fülle und des Mangels an Standards nicht praktikabel.

Da sowohl die Quantifizierung der freien AS in natürlichen Wasserproben als auch die Identifizierung von Chlorungsprodukten analytisch sehr aufwendig ist, wurde zusätzlich nach einer Möglichkeit gesucht, nützliche Indikatoren für diese Geruchsprobleme abzuleiten. Mit Hilfe von Exzitations-Emissions-Matrizen (EEM) als Visualisierungsmethode der Fluoreszenzspektroskopie kann das Auftreten von freien AS und Proteinen indirekt über die aromatischen AS Tyrosin und Tryptophan beobachtet werden. Dabei weisen erhöhte Fluoreszenzintensitäten auf eine mögliche Gefahr der Geruchsbildung hin, sofern Chlor zur Desinfektion verwendet wird.

Um ein mögliches Geruchsproblem zu vermeiden, gilt es, sowohl die Konzentration der freien AS als auch die des eingesetzten Chlors zu verringern. Praktisch lässt sich dies jedoch nur in Grenzen umsetzen. Freie AS sind mit konventionellen Aufbereitungsmethoden nur schlecht aus Wasser zu entfernen und der Einsatz des Chlors muss weiterhin den Anspruch einer ausreichenden Desinfektion erfüllen. Praktikable Maßnahmen sind daher die Vermeidung von Nachchlorungen im Netz sowie gegebenenfalls die Umstellung der Desinfektion auf die Nutzung von Chlordioxid.

Die Ergebnisse dieser Arbeit stimmen gut mit Erkenntnissen älterer Untersuchungen überein. Allerdings wurden die Listen sowohl der betrachteten AS im Bereich der Geruchsbildung (muffige Geruchstypen) als auch die des Nachweises freier AS in Trinkwasser (Methodik mittels HPLC-MS; längerfristige Messreihe) sowie die der möglichen Reaktionsprodukte (Methodik mittels HPLC-MS) erweitert. Alle Resultate unterstützen die Hypothese der möglichen Geruchsbildung durch freie AS bei Chlordesinfektion, so dass eine Berücksichtigung bei der Klärung von Geruchsereignissen sinnvoll scheint.

Vermeidung organoleptischer Beeinträchtigungen von Trinkwasser – Rolle der freien Aminosäuren bei Chlordesinfektion –, Dissertation von Dipl.-Geoökol. Anika Grübel, Betreuung: Prof. Dr. Eckhard Worch, Institut für Wasserchemie der Technischen Universität Dresden, in Zusammenarbeit mit dem DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Außenstelle Dresden unter Leitung von Dr. Wido Schmidt, Korreferenten: Prof. Dr. Mathias Ernst, Institut für Wasserressourcen und Wasserversorgung der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) und Prof. Dr. Thorsten Reemtsma, Department Analytische Chemie des Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ). Erschienen als Band 58 der Schriftenreihe des DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), ISSN 1434-5765.