

**Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser  
Band 59 – Bewertung von Transformationsprodukten bei der  
Trinkwasseraufbereitung**

# INHALTSVERZEICHNIS

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>EINLEITUNG .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b>  | <b>AUFGABENSTELLUNG UND GESAMTKONZEPT .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3</b>  | <b>WESENTLICHE ERKENNTNISSE AUS DER LITERATURSTUDIE .....</b>                            | <b>9</b>  |
| 3.1       | Ozonanwendung in der Trinkwasseraufbereitung .....                                       | 9         |
| 3.2       | Ozon- und Ozonungsreaktionen.....  | 17        |
| <b>4</b>  | <b>GENTOXIKOLOGISCHE GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG DER OZONUNG .</b>                            | <b>25</b> |
| <b>5</b>  | <b>DAS TRANSFORMATIONSPRODUKT <i>N,N</i>-DIMETHYLNITROSAMIN (NDMA)</b>                   | <b>29</b> |
| 5.1       | Wirkmechanismus von NDMA in toxikologischen Testsystemen.....                            | 29        |
| 5.2       | Modifizierte Teststrategie zum Nachweis von NDMA .....                                   | 32        |
| 5.3       | Ergebnisse der toxikologischen NDMA-Untersuchungen .....                                 | 34        |
| <b>6</b>  | <b>AUSWAHL DER TESTVERBINDUNGEN.....</b>   | <b>43</b> |
| 6.1       | Ausgewählte PSM-Metaboliten als Testverbindungen.....                                    | 43        |
| 6.2       | Zur Problematik einer Positivsubstanz über das Gesamtverfahren .....                     | 44        |
| <b>7</b>  | <b>OZONUNG IM LABORMAßSTAB .....</b>   | <b>47</b> |
| 7.1       | Einflussgrößen .....   | 47        |
| 7.2       | Randbedingungen der Ozonung .....  | 48        |
| 7.3       | Das $R_{ct}$ -Konzept zur Beschreibung der Ozon- und Radikalexposition.....              | 51        |
| 7.4       | Beschreibung der Referenzbedingungen.....  | 53        |
| 7.5       | Abstoppen der Ozonreaktion.....  | 54        |
| 7.6       | Begleitende Analytik während der Ozonungsexperimente.....                                | 56        |
| <b>8</b>  | <b>KOPPLUNG DER OZONUNG AN TOXIKOLOGISCHE TESTVERFAHREN.....</b>                         | <b>59</b> |
| 8.1       | Wirkschwellen gentoxikologischer Testverfahren .....                                     | 59        |
| 8.2       | Anreicherungsverfahren .....   | 61        |
| 8.3       | Spezifische Eigenschaften angereicherter Proben in bakteriellen Gentoxizitätstests ..... | 66        |
| 8.4       | Überprüfung der Kopplung mit Positivsubstanzen .....                                     | 69        |
| 8.5       | Überprüfung der Nachweisgrenze gentoxischer Testsubstanzen nach Probenanreicherung ..... | 74        |
| 8.6       | Zusammenfassung der Ergebnisse zu den Positivsubstanzen im Ames- und umu-Test .....      | 76        |
| <b>9</b>  | <b>ANWENDUNG DER TESTSTRATEGIE.....</b>  | <b>79</b> |
| 9.1       | Untersuchungen zur ROS-Induktionsrate.....   | 79        |
| 9.2       | Untersuchungen von PSM-Metaboliten nach der Teststrategie.....                           | 84        |
| 9.3       | Zusammenfassung und Ausblick zur Toxikologie .....                                       | 87        |
| <b>10</b> | <b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>  | <b>91</b> |
| 10.1      | Zum Einsatz von Ozon .....   | 91        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 10.2      | Zur entwickelten Prüfmethode .....                                   | 92         |
| 10.3      | Fazit .....  | 95         |
| 10.4      | Ausblick im regulatorischen Kontext .....                            | 95         |
| <b>11</b> | <b>ANHANG A: STOFFDATEN UND METHODENBESCHREIBUNGEN.....</b>          | <b>99</b>  |
| 11.1      | Zusammenstellung ausgewählter Stoffdaten.....                        | 100        |
| 11.2      | Vorschriften und Informationen zur Ozonung und Analytik .....        | 104        |
| 11.3      | Durchführung des umu-Tests .....                                     | 128        |
| 11.4      | Durchführung des Ames-Fluktuations-Test .....                        | 130        |
| 11.5      | Teststrategie Zytotoxizität .....                                    | 131        |
| 11.6      | Teststrategie Gentoxizität .....                                     | 143        |
| <b>12</b> | <b>ANHANG B: MESSDATEN .....</b>                                     | <b>151</b> |
| 12.1      | Ausgewählte Experimente zur DMS-NDMA-Thematik .....                  | 151        |
| 12.2      | Ergebnisse der TZW-Umfrage: Daten zu Wasserparametern.....           | 155        |
| 12.3      | Chemische Parameter untersuchter Wasserproben in diesem Projekt..... | 159        |
| 12.4      | Ergebnisse des Rct-Konzepts.....                                     | 162        |
| 12.5      | Ozonzehrungskurven und Stoffabbaukurven von PSM-Metaboliten.....     | 170        |
| 12.6      | Charakterisierung der Anreicherungsverfahren.....                    | 179        |
| 12.7      | Ergänzende Messdaten zu Kapitel 8.3 .....                            | 188        |
| 12.8      | Ergänzende Messdaten zu Kapitel 8.4 .....                            | 190        |
| 12.9      | Ergänzende Messdaten zu Kapitel 8.5 .....                            | 201        |
| <b>13</b> | <b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>                                    | <b>203</b> |