

# Inhaltsverzeichnis

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>EINLEITUNG .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>2</b>   | <b>THEORETISCHER TEIL .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Verfahren zur Grund- und Abwasserreinigung .....</b>                                  | <b>15</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Eigenschaften von Huminstoffen .....</b>  | <b>17</b> |
| 2.2.1      | Huminstoffe als Sorbens für hydrophobe Schadstoffe .....                                 | 20        |
| 2.2.2      | Huminstoffe als Reaktionspartner.....  | 22        |
| <b>2.3</b> | <b>Mechanismen der betrachteten chemischen Reaktionen .....</b>                          | <b>23</b> |
| 2.3.1      | Oxidation von organischen Schadstoffen mit Permanganat.....                              | 23        |
| 2.3.2      | Oxidation organischer Schadstoffe mit klassischen und modifizierten Fenton-Systemen..... | 26        |
| 2.3.3      | Dechlorierung von Schadstoffen mit nanoskaligem elementarem Eisen.....                   | 28        |
| 2.3.4      | Chlorierung von organischen Schadstoffen.....  | 32        |
| 2.3.5      | Hydrolyse von organischen Schadstoffen .....   | 33        |
| <b>3</b>   | <b>EXPERIMENTELLER TEIL .....</b>  | <b>35</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Materialien und Chemikalien .....</b>   | <b>35</b> |
| 3.1.1      | Huminstoffe und deren Reinigung .....  | 35        |
| 3.1.2      | Aromatische Kohlenwasserstoffe .....   | 36        |
| 3.1.3      | Chlorkohlenwasserstoffe .....  | 37        |
| 3.1.4      | Herstellung von nanopartikulärem Fe(0) .....   | 38        |
| 3.1.5      | Sonstige Chemikalien .....   | 38        |
| <b>3.2</b> | <b>Analysenmethoden und physikalisch-chemische Verfahren.....</b>                        | <b>39</b> |
| 3.2.1      | Gaschromatographie .....   | 39        |
| 3.2.2      | Ionenchromatographie.....  | 40        |
| 3.2.3      | Bestimmung von Sorptionskoeffizienten an Huminstoffen und Polymeren mittels SPME.....    | 40        |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 3.2.4      | Bestimmung der Konzentration von Wasserstoffperoxid.....   | 41        |
| 3.2.5      | Bestimmung des Fe(0)-Gehaltes.....   | 41        |
| <b>3.3</b> | <b>Versuchsdurchführung.....</b>   | <b>42</b> |
| 3.3.1      | Experimente zur Oxidation von PAK .....  | 42        |
| 3.3.1.1    | <i>Oxidation mit Kaliumpermanganat.....</i>  | <i>42</i> |
| 3.3.1.2    | <i>Oxidation mit Wasserstoffperoxid .....</i>  | <i>43</i> |
| 3.3.1.3    | <i>Oxidation mit stöchiometrischem Fenton-Reagenz .....</i>  | <i>44</i> |
| 3.3.2      | Oxidation mit katalytischem Fenton-Reagenz .....   | 44        |
| 3.3.3      | Reduktive Dechlorierung von CKW an Fe(0)-Kolloiden.....  | 45        |
| 3.3.4      | Chlorierung von PAK .....  | 47        |
| 3.3.5      | Basisch medierte Hydrolyse von CKW .....   | 47        |
| 3.3.6      | Sauer katalysierte Hydrolyse von Essigsäureoktylester .....  | 48        |
| <b>4</b>   | <b>ERGEBNISSE UND DISKUSSION .....</b>   | <b>49</b> |
| 4.1        | Sorptionskoeffizienten der PAK an Roth-HA und Nafion® .....  | 49        |
| 4.2        | Oxidation von PAK in Gegenwart von DOM .....   | 51        |
| 4.2.1      | Oxidation von PAK mit KMnO <sub>4</sub> .....  | 54        |
| 4.2.1.1    | <i>Oxidation in Gegenwart von Roth-HA.....</i>   | <i>54</i> |
| 4.2.1.2    | <i>Oxidation in Gegenwart von Nafion .....</i>   | <i>59</i> |
| 4.2.2      | Oxidation von PAK mit H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....  | 61        |
| 4.2.2.1    | <i>Oxidation in Gegenwart von Roth-HA.....</i>   | <i>61</i> |
| 4.2.2.2    | <i>Oxidation in Gegenwart verschiedener HA-Chargen.....</i>  | <i>64</i> |
| 4.2.2.3    | <i>Oxidation in Gegenwart von Modellpolymeren .....</i>  | <i>65</i> |
| 4.2.3      | Oxidation von PAK mit stöchiometrischem Fenton-Reagenz.....  | 67        |
| <b>4.3</b> | <b>Katalytische Fenton-Prozesse .....</b>  | <b>70</b> |
| 4.3.1      | Einfluss des pH-Wertes und der Konzentration von Fe(III), H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> und DOM..... | 70        |
| 4.3.2      | Einfluss der Art des Komplexbildners.....  | 74        |
| 4.3.3      | Einfluss der Sorption an Huminstoffen .....  | 75        |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>4.4</b> | <b>Reduktive Dechlorierung von CKW mit nanoskaligem Eisen in Gegenwart von DOM</b> ..... | <b>77</b>  |
| 4.4.1      | Dechlorierung von Tetrachlormethan .....   | 78         |
| 4.4.2      | Dechlorierung von Trichlorethylen .....  | 86         |
| 4.4.3      | Dechlorierung von 1,1,1,2-Tetrachlorethan .....  | 87         |
| 4.4.4      | Dechlorierung von Lindan.....  | 90         |
| <b>4.5</b> | <b>Chlorierung von PAK</b> .....   | <b>92</b>  |
| <b>4.6</b> | <b>Hydrolyse</b> .....   | <b>100</b> |
| 4.6.1      | Basisch medierte Hydrolyse von TeCA und Lindan.....                                      | 100        |
| 4.6.2      | Sauer katalysierte Hydrolyse von Essigsäureoktylester .....                              | 104        |
| <b>5</b>   | <b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....   | <b>111</b> |
| <b>6</b>   | <b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....  | <b>115</b> |
| <b>7</b>   | <b>ANHANG</b> .....  | <b>130</b> |
| <b>A:</b>  | <b>Tabellenverzeichnis</b> .....   | <b>130</b> |
| <b>B:</b>  | <b>Abbildungsverzeichnis</b> .....   | <b>131</b> |
| <b>C:</b>  | <b>Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen</b> .....                                     | <b>135</b> |
| <b>D:</b>  | <b>Verzeichnis der verwendeten Symbole und Indizes</b> .....                             | <b>138</b> |