

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielsetzung	1
1.2	Vorgehensweise	2
2	Grundlagen.....	3
2.1	Reduzierte Grundwässer.....	3
2.2	Schnelfiltration zur Enteisenung und Entmanganung	3
2.2.1	Enteisenung	5
2.2.2	Entmanganung	10
2.3	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	13
2.3.1	Definition und Charakterisierung.....	13
2.3.2	Bestandteile des DOC im reduzierten Grundwasser.....	13
2.3.3	Mikrobiologische Abbaubarkeit des DOC	15
2.4	Wechselwirkungen zwischen DOC-Bestandteilen und Oxidhydrat-Oberflächen	15
2.4.1	Sorption und Sorptionsgleichgewichte.....	16
2.4.2	Oxidation von DOC-Bestandteilen durch Eisen(III)- bzw. Mangan(IV)-oxidhydrate.....	20
3	Analytik und Messmethoden	24
3.1	Physikalische und physikalisch-chemische Parameter	24
3.1.1	pH-Wert und Temperatur	24
3.1.2	Elektrische Leitfähigkeit.....	24
3.1.3	Gelöster Sauerstoff.....	24
3.1.4	Redoxspannung.....	24
3.1.5	Spezifische Oberfläche von Feststoffen	24
3.1.6	Ladungsnullpunkt	25
3.1.7	Energiedispersive Röntgenmikroanalyse EDX.....	25
3.2	Anorganische Parameter.....	25
3.2.1	Säurekapazität bis pH 4,3 ($K_{s\ 4,3}$) und Basenkapazität bis pH 8,2 ($K_{B\ 8,2}$).....	25
3.2.2	Eisen(II) und Gesamteisen.....	25
3.2.3	Mangan(II).....	26
3.2.4	Wasserstoffperoxid	26
3.2.5	Hydroxylradikale	26
3.3	Organische Parameter	27
3.3.1	Wahre Färbung (SAK_{436}).....	27
3.3.2	UV-Absorption (SAK_{254})	27
3.3.3	Spezifische UV-Absorption (SUVA)	27
3.3.4	Carboxylische Acidität	27
3.3.5	Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	27
3.3.6	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC).....	28
3.3.7	Partikulärer organischer Kohlenstoff.....	28
3.3.8	Gelchromatographische Fraktionierung des DOC (LC-OCD/LC-UVD)....	28
3.4	Mikrobiologische Untersuchungen.....	30
3.4.1	Heterotrophic plate count (HPC).....	30

3.4.2	Koloniezahl nach TrinkwV 1990	30
3.4.3	Koloniezahl nach TrinkwV 2001	30
3.4.4	Assimilierbarer organischer Kohlenstoff (AOC)	31
3.4.5	Untersuchungen mit Sauerstoffmikrosonden	31
3.5	Experimentelles	32
3.5.1	Halbtechnische Versuchsanlage	32
3.6	Untersuchte Wasserwerke	34
3.6.1	Wasserwerk A	35
3.6.2	Wasserwerk B	35
3.6.3	Wasserwerk C	36
3.6.4	Wasserwerk D	36
3.6.5	Wasserwerk E	36
3.7	Sorptionsuntersuchungen	36
3.7.1	Granuliertes Eisenhydroxid (GEH)	36
3.7.2	Adsorptionskinetik	37
3.7.3	Isothermen	37
3.7.4	Kurzzeit-Adsorptionskinetik	38
4	Ergebnisse und Diskussion	39
4.1	Untersuchungen zur Radikalbildung bei der Eisen(II)-Oxidation reduzierter Grundwässer	39
4.1.1	Versuchsbeschreibung und Durchführung	39
4.1.2	Ergebnisse	40
4.2	Mikrosondenuntersuchungen zur Erstellung von Sauerstoffprofilen in Filtermaterial	45
4.2.1	Vorbereitung und Messung	46
4.2.2	Ergebnisse	46
4.3	Filtersanduntersuchungen	47
4.3.1	BET-Oberfläche	49
4.3.2	Ladungsnullpunkt	49
4.3.3	DOC-Fraktionierung wässriger Filtersandeluate	50
4.4	DOC-Veränderung durch Sorption an Eisen-oxidhydraten	52
4.4.1	Untersuchte Wässer	52
4.4.2	Zeit zur Einstellung des Sorptionsgleichgewichtes	52
4.4.3	Untersuchungen zum Sorptionsgleichgewicht	54
4.4.4	Kurzzeitversuche zur Sorption von DOC an GEH	56
4.4.5	Desorptionsversuche	58
4.4.6	Zusammenfassung der Ergebnisse der Sorptionsuntersuchungen	59
4.5	Untersuchungen an der halbtechnischen Versuchsanlage	60
4.5.1	Enteisenung und Entmanganung	61
4.5.2	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	63
4.5.3	CDOC Fraktionen Versuch I	65
4.5.4	CDOC Fraktionen Versuch II	66
4.5.5	CDOC Fraktionen Versuch III	67
4.5.6	CDOC Fraktionen Versuch IV	69
4.5.7	Assimilierbarer organischer Kohlenstoff	71
4.6	Untersuchungen großtechnischer Wasserwerke	73

4.6.1	Wasserwerk A.....	73
4.6.2	Wasserwerk B.....	79
4.6.3	Wasserwerk C	85
4.6.4	Wasserwerk D	90
4.6.5	Wasserwerk E.....	94
5	Bedeutung für die Praxis	101
5.1	Beschreibung der DOC-verändernden Prozesse im Schnellfilter.....	101
5.1.1	Chemisch-katalytische Bildung von niedermolekularem DOC.....	101
5.1.2	Abspaltung niedermolekularer Bestandteile aus der	
	Huminstoff-überstruktur durch Sorption bzw. Desorption	102
5.1.3	Bildung niedermolekularer Produkte des mikrobiellen Stoffwechsels	
	und heterotropher Abbau niedermolekularer DOC-Bestandteile	102
5.2	Einflussfaktoren auf die Konzentration der DOC-Fractionen im Filtrat.....	103
5.2.1	Konzentration der DOC-Bestandteile im Rohwasser	103
5.2.2	Eisen(II)- und Mangan(II)-Konzentration im Rohwasser	104
5.2.3	Carboxylische Acidität.....	104
5.2.4	Mikrobiologischer Prozesse	105
5.3	Handlungsempfehlungen für den Filterbetrieb	105
5.3.1	Konstante Brunnenschaltung	106
5.3.2	Zuschaltung von Brunnen mit aufsteigender DOC-Konzentration	106
5.3.3	Ermittlung des optimalen Zeitpunktes der Filterspülung	106
5.3.4	Überprüfung der zweiten Filterstufe.....	106
6	Zusammenfassung	108
7	Literaturverzeichnis.....	112
	Anhang	128