

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Anwendungsorientierte Grundlagen</b>	<b>4</b>
3.1	Tiefenfiltration	4
3.1.1	Bauweise eines Tiefenfilters	4
3.1.2	Betrieb eines Tiefenfilters	6
3.1.2.1	Filtration	6
3.1.2.2	Filterspülung	7
3.1.3	Erstfiltrat	9
3.2	Strömungstechnische Grundlagen	13
3.2.1	Strömungszustände im Tiefenfilter	13
3.2.2	Bettporosität	14
3.2.3	Lockerungspunkt	15
3.2.4	Druckverlust im Filterbett	16
3.2.4.1	Druckverlust im Festbett	16
3.2.4.2	Druckverlust im Wirbelbett	17
3.2.5	Partikelkräftegleichgewicht	17
3.2.6	Überstauhöhe und Kantenüberfallhöhe	18
3.3	Numerisches Verfahren	20
3.3.1	Erhaltungsgleichungen	21
3.3.2	Diskretisierungsverfahren	21
3.3.3	Lösungsverfahren zur Linearisierung	22
3.3.4	Zeitdiskretisierung	22
3.3.5	Druckkorrekturgleichung	23
3.3.6	Druckinterpolation	23
3.3.7	Iterativer Lösungsalgorithmus	24

3.3.8	Turbulenzmodelle	24
3.3.9	Volume of Fluid (VoF)-Methode	26
3.3.10	Poröse Medien	26
3.3.11	Species-Transport Modell	27
3.3.12	Discrete-Phase-Model (DPM)	27
3.3.13	Gittergenerierung	28
<b>4</b>	<b>Halbtechnische Versuche</b>	<b>30</b>
4.1	Versuchsaufbau	30
4.2	Versuchsreihen	32
4.2.1	Versuchsdurchführung	32
4.2.2	Filterlauf ohne Zweitbeladung	33
4.2.3	Partikelverhalten bei der Filterspülung im Überstauraum	42
4.2.4	Filterlauf mit einer Zweitbeladung von 2 mg/l Ocker	45
4.2.5	Untersuchungen zur Anfahrgeschwindigkeit bei Filtrationsstart	47
4.2.6	Differenzierte Betrachtung in Abhängigkeit der Partikelgröße	49
<b>5</b>	<b>Numerische Strömungssimulation</b>	<b>54</b>
5.1	Allgemeines	54
5.2	Geometrien des Überstauraums	54
5.2.1	Zylindrischer Filter DN 400	55
5.2.2	Zylindrischer Filter DN 3.500	56
5.2.3	Rechteckfilter	57
5.3	Austragszeit des Überstauwassers	57
5.3.1	Numerische Modellierung zur Austragszeit	58
5.3.1.1	Simulation der Austragszeit des Überstauwassers	59
5.3.1.2	Austragszeiten für das Restspülwasser im Überstauraum	62
5.4	Verweilzeit der Partikel im Überstauraum	66
5.4.1	Betrachtungen zum Grenzkorndurchmesser	67
5.4.2	Numerische Modellierung der Partikelaustragszeit	68

5.4.2.1	Partikelaustragszeit in Abhängigkeit der Nachspülgeschwindigkeit	69
5.4.2.2	Partikelaustragszeit in Abhängigkeit des Partikeldurchmessers	72
5.4.2.3	Partikelaustragszeit in Abhängigkeit der Partikeldichte	74
5.5	Vergleich von Ablaufsystemen	75
<b>6</b>	<b>Großtechnische Umsetzung</b>	<b>84</b>
6.1	Beschreibung des Aufbereitungsprozesses	84
6.2	Ermittlung des Status Quo der großtechnischen Filteranlage	86
6.2.1	Trübung im Filtrat	86
6.2.2	Trübung im Überstauwasser während der Filterspülung	88
6.2.3	Filtrationsgeschwindigkeit	89
6.3	Anpassung des Spülprozesses der großtechnischen Filteranlage	91
<b>7</b>	<b>Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse</b>	<b>95</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>98</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>101</b>
<b>10</b>	<b>Formel- und Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>108</b>
<b>11</b>	<b>Anhangverzeichnis</b>	<b>111</b>