

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen.....	IV
1 Einleitung.....	1
2 Literaturübersicht.....	3
2.1 Untersuchungen zum Einfluss von Chlor auf die Kupferkorrosion.....	3
2.2 Mikrobiologisch induzierte Korrosion von Kupferleitungen der Hausinstallation.....	7
3 Grundlagen.....	9
3.1 Kupfer und Kupferkorrosion.....	9
3.1.1 Eigenschaften des Kupfers.....	9
3.1.2 Kupfer als Werkstoff für Trinkwasserinstallationen.....	10
3.1.3 Gesetzliche Bestimmungen.....	11
3.1.4 Korrosionsvorgänge an Kupfer.....	12
3.1.5 Deckschichten auf Kupferrohren der Trinkwasserinstallation.....	17
3.2 Einflussfaktoren auf die Korrosion von Trinkwasserinstallationen aus Kupfer.....	18
3.2.1 Betriebsalter und Stagnationszeit.....	19
3.2.2 Einfluss der Temperatur.....	20
3.2.3 Einfluss von pH-Wert und anorganischen Wasserinhaltsstoffen.....	21
3.2.4 Einfluss von natürlichen organischen Wasserinhaltsstoffen.....	22
3.2.5 Einfluss von ortho-Phosphat als Inhibitor.....	24
3.3 Desinfektion mit Chlor und chlorhaltigen Zusatzstoffen.....	27
3.3.1 Allgemeines zur Desinfektion.....	27
3.3.2 Chlor und chlorhaltige Zusatzstoffe im Trinkwasser.....	28
3.3.3 Grenzwerte und Dosiermengen.....	31
3.4 Einsatz von Phosphat in der Wasserversorgung.....	32
3.4.1 Eigenschaften von Phosphaten.....	33
3.4.2 Phosphate im Trinkwasser.....	33
3.4.3 Grenzwerte und Dosiermengen.....	34
3.4.4 Hygienische Gesichtspunkte bei der Dosierung von Phosphaten.....	35
4 Material und Methoden.....	36
4.1 Aufbau und Betrieb der Versuchsanlagen für die Korrosionsversuche.....	36
4.1.1 Versuchsanordnung und Durchführung.....	37
4.1.2 Verwendete Materialien.....	40
4.2 Charakterisierung der Versuchswässer.....	41
4.3 Analytik und Untersuchungsmethoden.....	42
4.3.1 Anorganische Wasserinhaltsstoffe.....	43
4.3.2 Organische Wasserinhaltsstoffe.....	45
4.3.3 Mikrobiologische Untersuchung des Versuchswassers.....	47
4.3.4 Oberflächenuntersuchungen.....	47

4.4	Verfahrenstechnische Maßnahmen zur Untersuchung des Einflusses von Mikroorganismen auf den Korrosionsverlauf	49
4.5	Auswertung	50
4.5.1	Kupfermittelwert M(T) nach DIN 50931-1	50
4.5.2	Sauerstoffverbrauchsrate ΔO_2	50
4.5.3	Ortho-Phosphatverbrauchsrate $\Delta o-PO_4$	51
4.6	Anwendung des Stagnationsmodells CiDS	52
4.6.1	Reaktionssystem	52
4.6.2	Anpassung des Modells an die Messwerte nach DIN 50931-1	53
5	Ergebnisse	55
5.1	Ermittlung der erforderlichen Chlordosis der Versuchswässer	55
5.2	Untersuchung des DOC der Versuchswässer	57
5.3	Einfluss einer kontinuierlichen Chlorung nach TrinkwV auf die Kupferabgabe	59
5.3.1	Zusammenfassung der Ergebnisse zum Einfluss einer kontinuierlichen Chlorung nach TrinkwV auf die Kupferabgabe	63
5.4	Einfluss einer kontinuierlichen Chlorung im Ausnahmefall nach TrinkwV auf die Kupferabgabe	64
5.4.1	Untersuchung mit Versuchswasser A	64
5.4.2	Untersuchung mit Versuchswasser B	68
5.4.3	Zusammenfassung der Ergebnisse zum Einfluss einer kontinuierlichen Chlorung im Ausnahmefall nach TrinkwV auf die Kupferabgabe	75
5.5	Einfluss hoher Chlorkonzentrationen auf die Kupferabgabe	76
5.5.1	Zusammenfassung der Ergebnisse zum Einfluss hoher Chlorkonzentrationen auf die Kupferabgabe	79
5.6	Abschätzung des M(T)-Wertes nach DIN 50931-1	80
5.7	Untersuchungen zum Einfluss von Mikroorganismen auf den Korrosionsverlauf ..	82
5.7.1	Einfluss von verfahrenstechnischen Maßnahmen auf den Korrosionsverlauf ..	82
5.7.2	Untersuchung zur mikrobiologischen Besiedlung von Kupferrohren	88
5.7.3	Zusammenfassung der Ergebnisse zum Einfluss von Mikroorganismen auf den Korrosionsverlauf	93
5.8	Oberflächenuntersuchungen	95
5.8.1	REM- und EDX-Analyse von ungechlorten Kupferrohrproben	96
5.8.2	REM-Analyse von gechlorten Kupferrohrproben	98
5.9	Untersuchungen mit Hilfe des Stagnationsmodells CiDS	101
5.9.1	Untersuchung der Kupferabgabe nach längeren Stagnationszeiten	102
5.9.2	Untersuchung der Kupferabgabe bei unterschiedlichen Chlor-konzentrationen	107
5.10	Untersuchungen zur Veränderung des DOC im Trinkwasser während der Stagnation in Kupferrohren	109
6	Bedeutung für die Praxis	112
7	Zusammenfassung	115

8	Referenzen.....	119
	Anhang	132
	A.1 Thermodynamische Daten.....	132
	A.2 Messergebnisse der Korrosionsversuche nach DIN 50931-1	134