

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 delta O 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 ungechlorierten 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

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