



STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM
ANGEWANDTE UND UMWELT-CHEMIE AN DER HOCHSCHULE REUTLINGEN

ANLAGE 3

Steinbeis-TZ Angewandte und Umwelt-Chemie
Alteburgstraße 150, D-72762 Reutlingen

BMC Marketing Consulting
Kellerbleek 3

22529 Hamburg

LEITER: PROF. DR. WOLFGANG HONNEN

Alteburgstraße 150
D-72762 Reutlingen
Telefon (0 71 21) 2 71 – 20 19
Telefax (0 71 21) 2 71 – 95 11
E-Mail STZ-AUC@reutlingen-university.de
<http://www-stu.reutlingen-university.de/>
Kreissparkasse Reutlingen
Kto.-Nr. 21 515 (BLZ 640 500 00)
UID DE190606404
Datum: 13.05.2009

es schreibt Ihnen:
Prof. Dr. Dietrich Frahne

Physikalische Wasserbehandlung

Studie zur Wirkung Physikalischer Wasserbehandlungsgeräte nach der „HydroFLOW -Technologie“, einer Produktgruppe der Hydropath Holdings Ltd.

Auftrag

Beauftragt wurde, eine Erklärung zu finden für die erfolgreiche Wirkung der HydroFLOW-Technologie als Verfahren zur Verminderung von Abscheidungen in wasserführenden Systemen, wie beispielsweise Trinkwasserleitungen und Warmwasseraufbereitern in Haushalten.

Hintergrund

Mit dem Test nach DVGW-Arbeitsblatt W 512 hat sich Situation für Geräte zur sogenannten Physikalischen Wasserbehandlung zur Verminderung von Kalksteinablagerungen zwar weitgehend geklärt. Dieser Test ist allerdings auf Geräte nach dem HydroFLOW-Prinzip nicht anwendbar. Dies ergibt sich daraus, dass zur Erzielung der ablagerungsverhindernden Wirkung elektromagnetische Schwingungen auf eine Rohrleitung gesendet werden und sich die Ausbreitung dieser Wellen nicht allein in die genutzte Fließrichtung erstreckt, sondern sich auch in gleicher Weise in die Gegenrichtung des Flüssigkeitsstromes auswirkt. Deshalb gibt es kein entsprechendes „Unbehandelt“ und damit keine Beurteilung des Behandlungserfolges als Quotient „behandelt/unbehandelt“.

Als Voraussetzung, ob eine physikalische Wasserbehandlung erfolgreich sein kann, gilt in der Fachwelt allgemein das Vorliegen eines positiven Kalkabscheidungspotentials. Dabei handelt es sich um einen metastabilen Zustand, in dem mehr schwerlöslicher Kalk im Wasser gelöst ist als der echten Löslichkeit entspricht.

Dieser an Kalk übersättigte Zustand wartet darauf abgebaut zu werden. Dies kann durch Ablagerung an Rohr- und Gefäßwandungen geschehen - der klassische Weg zur Bildung von Kesselstein - oder auch an frei im Wasser schwebenden, ungelösten Teilchen, die als „Kristallisationskeim“ bzw. „Nucleierungskeim“ dienen und den daran ausfallenden Kalk mit dem



entnommenen Wasser aus dem System ausfließen lassen. Dieser Anteil wird durch Maßnahmen zur physikalischen Wasserbehandlung erhöht.

Die Bereitstellung von derartigen Nucleierungskeimen sollte mit einer leichten Eintrübung einhergehen und sich deshalb mit einem empfindlichen Trübungsmessgerät überprüfen lassen. Solche Messungen wurden an zwei verschiedenen Ausführungen der HydroFLOW-Technologie (HydroFLOW, Modell HS40 und SteamKLEAR Modell S38) vorgenommen.

Vorgehensweise

Die Untersuchungen wurden in einem Drei-Personen-Haushalt mit den üblichen und im Versuchszeitraum auch nicht geänderten Wasserentnahme-gewohnheiten vorgenommen, mit Ausnahme des Ergebnisses in Tab. 4, das in einem Ein-Personen-Haushalt mit höherer Wasserhärte gewonnen wurde.

Die Eintrübungen wurden mit einem „Monitek Trübungsmesser Modell 251“ gemessen. Als Ansprechempfindlichkeit wird 0,001 ppm TE/F bei einer Reproduzierbarkeit von $\pm 0,5\%$ angegeben. Das Gerät misst nach dem Prinzip der Vorwärtsstreuung. Als Messzelle wurde die mit dem Gerät mitgelieferte Vierkantküvette mit einer Schichtdicke von ungefähr 6 cm und 500 mL Inhalt verwendet. Bis zu einer Partikelgröße von 1 μm gilt eine Abhängigkeit von der Partikelgröße, darüber ist das Signal nur noch von der Anzahl, aber nicht von der Größe der Partikel abhängig.

Die Messungen wurden in verschiedenen Abständen zum einwirkenden Behandlungsgerät vorgenommen, ohne zu berücksichtigen, ob gerade oder gebogen und auch unabhängig von den jeweils schon vorhandenen Armaturen zur Entnahme des Wassers. Ein Trübungswert ist deshalb als punktuelles Messergebnis zu behandeln. Die Messergebnisse sind gruppenweise in Tabellen wiedergegeben.

Ergebnisse

1. Die auf eine Leitung ausgesendeten elektromagnetischen Frequenzen breiten sich gleichermaßen in Fließ- und Gegenrichtung aus (Tab. 1). Deshalb gibt es bei eingeschaltetem Gerät kein „Vor- und nach dem Gerät“, also kein adäquates „Unbehandelt“. Messungen zu den beiden Zuständen „unbehandelt/behandelt“ mußten daher nacheinander und damit zu unterschiedlichen Zeiten erfolgen.
2. Die auf eine Trinkwasserleitung ausgeübte Wirkung ist als mit der Einwirkungszeit zunehmende Trübung zu messen (Tab. 2), die auch nach Abschalten des Gerätes und bei weiterer Wasserentnahme noch längere Zeit anhält (Tab.6). Dieses Verhalten legt deshalb den Schluß nahe, dass sich die auf die Leitung ausgesandten Wellen vorwiegend auf die unmittelbare Umgebung der Leitung auswirken.
3. Die Messungen wurden in einem Gebäude mit einer seit 35 Jahren betriebenen Wasserleitungen und einer Wasserhärte von 13 $^{\circ}\text{dh}$ und schon vorhandenen Kalkablagerungen vorgenommen. Die durch das Behandlungsgerät ausgelöste Trübung steigt mit zunehmender Entfernung von der Behandlungseinheit bis zu einer gewissen Entfernung an (Tab. 3) und nimmt danach wieder ab. Eine Erklärung ist darin zu sehen, dass die behandelte Strecke zur Bereitstellung von Nucleierungskeimen mit der Entfernung zunimmt, aber andererseits die Amplitude der aufgebrachten Schwingungen mit



dem Abstand zum Sender abnimmt. Aus beiden Vorgängen ergibt sich als Resultat ein Optimum.

4. Entnimmt man das Wasser für die Messung allerdings bei voll geöffneter Armatur, so ergeben sich bei erheblich stärkerer Trübung mit dem Abstand zum Behandlungsgerät abnehmende Werte (Tab.4). Das spricht dafür, dass die Einwirkungstiefe mit zunehmendem Abstand von der Behandlungsstelle abnimmt. Die insgesamt höhere Eintrübung bei dieser heftigen Entnahme dürfte an den erheblich stärkeren Scherkräften des schnell fließenden Wassers liegen. Dabei werden die zur Nucleierung geeigneten Partikel intensiver aus der vorhandenen und unter der Einwirkung der Behandlung „aufgeweichten“ Inkrustation mitgerissen.
5. Unter den zuvor unter 4. genannten Entnahmebedingungen müssen offenbar auch größere Teilchen entstehen, die zur Sedimentation neigen (bei vorsichtiger Wasserentnahme ist dies nicht der Fall). Das Sediment lässt sich quantitativ wieder aufschüttern (Tab. 4).

Beim Ansäuern der getrübbten Lösung auf pH 4, bei dem sich Kalziumkarbonat als Bestandteil von Wasser- bzw. Kesselstein auflöst, geht die Trübung deutlich zurück. Es verbleibt aber ein Rest an Trübung, der auch bei stärkerem Ansäuern auf pH 2 nicht aufzulösen und auf Silikat-Anteile zurückzuführen ist, die sich unter diesen Bedingungen nicht lösen. Insgesamt spricht dies dafür, dass unter Einwirkung der Hydropath-Technologie vorhandene Inkrustationen aus Kesselstein aufgeweicht werden und bei daran anschließenden Ausscheidungen (z.B. Erwärmen) als Nucleierungskeime dienen können. Im Übrigen ist dies nicht nur von Kalziumkarbonat, sondern wird auch von Silikaten bekannt und wird sogar technisch zur Behandlung von Trinkwasser genutzt.

Zusammenfassung

Für Geräte der Hydropath-Technologie lässt sich aus den vorliegenden Trübungsmessungen entsprechend ableiten: Die mit der Hydropath-Technologie auf das Leitungssystem ausgesandten elektromagnetischen Schwingungen führen allmählich zur Aufweichung im System vorhandener Inkrustationen. Daraus werden Kristallisationskeime für die homogene Abscheidung von Kalk frei gesetzt. Auf diese Weise kann dann der im Wasser schwebend ausgeschiedene Kalk mit dem durchfließenden Flüssigkeitsstrom aus der Leitung abgetragen werden, anstatt sich wie praxisüblich in erheblichem Maß an der Wand festzusetzen. Aus dem Sedimentationsverhalten ist zu schließen, dass die Trübung durch größere und kleinere Partikel hervorgerufen wird, wobei die größeren sedimentieren, aber vollkommen wieder aufschüttelbar sind. Wenn, wie beobachtet, bei abgeschaltetem PWG der sedimentierende Anteil mit zunehmender „Auszeit“ abnimmt, liegt dieses Verhalten ebenfalls nahe, dass mit der Behandlung ein tieferer Eingriff in eine vorhandene Inkrustation erfolgt. Auf diese Weise würde sich auch die aus der Praxis berichtete Erscheinung erklären, dass unter Einwirkung der Hydropath-Technologie bereits vorhandene Inkrustationen allmählich abgebaut werden. Bei erneutem Aktivieren des Gerätes ist in kurzer Zeit bereits wieder eine Wirkung festzustellen.



Reutlingen, den 28.02.2009

(Prof. Dr. Dietrich Frahne)

Anlage: 6 Tabellen

Anlagen: 6 Tabellen der Studie

„Zur Wirkung Physikalischer Wasserbehandlungsgeräte nach der „Hydro-FLOW - Technologie“, einer Produktgruppe der Hydropath Holdings Ltd.“

Tabelle 1: Einfluß des HydroFLOW Modell HS40 auf die Freisetzung von zur Eintrübung führenden Teilchen aus einer Hauswasserleitung entgegen der Fließrichtung und in Abhängigkeit von der Behandlungszeit; Wasserhärte 13 ° dh mit geringfügig positivem Kalkabscheidungspotential; vorgenommen am 29. u. 30. 12. 2008 in 72664 Kohlberg. Während der Zeit für die Trübungsmessungen wurde der Leitung kein Wasser entnommen.

Angaben zum Ort der Wasserentnahme	Entfernung zum PWG	Trübung (ppm)
Unbehandelt, Entnahme 60 cm nach der Wasseruhr	ohne PWG	0,15
PWG-behandelt, gegen die Fließrichtung 3 h nach Einschalten bei 60 cm vor dem PWG	60 cm	0,50
PWG-behandelt, nach PWG 3 h nach Einschalten	1,50 m	0,50
PWG-behandelt, nach PWG 4 h nach Einschalten	1,50 m	0,50
PWG-behandelt, 5 h nach Einschalten	1,50 m	0,55

Tabelle 2: Einfluß des HydroFLOW Modell HS40 auf die Freisetzung von zur Eintrübung führenden Teilchen aus einer Hauswasserleitung in Abhängigkeit von der Entfernung zum Behandlungsort; Wasserhärte 13 ° dh mit geringfügig positivem Kalkabscheidungspotential; vorgenommen am 05.01.2009 in 72664 Kohlberg. Während der Zeit der Trübungsmessungen wurde der Leitung kein Wasser entnommen, mit Ausnahme der ersten Zeile.

Angaben zu Ort und Art und Weise der Wasserentnahme	Entfernung zum PWG	Trübung (ppm)
(Vergleichswert „unbehandelt“)	(ohne PWG)	(0,15)
Entnahmestelle 1 nach 3 h	1 m	0,33
Entnahmestelle 2 nach 3,5 h	6 m	0,52
Entnahmestelle 3 nach 4 h	15 m	0,32
Entnahmestelle 4 nach 4,5 h	25 m	0,28

Tabelle 3: Einfluß des SteamKLEAR Modell S38 auf die Freisetzung von zur Eintrübung führenden Teilchen aus einer Hauswasserleitung in Abhängigkeit von der Entfernung zum Behandlungsort, Wasser entnommen bei vollkommen geöffneter Armatur; Wasserhärte 13 ° dh mit geringfügig positivem Kalkabscheidungspotential; vorgenommen am 12.02.2009 in 72664 Kohlberg.



Angaben zum Ort der Wasserentnahme bei voll geöffneter Armatur (Vergleichswert „unbehandelt“)	Entfernung zum PWG (ohne PWG)	Trübung (ppm) (0,15)
Entnahmestelle 1	1 m	3,7
Entnahmestelle 2	6 m	2,0
Entnahmestelle 3	15 m	0,8
Entnahmestelle 4	22 m	0,55
Entnahmestelle 5	25 m	0,50

Tabelle 4: Einfluß des Hydropath-Wasserbehandlungsgerätes „SteamKLEAR, Modell S38“ auf die Freisetzung von zur Eintrübung führenden Teilchen aus einer Hauswasserleitung in Abhängigkeit von der Aufenthaltszeit im Einflussbereich des Behandlungsgerätes. Wasserhärte 25 °dh mit positivem Kalkabscheidungspotential; vorgenommen am 02.01.2009 in 72563 Bad Urach. Während der Zeit für die Trübungsmessungen wurde der Leitung nur die notierte Menge an Wasser und dies auch noch bei nur wenig geöffnetem Hahn entnommen.

Angaben zum Ort der Wasserentnahme	Wassermenge	Trübung (pm)
Das Wasserbehandlungsgerät befand sich ca. 7 m vor der Entnahmestelle direkt an der Verteilungsbatterie nach der Wasseruhr; Wasserhärte 25 °d mit positiven Kalkabscheidungspotential; Leitungen vor dem PWG aus verzinktem Eisen, nach der Verteilungsbatterie aus Kupfer, 15 Jahre alt; Wasser zur Trübungsmessung wurde 1 Tag nach Geräteinstallation literweise vorsichtig entnommen.	1. Liter	1,58
	2. Liter	0,45
	3. Liter	0,08
	4. Liter	0,07
	5. Liter	0,04
	6. Liter	0,04

Tabelle 5: Verhaltensweisen des unter Einfluß von SteamKLEAR Modell S38 auf die Freisetzung von zur Eintrübung führenden Teilchen behandelten Wassers aus einer Hauswasserleitung; Wasserhärte 13 °dh mit geringfügig positivem Kalkabscheidungspotential; vorgenommen am 12.02.2009 in 72664 Kohlberg an Entnahmestelle 2.

Behandlungsbedingungen	Trübung [ppm]
1 m nach SteamKLEAR bei vollkommen geöffneter Armatur und 3 L Vorlauf entnommen	3,9
Nach 8 Stunden Sedimentation	3,5
Erneut aufgeschlämmt	3,8
Angesäuert auf pH 4,5	1,7
(Grundtrübung d. Wassers)	(0,15)



Tabelle 6: Zeitliches Abklingverhalten des unter Einfluß von SteamKLEAR Modell S38 behandelten Wassers nach Abschalten des Gerätes. Abgenommen an Entnahmestelle 2, vom Behandlungsgerät 6 m entfernt, im Winkel von 90 Grad von der geradlinig verlaufenden Leitung über ein 1 m Rohrstück abgezweigt. Übrige Bedingungen wie in Tab. 5. Der Wert „unbehandelt“ wurde nach der 24 Stunden später erfolgten Wasserentnahme bei voll geöffnetem Hahn innerhalb der Versuchsphase direkt nach der Wasseruhr entnommen.

Entnahmebedingungen	Trübung (ppm)
Entnahme in 6 m Entfernung (Entnahmestelle 2) vom abgeschalteten PWG, ca. 8 Stunden nach letzter Wasserentnahme bei wenig geöffnetem Hahn	0,85
Weiteres (2.) Liter aus der gleichen Leitung	0,4
Weiteres (3.) Liter aus der gleichen Leitung	0,2
24 Stunden nach Abschalten des PWG entnommen bei voll geöffnetem Wasserhahn	2,8
nach 8 Stunden Sedimentation	0,9
wieder aufgeschüttelt	2,8
Unbehandelt (an der Wasseruhr)	0,15
36 Stunden nach Abschalten des PWG entnommen bei voll geöffnetem Wasserhahn	1,2
nach 8 Stunden Sedimentation	1,1
wieder aufgeschüttelt	1,2
48 Stunden nach Abschalten des PWG entnommen bei voll geöffnetem Wasserhahn	1,0
nach 8 Stunden Sedimentation	0,8
wieder aufgeschüttelt	1,0
60 Stunden nach Abschalten des PWG, voll geöffnetem Wasserhahn	0,52
nach 8 Stunden Sedimentation	0,44
wieder aufgeschüttelt	0,52
6 Stunden nach Wiedereinschalten des PWG	1,3
nach 8 Stunden Sedimentation	1,05