

RAPPORT TRADUIT DANS GOOGLE TRANSLATE SANS CORRECTION

Working report
Research project ION Scale Buster®

01.09.- 31.10.2002

Dr. T. Rieling, Prof. Dr. G, Graf

Faculty of Bio-sciences
University Rostock
Albert-Einstein Strasse 23
18051 Rostock

UNIVERSITY ROSTOCK



UNIVERSITÄT ROSTOCK

Introduction

Le ION Scale Buster® de ION Devices Deutschland GmbH, Düsseldorf, est utilisé depuis environ une décennie dans le traitement des eaux industrielles et privées. Selon les données de l'entreprise, le principe d'action de l'équipement repose principalement sur le principe électro-galvanique. Le noyau du ION Scale Buster® est une anode sacrificielle en zinc extrêmement pure qui est située entre deux corps de tourbillonnement en PTFE et est entourée d'un jet d'eau. La connexion conductrice du manteau en laiton avec l'anode sacrificielle en zinc crée un élément conducteur lorsqu'il est rempli d'eau. La libération d'ions zinc, qui en un effet, est censée favoriser l'agglomération des teneurs en eau. ION Devices Deutschland GmbH considère cette agglomération des teneurs en eau dissoute comme une réaction compétitive à la calcification des parois des tuyaux. Ions qui cristallisent dans l'eau qui coule ne peut alors pas se déposer sur les parois du tuyau et est retirée du système de canalisation avec l'eau qui s'écoule.

Le contexte du **projet de recherche** de ION Devices Deutschland GmbH en collaboration avec l'Université de Rostock était l'analyse des précipitations minérales grâce à l'utilisation d'un ION Scale Buster® disponible dans le commerce dans des systèmes de canalisations avec écoulement d'eau. **L'objectif de la recherche** était l'enregistrement quantitatif du spectre granulométrique et **la preuve des changements postulés du nombre et de la taille des particules**. La recherche s'est accompagnée de diverses analyses chimiques de l'eau potable par ION Devices Deutschland GmbH.

Material and Methods

La gamme complète des tests de particules a été menée à la faculté de biosciences de l'Université de Rostock, département de biologie marine, dans une installation de test expérimentale fournie par ION. La configuration d'essai comprenait un ION Scale Buster® disponible dans le commerce, à travers lequel l'eau circulait au moyen d'une pompe électrique dans un système de circulation constitué de composants d'installation d'eau potable disponibles dans le commerce. Pour l'exécution des essais de référence, le ION Scale Buster® a été remplacé par un tube en cuivre. Les essais ont porté sur des tests combinés avec deux eaux différentes (eau potable Rostock et eau désionisée), chacune étant réalisée avec et sans traitement ION Scale Buster® (Tableau 1). Chaque essai a été répété en parallèle, pour prouver des effets potentiels reproductibles.

Table 1: Experimental arrangements

Zero sample for sedimentation chamber	2 x de-ionised water
Arrangement 1 (particle background in Rostock's drinking water)	2 x drinking water
Arrangement 2 (test related release of particles) Arrangement 3 (control test with drinking water)	2 x de-ionised water with 15 minutes ION Scale Buster® treatment 2 x drinking water with 15 minutes treatment in the test set-up. The ION Scale Buster® was replaced with a copper pipe.
Arrangement 4 (ION Scale Buster® treatment)	2 x drinking water with 15 minutes ION Scale Buster® treatment

Pour augmenter la précision de mesure, 3 chambres de sédimentation installées en parallèle ont été microscopisées inversement pour chaque arrangement et les particules documentées dans des photographies numériques dans des sections d'image sélectionnées au hasard. L'évaluation du nombre de particules et la mesure de la taille des particules ont été réalisées à l'aide d'un ordinateur équipé du logiciel de traitement d'image analySIS de Soft Imaging System GmbH. Un microscope inverse d'Olympus (IX 70) a été utilisé pour l'analyse microscopique. Au total, 10 photos numériques ont été prises dans chaque chambre de sédimentation et analysées. En fonction de la densité des particules, jusqu'à 50 particules ont été comptées et mesurées pour chaque photo.

En outre, différents paramètres chimiques de l'eau (pH, CH 0d, GH 0d, KS1,4, Cr, SO42-, NO5-, Cu 2, Zn2-) ont été analysés avant et après les essais par le propre laboratoire d'ION Devices Deutschland GmbH. La somme des paramètres pH et conductivité ont été déterminés avec un instrument combiné de Hanna Instruments (électrode en verre et sonde de conductivité). Les autres paramètres de l'eau ont été déterminés par photométrie (LASA 100) avec l'application des récipients de filtre de test correspondants selon

Dr. Lange

Results and discussion

Après l'installation de la configuration de test et divers nettoyages et essais, 8 tests (dispositions 1 à 4 x 2 parallèles) ont été réalisés. Comme de petites irrégularités dans la base de la chambre (défauts de verre, rayures microscopiques) peuvent influencer le nombre défini de particules grâce à une analyse automatique de l'image, des tests analytiques d'image supplémentaires des bases de la chambre de sédimentation ont été réalisés pour exclure une falsification des résultats par des défauts matériels inévitables des verres optiques (test zéro). Une reconnaissance et une mesure automatiques des particules n'ont pas pu être réalisées en raison de la contre-structure hétérogène des particules sédimentées. L'utilisation de diverses routines informatiques (amplification / réduction du contraste, réduction des informations par réduction de 8 bits et analyse ultérieure des pixels, filtres morphologiques) n'a pas non plus fourni de propriétés spécifiques aux particules qui pourraient être utilisées pour effectuer la reconnaissance automatique des particules.

De petites quantités de bactéries se sont également avérées être un obstacle, car elles ne pouvaient pas être automatiquement soustraites des images de particules. Une mesure manuelle et assistée par ordinateur des particules a donc été réalisée. L'approche manuelle s'est avérée longue, mais en même temps beaucoup plus sélective pour la séparation des structures biologiques et des agglomérats chimiques.

La première inspection des photographies numériques a déjà montré des différences nettes entre les dispositifs d'essai. Figues. 1 a-d montrent clairement qu'après le flux expérimental, le nombre de particules dans l'eau traitée a nettement augmenté par rapport à celui de l'eau non traitée. L'impression visuelle a été confirmée après la détermination de la concentration de particules pour les deux essais. Après déduction de la valeur zéro spécifique de la chambre, des concentrations de particules d'env. 47 000 à 101 000 ml⁻¹ ont été calculés pour l'échantillon d'eau non traitée (eau potable de Rostock). Après traitement de l'eau dans le système expérimental avec le ION Scale Buster®, le nombre moyen de particules a augmenté de facteur 15 - 68 à des valeurs de 1 308 085 - 1 717 540 ml⁻¹ dans le premier des deux essais. Un rejet potentiel de particules des composants techniques installés (par exemple, l'usure de la pompe) pourrait être exclu lors du premier essai en raison du faible nombre de particules dans le dispositif de test «eau déionisée avec traitement ION Scale Buster®» (Fig.2 a). Outre l'augmentation trouvée de la concentration de particules dans le dispositif de test traité avec ION Scale Buster®, l'agencement de contrôle (ION Scale Buster® remplacé par un tube en cuivre) a également montré une augmentation du nombre de particules, qui était cependant nettement moins marquée que dans l'arrangement avec le traitement ION Scale Buster® exécuté. Cette formation de particules dans le dispositif de contrôle peut être attribuée à un processus de recristallisation dépendant de la température dans le dispositif expérimental (BIRKEN, pers. Mitt?). Au cours de l'essai, la capacité élevée de la pompe a entraîné une augmentation de la température d'environ 4 à 5 ° C, où le refroidissement ultérieur aurait pu entraîner une augmentation du taux de précipitation dans les agencements. En outre, il ne peut être exclu, même dans les conditions de laboratoire les plus propres, que des graines de cristallisation (particules de poussière, bactéries) aient été introduites dans le système lors du traitement et du transfert de l'échantillon d'eau potable dans le système circulatoire. Lors de l'évaluation des résultats, il faut cependant tenir compte du fait que ces effets ont eu la même influence dans la même mesure sur le dispositif de contrôle et le dispositif expérimental avec le traitement ION Scale Buster®. Malgré le fond de particules relativement élevé dans la version de contrôle, l'effet du

ION Scale Buster® est devenu évident par une augmentation moyenne de la concentration de particules par le facteur 2,2 dans l'essai 1.

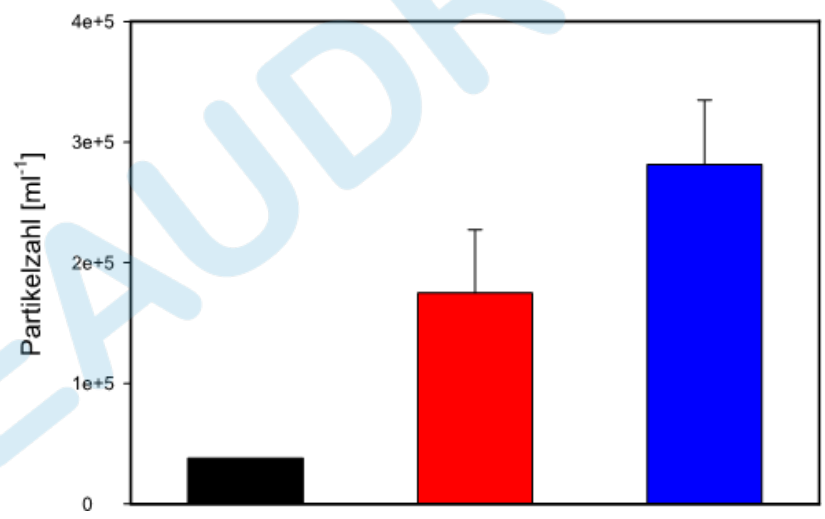
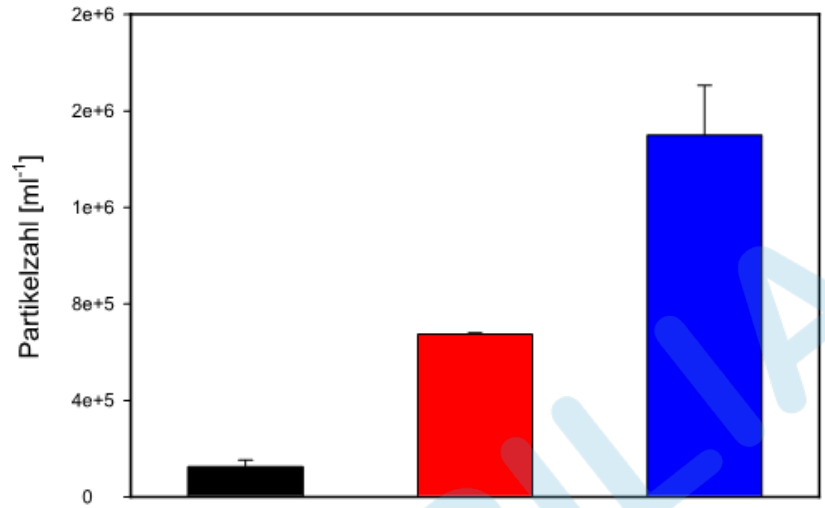
L'effet du traitement ION Scale Buster® sur la concentration des particules a pu être reproduit dans le deuxième essai. Ici aussi, il y avait une formation claire de particules après l'introduction de l'échantillon d'eau potable dans le système expérimental. Dans le deuxième passage, la concentration de particules dans l'arrangement avec le traitement ION Scale Buster® a augmenté du facteur 1,6. Si l'on regarde cependant la valeur absolue du nombre total de particules, il est devenu évident qu'un nombre nettement inférieur de particules a été trouvé par rapport au premier essai. Il est possible que cette concentration de particules inférieure soit liée à la concentration d'ions plus faible globale dans l'eau potable utilisée. En raison de la source de l'eau potable de Rostock (filtrat des berges du Warnow), une certaine variabilité naturelle au sein des concentrations d'ions naturels semble crédible, de sorte que la concentration d'ions apparaîtrait alors dans le taux de formation de particules inférieur. Comme il n'y a actuellement aucune donnée disponible sur la chimie de l'eau du deuxième essai, cette question ne pourra être répondue qu'à une date ultérieure.

- a) Test arrangement 1 (drinking water without ION Scale Buster® treatment)
- b) Test arrangement 4 (drinking water with ION Scale Buster® treatment)
- c) Zero test of sedimentation chamber (de-ionised water without ION Scale Buster® treatment)
- d) Test arrangement 2 (de-ionised water with ION Scale Buster® treatment)

Fig. 1 a – d): Microscopic photos from the indicated experimental arrangements

(Please see original)





- Eau déionisée avec traitement ION Scale Buster
- Eau potable sans traitement ION Scale Buster
- Eau potable avec traitement ION Scale Buster

Fig. 2: Nombre [ml⁻¹] de particules des essais 1 et 2, ainsi que l'écart type de trois chambres de sédimentation installées en parallèle et comptées

L'effet postulé du déplacement des tailles de particules vers des classes de taille plus élevées grâce au ION Scale Buster® est devenu évident dans la comparaison des spectres de taille des particules de l'arrangement de contrôle et du traitement expérimental ION Scale Buster®:

La figure 3 montre l'affectation de toutes les particules comptées et mesurées à différentes classes de taille dans la plage de 10 à 250 μm^2 , normalisées à un volume de 10 ml. Dans les deux agencements de test, une diminution exponentielle de la surface des particules de la plus petite à la plus grande classe de taille pourrait être prouvée. Le rapport le plus élevé de particules dans le nombre total de particules a donc été trouvé dans les deux arrangements dans les classes de taille inférieures à 50 μm^2 . Cependant, il a également été montré que l'augmentation relative du nombre de particules dans les échantillons traités avec ION Scale Buster® dans les classes de taille supérieure était plus prononcée. Dans la moyenne des classes fortement représentées jusqu'à 50 μm^2 , on obtient une augmentation de la concentration de particules d'un facteur 1,5. Dans les classes suivantes jusqu'à 250 μm^2 , la moyenne a cependant montré une augmentation beaucoup plus nette du facteur 3,9. Cela a également montré lors de l'observation de la distribution en pourcentage des abondances de particules. La figure quatre montre la part en pourcentage des classes granulométriques pour les secteurs 10 - 50, 50 - 100, 100 - 150, 150 - 200 et 200 - 250 μm^2 . Comme les plus petites particules (dans l'analyse d'image) ne pouvaient plus être différenciées biologiquement ou minéralement, sans l'utilisation de techniques de coloration, une valeur seuil de 10 μm^2 a été fixée pour l'évaluation du spectre granulométrique, les particules plus petites n'ont pas été prises en compte pour l'évaluation. Au cours des comparaisons des spectres de classes de taille, il est devenu évident que l'utilisation du ION Scale Buster® a conduit à un déplacement de l'importance relative des classes de tailles individuelles. Alors que 62% des particules devaient être affectées aux plus petites classes de taille 10 - 50 μm^2 dans l'arrangement sans traitement ION Scale Buster®, le nombre de petites particules dans l'arrangement avec traitement ION Scale Buster® a chuté à 44%. Contrairement à cela, le rapport des particules dans la classe de taille immédiatement supérieure (50-100 μm^2) est passé de 21 à 30% dans l'arrangement traité. Dans les classes de taille immédiatement supérieures jusqu'à 250 μm^2 , une augmentation significative des rapports de pourcentage pourrait également être prouvée, ce qui peut être interprété comme une croissance des particules cristallines jusqu'à 250 μm^2 .

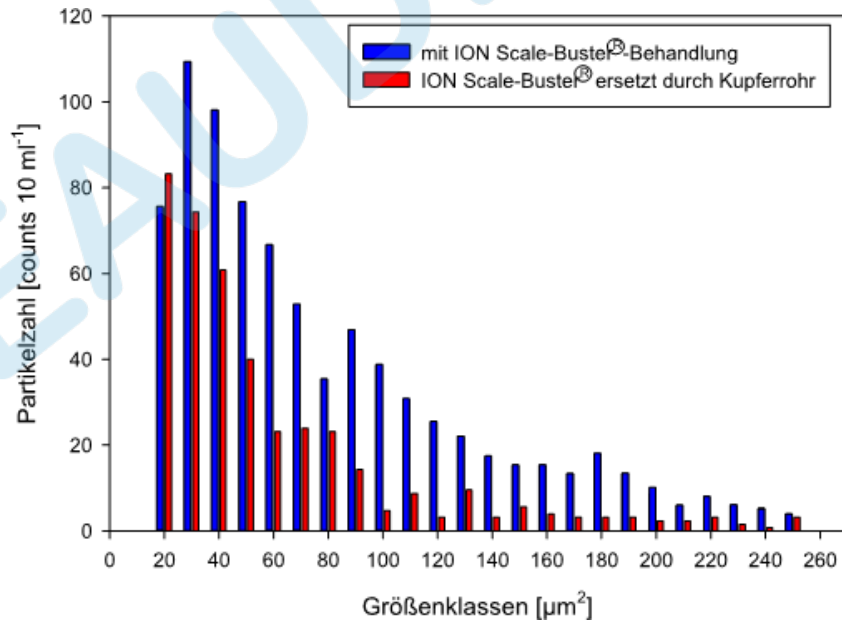
With ION Scale Buster® treatment
ION Scale Buster® replaced by copper pipe

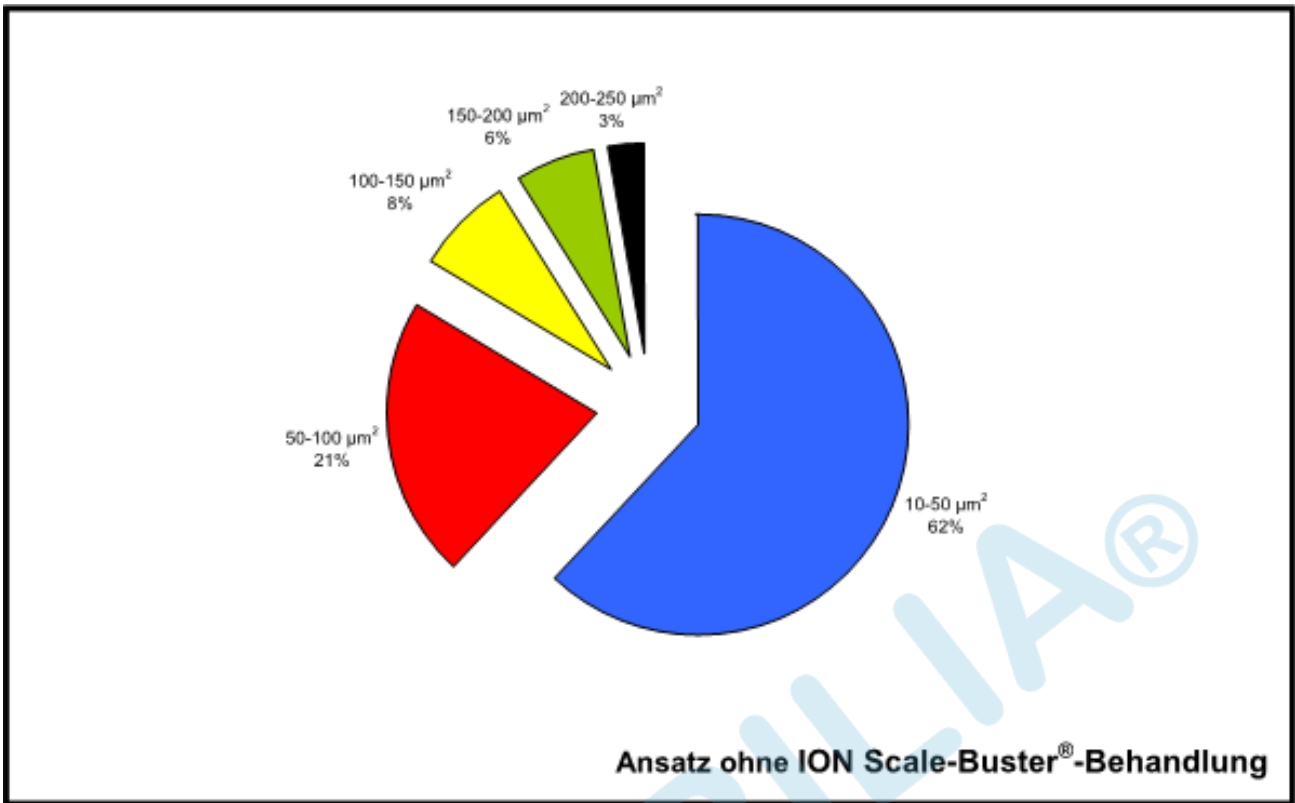
Particle count (ml)

Size classes [μm^2]

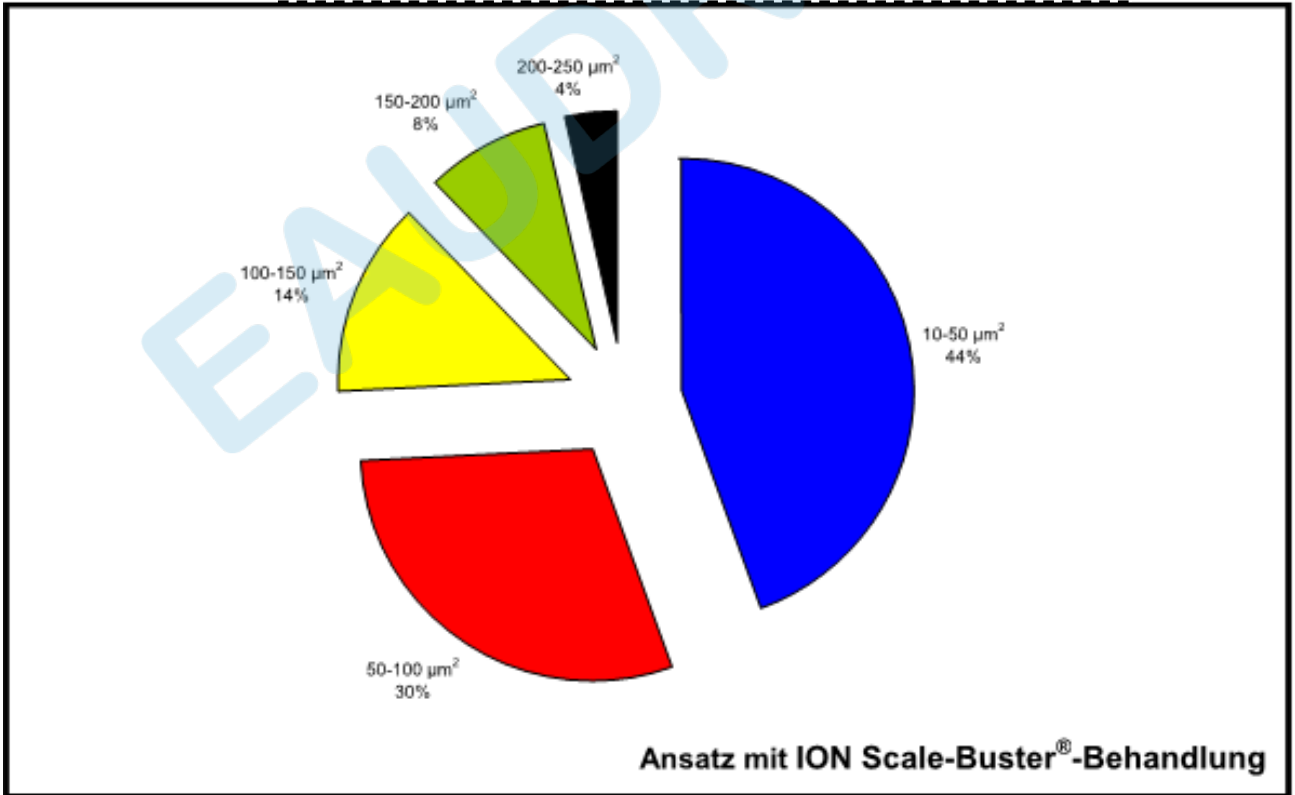
Fig. 3: Nombre total de toutes les particules comptées et mesurées des deux séries de tests pour les classes de taille de $10 \mu\text{m}^2$ à $250 \mu\text{m}^2$ pour le dispositif de test avec traitement ION Scale Buster® et sans traitement ION Scale Buster®.

(Please see original)





Test arrangement without ION Scale Buster treatment



Dispositif de test avec échelle ION traitement Buster

Fig. 4: Distribution en pourcentage des particules comptées et mesurées (coups / 10 ml) des deux séries de tests avec des classes de taille allant jusqu'à 250 microns pour l'agencement de test avec traitement ION Scale Buster et sans traitement ION Scale Buster

Water analysis

Les paramètres résumés dans le tableau 2 ont été déterminés pour caractériser l'eau potable de Rostocks utilisée dans les dispositifs d'essai.

Table 2: Paramètres chimiques de l'eau avant et après le traitement avec le ION Scale Buster® (ISB®), ainsi que les paramètres chimiques de l'eau avant et après le test de contrôle «ION Scale Buster® remplacé par un tube en cuivre».

Parameter	De-ion H ₂ O with (ISB®) treatment	Eau potable avant traitement (ISB®)	Eau potable après traitement (ISB®)	Eau potable avant tuyau cuivre	Eau potable après tuyau cuivre
PH	7.2	7.7	7.7	8.0	8.1
Conductivity [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	13	690	623	787	691
C [H^0d]	1.6492	10.4	8.4	9.2	9.5
G [H^0d]	0.048	17.7	14.8	15.8	15.5
KS _{1,4} [mol^{-1}]	0.589	3.7	3.0	3.3	3.4
Cr [mg l^{-1}]	n.d.	65.1	53.8	61.6	69.8
SO ₄ ²⁻ [mg l^{-1}]	n.d.	86.7	68.3	81.1	74.7
N ₂₊ [mg l^{-1}]	n.d.	1.06	0.43	3.97	2.15
Cu ²⁺ [mg l^{-1}]	n.d.	1.42	0.13	0.41	0.58
Zn ²⁺ [mg l^{-1}]	0.19	3.00	3.08	3.77	2.89

Lors de la comparaison des échantillons avant et après le traitement de l'eau potable, les valeurs de pH n'ont montré aucune différence, comme prévu. Après le traitement ION Scale Buster®, la comparaison de la conductivité en tant que paramètres de somme des sels dissous a cependant conduit à une réduction de la conductivité d'environ 70 $\mu\text{S cm}^{-1}$, qui peut éventuellement être attribuée à une réduction des concentrations d'ions dissous. Cette tendance s'est poursuivie dans la somme des paramètres pour le carbonate et la dureté totale et était également détectable dans la comparaison des concentrations de chlorure, sulfate et nitrate. La formation de particules induite par le traitement expérimental et l'utilisation du ION Scale Buster®, comme COETZEE et Al. pourrait également se révéler en 1996 après l'introduction d'ions zinc dans l'eau potable, donc conduit à la réduction de la concentration des ions libres mesurés. A cet égard, la réduction de la concentration en ions cuivre dans l'agencement avec le traitement ION Scale Buster®, qui a été réduite de plus de 90% de la concentration présente à l'origine, est remarquable. Ce résultat fait suite à l'effet électro-galvanique de l'anode sacrificielle en zinc car le zinc s'oxyde au cours du traitement ION Scale Buster® et les ions cuivre sont réduits en cuivre métallique qui n'est plus enregistré par des moyens photométriques.

Correspondant aux concentrations réduites d'ions cuivre, aux concentrations de zinc plus élevées doit être détectable dans des proportions appropriées après le traitement. En réalité, l'augmentation de la concentration en zinc était cependant insignifiante. Il faut toutefois tenir compte du fait que seuls les ions zinc dissous sont prouvés avec l'analyse photométrique actuellement utilisée avec des tests commerciaux (BIRKEN, pers. Mitt). Le zinc lié cristallin n'est pas accessible à l'analyse disponible. Le résultat confirme donc l'affirmation selon laquelle les ions zinc sont impliqués dans une large mesure dans la formation et la croissance des particules.

La réduction trouvée de la concentration de cuivre grâce aux installations du ION Scale Buster® semble intéressante pour la suite de l'enquête. Le cuivre fait partie des métaux biologiquement essentiels pour la nutrition humaine. L'OMS (Organisation mondiale de la Santé), par exemple, recommande un apport quotidien de 1-2 mg j⁻¹ pour les nourrissons et les enfants ainsi que 2-4 mg j⁻¹ pour les adultes (WHO 1996, www.who.int/water_sanitation_health/GDWO/Chemicals/copperfull.htm). L'augmentation des concentrations de cuivre dans l'eau potable peut cependant développer des effets biologiquement toxiques. Les maladies chroniques du cuivre dans le développement de la petite enfance, en particulier, peuvent présenter des problèmes. La valeur standard exigée par l'arrêté de l'eau potable (1991) est donc de 3 mg l⁻¹. Les canalisations en cuivre des installations domestiques telles qu'elles sont utilisées, par exemple, dans environ 60 à 70% de tous les ménages des anciens États fédéraux (ex-Allemagne de l'Ouest) peuvent conduire à des teneurs en cuivre de plusieurs mg / l dans l'eau potable, en raison de processus de corrosion (WAGNER et al. 1996). Cela pourrait être un autre domaine d'utilisation du ION Scale Buster® dans le sens d'une amélioration de la qualité de l'eau potable domestique. Une analyse plus approfondie de cet effet s'offrirait donc comme logique.

L'observation des paramètres chimiques de l'arrangement de contrôle a montré qu'un effet sur la chimie de l'eau après le passage expérimental a également eu lieu par l'installation du tuyau en cuivre. Cela concernait en particulier le paramètre de conductivité, ainsi que la concentration des anions. Alors que la conductivité a diminué de 76 µS cm⁻¹, la concentration de sulfates a augmenté d'environ 10 mg l⁻¹. La concentration de chlorure et de nitrate a cependant diminué de 15,8, resp. 1,8 mg l⁻¹. Ces tendances non uniformes de réduction et d'augmentation des divers ions ont démontré que des conversions chimiques complexes se produisent également dans le système de contrôle, qui ne peut pas être entièrement recréé avec les méthodes analytiques actuellement utilisées. Le principe d'effet principal du ION Scale Buster® est cependant devenu évident dans le degré de comparaison de dureté. Alors que le traitement avec le ION Scale Buster® a conduit à une nette réduction des métaux alcalino-terreux dissous, leur concentration dans le dispositif de contrôle avec tuyau en cuivre est restée presque constante. Dans ce contexte, un autre détail de l'analyse doit être effectué, l'accent doit être mis sur l'analyse spécifique de particulier, resp. formateurs de dureté liés.

Summary

L'objet de la recherche menée à l'Université de Rostock était un contrôle de la déclaration sur l'effet du ION Scale Buster® sur la formation de particules postulée par ION Devices Deutschland GmbH. L'eau potable et l'eau désionisée de Rostock ont été soumises à un traitement par un ION Scale Buster® disponible dans le commerce dans un système de circulation modèle. Lors des tests de contrôle, le ION Scale Buster® a été remplacé par un simple tube en cuivre. Des échantillons de particules ont été sédimentés à partir des échantillons d'eau gagnés et mesurés par analyse d'image.

Il a pu être démontré que le ION Scale Buster® induit une augmentation de la particule concentration par le facteur 1,6 à 2,2 dans le cycle du modèle. Dans le même temps, une augmentation de la taille des particules de 10 µm² à 250 µm² a pu être prouvée grâce au spectre de tailles d'article.

L'analyse photométrique des paramètres chimiques de l'eau a montré une réduction générale des sels dissous dans l'eau, qui était probablement due à l'augmentation des particules formées. Le cuivre, en particulier, a montré une nette réduction des concentrations.

Literature

- WHO (1996): Trace elements in human nutrition and health. Geneva, World Health Organization
- http://www.who.int/water_sanitation_health/GDWO/Chemicals/copperull.htm
- Mortimer, Charles E. (1987): Chemie, 5th edition, Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York pg. 608 annex
- D. Wagner, W.R. Fischer, H.H. Paris, O. von Franqué (1996): Microbiological Influenced Corrosion in Copper Potable Water Installations. In Microbially Influenced Corrosion of Metals, EDS. E. Heitz, H.-C. Flemming, W. Sand, Springer Verlag, Berlin 1996, pg. 259
- Coetzee, P.P., Yacoby, M., Howell, S. (1996): The role of zinc in magnetic and other physical water treatment methods for the prevention of scale. WATER SA, 22 (4): 319-326

Annex

- CD with raw data
- CD with particle photos

EAUDRILIA®