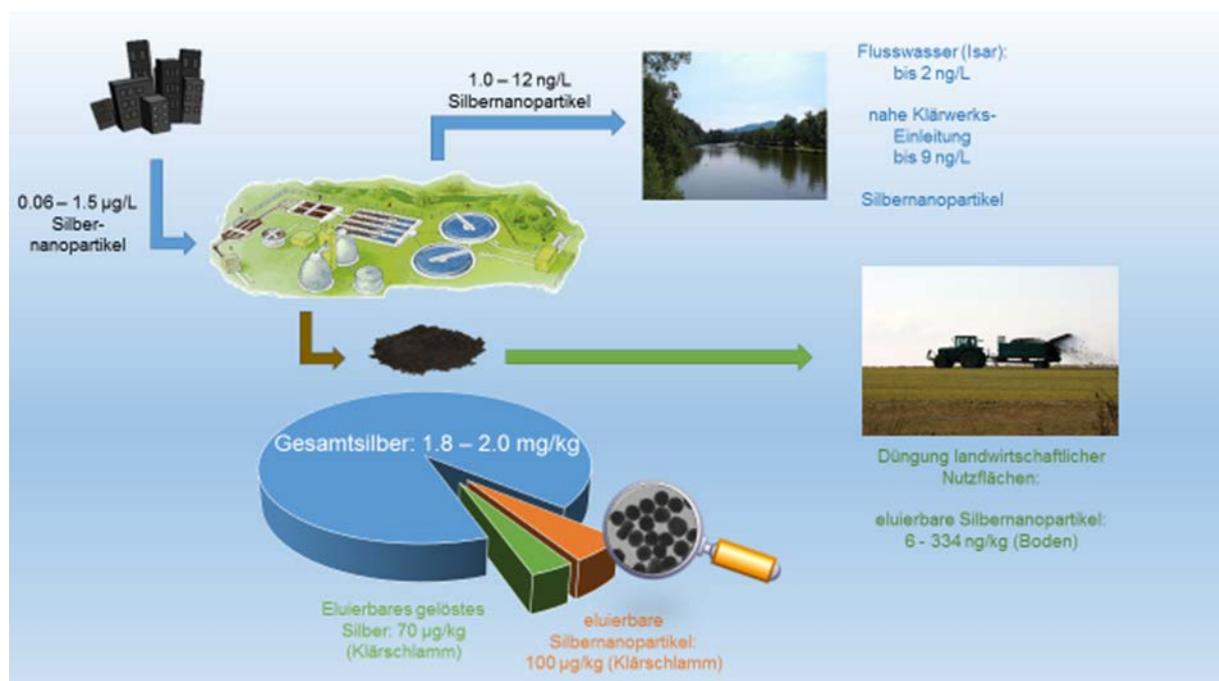


## Kaum Silbernanopartikel in bayerischen Gewässern

In einem vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz finanzierten Projekt wurden weltweit erstmals Silbernanopartikel in Realproben gemessen und so neue Erkenntnisse zu deren Gehalt in Trink- und Abwasser, Klärschlamm, Flüssen und Seen in Bayern erhalten (Abbildung 1). Untersuchungen zum Gehalt von Silbernanopartikeln in Flüssen (u. a. Isar von der Quelle zur Mündung) zeigten, dass die tatsächlich gemessenen Konzentrationen sehr niedrig sind. Die Ergebnisse stellen einen wesentlichen Fortschritt bei der Erfassung der Exposition der Umwelt gegenüber Silbernanopartikeln dar. Das renommierte Fachjournal *Environmental Science and Technology* hat die Studie kürzlich zur Publikation angenommen (1).

Nanopartikel existieren überall in der Natur und sind insofern nichts Ungewöhnliches. Seit einigen Jahren werden aber in immer größeren Mengen vom Menschen hergestellte, synthetische Nanopartikel in Produkte eingearbeitet. Mögliche Auswirkungen dieser Nanopartikel auf Gesundheit oder Umwelt dürfen dabei nicht vernachlässigt werden. Dazu ist es notwendig, real auftretende Konzentrationen in der Umwelt bestimmen zu können.



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der Ergebnisse und Untersuchungen von Silbernanopartikeln in Klärschlamm, Flusswasser und Bodenproben.

Die Fachgruppe Analytische Chemie der TU München hat eine spezielle Anreicherungstechnik (Cloud Point Extraktion) entwickelt, mit der es nun erstmals möglich ist, reale Konzentrationen von Nanosilber in Umweltproben zu bestimmen und den Weg der Partikel durch das Abwassersystem, wo sie nach dem Gebrauch größtenteils landen, bis in die Kläranlage und darüber hinaus zu messen (Abbildung 1). Mit dem entwickelten Messverfahren können nun Silbernanopartikel hoch selektiv und in extrem niedrigen

Konzentrationen bestimmt werden (2, 3).

Durch das neue Analyseverfahren konnten erfolgreich die Konzentrationen an Silbernanopartikeln in neun süddeutschen Klärwerken im Zu- und Ablauf und innerhalb der Klärwerke gemessen werden (4); in zwei Klärwerken wurden Silbernanopartikel-Frachten jahreszeit- und witterungsabhängig mit täglicher Auflösung gemessen (1). Der überwiegende Teil der Silbernanopartikel (mindestens 94 %) wird in den Klärwerken während der biologischen Reinigungsstufen im Klärschlamm zurückgehalten (Abbildung 2). Dieses Ergebnis deckt sich gut mit Messungen des Bayerischen Landesamts für Umwelt, die an einer Laborkläranlage durchgeführt wurden (5).



**Abbildung 2:** Moderne Klärwerke halten über 90 % der in das Werk eintretenden Silbernanopartikel im Klärschlamm zurück.

Werden landwirtschaftliche Nutzflächen mit Klärschlamm gedüngt, können die Partikel allerdings durch Regen wieder aus dem Klärschlamm gelöst werden und sich im Boden anreichern. Untersuchungen zum Gehalt von Silbernanopartikeln in Flüssen (u. a. Isar von der Quelle zur Mündung) und Seen zeigten, dass die tatsächlich gemessenen Konzentrationen sehr niedrig sind (1). So lagen z. B. nur in vier der untersuchten Seen die Konzentrationen überhaupt oberhalb der Nachweisgrenze von 0,2 ng/l: im Tegernsee, im Chiemsee, im Obinger See und im Simssee. Beprobt wurden außerdem Königssee, Waginger See, Tachinger See, Griessee, Kochelsee, Walchensee, Schliersee, Starnberger See und der Ammersee. Alle untersuchten oberbayerischen Gewässer enthielten extrem geringe Gehalte an Silbernanopartikeln, die sogar unter denen von Leitungswasser (s. u.) liegen. Es ist aber erkennbar, dass die Klärwerke zu einem Anstieg der Konzentration an nanopartikulärem Silber im Flusswasser beitragen und die Einträge demnach zum größten Teil aus Prozessen stammen, die vom Menschen verursacht werden (1).

Des Weiteren wurde Trinkwasser aus Kupfer-Hausleitungen von Wohn- und Gewerbegebäuden als bislang vernachlässigte Quelle von nanopartikulärem Silber identifiziert. Kupfer enthält herstellungsbedingt Spuren von Silber. Experimentelle Daten des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit zur Aufnahme von Silbernanopartikeln über den menschlichen Darm zeigen, dass aufgrund der geringen Umweltexposition (Isar/Seen:  $\leq 1,3$  ng/l, Trinkwasser: 8 ng/l) und einer insgesamt niedrigen Resorption (10 %) im Vergleich zum Mikrosilber nicht von einem erhöhten Gesundheitsrisiko durch Nanosilber auszugehen ist.

Die neu entwickelte Anreicherungstechnik wird auch vom Bayerischen Landesamt für Umwelt in einem bis 2019 laufenden Forschungsvorhaben genutzt, um das Vorkommen synthetischer Nanopartikel in Wasser und Luft zu untersuchen.

Detaillierte Informationen zum Analyseverfahren und den Ergebnissen der Projekte finden Sie hier:

- (1) To what extent can full-scale wastewater treatment plant effluent influence the occurrence of silver based nanoparticles in surface waters? Lingxiangyu Li, Monika Stoiber, Andreas Wimmer et al. *Environmental Science & Technology* 50 (2016) 6327-6333.
- (2) Influence of Particle Coating and Matrix Constituents on the Cloud Point Extraction Efficiency of Silver Nanoparticles (Ag-NPs) and Application for Monitoring the Formation of Ag-NPs from  $\text{Ag}^+$ . Georg Hartmann, Tanja Baumgartner, and Michael Schuster. *Anal. Chem.* 86 (2014) 790–796
- (3) Ultra-trace determination of silver nanoparticles in water samples using cloud point extraction and ETAAS. Georg Hartmann, Christine Hutterer and Michael Schuster. *J. Anal. At. Spectrom.*, 28 (2013) 567-572.
- (4) Quantification of Nanoscale Silver Particles Removal and Release from Municipal Wastewater Treatment Plants in Germany. Lingxiangyu Li, Georg Hartmann, Markus Doeblinger et al. *Environmental Science & Technology* 47 (2013) 7317-7323.
- (5) Verhalten von Nanopartikeln in Kläranlagen. Marina Maier, Marion Letzel, Martin Wegenke. *Mitt. Umweltchem. Ökotox.*, Nr.3, 62 (2012) 62-65.

Quellenverzeichnis Abbildungen:

[https://www.landratsamt-unterallgaeu.de/fileadmin/\\_migrated/pics/schema\\_wasser\\_01.gif](https://www.landratsamt-unterallgaeu.de/fileadmin/_migrated/pics/schema_wasser_01.gif)

<http://nagleearthandenvironmental.wikispaces.com/>

<https://www.mpg.de/4388808/zoom.jpg>