

Schadstoff, Wasser und Schwebstoff/Sediment

Die Belastung des Yangtze mit den unterschiedlichen Problemstoffen wird häufig unterschätzt, weil vielfach nur die gemessenen geringen Konzentrationen wahrgenommen werden. In Verbindung mit der großen Wassermenge, die abfließt, ergeben sich aber nennenswerte Frachten mit der Gefahr einer Schadstoffanreicherung bis in die menschliche Nahrungskette hinein. Dabei darf nicht vergessen werden, dass der Yangtze die wesentliche, teilweise sogar die einzige Quelle für die Versorgung der Bevölkerung mit Trink- und Brauchwasser in seinem Einzugsbereich ist.

Der Schadstoffeintrag in den Fluss – vor allem im Reservoir – ist bislang nicht absehbar. Er kann aus unterschiedlichen Quellen erfolgen, z.B. durch

- direkte kommunale Abwassereinleitungen,
- industrielle Abwasserbehandlungsanlagen,
- diffuse Stoffeinträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen und Überflutungsgebieten,
- unzureichend sanierte Altanlagen und Abfallablagerungen und
- die Schifffahrt

Da Prognosen über die Schadstoffbelastung des Flusses aufgrund der Vielzahl der variierten Parameter noch nicht vorhersehbar sind, ist es im Sinne eines zukunftsorientierten Wasserqualitätsmanagements notwendig, kontinuierlich über einen längeren Zeitraum Daten zu erheben und gleichzeitig Forschungsprojekte zum Einfluss von Umsetzungsreaktionen und Transportmechanismen auf die Wasserqualität des Yangtze sowohl innerhalb des Reservoirs



als auch in den weiter flussabwärts gelegenen Bereichen durchzuführen. Dabei dürfen nicht nur die Vorgänge innerhalb der Wassersäule betrachtet werden, sondern auch der Sedimentkörper und die Uferbereiche mit ihrem Pflanzenbewuchs müssen ebenfalls Berücksichtigung finden.

Viele Staudämme wirken als Sedimentfallen. Daher ist eine starke Veränderung in dem Verhältnis von gelöster zu partikulärer Substanz durch Sedimentation und Suspension innerhalb und unterhalb des Reservoirs zu erwarten. Die partikulären Substanzen, die einen Teil der Schadstoffe adsorbieren und durch Eintrag in das Sediment der Wassersäule entziehen, werden durch die Rückhaltung und das Absinken im Staubecken vermindert. Der Anteil der gelösten organischen Verbindungen, die Schadstoffe komplexieren und so über weite Entfernungen transportieren können, wird gleichzeitig erhöht. Auch aus den Sedimenten, insbesondere von den nur zeitweilig überfluteten Uferzonen, werden Schadstoffe (anorganisch und organisch) beim Abbau von partikulären Verbindungen unter Sauerstoffverbrauch remobilisiert. Ferner werden die für die Selbstreinigung fluvialer Ökosysteme wichtigen Gleichgewichte der Austauschprozesse zwischen Sediment und Wasser durch das Staubecken verschoben.



Der Stoffaustausch wichtiger Komponenten wie Nährstoffe, Schwermetalle und Xenobiotika in heterogenen Wasserkörpern kann auch durch Bindung an Kolloide erfolgen. Bei einem hohen Verhältnis von Oberfläche zu Volumen besitzen Kolloide eine große Sorptionskapazität gegenüber Wasserinhaltsstoffen, wodurch die kolloidalen Transportwege eine entscheidende Rolle bei der Stoffverlagerung spielen können. Auch die mikrobiologischen Umsetzungen im Wasser werden durch die Partikeldynamik signifikant beeinflusst.

Gleichrangig neben dem Verhalten und den Umwandlungsreaktionen der organischen Inhaltsstoffe im Reservoir steht die Abschätzung der Schwermetallbelastung. Diese können in gelöster Form, an Kolloide oder an die Partikelphase gebunden vorliegen. Durch Sauerstoffzehrung ist eine Umsetzung von Schwermetallen möglich. Unter Zugrundelegung der Daten aus Bohrkernen lassen sich hierzu entsprechende Aussagen ableiten.

Bis zum Jahre 2010 sollen 260 Kläranlagen und 230 Abfallbehandlungsanlagen errichtet werden. Gleichzeitig wird angestrebt, die Verwendung von Pestiziden in der Landwirtschaft einzuschränken. Alles mit dem Ziel der Verminderung des Schadstoffeintrages in den Yangtze. Trotzdem wird der Fluss auch weiterhin eine hohe Fracht an Problemstoffen mit sich führen. Da gleichzeitig durch das Aufstauen des Yangtze die Verweilzeit und die Wassertiefe im Reservoir zum Teil deutlich erhöht werden, kommt der Identifizierung und Beobachtung der Stoffumsetzungen innerhalb des Wasserkörpers große Bedeutung zu.

Innerhalb des Wasserkörpers und im Sediment finden chemische Transformationen statt. Die Art der Transformationen verändert sich auf Grund der variierenden Bedingungen (Sauerstoff, Temperatur, Licht, Redoxpotential) sowohl quantitativ als auch qualitativ. Die Sedimentbelastung des Flusses und die völlig veränderte Dynamik der Sedimentation und Suspension führen zu Sediment- und Schadstoffstößen, wodurch sich ein komplexes System neuer chemischer Umwandlungen ergibt, welches zu weiteren, eventuell gesundheitsrelevanten, Produkten führen kann. Auf Grund dieses Prozesses ergeben sich Veränderungen in der Bioakkumulation, Biotransformation und Bioverfügbarkeit.

Die Bioakkumulation organischer und anorganischer Schadstoffe in den einzelnen Nahrungsketten muss somit auch im Hinblick auf die Nahrungsmittelversorgung sorgfältig beobachtet werden. Die Ergebnisse aus einem ersten Screening, gefolgt von kontinuierlichen Probennahmen und Messung von Inhaltsstoffen, bilden die Grundlage für eine mathematische Nahrungskettenmodellierung. Entsprechende Ergebnisse lassen sich dann durch Rückstandsanalysen, beispielsweise an Fischgewebeprobe überprüfen.

Im Zuge von Wasserspiegelschwankungen unterliegen belastete Standorte teilweise oxidischen und anoxischen Bedingungen. Dabei ist eine wesentlich Frage, nach welchem Zeitraum sich anaerobe Mikroorganismen in einem vorher oxidischen Sediment etabliert haben und dann einen weiteren anaeroben Abbau initiieren. Unter Nutzung identifizierter Metabolite eröffnet sich so die Möglichkeit, die mikrobiellen Abbauprozesse in situ nachzuweisen und Prognosen über das Langzeitverhalten von Schadstoffen im Flutungsbereich abgeben zu können.

Um das Zusammenwirken der einzelnen Prozesse sowie die Dynamik von Sediment- und Schadstofftransport zu verstehen und bewerten zu können, ist eine Modellierung notwendig. Dazu ist für das Reservoir eine integrierte Sediment- und Wasserqualitäts-Managementstrategie erforderlich. Nur mit Hilfe von Modellen können Bilanzen von Sedimenten und Schadstoffen erstellt und Größen wie Ablagerung, Mobilisierung, Bewegung und Austrag abgeschätzt werden.

Zur Bewertung des Sedimenttransports müssen hierbei auch Daten aus Sediment-Tiefenprofilen, die die Historie der Sediment- und partikulären Schadstoffablagerung widerspiegeln, herangezogen werden. Nur so lassen sich für die Sedimente Aussagen erzielen zu

- Inhomogenität,
- Sedimentbildung,
- Erosion und Resuspension sowie
- Freilegung neuer Oberflächen und damit der Einstellung von neuen Lösungsgleichgewichten.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Beschreibung der Wasserqualität ist die Anwendung von ein- bzw. zweidimensionalen hydrodynamischen Transportmodellen (Wasser- und Schwebstofftransport) mit integrierten Prozessmodulen.

An Hand von Messdaten sowie mit Hilfe der Modellierungen können Konzepte für ein verbessertes Monitoring entwickelt werden. Dies beinhaltet sowohl optimierte Monitoringstrategien („Wo und wann wird gemessen?“) als auch prognostische Aussagen in Form von Szenarienrechnungen. Damit können unter anderem die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Wie ändert sich die Wasserqualität, wenn eine Reduzierung der Nährstoffeinträge erfolgt?
- Wie ändert sich das Sauerstoffregime bei abnehmender Trübung durch Sedimentation der Schwebstoffe vor der Staumauer?
- Wie ändert sich der Eintrag in die flussabwärts gelegenen Regionen bei Veränderung der Verhältnisse im Reservoir?

Für die Trinkwassergewinnung entlang des Yangtze sowohl im Bereich des Reservoirs wie auch unterhalb bis hin zur Mündung in das Ost-Chinesische Meer ergibt sich eine Vielzahl neuer Gesichtspunkte und Herausforderungen. Dabei sind Maßnahmen zur Behandlung von Wässern mit hohem Trübstoffanteil (Suspensa, Kolloide) in Betracht zu ziehen. So ist die Wasserqualität an festzulegenden Orten in Tiefenprofilen zur Ermittlung der optimalen Entnahmetiefe festzustellen, die wichtigsten Kontaminationsquellen müssen identifiziert werden, und mit geeigneten robusten Aufbereitungsverfahren sind die Belastungen aus dem Wasser zu beseitigen. Auch sind die Auswirkungen der Verschiebung der Grenze Süßwasser / Salzwasser im Unterlauf des Yangtze zu beachten.

Mit dem Bau des Staudamms wird der Nährstoffeintrag über den Yangtze in das Ost-Chinesische Meer wahrscheinlich verändert. Beispielsweise kann durch eine zunehmende Schichtung im Staubereich mit bodennahen, anoxischen Wasserkörpern der Anteil an Stickstoffeliminationsprozessen (Denitrifikation) zunehmen, was einen positiven Effekt für die Küstengewässer hätte. Auf der anderen Seite könnte infolge der Sedimentation der Schwebstoffe der Anteil an Silikat im Wasser abnehmen, wodurch sich eine Verschiebung der Planktonarten ergeben würde.