



Erfahrungen mit der Wasserqualität bei Zerlegearbeiten

ERFAHRUNGSBERICHT DES ESK-AUSSCHUSSES STILLLEGUNG

Einleitung

Im Folgenden werden Erfahrungen mit biologischen und chemischen Veränderungen der Wasserqualität aufgrund von Biofilmbildung durch Algen oder Bakterien bei unter Wasser durchgeführten Zerlegearbeiten zusammengestellt, wie sie in laufenden Stilllegungsverfahren in Deutschland gemacht worden sind. Die Zusammenstellung hat das Ziel, die verschiedenen Ursachen, vorbeugende Maßnahmen und Gegenmaßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität sowie daraus ableitbare Schlussfolgerungen auf Basis der Erfahrungsberichte von Betreibern und Sachverständigenorganisationen zu benennen, sodass eine relevante Verschlechterung der Wasserqualität und daraus ggf. resultierende negative Auswirkungen auf den betrieblichen Strahlenschutz frühzeitig vermieden werden können.

Sachverhalt

In mehreren Stilllegungsprojekten haben sich ähnliche Erscheinungen von sichtbaren Ablagerungen an Beckenwänden und Wasseroberfläche sowie Schlierenbildung oder Schwebeteilchen im Wasser gezeigt, die im Zusammenhang mit unter Wasser durchgeführten Zerlegearbeiten standen. Diese sichtbeeinträchtigenden Phänomene können durch verschiedene, im Wasser enthaltene oder eingebrachte Bakterien hervorgerufen werden, die sich aufgrund günstiger Bedingungen für mikrobielles Wachstum stark vermehren.

Es hat sich herausgestellt, dass in einigen Fällen die durch die Zerlegewerkzeuge eingebrachte Hydraulikflüssigkeit durch darin enthaltenes Glykol (Ethandiol) als Kohlenstoffquelle für das Bakterienwachstum dient. Glykol ist wasserlöslich und kann von Mikroorganismen direkt durch die Zellmembran aufgenommen und verstoffwechselt werden. In Kombination mit Licht und einer zu geringen Strömung im Beckenwasser ergibt sich ein geeignetes Milieu für mikrobielles Wachstum. Der Eintrag von größeren Mengen Hydraulikflüssigkeit und somit Glykol ist durch Leckagen im Hydrauliksystem der unter Wasser eingesetzten Werkzeuge zu erklären. Glykol selbst ist im Wasser nicht sichtbar, jedoch kann die Trübung durch das Wachstum der Mikroorganismen innerhalb kurzer Zeit die Sicht im Wasser erheblich beeinträchtigen.

Zudem kam es in einigen Fällen zu einem Aufschwimmen der Mikroorganismen an der Wasseroberfläche, nachdem diese mithilfe von Wasserstoffperoxid (H_2O_2) abgetötet wurden. Beim Einsatz von H_2O_2 wird Sauerstoff freigesetzt, der beim Aufsteigen kleine Partikel, die sich im Becken befinden, an die Wasseroberfläche transportieren kann. Dies kann zur Folge haben, dass im Wasser enthaltene Korrosionsprodukte und Späne aus der Zerlegung oder teils an die Mikroorganismen gebundene Kontaminationen in höherer Konzentration an die Wasseroberfläche gelangen, was zu einem Anstieg der Ortsdosisleistung am Beckenflur führt.

Gegenmaßnahmen

Um der Trübung des Wassers durch Mikroorganismen entgegenzuwirken, haben sich verschiedene Gegenmaßnahmen als erfolgreich herausgestellt. Die Zugabe von Wasserstoffperoxid ist geeignet, um Mikroorganismen wirksam innerhalb einiger Tage abzutöten und hinterlässt neben Wasser und Sauerstoff keine Nebenprodukte. Durch den Sauerstoff verschlechtern sich zudem die Bedingungen im Wasser für das Wachstum anaerober Mikroorganismen.

Um eine relevante Verschlechterung der Wasserqualität im Vorfeld zu vermeiden, zeigen sich insbesondere vorbeugende Maßnahmen als hilfreich und wirksam. Bei einer kontinuierlichen Gabe von H_2O_2 ist bei der Dosierung darauf zu achten, dass ein übermäßiges Aufschwimmen von Kontamination (z. B. durch den freigesetzten Sauerstoff) verhindert wird. Zudem wirkt H_2O_2 ätzend und ist ein starkes Oxidationsmittel gegenüber verschiedenen Materialien. Anforderungen an den Arbeitsschutz sind hierbei ebenfalls in der Planung zu berücksichtigen.

Zur Überwachung des Glykoleintrages durch Hydraulikflüssigkeiten kann als Indikator der chemische Sauerstoffbedarf (CSB/COD-Wert) im Wasser analytisch bestimmt und somit überwacht werden. Erfahrungen zeigen, dass eine Erhöhung der H_2O_2 -Konzentration bei ansteigendem CSB/COD-Wert einer Trübung vorbeugt. Weitere Parameter aus der Wasseranalytik, die zur vorbeugenden Überwachung des Wachstums von Mikroorganismen gemessen werden können, sind gesamtorganischer Kohlenstoff (TOC), pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit oder die Lichttransmission.

Zudem hat sich gezeigt, dass die betrieblichen Systeme zur Lagerbeckenreinigung geeignet sind, um die Wasserqualität zu verbessern und aufgeschwemmte Radionuklide und somit die Ortsdosisleistung zu reduzieren. Dem Einsatz der betrieblichen Systeme können jedoch unter Umständen konkurrierende Abwägungen entgegenstehen, wie z. B. Auswirkung auf den Abbau, unerwünschter Eintrag von Kontamination und Mikroorganismen in weitere Systeme. Eine ausreichende Wasserqualität und gleichwertige radiologische Arbeitsbedingungen lassen sich auch mit temporären Ersatzsystemen sicherstellen, sofern sie ausreichend dimensioniert sind. Da eine kontinuierliche Umwälzung und Feinfiltration des Wassers effektive vorbeugende Maßnahmen darstellen, begünstigen unzureichend dimensionierte Wasserreinigungssysteme die beschriebenen Schwierigkeiten mit Mikroorganismen und Trübungen.

UV-Desinfektionsanlagen können ebenfalls kontinuierlich eingesetzt werden. Die Wirkung stellt sich jedoch nur bei einer ausreichenden Lichttransmission ein, sodass bei starken Trübungen zunächst andere Maßnahmen eingesetzt werden sollten. Zudem ist bei der Kombination von H_2O_2 und UV-Desinfektionsanlagen zu beachten, dass H_2O_2 durch UV-Strahlung abgebaut wird und sich die Konzentration dadurch verändern kann.

Fazit

Hydraulikflüssigkeiten mit Glykol sind technisch funktional, stellen aber ein Risiko für mikrobielles Wachstum bei längeren Tätigkeiten unter Wasser dar, da Glykol als Kohlenstoffquelle dient.

Trübungen des Beckenwassers aufgrund von mikrobiellem Wachstum sind technisch beherrschbar und können meist durch eine kontrollierte Zugabe von Wasserstoffperoxid beseitigt werden. Durch freiwerdenden Sauerstoff kann es jedoch zu einem Aufschwimmen von Korrosionsprodukten und anderen Partikeln mit radioaktiver Kontamination kommen, die die Ortsdosisleistung am Becken signifikant erhöht.

Die betrieblichen Systeme zur Lagerbeckenreinigung sind aufgrund ihrer Kapazität geeignet, um auch bei erheblichen Verunreinigungen die Wasserqualität zu verbessern und aufgeschwemmte Radionuklide und somit die Ortsdosisleistung wirksam zu reduzieren. Unzureichend dimensionierte Wasserreinigungssysteme begünstigen die beschriebenen Schwierigkeiten mit Mikroorganismen und Trübungen, da eine kontinuierliche Umwälzung und Feinfiltration des Wassers ebenfalls effektive vorbeugende Maßnahme darstellen.

Insbesondere vorbeugende Maßnahmen haben sich in der Praxis als hilfreich herausgestellt. Hierzu zählen die kontinuierliche Überwachung der Wasserqualität und eine entsprechend korrelierte Dosierung von Wasserstoffperoxid sowie hinreichend dimensionierte Systeme zur Lagerbeckenreinigung für eine kontinuierliche Umwälzung und Filterung des Wassers.

Geeignete Parameter zur regelmäßigen Überwachung des Wachstums von Mikroorganismen und der damit einhergehenden Verschlechterung der Wasserqualität sind:

- **COD-Wert:**
Der chemische Sauerstoffbedarf COD (Chemical Oxygen Demand, CSB) ist als Summenparameter ein Maß für die Summe aller im Wasser vorhandenen, unter bestimmten Bedingungen oxidierbaren Stoffe.
- **DOC (Dissolved Organic Carbon):**
Der DOC-Wert erfasst den Anteil des gelösten organischen Kohlenstoffs und ermöglicht eine differenziertere Bewertung organischer Stoffe im Wasser.
- **TOC (Total Organic Carbon):**
Der TOC-Wert beschreibt den gesamten im Wasser enthaltenen organisch gebundenen Kohlenstoff und dient als Summenparameter zur Erfassung möglicher organischer Einträge.

- ATP (Adenosintriphosphat):
ATP ist ein schneller Indikator für die Menge metabolisch aktiver mikrobieller Biomasse im Wasser und wird zur Beurteilung möglicher mikrobiologischer Entwicklungen herangezogen.
- Redoxpotential (ORP):
Das Redoxpotential beschreibt die oxidativen bzw. reduktiven Milieubedingungen im Wasser und liefert Hinweise auf die chemischen Rahmenbedingungen im Beckenwasser.