



PFAS-Behandlungsanlage in Containern.

Keywords

- **Persistente Chemikalien (PFAS)**
- **Abwasser**
- **Ionenaustauschverfahren**

Persistente Chemikalien aus dem Abwasser entfernen

Selektives Ionenaustauschverfahren zur Entfernung von PFAS-Verbindungen

Das effiziente Entfernen von persistenten Chemikalien wie Perfluorbutansäure (PFBA) ist eine der größten Herausforderungen bei der Wasseraufbereitung. Sowohl regenerierbare Ionenaustauscher (IER) als auch hochselektive Harze für den einmaligen Gebrauch können Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) entfernen, um bei der Wasseraufbereitung gesetzliche Grenzwerte einzuhalten. In einem mehrstufigen Verfahren werden dafür selektive Anionenaustauscherharze von Lanxess eingesetzt. Sie sind für die Feinreinigung des PFAS-kontaminierten Abwassers einer ehemaligen Feuerwehr-Ausbildungsstätte in Australien von entscheidender Bedeutung. Die Konzentration von PFBA wird damit bei hoher Kapazitätsauslastung auf nicht nachweisbare Werte reduziert.

Australien hat eine Vorreiterrolle beim Erkennen und Reinigen von PFAS-belastetem Grundwasser eingenommen. 2018 trat ein zwischenstaatliches Abkommen zwischen dem Commonwealth und den Bundesstaaten und Territorien in Kraft, um konsequent auf PFAS-Kontaminationen zu reagieren, die Umwelt und – als Vorsichtsmaßnahme – die menschliche Gesundheit zu schützen. Wie wirksam dieser einheitliche Ansatz ist, zeigt ein Fallbeispiel aus dem Bundesstaat Victoria im Südosten Australiens: Hier wurden hohe PFAS-Konzentrationen von bis zu 200 ppb aus dem Abwasser der ehemaligen Feuerwehr-Ausbildungsstätte der Country Fire Authority (CFA) entfernt. Viele Jahre lang wurde an diesem Standort ein wässriger und PFAS-haltiger Feuerlöschschaum verwendet, wodurch persistente Chemikalien das Grundwasser belasteten.

Keine Standardlösung

Um diese zu entfernen, gibt es keinen Standardprozess. Jedes PFAS-Behandlungsprojekt

ist einzigartig und bringt seine eigenen Herausforderungen und Variablen mit sich. Dazu zählen die molekulare Zusammensetzung der gesamten PFAS-Konzentration, das Vorhandensein von Co-Kontaminanten, die aufnehmende Umwelt, die Einhaltung der geltenden Vorschriften, der aktuelle Abfallentsorgungsmarkt sowie das Budget, der Standort und die zeitlichen Beschränkungen. Unter Einbeziehung dieser Parameter hat der australische Anbieter von Wasseraufbereitungsanlagen, Haldon Industries, eine moderne Wasseraufbereitungsanlage entwickelt, bei der ein selektives mehrstufiges Ionenaustauschverfahren zum Einsatz kam.

Haldon Industries führt eine mobile Abfallverarbeitung durch, die sich speziell auf die Vor-Ort-Behandlung von PFAS-kontaminierten Abfällen bezieht. Dabei kommen verschiedene Adsorptions- und Anionenaustauschmedien in einer Reihenfolge zum Einsatz, die auf die einzigartigen Merkmale und Behandlungsziele jedes Projekts zugeschnitten ist.

Auf dem Gelände der ehemaligen Feuerwehr-Ausbildungsstätte wurde die mobile Anlage mit einem Durchsatz von 125.000 L pro Tag betrieben, wobei die Entfernung hoher PFAS-Konzentrationen unter Einhaltung der strengen australischen EPA-Standards erreicht wurde.

Die IER-Konfiguration umfasste das regenerierbare, schwach basische Harz Lewatit MP 62 WS, gefolgt von dem hochselektiven Einweg-Anionenaustauscher Lewatit TP 108 in einer Lead/Lag-Konfiguration. Der mit Lewatit MP 62 WS gefüllte Filter reduzierte den Großteil der gesamten PFAS (grau). Der verbleibende Schlupf (vorwiegend PFBA) wurde durch den Einsatz von Lewatit TP 108 effektiv auf ein nicht nachweisbares Niveau reduziert. Bemerkenswerterweise wurde mit Lewatit TP 108 ein hoher Durchsatz (Abb. 2) von 10.000 Bettvolumen (BV) erreicht. Dadurch wurden die mit der Entsorgung des verbrauchten Harzes verbundenen OPEX-Kosten erheblich gesenkt.

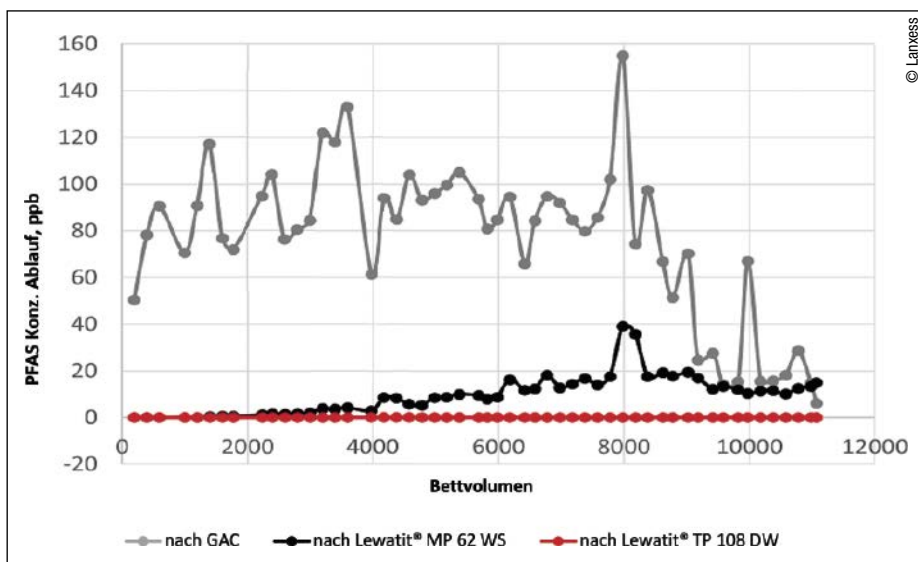


Abb.1: Gesamteffizienz der PFAS-Entfernung mit dem Multibarrieren-Ansatz. Stream-Beschreibungen: Zulauf Lewatit MP 62 WS (grau), Ablauf Lewatit MP 62 WS (schwarz), Ablauf Lewatit TP 108 (rot, Endabfluss).

Auswahl der Harze für das mehrstufige Verfahren

Die folgenden Spezifikationen/Grenzwerte der australischen Trinkwasserrichtlinien galt es einzuhalten:

- Perfluorooctansulfonat (PFOS) und Perfluorohexansulfonat (PFHxS) zusammen weniger als 0,07 ppb
- Perfluorooctansäure (PFOA) weniger als 0,56 ppb
- kurzkettige PFAS, z.B. PFBA, bis zur Nachweisgrenze

Die effiziente Entfernung von PFBA ist bei vielen Sanierungsprojekten eine Herausforderung. PFBA ist durch Adsorption mittels granulierter Aktivkohle (GAK) und traditio-

nellem Ionenaustausch schwerer zu entfernen, da die Wechselwirkung zwischen dem kurzen Perfluoroketten und den hydrophoben Adsorbent gering ist. Um solche kurzketten Verbindungen effizient zu entfernen, ist das selektive anionische Ionenaustauscherharz Lewatit TP 108 von Lanxess entwickelt worden.

Ein weiteres herausragendes Merkmal des PFAS-selektiven Ionenaustauschers zur Feinreinigung ist die Reduktion des Harzinventars aufgrund der schnellen Kinetik und der kurzen Leerbettkontaktzeit (EBCT). Es wurden kompakte Polisher-Harzsäulen verwendet, die in einen Container passten und somit dazu beitrugen, die Kosten zu reduzieren. Damit ist Lewatit TP 108 im Vergleich zu GAK, die typischer-

weise eine viermal so lange EBCT benötigt, deutlich effizienter.

Die Kombination der Lanxess-Ionenaustauscher Lewatit MP 62 WS als Arbeitsfilter und Lewatit TP 108 als Polisher hat es trotz hoher Zulaufkonzentrationen ermöglicht, während der gesamten Projektdauer eine direkte Einleitung mit nicht nachweisbaren PFAS-Werten, zu erreichen. Sogar PFBA wurde durch den effizienten Einsatz des Ionenaustauscherharzes wirksam entfernt.

Seit der Inbetriebnahme der Anlage im August 2019 wurden mehr als 54 Mio. L aufbereitetes Wasser kontinuierlich in die Umwelt abgeleitet, wobei die australischen EPA-Grenzwerte und Trinkwasserrichtlinien erfüllt wurden! Das mittlerweile abgeschlossene Projekt gilt als eine der erfolgreichsten PFAS-Wasseraufbereitungsmaßnahmen in Australien.

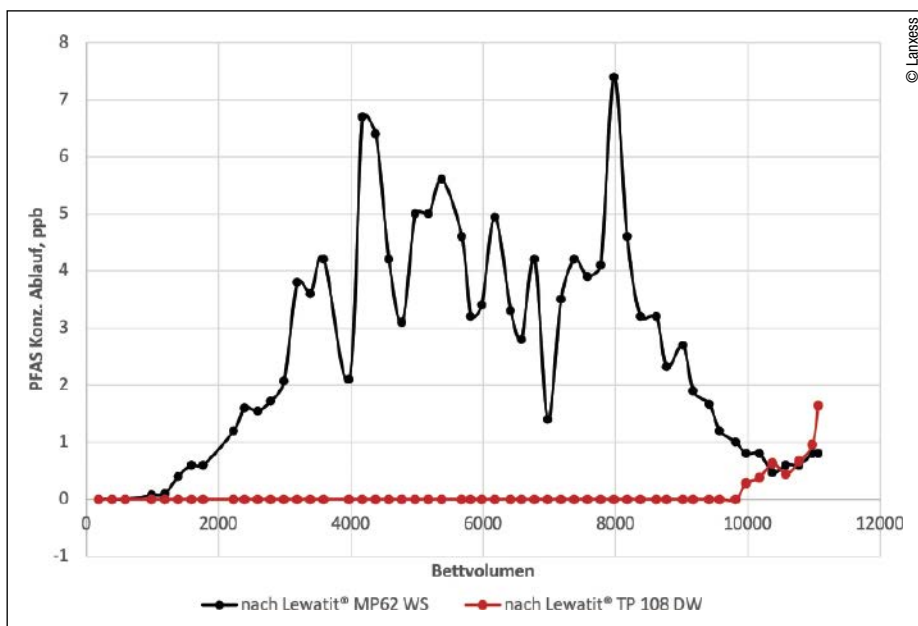


Abb. 2: Entfernungseffizienz von Lewatit TP 108 für PFBA.

Zusammenfassung des mehrstufigen Verfahrens

Der Prozess umfasst Oxidation, pH-Einstellung, Flockung, Feststoffabtrennung, Medienfiltration (pretreat), granulierte Aktivkohle (GAC) zur DOC-Entfernung und Ionenaustausch unter Verwendung schwach- (Lewatit MP 62 WS) und starkbasischer Anionenaustauscherharze (Lewatit TP 108).

Wichtige Konstruktions- und Betriebsparameter:

- Die mit Lewatit TP 108 gefüllten Polyamidharzsäulen wurden in einer Lead-Lag-Polisher-Konfiguration betrieben. Die durchschnittliche Durchflussrate betrug 20 m³/h.
- Der spezifische Betriebsdurchsatz betrug 10–20 BV/h.
- Der pH-Wert des Feeds wurde zwischen 5 und 7 gehalten.

Die Autoren

Rajeev Bhavaraju, Head of Technical Services and Business Development (APAC), Geschäftsbereich Liquid Purification Technologies, Lanxess

Dr. Dirk Steinhilber, Technical Marketing Manager, Geschäftsbereich Liquid Purification Technologies, Lanxess Deutschland

Wiley Online Library



LANXESS Deutschland GmbH, Köln, Deutschland
dirk.steinhilber@lanxess.com

LANXESS Pty Ltd., Granville NSW 2142, Australien
rajeev.bhavaraju@lanxess.com · www.lanxess.com