

Hilfestellung für den Umgang mit Vinylchlorid-Belastungen

Anlass

In der Praxis nimmt Vinylchlorid (VC) unter den chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW) aufgrund seiner besonderen Eigenschaften häufig eine Sonderstellung ein. VC kann unter anaeroben Bedingungen als Abbauprodukt aus anderen CKW entstehen und wird unter günstigen Bedingungen weiter abgebaut. Gleichzeitig ist sein Konzentrationswert gemäss Anhang 1 der Altlastenverordnung (AltIV) aufgrund seiner Toxizität mit $0.5 \mu\text{g}/\text{l}^1$ äusserst tief. Im Grundwasser sind in der Schweiz keine langen VC-Fahnen zu beobachten. In Grundwasserfassungen wird VC nicht nachgewiesen².

Die Beurteilung von VC-Belastungen hat in den letzten Jahren viele Fragen aufgeworfen resp. führte in der Vergangenheit häufig zur unbefriedigenden Situation, dass ein Sanierungserfolg bzgl. VC im Gewässerschutzbereich A_U als unwahrscheinlich eingeschätzt oder trotz Sanierungsmassnahmen der erforderliche $\frac{1}{2}$ -Konzentrationswert von VC im Grundwasser im Abstrom des Standortes nicht erreicht wurde.

In verschiedenen ChloroNet-Merkblättern zum Umgang mit CKW-Belastungen wurde VC aufgrund seiner besonderen Eigenschaften bewusst ausgeklammert. Das vorliegende Merkblatt soll nun eine Hilfestellung für den Umgang mit VC-Belastungen bieten.

Eigenschaften von VC

Eine VC-Anwendung als primäres Produkt ist bei früheren Betriebstätigkeiten äusserst selten und wird nachfolgend nicht betrachtet. VC steht aber als Abbauprodukt vor Ethen am Ende der anaeroben Abbaukette aller anderen CKW und kann daher unabhängig von der Ausgangsverunreinigung eine Rolle spielen. VC zeichnet sich im Besonderen durch folgende Eigenschaften aus:

- äusserst flüchtiger Stoff (im Feststoff kaum messbar)
- primär gelöst vorhanden
- toxisch; tiefer Konzentrationswert ($0.5 \mu\text{g}/\text{l}$) ist begründet
- unter günstigen Bedingungen im Grundwasser abbaubar

Die Anwendung einiger Sanierungsverfahren kann zu einer signifikanten VC-Bildung führen (z.B. anaerobe biologische Sanierungsverfahren, vgl. Kasten unten). Bei solchen Verfahren muss darauf geachtet werden, dass daraus keine grössere Umweltgefährdung resultiert.

Biologische Sanierungsverfahren

- Die Wirkung von biologischen Verfahren beruht auf der Abbaubarkeit der Schadstoffe vor allem durch mikrobiologische Organismen.
- CKW wie PER, TRI und CIS werden dabei vielfach nicht vollständig, sondern in anaerobem reduzierendem Milieu nur bis zum VC abgebaut. Ausserdem gibt es auch aerobe Abbauprozesse.
- Bei CKW-Verunreinigungen muss daher der Einsatz von anaeroben biologischen und chemischen Verfahren, die das Grundwassermilieu verändern vorgängig gut überprüft werden, um die Generierung eines allfälligen VC-Problems zu vermeiden.

¹ Angepasster zukünftiger Konzentrationswert gemäss revidierter AltIV

² Gemäss Umfrage in den Kantonen sowie gemäss NAQUA-Bericht Messungen 2011

Ansatz für den Gewässerschutzbereich A_U

Im Gewässerschutzbereich A_U ist eine Anhebung des VC-Sanierungszielwerts gemäss Artikel 15 AltIV maximal bis zum Konzentrationswert zulässig (bei Erfüllung der anderen Bedingungen). Grund dafür ist der gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) zwingend einzuhaltenen Trinkwassergrenzwert gemäss Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV), welcher ebenfalls 0.5 µg/l beträgt³. Bei Standorten ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A_U bietet Artikel 15 AltIV in der Regel ausreichend Spielraum zur Anpassung des Sanierungsziels, so dass sich dort diese Probleme nicht stellen⁴.

Nachfolgendes Vorgehen soll eine Hilfestellung für den Umgang mit VC-Belastungen bei Standorten im Gewässerschutzbereich A_U bieten, als Ergänzung zu den bisherigen ChloroNet-Empfehlungen.

Aufgrund der besonderen Eigenschaften von VC wird – im Gegensatz zu den bereits vorhandenen Empfehlungen für CKW-Belastungen im Generellen– insbesondere auch ein Lösungsansatz für den Umgang mit VC-Belastungen vor der Sanierung vorgeschlagen (Sanierungsaufschub unter gewissen Bedingungen, vgl. nachfolgende Erläuterungen).

1. Vor der Sanierung

<u>Voraussetzung:</u>	Vorliegen einer Evaluation von Sanierungsvarianten (erste Phase Sanierungsprojekt), um die Verhältnismässigkeit abschätzen zu können
<u>Ziel:</u>	Beurteilung, ob die Mindestanforderungen für einen Sanierungsaufschub ⁵ gegeben sind (→spezielles Vorgehen ist nur für VC anwendbar). Die Beurteilung zur Anpassung der Dringlichkeit durch verlängerte Frist zur Sanierung erfolgt unter Anwendung von Art. 18 Abs. 2 Bst. b AltIV, Standort bleibt sanierungsbedürftig ⁶

2. Nach Durchführen von Sanierungsmassnahmen

<u>Voraussetzung:</u>	Durchführen von adäquaten Massnahmen ist erfolgt, 1/2-Konz. Wert für VC ist überschritten (kein Sanierungserfolg aufgrund VC-Belastung)
<u>Ziel:</u>	Beurteilung ob Kriterien für einen Sanierungsunterbruch angewendet werden können

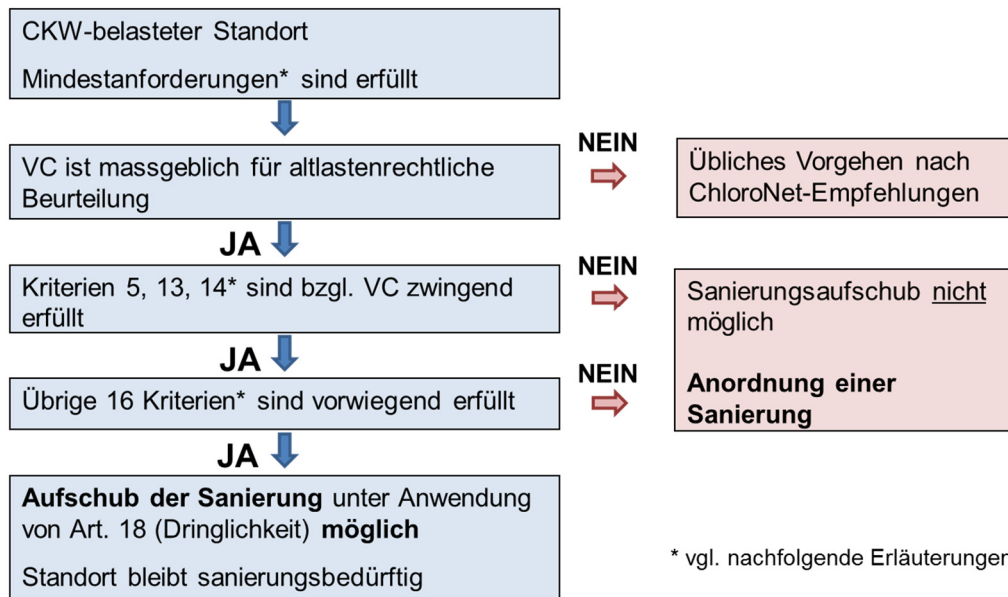
³ Gemäss Art. 15 Abs. 2 Bst. c AltIV ist im Gewässerschutzbereich A_U für eine Abweichung vom Ziel die Nutzbarkeit des Grundwassers zu gewährleisten → Bezug auf Anh. 4 Ziff. 111 Abs.2 Bst. b GSchV, wonach im A_U die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung an das Trinkwasser einzuhalten sind (Trinkwassergrenzwert für VC gemäss FIV: 0.5 µg/l)

⁴ Ausserhalb des Gewässerschutzbereiches A_U ist Art. 15 Abs. 2 Bst. c AltIV nicht relevant

⁵ Mindestanforderungen für einen Sanierungsaufschub entsprechen weitgehend den Kriterien für einen Sanierungsunterbruch (Vorgehen gilt nur für VC)

⁶ Gemäss Art. 18 Abs. 2 Bst. b AltIV beurteilt die Behörde anhand eines Entscheides die einzuhaltenen Fristen

Anforderungen für einen Sanierungsaufschub



Mindestanforderungen für einen Sanierungsaufschub⁷:

<i>Minimalanforderung Informationsstand</i>	Art, Lage und Menge der Schadstoffe im Untergrund sowie deren Veränderung im zeitlichen Verlauf sind mit ausreichender Genauigkeit bekannt. Dies gilt auch für die relevanten Einsickerungsstellen/Eintragsorte. Ausbreitungspfade der Schadstoffe im Untergrund und im abströmenden Grundwasser sind mit ausreichender Genauigkeit bekannt. Die Informationen müssen umfassend sein und einer Plausibilisierung genügen.
<i>Mindestanforderung Schutzgut</i>	Die Nutzung von Trinkwasserfassungen oder Schutzarealen, die von der vom Standort stammenden CKW-Emission betroffen sind, ist ohne oder nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren uneingeschränkt möglich.
<i>Mindestanforderung Standort</i>	Die Standortabgrenzung bleibt stabil, es handelt sich um ein stationäres System. Der Standort bleibt in Zukunft für Sanierungsmassnahmen zugänglich (Art. 3 AltIV).

Kriterien Nr. 5, Nr. 13 und Nr.14

Grundsätzlich erfolgt die Beurteilung eines Sanierungsaufschubs analog zur Beurteilung eines Sanierungsunterbruchs bei den übrigen CKW-Substanzen. Aufgrund der besonders hohen Toxizität werden allerdings die nachfolgenden Kriterien 5, 13 und 14 als **zwingend** vorausgesetzt.

⁷ Entsprechen den Mindestanforderungen zum Sanierungsunterbruch (vgl. separates ChloroNet-Merkblatt «Kriterien für einen Sanierungsunterbruch»)

<i>Natürlicher Abbau (Kriterium 5)</i>	<p>Bedingungen für einen vollständigen Abbau müssen gegeben sein. Für den aeroben Abbau⁸ sind innerhalb von rund 100 m ab Standortgrenze⁹ folgende Nachweise zu erbringen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorhandensein eines sauerstoffreichen Grundwasser-Milieus¹⁰ und - VC liegt im Grundwasser unter der Bestimmungsgrenze <p>Der vollständige Abbau muss ausserhalb von Schutzzone oder Schutzareal erfolgen.</p>
<i>Einfluss des Standortes auf bestehende Fassungen (Kriterium 13)</i>	Kein VC in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze in der Fassung feststellbar
<i>Andere Schutzgüter in relevantem Mass betroffen? (Kriterium 14)</i>	<p>Gefährdungsabschätzung für die Luft (Raumluft):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Können die vom Standort ausgehenden VC-Emissionen an Orte gelangen, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (z.B. in Gebäuden) und dort zu einer Gefährdung führen? <p>Gefährdungsabschätzung für das oberirdische Gewässer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gelangt belastetes Grundwasser direkt oder via Leitungen, Drainagen in ein oberirdisches Gewässer und führt der VC-Eintrag dort zu einer Gefährdung?

Anforderungen für einen Sanierungsunterbruch

Vorgehen analog zu den übrigen CKW gemäss ChloroNet-Empfehlungen.

Keine speziellen Anforderungen für VC. Kriterien für einen Sanierungsunterbruch gemäss Merkblatt müssen überwiegend erfüllt sein. Kriterium 1 (Konzentration im unmittelbaren Abstrom – Abweichung vom Sanierungsziel in %) ist weniger stark zu gewichten.

Anforderungen bezüglich VC für eine Standortlöschung

Für eine Standortlöschung müssen bei VC folgende Anforderungen erfüllt sein:

- Kriterien bezüglich CKW für eine Löschung sind erfüllt (vgl. Konzentrationswerte für Feststoff, Porenluft und Grundwasser im ChloroNet Merkblatt zur Standortabgrenzung).
- VC im unmittelbaren Abstrom des Standortes liegt dauerhaft $< 0.25 \mu\text{g/l}$ ($\frac{1}{2}$ -Konzentrationswert gemäss zukünftig revidierter AltIV)
- Es liegt kein Nachweis für vom Standort stammendes VC in einer Fassung vor ($<$ Bestimmungsgrenze)

Die Anforderungen gelten vor und nach Durchführung von Massnahmen.

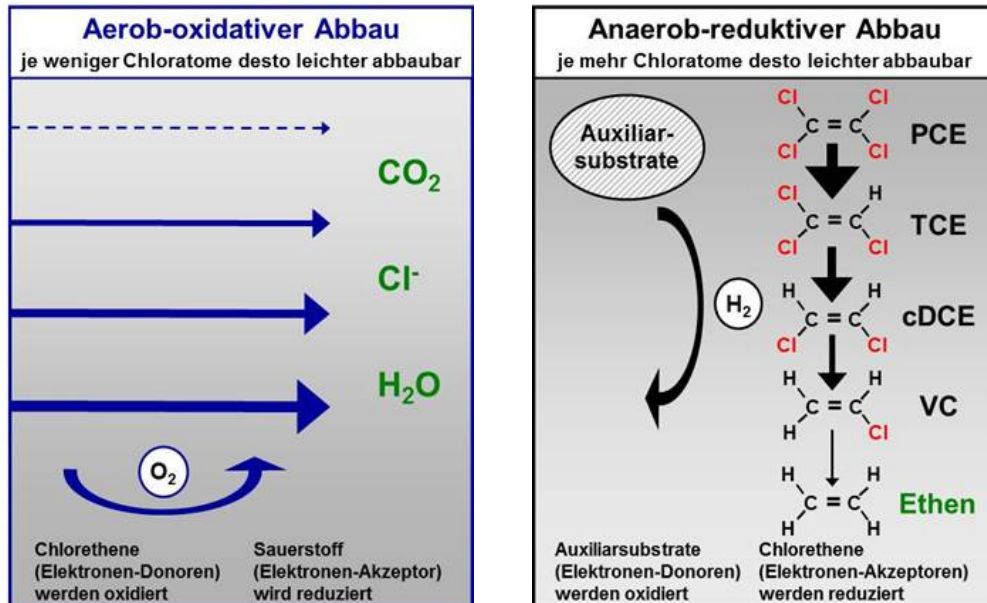
⁸ Bei einem anaeroben Abbau in einem sauerstoffarmen Milieu sind höhere Anforderungen notwendig (z.B. Nachweis eines Abbaus zu Ethen oder Nachweis der Anwesenheit von Dehalococoides, vgl. Anhang)

⁹ Im Einzelfall abzuwägen, bei grösserer Distanz zu begründen.

¹⁰ d.h. O₂-Sättigung in etwa $> 60\%$

Anhang

Abbauwege von Vinylchlorid (VC)



(Abbildungsnachweis: TZW Karlsruhe)

Bei Vinylchlorid (VC) können zwei verschiedene biologische Abbauprozesse greifen, die unterschiedliche Milieubedingungen erfordern.

1. Aerob-oxidativer Abbau:

Mit Sauerstoff kann VC aerob oxidiert und mineralisiert, d.h. zu Kohlenstoffdioxid, Chlorid und Wasser umgesetzt, werden. Generell verläuft der aerob-oxidative Abbau umso leichter ab, je weniger Chlor-Atome das Chlorethen enthält. Aerob-oxidativ abbauende Bakterien können mit MPN (Most Probable Number) und Abbauprüfungen nachgewiesen werden.

2. Anaerob-reduktive Dechlorierung:

Unter ausreichend anaeroben Bedingungen kann die anaerob-reduktive Dechlorierung vollständig bis zum Ethen ablaufen; d.h. VC wird unter Abspaltung eines Chlor-Atoms zu Ethen reduziert. Dazu sind nur Bakterien der Gattung Dehalococcoides in der Lage. Generell verläuft die anaerob-reduktive Dechlorierung umso leichter ab, je mehr Chlor-Atome das Chlorethen enthält. Anaerob-reduktive dechlorierende Bakterien können mit PCR (Polymerase Chain Reaction) und Abbauprüfungen nachgewiesen werden.