



# Aktuelles aus den Arbeitsgruppen

## Risikomanagement und Bauen auf CKW-belasteten Standorten

Bettina Flury  
AWEL Amt für Abfall,  
Wasser, Energie und Luft

23. November 2017

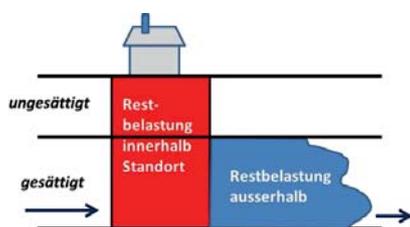
10. Fachtagung ChloroNet

1



### Inhalt

#### 1. Aktualisierungen / Präzisierungen von bestehenden ChloroNet-Hilfsmitteln



#### 2. Ausblick auf neue Themen

- Bauvorhaben und belastete CKW-Standorte
- Erfahrungen mit Sanierungen, Nieten

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

2



# Standortabgrenzung / Löschung

Anpassungen:

- Trinkwasserfassungen
- Plausibilitätsprüfung

Version 23. 8. 2017 ChloroNet

**Kriterien für die Abgrenzung bzw. Löschung von CKW-belasteten Standorten**

Die nachstehenden Kriterien sind für eine Standortabgrenzung (z.B. im Rahmen von technischen Untersuchungen) oder für einen Entschärf über die Löschung eines mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW) belasteten Standortes im Kataster der belasteten Standorte (KbS) vorgesehen. Die Kriterien dienen nicht der arbeitsrechtlichen Klassierung gemäss Art. 9-12 Arbeitserverordnung (AEV).

Die Kriterien werden angewendet, sobald Ergebnisse von Technischen Untersuchungen (TU, DÜ) vorliegen. Art und Umfang der Untersuchungen, insbesondere ob Feststoff-, Porenluft-, Grundwasser- und/oder andere Untersuchungen zur Anwendung kommen, ist abhängig von der hydro-geologischen Situation sowie von den historischen und technischen Vorkenntnissen über die Belastung.

Ein Standort kann auf Basis von Nutzungsinformationen (NI) auch ohne Untersuchungen und somit ohne Anwendung untenstehender Kriterien im KbS eingetragenen werden.

	Kriterien Standortabgrenzung	Kriterien Löschung aus dem KbS
<b>Feststoff (FS)</b> (Σ 7 LCKW gem. Anhang 3 u. 5 VVEA)		
Ungesättigte Zone	> 0.1 mg/kg (U-Wert)*	< 0.1 mg/kg (U-Wert)
Gesättigte Zone (inkl. Schwankungsbereich)	> 1.0 mg/kg (I-Wert)**	< 1.0 mg/kg (I-Wert)**
<b>Porenluft (PL)</b> (halogenierte KW gem. Anhang 2 AEV)	> 1.0 ml/m <sup>3</sup>	< 0.1 ml/m <sup>3</sup> (wenn keine GW-Messung)
		< 1 ml/m <sup>3</sup> (wenn GW-Kriterium erfüllt)
<b>Grundwasser (GW)</b> (Differenz Zu-/Abstrom, je Einzelstoff)	-	< 1 µg/l ****
<b>Qualitätskriterium im Rahmen der Voruntersuchung ***</b>		
<b>Trinkwasserfassung (TWF)</b>		Keine vom Standort stammende Stoffe mit Gehalten über der Bestimmungsgrenze

Der U-Wert (einmaliger Wert für unverschmutzt) entspricht den Anforderungen für Auszub- und Ausbruchmaterial gemäss Anhang 3 Ziffer 1 der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA). Der I-Wert (einmaliger Wert für inertstoffe) entspricht den Anforderungen für auf Typ-B Deponien zugelassene Abfälle gemäss VVEA, Anhang 3 Ziffer 2.

\*\*\* Das Grundwasserkriterium für die Löschung des Standorts dient als Qualitätskriterium im Rahmen der Voruntersuchung. Nach Durchführung von Sanierungsmaßnahmen kann bei unfulfilleden Standortkriterien nach individueller Beurteilung davon abgesehen werden (vgl. Text).

\*\*\*\* Vorhanden ist gegenüber zu betrachten, die dessen Konzentrationswert AEV unter 1 µg/l liegt.

**Standortabgrenzung**

Wenn bei der gewählten Untersuchungsart einer der angegebenen Werte überschritten wird, liegt die entsprechende Messstelle innerhalb des Standorts. Je nach Untersuchungsart erhält man somit eine Abgrenzung für Feststoff (ungesättigt), für Feststoff (gesättigt) und/oder für Porenluft. Die Standortabgrenzung resultiert aus der Vereinigungsmenge der einzelnen Abgrenzungen (siehe Abbildung).

© 1998 by ChloroNet. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ein Dokument von ChloroNet.

Seite 1 von 2

Version 23. August 2017

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

3



# Trinkwasserfassung

	Kriterien Standortabgrenzung	Kriterien Löschung aus dem KbS
<b>Feststoff (FS)</b> (Σ 7 LCKW gem. Anhang 3 u. 5 VVEA)		
Ungesättigte Zone	> 0.1 mg/kg (U-Wert)*	< 0.1 mg/kg (U-Wert)
Gesättigte Zone (inkl. Schwankungsbereich)	> 1.0 mg/kg (I-Wert)**	< 1.0 mg/kg (I-Wert)**
<b>Porenluft (PL)</b> (halogenierte KW gem. Anhang 2 AltIV)	> 1.0 ml/m <sup>3</sup>	< 0.1 ml/m <sup>3</sup> (wenn keine GW-Messung)
		< 1 ml/m <sup>3</sup> (wenn GW-Kriterium erfüllt)
<b>Grundwasser (GW)</b> (Differenz Zu-/Abstrom, je Einzelstoff)	-	< 1 µg/l ****
<b>Qualitätskriterium im Rahmen der Voruntersuchung ***</b>		
<b>Trinkwasserfassung (TWF)</b>		Keine vom Standort stammende Stoffe mit Gehalten über der Bestimmungsgrenze

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

4



## Trinkwasserfassung

	Kriterien Standortabgrenzung	Kriterien Löschung aus dem KbS
<b>Feststoff (FS)</b> (Σ 7 LCKW gem. Anhang 3 u. 5 VVEA)		
Ungesättigte Zone	> 0.1 mg/kg (U-Wert)*	< 0.1 mg/kg (U-Wert)
Gesättigte Zone (inkl. Schwankungsbereich)	> 1.0 mg/kg (I-Wert)**	< 1.0 mg/kg (I-Wert)**
<b>Porenluft (PL)</b> (halogenierte KW gem. Anhang 2 AltIV)	> 1.0 ml/m <sup>3</sup>	< 0.1 ml/m <sup>3</sup> (wenn keine GW-Messung) < 1 ml/m <sup>3</sup> (wenn GW-Kriterium erfüllt)
<b>Grundwasser (GW)</b> (Differenz Zu-/Abstrom, je Einzelstoff)	-	< 1 µg/l ****
<b>Qualitätskriterium im Rahmen der Voruntersuchung ***</b>		
<b>Trinkwasserfassung (TWF)</b>		Keine vom Standort stammende Stoffe mit Gehalten über der Bestimmungsgrenze

### Löschungskriterien nach einer Sanierung:

- ...
- In der betroffenen TWF liegen keine vom Standort stammenden CKW über der Bestimmungsgrenze bzw. **nach Anwendung von Art. 18 i.V.m. Art. 15 AltIV über einem Gehalt von 1 µg/l (angepasstes Sanierungsziel, Anh. 2 Ziff. 22 GschV) je Einzelstoff vor.**
- ...

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

5



## Plausibilitätsprüfung

	Kriterien Standortabgrenzung	Kriterien Löschung aus dem KbS
<b>Feststoff (FS)</b> (Σ 7 LCKW gem. Anhang 3 u. 5 VVEA)		
Ungesättigte Zone	> 0.1 mg/kg (U-Wert)*	< 0.1 mg/kg (U-Wert)
Gesättigte Zone (inkl. Schwankungsbereich)	> 1.0 mg/kg (I-Wert)**	< 1.0 mg/kg (I-Wert)**
<b>Porenluft (PL)</b> (halogenierte KW gem. Anhang 2 AltIV)	> 1.0 ml/m <sup>3</sup>	< 0.1 ml/m <sup>3</sup> (wenn keine GW-Messung) < 1 ml/m <sup>3</sup> (wenn GW-Kriterium erfüllt)
<b>Grundwasser (GW)</b> (Differenz Zu-/Abstrom, je Einzelstoff)	-	< 1 µg/l ****
<b>Qualitätskriterium im Rahmen der Voruntersuchung ***</b>		
<b>Trinkwasserfassung (TWF)</b>		Keine vom Standort stammende Stoffe mit Gehalten über der Bestimmungsgrenze

**Kriterien für eine Löschung gelten kumulativ und müssen einer Plausibilitätsprüfung standhalten**

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

6



## Plausibilitätsprüfung

### Beispiele:

Zwei verschiedene Betriebe:

- Bsp. A: chemische Reinigung
- Bsp. B: Handentfettung



PL / FS: Nachweis von Spuren

Frage:

- Passen die Resultate zusammen?
- Wann kann auf eine GW-Messstelle verzichtet werden?
- Wann ist eine Löschung möglich?

→ **Historische Untersuchung**

→ **Hydrologische / geologische Kenntnisse**

→ **Schadstoffsituation**

**Plausibles Gesamtbild**

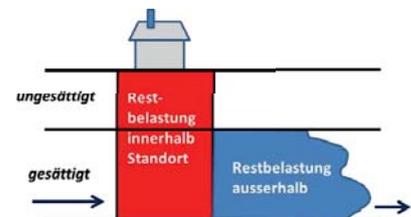
23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

7



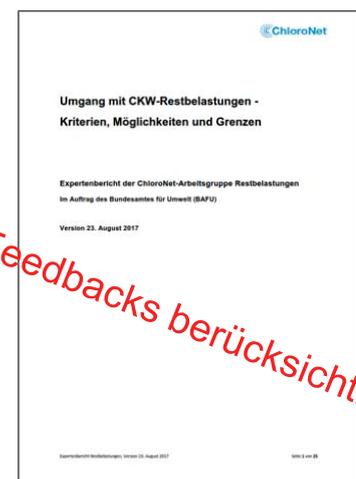
## Umgang mit Restbelastungen



## Expertenbericht

### Inhalt

1. Definitionen und Vorkommen
2. Bedeutung von Belastungen in Trinkwasserfassungen
3. Restbelastungen innerhalb des Standortes
4. Restbelastungen ausserhalb des Standortes



Version 23. August 2017

Anhang 1 Kriterien für die Abgrenzung bzw. Löschung

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

8



# Umgang mit VC-Belastungen

Anpassungen:

- Mindestanforderungen, Kriterium natürlicher Abbau

Version 30. Oktober 2017

**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 (AltV) aufgrund seiner Toxizität mit 0,5 µg/l<sup>1</sup> äusserst tief. Im Grundwasser sind in der Schweiz keine langen VC-Fahnen zu beobachten. In Grundwasserfassungen wird VC nicht nachgewiesen<sup>2</sup>.

Die Beurteilung von VC-Belastungen hat in den letzten Jahren viele Fragen aufgeworfen resp. führte in der Vergangenheit häufig zur unbedingenden Situation, dass ein Sanierungsversuch bzgl. VC im Gewässerschutzbereich Au als unwahrscheinlich eingeschätzt oder trotz Sanierungsmaßnahmen der erforderliche 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 Betriebsstätigkeiten äusserst selten und wird nachfolgend nicht betrachtet. VC steht aber als Abbauprodukt vor allem 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 µg/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. Kapitel 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, TRH 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 Grundwasserseilniveau verändern vorgängig gut überprüft werden, um die Generierung eines allfälligen VC-Problems zu vermeiden.

<sup>1</sup> Angepasster zukünftiger Konzentrationswert gemäss revidierter AltV  
<sup>2</sup> Gemäss Umfrage in den Kantonen sowie gemäss NAQUA-Bericht Messungen 2011

Seite 3 von 5

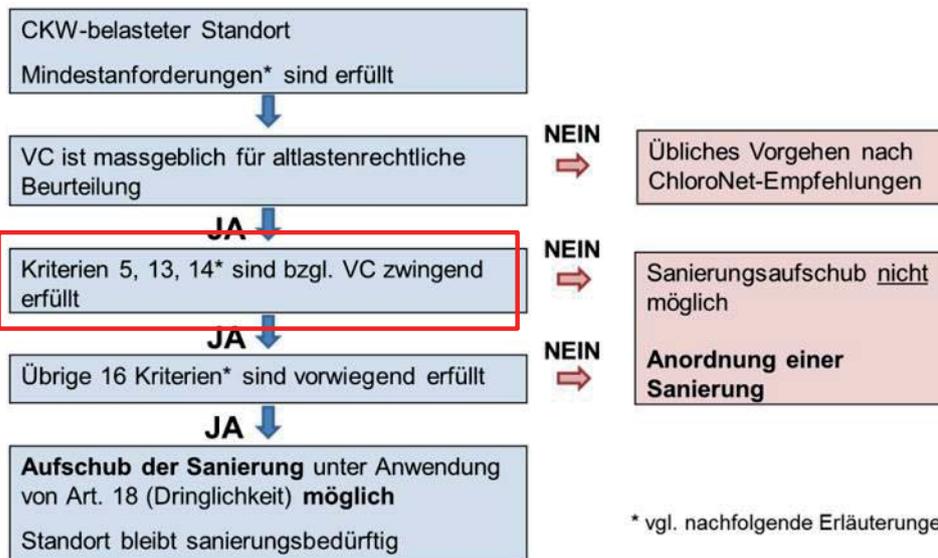
Version 30. Oktober 2017



# Umgang mit VC-Belastungen

Ansatz für Gewässerschutzbereich Au, vor der Sanierung:

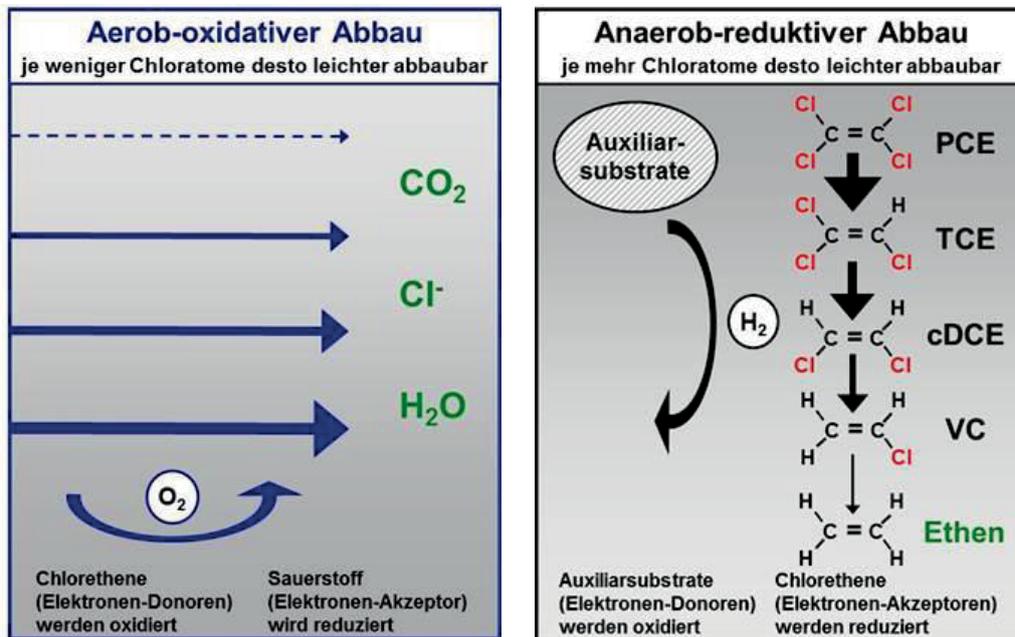
→ **Mindestanforderungen für einen Sanierungsaufschub**





## Kriterium Nr. 5: natürlicher Abbau

### 2 verschiedene biologische Abbauprozesse für VC bei unterschiedlichen Milieubedingungen



Abbildungsnachweis:  
TZW Karlsruhe

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

11



## Kriterium Nr. 5: natürlicher Abbau

### Natürlicher Abbau (Kriterium 5)

Bedingungen für einen vollständigen Abbau (~~bis zum Ethen~~) müssen gegeben sein. Für den **aeroben Abbau**<sup>8</sup> sind innerhalb von rund 100 m ab Standortgrenze<sup>9</sup> folgende Nachweise zu erbringen:

- Vorhandensein eines sauerstoffreichen Grundwasser-Milieus<sup>10</sup>
- und
- VC liegt im Grundwasser unter der Bestimmungsgrenze

Der vollständige Abbau muss ausserhalb von Schutzzone oder Schutzareal erfolgen.

<sup>8</sup> bei einem anaeroben Abbau in einem sauerstoffarmen Milieu sind höhere Anforderungen notwendig (z.B. Nachweis eines Abbaus zu Ethen oder Nachweis der Anwesenheit von Dehalococcoides, vgl. Anhang)

<sup>9</sup> Im Einzelfall abzuwägen, bei grösserer Distanz zu begründen.

<sup>10</sup> d.h.  $\text{O}_2$ -Sättigung in etwa > 60 %.

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

12



## Kriterium Nr. 5: natürlicher Abbau

Version 30. Oktober 2017

**Anhang**  
**Abbauwege von Vinylchlorid (VC)**

**Aerob-oxidativer Abbau**  
*je weniger Chloratome desto leichter abbaubar*

**Anaerob-reduktiver Abbau**  
*je mehr Chloratome desto leichter abbaubar*

(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 Abbaueversuchen 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 Abbaueversuchen nachgewiesen werden.

Seite 5 von 5

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

13



## Ausblick auf neue ChloroNet Themen

Neue Arbeitsgruppe

«**Bauvorhaben und belastete CKW-Standorte**»

→ Anwendung von Art. 3 AltV auf CKW-belastete Standorte

Art. 3: Erstellung und Änderung von Bauten und Anlagen

*Belastete Standorte dürfen durch die Erstellung oder Änderung von Bauten und Anlagen nur verändert werden, wenn:*

- sie nicht sanierungsbedürftig sind und durch das Vorhaben nicht sanierungsbedürftig werden; oder*
- ihre spätere Sanierung durch das Vorhaben nicht wesentlich erschwert wird oder sie, soweit sie durch das Vorhaben verändert werden, gleichzeitig saniert werden.*

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

14



## Bauvorhaben und belastete CKW-Standorte

Relevante Situationen:

Sanierungsbedarf vorhanden:

- Damit gebaut werden kann, werden vorgängig Sanierungsmassnahmen durchgeführt. Das Ziel wird nicht erreicht. Wie weiter?
- Die Sanierungsmassnahmen sollen baubegleitend durchgeführt werden. Was ist zu beachten? Mindestanforderungen?

Sanierungsbedarf nicht vorhanden:

- Welcher Wissensstand ist erforderlich, damit gebaut werden kann?

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

15



## Bauvorhaben und belastete CKW-Standorte

Grundlage

- bestehende BAFU-Vollzugshilfe  
«Bauvorhaben und belastete CKW-Standorte»

Themen (Auswahl):

- Sanierungsziel und Erfolgskontrolle
- CKW in grosser Tiefe
- Bauvorhaben auf Restbelastungen ausserhalb eines belasteten Standortes
- Umgang mit VC-Belastungen



- Expertengruppe, Mitglieder von BAFU, Kantonen, Gutachterbüros
- Präsentation der Resultate an ChloroNet-Tagung 2018

23. November 2017

10. Fachtagung ChloroNet

16



## Weitere Themen

### Erfahrung aus durchgeführten Sanierungen

- Erfolgsquoten / Gründe für nicht Erreichen des Sanierungsziels
- Sanierungsunterbruch
- Aufwand / Ertrag
- ...

### Nieten (Kanton ZH)

- Untersuchungsstand
- Aufwand
- Begründungen / Plausibilisierung