

**MITTEILUNGEN ZUR  
LUFTREINHALTE-VERORDNUNG  
LRV  
NR. 12**

# **Korrosionsschutz im Freien**

**Konzept**



Bundesamt für  
Umwelt, Wald und  
Landschaft  
BUWAL



**MITTEILUNGEN ZUR  
LUFTREINHALTE-VERORDNUNG  
LRV  
NR. 12**

**Korrosionsschutz  
im Freien**

**Konzept**

**Herausgegeben vom Bundesamt  
für Umwelt, Wald und Landschaft  
BUWAL  
Bern, 2002**

## **Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation**

*Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BUWAL als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis ermöglichen. Das BUWAL veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Vollzug Umwelt».*

*Die Vollzugshilfen gewährleisten einerseits ein grosses Mass an Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit; andererseits ermöglichen sie im Einzelfall flexible und angepasste Lösungen. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen. Andere Lösungen sind nicht ausgeschlossen, gemäss Gerichtspraxis muss jedoch nachgewiesen werden, dass sie rechtskonform sind.*

## **Herausgeber**

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
BUWAL

## **Titelbild**

Hansueli Trachsel, Fotograf, Bremgarten BE

## **Bezug**

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
Dokumentation  
3003 Bern  
Fax + 41 (0)31 324 02 16  
E-Mail: docu@buwal.admin.ch  
Internet: www.buwalshop.ch

## **Bestellnummer**

LRV-12-D

© BUWAL 2002

# 1 Ausgangslage

Korrosionsschutzbeschichtungen freistehender Stahlobjekte können erhebliche Mengen giftiger Schwermetalle wie Blei, Zink und Chrom, aber auch besonders umweltgefährdende organische Verbindungen wie PCB<sup>1</sup> oder krebserzeugende PAK<sup>2</sup> enthalten. Bei der Sanierung solcher schadstoffbeladenen Objekte mit Hilfe teilweise sehr emissionsträchtiger Abtragsverfahren (z.B. mit konventionellem Strahlen) gelangen die Schadstoffe zusammen mit inertem Staub in die Luft. Während ein Teil davon als Feinstaub (PM10) einen Beitrag zur PM10-Belastung der näheren und weiteren Objektumgebung liefert, setzt sich der andere Teil in der Form von Staubbiederschlag in der näheren Objektumgebung ab und belastet dadurch insbesondere den Boden.

In den letzten Jahren haben Behörden und Unternehmen beträchtliche Anstrengungen zur Emissionsminderung unternommen mit dem Ziel, die Anforderungen der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) und der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) einzuhalten. So wurden von einzelnen Kantonen, vom Cercle d'Air und vom BUWAL verschiedene Vollzugshilfsmittel erarbeitet, und die in der Praxis eingesetzten Abtrags- und Einhausungsverfahren wurden laufend verbessert. Dennoch hat die Erfahrung gezeigt, dass in vielen Sanierungsfällen Emissions- und Immissions-Grenzwerte der LRV überschritten und insbesondere die Böden in der Umgebung der Objekte übermässig mit Schadstoffen belastet wurden.

Die vorliegende Mitteilung zeigt auf, wie die LRV in der Praxis anzuwenden ist, damit durch richtige Wahl und Abstimmung von technischen und betrieblichen Schutzmassnahmen die Anforderungen der LRV, welche auch den Schutz von Böden und Gewässern berücksichtigt, eingehalten werden können. Sie schliesst den Inhalt der Mitteilung zur LRV Nr. 9 (1996) zum Einreichen der Emissionserklärung ein und ersetzt damit dieselbe.

Werden die LRV-Bestimmungen nach der vorliegenden Mitteilung vollzogen, können Luft, Gewässer und Böden in der Umgebung von zu sanierenden Objekten weitgehend geschützt werden.

## 2 Rechtliche Grundlagen

Im Folgenden sind die für Korrosionsschutzarbeiten im Freien wesentlichen LRV-Vorschriften, die gleichzeitig auch dem Schutz der Gewässer und des Bodens Rechnung tragen, auszugsweise aufgelistet. Eine detaillierte Zusammenstellung aller Umweltvorschriften findet sich im BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“<sup>3</sup>.

### 2.1 Anlagebegriff (Art. 2 LRV)

Objekte, an denen im Freien Korrosionsschutzarbeiten vorgenommen werden, sowie die dafür eingesetzten Geräte und Maschinen sind Anlagen im Sinne von Artikel 2 Absatz 1 Buchstaben a. und c LRV. Dabei erscheinen Anlage-Kategorien wie z.B. Brücken, Druckleitungen und andere Wasserbauten, Grosstanks, industrielle Stahlkonstruktionen, Hochspannungs-, Seilbahn- und Bahnstrommasten wegen ihres Emissionspotenzials als besonders relevant.

---

<sup>1</sup> Polychlorierte Biphenyle

<sup>2</sup> Polyaromatische Kohlenwasserstoffe

<sup>3</sup> Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten - Planungsgrundlagen, BUWAL, Vollzug Umwelt, 2002

## 2.2 Vorsorgliche Emissionsbegrenzungen (Art. 3 und Art. 7 LRV)

Für Anlagen nach Artikel 2 LRV gelten die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen im Anhang 1 LRV. In Anbetracht der chemischen Zusammensetzung bestehender Oberflächenbeschichtungen, wie sie heute zur Sanierung anstehen, sind insbesondere die Emissionsgrenzwerte in der nachfolgenden Tabelle 1 zu beachten.

Tabelle 1: Emissions- und Immissionsgrenzwerte nach LRV

Schadstoff	Emissionsgrenzwert (Anhang 1 LRV)	Immissionsgrenzwert (IGW) (Anhang 7 LRV)
Zn	5 mg/m <sup>3</sup> (Einzelzuordnung) <sup>1)</sup>	0.4 mg/m <sup>2</sup> Tag <sup>4)</sup>
Pb	5 mg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	0.1 mg/m <sup>2</sup> Tag <sup>4)</sup>
Cr	5 mg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	0.05 mg/m <sup>2</sup> Tag <sup>3)4)</sup>
BaP	0.1 mg/m <sup>3</sup> <sup>1)2)</sup>	0.0005 mg/m <sup>2</sup> Tag <sup>4)5)</sup>
Gesamtstaub	50 mg/m <sup>3</sup> <sup>6)</sup>	200 mg/m <sup>2</sup> Tag <sup>4)</sup>
PM10	-	20 µg/m <sup>3</sup> <sup>4)/</sup> 50 µg/m <sup>3</sup> <sup>7)</sup>
PCB	besonders umweltgefährdend, keine Emissions- oder Immissionsgrenzwerte, Emissionen und Immissionen sind möglichst zu vermeiden	

- 1) Enthält die Abluft mehrere Stoffe der gleichen LRV-Klasse, so gilt der Grenzwert für die Summe dieser Stoffe.
- 2) Aufgrund der Kanzerogenität gilt das Minimierungsgebot
- 3) Provisorischer Orientierungswert, abgeleitet zum Schutz von Grundwasser, Bodenorganismen und -prozessen sowie von Wild- und Nutztieren, nach den gleichen Kriterien wie die Niederschlags-IGW für Pb und Zn in Anhang 7 LRV
- 4) Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
- 5) LAI-Empfehlung (102. Sitzung vom 22.10.2001)
- 6) Stand der Technik bei Industriefiltern <1 mg/m<sup>3</sup>
- 7) 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden

## 2.3 Verschärfte Emissionsbegrenzungen (Art. 5 LRV)

Ist zu erwarten, dass eine einzelne Anlage, an der Korrosionsschutzarbeiten im Freien geplant sind, übermässige Immissionen verursachen wird, obwohl die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen eingehalten sind, so verfügt die Vollzugsbehörde für diese Anlage ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen. Die Emissionsvorschriften sind so weit zu ergänzen oder zu verschärfen, dass keine übermässigen Immissionen verursacht werden, d.h. insbesondere, dass keiner der Immissionsgrenzwerte von Anhang 7 überschritten wird (vgl. Tabelle 1).

## 2.4 Erfassen der Emissionen (Art. 6 LRV)

Die Emissionen sind möglichst nahe am Ort ihrer Entstehung möglichst vollständig zu erfassen und so abzuleiten, dass keine übermässigen Immissionen entstehen, d.h. insbesondere, dass keiner der Immissionsgrenzwerte von Tabelle 1 überschritten wird.

Um diese Forderung zu erfüllen, stehen zur Zeit je nach Schadstoffbeladung, Grösse und Form eines Objekts verschiedene Verfahren und Schutzmassnahmen sowie deren Kombinationen zur Verfügung:

- Demontage und neue Werksbeschichtung
- Anschleifen bzw. Reinigen und neue Deckbeschichtung (Overcoating)

- Reparatur von Hand oder mit handgeführten Maschinen
- Trockene, feuchte oder nasse Strahlverfahren und totale Neubeschichtung (zur Zeit am Häufigsten eingesetzt)
- Punktabsaugung an der Quelle (z.B. Saugkopfstrahlen)
- Einhausung (mit unterschiedlichem Rückhaltegrad)
- Teileinhausung
- Einzeltung
- Bodenabdeckung

Für Details wird auf den BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“ verwiesen.

## **2.5 Emissionserklärung (Art. 12 LRV)**

Wer eine Anlage betreibt oder errichten will, die Luftverunreinigungen verursacht, muss der Vollzugsbehörde Auskunft erteilen über:

- a. die Art und Menge der Emissionen;
- b. den Ort, die Höhe und den zeitlichen Verlauf des Ausstosses;
- c. weitere Bedingungen des Ausstosses, die für die Beurteilung der Emissionen nötig sind.

Die Emissionserklärung kann sich auf Messungen oder Materialbilanzen der eingesetzten Stoffe stützen.

Demnach müssen Bauherren, Ingenieure bzw. Korrosionsschutzfirmen, die Oberflächenbehandlungsarbeiten an Objekten im Freien planen oder ausführen wollen, die für den LRV-Vollzug zuständige Fachstelle des Bundes, des Kantons oder der Gemeinde (vgl. hierzu auch Artikel 35 und 36 LRV) frühzeitig über das konkrete Vorhaben informieren und eine Emissionserklärung einreichen.

Da als Anlagen sowohl die zu erstellenden oder zu sanierenden Objekte wie auch die eingesetzten Geräte und Maschinen gelten (vgl. 2.1), ist es notwendig, dass die Emissionserklärung vom Bauherrn oder Betreiber des Objekts (verantwortlich für das Objekt) zusammen mit der beauftragten Korrosionsschutzfirma (verantwortlich für Technik und Geräte) erstellt und eingereicht wird.

Für die Emissionserklärung muss insbesondere festgestellt werden, welche Mengen der in Tabelle 1 aufgeführten Schadstoffe am Objekt vorhanden sind. Zu diesem Zweck können vorhandene Unterlagen zu Bau- und Revisionsarbeiten am Objekt herangezogen werden. Fehlen solche Angaben oder sind sie zu unsicher, kann der Schadstoffgehalt durch Messungen bestimmt werden. Für die Messung von Schwermetallen können die Vollzugsbehörden nach Absprache mit der EMPA Dübendorf hierzu ein vom BUWAL zur Verfügung gestelltes Instrument einsetzen. Bei Objekten, die im Zeitraum zwischen 1945 und 1975 neu gebaut, oder deren Oberfläche im gleichen Zeitraum neu beschichtet wurden, besteht das Risiko, dass damals PCB-haltige Anstriche verwendet wurden. Solche Objekte sind auf ihren PCB-Gehalt zu untersuchen.

Detaillierte Vorgaben zur Meldung und zum Inhalt der Emissionserklärung finden sich in der Empfehlung Nr.14 vom 1. März 1996 „Oberflächenschutz an Objekten im Freien“ des Cercl'Air<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Bezugsquelle: Cercl'Air, Sekretariat, Postfach, 9102 Herisau

### 3 Bisherige Erfahrungen

- Einige Kantone haben die nach Artikel 12 LRV vorgeschriebene Meldepflicht für Korrosionsschutzarbeiten im Freien bereits umgesetzt sowie spezifische Erläuterungen und Meldeformulare erarbeitet und in der Praxis eingesetzt.

Scheinbar ist jedoch die Meldepflicht bei den Bauherren, Ingenieuren und Korrosionsschutzfirmen noch zu wenig bekannt, treten doch immer wieder Fälle auf, in denen die Behörden zu spät oder gar nicht über Korrosionsschutzarbeiten im Freien informiert werden. Die Folge davon sind übermässige Belastungen der Objektumgebung mit Schadstoffen und hohe Kosten für die Sanierung von Böden oder Gewässern.

Eine Verbesserung dieser Situation ist erreichbar, wenn Korrosionsschutzarbeiten im Freien bewilligungspflichtig werden. So hat beispielsweise der Kanton Bern luftverunreinigende Tätigkeiten im Freien gestützt auf das kantonale Gesetz zur Reinhaltung der Luft<sup>5</sup> und die zugehörige Verordnung<sup>6</sup> begrenzt und solche Tätigkeiten an Bauten einem Bewilligungsverfahren unterstellt.

- In den bisher messtechnisch begleiteten Korrosionsschutzarbeiten mit Strahlverfahren oder Handreparaturen konnten die Emissionsgrenzwerte in der gefassten und filtrierten Abluft meistens eingehalten werden, die Niederschlags-IGW dagegen vielfach nicht.
- Die Immissionen werden durch die Emissionserzeugung (Abtragverfahren), die Erfassung (Punktabsaugung, Einhausungssysteme), die Abluftbehandlung der gefassten Abluft (Filterleistung) und deren Ableitung bestimmt.
- Werden die freigesetzten Stäube nicht vollständig erfasst, d.h. ist z.B. eine Einhausung undicht, so entstehen diffuse Emissionen. Dabei handelt es sich um Rohgasemissionen, deren Konzentrationen in der Regel weit über den vorsorglichen Emissionsgrenzwerten der LRV liegen. Da diese Emissionen überdies meist in Bodennähe erfolgen, verursachen sie oft Immissionsgrenzwert-Überschreitungen.
- Trotz guter Einhausung und Abluftreinigung können diffuse Emissionen dann entstehen, wenn bei Neben- und Abschlussarbeiten wie beim Versetzen von Einhausungskompartimenten oder beim Rückbau von Einhausung und Gerüst oder beim Umschlag von Strahlschutt nicht sachgerecht vorgegangen wird. Auch diese Emissionen tragen oft zu übermässigen Immissionen bei.
- Je nach Schadstoffbelastung, Grösse und Form des zu sanierenden Objekts kann die Einhaltung der LRV-Vorschriften hohe Ansprüche an die Gerüstbau- und Korrosionsschutzfirmen stellen. Mit der Wahl einer optimalen Kombination von Abtrags- und Einhausungsverfahren, mit einem effizienten Baustellenmanagement und einer engen Begleitung durch die Vollzugsbehörden ist jedoch eine LRV-konforme Sanierung in der Regel machbar.

---

<sup>5</sup> Gesetz zur Reinhaltung der Luft (Lufthygienegesetz) vom 16. November 1989, BSG 823.1

<sup>6</sup> Verordnung über den Vollzug des Gesetzes zur Reinhaltung der Luft (LHV) vom 23. Mai 1990, BSG 823.111



## 4 Sanierungskonzept

### 4.1 Vorabklärungen

Steht ein Objekt zur Sanierung an, so sind als Erstes alle notwendigen Abklärungen durchzuführen, damit die Emissionserklärung gemäss Kapitel 2.5 erstellt und eingereicht werden kann.

Die mit der Emissionserklärung vorliegenden Angaben über die während der Sanierung zu erwartenden Staub- oder Schadstoffmengen bestimmen dann, welche technischen und betrieblichen Schutzmassnahmen zu treffen sind, um die Emissionen während der Sanierung soweit zu reduzieren, dass keine übermässigen Immissionen entstehen.

Je nach dem, welche Staub- oder Schadstoffmengen vom Objekt entfernt werden müssen und welche Schadstoffmengen<sup>7</sup> das vorgesehene Strahlmittel enthält, sind vier Kategorien von Schutzmassnahmen erforderlich:

- Basismassnahmen
- Maximal mögliche Schutzmassnahmen
- Variable Schutzmassnahmen zur Schadstoff-Emissionsbegrenzung
- Variable Schutzmassnahmen zur Gesamtstaub-Emissionsbegrenzung.

Diese Schutzmassnahmen werden im BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“ objekt- und situationsspezifisch im Detail beschrieben.

### 4.2 Basismassnahmen

Auch bei der Entfernung von Korrosionsschutzanstrichen an Objekten mit kleinen Oberflächen und mit niedrigen Gehalten an PCB oder BaP ist ein Mindestmass an Massnahmen zur Emissionsbegrenzung (Basismassnahmen) notwendig. Gestützt auf Erfahrungen in der Praxis werden hierzu die in Tabelle 2 zusammengestellten Schwellenwerte eingeführt.

Tabelle 2: Schwellenwerte

Schadstoff	Schwellenwert
Zn, Pb, Cr	50 m <sup>2</sup> Objektfläche
PCB, BaP	0.1 g/kg in der Beschichtung

Bei Unterschreitung der Schwellenwerte, sind die im BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“ objekt- und situationsspezifisch im Detail beschriebenen Basismassnahmen zu treffen.

### 4.3 Maximal mögliche Schutzmassnahmen

Ist eine Konzentration von 0.1 g/kg PCB oder BaP im Korrosionsschutzanstrich überschritten, müssen in jedem Fall die technisch und betrieblich maximal möglichen Schutzmassnahmen zur Emissionsminderung durchgeführt werden. Nur so kann das Minimierungsgebot erfüllt und sichergestellt werden, dass keine übermässigen Immissionen entstehen.

<sup>7</sup> vorgesehene Strahlmittel müssen PCB- und BaP-frei sein (<10 ppm)

Maximal mögliche Schutzmassnahmen werden im BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“ objekt- und situationsspezifisch im Detail beschrieben.

#### **4.4 Variable Schutzmassnahmen zur Schadstoff-Emissionsbegrenzung**

In den übrigen Fällen, d.h. wenn eine Konzentration von 0.1 g/kg PCB oder BaP im Korrosionsschutzanstrich zwar unterschritten, der Schwellenwert für eines der Schwermetalle Zn, Pb oder Cr jedoch überschritten ist, wurde für die Planung und für die Emissionserklärung ein einfaches Modell entwickelt. Damit kann eine objektspezifische Abschätzung der notwendigen Massnahmen zur Emissionsminderung vorgenommen werden, so dass in der Regel keine übermässigen Immissionen durch den Niederschlag von staubgebundenen Schadstoffen zu erwarten sind. Die bestehende Vorbelastung in der Umgebung des Objekts wird mitberücksichtigt.

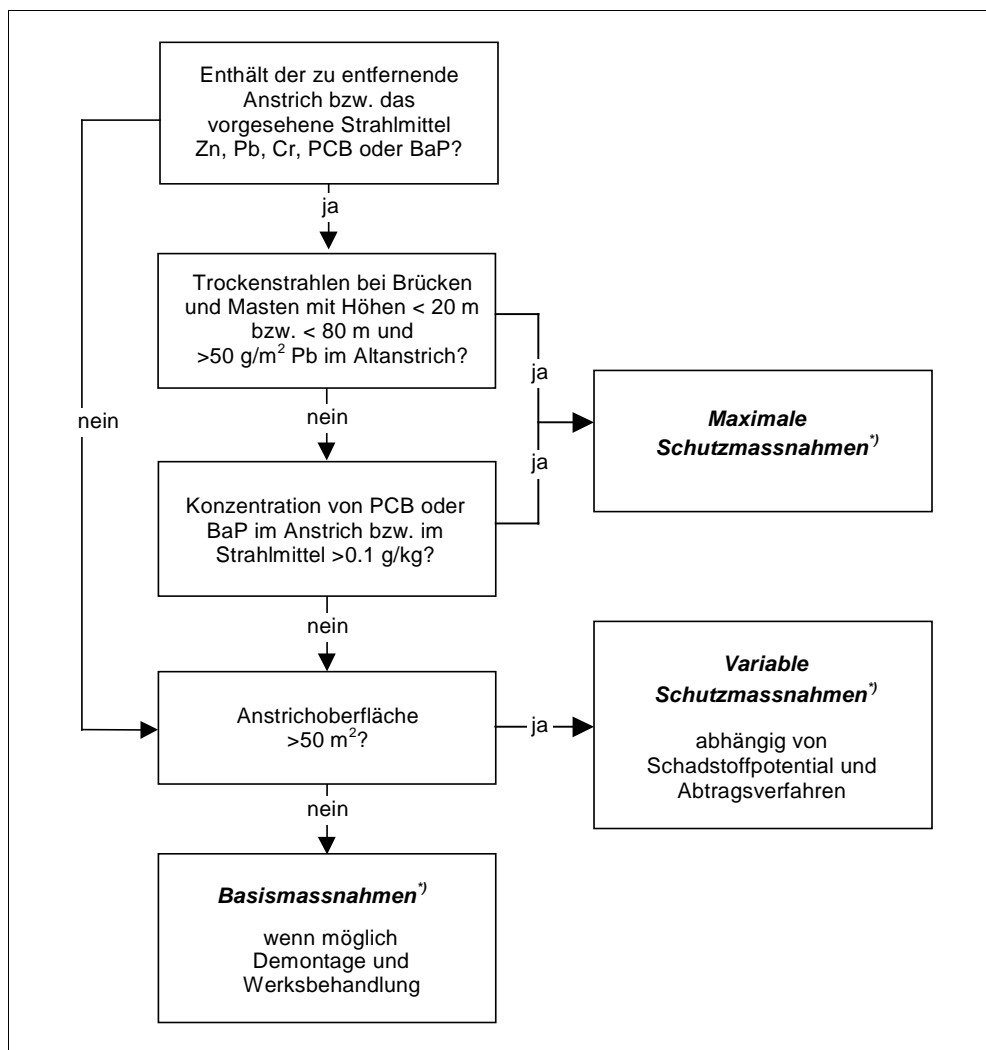
Im BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“ finden sich eine detaillierte Beschreibung des Modells für variable Schutzmassnahmen und verschiedene Rechenbeispiele. Ebenso werden variable Schutzmassnahmen objekt- und situationsspezifisch im Detail beschrieben.

#### **4.5 Variable Schutzmassnahmen zur Gesamtstaub-Emissionsbegrenzung**

Enthält der zu entfernende Anstrich weder PCB oder BaP noch Zn, Pb oder Cr, ist grundsätzlich das gleiche Modell anwendbar wie unter 4.4 beschrieben. Dabei führt der höhere Immissionsgrenzwert für Staubniederschlag dazu, dass in der Regel weniger weitgehende Massnahmen zur Emissionsminderung notwendig sind, als bei gleichen Objektflächen mit schadstoffhaltigen Anstrichen. Die bestehende Vorbelastung in der Umgebung des Objekts wird auch hier mitberücksichtigt (vgl. das entsprechende Rechenbeispiel im BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“).

## 5 Zusammenfassung

Das folgende Flussdiagramm fasst das Sanierungskonzept schematisch zusammen:



¹) Details siehe BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“

Werden die folgenden Punkte beachtet, so können die Anforderungen der LRV als eingehalten betrachtet werden:

- Die Sanierung ist nach dem dargestellten Sanierungskonzept durchzuführen<sup>8</sup>.
- Betriebsstörungen (z.B. Filterfehlfunktionen, Verletzungen der Einhausung, Leckagen beim Umschlag von Strahlschutt und Filterstaub) müssen verhindert werden.

<sup>8</sup> Mit den heute noch meistens angewandten trockenen Strahlverfahren sind die Niederschlags-IGW für Zn, Pb und Cr auch bei kleinem Emissionspotential nur mit einer guten Einhausung mit einem Rückhaltegrad von mindestens 98%, die zudem optimal überwacht und unterhalten wird, einzuhalten (vgl. BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“).

Mit staubarmen Abtragsverfahren oder mit einer Absaugung direkt an der Strahlstelle und kombiniert mit einer geeigneten Einhausung und Entstaubung können die Niederschlags-IGW in der Regel eingehalten werden (vgl. BUWAL-Bericht „Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten“).

- Die Neben- und Abschlussarbeiten wie das Versetzen von Einhausungskompartimenten oder der Rückbau von Einhausung und Gerüst müssen sorgfältig vorbereitet und ausgeführt werden.
- Die Emissionen und die Wirksamkeit der Filteranlage sind während der Korrosionsschutzarbeiten messtechnisch zu überwachen.
- Die Immissionen - insbesondere die Niederschlagsimmissionen - sind während der Korrosionsschutzarbeiten in der Regel messtechnisch zu überwachen.
- Zur Bestimmung der Vorbelastung können
  - Messresultate vergleichbarer Standorte herangezogen,
  - vor Aufnahme der Arbeiten Vergleichsmessungen durchgeführt oder
  - bei kleineren Objekten als Näherung die Hälfte des IGW verwendet werden.