



Salierbrücke Speyer

Wasseraufbereitung bei Abtrag von kontaminierten Baustoffen

1. Einleitung

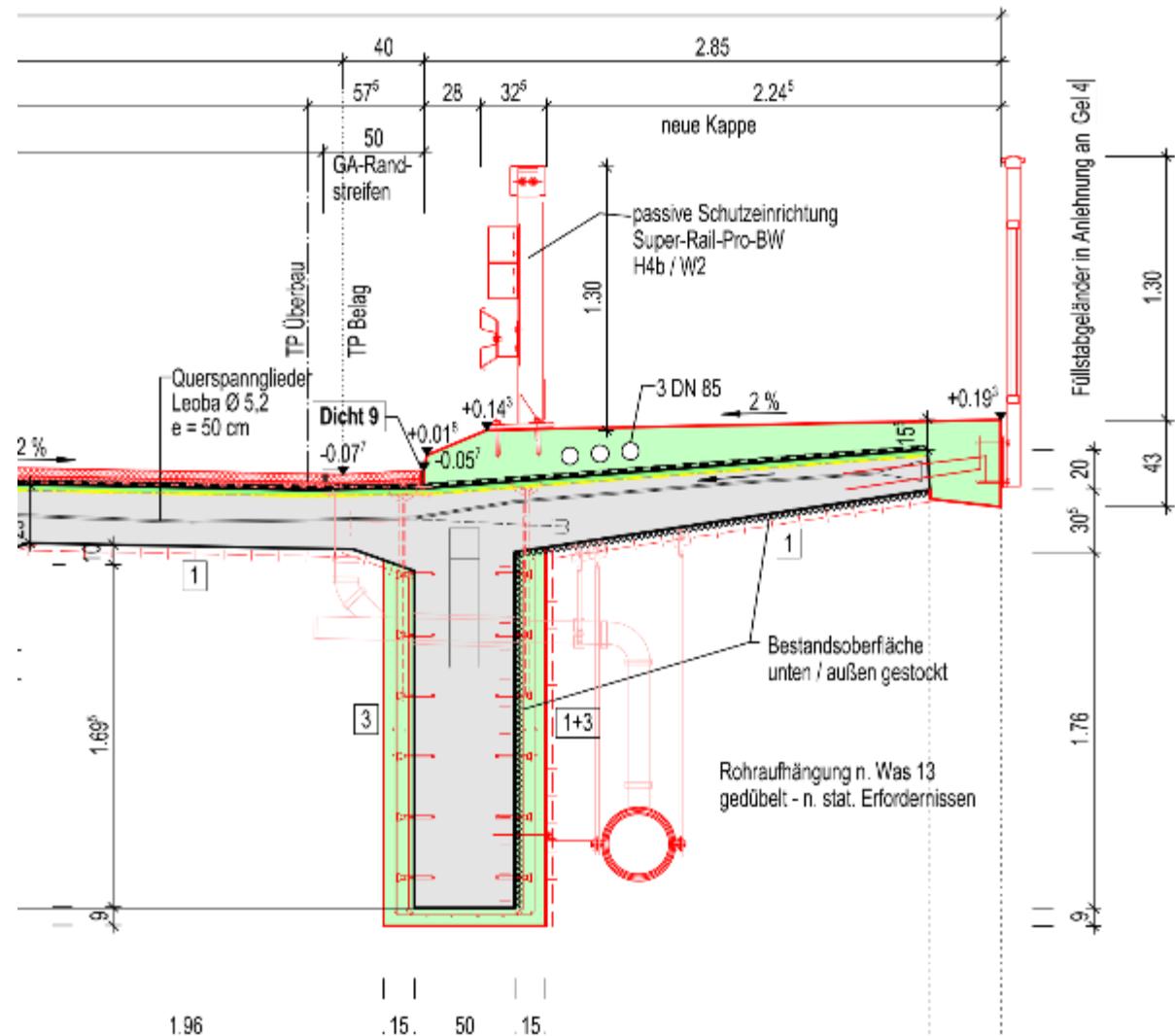


Bei Sanierungsarbeiten an der Bausubstanz (Altbestand) sind viele Voruntersuchungen vor der Umsetzung einer Baumaßnahme zu tätigen. In Folge dieser Voruntersuchungen sind Fragestellungen zu formulieren und vor einer Planung und Umsetzung sind diese Fragen zu beantworten. Daraus folgt dann die zielgerichtete Bearbeitung mittels einer vom Sachkundigen Planer und dem Auftraggeber gemeinsam umgesetzten Entwurfsplanung. Diese Entwurfsplanung auf Basis der vorhandenen Altsubstanz mündet in einer Ausschreibung. Mit dieser Ausschreibung übermittelt der Auftraggeber dem Auftragnehmer eine Vorstellung davon, was bearbeitet werden soll und wie die Bearbeitung aussehen muss. Dabei sind grundlegende Informationen mitzuteilen, sodass alle am Bau Beteiligten vom Gleichen ausgehen können. Dass an dieser Stelle verschiedene Meinungen vorherrschen, versteht sich von selbst, da verschiedene Akteure handeln.

Der hier zusammengestellte Vortrag bezieht sich nicht auf die zwingend erforderlichen Untersuchungen, sondern auf mögliche Lösungswege bei unvorhergesehenen Ereignissen. Grundsätzlich ist dabei immer das Zusammenwirken von Auftraggeber und Auftragnehmer für die Umsetzung entscheidend. Denn nur wenn hier zusammengearbeitet wird, kann sich der gewünschte Erfolg auch einstellen. Bei der Sanierung der Salierbrücke tauchte trotz erfolgter Voruntersuchungen eine Problematik auf, welche nicht einfach zu lösen war. Es wurde hoch kontaminiert Kappenbeton vorgefunden (Belastung wurde im mittleren Bereich des Kappenbetons).



Pfeilerbereiche, Verstärkung Querkraft- u. Biegetragfähigkeit



Geplanter Umbau mit Fahrbahnverstärkung und neuer Kappe

- Abbruch Kappe
 - Abbruch Fahrbahnbeton
 - Verstärkung Fahrbahnbeton
 - Abbruch Gesims
 - Herstellung neue Kappe



Problemstellung:

- Schadstoffbelastung mit PCB -> direkter Einfluss auf die zukünftige Bauabfolge
- Bestand nicht wie dokumentiert vorgefunden
- Kappe wurde teilmonolithisch betoniert
- Abtrag kontaminiert Bausubstanz – Stahl 1 im Bauwerk verbaut
Daraus folgt, dass die kontaminierte Bausubstanz nicht ohne Einfluss auf das Tragwerk zurückgebaut werden kann. (Hier war schon von vornherein vorgesehen, den Gesimskopf im HDW-Verfahren abzutragen, so dass die erforderliche Verankerungslänge der Bewehrung aus Stahl 1 eingehalten werden kann.)
- Zusätzliche Belastung des Prozesswassers beim HDW-Abtrag (mit PCB)
- Das belastete Prozesswasser muss abtransportiert werden
-> Gesamtmenge nur für die Kappen ca. 9.000m³
- Mögliche Alternativen müssen untersucht werden, da das hochbelastete Prozesswasser nicht in die Umwelt gelangen darf
- Die Abfolge des Abtrags und die Verfahrensweise müssen ggf. geändert und mit dem Statiker und dem Prüfstatiker abgestimmt werden
- Arbeitsschutzrichtlinien beachten
- PSA für Mitarbeiter bereithalten
- Schutzeinrichtungen für Verkehr (Fußgänger, Radfahrer, Pkw etc.)



1. Schritt:
Einrichten eines
Testfeldes, um zu
klären, ob ein
mögliches alternatives
Abtragsverfahren
umsetzbar ist.



2. Schritt:
Aufbau der Einhausung um während der Probestrahlung keine Gefährdung zu erzeugen.



3. Schritt:
Aufbau der Wasseraufbereitungsanlage mit den entsprechenden Anlagenteilen für das Prozesswasser.
Durchführen der entsprechenden Untersuchungen in Begleitung von Umweltamt und anderen Behörden.
Feststellung, ob das Verfahren umgesetzt werden kann.

Lösungsansatz für diese Baustelle:



- Abbruch des vorderen Kappenbereichs mittels Trennschnitten und Lagerung des belasteten Materials
- Abbruch des belasteten Fahrbahnbetons im Kappenbereich im HDW-Verfahren – Prozesswasser aufbereiten oder abtransportieren
- Abbruch des Fahrbahnbetons (unbelastet) im HDW-Verfahren
- Verstärkung der Fahrbahnplatte (BE-Mörtel) mit Zusatzbewehrung aus Edelstahl (wie ursprünglich vorgesehen)

Nach erfolgter Verstärkung:

- Zwischenzeitlicher Testversuch mit Wasseraufbereitungsanlage unter Einbeziehung des Umweltamtes und ständiger Kontrolle des Prozesswassers durch externe Untersuchungen
- Festlegung der einzuhaltenden Grenzwerte
- HDW-Abtrag der teilmontolithischen Kappe und Aufbereitung des Prozesswassers
- Permanente Kontrolle der Strahlwasserbelastung
- Ausfällung der belasteten Prozesswasserrückstände mittels Schrägbandfilter
 -> Entsorgung des hochbelasteten Restabfalls
- Einleitung in die Vorflut – hier Rhein!



Entsorgung:

1. Schritt:
Vorderer Kappenbereich abgeschnitten,
anschließend aufgenommen und im
Baustellenbereich zwischengelagert.



2. Schritt:
Zwischenlagern auf der Baustelle.
Hierzu wurden alle abgebrochenen
Baustoffe mit Folie abgedeckt.
Dieser Zustand blieb bis zur endgültigen
Klärung der weiteren Vorgehensweise.





3. Schritt:

Nachdem geklärt wurde, wie die Bauteile entsorgt werden können, wurden diese auf der Baustelle gewogen, in Folie eingeschweißt und zur Entsorgungsanlage transportiert. Die Entsorgung erfolgte über eine Verbrennungsanlage.

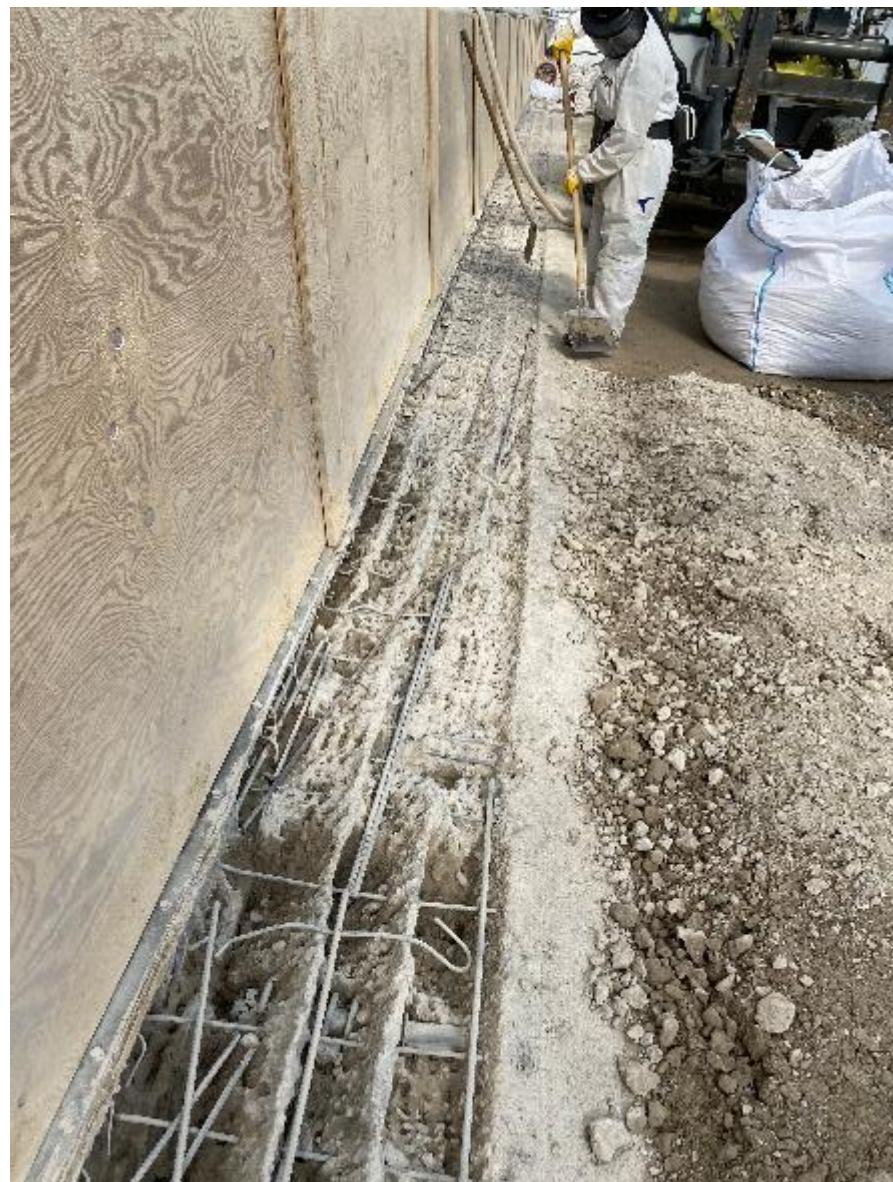


Herstellen von
Schutzeinhäusungen um
den kontaminierten
Bereich zu bearbeiten.



Verfahren:
Abbruch des belasteten
Fahrbahnbetons im
Kappenbereich im HDW-
Verfahren → Prozesswasser
aufbereiten (Feinanteile
entziehen und pH-Wert
reduzieren) und anschließend
abtransportieren und
entsorgen.

Oder:
Prozesswasser aufbereiten
(dekontaminieren und
Feinstanteile entziehen) und im
Umlaufverfahren weiterver-
wenden und zum Schluss in die
Vorflut einleiten.



Auch während der Abtragsarbeiten und während der Aufnahme des kontaminierten Bauschuttes ist darauf zu achten, dass die PSA verwendet wird. Hier wurden alle Arbeiten mit belüfteten Atemschutzmasken durchgeführt.



Abbruch des unbelasteten Fahrbahndeckenbetons und Verstärkung der Fahrbahnplatte
als Vorbereitung für den geplanten Abbruch der Gesimse.



Bewehrungsführung im Bereich
der Gesimsköpfe.



Kernprozesse für Prozesswasser in Zusammenhang mit HDW-Strahlen bei der Betonsanierung

Für das Prozesswasser beim HDW-Abtrag ergeben sich grundsätzlich folgende zu betrachtende Parameter:

HDW-Strahlen

Analysen

Prozesswasser auffangen

Prozesswasser lagern

Prozesswasser aufbereiten: Trübstoffe, pH-Wert, Schadstoffe

Schlamm entwässern

Entwässerten Schlamm entsorgen

Aufbereitetes Prozesswasser wiederverwenden

Aufbereitetes Prozesswasser einleiten: Vorfluter, Kanal/Kläranlage

Dokumentation (pH-Wert, Menge, Trübe)

Analysen



HDW-Strahlen

Grundsätzlich werden bei der Oberflächenbehandlung bzw. beim Betonabtrag mittels HDW-Strahlen manuelle Instrumente (Handlanzen) oder automatisierte Systeme (Roboter) eingesetzt.

Die Nutzung des jeweiligen Systems bestimmt dann auch den Verbrauch von Frischwasser bzw. den Anfall von Abwasser (Prozesswasser) nach dem Arbeitsprozess.

Während der Wasserverbrauch bei Handlanzen in einer Bandbreite zwischen 20 und 40 Litern/Minute liegt, beträgt der Wasserverbrauch bei automatisierten Systemen bis zu 250 Liter/Minute.

Die einzelnen Pumpenhersteller haben eigene Richtlinien für die Beschaffenheit des Wassers, das in der Pumpe zum Einsatz kommt, definiert. Dabei kann entweder Frischwasser (z. B. aus Hydranten etc.) oder aufbereitetes Prozesswasser zum Einsatz kommen.

Der Wasserverbrauch ist in den Einheitspreisen oft nicht eingerechnet und wird nach tatsächlichem Verbrauch berechnet. Das gilt analog auch für die Entsorgungskosten für das anfallende Strahlwasser.



Analysen

In speziellen Fällen wird es notwendig, Beprobungen und Analysen des zu erwartenden Prozesswassers vorzunehmen. Das betrifft insbesondere Bauvorhaben, bei denen es um den Abtrag von kontaminierten Baustoffen (z.B. Korrosionsschutzbeschichtungen, Abdichtungen, etc., welche PCB, PAK, Asbest, Schwermetalle oder andere Verunreinigungen aufweisen) geht.

Aus den Analysewerten sind dann die erforderlichen Behandlungsmethoden für das Prozesswasser abzuleiten, welche dann auch in der Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen sind.

Prozesswasser auffangen

Das nach dem HDW-Strahlen anfallende Prozesswasser ist durch geeignete Maßnahmen so weit als möglich aufzufangen, so dass eine Kontaminierung der Umwelt (Boden, Gewässer, bestehende Vorflut) aber auch die Gefährdung von Personen verhindert wird. Dies kann durch Folienbelag auf dem Boden oder mittels Gerüsten mit Einhausungen erfolgen.

Die Ableitung des so aufgefangenen Prozesswassers erfolgt in der Regel durch den Einsatz von Schmutzwasserpumpen, die einen freien Durchfluss von Feststoffen und Flüssigkeiten ermöglichen.



Prozesswasser lagern

Das Prozesswasser wird in Sammelbehältern, die gleichzeitig als Vor-Absetzbecken dienen, gepumpt. Größe und Anzahl von Sammelbehältern sind entsprechend der Menge des anfallenden Abwassers auszulegen. In der Regel kommen hier flüssigkeitsdichte Container zum Einsatz, die auch mit vertikal/horizontal angebrachten Trennwänden erhältlich sind.

In besonders sensiblen Zonen (z.B. Sanierungen in räumlicher Nähe zu Vorflutern) kann es Sinn machen, Pufferbehälter vorzuhalten, die einer Tagesleistung Prozesswasser entsprechen.

Prozesswasser aufbereiten

Das Prozesswasser nach dem Betonabtrag ist in der Regel getrübt (Betonpartikel), kann mit Ruß-, Gummi- bzw. Schwermetallen kontaminiert sein und weist aufgrund der Alkalität des abgetragenen Betons einen hohen pH-Wert (meist zwischen 12 – 14) auf.



Wer Prozesswasser einleiten will, ist nach den einschlägigen wasserrechtlichen Vorschriften gezwungen, das Abwasser durch technische Behandlungsverfahren auf einen bestimmten Qualitätszustand zu bringen, bevor es in ein Gewässer eingeleitet werden kann.

Die Reinigung des Prozesswassers erfolgt entweder über (a) Mehrkammer-Absetzbecken oder (b) durch den Einsatz mobiler Wasseraufbereitungsanlagen.

(a) Bei geringerer Verschmutzung kann die Abtrennung von Schwebstoffen mittels Mehrkammer-Absetzbecken erfolgen, wenn sichergestellt ist, dass die in den jeweiligen wasserrechtlichen Bestimmungen normierten Grenzwerte für die Einleitung in einen Vorfluter eingehalten werden. Die Sedimentation im Absetzbecken kann durch die Dosierung von pulverförmigen bzw. flüssigen Flockungsmitteln beschleunigt bzw. optimiert werden.

Die Neutralisation des Prozesswassers kann in diesem Fall entweder durch Zugabe von CO₂ oder die Verwendung von verdünnter Mineralsäure erfolgen

(b) Bei Verunreinigung des Prozesswassers oder wenn die Absicht besteht, das aufbereitete Prozesswasser im Kreislaufverfahren zu verwenden, kommen mobile Wasseraufbereitungsanlagen auf der Baustelle zum Einsatz.



Diese Systeme arbeiten in der Regel mit der Kombination eines chemisch-physikalischen Behandlungsverfahrens, das auch im Prozesswasser gelöste Schadstoffe eliminiert. Im Aufbereitungsprozess wird der pH-Wert automatisch kontinuierlich gemessen und der pH-Wert auf den neutralen Bereich (zwischen 6 und 9) reduziert, da in diesem Bereich auch der Flockungsprozess am wirksamsten erfolgt.

Bei Bedarf, kann auch durch Vorschaltung von mobilen Ölabscheidern, eine ölbeaufschlagte Bausubstanz bearbeitet werden. Die Wasseraufbereitungsanlage darf jedoch nicht mit Öl in Kontakt sein.

Durchflussmenge, Trübung und pH-Wert werden automatisch dokumentiert und können der Behörde bzw. dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden.

Schlamm entwässern

Sowohl bei Absetzbecken, als auch bei mobilen Wasseraufbereitungsanlagen fallen (Beton-) Schlämme an. Zur Reduktion von Gewicht und Volumen des so zu entsorgenden Schlamms kann auf der Baustelle eine mobile Schlammabwasserung eingesetzt werden. Das abgeschiedene Wasser wird dem Reinigungskreislauf wieder zugeführt.



Entwässerten Schlamm entsorgen

Die Entsorgung der entwässerten Schlämme ist entsprechend den enthaltenen Substanzen (vgl. Analyse) durchzuführen:

Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die nicht gefährliche Stoffe enthalten:

Abfallschlüsselnummer 19 02 06

Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten:

Abfallschlüsselnummer 19 02 05

Die Entsorgung hat durch einen befugten Abfallwirtschaftsbetrieb zu erfolgen, wobei die Entsorgungsnachweise entsprechend zu führen sind.

Aufbereitetes Prozesswasser wiederverwenden

Für den Fall, dass das aufbereitete Prozesswasser im Arbeitsprozess in der Hochdruckpumpe wieder verwendet werden soll, ist auf die Vorgaben für die Wasserqualität durch den jeweiligen Pumpen-Hersteller zu achten.

Es ist sicherzustellen, dass das aufbereitete und für die weitere Verwendung im Arbeitsprozess zwischengelagerte Prozesswasser vor externer Verunreinigung geschützt wird.



Aufbereitetes Prozesswasser einleiten

Das ordnungsgemäß aufbereitete Prozesswasser kann entweder:

- (a) in ein Gewässer (Vorflut), oder
- (b) in eine Kanalisation eingeleitet werden.

Die Einleitung von Prozesswasser in ein Gewässer erfordert eine behördliche Gestattung in Form der sogenannten wasserrechtlichen Erlaubnis nach § 10 WHG. Dazu sind die in den einschlägigen wasserrechtlichen Normen geregelten Grenzwerte einzuhalten.

Bei der Einleitung in die Kanalisation sind neben den wasserrechtlichen Normen auch lokale Vorgaben des Anlagenbetreibers - geregelt z. B. in Entwässerungssatzungen - zu berücksichtigen.

Dokumentation

Zur Beweissicherung kann es empfehlenswert sein, gewisse chemische Parameter und Massenströme während der Projektdauer zu dokumentieren. Das betrifft insbesondere den gesamten Prozesswasserstrom, den pH-Wert und die Trübe.

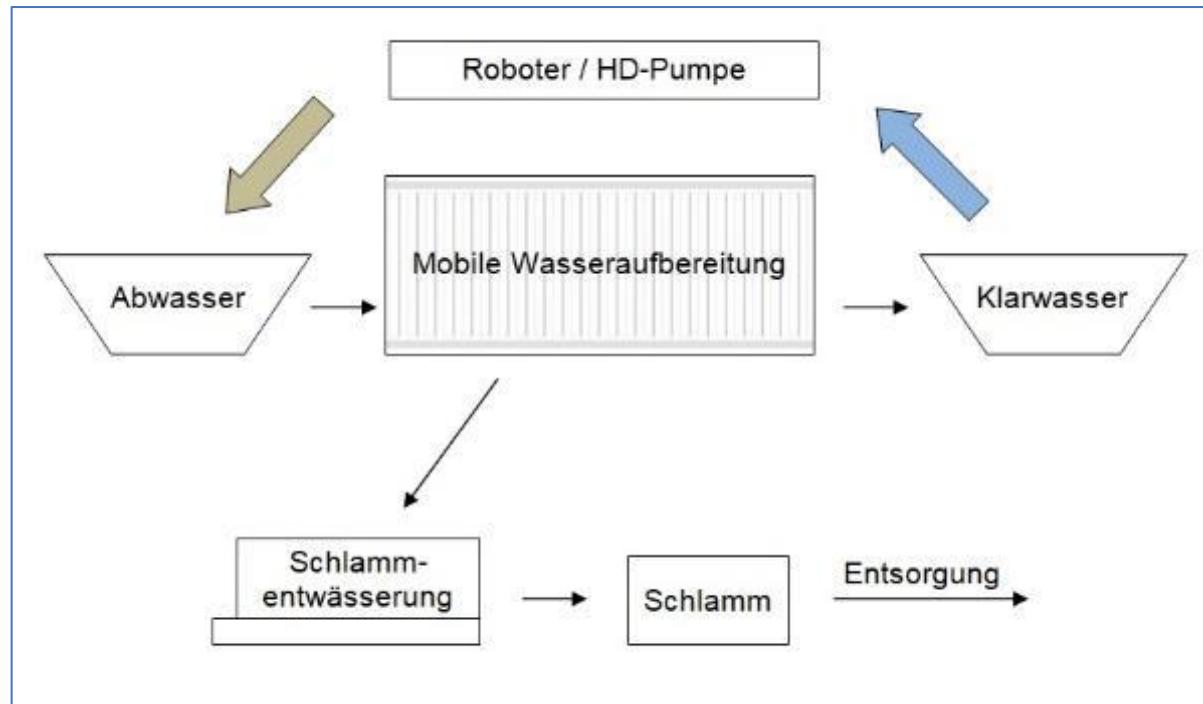
Wenn möglich sollen hier automatisierte Dokumentationen vorgenommen werden.

Analysen



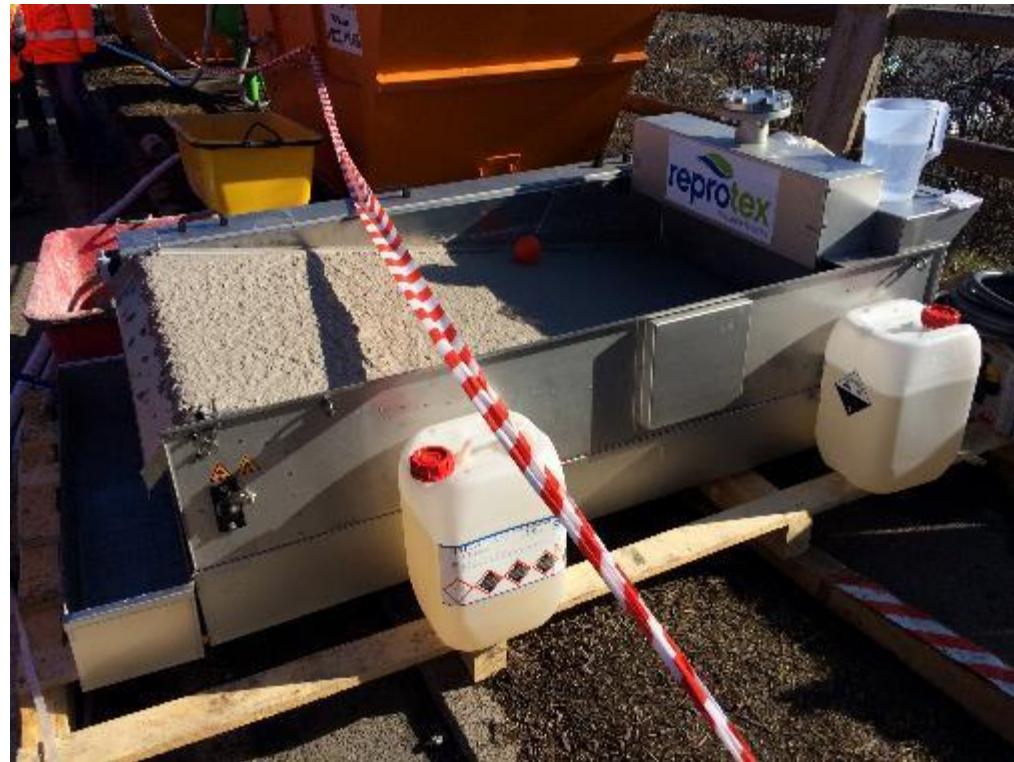
Vor allem, wenn gefährliche Substanzen im Prozesswasserstrom enthalten sind, sollen regelmäßige Kontrolluntersuchungen des aufbereiteten Prozesswassers erfolgen. Dazu sind von einem externen Dienstleister Wasserproben zu entnehmen und die Analysen der einzelnen Inhaltsstoffe gemäß einschlägiger Normen vorzunehmen.

Zusammenstellung der Wasseraufbereitung mit Kreislaufführung des Prozesswassers





Aufbau Gesamtanlage:
Überwachungscontainer
Wasseraufbereitungsanlage
Schrägbandfilter
Aktivkohlefilter
Schmutzwassercontainer als Beruhigungsbecken
Klarwassercontainer



Schrägbandfilter mit Schlammabsonderung





Innenleben der
Wasseraufbereitungs-
anlage

Permanente Kontrolle
des
Reinigungsprozesses



Sammeln der
Rückstände:
Schrägbandfilter mit
dem Schlammfang

Vorflut:
Hier dient der Rhein als
Vorflut für das gereinigte
Prozesswasser



Zusatzanforderung durch kontaminierte Abdichtung auf der Stahlbrücke

Geplante Vorgehensweise:

- Feinfräsen der Deckschicht
- Abschälen der Schutzschicht mit Abdichtung
- Abstrahlen der restlichen Oberfläche im HDW-Verfahren zur Reinigung der Stahloberfläche vor den nachfolgenden Bearbeitungsschritten (Vorbereitung, Abdichtung, Schutzschicht, Deckschicht)

Problemstellung:

- Schutzschicht einschließlich Abdichtung hoch kontaminiert
- Abdichtung haftet sehr gut am Untergrund und lässt sich nicht abschälen
- Orthotrope Fahrbahnplatte mit genieteten Blechverstärkungen, so dass der Deckbelag nicht auf einem Niveau durchläuft
- Abtragsspuren der vorangegangenen Sanierung mit statisch relevanten Einflüssen

Lösung:

- HDW-Abtrag der Schutzschicht einschließlich Abdichtung



Beim Abtrag der oberen Lage mittels Feinfräsen wurden im Stoßbereich vernietete Laschenbleche auf der Fahrbahnoberfläche vorgefunden, welche nicht in den Bestandsplänen zu erkennen waren.

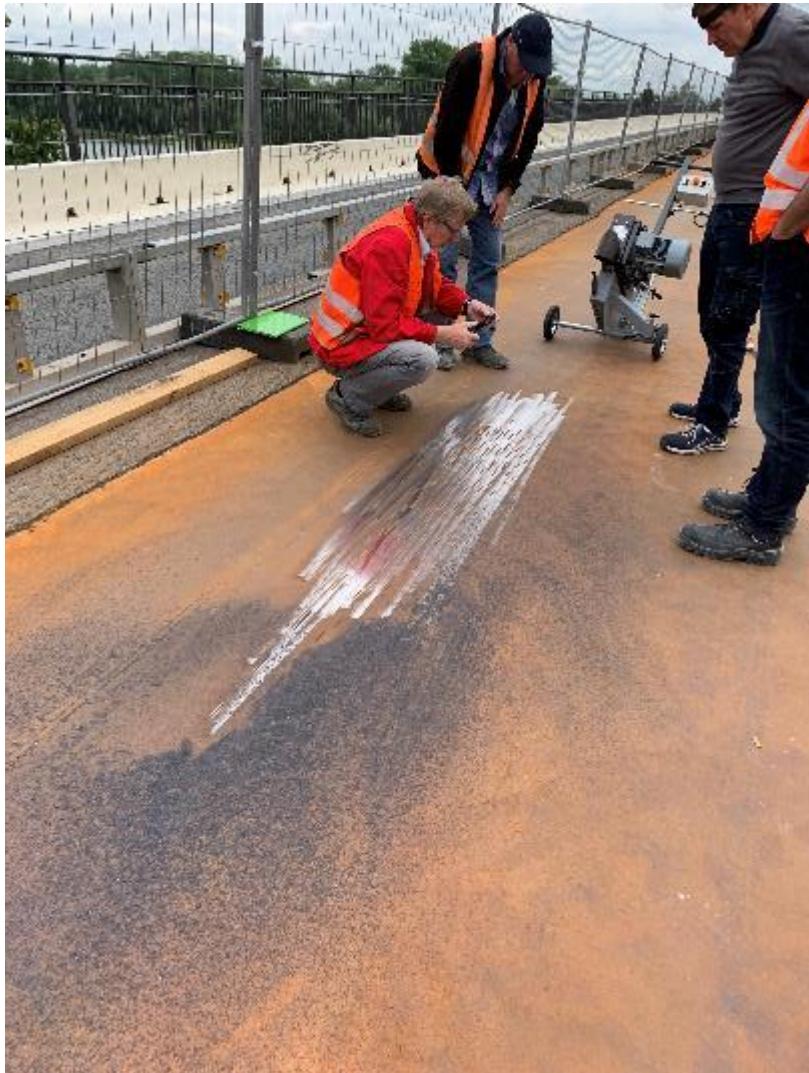


Stahloberfläche nach
dem HDW-Abtrag

Es entstehen keine
Schäden am Bauwerk
durch diese schonende
Art des Abtrages.



Altschäden durch
Fräسابtrag des
bestehenden Aufbaus



Abschleifen der Frässpuren und überprüfen der vorhandenen Einkerbungen. Eventuell muss hier mit Auftragschweißen und nachträglichem Abschleifen saniert werden.



6. Weitere Einsatzmöglichkeiten überall dort wo Prozesswasserbelastung entsteht.

BAU	TUNNEL / STRASSEN	WERFT	SONSTIGES
Gebäudesanierung	Autobahntunnelreinigung	Schiffsentlackung	Tanksanierung
Brückensanierung	Tunnelsanierung	HTC–High-Tech Carrier	Lederindustrie/Gerberei
Kanalsanierung	Griffigkeitsverbesserung	Off-shore	Stahlfertigung/Walzwerk
Abbruch / Rückbau auf Stahlbrücken	Demarkierung	Oberflächenbearbeitung	Rohrentschichtung



Danke für Ihre Aufmerksamkeit 😊