

Info Nr. 15

„Siehste, geht doch nicht ...“

Probleme und ihre Lösungen bei der Inbetriebnahme



von Retentionsbodenfiltern und bewachsenen Versickerungsmulden

Verfasser: Dipl.–Biologe Martin Schwefringhaus

Wuppertal im Mai 2003

Ingenieurbüro Reinhard Beck

Kocherstraße 27

• 42369 Wuppertal

• Tel.: 02 02 / 2 46 78 – 0



Inhaltsverzeichnis

<u>1.</u>	<u>VERANLASSUNG</u>	<u>4</u>
<u>2.</u>	<u>FALLBEISPIELE</u>	<u>5</u>
<u>3.</u>	<u>DER UNTERSCHIED ZWISCHEN EINER ABSETZANLAGE UND EINEM BELEBTEM BODENKÖRPER</u>	<u>8</u>
<u>4.</u>	<u>ÄUßERE UND INNERE KOLMATION</u>	<u>8</u>
<u>5.</u>	<u>VON DER PLANUNG BIS ZUM REGELBETRIEB</u>	<u>11</u>
5.1	PLANUNGSPHASE	11
5.2	BAUPHASE	11
5.3	BEPFLANZUNGS- UND ANWUCHSPHASE	12
5.4	PHASE DER INBETRIEBNAHME	13
5.5	REGELBETRIEB	14
5.6	WASSERRECHTLICHE GENEHMIGUNG	14
<u>6.</u>	<u>VIELE KÖCHE VERDERBEN DEN BREI</u>	<u>15</u>
<u>7.</u>	<u>HINWEISE ZUR BEPFLANZUNG</u>	<u>16</u>
7.1	VERSICKERUNGSMULDE	16
7.2	RETENTIONSBODENFILTER	17
7.2.1	QUALITÄTSANFORDERUNGEN FÜR DIE SCHILFSBEPFLANZUNG	17
7.2.2	DIE UMWELTBEDINGUNGEN FÜR EINEN SCHILFBEWUCHS	18
<u>8.</u>	<u>WAS IST ZU TUN, WENN ...</u>	<u>20</u>

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: KOLMATIERTER RETENTIONSBODENFILTER	4
ABBILDUNG 2: MISCHVEGETATION IM RETENTIONSBODENFILTER	5
ABBILDUNG 3: SCHLAMMPFÜTZEN DURCH FALSCHGE GESTALTUNG	7
ABBILDUNG 4: SCHRUMPFUNGSRISS	9
ABBILDUNG 5: PFLANZENWACHSTUM UND STREUSCHICHT	10
ABBILDUNG 6: VON DER PLANUNG ZUM REGELBETRIEB	11
ABBILDUNG 7: KOLMATIONSURSACHEN	21

ANLAGEN:

CHECKLISTEN

1. Veranlassung

Zunehmend werden Retentionsbodenfilter zur weitergehenden Misch- und Niederschlagswasserbehandlung oder mit einer belebten Bodenzone versehenen Versickerungsmulde fertiggestellt. Trotz fachgerechter Planung und Bauausführung stellt sich in den Anlagen oftmals nicht der gewünschte Bewuchs ein, oder die hydraulische und stoffliche Leistungsfähigkeit lässt in nicht tolerierbarer Weise nach.

Die Ursache hierin liegt überwiegend in einer frühzeitigen oder falschen Inbetriebnahme. Denn im Gegensatz zu rein mechanisch wirkenden Reinigungsverfahren sind diese Anlagen nach der baulichen Fertigstellung noch nicht betriebsbereit. Wie jedes biologisch wirkende System benötigen auch die bepflanzten Retentionsbodenfilter und Versickerungsmulden eine Anwuchsphase, in der sich eine stabile Biozönose bestehend aus Pflanzen, Mikroorganismen und Bodenlebewesen entwickeln kann. Die Erfahrungen zeigen, dass der Zeitraum von der Bepflanzung bis zum Regelbetrieb fachlich begleitet werden sollte.

Das vorliegende Info Nr. 15 erklärt die Besonderheiten eines belebten Bodenkörpers und zeigt eine Vielzahl von Fehlermöglichkeiten auf, die von der Planung bis zum Regelbetrieb gegeben sind. Mit diesem Info möchten wir unsere Erfahrungen weitergeben, damit andere die Möglichkeit haben, vermeidbare Fehler zu umgehen. Wir möchten jedoch nicht den Eindruck erwecken, dass belebte Bodenkörper in der Praxis nicht anwendbar sind. Denn das Gegenteil ist der Fall. Gegenüber den klassischen Reinigungsverfahren in der Misch- und Regenwasserbehandlung sind Verfahren mit belebten Bodenkörpern wartungsärmer und deutlich leistungsfähiger.



Abbildung 1: Kolmatierter Retentionsbodenfilter

2. Fallbeispiele

1. Beispiel

Ein Retentionsbodenfilter wurde mit Schilf bepflanzt. In der Anwuchsphase erfolgte ein Teileinstau der Filtermatrix und der Schilfbewuchs entwickelte sich gut. Nach der Inbetriebnahme wurde zum Herbst der Einstau in der Filtermatrix abgesenkt. Im nächsten Frühjahr wuchs das Schilf nur spärlich und wurde von einer Grasvegetation verdrängt. Glücklicherweise verhinderte die geringe, stoffliche und hydraulische Belastung des Filters eine Verminderung der hydraulischen Leistungsfähigkeit (Kolmation).

Ursache:

Die Ursache für den Rückgang der Filtervegetation ist darauf zurückzuführen, dass der Einstau in der Filtermatrix vollständig und nicht in Stufen abgesenkt wurde. Hinzu kam eine ungewöhnliche lange Trockenphase in den Herbstmonaten. Diesen plötzlichen Wechsel von einem nassen zu einem trockenen Standort konnten die Schilfpflanzen nicht durch ihr Wurzelwachstum ausgleichen, so dass ein Großteil der Schilfpflanzen verkümmerte und durch eine schnellwüchsere Grasvegetation verdrängt wurde.



Abbildung 2: Mischvegetation im Retentionsbodenfilter

2. Beispiel

Ein mit Schilf bepflanzter Retentionsbodenfilter wurde nach einer kurzen Anwuchsphase in Betrieb genommen. Bereits nach der ersten Beschickung durch den vorgeschalteten Staukanal mit unten liegender Entlastung war die Filteroberfläche mit einer Schlammschicht bedeckt. Die noch schwache Filtervegetation war nicht in der Lage diese Sperrschicht aufzubrechen.

Ursache:

Es wurde versäumt, den Staukanal vor Inbetriebnahme des Filters zu reinigen. Das Entlastungsereignis remobilisierte das im Staukanal vorhandene Sediment, so dass mit Feststoffen hochkonzentriertes Mischwasser auf die Filteroberfläche gelangte.

3. Beispiel

Die Schilfbepflanzung eines mit sandigem Substrat versehenen Retentionsbodenfilters entwickelte sich trotz einer ordnungsgemäßen Anwuchsphase nur sehr spärlich.

Ursache:

In diesem Fall fehlte es der Bepflanzung an einer ausreichenden Nährstoffversorgung, denn ein sandiges Filtersubstrat ist in der Regel sehr nährstoffarm. Durch eine Befüllung des Filtersubstrates mit geklärtem Abwasser, oder einer Initialdüngung kann eine ausreichende Nährstoffversorgung gewährleistet werden.

4. Beispiel

Im Einlaufbereich einer Versickerungsmulde kommt es zu starken Erosionserscheinungen. In den Tiefpunkten der Mulde bilden sich Schlammfüten. Trotz mehrfacher Einsaat kann sich keine dauerhafte Vegetation ausbilden.

Ursache:

Die Mulde wurde sofort nach der baulichen Fertigstellung und Einsaat in Betrieb genommen. Hinzu kam, dass entgegen der Planung das Niederschlagswasser nicht großflächig, sondern punktförmig in die Mulde eingeleitet wurde. Die Matschflächen sind auf eine trichterförmige Muldengestaltung zurückzuführen.



Abbildung 3: Schlammfützen durch falsche Muldengestaltung

5. Beispiel

Eine Mulde mit einem mäßig entwickelten Grasbewuchs wurde in Betrieb genommen. Nach einigen Wochen bedeckte eine braune Lehmschicht die Muldensohle. Eine nennenswerte Niederschlagswasserversickerung war nicht mehr möglich.

Ursache:

Die Mulde wurde am Rand eines Neubaugebietes errichtet. Die starken Bautätigkeiten im Neubaugebiet in Verbindung mit einer unterlassenen Reinigung des vorgeschalteten Schlammfanges führten zu dem oben genannten Bodeneintrag in die Mulde.

Fazit:

Die dauerhafte Funktion von bewachsenen Retentionsbodenfiltern und Versickerungsmulden ist nur dann gewährleistet, wenn nach der baulichen Fertigstellung die biologische Komponente ausreichend Zeit hat sich zu entwickeln. Während dieser Anwuchsphase ist das gesamte System (Kanalnetz, mechanische Vorreinigung, bewachsene Behandlungsstufe) zu beobachten. Bei Fehlentwicklungen sind die Ursachen zu ergründen und es ist korrigierend einzugreifen.

3. Der Unterschied zwischen einer Absetzanlage und einem belebten Bodenkörper

Rein mechanisch wirkende Regenklär- und -überlaufbecken können nach der baulichen Fertigstellung unverzüglich in Betrieb genommen, d.h. stofflich und hydraulisch voll beaufschlagt werden. Sollten sich eventuelle Schwachstellen oder Mängel zeigen, so ist eine Nachbesserung während der Trockenperioden möglich. Ferner fällt eine eventuelle mangelhafte Reinigungswirkung vielfach nicht auf, da die Schadstoffe im Gewässer abtransportiert werden.

Bewachsene Bodenfilter oder Versickerungsanlagen hingegen sind in der Lage die Feststofffracht bis in die Kornfraktion der abfiltrierbaren Stoffe zurückzuhalten und die gelösten Abwasserinhaltsstoffe zu einem Großteil physikalisch zu akkumulieren, chemisch umzuwandeln oder biologisch abzubauen.

Bei einer stofflichen Überbelastung kommt es entweder zu einem verstärkten Stoffeintrag ins Gewässer oder zu einer übermäßigen Anreicherung dieser Stoffe auf oder im Bodenkörper. In diesem Fall nimmt die hydraulische Leistungsfähigkeit erheblich ab und die Funktionsweise des Bauwerks ist nicht mehr gegeben. In der Fachsprache wird diese Abdichtung des Bodenkörpers „Kolmation“ genannt. Die Ursachen für die Kolmation sind in jedem Fall zu ergründen und zu beseitigen.

4. Äußere und innere Kolmation

In unbepflanztem Zustand nimmt die hydraulische Leistungsfähigkeit des Filters relativ schnell ab, da die abfiltrierbaren Stoffe bei einem ordnungsgemäß aufgebauten Bodenkörper auf der Oberfläche eine schlecht wasserdurchlässige Schlammschicht bilden. Man spricht in diesem Fall von einer äußeren Kolmation.

Bei einer inneren Kolmation kommt es zu einer Verstopfung der Bodenporen infolge von übermäßigem mikrobiellen Wachstum oder Einlagerungen von feinputikulären Substanzen. Das mikrobielle Wachstum ist vom Nährstoffgehalt abhängig. Bei einem guten Nährstoffgehalt nimmt die Biomasse im Bodenkörper zu und der freie Porenraum nimmt ab. In einer Hungerphase nimmt die Biomasse wieder ab und der freie Porenraum zu. Somit ist eine durch mikrobielles Wachstum hervorgerufene innere Kolmation reversibel. Hingegen ist eine unkontrollierte Einlagerung von feinputikulären Substanzen in den Bodenkörper kritischer zu bewerten. Daher sollte diese Kornfraktion möglichst an der Filteroberfläche zurückgehalten werden.

Eine auf partikuläre Substanzen zurückzuführende innere Kolmation tritt dann auf, wenn der Bodenkörper eine falsche Kornabstufung aufweist. Im ungünstigsten Fall dringen die feinkörnigen Substanzen bis zur Sohle des Bodenkörpers ein und bilden von dort aus eine allmählich in ihrer Stärke zunehmende, schlecht wasserdurchlässige Sperrschicht aus. Dieses geschieht immer dann, wenn die Körnung zu grob gewählt und im Boden ein Nullkornanteil fehlt.

Diese Kolmationsprozesse treten mehr oder weniger intensiv bei jedem Beschickungsereignis auf.

Als gegenläufige, also der Kolmation entgegenwirkende Prozesse, sind die Trockenzeiten, das Pflanzenwachstum und die Grabungsaktivitäten der Bodenlebewesen zu nennen. Im Gegensatz zu den Kolmationsprozessen finden sie kontinuierlich statt und sind in der Intensität stark abhängig von den Jahreszeiten. Im folgenden werden einzelne Prozesse beschrieben:

Trockenzeiten:

Nach Entleerung kann die vorhandene Schlammschicht abtrocknen. Hierbei entstehen ab einer bestimmten Restfeuchtigkeit Schrumpfungsrisse in der Schlammschicht. Auf einer glatten Oberfläche (z.B. unbewachsene Sandschicht) ist die Anzahl der Risse kleiner als auf einer reichlich strukturierten Oberfläche (z.B. Streuschicht). Ähnliche Vorgänge treten auch in Frostperioden (Frostrisse und -aufbrüche) auf. Bei feuchten Witterungsverhältnissen entstehen wenig und bei trockenem Wetter relativ viele Schrumpfungsrisse.



Abbildung 4: Schrumpfungsrisse

Pflanzenwachstum:

Das Pflanzenwachstum ist der bedeutendste Vorgang, der einer Kolmation entgegenwirkt. Die Pflanzen können mit ihren austreibenden Sprossen die auf der Bodenoberfläche aufgelagerte Schlammschicht aufbrechen und mit ihrem Wurzelwachstum innere Kolmationen auflockern. Diese Vorgänge finden hauptsächlich während der Vegetationsperiode statt.

Darüber hinaus wirken ihre oberirdischen Triebe und die von ihnen gebildete Streuschicht wie ein Raumfilter, in dem ganzjährig ein Großteil der Feststofffracht aufgelagert wird.



Abbildung 5: Pflanzenwachstum und Streuschicht

Grabungsaktivitäten der Bodenlebewesen:

Mit zunehmendem Pflanzenbewuchs wird die Bodenmatrix auch für makroskopische Bodenlebewesen (z.B. Regenwürmer, Insekten, Kleinsäuger) interessant. Diese wirken durch ihre Grabungsaktivitäten der äußeren und inneren Kolmationen entgegen.

Die beiden letztgenannten Prozesse können unmittelbar nach der baulichen Fertigstellung noch nicht stattfinden. Wie bei allen biologisch wirkenden Vorgängen benötigen sie eine Adaptionzeit, in der sich ihre Leistungsfähigkeit erst entwickeln muss. In diesem Zeitraum sind bewachsene Retentionsbodenfilter und Versickerungsmulden äußerst kolmationsanfällig und dürfen daher nur unter Beobachtung mit einer begrenzten Stofffracht beschickt werden.

5. Von der Planung bis zum Regelbetrieb

Bis ein mit einer belebten Bodenzone versehenes Bauwerk in den Regelbetrieb genommen werden kann, durchläuft es die in der folgenden Abbildung dargestellten Phasen, die entscheidende Auswirkungen auf die ordnungsgemäße Funktion haben:

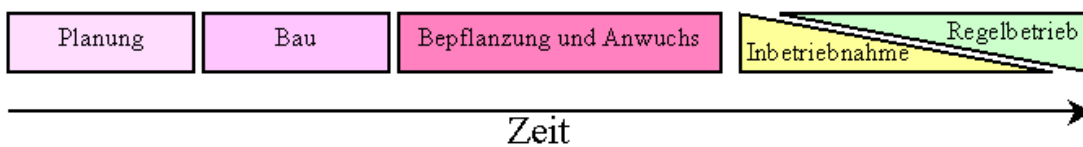


Abbildung 6: Von der Planung zum Regelbetrieb

5.1 Planungsphase

Belebte Bodenkörper können nur dann richtig funktionieren, wenn zwischen den Beschickungsereignissen ausreichend lange Trockenperioden vorhanden sind und die aufgetragene Feststofffracht nicht zu hoch ist. Daher sind bei der Planung die Eigenarten des Kanalnetzes (z.B. Fremdwasser, hohe Feststofffracht) zu betrachten. Die vorgeschaltete Reinigungsstufe muss eine gute Feststoffabscheidung gewährleisten und die Wassermengenverteilung und Schubspannung auf der belebten Bodenzone muss beachtet werden.

5.2 Bauphase

Derzeit haben die meisten Baufirmen noch wenig Erfahrungen mit dem Umgang von belebten Bodenkörpern. Hier werden die meisten Fehler durch unsachgemäßen Umgang mit dem empfindlichen Baustoff Boden hervorgerufen. Es werden oftmals verschiedene oder verkehrte Böden eingebaut, erforderliche Kornabstufungen missachtet oder durch Befahren des Bodens irreversible Verdichtungen verursacht.

5.3 Bepflanzungs- und Anwuchsphase

Nach der baulichen Fertigstellung sollte ein belebter Bodenkörper unverzüglich bepflanzt oder eingesät werden. Bei Versickerungsmulden erfolgt in der Regel die Einsaat mit Landschaftsrassen oder einer Spezialsaadmischung für Versickerungsmulden. Da diese nicht aufwendig ist, kann sie von der Baufirma durchgeführt werden.

Aufgrund der höheren stofflichen Belastung ist bei Retentionsbodenfiltern eine Schilfbepflanzung sinnvoller. Da die Bepflanzung aufwendiger ist und das Schilf sich zunächst nur langsam etabliert, sollte die Bepflanzung durch ein Fachbetrieb erfolgen, welcher den Bestand auch in der Anwuchsphase betreut.

Die Dauer der Anwuchsphase ist stark abhängig von den Umweltbedingungen für die Vegetation. Eine Bepflanzung oder Einsaat im Frühjahr in Verbindung mit optimalen Nährstoff- und Wasservorkommen begünstigt das Pflanzenwachstum und verkürzt somit die Dauer der Anwuchsphase. Ferner kann die Verwendung von Vegetationsmatten die Anwuchsphase verkürzen. Damit sich die Bepflanzung etabliert und die Leistungsfähigkeit des belebten Bodenkörpers erhalten bleibt, sind folgende Regeln zu beachten:

1. Zwischen Bepflanzung und Inbetriebnahme sollte möglichst eine Vegetationsperiode liegen. Wenn eine vorzeitige Inbetriebnahme erforderlich ist, dann kann dies nur mit fachplanerischer Betreuung erfolgen.
2. Es ist regelmäßig die Entwicklung des Pflanzenbewuchses zu prüfen. Sollte sich der Bewuchs nicht wie gewünscht entwickeln, dann ist die Ursache zu ergründen (z.B. mangelnde Wasserversorgung) und zu beheben (z.B. regelmäßiges bewässern).
3. Fehlstellen im Bewuchs sind frühzeitig nachzupflanzen.
4. Je größer die hydraulische und stoffliche Belastung für den belebten Bodenkörper ist, desto wichtiger ist ein gut entwickelter Bewuchs.

5.4 Phase der Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme ist die kritischste Betriebsphase für einen belebten Bodenkörper, da sich hier Mängel jeglicher Art offenbaren. Sie sollte während der Vegetationsperiode erfolgen, da somit mögliche Kolmationen durch das Pflanzenwachstum beseitigt werden.

Vor Inbetriebnahme ist eine Reinigung der vorgeschalteten mechanischen Behandlungseinheit unumgänglich. Ferner ist durch einen Fachplaner zu prüfen, ob sich der Bewuchs ausreichend entwickelt hat und inwieweit Abweichungen von der Planung vorhanden sind. Wenn möglich, sollten die ersten Beschickungsereignisse nicht unter Volllast erfolgen. Wenn sich diese Betriebsweise bewährt hat, kann eine Beschickung unter Volllast erfolgen.

Nach der ersten Beschickung ist eine vollständige Inspektion der Anlage erforderlich. Insbesondere ist zu prüfen, ob eine ausreichende Abtrennung der Absetz- und Schwimmstoffe in der vorgeschalteten mechanischen Behandlungseinheit erfolgt, ob sich Erosionen im belebten Bodenkörper ausbilden, und ob der Pflanzenbewuchs beschädigt worden ist. Eventuelle Mängel und Schäden sind unverzüglich zu beheben. Unter Umständen ist eine Ursachenforschung erforderlich. Sofern eine Messtechnik vorhanden ist, sollte sie nach einigen Beschickungen auf Plausibilität überprüft und ausgewertet werden. Somit kann nachvollzogen werden, inwieweit die Anlage den Vorgaben der Planung erfüllt.

Die Phase der Inbetriebnahme sollte sich über ein bis zwei Jahre erstrecken, da somit das Betriebsverhalten im Sommer- und Winterhalbjahr erfasst werden kann. Für den späteren Regelbetrieb können wichtige Erfahrungen (z.B. unterschiedliche Reinigungsintervalle im Sommer und im Winter) gesammelt werden.

Der hierfür erforderliche Betreuungsaufwand ist von Anlage zu Anlage individuell verschieden. Bei bewachsenen Versickerungsmulden ist der Aufwand niedrig und bei Retentionsbodenfilter zur Mischwasserbehandlung am größten. Da die erste Beschickung am kritischsten ist, ist auch hier der Arbeitsaufwand am größten. Mit zunehmender Betriebsdauer wird der Aufwand immer niedriger und beschränkt sich im günstigsten Fall auf ein Beobachten. Den beigefügten Checklisten sind die zu prüfenden Punkte zu entnehmen.

5.5 Regelbetrieb

Der Übergang von der Inbetriebnahmephase zum Regelbetrieb ist fließend und ist dann erfolgt, wenn die Anlage unter Volllast zuverlässig funktioniert. Wichtig ist für den Regelbetrieb die Erstellung einer Betriebsanleitung, welche die Erfahrungen aus der Inbetriebnahmephase und präzise Anweisungen für eventuelle Störfälle beinhaltet. Nach einer außergewöhnlichen oder längeren Außerbetriebnahme empfiehlt sich wieder eine Inbetriebnahme, welche die unter Punkt 5.4 beschriebenen Regeln berücksichtigt.

Bei ordnungsgemäßem Bau und Inbetriebnahme zeichnen sich Anlagen mit einer belebten Bodenzone in der Regel durch einen niedrigen Wartungsaufwand aus. Neben der technischen Ausstattung ist hier der Bauwerksstandort maßgeblich für den Betreuungsaufwand. So ist z.B. eine in einem Wohngebiet errichtete Anlage häufiger zu inspizieren als eine weit außerhalb liegende Anlage, da sich der Siedlungsdruck in Form von z.B. Müllablagerungen und Vandalismus sowie mögliche Unzulänglichkeiten der Anlage (z.B. Geruchsbelästigungen) wesentlich stärker auswirken.

5.6 Wasserrechtliche Genehmigung

Bei der Erteilung der wasserrechtlichen Genehmigung sind die Besonderheiten von Bauwerken mit belebter Bodenzone zu berücksichtigen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Genehmigung die oben beschriebene sukzessive Inbetriebnahme ermöglicht.

6. Viele Köche verderben den Brei

Wie oft im Leben stellt sich heraus, dass in Bauernweisheiten und alten Sprichwörtern ein wahrer Kern vorhanden ist. Leider ist das oben genannte Sprichwort auch für Retentionsbauwerke mit belebter Bodenzone oftmals zutreffend. Wie bei allen Ingenieurbauwerken sind von der Idee bis zum Regelbetrieb auch hier eine Vielzahl von Personen und Institutionen an der Realisierung beteiligt, die in Form einer Planungs- und Handlungskette wie folgt miteinander verbunden sind.

Die **Planungsabteilung des Bauherrn** hat ein wasserwirtschaftliches Problem und beauftragt ein Planungsbüro zur Ausarbeitung einer Lösung.

Der **Planer** trägt sämtliche erforderlichen Daten (z.B. Einzugsgebiet, Verschmutzung, Gewässer) zusammen und entwirft das Bauwerk. Bei ihm ist auch das Wissen vorhanden, wie das Bauwerk funktionieren sollte und welche Bauwerkskomponenten hierfür erforderlich sind. Im „Idealfall“ ist für dieses Projekt ein Planer von der Konzepterstellung bis zur Ausführungsplanung zuständig. Im „Normalfall“ wechseln hier bereits die bearbeitenden Personen.

Die **Genehmigungsbehörde** prüft und genehmigt das Vorhaben. Hierzu muss sie in engem Kontakt mit dem Planer stehen. Eventuelle Genehmigungsaufgaben sollten mit dem Planer abgesprochen werden, damit sie nicht die Funktion beeinträchtigen.

Die **Baufirma** errichtet das Bauwerk und ein **Bauleiter** betreut und überwacht diese Bauphase. Bis zur Fertigstellung ergeben sich aus den verschiedensten Gründen Veränderungen an dem Bauwerk. Aufgrund des Zeitmangels erfolgt vielfach keine Rücksprache mit dem Planer oder der Planungsabteilung des Bauherrn. Nach der Fertigstellung und Abnahme wird das Bauwerk in Betrieb genommen und geht in die Zuständigkeit des **Kanalbetriebes** des Bauherrn über.

Sofern die Handlungskette in Reihe geschaltet ist, gehen bei jedem Zuständigkeitswechsel Informationen verloren und werden ähnlich wie bei dem Spiel „stille Post“ durch neue Erkenntnisse oder Vermutungen ersetzt. Die anfängliche Klarheit weicht zunehmender Konfusion. Da die Retentionsbauwerke mit belebter Bodenzone bei der Inbetriebnahme wesentlich empfindlicher auf mögliche Missstände reagieren, ist es wichtig, dass einer den „Überblick“ behält. Dieses sollte die Person sein, welche die Anlage geplant hat. Denn hier sind sämtliche Informationen der Planungsphase vorhanden. Sofern mit ihr die über die einzelnen Phasen neu hinzugewonnenen Erkenntnisse kommuniziert werden, kann auch später das Bauwerk optimal funktionieren.

Fazit:

Für eine optimale Funktion ist von der Konzepterstellung bis zum Regelbetrieb eine Betreuung des Planers sinnvoll.

7. Hinweise zur Bepflanzung

7.1 Versickerungsmulde

Die Begrünung von Versickerungsmulden erfolgt in der Regel durch eine Raseneinsaat.

Die Saatgutmischung sollte in Abhängigkeit des Standortes oder eventueller Zusatznutzungen (z.B. als Zierrasenfläche) ausgewählt werden. Bewährt haben sich spezielle Saatgutmischungen für Versickerungsmulden. Gemessen an den Gesamtbaukosten spielt die Auswahl der Saatgutmischung eine untergeordnete Rolle.

Eine Mulde kann auch alternativ mit feuchtigkeitstoleranten Bodendeckern oder Hochstauden bepflanzt werden. Sofern sich unter der Mulde keine Rigolen befinden, können auch tiefer wurzelnde Pflanzen verwendet werden. An zentralen Versickerungsmulden, welche mit einem Einlaufkolk ausgestattet sind, ist am Randbereich des Kolkes auch eine Schilfbepflanzung sinnvoll. Aufgrund der hier herrschenden wassergesättigten Verhältnisse ist in diesem Bereich die Entwicklung eines Schilfbewuchses möglich. Aufgrund der kräftigen Triebe und großen Oberfläche erfüllt dieser Schilfgürtel die Funktion eines Feinrechens, welcher die übrige Muldenfläche zusätzlich vor größeren Stoffeinträgen schützt.

Durch die Aufbringung von Rollrasen oder Vegetationsmatten kann die Anwuchsphase erheblich verkürzt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass diese vorgefertigte Begrünung ausreichend wasserdurchlässig ist. Es wird empfohlen, dies durch Angabe eines k-Wertes in der Ausführungsplanung und Leistungsbeschreibung sicherzustellen.

7.2 Retentionsbodenfilter

Üblicherweise werden Retentionsbodenfilter mit Schilf bepflanzt. Aufgrund der größeren Feststoffbelastung ist die Etablierung eines kräftigen und konkurrenzstarken Bewuchses äußerst wichtig. Dieses kann erzielt werden, wenn das Pflanzmaterial eine ausreichende Qualität aufweist und in der Anwuchsphase die geeigneten Umweltbedingungen vorliegen.

7.2.1 Qualitätsanforderungen für die Schilfbepflanzung

Im vom MUNLV herausgegebenen Handbuch für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern werden die Qualitätsanforderungen an das Pflanzmaterial mit den folgenden Merkmalen beschrieben:

Auf der Filterfläche sollte „Topfware“ mit einer Dichte von 4-6 Pflanzen/m² gepflanzt werden. Im Einzeltopf sollten mindestens 6-8 Triebe und eine Rhizonbildung erkennbar sein. Die empfohlene Halmhöhe beträgt 0,5 m. Mit dieser Qualität ist gewährleistet, dass bei geeigneten Umweltbedingungen die Filteroberfläche innerhalb einer Vegetationsperiode vollständig bedeckt ist.

Alternativ könnten auch Schilfmatten verwendet werden. In dem oben genannten Handbuch werden hierzu keine Hinweise gegeben und dem Ingenieurbüro Reinhard Beck liegen keine Erfahrungen vor. In jedem Fall ist zu beachten, dass die Schilfmatten eine auf den Filterboden abgestimmte Durchlässigkeit und die Pflanzen eine vergleichbare Qualität aufweisen.

Die Bepflanzung sollte zu Beginn der Vegetationsperiode also in den Monaten Mai bis Juni erfolgen. Zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme hat sich bestenfalls eine dünne Streuschicht auf der Filteroberfläche gebildet. Somit steht der Raumfilter „Streuschicht“ zunächst nicht zur Verfügung und der Filter ist erosions- und kolmationsgefährdeter. Diese Gefahr kann verringert werden, wenn zusätzlich zur Schilfbepflanzung die Schilfoberfläche mit Gras eingesät wird. Jedoch ist zu beachten, dass in diesem Fall der Schilfbewuchs in der Anwuchsphase mit der Grasvegetation konkurrieren muss. Sofern die Umweltbedingungen den Schilfbewuchs begünstigen, ist der Grasbewuchs in der Regel nach zwei Vegetationsperioden verdrängt.

7.2.2 Die Umweltbedingungen für einen Schilfbewuchs

Schilf ist eine Gräserart, die zu den Wasserpflanzen zählt. In seiner evolutionären Entwicklung ist das Schilf von einem trockenen zu einem feuchten Standort „gewandert“. Hieraus resultiert seine Eigenschaft, dass es sich an feuchten und überstauenden Standorten verbreitet und bei dominierendem Bewuchs auch über längere Zeiten an trockenen Standorten (z.B. Seeufer bei Niedrigwasser) behauptet. Dieses ist eine der Eigenschaften, warum sich für Retentionsbodenfilter ein Schilfbewuchs in besonderem Maße eignet. Denn zwischen den Beschickungsintervallen stellt ein sandiger Filterkörper einen trockenen Pflanzenstandort dar.

Aufgrund dieser langen Trockenperioden würde sich in einem Retentionsbodenfilter auf natürlichem Wege kein Schilfbestand ausprägen. Hinzu kommt, dass der sandige Filterkörper zunächst nährstoffarm ist und sich erst mit zunehmender Beschickung zu einem nährstoffreichen entwickelt. Damit nun ein dichter Schilfbewuchs entsteht, müssen während der Anwuchsphase die Umweltfaktoren Wasser und Nährstoffe optimal auf die Schilfpflanzen ausgerichtet sein.

Wasser

Unmittelbar nach der Bepflanzung im Frühjahr ist die Filtermatrix einzustauen. In Abhängigkeit des Schilfwachstums und der Entwicklung von unerwünschten Beikräutern ist ein Einstau von wenigen Zentimetern unter der Filteroberkante bis einige Zentimeter über der Filteroberkante auszuwählen.

Bei einem Einstau bis kurz unter der Filteroberkante haben die Schilfpflanzen optimale Feuchtigkeitsverhältnisse und die Filteroberfläche bleibt offenporig. Allerdings können sich bei dieser Einstauhöhe auch andere feuchtigkeitsliebende Pflanzen ausbreiten. Sollten diese unterdrückt werden, dann ist ein Überstau des Filters vorzusehen. Bei der überstauten Betriebsweise kommt es jedoch auf der Filteroberfläche zu einer dünnen und schlecht wasserdurchlässigen Schlamm- und Algenschicht, welche in der Regel nach absenken des Überstaus wieder aufbricht.

Sofern sich der Schilfbewuchs wie gewünscht entwickelt, ist etwa Anfang September der Wasserstand auf ca. 50 cm unter Filteroberkante abzusenken. Somit wird das Tiefenwachstum der Wurzeln gefördert. Es wird empfohlen, die Absenkung in zwei Schritten zu je 25 cm durchzuführen. Zum Vegetationsbeginn des 2. Jahres wird der Wasserstand wiederum schrittweise vollständig abgesenkt.

In den ersten Vegetationsperioden ist bei längeren Trockenzeiten das Pflanzenwachstum zu kontrollieren und gegebenenfalls durch Bewässerung oder Teileinstau die Wasserversorgung zu optimieren.

Nährstoffe

Eine ausreichende Nährstoffversorgung kann wie folgt sichergestellt werden:

1. Wenn die Möglichkeit besteht, sollte der Filter mit Ablaufwasser einer Kläranlage befüllt werden, da hierin in der Regel alle wichtigen Nährstoffe enthalten sind.
2. Ist diese Möglichkeit nicht gegeben, dann ist eine Startdüngung empfehlenswert. Im Handbuch des MUNLV für Planung und Betrieb von Retentionsbodenfiltern wird eine Zugabe von 10 g N/m², 3 g P₂O₅/m² und 5 g K₂O/m² empfohlen. Wobei die Stickstoffzugabe in Form von Nitrat erfolgen sollte.

Sonstige Umweltfaktoren

Vor Beginn der 2. und 3. Vegetationsperiode ist zu kontrollieren, ob sich Gehölze angesiedelt haben. Diese sind durch Herausziehen zu entfernen. Ferner kann es an den Randbereichen durch Schattenwurf zu Fehlentwicklungen im Bewuchs kommen. Hier ist zu prüfen, inwieweit diese z.B. durch Freischneiden angrenzender Gehölze behoben werden können. In den Bereichen, wo sich die Vegetation infolge von hydraulischem Stress nicht entwickeln kann, sind eventuell zusätzliche energieumwandelnde Maßnahmen sinnvoll.

8. Was ist zu tun, wenn ...

In diesem Kapitel werden einige der häufigsten Probleme benannt und Hinweise zur Korrektur gegeben.

Die Oberfläche ist nicht waagrecht oder das Bauwerk wurde nicht nach Vorgabe gebaut:

In diesem Fall darf die Abnahme des Bauwerks erst erfolgen, wenn die Problempunkte ordnungsgemäß nachgearbeitet wurden. Vor allem trichterförmige Vertiefungen, Einschnitte oder ähnliche Formen in der Oberfläche verursachen im späteren Betrieb große Probleme, da sich hier regelrecht Schlammlöcher bilden. Es kann sich keine Vegetation entwickeln und die Oberfläche kolmatiert. Ferner beinhalten diese Stellen in nicht abgeäugten Mulden eine erhebliche Unfallgefahr.

Im Zulauf bildet sich keine Vegetation aus oder es treten nicht tolerierbare Erosionserscheinungen auf:

Hier liegt die Ursache oftmals in einer zu großen Fließgeschwindigkeit, welche durch punktuelle Zuläufe verursacht wird. Über die zwei folgenden Schritte kann dieses Problem in der Regel gelöst werden:

1. Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit durch Vergrößerung der Zulauffläche (z.B. kolkartige Aufweitung) und energiezehrende Einbauten (z.B. Gabionen, Steinwälle).
2. Auffüllung der erodierten Fläche und Neubepflanzung.

Der Bodenkörper ist kolmatiert:

Vor allem, wenn die Vegetationsschicht sich noch nicht vollständig etabliert hat, neigen belebte Bodenkörper zu Kolmationserscheinungen. Leichtere Kolmationen, welche vor allem im Winterhalbjahr auftreten können, sind tolerabel. Mit Beginn der Vegetationsphase werden diese Kolmationen wieder durch die Aktivitäten im belebten Bodenkörper behoben. Als Faustformel für diese Prozesse kann eine 50%ige Verminderung der hydraulischen Leistungsfähigkeit angesetzt werden. Auf jeden Fall ist die Anlage genauestens zu beobachten. Schreiten die Kolmationserscheinungen weiter voran, dann ist das Bauwerk in Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden vorübergehend außer Betrieb zu nehmen und zu entleeren.

Sofern die Kolmationsschicht nicht zu dick ist, wird diese durch Trockenrisse und die auflockernde Wirkung der Bepflanzung zerstört und der Filter weist wieder seine vorgesehene Leistungsfähigkeit auf.

Bei größerer Schichtstärke muss die kolmatisierte Schicht abgetragen werden. In der Regel ist in diesem Fall auch eine Neubepflanzung mit entsprechender Anwuchsphase erforderlich. Eine Inbetriebnahme sollte erst dann erfolgen, wenn die Ursache erkannt und beseitigt ist.

Der folgenden Tabelle sind die häufigsten Ursachen zu entnehmen:

Ursache	Maßnahme
Unzureichender Bewuchs	Außerbetriebnahme oder wassermengenreduzierter Betrieb, Neubepflanzung
Feststoffeintrag in die Kanalisation durch Baumaßnahmen oder Fehleinleiter	Vorübergehende Außerbetriebnahme, ortsspezifische Maßnahmen vor Ort oder in der Kanalisation
Feststoffaustrag aus der mechanischen Vorstufe durch Remobilisierung	Reinigungsintervalle verkürzen
Zu lange Einstauzeiten in RBF	Drosselwassermenge erhöhen oder Zulauf reduzieren, zusätzliche Entleerung des RBF bei längeren Einstauzeiten

Abbildung 7: Kolmationsursachen

Aufgestellt:

Wuppertal im Mai 2003 MS/IM/0007/Info-15

Ingenieurbüro Reinhard Beck

Checklisten

Die folgenden Checklisten sind als Hinweis zu verstehen und auf die jeweiligen Erfordernisse abzustimmen. Die Prüfkriterien wurden in die Erfordernisstufe hoch, mittel und gering eingestuft. Die Kategorie „hoch“ sollte in jedem Fall und die Kategorie „mittel“ bei besonderen Verdachtsfällen überprüft werden.

Inspektion vor Inbetriebnahme

Ort	Prüfung	Prüfung für	Erfordernis	Maßnahme (wenn Prüfung negativ)	Ziel
Einzugsgebiet	Entspricht die Gebietsgröße den Planungsvorgaben?	Mulde RBF	mittel	<ul style="list-style-type: none"> - $A_{\text{vorh.}} < A_{\text{plan.}}$ => keine Maßnahme - $A_{\text{vorh.}} > A_{\text{plan.}}$ => Neu-dimensionierung, evtl. Teilstrombehandlung 	Vermeidung von Überbelastung
	Besteht ein außergewöhnlicher Sedimenteintrag ins Kanalnetz (z.B. Baugebiete, Ackerflächen)?	Mulde RBF	mittel	<ul style="list-style-type: none"> - Minimierung durch ortsspezifische Maßnahmen - eventuell spätere Inbetriebnahme des Bauwerkes 	Verminderung des Feststoffeintrages
	Entspricht das Fremdwasseraufkommen den Planungsvorgaben?	Mulde RBF	mittel	<ul style="list-style-type: none"> - Sanierung im Einzugsgebiet - Steuerung des Bauwerkes 	Vermeidung von Dauerbeschickung
Vorstufe	Gibt es größere Sedimentablagerungen?	Mulde RBF	hoch	<ul style="list-style-type: none"> - Reinigung 	Minimaler Feststoffauftrag auf Bodenkörper
	Überprüfung von Zu- und Ablauf, besonders Tauchwände, Schieber Reinigungs- und MSR-Einrichtungen.	Mulde RBF	hoch	<ul style="list-style-type: none"> - Nachbesserung 	Ordnungsgemäßer Betrieb
	Wie erfolgt die Reinigung? Funktioniert sie?	Mulde RBF	hoch	<ul style="list-style-type: none"> - Anweisung für das Betriebstagebuch - Nachbesserung 	Verminderung des Feststoffeintrages durch Remobilisierung
	Fotodokumentation für Vergleiche im Regelbetrieb	Mulde RBF	gering		
Zulauf	Entspricht der Zulauf den Planungsvorgaben?	Mulde RBF	mittel	<ul style="list-style-type: none"> - Nachbesserung 	ordnungsgemäßer Betrieb
	Ist die Energieumwandlung gewährleistet?	Mulde RBF	hoch	<ul style="list-style-type: none"> - Nachbesserung 	Erosionsschutz
	Ist eine gleichmäßige Filterbeschickung gewährleistet?	RBF	mittel	<ul style="list-style-type: none"> - Nachbesserung 	optimale Reinigung
	Übergang zur Vegetation	Mulde RBF	mittel	<ul style="list-style-type: none"> - Nachpflanzung, z.B. Einbau von Wasserbausteinen 	Erosionsschutz, Wasserverteilung
	Fotodokumentation für Vergleiche im Regelbetrieb	Mulde RBF	gering		
Vegetation	Ist eine geschlossene Pflanzendecke vorhanden?	Mulde RBF	hoch	<ul style="list-style-type: none"> - Düngung - Nachbesserung an Fehlstellen - evtl. spätere Inbetriebnahme 	Erosionsschutz, Schutz von Kolmation
	Höhe des Schilfbewuchses $h > 1$ m	RBF	gering	<ul style="list-style-type: none"> - spätere Inbetriebnahme 	Schutz vor Kolmation

Ort	Prüfung	Prüfung für	Erfordernis	Maßnahme (wenn Prüfung negativ)	Ziel
Vegetation	Bildet sich eine Streuschicht	RBF	gering	- spätere Inbetriebnahme	Schutz vor Kolmation
	Gibt es größere Laubablagerungen?	Mulde RBF	gering	- Entfernung - ortsspezifische Maßnahme	Schutz vor Kolmation
	Fotodokumentation für Vergleiche im Regelbetrieb	Mulde RBF	gering		
Oberfläche	Entspricht Form, Oberfläche und Volumen den Planungsvorgaben?	Mulde RBF	mittel	- Neuberechnung - Nachbesserung	Ordnungsgemäßer Betrieb
	Ist die Oberfläche waagrecht?	Mulde RBF	hoch	- Nachbesserung	Ausreichende Versickerungsleistung
	Fotodokumentation für Vergleiche im Regelbetrieb	Mulde RBF	gering		
Bodenkörper	Gab es Vorgaben zum Aufbau des Bodenkörpers? Wurden sie eingehalten?	Mulde RBF	hoch	- Neuberechnung - Nachbesserung	Ausreichende Versickerungsleistung und Schadstoffrückhalt
	Rückstellprobe	RBF	gering		Dokumentation
Ablauf	Gibt es einen geregelten Ablauf? Wurde sie entsprechend Planung errichtet?	Mulde RBF	hoch	- Nachbesserung	Ordnungsgemäßer Betrieb
	Überprüfung von Schiebern und MSR Technik	RBF	hoch	- Nachbesserung	Ordnungsgemäßer Betrieb
	Ist die Drosselwassermenge ordnungsgemäß eingestellt?	RBF	hoch	- Nachbesserung	Ordnungsgemäßer Betrieb, Schutz vor zu langen Einstauzeiten
	Ist bei Trockenwetter kein ständiger Ablauf vorhanden?	RBF	gering	- Wenn ja Ursachenforschung (Fremdwasser oder Abdichtung fehlerhaft)	Ordnungsgemäßer Betrieb, Schutz vor Kolmation
Überlauf	Entspricht der Überlauf den Planungsvorgaben	Mulde RBF	hoch	- Neuberechnung - Nachbesserung	Überflutungsschutz
	Sind die erosionssichernden Maßnahmen vorhanden?	Mulde RBF	hoch	- Nachbesserung	Überflutungsschutz
	Fotodokumentation für Vergleiche im Regelbetrieb	Mulde RBF	gering		
Umgebung	Können aus der näheren Umgebung Verschmutzungen oder Bodenmassen (z.B. erodierender Ackerboden) ins Bauwerk gelangen?	Mulde RBF	mittel	- ortsspezifische Maßnahme	Schutz vor Kolmation und Schadstoffeintrag
	Sind die erforderlichen Sicherheitseinrichtungen (z.B. Warnschilder, Zäune) vorhanden?	RBF	gering	- Nachbesserung	Unfallschutz

Phase der Inbetriebnahme

Ort	Prüfung	Prüfung für	Erfordernis	Maßnahme	Ziel
generell	Ist ein wassermengenreduzierter Betrieb möglich?	RBF	gering	- Reduzierte Zulaufquerschnitte - Beschickung nur über Klärüberlauf	Störungsfreie Inbetriebnahme
	Auswertung der Messungen bezüglich: - Zulaufmengen - Zulaufdauer - Nachlauf nach Regenende	RBF	gering	- Dokumentation	Erkenntnisse über die Beschickung
	Wie beeinflussen sich die einzelnen Bauwerkskomponenten? Gibt es Probleme? Wie wirken sie sich aus?	Mulde RBF	mittel	- Dokumentation - ortsspezifische Maßnahme	Störungsfreier Betrieb, Optimierung
	Wie verhält sich die Anlage im Sommer- und Winterhalbjahr	RBF	gering	- Dokumentation	Störungsfreier Betrieb, Optimierung
Vorstufe	Funktioniert die Reinigung?	Mulde RBF	hoch	- Nachbesserung - Festlegung von Reinigungsintervallen	Schutz vor Kolmation
	Gibt es Hinweise auf einen fehlerhaften Betrieb (z.B. Austrag von Grobstoffen und Sedimenten)?	Mulde RBF	hoch	- Nachbesserung - ortsspezifische Maßnahme	Schutz vor Kolmation
	Fotodokumentation	Mulde RBF	gering	- Dokumentation	
Zulauf	Gibt es Erosionserscheinungen?	Mulde RBF	hoch	- ortsspezifische Maßnahme	Erosionsschutz, Unfallschutz, Vermeidung von Kurzschlussstörungen
	Gibt es Ablagerungen von Grobstoffen und Sediment? Sind sie für einen ordnungsgemäßen Betrieb hinderlich?	Mulde RBF	hoch	- Beobachtung - Ggf. Entfernung - Nachbesserung	Ordnungsgemäßer Betrieb
	Funktionskontrolle Energieumwandlung	Mulde RBF	mittel	- Eventuell Fotodokumentation	Erosionsschutz, Vegetationsschutz
	Funktionskontrolle Filterbeschickung	RBF	mittel	- Eventuell Fotodokumentation	Optimale Reinigung, Kolmationsschutz
	Fotodokumentation	Mulde RBF	gering	- Dokumentation	
Vegetation	Wie entwickelt sich die Vegetation im Zulauf und auf der übrigen Fläche?	Mulde RBF	hoch	- Dokumentation - Nachbesserung	Kolmationsschutz
	Gibt es Schäden durch hydraulischen Stress (z.B. umgeknickte Stengel)	Mulde RBF	mittel	- Beobachtung - Nachbesserung	Vegetationsschutz

Ort	Prüfung	Prüfung für	Erfordernis	Maßnahme	Ziel
Vegetation	Gibt es Schäden durch Überstau?	Mulde RBF	mittel	- Beobachtung - Veränderter Betrieb	Vegetationsschutz
	Gibt es Verschlammungen an der Vegetation?	Mulde RBF	mittel	- Beobachtung - Beseitigung	Vegetationsschutz, Schutz vor Kolmation
	Fotodokumentation	Mulde RBF	gering		
Oberfläche	Gibt es Kolmationserscheinungen? Behindern sie die Funktionsweise der Bauwerkes? Wo und wann treten die Kolmationen auf?	Mulde RBF	hoch	- Dokumentation - Beobachtung - Eventuelle Beseitigung - Eventuelle Nachbesserung	Kolmationsschutz
	Gibt es Substratumlagerungen durch hydraulische Überbelastungen?	Mulde RBF	hoch	- Dokumentation - Beseitigung	Erosionsschutz, Unfallschutz, Vermeidung von Kurzschlussstörungen
	Fotodokumentation	Mulde RBF	gering	- Dokumentation	
Bodenkörper	Entleert sich der Bodenkörper in der vorgesehenen Zeit?	Mulde RBF	hoch	- Dokumentation - Beobachtung - Ursachenforschung - Nachbesserung	Ordnungsgemäßer Betrieb
Ablauf	Auswertung der Messungen	RBF	gering	- Dokumentation	Ordnungsgemäßer Betrieb
	Stoffliche Beprobung	RBF	gering	- Dokumentation	Nachweis der Reinigungsleistung
	Fotodokumentation	Mulde RBF	gering	- Dokumentation	
Überlauf	Gibt es Erosionsschäden nach einem Überlaufereignis?	Mulde RBF	hoch	- Nachbesserung	Überflutungsschutz
Gewässer	Wie wirkt sich die Inbetriebnahme des Bauwerkes auf das Gewässer aus?	RBF	gering	- Dokumentation	Gewässerschutz
	Wie wirken sich ungedrosselte Überlaufereignisse aus?	Mulde RBF	gering	- Dokumentation	Gewässerschutz, Hochwasserschutz
	Fotodokumentation	Mulde RBF	gering	- Dokumentation	
Umgebung	Sind die Sicherheitseinrichtungen wirksam?	RBF	hoch	- Nachbesserung	Unfallschutz
Sonstiges		Mulde RBF	hoch	- Aufstellung einer Betriebsanweisung	Ordnungsgemäßer Betrieb
		Mulde RBF	hoch	- Einweisung des Betriebspersonals	Ordnungsgemäßer Betrieb

Regelbetrieb

Ort	Zeitraumen	Maßnahme	Für	Erfordernis	Ziel
Vorstufe	Nach Erfordernis	Reinigung	Mulde RBF	hoch	Kolmationsschutz
Vegetation	Nach Erfordernis	Entfernung von Sträuchern und Bäumen	RBF Mulde/ Rigole	mittel	Schutz der Filterschicht u. Drainage, Verhinderung von Kurzschlussstörungen
	Halbjährlich	Überprüfung ggf. Nachbesserung	Mulde RBF	hoch	Kolmationsschutz
	Halbjährlich	Mahd und Entfernung des Mähgutes	Mulde	hoch	Kolmationsschutz
	Halbjährlich	Mäharbeiten an den Böschungen und Zu- fahrten und Entfernung des Mähgutes	Mulde RBF	mittel	Erosionsschutz, Zugänglichkeit der Anlage
Mess- und Regelbetrieb	Vierteljährlich	Funktionskontrolle	RBF	mittel	Ordnungsgemäßer Betrieb
	Jährlich	Auswertung	RBF	gering	Ordnungsgemäßer Betrieb
Sicherheitsein- richtungen	Vierteljährlich	Überprüfung auf Schäden	RBF	hoch	Unfallschutz
Zulauf Oberfläche	Nach Erfordernis	Entfernung von Ablagerungen und Grobstoffen	Mulde RBF	mittel	Kolmationsschutz