



Entsorgung von Sedimenten aus Stauhaltungen

(Grundlagenbericht, Version kurz)

Zürich, im September 2003

Impressum

Projektleiter

Peter Leumann, AWEL, Abt. Abfallwirtschaft und Betriebe

Autoren

Jörg Stolz, AWEL, Abt. Abfallwirtschaft und Betriebe

Urs Achermann, AWEL, Abt. Wasserwirtschaft

Ulrich Hoins, ALN, Fachstelle Bodenschutz

Peter Leumann, AWEL, Abt. Abfallwirtschaft und Betriebe

Mitglieder der Begleitgruppe

Urs Achermann, AWEL, Abt. Wasserwirtschaft

Brigitta Amrein, AWEL, Abt. Wasserwirtschaft

André Hofmann, ALN, Fachstelle Naturschutz

Ulrich Hoins, ALN, Fachstelle Bodenschutz

Walo Meier, AWEL, Oberflächengewässerschutz

Heinrich Niederer, ALN, Fischerei- und Jagdverwaltung

Christoph Noll, AWEL, Wasserwirtschaft

Rolf Wagner, AWEL, Abt. Abfallwirtschaft und Betriebe

Thomas Wegelin, ALN, Fachstelle Bodenschutz

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 VORBEREITUNG VON SEDIMENTENTNAHMEN	6
1.1 Vorbereitungs- und Sicherheitsmassnahmen	6
1.2 Probenahme	6
1.3 Technische und organisatorische Massnahmen	7
1.4 Massnahmen zum Schutz der Natur und der Fischerei	8
2 ENTNAHME DER SEDIMENTE AUS STAUHALTUNGEN	9
3 AUFARBEITUNG DER SEDIMENTE	10
4 ENTSORGUNG DER SEDIMENTE AUS STAUHALTUNGEN	11
4.1 Einsatz in der Landschaftsgestaltung	11
4.2 Aufarbeitung zu Baustoffen	12
4.3 Ablagerung in Kiesgruben	13
4.4 Ablagerung auf Deponien	13
4.5 Einsatz im Gartenbau	13
4.6 Einsatz in der Landwirtschaft	13
4.7 Kataster-Einträge	15
5 KOSTEN	15
6 HINWEISE ZUR NUTZUNG UND PFLEGE VON STAUHALTUNGEN	16
6.1 Bauliche Massnahmen	16
6.2 Pflegerische Massnahmen	16
7 FORMELLE VERFAHREN BEI SANIERUNGSPROJEKTEN	18
8 ANHANG	21
8.1 Grenz-, Richt- und Beurteilungswerte für die Beurteilung von Sedimenten aus Stauhaltungen (Gesamtgehalte), Tab. 5	21
8.2 Abkürzungsverzeichnis	22
8.3 Glossar	23

Zusammenfassung

In den Stauhaltungen im Kanton Zürich sind derzeit ca. 1 Million Kubikmeter Sedimente zwischengelagert. Die Stauhaltungen müssen etwa alle 20-30 Jahre von den Sedimentdepots befreit werden. Viele Anlagen werden derzeit allerdings vernachlässigt; die Sedimente werden erst entfernt, wenn dies unumgänglich ist, da sehr hohe Kosten anfallen, welche in keinem Verhältnis zum Nutzen stehen, den die Anlagen heute abwerfen. In den nächsten Jahren werden im Kanton Zürich ca. 20'000 m³ Sedimente pro Jahr zur Entsorgung anfallen. Etwa 30% der Sedimente dürften eine deutliche zivilisatorische Belastung zeigen.

Zur Entnahme der Sedimente werden verschiedene Verfahren eingesetzt. Bei einigen kann ohne Entleerung der Stauhaltung gearbeitet werden, bei anderen ist die Entleerung Voraussetzung. Aus Sicht des Naturschutzes werden die Verfahren ohne Entleerung favorisiert.

Sedimente aus Stauhaltungen zeigen einen hohen Wassergehalt. Sie sind strukturlos, mehrheitlich feinkörnig und bestehen in der Regel zu >90% aus mineralischen und zu <10% aus organischen Bestandteilen. Die chemische Zusammensetzung (insbesondere die Schadstoffgehalte) und die Korngrößenverteilung sind ähnlich wie diejenigen der Böden im Einzugsgebiet der Stauhaltungen. Schlechtere Sedimentqualitäten werden angetroffen, wenn die Zuflüsse zivilisatorisch deutlich belastet sind.

Die Sedimente müssen vorgängig der Entsorgung (Verwertung, Ablagerung) behandelt, insbesondere entwässert werden (technische Verfahren und/oder längerfristige statische Abtrocknung, z.B. Zwischenlagerung auf Mieten). Für einzelne Entsorgungswege sind auch Fremdstoffe abzutrennen.

Für die Entsorgung der unbelasteten Sedimente stehen die nachfolgend genannten Wege zur Verfügung:

- Einsatz in der Landschaftsgestaltung
- Ablagerung in Kiesgruben
- Einsatz als Baustoffe (Kiesersatz, kalkstabilisiertes Material)
- Einsatz in der Landwirtschaft

Für leicht belastetes Material (tolerierbares Material gemäss Aushubrichtlinie) ist die Anwendungspalette bereits deutlich eingeschränkt. Im Vordergrund stehen hier folgende Entsorgungswege:

- Verwendung als Baustoffe vor Ort (kalkstabilisiertes Material)
- evtl. Austrag auf Böden, welche bereits in gleichem oder höherem Masse vorbelastet sind
- sowie die nachfolgend genannten Entsorgungswege für stärker belastetes Material

Bei stärker belastetem Material ist die Ablagerung auf einer Inertstoffdeponie oder allenfalls auf einer Reaktordeponie vorzusehen. Sind die Sedimente vorwiegend mit organischen Schadstoffen (KW, PAK) belastet, kann allenfalls der Einsatz als Rohmehlersatz in einem Zementwerk geprüft werden.

Betrachtet man die Kosten der verschiedenen Entsorgungswege, so zeigt sich, dass die diejenigen, welche für unbelastete Sedimente vorgeschlagen werden (Landschaftsgestaltung, Kiesgruben, Baustoffe, Landwirtschaft) gemäss ersten Abschätzungen Kosten in der Größenordnung von 50-70 Fr./m³ Sediment (wie in der Stauhaltung vorgefunden) verursachen. Die Ablagerung auf Inertstoff- oder Reaktordeponien sowie die Entsorgung via Zementwerk ist um ca. Faktor 2 teurer.

1 Vorbereitung von Sedimententnahmen

1.1 Vorbereitungs- und Sicherheitsmassnahmen

Bauliche Veränderungen im und am Gewässer sowie Absenkung, Entleerung und Ausbaggerung bzw. Entschlammung von Stauhaltungen sind **bewilligungspflichtig**. Die Entleerung und Entschlammung einer Stauhaltung führt oft zu Wassertrübungen und Verschlammungen in den untenliegenden Fließgewässern, wenn nicht die erforderlichen baulichen Massnahmen zu deren Verhinderung ergriffen werden. Während der Bauausführung sind Wassertrübungen möglichst zu vermeiden. Während der Bauarbeiten und während des Wiederaufstaus der Anlage muss das im Unterlauf befindliche Gewässer jederzeit mit genügend sauberem Restwasser aus dem Oberlauf versorgt werden, damit die natürlichen Lebensräume für die Tier- und Pflanzenwelt erhalten bleiben.

Die Planung der Bauarbeiten (insbesondere Vorbereitungsarbeiten und Sicherheitsmassnahmen zur Verhinderung von Wassertrübungen, Verschlammungen im Bachunterlauf etc.) sowie das Einholen der erforderlichen Bewilligungen haben deshalb möglichst frühzeitig zu erfolgen. Die Gesuchsunterlagen müssen u.a. auch ein Schlamm-Entsorgungskonzept sowie ein verbindliches Bauablaufkonzept beinhalten. Im Bauablaufkonzept müssen u.a. die gewässerschützerischen und fischereilichen Belange klar und verständlich dargelegt werden, d.h. die Absenkung des Wasserspiegels der Stauhaltung, das Entleeren und Entschlammung sowie das Wiederaufstauen der Stauhaltung (Wiederinbetriebnahme) sind zu beschreiben.

In der Vorbereitungsphase ist ein Entsorgungskonzept mit Vorteil durch ein Fachinstitut zu erarbeiten, das die **Beprobung der Sedimente** (Art, Ort und Untersuchungsprogramm) einschliesst.

1.2 Probenahme

Bei der Beprobung wird festgestellt, ob es sich um

- unbelastetes
- schwach belastetes
- stark belastetes Sediment

handelt. Diese Untersuchung ist für die Devisierung entscheidend.

Bei tieferen Stauhaltungen werden in der Regel Sedimentstecher eingesetzt (Kunststoff-Rohre (\varnothing : 5-10 cm, Länge ca. 0.5-1.5 m) die – mit Hilfe von Gewichten – senkrecht ins Sediment eingestossen werden können und es ermöglichen, weitgehend ungestörte Sedimentproben zu entnehmen. Bei flachgründigen Gewässern kann die Probenahme allenfalls auch mit einem Schöpfbecher erfolgen.

Falls die Sedimente aus den verschiedenen Bereichen der Stauhaltung (z.B. aufgrund der Korngrösse) unterschiedlich entsorgt werden sollen, muss die Probenahme entsprechend angepasst werden. In der Regel sind der Zulaufbereich, der mittlere Bereich der Stauhaltung sowie der Auslaufbereich zu beproben. Für die Laborproben können mehrere Einzelproben zu Sammelproben vereinigt werden.

Nur in Ausnahmefällen ist es hingegen finanziell interessant, eine Sedimentcharge aus einem bestimmten Bereich der Stauhaltung in Fraktionen aufzuteilen und die belastete Fraktion einer aufwändigeren Spezialentsorgung zuzuführen. Der Trennvorgang erfordert nämlich den Einsatz einer Sieb- oder Waschanlage, der in aller Regel höhere Kosten verursacht, als die Entsorgung von wenig belastetem Material einsparen würde.

¹ : Sämtliche Gehaltsangaben (mit Ausnahme der Trockensubstanz resp. der Wassergehalte) beziehen sich auf die Trockensubstanz

² : Korngrössen: Sand: 0.063-2 mm; Schluff: 0.002-0.063 mm; Ton: <0.002 mm

³ : Umrechnungsfaktor: 1 g organischer Kohlenstoff entspricht 2 g organischer Substanz oder 1.724 g Humus

⁴ : Angaben C. Diethelm, Samstagern

⁵ : Bericht Dr. H. Jäckli AG: Chlosterweiher, Kappel am Albis [Schuler 2000]

1.3 Technische und organisatorische Massnahmen

Für Stauhaltungen im Hauptschluss zum Gewässer ist zu beachten:

- Während der Absenkung, Entleerung und dem Wiederaufstau muss dem Gewässer unterhalb der Stauhaltung **jederzeit** soviel Wasser belassen werden, dass das Überleben der Tiere und Pflanzen im Gewässer gewährleistet ist. Die erforderliche Restwassermenge im untenliegenden Bachlauf der Stauhaltung sowie der Zeitpunkt der Absenkung bzw. Entleerung der Stauhaltung sind mit den zuständigen kantonalen Fachstellen vorgängig abzusprechen.
- Zur Erhaltung der Flora und Fauna ist während den Sanierungsarbeiten ein künstlicher Damm beim Einlauf (falls bautechnisch möglich, im hinteren Viertel der Stauhaltung) zu errichten. Gleichzeitig ist eine Leitung zum Ableiten von Frischwasser im freien Gefälle zu verlegen. Ist die Ableitung des Frischwassers im freien Gefälle nicht möglich, erfolgt ein Einsatz mit einer Pumpenanlage.
- Absenken des Wasserspiegels der Stauhaltung mit einer Heberleitung oder mit Tauchpumpen in den untenliegenden Bachlauf unter Aufsicht und nach Weisung des zuständigen Fischereiaufsehers (Absenkung muss eingestellt werden, wenn trübes Wasser angesogen wird). Trübes Wasser (Baustellenwasser) aus der Stauhaltung muss vor dem Einleiten in ein Gewässer in einer Anlage behandelt werden (vgl. massgebende Empfehlung Baustellenentwässerung SIA 431 und massgebende Anforderungen der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 bzw. allfällige Nachfolgerlasse).
- Vor dem vollständigen Entleeren der Stauhaltung ist diese mit der Fischerei- und Jagdverwaltung abzusprechen. Die erforderlichen Hilfskräfte, Materialien und Fahrzeuge sind der Fischerei- und Jagdverwaltung unentgeltlich zur Verfügung zu stellen. Die Kosten für die Abfischung gehen vollumfänglich zu Lasten des Auftraggebers.
- Ablagerungen aus der Stauhaltung dürfen nicht in den untenliegenden Bachlauf eingeleitet werden. Ein Hochwasser muss jedoch ungehindert abgeleitet werden können. Diesbezüglich sind entsprechende Massnahmen vorzusehen. Vor dem Öffnen des Grundablasses sind deshalb bauliche Sicherheitsmassnahmen im Bereich des Grundablasses zu erstellen, d.h. Errichten einer kreis- oder rechteckförmigen Palisadenwand aus Pfählen oder Brettern etc. Ein Ableiten von Baustellenwasser sowie das Abschwemmen von Feinsedimenten aus der Stauhaltung in den untenliegenden Bachlauf ist nicht gestattet.
- Der durch die Stauhaltung neu gebildete Bachlauf (bei Trockenlegung der Stauhaltung) ist gegebenenfalls mit „Zahnpfählen“ oder mit Schwellen zu versehen. Dadurch können die Schleppkraft des Bachlaufes abgemindert und ein Abschwemmen von Feinsedimenten weitgehend verhindert werden.
- Das Grundstück ist mindestens mit Tafeln mit der Aufschrift „Achtung Gefahr“ oder „Zutritt zum Grundstück verboten“ zu beschildern. Gegebenenfalls ist die Stauhaltung provisorisch einzuzäunen.
- Die Stauhaltung ist laufend zu überwachen (insbesondere bei starken Regenfällen).
- Weitere Sicherheitsmassnahmen bleiben vorbehalten. Sollte das Vorhaben aus irgendwelchen Gründen zu Übelständen Anlass geben oder das öffentliche Interesse es erfordern, ist die zuständige kantonale Fachstelle berechtigt, die notwendigen Massnahmen zur Wiederherstellung des ordentlichen Zustandes auf Kosten des Bewilligungsinhabers zu verlangen.

Für Stauhaltungen im Nebenschluss zum Gewässer ist zu beachten:

- Analoges Vorgehen wie bei Stauhaltungen im Hauptschluss zum Gewässer mit Ausnahme „Errichten eines künstlichen Damms und Errichten von Sicherheitsmassnahmen im neu gebildeten Bachbett der Stauhaltung“. Anstatt einen künstlichen Damm zu erstellen, ist die Wasserzufuhr in die Stauhaltung mit geeigneten Massnahmen zu unterbinden.
- Die erforderliche Restwassermenge im untenliegenden Bachlauf der Stauhaltung kommt erst wieder beim Wiederaufstau der Stauhaltung zum Tragen.

1.4 Massnahmen zum Schutz der Natur und der Fischerei

Naturschutz

Besonders wertvoll aus der Sicht des Naturschutzes sind Stauhaltungen mit folgenden Merkmalen (einzeln oder in Kombination):

- maximale Wassertiefe < 2 m
- Speisung durch Regen- oder Grundwasser, kein Sedimenteintrag
- offene, flache, besonnte Ufer oder Uferpartien
- lokale Bestockung der Ufer
- naturnahe oder extensiv genutzte Umgebung (z.B. Riedwiese, Wald, ...)

Ufer- und Flachwasserbereiche sind die Zonen der grössten biologischen Aktivität und der höchsten Artenvielfalt.

Einträge von anorganischen Sedimenten führen zu einer allmählichen Verlandung der Stauhaltungen. Die Funktion als vielfältige, artenreiche Lebensräume wird durch diese Einträge jedoch in der Regel nicht massiv belastet. Problematischer ist es, wenn organische Sedimente anaerob verrotten.

Es gibt verschiedene Gründe, die eine Sedimententnahme erfordern können. Manchmal wird man auch aus Naturschutz- oder fischereilichen Gründen eingreifen und ein verlandetes Gewässer wieder "entschlammten" wollen. Dies macht Sinn, wenn die Artenvielfalt der Stauhaltung gefährdet ist oder schon abgenommen hat, beziehungsweise wenn sich die Lebensbedingungen für die vorhandenen Fischarten verschlechtert haben.

Eine Sedimententnahme ist immer ein massiver Eingriff in ein empfindliches Ökosystem, so vorsichtig sie auch durchgeführt wird. Die nachfolgend aufgeführten Aspekte sind entscheidend für die Minimierung der Schäden:

- Häufigkeit der Sedimententnahmen
- Zeitpunkt im Jahr
- Sedimententnahme-Strategie und -Verfahren

Die Sedimentdepots in Stauhaltungen müssen in der Regel alle 20 bis 30 Jahre entfernt werden. Dies ist aus menschlicher Optik ein seltenes Ereignis. Die Lebensgemeinschaften in Stauhaltungen entwickeln sich jedoch über Jahrzehnte. Durch ungeeignete Sedimententnahme kann eine Stauhaltung in das Anfangsstadium ihrer Entwicklung zurückgeworfen werden.

Als bester Zeitraum für Eingriffe ins Ökosystem einer Stauhaltung wird der Monat September erachtet. Je nach Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft können die Arbeiten auch auf weitere Monate ausgedehnt werden (Arbeitsbeginn September, Abschluss Februar).

Grundsätzlich gilt: Flache, mit Röhricht und Uferpflanzen bewachsene Uferbereiche sollen geschont, die zentralen Bereiche (i.d.R. $> 80\%$ der Weiherfläche) können "entschlammte" werden.

Stauhaltungen mit Beständen seltener Wasserpflanzen dürfen keinesfalls trocken ausgebaggert werden. Auch eine Absaugaktion müsste etappiert durchgeführt oder zumindest auf die Erhaltung der seltenen Arten ausgerichtet werden.

Die nachfolgend aufgeführten Massnahmen können zur schnelleren Regeneration von Flora und Fauna beitragen:

- Etappieren: Insbesondere bei Stauhaltungen mit überkommunalem Naturschutzstatus soll etappiert "entschlammte" werden (ein Teil – z.B. die Hälfte – der Stauhaltung wird erst 2-5 Jahre später bearbeitet).
- gezieltes Schonen/Erhalten von Pflanzen-Restbeständen: Vor Beginn der Arbeiten werden Bereiche bezeichnet, die durch die Sanierung nicht tangiert werden dürfen.
- Sichern und wieder Einbringen von Pflanzen: Wenn die Stauhaltung eine Zeit lang trocken gelegt werden muss, ist es sinnvoll, einen Teil der bisherigen Arten zu sichern und nach Abschluss der Arbeiten wieder einzusetzen.

Fischerei

Vor dem vollständigen Entleeren der Stauhaltung ist diese zusammen mit dem Fischereiaufseher abzuführen. Die erforderlichen Hilfskräfte, Materialien und Fahrzeuge sind ihm unentgeltlich zur Verfügung zu stellen. Die Kosten für die Abfischung gehen vollumfänglich zu Lasten des Auftraggebers.

2 Entnahme der Sedimente aus Stauhaltungen

Grundsätze

Die Entnahme der Sedimente aus Stauhaltungen ist in der Regel aufwändig und teuer; sie ist jedoch in den nachfolgend aufgeführten Fällen notwendig:

Eine Entfernung der angesammelten Sedimente ist unabdingbar, wenn

- die Stabilität des Dammes gefährdet ist und ein erhebliches Gefahrenpotenzial für das unterliegende Umfeld besteht;
- die Funktionsfähigkeit von Wasserkraftanlagen in Frage gestellt ist.

Sedimententnahmen können auch notwendig sein, wenn bestimmte weitere Funktionen oder Nutzungen erhalten bleiben sollen. Einige Beispiele werden nachfolgend genannt:

- Sanierungsmassnahmen an technischen Anlagen (Grundablass, Regelorgane)
- Löschwasser-Reserve (Feuerwehr-Weiher)
- Fischerei
- Erholung

Gängige Verfahren

Im Kanton Zürich wurden die Stauhaltungen bisher nach Möglichkeit entleert und vom Rand her (mittels Bagger oder Dragline) ausgebagert. Gängig ist auch das Entleeren, abtrocknen lassen (3-4 Wochen) und der Einsatz geeigneter Baumaschinen auf der Sohle der Stauhaltung. „Biotope“ und kleinere Stauhaltungen werden zudem häufig mit Hilfe eines Saugwagens entschlammt. Viele Stauhaltungen im Kanton Zürich liegen abgelegen, sind nur über kleine Wege zugänglich und mit grösseren Baumaschinen und Transportfahrzeugen kaum zu erreichen. In Tabelle 1 sind die gängigen Verfahren für die Entnahme der Sedimente aus Stauhaltungen zusammengestellt.

Tabelle 1: Verfahren zur Entnahme der Sedimente aus Stauhaltungen: Übersicht

		Bemerkungen
- ohne Entleerung	<ul style="list-style-type: none"> • Abpumpen flüssig • Saugbaggern (Fräsen+Absaugen) • Nassbaggern - Dragline - Bagger 	z.B. Verf. Diethelm AG, Samstagen – nur für kleine Stauhaltungen geeignet – für grössere Stauhaltungen: Einsatz der Baumaschinen von einem Floss aus
- mit Absenkung	Verfahren analog oben	bei tiefen Stauhaltungen
- mit Entleerung	<ul style="list-style-type: none"> • Spülung • Arbeiten vom Ufer aus - Saugwagen - Dragline - Bagger • Arbeiten auf der Sohle der Stauhaltung. - Moorraupen, evtl. Pneulader 	Nur in Ausnahmefällen zulässig Nur für kleine Stauhaltungen geeignet für Stauhaltungen beliebiger Grösse; die Sohle wird in der Regel planiert

Verfahren, bei denen viel Infrastrukturmaterial vor Ort verbracht werden muss (z.B. Saugbagger mit zwei Flossen, Einrichtungen für die Sedimententwässerung) können nur bei grösseren Stauhaltungen oder bei solchen mit stark belasteten Sedimenten mit vernünftigen Kosten/Nutzen-Verhältnis eingesetzt werden.

Aus der Sicht des Naturschutzes werden die Verfahren ohne Absenkung/Entleerung favorisiert. Die Trockenbaggerung wird nur bei artenarmen, mehrheitlich unbewachsenen, tiefen Stauhaltungen als zulässig erachtet, da sie einige Monate trocken liegen müssen. Die Sanierung kann bei solchen Stauhaltungen im Zeitbereich September bis Februar (mit Beginn im September) vorgenommen werden. Krebse und Muscheln sind soweit möglich einzusammeln. Falls Amphibien vorkommen, muss die Stauhaltung zur Laichzeit (ab Mitte Februar) wieder gefüllt sein.

3 Aufarbeitung der Sedimente

Sedimente aus Stauhaltungen zeigen in situ, resp. frisch ausgebaggert, einen sehr hohen Wassergehalt (75-80%, bei Saugbaggerung ca. 95%). Eine Entsorgung in flüssiger Form ist heute nur noch in Ausnahmefällen möglich. In der Regel wird zumindest eine gute "Abtrocknung" oder die Aufarbeitung zu stichfester Form verlangt. Beispiele:

- landwirtschaftliche Verwertung, Ausbringen (abgetrockneter Sedim.) mit dem Mistzetter: $\geq 30\%$ TS
- Ablagerung auf einer Inertstoffdeponie (stichfestes Material): 40-60% TS
- landwirtschaftliche Verwertung von Sedimenten mit initialer Bodenstruktur: 60-80% TS

Die Abtrennung von Wasser ist für die Sedimentbehandlung in den meisten Fällen unabdingbar; sie ermöglicht, den Transportaufwand geringer zu halten und Entsorgungsgebühren einzusparen. Es sind verschiedene Fälle bekannt, in denen mit unsorgfältig geplanten Entwässerungsprozessen die gewünschte "Abtrocknung" über lange Zeiträume (Jahre) nicht erreicht werden konnte.

Für die landwirtschaftliche Verwertung wird die statische Entwässerung favorisiert. Diese umfasst in der Regel folgende Arbeitsschritte:

- 1 Entleeren der Stauhaltung
- 2 erste Abtrocknung des Sedimentdepots in der Stauhaltung (während Wochen bis Monaten)
- 3 Entnahme des Sediments aus der Stauhaltung
- 4 Transport zum Abtropf-/Trockenplatz
- 5 Erstellen und bepflanzen der Mieten
- 6 Zwischenlagerung und extensive Bewirtschaftung während 2-3 Jahren
- 7 Verwertung im Nahbereich der Stauhaltung

An den Abtropf-/Trockenplatz sind folgende Anforderungen zu stellen:

- ebenes Gelände mit leichtem Gefälle
- 4-10fache Fläche der Stauhaltung
- eine Vorbereitung des Platzes (abhumusieren, einbringen einer befahrbaren Entwässerungsschicht [z.B. Kiesbett, mit Vlieszwischenlage]) scheint dagegen nicht notwendig zu sein.

Die Daten zur Optimierung solcher Vorhaben sollen in Pilotprojekten erarbeitet werden, da verschiedene Probleme absehbar sind:

- Ein beachtlicher Teil der Stauhaltungen wurde zur Energieerzeugung erstellt und liegt an Abhängen; ebene Flächen sind im Nahbereich dieser Anlagen nicht zu finden.
- Das Erstellen von Mieten mit Stauhaltungssedimenten dürfte (aufgrund der Konsistenz des Materials) in vielen Fällen nahezu unmöglich sein.
- Vergleichsweise grosse (landwirtschaftlich nutzbare) Flächen werden über Jahre beansprucht.

Falls das Sediment in kurzer Zeit in stichfeste Form gebracht werden muss, ist ein grösserer technischer Aufwand notwendig. In Tabelle 2 wird als Beispiel das Sedimentaufbereitungsverfahren der Diethelm Umwelttechnik AG, Samstagern/ZH, skizziert. Dieses Verfahren kann vor Ort eingesetzt werden.

Tabelle 2: Entwässerung von Sedimenten aus Stauhaltungen vor Ort (Verfahren Diethelm)

Verfahrensschritte	Geräte	Produkte
- Abtrennen grober Bestandteile	Rüttelsieb	- grobe Teile (Metalle, Holz, ...) - Laub
- Trennung nach Korngrösse	Zyklon + Rüttelsieb	- Kies
- Entwässerung	• Sedimentationsbecken + Sedimentationsreaktor (Zugabe v. Polyelektrolyt) • Siebbandpresse	- Wasser für Rückführung in die Stauhaltung - eingedickter Feinschlamm - stichfester Feinschlamm

Bei stark belasteten Sedimenten muss unter Umständen eine Aufarbeitung in einer zentralen Anlage (z.B. Eberhard Recycling AG, Rümlang; ARGE Astra, Volketswil; Mökah AG, Henggart (Aufarbeitung von Schlamm aus Saugwagen)) geprüft werden.

4 Entsorgung der Sedimente aus Stauhaltungen

In Tabelle 3 sind die denkbaren Entsorgungsvarianten aufgelistet. In den nachfolgenden Kurzkapiteln werden die verschiedenen Varianten beschrieben und die Anforderungen konkretisiert.

Tabelle 3: Entsorgungsvarianten

Einsatz zur Landschaftsgestaltung (kommt mehrheitlich zur Anwendung)	<ul style="list-style-type: none"> - Wiederherstellen ursprünglicher Geländeformen - Auflandungen im Nahbereich - Inseln als Refugien für Tiere
Aufbereitung zu Baustoffen	<ul style="list-style-type: none"> - Stabilisierung mit Kalk zur Dammsicherung - Kiesersatz - Rohmaterial für die Zementherstellung - Ev. Herstellung von Kalksandsteinen
Deponierung	<ul style="list-style-type: none"> - Ablagern in Kiesgrube - Ablagern auf Inertstoffdeponie - Ablagern auf Reaktordeponie
Einsatz im Gartenbau	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatzsubstrat
Einsatz in der Landwirtschaft (kommt nur selten zur Anwendung)	<ul style="list-style-type: none"> - Austragen nach mehrjähriger Zwischenlagerung auf Mieten - Verwendung als Kompostersatz

Sedimente aus Stauhaltungen mit minimaler Schadstoffbelastung sollen (analog sauberem Boden- oder Aushubmaterial) möglichst lokal verwertet werden. Im Vordergrund stehen folgende Entsorgungswege: Landschaftsgestaltung im Bereich der Stauanlage, Stabilisierung mit Kalk zur Verwendung als Baumaterial vor Ort, in Einzelfällen Einsatz in der Landwirtschaft sowie Ablagerung in Kiesgruben.

Bei belasteten Sedimenten ist ein höherer Aufwand (und damit verbunden eine grössere Umweltbelastung) bei Aufarbeitung und Entsorgung eher zu rechtfertigen. Im Vordergrund stehen hier Ablagerungen auf Inertstoff- oder Reaktordeponien.

Zu den Entsorgungsvarianten Landwirtschaft, Gartenbau und Landschaftsgestaltung ist folgendes anzumerken:

Gemäss §1 lit. d der Bauverfahrensverordnung (BVV) vom 3. Dezember 1997 bedürfen Geländeänderungen, die nicht im Zusammenhang mit anderen bewilligungspflichtigen Bauten und Anlagen stehen, einer baurechtlichen Bewilligung. Diese Bewilligung wird durch das ARV erteilt; die zugehörige Nutzen-/Schaden-Abwägung wird vom Amt für Landschaft und Natur ALN (Abteilung Landwirtschaft und Fachstelle Bodenschutz) vorgenommen.

4.1 Einsatz in der Landschaftsgestaltung

Geländeänderungen sind in der Landwirtschaftszone nur zulässig, wenn sie zonenkonform sind, d.h. zu einer Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung führen (Art. 16 und 22 RPG). Die Auffüllung von Geländemulden mit Sedimenten aus Stauhaltungen dürfte diesbezüglich keine Verbesserung bringen. Im Nahbereich der Anlagen (im eigentlichen Anlageperimeter) sind allenfalls Ausnahmegewilligungen möglich.

Bei Sanierungen von Stauhaltungen wird häufig ein Teil der ausgebaggerten Sedimente zur Landschaftsgestaltung im Umfeld der Stauhaltung genutzt. Innerhalb des Anlageperimeters ist dies i.d.R. ohne Zustimmung der Fachstelle Bodenschutz FaBo möglich. Es dürfen keine schutzwürdigen Flächen (z.B. Riedvegetation) überschüttet werden. Bei grossen Stauhaltungen können die grobkörnigen Sedimente auch zum Bau von Inseln (Refugien für Tiere) verwendet werden. Eine hydraulische Stabilisierung der Sedimente ist allenfalls notwendig (vgl. Stabilisierung mit Kalk).

Sedimente aus Stauhaltungen sind (gemäss Hinweis der Fachstelle Naturschutz) für die Abdichtung von „Biotopen“ wenig geeignet.

Für den Bau von Sport- und Golfplätzen werden sehr grosse Mengen künstliche Substrate benötigt. Es ist abzuklären, inwieweit Sedimente aus Stauhaltungen eingesetzt werden können.

4.2 Aufarbeitung zu Baustoffen

4.2.1 Kiesersatz

Stauhaltungen im Hauptschluss können beachtliche Mengen grobkörniger Sedimente enthalten (insbesondere im Einlaufbereich). Das grobkörnige Material (Sande 0.063-2 mm, Kiese 2-20 mm) zeigt in der Regel eine sehr geringe Schadstoffbelastung. Wenn es gelingt, die Feianteile effizient abzutrennen, kann solches Material als Baumaterial abgegeben werden und unbeschränkt Verwendung finden.

Häufig wird der Sand- und Kies-Anteil für Bauvorhaben im Bereich der Stauhaltung genutzt. In diesem Fall ist die Abtrennung der Feianteile von sekundärer Bedeutung.

4.2.2 Stabilisierung mit Kalk

Die feinkörnigen Sedimente sind als Baumaterialien wenig geeignet. Mit gebranntem Kalk stabilisierte Sedimente zeigen bautechnisch deutlich verbesserte Eigenschaften (sehr gute Werte im Scherversuch). Solcherart aufgearbeitete Sedimente können beispielsweise zur Abdichtung und Verstärkung ungenügend dimensionierter Erddämme verwendet werden. Die Materialtransporte können verringert (Wegtransport der Sedimente, Zufuhr von geeignetem Material zur Verstärkung des Dammes) und die Entsorgungsgebühren eingespart werden.

4.2.3 Einsatz als Rohmaterial für die Zementherstellung

Die Verwertung stark belasteter Sedimente aus Stauhaltungen, welche z.B. aufgrund zu hoher Gehalte an organischen Schadstoffen nicht deponiert werden können, in Zementwerken ist denkbar. Es gelten die nachfolgend aufgeführten Rahmenbedingungen:

Tabelle 4: Rahmenbedingungen für die Verwertung von Sedimenten in Zementwerken

Parameter	BUWAL		HCB Siggenthal Station
	Richtwert Rohmehl-Ersatzstoffe	Ausnahmeregelung für organisch belastetes Erdreich, ... ⁶	ergänzende Anforderungen
Blei [mg/kg TS]	50	500	
Cadmium [mg/kg TS]	0.8	5	
Kupfer [mg/kg TS]	100	500	
Zink [mg/kg TS]	400	1'500	
PCB [mg/kg TS]		50	1
KW+PAK [mg/kg TS]			2'000 (10'000)

Das Material muss zudem rieselfähig sein, frei von Metallteilen und Fremdmaterial (Kunststoff, ...). Der Korndurchmesser soll <100 mm betragen. [HCB 1999]

Die Anforderungen an die Materialqualität werden von Sedimenten aus Stauhaltungen in der Regel eingehalten. Problematisch ist jedoch die Forderung nach rieselfähigem Material.

Einzelne Recyclingbetriebe (z.B. Eberhard-Recycling AG, Kloten) besitzen Abnahmeverträge mit der Zementindustrie. Sie sind in der Lage, die geforderte Materialqualität zu gewährleisten. Der Annahmepreis beträgt ca. 175.— Fr./t (bei Direktanlieferung ans Zementwerk liegt der Annahmepreis bei ca. 140 Fr./t). Aufgrund dieser hohen Preise dürfte dieser Entsorgungsweg ausschliesslich für problematische Sedimente (bspw. für Sedimente von Anlagen, welche hauptsächlich durch Strassenabwasser gespeist werden) in Frage kommen.

⁶ : Ausnahmeregelung für mit organischen Schadstoffen belastetes Erdreich und für Rückstände aus Bodenwaschanlagen. Die Richtwerte für Rohmehl-Ersatz dürfen höchstens bei 3 Parametern überschritten sein. Lieferung nur an Zementwerke mit für diesen Zweck geeigneter Rauchgasreinigung [BUWAL, U-Mat. 70, Positivliste für Rohmehl-Ersatzstoffe]

4.3 Ablagerung in Kiesgruben

Material, welches zur Auffüllung von Kiesgruben verwendet werden soll, muss den Anforderungen der Aushubrichtlinie an unverschmutzten Aushub genügen. Bezüglich der Schwermetalle ist dies bei Stauhaltungen mit zivilisatorisch wenig genutzten Einzugsgebieten in der Regel der Fall. Bezüglich der organischen Schadstoffe (PAK, KW, PCB) liegen derzeit noch keine Messdaten vor. Eine übermässige Belastung wird jedoch nicht erwartet.

Kritisch sind hingegen der (im Vergleich zu Aushubmaterial) deutlich erhöhte organische Anteil und der hohe Wassergehalt. Für eine Ablagerung in Kiesgruben müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Die gröberen organischen Bestandteile (Blätter, Äste, ...) sind zu entfernen,
- der verbleibende organische Anteil muss natürlichen Ursprungs und weitgehend mineralisiert sein,
- das Material muss stichfest sein.

Diese Bedingungen können nur eingehalten werden, wenn das Material weitergehend aufgearbeitet wird oder über längere Zeit (Jahre) und unter geeigneten Bedingungen in einem Zwischenlager entwässert werden kann.

Sedimente mit hohem organischem Anteil können zur Rekultivierung (Abdeckung, Ersatz für Oberbodenmaterial) von Kiesgruben eingesetzt werden.

4.4 Ablagerung auf Deponien

Entsorgung auf Inertstoffdeponien

Material, welches auf Inertstoffdeponien abgelagert werden soll, muss den Anforderungen der TVA an Inertstoffe⁷ genügen. Die Sedimente aus Stauhaltungen genügen diesen Anforderungen bezüglich Schadstoffgehalten deutlich. Der organische Anteil kann hingegen die von der TVA gesetzte Obergrenze von 5% übersteigen (häufig werden Gehalte von 2-10% org. C gefunden). Ein erhöhter organischer Anteil wird auf Inertstoffdeponien toleriert, wenn er – wie im vorliegenden Fall – aus natürlichem Material besteht.

Auch Inertstoffe müssen zur Ablagerung aus betriebstechnischen Gründen stichfest sein. Stauhaltungssedimente bedürfen deshalb im Normalfall einer wesentlichen Entwässerung. Wenn eine Vermischung mit grossen Mengen Aushub und/oder Bauschutt möglich ist, können allenfalls auch Sedimente eingebaut werden, die etwas weniger gut entwässert sind. Beim Einbau grosser Mengen schlecht entwässerter Sedimente können dagegen Stabilitätsprobleme entstehen (die Sedimente entwässern in der Regel nur sehr langsam; sie bleiben – bei Ablagerung in grösseren Linsen – über lange Zeiträume „lebendig“). Bei ungeeigneter Einlagerung auf Deponien, die „am Hang“ angelegt sind, können Rutschungen verursacht werden.

4.5 Einsatz im Gartenbau

Für den Einsatz von Sedimenten aus Stauhaltungen im Gartenbau gelten die selben Bedingungen wie für den Einsatz in der Landwirtschaft. Die Herstellung und der Einsatz künstlicher Substrate (Mischungen unbelasteter Sedimente mit Komposten, Sanden, usw.) ist denkbar.

4.6 Einsatz in der Landwirtschaft

Die Verwertung von Sedimenten aus Stauhaltungen in der Landwirtschaftszone gilt als Geländeänderung. Gemäss BVV sind Geländeänderungen ausserhalb der Bauzonen bewilligungspflichtig. Eine Bewilligung kann nur erteilt werden, wenn das Vorhaben zonenkonform ist (vgl. Art. 16a RPG sowie Art. 34 Abs. 4 RPV). Es muss eine Erweiterung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung resultieren. Falls die Beseitigung der Sedimente im Vordergrund steht, ist das Vorhaben in der Landwirtschaftszone nicht mehr zonenkonform und würde eine Ausnahmegewilligung gemäss Art. 24 RPG erfordern. Diese kann nur erteilt werden, wenn die Anwendung standortgebunden ist.

⁷ : inkl. zusätzliche Anforderungen des BUWAL vom Juli 2000 betreffend organische Schadstoffe

Für Vorhaben, welche eine Verwertung von Materialien – hier Sedimenten aus Stauhaltungen - in der Landwirtschaftszone vorsehen, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- a) Das Vorhaben muss im Vergleich zum Ausgangszustand eine Erweiterung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung bewirken. Die landwirtschaftliche Nutzungseignung wird mit landwirtschaftlichen Nutzungseignungsklassen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz, bezeichnet. Die Nutzungseignung wird aus Bodeneigenschaften, dem Relief und dem Klima abgeleitet. Eine wertgebende Wirkung wird z.B. durch eine relevante Erhöhung der pflanzennutzbaren Gründigkeit erzielt.
- b) Die Anforderungen des Bodenschutzes

Weiterhin ist zu beachten, dass Ablagerungen von Materialien ausserhalb der Bauzonen baurechtlich bewilligungspflichtig sind. Im Baugesuch ist plausibel nachvollziehbar nachzuweisen, dass die Bedingungen aus Buchstabe a) und b) erfüllt sind. Für die Ausarbeitung der Gesuchsunterlagen wird der Beizug einer bodenkundlichen Fachperson empfohlen.

Oberster Grundsatz für den Bodenschutz ist die langfristige Erhaltung der standorttypischen Bodenfruchtbarkeit.

Ablagerungen von Sedimenten aus Stauhaltungen auf Böden stehen im Zielkonflikt mit der Erhaltung der standorttypischen Bodenfruchtbarkeit. Sie bewirken Veränderungen des natürlichen Bodenaufbaus, der Bodenstruktur und der Mächtigkeit des Bodens. Weiterhin gilt, dass für Ablagerungen von Materialien auf Böden – in diesem Fall Ablagerungen von Sedimenten aus Stauhaltungen – eine wertgebende Wirkung nachgewiesen sein muss, andernfalls nicht von einer Verwertung im engeren Sinne gesprochen werden könnte. Ablagerungen zum primären Zweck der Entledigung sind nicht zulässig.

Die Anforderungen seitens des Bodenschutzes an eine Verwertung von Sedimenten aus Stauhaltungen auf Böden stellen sich aufgrund dieser Rahmenbedingungen wie folgt dar:

- a) Als potentielle Aufbringstandorte kommen Standorte mit anthropogenen Böden in Frage. Dies sind Böden, deren Aufbau bzw. Schichtung durch menschliche Eingriffe entstanden ist oder die hinsichtlich ihrer Eigenschaften massgeblich anthropogen geprägt sind. Dies sind vor allem bestehende, aber unbefriedigende Terrainveränderungen und Rekultivierungen und Bereiche von künstlichen Böschungen oder andere durch Eingriffe gestörte Böden.
- b) Böden, welche in ihrem Aufbau und in ihren Eigenschaften weitgehend natürlich bzw. ungestört sind, kommen nicht in Frage.
- c) Die Verwertung darf die Fruchtbarkeit des vorhandenen Bodens höchstens kurzfristig beeinträchtigen.
- d) Der vorhandene Boden darf chemisch nicht zusätzlich belastet werden.
- e) Verbesserungsgebot: Es ist mindestens eine Bodeneigenschaft zu verbessern.
- f) Verschlechterungsverbot: Es darf - mindestens längerfristig - keine Bodeneigenschaft verschlechtert werden.

Die Buchstaben a) und b) bezeichnen grundsätzlich geeignete Aufbringstandorte. Die Buchstaben c) bis f) definieren qualitative Anforderungen sowohl an die potentiellen Aufbringstandorte als auch an die zu verwertenden Materialien. Eine Verwertungseignung ist vor diesem Hintergrund im Einzelfall fachgutachterlich unter Abwägung von Chancen und Risiken nachzuweisen.

Bei Sedimenten aus Stauhaltungen handelt es sich nicht um Bodenmaterial. Eine Verwertungseignung ist daher nicht von vornherein gegeben. Aufbereitungen mit dem Ziel der Initialisierung von Bodenbildungsprozessen, z.B. durch eine Zwischenlagerung in Mieten, dürften die Verwertungseignung erweitern.

4.7 Kataster-Einträge

Prüfperimeter für Bodenverschiebungen

Bei Austrag von belasteten Sedimenten (Richtwerte VBBo überschritten) auf landwirtschaftlich genutzte Flächen erfolgt ein Eintrag im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen der Fachstelle Bodenschutz.

Kataster der belasteten Standorte

Derzeit ist nicht vorgesehen, Stauhaltungen mit belasteten Sedimenten in den Kataster der belasteten Standorte (KbS) einzutragen. Ebenso soll ein allfälliger Austrag belasteter Sedimente (welche den Anforderungen der Aushubrichtlinie an unverschmutztes Aushubmaterial nicht genügen) keinen Eintrag im KbS zur Folge haben. Stillgelegte Stauhaltungen, deren Sedimente die Richtwerte T der Aushubrichtlinie (BUWAL 1999) nicht einhalten, sollen dagegen in den KbS eingetragen werden.

5 Kosten

Die Kosten der Entnahme und Entsorgung von Sedimenten aus Stauhaltungen können in der Regel nach folgenden Verfahrensschritten differenziert werden:

- Entnahme der Sedimente aus der Stauhaltung
- Aufarbeitung der Sedimente (Korngrössentrennung, Entwässerung der Feinschlämme, Reinigung der Abwässer, ...)
- Transport der Sedimente
- Verwertung oder Ablagerung

Als weitere Kostenfaktoren sind die Ingenieurarbeiten (Planung, Begleitung) und die notwendigen Untersuchungen (Menge und Qualität der Sedimente, Qualität der rückgeführten Wässer) zu berücksichtigen.

Unbelastete Sedimente

Sedimente, welche die "Richtwerte U" der Aushubrichtlinie einhalten, können ggf. in der Landwirtschaft verwertet, für die Landschaftsgestaltung im Umfeld der Stauhaltungen eingesetzt, zu künstlichen Substraten aufgearbeitet oder in Kiesgruben abgelagert werden. Bei den genannten Entsorgungsvarianten ist mit Kosten in der Grössenordnung von 50-70 Fr./m³ Sediment in situ zu rechnen.

Schwach belastete Sedimente

Sedimente, welche die "Richtwerte T" der Aushubrichtlinie einhalten, können als Baustoffe (Kiesersatz, feinkörniges Material stabilisiert mit Kalk) eingesetzt werden. Die Entsorgung kostet hier 70-80 Fr./m³ Sediment in situ.

Stärker belastete Sedimente

Sedimente, welche Inertstoffqualität zeigen oder bezüglich einzelner Parameter gar noch stärker belastet sind, müssen auf einer Inertstoffdeponie oder Reaktordeponie abgelagert werden. Hier ist mit Kosten von 90-130 Fr./m³ Sediment in situ zu rechnen.

6 Hinweise zur Nutzung und Pflege von Stauhaltungen

6.1 Bauliche Massnahmen

Verhinderung von Erosion im Einzugsgebiet der Stauhaltungen

- Eindämmen der Erosion von landwirtschaftlichen Nutzflächen
- Wasserbauliche Massnahmen an den Zuflüssen (bewilligungspflichtig)
 - Eindämmen von Ufererosion bei Gewässern mit Wildbachcharakter
 - Bei erheblichem Geschiebetransport z.B. Einbau von Schwellen, verbunden mit Fischaufstiegshilfe oder kombiniert mit Fischumgehungsgewässer
- Entwässerungstechnische Massnahmen
 - Retention von Starkniederschlägen resp. Hochwasser

Fernhalten partikulärer Stoffe von Stauhaltungen

- Nebenschlussanlagen
 - Einlaufbauwerk so gestalten, dass nur Sauberwasser in den Weiher gelangt und der Zufluss bei Hochwasserereignissen problemlos geschlossen werden kann.
- Hauptschlussanlagen
 - Einrichtung geeigneter Sedimentationsbecken (Kies- und Sandfangbecken)
 - Umbau in Nebenschlussanlagen, falls die Nutzung dies zulässt. Dabei gilt es zu beachten, dass die Nutzung die gewässerschutzrechtlichen Bestimmungen, insbesondere hinsichtlich Restwasser, erfüllt.

6.2 Pflegerische Massnahmen

Die Nutzung eines öffentlichen Gewässers bzw. einer Stauhaltung ist in der entsprechenden wasserrechtlichen Konzession beschrieben. Auch die Unterhalts- und Reinigungspflicht am öffentlichen Gewässer und der Stauhaltung sind in der entsprechenden Konzession festgelegt. Weitere Bedingungen wie „Die konzessionierte Anlage ist stets in gutem Zustand zu erhalten, der Unterhalt der Anlage sowie die des öffentlichen Gewässers im Einflussbereich der Anlage ist Sache des Konzessionsinhabers“ oder „Der Inhaber der Konzession ist für eine einwandfreie Konstruktion der Anlage und Arbeitsausführung verantwortlich“ sind in den Allgemeinen Bedingungen für Wasserrechte (integraler Bestandteil der wasserrechtlichen Konzession) enthalten.

Damit die Stauhaltungen heute und in Zukunft in einem guten Zustand sind, sind die Anlagen laufend zu überwachen und periodisch zu unterhalten. Nur bei laufender Überwachung der Anlage und bei periodischem Unterhalt an einer Anlage lassen sich die Unterhaltskosten in Grenzen halten.

Eine sanierte Stauanlage, die in Zukunft nicht überwacht und im Unterhalt vernachlässigt wird, bedarf im Verlauf der nächsten 20 Jahren wiederum einer umfassenden Sanierung. Diese Sanierungskosten sind dann meist beträchtlich. Um dies zu vermeiden, sind **folgende Massnahmen** des Stauanlagenbetreibers notwendig:

- **Periodische Kontrollen vor Ort** (insbesondere bei heftigen Regenfällen), achten auf besondere Vorkommnisse wie Anspringen der Hochwasserentlastung, Durchsickerungen (Wasseraustritte) am Damm, Rutschungen von Dammpartien, möglicher Dambruch, Funktion der Regelorgane etc.
- **Weitere jährliche Kontrollen / Überwachungen der Stauanlage** bezüglich Bepflanzung, Bewuchs, Schwemmgut, Verformung und Setzung des Dammes, Ein- und Auslaufgerinne und / oder Kanalein- und -ableitung, Geschieberückhaltebecken, Grundablasschieber (Zustand, Zugang, Funktion), Tosbecken (Zustand, Auskolkung), Beeinflussung durch Mensch und Tier etc.
- **Fünfjahresbericht zum Zustand einer Anlage, von der eine besondere Gefahr für Personen und Sachen ausgeht:** Inhalt des Berichts: Beurteilung der Dammstabilität, Hochwassersicherheit, Erdbebensi-

cherheit, Durchsickerungen, Funktion der Regelorgane, Zustand der Anlage, Notfall-Alarmkonzept bezüglich Überschwemmungsgefahr, Hangrutschungen, grössere Wasseraustritte aus Dämmen, Einstau von Tosbecken, erhöhter Überlauf bei Hochwasserentlastung und bei Durchlässen im Bereich von öffentlichen Verkehrsstrecken (Strassen, Wege, Bahnen), Liegenschaften (insbesondere Schulliegenschaften), Wasserversorgungsanlagen und andere Infrastrukturen etc.

- **Periodischer Unterhalt im und am öffentlichen Gewässer und in und an der Stauhaltung im Sinne einer Vorbeugung zur Vermeidung grösserer Schäden** wie regelmässiges Ausbaggern von gefüllten Geschieberückhaltebecken, Instandsetzen von defekten Regelorganen, Instandsetzen von Auskolkungen, Entfernen von Geschwemmsel und Entkrauten im Einlauf- und Auslaufbereich, Säubern von Ein- und Auslaufbauwerken (insbesondere Schieberkammer) sowie Hochwasserentlastung und Tosbecken, Säubern von Drainageleitungen und Grabensystemen, Abholzen von hochstämmigen Bäume (d.h. abschneiden ca. 1 m oberhalb des Wurzelwerkes) auf der luft- und wasserseitigen Dammböschung, gezieltes Zurückschneiden und Auslichten des Gehölz- und Heckenbestandes, Mähen der Streumahd (2x pro Jahr) und des Schilfes (1x pro Jahr), regelmässiges Mähen der Dammoberfläche (Magerwiesen) sowie Entfernen des Schnittgutes, Entbuschen von eingewachsenen Riedflächen, Instandsetzen defekter Zufahrtswege und Umzäunungen, regelmässige Pflege des Grundstücks
- Bei Sanierungen, Neubauten und bei Unterhalt von **Stauhaltungen im Hauptschluss zu Oberflächengewässern** ist besonders darauf zu achten, dass
 - die Anlage ein genügend gross dimensioniertes Überlaufwerk hat (ein Hochwasser muss schadlos in den untenliegenden Bachlauf abgeleitet werden, Abflussprofile sind freizuhalten),
 - die Anlage zusätzlich eine genügend grosse Hochwasserentlastung hat,
 - die Anlage über einen Grundablass verfügt und ihre Regelorgane gut funktionieren,
 - die Anlage bzw. der Damm eine ausreichende Standsicherheit aufweist,
 - die Anlage über ein Vorbecken (Geschieberückhaltebecken oder Kies- und Sandfangbecken) verfügt, um Verlandungen bzw. Verschlammungen der Stauhaltung weitmöglichst zu vermeiden,
 - die Anlagenteile und Wasserangriffsflächen gegen Wellenschlag und Erosionen gut geschützt sind,
 - die Dammböschungen nicht stark bewaldet sind (luftseitige Dammböschungen sind wenn immer möglich mit Magerwiesen zu begrünen),
 - der Bach im Oberlauf der Anlage mit Schwellen verbaut ist (nur dann notwendig, wenn ein grosses Bachgefälle vorhanden und der Geschiebetransport beträchtlich ist),
 - die Anlage periodisch im Verlandungsbereich ausgebaggert wird,
 - die Anlage und ihre Umgebung für Erholungssuchende sowie für Tiere und Pflanzen attraktiv gestaltet und optimal bewirtschaftet wird, etc.
- Bei Sanierungen, Neubauten und bei Unterhalt von **Stauhaltungen im Nebenschluss zu Oberflächengewässern** ist besonders darauf zu achten, dass
 - die Anlage bei Hochwassersituation mittels Regelorganen wenn immer möglich abgeschottet wird, um Geschiebeeintrag bzw. Verschlammung der Anlage möglichst zu vermeiden,
 - die Anlage bzw. der Damm eine ausreichende Standsicherheit aufweist,
 - die Anlagenteile und Wasserangriffsflächen gegen Wellenschlag und Erosionen gut geschützt sind,
 - die Dammböschungen nicht mit Bäumen bewachsen sind (luftseitige Dammböschungen sind wenn immer möglich mit Magerwiesen zu begrünen),
 - die Anlage periodisch im Verlandungsbereich ausgebaggert wird,
 - die Anlage und ihre Umgebung für Erholungssuchende sowie für Tiere und Pflanzen attraktiv gestaltet und optimal bewirtschaftet wird, etc.

Da die meisten Stauanlagen unter Naturschutz von kommunaler oder regionaler Bedeutung stehen, sind insbesondere die allgemeinen Hinweise zur optimalen Nutzung und Pflege von Stauhaltungen zu beachten. Die entsprechenden Hinweise in genannter Angelegenheit sind u.a. auch in der jeweiligen Schutzverordnung enthalten. Weitere Hinweise sind zudem im Tätigkeitsbericht vom Oktober 2000, Legislaturperiode 1995 bis 1999, der kantonalen Fachstelle Naturschutz enthalten.

Bewaldete Dammböschungen sind im Einvernehmen mit der Abteilung Wald des Amtes für die Landschaft und Natur gelegentlich auszulichten bzw. zu durchforsten. Durch das Auslichten bzw. Durchforsten des Baum- und Waldbestandes sowie Entbuschen von Hecken, Sträuchern etc. im Bereich von luft- und wasserseitigen Dammböschungen wird mehr Licht in die Flora und Fauna gebracht. Die Artenvielfalt von lichtbedürftigen Kleinpflanzen wird dadurch verbessert. Unter dem Motto „Bedrohte Lebensräume sichern, bestehende Lebensräume aufwerten, bedrohte Arten fördern“ könnten unser Lebensraum und die Lebensqualität für Menschen, Tiere und Pflanzen wesentlich verbessert werden.

7 Formelle Verfahren bei Sanierungsprojekten

Für das Entleeren einer Stauhaltung zur Sedimententnahme bedarf es gemäss Art. 40 Ziff. 2 GSchG und Art. 42 GSchV einer Bewilligung der kantonalen Behörde. Bauliche Veränderungen an einer konzessionierten Anlage sind gemäss § 36 WWG und/oder gemäss Allgemeinen Bedingungen für Wasserrechte (integraler Bestandteil der wasserrechtlichen Konzession) ebenfalls bewilligungspflichtig. Je nach Tatbestand (abhängig vom geplanten Vorhaben) kommen folgende Bewilligungsverfahren zur Anwendung:

Fall 1: Verfahren gemäss Bauverfahrensverordnung BVV (Baurechtliche Bewilligung für Gelände- veränderungen, Ausnahmebewilligung nach Art. 24 RPG)

Für die Verwertung von Sedimenten ausserhalb der Bauzonen, verbunden mit einer Geländeänderung im Umfang von $\geq 500 \text{ m}^2$ Fläche oder $\geq 1 \text{ m}$ Höhe, gelangen das baurechtliche sowie das umweltrechtliche Verfahren zur Anwendung. Beide Verfahren müssen auch dann durchlaufen werden, wenn der ursprüngliche Zustand einer konzessionierten Wassernutzungsanlage nicht verändert wird.

Die Gesuchsunterlagen mit Planbeilagen sind über die Standortgemeinde an die kantonale Leitstelle für Baubewilligungen einzureichen (Leitverfahren gemäss BVV).

Fall 2: Verfahren gemäss Wasserwirtschaftsgesetz WWG (Absenken, Entleeren und Wiederaufstauen von Stauhaltungen mit Konzessionsanpassung)

Wird bei einer geplanten Sanierung bzw. Wiederinstandsetzung der Anlage oder bei einer Sedimententnahme der ursprüngliche Zustand einer Anlage verändert, so ist das wasserrechtliche Konzessionsverfahren (Leitverfahren) anzuwenden. Die Gesuchsunterlagen mit Planbeilagen sind direkt dem AWEL, Abteilung Wasserwirtschaft, einzureichen.

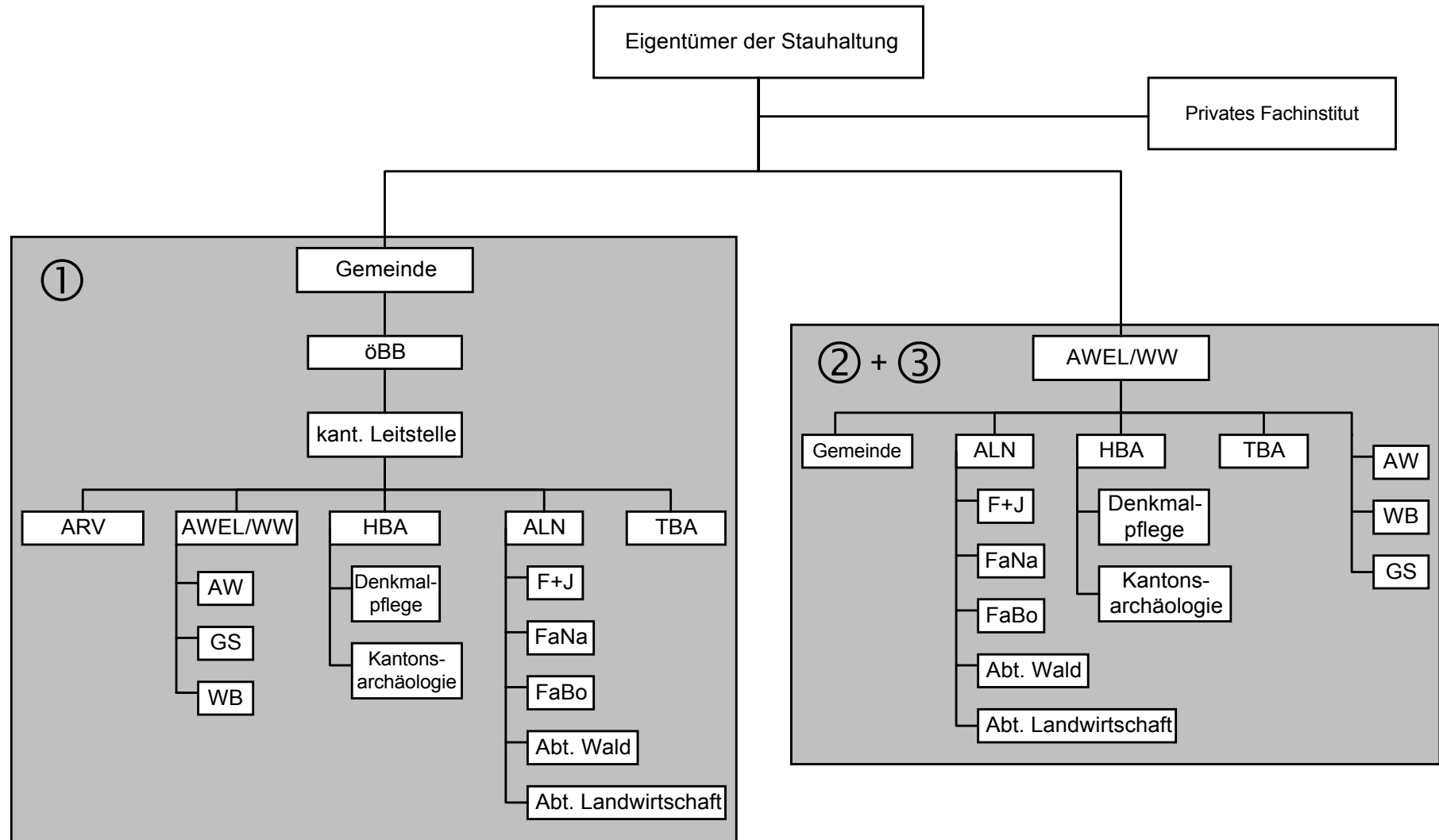
Das Verfahren wird nach dem Wasserwirtschaftsgesetz abgewickelt. Die entsprechenden Teilanträge der betroffenen kantonalen Fachstellen sowie der kommunalen Baubehörde (ggf. baurechtlicher Entscheid gemäss § 309 PBG) bilden dann integrale Bestandteile der wasserrechtlichen Konzession.

Fall 3: Verfahren gemäss Gewässerschutzgesetz GSchG (Absenken, Entleeren und wieder Aufstauen von Stauhaltungen ohne Konzessionsanpassung)

Wird bei einer geplanten Sanierung bzw. Wiederinstandsetzung der Anlage oder bei einer Sedimententnahme der ursprüngliche Zustand einer Anlage nicht verändert und führt die Verwertung der Sedimente ausserhalb von Bauzonen nicht zu einer wesentlichen Geländeänderung von $\leq 500 \text{ m}^2$ Fläche oder $\leq 1 \text{ m}$ Höhe, wird das gewässerschutzrechtliche Bewilligungsverfahren (Leitverfahren) angewendet.

Die Gesuchsunterlagen mit Planbeilagen sind direkt dem AWEL, Abteilung Wasserwirtschaft, einzureichen. Anschliessend wird das Vernehmlassungsverfahren durchgeführt. Die entsprechenden Teilanträge der betroffenen kantonalen Fachstellen bilden integrale Bestandteile der gewässerschutzrechtlichen Bewilligung.

Behandlung von Sanierungsprojekten:



Legende:

- ① Verfahren gemäss BVV (Baurechtliche Bewilligung für Geländeänderungen)
- ② Verfahren gemäss WWG (Absenken, Entleeren und Wiederaufstauen von Stauhaltungen mit Konzessionsanpassung)
- ③ Verfahren gemäss GSchG, GSchV (Absenken, Entleeren und Wiederaufstauen von Stauhaltungen ohne Konzessionsanpassung, ggf. Zustimmung in wasserrechtlicher Hinsicht)

ALN	Amt für Landschaft und Natur
ARV	Amt für Raumordnung und Vermessung
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
HBA	Hochbauamt des Kantons Zürich
TBA	Tiefbauamt des Kantons Zürich
AW	Abteilung Abfallwirtschaft und Betriebe
GS	Abteilung Gewässerschutz
WB	Abteilung Wasserbau
WW	Abteilung Wasserwirtschaft
F+J	Fischerei- und Jagdverwaltung
FaBo	Fachstelle Bodenschutz
FaNa	Fachstelle Naturschutz
öBB	örtliche Baubehörde

8 Anhang

8.1 Grenz-, Richt- und Beurteilungswerte für die Beurteilung von Sedimenten aus Stauhaltungen (Gesamtgehalte), Tab. 5

Erlasse	Parameter	VBBo	Wegleitung Bodenaushub (Dezember 2001)		StoV	Aushubrichtlinie		TVA
			Richtwerte	Richtwert		Prüfwert	Kompost Grenzwert	
	Org. C	[% bez. TS]						5
	AOX	[mg/kg TS]						
	Arsen	[mg/kg TS]				15	40	
	Blei	[mg/kg TS]	50	50	200	120	50	500
	Cadmium	[mg/kg TS]	0.8	0.8	2	1	5	10
	Chrom	[mg/kg TS]	50	50	200	100	50	500
	Chrom VI	[mg/kg TS]					0.05	0.05
	Kobalt	[mg/kg TS]						
	Kupfer	[mg/kg TS]	40	40	150	100	40	500
	Molybdän	[mg/kg TS]	5				250	
	Nickel	[mg/kg TS]	50	50	100	30	50	500
	Quecksilber	[mg/kg TS]	0.5	0.5	1	1	0.5	2
	Zink	[mg/kg TS]	150	150	300	400	150	1000
	Aliphatische KW C5-C10	[mg/kg TS]		1	5		1	5
	Aliphatische KW >C10 (ges. KW)	[mg/kg TS]		50	250		50	500
	Benzol	[mg/kg TS]		0.1	0.5		0.1	0.5
	Monocycl. Aromat. KW (BTEX) ¹¹	[mg/kg TS]		1	5		1	5
	PAK ¹²	[mg/kg TS]	1	1	10		1	15
	Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0.2	0.2	1		0.1	1
	Methyl-tert-Butylether (MTBE)	[mg/kg TS]					0.1	0.1
	Leichtflüchtige CKW (LCKW) ¹³	[mg/kg TS]		0.1	0.2		0.1	0.2
	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	[mg/kg TS]		0.1 ¹⁴	0.1 ⁵		0.1 ¹⁵	0.1 ⁶
	Dioxine und Furane (PCDD/F)	[ng I-TEQ/kg TS]	5	5	20			

⁸ Richtwert für unverschmutztes Aushubmaterial der Aushubrichtlinie (BUWAL 1999) muss eingehalten werden

⁹ Richtwert für tolerierbares Aushubmaterial der Aushubrichtlinie (BUWAL 1999) muss eingehalten werden

¹⁰ ergänzt durch die zusätzlichen Anforderungen des BUWAL vom Juli 2000

¹¹ : Benzol, Toluol, Ethylbenzol, o-, m- und p-Xylol

¹² : Summe der 16 PAH gemäss US-EPA

¹³ : Summe der 7 LCKW: Methylenchlorid, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, cis-1,2-Dichlorethylen, 1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethylen, Perchlorethylen

¹⁴ : Summe der 7 PCB-Kongenere Nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 und 180

¹⁵ : Summe der 6 PCB-Kongenere Nr. 28, 52, 101, 138, 153 und 180 multipliziert mit Faktor 4.3

8.2 Abkürzungsverzeichnis

Stoffe

C	Kohlenstoff
KW	Kohlenwasserstoffe
org. C	organischer Kohlenstoff
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	polychlorierte Biphenyle

Erlasse

AltIV	Altlastenverordnung vom 26.8.1998
BVV	Bauverfahrensverordnung (ZH) vom 3.12.1997
GSchG	Gewässerschutzgesetz vom 24.1.1991
GSchV	Gewässerschutzverordnung vom 28.10.1998
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1.7.1966
PBG	Planungs- und Baugesetz (ZH) vom 7.9.1975
RPG	Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz) vom 22. 6.1979
RPV	Raumplanungsverordnung vom 28.6.2000
StAV	Stauanlagenverordnung vom 7.12.1998
StoV	Stoffverordnung vom 9.6.1986
TVA	Technische Verordnung über Abfälle vom 10.12.1990
USG	Umweltschutzgesetz vom 7.10.1983
VBBö	Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1.7.1998
WWG	Wasserwirtschaftsgesetz (ZH) vom 2.6.1991

Fachstellen und Firmen

ALN	Amt für Landschaft und Natur (Kt. ZH)
ARV	Amt für Raumordnung und Vermessung (Kt. ZH)
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (Kt. ZH)
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
FaBo	Fachstelle Bodenschutz (Kt. ZH)
FaNa	Fachstelle Naturschutz
F+J	Fischerei- und Jagdverwaltung
HCB	„Holderbank“ Cement und Beton (heute Holcim Group)

weitere Begriffe

AHR	Aushubrichtlinie, BUWAL, Bern, Juni 1999
KbS	Kataster der belasteten Standorte (gem. AltIV)

8.3 Glossar

Allochthone Sedimente	Von aussen (z.B. durch den Zulauf) eingetragene Sedimente
Autochthone Sedimente	Sedimente, die durch Prozesse im Gewässer selbst entstehen
Behandlung	Als Behandlung gilt jede physikalische, chemische oder biologische Veränderung der Abfälle (Art. 7 Abs. 4bis USG)
Entsorgung	Die Entsorgung der Abfälle umfasst ihre Verwertung oder Ablagerung sowie die Vorstufen Sammlung, Beförderung, Zwischenlagerung und Behandlung (Art. 7 Abs. 6bis USG).
Röhricht	Am Uferstrand, mehrheitlich im Wasser, stehende Pflanzen (z.B. Schilf, Seebinsen, Rohrkolben)
Schluff	Kornfraktion 0.002-0.063 mm (DIN 4220). Schluff ist der in der Bodenkunde geläufige Begriff. In der Geologie wird die Fraktion 0.002-0.050 mm mit Silt bezeichnet.
Schwimmblattpflanzen	Die Blätter dieser Pflanzen schwimmen auf der Wasseroberfläche (z.B. See- und Teichrosen, Laichkräuter, Wasserknöterich)
Stauanlage	Einrichtung zum Aufstauen oder zur Speicherung von Wasser bzw. Schlamm. Als Stauanlagen gelten auch Bauwerke für die Rückhaltung von Geschiebe, Eis und Schnee, sofern sie Wasser aufstauen können (sog. Rückhaltebecken).
Stauanlage im Hauptschluss	Das Gewässer durchfließt die Anlage (Probleme: Hochwassersicherheit und Verlandung)
Stauanlage im Nebenschluss	Die Speisung der Anlage erfolgt über einen Zulaufkanal durch Seitenentnahme aus dem Gewässer (Probleme: Restwasser und z.T. Verlandung)
Stauhaltung	Stauraum zur Wasserspeicherung (Stausee), abgegrenzt durch eine Stauwand, einen Staudamm oder eine gleichwertige Einrichtung
Submerse Wasserpflanzen	Untergetauchte Pflanzen (z.B. Laichkräuter)
Sukzession	Natürlicher Prozess der Entwicklung und Veränderung einer Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren
Uferpflanzen	Uferpflanzen bilden den Vegetationsgürtel im Übergangsbereich Wasser-Land (z.B. gelbe Schwertlilie, Binsen, Seggen, Rohrglanzgras)
Verwertung	vgl. Entsorgung
Weiber	Da der Begriff Weiber in der Limnologie stehende Kleingewässer ohne Zu- und Abfluss bezeichnet, wird er in diesem Bericht für Stauhaltungen nicht verwendet (auch wenn diese in der Regel als Weiber (z.B. Klosterweiber, Eiliweiber, usw. benannt sind).