

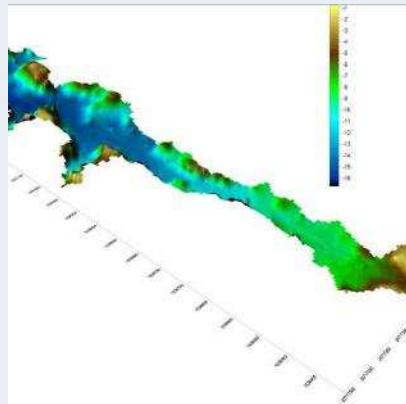
Feststoffmanagement und Sedimentdurchgängigkeit

Fachtagung Lebendige Gewässer – Sohle, Ufer, Aue
Natur- und Umweltschutzakademie NRW
29.09.2016

Dr.-Ing. Michael Detering

Solve sedimentation issues in a sustainable and very cost-effective way

our fields of work:



**Consulting
& Survey**



**Sediment Solutions
of any Scale**



**Research &
Development**

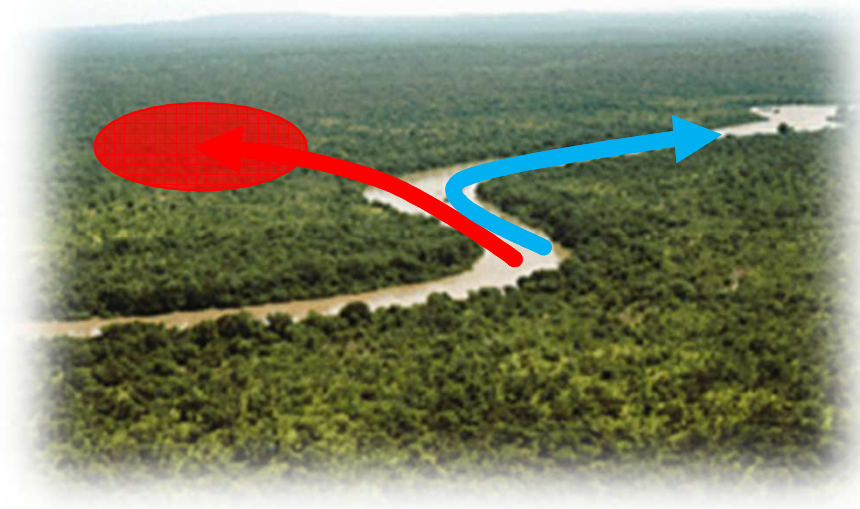


**Training &
Assessments**

Inhalt

- Grundlagen
- Möglichkeiten
- Belastungen
- Beprobungen
- Rechtslage
- Technik
- Fazit

„raus“ oder „weiter“ ?



... und wie und wohin?

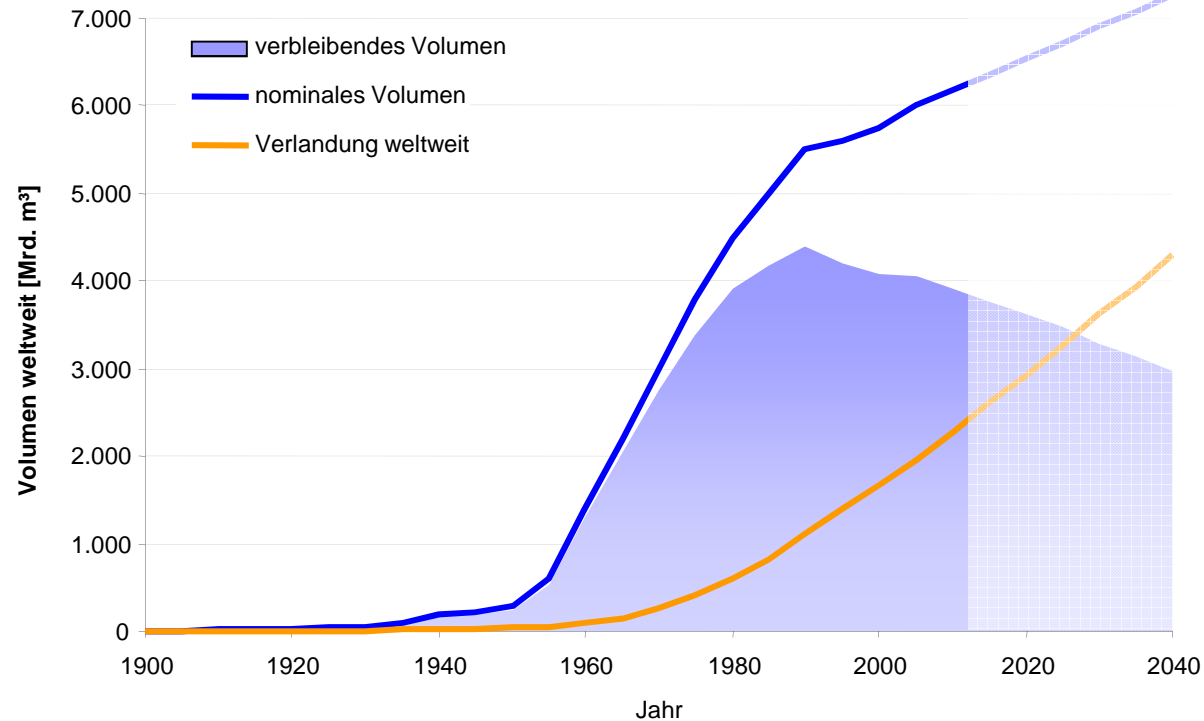
Sediment ... sieht man ja meist nicht.



Bildquelle: Voith

Verlandung von Stauseen

Entwicklung und Dimension



Weltweit existieren mehr
 als 200.000 Stauseen,
 davon mehr als
 45.000 Großstaudämme

Weltbank: “Last century was used to build reservoirs. This one will be used to solve sediment problems.”

Quellen: DB Sediments; Jolanda Jenzer, Giovanni De Cesare: *Möglichkeiten und Anwendung einer Datenbank bezüglich der Stauraumverlandung von alpinen Speichern*, Wasser Energie Luft, 2006, Heft 3

Morphologische Entwicklungen Ablagerungen in Gewässern



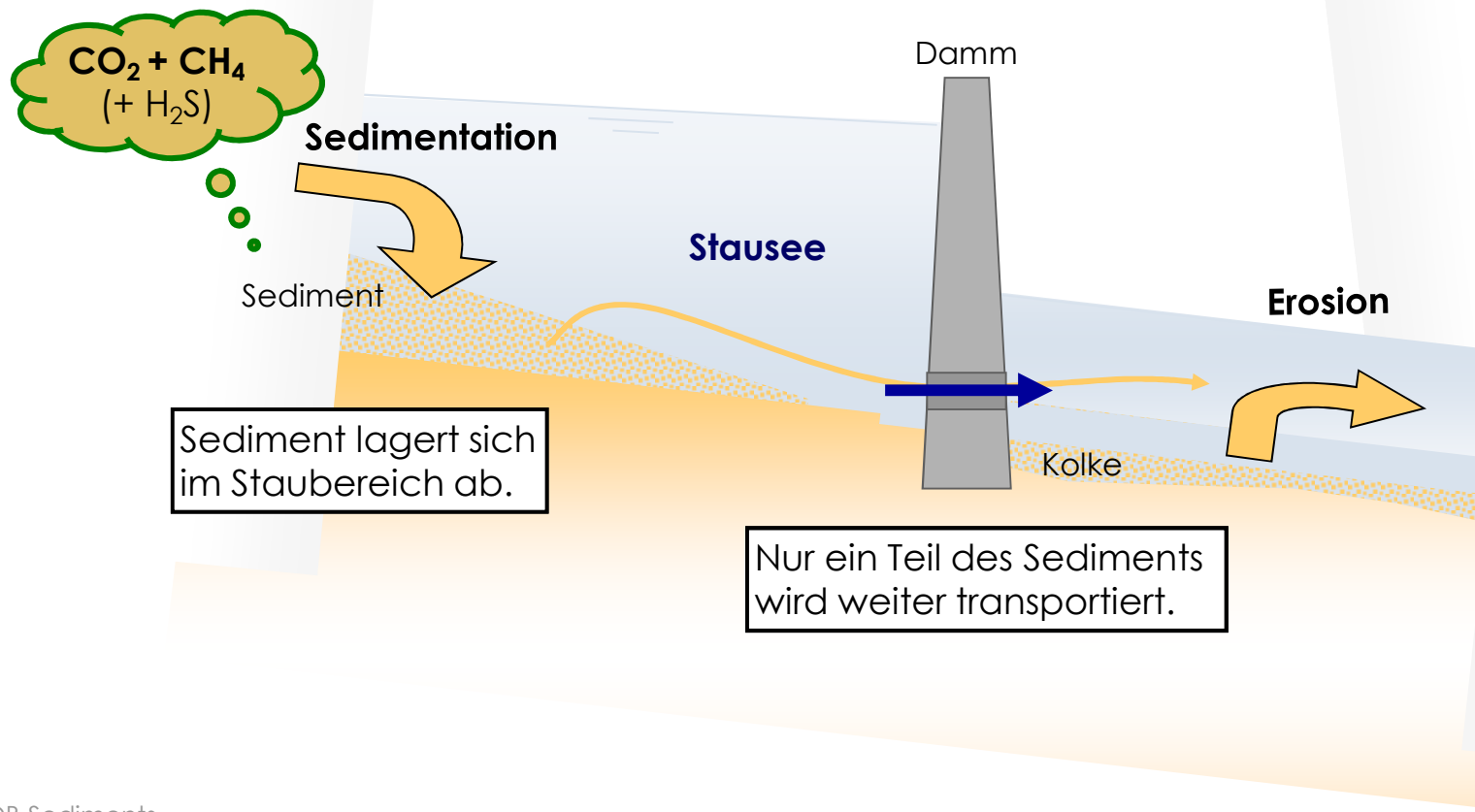
Baggerungen sind extrem aufwändig



- „Außerbetriebnahme“ des Stausees/Hafens
- Exorbitante Kosten
- Entfernung der gesamten Sohlstruktur
- Nassentnahme: teure mechanische Schlammwässerung

Wasserbauwerke ändern die Morphologie erheblich.

1. Staubereiche halten Sediment zurück und reduzieren das Nutzvolumen.
2. Unterstrom fehlt Sediment und verursacht Erosion und andere Schäden.
3. Die Emission von Treibhausgasen aus Sediment wird ein zunehmendes Thema.



Probleme ohne Sediment

Wirkungen von Sedimentmangel

- Sedimentmangel kann im Flussverlauf mittelbar führen zu:
 - Sohl- und Ufererosion
 - Standsicherheitsproblemen an Wasserbauten
 - Substratdefizit
- und im Küstenbereich zu:
 - Landverlusten
 - Reinfiltration von Salzwasser ins Grundwasser



Beispiel für Sohl- und Ufererosion

Quelle: Alpreserve

Probleme ohne Sediment

Beispiel: Sedimentdefizit im Rhein



Sedimentdefizit

an der D/NL-Grenze:
rd. (x.)x00.000 t/a

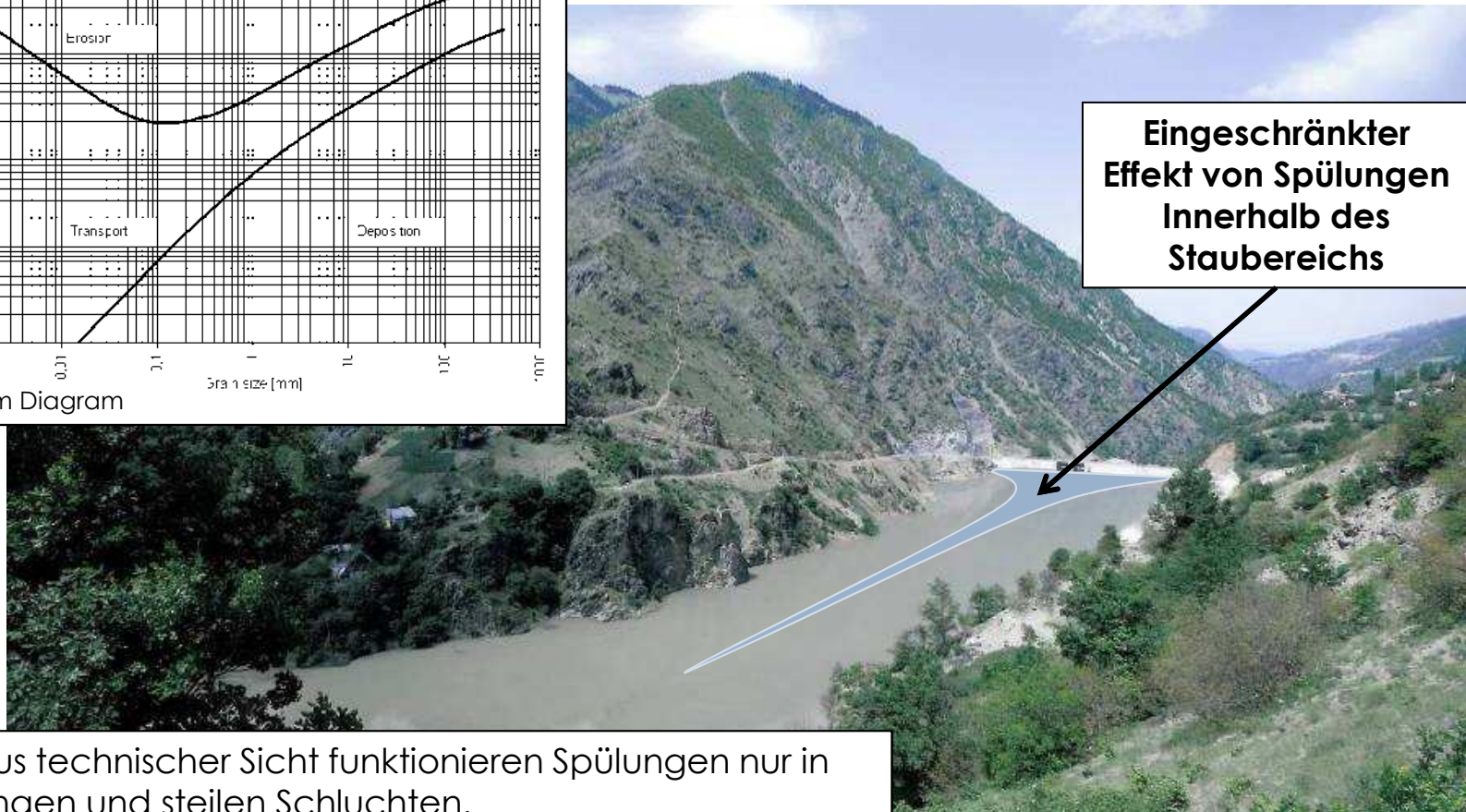
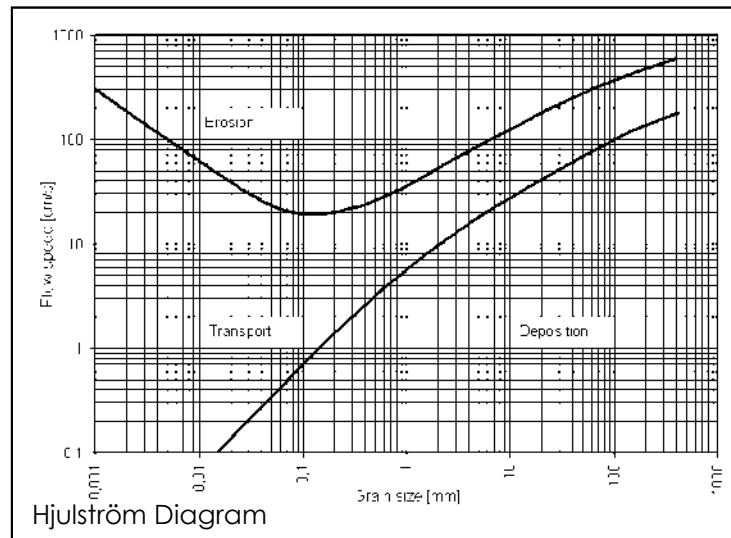
künstliche Sedimentbeigaben

unterhalb Duisburg:
rd. 230.000 t/a
bei Iffezheim:
rd. 400.000 t/a

➔ Sedimentbeigaben
sind kostspielig.

Quellen: Bundesanstalt für Wasserbau (Koblenz), Hülskens Wasserbau (Wesel)

Ist Spülen eine Lösung?



**Eingeschränkter
Effekt von Spülungen
Innerhalb des
Staubereichs**

➔ Aus technischer Sicht funktionieren Spülungen nur in engen und steilen Schluchten.

Bildquelle: Voith

Effekte von Spülungen



Bildquelle: rettetiemuhr.at

Ökologische Auswirkungen von Spülungen.



Image source: Biologische Station Siegen-Wittgenstein

Kieslückensystem (Interstitial)

Spülungen



source: www.rettetdiemur.at

- Wechsel von Kieslücken und sandigen Gewässerbereichen sind wichtige für den Fischlaich.
- Spülungen haben auch Auswirkungen auf den Sauerstoffgehalt.

Sedimentdurchgängigkeit ist meist der beste Weg zum Erhalt von Stauseen.

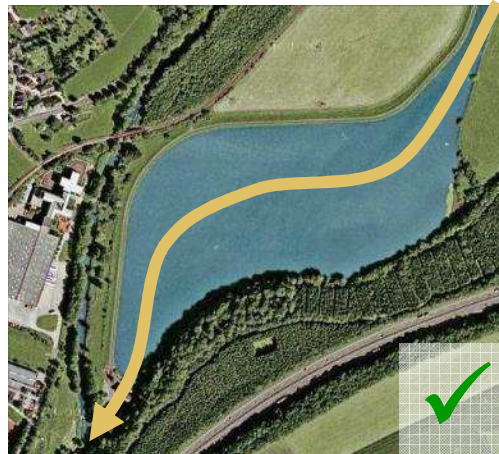
Alternativen zum Umgang mit Sedimenteintrag in Stauseen

„Nichts tun“



- mittel-/langfristig Verlust des Stausees
- sommerliche Sauerstoffarmut mit Wirkung stromabwärts

Sedimentdurchgängigkeit



- Erhalt des Gewässers
- schonende Weitergabe möglich
- entspricht Zielen der EU-WRRL

Ausbaggern

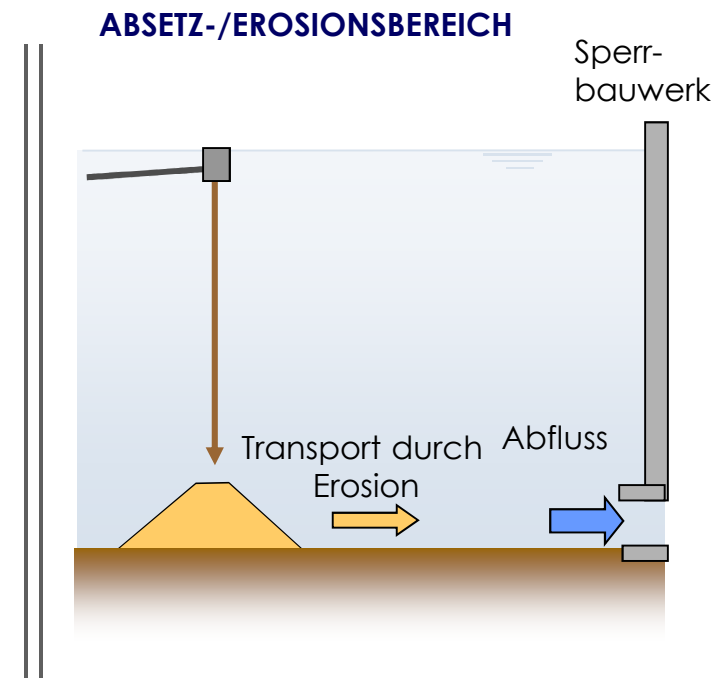
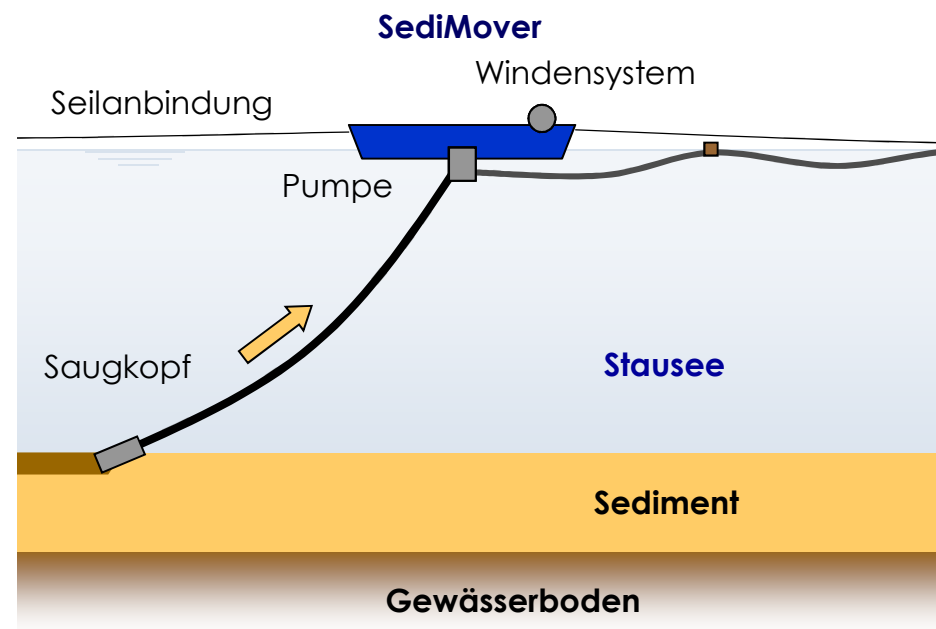


- zumeist Entleerung des Stausees
- Sohlstruktur wird komplett entfernt
- wirtschaftlich zumeist nicht machbar
- Risiken während der Ausführung

ConSedTrans-Verfahren

Eine naturnahe Lösung bietet Abhilfe.

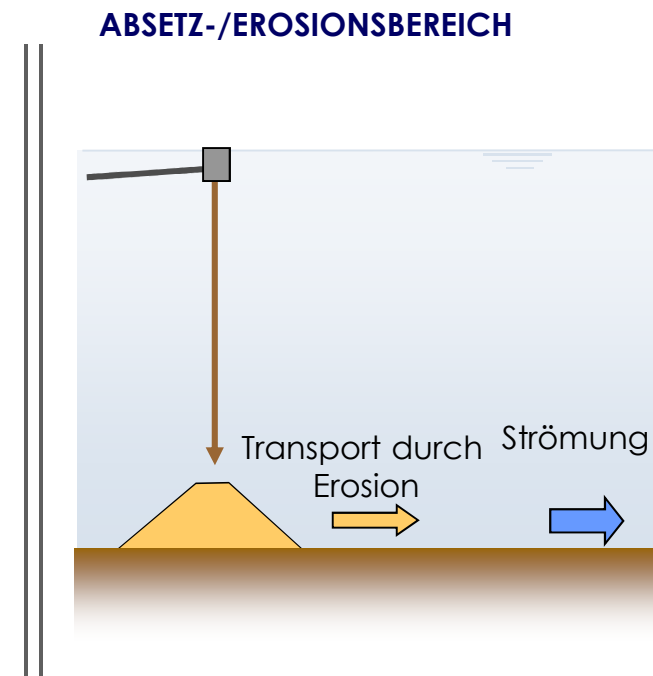
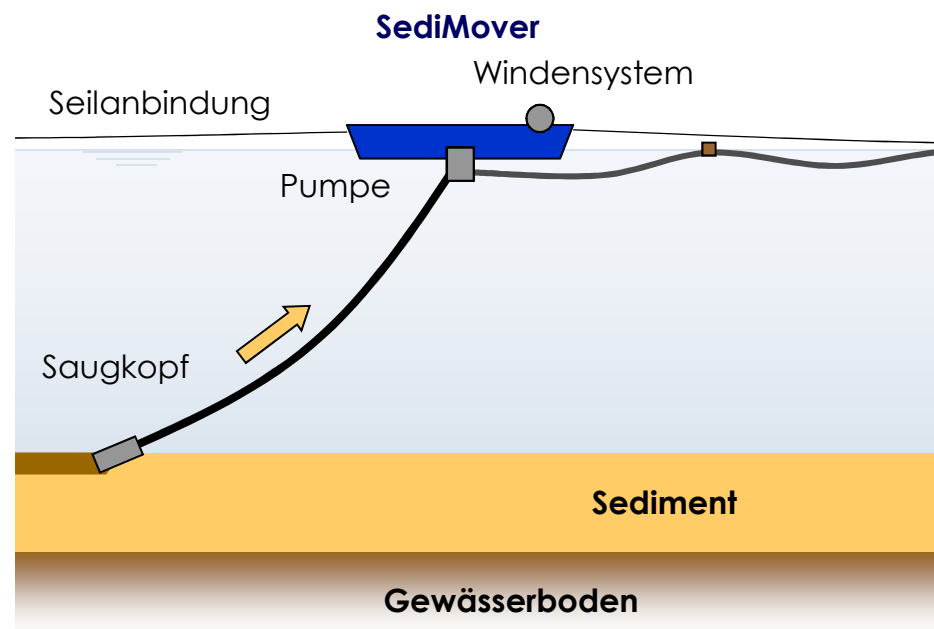
- Die Sedimente werden ähnlich einem Saugbaggerverfahren beständig in kleinen Mengen aufgenommen, innerhalb des Gewässers weiter transportiert und vor den Abflussorganen wieder abgelagert. Dort werden die gelockerten Sedimente mit dem Abfluss in naturnahen Mengen wieder ausgetragen.
- keine Wasserverluste
- keine Beschädigung der Turbinen bei der Sedimentweiterleitung



ConSedTrans-Verfahren

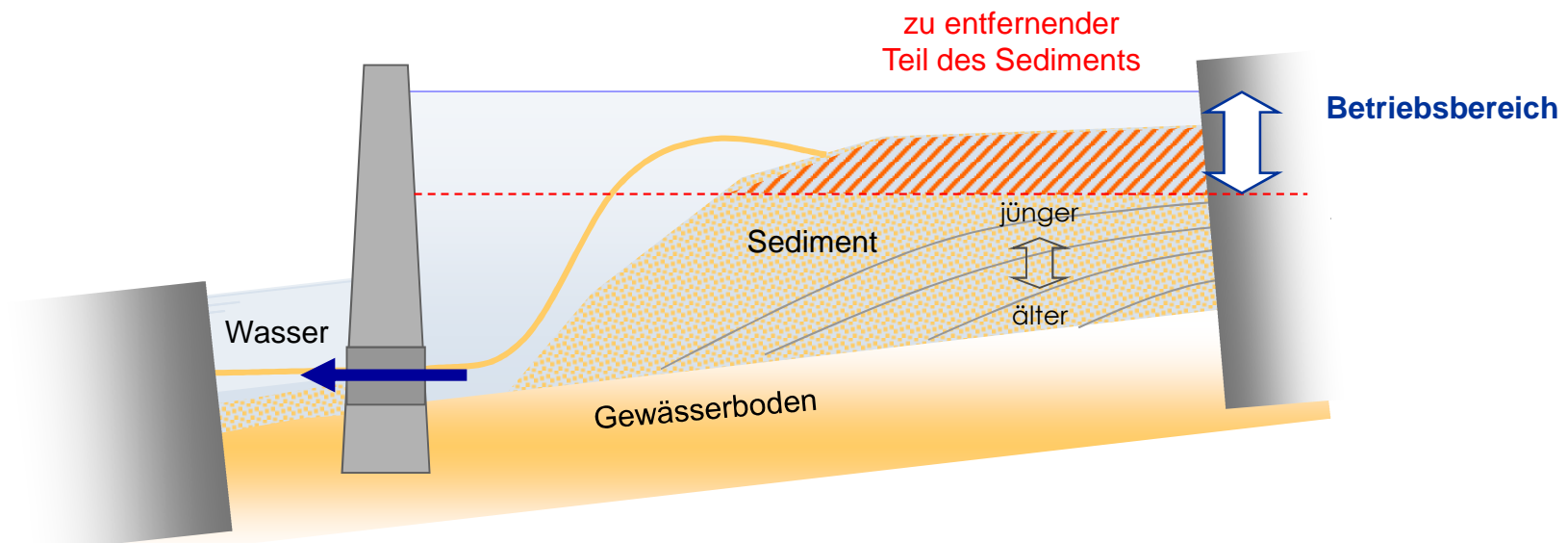
Eine naturnahe Lösung bietet Abhilfe.

- Die Sedimente werden ähnlich einem Saugbaggerverfahren beständig in kleinen Mengen aufgenommen, innerhalb des Gewässers weiter transportiert und in einem Erosionsbereich wieder abgelagert.
- Dort werden die gelockerten Sedimente mit der Strömung in naturnahen Mengen wieder ausgetragen/verteilt.



Funktionsfähigkeit des Gewässers

Häufig geht es gar nicht ums Ganze.



- ➔ Von Interesse ist zumeist vor allem der Betriebsbereich.
- ➔ Die Begrenzung auf den Betriebsbereich verkleinert die „erste“ Verlagerungsmenge und senkt den Aufwand.
- ➔ Danach kann der Zustand gehalten werden.

Technik/Geräte



Je nach Anwendungsfall
vollautomatische oder
manuell gesteuerte Geräte.

Bildquellen: eigen, Klawa

Anwendung SediMover

Beispiel: Olsberger Stausee

- technisch anders konstruiert als konventionelle Saugbagger und dadurch vollautomatisierbar
- keine wassergefährdenden Stoffe, sondern elektrischer Antrieb (Sekundärstromkreis)



Sedimenttransfer Beispiel: Rodund (Austria)



Rechtslage

Bewertung nach Abfallrecht

- Gemäß KrWG ist „störendes“ Sediment nach Abfallrecht zu bewerten, wenn es entnommen werden soll (Vermutung des Entledigungswillens).
- Oft besteht kein unmittelbarer betrieblicher Handlungsbedarf– so lange Sediment nicht „stört“ und im Gewässer verbleibt.
- Bei Außerbetriebnahme oder Umbau von Anlagen liegt aber eine Entsorgungspflicht vor, die vorzubereiten ist (AbfG, BodenSchG, DepV, ...) – wenn das Sediment dann immer noch dort ist.

-
- Grundproblem der Abgrenzung zwischen Wasser- und Abfallrecht
 - Bei Betrachtung des Wasserrechts ergeben sich regelmäßig andere Einschätzungen bzgl. Entsorgungszwang / Große Unterschiede zwischen Verwaltungen an der Küste und im Binnenland
 - bzgl. Abfallrecht Verwertung vor Entsorgung beachten!

Rechtslage

Generelle Sicht

Wasserrecht

- Sediment ist wie Wasser zunächst öffentliches Gut, bis es aus diesem entnommen wird. Dann wechselt es in das Eigentum des Entnehmenden, der es i.d.R. kostenpflichtig zu entsorgen hat.
- Die Umlagerung im Gewässer ist grundsätzlich einer Entsorgung vorzuziehen (siehe z. B. WRRL). Die Umlagerung und Abgabe in die ‚fließende Welle‘ unterliegt bestimmten Kriterien (siehe z.B. HABAB) und Empfehlungen (siehe z.B. DWA). Die meisten Unterläufe großer Flüsse weisen inzwischen einen Sedimentmangel auf.
- Die rechtlichen Zusammenhänge und Randbedingungen sind in noch nicht bei allen Stellen verstanden (Ausnahme: z. B. WSV/BAW/BfG*).
- Nach § 8, § 9, § 39 WHG ist ein Sedimenttransfer i.d.R. zulassungsfrei, Entnahmen/Verklappungen dagegen erlaubnispflichtig.

Andere Rechtsgebiete:

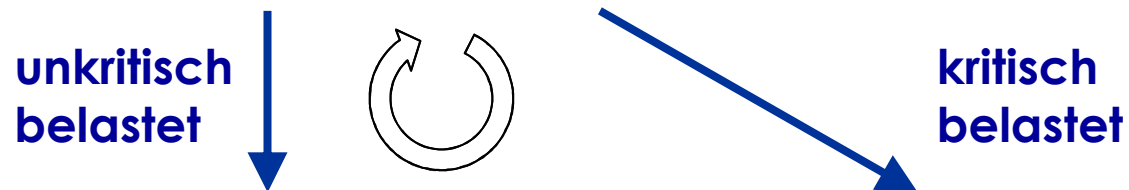
- Aus dem Naturschutzrecht können sich Genehmigungspflichten ergeben.

*) und anderen Stellen, die regelmäßig in Sedimentmaßnahmen involviert sind

➔ **abfall- und wasserrechtliche Kompetenz**

Projektplanung Schrittweises Vorgehen

- Ersteinschätzung
- (ungestörte) **Probennahmen** und **Analysen**
- kombinierte wasser- und abfallrechtliche **Bewertung**
- Maßnahmenvorschlag und **Erläuterungsbericht**
- Einbindung der **Aufsichtsbehörde**

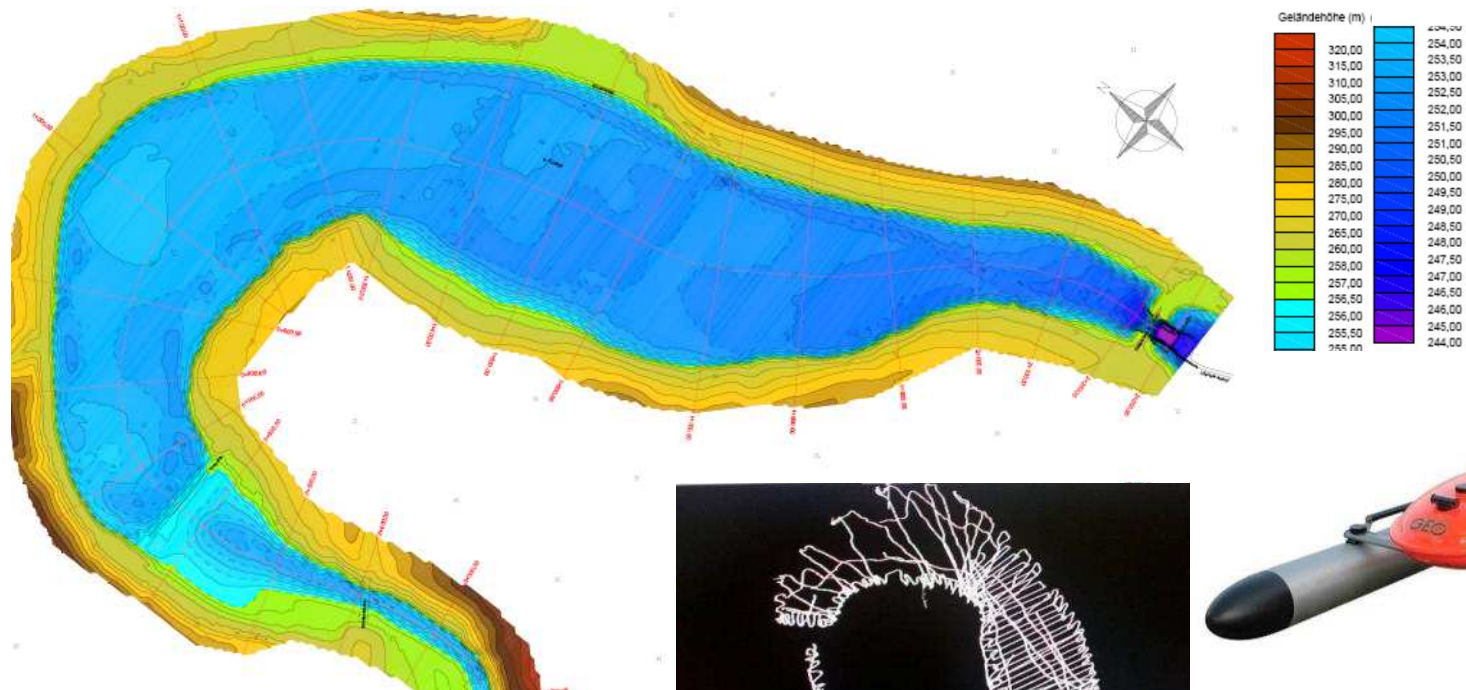


- Maßnahmenanzeige (oder Zulassungsverfahren)
- **z. B. Sedimenttransfer** zur Beräumung und dauerhaften Lösung

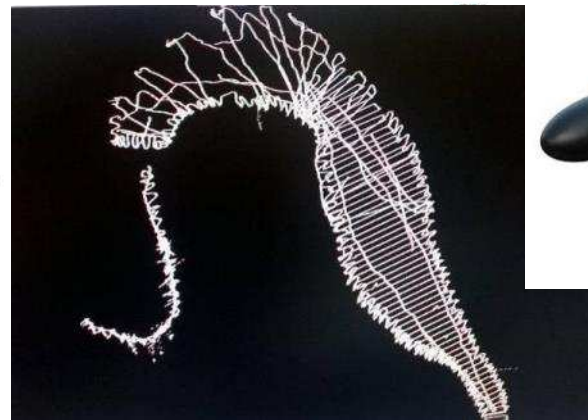
Zulassungsverfahren für
Entnahme,
Verwendung/Verwertung/
Aufbereitung/Deponierung

Morphological Assessments

Bathymetry by automated / RC vessels

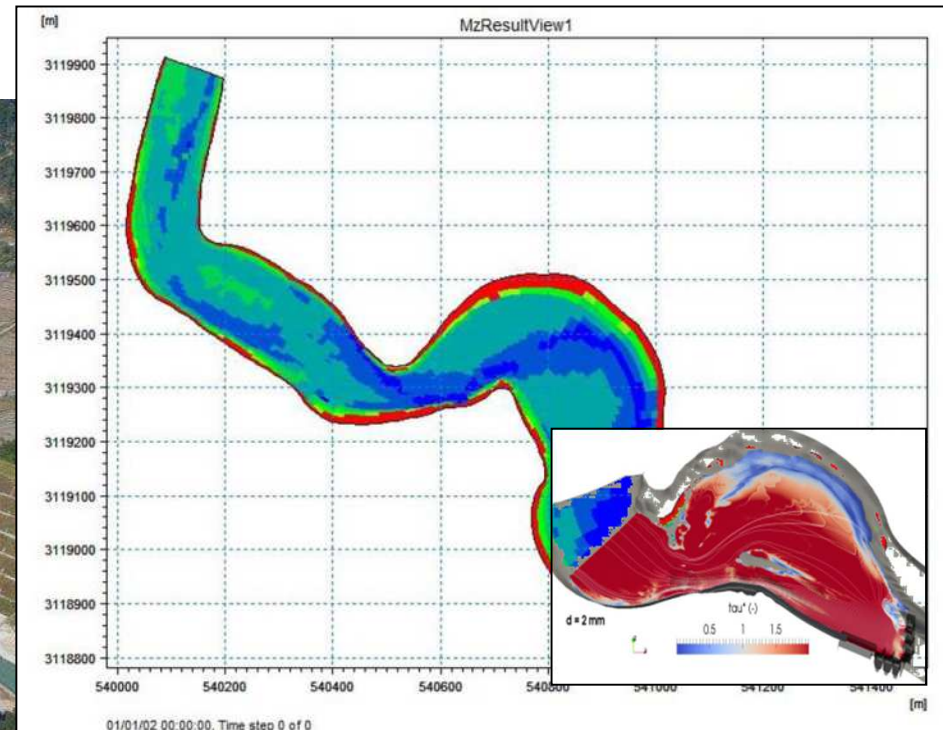
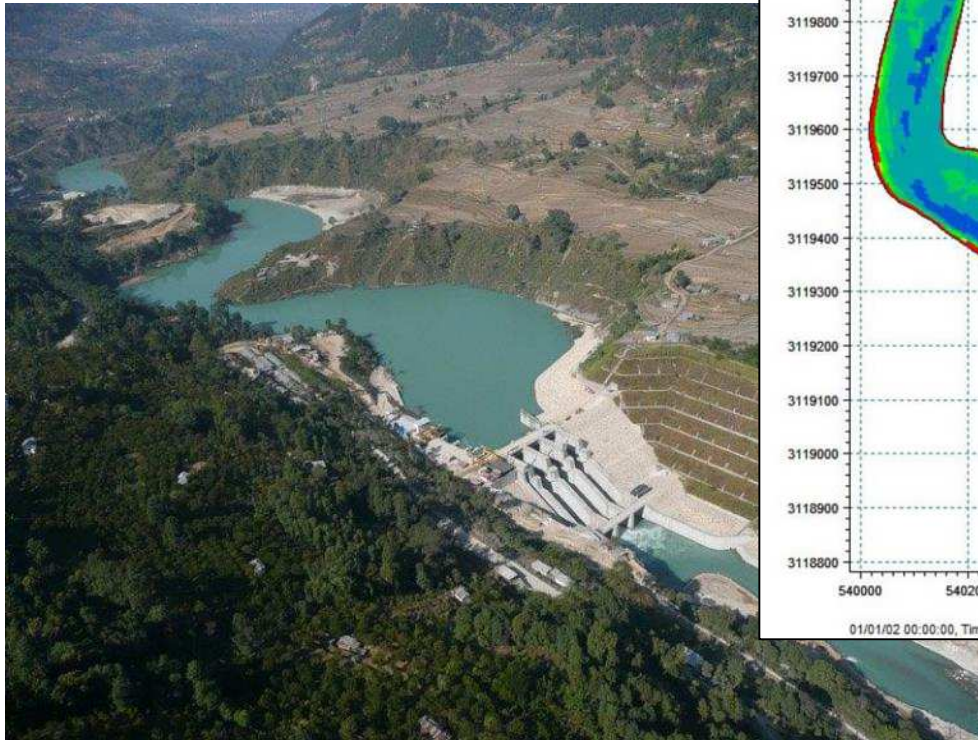


**Remote controlled system
by Geo-DV**



Sample: Middle Marsyangdi (Nepal)

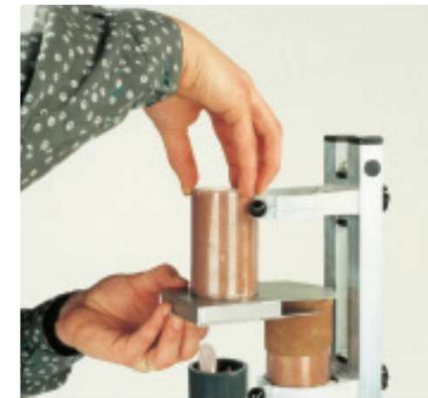
One of the heavenliest affected
hydropower reservoirs worldwide



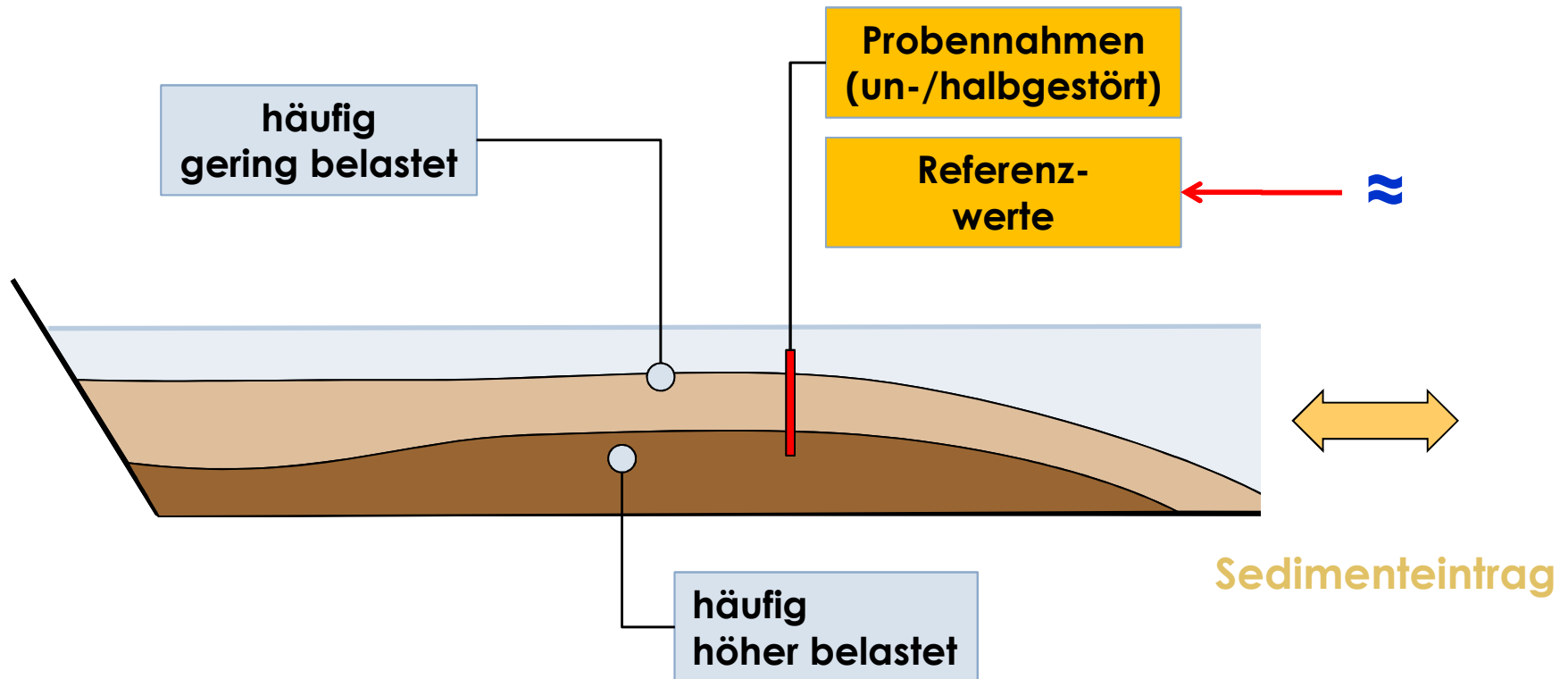
70 MW power plant, commissioned in **2009**,
2 x Francis units, net head of 96.5 meters

Projektvorbereitung Probennahmen

- halb-/ungestörte Probennahmen, häufig im eingestauten Zustand
 - Einzelproben / Mischproben
 - 5 Probenahmestellen mit Differenzierung nach
 - Aussehen
 - Tiefe
 - Korngröße
- } chemische und morphologische Analysen → Vergleich mit Referenzwerten



Projektvorbereitung Situation in „Verdachtsgewässern“ – Differenzierung

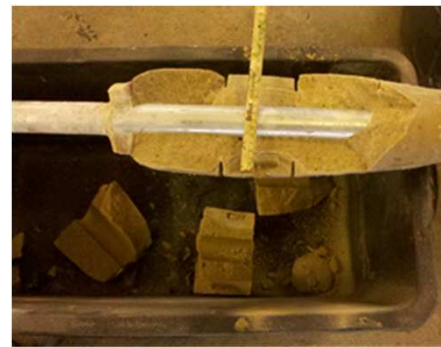
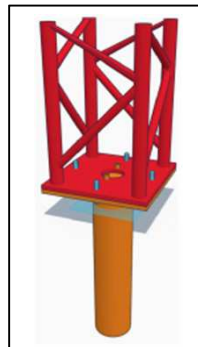


(Längsschnitt schematisch)

Projektvorbereitung

Probenahmen

- Randbedingungen
 - Die Entnahme ungestörter weicher Sedimentproben über mehr als 1 bis 1,5 m Tiefe ist kein Stand der Technik.
 - Die Probenahme-Orte liegen meist unter Wasser.
 - Der Zugang ist oft nicht trivial und damit die Anforderungen an die Arbeitssicherheit hoch.
 - Zeitdruck
- Vorgehen
 - Entwickeln neuer Ausrüstung
 - Vorversuche (Halle/Gewässer)



Probenahmen Innovative Technikentwicklungen

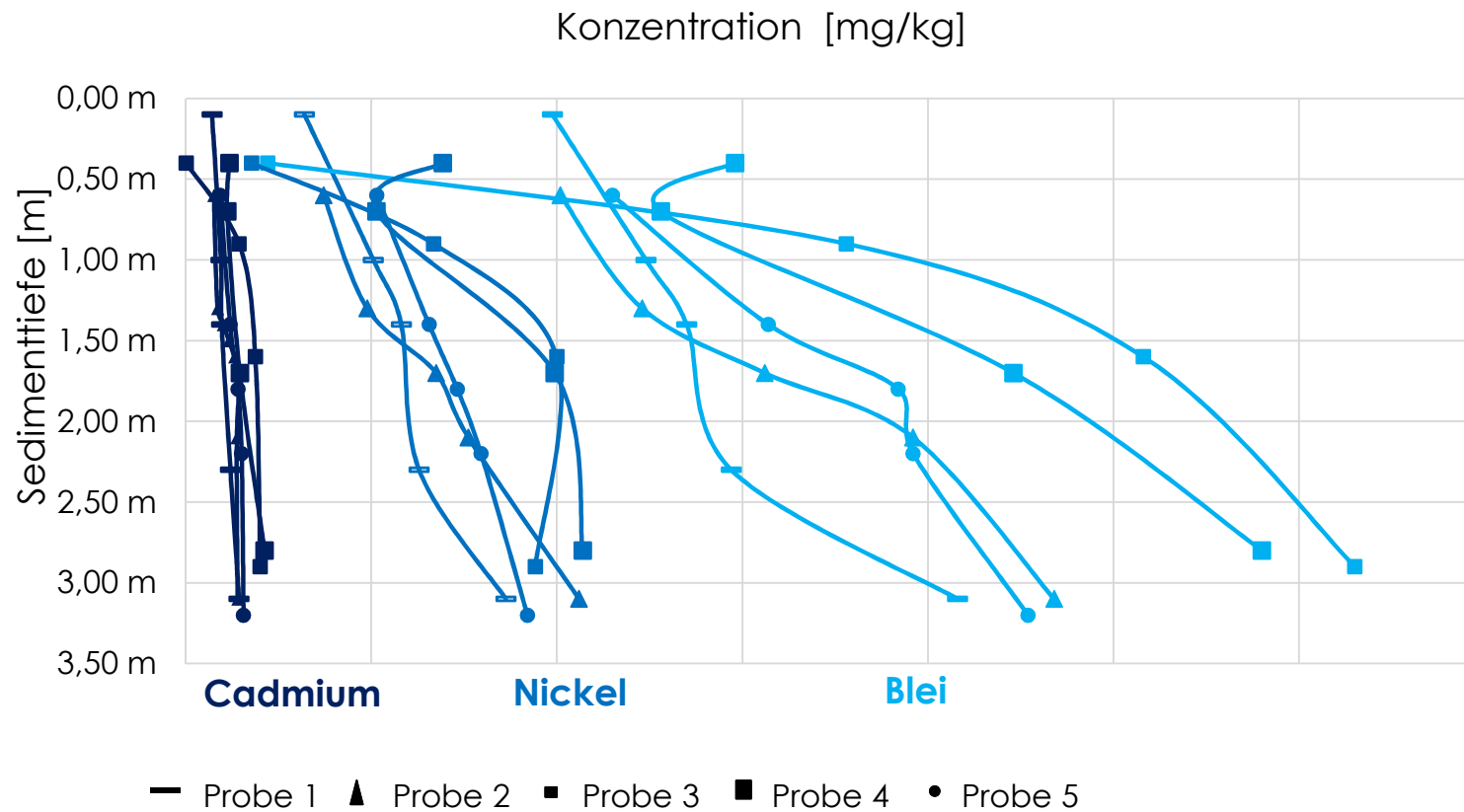


Zumeist schwierige Bedingungen:

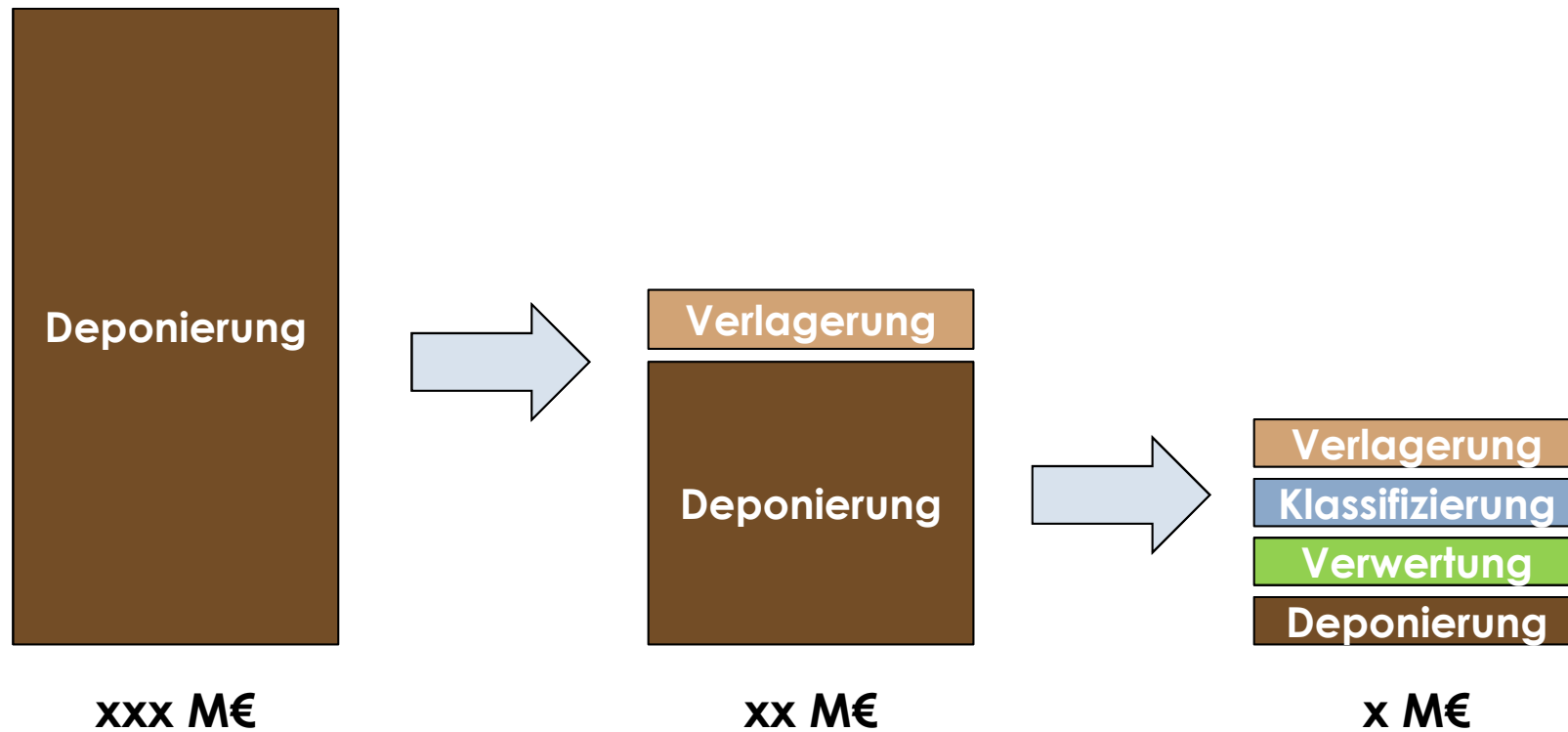
- **Zugang zum Gewässer** oft nicht trivial
- Probenahme **über mehrere Meter** mit mehreren Metern Wasserüberdeckung
- **Probenauflösung** im cm-Bereich
- **Zeitdruck** bei gleichzeitig hohen Anforderungen an die Arbeitssicherheit

Analyseergebnisse Chemie (Beispiel)

Exemplarischer Verlauf über die Tiefe



Projektoptimierung Kostenwirkung



Prinzipdarstellung

Fazit

- Sediment im Fließgewässer ist wichtig. **Fehlendes Sediment** richtet den gleichen „**Schaden**“ an wie überflüssiges.
- Allmählich entwickelt sich auch außerhalb der „Szene“ ein **Verständnis**, Sediment wo möglich innerhalb des Gewässers zu transferieren bzw. zu managen.
- Die **Rechtslage** ist eindeutig, aber leider zu wenig bekannt.
- Neue **Probenahmeverfahren** und Aufbereitungstechniken erlauben eine differenzierte Planung und Umsetzung.
- Die (Problem-) **Dimensionen** sind gewaltig.
- Nach wie vor besteht erheblicher **Forschungsbedarf**. Dies ist aber kein Grund, mit der Umsetzung zu warten (s. erster Punkt).

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



DB Sediments® - Head office
Bismarckstr. 142, 47057 Duisburg, Germany
Phone (GER): +49 203 360-3620
Phone (USA): +1 509 315 3033
Fax (GER): +49 203 360-3629
Skype: db-sediments-info
E-mail: info@db-sediments.com
www.db-sediments.com

- **Consulting**
- **Survey**
- **Solutions**

Sedimentgehalte in Gewässern haben eine sehr große Bandbreite

- **150.000** mg/l: Maximalwerte bei Stauraumspülungen
 - **40.000** mg/l: Durchschnittliche Sedimentkonzentration des Huáng Hé (GFlussr Fluss/China)
 - **5.000 bis 20.000** mg/l: Genehmigungsgrenzen für Stauraumspülungen in der Schweiz
 - **6.000 bis 10.000** mg/l: Untergrenze für Schädigung empfindlicher Fischarten
 - **600 bis 50.000** mg/l: Maximalkonzentration in Mittelgebirgs- und alpinen Flüssen
 - **50 bis 700** mg/l: Konzentrationsaufhöhung bei Sedimentdurchgängigkeit
 - **20 bis 700** mg/l: mittlere Sedimentkonzentration in Mittelgebirgsflüssen
 - **30** mg/l: Grenze der wahrnehmbaren Trübung
- ➔ Bei der hier betrachteten Sedimentdurchgängigkeit ist die Sedimentkonzentration im Unterwasser **unkritisch für Fische**.
 - ➔ Anders als bei Stauraumspülungen kann Sediment **beim Transport belüftet werden**, um eine Sauerstoffzehrung zu kompensieren.
 - ➔ Laufende Untersuchung der RWTH Aachen über Sediment- und Schadstoffgehalte auf Fische am Beispiel der Regenbogenforelle. Vorläufiges Ergebnis: Die hier betrachteten Sedimentgehalte sind unbedenklich.
 - ➔ BUWAL¹⁾: An Stauseen wird zukünftig eine kontinuierliche Sedimentweiterleitung empfohlen.

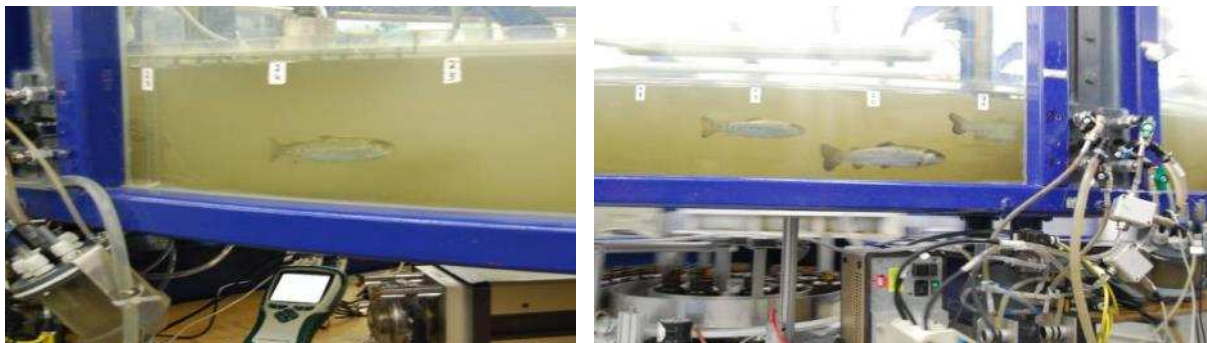
1) BUWAL: schweizerischen Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft

The need for more research

4. Solid components

Research issues:

- role of sediment/bedload for
 - river morphology (ongoing)
 - benthos/fish substrate
- green house gas emissions and avoiding these (ongoing)
- how to deal with contaminated sediment (though also “natural” sediment usually contains some pollutants)
- Due to existing erosion damages/costly sediment addition river authorities should be interested to push research from their side.



fish/sediment tests at hydraulic ring channel

image source: IWW, RWTH Aachen

Abrasion: For most plants even with sediment transfer this is no problem. And if - coating gives protection.



Central Kali Gandaki, Nepal
source: Gregory Morris

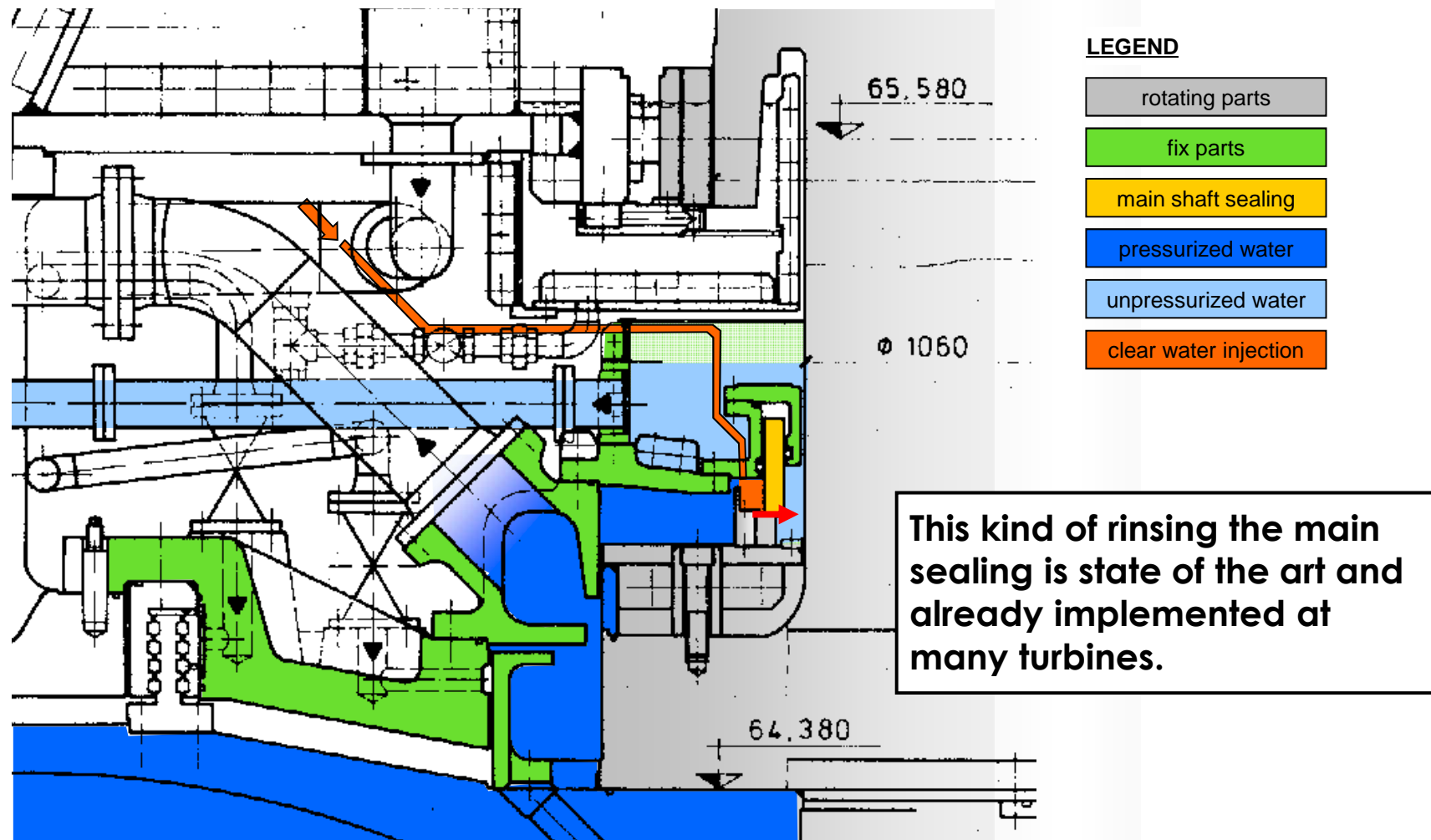


Runner coated with tungsten carbide after facing 159.000 t Sediment: **without damages**

And there still is the way around the turbine ...

Source: University of Khatmandu

The main shaft sealing usually is of no concern due to clear water injection.



Bisherige Lösungen

z.B. Stauraumspülung am Colorado River



Die US-Behörden fluten den Grand Canyon. Für 60 Stunden schießt das Wasser jetzt aus den Rohren. Foto: AP

**Wirtschaftlicher Einsatz:
rd. 6 Mio. \$ je Spülung**

Bei $1.000 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 60 \text{ h} \cdot 200 \text{ m} \cdot 1.000 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 9,81 \text{ m}/\text{s}^2 \cdot 89 \% \cdot 60 \text{ \$/MWh} \approx 6 \text{ Mio. \$}$

Quelle: URL: http://www.welt.de/wissenschaft/article1766616/Der_Grand_Canyon_wird_geflutet.html

WELT ONLINE

6. März 2008, 16:31 Uhr

Der Grand Canyon wird geflutet

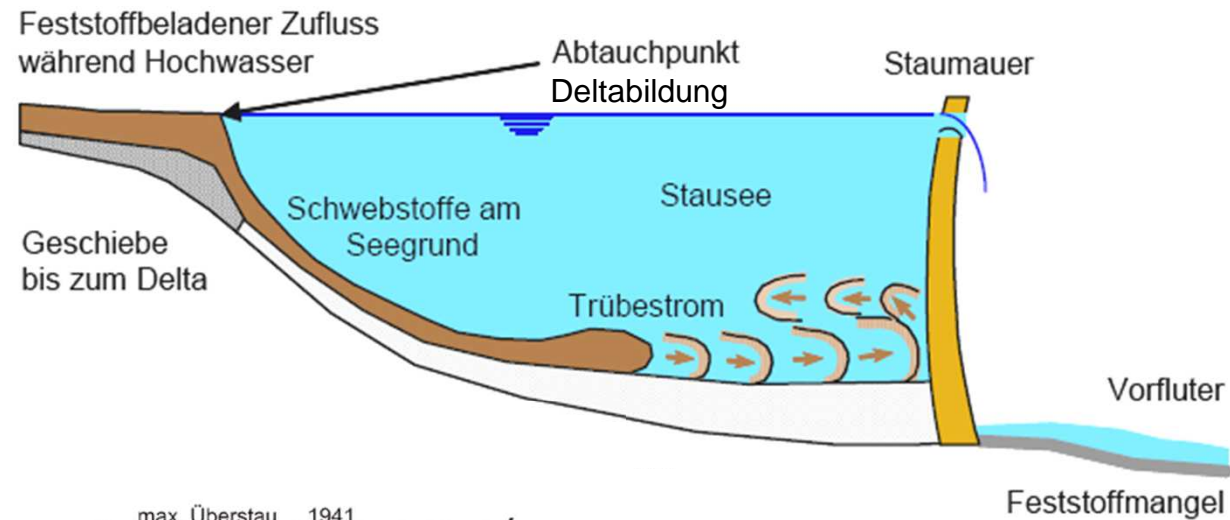
Ein Staudamm im Grand Canyon öffnet für Stunden seine Schleusen. Grund: Die US-Behörden erhoffen sich durch die Überschwemmung eine Anregung des Ökosystems. Die Wassermassen, die aus den Rohren strömen, sind gewaltig: Sie könnten innerhalb von zwanzig Minuten das Empire State Building fluten.

Der Grand Canyon im US-Staat Arizona ist für 60 Stunden geflutet worden. US-Innenminister Dirk Kempthorne öffnete am Mittwoch den Glen-Canyon-Damm. Pro Sekunde schossen daraufhin mehr als eine Million Liter Wasser des Lake Powell an der Grenze zum Nachbarstaat Utah in die Schlucht des Colorado.

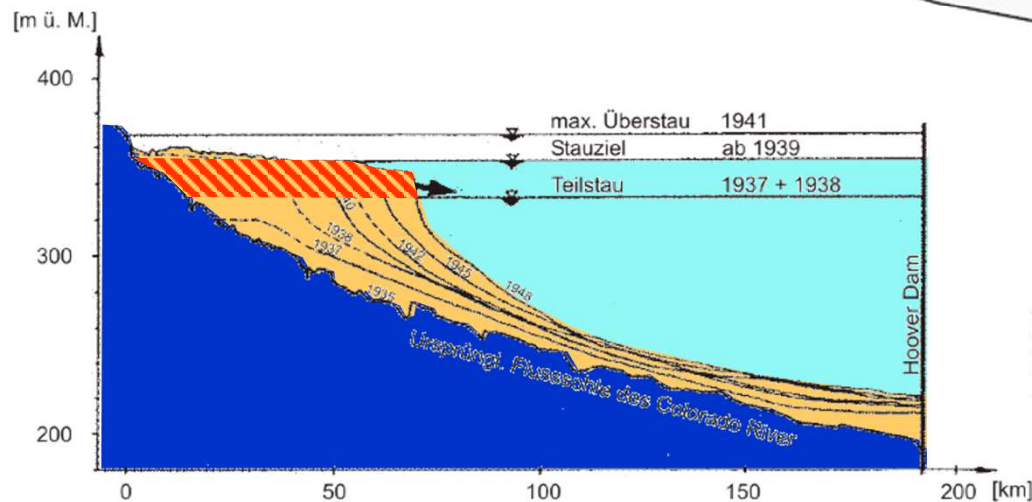
Der Wasserstand im Grand Canyon stieg an manchen Stellen von 60 Zentimetern auf 4,5 Meter. Die Behörden hoffen, dass nach dem Ende der Flutung am Freitag genug Ablagerungen zurückbleiben, um Sandbänke wieder herzustellen. Diese sind lebenswichtig für bestimmte Pflanzen und Fische. Der Damm wurde 1963 gebaut und bereits 1996 und 2004 vorübergehend geöffnet. Schlagworte

Grand Canyon Damm Wasser Arizona Utah Ein Schrumpfen der Sandbänke hat in den vergangenen zehn Jahren zu einem Verlust der halben Fläche für Campinganlagen geführt. Nach Angaben des Grand-Canyon-Nationalparks sollte das Engtal alle ein bis zwei Jahre geflutet werden. Der Damm halte 98 Prozent der Sedimente zurück, die der Colorado River normalerweise mit sich führe. AP/DPA/BG

Dimension and quality of reservoir siltation



Lake Mead



Längenprofil des Lake Mead mit dem Hoover Dam, Verlandungen zwischen 1937 und 1946 (Vischer, 1984)

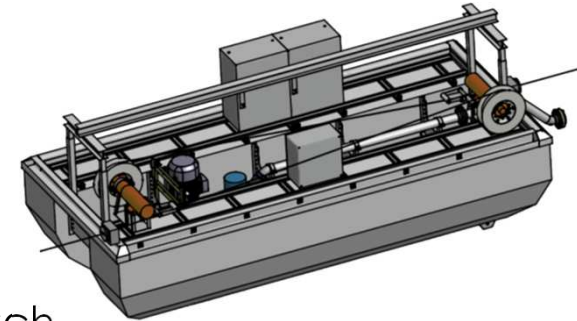
Quelle: Alpreserve

SediMover 101

Eckdaten

Vollautomatisches Arbeitsgerät für 24 h-Betrieb

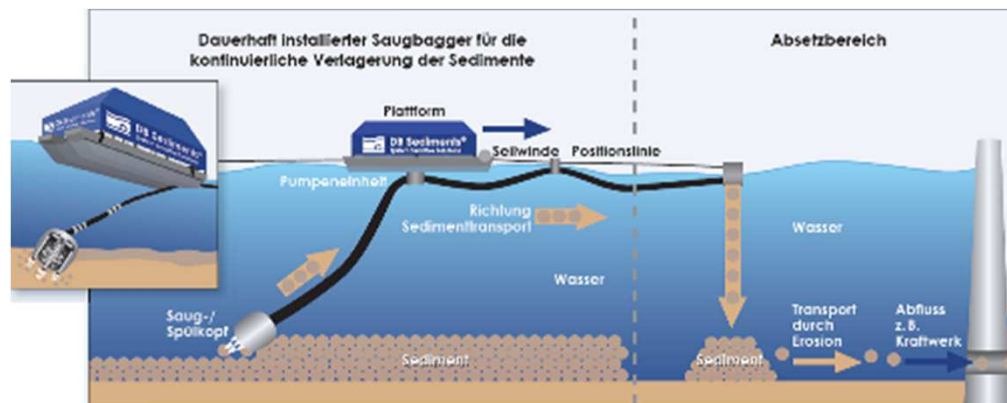
- Energieversorgung: elektrisch, 400 V
- Arbeitstiefe: 0,5 m bis 25 m
- max. Pumpleistung: 80 m³/h Sediment-Wassergemisch bis 15 % Feststoffgehalt
(abhängig von Abtragungstechnik, Pumpentyp und Transferstrecke)
- max. Förderdruck: 6 bar (abhängig von Pumpentyp)
- Transferdistanz: Einzelgerät bis 1.200 m (abhängig von Pumpentyp)
unbegrenzt über Booster-Pumpen
- max. Korngröße: 40 mm (abhängig von Pumpentyp)
- Positionierung: Windensystem
- Erweiterung: Anbaurahmen für Sediment-Abtragungseinrichtung
- Abmessungen: passend für 20'-Container



SediMover 101

Sedimentabtragung

- Zur Verfügung stehen je nach Einsatzart mechanische Schneckenfräsen und hydraulische Spülköpfe.
- Beide Techniken sind für vollautomatischen Betrieb bei wechselnden Wasserständen geeignet und resistent gegen die meisten Unterwasserhindernisse.
- Beide Abtragungstechniken vermeiden eine Trübung im Stausee bei der Materialaufnahme.
- Die Sedimentaufnahme erfolgt schonend ohne Unterbrechung des Kraftwerksbetriebs oder Schädigung der Ökologie. Fische werden zuverlässig vergrämt und bleiben so dem Betrieb fern.



SediMover 101

Sedimentabtragung und Transfer

- zerlegbarer Schwimmrahmen zum Einsatz verschiedener Abtragungsverfahren
- bei sehr niedrigem Tiefgang auch separat einsetzbar (Zubehör erforderlich)
- bewegliche Verbindung mit dem SediMover
- schwimmende Transferleitung mit parallel geführtem Kabel

