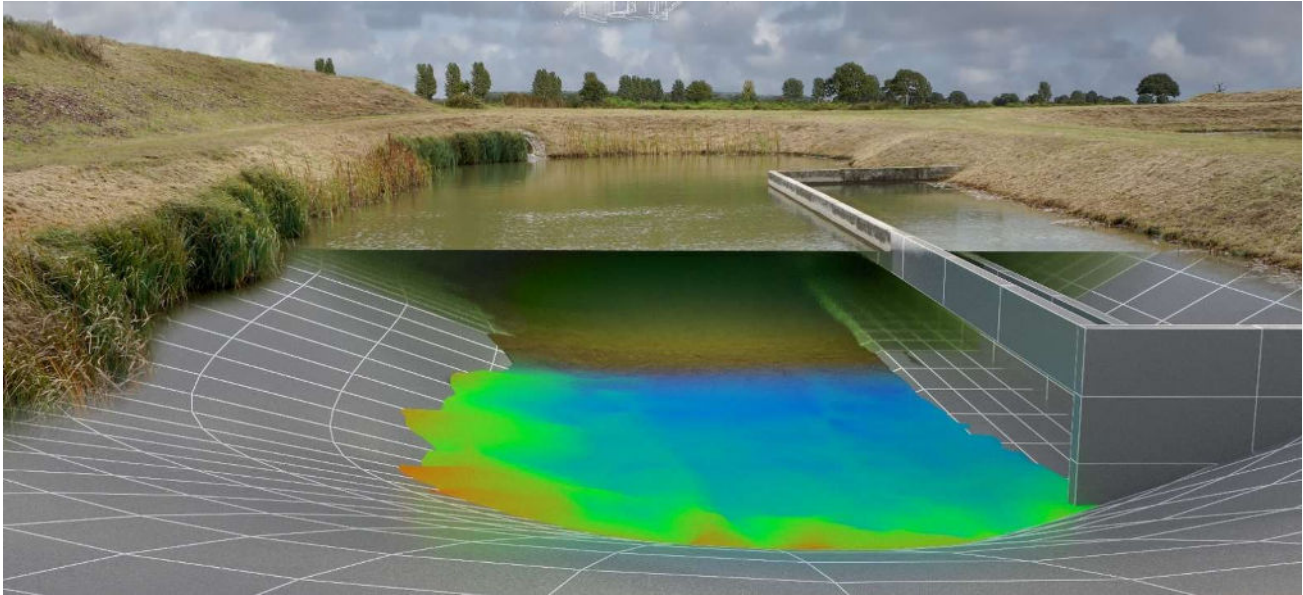


# Regen-Rückhalteanlagen der Bundes-Fernstraßen:

## Teil 2: Messtechnische Herausforderungen für einen sicheren Betrieb

Dipl.-Ing. David Mauro, Geospector München



**In dieser Artikelserie werden die Regen-Rückhalteanlagen entlang der Bundes-Fernstraßen, deren Funktion und Herausforderungen im Betrieb vorgestellt. Sie gewährleisten einen essenziellen Beitrag zum Hochwasserschutz und verhindern den Eintrag von Schadstoffen in die Umwelt.**

**In der Öffentlichkeit sind Sie weitestgehend unsichtbar, obwohl sie sich in großer Zahl entlang von Autobahnen und Bundesstraßen – quasi im Kilometer-Abstand – finden lassen.**

**Im zweiten Teil dieser Serie werden die messtechnischen Probleme bei der Sediment- und Schlammbestimmung vorgestellt, die eine Herausforderung für den sicheren und umweltschützenden Betrieb der Anlagen darstellen.**

### **Eine scheinbar einfache Fragestellung führt zu unerwarteten Schwierigkeiten**

Wie im ersten Teil ausgeführt wurde, müssen die kontinuierlich ansteigenden Schlamm- und Sedimentmengen regelmäßig überprüft werden, da diese die grundlegenden Funktionen der Anlagen

zunehmend beeinträchtigen. Das betrifft v.a. den Hochwasserschutz nachgelagerter Gewässer und die Verhinderung des Eintrags von Schadstoffen in die Umwelt.

Dazu muss zunächst die scheinbar einfache Frage beantwortet werden, wie viel Schlamm in einer Anlage vorhanden ist. Falls diese Menge festgelegte Grenzen der Betriebsvorschriften überschreitet, muss diese gereinigt werden.

Bei Anlagen mit ständig aufgestautem Wasser („Dauerstau“) ist diese Messung in der Praxis unerwartet schwierig, mit großen Unsicherheiten und hohem Aufwand verbunden.



## Klassische Sondierungen sind nur eingeschränkt möglich und liefern nur Abschätzungen

Im einfachsten Fall werden vom Ufer aus Sondierungsstangen durch die Schlammschicht bis zur Sohle gesteckt und beim Herausziehen zeigen die Anhaftungen direkt die Schlammtiefe an.



Das Verfahren lässt sich nur in zugänglichen Randbereichen anwenden, die tiefen Bereiche der Beckenanlagen mit den größten Schlammansammlungen werden aufgrund der schrägen Ufer nicht erreicht.

Bei naturnah und seicht angelegten Anlagen können diese mittels Wathose begangen und sondiert werden. Bei Beckenanlagen mit steilen Wänden und unbekannter Sohlentiefe ist dies bei Wassertiefen von typischerweise bis zu drei Metern und starker Verschlammung jedoch lebensgefährlich.

Gelegentlich werden auch Stege verwendet, jedoch ist das Vorgehen insgesamt nur für erste Abschätzungen brauchbar.

## Sondierungen von Schlauchbooten aus sind sehr aufwendig, ungenau und oftmals unmöglich

Stand der Technik sind tatsächlich kleine Schlauchboote, von denen aus Sondierungen über einen möglichst großen Teil der Wasserfläche gemacht werden. Das ist mit großem Aufwand verbunden: Oftmals müssen zunächst Zugänge zum Gewässer geschaffen werden und lange Rüst- und Abrüstzeiten in Kauf genommen werden. Zusätzlich müssen aus Sicherheitsgründen auch mehrere Mitarbeiter gleichzeitig anwesend sein, sodass ein Arbeitsaufwand von 2 - 3 Manntagen pro Anlage nicht ungewöhnlich ist.

Die Dokumentation der Sondierungen erfolgt in der Regel handschriftlich mit entsprechend ungenauen Positionsangaben, die, wie wir später noch sehen werden, zu großen systematischen Fehlern der Volumenbestimmung führen können.

Letztendlich sind Boote aber auch nur sehr begrenzt einsetzbar, wenn die Wasseroberfläche nicht frei liegt, sondern mit dichter Vegetation, vor allem Schilfgürtel, bewachsen ist.



## Technik für große Gewässer ist kaum einsetzbar

Als Alternative zu Sondierungen bieten sich prinzipiell Methoden zur Vermessung von Meeren und größeren Binnengewässern an. Es zeigt sich jedoch, dass diese wegen der Beschaffenheit der Anlagen nur sehr eingeschränkt verwendbar sind.

Beispielsweise können Sonarmessungen nicht in allen Anlagen eingesetzt werden, da oftmals eine dichte Unterwasservegetation durch Reflexionen Störungen der Messungen hervorruft.



Ähnliches gilt für den (kostspieligen) bathymetrischen Laserscan aus der Luft (Grünlicht-Laser durchdringt Wasser): Vor allem in den kritischen Absatzbereichen

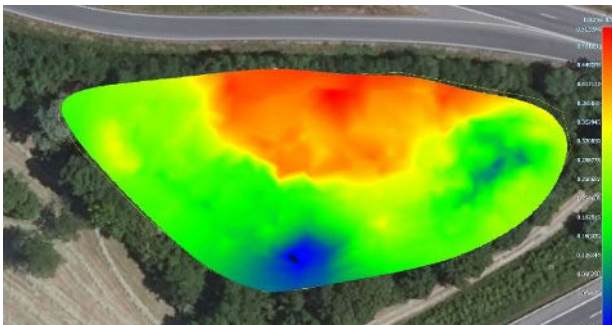
ist das Wasser meistens so stark getrübt, dass eine Messung bis zur Schlammoberfläche oft unmöglich ist.



Auch sogenannte Sub-Bottom-Profiler, die von der Wasseroberfläche über spezielle Sonar-Techniken auch in die Bodenschichten eindringen und diese kartieren können, haben Genauigkeiten im Dezimeter- oder Meterbereich und sind für die geforderten Genauigkeiten im Zentimeterbereich ungeeignet.

### Flächendeckende Messungen aufgrund unregelmäßiger Schlammverteilung notwendig

Die Verteilung des Schlammes kann aufgrund unterschiedlicher Fließgeschwindigkeiten und variabler Sohlverläufe sehr unterschiedlich sein, sodass stichpunktartige Messungen an wenigen Stellen unzureichend sind und grundsätzlich gut verteilt über die gesamte Wasseroberfläche gemessen werden muss, was mit klassischer Methodik kaum zu bewerkstelligen ist.

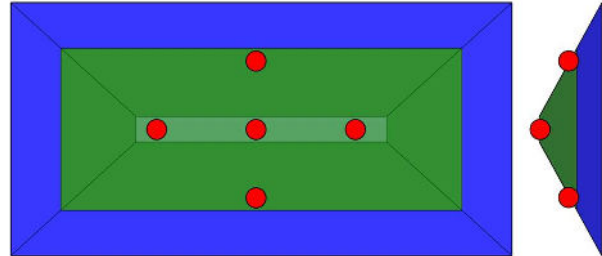


### Herkömmliche Berechnungsverfahren können zu grob fehlerhaften Ergebnissen führen

Aktuell werden die Schlammbestimmungen meist nach folgendem Schema gemacht: Sondierungen an vermeintlich gut verteilten Stellen, Bestimmung des

Mittelwertes und anschließende Multiplikation mit der Wasserfläche ergeben das Sedimentvolumen.

Bei kleinen Anlagen mit schrägen Ufern kann das zu grob falschen Volumenwerten führen, da die Verteilung der Sondierungen i.d.R. bestimmte Bereiche bevorzugt und der Mittelwert nicht mehr repräsentativ ist. Die Geometrie des Sohlverlaufs ist somit zwingend mit zu berücksichtigen.



### Größtes Hindernis: Ungenaue Pläne der Gewässersohle und fehlende Nullmessungen

Selbst wenn sich eine Methode finden ließe, die zumindest den Verlauf der Sedimentoberfläche messen kann, verbliebe noch ein weiteres Problem, das z.B. den Einsatz intelligenter Drohnensensorik bislang ausschließt: Zur Berechnung der Schlammtiefe wird zusätzlich der Sohlverlauf benötigt (Differenzbildung). In der Praxis ist dieser jedoch häufig nicht mit ausreichender Genauigkeit bekannt. Vor allem zu alten Anlagen existieren kaum verifizierte Pläne und in der Regel wurden auch keine Nullmessungen im leeren Zustand nach dem Bau der Anlage vorgenommen.

### Zusammenfassung der Anforderungen an ein effizientes Verfahren zur Sedimentbestimmung

Aus den vorhergehenden Ausführungen ergeben sich folgende Anforderungen an ein Messverfahren, das es erstmals ermöglichen soll, eine Vielzahl von unterschiedlicher Anlagentypen mit geringem Aufwand zu vermessen:

- Leicht, mobil, sofort einsetzbar
- Erfassung der Sedimentoberfläche und der Gewässersohle
- Komplette Abdeckung der Wasserfläche, auch in unzugänglichen Bereichen

- Automatisierte GPS-Dokumentation
- Berücksichtigung der Sohlgeometrie

## Die Lösung: Neueste Drohnen-Sensorik, spezielle Verfahren und laufende Weiterentwicklung

Der Autor wurde erstmals vor einigen Jahren durch Kundengespräche auf die Thematik aufmerksam. Es zeigte aufgrund der oben dargestellten Schwierigkeiten schnell, dass eine Lösung nicht trivial sein würde.

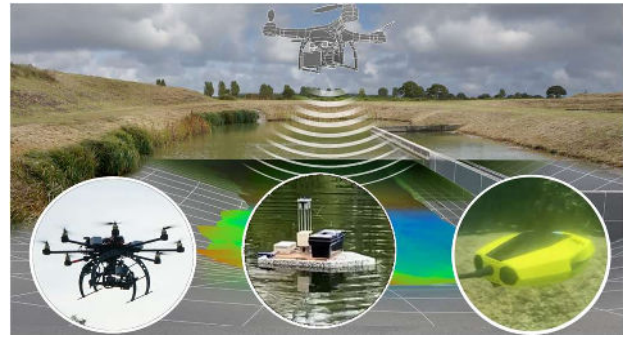
Nach jahrelangen Entwicklungen, Patenten und einer Vielzahl von Projekteinsätzen ergibt sich folgendes Bild:

Drohnen sind tatsächlich ein entscheidender Schritt, um die Sedimentbestimmung erstmals wirtschaftlich und genau durchführen zu können. Die Messungen vor Ort benötigen nur wenige Stunden, im Gegensatz bis zu mehreren Tagen beim Einsatz von Booten. Hierzu sind aber spezielle Entwicklungen, Vorgehensweisen und vor allem Erfahrung notwendig.

Besonders herausfordernd war dabei die Entwicklung der Sensorik zur Erfassung des Sohlverlaufs, da sich beispielsweise vor allem bei naturnah angelegten Anlagen oftmals eine dichte Vegetation mit entsprechendem Wurzelwerk befindet, in dem sich die ursprünglich konzipierten, ferngesteuerten Sensoriken oftmals verfangen.

Kein Becken gleicht dem anderen und erfordert jeweils ein individuelles Vorgehen, bei dem ein ganzes Portfolio unterschiedlichster Luft-, Wasser und Bodengestützter Sensorik eingesetzt wird.

In der Tat lassen sich mit dem Verfahren über 95% aller Anlagen effizient vermessen, es findet jedoch eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung aufgrund der jeweils gemachten Erfahrungen statt.



## Erstmaliger Überblick durch deutschlandweite Drohneinsätze

Dem Autor sind bislang keine übergreifenden Statistiken bekannt, um Einschätzungen bezüglich des deutschlandweiten Reinigungs-Zustands der Anlagen zu bekommen. Das dürfte v.a. am hohen Aufwand konsistenter und systematischer Messungen liegen, sodass diese eher nach spontan nach Notwendigkeit durchgeführt wurden.

Neue entwickelte Messverfahren mit Drohnen und entsprechende Praxiseinsätze der letzten Jahre ermöglichen es jetzt erstmals, sich ein übergreifendes, systematisches Bild über den Zustand der Anlagen in Deutschland zu machen.

Im dritten und letzten Teil der Artikelserie werden entsprechende Praxiserfahrungen, Statistiken und daraus abgeleitete Empfehlungen vorgestellt.