



# Sustainable Sediment Management

nachhaltige Sedimentbewirtschaftung in Staugewässern



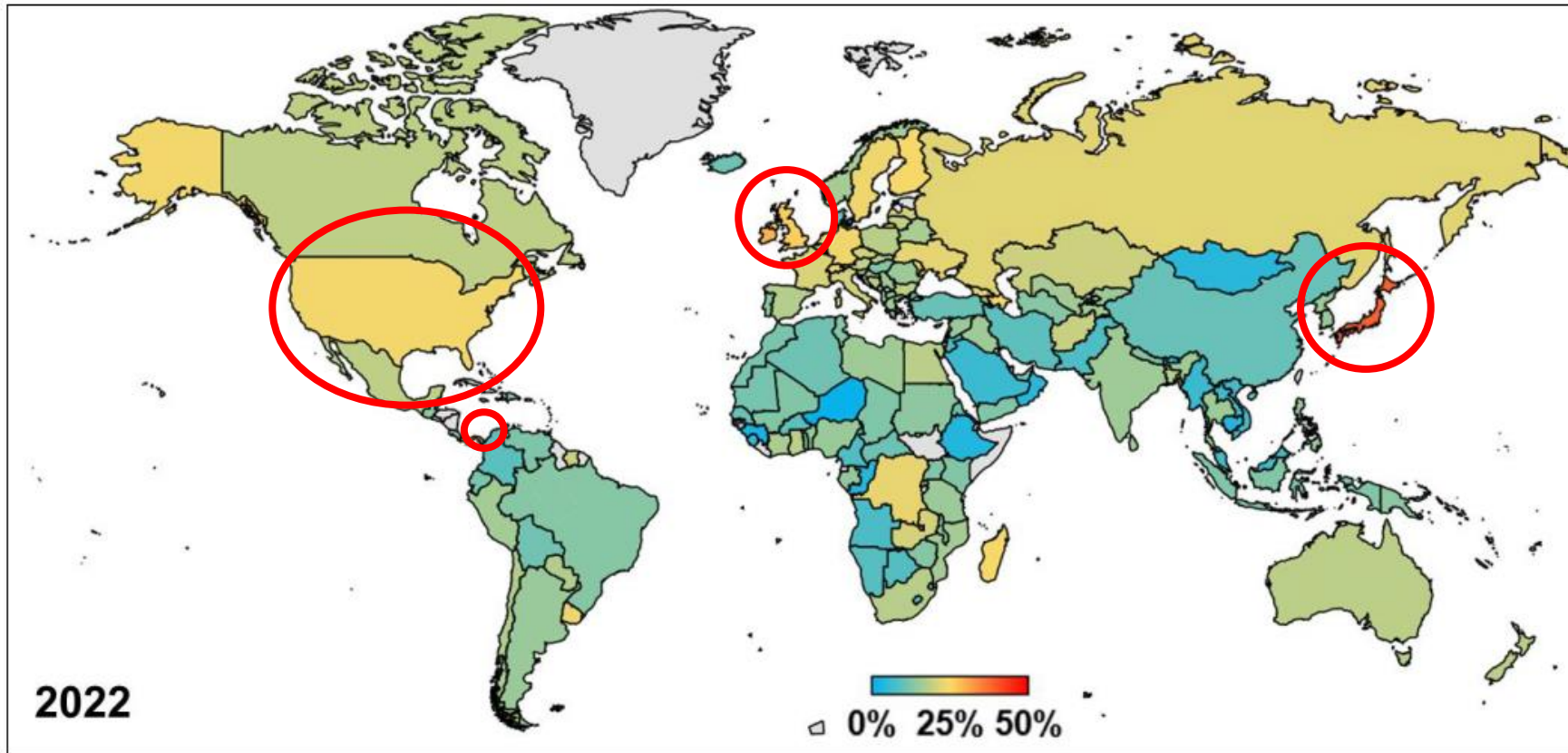
06.11.2023

Sustainable Sediment Management – Energie- und Umwelttage Mals  
2023

# Die Notwendigkeit - Staurationverlandung und ihre Folgen

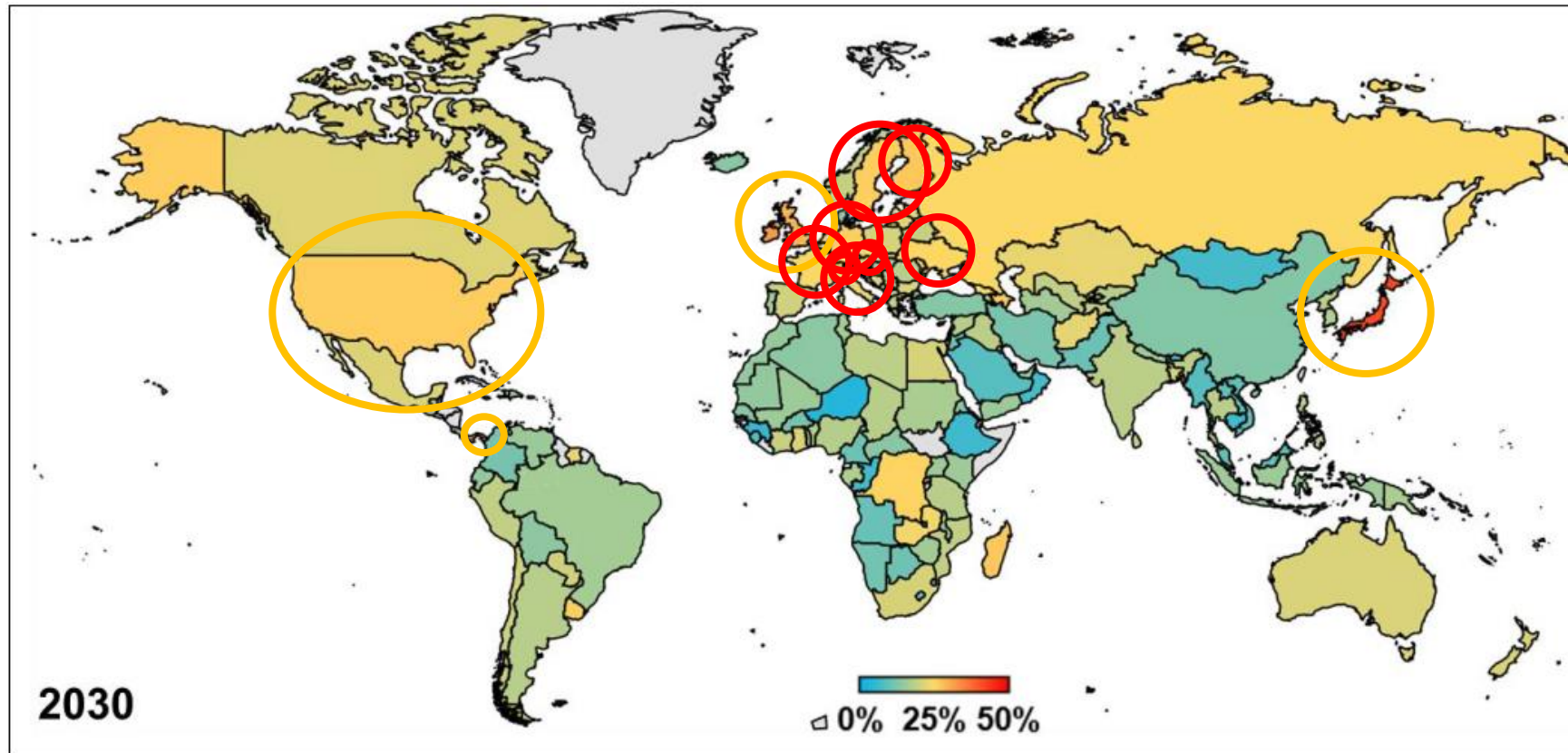


# Kapazitätsverlust durch Verlandung weltweit 2022



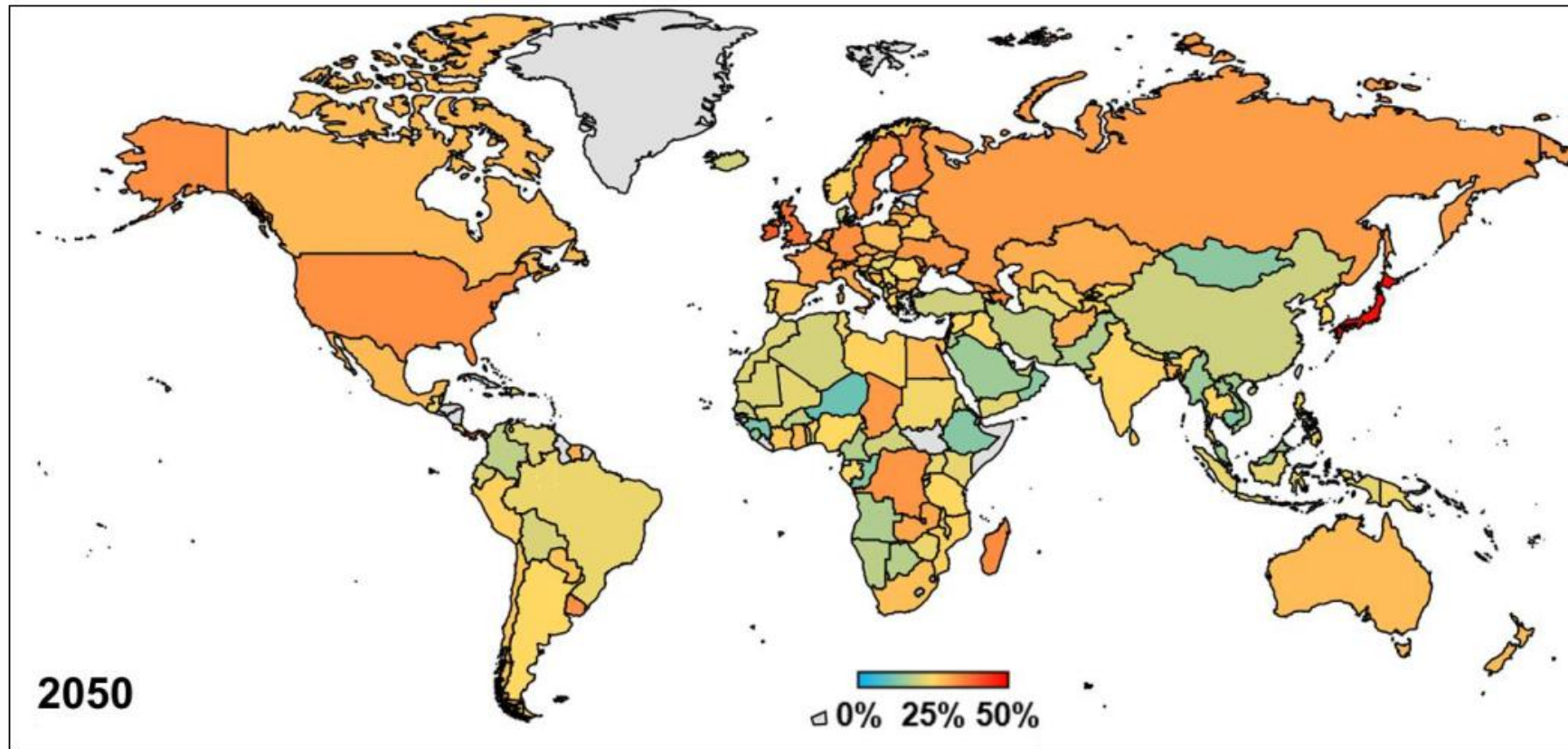
Quelle: 2022 Perera et. al – Present and Future Losses of Storage in Large Reservoirs due to Sedimentation

# Kapazitätsverlust durch Verlandung weltweit 2030



Quelle: 2022 Perera et. al – Present and Future Losses of Storage in Large Reservoirs due to Sedimentation

## Kapazitätsverlust durch Verlandung weltweit 2050



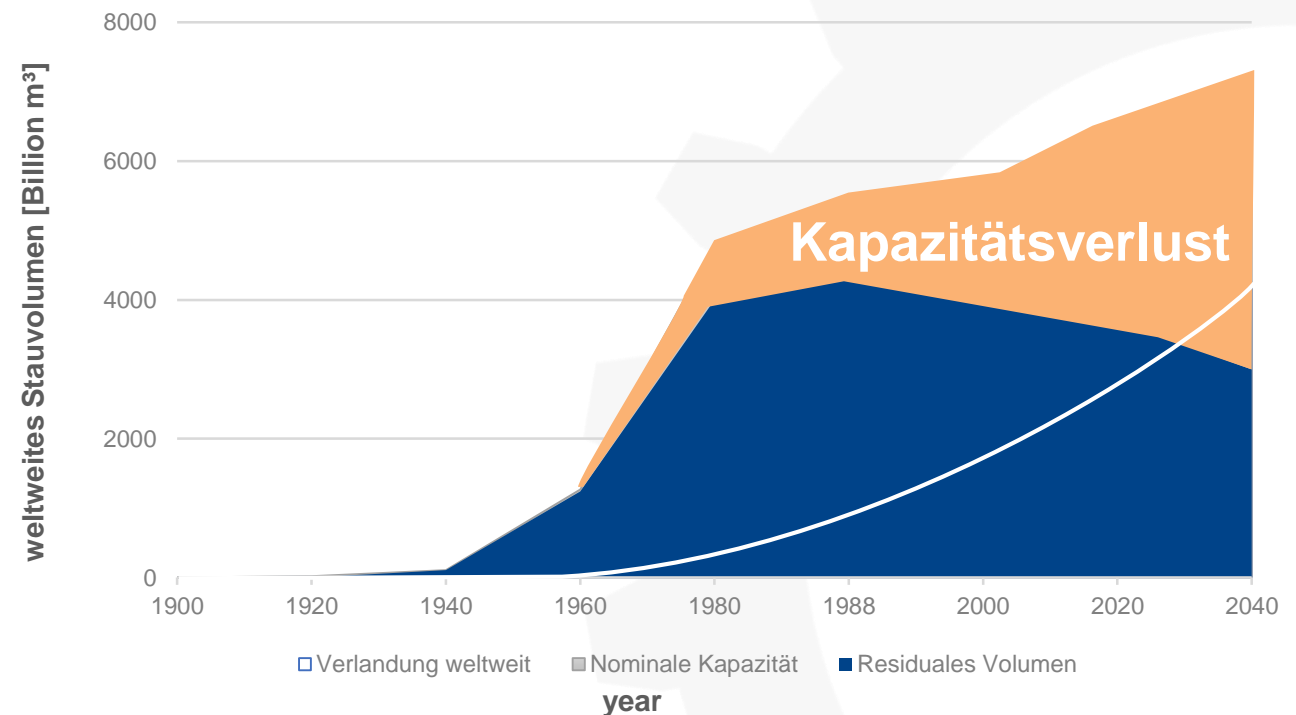
Quelle: 2022 Perera et. al – Present and Future Losses of Storage in Large Reservoirs due to Sedimentation

## Sedimentation und ihre Konsequenz

- **Jährlicher Kapazitätsverlust 1 - 2%**
- 2050 werden ca. **25%** aller Staugewässer **nicht mehr nutzbar** sein (WCD 2000)

→ **Es wird mehr Stauraum benötigt**

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



# Konventionelle Methoden

## Ignorieren



- Kapazitätsverlust
- Produktivitätsverlust
- Risiko eines Dammbruchs

## Dredging and dumping



- Hohe externe Kosten
- Logistik Herausforderung
- Unnötige Deponierung

## Flushing



- hoher Wasserverlust
- eingeschränkt anwendbar
- ökologisch schädlich

**Keine nachhaltigen Lösungen!**

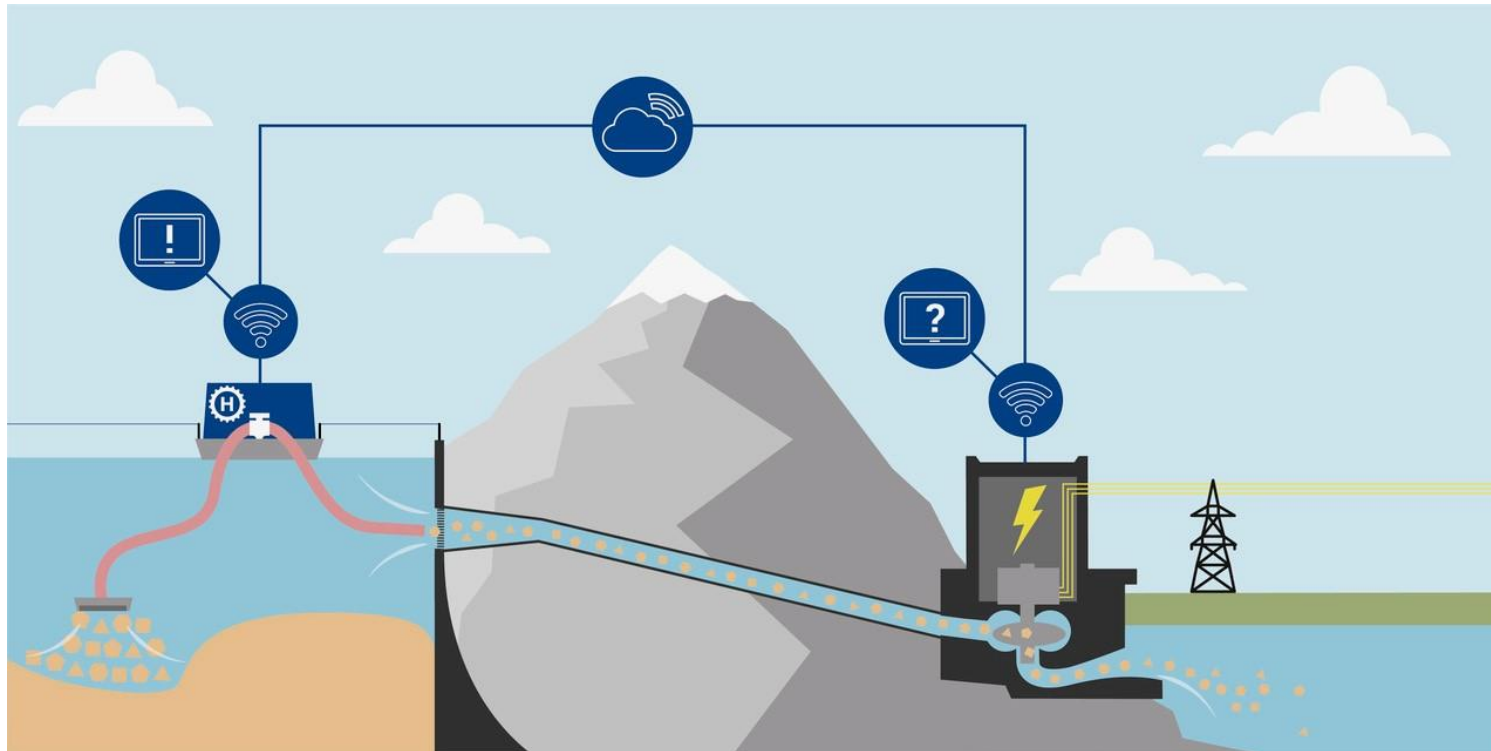




# Und was wäre nachhaltig?

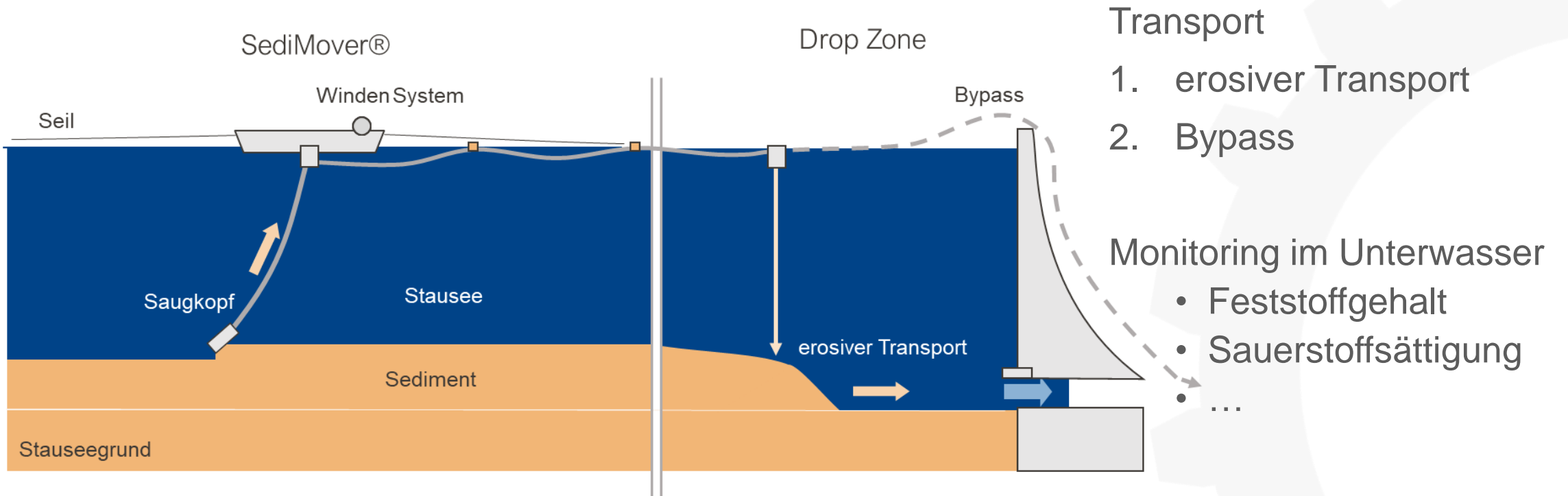
Der kontinuierliche Sedimenttransport

# Der kontinuierliche Sedimenttransport mit ConSedTrans®



-  Vollautomatisiert  
Im laufenden Betrieb
-  Durchgängigkeit  
gem. Wasserrahmenrichtlinie
-  Kapazitätsgewinn  
durch Stauraumgewinnung
-  Geringe Betriebskosten
-  Kontinuierlicher 24/7  
Sedimenttransport

# Funktionsweise SediMover®



## Technologie Transparenz durch Patentschutz

- Technologie und Verfahren unterliegen aktivem Patentschutz
- Nachhaltige Entsedimentierung ist zukunftsrelevant
- Patentschutz ermöglicht Erfindungsschutz bei technischer Transparenz

(19)  Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)  EP 3 717 704 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.03.2021 Patentblatt 2021/11**

(51) Int. Cl.:  
**E02B 3/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **19701055.6**

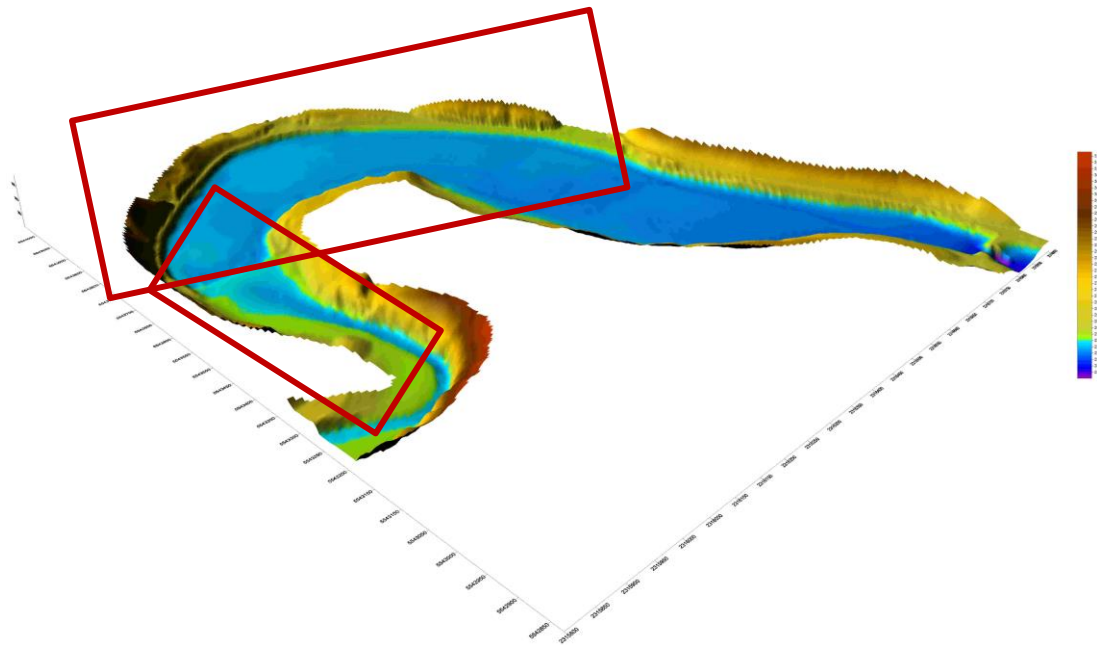
(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2019/050802**

(22) Anmeldetag: **14.01.2019**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2019/161996 (29.08.2019 Gazette 2019/35)**

(54) **VORRICHTUNG FÜR EINEN SEDIMENTTRANSFER IN GEWÄSSERN ALS AUCH EIN VERFAHREN FÜR EINE TRANSFERIERUNG VON SEDIMENT IN GEWÄSSERN**  
DEVICE FOR A SEDIMENT TRANSFER IN WATERS, AND ALSO A METHOD FOR A TRANSFER OF SEDIMENT IN WATERS  
DISPOSITIF POUR UN TRANSFERT DE SÉDIMENT DANS DES ÉTENDUES D'EAU AINSI QUE PROCÉDÉ POUR UN TRANSFERT DE SÉDIMENT DANS DES ÉTENDUES D'EAU

# Projekt B



Sediment:

18.700 m<sup>3</sup> in Vorsperre

65.000 m<sup>3</sup> in Hauptsperre

Anspruch

3 m Wassertiefe auf 253 mNHN

Anschließend

Sedimentdurchgängigkeit Zutrieb 6.000 t /a

# Auslegung Sedimenttransport

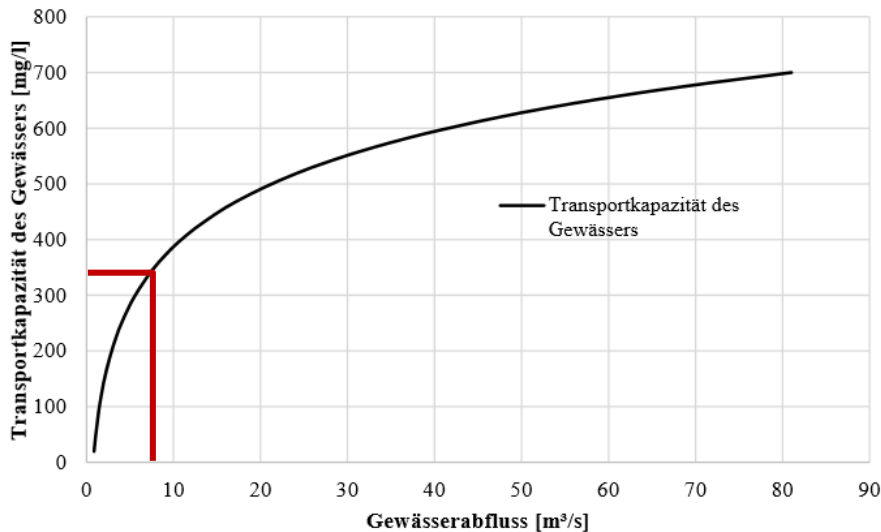
Tabelle 1: Referenzwerte für Sedimentkonzentrationen

Konzentration	Referenz
150.000 mg/l <sup>5</sup>	Maximalwerte bei Stauraumspülungen
40.000 mg/l <sup>6</sup>	Durchschnittliche Sedimentkonzentration des Gelben Flusses in China
6.000 – 10.000 mg/l <sup>7</sup>	Untergrenze für Schädigungen empfindlicher Fischarten
600 – 50.000 mg/l <sup>8</sup>	Maximalkonzentration in Mittelgebirgs- und alpinen Flüssen
50 – 700 mg/l <sup>9</sup>	Konzentrationserhöhung bei dem Verfahren der Sedimentdurchgängigkeit
20 – 700 mg/l <sup>10</sup>	Mittlere Sedimentkonzentration in Mittelgebirgsflüssen
30 mg/l <sup>7</sup>	Grenzwert der wahrnehmbaren Trübung

- Mittelgebirgsfluss
  - 50 – 700 mg / l
- Natürlicher Sedimenttransport unterliegt starken Schwankungen
  - Anpassung Sedimentfracht an Abfluss

# Bemessung der Sedimentfracht

Abflussgröße	Gemittelter Abflusswert über die Wintermonate
NQ (Niedrigster Abfluss)	0,25 m³/s
MNQ (Mittlerer Niedrigwasserabfluss)	0,88 m³/s
MQ (Mittlerer Abfluss)	8,11 m³/s
MHQ (Mittlerer Hochwasserabfluss)	81 m³/s



Annahme Auslegung:

- Winterstau = MQ (mittlerer Abfluss)
  - 8,11 m³/s
- Sedimentfracht
  - ca. 360 mg/l

Durch Einbindung von Echtzeitdaten kann die Sedimentfracht angepasst werden.

# Bemessung Sedimentfracht – Vermeidung von Kolmation

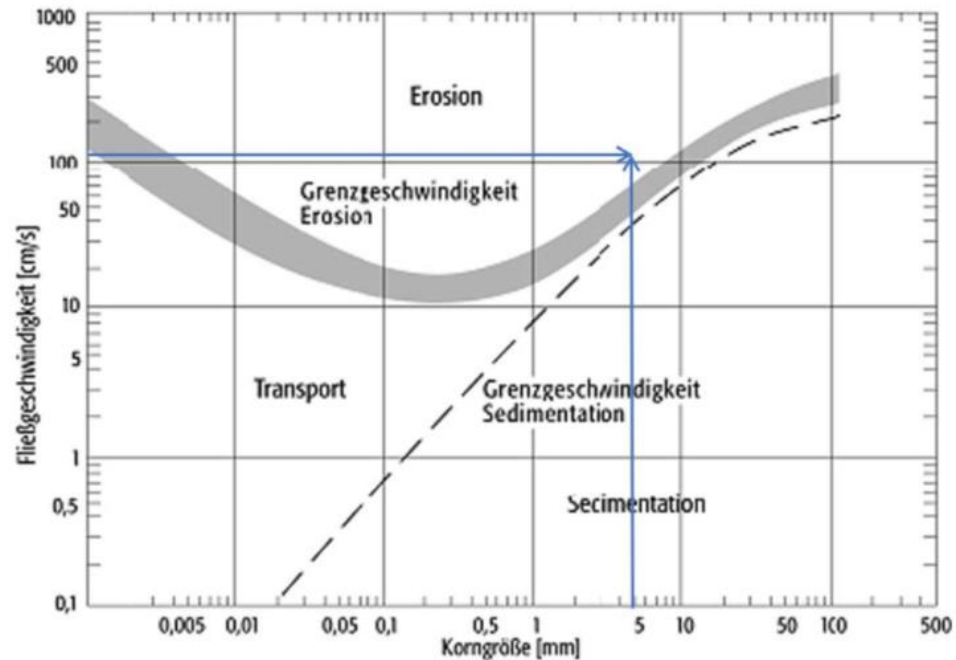


Abbildung 6: Das Hjulström-Diagramm (geodz.com, 2015)

- mittlere Korngröße  $d=4\text{mm}$
- MNQ (mittleres Niedrigwasser) =  $0,88\text{ m}^3/\text{s}$

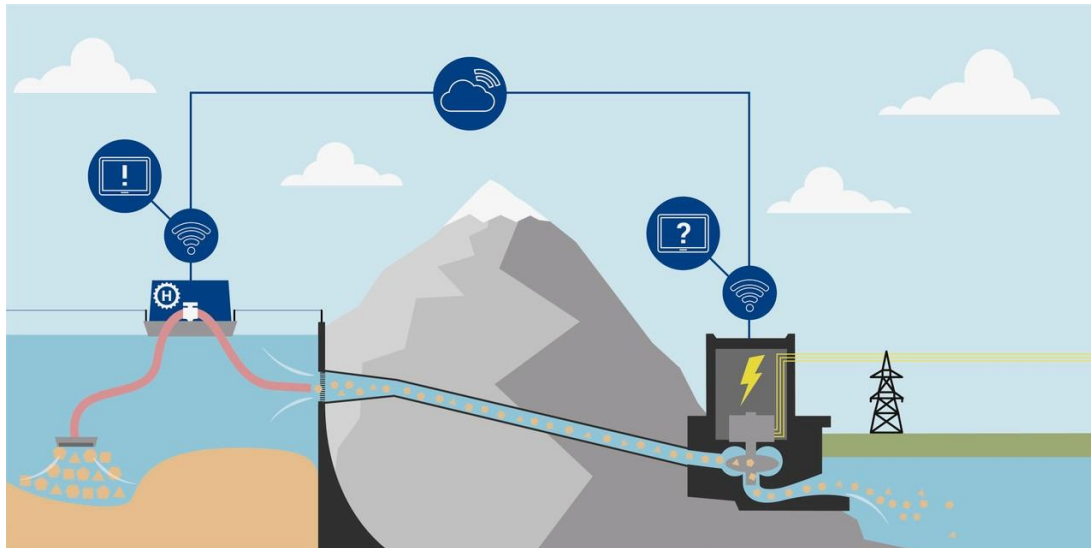
Erosiver Fließzustand

→ Keine Kolmation

→ Transport der Sedimente



## Projektdauer



Arbeiten nur im Winterhalbjahr möglich

- insg. 80.000 m<sup>3</sup> in 4 Winterhalbjahren

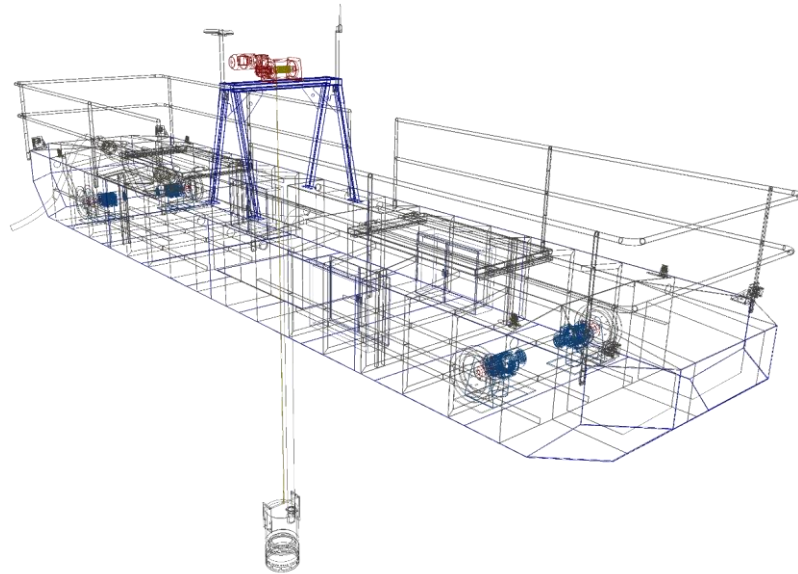
2 Jahre inkl. Monitoring

Überprüfung wasserrechtliche Erlaubnis

+ 2 Jahre

+ 4 Jahre (optional bei Bedarf)

# Konzeptionierung und Bau des SediMovers



- Modular & skalierbar
- Custom Design und Entwicklung
- Herstellung Inhouse durch



**WORLD  
DREDGERS**

# Leistungen Projekt B



Beratung



Vorstudie



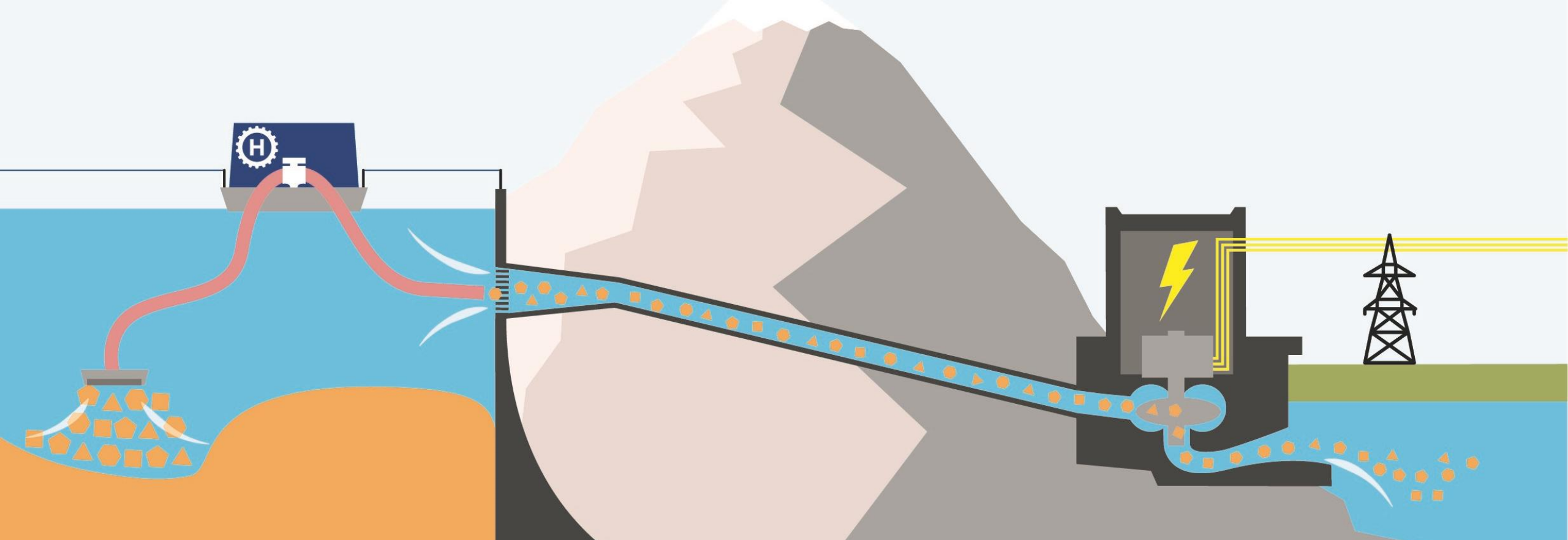
Custom Designed SediMover



Entsedimentierung



Monitoring Program



Und wenn es durch die Turbine geht?

## Pilotprojekt Italien - Turbinenpassage

- Förderung durch Francisturbine
- Vollautomatischer Parallelbetrieb
- Inspektionsergebnisse der Turbine ausstehend

**Sustainable Sediment Management**  
Für sorgenfreie Sedimentlösungen



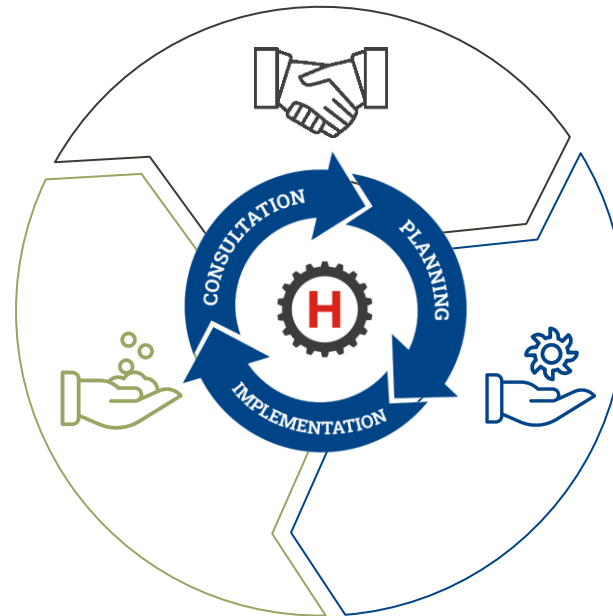
**ConSedTrans®**  
Für kontrollierten Sedimenttransport

**Turbine Service Program**  
für volle Abdeckung der Turbinenerosion



# Sustainable Sediment Management

Für sorgenfreie Sedimentlösungen



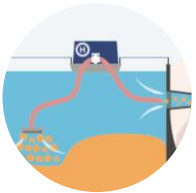
**ConSedTrans®**  
Für kontrollierten Sedimenttransport

**Turbine Service Program**  
für volle Abdeckung der Turbinenerosion

# Ausblick – Weitere Entwicklungen



- Methangasernte aus Sediment
  - laufende Forschungsprojekte
  - Feldversuche Methanabsaugkopf und Gasabscheideanlage laufen



- Autonome grüne Energieversorgung



- Inline-Sedimentreinigung (bei kritischer Verschmutzung, gilt nur für bestimmte Schadstoffe)
  - bisher gute Laborergebnisse
  - Upscaling-Projekt soll 2024 gestartet werden



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



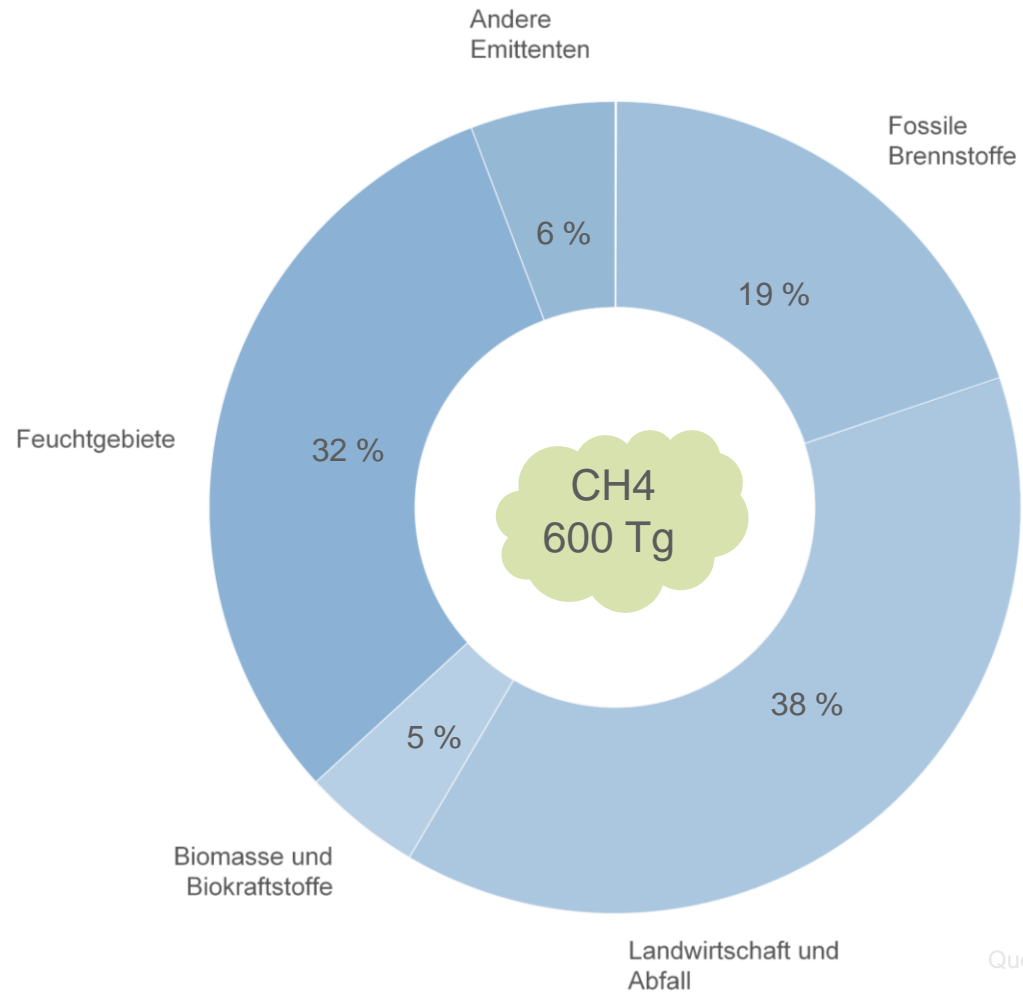


# Methangasemissionen aus Stauseen



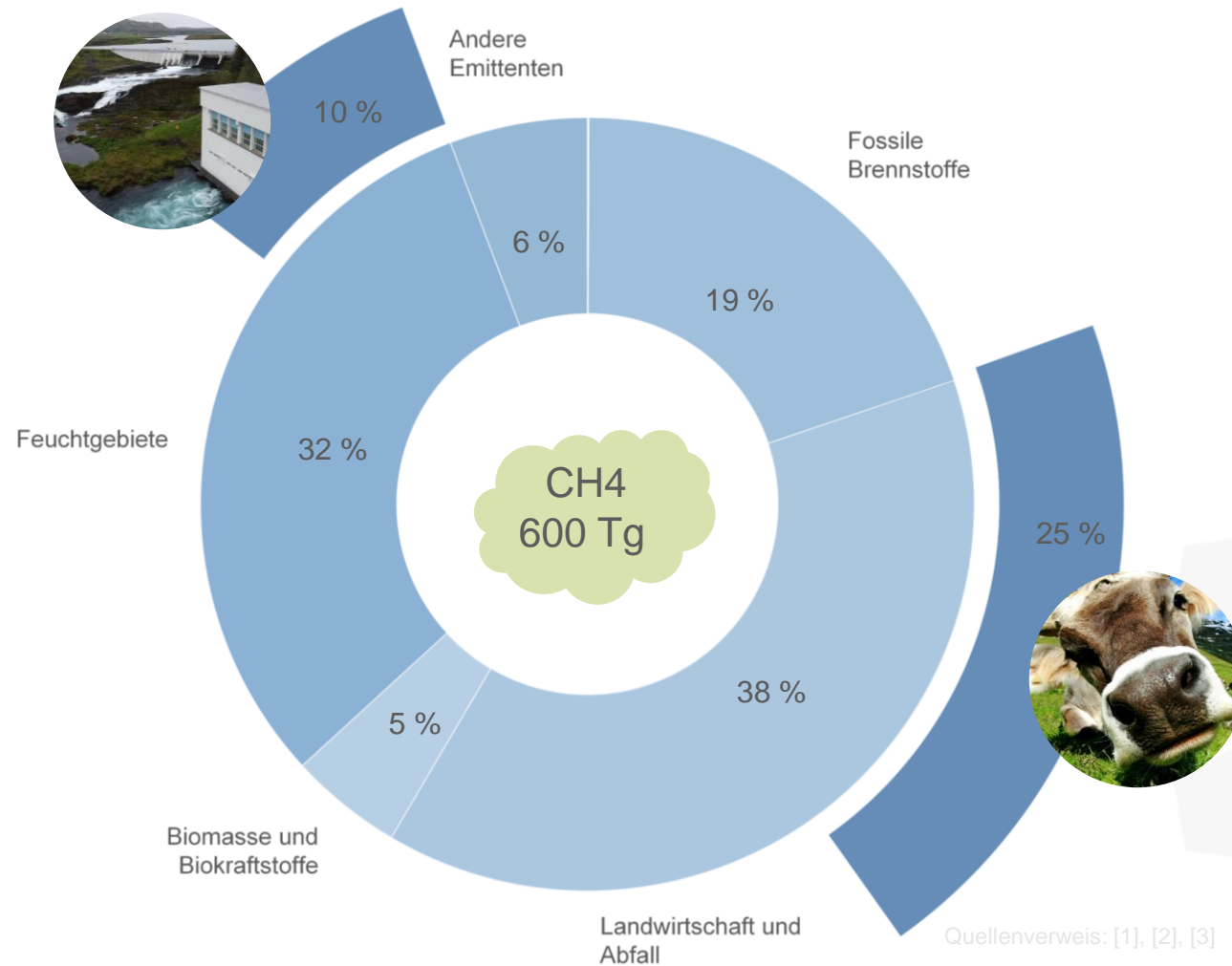


## Methangasemissionen 2008 - 2017

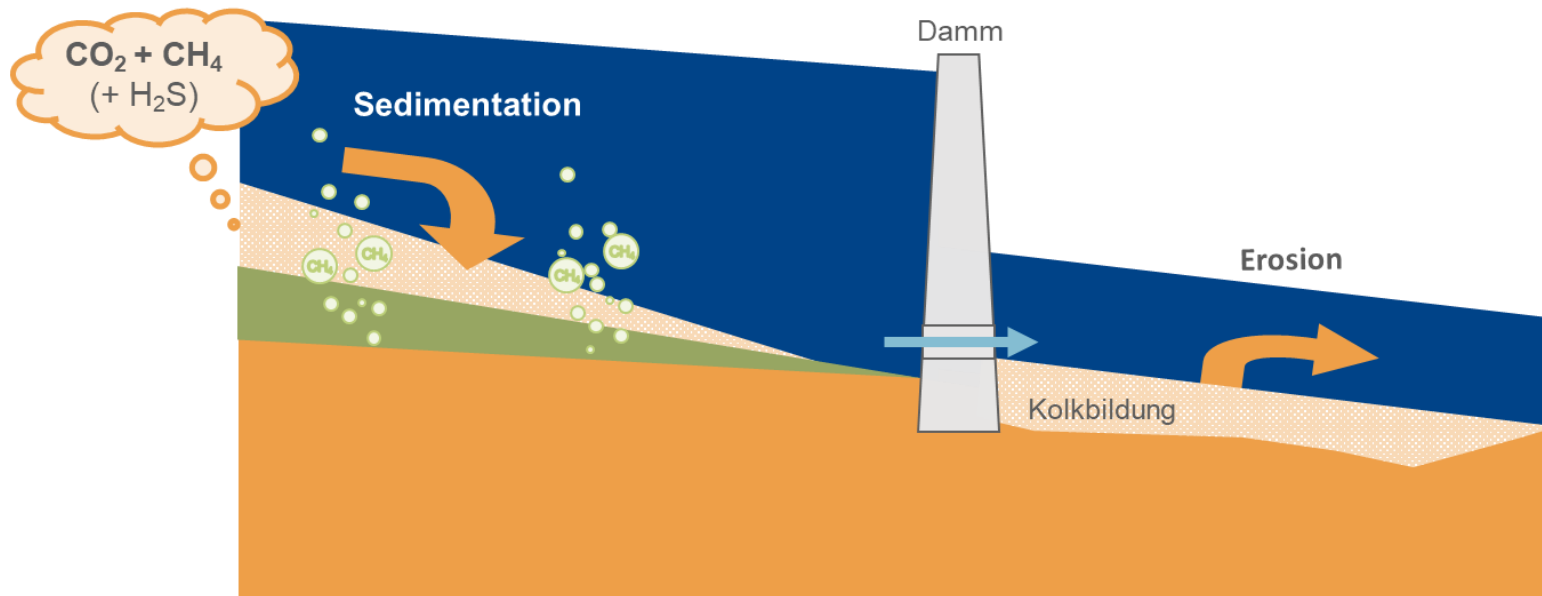


Quellenverweis: [1],[2]

## Methangasemissionen 2008 - 2017



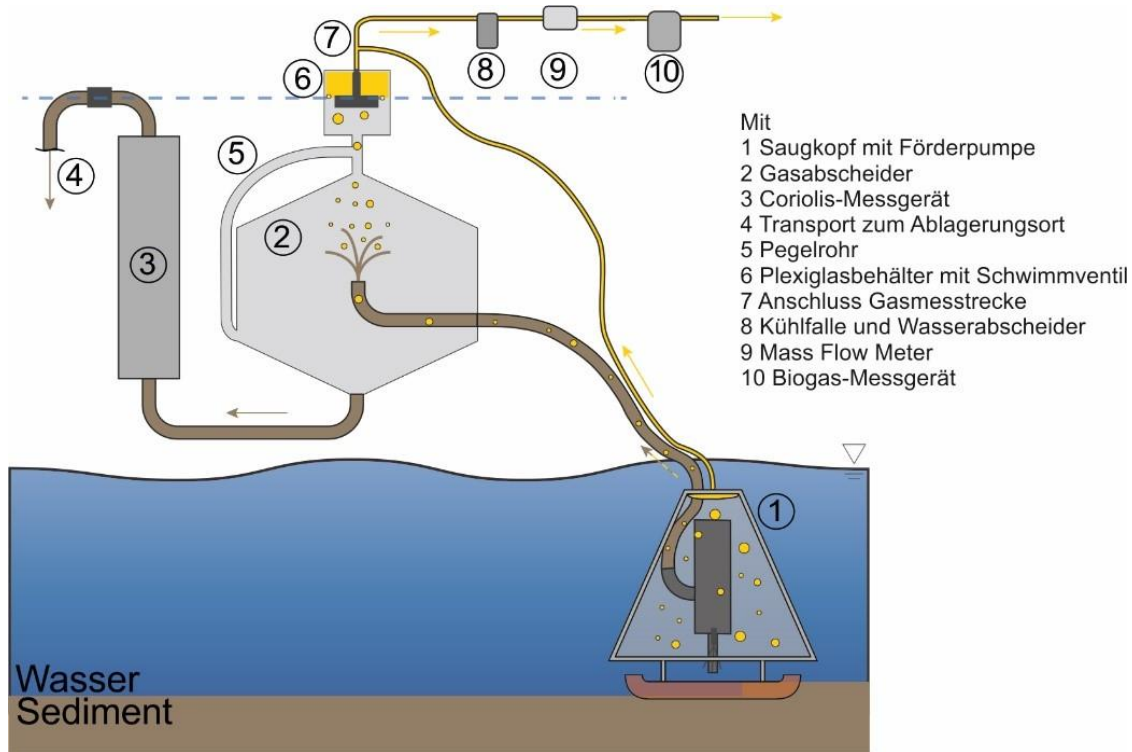
## Methangasemissionen in Stauseen



- Methangasbildung variabel
  - Temperatur
  - Sauerstoff
  - Sonneneinstrahlung
  - Wassereigenschaften
- Methangas in Seen beträgt ca. 20 % der globalen Methangasvorräte

Quellenverweis: [3],[4]

## Projektstudie Methangasernte



Quelle: TH Köln, Projekt Melinu

Ziel der Studie:

- Methangas ernten
- Methangas abtrennen
- Methangas energetisch verwerten

## Pilotfahrten Methangasernte Wupper-Vorsperre

Ergebnis der Pilotfahrt:

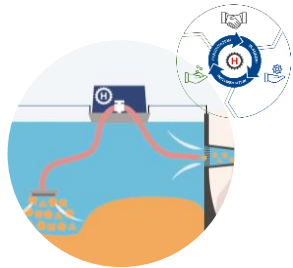
- 36 Fahrten
- 4.322 l Gas
- 3.047 kJ



## Zusammenfassung



- Verlandung von Talsperren ist ein globales Problem, das nachhaltige Lösungen erfordert
- Konventionelle Methoden sind nicht nachhaltig



- Nachhaltige und naturnahe Wiederherstellung der Stauraumkapazität
- Sedimentdurchgängigkeit durch kontinuierlichen Sedimenttransport
- Parametergesteuertes und vollautomatisiertes Verfahren



- Methangase aus Stauseen betragen 5 – 20 % der Gesamtemissionen
- Pilotprojekt zeigt mögliche Methangasernte inkl. energetischer Nutzung



# Quellen

[1] R B Jackson et al 2020 Environ. Res. Lett. 15 071002

[2] IEA, Sources of methane emissions, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/sources-of-methane-emissions-2>, IEA. Licence: CC BY 4.0

[3] IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use).

[4] Andreas Maeck, Tonya DelSontro, Daniel F. McGinnis, Helmut Fischer, Sabine Flury, Mark Schmidt, Peer Fietzek, and Andreas Lorke: 1. Sediment Trapping by Dams Creates Methane Emission Hot Spots, Environmental Science & Technology 2013 47 (15), 8130-8137