

Rückblick auf 25 Jahre DOC-Forschung in Sachsen

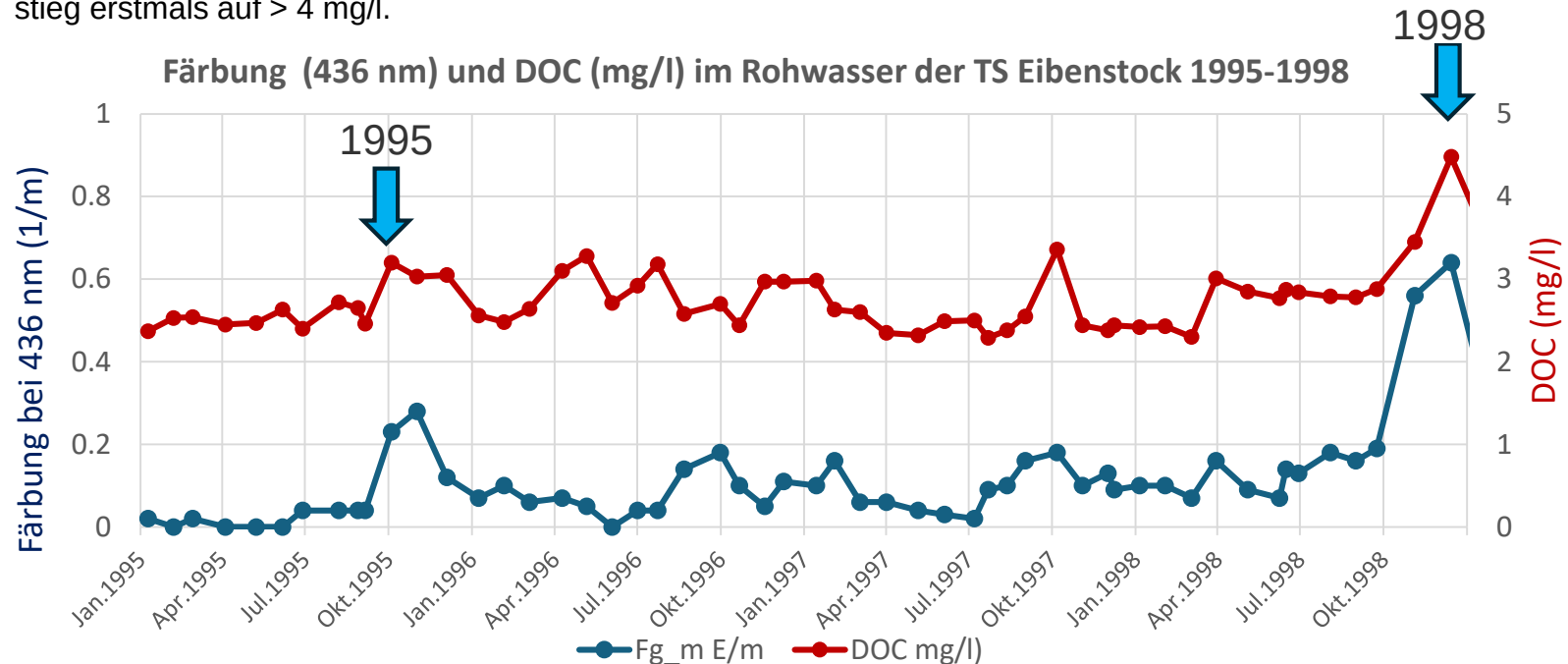
Karin Freier



Foto: Zulauf zur TS Carlsfeld, Wilzsch (K. Freier)

DOC-Problematik – Wie alles begann

- I September 1995: Lokales Starkregenereignis im Westerzgebirge - erstmalig wurde im Rohwasser der TS Eibenstock eine Färbung über 0,2 Einheiten und ein DOC über 3 mg/l gemessen.
- I Oktober 1998: Hochwasserereignis - „nur“ HQ 5 an der TS Eibenstock. Der DOC im Rohwasser der TS Eibenstock stieg erstmals auf > 4 mg/l.



Impressionen TS Eibenstock und Zwickauer Mulde

LANDESTALSPERREN-
VERWALTUNG

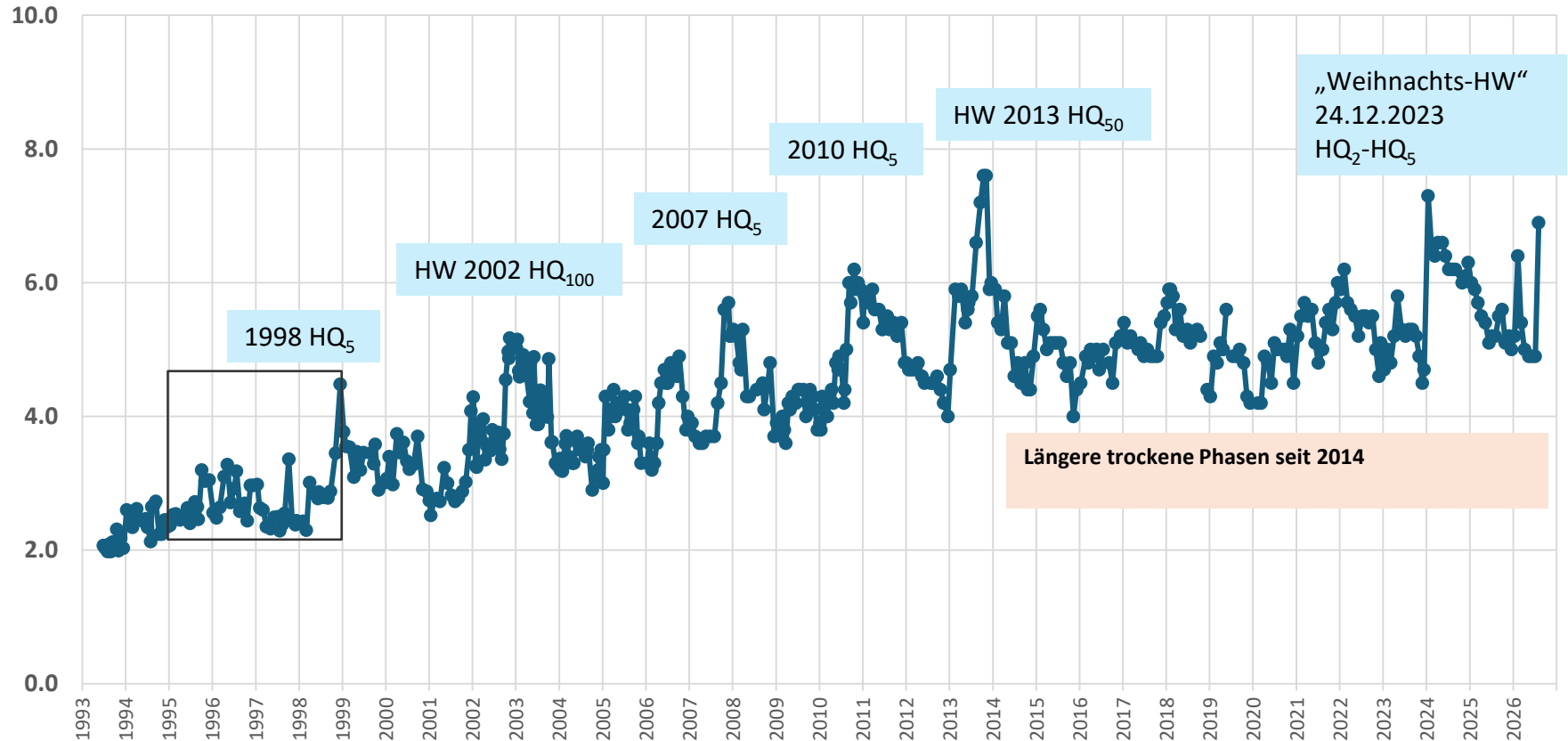


28.11.1994

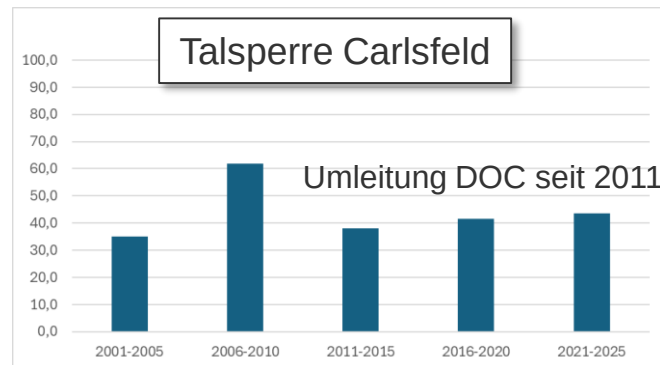
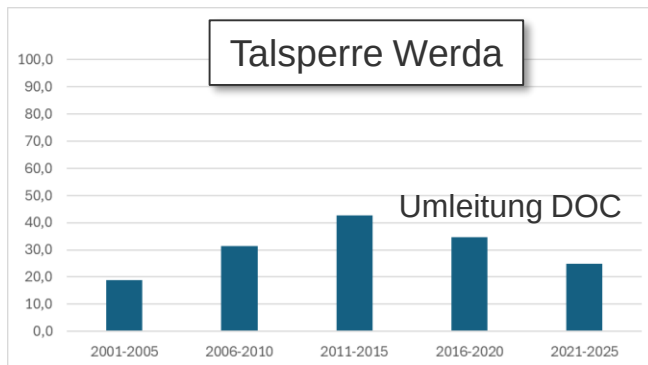
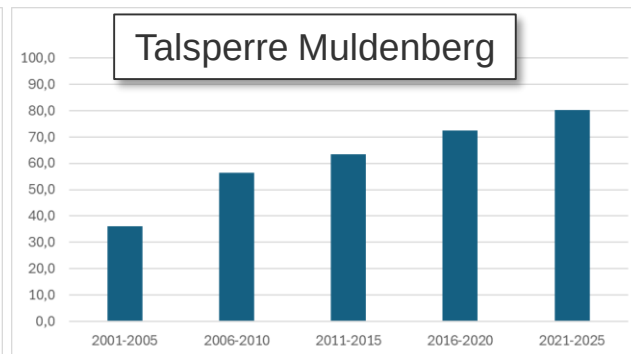
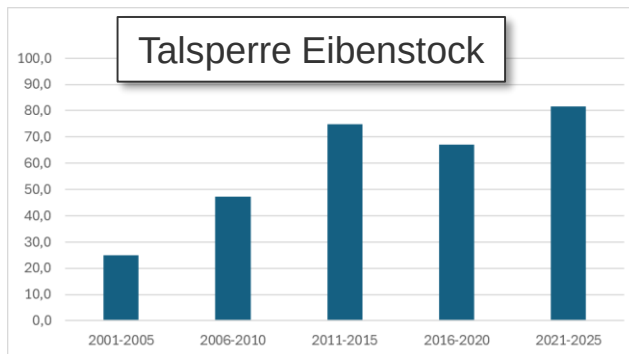
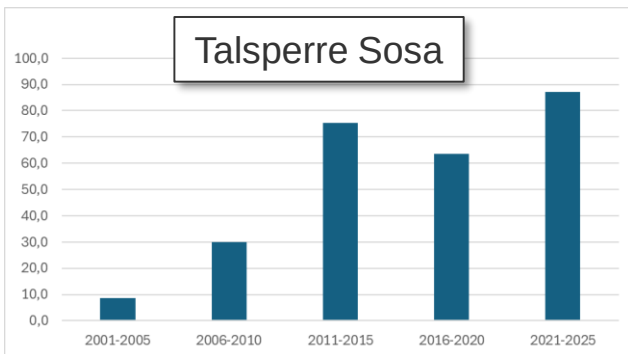
Rohwassermessstelle: 2,45 mg/l DOC

Seit mindestens 20 Jahren wird ein Anstieg von Huminstoffen (DOC) im Rohwasser von 13 der 23 Trinkwassertalsperre beobachtet. Davon sind 5 TS akut betroffen

Beispiel TS Eibenstock: DOC (mg/L) im Rohwasser 1993-2025



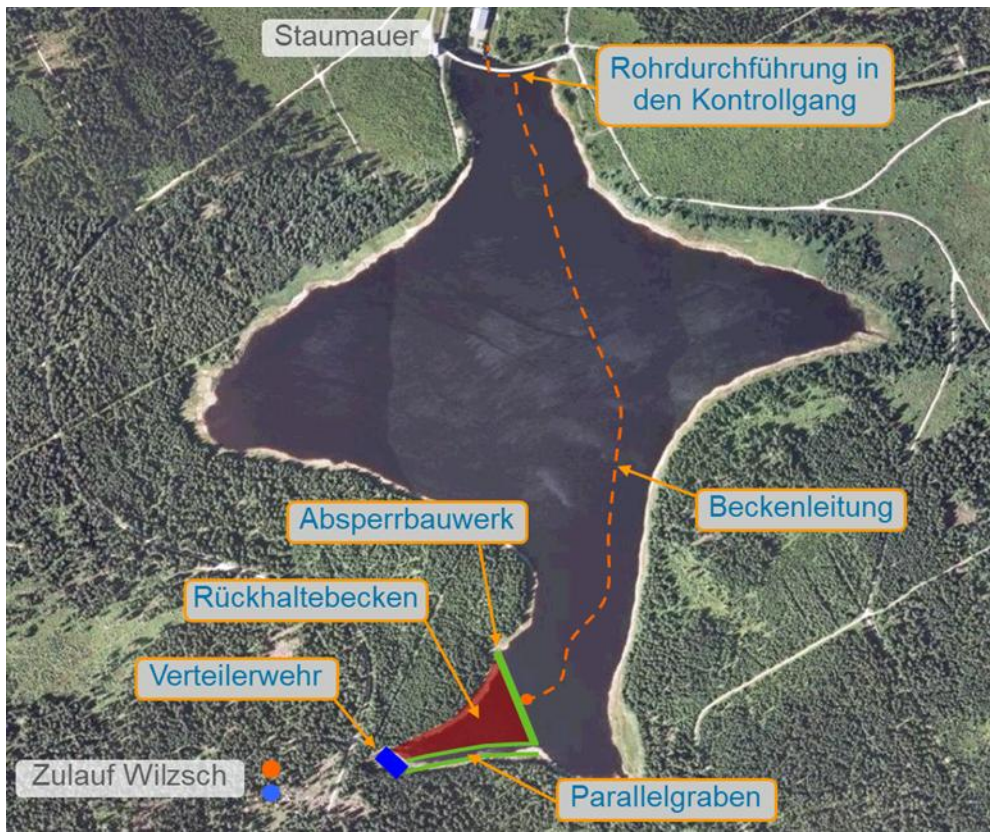
**„The Big Five“: Anstieg der DOC-Konzentration (5-Jahres-Mittelwerte)
im Rohwasser der 5 sogenannten „Huminstofftalsperren“
(Y-Achse= Anstieg der 5-Jahres-Mittelwerte in % gegenüber dem **Referenzzeitraum 1996-2000**)**



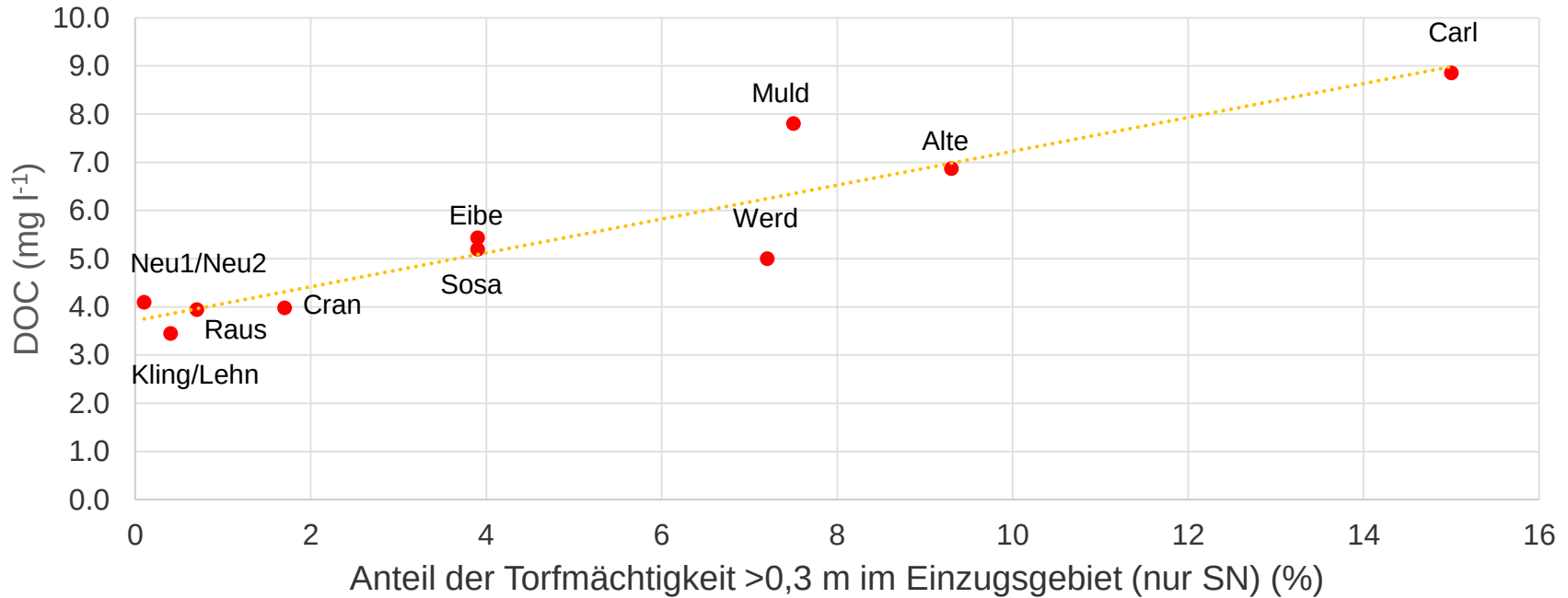
Erkennbar: Bewirtschaftungseffekte und Hydrologie – Stabilisierung durch Umleitungen der Huminstoffspitzen

Technische Maßnahmen: Bau des Rückhaltebeckens TS Carlsfed / Seeleitung Steuerparameter: SAK₂₅₄

LANDESTALSPERREN-
VERWALTUNG



Torfmächtigkeit > 0,3 m (% Einzugsgebiet) im Verhältnis zum Mittelwert des DOC (mg l⁻¹) im Rohwasser 2021-2025



Probleme der Wasseraufbereitung

Probleme im Wasserwerk (WW)	Auswirkung
Höherer Fällmittelbedarf	Mehr Chemikalien /Schlammanfall, höhere Betriebskosten
Kürzere Filterlaufzeiten	Häufigere Rückspülungen, geringere Anlageneffizienz und Bereitstellungskapazitäten
Belastung der Aufbereitungstechnik	Optimierungsbedarf und teilweise Erreichen technischer Grenzen, Rückgang der Leistungsfähigkeit des WW, erschwerte Prozessführung und Betriebssteuerung
Bildung von toxischen Desinfektionsnebenprodukten	DOC (bzw. Huminstoffe) + Chlordioxid → Bildung von Chlorit: Grenzwert Trinkwasserverordnung 0,2 mg/l DOC (bzw. Huminstoffe) + Chlor → Bildung von Trihalogenmethanen (THM), Grenzwert Trinkwasserverordnung 0,05 mg/l
Insgesamt höhere Aufbereitungskosten	Mehr Aufwand für die Sicherstellung der Trinkwasserqualität
Ertüchtigung des Wasserwerkes erforderlich, wenn die Aufbereitung nicht mehr beherrschbar ist	Sehr hohe Kosten, erschwerte Betriebsführung bzw. Ersatzwasserversorgung während der Durchführung einer Baumaßnahme im Wasserwerk

Fazit: Im schlimmsten Fall kann der gesetzliche Auftrag zur Wasserversorgung nicht mehr sichergestellt werden. Die TrinkwEGV (12/2023) verlangt von Betreibern von Wasserversorgungsanlagen eine Risikobewertung für alle Stoffe, die zu einer Gefährdung der Wasserversorgung führen könnten. Auch der DOC aus dem EZG muss somit bewertet werden.

Größere Forschungsprojekte 2001 – aktuell 2026*

*Nicht in der Übersicht: Diverse kleinere lokale Projekte, Diplom- und Bachelorarbeiten von LTV, SBS, LfULG und ZV FWS

LANDESTALSPERREN-
VERWALTUNG

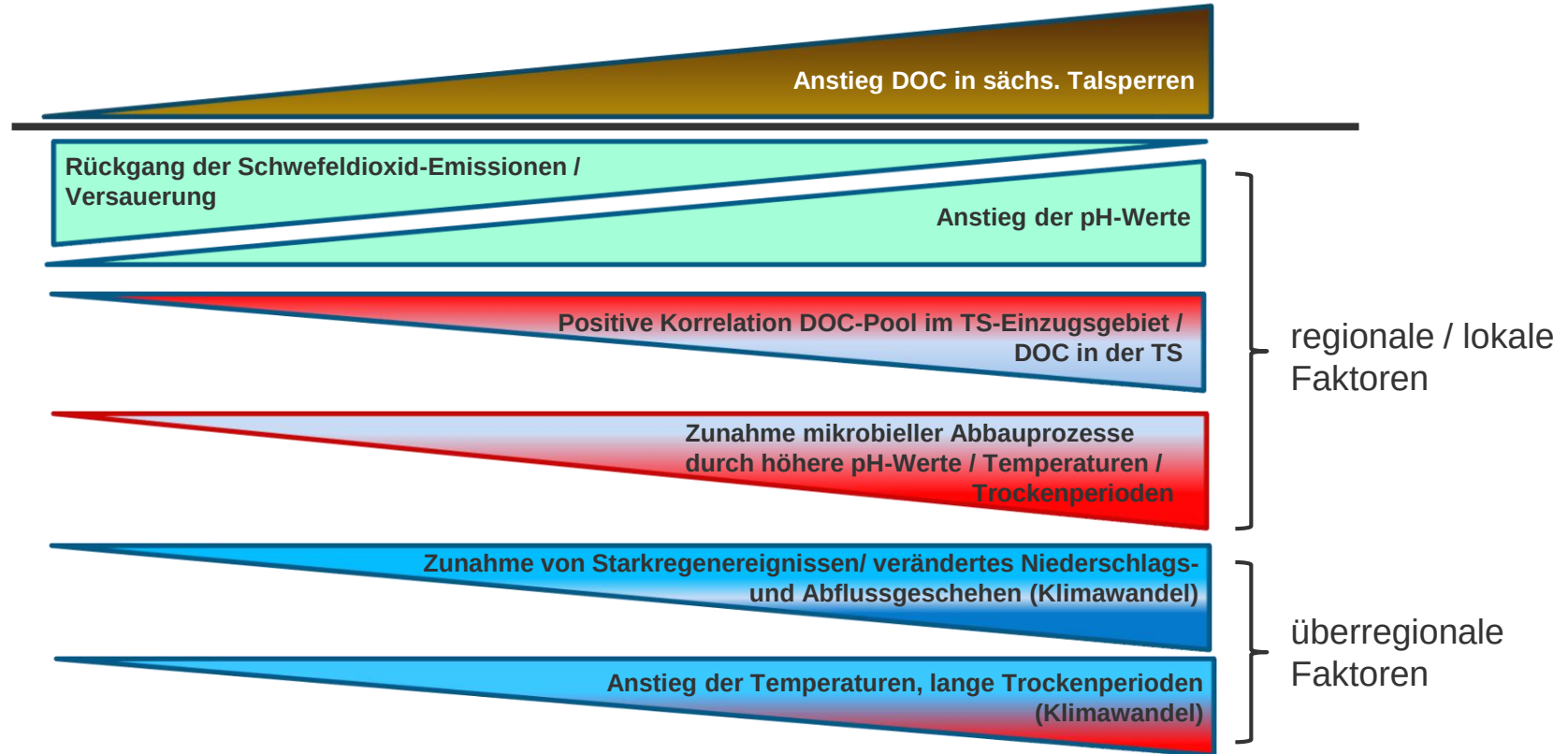


Auftraggeber/Projektförderer: Projektbezeichnung	Auftragnehmer/ Kooperationspartner	Von	Bis
BMBF: Bilaterale Untersuchungen und modellgestützte Prognosen von Huminstoffeinträgen in Oberflächengewässer aufgrund veränderter Ökosystemzustände und deren Relevanz für die Trinkwasserproduktion	BMBF-Projekt DVGW/TZW Dresden TU Dresden / Institut für Geographie + DREWAG/ZVFWS/FEO/TSB/LTV/ATT	2001	2005
LTV: Analyse der Auswirkungen regulierender Eingriffe in den Wasser- und Stoffhaushalt von Moor-Anmoor-Komplexen im Erzgebirge am Beispiel des Einzugsgebietes der Trinkwassertalsperre Carlsfeld	TU Dresden / Institut für Geographie	2002	2004
Ziel3/Cil3: Forschung der Möglichkeiten für die Minimierung des Gehaltes von organischen Stoffen in den Wasserquellen im Erzgebirge	Projektkonsortium (Ziel 3-Projekt Sachsen/Tschechien, u.a. TU Dresden / Ökologische Station Neunzehnhain)	2010	2013
BMBF: Belastung von Trinkwassertalsperren durch gelösten organischen Kohlenstoff Prognose, Vorsorge, Handlungsoptionen (TALKO)	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, (Koordination) DVGW/TZW/IDUS + ATT/FEO/LTV/TSB/ZVFWS/SMUL/	2012	2015
LfULG/AG DOC: Entstehung, Freisetzung und Transport von gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) in bewaldeten Einzugsgebieten am Beispiel der Trinkwassertalsperre Sosa – Phase 1	TU Dresden TU Bergakademie Freiberg +Projektpartner	2019	2023
LfULG/AG DOC Entstehung, Freisetzung und Transport von gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) in bewaldeten Einzugsgebieten am Beispiel der Trinkwassertalsperre Sosa – Phase 2	TU Dresden TU Bergakademie Freiberg +Projektpartner	2023	2026

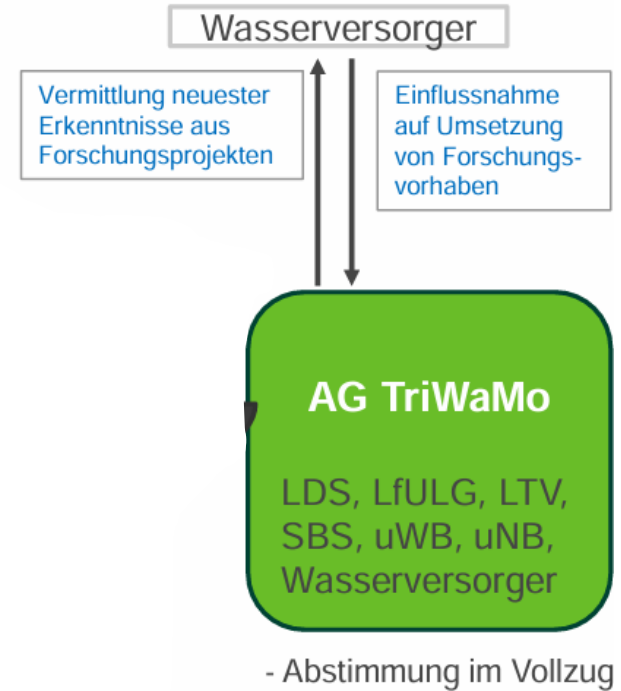
BMBF-Projekt: Bilaterale Untersuchungen und modellgestützte Prognosen von Huminstoffeinträgen in Oberflächengewässer aufgrund veränderter Ökosystemzustände und deren Relevanz für die Trinkwasserproduktion

	BMBF-Projekt (2001–2005)
Projektziele / Fragestellung	- Welche Einflussgrößen steuern den Huminstoffeintrag ins Gewässer? - Entwicklung eines Huminstoff-Eintragsmodells, Prognose für die künftige Entwicklung der Huminstoffeinträge - Ermittlung der unterschiedlichen Huminstofffraktionen
Bedeutung der Moore	Maßgebliche DOC-Quellen
Praxisbezug	Strategische Empfehlungen: u.a. Steuerung der Zuflüsse (ggf. Bypass-Leitung/Vorsperren, etc.)= Grundlage zum Bau des RHB TS Carlsfeld 2010
Wissenschaftliche Neuerung	Zusammenhang zwischen Ökosystem-Veränderungen und DOC-Anstieg
Ergebnisse	Prognosen zeigen in Abhängigkeit von steigenden Temperaturen weiter steigende DOC-Konzentrationen. Hierbei Anstieg des Anteils hoch- und mittelmolekularer Huminstofffraktionen. Frachten hängen vom Wasserhaushalt ab. Problematisch sind höhere Huminstoffkonzentrationen bei gleichzeitig sinkendem Wasserdargebot.

Huminstoffe im Rohwasser - Was wissen wir?



Arbeitsgruppen



Ziel3/Cil3: Forschung der Möglichkeiten für die Minimierung des Gehaltes von organischen Stoffen in den Wasserquellen im Erzgebirge

Ziel 3-Vorhaben an der TS Rauschenbach/TS Flaje (2010–2013)

Projektziele / Fragestellung

- Herkunft, Dynamik und Zusammensetzung des DOC in den TS Rauschenbach und Flaje
- Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung der Talsperrenbewirtschaftung und zur Verringerung der Huminstoffbelastung in den betrachteten Talsperren

Bedeutung der Moore

Die im Einzugsgebiet vorhandenen Moorstandorte sind stark degradiert, aus diesen Flächen werden große Frachten von DOC in die Gewässer exportiert.

Praxisbezug

Bewirtschaftung der TS Rauschenbach, Bewertung der Bedeutung von kleinen Vorbecken für die Photooxidation von Huminstoffen/DOC.
UV-Absorption eignet sich gut als DOC-Indikator (starke Korrelation)

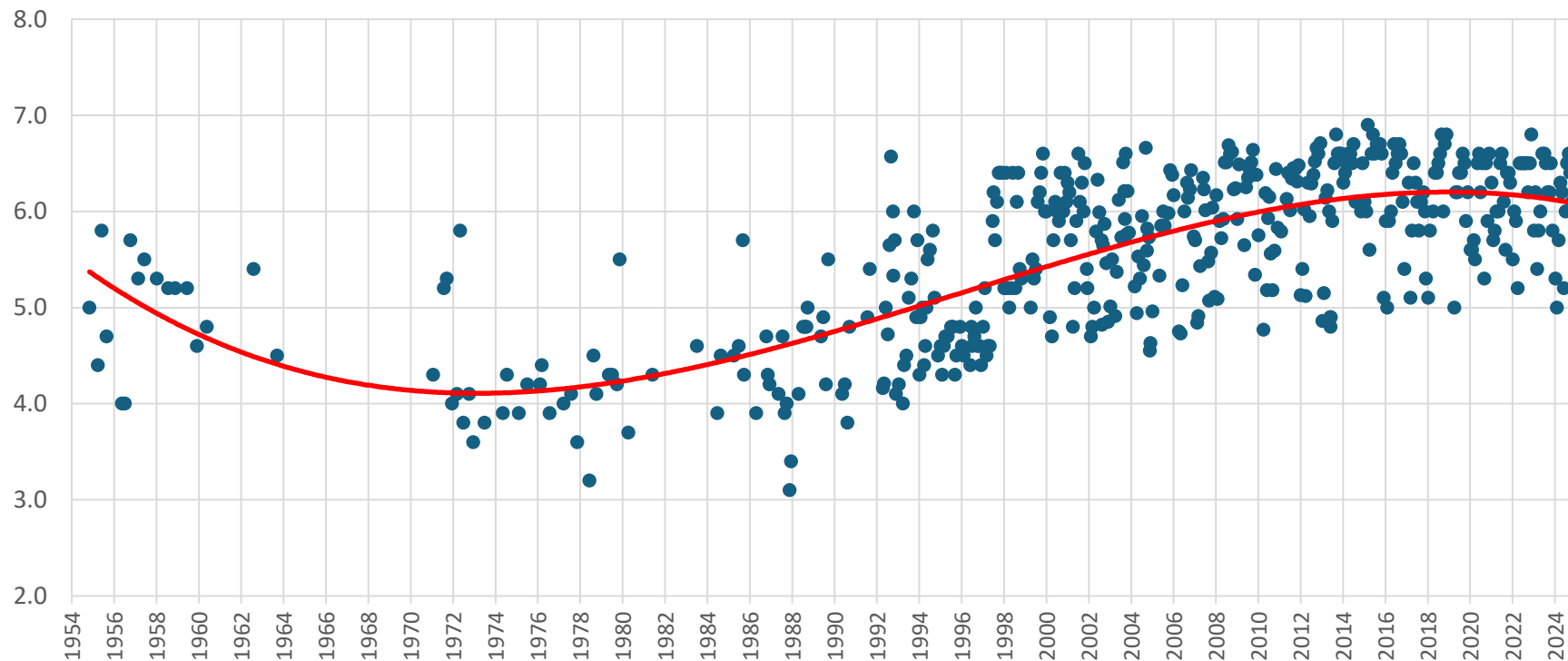
Wissenschaftliche Neuerung

Sommerlicher Rückgang der Färbung im Epilimnion ist nicht auf Photooxidation zurückzuführen, sondern auf epilimnische Einmischung von Zuläufen mit niedrigerer Konzentration

Ergebnisse

- Rund 80 % des DOC besteht aus Huminstoffen, die höchsten Gehalte stammen aus Moor- und Nassstandorten
- Starkregen, Schneeschmelze und hohe Abflüsse führen zu den höchsten Einträgen in die Gewässer
- **DOC wird in der Talsperre kaum abgebaut – weder photooxidativ noch mikrobiell**
- Bewirtschaftung der TS Flaje bestimmt die Wasserqualität der unterhalb gelegenen TS Rauschenbach maßgeblich
- Bau von epilimnischen Entnahmen zur Tiefenwasser-schonenden Hochwasserentlastung

pH-Wert TS Muldenberg - Zufluss Rote Mulde 1954-2024



BMBF-Projekt: Belastung von Trinkwassertalsperren durch gelösten organischen Kohlenstoff

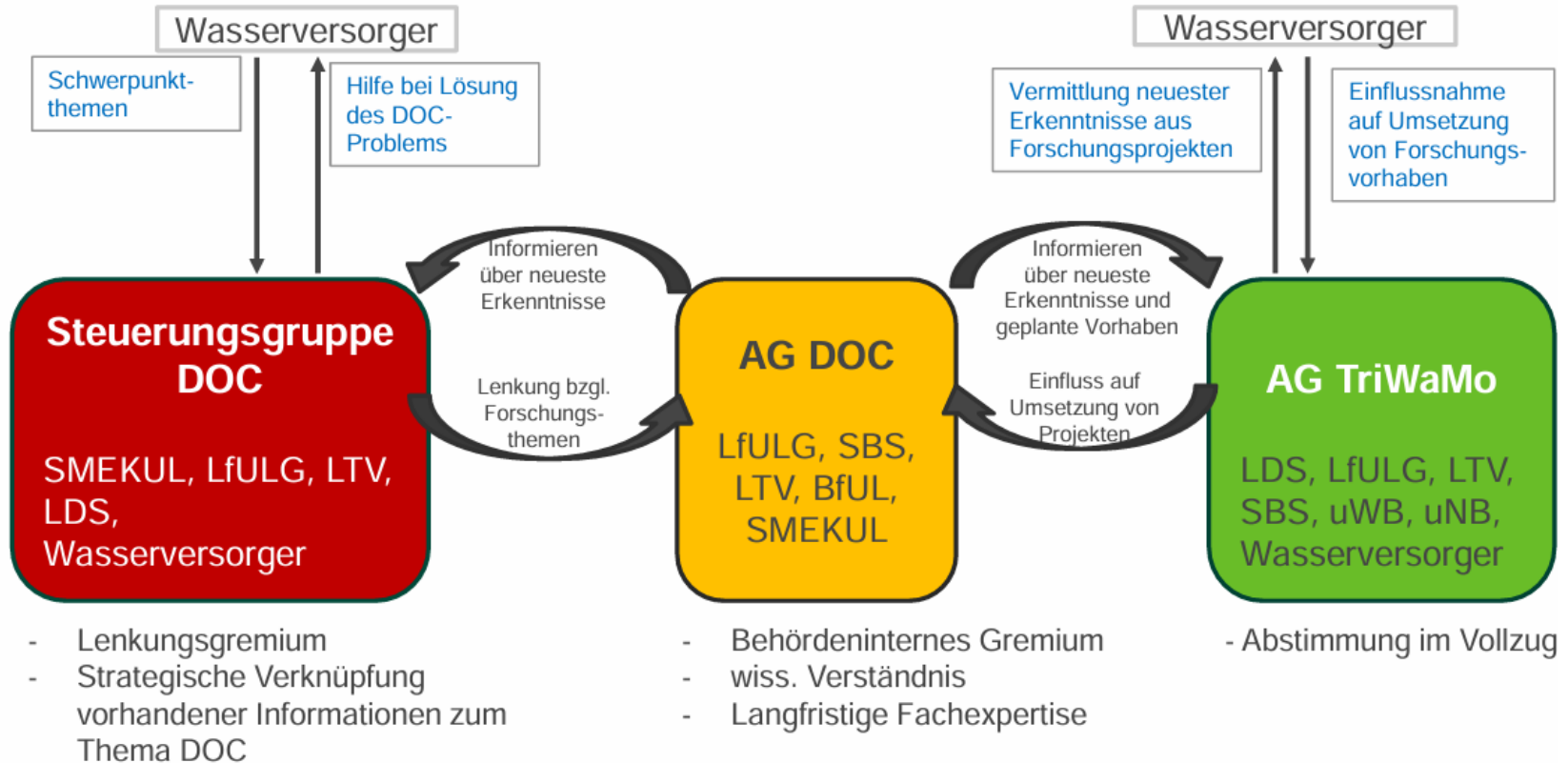
Prognose, Vorsorge, Handlungsoptionen (TALKO)

LANDESTALSPERREN-
VERWALTUNG

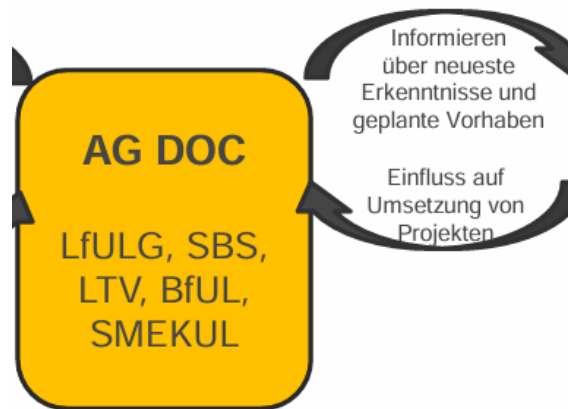


	TALKO (2012-2015)
Projektziele / Fragestellung	- Auswertung langjähriger umfangreicher Datensätze von Trinkwassertalsperren aus vielen Regionen Deutschlands im Hinblick auf Korrelationen zwischen Parametern. Erweiterung Prozessverständnis / Mechanismen der DOC-Freisetzung - DOC-Altersbestimmung, Untersuchungen zum DOC-Abbau auf der Fließstrecke. - Ermittlung von Handlungsoptionen für Talsperrenbewirtschaftung und Trinkwasseraufbereitung.
Bedeutung der Moore	- Feuchte Auenböden werden als Hauptquelle des DOC identifiziert (Bsp. Rappbodetalsperre) - Nicht nur Moore als DOC-Pool, sondern auch bewaldete Einzugsgebiete
Praxisbezug	- Erstmals Trinkwassertalsperren aus anderen Bundesländern und Mittelgebirgsregionen einbezogen, überregionale Betrachtung der Problematik
Wissenschaftliche Neuerung	- Nitrathypothese: In sauren Böden wird organischer Kohlenstoff an Eisenhydroxide gebunden, welche sich bei sinkenden Nitratkonzentrationen lösen und freigesetzt werden. Rückgang der atmosph. Stickstoffdeposition führte zu sinkenden Nitratkonzentrationen.
Ergebnisse	- Nitrathypothese: Empfehlung, im Uferbereich zur Vermeidung reduzierender Verhältnisse Nitrat in den Boden zu injizieren. Hypothese wird wissenschaftlich kontrovers diskutiert, es erfolgt keine Umsetzung in der Praxis. - Je steiler die Hangneigung, desto geringer die DOC-Konzentrationen - Kein wesentlicher DOC-Abbau auf der Fließstrecke - Künftig weiter steigende DOC-Konzentrationen in den Talsperren

Arbeitsgruppen



AG DOC- Positionspapier „Moorrevitalisierung und DOC“ (2024)



[https://www.boden.sachsen.de/download/Positionspapier Moorrevitalisierung und DOC 01 2024.pdf](https://www.boden.sachsen.de/download/Positionspapier_Moorrevitalisierung_und_DOC_01_2024.pdf)

LfULG/AG DOC-Projekt: Entstehung, Freisetzung und Transport von gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) in bewaldeten Einzugsgebieten am Beispiel der Trinkwassertalsperre Sosa – Phase 1

LfULG-Projekt TS Sosa Phase 1 (2019-2023)

Projektziele / Fragestellung

- Erforschung des grundlegenden Prozessverständnisses an der Schnittstelle Boden-Wasser
- Problem an der Quelle lösen: Detaillierte Analyse der DOC-Entstehung und des Transports im Boden, um gezielte Maßnahmen auf einzelnen Quellflächen ableiten zu können.

Bedeutung der Moore

- Organische Nassstandorte besitzen die höchste flächenspezifische DOC-Fracht
- Besonders degradierte und entwässerte Moore zeigen sehr hohes Freisetzungspotenzial, während intakte Moore geringere DOC-Austräge verursachen

Praxisbezug

- **Bedeutung von Moorrevitalisierungen: Intakte Moore stabilisieren den DOC-Austrag.**

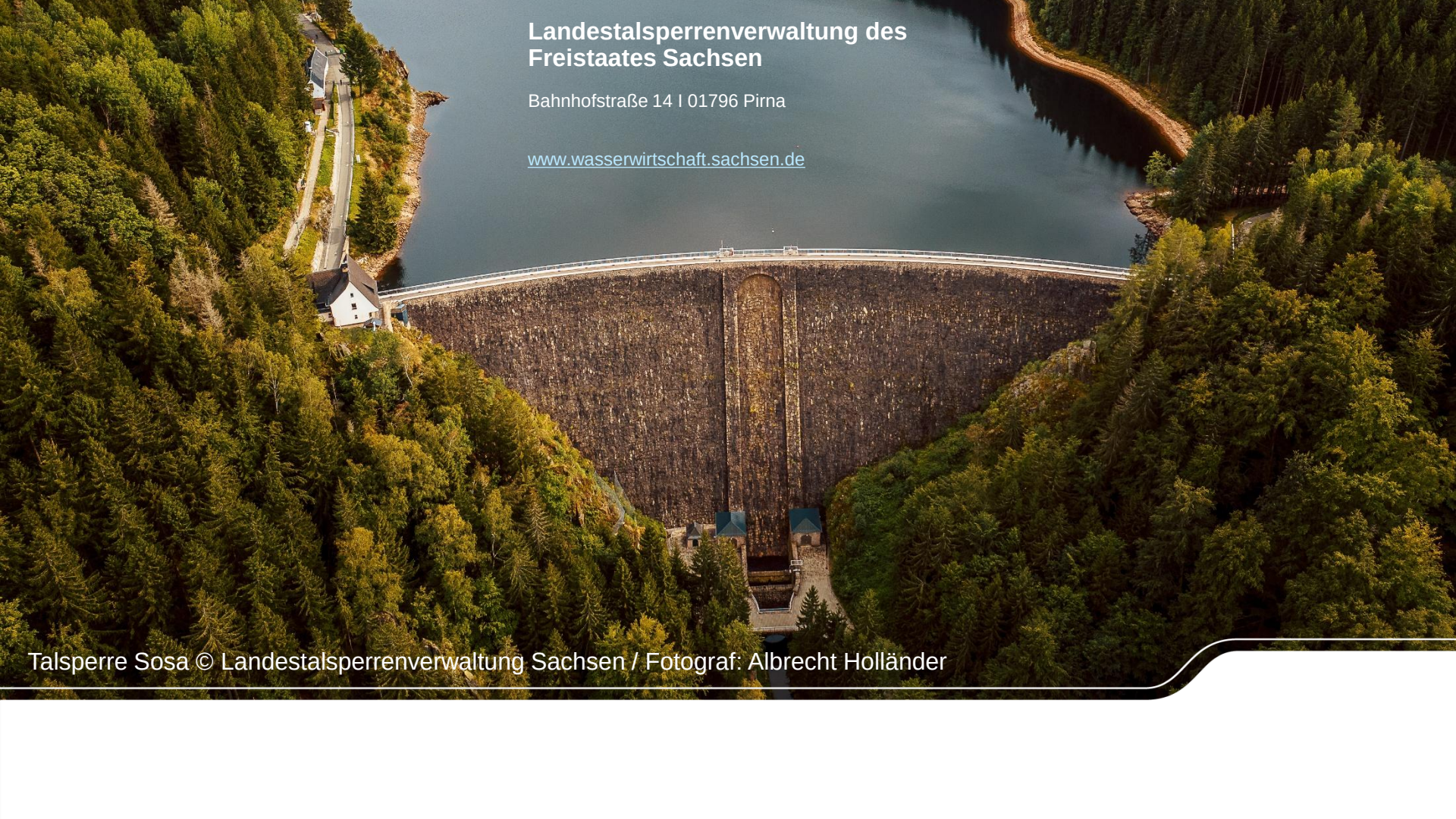
Wissenschaft- liche Neuerung

- **Fill and Spill-Hypothese:** Der DOC-Austrag wird durch die hydrologische Konnektivität mitbestimmt, erst wenn die Wasserspeicher im Boden gefüllt sind, entstehen DOC-reiche Abflusswege

Ergebnisse

- Höchste DOC-Konzentrationen bei Schneeschmelze und Starkniederschlägen, wenige Hochwasserereignisse tragen überproportional zur DOC-Fracht bei, insbesondere nach Trockenphasen
- Obwohl Moore die stärksten Einzelquellen sind, stammen die höchsten Frachten aus den Mineralböden, da diese den größten Flächenanteil einnehmen
- Braunerden wirken als natürliche Filter im Boden und haben das höchste DOC-Rückhaltevermögen

- Der DOC-Anstieg ist ein multifaktorielles Phänomen, das in verschiedenen Einzugsgebieten unterschiedlich ausgeprägt sein kann.
- Der DOC wird auch in den kommenden Jahren weiter ansteigen.
- Moorrevitalisierungen müssen für den weiteren Erkenntnisgewinn von einem Monitoring (DOC) begleitet werden.
- Die Arbeit der AG DOC bleibt weiterhin wichtig, um eine Basis für die AG TriWaMo und Entscheidungen der uWB bereitzustellen, damit wasserrechtliche Erlaubnisse auf Grundlage von Messergebnissen und neuesten Erkenntnissen erfolgen und fachlich fundierte Risikobetrachtungen erstellt werden können. Die AG DOC ist weiterhin von Bedeutung für die Auswertung der Messreihen, die im Rahmen der Moorrevitalisierungen erhoben werden.
- Wir schauen gespannt auf die Ergebnisse, die uns heute vorgestellt werden



Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Bahnhofstraße 14 | 01796 Pirna

www.wasserwirtschaft.sachsen.de

Talsperre Sosa © Landestalsperrenverwaltung Sachsen / Fotograf: Albrecht Holländer