

# Vogtländische Talsperren im Klimastress

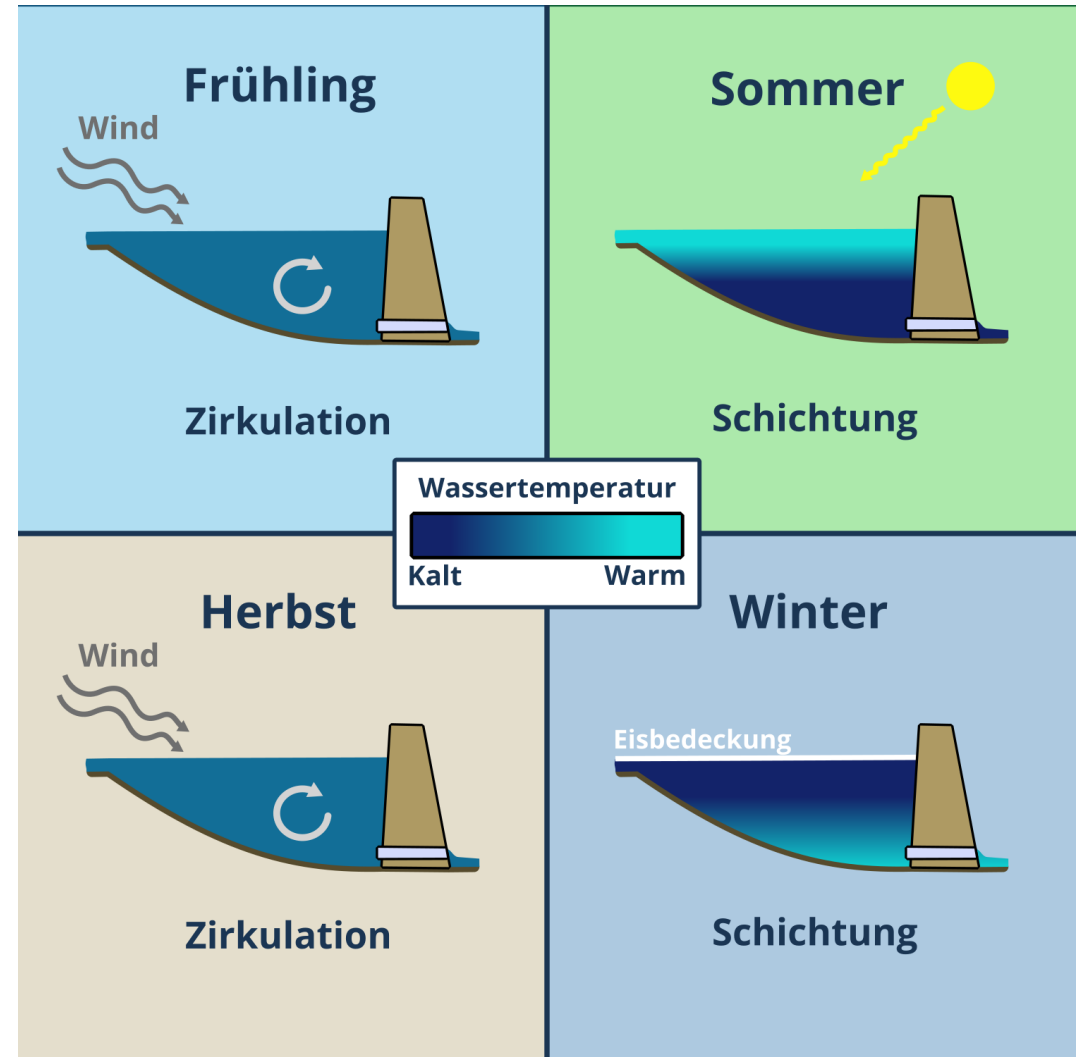
08. September 2022

Johannes Feldbauer &  
Thomas Petzoldt

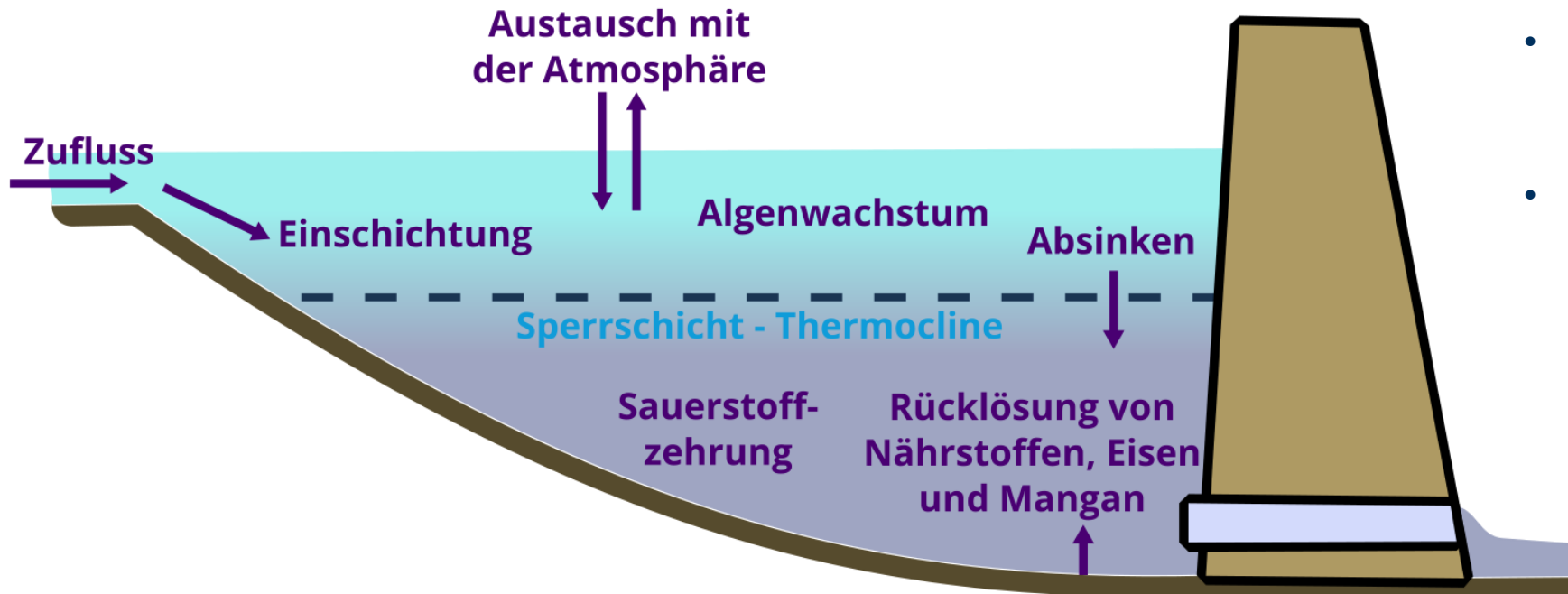


# Schichtung in Talsperren

- Dichteanomalie von Wasser → Wasser hat bei 4°C die größte Dichte
- Seen frieren im Winter von oben zu
- Bei großen Dichteunterschieden kommt es zu einer stabilen Schichtung die eine Durchmischung verhindert
- In unseren Breiten gibt es einen typischen Jahreszyklus in Gewässern: Durchmischung im Frühjahr (Vollzirkulation), Schichtung im Sommer, Durchmischung im Herbst, inverse Schichtung unter Eis im Winter



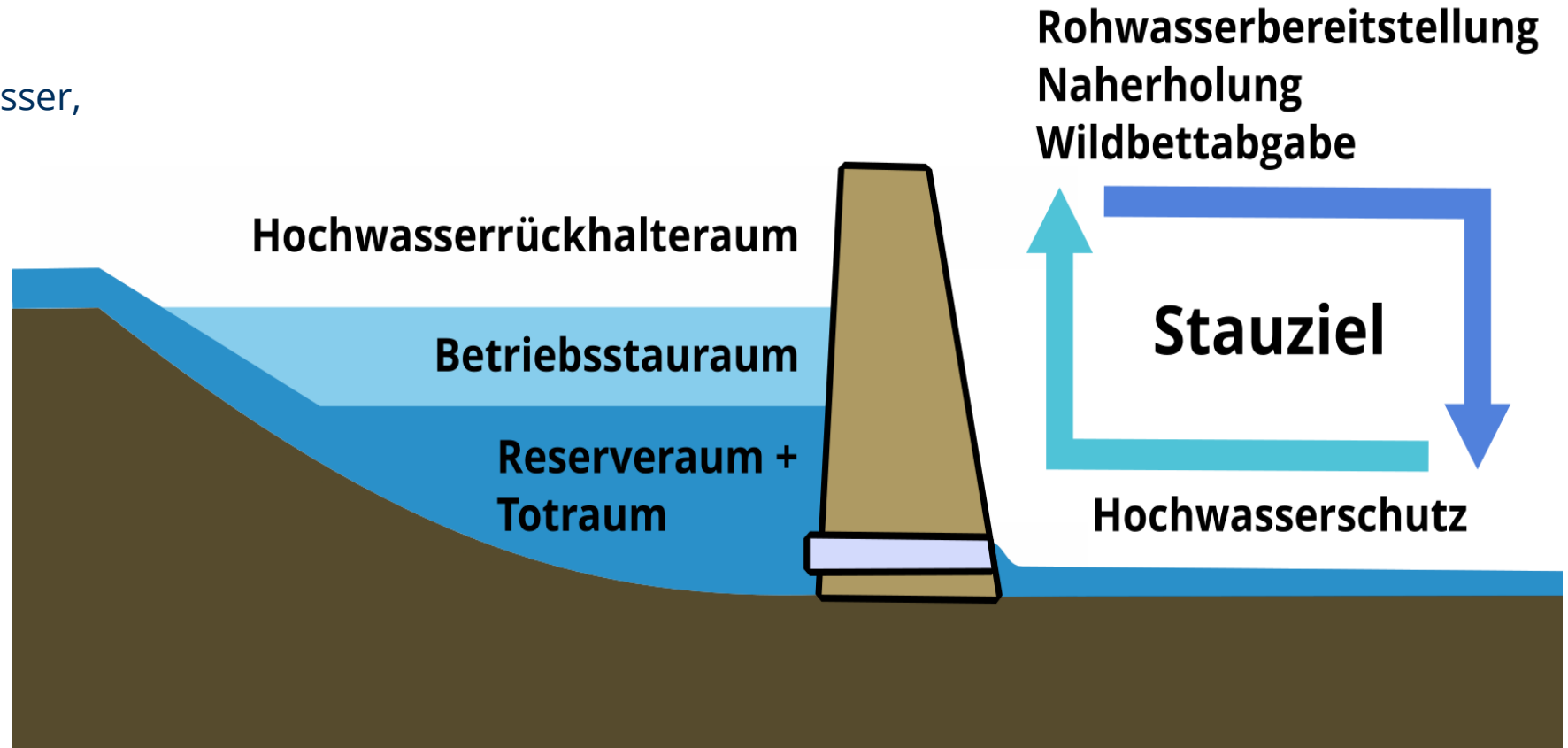
# Schichtung in Talsperren



- Schichtung ist wichtig für die Verteilung von Sauerstoff und Nährstoffen in Seen
- Schichtung ist auch wichtig für Algenwachstum und Nahrungsnetze
- Im Sommer ist die Dauer der Schichtung wichtig, da im Tiefenwasser Sauerstoff gezehrt wird und eine Nachlieferung durch die Schichtung stark gebremst wird

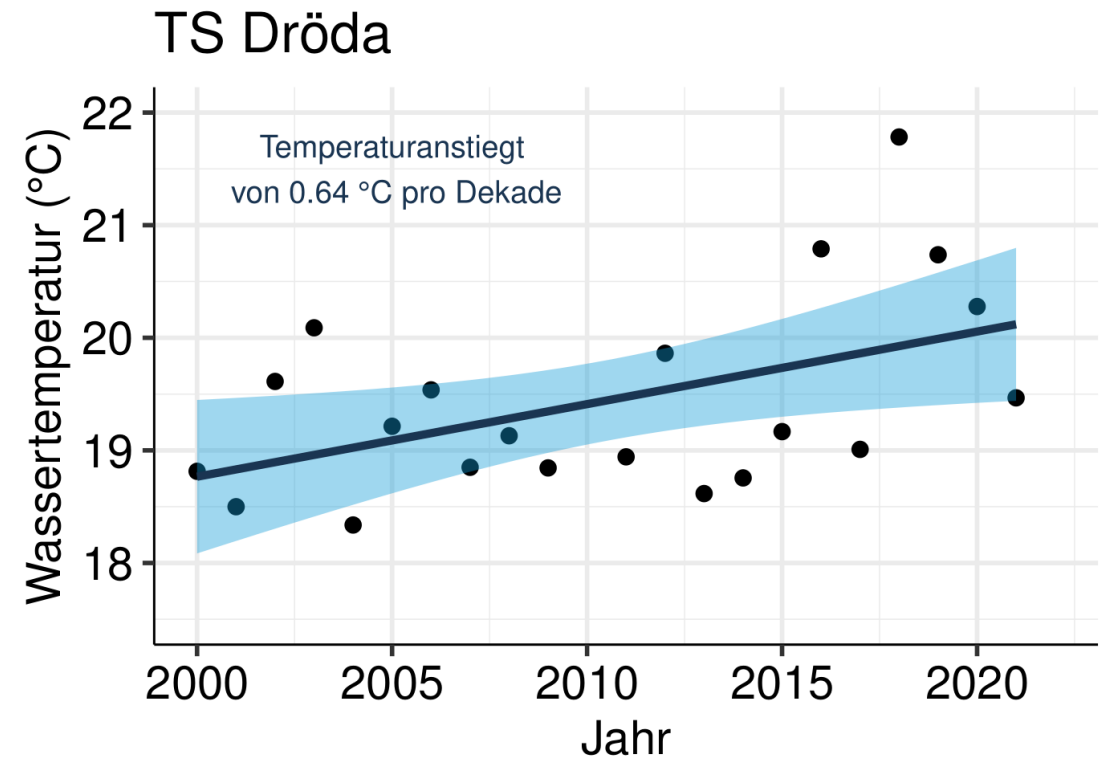
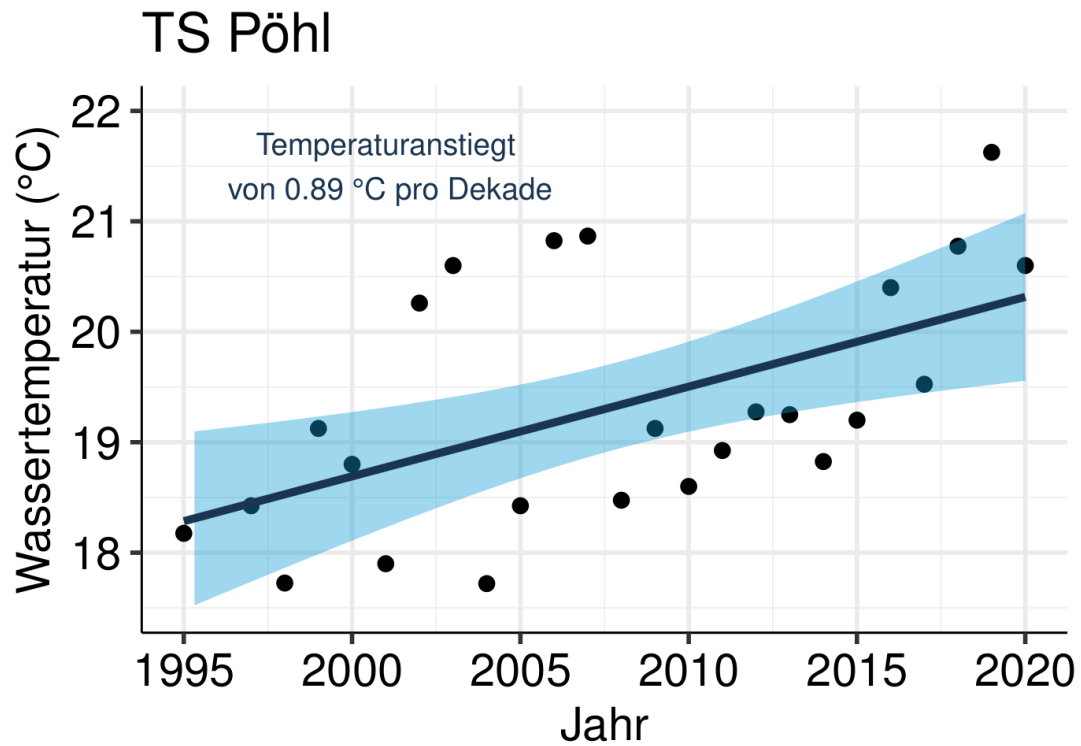
# Bewirtschaftung und Nutzungskonflikte

- Viele Talsperren dienen mehreren Zwecken: Trinkwasser, Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Naherholung, ...
- Diese Zwecke haben oft widersprechende Anforderungen: z.B. Hochwasserschutz und Niedrigwasseraufhöhung
- Regeln zur „optimalen“ Bewirtschaftung sind in Bewirtschaftungsplänen festgelegt



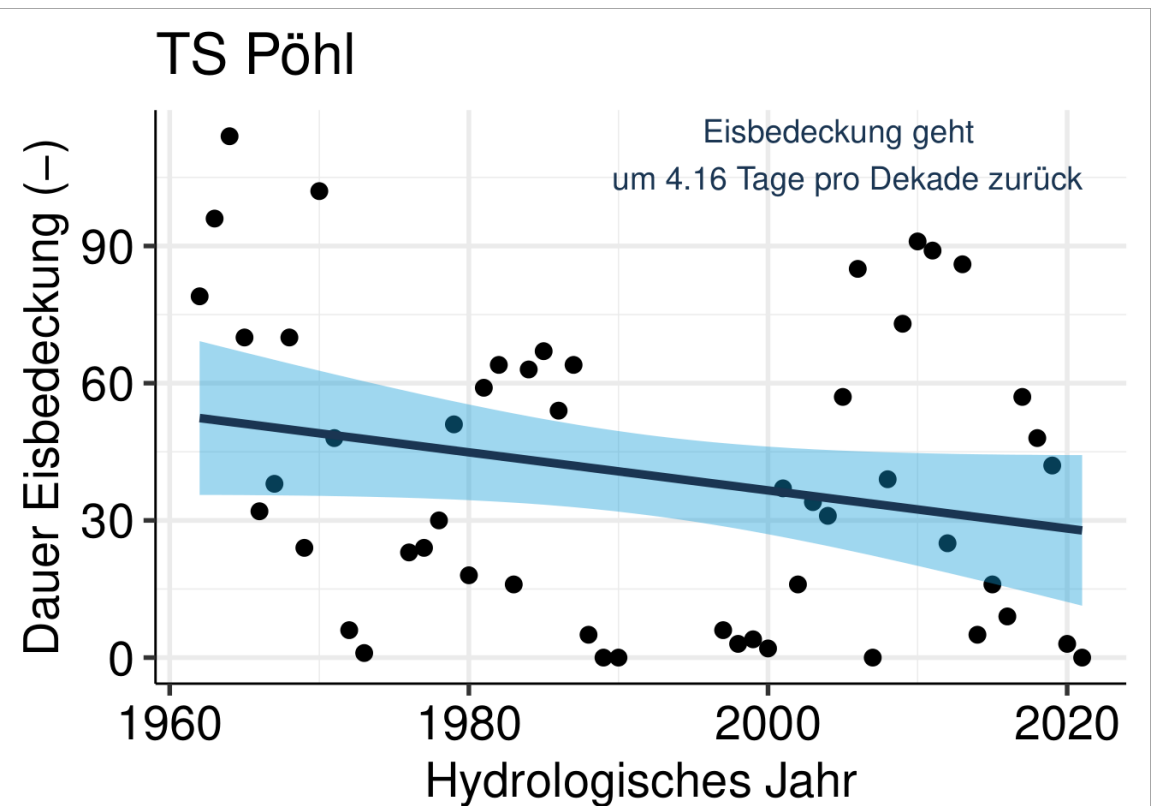
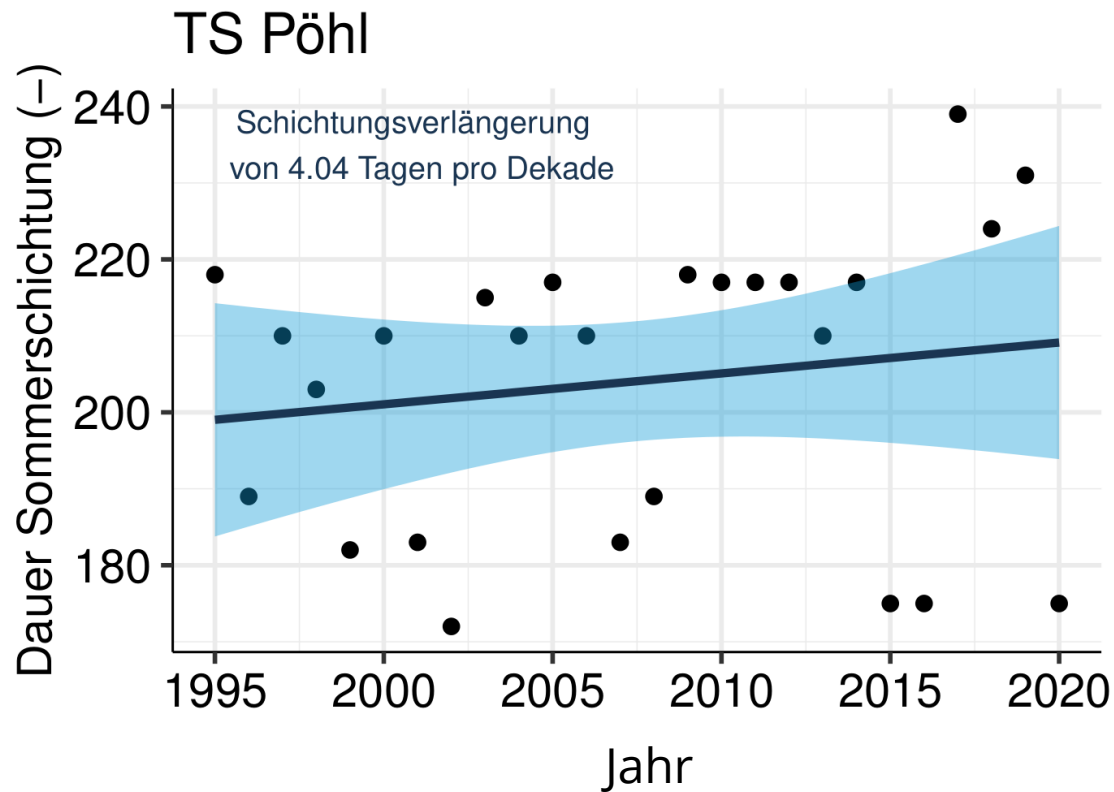
→ Klimawandel und Extremereignisse erschweren die optimale Bewirtschaftung

# Klimawandel im Vogtland - Aktuelle Trends



Anstieg der jährlichen mittleren Wassertemperatur im Sommer. Messdaten von der Landestalsperrenverwaltung Sachsen.

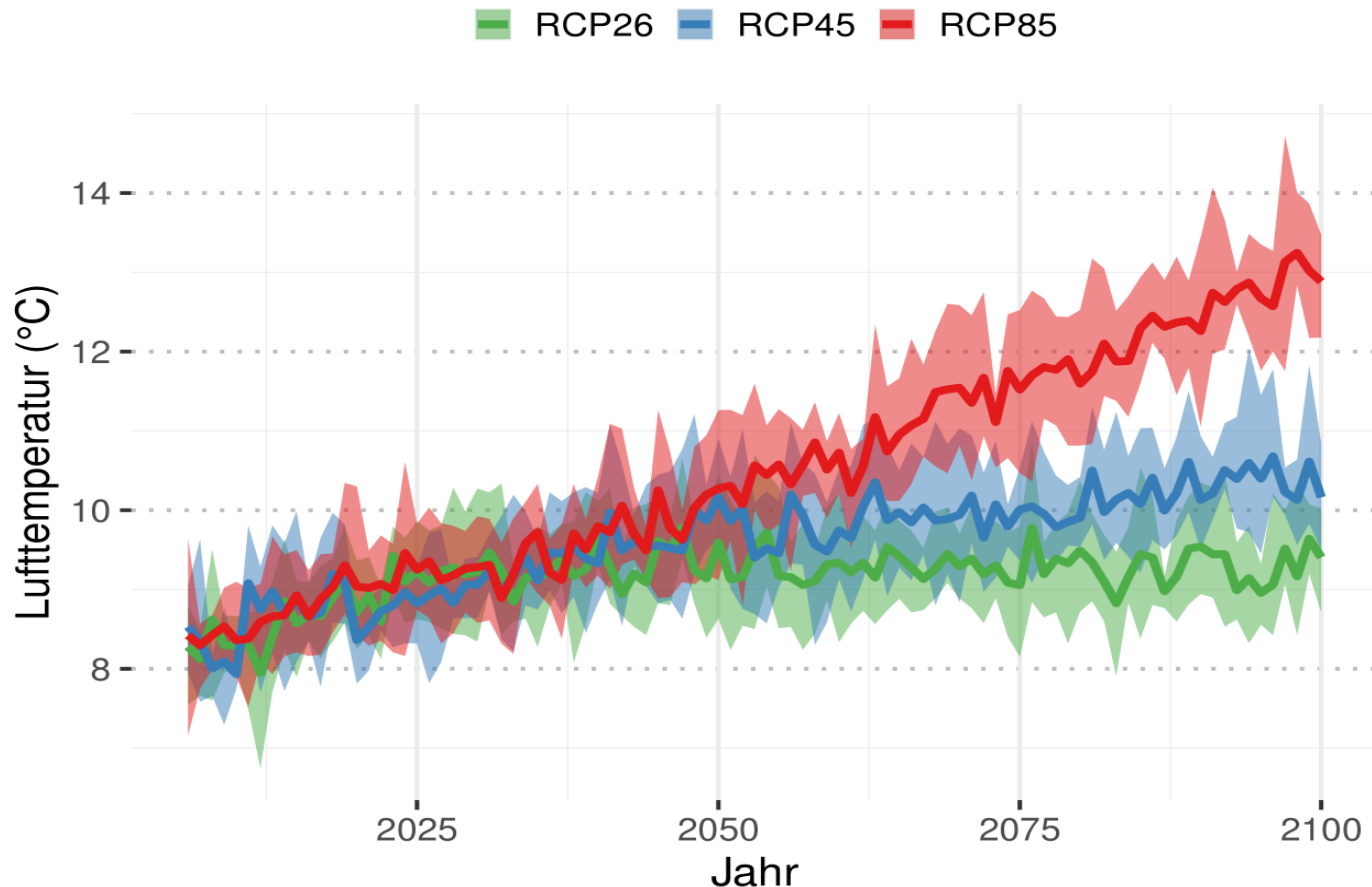
# Klimawandel im Vogtland - Historische Trends



Änderungen der Sommerschichtung und Eisbedeckung in der Talsperre Pöhl. Messdaten von der Landestalsperrenverwaltung Sachsen.



# Klimawandel im Vogtland – Prognostizierte Entwicklung

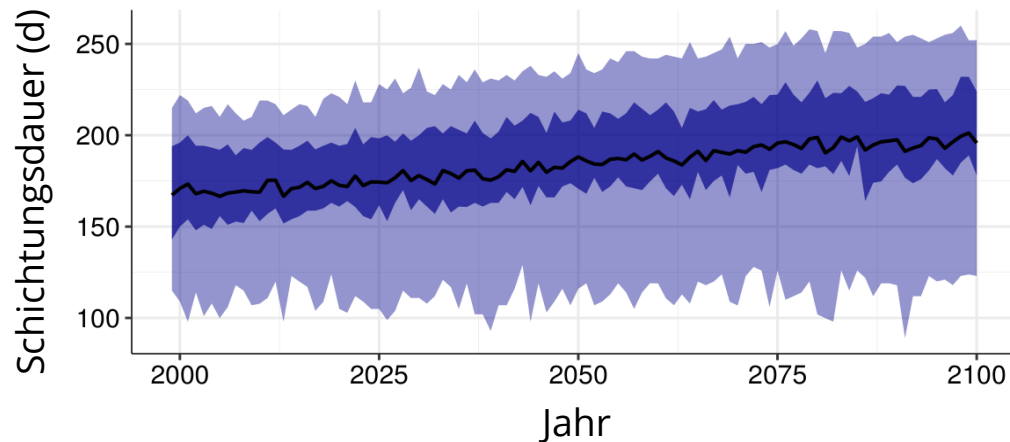
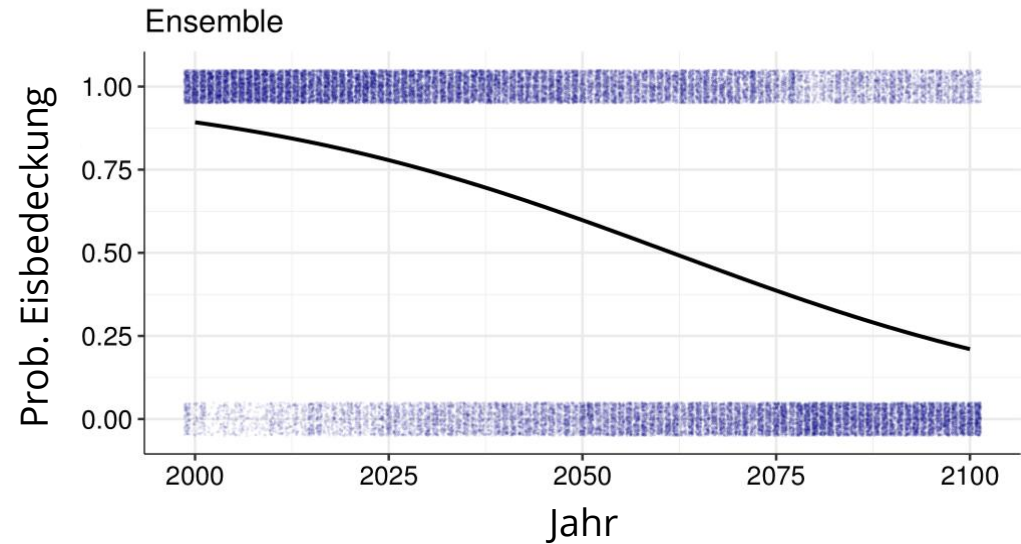
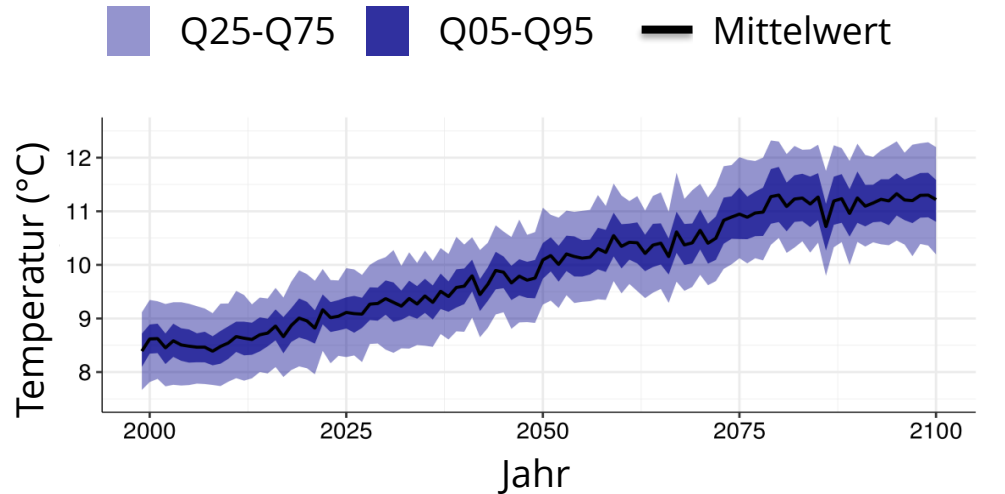


- Anstieg mittlerer Lufttemperatur
- Starke Zunahme von Hitzetagen
- Kälteperioden werden abnehmen
- Veringerter Niederschlag mit Verschiebungen innerhalb der Jahreszeiten: im Sommer trockener, im Winter mehr Regen
- Längere Trockenphasen, unterbrochen von einzelnen Starkniederschlägen

Anstieg der jährlichen mittleren Lufttemperatur unter verschiedenen Klimaszenarien für die Messstation Treuen.

Daten aus ReKIS

# Prognostizierte Auswirkungen auf Talsperren

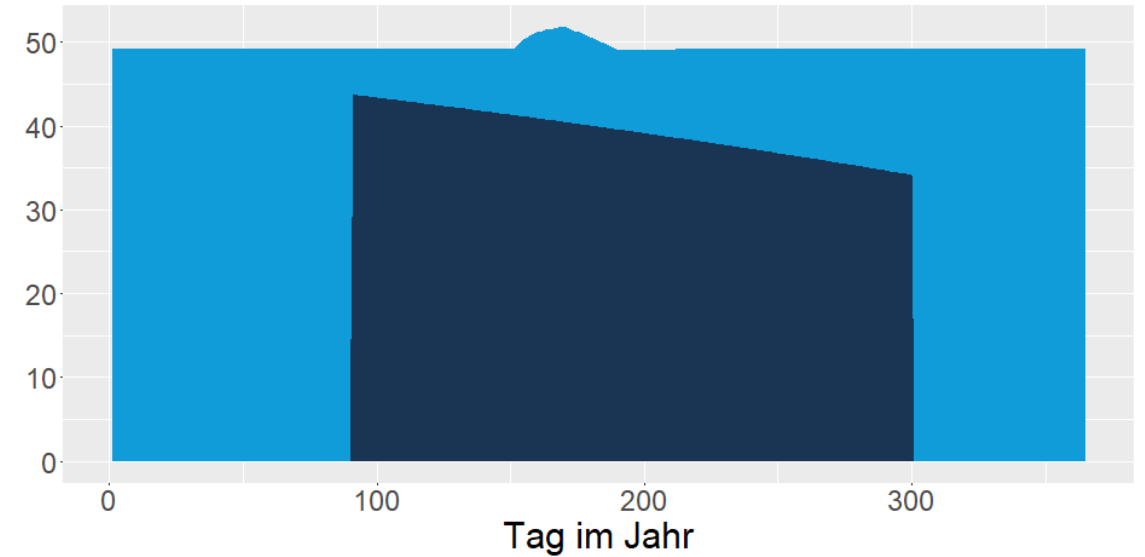
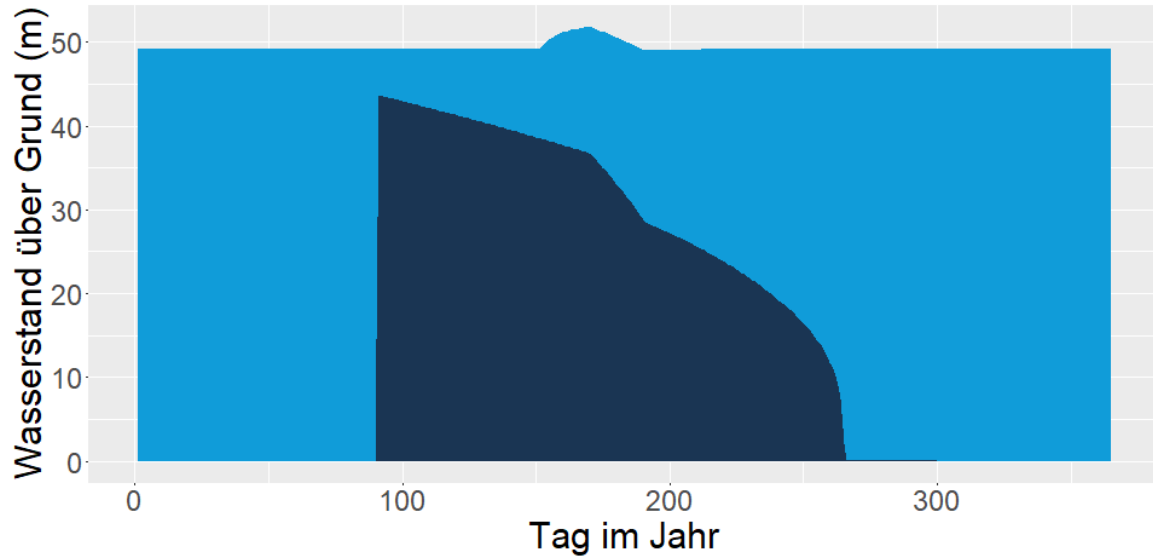
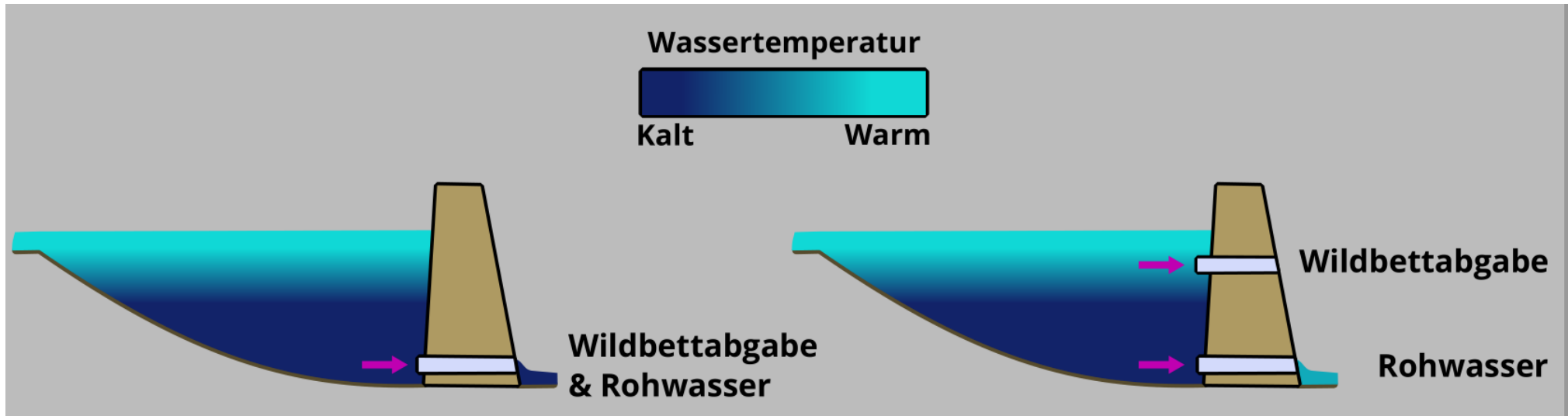


- Höhere Wassertemperatur
- Längere Sommerschichtung
- Stärkere Schichtung
- Geringere Wahrscheinlichkeit von Eisbedeckung im Winter

Abbildungen aus Klimasimulationen für die Talsperre Lichtenberg, Details in der [Veröffentlichung](#)

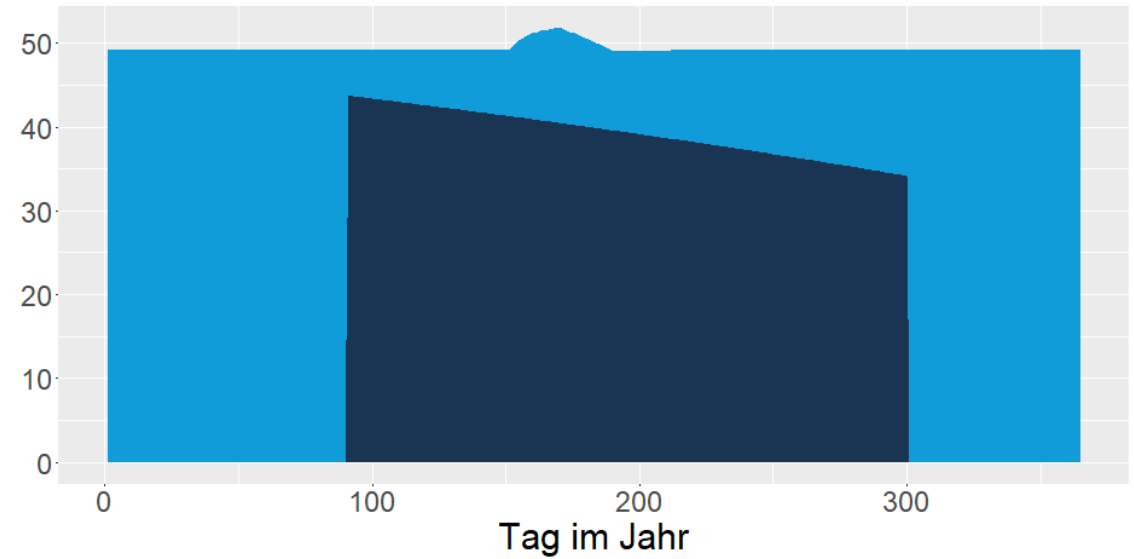
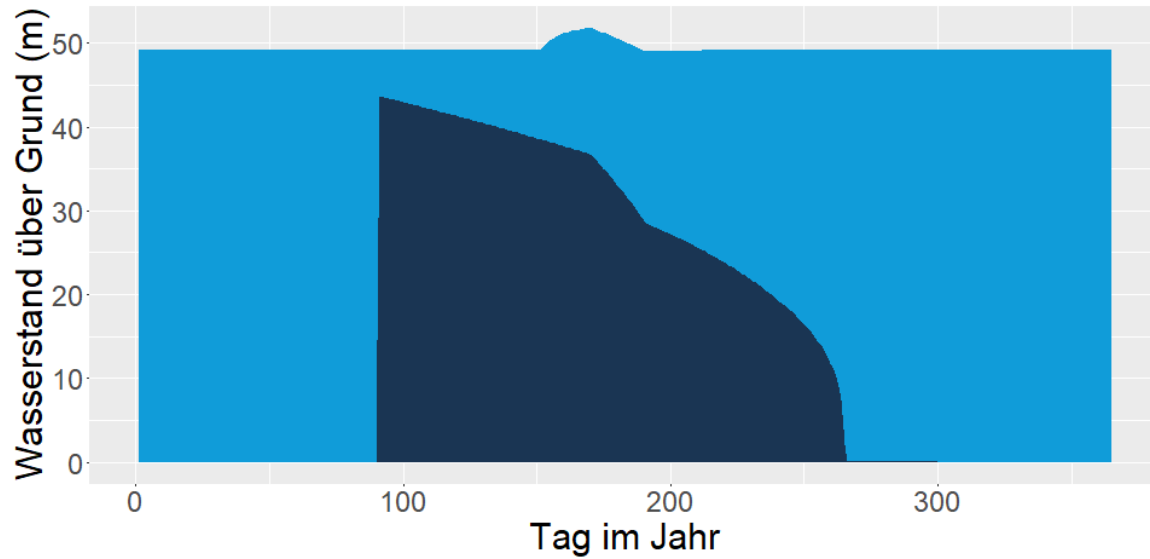


# Sommerhochwasser: Menge-Güte-Paradox



■ Epilimnion ■ Hypolimnion

# Sommerhochwasser: Menge-Güte-Paradox



■ Epilimnion ■ Hypolimnion

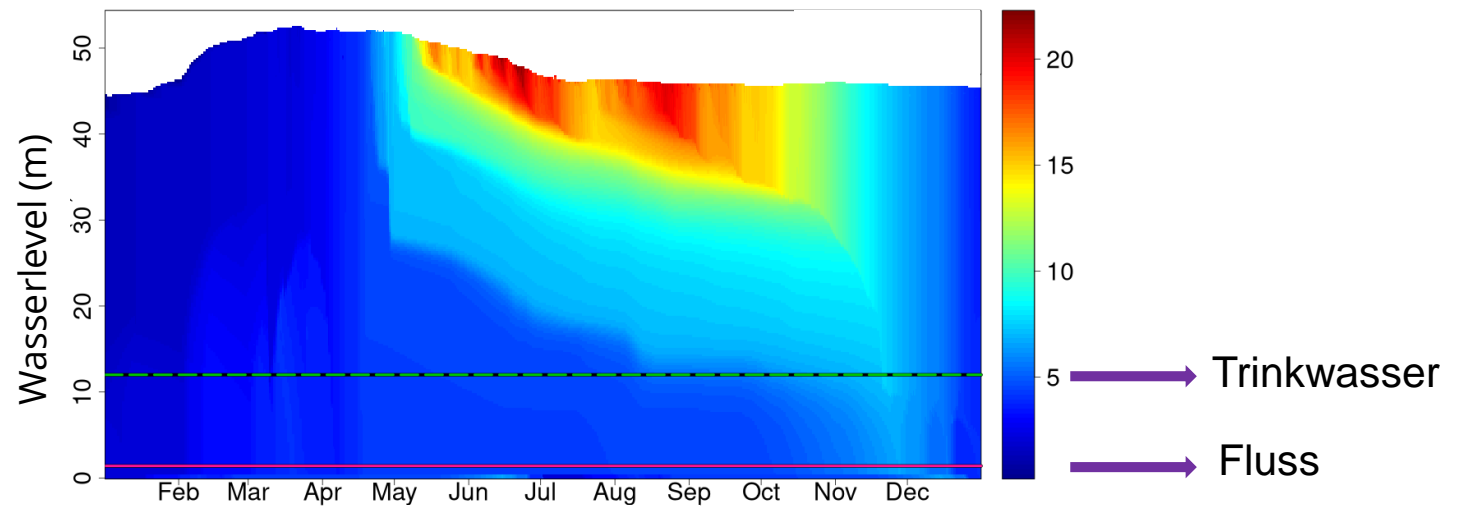
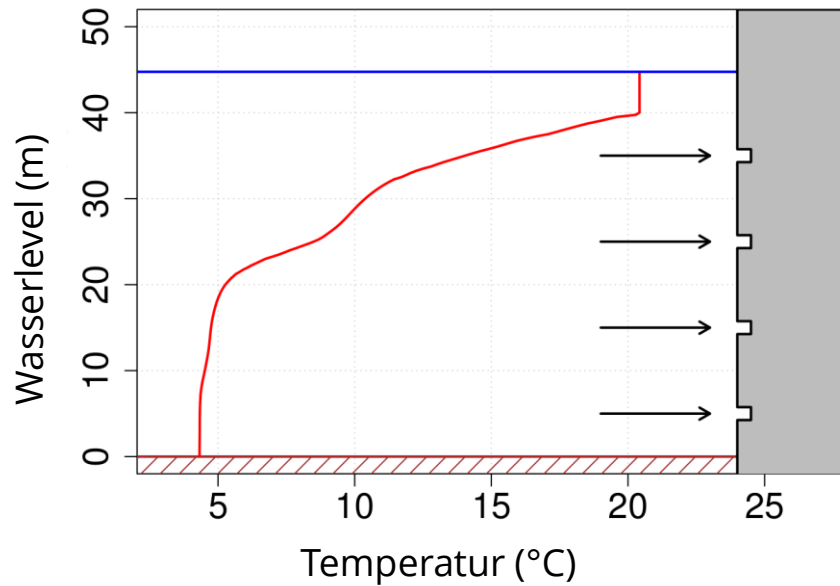
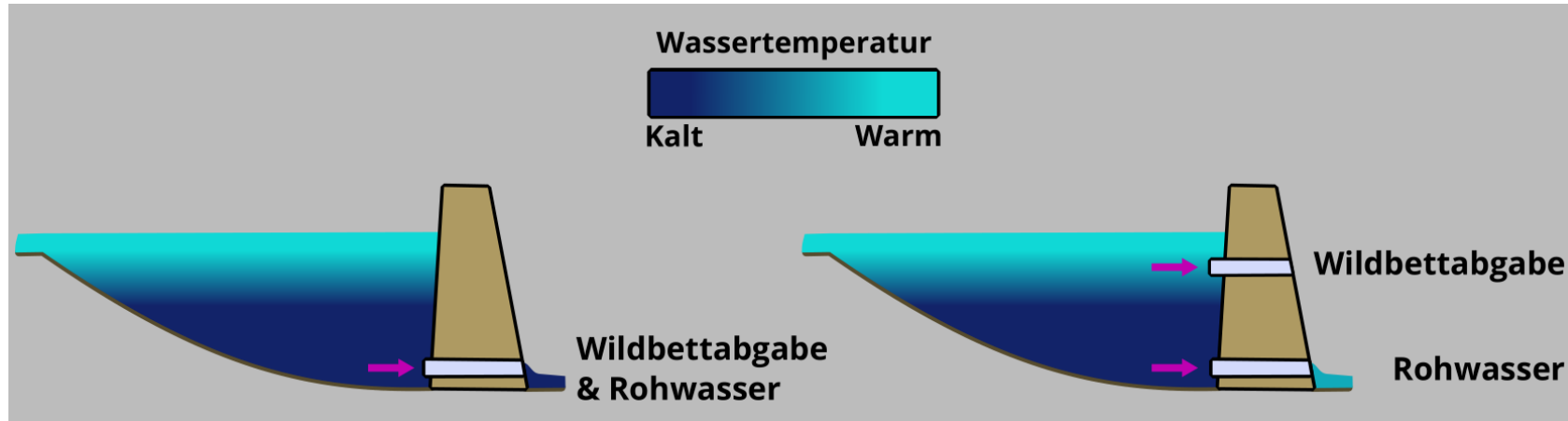
Probieren Sie es selber aus:

→ QR code scannen oder:

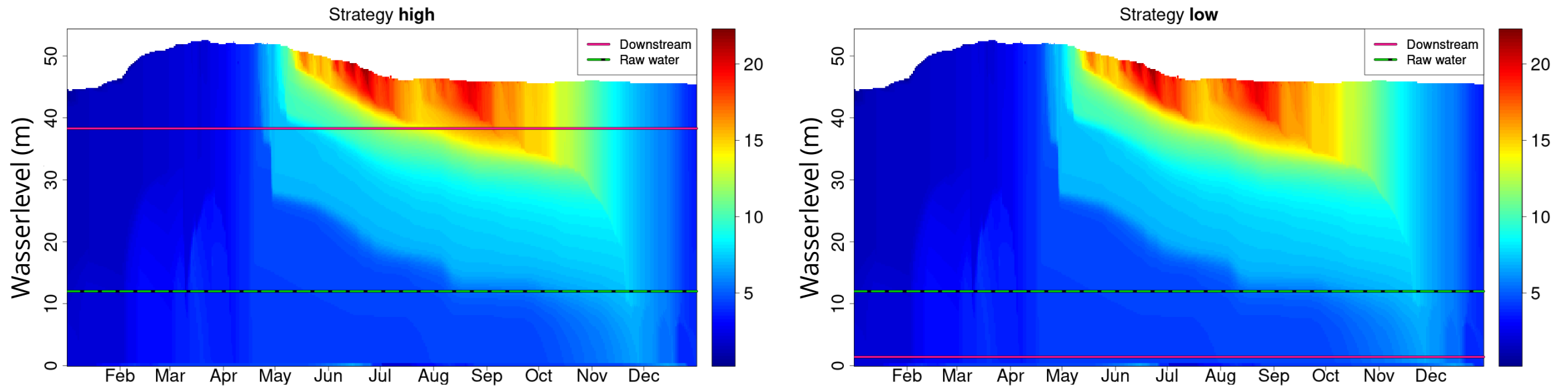
<https://limno-live.hydro.tu-dresden.de/outflower/>



# Anpassung an den Klimawandel: Dynamische Entnahmetiefe



# Anpassung an den Klimawandel: Dynamische Entnahmetiefe



Mittlerer Unterschied etwa 1°C kälteres Tiefenwasser aber dafür 1 Woche länger Schichtung im Sommer. Das entspricht etwa den Änderungen durch den Klimawandel der letzten 30 Jahre.

Der Effekt ist stärker bei kleinerem Volumen sowie bei kürzerer Verweilzeit

Details in der [Veröffentlichung](#)

# Faktenblätter: kurz gefasst zum Nachlesen

**Faktenblatt Talsperre: Klimawandel**



**In der Zukunft:**  
wärmeres Wasser  
längere Schichtung  
kaum noch Eis  
Qualitätsprobleme

**KlimaKonform**  
Gemeinsame Plattform zum klimakonformen Handeln auf Gemeinde- und Landkreisebene in Mittelgebirgsregionen

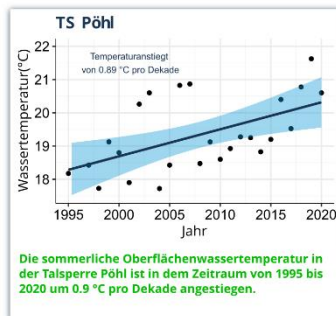
copyright T. Petzoldt 2018

## Klimawandel in Talsperren

Klimawandel ist bekannt und sehr present in den Medien. Aber wie wirkt sich ein wärmer werdendes Klima auf Talsperren und Seen aus?

**Klimawandel in Talsperren**

Die Auswirkungen eines sich erwärmenden Klimas auf Seen und Talsperren lassen sich bereits in langjährigen Messreihen nachweisen. Und auch Modellsimulationen zeigen dass sich diese Trends in Zukunft forsetzen werden. Dabei sind weltweit ähnliche Muster zu erkennen: wärmere Wassertemperaturen, sich ändernde Schichtungsperioden und verschlechterte Wasserqualität.



**Faktenblatt Talsperre: Bewirtschaftung**



**Anpassung durch Technik**

**KlimaKonform**  
Gemeinsame Plattform zum klimakonformen Handeln auf Gemeinde- und Landkreisebene in Mittelgebirgsregionen



**Talsperrenbewirtschaftung**

Im Gegensatz zu Seen werden Talsperren aktiv bewirtschaftet. Durch gezieltes Management ist es möglich, Problemen entgegenzuwirken. Allerdings dienen die meisten Talsperren unterschiedlichen Zwecken wie z.B. Trinkwassergewinnung und Hochwasserschutz. Diese Zwecke haben oft entgegengesetzte Zielvorgaben. Für den Hochwasserschutz muss die Talsperre möglichst leer sein. Für die Trinkwassergewinnung wird kaltes Tiefenwasser benötigt, die Talsperre sollte so voll wie möglich sein. Um allen Zielen gerecht zu werden müssen Prioritäten festgelegt und Kompromisse geschlossen werden. Hierzu führen die Talsperrenbetreiber Berechnungen durch und erstellen ausgeklügelte Pläne.

**Faktenblatt Talsperre: Schichtung**



**Die Schichtung kontrolliert die Verteilung von gelösten Stoffen und ist somit sehr wichtig für das Ökosystem Talsperre**

**KlimaKonform**  
Gemeinsame Plattform zum klimakonformen Handeln auf Gemeinde- und Landkreisebene in Mittelgebirgsregionen

copyright J. Feldbauer 2020

## Thermische Schichtung

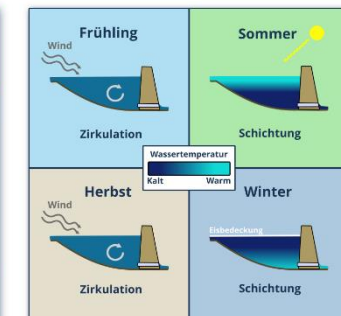
Vielleicht haben Sie schon einmal gemerkt: an einem heißen, windstillen Sommertag ist das die Wasseroberfläche im Badesee oft wärmer als an den Füßen in ein oder zwei Meter Tiefe. An einem windigen oder kühleren Tag kann man das nicht beobachten. Dann ist es überall gleich kühl. Wie funktioniert das?

**Der Jahresgang der Schichtung**

Im Frühjahr bricht die Eisedecke auf und das Wasser vermischt sich. Bei der Frühjahrszirkulation wird Sauerstoff ins Tiefenwasser eingetragen. Im Verlauf des Frühjahres wärmt sich das Wasser weiter auf, der Wind schafft es nicht mehr alles durchzumischen und die Schichtungsperiode beginnt. Im Sommer reicht die Kraft des Windes nicht um das gesamte Gewässer zu durchmischen. Dort, wo Wind und Wellen nicht hinreichen, nimmt die Temperatur plötzlich ab, das nennt man die Sprungschicht. Darunter liegt das Tiefenwasser. Im Verlauf des Sommers wird die Sprungschicht immer stärker und es gibt eine deutliche Trennung zwischen Tiefenwasser und oberflächennahem Wasser.

Im Herbst, wenn die Tage kälter werden, kühlt das Oberflächenwasser so weit ab, dass es sich mit der Sprungschicht und dem Tiefenwasser vermischt. Man nennt das Herbstvollzirkulation.

Im Winter schließlich kann kaltes Wasser unter 4°C auf dem wärmeren Wasser "schwimmen", weil Wasser bei 4°C seine höchste Dichte hat. Wenn es noch weiter abkühlt, schwimmt Eis auf der Wasseroberfläche. Da im Winter das obere Wasser kälter ist spricht man von einer inversen Schichtung.



# Fazit

- In Talsperren sind die Auswirkungen des Klimawandels ~~bereits~~ deutlich zu sehen
- Klimaprojektionen deuten auf eine Fortsetzung und Zuspitzung dieser Trends hin
- Es gibt gewisse Möglichkeiten, den Klimafolgen durch eine geschickte Steuerung der Talsperren entgegenzuarbeiten
- Aber: oft ist ein Abwägen zwischen verschiedenen Zielen nötig, bauliche Anpassungen sind teuer und der Spielraum für Anpassung wird kleiner.



# Danksagung

- Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen
- Projektkoordination KlimaKonform
- Kontakt:  
[johannes.feldbauer@tu-dresden.de](mailto:johannes.feldbauer@tu-dresden.de)  
[thomas.petzoldt@tu-dresden.de](mailto:thomas.petzoldt@tu-dresden.de)