



# Trophische Entwicklung und Nährstoffbilanz für den Schermützelsee





## Anlass

- Erarbeitung des Managementplanes für das Gebiet Schermützelsee
- Schermützelsee als LRT 3140 – „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armelechteraigen“
- sehr nährstoffarm mit besonderer Vegetation, in Brandenburg schon selten, BB und MV mit besonderer Verantwortung
- Trophiegrad wichtigste Voraussetzung und Beeinträchtigung
  - Trophie = Konzentration des Nährstoffs Phosphor
  - Trophie = Biomasse planktischer Mikroalgen (Chlorophyll-a)
  - Trophie = Sichttiefe
- Untersuchungen 2018 – Grundlagen der Maßnahmeplanung





# Untersuchungsprogramm

- Trophiebestimmende Parameter
  - Nährstoffkonzentrationen im See
  - Nährstofffrachten aus den potenziellen Belastungsquellen
  - eigene Erhebungen, Daten LfU, Daten Sportfischerclub

## Ziele

- **Ziel 1: wie ist die aktuelle Trophie** – Auswirkung auf Erhaltungszustand des LRT 3140
- **Ziel 2: wie hat sich die Trophie in den letzten Jahren entwickelt** – Veränderung des Erhaltungszustandes
- **Ziel 3: wo liegen die Belastungsquellen** – Grundlage der Maßnahmeplanung



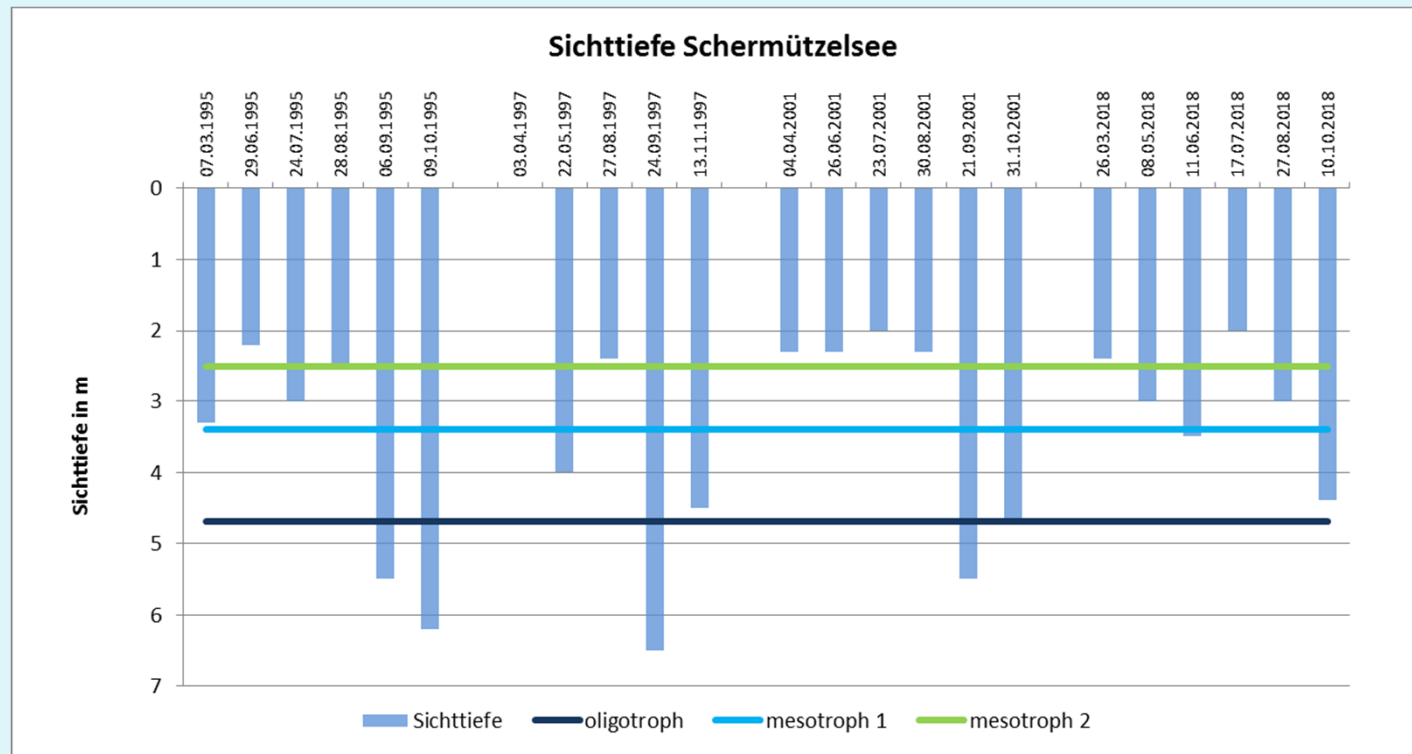
# Trophische Anforderungen für den LRT 3140

- **Sichttiefe: Mittelwert Saison 3,0 m oder mehr**
- **Konzentration des Chlorophyll-a: Mittelwert Saison nicht mehr als 5 – 7  $\mu\text{g/l}$**
- **Konzentration des Phosphors: Mittelwert Saison ca. 0,017 – 0,023  $\text{mg/l}$**



# Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

## Sichttiefe – Anforderung: 3,0 m

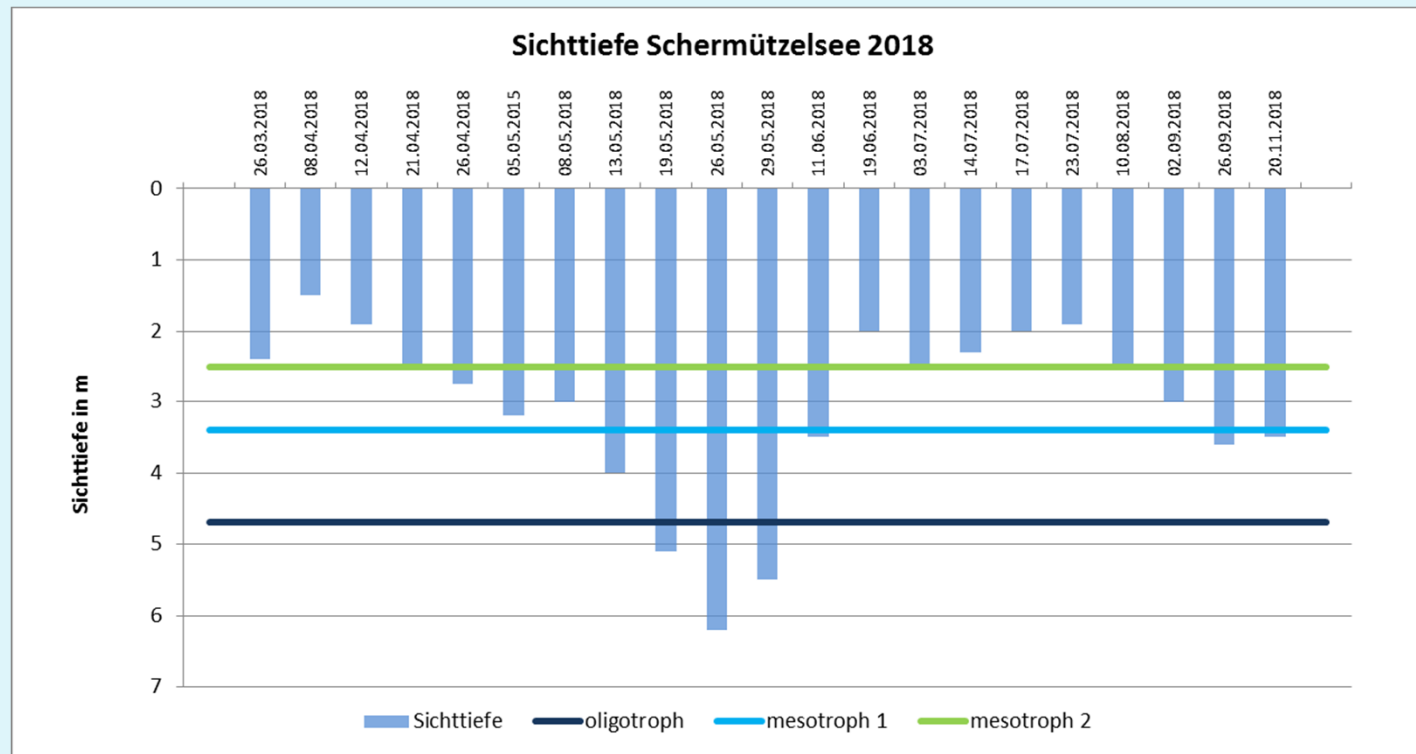


**Saisonmittelwert 2018: 3,05 m**

**Anforderung formal erfüllt**

# Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

## Sichttiefe 2018 – Messungen Sportfischer & IaG

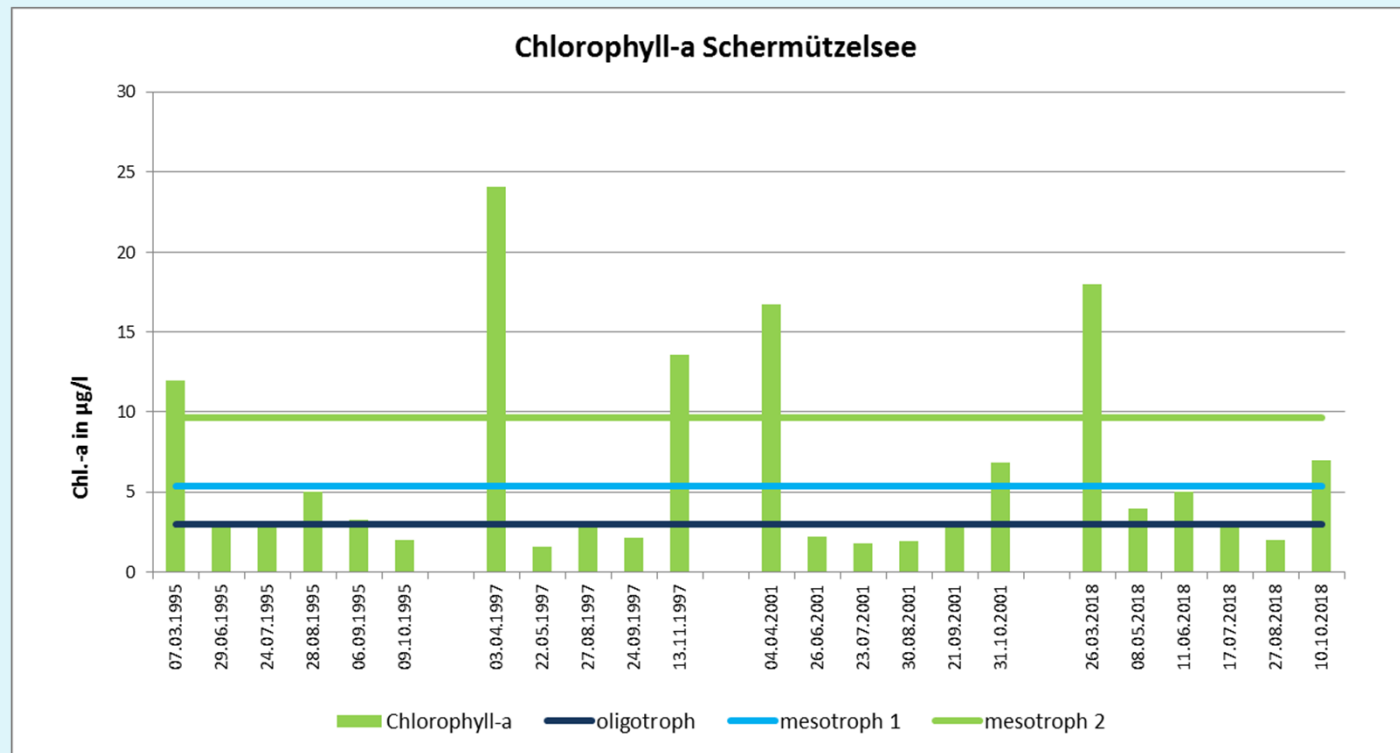


**3,0 m werden nur an wenigen Terminen erreicht  
Frühjahr und Hochsommer oft < 2,5 m (Grenze mesotroph)**



# Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

## Chlorophyll-a – Anforderung 5 – 7 $\mu\text{g/l}$



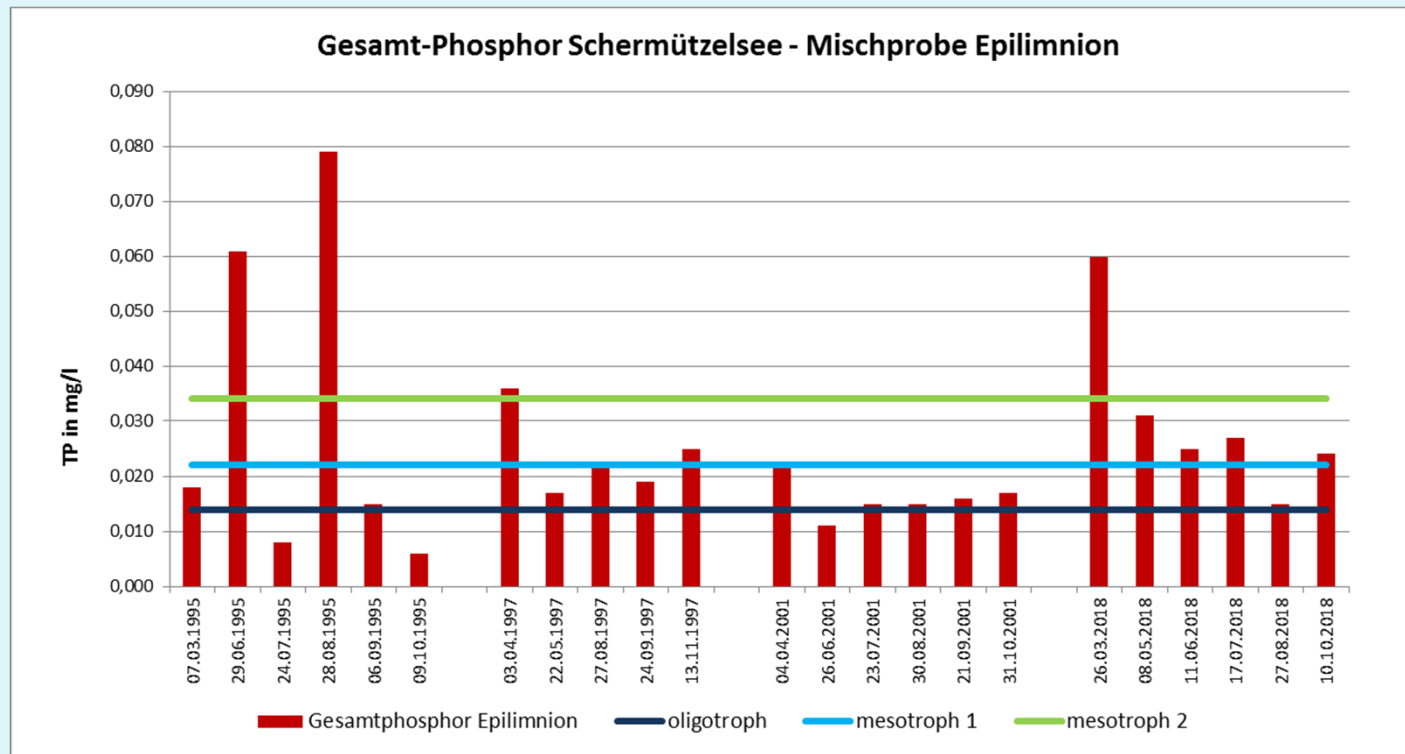
Saisonmittelwert 2018: 6,5  $\mu\text{g/l}$

Anforderung formal erfüllt, ohne Frühjahr besser



# Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

## Phosphor – Anforderung 0,017 – 0,023 mg/l



Saisonmittelwert 2018: 0,027 mg/l

Anforderung formal nicht erfüllt





# Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

## Trophie

Trophieindex LAWA (2013) für geschichtete Seen (> 5 ha)							
SEENAME	JAHR	ST <sub>Sais</sub>	Chl-a <sub>Sais</sub>	TP <sub>F</sub>	TP <sub>Sais</sub>	PP BV	LAWA-INDEX
		m	µg/l	µg/l	µg/l	mm <sup>3</sup> /l	
Schermützelsee	1995	3,78	4,7	18	31		1,98 m1
Trophieindex LAWA (2013) für geschichtete Seen (> 5 ha)							
SEENAME	JAHR	ST <sub>Sais</sub>	Chl-a <sub>Sais</sub>	TP <sub>F</sub>	TP <sub>Sais</sub>	PP BV	LAWA-INDEX
		m	µg/l	µg/l	µg/l	mm <sup>3</sup> /l	
Schermützelsee	1997	4,35	8,9	36	24		2,18 m2
Trophieindex LAWA (2013) für geschichtete Seen (> 5 ha)							
SEENAME	JAHR	ST <sub>Sais</sub>	Chl-a <sub>Sais</sub>	TP <sub>F</sub>	TP <sub>Sais</sub>	PP BV	LAWA-INDEX
		m	µg/l	µg/l	µg/l	mm <sup>3</sup> /l	
Schermützelsee	2001	3,18	5,4	22	16		1,95 m1
Trophieindex LAWA (2013) für geschichtete Seen (> 5 ha)							
SEENAME	JAHR	ST <sub>Sais</sub>	Chl-a <sub>Sais</sub>	TP <sub>F</sub>	TP <sub>Sais</sub>	PP BV	LAWA-INDEX
		m	µg/l	µg/l	µg/l	mm <sup>3</sup> /l	
Schermützelsee	2018	3,05	6,5	60	30		2,38 m2





## Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

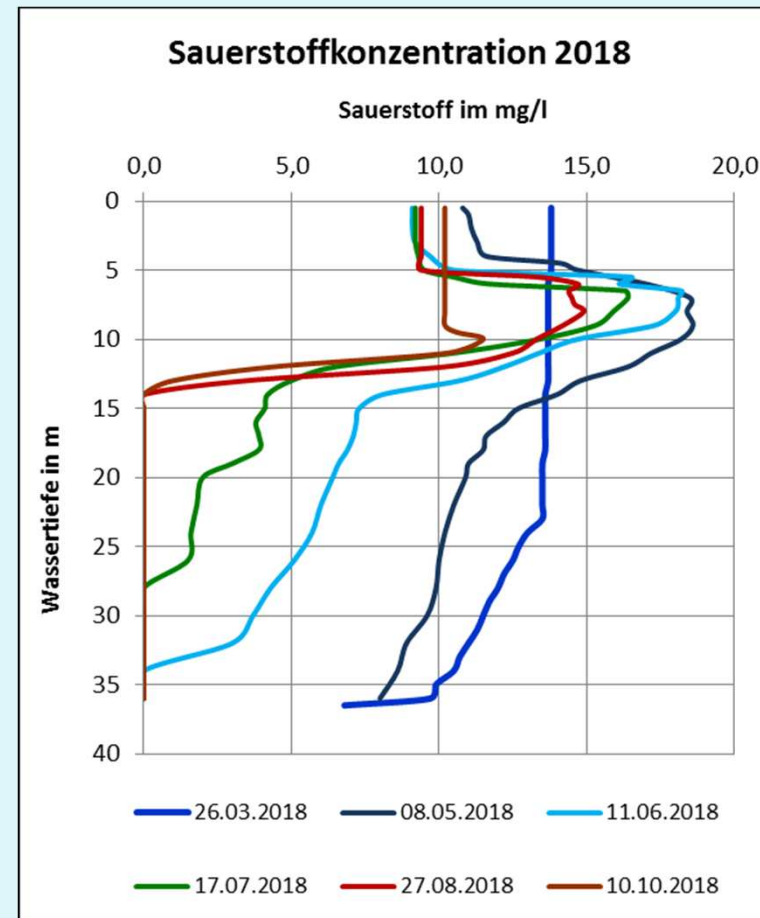
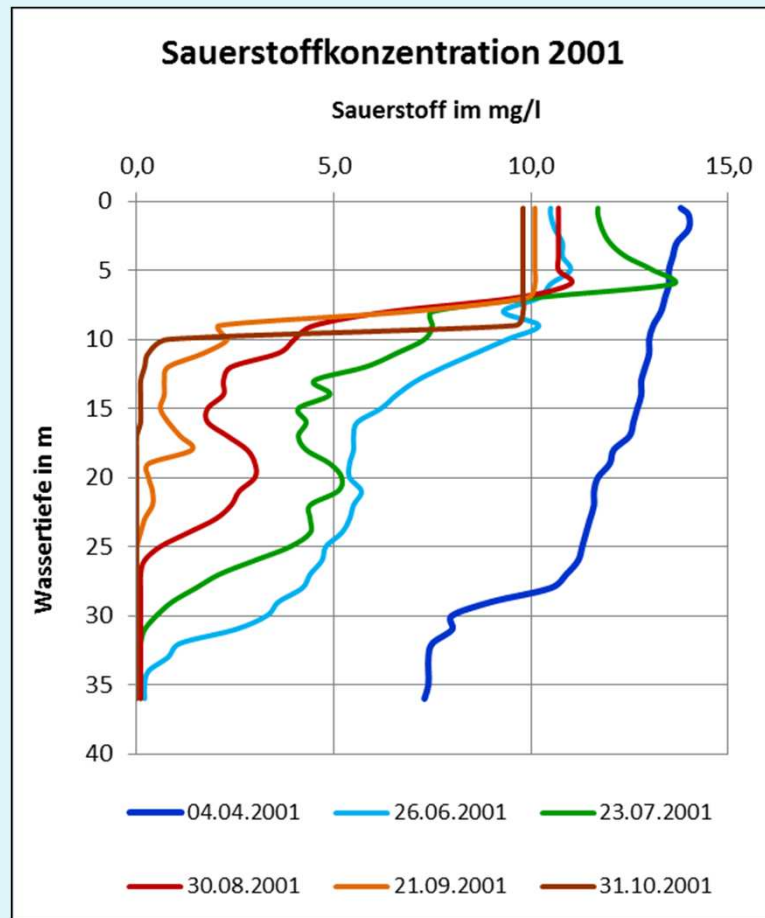
### Gibt es einen Entwicklungstrend?

- Trophieindices schwanken 1995 – 2001 gering, 2018 bedeutend höher – **Trend oder witterungsbedingt**
- Phosphorkonzentrationen 2018 höher als 2001 und 1997 – insbesondere im Frühjahr – **Trend oder witterungsbedingt**
- Chlorophyll – a 1997 am höchsten, 2018 höher als 2001 – **Trend oder witterungsbedingt**
- Sichttiefe 1995 und 1997 deutlich höher als 2001 und 2018, 2018 am schlechtesten - **Trend oder witterungsbedingt**
- **Gibt es weitere Indizien für einen Trend?**



# Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

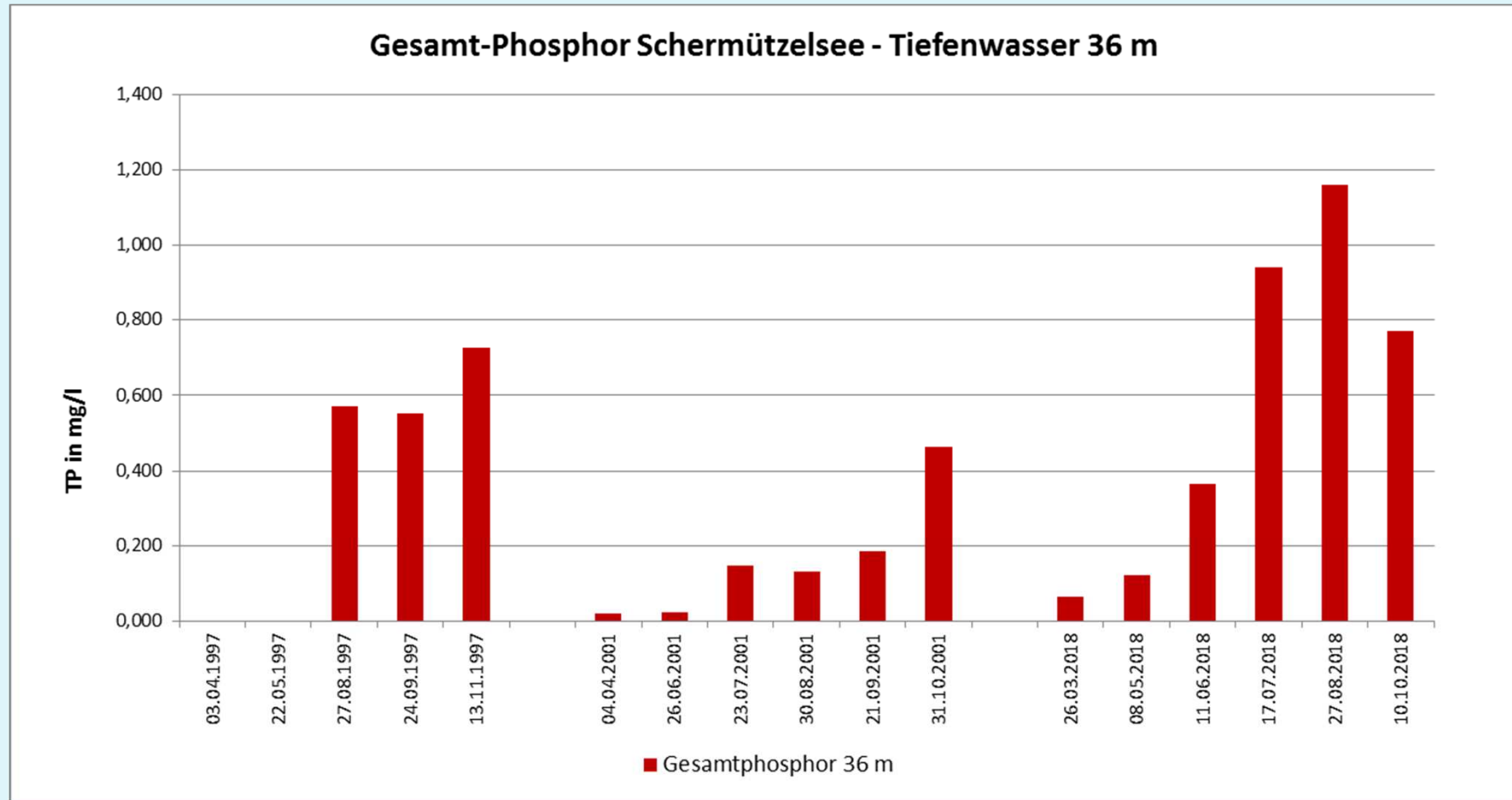
## Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser





# Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

## Phosphorkonzentrationen im Tiefenwasser





# Ziel 1 und 2 – aktuelle Trophie und Entwicklung

## Gibt es einen Trend?

- 2018 besonderes Jahr: Temperatur, Niederschläge, Wasserhaushalt
- Phosphorkonzentration im Frühjahr sehr hoch
- Phosphorkonzentrationen im Tiefenwasser viel höher als 1997 und 2001
- Sauerstofffreiheit nimmt 2018 eher größeren Wasserkörper ein
- wirkte sich auch auf die Trophieklassifikation aus (Index 2,35 – Grenze zu eutroph: 2,5)
- Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt verändert ....
- **Gibt es einen Trend? Es sieht so aus.... !**





## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Nährstoffverhältnisse steuern die Trophie

- stabile Trophie = ausgeglichene Nährstoffbilanz
- Bilanzelemente:
  - Externe Belastung durch Zufluss Sophienfließ
  - Externe Belastung durch Zustrom Grundwasser
  - Entlastung durch Abfluss Werderfließ
  - Entlastung durch Abstrom Grundwasser
  - Nährstoffbilanz Sedimente
- **Wie groß ist die Belastung aus einzelnen Quellen?**





## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

- Wassermenge + Nährstoffkonzentration = Fracht
- Bilanzelemente:
  - Zufluss Sophienfließ – Messwerte LfU
  - Abfluss Werderfließ – Messwerte LfU
  - Zustrom Grundwasser – Differenz aus Zu- und Abfluss
  - Abstrom Grundwasser – unbekannt
  - Niederschlag und Verdunstung – Messwerte DWD und rechnerisch





## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

- Volumen See: ca. 22,5 Mio. m<sup>3</sup>
- Zufluss Sophienfließ: ca. 2,8 Mio. m<sup>3</sup> (2010-2017)
- Abfluss Werderfließ: ca. 6,0 Mio. m<sup>3</sup> (2010-2017)
- Zufluss Grundwasser: mindestens ca. 3,2 Mio. m<sup>3</sup> (2010-2017)
- Theoretische Aufenthaltszeit: ca. 4 Jahre

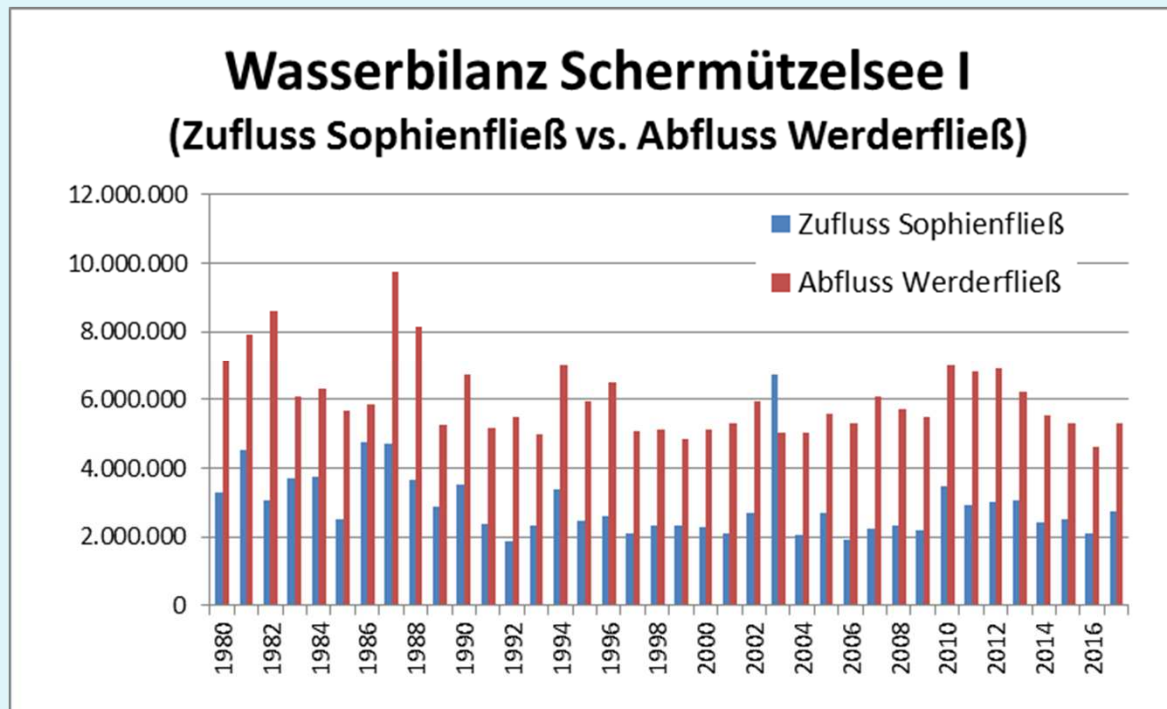




## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

**Zufluss Sophienfließ ca. 40 – 50 % der Zuflussmenge**

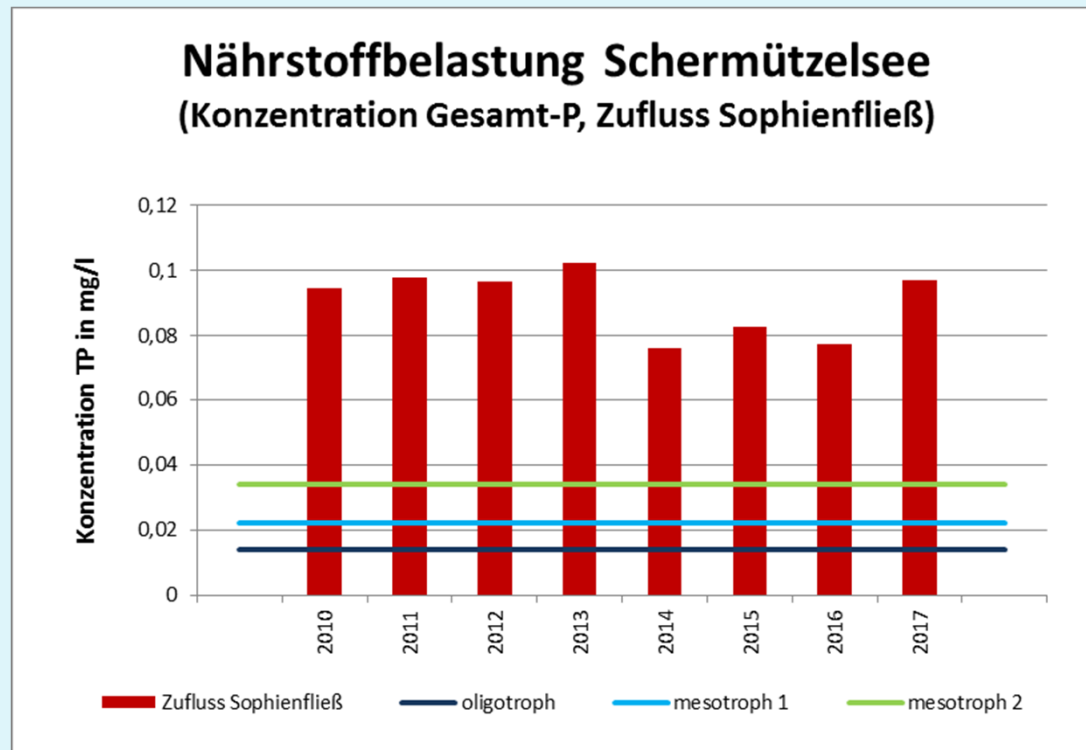


**Sophienfließ damit wichtige potenzielle Belastungsquelle**

## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

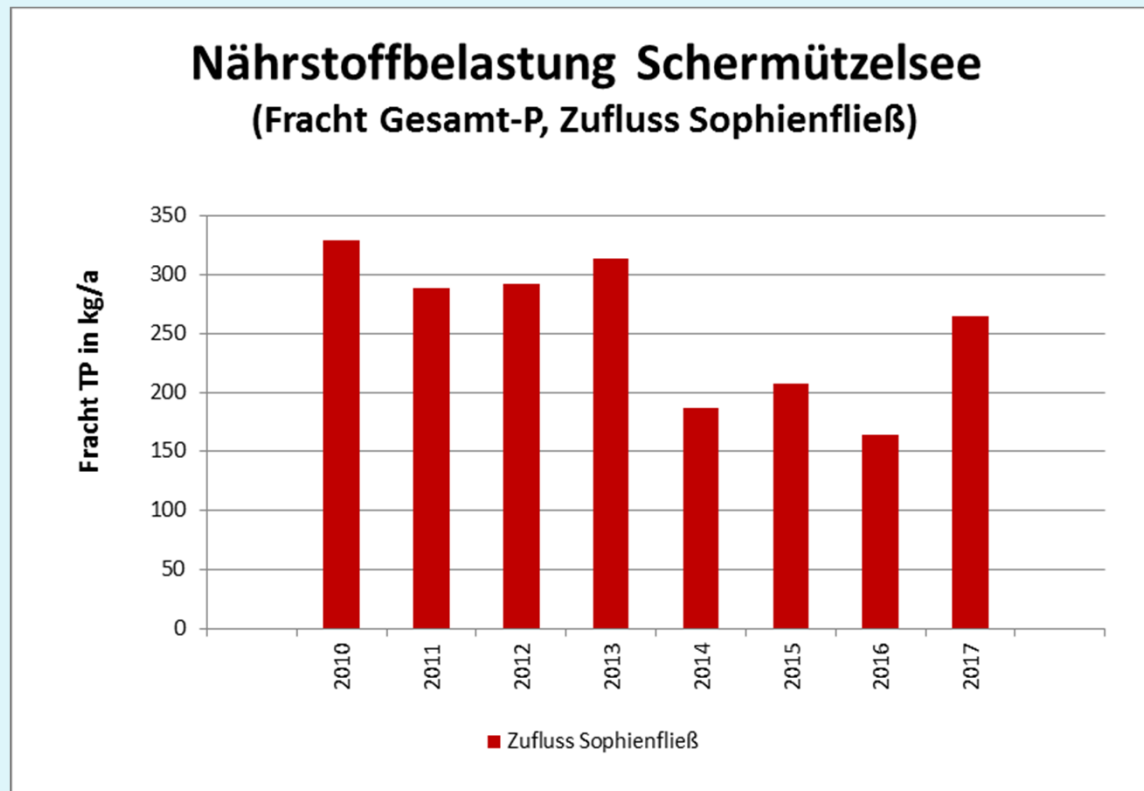
**Konzentration Phosphor deutlich über mesotrophen Verhältnissen**



## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

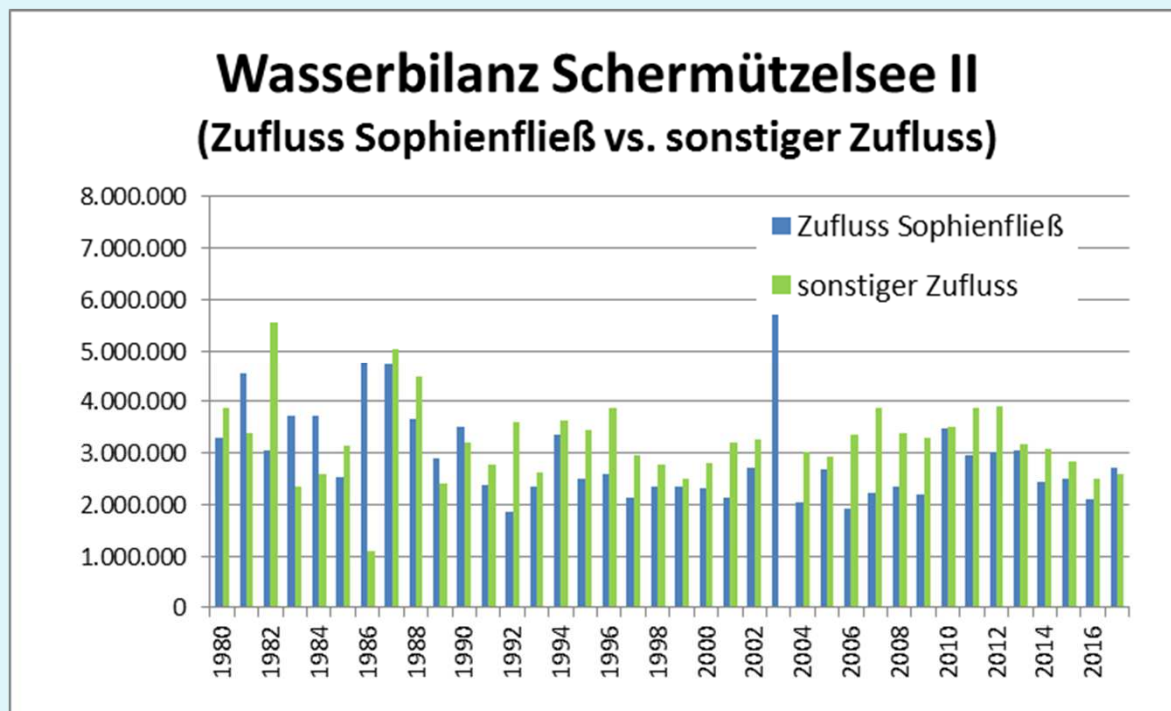
#### Bedeutende P - Fracht aus Zufluss Sophienfließ



## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

**Zustrom Grundwasser ca. 50 – 60 % der Zuflussmenge**



**Grundwasser damit wichtige potenzielle Belastungsquelle**



## **Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen**

### **Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt**

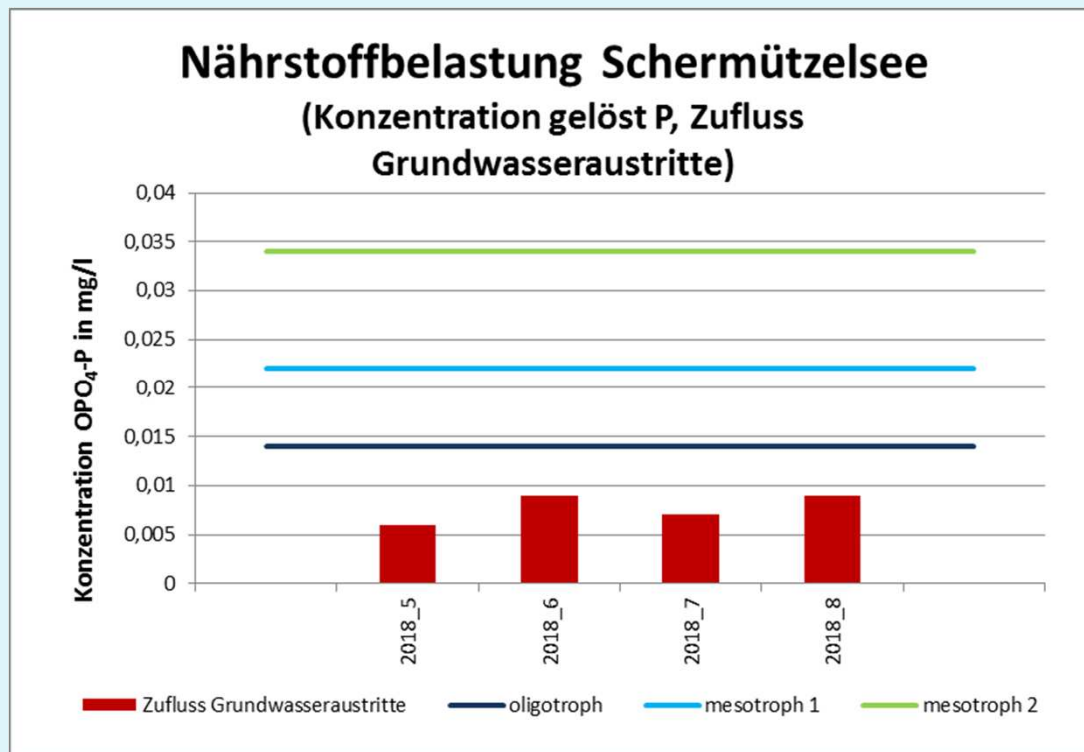
- **Größe des unterirdischen Einzugsgebietes ca. 26,5 km<sup>2</sup>**
- **erstreckt sich nordwestlich und westlich des Schermützelsees im Bereich Prädikow, Grunow, Bollersdorf**
- **ca. 50 % der Flächen genutzt als Ackerland**
- **Abschätzung über Beprobung Grundwasseraustritte / Hangquellen am Westufer des Sees**



## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

#### Konzentration Phosphor deutlich unter mesotrophen Verhältnissen



Ergebnisse erfahrungs-  
bedingt nicht glaubwürdig

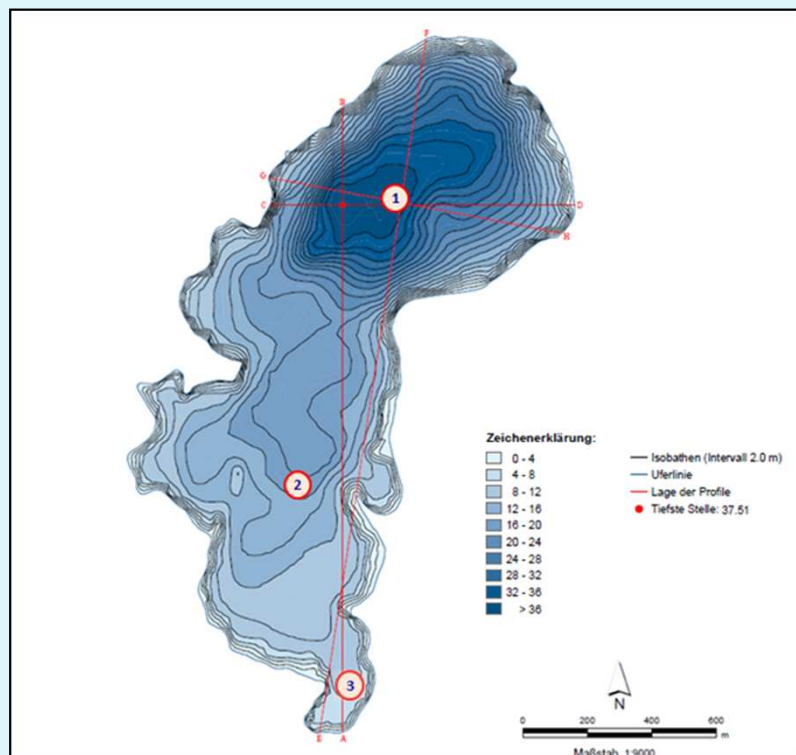
Untersuchungsmethodik  
nicht sicher

**Ergebnisse müssen sicheren Methoden verifiziert werden**

# Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

## Nährstoffbilanz Sedimente

### Sind Sedimente Nährstoffquelle oder Nährstoffsenke



Untersuchung in drei Tiefenstufen;  
8,0 m, 16,0 m, 36,0 m

Untersuchung von:

- Chemischer Zusammensetzung
- P-Bindungsformen
- P-Rücklösungsraten

Untersuchungen von Thomas Gonsiorczyk, IGB Neuglobsow



# Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

## Nährstoffbilanz Sedimente

**P – Mobilisierungspotenzial in Tiefenstufe 10 – 25 m am größten**

	Wassertiefe [m]	Flächenintervall	Fläche [m <sup>2</sup> ]	P <sub>mobil</sub> [mg m <sup>-2</sup> ]	P <sub>mobil</sub> [kg]
P1	36	> 25 m	269.307	529	143
P2	15	10-25 m	774.714	1537	1191
P3	8	5-10 m	197.689	2066	408
<b>Summe</b>					<b>1742</b>

**Anteil an reduktiv löslichen Phosphaten am größten**

Sedimenttiefe [cm]	NH <sub>4</sub> Cl-TP [mg P/kg TG]	BD-TP [mg P/kg TG]	NaOH-SRP [mg P/kg TG]	NaOH-NRP [mg P/kg TG]	HCl-TP [mg P/kg TG]	Rest-P [mg P/kg TG]
P 2, 0-1 cm	8	347	66	127	104	82

**Hohes Rücklösungspotenzial, insbesondere von Sauerstoffverhältnissen abhängig**

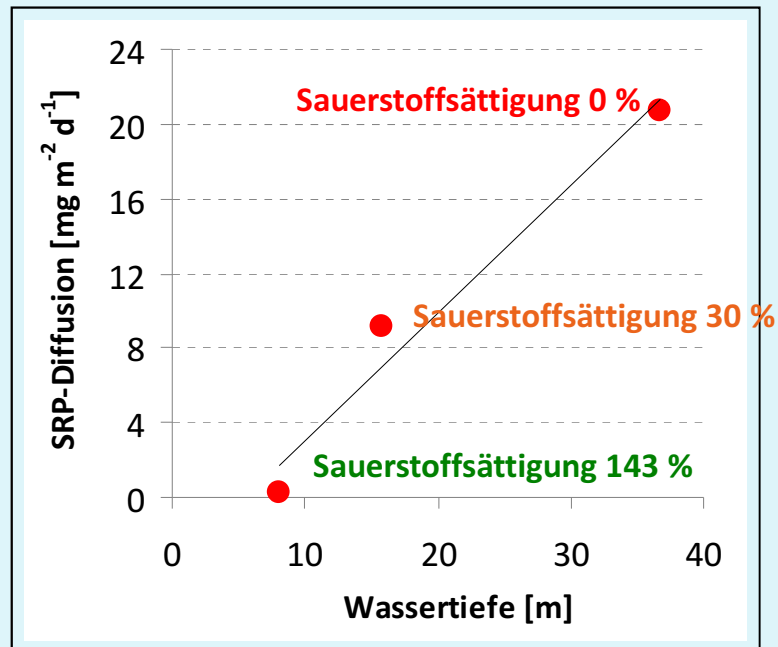




## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Nährstoffbilanz Sedimente

**P – Rücklösung nimmt mit zunehmender Wassertiefe zu**



Momentaufnahme am 17.07.2018

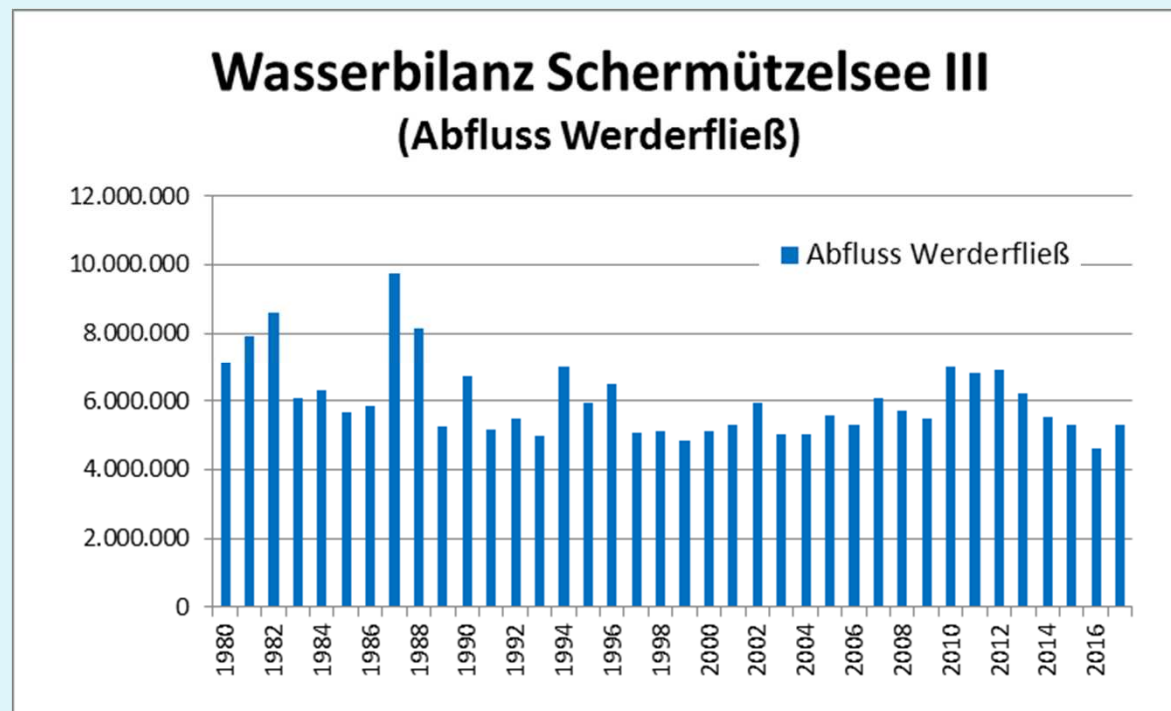
- abhängig von Temperatur und Sauerstoffverhältnissen

**hohe reale Rücklösung in sauerstofffreier Zone**

## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

**Abfluss Werderfließ ca. 6 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr – bedeutender P- Export**



**Werderfließ damit wichtige Entlastungsquelle**



## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

#### Abfluss Werderfließ

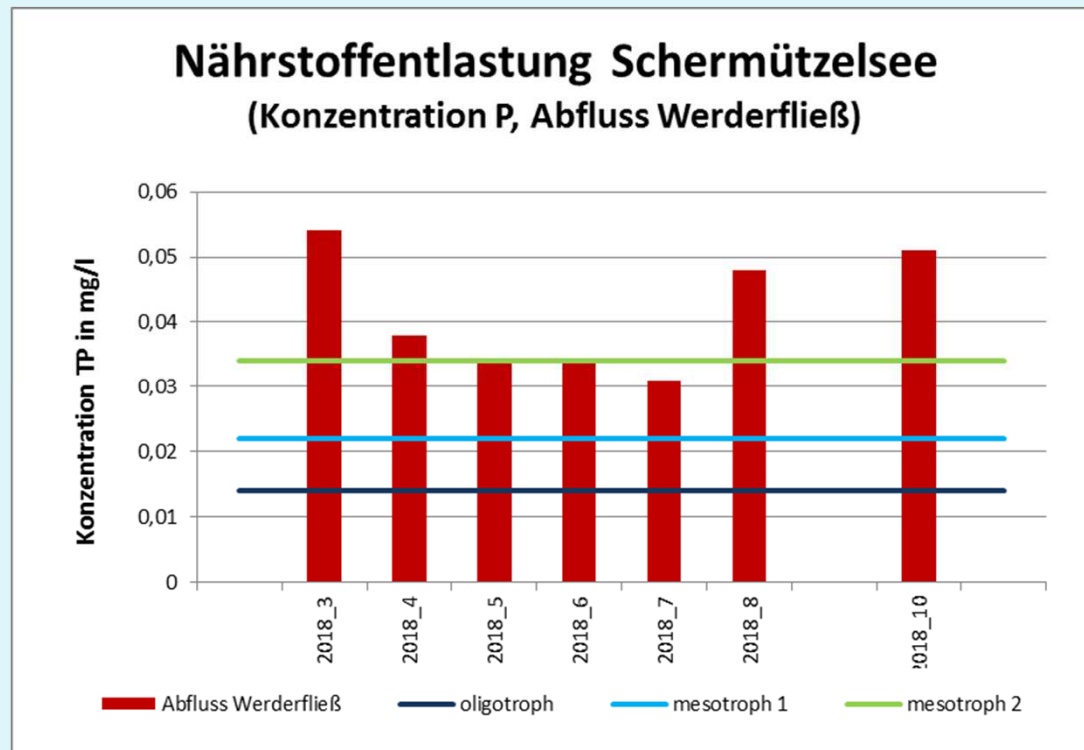
- Abfluss aus Oberflächenwasser
- geringer P – Export wegen niedrigen P – Konzentrationen
- Abfluss aus Tiefenwasserableitung
- Höherer P – Export durch höhere P – Konzentration im Tiefenwasser
- **welchen Anteil hat Abflussmenge aus Tiefenwasser?**
- **welche Entnahmetiefe und damit P – Konzentration?**



## Ziel 3 – wo liegen die Belastungsquellen

### Wasserhaushalt steuert Nährstoffhaushalt

**Konzentration Phosphor deutlich über mesotrophen Verhältnissen**



Ergebnisse nur für 7 einzelne Monate

P-Konzentration zum Teil doppelt so hoch wie im Seewasser (Oberfläche)

Frachtberechnungen für Nährstoffbilanz nicht möglich

**Ergebnisse müssen mit weiteren Messungen abgesichert werden**



## Fazit

- **offenbar Trend zum Anstieg der Trophie von stark mesotroph zu schwach eutroph**
- **damit Gefährdung der Bedingungen für Characeenvegetation als Charakterart des LRT 3140**
- **wesentlichste externe Ursache: Nährstofffracht aus Sophienfließ**
- **Rolle des Grundwasserzustroms unklar**
- **Sauerstoffhaushalt und Nährstoffrücklösung als bedeutende interne Quelle**
- **Maßnahmen zur Sanierung und Restauration erforderlich**





## Potenzielle Maßnahmen

- **ergänzende Untersuchungen**
  - Entlastung durch Werderfließ und Nährstoffbilanz Import - Export
  - Belastungsquellen im Einzugsgebiet Sophienfließ (Punktquellen, diffuse Quellen)
- **Reduzierung der Belastung aus dem Einzugsgebiet Sophienfließ (Punktquellen kappen, Gewässerrandstreifen)**
- **Erhöhung des P – Exportes durch Optimierung der Tiefenwasserableitung (aber: Belastung Bukowsee und Stobber)**
- **Immobilisierung des P im Tiefenwasser und Sediment durch hypolimnische Belüftung und Nährstofffällung (wie Tiefwareensee)**

