



# Oberösterreichischer Seenbericht 2007 - 2020

Land Oberösterreich - Abteilung Wasserwirtschaft » Gewässergüteaufsicht



## Impressum

Amt der Oö. Landesregierung  
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft  
Abteilung Wasserwirtschaft, Kärntnerstraße 10-12, 4021 Linz  
Tel.: (+43 732) 7720-12424 • Fax: (+43 732) 7720-12860 • E-Mail: [ww.post@ooe.gv.at](mailto:ww.post@ooe.gv.at)

**Autoren:** Gerald Auinger & Wolfgang Wimmer

### **Unter Mitarbeit von:**

Amtliches Seennessnetz:

*Auftraggeber:* Land Oö. - Wasserwirtschaft

*Probenahme:* Land Oö. - Wasserwirtschaft - Gewässergüteaufsicht

*Analytik Chemie:* Land Oö. - Umweltschutz - Chemisch-analytisches Wasserlabor

*Analytik Plankton:* 2007 - 2013 Kärntner Institut für Seenforschung GmbH

2014 - 2016 ARGE Limnologie (H+S Limnologie)

2017 - 2021 Ingenieurbüro FB Biologie Jersabek

Gewässerzustandsüberwachungsverordnung Seen:

*Auftraggeber:* Republik Österreich - Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus - Wasserwirtschaft

*Vergebende Stelle:* Land Oö. - Wasserwirtschaft - Gewässergüteaufsicht

*Probenahme:* Bundesamt für Wasserwirtschaft - Institut für Gewässerökologie

*Analytik:* Bundesamt für Wasserwirtschaft - Institut für Gewässerökologie

Land Oö. - Umweltschutz - Chemisch-analytisches Wasserlabor

### **Quellenangabe Fotos:**

Zur Vorstellung der einzelnen Gewässer bzw. dessen Ergebnisse wurden teilweise Bilder von den Tourismusverbänden dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.

Almsee (Titelbild)	Tourismusverband Traunsee-Almtal (Andreas Röbl)
Attersee	Tourismusverband Attersee-Attergau (Moritz Ablinger)
Gleinkersee	Tourismusverband Phyrn-Priel (Bruno Sulzbacher)
Irrsee	Tourismusverband Mondsee-Irrsee (Valentin Weinhäupl)
Laudachsee	Tourismusverband Traunsee-Almtal (Andreas Röbl)
Mondsee	Tourismusverband Mondsee-Irrsee (Valentin Weinhäupl)

Alle übrigen Abbildungen sind von landesinternen Fotoarchiven.

**Grafik/Layout:** Julia Tauber

**Druck:** Eigenvervielfältigung

Informationen zum Datenschutz finden Sie unter:

[www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz](http://www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz)

## Vorwort



Oberösterreich ist weit über seine Grenzen hinweg bekannt für seine einzigartigen Seen.

Unsere Seen sind ein ökologisch wertvoller Lebensraum für Tiere und Pflanzen aller Art, Erholungsraum für Menschen und bedeutender Wirtschaftsfaktor. Die fortschreitende Klimakrise stellt uns alle, aber auch unsere Gewässer, vor eine riesige Herausforderung. Unser Ziel ist klar: wir wollen die Schönheit, die ökologische Vielfalt und die Wasserqualität unserer Seen auch für unsere Kinder und Enkelkinder erhalten. Um auf Veränderungen reagieren zu können, ist es wichtig, die Qualität der Seen regelmäßig zu beobachten. Aus diesem Grund verpflichtet die Europäische Wasserrahmenrichtlinie die Mitgliedsstaaten zu einem regelmäßigen Seenmonitoring.

In Umsetzung dieser Richtlinie werden die großen Seen Attersee, Hallstätter See, Irrsee, Mondsee und Traunsee vom Institut für Gewässerökologie des Bundes in Scharfling regelmäßig untersucht. 14 weitere, kleinere Seen werden im Rahmen des Seenmonitorings der Abteilung Wasserwirtschaft beim Amt der oö. Landesregierung überwacht. Der vorliegende Seenbericht gibt einen Überblick über den Zustand der natürlichen oberösterreichischen Seen und über die Ergebnisse von 14 Jahren Untersuchungstätigkeit. Die Auswertungen stützen sich auf das Datenmaterial von mehr als 1300 Befahrungen zu allen Jahreszeiten und auf die Analyse von über 9000 entnommenen Wasserproben.

Ich danke allen Mitarbeiter/-innen für ihre gewissenhafte Arbeit und wünsche allen Leser/-innen eine spannende Lektüre dieses Berichts. Viel Vergnügen mit der Schönheit unserer Heimat beim nächsten Seenbesuch!

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, flowing letters that appear to read 'SK'.

Stefan Kaineder  
Umwelt- und Klima-Landesrat

## Zusammenfassung

Aquatische Ökosysteme wie unsere Seen bieten neben der Erholungsfunktion und anderen Wirtschaftsfaktoren für den Menschen, auch eine Lebensraumfunktion für verschiedenste Organismen. Diese komplexen Lebensgemeinschaften werden beeinflusst vom anthropogenen Nutzungsdruck und den vorherrschenden Rahmenbedingungen im Einzugsgebiet. Daraus resultierend ergibt sich ein Einfluss auf (Bio-)Indikatoren und Wasserinhaltsstoffe, die bei deren Untersuchung Aufschluss über die Qualität des Wassers bzw. über potentielle Eingriffe liefern.

Im vorliegenden Bericht werden ökologische und nährstoffbezogene Gewässerzustände von 19 Seen anhand einer 14-jährigen Messreihe (1300 Einzeluntersuchungen) erhoben.

Gegenstand der Monitorings sind die physikalische Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung des Wassers bis zum Grund, sowie in der oberen lichtdurchfluteten Zone die planktischen Lebensgemeinschaften. Es werden verschiedene Seentypen untersucht, beginnend vom landwirtschaftlich geprägten Grabensee im Alpenvorland bis hin zu tiefen Seen in den Kalkhochalpen. Ebenso stehen auch kleinere Gewässer im Fokus, die sensibler auf Umwelteinflüsse reagieren.

### Die Ergebnisse sind, unter anderem:

- mittlerweile eine profunde Kenntnis der Gewässer betreffend Nährstoffbelastung, toxische Belastungen (Blaualgen), Wärmehaushalt und Abweichung vom Referenzzustand,
- Trends von Wasserinhaltsstoffen werden analytisch erfasst,
- 70 % der untersuchten Gewässer entsprechen den Zielvorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (zumindest guter ökologischer Zustand)
- 20 % der Seen werden als eutroph also (sehr) nährstoffreich eingestuft. In diesen Fällen sind die Anstrengungen zur Reduzierung der Nährstoffzufuhr noch unzureichend.
- Im Traunsee hat sich durch langjährige Einleitungen aus der Sodaproduktion ein salzhaltiger, von der Zirkulation isolierter Wasserkörper mit Sauerstoffdefizit ausgebildet. Nach dem Ende der Einleitungen 2005 konnte sich dieser wieder schrittweise verdünnen bis der See 13 Jahre später erstmals wieder vollzirkulierte und dadurch ein Gas- und Nährstoffaustausch bis zum Grund ermöglicht wird.
- Bei allen untersuchten Seen mit einer maximalen Tiefe von zumindest 18 m zeigt sich ein signifikanter Temperaturanstieg um +0,5 bis +1,0 °C in einer Tiefe von 12 bis 15 m (Sprungschicht). Die Konsequenz davon ist eine Verlängerung der Sommerstagnation und langfristig Sauerstoffdefizite und Eutrophierungserscheinungen (erhöhte Nährstoffgehalte).

**Wasser ist unsere Lebensgrundlage und ein sensibles Gut!**

**Der hohe „Wert des Wassers“ in Oberösterreich ist unser tägliches Brot.**

Download: [www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at) > Themen > Umwelt und Natur > Wasser > Oberflächengewässer > Oberösterreichische Seen



# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Untersuchungsumfang</b> .....	<b>7</b>
1.1. Untersuchungshäufigkeit und Wärmehaushalt .....	10
1.2. Klimatische Rahmenbedingungen und Klimawandel .....	11
<b>2. Methodik und Bewertung</b> .....	<b>13</b>
2.1. Probenahme .....	15
2.2. Bewertung des ökologischen Zustandes .....	17
2.2.1. Biologische Qualitätselemente .....	19
2.2.2. Physikalisch/chemische Qualitätselemente .....	21
2.3. Bewertung der Trophie .....	27
<b>3. Gewässerbewertung gemäß Wasserrahmenrichtlinie</b> .....	<b>29</b>
3.1. Almsee .....	32
3.2. Attersee GZÜV .....	36
3.3. Gleinkersee .....	40
3.4. Hallstättersee GZÜV .....	46
3.5. Heratinger See .....	50
3.6. Hinterer Langbathsee .....	54
3.7. Höllerersee .....	58
3.8. Holzöstersee .....	62
3.9. Imsee .....	66
3.10. Irrsee GZÜV .....	70
3.11. Laudachsee .....	74
3.12. Mondsee GZÜV .....	78
3.13. Nussensee .....	82
3.14. Offensee .....	86
3.15. Schwarzensee .....	90
3.16. Seeleitensee .....	94
3.17. Traunsee GZÜV .....	98

3.18. Vorderer Gosausee .....	104
3.19. Vorderer Langbathsee .....	108
<b>4. Vergleich ausgewählter Parameter.....</b>	<b>113</b>
4.1. Gesamtphosphor und Orthophosphat .....	113
4.2. Nitrat- & Ammoniumstickstoff.....	115
4.3. Phytoplankton - Biovolumen und Beziehung zu Gesamtphosphor.....	118
4.4. Sichttiefe.....	120
<b>5. Zusammenfassung.....</b>	<b>121</b>
5.1. Ökologischer Zustand aufgrund biologischer Qualitätselemente .....	123
5.2. Ökologischer Zustand aufgrund physikalisch/chemischer Qualitätselemente.	126
5.3. Trophiebewertung.....	129
5.4. Zusammenfassung aller Bewertungen .....	134
<b>6. Quellenangaben.....</b>	<b>140</b>

# 1. Untersuchungsumfang

Der ökologische Zustand von 19 Seen (Abbildung 1) wird durch ein Monitoring untersucht. Einerseits von durch die oberösterreichische Gewässergüteaufsicht im Rahmen des Amtlichen Seennessnetzes (ASM; 14 Seen) und andererseits durch das Bundesamt für Wasserwirtschaft im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV, 5 Seen)

Bei diesen limnologischen Untersuchungen werden von der gesamten Wassersäule die physikalischen Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung des Wassers bestimmt, sowie in der phototrophen Zone die planktischen Lebensgemeinschaften untersucht.

Aus den Ergebnissen des Monitorings konnte nun eine 14-jährige Gesamtauswertung der oberösterreichischen Seenqualität erstellt werden. Die Auswertungen erfolgten nach den Grundsätzen der Wasserrahmenrichtlinie und beleuchten den gesamten Zeitraum seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 2007 um Veränderungen signifikanter abbilden zu können. Die erhobenen Daten umfassen insgesamt 266 Seenjahre bzw. 1005 limnologische Untersuchungen durch das Amtliche Seennessnetz (ASM) und 280 Untersuchungen durch die bundesweite GZÜV.

Das Amtliche Seennessnetz (ASM) untersucht folgende Seen seit 2007: Almsee, Gleinkersee, Heratingersee, Hinterer Langbathsee, Höllerersee, Holzöstersee, Imsee, Laudachsee, Nussensee, Offensee, Schwarzensee, Seeleitensee, Vorderer Gosausee, Vorderer Langbathsee.

Im Rahmen der bundesweiten Gewässerzustandsüberwachungs-Verordnung (GZÜV) werden Attersee, Hallstättersee, Irrsee, Mondsee und Traunsee erfasst. Diese Untersuchungen sind nicht Teil des ASM, werden aber in die vorliegenden Auswertungen mit einbezogen.





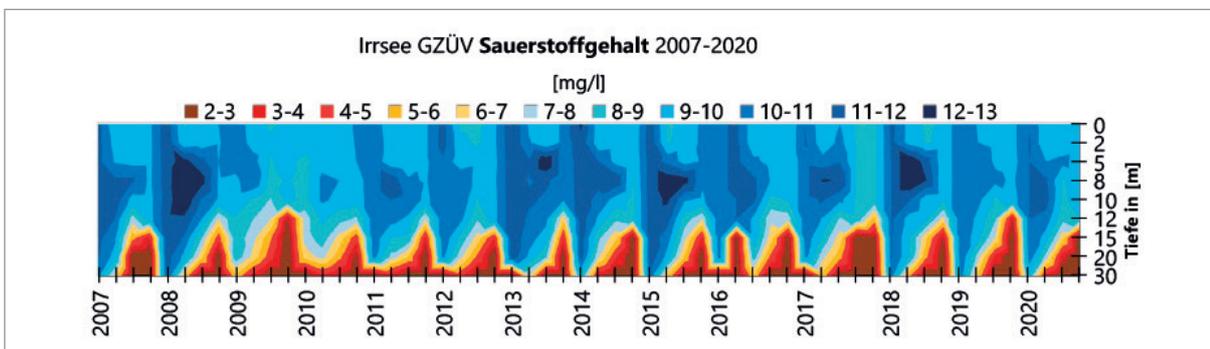
**Abbildung 1** Messstellen - Überblick

## 1.1. Untersuchungshäufigkeit und Wärmehaushalt

Jede der fünf limnologischen Untersuchungen im Jahr ist gezielt auf eine bestimmte Phase im Wärmehaushalt der Seen abgestimmt. Zur Erklärung der Untersuchungshäufigkeit wird üblicherweise auf den Wärmehaushalt der Seen eingegangen.

Aufgrund der Dichteanomalie von Wasser bei 3,89 °C bildet sich in Seen durch den Temperaturwechsel zwischen Sommer und Winter ein Zyklus aus horizontaler Schichtung von Wasserschichten unterschiedlicher Temperatur und einer Durchmischung (Zirkulation) bei Homothermie aus. Wasser ist bei ~4 °C am schwersten und bildet bei entsprechender Tiefe im unteren Bereich der Seewanne das Hypolimnion. Darin lagert auch während des Sommers das etwa 4°C schwere Wasser. Wird Wasser wärmer oder kälter als 4 °C nimmt die Dichte ab. Wird ein Zustand der Homothermie erreicht, also hat die gesamte Wassersäule von der Oberfläche bis zum Grund die gleiche Temperatur und daher keinen Dichtegradienten, wird eine Zirkulation beispielsweise durch Windeinfluss oder einströmende Zubringer ausgelöst. Je länger dieser homotherme Zustand anhält, desto mehr Zeit bleibt, den Tiefenwasserkörper mit Sauerstoff zu versorgen. Die Zirkulation findet in den Übergangszeiten statt, also beim Wechsel zwischen Kalt- und Warmzeit (Frühlings- und Herbstzirkulation). Demgegenüber stellt sich eine Stagnation im Sommer bzw. Winter ein, wenn das oberflächliche Wasser (Epilimnion) entweder wärmer oder kälter, also leichter als das 4°C „schwere“ Wasser wird. Bei der Stagnation befindet sich zwischen wärmerem oder kälterem Epilimnion und dem Hypolimnion noch das Metalimnion mit der Sprungschicht. Die Sprungschicht bezeichnet einen Tiefenbereich mit einem starken Temperaturgradienten und ist je nach Höhenlage bzw. Jahresmitteltemperatur in etwa 15 m Tiefe anzutreffen.

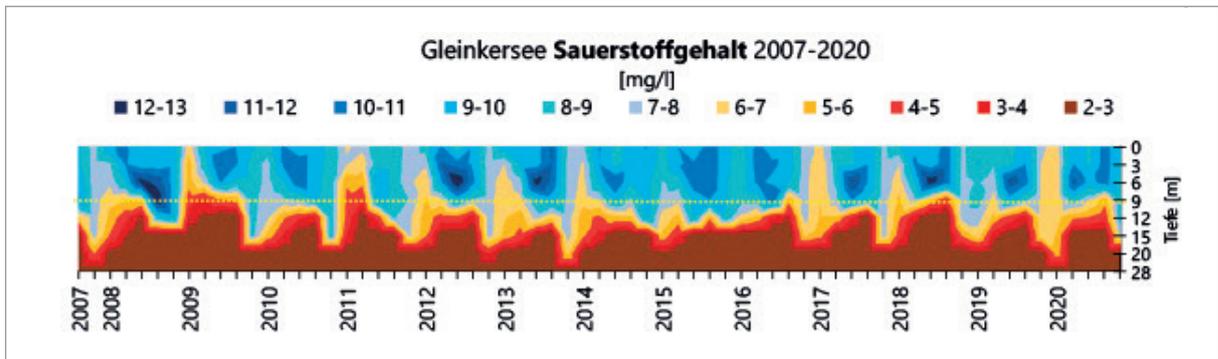
Rein theoretisch sollten alle Seen demnach zweimal im Jahr zirkulieren, wie zB. der Hallstättersee, beide Langbathseen, Irrsee, Laudachsee, Offensee und der Vordere Gosausee. Jedoch weist jedes stehende Gewässer ein eigenes charakteristisches Verhalten auf. Monomiktische Gewässer zirkulieren nur einmal im Jahr (Attersee, Mondsee, Nussensee, Traunsee) oder aufgrund der geringen Tiefe mehrmals im Jahr (Almsee, Holzöstersee, Imsee, Seeleitensee). Das Zirkulationsverhalten ist unter anderem abhängig von der Seemorphologie, dem Verhältnis zwischen Fläche und Tiefe, dem Wasserzutritt bzw. dem Wasseraustausch und der Wind- bzw. der Sonnenexposition. Eine Durchmischung der gesamten Wassersäule bis zum Grund wird als Holomixie bezeichnet (Abbildung 2).



**Abbildung 2** Holomiktisches Verhalten am Beispiel Irrsee (Sauerstoffgehalt 2007-2020)

Doch nicht bei jedem See erfolgt eine regelmäßige Durchmischung über den gesamten Wasserkörper bis zum Grund, in diesem Fall spricht man von Meromixie. Die Ursache kann beispielsweise eine windgeschützte Lage, ein aufgrund chemischer Inhaltsstoffe dichter Tiefenwasserkörper oder eine im Verhältnis zur Fläche sehr große Tiefe sein. Bei meromiktischen Seen wird durch die fehlende Vollzirkulation ein Sauerstoff- und Nährstoffaustausch des oberflächlichen (Mixolimnion) mit dem isolierten Tiefenwasserkörper (Monimolimnion) unterbunden.

Meromiktische Seen in Oberösterreich sind der Höllener See und der Gleinkersee (Abbildung 3). Die Vollständigkeit des jeweiligen Durchmischungsvorganges ist auch abhängig von meteorologischen Einflüssen.



**Abbildung 3** Meromiktisches Verhalten am Beispiel Gleinkersee (Sauerstoffgehalt 2007 -2020)

Die Auswahl des richtigen Probenahmezeitpunkts erfordert eine genaue Kenntnis der Gewässer und wirkt sich massiv auf die weitere Gesamtbewertung aus. Die erste limnologische Untersuchung des Jahres beginnt je nach Witterungsbedingungen in der zweiten Jännerhälfte und untersucht die Winterstagnation. Vor allem die höher gelegenen Seen sind großteils eisbedeckt. In dem Fall muss das Messboot bis zur tiefsten Stelle des Sees über das Eis geschoben werden. Dort angekommen wird mittels Eisbohrer ein Loch gebohrt, wodurch im Anschluss die Probenahme stattfindet. Nach dem Abschmelzen der Eisschicht erwärmt sich das Epilimnion von  $< 4^{\circ}\text{C}$  bis zur Homothermie. Die zweite Untersuchung findet etwa ab Ende März beziehungsweise Anfang April statt. Die Frühjahres-Zirkulation hat damit begonnen, wodurch sich der über den Winter aufgezehrte Sauerstoffgehalt im Hypolimnion durch Zirkulation wieder mit sauerstoffgesättigtem Oberflächenwasser anreichert. Bei holomiktischen Seen ist nach abgeschlossener Durchmischung die chemische Zusammensetzung des Wassers in allen Tiefenstufen nahezu ident. Die dritte Untersuchung beginnt Mitte bis Ende Juni, wobei sich die zunehmende Sommerstagnation aufbaut. Das Epilimnion hat sich gegenüber dem schweren Tiefenwasser wieder deutlich erwärmt. Zu diesem Zeitpunkt sind auch die größten Nährstoffkonzentrationen und durch die Erwärmung das größte Algenwachstum zu erwarten, was sich in den erhöhten Parametern Biovolumen und Chlorophyll a Gehalt und der geringeren Sichttiefe widerspiegelt. Die vierte Untersuchung findet ab der zweiten Septemberhälfte statt. Dabei wird die Spätphase der Sommerstagnation untersucht. Der Tiefensauerstoff ist häufig schon aufgebraucht und die Sichttiefe nimmt abgesehen von den Seen mit biogener Entkalkung (Attersee, Mondsee) wieder zu. Die letzte Untersuchung findet zwischen Mitte November und Mitte Dezember statt. In dem Zeitraum findet bei den untersuchten Seen erst die Herbstzirkulation statt. Zusätzlich zu den Bestimmungen der ÖNORM 6231:2001 und der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung wird im Rahmen des ASM auch noch die Winterstagnation untersucht, weil diese bei den kleineren und im Winter oft eisbedeckten Seen ausgeprägter ist.

## 1.2. Klimatische Rahmenbedingungen und Klimawandel

Oberösterreich ist aufgrund seiner geografischen Lage am Alpennordrand von einer großen klimatischen Bandbreite geprägt. Diese reicht vom tiefen Donautal mit hohen gemäßigten Temperaturen und geringen Niederschlagsmengen ( $8^{\circ}\text{C}$ ; 800 – 900 mm) bis hin zum Dachstein mit Jahresmitteltemperaturen unter  $0^{\circ}\text{C}$  und Niederschlagsmengen größer 2500 mm. Für weiterführende Informationen wird auf das Climate-Air-Information System Upper Austria (kurz CLAIRISA) verwiesen.

Die Auswirkungen des Klimawandels hinterlassen auch in den Seen ihre Spuren. Nach Blatterer und Luger 2013 zeigte sich, dass die Oberflächentemperatur am Mondsee im Mittel zwischen 1991 und 2009 von 10,6 auf 12,2 °C anstieg. Die Auswirkung der ansteigenden Lufttemperatur führt einerseits zu einer, um bis zu drei Wochen früheren Frühjahrszirkulation und andererseits zu einer, um bis zu fünf Wochen späteren Herbstzirkulation. Das bedeutet die Sommerstagnation, wird zunehmend länger. Während der Schichtung kommt es zu einer Sauerstoffverarmung in der Tiefe der Seen. Eine geringe Sauerstoff-Konzentration führt zu einer Phosphorfreisetzung aus Seesedimenten und in weiterer Folge zu einer erhöhten Phosphorbelastung des Gewässers. Der Klimawandel kann somit eine interne Eutrophierung verstärken und führt zu Problemen, wenn es darum geht, den guten ökologischen Zustand zu erreichen bzw. zu erhalten.

# 2. Methodik und Bewertung

In diesem Kapitel werden die Grundlagen der Bewertung von stehenden Gewässern dargelegt. Eine Gewässerbewertung beruht letztlich auf der Abweichung des aktuellen Ist-Zustandes vom Referenzzustand. Gemäß Wasserrahmenrichtlinie RL/2000/60/EG erfolgt die Bewertung von Oberflächengewässern mittels Einstufung einerseits des ökologischen und andererseits des trophischen Zustandes.

Jeder See ist nach naturräumlichen Gegebenheiten (Bioregion, Seehöhenklasse, mittlere Tiefe) einem Seentyp (Tabelle 1) zugeordnet. In der Seentypologie sind für die Inhaltsstoffe einerseits Referenzwerte und andererseits Klassengrenzen für den sehr guten und den guten Zustand festgelegt. Die Seentypologie wurde für österreichische Seen mit einer Oberfläche > 50 ha, deren trophischer Grundzustand hinreichend bekannt ist, entwickelt.

Jene Gewässer welche eine Fläche <50 ha aufweisen werden ebenso, in Anlehnung an den Leitfaden, gemäß den naturräumlichen Gegebenheiten einem Grundzustand zugeordnet, um eine ökologische Bewertung zu ermöglichen. Konkret handelt es sich dabei um folgende Gewässer: Gleinkersee, Heratingersee, Höllernersee, Holzöstersee, Imsee, beide Langbathseen, Laudachsee, Nussensee, Schwarzensee, Seeleitensee.

AT-Seentyp		Gewässer
B	B2	Vorlandseen Imsee, Seeleitensee, Höllernersee, Heratingersee, Irrsee, Holzöstersee
D	D1	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400 -600m Attersee, Mondsee, Traunsee, Hallstättersee
	D2a	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvorralpen 600-800m Offensee
		Flache bis mäßig tiefe Seen 600-800m $z_{avg} > 15m$ Nussensee, Schwarzensee, Vorderer & Hinterer Langbathsee
D2b	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvorralpen 600-800m $z_{avg} < 15m$ Almsee	
E	E1	Große, tiefe Bergseen der Kalkvorralpen 800 -1200m Vorderer Gosausee
		Flache bis mäßig tiefe Seen 800-1200m Gleinkersee, Laudachsee

**Tabelle 1** Seentypologie in Oberösterreich; Auflistung nach AT-Seentypologie

Der bewertete ökologische Zustand entspricht demnach der Abweichung vom Grundzustand des jeweiligen Seentyps und nicht einer Bewertung auf einer absoluten Skala. Nachdem jeder Seentyp unterschiedlichen Gegebenheiten unterliegt, werden diese auch unterschiedlich bewertet. Gleiche Messwerte würden beim Traunsee zu einer anderen Bewertung des ökologischen Zustandes führen als beispielsweise beim Seeleitensee. Die Messwerte zeigen häufig, saisonal bedingt, eine große Bandbreite an Schwankungen. Für die Bewertung werden daher Jahresmittelwerte gebildet. Bei fünf Untersuchungen im Jahr mit regelmäßigen Abständen erscheinen alle Entwicklungsphasen repräsentativ abgebildet. Zusätzlich wird durch die Mittelwertbildung der Einfluss von „Ausreißern“ reduziert.

Das heißt von einzelnen Messwerten eines Jahres werden Jahresmittelwerte gebildet und diese anhand vom Verhältnis zum Referenzwert des jeweiligen Parameters in einen EQR (Ecological Quality Ratio; dimensionslose Maßzahl für die Abweichung vom Ist- zum Referenzzustand) umgerechnet. Nachdem die Klassengrenzen parameterübergreifend variieren, müssen diese zusätzlich noch in normierte EQR (nEQR) umgerechnet werden. Diese nEQR-Werte können anhand von einheitlichen Klassengrenzen direkt miteinander verglichen werden. Die Gesamtbewertung erfolgt dann anhand von nEQR- Dreijahresmittelwerten. Die Basis für die Gesamtbewertung der ökologischen Zustandsklasse bilden normierte EQR-Gesamt Dreijahresmittelwerte (nEQRgesamt).

Für eine Seenbewertung auf Basis des Phytoplanktons ist das trophische Grundniveau entscheidend, welches das Artenspektrum und die Abundanz bzw. Biomasse der planktischen Algen im Referenzzustand bedingt. In Hinblick darauf erscheint die europäische Seentypologie (mit zwei IC-Typen) für die Bewertung der österreichischen Alpenseen >50 ha nach derzeitigem Wissensstand weitgehend als ausreichend. Diese sind:

- L-AL3:** große, tiefe, geschichtete Alpenseen (mittlere Tiefe meist >15m), mittlere Höhenlage (meist 200–800 m ü. A.), Einzugsgebiet meist Kalk (ultra-)oligotroph; Tiefland bis mittlere Seehöhe (50–800 m ü. A.), tief (meist >15 m), mäßig hohe bis hohe Alkalinität (meist >1 mmol/l), Seefläche >50 ha, alpines Einzugsgebiet
- L-AL4:** große, mäßig tiefe Alpenseen (mittlere Tiefe meist 3–15 m), mittlere Höhenlage (200–800 m ü. A.), Einzugsgebiet meist Kalk, häufig im Alpenvorland oder in inneralpinen Becken gelegen. oligo- bis oligo-mesotroph; Tiefland bis mittlere Seehöhe (200–800 m ü. A.), mäßig tief (meist 3–15 m), mäßig hohe bis hohe Alkalinität (meist >1 mmol/l), Seefläche >50 ha, meist Alpenvorland oder inneralpine Becken

Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente umfassen eine Zeitreihe von 2007 bis 2020, wobei bei den biologischen Qualitätselementen die Zeitreihe, aufgrund der zeitaufwändigen Auswertungen, um eine Jahr kürzer ausfällt (2007-2019).

## 2.1. Probenahme



**Abbildung 4** Messboot im Einsatz am Gosausee

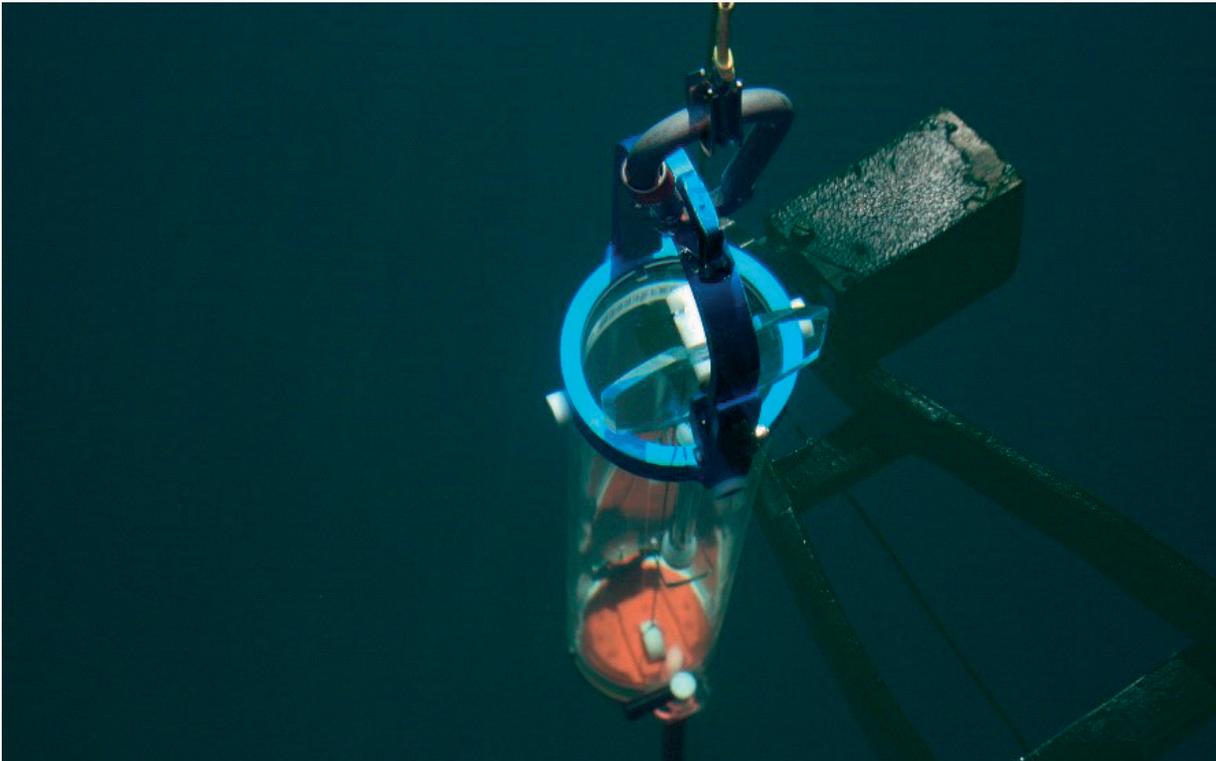
Die Probenahme erfolgt mittels einem etwa fünf Meter langen und mit Kennung versehenen Messboot, auf dem zwei Arbeitsplätze eingerichtet sind. Die Ausstattung umfasst

- eine Stromversorgung für den
  - Elektroantrieb und den
  - Kompressor für die Filtrationsanlagen
- Multiparameter-Messgerät
- GPS
- Sonar-Anlage
- Seilwinde
- Probenahme-Schöpfer
- Schreibmappe mit Analysenaufträgen zur Dokumentation
- Probenbehälter
- verschiedene Chemikalien zur Fixierung von biologischen Proben
- Planktonnetze, Secchischeibe, Anker, Sichtglas
- Paddel, Regendach
- Rettungsweste, Rettungsleiter

Das Boot wird mittels GPS zur tiefsten Position des Gewässers navigiert. Von dort aus werden aus unterschiedlichen Wasserschichten von der Oberfläche bis zum Grund Wasser- und Planktonproben entnommen.

Die Proben für die chemische Analytik werden mittels eines Schindler-Schöpfers (Abbildung 5) aus verschiedenen Wassertiefen bis über Grund entnommen. Nach dem Entnehmen und Zutagefördern wird die Temperatur des im Schöpfer-integrierten Thermometers abgelesen und protokolliert. Der nächste Schritt besteht im Messen der Vor-Ort-Parameter (pH, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoff) mittels Multiparameter Messgerät in einem, mit Rührwerk versehenen, Messzylinder. Die nächste Fraktion aus dem Schöpfer wird der Filtrieranlage zugeführt, dort werden Feststoffpartikel bis 0,45 µm abfiltriert.

Weitere Proben werden unbehandelt abgefüllt und sobald die Probenahme abgeschlossen ist, gekühlt ins chemisch analytische Labor zur weiteren Analyse gebracht.



**Abbildung 5** Schindler Schöpfer zur Entnahme von Wasserproben aus bestimmten Tiefen

Die Proben für die biologischen Untersuchungen (Chlorophyll a, Biovolumen, Brettum-Index) werden mittels integrierendem Wasserschöpfer nach Schröder und dem Planktonnetz entnommen. Der Schröder-Schöpfer wird innerhalb der sauerstoffgesättigten, lichtdurchfluteten Zone mehrmals abgesenkt und damit Wasser dem See integrierend entnommen, bis damit ein Kanister mit 5 Liter Volumen gefüllt ist.

Die Probe für das Biovolumen und den Brettum-Index wird mittels Netzzug generiert. Dabei wird ein Netz mit definierter Maschenweite unter die phototrophe Zone abgesenkt und langsam an die Oberfläche gezogen. Damit werden Organismen im Netz gefangen und können dann in ein Probengebinde zur Bestimmung überführt werden. Vor der Überführung in das entsprechende Gebinde wird zur Probenkonservierung eine Flüssigkeit vorgelegt (Lugol'sche Lösung bzw. Formalin 4%).

Zusätzlich wird bei jeder Untersuchung die Sichttiefe mit einer weißen Porzellanscheibe von 20 cm Durchmesser (Secchi-Scheibe) ermittelt. Die Ausdehnung dieser lichtdurchfluteten Zone ist jene für die photosynthetische Produktion relevante Schicht und lässt sich näherungsweise durch Annahme der 2,5-fachen Sichttiefe abschätzen

## 2.2. Bewertung des ökologischen Zustandes

Die ökologische Zustandsbewertung entsprechend den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie beruht grundsätzlich auf der Ermittlung der Abweichung des Ist-Zustandes von einem gewässertypspezifischen Referenzzustand. Demnach werden die Seen anhand der Untersuchungsergebnisse einer ökologischen Zustandsklasse (Tabelle 2) zugeordnet.

Dies erfolgt einerseits anhand der biologischen Qualitätselemente (Brettum-Index, Biovolumen und Chlorophyll a) und andererseits anhand der physikalisch/chemischen Qualitätselemente (Gesamt-Phosphor, Sichttiefe, Chlorophyll a, Chlorid, Sauerstoffsättigung und Temperatur im Hypolimnion und pH-Wert) (Abbildung 6).

Ökologische Zustandsbewertung gemäß WRRL:2000 anhand	
Biologische Qualitätselemente gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)	Physikalisch/chemische Qualitätselemente gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. Phys./chem. Parameter in Seen (2010)
Parameter	Parameter
Brettum Index Biovolumen Phytoplankton Chlorophyll a (ab 2013)	Gesamt-Phosphor Sichttiefe Chlorophyll a (bis 2012) Chlorid Sauerstoffsättigung im Hypolimnion Temperatur im Hypolimnion pH-Wert

**Abbildung 6** Übersicht der verschiedenen Qualitätselemente der ökologischen Zustandsbewertung

Bei der ökologischen Zustandsbewertung eines Gewässers werden als Maßzahl der Abweichung vom Referenzzustand EQR-Werte (Ecological Quality Ratio) angegeben. Diese werden als Quotient vom Ist-Wert zum typspezifischen Referenzwert errechnet. Dadurch können komplexe ökologische Umstände, unabhängig vom Seentypus, anhand von einer Zahl dargestellt und über die Zeit beobachtet werden. Veränderungen sind somit einfacher zu erfassen und auch unterschiedlicher Gewässertypen sind miteinander vergleichbar.

$$\text{EQR} = \frac{\text{Referenzwert}}{\text{Ist-Wert}}$$

$$\text{EQR}_{\text{Brettum-Index}} = \frac{\text{Ist-Wert}}{\text{Referenzwert}}$$

Jeder Parameter weist andere Klassengrenzen auf (Bsp: L-AL3 EQR(Chl a) H/G: 0,70; EQR(BV) H/G: 0,60), dadurch müssen EQR-Werte, um diese parameterübergreifend betrachten zu können, in EQRnorm-Werte (nEQR) umgerechnet werden. Diese Umrechnungsformeln von EQR in nEQR sind wiederum abhängig vom Parameter und dem IC-Seentyp.

### Umrechnungsformeln Biovolumen:

- L-AL3:  $\text{nEQR}_{\text{BV;L-AL3}} = 0,2212 \ln(\text{EQR}) + 0,9102$
- L-AL4:  $\text{nEQR}_{\text{BV;L-AL4}} = 0,2156 \ln(\text{EQR}) + 0,8944$

### Umrechnungsformeln Brettum-Index:

- L-AL3:  $\text{nEQR}_{\text{Bi;L-AL3}} = 1,7538 \text{EQR} - 0,8505$
- L-AL4:  $\text{nEQR}_{\text{Bi;L-AL4}} = 1,5385 \text{EQR} - 0,6462$

**Umrechnung nEQR in nEQRgesamt:**

$$nEQR_{gesamt} = \frac{[nEQR(\text{Biovolumen}) + nEQR(\text{Brettum-Index}) + nEQR(\text{Chlorophyll a})]}{3}$$

Die nEQRgesamt Werte haben parameterübergreifend einheitliche, äquidistante Klassengrenzen (Tabelle 2) und können daher unmittelbar einer Zustandsklasse zugeordnet werden. Die Gesamtbewertung der ökologischen Zustandsklasse erfolgt auf Basis eines 3-Jahres-nEQRgesamt. Alle Berechnungen werden mit nicht-gerundeten Zahlenwerten durchgeführt. Die Klassengrenzen dazu sind für biologische Qualitätselemente in Tabelle 4 und für physikalisch/chemische Qualitätselemente in Tabelle 5 angeführt.

Ökologischer Zustand	nEQRgesamt
sehr gut	≥ 0,80
gut	0,60 - 0,80
mäßig	0,40 - 0,60
unbefriedigend	0,20 - 0,40
schlecht	< 0,20

**Tabelle 2** Bewertung des ökologischen Zustandes

Bei der ökologischen Zustandsbewertung anhand phys./chem. Qualitätselemente gibt es gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung der allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter von Seen (2015) nur die Zustandsklassen sehr gut, gut und mäßig. Alle Zustände unter 0,60 nEQRgesamt sind der mäßigen Zustandsklasse zuzuordnen. Trotzdem werden im vorliegenden Bericht, jene Einstufungen welche sich im unbefriedigenden Zustand befinden würden, mit der entsprechende Farbe gekennzeichnet.

Dieser Referenzwert ist abhängig vom Seentyp, dem jeweiligen Parameter und der Lage innerhalb der Bandbreite (Tabelle 4).

AT-Seentyp		Gewässer	Lage innerhalb der Bandbreite
B	B2	Vorlandseen Imsee, Seeleitensee, Höllernersee, Heratingersee, Irrsee, Holzöstersee	Max
			Min
			Mitte
D	D1	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400-600m Attersee, Mondsee, Traunsee, Hallstättersee	Mitte
			Min
	D2a	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600-800m Flache bis mäßig tiefe Seen 600-800m $z_{avg} > 15m$ Nussensee, Schwarzensee, Vorderer & Hinterer Langbathsee	Mitte
			Mitte
D2b	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600-800m $z_{avg} < 15m$ Almsee	Min	
E	E1	Große, tiefe Bergseen der Kalkvoralpen 800 -1200m Vorderer Gosausee	Mitte
		Flache bis mäßig tiefe Seen 800-1200m Gleinkersee	Max

**Tabelle 3** Seentypologie der oberösterreichischen Gewässer inklusive deren Lage innerhalb der Bandbreite

## 2.2.1. Biologische Qualitätselemente

Die Bewertung des ökologischen Zustandes aufgrund biologischer Qualitätselemente (Phytoplankton) ist eine Klassifizierung des Nährstoff- oder Produktionsniveaus der Seen. Es ist keine absolute Bewertung, wie die Trophie-Einstufung, sondern stellt die Abweichung von einem natürlichen, vom Menschen weitgehend unbeeinflussten Grundzustand eines Gewässers dar. Die qualitative und quantitative Phytoplankton-Analyse ist die Grundlage für die Untersuchung der ökologischen Funktionsfähigkeit von Gewässern. Wie in Abbildung 6 ersichtlich werden dabei als Qualitätselemente das Phytoplankton-Biovolumen, der Brettum-Index und ab 2013 auch der Chlorophyll a- Gehalt herangezogen.

Die Referenzbedingungen und die Klassengrenzen für die drei Kenngrößen Gesamtbiovolumen Phytoplankton, Brettum-Index und Chlorophyll a wurden für jeden Seentyp im Rahmen des Interkalibrierungsprozesses erarbeitet und zwischen den Ländern Slowenien, Italien, Frankreich, Deutschland und Österreich harmonisiert. Für die österreichischen Seen wurden sowohl beim Biovolumen als auch beim Brettum-Index keine starren Fixwerte je IC-Seentyp definiert, sondern Bandbreiten. Für jedes Gewässer wurde zusätzlich die Lage innerhalb der Bandbreite festgelegt (Tabelle 1).

Der Brettum-Index wird anhand der Stetigkeit des Vorkommens und dem relativen Biovolumensanteil in sechs verschiedenen Phosphor- Konzentrationsbereichen berechnet. Die Berechnung des Brettum-Index ähnelt in ihren Grundzügen jener des Saprobien-Index und beruht auf Taxon-spezifischen Trophie-Scores, die derzeit für insgesamt 162 Taxa (Arten und Gattungen) vorliegen. Das heißt, für diese Indikator-Arten gibt es bekannte Vorlieben ihres Vorkommens in 6 unterschiedlichen Phosphor- Konzentrationsbereichen zwischen  $\leq 5 \mu\text{g/L}$  (Klasse 1) bis  $>60 \mu\text{g/L}$  (Klasse 6). Aus den Indexwerten aller eingestufteten Taxa und deren Biovolumina (als Jahres-Mittelwert) ergibt sich der Gesamt-Index. Der Brettum-Index kann damit Werte zwischen 1 (sehr nährstoffarm) und 6 (nährstoffreich) annehmen. Die detaillierte Beschreibung der Methode ist Wolfram et al. (2015) zu entnehmen.

IC-Typ	Lage innerhalb Bandbreite	Brettum Index					EQRs.i.			
		Ref	H/G	G/M	M/P	P/B	H/G	G/M	M/P	P/B
L-AL3	Mitte	5,19	4,29	3,39	2,50	1,60	0,827	0,654	0,481	0,308
L-AL3	Max	4,29	4,21	3,33	2,45	1,57	0,827	0,654	0,481	0,308
L-AL4	Mitte	4,07	3,54	3,00	2,47	1,94	0,869	0,738	0,607	0,476
L-AL4	Max	3,97	3,45	2,93	2,41	1,89	0,869	0,738	0,607	0,476

IC-Typ	Lage innerhalb Bandbreite	Gesamtbiovolumen ( $\text{mm}^3 \text{r}^{-1}$ )					EQRsv			
		Ref	H/G	G/M	M/P	P/B	H/G	G/M	M/P	P/B
L-AL3	Mitte	0,25	0,42	1,00	2,50	6,25	0,60	0,25	0,10	0,04
L-AL3	Max	0,30	0,50	1,20	3,10	7,50	0,60	0,25	0,10	0,04
L-AL4	Mitte	0,60	0,94	2,32	6,00	15,00	0,64	0,26	0,10	0,04
L-AL4	Max	0,70	1,09	2,69	7,00	17,50	0,64	0,26	0,10	0,04

IC-Typ	Lage innerhalb Bandbreite	Chlorophyll-a ( $\mu\text{g r}^{-1}$ )					EQR <sub>Chl-a</sub>			
		Ref	H/G	G/M	M/P	P/B	H/G	G/M	M/P	P/B
L-AL3	Mitte	1,70	2,43	4,25	7,73	14,17	0,70	0,40	0,22	0,12
L-AL3	Max	1,90	2,71	4,75	8,64	15,83	0,70	0,40	0,22	0,12
L-AL4	Mitte	4,07	3,54	3,00	2,47	1,94	0,75	0,41	0,23	0,12
L-AL4	Max	3,97	3,45	2,93	2,41	1,89	0,75	0,41	0,23	0,12

**Tabelle 4** Referenzwerte, Klassengrenzen und EQR-Werte für die Kenngrößen Brettum-Index, Gesamtbiovolumen und Chlorophyll a in den IC-Seentypen L-AL3 und L-AL4; (H/G: sehr gut/gut, G/M: gut/mäßig, M/P: mäßig/unbefriedigend, P/B: unbefriedigend/schlecht) aus Jersabek 2021

Andere wichtige biologische Komponenten im Lebensraum See sind aufgrund ihres großen Arbeitsaufwandes in der Regel nicht Teil von langjährigen, routinemäßigen Untersuchungen von stehenden Gewässern. Untersuchungen des Qualitätselementes „Fische“ und des Qualitätselementes „Makrophyten“ (Moose, Armleuchteralgen und Höhere Wasserpflanzen) können die Gesamtbewertung eines Sees wesentlich beeinflussen. Die bisher vorliegenden zusätzlichen biologischen Qualitätselemente außerhalb der routinemäßig durchgeführten Überwachungsprogramme werden hier der Vollständigkeit halber angeführt.

Bisher wurden Attersee 1994 und Mondsee 2002 (Pall K. & Moser V. 2006) sowie Hallstättersee 2019 (Pall et al. 2020) im Rahmen der GZÜV und Offensee 2019 (Pall et al. 2020) im Rahmen des ASM in GZÜV-konformer Weise auf Makrophyten untersucht. Die vollständigen Berichte sowie die zugehörigen Kartenbände der Firma SYSTEMA finden sich als pdf-Dateien auf unserer Homepage. Aktuell wird am Mondsee eine Makrophytenerhebung durchgeführt.

Themen > Umwelt und Natur > Wasser > Oberflächengewässer > Studien und Berichte Oberflächengewässer: <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/185387.htm>

Standardisierte Fischbestandserhebungen wurden bisher vom Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie und Fischereiwirtschaft, Scharfling in folgenden oberösterreichischen Seen (alle > 50 ha) erhoben: Attersee 2009 (Gassner et al. 2013), Mondsee 2010 (Gassner et al. 2013), Offensee 2011 (Gassner et al. 2013), Almsee 2012 (Gassner et al. 2013), Traunsee 2012 (Gassner et al. 2013), Vorderer Gosausee 2013 (Gassner et al. 2013), Hallstätter See 2017 (Gassner et al. 2018) und Irrsee 2018 (Gassner et al. 2020).

## 2.2.2. Physikalisch/chemische Qualitätselemente

Die Bewertung des ökologischen Zustandes aufgrund der physikalisch/chemischen Qualitätselemente erfolgte anhand des „Leitfadens zur typspezifischen Bewertung gemäß Wasserrahmenrichtlinie – Allgemein physikalisch-chemische Parameter in Seen“ des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus vom Februar 2010.

In Tabelle 5 sind die relevantesten Parameter für die Einstufung (Chlorophyll a, Gesamtphosphor, Sichttiefe, Chlorid, pH & Temperatur im Hypolimnion) mit den für den jeweiligen Seentyp vorgesehenen Grenzen abgebildet. Diese Einteilung der Seentypen wurde um die Erfahrungen bezüglich der Einteilung der kleinen Seen (< 50 ha) ergänzt.

Die Dreijahresmittelwerte dieser Parameter wurden mit den jeweiligen Referenzwerten in Bezug gesetzt und daraus die EQR-Werte berechnet. Aus den EQR-Werten wurden durch lineare Interpolation zwischen den festgelegten Klassengrenzen die normierten EQR-Werte (normEQR) ermittelt. Anhand der Bandbreite der nEQR- Klassengrenzen erfolgt eine Einstufung in die Zustandsklassen H(igh), G(ood) und M(oderate).

Bei den Qualitätselementen Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt und Versauerungszustand (pH-Wert) wurde lediglich die Einhaltung der festgelegten Bandbreite geprüft. Befindet sich der Dreijahresmittelwert im dafür vorgesehenen Bereich so gilt der gute Zustand als eingehalten. Klassengrenzen sowie nEQR-Werte sind aktuell für diese Parameter nicht vorgesehen.

Definitionsgemäß war ein nEQR > 1,00 nicht möglich. In den Fällen, in denen ein Parameterwert im Dreijahresmittel besser als der Referenzwert war, wurde daher der nEQR auf 1,00 gesetzt. Die Bewertung des ökologischen Zustandes erfolgte nach dem im LF Kapitel 9 festgelegten Prinzip „One-Out-All-Out“ (der schlechteste Wert zählt). Sollte also nach dieser Klassifizierung bei einem Parameter ein „schlechteres“ Ergebnis als bei anderen Parametern resultieren, so ist dieses für die Gesamtzustandsklasse bestimmend.

AT-Seentyp			Gewässer	Chl-a ()			EQR Chl-a	
				Ref.	H/G	G/M	H/G	G/M
B	B2	Große Vorlandseen	Innvierter Seen	3,3	4,4	8,0	0,75	0,41
			Irrsee	3,0	4,0	7,3	0,75	0,41
D	D1	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400 - 600 m	Traunsee, Hallstättersee	1,5	2,1	3,8	0,70	0,40
			Attersee, Mondsee	1,7	2,4	4,3	0,70	0,40
	D2a	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600 - 800 m	Offensee	1,7	2,4	4,3	0,70	0,40
			Kleine, flache bis mäßig tiefe Seen 600 - 800 m $z_{avg} > 15$ m	Nussensee, Schwarzensee, Vorderer & Hinterer Langbathsee	1,7	2,4	4,3	0,70
D2b	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600 - 800 m $z_{avg} < 15$ m	Almsee	1,9	2,7	4,8	0,70	0,40	
E	E1	Große, tiefe Bergseen der Kalkhochalpen 800 - 1200 m	Vorderer Gosausee	1,7	2,4	4,3	0,70	0,40
		Kleine, flache bis mäßig tiefe Seen 800 - 1200 m	Gleinkersee, Laudachsee	1,7	2,4	4,3	0,70	0,40
				Chlorid (mg/l) - Grenze G/M				
B-E	B1-E2	Alpenseen	Alle Seen	150				
				TP (mg/l)			EQR TP	
B	B2	Große Vorlandseen	Innvierter Seen	10	16	24	0,63	0,42
			Irrsee	9	14	21	0,64	0,43
D	D1	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400 - 600 m	Hallstättersee, Mondsee, Traunsee	5	8	12	0,63	0,42
			Attersee	4	6	10	0,67	0,40
	D2a	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600 - 800 m	Offensee	5	8	12	0,63	0,42
			Kleine, flache bis mäßig tiefe Seen 600 - 800 m $z_{avg} > 15$ m	Nussensee, Schwarzensee, Vorderer & Hinterer Langbathsee	5	8	12	0,63
	D2b	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600 - 800 m $z_{avg} < 15$ m	Almsee	-	-	-	-	-
E	E1	Große, tiefe Bergseen der Kalkhochalpen 800 - 1200 m	Vorderer Gosausee	4	6	10	0,67	0,40
		Kleine, flache bis mäßig tiefe Seen 800 - 1200 m	Gleinkersee, Laudachsee	4	6	10	0,67	0,40
				pH (-log(H <sup>+</sup> )) - Bandbreite H+G				
B, D, E	B2, D1, D2, E1	Vorlandseen, Alpenseen der Nördlichen Kalkalpen	Alle Seen	7,5 - 8,5				
				Sauerstoffsättigung im Hypolimnion (%) - Bandbreite H+G				
B	B2	Große Vorlandseen	Innvierter Seen, Irrsee	> 30				
D	D1	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400 - 600 m	Attersee, Mondsee, Traunsee, Hallstättersee	> 70				

AT-Seentyp			Gewässer	Chl-a ()			EQR Chl-a	
				<b>Sauerstoffsättigung im Hypolimnion (%) - Bandbreite H+G</b>				
D	D2a	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600 - 800 m	Offensee	> 70				
		Kleine, flache bis mäßig tiefe Seen 600 - 800 m $z_{avg} > 15$ m	Nussensee, Schwarzensee, Vorderer & Hinterer Langbathsee					
	D2b	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600 - 800 m $z_{avg} < 15$ m	Almsee	-				
E	E1	Große, tiefe Bergseen der Kalkhochalpen 800 - 1200 m	Vorderer Gosausee, Gleinkersee, Laudachsee	> 70				
				<b>Sichttiefe (m)</b>			<b>EQR ST</b>	
B	B2	Große Vorlandseen	Innvierlter Seen	5,4	4,5	3,1	0,83	0,57
			Irrsee	5,8	4,8	3,3	0,83	0,57
D	D1	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400 - 600 m	Traunsee, Hallstättersee	-	-	-	-	-
			Attersee	10,5	8,4	5,6	0,80	0,53
			Mondsee	9,0	7,2	4,8	0,80	0,53
	D2a	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600 - 800 m	Offensee	9,0	7,2	4,8	0,80	0,53
			Nussensee, Schwarzensee, Vorderer & Hinterer Langbathsee	9,0	7,2	4,8	0,80	0,53
	D2b	Große, flache bis mäßig tiefe Seen Kalkvoralpen 600 - 800 m $z_{avg} < 15$ m	Almsee	-	-	-	-	-
E	E1	Große, tiefe Bergseen der Kalkhochalpen 800 - 1200 m	Vorderer Gosausee	9,0	7,2	4,8	0,80	0,53
		Kleine, flache bis mäßig tiefe Seen 800 - 1200 m	Gleinkersee, Laudachsee	9,0	7,2	4,8	0,80	0,53
				<b>Temperatur im Hypolimnion (°C) - Bandbreite H+G</b>				
B - E	B1 - E2	Alpenseen	Alle Seen	4,0 - 6,0				

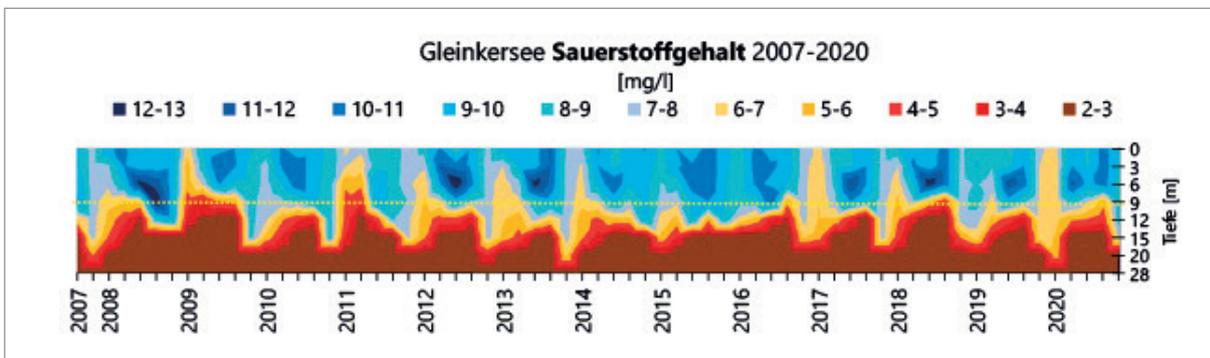
Tabelle 5 Allgemein phys./chem. Parameter und deren Klassengrenzen

Der Phosphorgehalt nimmt häufig mit der Tiefe zu (Gleinkersee, Hallstättersee, Höllerer See, Mondsee, Schwarzensee), daher wird üblicherweise die Einschätzung des ökologischen Zustandes durch volumsgewichtete Mittelwerte der Gesamtphosphor-Konzentration über die gesamte Tiefe des Gewässers bestimmt. Dafür werden Gewichtungsfaktoren (Anteil vom Wasservolumen pro Tiefenstufe) für einzelne Messwerte innerhalb des Vertikalprofils benötigt. Bei den „größeren“ Seen können diese aus den bekannten Schichtvolumina errechnet werden, leider ist das bei den kleineren Seen (< 50 ha) nicht der Fall.

Nachdem die meisten Seen in Österreich eine vergleichsweise einfache Beckenmorphologie aufweisen, können diese näherungsweise durch eine Parabel erster Ordnung abgeschätzt werden. Durch Vergleiche mit Seen mit zahlenmäßig bekannten Schichtvolumina zeigte sich mit der gewählten Annäherung eine erstaunlich gute Übereinstimmung. Die Ergebnisse der volumsgewichteten Gesamtphosphorkonzentrationen anhand von jeweils drei Untersuchungen an Mondsee, Irrsee, Traunsee und Hallstättersee, berechnet nach beiden Methoden, ergaben eine mittlere Abweichung von 1,1 % (Maximal: 8,4 %). Nach der Methode der Parabel-Annäherung konnten diese Gewichtungsfaktoren auch für Seen mit unbekanntem Schichtvolumina ermittelt werden.

Ein Sonderfall in dieser Thematik stellen die beiden meromiktischen Seen Gleinkersee und Höllerersee dar. Diese haben einen mehr oder weniger „isolierten“ Tiefenwasserkörper (Monimolimnion) welcher nicht zur Gänze dimiktisch erneuert wird. Dabei akkumulieren sich Phosphordepots, welche die Bewertung des ökologischen Zustandes massiv verschlechtern würden, zumal die Phosphorkonzentration aufgrund des „One-Out-All-Out-Prinzips“ der alleine wertbestimmende Parameter sein kann.

Am Beispiel des meromiktischen Gleinkersee wird demonstriert, wie sich eine leitfadenskonforme Bewertung über die gesamte Tiefe auf das Ergebnis auswirken würde.



**Abbildung 7** Gleinkersee Zirkulationsverhalten anhand Sauerstoffgehalt; Gelbe Linie kennzeichnet die gewählt Abgrenzung zwischen Mixolimnion und Monimolimnion

Am Beispiel Gleinkersee und den in Tabelle 2 festgelegten Klassengrenzen ergibt sich dadurch folgender Unterschied im Ergebnis.

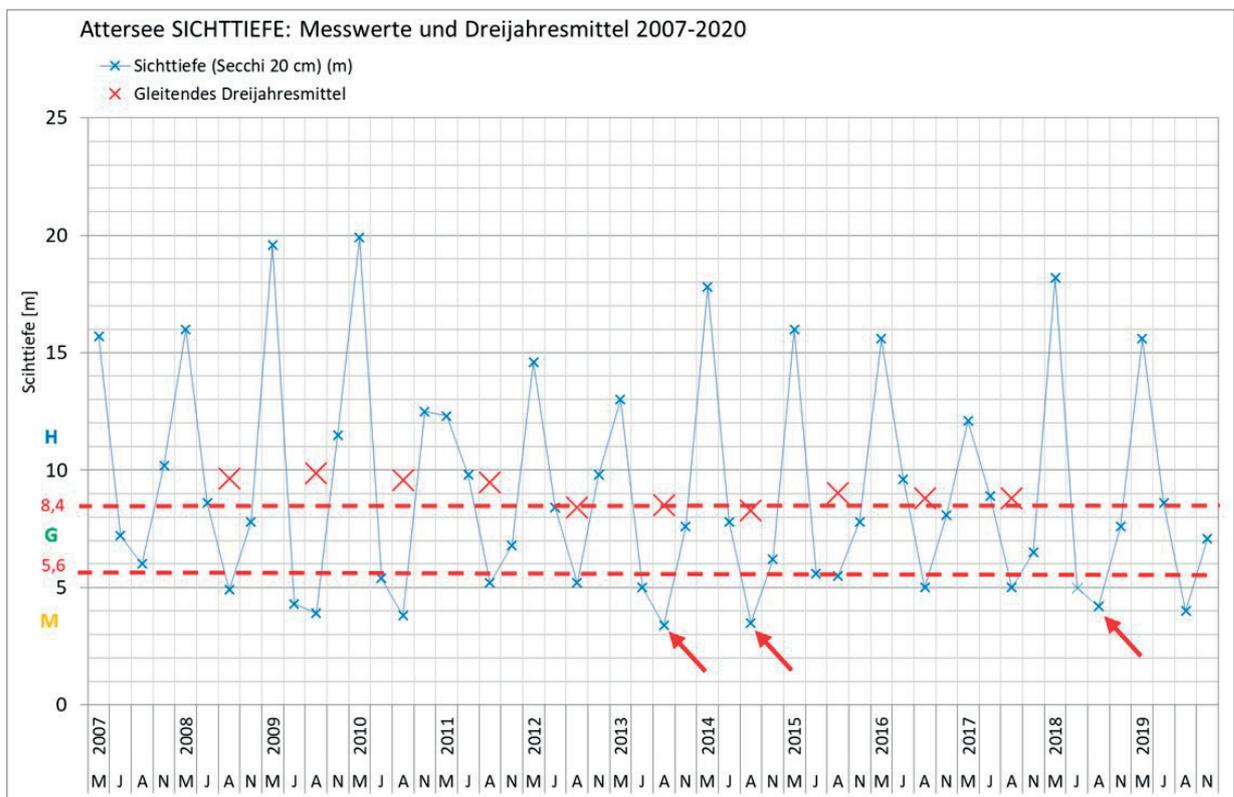
Wenn man für die Gesamtphosphor-Einstufung nur den durchmischenden Teil der Wassersäule verwendet (Mixolimnion; 0-15 m) ergibt sich dadurch ein guter Zustand (nEQR: 0,69). Hingegen vollzieht man die Einstufung anhand der gesamten Wassersäule ergibt das ein nur mäßiges Ergebnis (nEQR 0,54).

Nachdem der Gleinkersee einem untergeordneten Nutzungsdruck ausgesetzt ist und daher weitgehend einem natürlichen Zustand entspricht, wird die Bewertung nur für die Tiefenstufen, welche sich im Mixolimnion befinden, angewendet. (Gleinkersee 0-15 m und Höllerersee 0-9 m). Diese Vorgangsweise ist durch die Erläuterungen zur Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer gedeckt.

Des Weiteren ist die Sichttiefe, wie in Tabelle 5 ersichtlich, ein weiterer, teilweise kritischer, Indikator zur Bewertung des ökologischen Zustandes. Dies gilt beispielsweise auch für den Attersee, welcher zu biogener Entkalkung neigt. Bei diesem Prozess wird von Plankton und submersen Wasserpflanzen dem Wasser CO<sub>2</sub> entzogen, dadurch kommt es zu einer Störung des Kalk-Kohlensäure Gleichgewichtes. Calciumcarbonat fällt aus (Seekreide) und führt zu einer Trübung des Epilimnions. Dieser Vorgang spiegelt sich im Messwert der Sichttiefe zum Zeitpunkt der Sommerstagnation (August) wider. Dabei wird häufig der niedrigste Messwert im Jahr nachgewiesen.

Der Leitfaden macht im Falle des Attersees im Gegensatz zum Traunsee und zum Hallstättersee keine Ausnahmen zur Anwendung des Qualitätselementes Sichttiefe, obwohl das aus fachlicher Sicht gerechtfertigt erscheint.

Aufgrund der Erläuterungen zur Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer, in denen auf die Problematik der biogenen Entkalkung hingewiesen wird, wurden zwei auffällig niedrige und eindeutig auf biogene Entkalkung zurückführbare Messwerte für die Bewertung des ökologischen Zustandes eliminiert (August 2013, August 2014 und August 2018: Rote Pfeile in Abbildung 8).

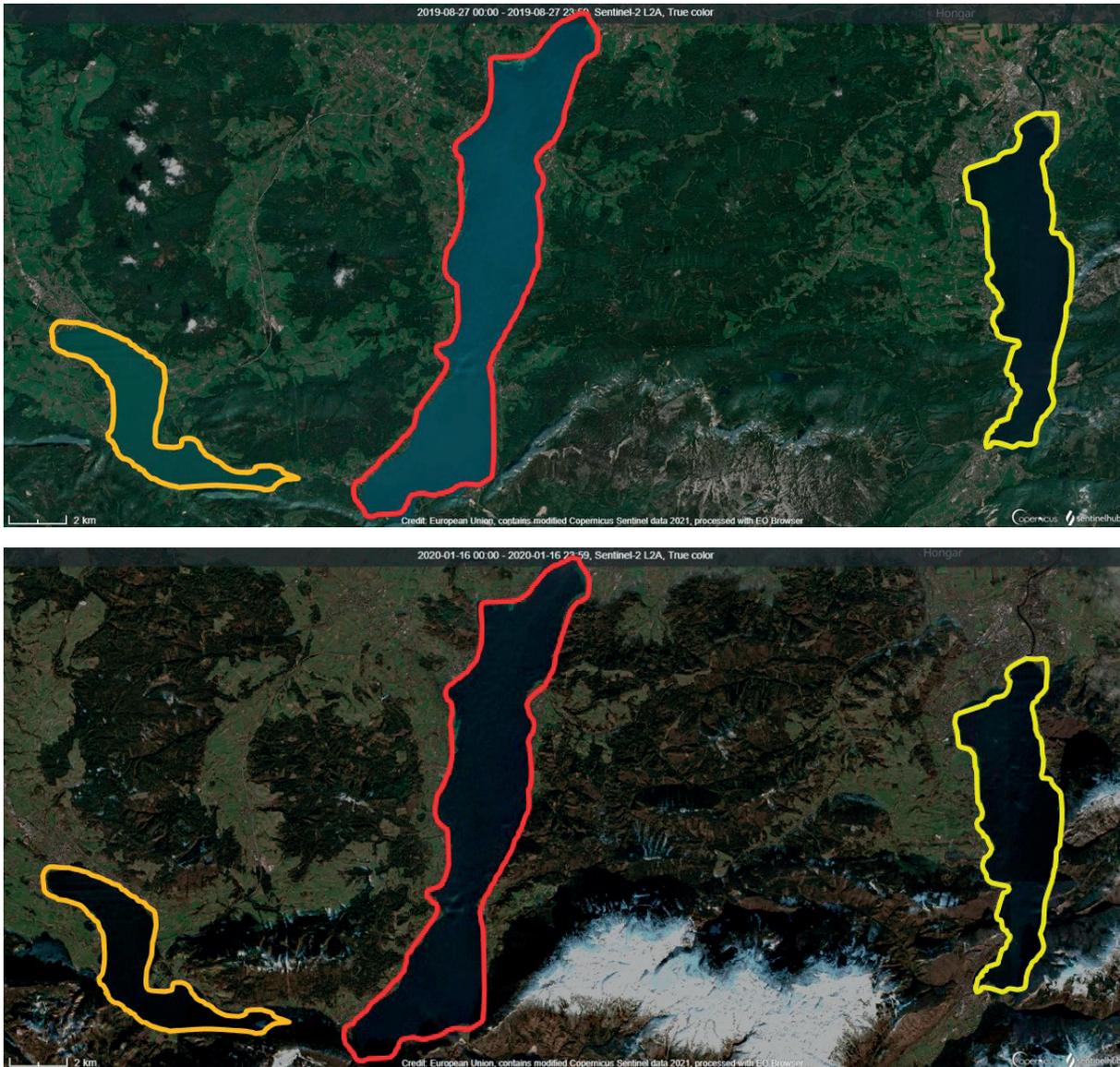


**Abbildung 8** Attersee Sichttiefe Messwerte und Dreijahres-Mittelwerte mit Klassengrenzen (H/G 8,4 m & G/M 5,6 m); Zustandsklasse H: high „sehr gut“; G: good „gut“; M: moderate „mäßig“

Wie in Abbildung 8 ersichtlich wird die Klassengrenze H/G (8,4 m) vom Dreijahres-Mittelwert 2013-2015 (8,27 m) bereits einmal unterschritten. Streng genommen würde das in diesem Fall einen guten ökologischen Zustand bedeuten. Davon wird jedoch abgesehen. Wie bereits erwähnt, befindet sich ein Gewässer nur in einem trophischen Zustand, wenn das Gewässer diesen Zustand über mehrere Jahre aufrechterhält. Die Sichttiefen des Attersees sind, abgesehen vom natürlichen Vorgang der biogenen Entkalkung, durchwegs seinem ursprünglichen trophischen Niveau entsprechend (Mittelwert Sichttiefe: Frühjahrszirkulation: 15,5 m; Beginn Sommerstagnation: 7,4 m; Höhepunkt Sommerstagnation: 4,6 m; Herbstzirkulation: 8,5 m)

Interessanterweise kann man den Vorgang der biogenen Entkalkung ebenfalls vom Satelliten aus betrachten, wodurch das Ausmaß der „Eintrübung“ im Vergleich zum Traunsee besser verständlich wird (Abbildung 9).

Die unterschiedliche Einfärbung ist nicht ausschließlich der biogenen Entkalkung geschuldet, es sind ebenfalls weitere Faktoren wie Sonneneinstrahlungswinkel, schwebende organische und anorganische Bestandteile sind ebenfalls beteiligt. Wie man jedoch sehr gut erkennen kann, hat der Traunsee (gelbe Markierung) zu beiden Zeitpunkten dieselbe Färbung.



**Abbildung 9 oben** Satellitenaufnahme Sentinel-2 L2A True Color (Koordinaten WGS 1984 47,85/13,55) vom 27.08.2019 zum Zeitpunkt der biogenen Entkalkung; **unten** zum Vergleich zu einem Zeitraum ohne Entkalkung vom 16.01.2020; Rote Markierung: Attersee, Gelbe Markierung: Traunsee, Orange Markierung: Mondsee)

## 2.3. Bewertung der Trophie

Die Berechnung der Seentrophie erfolgt ab 2016 nach den Vorgaben des „Leitfadens zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil B2 – Phytoplankton“ des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft vom Jänner 2015. Demzufolge ist Trophie das „Maß für die Auswirkung der Nährstoffkonzentration auf die Menge der pflanzlichen Situation und die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft“.

Die Faktoren zur Bewertung der Trophie von Alpenseen gemäß der aktuellen Bewertungsmethode sind mit den vorgegebenen Grenzen in Tabelle 6 angeführt.

Bewertungszahl	Trophieklasse	Nährstoffreichtum	Gesamtphosphor [µg/l]	Chlorophyll a [µg/l]	Biovolumen [mm <sup>3</sup> /l]	Sichttiefe [m]
< 0,4001	<b>ultra oligotroph</b>	sehr nährstoffarm	< 3	< 1,2	< 0,3	> 10
0,40001-0,6	Zwischenstufe ultra oligotroph-oligotroph					
0,60001-1,4	<b>oligotroph</b>	nährstoffarm	3-10	1,2 - 3	0,3-0,75	5,5-10
1,40001-1,6	Zwischenstufe oligotroph-mesotroph					
1,60001-2,4	<b>mesotroph</b>	mäßig nährstoffarm	10-20	3-7	0,75-1,75	3,5-5,5
2,40001-2,6	Zwischenstufe mesotroph-schwach eutroph					
2,60001-3,4	<b>schwach eutroph</b>	nährstoffreich	20-30	7-12	1,75-3,0	< 3,5
3,40001-3,6	Zwischenstufe schwach eutroph- stark eutroph					
3,60001-4,4	<b>stark eutroph</b>	sehr nährstoffreich	30-50	12-20	3,0-5,0	< 2,5
4,40001-4,6	Zwischenstufe stark eutroph-hypertroph					
>4,60001-5	<b>hypertroph</b>	extrem nährstoffreich	> 50	> 20	> 5,0	< 2

**Tabelle 6** Trophieindikatoren; modifiziert Leitfaden Biolog. QE (Teil B2: Phytoplankton 2015)

Die Messwerte, im vorliegenden Bericht fast ausschließlich Jahresmittelwerte, liegen grundsätzlich innerhalb der Bandbreite einer Trophieklasse. Je nachdem ob diese im oberen, mittleren oder unteren Bereich der Klasse liegen, wird eine Bewertungszahl entsprechend interpoliert. Demzufolge hat beispielsweise ein oligotropher See mit TP von 3 µg/l eine Bewertungszahl von 0,6 und mit TP von 5 µg/l eine Bewertungszahl von 0,82.

Bewertungszahlen zwischen #,40001 und #,6 werden einer Zwischenstufe zugeordnet, dementsprechend werden Bewertungszahlen zwischen 1,40001 und 1,6 den Zustand „oligotroph – mesotroph“ zugeordnet. Wenn sich bei der Berechnung Bewertungszahlen (x) < 0 oder > 5 ergeben, werden sie automatisch auf 0 bzw. 5 korrigiert. Da es im ultra-oligotrophen und im hypertrophen Bereich keine Klassengrenzen nach unten bzw. oben mehr gibt, wird die Interpolationsgerade für den oligotrophen Bereich in den ultra-oligotrophen Bereich und die für den stark eutrophen Bereich in den hypertrophen Bereich „verlängert“ und für die Berechnung angewendet.

Die für jeden Parameter interpolierten Bewertungszahlen werden zu einer Gesamt-Trophie vom Jahr 20xx (beliebiges Untersuchungs-jahr) arithmetisch gemittelt, und ebenfalls wieder gemäß dem dargestellten Grenzen einer Klasse zugeordnet. Die Gesamtbewertung erfolgt dann anhand von Dreijahresmittelwerten.

Eine Gewichtung der einzelnen Parameter, wie nach der Methode vor 2015 laut ÖNORM 6231:2001, erfolgt nicht.

Ein See befindet sich nur dann in einem bestimmten trophischen Niveau, wenn er diesen Zustand über mehrere Jahre aufrechterhält.



# 3. Gewässerbewertung gemäß Wasserrahmen- richtlinie

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Auswertungen von jedem Gewässer in folgender Reihenfolge dargestellt:

## Grundlagen

- Grundlagendaten zur Untersuchung, Volumetrie, Hydrologie
- Kartenausschnitt und Bild
- Auszug untersuchter Parameter

## a: Ökologischer Zustand

- a1 (BQE): aufgrund biologischer Qualitätselemente
- a2 (CQE): aufgrund physikalisch/chemischer Qualitätselemente

## b: Trophischer Zustand

## c: Zusammenfassende Bewertung

Der Übersicht halber werden die eben genannten Bestandteile der Bewertung nicht als eigens nummerierte Unterpunkte (3.2.a) dargestellt. Darüber hinaus wird aus Platzgründen im gesamten Kapitel 3. auf Beschriftungen von Tabellen und Abbildungen verzichtet.

Für detaillierte Beschreibungen der Gewässer bzw. der untersuchten Parameter wird auf den Gewässerschutzbericht Nr. 43 verwiesen. Aufgrund des umfangreichen Datensatzes werden im vorliegenden Bericht nur gezielte Auswertungen, also Mittelwerte inklusive Streumaß, angegeben. Im Vergleich zu den letzten Seenberichten werden diesmal für die in Abbildung 10 gezeigte Auswertung zur Darstellung der Messwerte nicht Minima- und Maxima gewählt, sondern aufgrund der quasi langjährigen Zeitreihe werden Perzentile als aussagekräftiger erachtet. Aufgrund der hohen Reinheit vieler Gewässer sind die Minima in sehr vielen Fällen die Bestimmungsgrenze und die Maxima bei bis zu 70 Untersuchungen häufig ein „Ausreißer“.

Bei den Tabellen „Auszug untersuchter Parameter“ werden die chemischen Parameter von der Oberfläche bis zum Grund ausgewertet, sofern sich keine Veränderung der Konzentration mit zunehmender Tiefe zeigt. Ändert sich hingegen die Konzentration mit der Tiefe, wird diese, wie am Beispiel Gleinkersee demonstriert (Abbildung 10), folgendermaßen dargestellt:

Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Gesamtphosphor [mg/l]	0 - 6 m	0,005	0,009	0,013
	20 m	0,016	0,029	0,043
	28 m	0,042	0,082	0,134

Abbildung 10 Auszug untersuchter Parameter

In Abbildung 11 oben werden bei den ökologischen Zustandsbewertungen einerseits die Dreijahresmittelwerte [nEQRgesamt] der einzelnen Qualitätselemente und andererseits der jeweilige Gesamtzustand präsentiert. Mittig in der Tabelle befindet sich die Trophiebewertung mit den Jahresmittel-Konzentrationen bzw. der entsprechenden Trophiebewertung. In gleicher Verfahrensweise sind wieder einerseits die einzelnen Trophieindikatoren und andererseits die Gesamtzustände angeführt. Im unteren Bereich befindet sich die Legende für die einzelnen Bewertungen.

Almsee	Ökologischer Zustand							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,72	0,90		0,81	1,00		1,00	
2008-2010	0,71	0,90		0,80	0,97		0,97	
2009-2011	0,70	0,90		0,80	0,96		0,96	
2010-2012	0,70	0,88		0,79	0,99		0,99	
2011-2013	0,71	0,91		0,81	1,00		1,00	
2012-2014	0,72	0,95		0,84	1,00		1,00	
2013-2015	0,63	1,00	1,00	0,82	1,00		1,00	
2014-2016	0,63	1,00	1,00	0,82	1,00		1,00	
2015-2017	0,66	1,00	1,00	0,83	1,00		1,00	
2016-2018	0,74	1,00	1,00	0,88	1,00		1,00	
2017-2019	0,97	1,00	1,00	0,85	1,00		1,00	
2018-2020					1,00		1,00	

anhand ...

Aufgrund geringer Tiefe und hoher Transparenz nicht messbar

	Trophiebewertung							
	Jahresmittelkonzentration			Einzelbewertung			Gesamt	
	Biovolumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>2</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamtphosphor	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,10	0,57	3,29	0,06	0,15	0,54	0,25	
2008	0,33	1,12	3,86	0,57	0,46	0,62	0,55	
2009	0,19	0,54	5,37	0,26	0,13	0,84	0,41	0,40
2010	0,20	0,96	9,74	0,28	0,37	1,75	0,70	0,55
2011	0,35	0,80	4,31	0,61	0,28	0,69	0,53	0,55
2012	0,39	1,18	4,32	0,70	0,49	0,69	0,62	0,62
2013	0,09	0,92	5,93	0,03	0,34	0,82	0,43	0,53
2014	0,15	0,84	3,94	0,17	0,30	0,63	0,37	0,47
2015	0,22	0,94	4,69	0,32	0,36	0,74	0,47	0,42
2016	0,11	0,84	4,62	0,08	0,30	0,73	0,37	0,40
2017	0,09	0,90	3,97	0,03	0,33	0,64	0,34	0,39
2018	0,22	1,05	4,52	0,32	0,42	0,72	0,49	0,40
2019	0,05	0,92	3,53	0,00	0,34	0,58	0,31	0,38
2020		1,06	3,87		0,42	0,62	0,52	0,44

Legende		Trophiebewertung	
Ökologischer Zustand Biologie [nEQRgesamt]	Ökologischer Zustand Phys./chem. [nEQRgesamt]	<0,40001	ultra-oligotroph
sehr gut ≥0,80	sehr gut ≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph
gut 0,60 - 0,80	gut 0,60 - 0,80	0,60001-1,4	oligotroph
mäßig 0,40 - 0,60	mäßig 0,40 - 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph
unbefriedigend 0,20 - 0,40	mäßig* 0,20 - 0,40	1,60001-2,4	mesotroph
schlecht <0,20	mäßig* <0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph
		2,60001-3,4	schwach eutroph
		3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph
		3,60001-4,4	stark eutroph
		4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph
		>4,60001	hypertroph

Anmerkung: QE Sichttiefe nach QZV Ökologie für Almsee nicht anwendbar  
\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

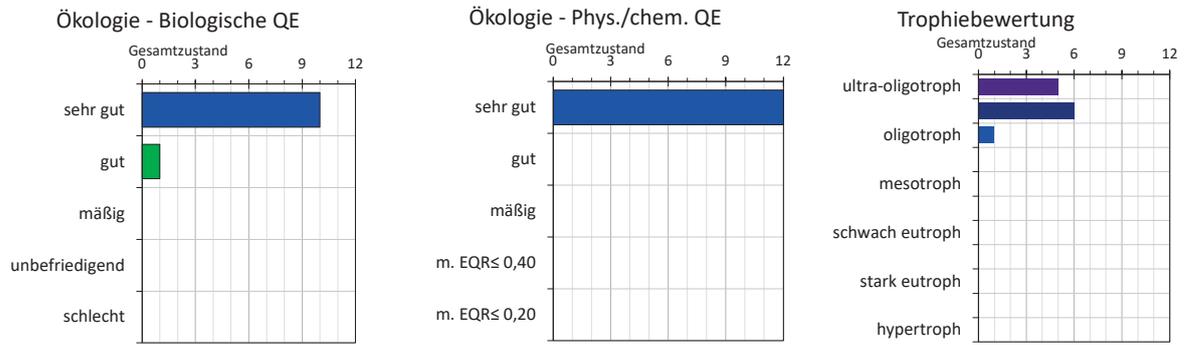
Ökologische Zustandsbewertung

Trophiebewertung

Legende

Abbildung 11 Darstellungsschema ökologische und trophische Zustandsbewertung

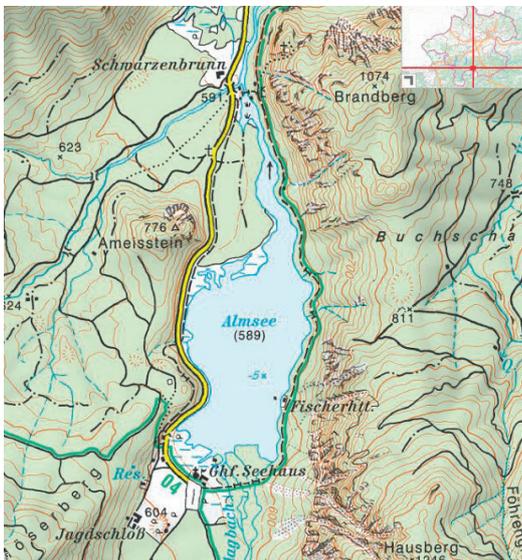
Zusammenfassend soll Abbildung 12 einen Überblick über die Gesamtzustandsbewertung geben. Dabei wird visualisiert wie häufig welche Zustandsklassen in der jeweiligen Gesamtbewertung erreicht wurde. Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass es bei der ökologischen Zustandsbewertung anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente (QE) (Abbildung 12 mittig) nur die Zustandsklassen sehr gut, gut und mäßig (m.) gibt. Die zusätzlichen Unterteilungen m (mäßig). EQR ≤ 0,40 bzw. ≤ 0,20 dient nur zur breiteren Differenzierung und würde bei den biologischen Qualitätselementen der Zustandsklasse „unbefriedigend“ bzw. „schlecht“ entsprechen.



**Abbildung 12** Darstellungsschema - Zusammenfassung der Gesamtzustände des jeweiligen Bewertungsschemas

## 3.1. Almsee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Nieder-schlag Jahresmittel [mm/a]
17.09.2007	RW 496899 HW 290302	Große flache bis mäßig tiefe Seen der Kalkvoralpen 600 - 800 m ü.A., $z_{Avg} > 15$ m	Nördliche Kalkalpen	5	2,5	9,44 (2012 - 2016)	1637 mm (2012 - 2016)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km <sup>2</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volu-men [Mio. m <sup>3</sup> ]	Wasser-erneuerung
67	0/4	holomitisch, polymiktisch	589	41,4	0,85	2,1	10 Tage



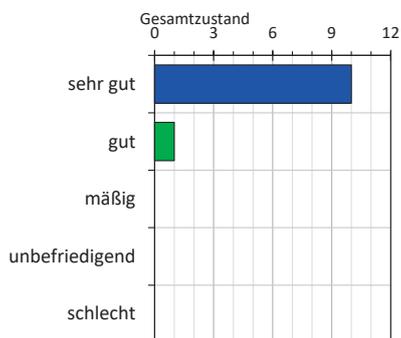
Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		4,0	4,5	5,0
Temperatur [°C]	0-1 m	3,3	8,1	13,2
pH-Wert	0-1 m	8,1	8,3	8,5
Leitfähigkeit (25°) [µS/cm]	0-1 m	200	210	225
Gesamtphosphor [mg/l]	0-5 m	0,003	0,005	0,008
	volumsgew.		4,5 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-5 m	0,001	0,001	0,001
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-5 m	0,4	0,5	0,6
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-5 m	0,0	0,0	0,0
DOC [mg/l]	0-5 m	0,6	0,8	1,1
Sauerstoff [mg/l]	0-5 m	10,6	11,7	12,7
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l] (2007-19)	0-5 m	0,3	0,9	1,6
Biovolumen-PHP [mm <sup>3</sup> /L] (2007-19)	0-5 m	0,1	0,2	0,3

Almsee	Ökologischer Zustand						
	anhand ...						
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)		
Brettum- Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,72	0,90		0,81	1,00	Aufgrund geringer Tiefe und hoher Transparenz nicht messbar	1,00
2008-2010	0,71	0,90		0,80	0,97		0,97
2009-2011	0,70	0,90		0,80	0,96		0,96
2010-2012	0,70	0,88		0,79	0,99		0,99
2011-2013	0,71	0,91		0,81	1,00		1,00
2012-2014	0,72	0,95		0,84	1,00		1,00
2013-2015	0,63	1,00	1,00	0,82	1,00		1,00
2014-2016	0,63	1,00	1,00	0,82	1,00		1,00
2015-2017	0,66	1,00	1,00	0,83	1,00		1,00
2016-2018	0,74	1,00	1,00	0,88	1,00		1,00
2017-2019	0,67	1,00	1,00	0,85	1,00		1,00
2018-2020					1,00		1,00

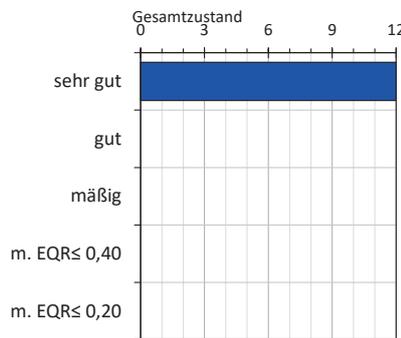
	Trophiebewertung							
	Jahresmittelkonzentration			Einzelbewertung			Gesamt	
	Biovolumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt- phosphor [µg/l]	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamtphosphor	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,10	0,57	3,29	0,06	0,15	0,54	0,25	
2008	0,33	1,12	3,86	0,57	0,46	0,62	0,55	
2009	0,19	0,54	5,37	0,26	0,13	0,84	0,41	0,40
2010	0,20	0,96	9,74	0,28	0,37	1,46	0,70	0,55
2011	0,35	0,80	4,31	0,61	0,28	0,69	0,53	0,55
2012	0,39	1,18	4,32	0,70	0,49	0,69	0,62	0,62
2013	0,09	0,92	5,93	0,03	0,34	0,92	0,43	0,53
2014	0,15	0,84	3,94	0,17	0,30	0,63	0,37	0,47
2015	0,22	0,94	4,69	0,32	0,36	0,74	0,47	0,42
2016	0,11	0,84	4,62	0,08	0,30	0,73	0,37	0,40
2017	0,09	0,90	3,97	0,03	0,33	0,64	0,34	0,39
2018	0,22	1,05	4,52	0,32	0,42	0,72	0,49	0,40
2019	0,05	0,92	3,53	0,00	0,34	0,58	0,31	0,38
2020		1,06	3,87		0,42	0,62	0,52	0,44

Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
Anmerkung: QE Sichttiefe nach QZV Ökologie für Almsee nicht anwendbar				2,60001-3,4	schwach eutroph	
* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

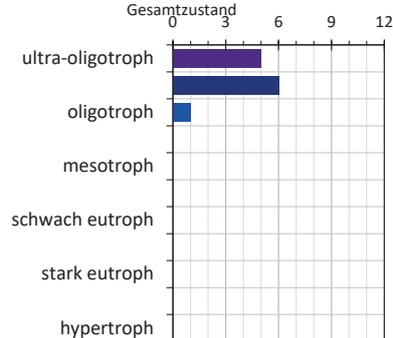
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der Almsee zeigt sein Messbeginn eine recht einheitliche Bewertung. Die ökologische Zustandsklasse war, abgesehen von 2010 - 2012 (gut), im gesamten Untersuchungszeitraum sehr gut. Die Dreijahresmittelwerte von nEQR-Biovolumen und nEQR-Chlorophyll a befinden sich seit 2013 - 2019 oberhalb des Referenzzustandes. Bei beiden Parametern bewegen sich die EQR-Werte zumindest im mittleren, eher oberen sehr guten Zustand. Sehr unterschiedlich dazu ist hingegen die trophische Einschätzung des Artenspektrums: der Brettum-Index indiziert einen ökologischen Zustand im unteren bis mittleren guten Bereich. Die n-EQR-B.I. Jahresmittelwerte schwanken zwischen 0,5 und 0,81 und entsprechen in den Jahren 2015 - 2019 nur einem mäßigen Zustand.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der ökologische Zustand war aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente im gesamten Untersuchungszeitraum sehr gut. Wegen der geringen Wassertiefe von nur 5 m ist das Qualitätselement Sichttiefe nicht anwendbar, bei allen 67 Untersuchungen war eine einwandfreie Sichttiefe bis zum Grund gegeben. Somit war der stets sehr niedrige Gehalt an P-gesamt das einzige in der Berechnung ausschlaggebende Kriterium, da die Bandbreite der sonstigen im Anhang L der QZV Ökologie Oberflächengewässer angegebenen Parameter eingehalten wurde.

## b: Trophischer Zustand

Die Trophie des Almsees bewegte sich von 2007 bis 2020 von den Dreijahresmittelwerten her gesehen stets in den Randbereichen von ultra-oligotroph und oligotroph.

Wenn man die einzelnen Qualitätselemente näher betrachtet, stellt man zwischen 2007 und 2019 fest, dass das Biovolumen und Chlorophyll a eher für einen ultra-oligotrophen Zustand und der Gesamtphosphor für einen oligotrophen Zustand sprechen.

Ein Grund für diese unterschiedliche Einstufung könnte die kurze Wassererneuerungszeit sein, die sich in der Größenordnung von etwa 10 Tagen bewegt. Ein Teil des in den See gelangten Phosphors wird wieder über den Abfluss ausgeleitet, bevor er in Biomasse umgesetzt werden kann. Zudem wird ständig Plankton aus dem See herausgespült.

Das Qualitätselement Sichttiefe findet beim Almsee keine Anwendung, weil der See an seiner tiefsten Stelle nur 4 m tief ist. Bei allen Befahrungen zwischen 2007 und 2020 war die Sichttiefe ausschließlich durch den Grund des Sees begrenzt.

Ein außergewöhnliches Ereignis war ein anscheinend starkes Auftreten von *Spirogyra* sp. Die an sich benthisch lebende Zieralge ist am 11.7.2018 aufgrund einer fehlerhaften Probenentnahme in die Mischprobe gelangt, aus der die Auswertung des Phytoplanktons und die Bestimmung des Gehaltes an Chlorophyll a durchgeführt wurden. Es wurde ein Biovolumen von 14,1 mm<sup>3</sup>/l dieser Algen-Art festgestellt. Ein Biovolumen in dieser Größenordnung wurde zwischen 2007 und 2019 nicht einmal bei den am stärksten eutrophierten Seen gemessen. Die wahrscheinlichste Erklärung ist, dass sich diese fädige Grünalge auf der submersen Vegetation befunden hat, die in vielen Bereichen bis 3 m unter die Wasseroberfläche reicht. Bei der Entnahme der Probe dürften Algenfäden abgerissen worden und in die Probe gelangt sein. Da an dem betreffenden Untersuchungstag weder von der Sichttiefe noch vom Gehalt an P-gesamt her

etwas Ungewöhnliches festzustellen war, wurden die Werte für Biovolumen und Chlorophyll a vom 11.7.2018 bei der Auswertung unberücksichtigt gelassen. Der Wert für den Brettum-Index wurde im Datensatz belassen, weil *Spirogyra* sp. darauf keinen Einfluss hat.

### c: Zusammenfassende Bewertung

Der Almsee war im Untersuchungszeitraum 2007-2020 sowohl was den ökologischen Zustand als auch die Trophie betrifft auf einem sehr guten Niveau weitgehend stabil.

Während die physikalisch/chemischen Qualitätselemente durchwegs für einen sehr guten ökologischen Zustand und einen oligotrophen Charakter des Almsees sprechen, führt die Bewertung der Zusammensetzung des Phytoplanktons (Brettum-Index) in allen Untersuchungsjahren zu einer deutlichen Abwertung. Angesichts dieser unterschiedlichen Bewertung durch verschiedene Qualitätselemente liegt die Annahme nahe, dass die Zusammensetzung des Phytoplanktons durch Umstände beeinflusst wird, die nichts mit der Trophie zu tun haben. Im konkreten Fall könnte das die extrem kurze Wasseraustauschzeit von nur 10 Tagen sein.

## 3.2. Attersee GZÜV

Erstuntersuchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHOVANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
14.03.2007	RW 464757 HW 297117	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400 - 600 m ü.A.	Nördliche Kalkalpen	169	85	16,94 (1951 - 2017) eHyd	1282 mm (1981 - 2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugsgebietsgröße [km <sup>2</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	Wassererneuerung
57	0/2/5/*(8)/10/* (12)/15/20/40/ 60/80/100/120/ 140/160/169	holomiktisch, polymiktisch	469	464	46,2	3943	7,13 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		4,3	9,0	15,9
Temperatur [°C]	0-1 m	4,6	13,7	21,7
pH-Wert	0-169 m	8,0	8,2	8,4
Leitfähigkeit (25°) [µS/cm]	0-169 m	271	285	293
Gesamtphosphor [mg/l]	0-169 m	0,002	0,003	0,004
	volumsgew.		2,3 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-169 m	0,000	0,001	0,001
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-169 m	0,531	0,612	0,675
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-169 m	0,000	0,004	0,009
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	9,0	10,1	11,4
	169 m	5,9	8,4	10,4
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l] (2007-19)	0-10 m	0,7	1,3	1,8
Biovolumen-PHP [mm <sup>3</sup> /L] (2007-19)	0-20 m	0,2	0,3	0,6

Attersee GZÜV	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)					Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)		
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt		Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Gesamt
2007-2009	1,00	0,76		0,88	2007-2009	1,00	0,92	0,92
2008-2010	0,97	0,74		0,85	2008-2010	1,00	0,94	0,94
2009-2011	0,93	0,78		0,86	2009-2011	1,00	0,91	0,91
2010-2012	0,89	0,82		0,85	2010-2012	1,00	0,90	0,90
2011-2013	0,90	0,89		0,89	2011-2013	1,00	0,84	0,84
2012-2014	0,93	0,95		0,93	2012-2014	1,00	0,85	0,85
2013-2015	0,97	1,00	0,98	0,98	2013-2015	1,00	0,83	0,83
2014-2016	0,98	1,00	1,00	0,99	2014-2016	1,00	0,86	0,86
2015-2017	0,96	1,00	1,00	0,98	2015-2017	1,00	0,87	0,87
2016-2018	0,93	1,00	1,00	0,96	2016-2018	1,00	0,87	0,87
2017-2019	0,91	1,00	1,00	0,96	2017-2019	1,00	0,84	0,84

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm³/l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chlorophyll a	Gesamtphosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,38	0,92	1,90	9,78	0,68	0,34	0,34	0,55	0,48	
2008	0,60	1,10	2,15	9,33	1,17	0,44	0,38	0,65	0,66	
2009	0,60	1,41	2,30	9,83	1,17	0,62	0,40	0,54	0,68	0,61
2010	0,44	1,40	2,72	10,40	0,81	0,61	0,46	0,41	0,57	0,64
2011	0,35	1,20	2,64	8,53	0,61	0,50	0,45	0,83	0,60	0,62
2012	0,34	1,20	2,41	9,50	0,59	0,50	0,42	0,61	0,53	0,57
2013	0,22	1,83	2,79	7,25	0,32	0,85	0,47	1,11	0,69	0,60
2014	0,14	1,23	2,02	8,83	0,14	0,51	0,36	0,76	0,44	0,55
2015	0,24	1,35	2,18	8,73	0,37	0,58	0,38	0,78	0,53	0,55
2016	0,21	1,25	2,18	9,58	0,30	0,53	0,38	0,59	0,45	0,47
2017	0,24	1,30	2,33	8,13	0,37	0,56	0,40	0,92	0,56	0,51
2018	0,21	1,43	1,92	8,75	0,29	0,63	0,35	0,78	0,51	0,51
2019	0,15	0,98	2,25	8,58	0,17	0,38	0,39	0,82	0,44	0,50

**Legende**

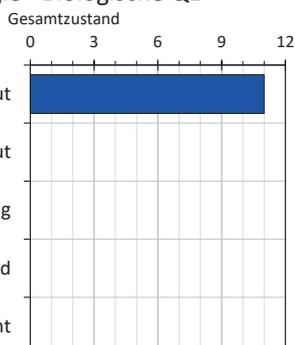
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]	
sehr gut	≥ 0,80	sehr gut	≥ 0,80
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40
schlecht	< 0,20	mäßig*	< 0,20

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

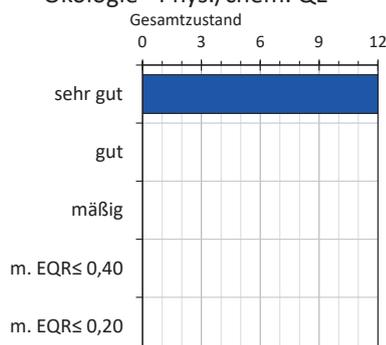
**Trophiebewertung**

<0,40001	ultra-oligotroph	
0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
0,60001-1,4	oligotroph	
1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
1,60001-2,4	mesotroph	
2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
2,60001-3,4	schwach eutroph	
3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
3,60001-4,4	stark eutroph	
4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
>4,60001	hypertroph	

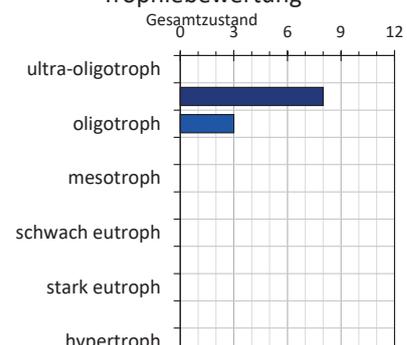
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der Attersee zeigt durchwegs einen sehr guten ökologischen Zustand. Anfängliche nur gute Einstufungen beim Biovolumen wurden durch hervorragende Ergebnisse beim Brettum-Index ausgeglichen. Die Referenzwerte von Biovolumen und Chlorophyll a werden beinahe jedes Jahr im Dreijahresmittel überschritten. Ebenfalls der Brettum-Index befindet sich zumindest im mittleren, großteils im oberen sehr guten ökologischen Zustand. Der nEQR-BV erreicht im Jahresmittel von 2008 -2010 nur einen guten Zustand, abgesehen davon sind alle Jahres- und Dreijahresmittelwerte mit sehr gut bewertet.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der Attersee hat die geringste volumsgewichtete Gesamtposphorkonzentration von allen Seen in Oberösterreich, daher ist der Ökologische Zustand, aufgrund der physikalisch/chemischen Qualitätselemente durchgehend als sehr gut zu bezeichnen. Die Konzentrationen an P-gesamt waren im Jahresmittel und unter Berücksichtigung einer volumsgewichteten Berechnung durchwegs besser als der Referenzwert.

Problematisch ist beim Attersee allerdings die Bewertung des Qualitätselementes Sichttiefe, weil der Attersee – wie auch im Kapitel „Trophie“ festgestellt – im Hoch- und Spätsommer zur biogenen Entkalkung neigt. Außerhalb dieser Zeit ist die Sichttiefe im Attersee zeitweise besser als der Referenzwert, bei den Untersuchungen der Sommerstagnation im August wurden in manchen Jahren aber Sichttiefen von nur 3 bis 5 m gemessen (Abbildung 8).

Da für die Auswertung das „One-Out-All-Out-Prinzip“ (der schlechteste Wert zählt) anzuwenden ist, kommt der Sichttiefe für die Bewertung des ökologischen Zustandes die allein entscheidende Bedeutung zu. Im Einklang mit den Erläuterungen zum § 20 Abs. 5 Z 5 der QZV Ökologie Oberflächengewässer wurden daher die Messwerte vom 19.8.2013, 13.08.2014 und vom 7.8.2017 in der Auswertung unberücksichtigt gelassen, auch wenn der Attersee in den Erläuterungen nicht namentlich genannt wird.

Nach den Aufzeichnungen des Instituts für Gewässerökologie, Fischereiwirtschaft und Seenkunde lagen diese beiden Tagen ganz eindeutig in Phasen der biogenen Entkalkung. Die Messwerte für Chlorophyll a und P-gesamt waren außerordentlich niedrig.

## b: Trophischer Zustand

Die Trophie des Attersees hat sich ausgehend von einem ohnehin schon sehr geringen Nährstoffgehalt seit dem Dreijahresmittelwert 2009-2011 im Grenzbereich zwischen ultra-oligotroph und oligotroph stabilisiert. Vom Gehalt an Gesamtposphor und vom Biovolumen her wäre der Attersee seit 2014 ohnehin dem ultra-oligotrophen Zustand zuzuordnen.

Verschlechternd wirken sich stets die Messwerte für die Sichttiefe aus. An sich hätte der Attersee eine sehr hohe Sichttiefe bis 20 m. Das im Hoch- und Spätsommer auftretende Phänomen der biogenen Entkalkung führt aber zu einer sehr stark verringerten Sichttiefe in diesem Zeitraum.

Die Werte für Gesamtposphor und Biovolumen sind in diesen Zeiten verringerter Sichttiefe nicht höher als sonst, manchmal sogar extrem niedrig. Das lässt einen Mitfällungseffekt des ausgeschiedenen Calciumcarbonats vermuten.

Auch wenn uns die Abnahme der Sichttiefe in den Sommermonaten nicht mit der Trophie assoziiert erscheint, wurden alle sommerlichen Messwerte für die Sichttiefe in der Auswertung belassen.

Bei der Bewertung der Trophie geht die Sichttiefe nur als einer von vier Parametern in die Bewertung ein und hat keinen so großen Einfluss wie bei der Bewertung des ökologischen Zustandes aufgrund der physikalisch-chemischen Qualitätselemente.

### c: Zusammenfassende Bewertung

Im gesamten Untersuchungszeitraum ist der ökologische Zustand des Attersees sehr gut und der See ist als (ultra-)oligotroph einzustufen. Der Attersee erreicht die geringste Gesamtposphorkonzentration von allen großen Seen in Oberösterreich. Alle Parameter sind weitgehend konstant und dessen Schwankungsbreite ist relativ gering. Vor allem bei den biologischen Qualitätselementen werden, abgesehen vom Brettum-Index, die Referenzwerte übertroffen.

Einzig die Sichttiefe liefert beim Attersee alle paar Jahre wieder Grund zur Diskussion. Durch das Phänomen der biogenen Entkalkung ist vor allem der Sichttiefe-Messwert der Sommerstagnation entscheidend. Dieser senkt das Jahresmittel knapp an die Klassengrenze, wodurch eine nicht dem Zustand entsprechende Klassenüberschreitung droht.

## 3.3. Gleinkersee

Erstuntersuchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO- VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mitt- lere Tiefe [m]	Ab- fluss [m <sup>3</sup> / s]	Nieder- schlag Jahres- mittel [mm/a]
17.09.2007	RW 522 196 HW 283 601	Kleine, flache bis mäßig tiefe Seen 800 - 1200m	Kalkvoral- pen	28	-	-	1703 (1981 - 2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs- gebiets- größe [km <sup>2</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volu- men [Mio. m <sup>3</sup> ]	Wasser- erneuerung
67	0/3/6/9/12/15/ 20/28	meromiktisch, dimiktisch	806	5,7	0,13	1,59	-



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		4,3	9,0	15,9
Temperatur [°C]	0-1 m	1,5	10,0	19,4
	15-28 m	4,3	4,9	5,5
pH-Wert	0-1 m	7,9	8,2	8,6
	20-28 m	7,2	7,4	7,6
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-1 m	238	257	277
	20-28 m	290	308	330
Gesamtphosphor [mg/l]	0-6 m	0,005	0,009	0,013
	20 m	0,016	0,029	0,043
	28 m	0,042	0,082	0,134
	volumsgew.		15,5µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-6 m	0,001	0,001	0,001
	28 m	0,007	0,043	0,094
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-6 m	0,200	0,500	0,800
	28 m	0,015	0,059	0,100
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-6 m	0,008	0,049	0,130
	28 m	0,766	1,246	1,740
DOC [mg/l]	0-28 m	2,4	2,7	3,1
Sauerstoff [mg/l]	0-6 m	7,0	8,9	10,7
	28 m	0,3	0,5	0,9
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-10 m	1,8	4,4	8,3
Biovolumen-PHP [mm <sup>3</sup> /L] (2007-19)	0-15 m	0,5	1,2	1,5

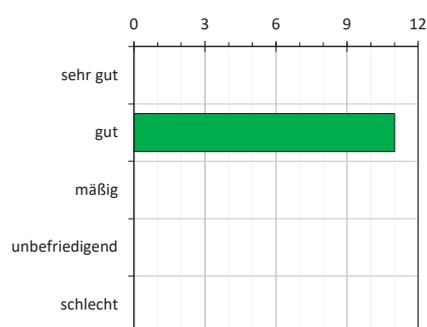
Gleinkersee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,77	0,53		0,65	2007-2009	0,71	0,66	0,66
2008-2010	0,74	0,60		0,67	2008-2010	0,72	0,70	0,70
2009-2011	0,74	0,71		0,73	2009-2011	0,73	0,76	0,73
2010-2012	0,72	0,68		0,70	2010-2012	0,70	0,77	0,70
2011-2013	0,72	0,62		0,67	2011-2013	0,69	0,73	0,69
2012-2014	0,72	0,62		0,68	2012-2014	0,67	0,73	0,67
2013-2015	0,69	0,59	0,64	0,66	2013-2015	0,69	0,72	0,69
2014-2016	0,70	0,62	0,71	0,68	2014-2016	0,70	0,75	0,70
2015-2017	0,69	0,62	0,67	0,67	2015-2017	0,69	0,71	0,69
2016-2018	0,70	0,69	0,65	0,69	2016-2018	0,64	0,68	0,64
2017-2019	0,71	0,79	0,68	0,72	2017-2019	0,69	0,72	0,69
2018-2020					2018-2020	0,73	0,77	0,73

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chlorophyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	1,37	6,15	15,02	4,35	2,12	2,29	2,00	2,08	2,12	
2008	4,62	9,44	14,95	4,40	4,31	2,99	1,99	2,05	2,84	
2009	0,62	3,80	14,19	5,00	1,21	1,70	1,92	1,75	1,64	2,20
2010	0,51	3,40	15,62	5,42	0,97	1,60	2,06	1,54	1,54	2,01
2011	1,00	3,40	15,21	6,26	1,75	1,60	2,02	1,33	1,68	1,62
2012	1,12	3,40	14,50	5,50	1,87	1,60	1,95	1,50	1,73	1,65
2013	1,12	5,68	15,47	4,20	1,87	2,17	2,05	2,15	2,06	1,82
2014	0,92	2,92	15,10	6,12	1,67	1,46	2,01	1,36	1,62	1,80
2015	1,58	4,28	14,73	5,30	2,33	1,82	1,97	1,60	1,93	1,87
2016	0,71	3,16	16,57	5,20	1,41	1,54	2,16	1,65	1,69	1,75
2017	0,94	4,14	17,28	4,90	1,69	1,79	2,23	1,80	1,88	1,83
2018	0,60	5,08	18,83	4,36	1,17	2,02	2,38	2,07	1,91	1,83
2019	0,20	2,62	14,72	6,32	0,28	1,29	1,97	1,32	1,21	1,67
2020		4,64	15,37	6,40		1,91	2,04	1,30	1,75	1,62

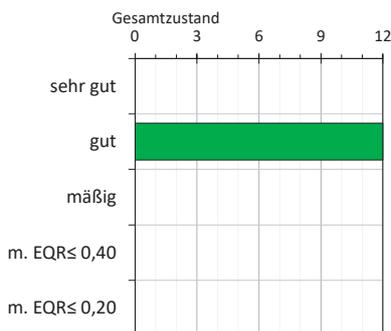
Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥ 0,80	sehr gut	≥ 0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

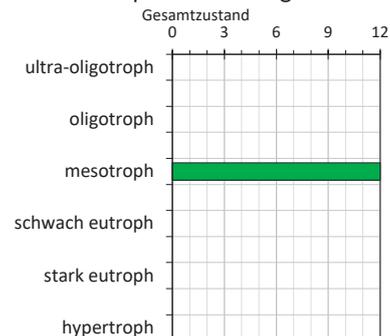
Ökologie Biologische QE Gesamtzustand



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



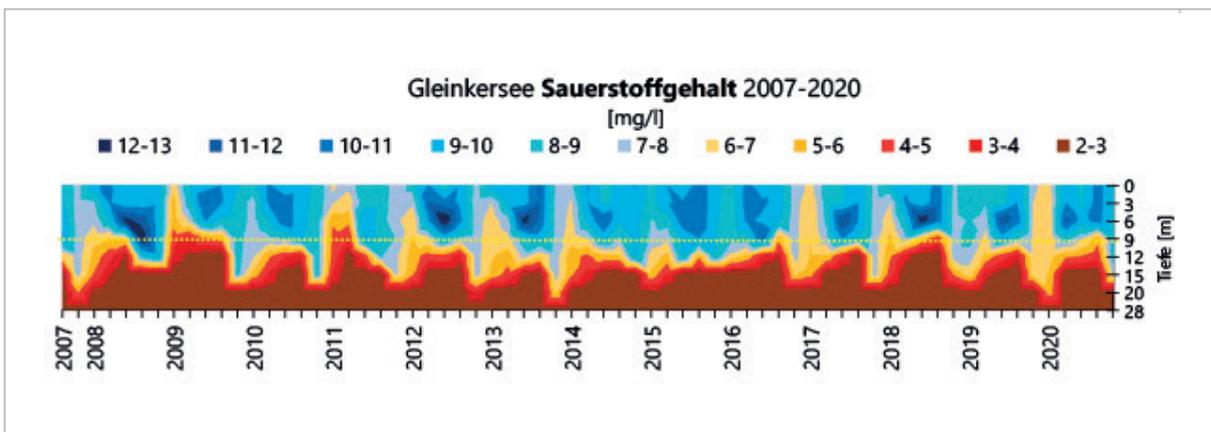
## b1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der Gleinkersee befindet sich relativ gleichmäßig in einem mittleren guten ökologischen Zustand. Der 2019 erhobene Zustand war der Beste für den Gleinkersee seit Beginn des Monitorings im Jahr 2007 und seit 10 Jahren wieder im Jahresmittel bei Chlorophyll a und Biovolumen ein sehr gut. Der Dreijahresmittelwert 2017-2019 erzielt jedoch durch den geringen nEQR Brettum-Index nur einen guten ökologischen Zustand. Das Biovolumen gernerell schwankt üblicherweise zum mäßigen, wohingegen es sich zwischen 2017 – 2019 im Grenzbereich zu sehr gut befindet. Chlorophyll a bewegt sich relativ konstant im unteren, teilweise im mittleren guten Bereich. Der Brettum-Index ist davon der stabilste nEQR welcher sich ähnlich dem nEQR Chl-a im mittleren guten Bereich bewegt. Der ökologische Zustand des Gleinkersees kann nach Auswertung der biologischen Qualitätselemente als gut bezeichnet werden, lediglich die Einzelwerte von 2008 und 2014 deuten auf einen mäßigen Zustand hin. Die Dreijahresmittelwerte zeigen eine leichte Tendenz zur Verbesserung. Zu Beginn des Monitorings lag der GesamtEQR noch an der Grenze zum mäßigen Zustand. Mittlerweile hat er sich im mittleren guten Zustand etabliert.

## b2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der ökologische Zustand des Gleinkersees ist aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente im gesamten Berichtszeitraum mit gut einzustufen und bewegt sich auf einem ziemlich konstanten Niveau. Ein zeitlicher Trend zur Verbesserung oder Verschlechterung ist nicht zu erkennen.

Beim Gleinkersee handelt es sich um einen meromiktischen See, d.h. auch in den Zeiten der Zirkulationsphasen im Herbst und im Frühjahr erfolgt keine gänzliche Durchmischung des Wasserkörpers. Zwar sind die untersten Schichten nicht so dauerhaft von der Zirkulation abgeschnitten, wie das beispielsweise beim Höllerer See der Fall ist, ein regelmäßiger und vollständiger Wasser- und Stoffaustausch ist aber trotzdem nicht annähernd gegeben.



In Anlehnung an die Erläuterungen des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus zur QZV Ökologie Oberflächengewässer, wonach für die Ermittlung des volumsgewichteten Mittelwertes für die Konzentration an P-gesamt das Mixolimnion heranzuziehen ist, haben wir für unsere Einstufung die annähernd volumsgewichteten Mittelwerte für die Phosphorkonzentrationen bis in eine Tiefe von 15 m berechnet und verwendet. Der Unterschied zwischen Berücksichtigung von Monimolimnion wurde bereits angeführt. Berücksichtigt man nur das Mixolimnion bis 15 m ergibt sich nEQR(Gesamtphosphor) von 0,69 und das entspricht einem

soliden guten Zustand. Hingegen berücksichtigt man die gesamte Wassersäule ergibt sich nEQR(Gesamtphosphor) von 0,54 und das entspricht nur einem mäßigen Zustand.

Von den ersten beiden Untersuchungsjahren abgesehen war stets die Phosphorkonzentration das wertbestimmende Qualitätselement, die Einstufung aufgrund der Sichttiefe wäre aber auch nur geringfügig besser gewesen.

## c: Trophischer Zustand

Die Trophie des Gleinkersees bewegte sich in den Jahren 2007 bis 2020 durchwegs im mesotrophen Bereich. In den Jahresmittelwerten gab es 2008 einen Ausreißer in den schwach eutrophen und im Jahr 2010 in den Grenzbereich zum oligotrophen Zustand. Im Wesentlichen kommen alle vier zu berücksichtigenden Qualitätselemente zu der gleichen Einstufung, wobei die Bewertung aufgrund der Konzentration an Gesamt-P zu den konstantesten Ergebnissen mittig des mesotrophen Bereiches führt.

Der Gleinkersee ist zwar nicht als holomiktisch anzusehen, trotzdem wurden für die Auswertung die näherungsweise volumsgewichteten Konzentrationen an Gesamt-P herangezogen. Die im sauerstoffarmen Tiefenwasser gespeicherten Phosphormengen sind dort nicht dauerhaft fixiert, sondern gelangen in den beiden jährlichen Zirkulationsphasen zu einem erheblichen Teil in die phototrophe Schicht.

Daher schien es uns nicht sinnvoll, den im Tiefenwasser (Mixo- und Monimolimnion) vorhandenen Phosphor unberücksichtigt zu lassen. Die anoxische Zone begann im Sommer meistens in 15 m Tiefe, Anfang Oktober 2018 sogar bereits in 12 m. Bei der Beprobungen im Jänner/Februar wurden sogar fallweise über Grund in 28 m Tiefe Sauerstoffkonzentrationen in der Größenordnung von 1,2 mg/l festgestellt. Das ist einerseits für diese Tiefe eine hohe Konzentration und andererseits deutet es darauf hin, dass selbst die grundnahen Schichten zeitweise zumindest geringfügig in das Zirkulationsgeschehen eingebunden sind. Ein weiteres Indiz dafür sind die jahreszeitlich stark schwankenden Gesamtphosphorkonzentrationen in 0, 3 und 6 m Tiefe, die durch Einträge von außen nicht erklärbar sind.

Der immer wieder stattfindende Transport von Phosphor aus den im Tiefenwasser vorhandenen Reserven dürfte auch der Grund für die häufig auftretenden starken Vorkommen von *Planktothrix rubescens* in den tieferen phototrophen Schichten sein. Besonders ausgeprägt war das im Jahr 2008. Aufgrund eines Anstieges des Biovolumens auf 4,62 mm<sup>3</sup>/l im Jahresmittel wäre die Trophie – wenn sie nur nach diesem Qualitätselement zu beurteilen gewesen wäre – vorübergehend in den stark eutrophen Bereich abgerutscht. Verantwortlich für den Anstieg des Biovolumens war ausschließlich die Massenentwicklung von *Planktothrix rubescens*. Der annähernd volumsgewichtete Jahresmittelwert für Gesamtphosphor war gegenüber anderen Jahren nicht erhöht. Andererseits war im Jahr 2019 das Biovolumen so niedrig, dass man den See aufgrund dieses Parameters sogar als ultra-oligotroph hätte einstufen können.

## d: Zusammenfassung

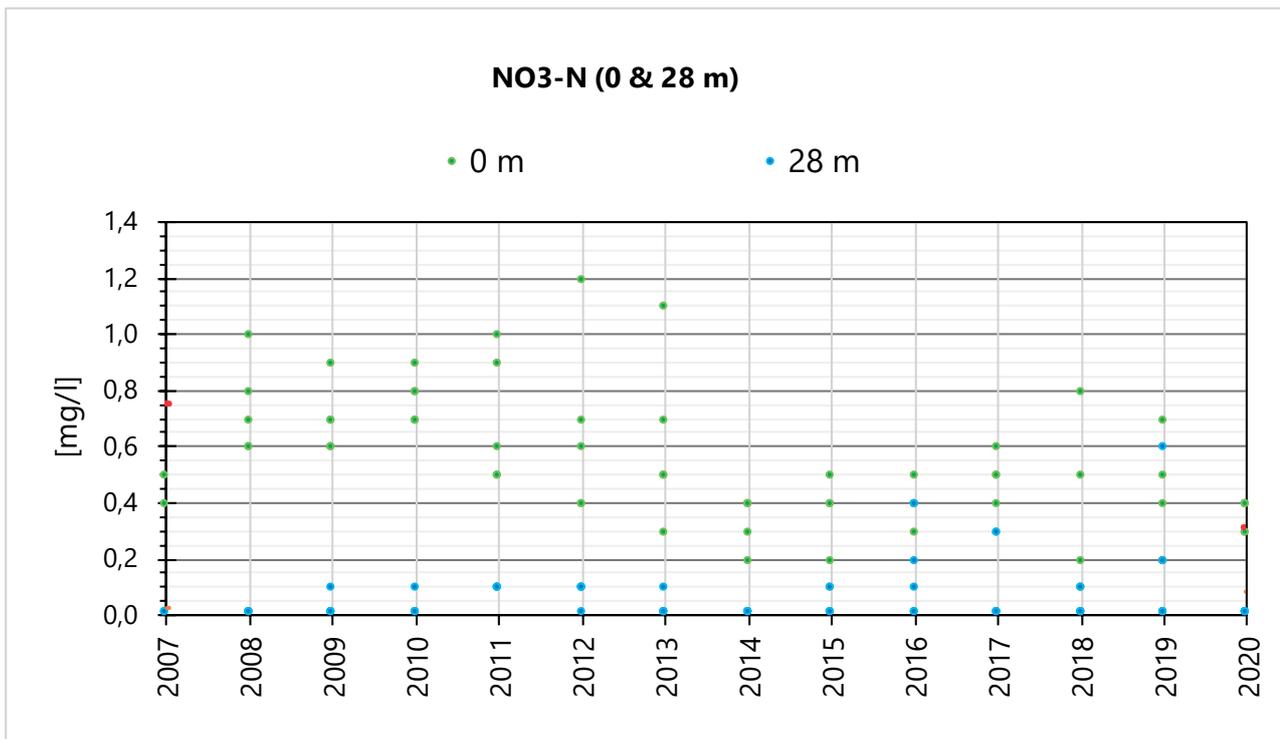
Der ökologische Zustand des Gleinkersees ist über den gesamten Untersuchungszeitraum als gut zu bewerten. Beim ökologischen Zustand anhand biologischer Qualitätselemente könnte sich in weiterer Folge durch einen Anstieg vor allem beim Biovolumen (2016-2019) ein Trend zur Verbesserung ergeben. Dieser lässt sich aktuell nur vermuten. Der Trophische Zustand bewegt sich seit Messbeginn im mesotrophen Bereich, weist dabei aber einen klaren Trend zur Verbesserung auf.

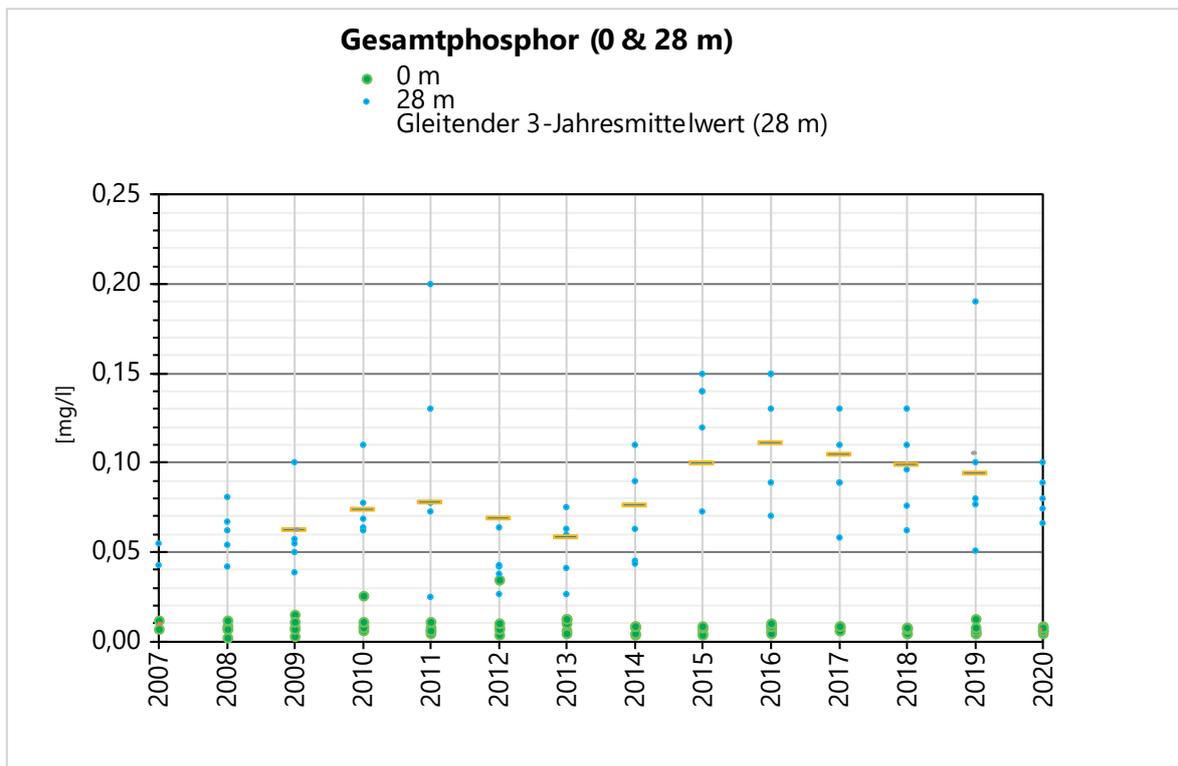
Aufgrund der meromiktischen Verhältnisse unterhalb von 15 m werden beim recht stabilen Gesamtphosphorgehalt keine großen Änderungen erwartet. Wie bereits auf Seite 19 beschrieben, wurde für die Gesamtphosphor-Bewertung nur der Wasserkörper oberhalb von 15 m (Mixolimnion) herangezogen.

Beim Gleinkersee lassen sich bei der Konzentration von Nitrat-Stickstoff und beim Gesamtphosphor Trends feststellen.

Beim Nitrat-Stickstoff (oben) zeigt sich oberflächlich etwa eine Halbierung der Konzentration über den Untersuchungszeitraum. Die Ursache dafür ist nicht bekannt. Möglicherweise werden dabei historische Einträge verdünnt.

Beim Gesamtphosphor (siehe unten) zeigt sich hingegen eine Anreicherung über Grund. Bekannter weise ist im Monimolimnion ein großes Phosphordepot aufgrund meromiktischer Verhältnisse. Bei linearem Trendverlauf anhand der 28 m Messwerte ergibt sich eine beinahe eine Verdoppelung der Konzentration im Untersuchungszeitraum. Bei genauerer Betrachtung beispielsweise anhand von gleitenden 3-Jahresmittelwert kann man eine markante Zunahme zwischen den Jahren 2013 (58 µg/l) und 2016 (111 µg/l) feststellen. In den darauffolgenden Jahren reduzierte sich das 3-Jahresmittel bis 2019 auf 94 µg/l). Eine Ursache für den relativ betrachtet markanten Anstieg der Konzentration ist aktuell nicht bekannt, jedenfalls wird die Entwicklung weiter beobachtet.





## 3.4. Hallstättersee GZÜV

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
15.03.2007	RW 474935 HW 270512	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400-600 m ü.A.	Kalkhochalpen	125	65	35,96 (1981-2010)	1614 (1971 - 2017)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugsgebietsgröße [km <sup>2</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	Wassererneuerung
56	0/2/5/*(8)/10/*(12)/15/20/40/60/80/100/120/125	holomiktisch, dimiktisch	508	646	8,6	558	0,5 Jahre



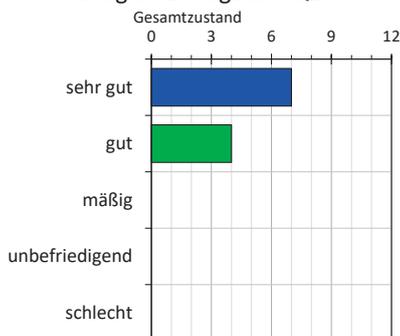
Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		3,7	6,4	9,1
Temperatur [°C]	0-1 m	5,1	11,4	17,7
pH-Wert	0-127 m	7,7	8,0	8,2
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-127 m	206	237	264
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm] (2007-2015)	120-127 m	255	272	313
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm](2016-2020)	120-127 m	253	261	268
Gesamtphosphor [mg/l]	0-1 m	0,004	0,009	0,018
	120-127 m	0,012	0,026	0,045
	vol. gew.		6,3 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-127 m	0,001	0,004	0,008
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-127 m	0,323	0,432	0,512
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-127 m	0,000	0,006	0,007
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	9,9	10,4	11,1
	127 m	0,9	3,4	7,7
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-10 m	0,5	1,0	1,8
Biovolumen-PHP [mm <sup>3</sup> /L] (2007-19)	0-20 m	0,1	0,2	0,3

Hallstättersee GZÜV	Ökologischer Zustand							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,66	0,79		0,72	2007-2009	0,82		0,82
2008-2010	0,68	0,80		0,74	2008-2010	0,82		0,82
2009-2011	0,65	0,82		0,74	2009-2011	0,83		0,83
2010-2012	0,70	0,88		0,79	2010-2012	0,86		0,86
2011-2013	0,72	0,93		0,83	2011-2013	0,90		0,90
2012-2014	0,82	0,96		0,89	2012-2014	0,92		0,92
2013-2015	0,87	1,00	1,00	0,94	2013-2015	0,92		0,92
2014-2016	0,84	1,00	1,00	0,92	2014-2016	0,94		0,94
2015-2017	0,80	1,00	1,00	0,90	2015-2017	0,92		0,92
2016-2018	0,78	1,00	1,00	0,89	2016-2018	0,92		0,92
2017-2019	0,80	1,00	1,00	0,90	2017-2019	0,90		0,90

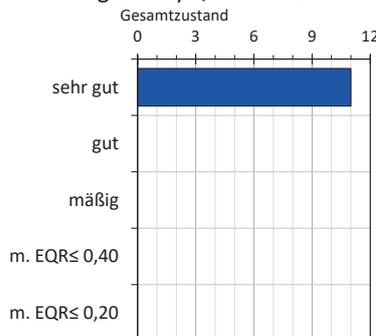
	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chloro-phyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,33	1,23	8,05	8,35	0,57	0,51	1,22	0,87	0,79	
2008	0,26	1,30	7,45	7,00	0,41	0,55	1,14	1,17	0,82	
2009	0,49	1,57	7,05	6,55	0,92	0,71	1,08	1,27	0,99	0,87
2010	0,27	0,88	7,96	6,90	0,43	0,32	1,21	1,19	0,79	0,87
2011	0,18	1,08	6,63	5,75	0,23	0,43	1,02	1,44	0,78	0,85
2012	0,23	0,88	5,76	5,78	0,34	0,32	0,89	1,44	0,75	0,77
2013	0,06	0,90	6,02	4,70	0,00	0,33	0,93	1,90	0,79	0,77
2014	0,06	0,88	5,69	6,18	0,00	0,32	0,88	1,35	0,64	0,73
2015	0,11	1,03	5,79	7,98	0,08	0,40	0,90	0,95	0,58	0,67
2016	0,07	0,88	5,43	5,50	0,00	0,32	0,85	1,50	0,67	0,63
2017	0,10	1,00	6,21	5,98	0,06	0,39	0,96	1,39	0,70	0,65
2018	0,09	1,00	6,07	7,33	0,03	0,39	0,94	1,09	0,61	0,66
2019	0,05	0,78	6,23	5,78	0,00	0,26	0,96	1,44	0,67	0,66

Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
Anmerkung: QE Sichttiefe nach QZV Ökologie für Hallstättersee nicht anwendbar				2,60001-3,4	schwach eutroph	
* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

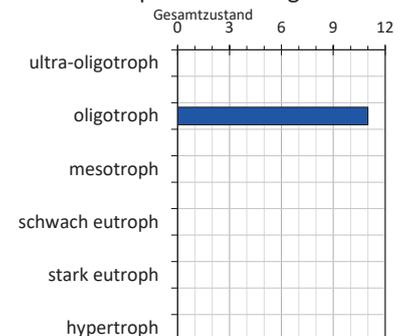
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der untere gute, teils mäßige, Brettum-Index bescherte dem Hallstättersee von Messbeginn bis 2012 einen guten Gesamtzustand. Das Biovolumen war bisher nur im Jahresmittel 2009 ein gut, ansonsten immer als sehr gut zu bewerten. Seit 2013 bewegt sich das Jahresmittel von Chlorophyll a und Biovolumen oberhalb des Referenzzustandes und führt demnach zu nEQR-Werten von 1,00. Im Jahresmittel 2016, 2018 und 2019 führen gute Bewertungen jedoch im Dreijahresmittel nicht zu einer Verschlechterung des sehr guten Gesamtzustandes welcher seit dem Dreijahresmittel 2011-2013 aufrechterhalten wird. Bei Betrachtung der Dreijahresmittelergebnisse fällt eine Tendenz zur Verbesserung auf, das letzte Triennium lag schon knapp am sehr guten Zustand.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Aufgrund der Bestimmungen der QZV Ökologie Oberflächengewässer ist das Qualitätselement Sichttiefe für die Bewertung des ökologischen Zustandes des Hallstättersees nicht anzuwenden.

Grund dafür ist der Einfluss der Traun, welche bei höherer Wasserführung einen starken Eintrag von mineralischen Trübstoffen verursacht. Der einzig einzuhaltende Parameter gemäß Anlage L der QZV Ökologie Oberflächengewässer ist der Gesamtphosphor. Die vorgegebene Bandbreite der sonstigen Parameter wurde eingehalten.

Demnach war der ökologische Zustand im gesamten Untersuchungszeitraum sehr gut mit einer leichten Tendenz zur Verbesserung, die sich allerdings ab 2016 wieder geringfügig umgekehrt hat.

## b: Trophischer Zustand

Der Hallstättersee war im Dreijahresmittel durchgehend als oligotroph einzustufen und es besteht eine leichte Tendenz zur weiteren Verbesserung. In den letzten Jahren hat sich das Grundniveau dem Übergangsbereich zum ultra-oligotrophen Zustand angenähert. In der Einzelbewertung des Jahres 2015 wurde dieser Zustand schon einmal erreicht.

Das Biovolumen und der Chlorophyll a-Gehalt entspricht großteils einem ultra-oligotrophen Zustand. Die Sichttiefe ist der Parameter mit der verhältnismäßig schlechtesten Einstufung. Dieser Umstand und auch deutliche Schwankungen bei der Sichttiefe sind wohl auf den Einfluss der Traun zurückzuführen, die bei Hochwasser eine erhebliche Trübstofffracht in den See transportiert.

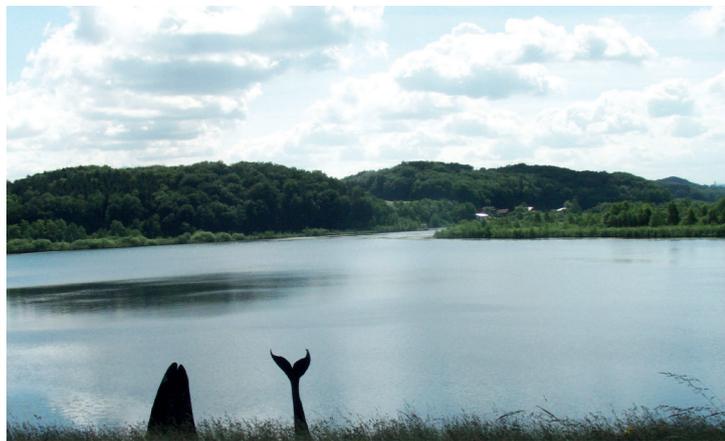
Auch die Werte für Gesamtphosphor sind höher, als es der geringen Biomasseproduktion des Hallstättersees entspricht. Diese negative Korrelation kann sowohl auf die niedrige Wassertemperatur als auch auf die relativ rasche Wassererneuerung in Zeiten thermischer Schichtung zurückzuführen sein.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Hallstättersees war im Beobachtungszeitraum 2007-2020 von den biologischen Indikatoren her mit gut, aufgrund der physikalisch/chemischen Indikatoren mit sehr gut zu bewerten. Nach einem anfänglichen Verbesserungstrend beim ökologischen Zustand, sowohl bei den biologischen als auch bei den phys./chem. Qualitätselementen, zeigte sich aber seit 2012-2014 eine Stabilisierung der EQR-Werte.

## 3.5. Heratinger See

Erstunter-suchung	Koordinat-en Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHOVANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mitt-lere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahres-mittel [mm/a]
11.09.2007	RW 421626 HW 325943	Vorlandsee	Alpenvor-land	6,3	3,3	0,83 (Moosache 1976- 2017)	1130 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefen-stufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km²]	Fläche [km²]	Volumen [Mio. m³]	Wasser-erneuerung
68	0/3/6	holomiktisch, dimiktisch	424	69,9	0,25	0,79	0,19 Jahre



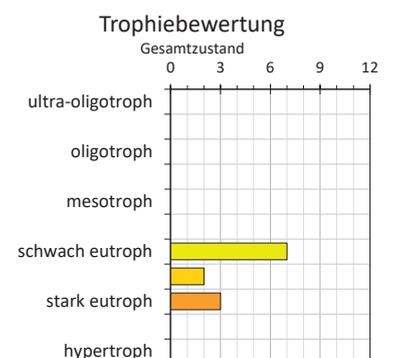
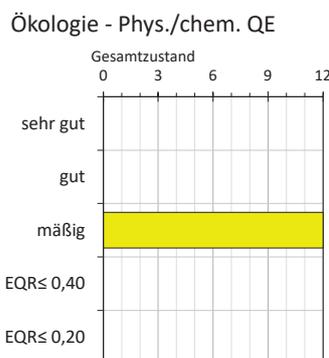
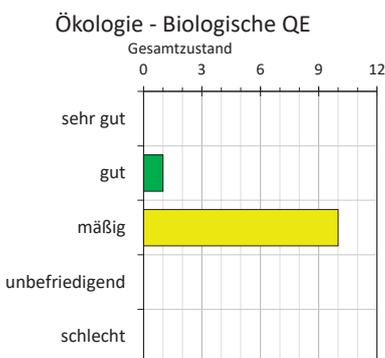
Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		1,6	2,6	3,8
Temperatur [°C]	0-1 m	3,1	12,2	23,8
pH-Wert	0-6 m	7,4	8,0	8,4
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-6 m	330	385	440
Gesamtphosphor [mg/l]	0-6 m	0,016	0,034	0,061
	volumsgew.		27,8 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-6 m	0,001	0,001	0,002
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-6 m	0,015	0,288	0,600
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-6 m	0,027	0,412	0,720
DOC [mg/l]	0-6 m	5,2	6,0	6,9
Sauerstoffgehalt [mg/l]	0-1 m	8,5	10,4	12,4
	6 m	1,5	6,2	10,6
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l] (2019-20)	0-6 m	2,7	12,1	24,7
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2019)	0-6 m	1,6	2,9	4,7

Heratinger See GZÜV	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,54	0,65		0,59	0,49	0,48	0,48	
2008-2010	0,55	0,60		0,57	0,43	0,51	0,43	
2009-2011	0,68	0,56		0,62	0,42	0,48	0,42	
2010-2012	0,63	0,52		0,58	0,42	0,46	0,42	
2011-2013	0,54	0,50		0,51	0,46	0,44	0,44	
2012-2014	0,46	0,46		0,45	0,49	0,45	0,45	
2013-2015	0,39	0,47	0,50	0,44	0,55	0,46	0,46	
2014-2016	0,50	0,48	0,50	0,50	0,58	0,53	0,53	
2015-2017	0,57	0,55	0,50	0,55	0,58	0,56	0,56	
2016-2018	0,64	0,58	0,41	0,57	0,57	0,55	0,55	
2017-2019	0,51	0,61	0,39	0,51	0,62	0,53	0,53	

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chloro-phyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	1,36	6,81	29,11	2,00	2,11	2,45	3,41	4,50	3,12	
2008	1,55	6,78	26,73	2,78	2,30	2,45	3,17	3,22	2,78	
2009	2,96	8,94	31,80	2,66	3,47	2,89	3,59	3,34	3,32	3,07
2010	2,76	14,86	41,03	2,38	3,31	3,86	4,05	3,74	3,74	3,28
2011	2,87	13,68	28,05	2,34	3,40	3,71	3,31	3,82	3,56	3,54
2012	5,18	22,28	33,25	2,34	4,59	4,79	3,66	3,82	4,21	3,84
2013	3,12	10,48	32,71	2,08	3,56	3,20	3,64	4,34	3,68	3,82
2014	4,88	11,96	21,45	2,48	4,44	3,49	2,65	3,54	3,53	3,81
2015	3,86	6,56	23,83	2,58	3,93	2,39	2,88	3,42	3,16	3,46
2016	2,74	10,46	28,76	3,04	3,29	3,19	3,38	2,96	3,21	3,30
2017	1,76	12,50	21,52	3,04	2,51	3,56	2,65	2,96	2,92	3,09
2018	2,77	13,98	25,33	2,46	3,32	3,75	3,03	3,58	3,42	3,18
2019	1,90	12,86	21,28	2,64	2,62	3,61	2,63	3,36	3,05	3,13
2020		14,26	25,36	3,04		3,78	3,04	2,96	3,26	3,24

Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand Biologie [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand Phys./chem. [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der Heratinger See ist geprägt von überwiegend mäßigen Bewertungen. Einerseits finden sich gute und andererseits auch unbefriedigende Ergebnisse. Der ökologische Zustand des Heratinger Sees lag bei Bewertung nach den biologischen Qualitätselementen in allen berechneten Dreijahreszeiträumen bis 2012 im Grenzbereich zwischen gutem und mäßigem Zustand. Nach einem sichtbaren Abfall seit dem Dreijahresmittel 2011-2013 schwankt dieser in der Gesamtbewertung ohne erkennbaren Trend im mittleren bis oberen mäßigen Bereich.

Bemerkenswert sind mehrere unbefriedigende Ausreißer beim Brettum-Index in den Jahren 2008, 2013, 2015 und 2019.

Beim Biovolumen war zwischenzeitlich ein Trend zur Verschlechterung erkennbar, wobei etwa 2014 eine Trendwende von statten ging und sich seitdem die Werte wieder in Richtung guten Bereich bewegen, dieser Umstand äußert sich sogar im letzten Dreijahresmittel.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der ökologische Zustand des Heratinger Sees war aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente im gesamten Berichtszeitraum mit mäßig – allerdings mit einer gewissen Tendenz zur Verbesserung in den guten Zustand - einzustufen.

In den ersten Jahren war die Phosphorkonzentration das wertbestimmende Qualitätselement. Ab 2013 wurde diese Rolle allerdings von der Sichttiefe übernommen. Bei keiner Messung war eine Sichttiefe bis zum Grund (7 m) festzustellen, somit ist dieses Qualitätselement in vollem Umfang in die Bewertung einzubeziehen.

## b: Trophischer Zustand

Der Heratinger See war zu Beginn der Untersuchungen im Jahr 2007 im schwach eutrophen Zustand und hat sich in weiterer Folge sukzessive etwas verschlechtert, der Dreijahresmittelwert lag zunächst im Jahr 2011 im Übergangsbereich zum stark eutrophen Zustand, dann war drei Jahre in Folge ein stark eutropher Zustand festzustellen und schließlich hat sich die Trophie wieder auf den ursprünglichen schwach eutrophen Zustand gebessert.

Von den Einzel- und Jahresmittelwerten her war das Jahr 2012 der Höhepunkt der Verschlechterung. Das Biovolumen erhöhte sich im Jahresmittel gegenüber dem Vorjahr von 2,82 mm<sup>3</sup>/l auf 5,18 mm<sup>3</sup>/l und die Konzentration an Chlorophyll a von 13,68 µg/l auf 22,28 µg/l. Verglichen dazu war bei der Gesamtphosphorkonzentration keine wesentliche Veränderung festzustellen.

Bemerkenswert ist, dass die biologischen Indikatoren Biovolumen und Chlorophyll a wesentlich stärkeren Schwankungen unterworfen waren als die Phosphorkonzentration und die Sichttiefe, die in diesem Fall die stabileren Indikatoren zu sein scheinen.

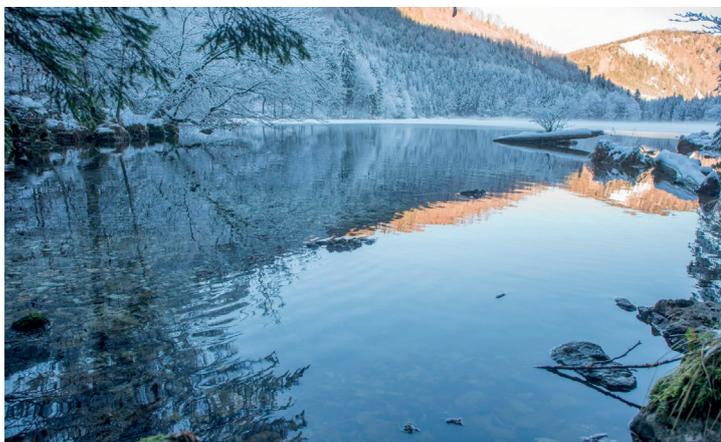
Im Jahr 2018 wurde vom Jahresmittelwert her wieder eine geringfügige Verschlechterung festgestellt, in der Folge scheint sich der See im unteren Bereich des schwach mesotrophen Zustandes stabilisiert zu haben.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Heratinger Sees lag mit lediglich einer Ausnahme, im mäßigen Zustand. Bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen zeigte sich nach einer anfänglichen Verschlechterung wieder eine Erholung der n-EQRwerte. Die Trophie hat sich von einem „schwach eutroph“ zwischenzeitlich zu einem „stark eutroph“ verschlechtert und bewegt sich mittlerweile wieder zum oberen „schwach eutrophen“ Bereich.

## 3.6. Hinterer Langbathsee

Erstunter- suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO- VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mitt- lere Tiefe [m]	Ab- fluss [m <sup>3</sup> /s]	Nieder- schlag Jahres- mittel [mm/a]
10.09.2007	RW 474002 HW 299182	Kleine flache bis mäßig tiefe Seen 600-800m zavg>15m	Kalkho- chalpen	18	9	-	2152 (1981-2010)
Anzahl der Unter- suchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs- gebiets- größe [km <sup>2</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volu- men [Mio. m <sup>3</sup> ]	Wasser- erneuerung
67	0/3/6/9/12/ 15/18	holomiktisch, dimiktisch	723	0,27	0,1	0,90	0,19 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		6,4	8,7	10,6
Temperatur [°C]	0-1 m	2,7	9,1	16,9
	19 m	4,4	6,0	7,6
pH-Wert	0-19 m	7,8	8,1	8,4
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-19 m	206	228	250
Gesamtphosphor [mg/l]	0-19 m	0,003	0,005	0,007
	volumsgew.		4,5 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-19 m	0,001	0,001	0,001
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-19 m	0,600	0,821	1,000
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-19 m	0,008	0,021	0,040
DOC [mg/l]	0-19 m	1,0	1,3	1,5
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	9,5	10,5	11,6
	19 m	3,8	7,6	10,4
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l] (2019-20)	0-10 m	0,8	1,9	3,1
Biovolumen-PHP [mm <sup>3</sup> /L] (2007-19)	0-20 m	0,2	0,3	0,6

Hinterer Langbathsee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...								
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)					Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt		Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,69	0,77		0,73		2007-2009	1,00	1,00	1,00
2008-2010	0,74	0,76		0,75		2008-2010	1,00	1,00	1,00
2009-2011	0,79	0,77		0,78		2009-2011	1,00	1,00	1,00
2010-2012	0,83	0,77		0,80		2010-2012	1,00	1,00	1,00
2011-2013	0,84	0,82		0,83		2011-2013	1,00	1,00	1,00
2012-2014	0,90	0,92		0,91		2012-2014	1,00	1,00	1,00
2013-2015	0,94	1,00	1,00	0,97		2013-2015	1,00	1,00	1,00
2014-2016	1,00	1,00	1,00	1,00		2014-2016	1,00	1,00	1,00
2015-2017	1,00	1,00	0,98	1,00		2015-2017	1,00	1,00	1,00
2016-2018	1,00	0,94	0,90	0,96		2016-2018	1,00	1,00	1,00
2017-2019	0,89	0,87	0,88	0,88		2017-2019	1,00	1,00	1,00
2018-2020						2018-2020	1,00	1,00	1,00

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chloro-phyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,19	1,08	4,27	8,73	0,26	0,43	0,68	0,78	0,54	
2008	0,73	1,70	4,34	9,60	1,46	0,78	0,69	0,59	0,88	
2009	0,33	1,84	4,58	9,56	0,57	0,86	0,73	0,60	0,69	0,70
2010	0,31	1,96	5,34	9,24	0,52	0,92	0,83	0,67	0,74	0,77
2011	0,64	1,08	4,10	9,36	1,26	0,43	0,66	0,64	0,75	0,72
2012	0,51	2,78	4,68	8,36	0,97	1,38	0,74	0,86	0,99	0,82
2013	0,11	1,44	4,23	7,98	0,08	0,63	0,68	0,95	0,58	0,77
2014	0,22	1,54	4,29	9,04	0,32	0,69	0,68	0,71	0,60	0,72
2015	0,23	1,64	4,46	8,08	0,34	0,74	0,71	0,93	0,68	0,62
2016	0,23	1,46	4,82	8,62	0,34	0,64	0,76	0,81	0,64	0,64
2017	0,20	1,86	4,12	9,18	0,28	0,87	0,66	0,68	0,62	0,65
2018	0,40	2,60	4,76	6,96	0,72	1,28	0,75	1,18	0,98	0,75
2019	0,43	2,34	4,09	8,60	0,79	1,13	0,66	0,81	0,85	0,82
2020		2,26	4,57	8,48		1,09	0,72	0,84	0,88	0,90

**Legende**

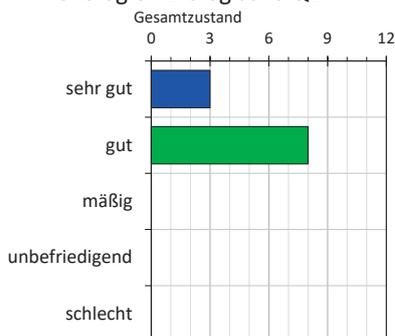
Ökologischer Zustand Biologie [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand Phys./chem. [nEQRgesamt]	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

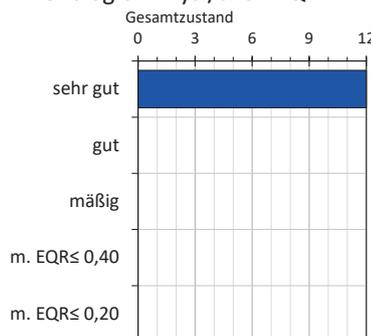
**Trophiebewertung**

<0,40001	ultra-oligotroph	
0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
0,60001-1,4	oligotroph	
1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
1,60001-2,4	mesotroph	
2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
2,60001-3,4	schwach eutroph	
3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph	
3,60001-4,4	stark eutroph	
4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
>4,60001	hypertroph	

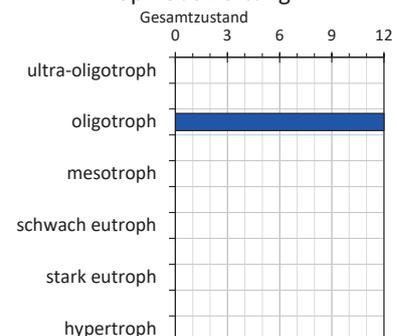
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Die Bewertung des Ökologischen Zustandes anhand biologischer Qualitätselemente führt beim Hinteren Langbathsee zu einem recht einheitlichen Ergebnis. Bis zum Dreijahresmittel 2009-2011 zeigen sich gute Ergebnisse. Vor allem beim nEQR-Brettum-Index ist ein klarer Trend erkennbar, beim Biovolumen ist das nicht ganz so eindeutig, wobei dieser sogar in den letzten beiden Dreijahresmittel leicht rückläufig erscheint. Die Jahresmittelwerte der einzelnen Parameter 2018 und 2019 sind häufig im Bereich der Klassengrenze zu gut und eher unauffällig. Es bleibt abzuwarten, ob sich dieser Trend die nächsten Jahre fortsetzt.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Beim Hinteren Langbathsee waren sowohl die Phosphorkonzentrationen als auch die Sichttiefen in den jeweiligen Dreijahresmittelwerten stets besser als die Referenzwerte. Somit ist der ökologische Zustand aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente im gesamten Berichtszeitraum mit sehr gut einzustufen.

Auch die Bandbreite der sonstigen Parameter gemäß Anlage L der QZV Ökologie Oberflächen-gewässer wurde eingehalten. Ein zeitlicher Trend ist naturgemäß nicht zu erkennen.

## b: Trophischer Zustand

Der Hintere Langbathsee war im Zeitraum zwischen 2007 und 2020 sehr stabil im oligotrophen Zustand und zwar dem ultra-oligotrophen Zustand wesentlich näher als dem mesotrophen.

Auch die einzelnen Bewertungselemente Gesamt-P, Sichttiefe und Chlorophyll a lagen sehr konstant im oligotrophen Bereich mit wenigen positiven Ausreißern in den Grenzbereich zum ultra-oligotrophen Zustand.

Stärkere Schwankungen gab es nur beim Qualitätselement Biovolumen. Im Jahr 2008 wurde bei allen Einzeluntersuchungen eine stärkere Entwicklung von Algenbiomasse festgestellt, als es im Jahr 2007 der Fall war. Dementsprechend wäre der Hintere Langbathsee im Jahr 2008 vom Biovolumen her als oligotroph – mesotroph einzustufen gewesen. Die anderen Indikatoren waren abgesehen von der Sichttiefe unauffällig, daher ist eine Ursache dafür schwer auszumachen. Bei der Sichttiefe wurde 2008 sogar der höchste Jahresmittelwert festgestellt. Eine größere Algenbiomasse bei erhöhter Sichttiefe ist ein Umstand den man sich nur schwer erklären kann. Der Unterschied des Jahresmittelwertes für die Sichttiefe ist zu gering, um eine erhöhte Produktion von Algenbiomasse zu erklären. Der erstaunliche Einzelwert am 17.6.2008 mit 13,2 m ist markant und stellt den bis heute mit Abstand höchsten Messwert dar.

In den Folgejahren war diese Tendenz wieder rückläufig und in den Jahren 2013 bis 2017 war der Hintere Langbathsee so arm an Algenbiomasse, dass er von diesem Qualitätselement her sogar als ultra-oligotroph einzustufen gewesen wäre.

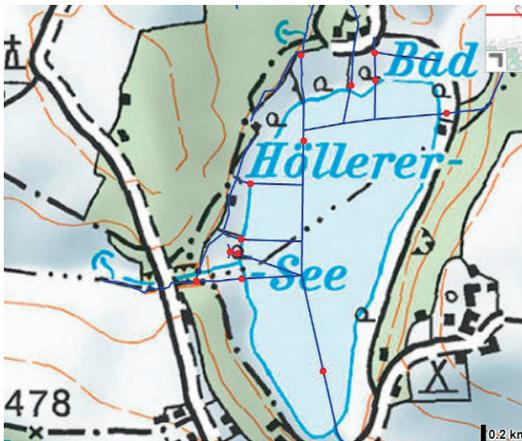
Alle anderen Qualitätselemente waren von diesen Schwankungen unberührt, am konstantesten war die Konzentration an Gesamt-Phosphor, welche sich im gesamten Untersuchungszeitraum im Jahresmittel zwischen 4,1 und 5,3 µg/l bewegte.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Die ökologische Situation des Hinteren Langbathsees hat sich aufgrund der biologischen Indikatoren von ursprünglich gut auf sehr gut verbessert und hält sich seither im oberen sehr guten Bereich. Durchwegs übertrifft Referenzwerte bei den physikalisch/chemischen Indikatoren attestieren dem See einen sehr guten Zustand. Die Trophiebewertung zeigt einen soliden oligotrophen Zustand.

## 3.7. Höllerersee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHOVANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
21.03.2007	RW 416981 HW 320983	Vorlandsee	Alpenvorland	21	10,9	-	1068 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugsgebietsgröße [km²]	Fläche [km²]	Volumen [Mio. m³]	Wassererneuerung
68	0/3/6/9/12/15/20	meromiktisch, dimiktisch	440	1,54	0,2	2,01	3,19 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		2,0	4,2	5,9
Temperatur [°C]	0-1 m	3,0	12,2	22,0
	20 m	5,3	5,5	5,8
pH-Wert	0-1 m	7,8	8,2	8,6
	20 m	6,9	7,0	7,1
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-1 m	307	351	382
	20 m	600	655	695
Gesamtphosphor [mg/l]	0-1 m	0,008	0,013	0,019
	20m	0,083	0,143	0,240
	volumsgew.		28,9 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-1 m	0,001	0,001	0,002
	20m	0,001	0,033	0,096
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-20 m	0,015	0,324	0,700
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-1 m	0,050	0,324	0,678
	20 m	6,100	8,733	11,000
DOC [mg/l]	0-20 m	4,5	5,5	6,4
Sauerstoffgehalt [mg/l]	0-1 m	5,3	8,6	10,9
	20 m	0,3	0,4	0,6
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l] (2019-20)	0-10 m	2,2	6,7	12,0
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2019)	0-20 m	1,2	1,7	2,2

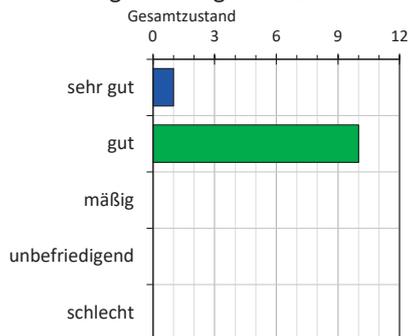
Höllersee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt- phosphor	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,89	0,75		0,82	2007-2009	0,81	0,81	0,81
2008-2010	0,86	0,68		0,77	2008-2010	0,73	0,69	0,69
2009-2011	0,82	0,63		0,73	2009-2011	0,70	0,65	0,65
2010-2012	0,81	0,61		0,71	2010-2012	0,67	0,61	0,61
2011-2013	0,83	0,60		0,70	2011-2013	0,70	0,65	0,65
2012-2014	0,91	0,64		0,76	2012-2014	0,74	0,76	0,74
2013-2015	0,92	0,66	0,61	0,78	2013-2015	0,73	0,77	0,73
2014-2016	0,93	0,67	0,64	0,80	2014-2016	0,72	0,79	0,72
2015-2017	0,88	0,68	0,66	0,77	2015-2017	0,70	0,81	0,70
2016-2018	0,86	0,70	0,66	0,77	2016-2018	0,72	0,82	0,72
2017-2019	0,81	0,69	0,61	0,73	2017-2019	0,74	0,79	0,74
2018-2020					2018-2020	0,77	0,78	0,77

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio- volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt- phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio- volumen	Chloro- phyll a	Gesamt- phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres- Mittel
2007	0,43	1,38	30,24	5,20	0,79	0,60	3,51	1,65	1,64	
2008	1,57	4,18	27,97	3,58	2,32	1,80	3,30	2,46	2,47	
2009	1,62	5,26	29,12	4,86	2,37	2,07	3,41	1,82	2,42	2,17
2010	1,68	6,40	32,07	2,72	2,43	2,35	3,60	3,28	2,92	2,60
2011	2,98	10,53	28,04	2,66	3,48	3,21	3,30	3,34	3,33	2,89
2012	2,28	7,64	31,16	4,08	2,92	2,63	3,56	2,21	2,83	3,03
2013	1,88	8,90	27,17	3,60	2,60	2,88	3,22	2,45	2,79	2,98
2014	1,41	6,76	25,21	5,00	2,16	2,44	3,02	1,75	2,34	2,65
2015	1,63	5,22	31,03	4,24	2,38	2,06	3,55	2,13	2,53	2,55
2016	1,53	7,06	28,77	4,04	2,28	2,51	3,38	2,23	2,60	2,49
2017	1,35	5,82	27,92	5,30	2,10	2,21	3,29	1,60	2,30	2,48
2018	1,15	5,24	29,26	4,44	1,90	2,06	3,43	2,03	2,35	2,42
2019	1,97	9,92	30,78	3,46	2,68	3,08	3,54	2,54	2,96	2,54
2020		7,24	27,41	5,14		2,55	3,24	1,68	2,49	2,60

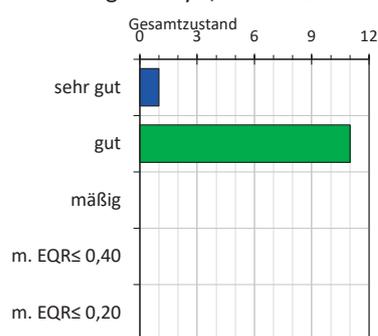
Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

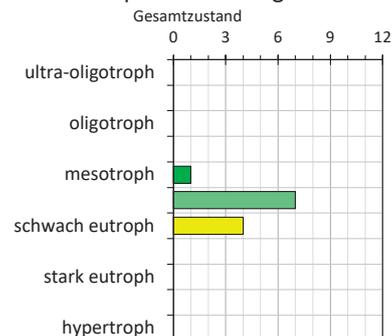
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Die Bewertung des Höllerersees aufgrund biologischer Qualitätselemente hat sich nach anfänglicher Verschlechterung, wieder in den oberen guten Bereich verbessert. Der nEQR-Brettum-Index hat sich vor allem in den Jahren 2014 bis 2016 durch hohe Jahresmittelwerte sehr stabil gezeigt, allerdings ist seitdem ein Trend zur Verschlechterung erkennbar. Das Biovolumen ist seit Messbeginn weitgehend konstant.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Abgesehen vom ersten Dreijahresmittelwert 2007-2009, nach dem der Höllerer See ganz knapp mit sehr gut eingestuft werden konnte, bewegte sich der ökologische Zustand aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente immer im guten Bereich. Insgesamt war die Sichttiefe größeren Schwankungen unterworfen als die Phosphorkonzentration und bis zum Jahr 2012 war die Sichttiefe auch das wertbestimmende Qualitätselement. Ein eindeutiger zeitlicher Trend ist nicht zu erkennen.

Wegen seiner in Anbetracht der kleinen Fläche doch sehr großen Tiefe von 21 m ist der Höllerer See der See mit den am stärksten ausgeprägten meromiktischen Eigenschaften unter den oberösterreichischen Seen.

In Tiefen unter 15 m ist praktisch kein Sauerstoff anzutreffen, meistens enthält das Wasser in dieser Tiefe Schwefelwasserstoff bis nahe an die Sättigungsgrenze. In den Messdaten angeführte Sauerstoffkonzentrationen im Bereich weniger Zehntel mg/l sind wohl eher eine analytische Störung als tatsächlich vorhandener Sauerstoff. Beide von uns verwendeten Sauerstoffsensoren (amperometrisch und optisch) sind empfindlich gegenüber Schwefelwasserstoff.

Aufgrund der Erläuterungen des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus zur QZV Ökologie Oberflächengewässer, wonach für die Ermittlung des volumsgewichteten Mittelwertes für die Konzentration an P-gesamt das Mixolimnion heranzuziehen ist, haben wir für unsere Einstufung die angenähert volumsgewichteten Mittelwerte für die Phosphorkonzentrationen bis in eine Tiefe von 9 m berechnet und verwendet.

Das Wasser in 9 m Tiefe ist in Phasen starker sommerlicher Schichtung mitunter zwar auch schon nahezu sauerstofffrei, dieser Tiefenwert erschien uns aber als guter Kompromiss, weil dadurch die Rolle des Monimolimnions als zumindest zeitweiliger Nährstofflieferant ein wenig berücksichtigt wird.

## b: Trophischer Zustand

Die Trophie des Höllerer Sees hat sich in den Jahresmittelwerten ausgehend von einem mesotrophen Zustand im Jahr 2007 bis zum Jahr 2011 kontinuierlich verschlechtert. Im Jahr 2011 war der Höllerersee gerade noch als schwach eutroph zu bezeichnen, die Trophie lag aber schon nahe am Übergangsbereich zum stark eutrophen Zustand. Bei den Dreijahresmittelwerten verläuft die Entwicklung zwar etwas abgeflacht, der Trend zu einer leichten Verbesserung seit dem Jahr 2011 ist aber zu erkennen. In der Folge ist eine kontinuierliche Verbesserung eingetreten und die Mittelwerte der Jahre 2017 und 2020 lagen bereits im mesotrophen Bereich.

Ähnlich wie beim Gleinkersee stellt sich auch beim Höllerersee die Frage, wie die Berechnung der Trophie aufgrund der Phosphorkonzentration erfolgen soll. Der Höllerersee ist ausgeprägt

meromiktisch, die Tiefenbereiche von 15 m bis zum Seegrund in 21 m sind mehr oder weniger dauerhaft anoxisch, nur in wenigen Einzelfällen wurden in 15 m noch Sauerstoffkonzentration  $> 1$  mg/l gemessen. Schwefelwasserstoff war in 20 m meist bis zur Sättigungsgrenze gelöst.

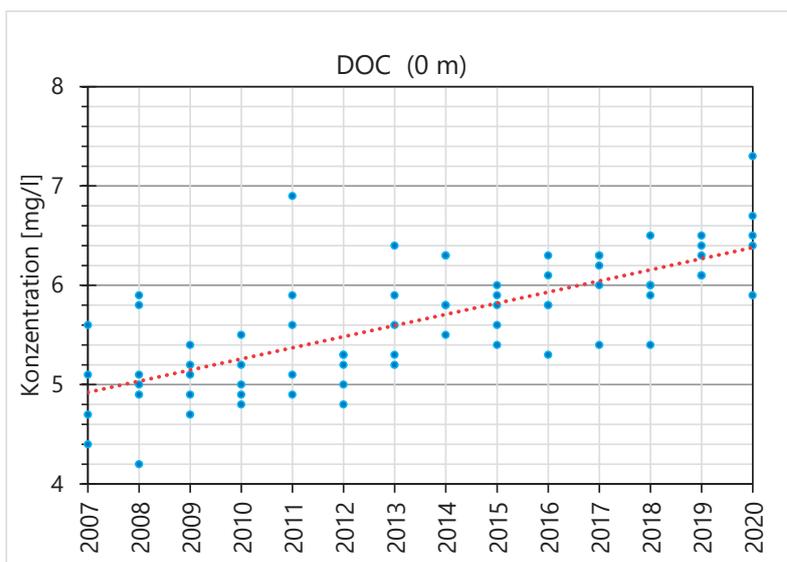
Durch die stark reduzierenden Verhältnisse und die fehlende Vollzirkulation stellt das Monimolimnion ein Reservoir an Phosphorverbindungen dar. Allerdings ist der Phosphor dort nicht dauerhaft dem Kreislauf entzogen, sondern es gelangen im Zuge der unvollständig verlaufenden Zirkulationsphasen immer wieder große Phosphormengen in die phototrophe Schicht. Das zeigt sich z.B. daran, dass die Konzentration an P-gesamt in 3 m Tiefe im Untersuchungszeitraum 2007 bis 2019 von 7  $\mu\text{g/l}$  bis 50  $\mu\text{g/l}$  schwankte. Die Grenze der anoxischen Schicht lag an manchen Tagen (z.B. 28.1.2011) in nur 6 m Tiefe. In weiterer Folge wurden in diesem Jahr die höchsten Werte für Biovolumen und Chlorophyll a und die niedrigsten Werte für die Sichttiefe für den Höllerer See im gesamten Messprogramm verzeichnet, die Werte für den annähernd volumsgewichteten Gesamtphosphor lagen aber im normalen Bereich.

Somit erschien es uns auch hier nicht angebracht, den im Monimolimnion gespeicherten Phosphor in der Gesamtbewertung der Trophie unberücksichtigt zu lassen, wenngleich er zum Großteil natürlichen Ursprunges ist. Daher wurden die gemessenen Phosphorkonzentrationen aller Tiefenschichten in die näherungsweise Berechnung des volumsgewichteten Mittelwertes einbezogen.

## c: Zusammenfassende Bewertung

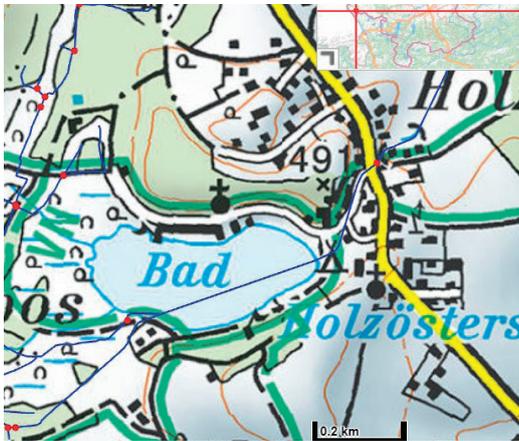
Der Höllerersee hat sich sowohl im ökologischen Zustand als auch in der Trophie in den beobachteten Dreijahreszeiträumen kontinuierlich verschlechtert. Seit dem Dreijahresmittel 2012 bis 2014 zeigte sich beim ökologischen Zustand wieder für einzelne Jahre ein Trend zur Verbesserung. Die Trophiebewertung attestiert einen mesotrophen-schach eutrophen Zustand. Wie in Kapitel 2.2.2 erläutert, wird in diesem Fall, gleich wie beim Gleinkersee, der Gesamtphosphor nur vom Mixolimnion (0-9 m) berechnet.

Beim Höllerersee lässt sich eine Zunahme vom DOC im Oberflächenwasser (Abbildung 12) feststellen. Bei linearem Trendverlauf ergibt sich 2007 eine DOC-Konzentration von 4,8 mg/l und steigt bis 2020 auf 6,4 mg/l ( $\Delta$ : +33 %). Eine Ursache dafür kann aus den erhobenen Messdaten nicht gefunden werden.



## 3.8. Holzöstersee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHOVANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
11.09.2007	RW 417779 HW 324506	Vorlandsee	Alpenvorland	4,7	2,3	-	1054 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungs-typ	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km²]	Fläche [km²]	Volu-men [Mio. m³]	Wasser-erneuerung
67	0/4	holomiktisch, poly-miktisch	460	2,47	0,9	0,21	0,22 Jahre



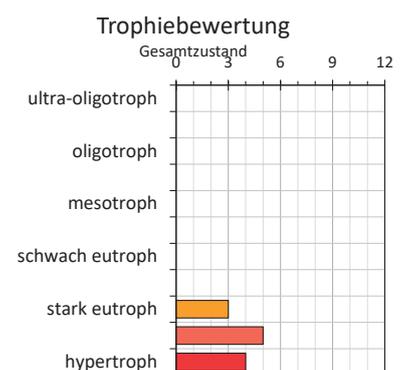
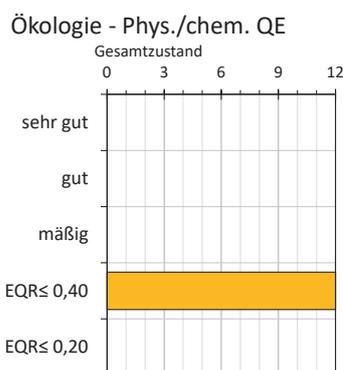
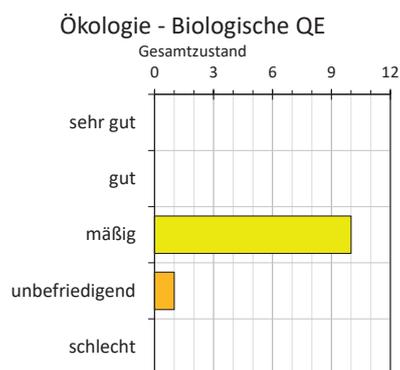
Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		1,1	1,5	2,1
Temperatur [°C]	0-4 m	2,8	11,2	21,2
pH-Wert	0-4 m	7,6	8,0	8,6
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-4 m	280	300	320
Gesamtphosphor [mg/l]	0-4 m	0,026	0,047	0,062
Gesamtphosphor [mg/l] (2007-2011)	0-4 m	0,021	0,035	0,049
Gesamtphosphor [mg/l] (2016-2020)	0-4 m	0,035	0,054	0,086
Gesamtphosphor [mg/l]	volumsgew.		43,5 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-4 m	0,001	0,001	0,001
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-4 m	0,015	0,139	0,300
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-4 m	0,025	0,354	0,880
DOC [mg/l]	0-4 m	12,0	13,2	15,0
Sauerstoff [mg/l]	0-4 m	5,5	9,4	12,4
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-4 m	10,6	22,0	36,1
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2007-19)	0-4 m	3,1	4,9	7,3

Holzöstersee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,65	0,53		0,59	0,46	0,33	0,33	
2008-2010	0,66	0,41		0,54	0,43	0,29	0,29	
2009-2011	0,66	0,38		0,52	0,40	0,29	0,29	
2010-2012	0,68	0,37		0,53	0,37	0,27	0,27	
2011-2013	0,64	0,39		0,50	0,37	0,29	0,29	
2012-2014	0,65	0,43		0,50	0,33	0,31	0,31	
2013-2015	0,61	0,46	0,26	0,49	0,30	0,32	0,30	
2014-2016	0,71	0,49	0,31	0,56	0,30	0,33	0,30	
2015-2017	0,67	0,45	0,26	0,51	0,28	0,30	0,28	
2016-2018	0,56	0,45	0,25	0,46	0,28	0,28	0,28	
2017-2019	0,36	0,43	0,20	0,34	0,29	0,25	0,25	
2018-2020					0,27	0,26	0,26	

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chloro-phyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	1,43	19,47	36,67	1,70	2,18	4,43	3,83	5,00	3,86	
2008	3,39	15,34	26,58	1,56	3,70	3,92	3,16	5,00	3,94	
2009	7,03	15,26	30,39	1,78	5,00	3,91	3,52	4,94	4,34	4,05
2010	7,52	26,28	42,80	1,18	5,00	5,00	4,14	5,00	4,78	4,36
2011	5,43	22,28	32,94	1,46	4,72	4,78	3,65	5,00	4,54	4,55
2012	7,38	23,75	40,02	1,56	5,00	4,97	4,00	5,00	4,74	4,69
2013	5,73	27,44	43,35	1,44	4,87	5,00	4,17	5,00	4,76	4,68
2014	3,09	14,56	45,45	1,84	3,55	3,82	4,27	4,82	4,11	4,54
2015	4,22	21,16	53,06	1,60	4,11	4,65	4,65	5,00	4,60	4,49
2016	3,28	15,44	44,80	1,68	3,64	3,93	4,24	5,00	4,20	4,31
2017	5,75	25,08	54,45	1,34	4,88	5,00	4,72	5,00	4,90	4,57
2018	4,45	22,74	51,67	1,24	4,23	4,84	4,58	5,00	4,66	4,59
2019	4,79	30,02	43,74	1,34	4,40	5,00	4,19	5,00	4,65	4,74
2020		28,88	61,38	1,44		5,00	5,00	5,00	5,00	4,77

Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand Biologie [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand Phys./chem. [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der Holzöstersee zeigt, trotz geringer Schwankungen einen langjährigen Abwärtstrend im mäßigen Bereich. Der Brettum-Index hat mit Ausnahme von 2007 und 2013 immer gute Ergebnisse hervorgebracht und damit den See zumindest eine Zeit lang vor einem unbefriedigenden Zustand aufgrund biologischer Qualitätselemente bewahrt. Der Jahresmittelwert war 2009, 2010 und 2012 im unbefriedigenden Zustand, was sich in den Dreijahresmittelwerten zwischen 2009 und 2013 äußert. Der Chlorophyll a Wert bewegt sich seit Beginn der Messungen teilweise im unteren, unbefriedigenden Bereich.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der ökologische Zustand aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente ist hingegen als mäßig zu bezeichnen, wobei im Gegensatz zu der Einstufung aufgrund des Phytoplanktons eine schlechtere Einstufung hier nicht vorgesehen ist. Müsste man die Einstufung analog der Bewertung des ökologischen Zustandes aufgrund der biologischen Qualitätselemente (Phytoplankton) vornehmen, wäre der Holzöstersee aufgrund der nEQR-Werte einem unbefriedigenden Zustand zuzuordnen. Die Bewertung aufgrund der Sichttiefe ist über die Jahre hin ziemlich konstant, während die Einstufung aufgrund des Phosphorgehaltes sukzessive schlechter wird. Trotzdem bleibt die Sichttiefe bisher das hauptsächlich ausschlaggebende Qualitätselement.

Der Holzöstersee ist sehr stark mit Nährstoffen belastet, dazu kommt die Beeinträchtigung der Sichttiefe durch den hohen Huminstoffgehalt des Wassers. Soweit festgestellt werden kann, sind die zur fortschreitenden Eutrophierung des Sees führenden Nährstoffeinträge natürlichen Ursprungs. Wie sehr der hohe Huminstoffgehalt die Messwerte für die Sichttiefe beeinflusst, ist schwer abschätzbar, die meistens deutlich unter 2 m liegenden Werte sind dem Augenschein nach in erster Linie auf den Trübstoffgehalt des Wassers zurückzuführen.

Gegen nennenswerte Einflüsse durch Abwasser spricht unter anderem die Tatsache, dass der Holzöstersee ein Badegewässer im Sinne der Badegewässerverordnung ist. Dadurch wird dieser regelmäßigen bakteriologischen Untersuchungen unterzogen. Die Ergebnisse davon sind zeitweilige sogar mit ausgezeichnet eingestuft.

## b: Trophischer Zustand

Die Trophie des Holzöstersees lag im Dreijahresmittel der Jahre 2009 und 2010 im Bereich stark eutroph und steigerte sich nach einem Übergangsjahr in den Jahren 2012 und 2013 auf hypertroph. In weiterer Folge ist wieder eine geringfügige Besserung eingetreten und der See war im Übergangsbereich zwischen stark eutroph und hypertroph, im Jahr 2016 konnte der Holzöstersee im Dreijahresmittel sogar wieder mit stark eutroph eingestuft werden. Dieser kurzfristigen Verbesserung folgte eine erneute leichte Verschlechterung in den oberen Bereich des hypertrophen Zustands.

Die Jahresmittelwerte für Chlorophyll a und Biovolumen lagen in den Jahren 2010 bis 2013 durchwegs in einem Bereich, der dem hypertrophen Zustand zuzuordnen war, nach kurzer Zwischenbesserung war das auch 2017 wieder der Fall und 2019 erreichte die Konzentration an Chlorophyll a im Jahresmittel einen bisherigen Höchstwert von 30 µg/l, was auch wieder dem hypertrophen Zustand entspricht.

Die Sichttiefe lag in allen Jahresmittelwerten durchwegs in einem Bereich, der einer hypertrophen Einstufung entspricht. Die Interpretation dieses Parameters ist beim Holzöstersee nicht ganz unproblematisch, weil das Wasser durch den hohen Huminstoffgehalt bräunlich gefärbt ist, was die Sichttiefe unabhängig von der Trophie verringert. Allerdings haben wir an Untersuchungstagen mit geringer Biomasseentwicklung trotz der Färbung des Wassers auch Sichttiefen bis zu 2,7 m gemessen. Vermutlich sind die in der Phase der Primärproduktion gemessenen Werte von weit unter 1 m hauptsächlich trophiebedingt.

Die Konzentration an Gesamtphosphor war im Jahr 2008 mit 26,6 µg/l im Jahresmittel noch so niedrig, dass der See aufgrund dieses Qualitätselementes mit schwach eutroph einzustufen gewesen wäre, in weiterer Folge hat sie sich aber sukzessive erhöht. Ab dem Jahr 2013 lag sie im Jahresmittel immer über 40 µg/l, in den Jahren 2015, 2017 und 2018 sogar über 50 µg/l, im Jahr 2019 wieder bei 43,8 µg/l, bevor 2020 mit über 61 µg/l im Jahresmittel ein neuer Höchstwert erreicht worden ist.

Die Ursachen für die starke Eutrophierung sind vorwiegend im natürlichen Umfeld des Sees zu suchen und werden kaum zu sanieren sein. Bei den Probenentnahmen ist aufgefallen, dass der Seeboden von einer starken Schlammschicht bedeckt ist, die keine feste Obergrenze hat, sondern nach oben hin immer dünner wird und langsam in das relativ klare Seewasser übergeht.

In manchen Zirkulationsphasen, die wegen der geringen Tiefe witterungsabhängig während des ganzen Jahres stattfinden können, ist das Wasser in der standardmäßigen Entnahmetiefe von 4 m so stark mit Schlammpartikeln belastet, dass ersatzweise auf Entnahmetiefen von 3,5 oder 3,0 m ausgewichen werden muss. Es ist anzunehmen, dass in Zeiten besonders starker Zirkulation Feinanteile dieses Schlammes in oberflächennahe Bereiche gelangen und die Sichttiefe zusätzlich einschränken. Dieser Umstand kann dafür mitverantwortlich sein, dass die Sichttiefe in der Trophiebewertung des Holzöstersees durchwegs schlechter eingestuft wird, als die Werte für Chlorophyll a oder Biovolumen.

### c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Holzöstersees ist, abgesehen von der Bewertung der biologischen Qualitätselemente im Dreijahresmittel 2017-2019, als mäßig zu bezeichnen. Es ist nach wie vor, überwiegend bei den physikalisch/chemischen Indikatoren ein Trend zu weiterer Verschlechterung festzustellen. Das Gleiche gilt für die Trophie, die jeweiligen Dreijahresmittelwerte ergeben für den Holzöstersee eine Einstufung zwischen stark eutroph und hypertroph. Der Holzöstersee zeigt oberflächlich mittels linearem Trend eine langfristige Zunahme bei der Gesamtphosphor-Konzentration von 25 auf 50 µg/l. Nach einer Ursache für den Anstieg wird weiter gesucht.

## 3.9. Imsee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
12.09.2007	RW 435365 HW 320452	Vorlandsee	Alpenvorland	6,1	3	-	1223 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungs-typ	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km²]	Fläche [km²]	Volumen [Mio. m³]	Wasser-erneuerung
67	0/3/6	holomiktisch, Polymiktisch	500	2,1 (DO-RIS)	0,05	0,15	0,48 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		1,3	2,1	3,2
Temperatur [°C]	0-6 m	3,5	11,0	20,0
pH-Wert	0-6 m	7,5	7,9	8,35
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-6 m	280	320	365
Gesamtphosphor [mg/l]	0-6 m	0,016	0,035	0,055
	volumsgew.		0,029	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-6 m	0,001	0,001	0,003
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-6 m	0,015	0,199	0,500
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-6 m	0,022	0,225	0,485
DOC [mg/l]	0-6 m	3,3	4,1	4,9
Sauerstoff [mg/l]	0-6 m	3,8	8,9	12,2
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-6 m	5,0	13,2	19,6
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2007-19)	0-6 m	1,9	2,6	3,6

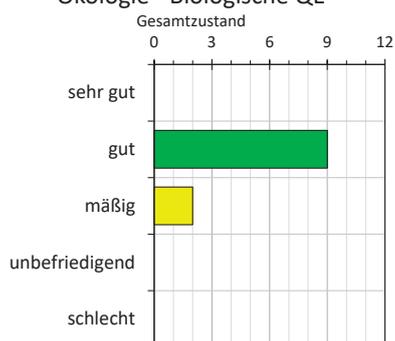
Imsee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamtphosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,47	0,60		0,53	2007-2009	0,46	0,32	0,32
2008-2010	0,49	0,64		0,57	2008-2010	0,50	0,41	0,41
2009-2011	0,59	0,65		0,62	2009-2011	0,49	0,44	0,44
2010-2012	0,60	0,63		0,61	2010-2012	0,50	0,43	0,43
2011-2013	0,67	0,58		0,61	2011-2013	0,46	0,38	0,38
2012-2014	0,73	0,57		0,63	2012-2014	0,47	0,41	0,41
2013-2015	0,75	0,55	0,45	0,63	2013-2015	0,48	0,40	0,40
2014-2016	0,75	0,62	0,52	0,66	2014-2016	0,52	0,46	0,46
2015-2017	0,78	0,63	0,52	0,67	2015-2017	0,53	0,45	0,45
2016-2018	0,82	0,66	0,53	0,71	2016-2018	0,54	0,48	0,48
2017-2019	0,87	0,62	0,44	0,70	2017-2019	0,55	0,45	0,45
2018-2020					2018-2020	0,52	0,42	0,42

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio- volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm³/l]	Gesamt- phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio- volumen	Chloro- phyll a	Gesamt- phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres- Mittel
2007	3,40	13,44	33,19	1,20	3,70	3,68	3,66	5,00	4,01	
2008	2,38	10,64	27,34	1,58	3,00	3,23	3,23	5,00	3,62	
2009	2,56	11,68	31,69	2,16	3,15	3,44	3,58	4,18	3,59	3,74
2010	1,83	19,40	25,93	2,53	2,56	4,43	3,09	3,48	3,39	3,53
2011	2,17	9,78	29,22	2,10	2,84	3,06	3,42	4,30	3,40	3,46
2012	3,63	15,18	30,68	2,04	3,82	3,90	3,53	4,42	3,92	3,57
2013	3,14	15,26	33,94	1,70	3,57	3,91	3,70	5,00	4,04	3,79
2014	2,17	9,38	26,78	2,52	2,84	2,98	3,18	3,48	3,12	3,69
2015	4,23	12,48	28,70	1,98	4,12	3,56	3,37	4,53	3,89	3,69
2016	1,30	7,90	27,72	2,56	2,05	2,68	3,27	3,44	2,86	3,29
2017	2,02	9,90	24,14	2,44	2,72	3,08	2,91	3,62	3,08	3,28
2018	2,94	10,82	27,78	2,42	3,45	3,26	3,28	3,66	3,41	3,12
2019	2,05	17,88	25,45	2,02	2,74	4,24	3,04	4,46	3,62	3,37
2020		21,70	28,73	1,98		4,71	3,37	4,54	4,21	3,75

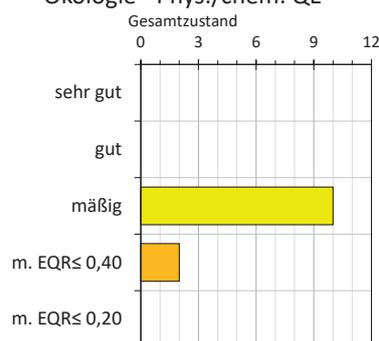
Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

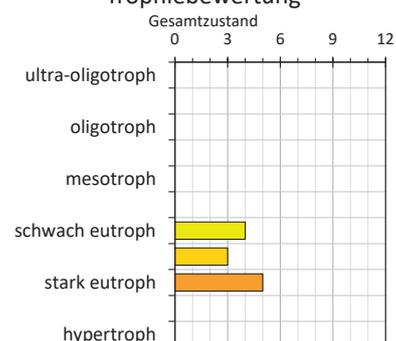
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der ökologische Zustand anhand biologischer QE unterliegt im Gesamtzustand und dem Brettum-Index einem Verbesserungstrend. Im Gesamtzustand spiegelt sich in einer mittlerweile guten Einstufung, anstatt wie anfangs einem mäßigen Zustand. Der Brettum-Index weist allerdings in den Jahresmittelwerten überaus starke Schwankungen auf (2007: 0,23 und 2017 & 2018: 0,93). Die Zusammensetzung des Phytoplanktons unterliegt sehr starken Schwankungen (2015: 0,48 und 2016: 0,78), welche durch die Mittelwertbildung mit dem Biovolumen und der Berechnung von Dreijahresmittelwerten weitgehend ausgeglichen werden. Der nEQR-Chlorophyll a befindet sich seit Messbeginn im unteren bis mittleren mäßigen Bereich. Das Biovolumen pendelt mit kurzen Erholungs- und Verschlechterungsphasen um den ursprünglichen Wert an der Klassengrenze zwischen gut und mäßig.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der ökologische Zustand des Imsees ist aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente als mäßig zu bezeichnen.

Die nEQR-Dreijahresmittel sind im gesamten Untersuchungszeitraum weitgehend konstant, die Phosphorkonzentration würde immer zu einer etwas besseren Einstufung – aber auch noch innerhalb des mäßigen Zustandes – führen.

Maßgeblich für die schlechtere Bewertung war in allen Jahren die Sichttiefe. Im Gegensatz zum Holzöstersee werden die Messwerte für die Sichttiefe beim Imsee aber nicht durch Huminstoffe beeinflusst. Da der Imsee auch über keine bedeutenden oberirdischen Zuflüsse verfügt, ist die Sichttiefe ausschließlich von der Trophie abhängig.

## b: Trophischer Zustand

Die im Dreijahresmittel berechnete Trophie des Imsees hat sich nach einer mehrjährigen, ziemlich konstanten Phase im stark eutrophen Bereich in den Jahren 2016 bis 2018 auf einen schwach eutrophen Zustand verbessert. Danach folgte mit einem Übergang im Jahr 2019 zum Folgejahr 2020 eine Verschlechterung in den stark eutrophen Bereich.

Wesentlich stärkeren Schwankungen waren naturgemäß die Jahresmittelwerte unterworfen. Nach einer bis 2015 dauernden Periode von Jahresmittelwerten, die zwischen schwach eutroph und stark eutroph schwankten, folgte mit 2016 das Jahr mit der besten Bewertung der Trophie des Imsees. Der See befand sich in diesem Jahr in einem schwach eutrophen Zustand mit leichter Tendenz zur Mesotrophie. Leider zeigten die vier darauffolgenden Jahresmittelwerte wieder einen Trend zur Verschlechterung, der sich bis 2020 kontinuierlich fortgesetzt hat.

Bei den Bewertungen der einzelnen Qualitätselemente unterliegen die Jahresmittelwerte größeren Schwankungen. Beim Biovolumen gab es von 2015 auf 2016 einen Qualitätssprung von stark eutroph auf mesotroph, ähnlich bei Chlorophyll a von 2010 auf 2011 und auch in den anderen Jahren waren große Qualitätssprünge zu verzeichnen.

Das konstanteste Bewertungskriterium war während des Untersuchungszeitraumes noch die Konzentration an Gesamtphosphor. Nach anfänglichem Schwanken zwischen schwach eutrophem und stark eutrophem Zustand hat sich die Phosphorkonzentration seit 2014 in einem Bereich stabilisiert, der einem schwach eutrophen Zustand entspricht. Das gilt im Übrigen auch

für das Jahr 2019, obwohl in diesem Jahr eine deutliche Verschlechterung bei den Qualitätselementen Chlorophyll a und Sichttiefe festzustellen ist. Im Jahr 2020 erreichte die Chlorophyll a-Konzentration im Jahresmittel den bisherigen höchsten Wert von 21,7 µg/l (Mittelwert 2007-2019: 13,2 µg/l).

Tendenziell am schlechtesten fällt die Bewertung aufgrund des Qualitätselementes Sichttiefe aus, hier wäre der See in drei Jahren sogar als hypertroph zu bezeichnen gewesen. Mag sein, dass es in starken Zirkulationsphasen, die wegen der geringen Tiefe das ganze Jahr über möglich sind, zu einer Mobilisierung von Feinanteilen des Sedimentes kommt. Eine Beeinträchtigung der Sichttiefe durch Huminstoffe ist beim Imsee in nennenswertem Ausmaß nicht gegeben.

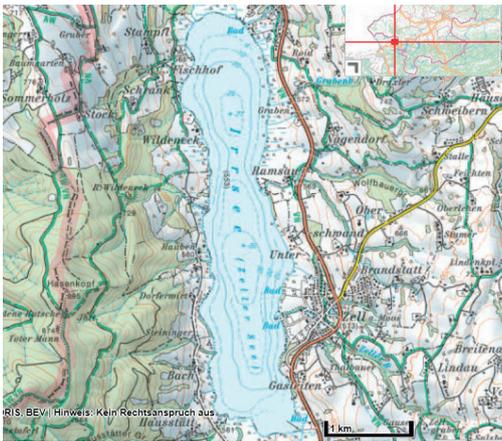
Der relativ deutliche Trend zur Verschlechterung in der Gesamtbewertung (Jahresmittelwerte) zwischen 2016 und 2020 ist auf die Parameter Chlorophyll a und Sichttiefe zurückzuführen.

### c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Imsees wird im Untersuchungszeitraum aufgrund der biologischen Qualitätselemente anfangs noch mäßig, bald aber als gut eingestuft. Die physikalisch/chemischen Indikatoren bewerten den ökologischen Zustand des Imsees nur als mäßig mit großem Abstand zum guten Zustand. Von der Nährstoffbelastung her schwankt der Imsee zwischen schwach eutroph und stark eutroph.

## 3.10. Irrsee GZÜV

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Nieder-schlag Jahres-mittel [mm/a]
04.03.2007	RW 448084 HW 307842	Große Seen des Bayrisch-Österreichischen Alpenvorlandes	Alpenvorland	31	15	"1,29 Zeller Ache vor Mdg 1961-2018 "	1756 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungs-typ	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km²]	Fläche [km²]	Volu-men [Mio. m³]	Wasser-erneuerung
56	0/2/5/*(8)/10/*(12)/15/20/31	holomiktisch, dimiktisch	553	28	3,6	53,00	1,3 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		2,9	4,8	7,1
Temperatur [°C]	0-1 m	4,3	14,7	23,4
pH-Wert	0-31 m	7,6	8,0	8,4
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-31 m	272	304	324
Gesamtphosphor [mg/l]	0-1 m	0,004	0,006	0,008
	31 m	0,009	0,014	0,020
	vol. gew.		6,37 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-31 m	0,000	0,001	0,001
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-31 m	0,102	0,245	0,353
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-31 m	0,002	0,040	0,119
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	8,8	9,8	11,3
	31 m	0,2	3,5	9,9
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-10 m	1,4	2,8	3,9
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2007-19)	0-20 m	0,5	0,8	1,1

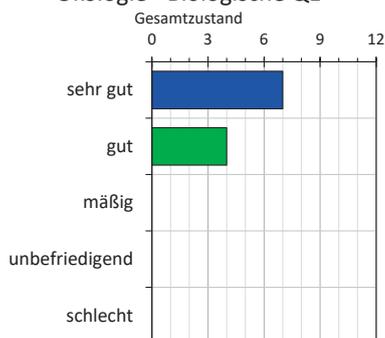
Irrsee GZÜV	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)					Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)		
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt		Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt
2007-2009	0,66	0,79		0,72		1,00	0,76	0,76
2008-2010	0,68	0,80		0,74		1,00	0,84	0,84
2009-2011	0,65	0,82		0,74		1,00	0,97	0,97
2010-2012	0,70	0,88		0,79		1,00	1,00	1,00
2011-2013	0,72	0,93		0,83		1,00	0,86	0,86
2012-2014	0,82	0,96		0,89		1,00	0,76	0,76
2013-2015	0,87	1,00	1,00	0,94		1,00	0,71	0,71
2014-2016	0,84	1,00	1,00	0,92		1,00	0,81	0,81
2015-2017	0,80	1,00	1,00	0,90		1,00	0,78	0,78
2016-2018	0,78	1,00	1,00	0,89		1,00	0,83	0,83
2017-2019	0,80	1,00	1,00	0,90		1,00	0,74	0,74

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio- volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm³/l]	Gesamt- phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio- volumen	Chloro- phyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres- Mittel
2007	1,10	2,57	6,00	4,98	1,85	1,26	0,93	1,76	1,45	
2008	0,97	2,85	6,53	4,23	1,72	1,42	1,00	2,14	1,57	
2009	1,20	2,97	7,49	4,40	1,95	1,48	1,14	2,05	1,66	1,56
2010	0,54	1,98	6,69	6,38	1,03	0,93	1,03	1,31	1,07	1,43
2011	0,69	2,43	7,37	6,18	1,37	1,18	1,12	1,35	1,26	1,33
2012	0,66	2,93	6,31	5,65	1,30	1,46	0,97	1,47	1,30	1,21
2013	0,87	4,58	8,33	3,48	1,62	1,89	1,26	2,53	1,83	1,46
2014	0,83	2,93	7,06	4,38	1,58	1,46	1,08	2,06	1,55	1,56
2015	0,85	2,58	6,09	4,55	1,60	1,26	0,94	1,98	1,44	1,61
2016	0,33	1,95	6,42	5,70	0,57	0,92	0,99	1,46	0,98	1,32
2017	0,69	3,20	7,98	3,73	1,36	1,55	1,21	2,39	1,63	1,35
2018	0,46	2,60	7,10	5,53	0,84	1,28	1,09	1,49	1,18	1,26
2019	0,72	3,30	8,19	3,75	1,43	1,58	1,24	2,38	1,66	1,49

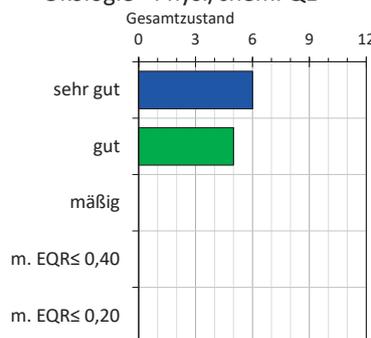
Legende		Trophiebewertung	
Ökologischer Zustand Biologie [nEQRgesamt]	Ökologischer Zustand Phys./chem. [nEQRgesamt]	<0,40001	ultra-oligotroph
sehr gut ≥0,80	sehr gut ≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph
gut 0,60 – 0,80	gut 0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph
mäßig 0,40 – 0,60	mäßig 0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph
unbefriedigend 0,20 – 0,40	mäßig* 0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph
schlecht <0,20	mäßig* <0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph
		2,60001-3,4	schwach eutroph
		3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph
		3,60001-4,4	stark eutroph
		4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph
		>4,60001	hypertroph

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

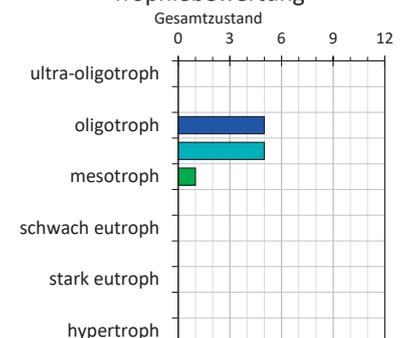
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Die Jahresmittelwerte vom Biovolumen in den Jahren von 2007 bis 2009 und 2013 waren die einzigen guten „Ausreißer“ einer ansonsten soliden sehr guten ökologischen Einstufung. Beim Biovolumen ist ein leichter Verbesserungstrend mit einer darauffolgenden Verschlechterungsphase feststellbar. Die nEQR-Werte von Brettum-Index und Chlorophyll a sind im obersten sehr guten ökologischen Zustand angesiedelt.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Die Bewertung des ökologischen Zustandes des Irrsees aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente hängt ausschließlich von der Sichttiefe ab.

Die Phosphorkonzentrationen lagen im Dreijahresmittel durchwegs unter den Referenzwerten, während sich die Werte für die Sichttiefe zeitweise nur im guten Zustand bewegten. Bemerkenswert ist, dass in der ganzen Zeit die Phosphorkonzentrationen keinen nennenswerten Schwankungen unterworfen waren.

Nach einer Phase markanter Verbesserung bis zum Jahr 2012 ist der ökologische Zustand in der Folge wieder in den Übergangsbereich zwischen sehr gutem und gutem Zustand abgefallen und pendelt seitdem zwischen diesen beiden Zustandsklassen hin und her.

Der Irrsee hat keine großen Zuflüsse, die relevante Trübstofffrachten in den See transportieren. Die biogene Entkalkung scheint auch keine große Rolle zu spielen, da die hochsommerlichen Werte nicht sehr stark von den Werten in Zeiten mit geringer Photosynthese-Aktivität abweichen.

## b: Trophischer Zustand

Der Irrsee befand sich während des gesamten Untersuchungszeitraumes im Übergangsbereich zwischen oligotrophem und mesotrophem Zustand ohne einen erkennbaren längerfristigen Trend.

Die Jahresmittelwerte für P-gesamt waren sehr konstant, überhaupt entsprachen diese Werte durchgehend und ziemlich deutlich dem oligotrophen Zustand. Für die häufig ungünstigere Gesamtbewertung war überwiegend die Sichttiefe verantwortlich.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Irrsees anhand biologischer Qualitätselemente war mit stetiger Verbesserung als sehr gut zu bezeichnen.

Die phys./chem. Qualitätselemente unterliegen im Vergleich dazu starken Schwankungen zwischen sehr gutem und gutem Zustand. Dieser Umstand ist ausschließlich der Sichttiefe geschuldet. Die Gesamtposphorkonzentrationen befinden sich unterhalb des Referenzwertes. Der trophische Zustand schwankt über den gesamten Untersuchungszeitraum rund um den Bereich „oligotroph – mesotroph“.

## 3.11. Laudachsee

Erstuntersuchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHOVANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
12.09.2007	RW 488956 HW 304614	Kleine flache bis mäßig tiefe Seen 800-1200m	Kalkhochalpen	13	6,4	-	1681 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugsgebietsgröße [km²]	Fläche [km²]	Volumen [Mio. m³]	Wassererneuerung
67	0/3/6/9/12/13	holomiktisch, dimiktisch	895	1,18	0,11	0,70	0,44 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		4,5	6,3	8,2
Temperatur [°C]	0-12 m	3,3	8,1	14,5
pH-Wert	0-12 m	7,7	8,1	8,4
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-12m	210	220	235
Gesamtphosphor [mg/l]	0-12 m	0,005	0,009	0,012
	volumsgew.	7,5 µg/l		
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-12 m	0,001	0,001	0,001
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-12 m	0,500	0,774	1,000
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-12 m	0,016	0,078	0,160
DOC [mg/l]	0-12 m	1,5	1,8	2,2
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	9,1	10,0	11,2
	12 m	2,9	7,6	10,4
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-12 m	0,7	2,3	4,3
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2007-19)	0-12 m	0,2	0,5	0,8

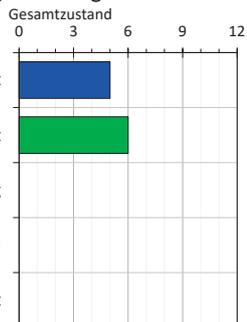
Laudachsee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamtphosphor	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,76	0,69		0,72	0,87	0,84	0,84	
2008-2010	0,71	0,72		0,71	0,89	0,86	0,86	
2009-2011	0,72	0,72		0,72	0,89	0,78	0,78	
2010-2012	0,57	0,69		0,63	0,85	0,73	0,73	
2011-2013	0,64	0,69		0,66	0,87	0,73	0,73	
2012-2014	0,66	0,76		0,72	0,90	0,81	0,81	
2013-2015	0,82	0,88	0,93	0,86	0,95	0,87	0,87	
2014-2016	0,78	0,95	0,99	0,87	0,97	0,97	0,97	
2015-2017	0,84	1,00	0,97	0,91	0,95	0,98	0,95	
2016-2018	0,81	1,00	0,92	0,88	0,92	0,91	0,91	
2017-2019	0,80	1,00	0,93	0,89	0,89	0,84	0,84	
2018-2020					0,88	0,79	0,79	

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm³/l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chloro-phyll a	Gesamtphosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,74	7,93	8,87	5,30	1,48	2,69	1,34	1,60	1,78	
2008	0,81	2,86	8,15	6,58	1,56	1,42	1,24	1,26	1,37	
2009	0,52	1,50	7,05	7,08	0,99	0,67	1,08	1,15	0,97	1,37
2010	0,47	1,84	7,61	5,60	0,88	0,86	1,16	1,48	1,09	1,14
2011	0,85	3,26	8,65	4,78	1,60	1,57	1,31	1,86	1,58	1,22
2012	0,82	3,66	9,18	5,54	1,57	1,67	1,38	1,49	1,53	1,40
2013	0,43	2,46	6,83	5,52	0,79	1,20	1,05	1,50	1,13	1,41
2014	0,36	1,40	6,35	7,18	0,63	0,61	0,98	1,13	0,84	1,17
2015	0,22	1,54	6,83	6,78	0,32	0,69	1,05	1,22	0,82	0,93
2016	0,14	1,80	6,07	7,92	0,14	0,83	0,94	0,96	0,72	0,79
2017	0,20	1,84	7,08	7,44	0,28	0,86	1,08	1,07	0,82	0,79
2018	0,21	2,24	8,05	5,14	0,30	1,08	1,22	1,68	1,07	0,87
2019	0,14	1,18	7,71	6,36	0,14	0,49	1,17	1,31	0,78	0,89
2020		2,60	7,91	6,26		1,28	1,20	1,33	1,27	1,04

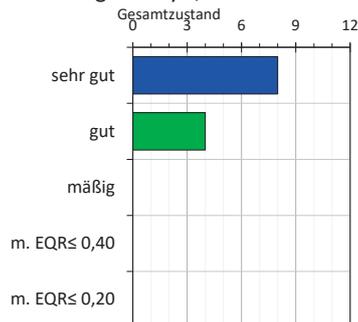
Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

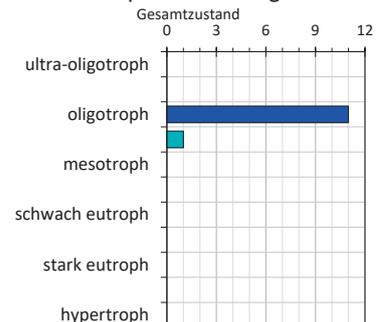
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Im Mittel lässt sich in der ökologischen Zustandsbewertung anhand biologischer Qualitätselemente, ein plötzlicher Übergang vom mittleren guten zum mittleren sehr guten Zustand, seit dem Zeitpunkt in dem Chlorophyll a in die Bewertung mit einbezogen wird, feststellen.

Es zeigen sich durchwachsene Ergebnisse bei den Jahresmittelwerten. Beim Biovolumen waren bis 2013 durchwegs gute und ab 2014 sehr gute Zustände festzustellen. Die Chlorophyll a Werte zeigen, abgesehen von einer Ausnahme 2013, sehr gute Ergebnisse. Jahresmittelwerte beim Brettum-Index zwischen nEQR 0,52 (2012) und 1,00 (2015) indizieren starke Schwankung in der Artenzusammensetzung.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der ökologische Zustand aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente bewegte sich beim Laudachsee im schwankenden Verlauf zwischen sehr gut und gut.

Wesentlich größeren Schwankungen, entsprechend einer regelmäßigen Sinuskurve, unterlag die Sichttiefe. Einer Verschlechterung in den nur mehr guten Bereich im Jahr 2012 folgte eine Verbesserung bis nahe an den Referenzzustand im Jahr 2016 und dann wieder eine Abnahme der Sichttiefe wieder in den nur mehr guten Zustand im Jahr 2020.

Eine ähnliche Sinuskurve, allerdings mit wesentlich geringerer Amplitude, ist auch bei der Phosphorkonzentration festzustellen. Dabei ist der Laudachsee immer mit sehr gut einzustufen.

Äußere Einflüsse für diese Schwankungen waren nicht zu erkennen. Am ehesten kommen Abschwemmungen nach Waldschäden durch Sturm oder Schneedruck im Einzugsgebiet als Ursache für die festgestellten Schwankungen in Frage.

## b: Trophischer Zustand

Die Trophie des Laudachsees lag im Dreijahresmittel in den Jahren 2009 bis 2013 gleichbleibend im unteren Bereich des oligotrophen Zustandes und hat sich nach einem Übergangsjahr im oberen Bereich des oligotrophen Zustandes etabliert.

Eine ähnliche Tendenz ist bei den stärker schwankenden Jahresmittelwerten zu erkennen. Hier gab es in den ersten Jahren zeitweise leichte Verschlechterungen in Richtung eines mesotrophen Zustandes, die im Dreijahresmittel aber ausgeglichen wurden.

Die Betrachtung der einzelnen Qualitätselemente macht zum Teil erhebliche Schwankungen in den Jahresverläufen sichtbar und auch recht unterschiedliche Bewertungen innerhalb eines Jahres durch die vier ausgewerteten Qualitätselemente.

Das stabilste Qualitätskriterium ist einmal mehr der Gesamtphosphor.

Sehr große Schwankungen gibt es bei Chlorophyll a. Hier war beispielsweise zwischen 2007 und 2009 ein Qualitätssprung von schwach eutroph zu fast schon ultra-oligotroph zu verzeichnen, ohne dass sich der Phosphorgehalt in einer auch nur annähernd vergleichbaren Weise geändert hätte.

Das Biovolumen hat sich ausgehend von einem Niveau im Bereich oligotroph – mesotroph in den letzten Jahren stark verbessert und bewegte sich in den Jahren 2015 bis 2019 in einem Bereich, der der Einstufung ultra-oligotroph entspricht.

Die Sichttiefe pendelt ohne erkennbaren zeitlichen Trend zwischen oligotrophem und mesotrophem Zustand hin und her, sie ist häufig das Qualitätselement mit der schlechtesten Einstufung.

Der in der Gesamtbewertung vor allem in den Dreijahresmittelwerten feststellbare Trend zur leichten Verbesserung ist in erster Linie auf die Parameter Biovolumen und Chlorophyll a zurückzuführen.

### c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand anhand biologischer Qualitätselemente weist einen leichten Verbesserungstrend auf und kann nach anfänglicher guter Einstufung als überwiegend sehr gut bewertet werden. Die phys./chem. Qualitätselemente zeigen abwechselnde Auf und Ab-Bewegungen, von nEQR-Werten im oberen guten bis hin zu hervorragenden sehr guten Messwerten. Mit einer Ausnahme erreicht der Laudachsee durchwegs ein oligotrohes Niveau.

## 3.12. Mondsee GZÜV

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahres-mittel [mm/a]
03.04.2007	RW 454128 HW 296843	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400-600 m ü.A.	Alpen-vorland N & W, Kalkvor-alpen S, Flysch O,	64,5	36	9,206 (See-ache 1977-2017)	1681 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungs-typ	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km²]	Fläche [km²]	Volu-men [Mio. m³]	Wasser-erneuerung
152	0/2/5/*(8)/10/*(12)/15/20/40/60/64	holomiktisch, monomiktisch	481	247,2	14,2	510	1,7 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		2,7	4,8	7,1
Temperatur [°C]	0-1 m	3,8	12,2	21,6
pH-Wert	0-1 m	8,1	8,3	8,4
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-1 m	301	333	354
Gesamtposphor [mg/l]	0-1 m	0,004	0,006	0,008
	66 m	0,008	0,037	0,087
	vol. gew.		7,0 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-1 m	0,000	0,001	0,001
	66m	0,001	0,004	0,009
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-66 m	0,369	0,512	0,611
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-66 m	0,001	0,022	0,023
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	9,4	10,4	11,9
	66 m	0,5	5,4	10,9
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-10 m	2,0	3,4	5,2
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2014-18)	0-20 m	0,5	0,9	1,4

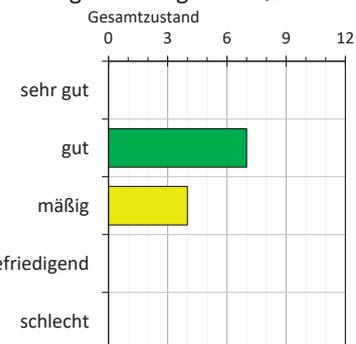
Mondsee GZÜV	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamtposphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,66	0,54		0,60	0,88	0,62	0,62	
2008-2010	0,63	0,56		0,59	0,88	0,61	0,61	
2009-2011	0,60	0,57		0,59	0,86	0,61	0,61	
2010-2012	0,57	0,59		0,58	0,86	0,60	0,60	
2011-2013	0,65	0,63		0,64	0,84	0,55	0,55	
2012-2014	0,72	0,74		0,72	0,86	0,59	0,59	
2013-2015	0,75	0,75	0,70	0,74	0,85	0,60	0,60	
2014-2016	0,74	0,76	0,72	0,74	0,86	0,62	0,62	
2015-2017	0,72	0,72	0,69	0,71	0,85	0,63	0,63	
2016-2018	0,73	0,72	0,69	0,71	0,85	0,62	0,62	
2017-2019	0,72	0,70	0,69	0,71	0,84	0,63	0,63	

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio- volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt- phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio- volumen	Chloro- phyll a	Gesamt- phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres- Mittel
2007	1,83	2,56	6,38	5,40	2,56	1,25	0,98	1,55	1,59	
2008	1,41	3,55	6,05	4,50	2,16	1,64	0,94	2,00	1,68	
2009	0,98	3,00	6,68	5,03	1,73	1,50	1,03	1,73	1,50	1,59
2010	1,36	4,31	6,58	5,15	2,11	1,83	1,01	1,68	1,66	1,61
2011	1,21	3,78	7,08	4,42	1,96	1,70	1,08	2,04	1,70	1,62
2012	0,79	2,74	6,39	4,82	1,54	1,36	0,98	1,84	1,43	1,59
2013	0,68	4,05	7,84	3,90	1,34	1,76	1,19	2,30	1,65	1,59
2014	0,32	2,31	5,88	5,26	0,54	1,12	0,91	1,62	1,05	1,38
2015	0,62	3,25	7,25	5,12	1,21	1,56	1,11	1,69	1,39	1,36
2016	0,58	3,48	7,10	4,48	1,12	1,62	1,09	2,01	1,46	1,30
2017	0,46	2,86	6,22	5,68	0,86	1,42	0,96	1,46	1,17	1,34
2018	0,62	3,21	7,70	4,87	1,20	1,55	1,17	1,81	1,43	1,36
2019	0,74	3,48	7,12	4,93	1,48	1,62	1,09	1,79	1,49	1,37

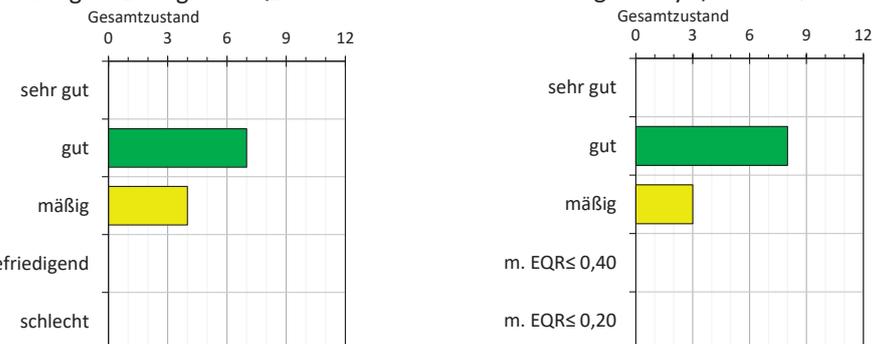
Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark eutroph	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

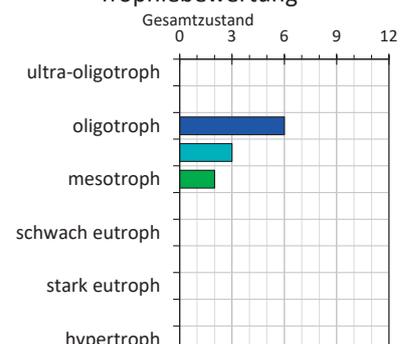
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Einen mäßigen ökologischen Zustand lässt das Biovolumen bei den vier Jahresmittelwerten von 2007, 2008, 2010 und 2011 und beim Brettum-Index in zwei Fällen von 2010 und 2011 erkennen.

Die nEQR Dreijahreswerte zwischen 2007 und 2012 befinden sich gerade noch im mäßigen Bereich, in den darauffolgenden zwei Dreijahreswerten verbessert sich der ökologische Zustand deutlich auf den mittleren guten Zustand, den der Mondsee bis zum Ende der Auswertungen aufrecht erhält. Auffällig bei den Jahresmittelwerten 2018 und 2019, ist dass diese gegenüber dem Zeitraum von 2017 und davor beinahe einen um 0,1 verringerten nEQR-Wert bei Biovolumen und Chlorophyll a aufweisen. Diese Entwicklung gilt es weiter zu beobachten.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Die Einstufung des ökologischen Zustandes aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente wird beim Mondsee ausschließlich durch die Sichttiefe bestimmt und bewegte sich abwechselnd im guten und im mäßigen Bereich.

Aufgrund des Gehaltes an P-gesamt wäre der Mondsee sowohl nach den Messungen durch die Bundesanstalt im Rahmen der GZÜV als auch nach dem ASM mit sehr gut zu bewerten.

Die Jahres- und Dreijahresmittelwerte für die Sichttiefe bewegen sich in einem sehr engen Bereich, weil dieser aber genau an der Grenze zwischen gutem und mäßigem Zustand lag, führten relativ geringe Schwankungen bereits zu unterschiedlichen Einstufungen.

Die im Zuge des Landesmessnetzes erhobenen Daten zeigen an der Stelle, an der auch von der Bundesanstalt die Proben entnommen werden, im Allgemeinen etwas bessere Werte für die Sichttiefe. Die Abweichungen sind allerdings sehr gering und lassen sich schon alleine durch die unterschiedlichen Termine und Häufigkeiten der Probenentnahmen erklären.

Die sonstigen in der QZV Ökologie Oberflächengewässer festgelegten Parameter wurden in der geforderten Bandbreite eingehalten.

## b: Trophischer Zustand

Die Trophie des Mondsees war bis 2013 im Übergangsbereich zwischen oligotroph und mesotroph und hat sich ab 2014 im oligotrophen Bereich stabilisiert.

Der Parameter P-gesamt sprach durchgehend für eine oligotrophe Einstufung, während vor allem die Sichttiefe eher einem mesotrophen Zustand zuzuordnen war. Für die Verbesserung ab 2013/2014 war in erster Linie das Biovolumen verantwortlich, bei den anderen Indikatoren war keine signifikante Veränderung zu erkennen.

Ein Vergleich der im Rahmen des ASM erhobenen Daten zeigte eine sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Bundesanstalt, obwohl Termine und Häufigkeit der Probenentnahmen nicht gleich waren. Tendenziell waren die Bewertungen durch die ASM-Daten geringfügig besser, die Unterschiede lagen aber im Bereich der Messungengenauigkeit und sind darüber hinaus allein durch die unterschiedlichen Untersuchungstermine zu erklären.

Bei den Befahrungen im Rahmen des ASM wurden auch aus der Mondseer Bucht Proben entnommen, um Aufschlüsse über die Auswirkungen der Zeller Ache und der Kläranlage zu erhalten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten eine etwas höhere Belastung, die Dreijahresmittelwerte lagen jedoch ebenfalls noch knapp im oligotrophen Bereich.

## c: Zusammenfassende Bewertung

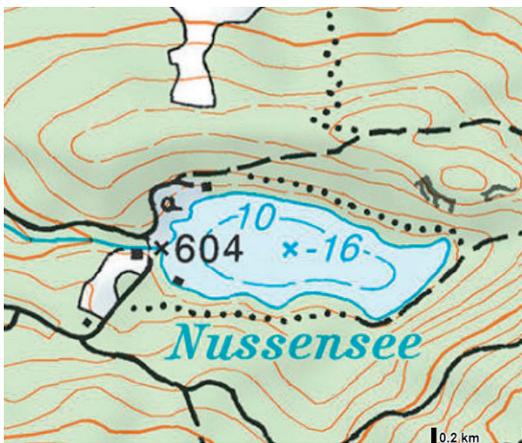
Der ökologische Zustand des Mondsees lag zwischen 2007 und 2013 sowohl nach dem biologischen als auch den physikalisch/chemischen Qualitätselementen immer im Grenzbereich zwischen gutem und mäßigem Zustand. Ab 2013 erreichte der See erstmals beim Qualitätselement Chlorophyll a knapp den guten ökologischen Zustand. Seitdem befindet sich die Einstufung der biologischen Qualitätselemente im mittleren guten ökologischen Zustand. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente sind bisher sehr konstant, knapp oberhalb der Klassengrenze zu mäßig.

Die Trophie des Mondsees bewegte sich anfangs im mesotrophen Zustand, woraufhin sich der Gesamtzustand ins oligotrophe verbesserte.

Der Mondsee wird im Rahmen der GZÜV vom Bundesinstitut Scharfling regelmäßig, ab 2009 sogar monatlich untersucht. Aus Vergleichsgründen und um auch Daten aus der Mondseer Bucht zu haben, wurden in den Jahren 2013 bis 2018 auch im Rahmen des ASM an jeweils 5 Terminen im Jahr Befahrungen durchgeführt und Proben gezogen.

## 3.13. Nussensee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHOVANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
16.04.2007	RW 467998 HW 285060	Kleine flache bis mäßig tiefe Seen 600-800m zavg < 15m	Kalkhochalpen	18	9	-	1656 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugsgebietsgröße [km²]	Fläche [km²]	Volumen [Mio. m³]	Wassererneuerung
67	0/3/6/9/12/15/18	holomitisch, monomitisch	723	2,3	0,1	0,9	0,19 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		2,9	4,5	6,02
Temperatur [°C]	0-1 m	2,2	10,4	20,6
	18 m	4,7	5,7	6,6
pH-Wert	0-1 m	7,9	8,2	8,5
	15-18 m	7,4	7,6	7,8
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-1 m	200	224	244
	15-18 m	240	270	315
Gesamtphosphor [mg/l]	0-18 m	0,005	0,011	0,016
	volumsgew.		9,3 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-18 m	0,001	0,002	0,002
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-18 m	0,500	0,822	1,200
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-18 m	0,004	0,035	0,039
DOC [mg/l]	0-18 m	2,5	3,1	3,9
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	8,8	10,5	12,1
	18 m	0,7	4,1	7,4
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-10 m	0,8	3,0	6,6
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2007-19)	0-18 m	0,2	0,5	0,7

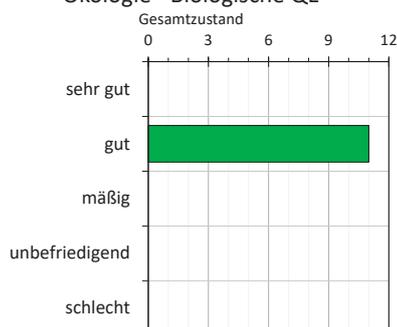
Nussensee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,64	0,67		0,65	0,88	0,62	0,62	
2008-2010	0,67	0,68		0,67	0,88	0,64	0,64	
2009-2011	0,77	0,76		0,77	0,86	0,63	0,63	
2010-2012	0,70	0,78		0,74	0,86	0,65	0,65	
2011-2013	0,67	0,84		0,74	0,85	0,65	0,65	
2012-2014	0,67	0,82		0,73	0,81	0,68	0,68	
2013-2015	0,68	0,89	0,74	0,75	0,80	0,66	0,66	
2014-2016	0,68	0,78	0,69	0,71	0,79	0,65	0,65	
2015-2017	0,69	0,86	0,78	0,76	0,83	0,64	0,64	
2016-2018	0,68	0,80	0,72	0,72	0,81	0,65	0,65	
2017-2019	0,69	0,90	0,74	0,76	0,82	0,66	0,66	
2018-2020					0,74	0,66	0,66	

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chlorophyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,44	1,18	7,55	4,10	0,81	0,49	1,15	2,20	1,16	
2008	1,76	3,08	7,83	4,16	2,51	1,52	1,19	2,17	1,85	
2009	0,52	2,36	8,32	4,34	0,99	1,14	1,26	2,08	1,37	1,46
2010	0,40	1,94	7,28	4,60	0,72	0,91	1,11	1,95	1,17	1,46
2011	0,57	2,98	9,11	3,88	1,10	1,49	1,37	2,31	1,57	1,37
2012	0,44	2,70	8,39	4,86	0,81	1,33	1,27	1,82	1,31	1,35
2013	0,19	2,42	8,33	4,66	0,26	1,18	1,26	1,92	1,15	1,34
2014	0,67	4,10	12,54	4,78	1,32	1,78	1,75	1,86	1,68	1,38
2015	0,17	2,36	8,66	4,24	0,21	1,14	1,31	2,13	1,20	1,34
2016	0,68	3,62	9,38	4,50	1,34	1,66	1,41	2,00	1,60	1,49
2017	0,31	2,04	9,21	4,44	0,52	0,97	1,39	2,03	1,23	1,34
2018	0,38	4,08	10,32	4,50	0,68	1,77	1,53	2,00	1,50	1,44
2019	0,26	2,94	8,83	4,80	0,41	1,47	1,33	1,85	1,27	1,33
2020		5,28	13,44	4,56		2,07	1,84	1,97	1,96	1,57

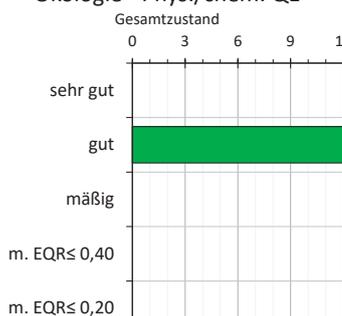
Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig*	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

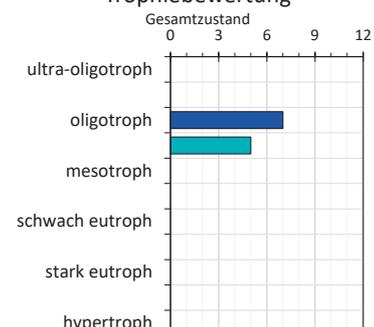
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der Ökologische Zustand war aufgrund der biologischen Qualitätselemente durchwegs gut mit leichter Tendenz zur Verbesserung. Einmalig konnte ein nur mäßiger Zustand im Einzeljahr 2008 bestimmt werden. Ein Trend zur Verbesserung zeigt sich signifikant beim nEQR-Biovolumen und in einer deutlich schwächeren aber trotzdem erkennbaren Weise beim nEQR-Brettum-Index. Chlorophyll a schwankt beim Dreijahresmittelwert seit Messbeginn geringfügig und gleichmäßig um den Ursprungswert.

Die extremen Spiegelschwankungen über den Jahresverlauf sind natürlichen Ursprungs und verursachen teils große Schwankungen der nEQR-Jahreswerte.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente befand sich der Nussensee im Berichtszeitraum in einem guten ökologischen Zustand.

Für die Einstufung maßgeblich ist immer die Sichttiefe, weil diese vermutlich auch im Allgemeinen infolge der starken Wasserspiegelschwankungen relativ gering ist.

Von den Phosphorkonzentrationen her wäre zumindest zeitweise eine bessere Bewertung gerechtfertigt. Bei den übrigen in der QZV Ökologie Oberflächengewässer festgelegten Parametern wurden die vorgegebenen Bandbreiten eingehalten.

Ein zeitlicher Trend ist bei der Sichttiefe nicht festzustellen. Der Phosphorgehalt steigt kontinuierlich geringfügig an, wodurch 2020 der ökologische Zustand auch nur mehr mit gut zu bewerten war.

## b: Trophischer Zustand

Im Dreijahresmittel bewegte sich die Trophie des Nussensees innerhalb einer sehr engen Bandbreite von 0,23 im oligotrophen und im Grenzbereich zum mesotrophen Bereich.

Von den naturgemäß stärker streuenden Jahresmittelwerten her gab es Jahre, in denen der Nussensee deutlich im oligotrophen und dann wieder genauso deutlich im mesotrophen Bereich lag. Ein zeitlicher Trend ist weder anhand der Jahres- noch der Dreijahresmittelwerte ablesbar.

Im Vergleich zu anderen Seen waren auch die annähernd volumsgewichteten Jahresmittelwerte für die Gesamtposphorkonzentration erheblichen Schwankungen unterworfen, die aber nicht immer eine Korrelation mit den der Biologie nahestehenden Qualitätselementen Biovolumen und Chlorophyll a zeigten.

Das dürfte auch die verhältnismäßig großen Unterschiede bei den Phosphorkonzentrationen erklären, weil nennenswerte Abwassereinleitungen als Ursache dafür ausscheiden.

Aufgrund der starken Spiegelschwankung ist die Sichttiefe der Parameter, durch den die Trophie am schlechtesten bewertet wird. Diese verhält sich jedoch relativ konstant und ist in erster Linie dafür verantwortlich, dass der Nussensee nicht jedes Jahr als oligotroph eingestuft wird.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Eine Besonderheit des Nussensees sind seine natürlich bedingten enormen Schwankungen des Wasserspiegels. Die Wassertiefe betrug bei den zwischen 2007 und 2020 durchgeführten Untersuchungen zwischen 6,8 m (21.11.2018) und 19 m (28.04.2015) bei Höchststand. Dies hat natürlich einen enormen Einfluss auf die verschiedenen Qualitätselemente.

Der ökologische Zustand des Nussensees ergibt sowohl bei den biologischen als auch bei phys./chem. Qualitätselementen einen soliden guten Zustand, ohne erkennbaren Trend zur Verbesserung bzw. zur Verschlechterung. Die Trophie des Nussensees lag immer knapp an der Grenze zwischen „oligotroph“ und „oligotroph bis mesotroph“, würde man die Trophie allein aufgrund der Zusammensetzung des Phytoplanktons (Brettum-Index) beurteilen, wäre sie durchwegs im Bereich „oligotroph bis mesotroph“.

Die biologischen Indikatoren und die Sichttiefe zeichnen beim Nussensee immer ein etwas schlechteres Zustandsbild als es aufgrund der relativ niedrigen Phosphorgehalte zu erwarten wäre. Ein Zusammenhang dieses Umstandes mit den immer wieder auftretenden starken Spiegelschwankungen des Nussensees ist durchaus möglich. Es kann damit verbunden zu starker Mobilisierung von nährstoffreichen Sedimenten kommen, die bei den Intervallen der chemisch/physikalischen Untersuchungen kaum auffällt, insgesamt aber zur Bildung eines „eutrophen“ Phytoplanktons führt. Gleichzeitig mobilisierte mineralische Partikel können zudem die Sichttiefe beeinflussen. Anthropogene Einflüsse von wesentlicher Bedeutung für den ökologischen und trophischen Zustand des Nussensees sind aufgrund der Lage und der geringen Besiedelung der Umgebung nicht wahrscheinlich.

## 3.14. Offensee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Nieder-schlag Jahres-mittel [mm/a]
10.09.2007	RW 487900 HW 290650	Große flache bis mäßig tiefe Seen der Kalkvoralpen 600-800 m ü.A., zAvg > 15 m	Kalkhochalpen	38	19	-	2003 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs- gebiets- gröÙe [km <sup>2</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volu- men [Mio. m <sup>3</sup> ]	Wasser- erneuerung
67	0/3/6/9/12/15/ 20/30/38	holomiktisch, dimiktisch	649	20,61	0,55	10,5	0,49 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		6,9	10,2	13,6
Temperatur [°C]	0-1 m	3,1	10,1	19,2
	38 m	4,3	5,2	6,0
pH-Wert	0-1 m	7,95	8,2	8,45
	38 m	7,45	7,7	8,02
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-38 m	260	272	280
Gesamtphosphor [mg/l]	0-38 m	0,003	0,006	0,008
	vol.gew.		5,1 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-38 m	0,001	0,001	0,001
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-38 m	0,500	0,659	0,800
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-38 m	0,004	0,018	0,025
DOC [mg/l]	0-38 m	0,9	1,0	1,2
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	9,0	10,1	11,0
	38 m	0,6	5,6	10,0
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-10 m	0,7	1,4	2,4
Biovolumen-PHP [mm <sup>3</sup> /L] (2007-19)	0-20 m	0,2	0,3	0,5

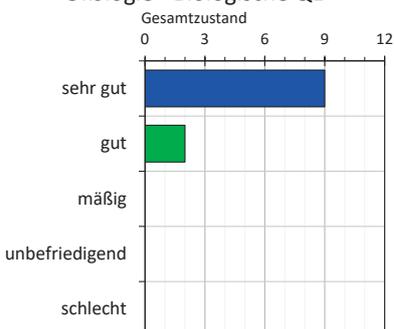
Offensee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...								
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)					Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt		Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,73	0,85		0,79		2007-2009	1,00	1,00	1,00
2008-2010	0,76	0,83		0,79		2008-2010	0,99	1,00	0,99
2009-2011	0,92	0,78		0,85		2009-2011	0,91	1,00	0,91
2010-2012	0,94	0,76		0,85		2010-2012	0,92	1,00	0,92
2011-2013	0,94	0,83		0,88		2011-2013	0,95	1,00	0,95
2012-2014	0,95	0,85		0,92		2012-2014	1,00	1,00	1,00
2013-2015	0,93	0,92	1,00	0,94		2013-2015	1,00	1,00	1,00
2014-2016	0,95	0,92	1,00	0,96		2014-2016	1,00	1,00	1,00
2015-2017	0,88	1,00	1,00	0,94		2015-2017	1,00	1,00	1,00
2016-2018	0,88	1,00	1,00	0,94		2016-2018	0,96	1,00	0,96
2017-2019	0,89	1,00	1,00	0,94		2017-2019	0,97	1,00	0,97
2018-2020						2018-2020	0,98	1,00	0,98

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chlorophyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,31	0,56	5,21	8,10	0,52	0,15	0,82	0,92	0,60	
2008	0,33	1,06	3,48	11,70	0,57	0,42	0,57	0,12	0,42	
2009	0,36	1,38	5,81	9,88	0,63	0,60	0,90	0,53	0,67	0,56
2010	0,39	1,78	5,90	8,64	0,70	0,82	0,91	0,80	0,81	0,63
2011	0,64	1,95	6,23	9,58	1,26	0,92	0,96	0,59	0,93	0,80
2012	0,45	1,54	5,43	10,12	0,83	0,69	0,85	0,47	0,71	0,82
2013	0,13	1,14	4,97	9,64	0,12	0,47	0,78	0,58	0,49	0,71
2014	0,46	1,54	4,33	11,64	0,86	0,69	0,69	0,14	0,59	0,60
2015	0,19	1,30	3,93	10,94	0,26	0,56	0,63	0,29	0,43	0,50
2016	0,20	1,14	4,90	10,26	0,28	0,47	0,77	0,44	0,49	0,51
2017	0,21	1,54	5,51	11,34	0,30	0,69	0,86	0,20	0,51	0,48
2018	0,19	1,34	5,85	11,30	0,26	0,58	0,91	0,21	0,49	0,50
2019	0,21	1,42	4,64	11,30	0,30	0,62	0,73	0,21	0,47	0,49
2020		1,38	5,10	7,42		0,60	0,80	1,07	0,82	0,59

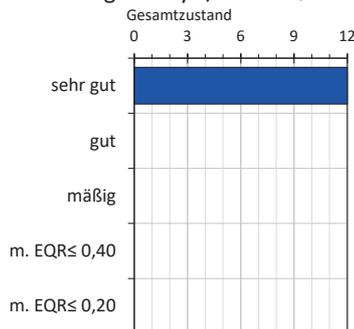
Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig*	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

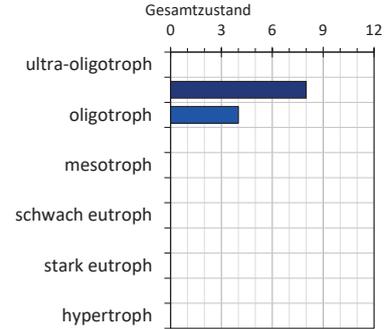
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Abgesehen von einzelnen guten Jahresmittelwerten zeigt der Offensee durchwegs einen sehr guten ökologischen Zustand, aufgrund biologischer Qualitätselemente, mit leichter Tendenz zur Verbesserung. Beim nEQR-Biovolumen folgt auf einen geringfügigen Verschlechterungstrend wieder eine klare Tendenz der Verbesserung, wobei schlussendlich in drei Fällen der Referenzwert im Dreijahresmittel überschritten wurde. Die nEQR-Chlorophyll a Werte sind seit Messbeginn oberhalb des Referenzwertes und pendeln im Jahresmittel zwischen 1,14 und 1,5.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der Ökologische Zustand des Offensees war von 2007 bis 2020 aufgrund der physikalisch-chemischen Qualitätselemente durchwegs sehr gut.

Die Dreijahresmittelwerte für die Sichttiefe waren ohne Ausnahme besser als der Referenzwert, aber auch die Werte für P-gesamt lagen, wenn auch nur unwesentlich, über dem Referenzwert.

Eine zeitliche Entwicklung ist nicht zu erkennen, der ökologische Zustand ist auf hohem Niveau stabil.

## b: Trophischer Zustand

Der Offensee war von 2007 bis 2020 durchwegs in einem oligotrophen, in den Jahren 2014 bis 2019, sogar mit leichter Tendenz zu einem ultra-oligotrophen Zustand.

Von den einzelnen Qualitätselementen her sprechen die Konzentrationen an P-gesamt für eine Einstufung im rein oligotrophen Bereich, während die Qualitätselemente Biovolumen und Sichttiefe sogar zeitweise eine Einstufung im ultra-oligotrophen Bereich rechtfertigen würden. Die Einstufung aufgrund der Konzentrationen an Chlorophyll a lag in den meisten Jahren zwischen ultra-oligotroph und oligotroph.

Auffällig war ein verhältnismäßig niedriger Jahresmittelwert für die Sichttiefe im Jahr 2020. Der Blick auf die Einzelwerte zeigt besonders niedrige Werte bei den Untersuchungen im Februar und im September, während die anderen Werte im normalen Bereich lagen.

Bei den sonstigen Analysenwerten waren lediglich die Werte für P-gesamt im September 2020 in 9 bis 15 m Tiefe etwas erhöht, was auf Einträge durch ein länger zurückliegendes Starkregenereignis hindeuten könnte.

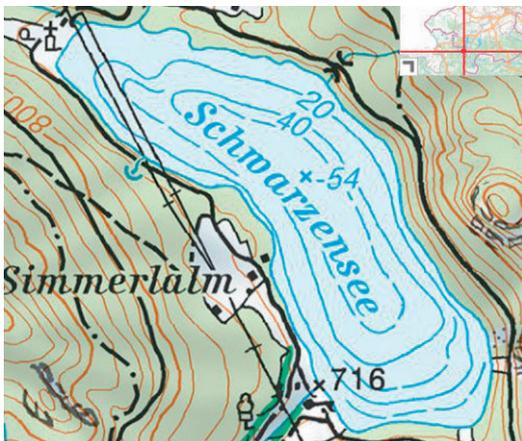
Die Gesamtbewertung des Offensees für das Jahr 2020 wird durch den ungewöhnlich niedrigen Jahresmittelwert für die Sichttiefe nur unwesentlich beeinflusst, wobei man auch berücksichtigen muss, dass der Wert für das Biovolumen für 2020 noch nicht vorlag und daher nicht in die Bewertung eingeflossen ist.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Offensees war zwischen 2007 und 2012 jeweils im Dreijahresmittel durchwegs mit sehr gut zu bewerten. Einzelne geringfügige Überschreitungen der Klassengrenze ins Gut wurden ebenso festgestellt. Die beiden knapp nicht mehr sehr guten Bewertungen 2007-2009 und 2008-2010 aufgrund der Phytoplanktonzusammensetzung kommen ausschließlich durch den extrem niedrigen Brettum-Wert des Jahres 2008 zu Stande. Die phys./chem. Qualitätselemente entsprechen quasi den Referenzbedingungen. Der Offensee war im Beobachtungszeitraum im Dreijahresmittel durchwegs oligotroph mit leichter Tendenz zu weiterer Verbesserung.

## 3.15. Schwarzensee

Erstuntersuchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHOVANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
26.09.2007	RW 462324 HW 290505	Große flache bis mäßig tiefe Seen der Kalkvoralpen 600-800 m ü.A., zAvg > 15 m	Kalkhochalpen	54	27,1	-	1748 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugsgebietsgröße [km²]	Fläche [km²]	Volumen [Mio. m³]	Wassererneuerung
67	0/3/6/9/12/15/20/40/54	holomiktisch, monomiktisch	716	8,6	0,48	13,0	1,37 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		4,0	6,6	9,1
Temperatur [°C]	0-1 m	2,3	10,2	19,2
	54 m	4,2	4,3	4,4
pH-Wert	0-1 m	8,0	8,2	8,5
	54 m	7,4	7,5	7,6
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-54 m	260	273	285
Gesamtphosphor [mg/l]	0-1 m	0,003	0,005	0,006
	54 m	0,010	0,029	0,064
	vol. gew.		5,4 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-54 m	0,001	0,003	0,003
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-54 m	0,200	0,554	0,800
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-54 m	0,004	0,025	0,041
DOC [mg/l]	0-54 m	2,0	2,3	2,7
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	8,9	9,8	10,7
	54 m	0,3	0,8	1,3
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-10 m	0,3	1,1	2,0
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2007-19)	0-20 m	0,1	0,2	0,3

Schwarzen-see ASM	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,87	0,91		0,89	2007-2009	0,99	0,82	0,82
2008-2010	0,83	0,91		0,87	2008-2010	0,92	0,81	0,81
2009-2011	0,80	0,90		0,85	2009-2011	0,91	0,76	0,76
2010-2012	0,73	0,90		0,82	2010-2012	0,94	0,77	0,77
2011-2013	0,73	0,93		0,83	2011-2013	0,97	0,74	0,74
2012-2014	0,76	0,96		0,86	2012-2014	1,00	0,77	0,77
2013-2015	0,84	0,94	1,00	0,91	2013-2015	1,00	0,75	0,75
2014-2016	0,87	0,94	1,00	0,92	2014-2016	1,00	0,77	0,77
2015-2017	0,91	0,96	1,00	0,95	2015-2017	1,00	0,77	0,77
2016-2018	0,91	1,00	0,98	0,95	2016-2018	1,00	0,72	0,72
2017-2019	0,85	0,99	0,98	0,92	2017-2019	0,95	0,71	0,71
2018-2020					2018-2020	0,89	0,66	0,66

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm³/l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chlorophyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,15	0,88	4,08	7,53	0,17	0,32	0,65	1,05	0,55	
2008	0,12	0,66	5,58	7,40	0,10	0,20	0,87	1,08	0,56	
2009	0,23	0,54	5,61	7,14	0,34	0,13	0,87	1,14	0,62	0,58
2010	0,24	0,84	6,24	7,22	0,37	0,30	0,96	1,12	0,69	0,62
2011	0,28	1,02	6,06	5,80	0,46	0,40	0,94	1,43	0,81	0,70
2012	0,24	1,02	4,53	7,44	0,37	0,40	0,72	1,07	0,64	0,71
2013	0,05	0,73	5,40	6,08	0,00	0,24	0,84	1,37	0,61	0,69
2014	0,27	0,96	3,57	7,14	0,43	0,37	0,58	1,14	0,63	0,63
2015	0,34	1,05	3,79	6,43	0,59	0,42	0,61	1,29	0,73	0,66
2016	0,20	0,80	3,79	6,94	0,28	0,28	0,61	1,18	0,59	0,65
2017	0,13	1,20	4,31	7,00	0,12	0,50	0,69	1,17	0,62	0,64
2018	0,25	1,86	5,40	4,60	0,39	0,87	0,84	1,95	1,01	0,74
2019	0,26	1,30	6,73	6,82	0,41	0,56	1,03	1,21	0,80	0,81
2020		1,94	6,75	5,10		0,91	1,04	1,70	1,22	1,01

**Legende**

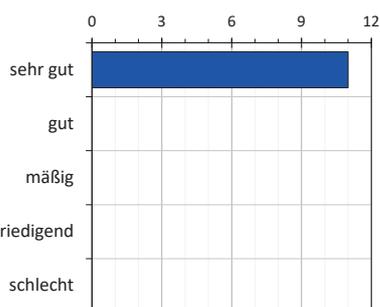
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig*	0,40 – 0,60
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

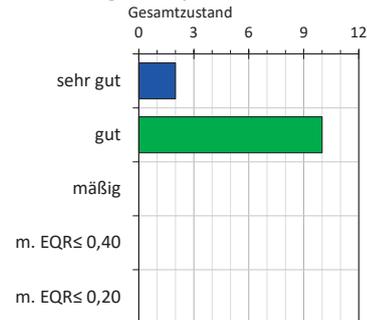
**Trophiebewertung**

<0,40001	ultra-oligotroph	
0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
0,60001-1,4	oligotroph	
1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
1,60001-2,4	mesotroph	
2,40001-2,6	mesotroph - schwach	
2,60001-3,4	schwach eutroph	
3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
3,60001-4,4	stark eutroph	
4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
>4,60001	hypertroph	

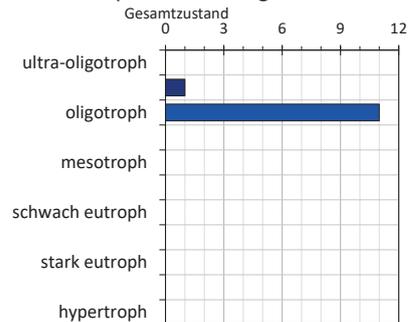
Ökologie - Biologische QE Gesamtzustand



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Aufgrund der biologischen Qualitätselemente (Phytoplankton) war der ökologische Zustand des Schwarzensees in den Dreijahresmittelwerten stets sehr gut, zwischenzeitlich mit einem leichten Trend zur Verschlechterung. Mit Ausnahme des Jahres 2011 waren auch die einzelnen Jahresmittelwerte im sehr guten Bereich. Das Biovolumen des Phytoplanktons war weitgehend konstant. Das Biovolumen befindet sich in den letzten Jahren und das Chlorophyll a seit Messbeginn im Referenzniveau. Der Brettum-Index ist erheblichen Schwankungen unterworfen.

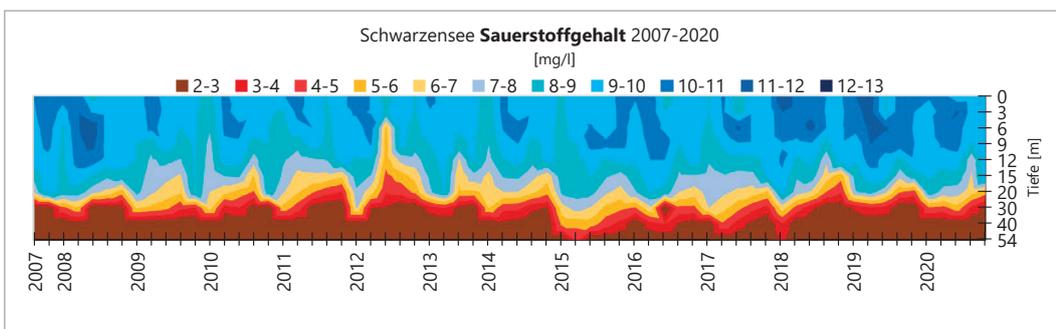
## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

In den ersten Jahren befand sich der Schwarzensee aufgrund chemisch-physikalischen Qualitätselemente in einem sehr guten ökologischen Zustand, in weiterer Folge hat sich dieser leicht verschlechtert und ist seitdem nur mehr mit gut zu bewerten.

Die Einstufung durch die beiden rechnerisch ausgewerteten Qualitätselemente ist sehr unterschiedlich. Während die Phosphorkonzentrationen zumeist in der Nähe des Referenzwertes lagen, nimmt die Sichttiefe langfristig gesehen kontinuierlich leicht ab und lag zuletzt eher schon im unteren Bereich des guten Zustandes.

Wie auch im Kapitel Trophie ausgeführt, kann die verhältnismäßig geringe Sichttiefe mit den erheblichen Spiegelschwankungen aufgrund des Kraftwerksbetriebes zusammenhängen. Vermutlich spielen auch geringe Mengen unlöslicher Mangan-Verbindungen eine Rolle.

Der Schwarzensee neigt zur Meromixie. Die Auswertung erfolgte anhand eines volumsgewichteten Gesamtphosphor, von der gesamten Wassersäule, einschließlich dem nicht regelmäßig durchmischten Teil (Monimolimnion). Dieses Qualitätselement führt ohnehin zu einer sehr guten Einstufung nahe des Referenzzustandes.



## b: Trophischer Zustand

Die Trophie des Schwarzensees lag mit Ausnahme des Dreijahresmittelwertes 2007-2009 durchwegs im oligotrophen Bereich. Die leichte Tendenz zur Verschlechterung ist bei allen Parametern mit Ausnahme des Biovolumens zu bemerken.

Im Dreijahresmittel 2007-2009 war der Schwarzensee noch mit ultra-oligotroph – oligotroph einzustufen, seitdem hat sich die Trophie gleichmäßig leicht verschlechtert und er befand sich zuletzt in der Mitte des oligotrophen Zustandes.

Das Qualitätselement mit der schlechtesten Einstufung ist in allen Jahren die Sichttiefe, was ähnlich wie beim Nussensee mit den starken Spiegelschwankungen in Verbindung gebracht werden kann.

Eine weitere Ursache für die relativ geringe Sichttiefe bei gleichzeitig niedrigen Werten für Chlorophyll a und Biovolumen könnte in einem höheren Gehalt an unlöslichen Mangan-Verbindungen liegen. Hohe Mangan-Gehalte wurden bei einer Untersuchung des Sedimentes festgestellt, ob das auch auf das Epilimnion zutrifft und einen Einfluss auf die Sichttiefe hat, müsste noch genauer untersucht werden.

### c: Zusammenfassende Bewertung

Bei den biologischen Qualitätselementen wurden die guten Dreijahresmittel beim Brettum-Index zwischen 2010 und 2014, im Gesamtmittelwert durch die sehr guten Ergebnisse beim Biovolumen zu einem sehr guten Ergebnis kompensiert. Vor allem Biovolumen und Chlorophyll a entsprechen weitgehend den Referenzbedingungen. Bei den phys./chem. Qualitätselementen liefert entsprechend dem Gewässernamen die Sichttiefe die zurückhaltenden Ergebnisse. Dabei lässt sich im Ansatz ein leichter Abwärtstrend feststellen. Die Nährstoffkonzentration entspricht der Seentypologie. Von der Nährstoffbelastung kann der Schwarzensee über den gesamten Zeitraum als oligotroph angesehen werden. Allerdings macht sich sowohl beim ökologischen Zustand als auch bei der Bewertung der Trophie ein leichter Trend zur Verschlechterung bemerkbar.

## 3.16. Seeleitensee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
12.09.2007	RW 422848 HW 324572	Vorlandsee	Alpenvorland	54	2,1	4,27	1068 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungs-typ	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km <sup>2</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volu-men [Mio. m <sup>3</sup> ]	Wasser-erneuerung
67	0/2	holomiktisch, polymiktisch	425	69,9	0,1	0,11	4,25 Tage



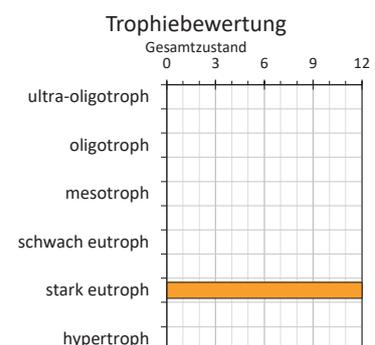
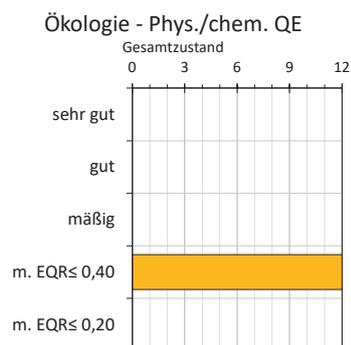
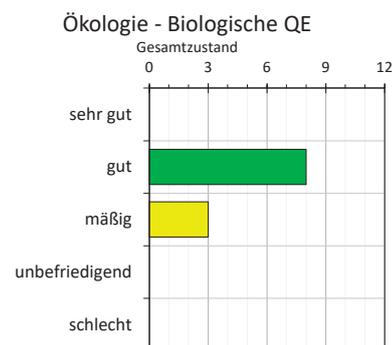
Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		0,9	1,5	2,3
Temperatur [°C]	0-2 m	3,1	10,7	20,1
pH-Wert	0-2 m	7,7	7,9	8,2
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-2 m	480	551	615
Gesamtphosphor [mg/l]	0-2 m	0,020	0,048	0,081
	volumsgew.		45,3µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-2 m	0,001	0,005	0,012
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-2 m	0,450	1,532	2,550
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-2 m	0,017	0,076	0,155
DOC [mg/l]	0-2 m	3,7	4,7	5,9
Sauerstoff [mg/l]	0-2 m	6,6	10,4	13,3
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	2 m	1,9	14,3	30,0
Biovolumen-PHP [mm <sup>3</sup> /L] (2007-19)	0-2 m	1,2	2,6	4,4

Seeleiten-see ASM	Ökologischer Zustand							
	anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt		Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt
2007-2009	0,68	0,66		0,67	2007-2009	0,24	0,30	0,24
2008-2010	0,71	0,64		0,67	2008-2010	0,36	0,21	0,21
2009-2011	0,69	0,64		0,67	2009-2011	0,33	0,22	0,22
2010-2012	0,67	0,65		0,66	2010-2012	0,31	0,22	0,22
2011-2013	0,62	0,64		0,62	2011-2013	0,32	0,22	0,22
2012-2014	0,52	0,58		0,52	2012-2014	0,34	0,25	0,25
2013-2015	0,54	0,52	0,35	0,49	2013-2015	0,32	0,27	0,27
2014-2016	0,66	0,52	0,32	0,54	2014-2016	0,31	0,29	0,29
2015-2017	0,74	0,59	0,37	0,61	2015-2017	0,32	0,30	0,30
2016-2018	0,71	0,63	0,43	0,62	2016-2018	0,38	0,30	0,30
2017-2019	0,66	0,72	0,44	0,62	2017-2019	0,36	0,34	0,34
2018-2020					2018-2020	0,34	0,34	0,34

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>2</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chlorophyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	1,07	1,30	98,57	2,50	1,82	0,56	5,00	3,50	2,72	
2008	2,28	14,04	40,48	1,00	2,92	3,76	4,02	5,00	3,93	
2009	3,44	15,30	41,93	1,09	3,72	3,91	4,10	5,00	4,18	3,61
2010	1,53	9,42	37,05	1,14	2,28	2,98	3,85	5,00	3,53	3,88
2011	2,23	8,80	49,62	1,15	2,88	2,86	4,48	5,00	3,81	3,84
2012	2,99	13,56	50,70	1,10	3,49	3,70	4,54	5,00	4,18	3,84
2013	1,60	9,82	35,15	1,18	2,35	3,06	3,76	5,00	3,54	3,84
2014	4,59	19,30	40,72	1,57	4,30	4,41	4,04	5,00	4,44	4,05
2015	6,97	24,06	58,50	1,46	5,00	5,00	4,93	5,00	4,98	4,32
2016	1,64	12,28	38,81	1,42	2,39	3,54	3,94	5,00	3,72	4,38
2017	1,77	12,88	36,70	1,66	2,52	3,61	3,84	5,00	3,74	4,15
2018	3,27	13,30	38,39	1,56	3,64	3,66	3,92	5,00	4,05	3,84
2019	0,77	11,50	42,72	1,96	1,52	3,40	4,14	4,58	3,41	3,73
2020		22,59	46,09	1,76		4,82	4,30	4,98	4,70	4,06

Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand Biologie [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand Phys./chem. [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig*	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach eutroph	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Aufgrund der biologischen Indikatoren (Phytoplankton) errechnet sich für den Seeleitensee anfangs jeweils ein guter ökologischer Zustand ohne feststellbare Tendenz zur Verbesserung oder Verschlechterung. Zwischenzeitlich erfolgte ein kurzer Abwärtstrend der sich jedoch nach wenigen Jahren auf das ursprüngliche Niveau verbessert hat. Das Chlorophyll a zeigt einen leichten Verbesserungstrend, dies jedoch an der Klassengrenze zwischen unbefriedigend und mäßig. Bei weitgehend konstanten Gesamtphosphor-Konzentrationen und einer mittleren Wassererneuerung von 4,25 Tagen ist möglicherweise die Zeitspanne zu kurz, sodass sich kein adäquates Phytoplanktongleichgewicht ausbilden kann.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente befand sich der Seeleitensee im gesamten Untersuchungszeitraum in einem mäßigen ökologischen Zustand. Wie auf Abbildung 24 (Seite 129) zu erkennen, handelt es sich bei der Bewertung, rein qualitativ betrachtet, um die größte festgestellte Abweichung vom Referenzzustand. Würde man das gleiche Zahlenschema anwenden, wie es bei der Bewertung des ökologischen Zustandes aufgrund der biologischen Qualitätselemente (Phytoplankton) der Fall ist, müsste man den Seeleitensee mit unbefriedigend einstufen.

Infolge einer stetigen leichten Zunahme der Sichttiefe verbessert sich die Gesamtbewertung kontinuierlich im gleichen Ausmaß, die Werte für P-gesamt sind im Berichtszeitraum ziemlich konstant.

## b: Trophischer Zustand

Der Seeleitensee befand sich, wenn man die Dreijahresmittelwerte heranzieht, im Untersuchungszeitraum sehr konstant in einem stark eutrophen Zustand.

Die Qualitätselemente mit der konstantesten Aussage waren P-gesamt und Sichttiefe, während das Biovolumen und die Konzentration an Chlorophyll a extremen Schwankungen unterworfen waren. Von oligotroph bis hypertroph sind bei diesen beiden Parametern alle Jahresbewertungen vorgekommen.

Die Ursache dafür liegt sicher in der sehr kurzen Aufenthaltszeit des Wassers im See und in dem verhältnismäßig starken Zufluss. Bei erhöhter Wasserführung des Saggrabenbaches werden Algenblüten rasch aus dem See ausgeschwemmt, andererseits aber Phosphor eingetragen und die Sichttiefe verringert. Für die geringe Sichttiefe ist sicher auch die geringe Gesamttiefe verantwortlich, weil bei jedem Zirkulationsvorgang durch Wind, Temperatur oder den Zufluss bedingt Feinanteile vom Seegrund mobilisiert werden. Eine Sichttiefe bis zum Grund wurde nur in äußerst seltenen Einzelfällen vorgefunden.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Seeleitensees wird durch die biologischen Qualitätselemente großteils mit gut und durch die physikalisch/chemischen Parameter mit mäßig bewertet. Die Diskrepanz zwischen diesen Bewertungsergebnissen ist aber wesentlich größer, als es der bloße Unterschied zwischen gut und mäßig erahnen lässt. Auch bei der Trophiebewertung ist die Aussage der verschiedenen Indikatoren recht zwiespältig. Im Mittel errechnet sich in allen Triennien ein stark eutropher Zustand.

## 3.17. Traunsee GZÜV

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahres-mittel [mm/a]
20.03.2007	RW 485212 HW 310608	Große, tiefe Seen der Nördlichen Kalkalpen 400-600 m ü.A.	Kalkhoch-alpen	191	95	69,4	1471 (Altmünster 1998-2017)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungs-typ	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km²]	Fläche [km²]	Volumen [Mio. m³]	Wasser-erneuerung
56	0/2/5/*(8)/10/*(12)/15/20/40/60/80/100/120/140/160/180/191	seit 2018 wieder holomiktisch, monomiktisch	422	1417	24,4	2.302,0	1,04 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		3,9	6,4	9,2
Temperatur [°C]	0-1 m	4,8	12,2	18,8
pH-Wert	0-1 m	8,09	8,3	8,52
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-1 m	246	272	309
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm] (2007-2015)	80-190 m	415	568	719
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm] (2016-2020)	80-190 m	296	339	403
Gesamtposphor [mg/l]	0-190 m	0,002	0,004	0,005
	volumsgew.		4,1 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-190 m	0,001	0,002	0,005
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-190 m	0,531	0,646	0,756
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-190 m	0,001	0,003	0,007
Chlorid [mg/l] (2007-2010)	185-190 m	113,4	127,4	139,8
Chlorid [mg/l] (2015-2020)	185-190 m	12,0	27,3	45,4
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	9,6	10,4	11,5
Sauerstoff [mg/l] (2007 -2018)	185-190 m	2,2	3,3	5,2
Sauerstoff [mg/l] (2018 -2020)	185-190 m	5,6	6,9	7,9
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-12 m	0,7	1,4	2,2
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2007-19)	0-12 m	0,1	0,3	0,6

Traunsee GZÜV	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamt- phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,63	0,91		0,77	1,00		1,00	1,00
2008-2010	0,61	0,86		0,73	0,97		0,97	0,97
2009-2011	0,63	0,83		0,73	0,95		0,95	0,95
2010-2012	0,66	0,82		0,74	0,97		0,97	0,97
2011-2013	0,69	0,90		0,80	0,98		0,98	0,98
2012-2014	0,76	0,96		0,86	1,00		1,00	1,00
2013-2015	0,78	1,00	1,00	0,89	1,00		1,00	1,00
2014-2016	0,86	1,00	1,00	0,93	1,00		1,00	1,00
2015-2017	0,87	1,00	1,00	0,93	1,00		1,00	1,00
2016-2018	0,84	1,00	1,00	0,92	1,00		1,00	1,00
2017-2019					1,00		1,00	1,00

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio- volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt- phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio- volumen	Chlorophyll a	Gesamt- phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,10	0,54	4,33	6,92	0,06	0,13	0,69	1,19	0,52	
2008	0,10	0,90	4,22	8,45	0,06	0,33	0,67	0,84	0,48	
2009	0,21	0,95	5,71	6,58	0,30	0,36	0,89	1,26	0,70	0,56
2010	0,40	0,78	5,86	7,68	0,72	0,27	0,91	1,01	0,73	0,64
2011	0,28	1,36	4,83	6,80	0,46	0,59	0,76	1,21	0,75	0,73
2012	0,23	1,04	5,10	7,30	0,34	0,41	0,80	1,10	0,66	0,72
2013	0,05	0,84	5,70	5,20	0,00	0,30	0,89	1,65	0,71	0,71
2014	0,12	0,92	4,25	7,50	0,10	0,34	0,68	1,06	0,54	0,64
2015	0,11	0,88	3,99	7,52	0,08	0,32	0,64	1,05	0,52	0,59
2016	0,10	0,94	3,94	5,90	0,06	0,36	0,63	1,41	0,61	0,56
2017	0,10	0,92	4,23	7,78	0,06	0,34	0,68	0,99	0,52	0,55
2018	0,14	1,32	3,54	6,42	0,14	0,57	0,58	1,30	0,65	0,59
2019		0,30	4,63	6,00		0,00	0,73	1,39	0,71	0,62

**Legende**

Ökologischer Zustand Biologie [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand Phys./chem. [nEQRgesamt]	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig*	0,40 – 0,60
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20

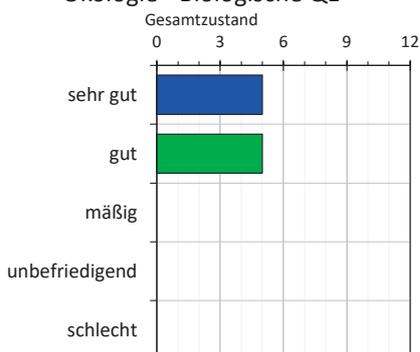
**Anmerkung:** QE Sichttiefe nach QZV Ökologie für Hallstättersee nicht anwendbar

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

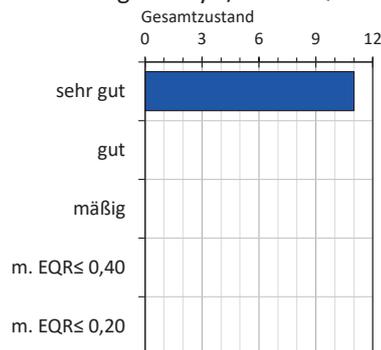
**Trophiebewertung**

<0,40001	ultra-oligotroph	
0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
0,60001-1,4	oligotroph	
1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
1,60001-2,4	mesotroph	
2,40001-2,6	mesotroph - schwach	
2,60001-3,4	schwach eutroph	
3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
3,60001-4,4	stark eutroph	
4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
>4,60001	hypertroph	

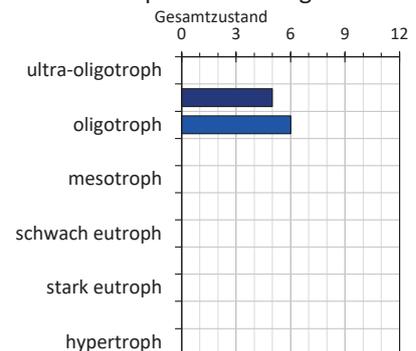
Ökologie - Biologische QE



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Der Traunsee befindet sich mittlerweile trotz kleinerer Qualitätssprünge im mittleren bis unteren sehr guten ökologischen Zustand.

Das Biovolumen hat sich klar verbessert vom mittleren guten zum oberen sehr guten Zustand. Das Chlorophyll a befindet sich quasi deckungsgleich dem Referenzniveau. Vor allem der Brettum-Index unterliegt im Jahresmittel klassenübergreifenden Schwankungen (nEQR-B.I.: 2010: 0,56 & 2013: 0,98). Der Brettum-Index insgesamt hatte sich schon in fast so ausgeprägter Form wie das Biovolumen verbessert. Daraufhin wurde jedoch wieder eine geringfügige Verschlechterung auf das ursprüngliche Niveau zu Messbeginn festgestellt.

Bei den Untersuchungen im Rahmen des ASM wurde im Sommer 2010 eine Massenentwicklung von Kieselalgen festgestellt. Diese wurde möglicherweise ausgelöst durch ein erhöhtes Angebot an Kieselsäure, in Folge der Verklappung großer Mengen von tonig-sandigem Material, im Zuge der Sanierung des Gschlifgrabens.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der ökologische Zustand des Traunsees war aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente im gesamten Berichtszeitraum mit sehr gut zu bezeichnen.

Das Qualitätselement Sichttiefe ist gemäß Anlage L zur QZV Ökologie Oberflächengewässer beim Traunsee nicht anzuwenden. Die sonstigen Parameter der Anlage L waren mit Ausnahme der geforderten Sauerstoffsättigung von > 70% im Hypolimnion eingehalten.

Die Forderung einer hypolimnischen Sauerstoffsättigung von mindestens 70% gilt allerdings nur für holomiktische Seen. Da die Zirkulation durch die hohen Konzentrationen an Natrium- und Calciumchlorid und die damit verbundenen Dichteunterschiede behindert war, war der Traunsee in dieser Zeit nicht holomiktisch. Das war auch der Grund für die Abnahme der Sauerstoffsättigung im Hypolimnion.

Somit ist die Phosphorkonzentration der einzige wertbestimmende Faktor für die Beurteilung des ökologischen Zustandes. Da die Messwerte durchwegs im Bereich des Referenzwertes und manchmal auch besser waren, ist die Einstufung im obersten Bereich des guten Zustandes eindeutig.

## b: Trophischer Zustand

Der Traunsee ist der einzige oberösterreichische See, der von 2007 bis 2019 sowohl durch das Bundesinstitut im Rahmen der GZÜV als auch im Rahmen des landeseigenen Seennetznetzes (ASM) untersucht wurde.

Der Grund dafür war in erster Linie die spezielle Problemstellung, dass durch das ab 2005 entstandene Gefälle der Chlorid-Konzentration und der damit verbundenen temperaturunabhängigen Dichteunterschiede die Vollzirkulation zum Erliegen gekommen ist.

Zwischenzeitlich haben sich die Konzentrationsunterschiede weitgehend aufgelöst und die Zirkulationsvorgänge sind wieder in Gang gekommen, daher wurde die Beprobung des Traunsees im Rahmen des ASM im Jahr 2019 beendet. Der Traunsee wird seitdem nur mehr ausschließlich im Rahmen der GZÜV untersucht.

Der Traunsee war im Untersuchungszeitraum durchwegs im oberen Bereich des oligotrophen Zustandes, bei unseren Untersuchungen manchmal auch schon im Übergangsbereich zum ultra-oligotrophen Bereich. Die Untersuchungen im Rahmen des ASM zeigen im Allgemeinen geringfügig bessere Ergebnisse, wobei die Unterschiede im Rahmen der Messunsicherheit und der Zufälligkeiten der Probenahmen liegen. Dazu kommt, dass das ASM fünf Beprobungen pro Jahr vorsieht, die zusätzliche Probenahme erfolgte Mitte Jänner bis Anfang Februar, also in einer Zeit, in der sich temperaturbedingt kaum Biomasse entwickelt. Da natürlich auch diese Daten in die jährliche Mittelwertbildung einfließen, kann alleine das eine etwas bessere Einstufung durch das ASM erklären.

Von den einzelnen Qualitätselementen führte das Biovolumen und der Gehalt an Chlorophyll a im Allgemeinen zu günstigeren Einstufungen. Die Konzentration an Gesamt-P lag meistens in der Größenordnung der Gesamtbewertung. Die Bewertung aufgrund der Sichttiefe wäre in allen Jahren schlechter ausgefallen als durch die anderen Indikatoren.

Der Grund für diesen Umstand liegt sicher darin, dass der Traunsee mit der Traun einen sehr starken Zufluss hat, über den bei Hochwasser oder auch nur erhöhter Wasserführung Trübstoffe in den See gelangen.

Auch wenn die Untersuchungsstelle fast 5 km von der Einmündung der Traun entfernt ist, waren an manchen Beprobungsterminen allein schon makroskopisch die Auswirkungen solcher Ereignisse zu erkennen. Die Sichttiefe wurde nicht in der „Trübstofffahne“ gemessen sondern etwas östlich davon.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Traunsees wurde aufgrund der biologischen Qualitätselemente in den ausgewerteten Triennien anfangs viermal mit gut, in weiterer Folge aufgrund einer Verbesserungstendenz beim Biovolumen als sehr gut bewertet. Fallende nEQR-Werte beim Brettum-Index, welche relativ gesehen nur ein gut hervorbrachten, konnten durch die hervorragenden Werte beim Biovolumen und beim Chlorophyll a kompensiert werden. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente, in diesem Fall ist nur der Gesamtphosphor für die Einstufung relevant, übertreffen während des gesamten Untersuchungszeitraumes den Referenzzustand. Die Trophiebewertung zeigt eine klare Verbesserungstendenz innerhalb des oligotrophen Zustandes. Sollte der Trend fortgesetzt werden, könnte in wenigen Jahren die Zwischenstufe „ultra-oligotroph bis oligotroph“ erreicht werden, dies ist allerdings auch stark von den natürlichen Schwankungen der Sichttiefe abhängig.

## Entwicklung des Chlorid-, Elektrolyt- und des Sauerstoffgehaltes im Traunsee

Seit dem Ende der Sodaproduktion in Ebensee im September 2005 wird besonderes Augenmerk auf die Entwicklungen im Zusammenhang mit dem Elektrolytgehalt und dem Sauerstoffgehalt gelegt. Durch die Einleitung von Nebenerzeugnisse aus der Sodaproduktion, vor allem Calciumchlorid und Natriumcarbonat, bildete sich ab einer Tiefe von etwa 80 m ein, aufgrund der gelösten Stoffe erhöhten Dichte, isolierter Wasserkörper. Dadurch konnte eine vollständige Durchmischung bis zum Grund nicht mehr stattfinden.

Der Tiefenwasserkörper wies eine elektrische Leitfähigkeit von bis zu 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (anstatt üblich 200 -250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) und eine Chlorid-Konzentration von 120-140 mg/l anstatt üblichen 0-20 mg/l auf (Siehe Abbildung 13 & Abbildung 14).

Der Chlorid-Gehalt befindet sich mittlerweile, wie in Abbildung 13 dargestellt, auf einem äußerst geringen Niveau.

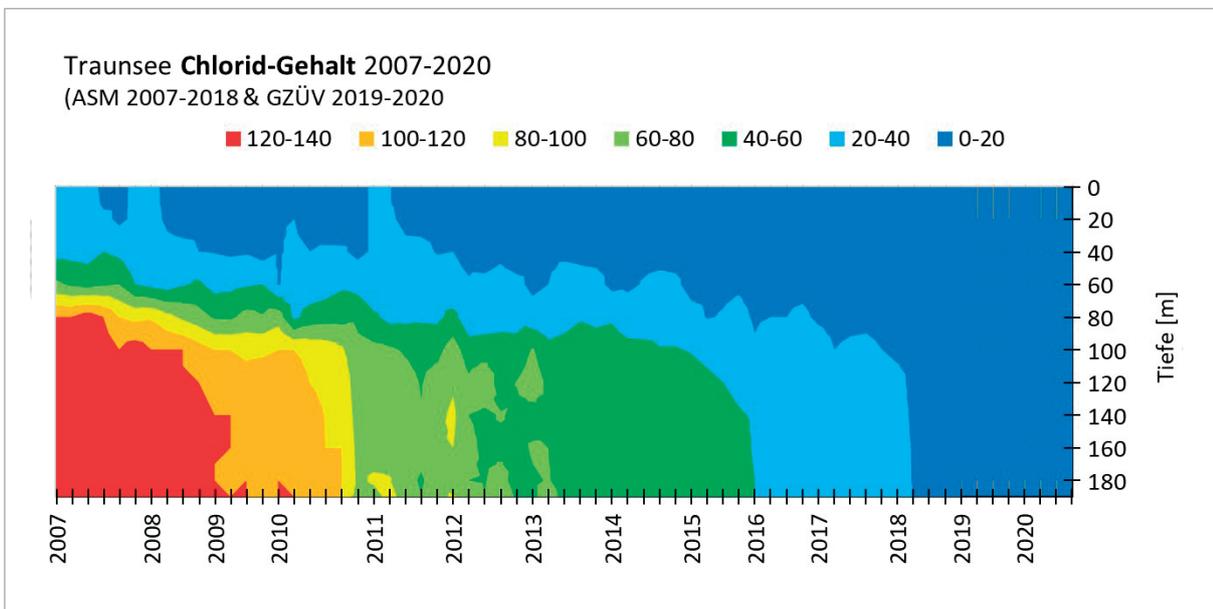


Abbildung 13 Traunsee - Entwicklung des Chloridgehaltes

Ebenso die Leitfähigkeit scheint schlussendlich wieder ihre ursprüngliche Konzentration erreicht zu haben. Nennenswerte Veränderungen sind dabei nicht mehr zu erwarten.

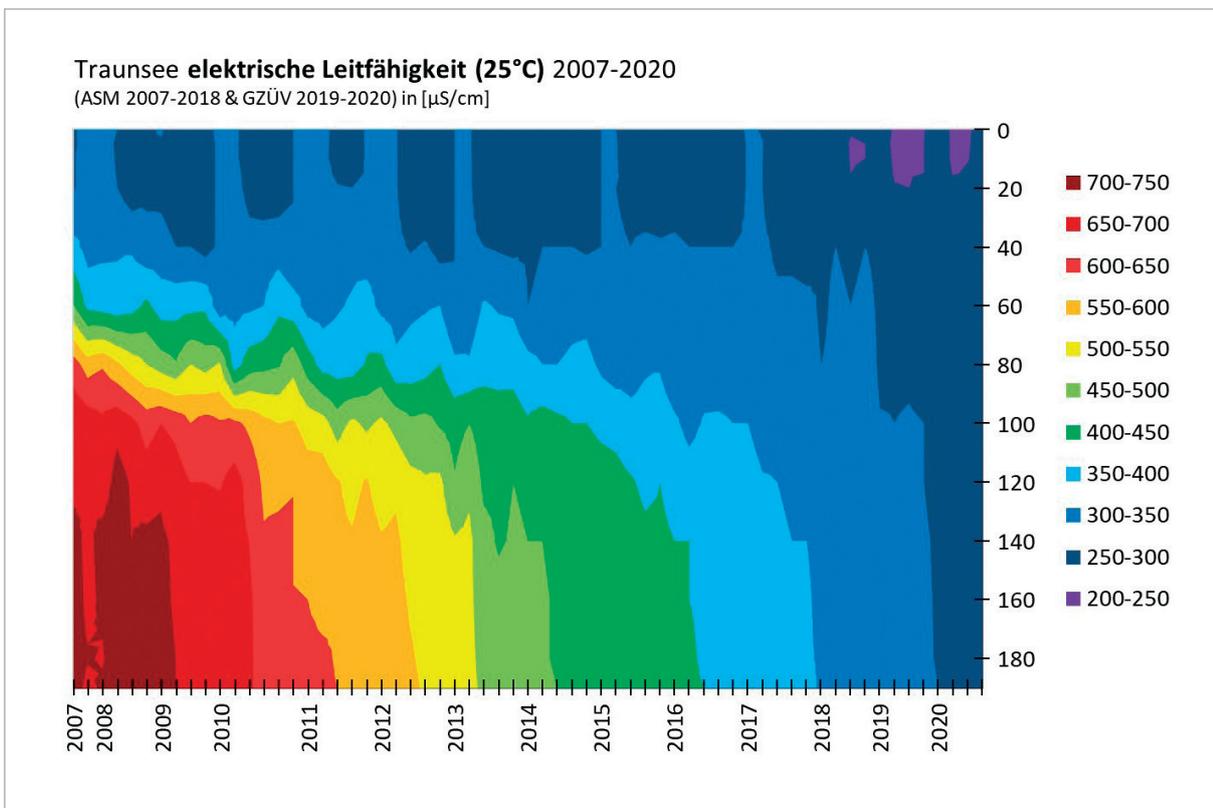
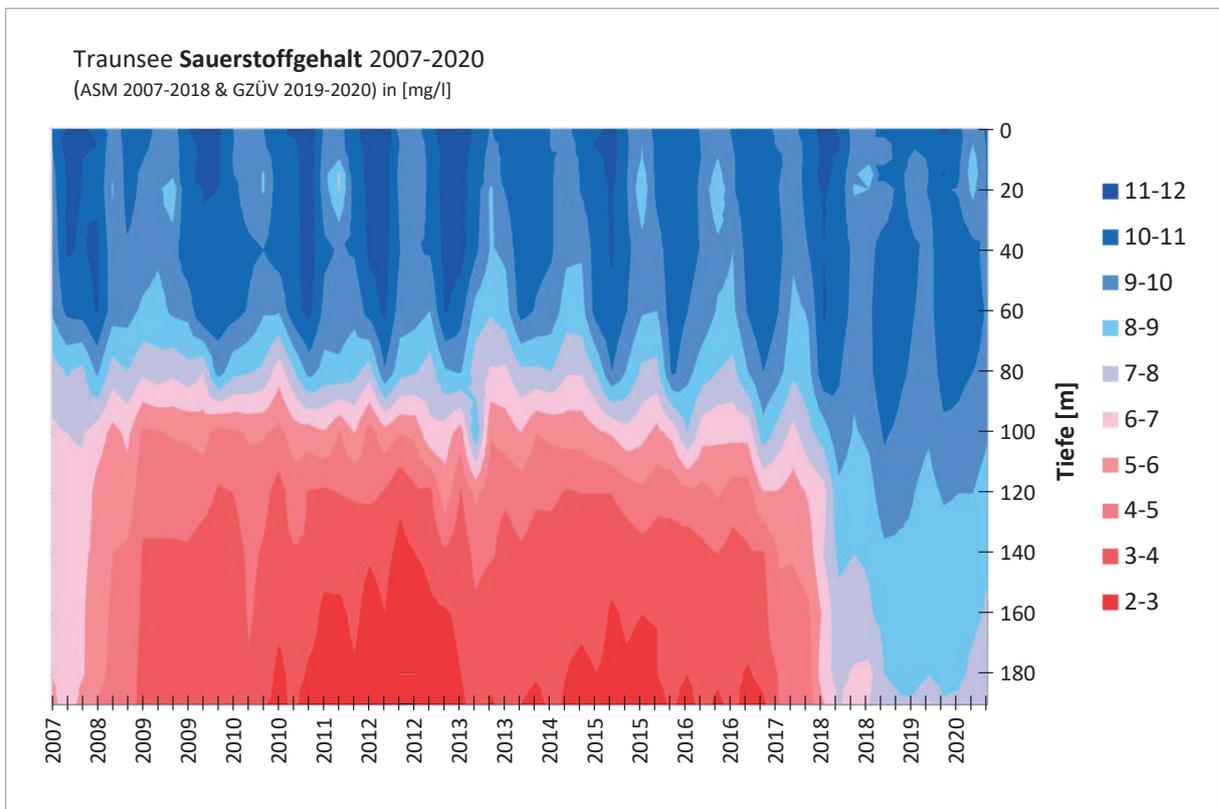


Abbildung 14 Traunsee - Entwicklung des Elektrolytgehaltes

Der Sauerstoffvorrat im Tiefenwasserkörper wurde über die Jahre aufgezehrt und sank im Sommer 2012 auf einen Tiefststand von 1,9 mg/l. In Abbildung 15 erkennt man eine äußerst geringe Sauerstoffzehrung im Tiefenwasserkörper. Dies lässt auf eine geringe Belastung mit organisch abbaufähigem Material schließen. Beim Abbau von organischer Substanz wird

vorrangig im Wasser gelöster Sauerstoff verbraucht. Durch die bereits mehrmals stattgefundene Zirkulation erkennt man eine starke Anreicherung mit Sauerstoff im Tiefenwasser. Der Sauerstoffgehalt wird sich in den nächsten Jahren noch weiterhin anreichern.



**Abbildung 15** Traunsee - Entwicklung des Sauerstoffgehaltes

Der Dichteunterschied im Tiefenwasserkörper wurde im Laufe der folgenden Jahre im Zuge von jährlichen Teildurchmischungen fortschreitend reduziert. Zusätzlich wurden dadurch die Reststoffe aus der Chemieproduktion laufend verdünnt, bis es schließlich im Frühjahr 2018 wieder zur ersten Vollzirkulation gekommen ist. Seitdem haben sich der Chlorid-Gehalt und der Elektrolytgehalt auf dessen ursprüngliche Konzentrationen stabilisiert.

Das abrupte Ende der Einleitungen von Produktionsabwässern führte zu einem enormen Dichteunterschied, welcher eine vollständige Durchmischung für beinahe 12 Jahre verhinderte.

Seit der Auflösung des versalzten Tiefenwasserkörpers durchmischt der Traunsee monomiktisch und holomiktisch. Aufgrund der sehr großen Tiefe im Verhältnis zur Größe der Oberfläche ist anzunehmen, dass sich die Durchmischungsphase über den ganzen Winter und Teile des Frühjahres erstreckt. Am Beispiel von November 2018 bis Juni 2019 konnte man anhand von drei Untersuchungen eine stetige Zunahme beim Sauerstoffgehalt in der Tiefe feststellen.

Aufgrund des Größen/Tiefenverhältnisses sind meromiktische Durchmischungsphasen trotzdem nicht auszuschließen.

## 3.18. Vorderer Gosausee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
25.09.2007	RW 462741 HW 265794	Große, tiefe Bergseen der nördlichen Kalkalpen 800 - 1200 m ü.A.	Kalkhochalpen	78	35	-	1742 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungs-typ	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugs-gebiets-größe [km <sup>2</sup> ]	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	Wasser-erneuerung
68	„0/3/6/9/12/15 /20/40/60/78“	holomiktisch, polymiktisch	933	0,58	0,6	24,7	0,3 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		4,9	10,5	15,0
Temperatur [°C]	0-1 m	1,6	9,7	17,7
pH-Wert	0-1 m	8,0	8,3	8,5
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-78 m	165	175	185
Gesamtphosphor [mg/l]	0-78m	0,402	0,005	0,007
	volumsgew.		3,9 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-78 m	0,001	0,001	0,002
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-78 m	0,400	0,485	0,600
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-78 m	0,004	0,010	0,016
DOC [mg/l]	0-78 m	0,7	1,0	1,3
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	9,4	10,5	11,8
	40-78 m	7,0	9,2	11,0
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-20 m	0,4	1,1	2,0
Biovolumen-PHP [mm <sup>3</sup> /L] (2007-19)	0-20 m	0,1	0,2	0,4

Vorderer Gosausee ASM	Ökologischer Zustand anhand ...							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)					Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)		
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt		Gesamt-phosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt
2007-2009	0,63	0,91		0,77		1,00	0,77	0,77
2008-2010	0,72	0,91		0,82		0,97	1,00	0,97
2009-2011	0,72	0,90		0,81		0,97	1,00	0,97
2010-2012	0,74	0,86		0,80		0,97	1,00	0,97
2011-2013	0,75	0,89		0,82		0,95	1,00	0,95
2012-2014	0,84	0,91		0,88		0,99	1,00	0,99
2013-2015	0,86	0,98	1,00	0,93		1,00	1,00	1,00
2014-2016	0,93	0,98	1,00	0,96		1,00	1,00	1,00
2015-2017	0,93	1,00	1,00	0,97		1,00	1,00	1,00
2016-2018	0,93	0,94	1,00	0,95		1,00	1,00	1,00
2017-2019	0,91	0,94	1,00	0,94		1,00	1,00	1,00
2018-2020						1,00	1,00	1,00

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamt-phosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chlorophyll a	Gesamt-phosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,10	0,56	3,86	4,10	0,06	0,14	0,62	2,20	0,75	
2008	0,16	1,06	4,29	5,74	0,19	0,42	0,68	1,45	0,69	
2009	0,23	1,06	3,81	10,82	0,34	0,42	0,62	0,32	0,43	0,62
2010	0,23	0,88	4,63	11,38	0,34	0,32	0,73	0,19	0,40	0,50
2011	0,30	0,90	4,28	12,68	0,50	0,33	0,68	0,00	0,38	0,40
2012	0,42	1,38	3,79	11,00	0,77	0,60	0,61	0,28	0,56	0,45
2013	0,03	0,72	5,09	10,88	0,00	0,23	0,80	0,30	0,33	0,43
2014	0,29	0,84	3,39	10,54	0,48	0,30	0,56	0,38	0,43	0,44
2015	0,14	0,88	3,08	11,14	0,14	0,32	0,51	0,25	0,31	0,36
2016	0,14	1,06	3,79	11,34	0,14	0,42	0,61	0,20	0,35	0,36
2017	0,10	1,18	3,33	12,04	0,06	0,49	0,55	0,05	0,28	0,31
2018	0,38	1,72	3,79	10,80	0,68	0,79	0,61	0,32	0,60	0,41
2019	0,16	1,16	3,79	12,40	0,19	0,48	0,61	0,00	0,32	0,40
2020		1,98	3,54	10,74		0,93	0,58	0,34	0,62	0,51

**Legende**

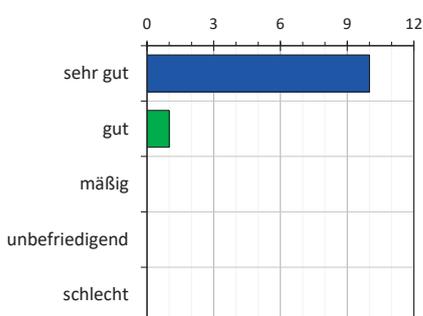
Ökologischer Zustand Biologie [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand Phys./chem. [nEQRgesamt]	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig*	0,40 – 0,60
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

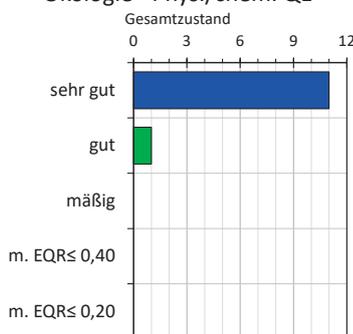
**Trophiebewertung**

<0,40001	ultra-oligotroph	
0,40001-0,6	ultra-oligotroph-oligotroph	
0,60001-1,4	oligotroph	
1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
1,60001-2,4	mesotroph	
2,40001-2,6	mesotroph - schwach	
2,60001-3,4	schwach eutroph	
3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
3,60001-4,4	stark eutroph	
4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
>4,60001	hypertroph	

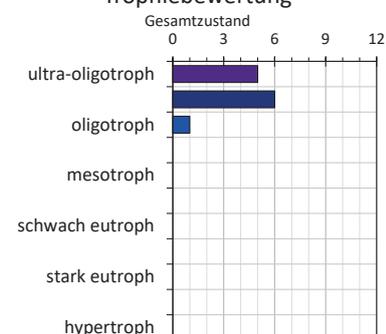
Ökologie - Biologische QE Gesamtzustand



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

Die biologischen Indikatoren (Phytoplankton) ergeben für den Vorderen Gosausee im Dreijahresmittel zunächst einen guten und dann einen sehr guten ökologischen Zustand mit deutlicher Tendenz zur Verbesserung. Beim Biovolumen wurden immer sehr gute Zustände erreicht. Allerdings ging anfangs die Zusammensetzung des Phytoplanktons (Brettum-Index) nicht über einen guten Zustand hinaus, bis im Jahr 2014 mit einem nEQR von 0,98, eine plötzliche Verbesserung indiziert wurde. Dieser Qualitätszustand wurde seitdem, abgesehen von einem Jahresmittelwert 2018 mit einer nur ganz knappen Verfehlung, aufrechterhalten. Das Biovolumen des Phytoplanktons befindet sich im oberen sehr guten Bereich.

Im Jahr 2007 entsprach die Bewertung des Brettum-Index sogar nur einem mäßigen Zustand. Eine plausible Erklärung für die durchwegs recht unterschiedliche Bewertung durch die beiden Parameter ist ohne zusätzliche eingehende Untersuchungen nicht zu finden. Möglicherweise wird die Phytoplanktonbiozönose durch die sehr lange dauernde Eisbedeckung des Sees und/oder die extremen Spiegelschwankungen beeinflusst.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Von einem Ausreißer im Dreijahresmittel 2007 – 2009 abgesehen war der Gosausee im gesamten Berichtszeitraum aufgrund der chemisch-physikalischen Qualitätselemente in einem sehr guten ökologischen Zustand.

In den Jahren 2007 und 2008 waren die Werte für die Sichttiefe des Gosausees ungewöhnlich niedrig, bereits ab Dezember 2008 hat sie sich aber wesentlich verbessert und bewegt sich seitdem genauso wie der Phosphorgehalt im Bereich des Referenzzustandes. Auch die zulässige Bandbreite der sonstigen in der Anlage L der QZV Ökologie Oberflächengewässer festgelegten Parameter wurde stets eingehalten.

## b: Trophischer Zustand

Der Vorderer Gosausee war im gesamten Untersuchungszeitraum durchgehend und sehr konstant als ultra-oligotroph einzustufen, einige Dreijahresmittelwerte lagen im Übergangsbereich zum oligotrophen Zustand.

Eine Ausnahme stellt der Dreijahresmittelwert 2007 – 2009 dar. Wegen relativ geringer Sichttiefe in den Jahren 2007 und 2008 wurde der See mit oligotroph eingestuft – allerdings auch sehr knapp am Übergangsbereich in den ultra-oligotrophen Zustand.

Der Gehalt an P-gesamt ist im Jahresmittel von 2007 bis 2020 ungemein konstant, aber nicht in allen Jahren wird das dürrtige Nährstoffangebot in gleichem Umfang in Biomasse umgesetzt. Der Vorderer Gosausee ist in manchen Jahren fast 6 Monate mit Eis bedeckt, eine für die Produktion von Algenbiomasse förderliche Temperatur ist nur in einem kleinen Zeitfenster gegeben. Zumindest drei der jährlichen fünf Befahrungen finden zu einer Zeit statt, in der das definitiv nicht der Fall ist.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Der ökologische Zustand des Vorderen Gosausees wurde anfangs bei beiden Qualitätselementen im Dreijahresmittelwert mit gut bewertet, seither zeichnen sich klare Verbesserungstendenzen ab. Bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen wird bereits der Referenzzustand von den letzten sechs Dreijahresmittelwerten bei Sichttiefe und Gesamtphosphor übertroffen. Die Trophie befindet sich großteils auf der Zwischenstufe ultra-oligotroph bis mesotroph, erreichte jedoch vereinzelt den ultra-oligotrophen Zustand.

## 3.19. Vorderer Langbathsee

Erstunter-suchung	Koordinaten Tiefster Punkt (BNM M31)	Typologie gemäß LF Typspezifische Bewertung gemäß WRRL Seen (2010)	Typregion gemäß WIMMER & CHO-VANEC (2000)	Max. Tiefe [m]	Mittlere Tiefe [m]	Abfluss [m³/s]	Niederschlag Jahresmittel [mm/a]
10.09.2007	RW 476000 HW 299650	Kleine flache bis mäßig tiefe Seen 600-800 m ü.A., zAvg > 15 m	Kalkhochalpen	31	16,7	1,21 Langbathbach Mdg. Traunsee	2075 (1981-2010)
Anzahl der Untersuchungen (bis Ende 2020)	Tiefenstufen [m]	Durchmischungstyp	Seehöhe [m.ü.A.]	Einzugsgebietsgröße [km²]	Fläche [km²]	Volumen [Mio. m³]	Wassererneuerung
68	0/3/6/9/12/15/20/31	holomitisch, polymiktisch	664	13,8	0,3	5,5	0,87 Jahre



Phys./chem. Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Sichttiefe [m]		8,0	11,7	14,8
Temperatur [°C]	0-1 m	2,6	10,2	19,2
	31 m	4,2	5,1	6,1
pH-Wert	0-1 m	8,0	8,3	8,5
	31 m	7,6	7,8	8,1
Leitfähigkeit (25°C) [µS/cm]	0-31 m	240	260	275
Gesamtphosphor [mg/l]	0-31 m	0,003	0,005	0,006
	volumsgew.		4,1 µg/l	
Orthophosphat-Phosphor [mg/l]	0-31 m	0,001	0,001	0,001
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0-31 m	0,570	0,693	0,800
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0-31 m	0,004	0,014	0,021
DOC [mg/l]	0-31 m	1,0	1,1	1,3
Sauerstoff [mg/l]	0-1 m	8,8	10,2	11,6
	31 m	3,1	6,8	10,4
Biologische Parameter	Tiefe	Perz <sub>10</sub>	Mittelwert	Perz <sub>90</sub>
Chlorophyll-a [µg/l]	0-10 m	0,6	1,0	1,4
Biovolumen-PHP [mm³/L] (2007-19)	0-20 m	0,1	0,2	0,3

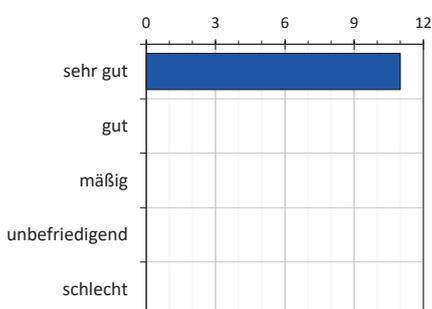
Vorderer Langbathsee ASM	Ökologischer Zustand							
	Biologischer Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur Erhebung Biologischer Qualitätselemente - B2 Phytoplankton (2015)				Physik./chem. Qualitätselemente [nEQRgesamt] gemäß Leitfaden zur typspezifischen Bewertung von Seen - Allg. phys./chem. Parameter (2010)			
	Brettum-Index	Biovolumen	Chlorophyll a	Gesamt	Gesamtphosphor (vol.gew.)	Sichttiefe	Gesamt	
2007-2009	0,85	0,86		0,86	1,00	1,00	1,00	
2008-2010	0,82	0,90		0,86	1,00	1,00	1,00	
2009-2011	0,79	0,88		0,84	0,98	1,00	0,98	
2010-2012	0,81	0,90		0,85	1,00	1,00	1,00	
2011-2013	0,79	0,93		0,85	1,00	1,00	1,00	
2012-2014	0,85	0,97		0,91	1,00	1,00	1,00	
2013-2015	0,93	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	
2014-2016	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	
2015-2017	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	
2016-2018	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	
2017-2019	0,95	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	
2018-2020					1,00	1,00	1,00	

	Trophiebewertung									
	Jahresmittelkonzentration				Einzelbewertung				Gesamt	
	Bio-volumen [µg/l]	Chlorophyll a [mm <sup>3</sup> /l]	Gesamtphosphor [µg/l]	Sichttiefe [m]	Bio-volumen	Chlorophyll a	Gesamtphosphor	Sichttiefe	Mittelwert	3-Jahres-Mittel
2007	0,41	0,81	5,63	10,00	0,74	0,28	0,88	0,50	0,60	
2008	0,21	0,96	3,22	12,40	0,30	0,37	0,53	0,00	0,30	
2009	0,30	1,02	5,05	10,04	0,50	0,40	0,79	0,49	0,55	0,48
2010	0,24	0,76	5,12	10,14	0,37	0,26	0,80	0,47	0,47	0,44
2011	0,30	0,98	5,46	11,78	0,50	0,38	0,85	0,10	0,46	0,49
2012	0,23	1,10	3,80	12,02	0,34	0,44	0,61	0,05	0,36	0,43
2013	0,06	0,80	3,42	10,28	0,00	0,28	0,56	0,44	0,32	0,38
2014	0,11	0,80	3,23	12,18	0,08	0,28	0,53	0,02	0,23	0,30
2015	0,13	0,84	3,37	12,16	0,12	0,30	0,55	0,02	0,25	0,26
2016	0,10	0,86	5,24	13,02	0,06	0,31	0,82	0,00	0,30	0,26
2017	0,10	1,00	3,51	11,62	0,06	0,39	0,57	0,14	0,29	0,28
2018	0,14	1,02	3,59	11,90	0,14	0,40	0,58	0,08	0,30	0,30
2019	0,09	1,16	3,65	13,56	0,03	0,48	0,59	0,00	0,28	0,29
2020		1,30	3,96	11,90		0,56	0,64	0,08	0,42	0,33

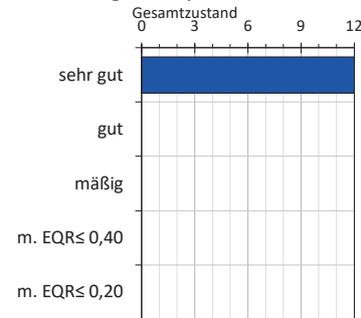
Legende				Trophiebewertung		
Ökologischer Zustand <b>Biologie</b> [nEQRgesamt]		Ökologischer Zustand <b>Phys./chem.</b> [nEQRgesamt]		<0,40001	ultra-oligotroph	
sehr gut	≥0,80	sehr gut	≥0,80	0,40001-0,6	ultra-oligotroph-	
gut	0,60 – 0,80	gut	0,60 – 0,80	0,60001-1,4	oligotroph	
mäßig	0,40 – 0,60	mäßig*	0,40 – 0,60	1,40001-1,6	oligotroph - mesotroph	
unbefriedigend	0,20 – 0,40	mäßig*	0,20 – 0,40	1,60001-2,4	mesotroph	
schlecht	<0,20	mäßig*	<0,20	2,40001-2,6	mesotroph - schwach	
				2,60001-3,4	schwach eutroph	
				3,40001-3,6	schwach eutroph - stark	
				3,60001-4,4	stark eutroph	
				4,40001-4,6	stark eutroph - hypertroph	
				>4,60001	hypertroph	

\* Zustandsklasse mäßig ≤ 0,60 nEQR

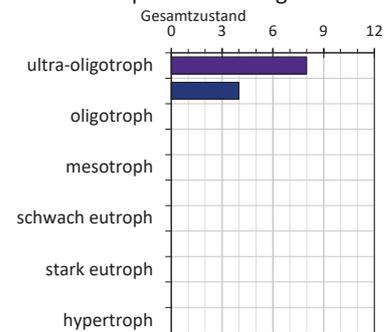
Ökologie - Biologische QE Gesamtzustand



Ökologie - Phys./chem. QE



Trophiebewertung



## a1: Ökologischer Zustand anhand biologischer Qualitätselemente

In der Gesamtbewertung der biologischen Qualitätselemente errechnet sich seit Messbeginn, abgesehen vom Einzeljahr 2009, immer ein sehr guter Zustand, sowohl in den Jahres- als auch den Dreijahresmittelwerten. Das Biovolumen zeigte eine Verbesserung in den obersten sehr guten ökologischen Bereich und erreicht mittlerweile zum Fünften Mal den Maximalwert von 1,00. Der Brettum-Index hat sich nach einer geringfügigen Verschlechterung, welche knapp die Klassengrenze überschritten hat, wieder in den oberen sehr guten Bereich verbessert. Die erfassten Chlorophyll a –Mengen ergaben immer eine Überschreitung des dem Seentyp entsprechenden Referenzniveaus.

## a2: Ökologischer Zustand anhand physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Der Vordere Langbathsee zählt gemeinsam mit dem Attersee und dem Vorderen Gosausee zu den nährstoffärmsten Seen Oberösterreichs.

Mit Ausnahme des Gehaltes an P-gesamt im Jahresmittel 2009 – 2011 waren sowohl die Sichttiefe als auch die Phosphorkonzentration im gesamten Untersuchungszeitraum besser als der Referenzzustand und der See somit stabil in einem sehr guten ökologischen Zustand.

## b: Trophischer Zustand

Die Trophie war anfänglich im Übergangsbereich zwischen ultra-oligotroph und oligotroph, ab dem Dreijahresmittelwert 2011-2013 hat er sich aber sehr konstant im ultra-oligotrophen Bereich etabliert.

Von den vier maßgeblichen Qualitätselementen führt die Konzentration an P-gesamt zur verhältnismäßig schlechtesten Einstufung, die Umsetzung in Biomasse scheint aber sehr ineffizient zu sein.

Die alpine Lage bedingt ein begrenztes Zeitfenster für wachstumsfreundliche Temperaturen, allerdings hält sich die Dauer der Eisbedeckung im Vergleich mit anderen alpinen Seen vergleichbarer Größe in Grenzen. Der Vordere Langbathsee ist sehr starken Winden ausgesetzt, was man aufgrund seiner scheinbar geschützten Lage kaum annehmen würde. Bei West- oder Nordwestwetterlage fegen stürmische Böen über den See in Richtung des Ausflusses des Langbathbaches. Auch bei Schönwetter entwickeln sich im Laufe des Tages mitunter starke thermisch bedingte Luftströmungen in Richtung des Ausflusses.

Es ist gut möglich, dass es dadurch zu einem dauernden Abtransport von Wasser aus der produktivsten Schicht des Epilimnions und damit verbunden einem Austrag von Algenbiomasse kommt.

## c: Zusammenfassende Bewertung

Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente übertreffen in beinahe allen Fällen die Referenzbedingungen und sind dementsprechend sehr gut. Der ökologische Zustand anhand biologischer Qualitätselemente ist durchwegs sehr gut, und hat sich seit der Berücksichtigung von Chlorophyll a nochmal deutlich verbessert. Die Trophie hat sich, ausgehend von der Zwischenstufe zum oligotrophen, auf eine solide ultra-oligotrophe Bewertung verbessert.



# 4. Vergleich ausgewählter Parameter

Im folgenden Kapitel werden von verschiedenen Parametern Mittelwert und Streumaß (Minima und Maxima) von jedem Gewässer aus allen Tiefenstufen dargestellt. Die Darstellungen in Abbildungen 16 bis 23 geben Aufschluss über die bisher gemessene Bandbreite einzelner Parameter. Es wird darauf hingewiesen, dass es sich dabei, abgesehen vom Gesamtphosphor, nicht um einen volumsgewichteten Mittelwert handelt, sondern um einen Mittelwert von allen getätigten Analysen im jeweiligen Gewässer.

## 4.1. Gesamtphosphor und Orthophosphat

Die Gesamtphosphor Konzentration eines Sees hängt von internen Stoffkreisläufen, vom Zirkulationsverhalten des Sees und vom externen Nährstoffeintrag ab. Niederschläge führen durch Erosion im Einzugsgebiet zu einem erhöhten Phosphoreintrag aus beispielsweise landwirtschaftlich genutzten Flächen. Jahreszeitliche Abhängigkeiten sind normalerweise nicht sehr ausgeprägt.

Von Natur aus ist Phosphor nur in sehr geringen Mengen in Gewässern vorhanden und limitiert so in der Regel als Minimumfaktor das Wachstum von Algen und höheren Wasserpflanzen. Durch anthropogenen Eintrag wird Phosphor zum Haupteutrophierungsfaktor mit Massentwicklungen von Algen und Makrophyten. Die dabei wirksamen kritischen Phosphorkonzentrationen sind, wie in Abbildung 14 erkennbar, im Bereich einzelner  $\mu\text{g/l}$ .

Die Orthophosphat-Bestimmung der filtrierten Probe erfasst den als Ion vorliegenden Phosphor. Er stellt jene Phosphor-Quelle dar, die den Primärproduzenten, also den photoautotrophen Organismen, direkt zugänglich ist. Im Frühjahr wird durch die einsetzende Biomasseproduktion der direkt pflanzenverfügbare Phosphor, das Orthophosphat, verbraucht.

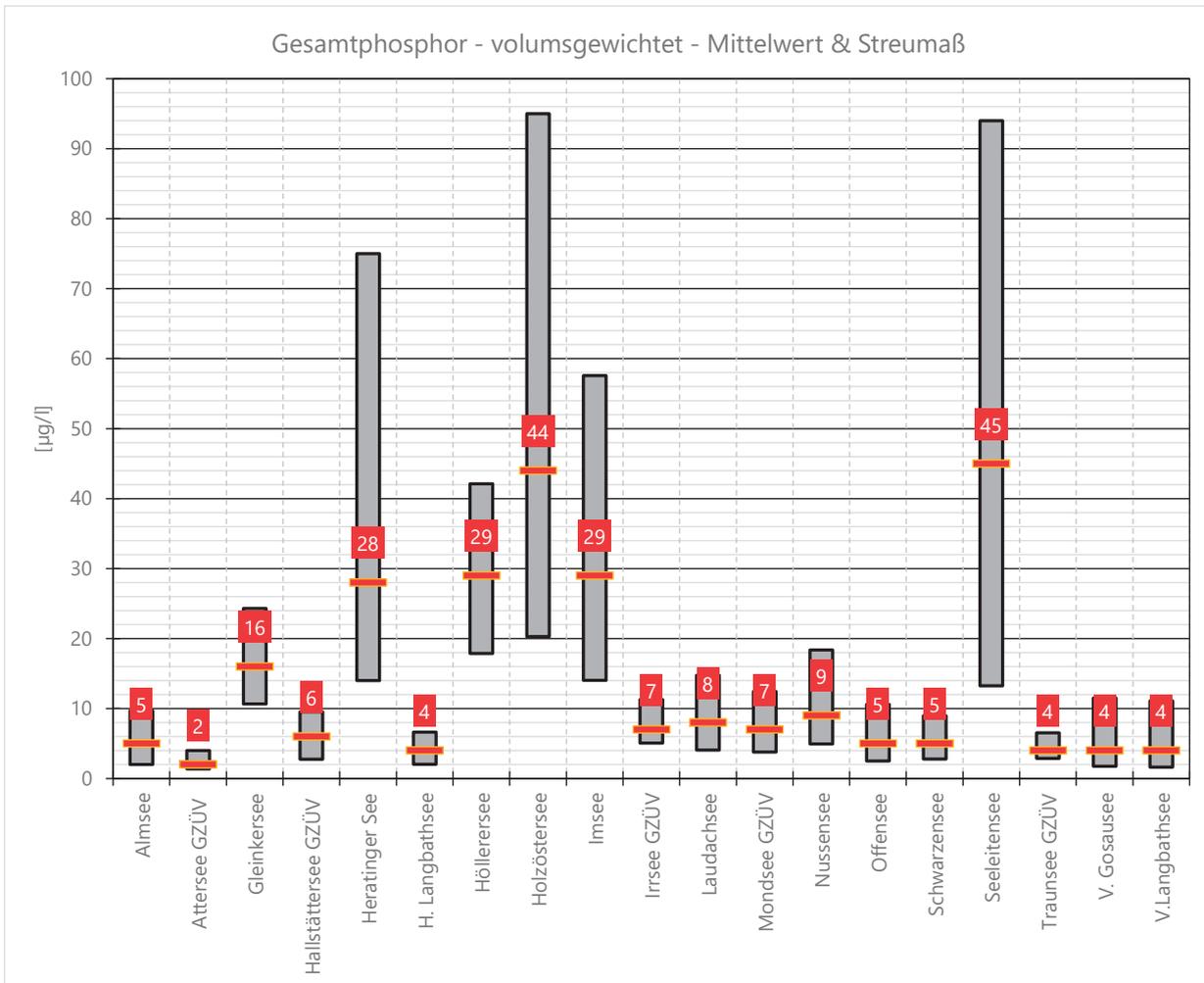


Abbildung 16 Vergleich volumsgewichteter Gesamtphosphor [µg/l] – Mittelwert, Minimum und Maximum

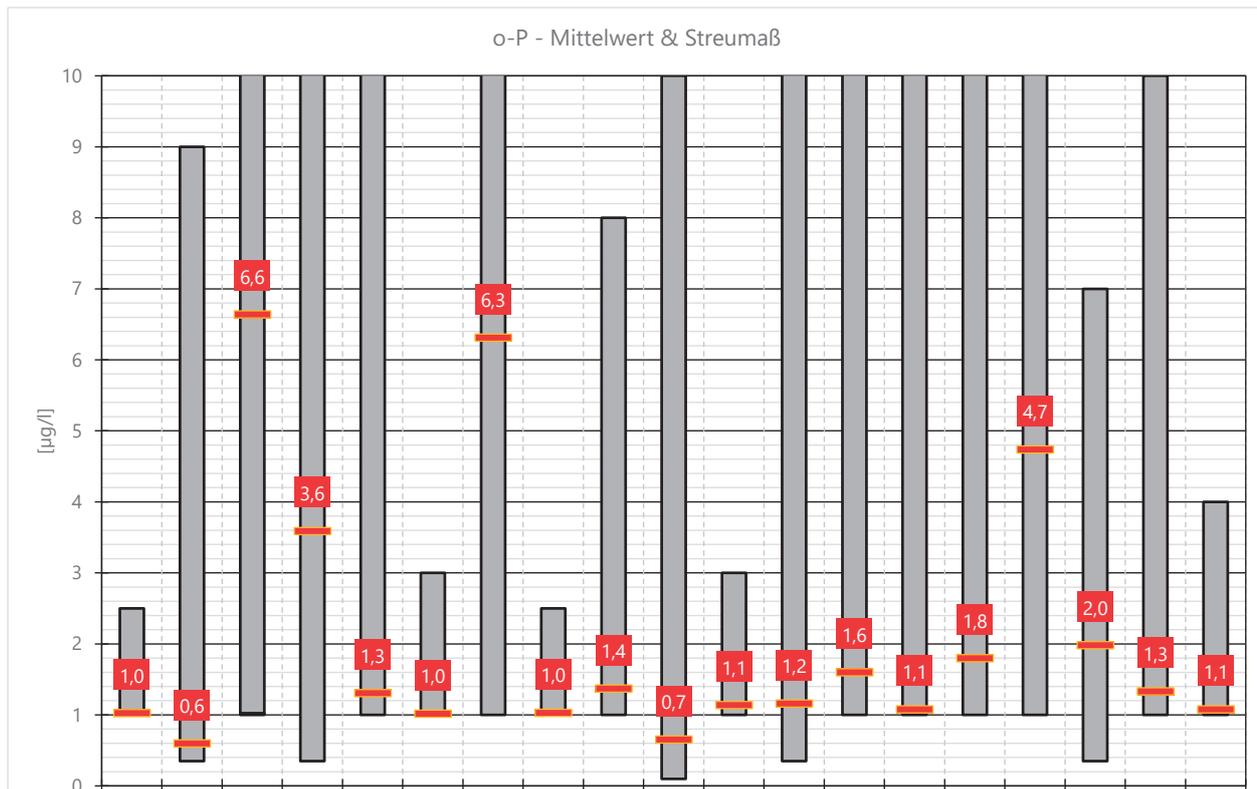


Abbildung 17 Vergleich Orthophosphat [µg/l] – Mittelwert, Minimum und Maximum

## 4.2. Nitrat- & Ammoniumstickstoff

Die Stickstoffparameter (Ammonium, Nitrit, Nitrat) können nur gemeinsam betrachtet werden, da zwischen ihnen enge Zusammenhänge bestehen. Die Sauerstoffversorgung und die mikrobielle Aktivität im Gewässer hängen eng mit der Art des messbaren Stickstoff-Ions zusammen. Nitrat-Stickstoff ist in oligotrophen Gewässern mit guter Sauerstoffversorgung immer in größeren Mengen vorhanden. In hoch produktiven Gewässern kann Nitrat hingegen im Epilimnion vollständig aufgezehrt werden. Durch den Eintrag aus dem landwirtschaftlich genutzten Umland an manchen Seen treten jedoch auch an sehr produktiven Gewässern meist in Folge von Niederschlagsereignissen oft hohe Nitrat-Stickstoff-Konzentrationen auf. Ammonium entsteht beim biochemischen Abbau stickstoffhaltiger Substanzen (Eiweiß, Harnstoff). Hohe Nitratkonzentrationen werden meist durch Einträge aus der Landwirtschaft (Gülle) und häusliche Abwässer verursacht. Niederschläge bringen Ammonium, das beispielsweise von ausgebrachter Gülle in die Atmosphäre gelangt ist, wieder auf den Boden und ins Gewässer. In der Regel oxidieren Mikroorganismen das Ammonium im Gewässer über Nitrit zu Nitrat, was den Sauerstoffhaushalt belasten kann. In sauerstofffreiem Milieu, etwa im Bodenschlamm der Gewässer, führt die Reduktion von Nitrat zu Ammonium und damit zu einer Anreicherung von Ammonium in der sauerstofffreien Tiefenschicht. Ammonium begünstigt in entsprechender Konzentration die Eutrophierung von Gewässern einerseits direkt und andererseits über die Umwandlung zum Nitrat.

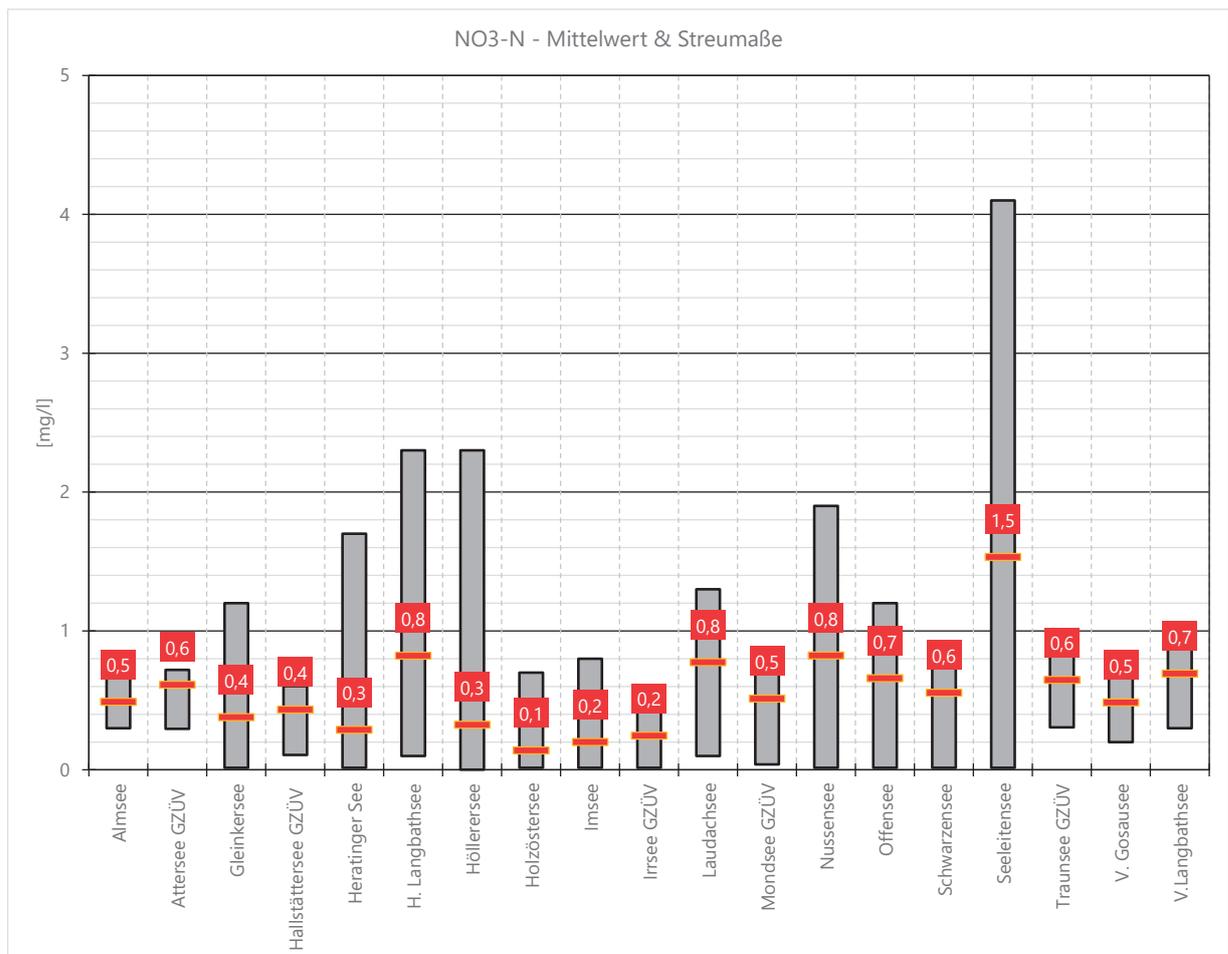
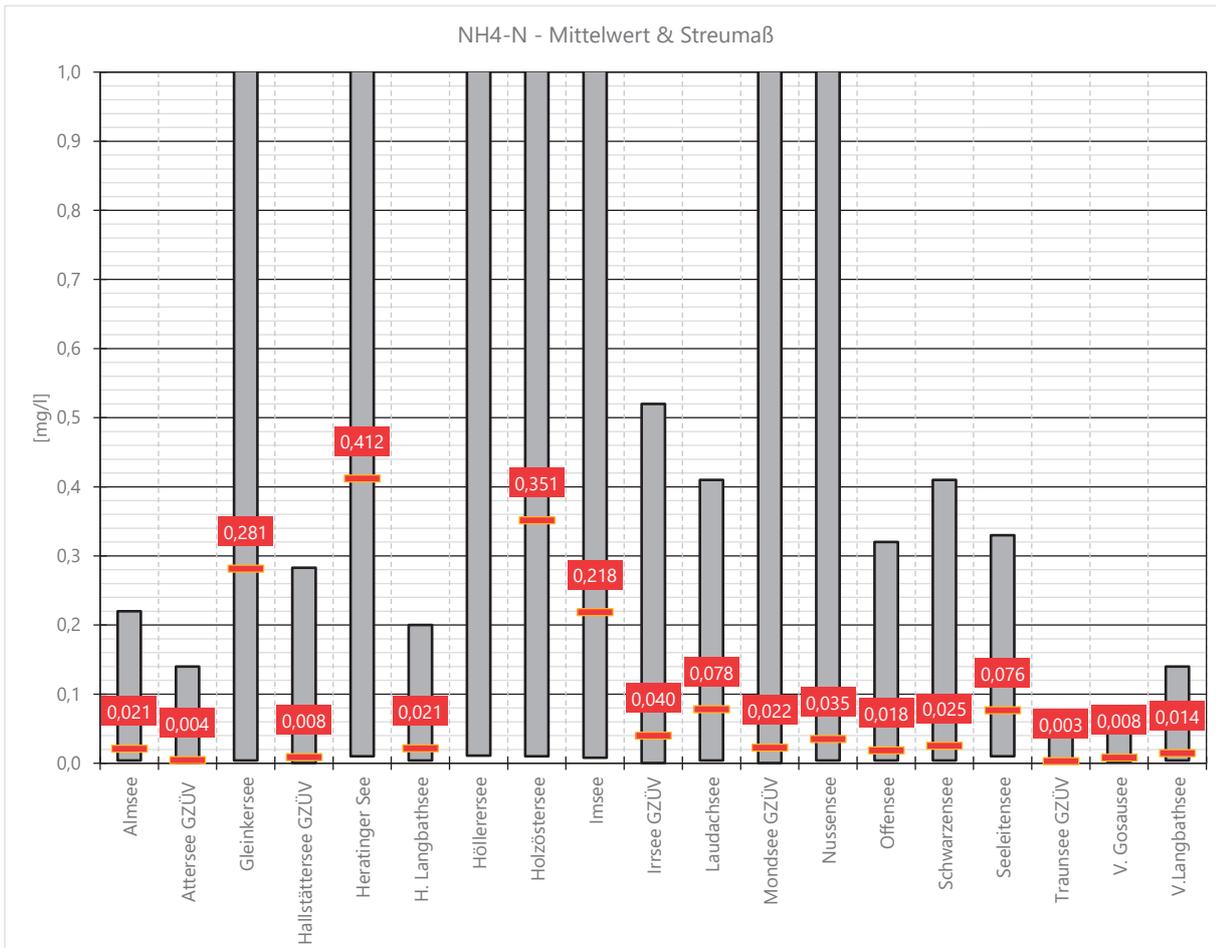


Abbildung 18 Vergleich Nitrat-Stickstoff [mg/l] – Mittelwert, Minimum und Maximum



**Abbildung 19** Vergleich Ammonium-Stickstoff [mg/l] – Mittelwert, Minimum und Maximum; Der fehlende Mittelwert vom Höllnersee liegt bei 2,534 mg/l.

In Abbildung 20 wird der Verlauf der Stickstoff-Parameter Ammonium-, Nitrit-, und Nitrat Stickstoff über die Tiefe am Beispiel Höllnersee dargestellt. Bei der Nitrifikation wird durch Destruenten aus abgestorbener Biomasse freigesetztes Ammonium durch nitrifizierende Bakterien in zwei Schritten zu Nitrit und weiter zu Nitrat oxidiert. Für die Reaktion ist Sauerstoff notwendig. In aeroben Gewässern wird aus der abgestorbenen Biomasse Nitrat, welches in holomiktischen Gewässern durch die Zirkulation regelmäßig verdünnt wird. In anoxischen (sauerstofffreien) Gewässerschichten wird stattdessen die Denitrifikation durchgeführt, indem die Reaktion in die gegenläufige Richtung abläuft und dadurch Sauerstoff von Bakterien wie beispielsweise Nitrosomonas oder Nitrobacter gewonnen wird. Das Endprodukt der Denitrifikation ist je nach pH-Wert Ammonium bzw. Ammoniak.

Am Beispiel Höllnersee sieht man sehr gut, dass im Mittel ab einer Tiefe von etwa 12 m nur mehr wenig Sauerstoff (rote Linie) vorhanden ist, und dadurch auch der Nitrat (blau)- und Nitrit (gelb)-Gehalt ab jener Tiefe deutlich abnimmt. Hingegen der Ammonium-Stickstoff (grün) vervielfacht seine Konzentration.

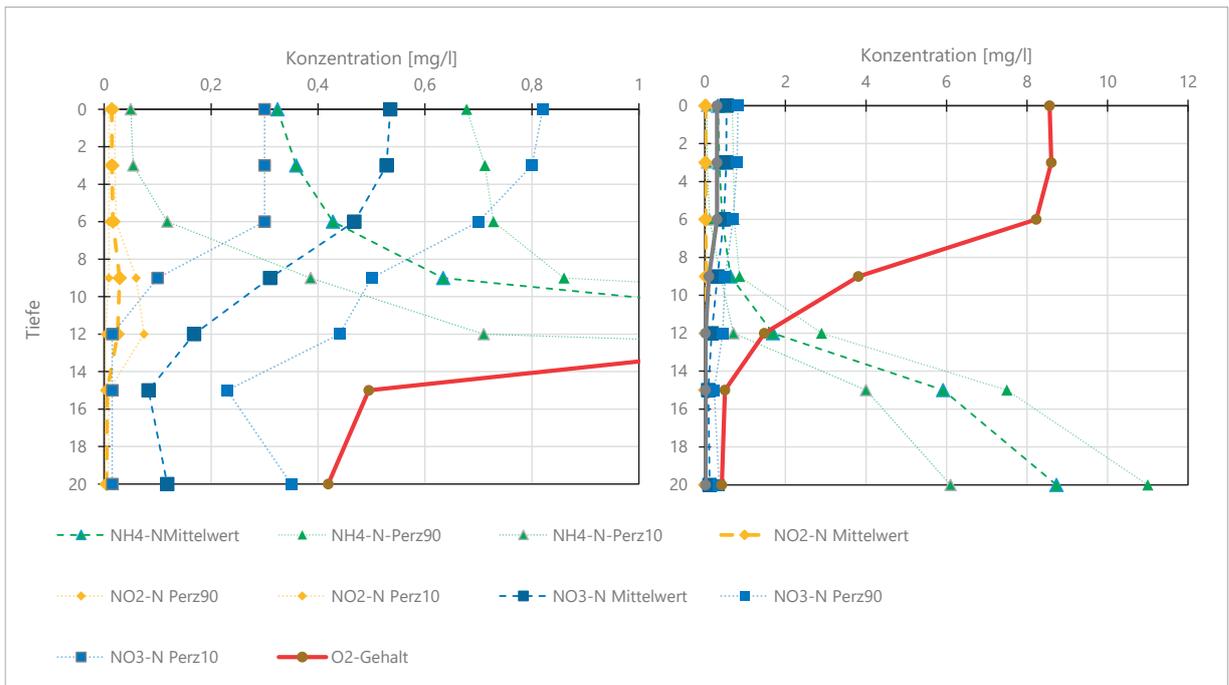
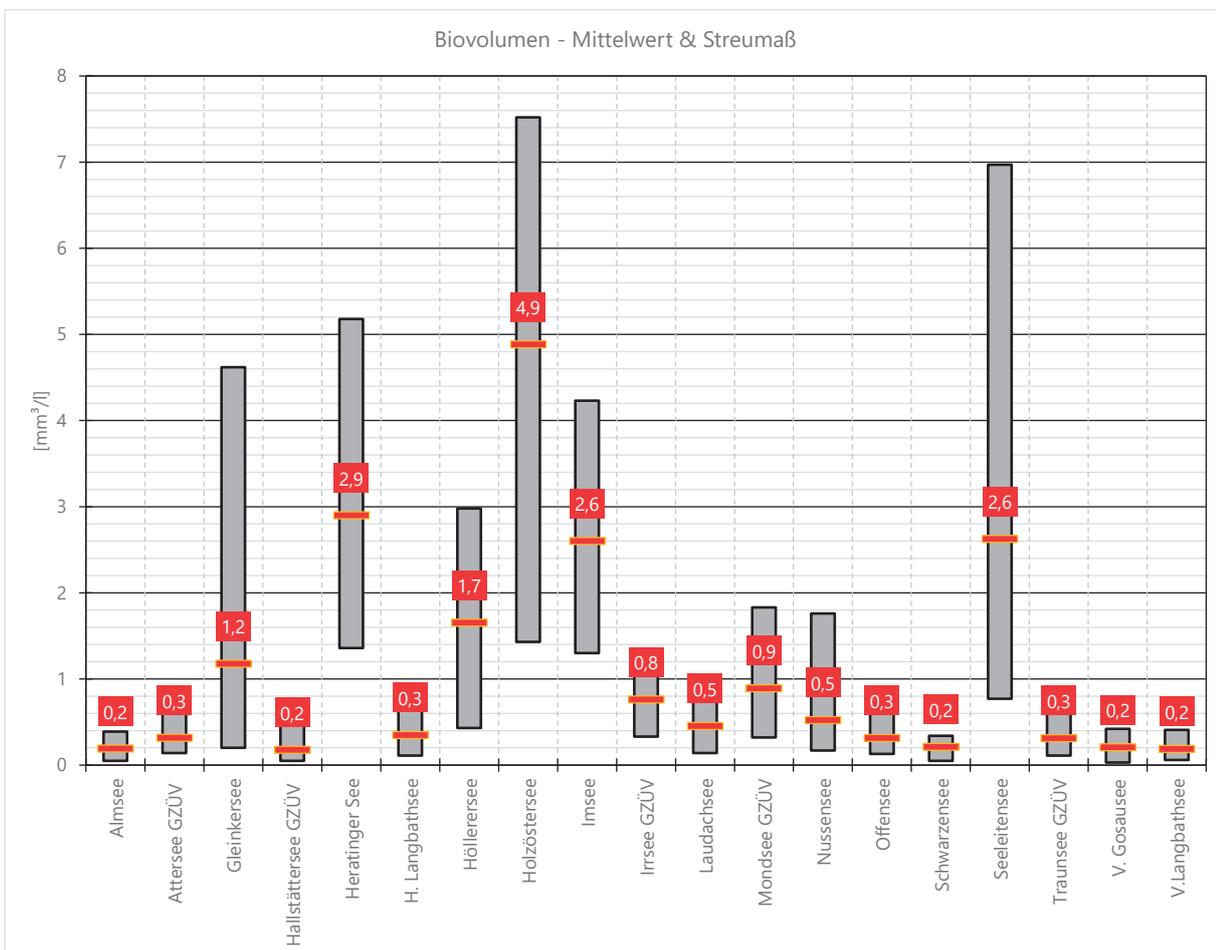


Abbildung 20 Höllersee NH4-N, NO3-N, NO2-N-Profil

## 4.3. Phytoplankton - Biovolumen und Beziehung zu Gesamtphosphor

Die Schwebalgen zählen zu den bedeutendsten Primärproduzenten eines Sees. Sie sind in der Lage aus Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Sonnenenergie, Nährstoffe und Wasser Biomasse aufzubauen. Bei diesem Prozess wird auch Sauerstoff im Wasser angereichert. Sie sind somit für den Sauerstoffhaushalt eines Sees unerlässlich. Das Phytoplankton stellt im Nahrungsnetz eines Sees die Basis dar, auf der alle anderen Lebensvorgänge beruhen. Während ein Teil vom Zooplankton gefressen wird, sinkt ein Teil des Phytoplanktons nach dem Absterben im Wasserkörper ab. Während des Absinkens werden die toten Planktonorganismen von Bakterien und Pilzen in ihre mineralischen Bestandteile zerlegt. Bei diesem Abbau wird Sauerstoff verbraucht. Hohe Phytoplankton-Produktion bedingt damit eine Verschlechterung der Sauerstoffsituation in der Tiefe. Die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons ermöglicht Rückschlüsse auf die Qualität eines Gewässers und stellt somit eine wesentliche Komponente zur ökologischen Bewertung stehender Gewässer dar.



**Abbildung 21** Vergleich Biovolumen Phytoplankton – Mittelwert, Minimum und Maximum

In Abbildung 22 wird das Verhältnis zwischen Gesamtphosphor und Phytoplankton-Biovolumen dargestellt. Abgesehen von einem offensichtlichen quantitativen Zusammenhang lassen sich daraus keine konkreten Aussagen bzw. Trendverläufe treffen. Es lassen sich jedoch gebietsweise Ähnlichkeiten beim Verhältnis zwischen Gesamtphosphor und Biovolumen feststellen. Vor allem der grundsätzlich eutrophere Charakter der Vorlandseen (Seeleitensee 45 µg/l, Holzöstersee 44 µg/l, Höllernersee & Imsee 29 µg/l, Heratinger See 28 µg/l) kommt dadurch zur Geltung.

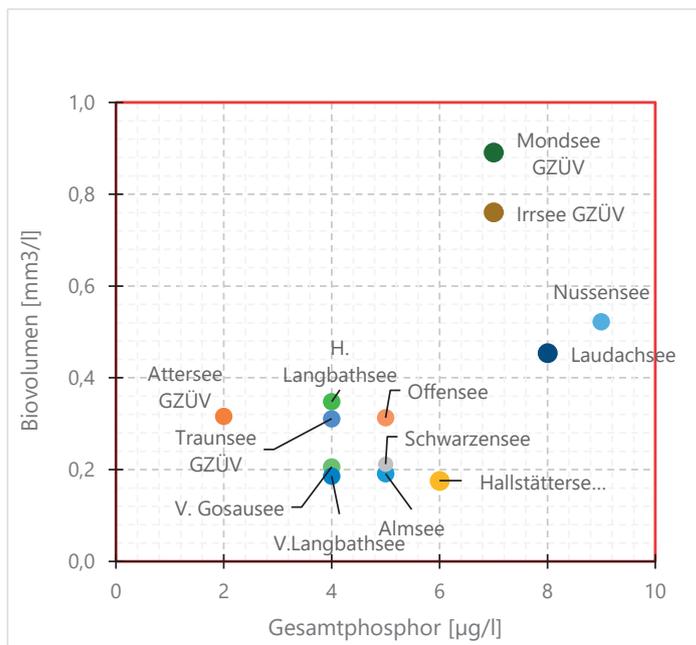
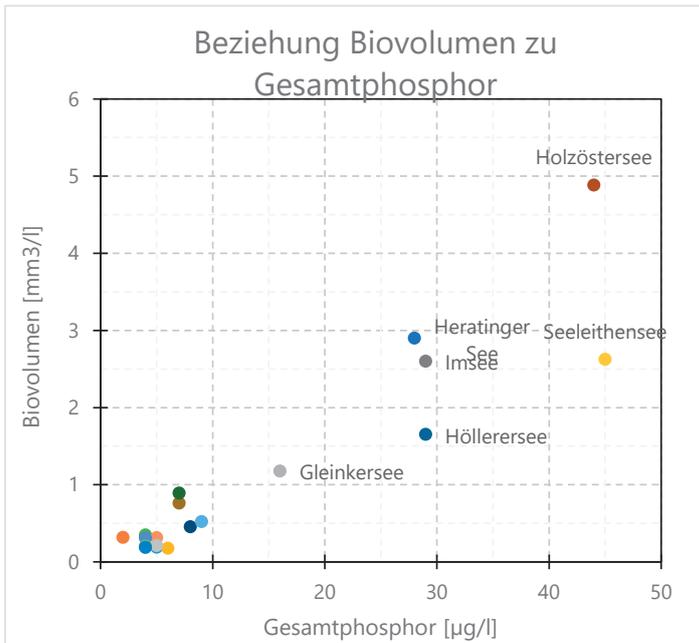


Abbildung 22 Beziehung Biovolumen zu Gesamtphosphor – Mittelwert

## 4.4. Sichttiefe

Die Sichttiefe ist ein Trophieindikator und steht in Wechselwirkung mit dem Biovolumen. Gemessen wird dabei die Durchsichtigkeit des Gewässers mittels einer runden weißen Scheibe (sog. „Secchi-Scheibe“) mit 25 cm Durchmesser. An einer Leine mit Längsskalierung wird sie soweit in den See abgesenkt, bis sie mit freiem Auge nicht mehr zu sehen ist. In planktonreichen, trüben Gewässern beträgt die Sichttiefe oft nur wenige Dezimeter. Planktonarme Gewässer wie unsere großen Salzkammergutseen sind sehr klar, die Sichttiefe ist hier bedeutend höher. Zusätzlich können Hochwasserereignisse, biogene Kalkausfällung und ein erhöhter Huminstoff-Gehalt in anmoorigen Gebieten (natürliche Braunfärbung) die Sichttiefe beeinflussen.

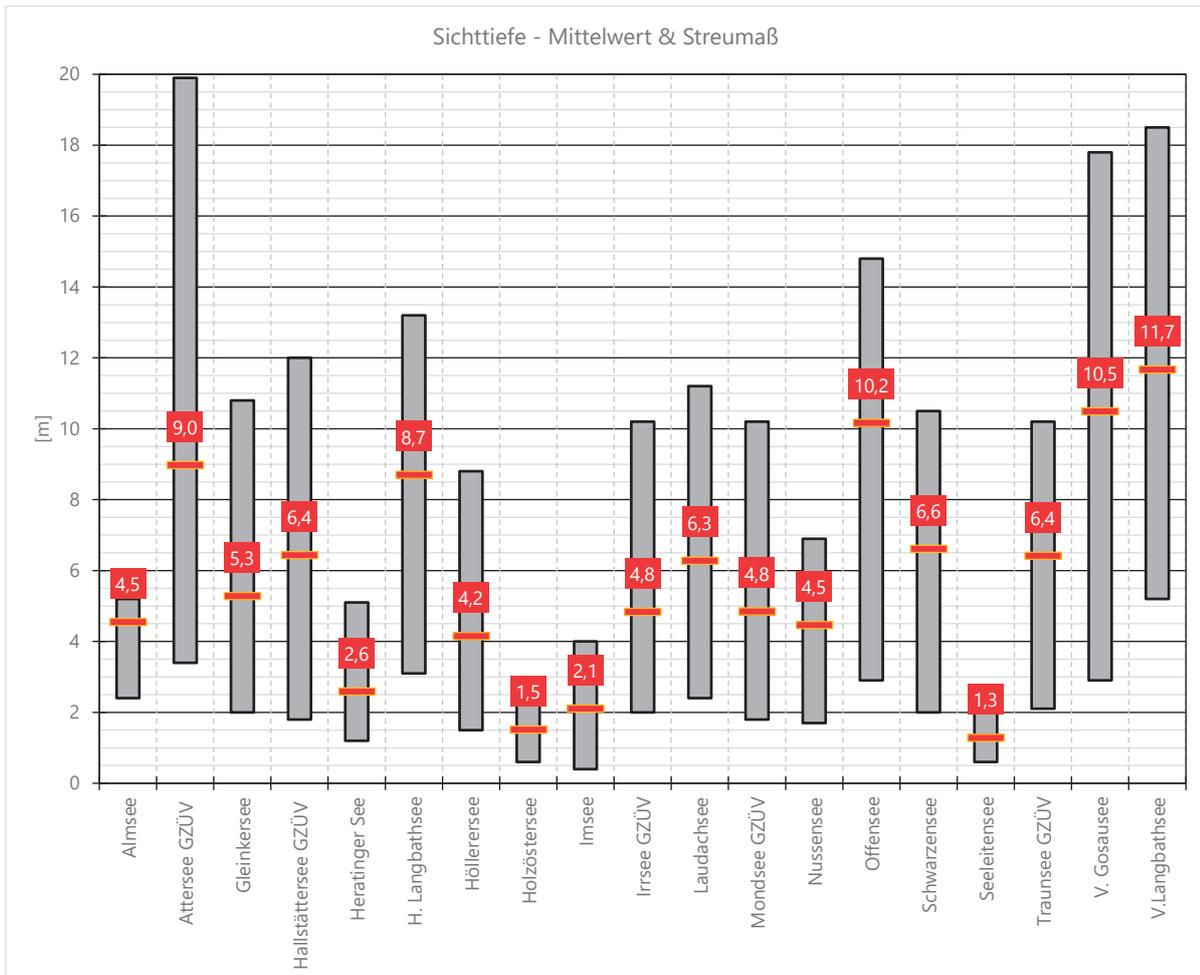


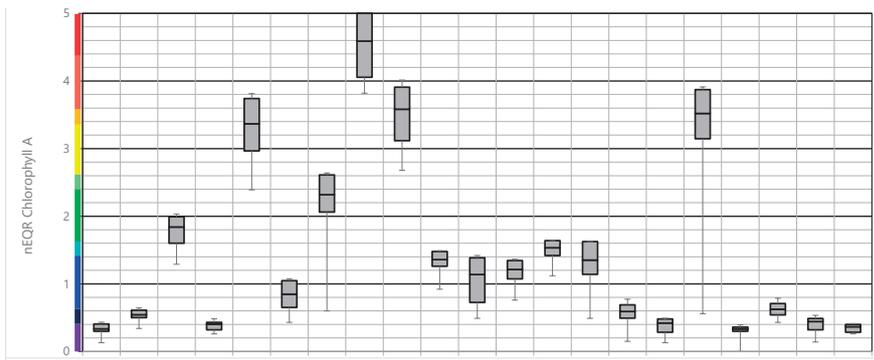
Abbildung 23 Vergleich Sichttiefe – Mittelwert, Minima und Maxima

# 5. Zusammenfassung

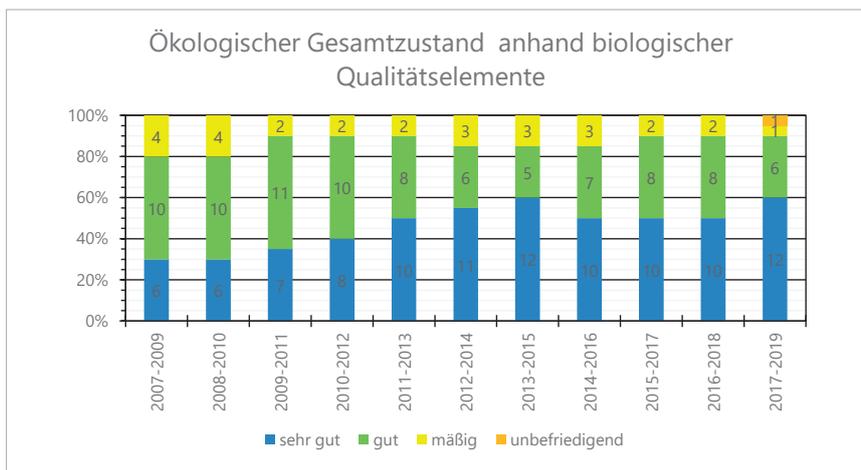
In diesem Kapitel werden die für die Einstufung in Zustandsklassen relevanten Ergebnisse angeführt. Die Darstellung der Ergebnisse wird mittels nachfolgenden Bildausschnitten dargestellt. Die zugrundeliegenden Bewertungen (Schema siehe Bildausschnitte) werden in Kapiteln beschrieben und demgemäß an dieser Stelle als Dreijahresmittel nEQR-Werte angeführt.

	Almsee A'	Attersee C	Gleinker-s	Hallstätte	Heratinge	Hinterer I	Höllerer-s	Holzöster	Imsee ASI	Irsee GZI	Laudach-s	Mondsee	Nussen-st	Offensee	Schwarzer	Seeleiten-	Traunsee	Vorderer I	Vorderer I'
<b>Brettum-Index</b>																			
2007-2009	0,72	1,00	0,77	0,66	0,54	0,69	0,89	0,65	0,47	1,00	0,76	0,66	0,64	0,73	0,87	0,68	0,71	0,63	0,85
2008-2010	0,71	0,97	0,74	0,68	0,55	0,74	0,86	0,66	0,49	0,99	0,71	0,63	0,67	0,76	0,83	0,71	0,69	0,72	0,82
2009-2011	0,70	0,93	0,74	0,65	0,68	0,79	0,82	0,66	0,59	0,98	0,72	0,60	0,77	0,92	0,80	0,69	0,68	0,72	0,79
2010-2012	0,70	0,89	0,72	0,70	0,63	0,83	0,81	0,68	0,60	0,94	0,57	0,57	0,70	0,94	0,73	0,67	0,69	0,74	0,81

Bei Abbildung 24, 26, 28 und 29 werden Boxplots dargestellt. Diese sollen einen direkten graphischen Vergleich der einzelnen Gewässer und unterschiedlichen Parameter geben. Dargestellt werden Minima, 25% Perzentile, Mittelwert, 75 % Perzentile und Maxima. Es kommt softwarebedingt vor, dass einzelne Säulen fehlen. Dies ist dadurch begründet, dass in Einzelfällen alle Dreijahresmittel des jeweiligen Parameters mit 1,00 in der Auswertung sind, und dadurch sich vom Minimum- bis zum Maximumwert alle Ergebnisse mit 1,00 berechnen. Ein Beispiel dafür ist bei Abbildung 24 Chlorophyll a der Almsee, der Hallstättersee, Offensee und der Vordere Langbathsee.



Der Anteil von jeder erreichten (Gesamt-)Zustandsklasse wird über die Zeit mit folgendem Schema folgendem Säulendiagramm dargestellt. Dadurch soll unabhängig von spezifischen Gewässern eine Aussage über die zeitliche Veränderung qualitativer Verhältnisse getroffen werden.



Die Ergebnisse werden nicht für jedes Bewertungsschema einzeln beschrieben, stattdessen erfolgt eine abschließende Interpretation aller Gesamtbewertungen in Kapitel 5.4. Für detailliertere Ausführungen zur spezifischen Bewertung einzelner Gewässer sind die Interpretationen im jeweiligen Kapitel 3 zu finden.

## 5.1. Ökologischer Zustand aufgrund biologischer Qualitätselemente

### Ökologischer Zustand aufgrund biologischer Qualitätselemente - Dreijahresmittelwerte EQR-norm (2007-2019)

EQR normiert	Ökologischer Zustand aufgrund biologischer Qualitätselemente - Dreijahresmittelwerte EQR-norm (2007-2019)																		
	Almsee ASM	Attersee GZÜV	Gleinkersee ASM	Hallstättersee GZÜV	Heraringersee ASM	Hinterer Langbathsee ASM	Höllernersee ASM	Holzöstersee ASM	Imsee ASM	Irrsee GZÜV	Laudachsee ASM	Mondsee GZÜV	Nussensee ASM	Offensee ASM	Schwarzensee ASM	Seeleitensee ASM	Traunsee GZÜV	Vorderer Gosausee ASM	Vorderer Langbathsee ASM
<b>Brettum-Index</b>																			
2007-2009	0,72	1,00	0,77	0,66	0,54	0,69	0,89	0,65	0,47	1,00	0,76	0,66	0,64	0,73	0,87	0,68	0,71	0,63	0,85
2008-2010	0,71	0,97	0,74	0,68	0,55	0,74	0,86	0,66	0,49	0,99	0,71	0,63	0,67	0,76	0,83	0,71	0,69	0,72	0,82
2009-2011	0,70	0,93	0,74	0,65	0,68	0,79	0,82	0,66	0,59	0,98	0,72	0,60	0,77	0,92	0,80	0,69	0,68	0,72	0,79
2010-2012	0,70	0,89	0,72	0,70	0,63	0,83	0,81	0,68	0,60	0,94	0,57	0,57	0,70	0,94	0,73	0,67	0,69	0,74	0,81
2011-2013	0,71	0,90	0,72	0,72	0,54	0,84	0,83	0,64	0,67	0,95	0,64	0,65	0,67	0,94	0,73	0,62	0,83	0,75	0,79
2012-2014	0,72	0,93	0,72	0,82	0,46	0,90	0,91	0,65	0,73	0,96	0,66	0,72	0,67	0,95	0,76	0,52	0,87	0,84	0,85
2013-2015	0,63	0,97	0,69	0,87	0,39	0,94	0,92	0,61	0,75	1,00	0,82	0,75	0,68	0,93	0,84	0,54	0,86	0,86	0,93
2014-2016	0,63	0,98	0,70	0,84	0,50	1,00	0,93	0,71	0,75	0,97	0,78	0,74	0,68	0,95	0,87	0,66	0,76	0,93	0,98
2015-2017	0,66	0,96	0,69	0,80	0,57	1,00	0,88	0,67	0,78	0,95	0,84	0,72	0,69	0,88	0,91	0,74	0,73	0,93	0,98
2016-2018	0,74	0,93	0,70	0,78	0,64	1,00	0,86	0,56	0,82	0,95	0,81	0,73	0,68	0,88	0,91	0,71	0,72	0,93	0,98
2017-2019	0,67	0,91	0,71	0,80	0,51	0,89	0,81	0,36	0,87	0,95	0,80	0,72	0,69	0,89	0,85	0,66	0,69	0,91	0,95
<b>Biovolumen</b>																			
2007-2009	0,90	0,76	0,53	0,79	0,65	0,77	0,75	0,53	0,60	0,77	0,69	0,54	0,67	0,85	0,91	0,66	0,70	0,91	0,86
2008-2010	0,90	0,74	0,60	0,80	0,60	0,76	0,68	0,41	0,64	0,81	0,72	0,56	0,68	0,83	0,91	0,64	0,69	0,91	0,90
2009-2011	0,90	0,78	0,71	0,82	0,56	0,77	0,63	0,38	0,65	0,84	0,72	0,57	0,76	0,78	0,90	0,64	0,75	0,90	0,88
2010-2012	0,88	0,82	0,68	0,88	0,52	0,77	0,61	0,37	0,63	0,88	0,69	0,59	0,78	0,76	0,90	0,65	0,78	0,86	0,90
2011-2013	0,91	0,89	0,62	0,93	0,50	0,82	0,60	0,39	0,58	0,86	0,69	0,63	0,84	0,83	0,93	0,64	0,91	0,89	0,93
2012-2014	0,95	0,95	0,62	0,96	0,46	0,92	0,64	0,43	0,57	0,85	0,76	0,74	0,82	0,85	0,96	0,58	0,95	0,91	0,97
2013-2015	1,00	1,00	0,59	1,00	0,47	1,00	0,66	0,46	0,55	0,84	0,88	0,75	0,89	0,92	0,94	0,52	1,00	0,98	1,00
2014-2016	1,00	1,00	0,62	1,00	0,48	1,00	0,67	0,49	0,62	0,90	0,95	0,76	0,78	0,92	0,94	0,52	0,92	0,98	1,00
2015-2017	1,00	1,00	0,62	1,00	0,55	1,00	0,68	0,45	0,63	0,92	1,00	0,72	0,86	1,00	0,96	0,59	0,92	1,00	1,00
2016-2018	1,00	1,00	0,69	1,00	0,58	0,94	0,70	0,45	0,66	0,98	1,00	0,72	0,80	1,00	1,00	0,63	0,92	0,94	1,00
2017-2019	1,00	1,00	0,79	1,00	0,61	0,87	0,69	0,43	0,62	0,95	1,00	0,70	0,90	1,00	0,99	0,72	1,00	0,94	1,00
<b>Chlorophyll a</b>																			
2013-2015	1,00	0,98	0,64	1,00	0,50	1,00	0,61	0,26	0,45	0,91	0,93	0,70	0,74	1,00	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00
2014-2016	1,00	1,00	0,71	1,00	0,50	1,00	0,64	0,31	0,52	1,00	0,99	0,72	0,69	1,00	1,00	0,32	0,99	1,00	1,00
2015-2017	1,00	1,00	0,67	1,00	0,50	0,98	0,66	0,26	0,52	0,98	0,97	0,69	0,78	1,00	1,00	0,37	0,99	1,00	1,00
2016-2018	1,00	1,00	0,65	1,00	0,41	0,90	0,66	0,25	0,53	0,98	0,92	0,69	0,72	1,00	0,98	0,43	0,97	1,00	1,00
2017-2019	1,00	1,00	0,68	1,00	0,39	0,88	0,61	0,20	0,44	0,96	0,93	0,69	0,74	1,00	0,98	0,44	0,98	1,00	1,00
<b>Gesamtzustand</b>																			
2007-2009	0,81	0,88	0,65	0,72	0,59	0,73	0,82	0,59	0,53	0,88	0,72	0,60	0,65	0,79	0,89	0,67	0,70	0,77	0,86
2008-2010	0,80	0,85	0,67	0,74	0,57	0,75	0,77	0,54	0,57	0,90	0,71	0,59	0,67	0,79	0,87	0,67	0,69	0,82	0,86
2009-2011	0,80	0,86	0,73	0,74	0,62	0,78	0,73	0,52	0,62	0,91	0,72	0,59	0,77	0,85	0,85	0,67	0,71	0,81	0,84
2010-2012	0,79	0,85	0,70	0,79	0,58	0,80	0,71	0,53	0,61	0,91	0,63	0,58	0,74	0,85	0,82	0,66	0,73	0,80	0,85
2011-2013	0,81	0,89	0,67	0,83	0,51	0,83	0,70	0,50	0,61	0,90	0,66	0,64	0,74	0,88	0,83	0,62	0,86	0,82	0,85
2012-2014	0,84	0,93	0,68	0,89	0,45	0,91	0,76	0,50	0,63	0,91	0,72	0,72	0,73	0,92	0,86	0,52	0,91	0,88	0,91
2013-2015	0,82	0,98	0,66	0,94	0,44	0,97	0,78	0,49	0,63	0,94	0,86	0,74	0,75	0,94	0,91	0,49	0,93	0,93	0,96
2014-2016	0,82	0,99	0,68	0,92	0,50	1,00	0,80	0,56	0,66	0,96	0,87	0,74	0,71	0,96	0,92	0,54	0,86	0,96	0,99
2015-2017	0,83	0,98	0,67	0,90	0,55	1,00	0,77	0,51	0,67	0,95	0,91	0,71	0,76	0,94	0,95	0,61	0,84	0,97	0,99
2016-2018	0,88	0,96	0,69	0,89	0,57	0,96	0,77	0,46	0,71	0,96	0,88	0,71	0,72	0,94	0,95	0,62	0,83	0,95	0,99
2017-2019	0,85	0,96	0,72	0,90	0,51	0,88	0,73	0,34	0,70	0,95	0,89	0,71	0,76	0,94	0,92	0,62	0,84	0,94	0,98

**Tabelle 7** Ökologischer Zustand aufgrund biologischer Qualitätselemente - Dreijahresmittelwerte nEQR von 2007 bis 2019

5.1. Ökologischer Zustand aufgrund biologischer Qualitätselemente

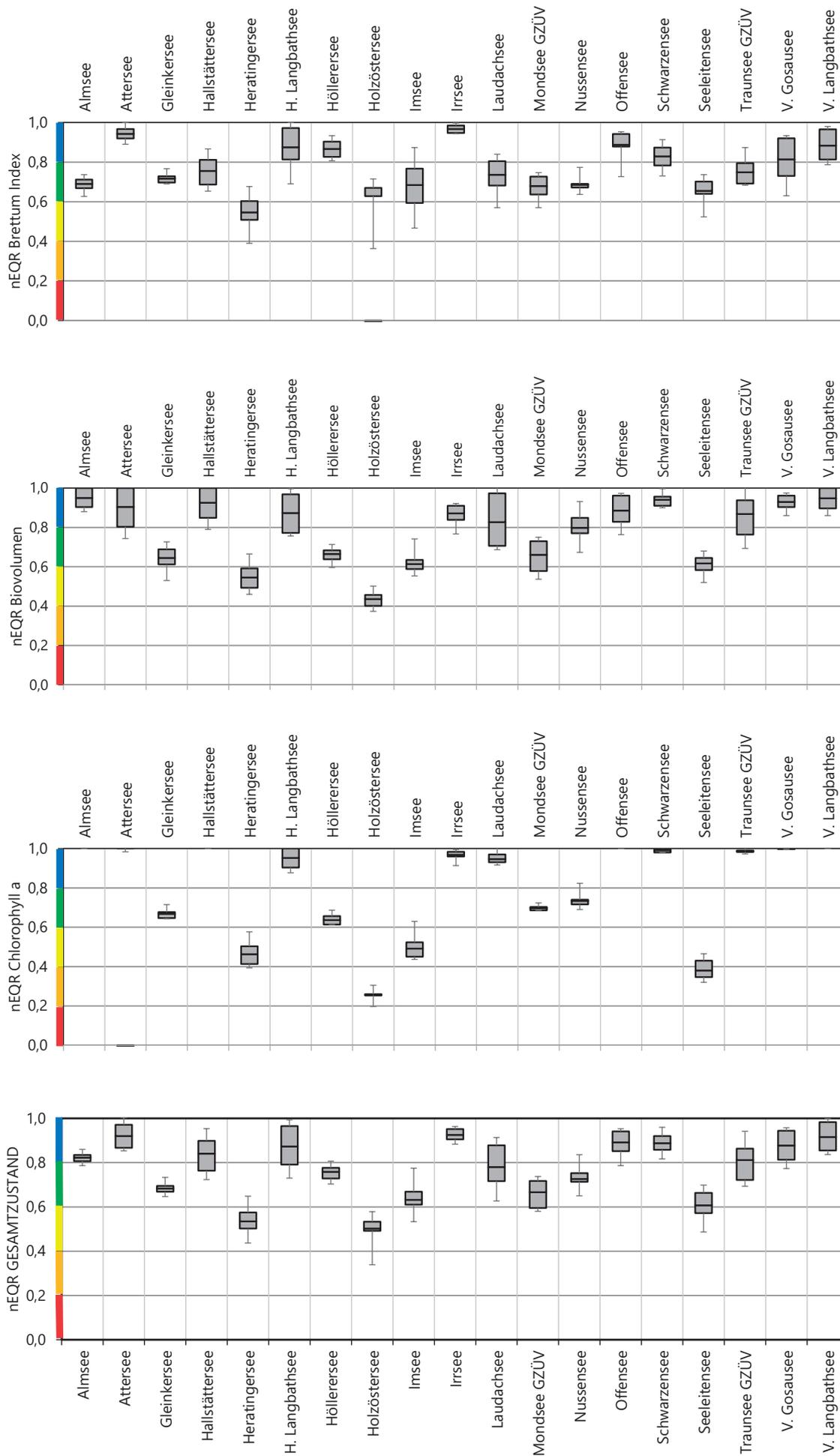
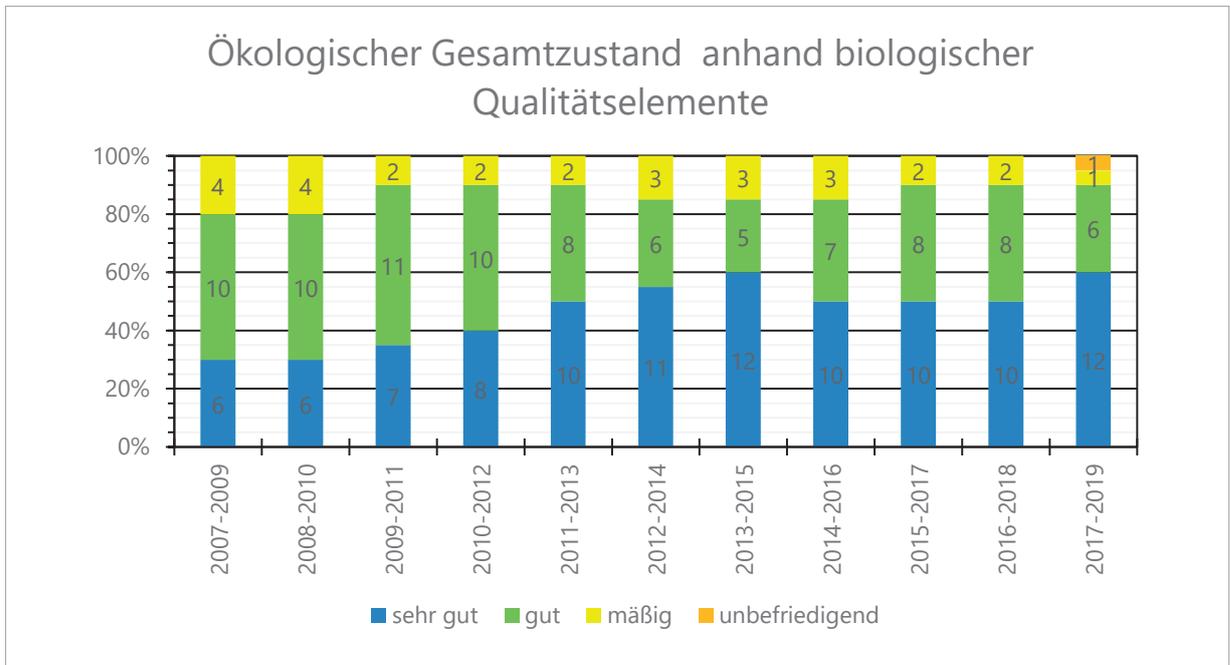


Abbildung 24 nEQR-Mittelwerte und Streumaße der biologischen Qualitätselemente aus Tabelle 7

In Abbildung 25 wird der zeitliche Verlauf vom ökologischen Gesamtzustand anhand biologischer Qualitätselemente dargestellt. Dabei zeigt sich eine aus Sicht der Gewässeraufsicht erfreuliche Entwicklung. Der Anteil der im Dreijahresmittel-Gesamtzustand als sehr gut eingestuften Gewässer hat sich dabei von 30 % auf 60% verdoppelt. Ebenso hat sich der Anteil der als gut eingestuften Gewässer beinahe halbiert. Der Anteil jener Gewässer welche im Gesamtzustand schlechter als gut eingestuft wurden, hat sich ebenfalls von 20 % auf 10 % reduziert.

Die Zielvorgaben der Wasserrahmenrichtlinie, den zumindest guten ökologischen Zustand zu erreichen bzw. zu erhalten, werden in 80 – bis 90 % der Bewertungen erfüllt.



**Abbildung 25** Bilanz ökologischer Gesamtzustand der biologischen Qualitätselemente mit der Anzahl an Gewässern in der jeweiligen Zustandsklasse

## 5.2. Ökologischer Zustand aufgrund physikalisch/chemischer Qualitätselemente

Ökologischer Zustand aufgrund chem./physikal. Qualitätselemente - Dreijahresmittelwerte EQR-norm (2007-2020)

	Almsee ASM	Attersee GZÜV	Gleinkersee ASM	Hallstättersee GZÜV	Heratingersee ASM	Hinterer Langbathsee ASM	Hölleresee ASM	Holzötzersee ASM	Imsee ASM	Irrsee GZÜV	Laudachsee ASM	Mondsee GZÜV	Nussensee ASM	Offensee ASM	Schwarzensee ASM	Seeleitensee ASM	Traunsee GZÜV	Vorderer Gosausee ASM	Vorderer Langbathsee ASM
<b>P-gesamt (volumsgewichtet)</b>																			
2007-2009	1,00	1,00	0,71	0,82	0,49	1,00	0,81	0,46	0,46	1,00	0,87	0,88	0,88	1,00	0,99	0,24	1,00	1,00	1,00
2008-2010	0,97	1,00	0,72	0,82	0,43	1,00	0,73	0,43	0,50	1,00	0,89	0,88	0,88	0,99	0,92	0,36	1,00	0,97	1,00
2009-2011	0,96	1,00	0,73	0,83	0,42	1,00	0,70	0,40	0,49	1,00	0,89	0,86	0,86	0,91	0,91	0,33	1,00	0,97	0,98
2010-2012	0,99	1,00	0,70	0,86	0,42	1,00	0,67	0,37	0,50	1,00	0,85	0,86	0,86	0,92	0,94	0,31	1,00	0,97	1,00
2011-2013	1,00	1,00	0,69	0,90	0,46	1,00	0,70	0,37	0,46	1,00	0,87	0,84	0,85	0,95	0,97	0,32	1,00	0,95	1,00
2012-2014	1,00	1,00	0,67	0,92	0,49	1,00	0,74	0,33	0,47	1,00	0,90	0,86	0,81	1,00	1,00	0,34	1,00	0,99	1,00
2013-2015	1,00	1,00	0,69	0,92	0,55	1,00	0,73	0,30	0,48	1,00	0,95	0,85	0,80	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00
2014-2016	1,00	1,00	0,70	0,94	0,58	1,00	0,72	0,30	0,52	1,00	0,97	0,86	0,79	1,00	1,00	0,31	1,00	1,00	1,00
2015-2017	1,00	1,00	0,69	0,92	0,58	1,00	0,70	0,28	0,53	1,00	0,95	0,85	0,83	1,00	1,00	0,32	1,00	1,00	1,00
2016-2018	1,00	1,00	0,64	0,92	0,57	1,00	0,72	0,28	0,54	1,00	0,92	0,85	0,81	0,96	1,00	0,38	1,00	1,00	1,00
2017-2019	1,00	1,00	0,69	0,90	0,62	1,00	0,74	0,29	0,55	1,00	0,89	0,84	0,82	0,97	0,95	0,36	1,00	1,00	1,00
2018-2020	1,00		0,73		0,60	1,00	0,77	0,27	0,52		0,88		0,74	0,98	0,89	0,34		1,00	1,00
<b>Sichttiefe</b>																			
2007-2009		0,92	0,66		0,48	1,00	0,81	0,33	0,32	0,76	0,84	0,62	0,62	1,00	0,82	0,30		0,77	1,00
2008-2010		0,94	0,70		0,51	1,00	0,69	0,29	0,41	0,84	0,86	0,61	0,64	1,00	0,81	0,21		1,00	1,00
2009-2011		0,91	0,76		0,48	1,00	0,65	0,29	0,44	0,97	0,78	0,61	0,63	1,00	0,76	0,22		1,00	1,00
2010-2012		0,90	0,77		0,46	1,00	0,61	0,27	0,43	1,00	0,73	0,60	0,65	1,00	0,77	0,22		1,00	1,00
2011-2013		0,84	0,73		0,44	1,00	0,65	0,29	0,38	0,86	0,73	0,55	0,65	1,00	0,74	0,22		1,00	1,00
2012-2014		0,85	0,73		0,45	1,00	0,76	0,31	0,41	0,76	0,81	0,59	0,68	1,00	0,77	0,25		1,00	1,00
2013-2015		0,83	0,72		0,46	1,00	0,77	0,32	0,40	0,71	0,87	0,60	0,66	1,00	0,75	0,27		1,00	1,00
2014-2016		0,86	0,75		0,53	1,00	0,79	0,33	0,46	0,81	0,97	0,62	0,65	1,00	0,77	0,29		1,00	1,00
2015-2017		0,87	0,71		0,56	1,00	0,81	0,30	0,45	0,78	0,98	0,63	0,64	1,00	0,77	0,30		1,00	1,00
2016-2018		0,87	0,68		0,55	1,00	0,82	0,28	0,48	0,83	0,91	0,62	0,65	1,00	0,72	0,30		1,00	1,00
2017-2019		0,84	0,72		0,53	1,00	0,79	0,25	0,45	0,74	0,84	0,63	0,66	1,00	0,71	0,34		1,00	1,00
2018-2020			0,77		0,53	1,00	0,78	0,26	0,42		0,79		0,66	1,00	0,66	0,34		1,00	1,00
<b>Gesamtzustand</b>																			
2007-2009	1,00	0,92	0,66	0,82	0,48	1,00	0,81	0,33	0,32	0,76	0,84	0,62	0,62	1,00	0,82	0,24	1,00	0,77	1,00
2008-2010	0,97	0,94	0,70	0,82	0,43	1,00	0,69	0,29	0,41	0,84	0,86	0,61	0,64	0,99	0,81	0,21	1,00	0,97	1,00
2009-2011	0,96	0,91	0,73	0,83	0,42	1,00	0,65	0,29	0,44	0,97	0,78	0,61	0,63	0,91	0,76	0,22	1,00	0,97	0,98
2010-2012	0,99	0,90	0,70	0,86	0,42	1,00	0,61	0,27	0,43	1,00	0,73	0,60	0,65	0,92	0,77	0,22	1,00	0,97	1,00
2011-2013	1,00	0,84	0,69	0,90	0,44	1,00	0,65	0,29	0,38	0,86	0,73	0,55	0,65	0,95	0,74	0,22	1,00	0,95	1,00
2012-2014	1,00	0,85	0,67	0,92	0,45	1,00	0,74	0,31	0,41	0,76	0,81	0,59	0,68	1,00	0,77	0,25	1,00	0,99	1,00
2013-2015	1,00	0,83	0,69	0,92	0,46	1,00	0,73	0,30	0,40	0,71	0,87	0,60	0,66	1,00	0,75	0,27	1,00	1,00	1,00
2014-2016	1,00	0,86	0,70	0,94	0,53	1,00	0,72	0,30	0,46	0,81	0,97	0,62	0,65	1,00	0,77	0,29	1,00	1,00	1,00
2015-2017	1,00	0,87	0,69	0,92	0,56	1,00	0,70	0,28	0,45	0,78	0,95	0,63	0,64	1,00	0,77	0,30	1,00	1,00	1,00
2016-2018	1,00	0,87	0,64	0,92	0,55	1,00	0,72	0,28	0,48	0,83	0,91	0,62	0,65	0,96	0,72	0,30	1,00	1,00	1,00
2017-2019	1,00	0,84	0,69	0,90	0,53	1,00	0,74	0,25	0,45	0,74	0,84	0,63	0,66	0,97	0,71	0,34	1,00	1,00	1,00
2018-2020	1,00		0,73		0,53	1,00	0,77	0,26	0,42		0,79		0,66	0,98	0,66	0,34		1,00	1,00

**Tabelle 8** Ökologischer Zustand aufgrund phys./chem. Qualitätselemente – Dreijahresmittelwerte nEQR von 2007 bis 2019

Wie bereits angemerkt, gibt es bei der Einstufung anhand phys./chem. Qualitätselemente nur die Zustandsklassen sehr gut ( $\geq 0,80$ ), gut ( $0,80 - 0,60$ ) und mäßig ( $\leq 0,60$ ). Unbefriedigende Ergebnisse (Farbcode: orange; nEQRgesamt  $\leq 0,40$ ) sind dabei nicht definiert, werden jedoch hier, zur aussagekräftigeren Differenzierung der Ergebnisse, als grobe Verfehlung des guten Zustands angesprochen und visualisiert. Diese sind allerdings offiziell als mäßig eingestuft.

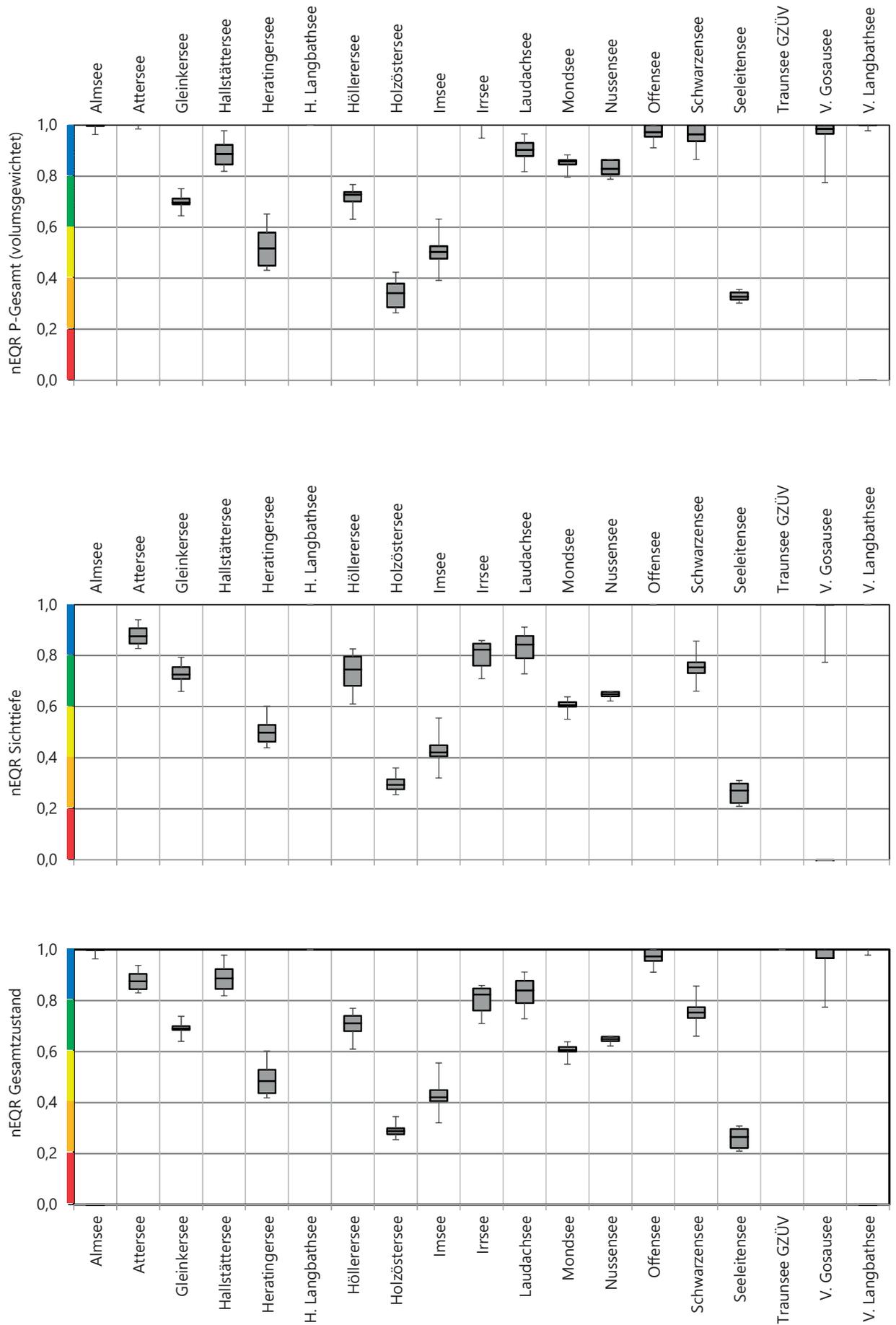


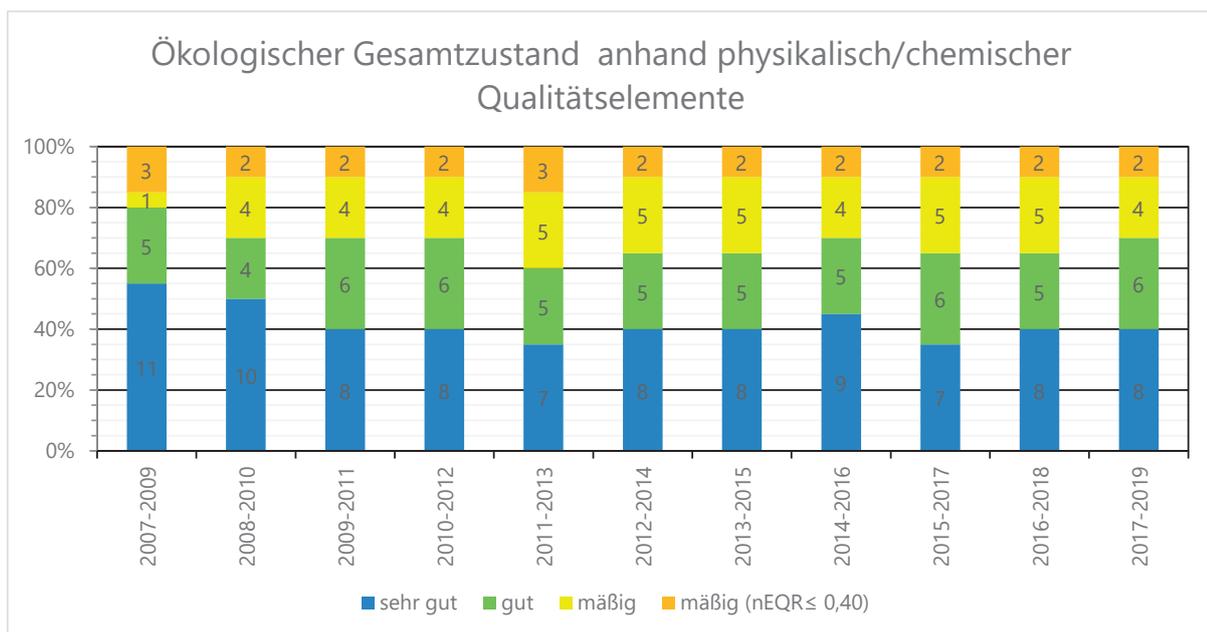
Abbildung 26 nQR-Mittelwerte und Streumaße der physikalisch-chemischen Qualitätselemente aus Tabelle 8

Wie in Abbildung 26 erkennbar ist verglichen mit dem ökologischen Zustand anhand biologischer Qualitätselemente bei der physikalisch/chemischen Gesamtzustandsbewertung weniger Veränderung erkennbar.

Der Anteil an sehr guten Zustandsbewertungen variiert von 2007 bis 2019 zwischen 35 und 55 %. Dieser Anteil hat sich nach einem anfänglichen Abwärtstrend zwischen 7 und 9 % eingependelt.

Der Anteil an guten Einstufungen bewegt sich über den gesamten Zeitraum zwischen 20 und 30 %. Die mäßigen Einstufungen sind abgesehen vom ersten Ergebnis ebenfalls relativ konstant zwischen 20 und 35 %. Der unbefriedigende Anteil schwankt somit zwischen 10 und 15 %.

Der Anteil, welcher die Zielvorgaben der Wasserrahmenrichtlinie einen guten ökologischen Zustand zu erreichen bzw. zu erhalten nicht erfüllt, pendelt zwischen 20 (2007-2009) und 40 % (2011-2013).



**Abbildung 27** Bilanz ökologischer Gesamtzustand der physikalisch/chemischer Qualitätselemente mit der Anzahl an Gewässer in der jeweiligen Zustandsklasse

## 5.3. Trophiebewertung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Trophiebewertung einerseits die zugrundeliegenden Trophieindikatoren als nEQR Jahresmittel und andererseits im Gesamtzustand als nEQR-Dreijahresmittel dargestellt.

Als Wiederholung wird in Tabelle 9 auf die Beurteilungskriterien der Trophiebewertung hingewiesen.

Bewertungszahl	Trophieklasse	Nährstoff-reichtum	Gesamt-phosphor [ $\mu\text{g/l}$ ]	Chloro-phyll a [ $\mu\text{g/l}$ ]	Bio-volumen [ $\text{mm}^3/\text{l}$ ]	Sicht-tiefe [m]
< 0,4001	<b>ultra oligotroph</b>	sehr nährstoffarm	< 3	< 1,2	< 0,3	> 10
0,40001-0,6	Zwischenstufe ultra oligotroph-oligotroph					
0,60001-1,4	<b>oligotroph</b>	nährstoffarm	3-10	1,2 - 3	0,3-0,75	5,5-10
1,40001-1,6	Zwischenstufe oligotroph-mesotroph					
1,60001-2,4	<b>mesotroph</b>	mäßig nährstoffarm	10-20	3-7	0,75-1,75	3,5-5,5
2,40001-2,6	Zwischenstufe mesotroph-schwach eutroph					
2,60001-3,4	<b>schwach eutroph</b>	nährstoffreich	20-30	7-12	1,75-3,0	< 3,5
3,40001-3,6	Zwischenstufe schwach eutroph- stark eutroph					
3,60001-4,4	<b>stark eutroph</b>	sehr nährstoffreich	30-50	12-20	3,0-5,0	< 2,5
4,40001-4,6	Zwischenstufe stark eutroph-hypertroph					
>4,60001-5	<b>hypertroph</b>	extrem nährstoffreich	> 50	> 20	> 5,0	< 2

**Tabelle 9** Trophieindikatoren; modifiziert aus Leitfaden Biolog. QE (Teil B2: Phytoplankton 2015)

Trophie-Dreijahresmittelwerte

	Almsee	Attersee	Gleinkersee	Hallstättersee	Herangersee	H. Langbathsee	Höllnersee	Holzörstersee	Imsee	Irrsee	Laudachsee	Mondsee GZÜV	Nussensee	Offensee	Schwarzensee	Seeleitensee	Traunsee GZÜV	V. Gosausee	V. Langbathsee
<b>Biovolumen</b>																			
2007	0,06	0,68	2,12	0,57	2,11	0,26	0,79	2,18	3,70	1,85	1,48	2,56	0,81	0,52	0,17	1,82	1,28	0,06	0,74
2008	0,57	1,17	4,31	0,41	2,30	1,46	2,32	3,70	3,00	1,72	1,56	2,16	2,51	0,57	0,10	2,92	0,97	0,19	0,30
2009	0,26	1,17	1,21	0,92	3,47	0,57	2,37	5,00	3,15	1,95	0,99	1,73	0,99	0,63	0,34	3,72	0,70	0,34	0,50
2010	0,28	0,81	0,97	0,43	3,31	0,52	2,43	5,00	2,56	1,03	0,88	2,11	0,72	0,70	0,37	2,28	1,51	0,34	0,37
2011	0,61	0,61	1,75	0,23	3,40	1,26	3,48	4,72	2,84	1,37	1,60	1,96	1,10	1,26	0,46	2,88	0,39	0,50	0,50
2012	0,7	0,59	1,87	0,34	4,59	0,97	2,92	5,00	3,82	1,30	1,57	1,54	0,81	0,83	0,37	3,49	0,41	0,77	0,34
2013	0,03	0,32	1,87	0,00	3,56	0,08	2,60	4,87	3,57	1,62	0,79	1,34	0,26	0,12	0,00	2,35	0,12	0,00	0,00
2014	0,17	0,14	1,67	0,00	4,44	0,32	2,16	3,55	2,84	1,58	0,63	0,54	1,32	0,86	0,43	4,30	0,12	0,48	0,08
2015	0,32	0,37	2,33	0,08	3,93	0,34	2,38	4,11	4,12	1,60	0,32	1,21	0,21	0,26	0,59	5,00	0,17	0,14	0,12
2016	0,08	0,30	1,41	0,00	3,29	0,34	2,28	3,64	2,05	0,57	0,14	1,12	1,34	0,28	0,28	2,39	0,66	0,14	0,06
2017	0,03	0,37	1,69	0,06	2,51	0,28	2,10	4,88	2,72	1,36	0,28	0,86	0,52	0,30	0,12	2,52	0,08	0,06	0,06
2018	0,32	0,29	1,17	0,03	3,32	0,72	1,90	4,23	3,45	0,84	0,30	1,20	0,68	0,26	0,39	3,64	0,19	0,68	0,14
2019	0,00	0,17	0,28	0,00	2,62	0,79	2,68	4,40	2,74	1,43	0,14	1,48	0,41	0,30	0,41	1,52	0,23	0,19	0,03
<b>Chlorophyll A</b>																			
2007	0,15	0,34	2,29	0,51	2,45	0,43	0,60	4,43	3,68	1,26	2,69	1,25	0,49	0,15	0,32	0,56	0,95	0,14	0,28
2008	0,46	0,44	2,99	0,55	2,45	0,78	1,80	3,92	3,23	1,42	1,42	1,64	1,52	0,42	0,20	3,76	0,71	0,42	0,37
2009	0,13	0,62	1,70	0,71	2,89	0,86	2,07	3,91	3,44	1,48	0,67	1,50	1,14	0,60	0,13	3,91	0,60	0,42	0,40
2010	0,37	0,61	1,60	0,32	3,86	0,92	2,35	5,00	4,43	0,93	0,86	1,83	0,91	0,82	0,30	2,98	0,61	0,32	0,26
2011	0,28	0,50	1,60	0,43	3,71	0,43	3,21	4,78	3,06	1,18	1,57	1,70	1,49	0,92	0,40	2,86	0,74	0,33	0,38
2012	0,49	0,50	1,60	0,32	4,79	1,38	2,63	4,97	3,90	1,46	1,67	1,36	1,33	0,69	0,40	3,70	0,64	0,60	0,44
2013	0,34	0,85	2,17	0,33	3,20	0,63	2,88	5,00	3,91	1,89	1,20	1,76	1,18	0,47	0,24	3,06	0,43	0,23	0,28
2014	0,3	0,51	1,46	0,32	3,49	0,69	2,44	3,82	2,98	1,46	0,61	1,12	1,78	0,69	0,37	4,41	0,56	0,30	0,28
2015	0,36	0,58	1,82	0,40	2,39	0,74	2,06	4,65	3,56	1,26	0,69	1,56	1,14	0,56	0,42	5,00	0,54	0,32	0,30
2016	0,3	0,53	1,54	0,32	3,19	0,64	2,51	3,93	2,68	0,92	0,83	1,62	1,66	0,47	0,28	3,54	0,71	0,42	0,31
2017	0,33	0,56	1,79	0,39	3,56	0,87	2,21	5,00	3,08	1,55	0,86	1,42	0,97	0,69	0,50	3,61	0,47	0,49	0,39
2018	0,42	0,63	2,02	0,39	3,75	1,28	2,06	4,84	3,26	1,28	1,08	1,55	1,77	0,58	0,87	3,66	0,65	0,79	0,40
2019	0,34	0,38	1,29	0,26	3,61	1,13	3,08	5,00	4,24	1,58	0,49	1,62	1,47	0,62	0,56	3,40	0,50	0,48	0,48
2020	0,42		1,91		3,78	1,09	2,55	5,00	4,71		1,28		2,07	0,60	0,91	4,82		0,93	0,56
<b>Gesamtphosphor</b>																			
2007	0,54	0,34	2,00	1,22	3,41	0,68	3,51	3,83	3,66	0,93	1,34	0,98	1,15	0,82	0,65	5,00	0,62	0,62	0,88
2008	0,62	0,38	1,99	1,14	3,17	0,69	3,30	3,16	3,23	1,00	1,24	0,94	1,19	0,57	0,87	4,02	0,69	0,68	0,53
2009	0,84	0,40	1,92	1,08	3,59	0,73	3,41	3,52	3,58	1,14	1,08	1,03	1,26	0,90	0,87	4,10	0,67	0,62	0,79
2010	1,46	0,46	2,06	1,21	4,05	0,83	3,60	4,14	3,09	1,03	1,16	1,01	1,11	0,91	0,96	3,85	0,76	0,73	0,80
2011	0,69	0,45	2,02	1,02	3,31	0,66	3,30	3,65	3,42	1,12	1,31	1,08	1,37	0,96	0,94	4,48	0,68	0,68	0,85
2012	0,69	0,42	1,95	0,89	3,66	0,74	3,56	4,00	3,53	0,97	1,38	0,98	1,27	0,85	0,72	4,54	0,73	0,61	0,61
2013	0,92	0,47	2,05	0,93	3,64	0,68	3,22	4,17	3,70	1,26	1,05	1,19	1,26	0,78	0,84	3,76	0,85	0,80	0,56
2014	0,63	0,36	2,01	0,88	2,65	0,68	3,02	4,27	3,18	1,08	0,98	0,91	1,75	0,69	0,58	4,04	0,54	0,56	0,53
2015	0,74	0,38	1,97	0,90	2,88	0,71	3,55	4,65	3,37	0,94	1,05	1,11	1,31	0,63	0,61	4,93	0,58	0,51	0,55
2016	0,73	0,38	2,16	0,85	3,38	0,76	3,38	4,24	3,27	0,99	0,94	1,09	1,41	0,77	0,61	3,94	0,67	0,61	0,82
2017	0,64	0,40	2,23	0,96	2,65	0,66	3,29	4,72	2,91	1,21	1,08	0,96	1,39	0,86	0,69	3,84	0,64	0,55	0,57
2018	0,72	0,35	2,38	0,94	3,03	0,75	3,43	4,58	3,28	1,09	1,22	1,17	1,53	0,91	0,84	3,92	0,53	0,61	0,58
2019	0,58	0,39	1,97	0,96	2,63	0,66	3,54	4,19	3,04	1,24	1,17	1,09	1,33	0,73	1,03	4,14	0,66	0,61	0,59
2020	0,62		2,04		3,04	0,72	3,24	5,00	3,37		1,20		1,84	0,80	1,04	4,30		0,58	0,64
<b>Sichttiefe (Secchi 20 cm)</b>																			
2007		0,55	2,08	0,87	4,50	0,78	1,65	5,00	5,00	1,76	1,60	1,55	2,20	0,92	1,05	3,50	1,75	2,20	0,50
2008		0,65	2,05	1,17	3,22	0,59	2,46	5,00	5,00	2,14	1,26	2,00	2,17	0,12	1,08	5,00	1,53	1,45	0,00
2009		0,54	1,75	1,27	3,34	0,60	1,82	4,94	4,18	2,05	1,15	1,73	2,08	0,53	1,14	5,00	1,32	0,32	0,49
2010		0,41	1,54	1,19	3,74	0,67	3,28	5,00	3,48	1,31	1,48	1,68	1,95	0,80	1,12	5,00	1,33	0,19	0,47
2011		0,83	1,33	1,44	3,82	0,64	3,34	5,00	4,30	1,35	1,86	2,04	2,31	0,59	1,43	5,00	1,24	0,00	0,10
2012		0,61	1,50	1,44	3,82	0,86	2,21	5,00	4,42	1,47	1,49	1,84	1,82	0,47	1,07	5,00	1,50	0,28	0,05
2013		1,11	2,15	1,90	4,34	0,95	2,45	5,00	5,00	2,53	1,50	2,30	1,92	0,58	1,37	5,00	1,44	0,30	0,44
2014		0,76	1,36	1,35	3,54	0,71	1,75	4,82	3,48	2,06	1,13	1,62	1,86	0,14	1,14	5,00	1,02	0,38	0,02
2015		0,78	1,60	0,95	3,42	0,93	2,13	5,00	4,53	1,98	1,22	1,69	2,13	0,29	1,29	5,00	1,01	0,25	0,02
2016		0,59	1,65	1,50	2,96	0,81	2,23	5,00	3,44	1,46	0,96	2,01	2,00	0,44	1,18	5,00	1,30	0,20	0,00
2017		0,92	1,80	1,39	2,96	0,68	1,60	5,00	3,62	2,39	1,07	1,46	2,03	0,20	1,17	5,00	1,44	0,05	0,14
2018		0,78	2,07	1,09	3,58	1,18	2,03	5,00	3,66	1,49	1,68	1,81	2,00	0,21	1,95	5,00	0,90	0,32	0,08
2019		0,82	1,32	1,44	3,36	0,81	2,54	5,00	4,46	2,38	1,31	1,79	1,85	0,21	1,21	4,58	1,18	0,00	0,00
2020			1,30		2,96	0,84	1,68	5,00	4,54		1,33		1,97	1,07	1,70	4,98		0,34	0,08
<b>Gesamtzustand</b>																			
2007-2009	0,40	0,61	2,20	0,87	3,07	0,70	2,17	4,05	3,74	1,56	1,37	1,59	1,46	0,56	0,58	3,61	0,98	0,62	0,48
2008-2010	0,55	0,64	2,01	0,87	3,28	0,77	2,60	4,36	3,53	1,43	1,14	1,61	1,46	0,63	0,62	3,88	0,95	0,50	0,44
2009-2011	0,55	0,62	1,62	0,85	3,54	0,72	2,89	4,55	3,46	1,33	1,22	1,62	1,37	0,80	0,70	3,84	0,88	0,40	0,49
2010-2012	0,62	0,57	1,65	0,77	3,84	0,82	3,03	4,69	3,57	1,21	1,40	1,59	1,35	0,82	0,71	3,84	0,88	0,45	0,43
2011-2013	0,53	0,60	1,82	0,77	3,82	0,77	2,98	4,68	3,79	1,46	1,41	1,59	1,34	0,71	0,69	3,84	0,76	0,43	0,38
2012-2014	0,47	0,55	1,80	0,73	3,81	0,72	2,65	4,54	3,69	1,56	1,17	1,38	1,38	0,60	0,63	4,05	0,70	0,44	0,30
2013-2015	0,42	0,55	1,87	0,67	3,46	0,62	2,55	4,49	3,69	1,61	0,93	1,36	1,34	0,50	0,66	4,32	0,62	0,36	0,26
2014-2016	0,40	0,47	1,75	0,63	3,30	0,64	2,49	4,31	3,29	1,32	0,79	1,30	1,49	0,51	0,65	4,38	0,66	0,36	0,26
2015-2017	0,39	0,51	1,83	0,65	3,09	0,65	2,48	4,57	3,28	1,35	0,79	1,34	1,34	0,48	0,64	4,15	0,69	0,31	0,28
2016-2018	0,40	0,51	1,83	0,66	3,18	0,75	2,42	4,59	3,12	1,26	0,87	1,36	1,44	0,50	0,74	3,84	0,69	0,41	0,30</

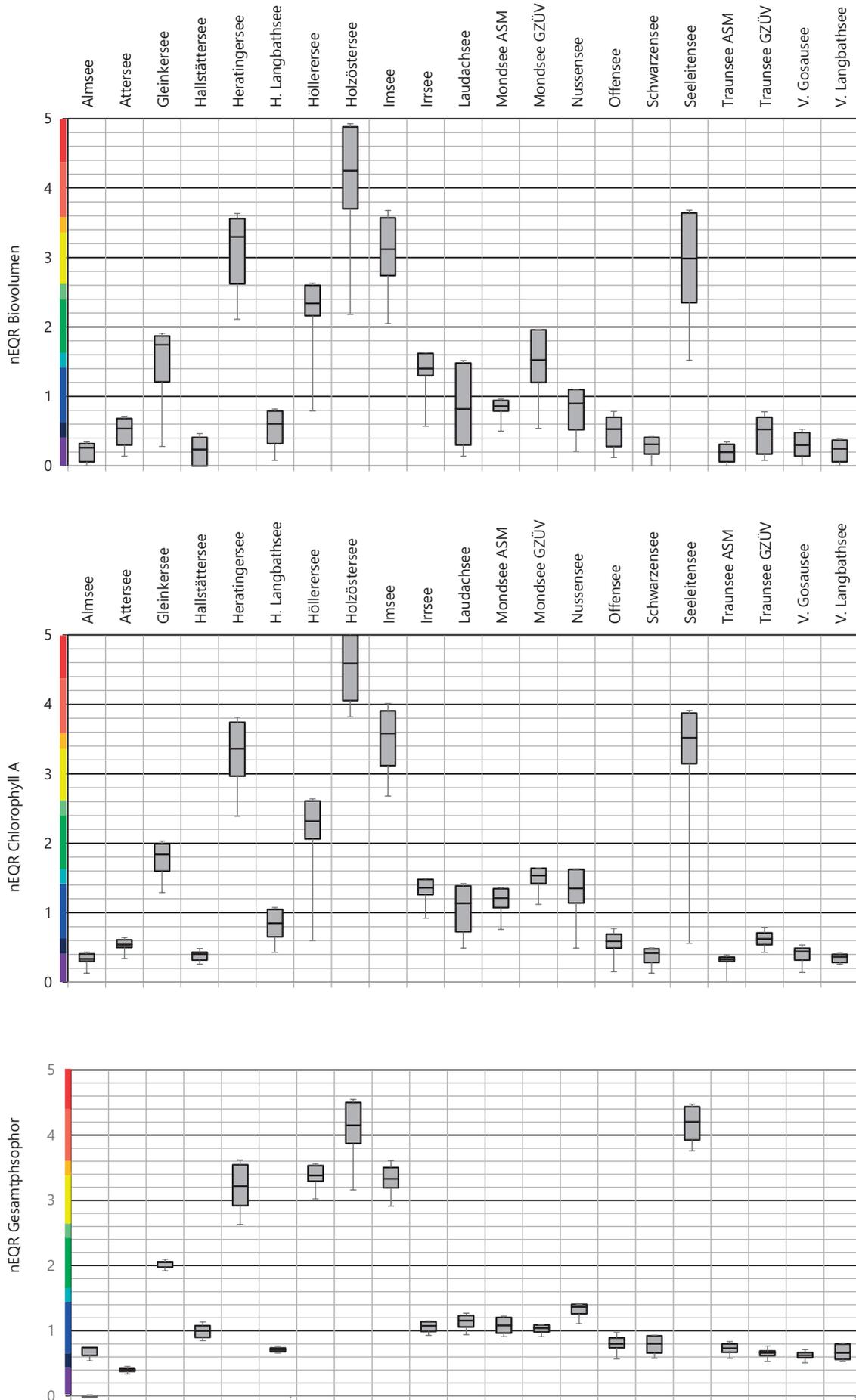


Abbildung 28 nQR Chlorophylla und Gesamtphosphor - Mittelwert und Streumaß der Trophiebewertung 2007-2019

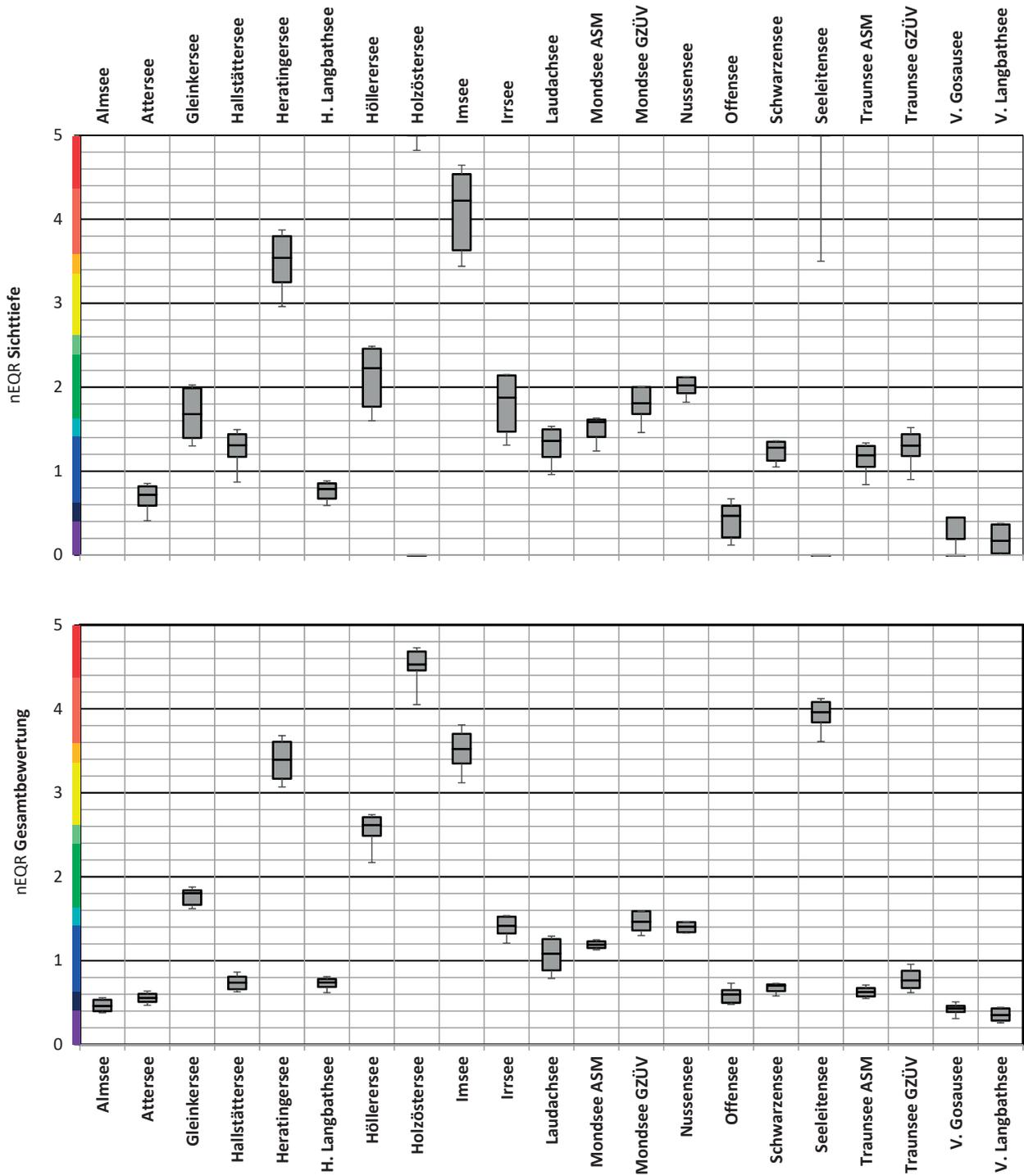
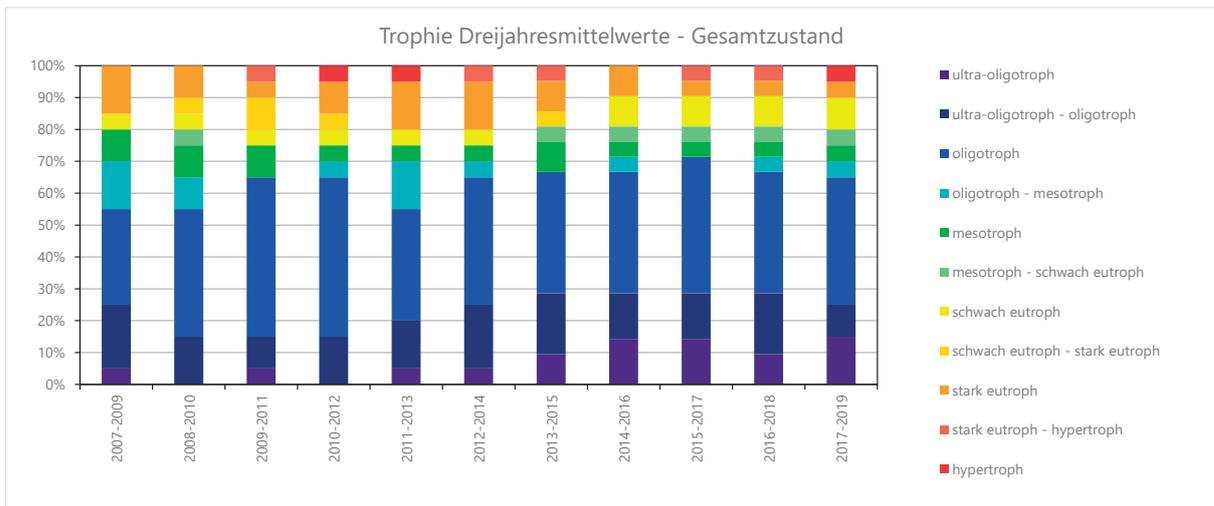


Abbildung 29 nQR Sichttiefe und Gesamtbewertung - Mittelwert und Streumaß der Trophiebewertung 2007-2019



**Abbildung 30** Bilanz Trophiebewertung Dreijahresmittelwerte – Gesamtzustand

Dabei zeigt sich auf den ersten Blick eine Dominanz der Oligotrophie. Der Anteil an (sehr) nährstoffarmen Gewässer liegt zwischen 55 und 65 %. Relativ unverändert über den gesamten Zeitraum ist der Anteil der (zumindest schwach) eutrophen Gewässer, welcher sich in diesem Fall aus den flacheren bis mäßig tiefen Vorlandseen zusammensetzt.

## 5.4. Zusammenfassung aller Bewertungen

	Almsee	Attersee	Gleinkersee	Hallstättersee	Heratingersee	H. Langbathsee	Höllernersee	Holzöstersee	Imsee	Irrsee	Laudachsee	Mondsee GZÜV	Nussensee	Offensee	Schwarzensee	Seeleitensee	Traunsee GZÜV	V. Gosausee	V. Langbathsee
<b>Ökologischer Gesamtzustand - Biologische Qualitätselemente</b>																			
2007-2009	0,81	0,88	0,65	0,72	0,59	0,73	0,82	0,59	0,53	0,88	0,72	0,60	0,65	0,79	0,89	0,67	0,77	0,77	0,86
2008-2010	0,80	0,85	0,67	0,74	0,57	0,75	0,77	0,54	0,57	0,90	0,71	0,59	0,67	0,79	0,87	0,67	0,73	0,82	0,86
2009-2011	0,80	0,86	0,73	0,74	0,62	0,78	0,73	0,52	0,62	0,91	0,72	0,59	0,77	0,85	0,85	0,67	0,73	0,81	0,84
2010-2012	0,79	0,85	0,70	0,79	0,58	0,80	0,71	0,53	0,61	0,91	0,63	0,58	0,74	0,85	0,82	0,66	0,74	0,80	0,85
2011-2013	0,81	0,89	0,67	0,83	0,51	0,83	0,70	0,50	0,61	0,90	0,66	0,64	0,74	0,88	0,83	0,62	0,80	0,82	0,85
2012-2014	0,84	0,93	0,68	0,89	0,45	0,91	0,76	0,50	0,63	0,91	0,72	0,72	0,73	0,92	0,86	0,52	0,86	0,88	0,91
2013-2015	0,82	0,98	0,66	0,94	0,44	0,97	0,78	0,49	0,63	0,94	0,86	0,74	0,75	0,94	0,91	0,49	0,89	0,93	0,96
2014-2016	0,82	0,99	0,68	0,92	0,50	1,00	0,80	0,56	0,66	0,96	0,87	0,74	0,71	0,96	0,92	0,54	0,93	0,96	0,99
2015-2017	0,83	0,98	0,67	0,90	0,55	1,00	0,77	0,51	0,67	0,95	0,91	0,71	0,76	0,94	0,95	0,61	0,93	0,97	0,99
2016-2018	0,88	0,96	0,69	0,89	0,57	0,96	0,77	0,46	0,71	0,96	0,88	0,71	0,72	0,94	0,95	0,62	0,92	0,95	0,99
2017-2019	0,85	0,96	0,72	0,90	0,51	0,88	0,73	0,34	0,70	0,95	0,89	0,71	0,76	0,94	0,92	0,62		0,94	0,98
<b>Ökologischer Gesamtzustand - Physikalisch/Chemische Qualitätselemente</b>																			
2007-2009	1,00	0,92	0,66	0,82	0,48	1,00	0,81	0,33	0,32	0,76	0,84	0,62	0,62	1,00	0,82	0,24	1,00	0,77	1,00
2008-2010	0,97	0,94	0,70	0,82	0,43	1,00	0,69	0,29	0,41	0,84	0,86	0,61	0,64	0,99	0,81	0,21	1,00	0,97	1,00
2009-2011	0,96	0,91	0,73	0,83	0,42	1,00	0,65	0,29	0,44	0,97	0,78	0,61	0,63	0,91	0,76	0,22	1,00	0,97	0,98
2010-2012	0,99	0,90	0,70	0,86	0,42	1,00	0,61	0,27	0,43	1,00	0,73	0,60	0,65	0,92	0,77	0,22	1,00	0,97	1,00
2011-2013	1,00	0,84	0,69	0,90	0,44	1,00	0,65	0,29	0,38	0,86	0,73	0,55	0,65	0,95	0,74	0,22	1,00	0,95	1,00
2012-2014	1,00	0,85	0,67	0,92	0,45	1,00	0,74	0,31	0,41	0,76	0,81	0,59	0,68	1,00	0,77	0,25	1,00	0,99	1,00
2013-2015	1,00	0,83	0,69	0,92	0,46	1,00	0,73	0,30	0,40	0,71	0,87	0,60	0,66	1,00	0,75	0,27	1,00	1,00	1,00
2014-2016	1,00	0,86	0,70	0,94	0,53	1,00	0,72	0,30	0,46	0,81	0,97	0,62	0,65	1,00	0,77	0,29	1,00	1,00	1,00
2015-2017	1,00	0,87	0,69	0,92	0,56	1,00	0,70	0,28	0,45	0,78	0,95	0,63	0,64	1,00	0,77	0,30	1,00	1,00	1,00
2016-2018	1,00	0,87	0,64	0,92	0,55	1,00	0,72	0,28	0,48	0,83	0,91	0,62	0,65	0,96	0,72	0,30	1,00	1,00	1,00
2017-2019	1,00	0,84	0,69	0,90	0,53	1,00	0,74	0,25	0,45	0,74	0,84	0,63	0,66	0,97	0,71	0,34	1,00	1,00	1,00
2018-2020	1,00		0,73		0,53	1,00	0,77	0,26	0,42		0,79		0,66	0,98	0,66	0,34		1,00	1,00
<b>Trophischer Gesamtzustand</b>																			
2007-2009	0,40	0,61	2,20	0,87	3,07	0,70	2,17	4,05	3,74	1,56	1,37	1,59	1,46	0,56	0,58	3,61	0,98	0,62	0,48
2008-2010	0,55	0,64	2,01	0,87	3,28	0,77	2,60	4,36	3,53	1,43	1,14	1,61	1,46	0,63	0,62	3,88	0,95	0,50	0,44
2009-2011	0,55	0,62	1,62	0,85	3,54	0,72	2,89	4,55	3,46	1,33	1,22	1,62	1,37	0,80	0,70	3,84	0,88	0,40	0,49
2010-2012	0,62	0,57	1,65	0,77	3,84	0,82	3,03	4,69	3,57	1,21	1,40	1,59	1,35	0,82	0,71	3,84	0,88	0,45	0,43
2011-2013	0,53	0,60	1,82	0,77	3,82	0,77	2,98	4,68	3,79	1,46	1,41	1,59	1,34	0,71	0,69	3,84	0,76	0,43	0,38
2012-2014	0,47	0,55	1,80	0,73	3,81	0,72	2,65	4,54	3,69	1,56	1,17	1,38	1,38	0,60	0,63	4,05	0,70	0,44	0,30
2013-2015	0,42	0,55	1,87	0,67	3,46	0,62	2,55	4,49	3,69	1,61	0,93	1,36	1,34	0,50	0,66	4,32	0,62	0,36	0,26
2014-2016	0,40	0,47	1,75	0,63	3,30	0,64	2,49	4,31	3,29	1,32	0,79	1,30	1,49	0,51	0,65	4,38	0,66	0,36	0,26
2015-2017	0,39	0,51	1,83	0,65	3,09	0,65	2,48	4,57	3,28	1,35	0,79	1,34	1,34	0,48	0,64	4,15	0,69	0,31	0,28
2016-2018	0,40	0,51	1,83	0,66	3,18	0,75	2,42	4,59	3,12	1,26	0,87	1,36	1,44	0,50	0,74	3,84	0,69	0,41	0,30
2017-2019	0,38	0,50	1,67	0,66	3,13	0,82	2,54	4,74	3,37	1,49	0,89	1,37	1,33	0,49	0,81	3,73	0,62	0,40	0,29
2018-2020	0,44		1,62		3,24	0,90	2,60	4,77	3,75		1,04		1,57	0,59	1,01	4,06		0,51	0,33

Ökologischer Zustand	nEQRgesamt
sehr gut	≥0,80
gut	0,60 – 0,80
mäßig	0,40 – 0,60
unbefriedigend	0,20 – 0,40
schlecht	<0,20

Bewertungszahl	Trophieklasse
< 0,4001	<b>ultra oligotroph</b>
0,40001-0,6	Zwischenstufe ultra oligotroph-oligotroph
0,60001-1,4	<b>oligotroph</b>
1,40001-1,6	Zwischenstufe oligotroph-mesotroph
1,60001-2,4	<b>mesotroph</b>
2,40001-2,6	Zwischenstufe mesotroph-schwach eutroph
2,60001-3,4	<b>schwach eutroph</b>
3,40001-3,6	Zwischenstufe schwach eutroph- stark eutroph
3,60001-4,4	<b>stark eutroph</b>
4,40001-4,6	Zwischenstufe stark eutroph-hypertroph
>4,60001-5	<b>hypertroph</b>

**Tabelle 11** Zusammenfassung der ökologischen und trophischen Gesamtzustände mit Legende

Der **Almsee** glänzt abgesehen vom Brettum-Index mit sehr guten Ergebnissen. Der physikalisch/chemische Zustand, welcher in dem Fall nur Gesamtphosphor berücksichtigt, entspricht den Referenzbedingungen, die biologischen Qualitätselemente sind im Gesamtzustand im unteren sehr guten Bereich. Das Biovolumen hat sich über den Zeitraum geringfügig verbessert und Chlorophyll a entspricht ebenfalls dem Referenzzustand. Das trophische Niveau pendelt je nach Gesamtphosphor rund um die Zwischenstufe ultra oligotroph- oligotroph. Die Trophieindikatoren Biovolumen und Chlorophyll a entsprechen fast gänzlich dem ultra oligotrophen Zustand.

Der **Attersee** bewegt sich ebenfalls im sehr guten ökologischen Zustand und beinahe (ultra-) oligotrophen Bereich. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente haben sich aufgrund der minimalen Verschlechterungstendenz bei der Sichttiefe zumindest statistisch geringfügig verschlechtert. Jedoch ergibt sich mitsamt der Einbeziehung von Chlorophyll a seit 2013 beim Gesamtzustand der biologischen Qualitätselemente eine geringfügige Verbesserung. Beim trophischen Gesamtzustand befindet sich der Attersee insgesamt in der Zwischenstufe ultra oligotroph- oligotroph. Der Attersee ist der einzige See, welcher sich beim Gesamtphosphor großteils im ultra-oligotrophen Bereich befindet. Beim Trophieindikator Biovolumen sind ebenso etwa die Hälfte der Jahresmittel dem ultra-oligotrophen Bereich zuzuordnen.

Der **Gleinkersee** weist sowohl bei den biologischen als auch bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen einen soliden guten ökologischen Zustand im mittleren Bereich auf. Beim trophischen Gesamtzustand zeigt sich trotz mehrerer Schwankungen eine geringfügige Verbesserungstendenz. Es erscheint möglich, dass das trophische Grundniveau in wenigen Jahren die nächst bessere Zustands(zwischen)klasse erreicht.

Der **Hallstättersee** hat sich bei beiden ökologischen Zustandsbewertungen erkennbar verbessert. Bei den biologischen Qualitätselementen hat sich beim Biovolumen eine Verbesserungstendenz gezeigt, welche zwischen 2013-2019 ein nEQR-Dreijahresmittel oberhalb vom Referenzzustand erreicht. Das Chlorophyll a erreicht ebenso im gleichen Zeitraum den höchstmöglichen Zahlenwert. Lediglich der Brettum-Index pendelt entlang der Klassengrenze sehr

gut/gut. Bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen wird beim Hallstättersee, gleich dem Traunsee, lediglich der Gesamtphosphor berücksichtigt. Dabei konnte eine geringfügige Verbesserungstendenz in den oberen sehr guten Zustand beobachtet werden. Das trophische Grundniveau weist ebenso geringe Verbesserungstendenzen auf und befindet sich mittlerweile im untersten oligotrophen Bereich. Vor allem die Trophieindikatoren Biovolumen und Chlorophyll a weisen sehr häufig auf ultra-oligotrophe Verhältnisse hin. Der Gesamtphosphor ist durchwegs oligotroph und die Sichttiefe hat einzelne Ausreißer ins mesotrophe.

Der **Heratinger See** hat bei den Dreijahresmitteln des ökologischen Zustandes mit einer Ausnahme eine mäßige Einstufung. Bei den biologischen Qualitätselementen lassen sich neben einzelnen guten und „unbefriedigenden“ Ergebnissen überwiegend mäßige Verhältnisse feststellen. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente weisen fast ausnahmslos einen mäßigen Zustand auf. Der trophische Gesamtzustand hat sich in den ersten Jahren der Untersuchungen vom mesotrophen ins schwach eutrophe verschlechtert, wobei sich darauf wieder eine Verbesserungstendenz eingestellt hat, womit die Trophie wieder im ursprünglichen Bereich angekommen ist. Bei der Trophiebewertung weisen vor allem Biovolumen und Chlorophyll a eine hohe Schwankungsbreite auf. Der Gesamtphosphor und die Sichttiefe weisen auf einen mesotrophen bis schwach eutrophen Zustand hin.

Der **Hintere Langbathsee** hat sich bei den biologischen Qualitätselementen vom mittleren zum guten Referenzzustand verbessert. Die letzten beiden Dreijahresmittel zeigen zwar einen gegenläufigen Trend, aber es kann sich dabei auch nur um eine natürliche Schwankung handeln. Bei den biologischen Qualitätselementen zeigte sich beim Brettum-Index und auch beim Biovolumen eine eindeutige Verbesserungstendenz. Das Chlorophyll a spiegelte anfangs den Referenzzustand, dann nahmen die nEQR-Dreijahresmittel geringfügig ab. Es bleibt abzuwarten wie sich diese Entwicklung fortsetzt bzw. ob es sich lediglich um eine natürliche Schwankung handelt. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente übersteigen seit Messbeginn den Referenzzustand, sowohl beim Gesamtphosphor als auch bei der Sichttiefe. Die Trophie entspricht einem oligotrophen Grundzustand, dies spiegelt sich in allen Trophieindikatoren abgesehen vom Biovolumen wieder. Dabei überwiegen ultra-oligotrophen Verhältnisse.

Der **Höllernersee** weist bei beiden ökologischen Qualitätselementen mit geringfügigen Schwankungen eine unauffällig gute Gesamtbewertung auf. Bei den biologischen Qualitätselementen attestiert der Brettum-Index dem Höllernersee einen sehr guten ökologischen Zustand. Das Biovolumen und Chlorophyll a weisen jedoch eher auf ein Gewässer im unteren guten Zustand hin. Bei den Ergebnissen der physikalisch/chemischen Qualitätselemente zeigen sich sowohl beim Gesamtphosphor als auch bei der Sichttiefe vereinzelt sehr gute Ergebnisse, allerdings ist der überwiegende Großteil einem guten ökologischen Zustand zuzuordnen. Bei der Trophiebewertung werden bei allen Indikatoren abgesehen vom Gesamtphosphor Schwankungsbreiten zwischen oligotroph und beinahe stark eutroph ausgenutzt. Der Trophieindikator Gesamtphosphor spiegelt schwach eutrophe, an der Grenze zu stark eutrophe Verhältnisse. Im Trophischen Gesamtzustand befindet sich der Höllernersee im schwach eutrophen, teilweise an der Grenze zum mesotrophen.

Der **Holzöstersee** zeigt bei den biologischen Qualitätselementen eine Bandbreite von gut bis unbefriedigend. Der Brettum-Index ist fast ausschließlich gut bewertet, das Biovolumen mäßig mit einer kurzzeitigen Verschlechterung ins unbefriedigende und das Chlorophyll a ist im untersten unbefriedigenden Zustand angekommen. In der ökologischen Gesamtbewertung anhand biologischer Qualitätselemente ergibt das ein Mäßig. Bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen überwiegen neben einzelnen mäßigen Bewertungen beim Gesamtphosphor, sowohl auch im Gesamtzustand die „unbefriedigenden“ Ergebnisse. Bei der Trophiebewertung deuten bei den Indikatoren Biovolumen und Chlorophyll a nahezu die Hälfte und bei der Sichttiefe alle Jahresmittel auf hypertrophe Verhältnisse hin. Verhältnismäßig am besten schneidet der Gesamtphosphor mit im Mittel stark eutrophen Verhältnissen ab.

Der **Imsee** hat sich bei den biologischen Qualitätselementen relativ stetig vom mäßigen in den guten Zustand verbessert. Zum einen konnte beim Brettum-Index eine Verbesserung vom mäßigen in den sehr guten Zustand, beim Biovolumen ein Schwanken oberhalb bzw. unterhalb der Klassengrenze zwischen gut und mäßig festgestellt werden. Die Chlorophyll a Ergebnisse sind relativ stabil im mäßigen Bereich. Bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen waren sowohl beim Gesamtphosphor als auch bei der Sichttiefe nEQR-Dreijahresmittel im mäßigen, vereinzelt im „unbefriedigenden“ Zustand festzustellen. Das trophische Grundniveau pendelt ebenfalls im unteren stark eutrophen oder oberen schwach eutrophen Bereich. Der Trophie-indikator Biovolumen pendelt zwischen mesotroph und stark eutroph. Die Sichttiefe deutet auf zumindest stark eutrophe, teils hypertrophe Verhältnisse hin. Der Gesamtphosphor und Chlorophyll a indizieren großteils einen schwach eutrophen Charakter des Gewässers.

Der **Irrsee** weist bei den biologischen Qualitätselementen einen soliden sehr guten ökologischen Zustand auf, mit geringfügiger und stetiger Verbesserungstendenz. Das wird überwiegend durch steigende nEQR-Dreijahresmittel im Biovolumen verursacht. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente unterliegen einem schwankenden Verlauf zwischen mittlerem gutem und oberem sehr guten Zustand, was ausschließlich auf die Sichttiefe zurückzuführen ist. Die Trophie des Irrsees schwankt rund um die Zwischenstufe oligotroph-mesotroph. Das begründet sich durch stark pendelnde Ergebnisse bei allen Trophie-Indikatoren, abgesehen vom Gesamtphosphor.

Der **Laudachsee** zeigte bei den biologischen Qualitätselementen eine Verbesserung von einem guten auf einen sehr guten ökologischen Zustand. Dies begründet sich durch eine wesentliche Verbesserung im Biovolumen. Der Brettum-Index hat anfangs einen guten, teils mäßigen Zustand erreicht, allerdings bei den letzten Dreijahresmitteln wurde knapp der sehr gute Zustand erreicht. Wie es häufig der Fall ist unterliegen die physikalisch/chemischen Qualitätselemente größeren Schwankungen, überwiegend im sehr guten aber auch im guten ökologischen Zustand. Die guten physikalisch/chemischen Einstufungen sind gänzlich auf die Sichttiefe zurückzuführen. Im Gesamtzustand befindet sich die Trophie in einem oligotrophen Zustand, wobei das Biovolumen sogar einen ultra-oligotrophen Zustand aufweisen würde. Das Chlorophyll a hat einzelne und die Sichttiefe haben mehrere erhöhte Trophiebewertungen, welche sich im mesotrophen Zustand befinden.

Der **Mondsee** hat sich bei den biologischen Qualitätselementen von einem gerade noch mäßigen auf einen mittleren guten ökologischen Zustand verbessert. Dies begründet sich durch geringfügige Überschreitungen der Klassengrenze zum Mäßigen beim Biovolumen zwischen 2007- 2012 und 2009 und 2012 beim Brettum-Index. Seitdem haben sich alle Parameter in einen soliden mittleren guten ökologischen Zustand anhand biologischer Qualitätselemente verbessert. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente schwanken in einem relativ engen Bereich rund um die Klassengrenze mäßig/gut, wobei in den Dreijahresmittel seit 2014 wieder knapp ein guter Zustand erreicht wird. Der trophische Grundzustand war zu Beginn des Monitorings knapp mesotroph und bewegt sich seitdem im oberen oligotrophen Zustand. Die Sichttiefe-Messwerte befinden sich beinahe allesamt im mesotrophen Zustand. Die Parameter Biovolumen und Chlorophyll a unterliegen Schwankungen von ultra-oligotroph bis mesotroph.

Der **Nussensee** hat trotz einzelner sehr guter Ergebnisse beim Biovolumen bei nahezu allen Dreijahresmitteln einen guten ökologischen Zustand anhand biologischer Qualitätselemente. Bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen wird ebenfalls trotz sehr guter Gesamtphosphor-Ergebnisse ein guter ökologischer Zustand gehalten. Das trophische Grundniveau ist oligotroph, wobei vereinzelt die Grenze zur Zwischenstufe zu mesotroph überschritten wird. Das Biovolumen hat vereinzelt Ausreißer zum ultra-oligotrophen. Die Sichttiefe deutet durchwegs eher auf einen mesotrophen Zustand hin.

Der **Offensee** verfehlte die Klassengrenze zum sehr guten ökologischen Zustand bei den biologischen Qualitätselementen in den ersten beiden Dreijahresmitteln. Seitdem haben sich die nEQR-Dreijahresmittel stetig in den oberen sehr guten Bereich verbessert. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente erreichen über den gesamten Zeitraum den sehr guten ökologischen Zustand. Die Sichttiefe wie auch der Gesamtphosphor übertreffen die Referenzbedingungen in beinahe allen Dreijahresmitteln. Bei der Trophie werden sowohl im Gesamtzustand als auch bei Chlorophyll a und Gesamtphosphor eine oligotrophe Einstufung erreicht. Die Sichttiefe und das Biovolumen attestieren dem Offensee eher einen ultra oligotrophen Zustand.

Der **Schwarzensee** erreicht bei der ökologischen Zustandsbewertung anhand biologischer Qualitätselemente durchwegs sehr gute Ergebnisse. Einzig beim Brettum-Index werden zwischen 2010 und 2014 nur gute Einstufungen erreicht, wobei durch die Mittelwertbildung mit den anderen Parametern trotzdem sehr gute Gesamtzustände erreicht werden. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente erreichen vereinzelt sehr gute, allerdings größtenteils nur gute ökologische Einstufungen. Dabei ist der limitierende Faktor wieder die Sichttiefe. Der trophische Zustand anhand Biovolumen und Chlorophyll a ist ultra-oligotroph wobei sich durch leicht erhöhte Werte bei der Sichttiefe im oligotrophen Bereich, in der Gesamtbewertung auch „nur“ ein oligotroph ausgeht.

Der **Seeleitensee** zeigt bei den biologischen Qualitätselementen eine geringfügige Verschlechterung vom guten in den mäßigen ökologischen Zustand, wobei sich dieser wieder teilweise erholt hat. Beim Chlorophyll a wurden bisher nur unbefriedigende und mäßige Dreijahresmittel nachgewiesen. Bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen lassen sich nur „unbefriedigende“ Ergebnisse feststellen, wobei für die Gesamtbewertung fast immer die Sichttiefe der bestimmende Faktor ist. Bei der Trophie spiegeln sich diese Ergebnisse in einem stark eutrophen Grundzustand wieder. Vor allem das Chlorophyll a und das Biovolumen schwanken über die halbe Bandbreite. Der Gesamtphosphor indiziert einen stark eutrophen Charakter, wobei die Sichttiefe in beinahe allen Fällen das höchste Maß der Hypertrophie anzeigt.

Der **Traunsee** weist in den Jahren 2007-2013 bei den Dreijahresmittelwerten der biologischen Qualitätselemente einen guten ökologischen Zustand auf. Seit Einbeziehung der Chlorophyll a Dreijahresmittel, wobei der Traunsee nahezu Referenzbedingungen erreicht, befindet sich auch der Gesamtzustand anhand biologischer Qualitätselemente in einem sehr guten ökologischen Zustand. Bei den physikalisch/chemischen Qualitätselementen entfällt für den Traunsee gemäß Leitfaden das Kriterium der Sichttiefe und es wird zur Bewertung nur der Gesamtphosphor herangezogen. Dabei werden die Referenzbedingungen bisher in allen Fällen übertroffen und deswegen erreicht der Traunsee anhand der physikalisch/chemischen Qualitätselemente einen sehr guten ökologischen Zustand. Beim Trophieindikator Biovolumen zeigen sich überwiegend ultra-oligotrophe Verhältnisse. Bei Chlorophyll a und Gesamtphosphor zeigen sehr eindeutig oligotrophe Bedingungen. Die Sichttiefe hat einzelne Ausreißer bis knapp in den mesotrophen Bereich. Insgesamt hat sich der trophische Gesamtzustand vom mittleren in den unteren oligotrophen Zustand verbessert.

Der **Vordere Gosausee** zeigt bei der ökologischen Zustandsbewertung anhand beider Qualitätselemente erfreuliche Entwicklungen. In beiden Fällen war das erste Dreijahresmittel im guten Zustand. Seitdem haben sich die biologischen Qualitätselemente zunehmend im oberen sehr guten Bereich verbessert. Die physikalisch/chemischen Qualitätselemente erreichen oder übertreffen abgesehen vom ersten Dreijahresmittel jährlich die Referenzbedingungen und deswegen ist auch die ökologische Zustandsbewertung entsprechend sehr gut. Die Trophieindikatoren Biovolumen, Chlorophyll a und Sichttiefe sind überwiegend ultra-oligotroph, beim Gesamtphosphor finden sich oligotrophe Bedingungen vor. Im trophischen Gesamtzustand pendelt der Vordere Gosausee in einem sehr engen Bereich rund um die Grenze zwischen ultra oligotroph und der Zwischensstufe zu oligotroph.

Der **Vordere Langbathsee** hat sich bei den biologischen Qualitätselementen vom sehr guten ökologischen Zustand vor allem beim Brettum-Index und beim Biovolumen noch zusätzlich verbessert. Zwischen 2013 und 2019 werden beim Biovolumen und beim Chlorophyll a die Referenzbedingungen erreicht oder übertroffen. Die physikalisch/chemische Zustandsbewertung indiziert ebenso einen sehr guten Referenzzustand. Die Trophie ist, abgesehen vom Gesamtphosphor, ultra-oligotroph.

## 6. Quellenangaben

Beiwl C. & Mühlmann H. (2009): Atlas der natürlichen Seen Österreichs mit einer Fläche  $\geq 50$  ha - Morphometrie - Typisierung - Trophie, Stand 2005. – Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Band 29: 146 Seiten + 8 Seiten Anhang.

Blatterer H. & Luger M. (2013): Global warming prolongs the thermal stratification of dimictic lake Mondsee. Tagung der European Geoscience Union, Wien, Austria.

Brettum P. (1989): Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. NIVA, Trondheim, 112 Seiten.

EU-Wasserrahmenrichtlinie (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

Ficker H., Luger M., Pamminer-Lahnsteiner B., Gassner H., Achleitner D. & Jagsch A., (2019): Diluting a salty soup: Impact of long-lasting salt pollution on a deep Alpine lake (Traunsee, Austria) and the downside of recent recovery from salinization. Springer Verlag, Wien, 19 Seiten.

Gassner H., Achleitner D., Bruscek G., Mayrhofer K., Frey I. (2010): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil B1- Fische; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion VII, Wien, 36 Seiten.

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung – GZÜV) StF: BGBl. II Nr. 479/2006

ÖNORM M 6231 (2001): Richtlinie für die ökologische Untersuchung und Bewertung von stehenden Gewässern. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 58 Seiten.

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung, Ökologie, Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG) StF: BGBl. II Nr. 99/2010.

Wimmer W. & Schay G. (2013): Seenaufsicht in Oberösterreich- Gewässerschutzbericht Nr. 46, - Herausgeber: Amt der oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Umwelt- und Wasserwirtschaft- Gewässerschutz, Linz, 120 Seiten.

Wimmer W. & Schay G. (2010): Seenaufsicht in Oberösterreich- Gewässerschutzbericht Nr. 43, - Herausgeber: Amt der oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Umwelt- und Wasserwirtschaft- Gewässerschutz, Linz, 287 Seiten.

Wolfram G, Donabaum K, Krisa H. & Hainz R. (2016): Bewertung des Phytoplanktons in österreichischen Alpenseen – Aktualisierung der Trophie Scores. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. 30 Seiten.

Wolfram G., Donabaum K., & Dokulil M.T. (2015): Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Seen. Teil B2 – Phytoplankton. Handbuch des BMLFUW & des BAW, Wien, 76 Seiten.

Wolfram G. & Donabaum K. (2015): Leitfaden zur typspezifischen Bewertung der allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter in Seen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. 56 Seiten.

Pall K. & Moser V. (2006) Bewertungsverfahren für Österreichische Seen nach EU-Wasserrahmenrichtlinie Qualitätselement Makrophyten Ergebnisse. Ergebnisse von Makrophytenkartierungen im Auftrag des BMLFUW und der Bundesländer, 34 pp.

Pall K., Plachy B. & Pall S. (2020): Makrophytenkartierung Hallstättersee 2019 Bewertung nach WRRL – Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und des Landes Oberösterreich, Gewässergüteaufsicht, 142 pp.

Pall K., Plachy B. & Pall S. (2020): Makrophytenkartierung Offensee 2019 Bewertung nach WRRL – Bericht im Auftrag des Landes Oberösterreich, Gewässergüteaufsicht, 124 pp.

### **ASM – PHP Ergebnisberichte, 2007 – 2018 (in chronologischer Reihenfolge):**

<https://www.land-oberoesterreich.gv.at/211482.htm>

Mildner J. und Reichmann, M. 2008: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton 2007 Oberösterreich. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 224 S.

Mildner J. und Reichmann, M. 2009: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton 2008 Oberösterreich. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 297 S.

Reichmann, M., Mildner J., Friedl, M., und Joham, B. 2011: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton 2009 Oberösterreich – Bewertung des ökologischen Zustandes anhand des Qualitätselementes Phytoplankton 2007 - 2009. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 301 S.

Mildner J., Friedl, M., Joham, B. und Reichmann, M. 2011: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton 2010 Oberösterreich. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 298 S.

Mildner J., Friedl, M., Joham, B. und Reichmann, M. 2012: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton 2011 Oberösterreich. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 322 S.

Joham, B. und Reichmann, M. 2013: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton 2012 Oberösterreich – Bewertung des ökologischen Zustandes anhand des Bewertungselementes Phytoplankton 2010 - 2012. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 301 S.

Schafferer E. und Pfister P. 2014: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Oberösterreich 2013 Amtliches Seen-Messnetz (ASM) (Almsee, Gleinkersee, Vorderer Gosausee, Heratinger See, Höllerersee, Holzöstersee, Imsee, Vorderer und Hinterer Langbathsee, Laudachsee, Nussensee, Offensee, Schwarzensee, Seeleitensee und Traunsee Mitte). Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, Innsbruck, 517 S.

Schafferer E. und Pfister P. 2015: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Oberösterreich 2014 Amtliches Seen-Messnetz (ASM) (Almsee, Gleinkersee, Vorderer Gosausee, Heratinger See, Höllerersee, Holzöstersee, Imsee, Hinterer und Vorderer Langbathsee, Laudachsee, Mondsee (tiefste Stelle), Mondsee (Bucht), Nussensee, Offensee, Schwarzensee, Seeleitensee und Traunsee Mitte). Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, Innsbruck, 594 S.

Schafferer E. und Pfister P. 2016: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Oberösterreich 2015 Amtliches Seen-Messnetz (ASM) (Almsee, Gleinkersee, Vorderer Gosausee, Heratinger See, Höllerersee, Holzöstersee, Imsee, Hinterer und Vorderer Langbathsee, Laudachsee, Mondsee (tiefste Stelle), Mondsee (Bucht), Nussensee, Offensee, Schwarzensee,

Seeleitensee und Traunsee Mitte). Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasser-rahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, Innsbruck, 622 S.

Schafferer E. und Pfister P. 2017: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Oberösterreich 2016 Amtliches Seen-Messnetz (ASM) (Almsee, Gleinkersee, Vorderer Gosausee, Heratinger See, Höllerersee, Holzöstersee, Imsee, Hinterer und Vorderer Langbathsee, Laudachsee, Mondsee (tiefste Stelle), Mondsee (Bucht), Nussensee, Offensee, Schwarzensee, Seeleitensee und Traunsee Mitte). Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasser-rahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, Innsbruck, 377 S.

Schafferer E. und Pfister P. 2018: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Oberösterreich 2017 Amtliches Seen-Messnetz (ASM) (Almsee, Gleinkersee, Vorderer Gosausee, Heratinger See, Höllerersee, Holzöstersee, Imsee, Hinterer und Vorderer Langbathsee, Laudachsee, Mondsee (tiefste Stelle), Mondsee (Bucht), Nussensee, Offensee, Schwarzensee, Seeleitensee und Traunsee Mitte). Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasser-rahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, Innsbruck, 376 S.

Schafferer E. und Pfister P. 2019: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Oberösterreich 2018 Amtliches Seen-Messnetz (ASM) (Almsee, Gleinkersee, Vorderer Gosausee, Heratinger See, Höllerersee, Holzöstersee, Imsee, Hinterer und Vorderer Langbathsee, Laudachsee, Mondsee (tiefste Stelle), Mondsee (Bucht), Nussensee, Offensee, Schwarzensee, Seeleitensee und Traunsee Mitte). Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasser-rahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, Innsbruck, 361 S.

### **GZÜV - PHP Ergebnisberichte, 2007 – 2018 (in chronologischer Reihenfolge):**

<https://www.land-oberoesterreich.gv.at/211482.htm>

Wolfram G., Donabaum, K. und Niedermayr, R. 2008: Bewertung des ökologischen Zustandes von 5 Seen in Oberösterreich anhand des Biologischen Qualitätselements Phytoplankton im Rahmen der GZÜV (2007). DWS Hydro-Ökologie, Wien, 95 S.

Wolfram G., Niedermayr, R. und Donabaum, K. 2009: Bewertung des ökologischen Zustandes von 5 Seen in Oberösterreich anhand des Biologischen Qualitätselements Phytoplankton im Rahmen der GZÜV (2008). DWS Hydro-Ökologie, Wien, 99 S.

Wolfram G., Niedermayr, R. und Donabaum, K. 2010: Bewertung des ökologischen Zustandes von 5 Seen in Oberösterreich anhand des Biologischen Qualitätselements Phytoplankton im Rahmen der GZÜV (2009). DWS Hydro-Ökologie, Wien, 120 S.

Mildner J., Friedl, M. und Reichmann, M. 2011: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton GZÜV 2010 Oberösterreich. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 125 S.

Mildner J., Friedl, M. und Reichmann, M. 2012: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton GZÜV 2011 Oberösterreich. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 120 S.

Mildner J., Friedl, M., Reichmann, M. und Joham, B. 2013: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton GZÜV 2012 Oberösterreich. KIS Kärntner Institut für Seenforschung GmbH, Klagenfurt, 119 S.

Schafferer E. und Pfister P. 2014: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Oberösterreich 2013 GZÜV-Untersuchungen (Attersee, Hallstättersee, Irrsee, Mondsee, Traunsee) Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, LA 1456, Innsbruck, 192 S.

Schafferer E. und Pfister P. 2015: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Ober-

öster-reich 2014 GZÜV-Untersuchungen (Attersee, Hallstättersee, Irrsee, Mondsee, Traunsee) Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, LA 1456, Innsbruck, 196 S.

Schaffner E. und Pfister P. 2016: Ergebnisbericht Qualitätselement Phytoplankton Oberösterreich 2015 GZÜV-Untersuchungen (Attersee, Hallstättersee, Irrsee, Mondsee, Traunsee) Bewertung des ökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie, ARGE Limnologie GesmbH, LA 1456, Innsbruck, 199 S.

Jersabek C. D. 2018: Ökologischer Zustand der Seen im Land Oberösterreich (Attersee, Hallstätter See, Irrsee, Mondsee, Traunsee). Bewertungen anhand des biologischen Qualitätselementes Phytoplankton, gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (GZÜV 2009). Das Jahr 2016, mit Dreijahresmitteln seit 2014. Arnsdorf, 199 S.

Jersabek C. D. 2018: Ökologischer Zustand der Seen im Land Oberösterreich (Attersee, Hallstätter See, Irrsee, Mondsee, Traunsee). Bewertungen anhand des biologischen Qualitätselementes Phytoplankton, gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (GZÜV 2009). Das Jahr 2017, mit Dreijahresmitteln seit 2015. Arnsdorf, 192 S.

Jersabek C. D. 2019: Ökologischer Zustand der Seen im Land Oberösterreich (Attersee, Hallstätter See, Irrsee, Mondsee, Traunsee). Bewertungen anhand des biologischen Qualitätselementes Phytoplankton, gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (GZÜV 2009). Das Jahr 2018, mit Dreijahresmitteln seit 2016. Arnsdorf, 201 S.

Jersabek C. D. 2021: Ökologischer Zustand der Seen im Land Oberösterreich. Amtliches Seennetz (ASM). Almsee, Vorderer Gosausee, Hinterer und Vorderer Langbathsee, Offensee, Gleinkersee, Lau-dachsee, Nussensee, Schwarzensee, Höllenersee, Holzöstersee, Imsee, Heratinger See, Seeleitensee, Resilacke, Oedtsee, Wildenauer Badeseesee, Feldkirchner Badeseesee. Bewertungen anhand des biologischen Qualitätselementes Phytoplankton, gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (GZÜV 2009). Das Jahr 2019, mit Dreijahresmitteln seit 2017. Arnsdorf, 201 S.

### **Fischuntersuchungen Ergebnisberichte**

Gassner H., Luger M., Achleitner D. (2013): Attersee (2009) Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. Bericht, 30 Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, 5310 Mondsee.

Gassner H., Luger M., Achleitner D. (2013): Mondsee (2010) Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. Bericht, 35 Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, 5310 Mondsee.

Gassner H., Luger M., Achleitner D. (2013): Offensee (2011) Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. Bericht, 27 Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, 5310 Mondsee.

Gassner H., Luger M., Achleitner D., Pamminer-Lahnsteiner B. (2013): Almsee (2012) Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. Bericht, 27 Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, 5310 Mondsee.

Gassner H., Luger M., Achleitner D., Pamminer-Lahnsteiner B. (2013): Traunsee (2012) Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß

EU-WRRL. Bericht, 42 Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, 5310 Mondsee.

Gassner H., Luger M., Achleitner D., Pamminger-Lahnsteiner B. (2014): Vorderer Gosausee (2013) Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. Bericht, 25 Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, 5310 Mondsee.

Gassner H., Luger M., Achleitner D. Pamminger-Lahnsteiner B. (2018): Hallstättersee (2017) Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. Bericht, 31 Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, 5310 Mondsee.

Gassner H., Luger M., Achleitner D. und Pamminger-Lahnsteiner B. (2020): Irrsee (2018) Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL. Bericht, 7( Seiten. Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie und Fischereiwirtschaft, Scharfling 18, 5310 Mondsee.