



MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWEERTES  
ÖSTERREICH

[bmlfuwgv.at](http://bmlfuwgv.at)

BEWERTUNG DES  
PHYTOPLANKTONS  
IN ÖSTERREICHISCHEN  
ALPENSEEN  
AKTUALISIERUNG DER  
TROPHIE-SCORES

**DWS Hydro-Ökologie** GmbH  
Technisches Büro für Gewässerökologie und Landschaftsplanung

**IMPRESSUM**



Medieninhaber und Herausgeber:

BUNDESMINISTERIUM  
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,  
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT  
Stubenring 1, 1010 Wien

[www.bmlfuw.gv.at](http://www.bmlfuw.gv.at)

Projektleitung: Mag. Dr. Georg Wolfram (DWS Hydro-Ökologie GmbH)

Sachbearbeiter: Mag. Dr. Harald Krisa, Mag. Roland Hainz, Dr. Karl Donabaum (alle DWS Hydro-Ökologie GmbH)

Bildnachweis: Titelbild: Scenedesmus - DWS Hydro-Ökologie GmbH; vorletzte Seite: BMLFUW/Pixhunter

Gestaltung: Ing.<sup>in</sup> Ingrid Eder (BMLFUW–Abt. IV/3, Nationale und internationale Wasserwirtschaft)

Zitation: Krisa H, Hainz R, Donabaum K, Wolfram G, 2016. Aktualisierung der Trophie-Scores zur Bewertung des Phytoplanktons in österreichischen Alpanseen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 21 pp.

Alle Rechte vorbehalten.  
Wien, August. 2016



Original wurde gedruckt von: Zentrale Kopierstelle des BMLFUW,  
UW-Nr. 907, nach der Richtlinie „Druckerzeugnisse“ des  
Österreichischen Umweltzeichens.

INHALTSVERZEICHNIS

IMPRESSUM..... 2

1 EINLEITUNG..... 5

2 METHODIK ..... 6

3 DATENBASIS UND KRITERIEN ..... 7

    3.1 DATENBASIS ZUR BEWERTUNG 2016 ..... 7

    3.2 KRITERIEN FÜR DIE AUFNAHME IN DIE LISTE DER EINGESTUFTEN TAXA..... 9

4 ERGEBNISSE ..... 10

    4.1 LISTE DER EINGESTUFTEN TAXA ..... 10

    4.2 VERGLEICH MIT DER AKTUELL GÜLTIGEN LISTE..... 14

    4.3 VERGLEICH DER BEWERTUNG AUF BASIS DER TROPHIESCORES 2010 *VERSUS* 2016/16

    4.4 VERGLEICH EINZELNER SEEN ..... 19

5 ZUSAMMENFASSUNG ..... 25

6 LITERATUR ..... 26

7 TABELLENVERZEICHNIS:..... 27

8 ABBILDUNGS-VERZEICHNIS: ..... 27



# 1 EINLEITUNG

**DIE DERZEIT GÜLTIGEN EINSTUFUNGEN** zur Bewertung des Phytoplanktons in Seen beruhen auf Daten aus fünf Alpenländern (Österreich, Deutschland, Italien, Slowenien und Frankreich). Die Zeitreihen reichen maximal bis zum Jahr 2010, enden aber meist früher. Um die Einstufung besser absichern zu können, wurde die DWS Hydro-Ökologie beauftragt, die Berechnungen zur Ableitung der Trophie-Scores anhand eines erweiterten Datensatzes zu aktualisieren.

Für die neue Datengrundlage wurden die Erhebungen der Länder seit 2009/2010 herangezogen. Es sind vorrangig Alpenseen >50ha, daneben wurden aber auch – vor allem aus Kärnten und Oberösterreich – kleinere Seen berücksichtigt, da diese den Datensatz im oberen Trophiebereich bereichern. Hintergrund der Aktualisierung sind Erfahrungen im Rahmen der GZÜV, die manche Bewertungen und damit die Einstufungen einzelner Taxa unsicher bis fragwürdig erscheinen lassen. Mit einem größeren Datensatz sollten die Einzel-Einstufungen evaluiert und gegebenenfalls korrigiert werden. Mit der vorliegenden Überarbeitung besteht die Möglichkeit, neue Taxa in die Liste der eingestuften Taxa aufzunehmen. Ebenso kann es erforderlich sein, bestehende Taxa aus dieser Liste zu streichen.

Letztlich soll mit der Neubewertung auf Ebene der Einzeltaxa eine Grundlage geschaffen werden, um auch die Gesamtbewertungen der österreichischen Seen besser absichern zu können und Fehlbewertungen (insbesondere eine nur scheinbare Verschlechterung eines Sees) zu vermeiden.

## 2 METHODIK

**DIE BERECHNUNG DES BRETTUM-INDEX** ähnelt in ihren Grundzügen jener des Saprobienindex und beruht auf Taxon-spezifischen Trophie-Scores, die derzeit für insgesamt 162 Taxa (Arten und Gattungen) vorliegen. Sie wurden, einem Ansatz von BRETTUM (1989) in der Modifikation durch DOKULIL *et al.* (2005) und WOLFRAM *et al.* (2006) folgend, anhand der Stetigkeit des Vorkommens und dem relativen Biovolumensanteil in sechs verschiedenen Phosphor- Konzentrationsbereichen berechnet (Tabelle 1).

Ausgehend vom Vorkommen der Phytoplankton-Taxa in diesen sechs Trophiebereichen lassen sich die Trophie-Scores für jedes Taxon berechnen. Näheres zur Berechnung siehe Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil B2 Phytoplankton des BMLFUW (WOLFRAM *et al.* 2015).

**TABELLE 1: TROPHIEBEREICHE (ALS GESAMTPHOSPHOR-KONZENTRATION TP) ZUR BERECHNUNG DER TROPHIE-SCORES.**

<b>Klasse</b>	<b>TP-Bereich</b>
<b>6</b>	$\leq 5 \mu\text{g L}^{-1}$
<b>5</b>	$5\text{--}8 \mu\text{g L}^{-1}$
<b>4</b>	$8\text{--}15 \mu\text{g L}^{-1}$
<b>3</b>	$15\text{--}30 \mu\text{g L}^{-1}$
<b>2</b>	$30\text{--}60 \mu\text{g L}^{-1}$
<b>1</b>	$>60 \mu\text{g L}^{-1}$

## 3 DATENBASIS UND KRITERIEN

### 3.1 DATENBASIS ZUR BEWERTUNG 2016

**IM RAHMEN DES INTERKALIBRIERUNGSPROZESSES** wurden Daten aus fünf Ländern zusammengetragen, in denen Alpenseen des Interkalibrierungstyps L-AL3 und L-AL4 vorkommen. Neben Österreich waren dies Deutschland, Italien, Slowenien und Frankreich.

Die beiden genannten Seen-Typen unterscheiden sich vorwiegend hinsichtlich der Gewässertiefe. Vereinfacht lassen sie sich daher so charakterisieren:

- L-AL3**      Tiefe ( $Z_{\text{avg}}$  meist  $>15$  m) geschichtete Seen mit ausgeprägt alpinem Einzugsgebiet
- L-AL4**      Mäßig tiefe ( $Z_{\text{avg}}$  meist 3–15 m) geschichtete Seen im Alpenvorland oder in inneralpinen Becken

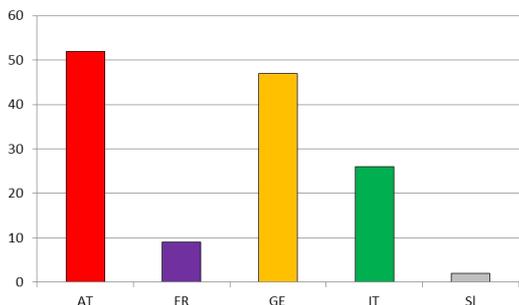
Im Rahmen der Aktualisierung wurde nun die Datenbasis zur Bewertung stark erweitert, wobei für diese Erweiterung lediglich Daten aus Österreich herangezogen wurden. Es wurden in einem ersten Schritt alle zur Verfügung gestellten Daten ostösterreichischer Gewässer in die eine Access-Datenbank eingelesen. Dies inkludierte auch Seen außerhalb der Ökoregion Alpen wie z.B. Neusiedler See, Alte Donau, Neue Donau, Stauseen und Grundwasserseen. Weiters wurden Daten eingepflegt, von denen weniger als vier Datensätze für Phytoplankton und Gesamtphosphor pro Jahr vorlagen (vgl. Anforderung zur Bewertung nach WOLFRAM *et al.*, 2015). Die eigentliche Aktualisierung wurde jedoch letztlich lediglich für Alpenseen (kleiner und größer 50 ha) mit mindestens 4 Untersuchungsterminen pro Jahr vorgenommen. Die Befunde aus den anderen Seen wurden allerdings in der Feinjustierung der Scores mit berücksichtigt.

Der Großteil der für die Auswertung berücksichtigten Gewässer stammt aus Österreich (52 Seen) und Deutschland (47 Seen), Italien ist mit 26 Seen vertreten. Insgesamt sind nun **136 Seen mit 1007 Seenjahren** ausgewertet; bei der letzten Aktualisierung im Jahr 2010 wurden insgesamt 786 Seenjahre zur Berechnung herangezogen. Hinsichtlich der Seenjahre liegt Österreich nun mit 642 deutlich an erster Stelle. Aus Deutschland gibt es 230 Datensätze, aus Italien 86, aus Slowenien 26 und aus Frankreich 23 (siehe Abbildung 1 unten).

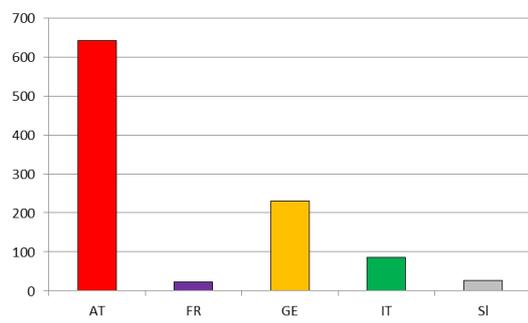
Gereiht nach Bundesländern liegen Kärnten mit 16 Seen bzw. 316 Seenjahren und Oberösterreich mit 19 Seen bzw. 174 Seenjahren voran. Salzburg ist mit 8 Seen bzw. 103 Seenjahren, Tirol mit 5 Seen bzw. 25 Seenjahren, Steiermark mit 3 Seen bzw. 19 Seenjahren und Vorarlberg mit 1 See bzw. 5 Seenjahren vertreten (siehe Abbildung 1 unten).

Die ältesten Einträge der GIG-Datenbank stammen aus den 1930er Jahren (Kärnten, Zählungen von Ingo Findenegg). Der Großteil der Daten stammt aus den 2000er Jahren (2001–2010) mit 353 Seenjahren, aus den 1990er Jahren kommen 258 Datensätze, aus diesem Jahrzehnt (2011–2014) bisher 195 (siehe Abbildung 2). Die höchste Zahl von Datenreihen liegt von den Jahren 2007 und 2008 vor (je 67 Seenjahre), aus 2013 und 2014 wurden jeweils 52 Seenjahre berücksichtigt. Die zeitliche Verteilung der Daten ist insofern von Bedeutung, als die Determination der Arten immer in Zusammenhang mit der zum Zeitpunkt der Bearbeitung verfügbaren Bestimmungsliteratur zu sehen ist. So wie sich die Nomenklatur im Laufe der vergangenen Jahre und Jahrzehnte gewandelt hat, erfuhren auch die taxonomischen Bearbeitungen gewisse Verschiebungen, die bei der Ableitung von Trophie-Scores zu berücksichtigen sind.

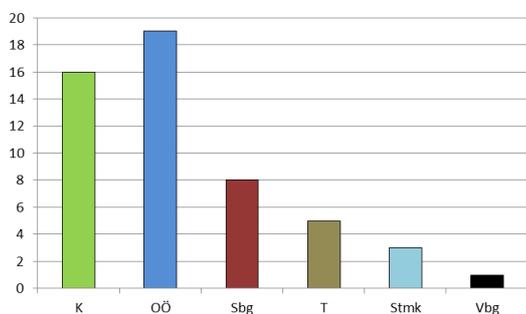
**Seen**



**Seenjahre**



**Seen nach Bundesländern**



**Seenjahre nach Bundesländern**

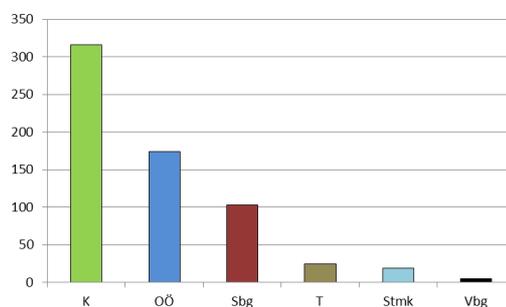


Abbildung 1: Datenbasis zur Entwicklung der Brettum-Indexwerte: Anzahl der Seen (oben links) bzw. Seenjahre (oben rechts) in den fünf EU-Staaten, die an der Interkalibrierung teilgenommen haben (Österreich, Frankreich, Deutschland, Italien und Slowenien); Anzahl der Seen (unten links) bzw. Seenjahre (unten rechts) in den österreichischen Bundesländern (Kärnten, Oberösterreich, Salzburg, Tirol, Steiermark, Vorarlberg).

**Seenjahre nach Jahrzehnten**

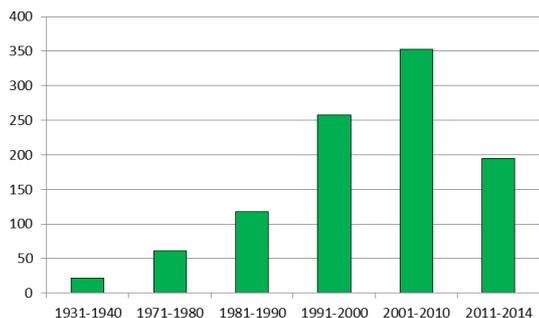


Abbildung 2: Datenbasis zur Entwicklung der Brettum-Indexwerte: Anzahl der Seenjahre in den einzelnen Jahrzehnten.

Im Vergleich zur letzten Aktualisierung im Jahr 2010 wurden die Daten von **237 zusätzlichen Seenjahren** in die Bewertung einbezogen, 16 wurden nicht mehr berücksichtigt. Insgesamt bedeutet dies eine **Vergrößerung der Datenbasis um 28%**. Die meisten neuen Gewässer stammen aus Oberösterreich (Almsee, Gleinkersee, Vorderer Gosausee, Heratinger See, Höllnersee, Holzöstersee, Imsee, Vorderer und Hinterer Langbathsee, Laudachsee, Nussensee, Offensee, Schwarzensee, Seeleitensee) und Kärnten (Afritzer See, Feldsee, Goggausee, Rauschelesee, Vassacher See). Zahlreiche kleinere Gewässer aus Tirol und Vorarlberg wurden nur indirekt in der Bewertung berücksichtigt, da hier weniger als 4 Datensätze pro Jahr vorlagen.

### 3.2 KRITERIEN FÜR DIE AUFNAHME IN DIE LISTE DER EINGESTUFTEN TAXA

Die Berechnung der Taxon-spezifischen Trophie-Scores wurde für eine große Zahl von Phytoplankton-Taxa (auf Klassen-, Ordnungs-, Gattungs-, Art- bzw. Varietäten-Niveau) durchgeführt. Daraus wurde eine aktualisierte Liste von Indikator taxa nach folgenden Kriterien ausgewählt:

1. Die Taxa sollten eine **relativ große Verbreitung** aufweisen und neben Österreich in mindestens einem anderen Alpenland (Deutschland, Frankreich, Italien oder Slowenien) vorkommen (Vorgabe aus dem Interkalibrierungsprozess 2011).
2. Nur Taxa mit einer **klaren Präferenz für einen bestimmten Trophiebereich** sollten berücksichtigt werden. Dieser Ansatz unterscheidet sich teilweise von jenem in den Nachbarländern, wo mitunter – abgeleitet aus multivariaten statistischen Analysen – eine wesentlich größere Anzahl von Taxa eingestuft wurden (z.B. 320 in Italien).
3. Es sollte sich um **typische Planktonorganismen** handeln. Taxa mit benthischem Schwerpunkt wurden weitgehend ausgeschieden.
4. Taxa mit **unklarer taxonomischer Stellung** (z.B. nicht mehr aktuelle oder umstrittene Namen, Synonyme) wurden **nicht berücksichtigt**.
5. Wo es möglich und sinnvoll war, wurden **Arten als Indikatororganismen** höheren taxonomischen Einheiten (Gattungen, Ordnungen, Klassen) vorgezogen.
6. Zuletzt wurde eine **Plausibilitätsprüfung** vorgenommen. Unregelmäßige Verteilungen wurden teilweise leicht angepasst bzw. bei unplausiblen Ergebnissen die entsprechenden Taxa nicht in die Indikatorliste aufgenommen.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 LISTE DER EINGESTUFTEN TAXA

TABELLE 2: TAXON-SPEZIFISCHE TROPHIE-SCORES 2010 UND 2016 IM VERGLEICH.  
BLAU: NEU EINGESTUFTE TAXA

Rebecca-Code	Taxon	Trophie-Scores 2010 Trophiebereich (als TP in $\mu\text{g L}^{-1}$ )						Trophie-Scores 2016 Trophiebereich (als TP in $\mu\text{g L}^{-1}$ )					
		<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60	<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60
R0016	<i>Acanthoceras zachariasii</i>				2	3	5				2	2	6
R2503	<i>Achnantheidium catenatum</i>			1	8	1				1	8	1	
R1531	<i>Anabaena circinalis</i>				1	1	8				1	1	8
R1536	<i>Anabaena flos-aquae</i>		1	1	2	3	3			2	3	3	2
R1539	<i>Anabaena lemmermannii</i>								1	1	2	2	4
R1544	<i>Anabaena planctonica</i>					3	7					2	8
R1549	<i>Anabaena spiroides</i>		1	6	1	1	1		1	6	1	1	1
R0477	<i>Ankistrodesmus bibraianus</i>					2	8					7	3
R0480	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					2	8					1	9
R0482	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>					2	8				1	9	
R0488	<i>Ankyra ancora</i>				1	1	8					4	6
R0489	<i>Ankyra judayi</i>				1	8	1				1	8	1
R0490	<i>Ankyra lanceolata</i>			1	3	4	2			1	2	4	3
R1558	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>				1	3	6				1	3	6
R1560	<i>Aphanizomenon gracile</i>			1	2	4	3			2	2	2	4
R1413	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>		3	3	2	2			3	3	2	2	
R1414	<i>Aphanocapsa elachista</i>		1	2	2	4	1			1	1	7	1
R1427	<i>Aphanothece clathrata</i>			1	4	5				1	4	4	1
R0020	<i>Aulacoseira ambigua</i>					1	9					1	9
R0023	<i>Aulacoseira granulata</i>				1	3	6				1	2	7
R0024	<i>Aulacoseira granulata var. angustissima</i>				2	3	5				2	2	6
R0025	<i>Aulacoseira islandica</i>		1	3	3	2	1		1	2	4	2	1
R0028	<i>Aulacoseira italica</i>						10						10
R0033	<i>Aulacoseira subarctica</i>		1	8	1				3	5	1	1	
R1155	<i>Bitrichia chodatii</i>	4	4	2				4	3	2	1		
R0493	<i>Botryococcus braunii</i>	5	2	2	1			4	3	1	1	1	
R0923	<i>Carteria</i>			1	1	5	3			1	1	4	4
R0930	<i>Chlamydocapsa planctonica</i>						10					1	9
R0935	<i>Chlamydomonas globosa</i>			1	3	6				1	4	5	
R0940	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>				1	4	5				1	3	6
R0503	<i>Chlorella</i>					2	8					1	9
R1438	<i>Chroococcus limneticus</i>	4	2	2	1	1		3	2	2	2	1	
R1443	<i>Chroococcus minutus</i>	1	3	4	1	1			2	6	1	1	
R1446	<i>Chroococcus turgidus</i>	5	3	2				1	6	2	1		
R1375	<i>Chroomonas</i>		1	2	2	5				2	2	5	

ERGEBNISSE

Rebecca-Code	Taxon	Trophie-Scores 2010 Trophiebereich (als TP in $\mu\text{g L}^{-1}$ )						Trophie-Scores 2016 Trophiebereich (als TP in $\mu\text{g L}^{-1}$ )					
		<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60	<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60
R1818	<i>Chrysochromulina parva</i>			1	3	4	2		1	1	3	3	2
R1018	<i>Chrysooccus rufescens</i>										1	9	
R1167	<i>Chrysoykos skujae</i>	2	8					5	5				
R1176	<i>Closterium aciculare</i>					6	4				1	5	4
R1178	<i>Closterium acutum</i>			1	1	2	6			1	1	3	5
R1181	<i>Closterium acutum var. variabile</i>				2	7	1				1	9	
R1191	<i>Closterium limneticum</i>				1	7	2					8	2
R1199	<i>Closterium pronum</i>				1	8	1				1	8	1
R0523	<i>Coelastrum astroideum</i>					3	7					3	7
R0527	<i>Coelastrum microporum</i>			1	1	2	6			1	1	1	7
R2269	<i>Coelastrum polychordum</i>									1	1	8	
R0529	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>				1	7	2				1	6	3
R0530	<i>Coelastrum reticulatum</i>			1	2	2	5			2	2	2	4
R1447	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>											2	8
R0533	<i>Coenochloris fottii</i>		1	3	3	2	1		1	2	3	3	1
R0606	<i>Coenococcus planctonicus</i>		1	5	4					9	1		
R1205	<i>Cosmarium bioculatum</i>			1	1	8				1	2	6	1
R1209	<i>Cosmarium depressum</i>	2	2	3	1	1	1	3	3	3	1		
R0542	<i>Crucigenia fenestrata</i>										9	1	
R0550	<i>Crucigenia tetrapedia</i>										1	9	
R2556	<i>Crucigeniella irregularis</i>			4	4	2			1	5	3	1	
R0555	<i>Crucigeniella rectangularis</i>			1	5	2	2			1	5	2	2
R1377	<i>Cryptomonas curvata</i>			1	3	5	1		1	1	2	5	1
R1386	<i>Cryptomonas ovata</i>			1	2	3	4			1	2	2	5
R0038	<i>Cyclostephanos dubius</i>											2	8
R0039	<i>Cyclotella atomus</i>							9	1				
R0040	<i>Cyclotella bodanica</i>	7	3					7	3				
R0042	<i>Cyclotella comensis</i>	7	2	1				7	2	1			
R2671	<i>Cyclotella costei</i>							7	3				
R2195	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	7	3					7	3				
R0046	<i>Cyclotella kuetzingiana</i>							10					
R0047	<i>Cyclotella meneghiniana</i>				1	4	5					1	9
R0048	<i>Cyclotella ocellata</i>		1	1	4	3	1		1	1	4	3	1
R0051	<i>Cyclotella radiosa</i>			1	3	5	1		1	1	3	4	1
R0189	<i>Diatoma tenuis</i>			1	1	4	4			1	2	3	4
R0571	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			1	5	4				1	5	4	
R0582	<i>Didymocystis</i>		1	4	4	1				1	1	8	
R1066	<i>Dinobryon bavaricum</i>	3	3	2	2			1	2	3	3	1	
R1069	<i>Dinobryon crenulatum</i>	2	2	3	2	1		2	3	2	2	1	
R1070	<i>Dinobryon cylindricum</i>	7	2	1				4	3	1	1	1	
R1081	<i>Dinobryon sertularia</i>		1	1	5	3		1	1	1	5	2	
R2058	<i>Discostella glomerata</i>	6	3	1				8	2				

ERGEBNISSE

Rebecca-Code	Taxon	Trophie-Scores 2010 Trophiebereich (als TP in $\mu\text{g L}^{-1}$ )						Trophie-Scores 2016 Trophiebereich (als TP in $\mu\text{g L}^{-1}$ )					
		<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60	<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60
R2060	<i>Discostella stelligera</i>							8	2				
R0963	<i>Eudorina elegans</i>				2	2	6				2	2	6
R1726	<i>Euglena</i>			1	2	2	5			1	1	4	4
R1714	<i>Euglena acus</i>			1	2	2	5				2	7	1
R0891	<i>Gloeocystis</i>				1	6	3					9	1
R0616	<i>Golenkinia radiata</i>				1	1	8				1	1	8
R0966	<i>Gonium pectorale</i>				1	9					1	9	
R1654	<i>Gymnodinium</i>	1	5	2	1	1		4	3	1	1	1	
R1660	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	1	6	2	1			2	4	3	1		
R1037	<i>Kephyrion</i>	6	1	1	1	1		5	2	1	1	1	
R0628	<i>Kirchneriella irregularis</i>				2	6	2				1	9	
R0629	<i>Kirchneriella lunaris</i>				2	6	2				3	7	
R0631	<i>Kirchneriella obesa</i>				2	6	2			1	1	6	2
R0647	<i>Lagerheimia ciliata</i>										3	7	
R0649	<i>Lagerheimia genevensis</i>			3	3	4				1	1	8	
R0654	<i>Lagerheimia subsalsa</i>				1	8	1				1	8	1
R1582	<i>Limnothrix redekei</i>				1	2	7				1	1	8
R1096	<i>Mallomonas acaroides</i>		1	2	4	2	1			2	4	2	2
R1097	<i>Mallomonas akrokomos</i>			2	4	3	1			3	4	2	1
R1100	<i>Mallomonas caudata</i>			1	4	5		1	1	1	2	5	
R1103	<i>Mallomonas elongata</i>							4	3	1	1	1	
R0062	<i>Melosira varians</i>										2	5	3
R1479	<i>Merismopedia tenuissima</i>										2	3	5
R0660	<i>Micractinium pusillum</i>				1	6	3				1	5	4
R1482	<i>Microcystis aeruginosa</i>			1	1	3	5			1	1	3	5
R1487	<i>Microcystis flos-aquae</i>		1	1	1	3	4		1	2	2	2	3
R1495	<i>Microcystis smithii</i>										1	9	
R1499	<i>Microcystis wesenbergii</i>				1	2	7				1	3	6
R0663	<i>Monoraphidium arcuatum</i>			1	2	7					6	3	1
R0665	<i>Monoraphidium contortum</i>			1	2	7			1	1	2	5	1
R0667	<i>Monoraphidium dybowskii</i>			1	2	7					1	9	
R1003	<i>Mougeotia</i>				1	5	4				1	4	5
R2536	<i>Nephrochlamys rostrata</i>										1	9	
R0343	<i>Nitzschia acicularis</i>			1	1	2	6				1	1	8
R0368	<i>Nitzschia fruticosa</i>										1	1	8
R0697	<i>Oocystis lacustris</i>			1	2	5	2		1	1	2	5	1
R0698	<i>Oocystis marssonii</i>				1	3	6				1	2	7
R0701	<i>Oocystis parva</i>			1	1	6	2			1	2	5	2
R0704	<i>Oocystis solitaria</i>				2	3	5				1	2	7
R1592	<i>Oscillatoria limosa</i>										0	9	1
R0971	<i>Pandorina morum</i>			2	2	4	2			2	2	4	2
R0713	<i>Pediastrum boryanum</i>					4	6				1	3	6
R0716	<i>Pediastrum duplex</i>					3	7				1	2	7

ERGEBNISSE

Rebecca-Code	Taxon	Trophie-Scores 2010 Trophiebereich (als TP in µg L <sup>-1</sup> )						Trophie-Scores 2016 Trophiebereich (als TP in µg L <sup>-1</sup> )					
		<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60	<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60
R0722	<i>Pediastrum simplex</i>				1	2	7				1	2	7
R0725	<i>Pediastrum tetras</i>				1	2	7				1	3	6
R1684	<i>Peridinium aciculiferum</i>									2	2	2	4
R1693	<i>Peridinium palatinum</i>										2	8	
R1903	<i>Peridinium umbonatum - complex</i>	7	2		1			3	4	1	1	1	
R1704	<i>Peridinium willei</i>	1	4	2	1	1	1	3	3	1	1	1	1
R0975	<i>Phacotus lenticularis</i>			1	3	4	2		1	1	3	3	2
R1748	<i>Phacus</i>											4	6
R1741	<i>Phacus longicauda</i>				1	1	8				1	3	6
R0919	<i>Planctonema lauterbornii</i>										1	9	
R1610	<i>Planktolingbya limnetica</i>					1	9					1	9
R1613	<i>Planktothrix agardhii</i>			1	3	2	4			1	2	2	5
R1617	<i>Planktothrix rubescens</i>	1	1	3	4	1			2	3	4	1	
R1620	<i>Pseudanabaena catenata</i>		1	1	2	3	3			1	5	2	2
R0736	<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i>			2	5	2	1			2	4	2	2
R1500	<i>Radiocystis geminata</i>								1	7	1	1	
R1503	<i>Rhabdoderma</i>								8	1	1		
R1506	<i>Rhabdogloea</i>			1	1	8		1	1	2	2	4	
R0754	<i>Scenedesmus acuminatus</i>					4	6					4	6
R0762	<i>Scenedesmus armatus</i>			1	3	4	2				6	2	2
R0777	<i>Scenedesmus dimorphus</i>				1	1	8				1	2	7
R0781	<i>Scenedesmus ecornis</i>					2	8				1	5	4
R0782	<i>Scenedesmus ellipticus</i>			1	5	2	2			1	5	2	2
R0760	<i>Scenedesmus obtusus</i>				1	9					1	8	1
R0799	<i>Scenedesmus opoliensis</i>											8	2
R0806	<i>Scenedesmus quadricauda</i>				1	4	5				1	5	4
R0820	<i>Schroederia setigera</i>				1	6	3				1	4	5
R1510	<i>Snowella lacustris</i>		1	4	4	1			1	4	4	1	
R1282	<i>Staurastrum chaetoceras</i>			3	7					3	5	2	
R1283	<i>Staurastrum cingulum</i>				1	8	1				1	9	
R1288	<i>Staurastrum gracile</i>				3	6	1				4	5	1
R1300	<i>Staurastrum paradoxum</i>				2	7	1				3	6	1
R1303	<i>Staurastrum pingue</i>			2	5	3				3	4	3	
R1311	<i>Staurastrum tetracerum</i>					6	4					7	3
R2169	<i>Staurosira construens</i>			2	2	6			1	1	1	7	
R0078	<i>Stephanodiscus binderanus</i>					2	8					2	8
R0079	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>					2	8					2	8
R0082	<i>Stephanodiscus minutulus</i>				3	4	3				3	4	3
R0083	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>		1	2	4	3			1	2	4	3	
R1518	<i>Synechococcus</i>					5	5				1	3	6
R1141	<i>Synura</i>			1	3	3	3				1	7	2
R0440	<i>Tabellaria fenestrata</i>	1	1	4	4				1	4	5		

Rebecca-Code	Taxon	Trophie-Scores 2010 Trophiebereich (als TP in $\mu\text{g L}^{-1}$ )						Trophie-Scores 2016 Trophiebereich (als TP in $\mu\text{g L}^{-1}$ )					
		<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60	<5	5-8	8-15	15-30	30-60	>60
R0442	<i>Tabellaria flocculosa</i>	1	4	5					5	5			
R0843	<i>Tetraedron caudatum</i>							1	1	1	2	4	1
R0848	<i>Tetraedron minimum</i>		1	1	4	3	1			1	3	5	1
R0996	<i>Tetraselmis cordiformis</i>				2	7	1			1	2	6	1
R1765	<i>Trachelomonas hispida</i>											10	
R1769	<i>Trachelomonas oblonga</i>										1	9	
R1770	<i>Trachelomonas planktonica</i>										1	9	
R1772	<i>Trachelomonas rugulosa</i>										2	8	
R1776	<i>Trachelomonas volvocina</i>			1	4	5				1	3	6	
R2174	<i>Ulnaria delicatissima</i> var. <i>angustissima</i>	2	3	3	2			3	2	2	2	1	
R1151	<i>Uroglena</i>		3	3	3	1		1	2	3	2	2	
R2549	<i>Urosolenia longiseta</i>		1	3	3	3					1	9	
R0998	<i>Volvox aureus</i>				1	9					1	9	
R0999	<i>Volvox globator</i>					2	8					2	8
R1525	<i>Woronichinia naegeliana</i>				3	3	4				3	3	4

#### 4.2 VERGLEICH MIT DER AKTUELL GÜLTIGEN LISTE

Im Vergleich mit der aktuell gültigen Liste der eingestufteten Taxa erhöht sich nach dem vorliegenden Vorschlag die Zahl der zur Bewertung ausgewählten Taxa von 162 auf 177, wobei 26 der bisherigen Indikatoren ausgeschieden werden und 41 neu hinzukommen.

Die **26 ausgeschiedenen Taxa** setzen sich folgendermaßen zusammen:

1. Taxa, die nicht als typische Planktonorganismen gelten: *Characium*, *Diatoma ehrenbergii*, *D. vulgaris* (alle benthisch), *Pseudanabaena mucicola* (epiplanktisch, epizoisch)  
Systematisch unsichere Taxa (z.B. nicht mehr aktuelle oder umstrittene Taxa, Synonyme):  
*Erkenia subaequiciliata*, *Fragilaria capucina* ssp. *rumpens*, *Glenodinium*, *Peridinium inconspicuum*, *P. pusillum*, *Sphaerocystis schroeteri*

Anstelle der Verwendung des Namens *Fragilaria capucina* ssp. *rumpens* wird empfohlen, in Zukunft das Taxon *Fragilaria capucina*-complex in die Rebecca-Liste aufzunehmen, da eine sichere Bestimmung der Art sowie eine Unterscheidung der einzelnen Subspecies in planktischen Zählproben kaum möglich ist.

*Erkenia subaequiciliata* ist laut GUIRY (2016a) als Synonym von *Chrysochromulina parva* anzusehen, *Sphaerocystis schroeteri* als Synonym von *Coenochloris fottii*.

*Peridinium inconspicuum* und *P. pusillum* werden von POPOVSKY & PFIESTER (2008) zum *P. umbonatum*-complex gerechnet; nach denselben Autoren ist die Gültigkeit der Gattung *Glenodinium* in Frage zu stellen.

2. Taxa, die in Österreich unbedeutend bzw. von denen zu wenig Daten vorhanden sind: *Chlorococcum*, *Dinobryon divergens* var. *schauinslandii*, *Mougeotia thylespora*, *Pseudopedinella erkensis*, *Pseudoquadrigula*, *Quadrigula lacustris*, *Sphaerososma*, *Synechocystis aquatilis*
3. Taxa mit unplausibler bzw. unregelmäßiger Verteilung auf die verschiedenen Trophiebereiche: *Chrysolykos planctonicus*, *Cyclotella distinguenda*, *Nephrocystium agardhianum*, *Peridinium cinctum*, *Pseudanabaena limnetica*
4. Gattungen, die durch jeweils mehrere Arten ersetzt werden: *Ankistrodesmus*, *Kirchneriella*, *Monoraphidium*

Zu den **41 neu hinzukommenden Taxa** zählen:

1. Arten, die anstelle von ganzen Gattungen eingestuft werden: *Ankistrodesmus bibraianus*, *A. falcatus*, *A. gracilis*, *Kirchneriella irregularis*, *K. lunaris*, *K. obesa*, *Monoraphidium arcuatum*, *M. contortum*, *M. dybowski*
2. Taxa, die sich im Rahmen der Neubewertung mittels des deutlich vergrößerten Datenmaterials als in Österreich häufig vorkommende Indikatororganismen erwiesen: *Anabaena lemmermannii*, *Chrysococcus rufescens*, *Coelastrum polychordum*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Crucigenia fenestrata*, *C. tetrapedia*, *Cyclostephanos dubius*, *Cyclotella atomus*, *C. kuetzingiana*, *Discostella stelligera*, *Euglena acus*, *Lagerheimia ciliata*, *Mallomonas elongata*, *Melosira varians*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis smithii*, *Nephrochlamys rostrata*, *Nitzschia fruticosa*, *Oscillatoria limosa*, *Peridinium aciculiferum*, *P. palatinum*, *Phacus*, *Planctonema lauterbornii*, *Radiocystis geminata*, *Rhabdoderma*, *Scenedesmus opoliensis*, *Tetraedron caudatum*, *Trachelomonas hispida*, *T. oblonga*, *T. planktonica*, *T. rugulosa*
3. *Cyclotella costei* ist nach HOUK *et al.* (2010) als gültiges Taxon anstelle der weit verbreiteten *Cyclotella cyclopuncta* zu verwenden. Laut der Website [Algaebase > Listing the World's Algae](#) (GUIRY 2016b mit Bezug auf NAKOV *et al.* 2015) ist *Cyclotella costei* hingegen ein Synonym von *Lindavia costei*, die als aktuell gültige Art beschrieben wird. Da sowohl *Cyclotella costei* als auch *C. cyclopuncta* in der aktuellen Rebecca-Liste vertreten sind (nicht jedoch *Lindavia costei*), aber nicht als Synonyme aufgelistet werden, werden beide bis zur endgültigen taxonomischen Klärung in die neue Liste mit der gleichen Bewertung aufgenommen. Es wird empfohlen, die Bestimmung in den nächsten Jahren nach HOUK *et al.* (2010) vorzunehmen, d.h. im Zweifelsfall auf den Namen *Cyclotella costei* zurückzugreifen.

Im Vergleich der neuen mit den aktuellen Trophie-Scores sind in den meisten Fällen gleiche oder ähnliche Verteilungen festzustellen. Dort wo laut aktueller Liste ganze Gattungen eingestuft sind, laut neuer hingegen Arten (*Ankistrodesmus*, *Kirchneriella*, *Monoraphidium*), sind im Einzelfall Verschiebungen zu beobachten. Die gegenüber der letzten Aktualisierung deutlich erhöhte Datenmenge führte bei der Neuberechnung 2016 gelegentlich auch zu unterschiedlichen Ergebnissen (z.B. bei *Chrysolykos skujae*, *Chroococcus turgidus*, *Cosmarium depressum*, *Didymocystis*, *Dinobryon bavaricum*, *D. cylindricum*, *Lagerheimia genevensis*, *Peridinium umbonatum*-complex, *Rhabdogloea*, *Scenedesmus armatus*, *Scenedesmus ecornis*, *Urosolenia longiseta*). Nach einer Überprüfung der Plausibilität können diese Taxa in der Liste der eingestuften Taxa bleiben.

### 4.3 VERGLEICH DER BEWERTUNG AUF BASIS DER TROPHIESCORES 2010 VERSUS 2016

Abbildung 3 bis Abbildung 8 zeigen Vergleiche der Auswertung nach der aktuellen (2010) mit jener nach der neuen Einstufung (2016). In Abbildung 3 und Abbildung 4 ist die Korrelation der **Brettum-Indices** dargestellt, wobei Abbildung 3 alle Alpenseen berücksichtigt (Österreich, Frankreich, Deutschland, Italien, Slowenien), Abbildung 4 hingegen nur die österreichischen. Es zeigt sich, dass aufgrund der größeren Schwankungsbreite bei Einbeziehung aller vorhandenen Datensätze die Korrelation etwas besser ist (Bestimmtheitsmaß der linearen Regression  $R^2=0.93$ ) als bei einer Beschränkung auf die österreichischen Seen ( $R^2=0.90$ ). Beide Auswertungen ergeben jedoch absolut zufriedenstellende Übereinstimmungen.

Gleiches gilt auch für den Vergleich der **normierten EQR-Werte (nEQR) der Brettum-Indices** aller Alpenseen ( $R^2=0.94$ ) bzw. der österreichischen Alpenseen ( $R^2=0.89$ ). Die deutlich geringere Streuung in Österreich (wegen der durchschnittlich besseren Bewertungen als in den anderen Ländern) führt zu diesem Ergebnis (Abbildung 5 und Abbildung 6).

Betrachtet man hingegen die **Gesamtbewertung** (als nEQR, unter rechnerischer Einbeziehung von Chlorophyll-a und Biovolumen), relativieren sich diese Unterschiede wieder. Bei beiden Auswertungen ergeben sich sehr gute Korrelationen: Die Auswertung aller Datensätze aus Alpenseen ergibt ein  $R^2$  von 0.98, die der österreichischen Seen ein  $R^2$  von 0.97 (Abbildung 7 und Abbildung 8).

Generell wurden alle Berechnungen zum Gesamtbiovolumen unter Ausschluss der heterotrophen Formen vorgenommen.

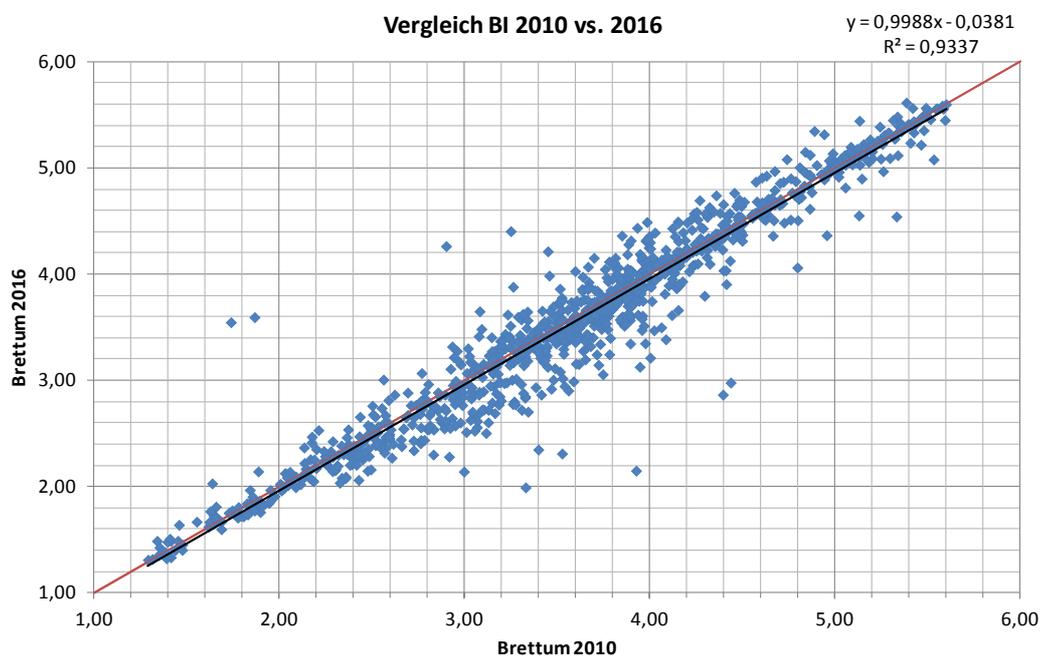


Abbildung 3: Korrelation der Brettum-Indices 2010 und 2016 aller Seenjahre (Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).

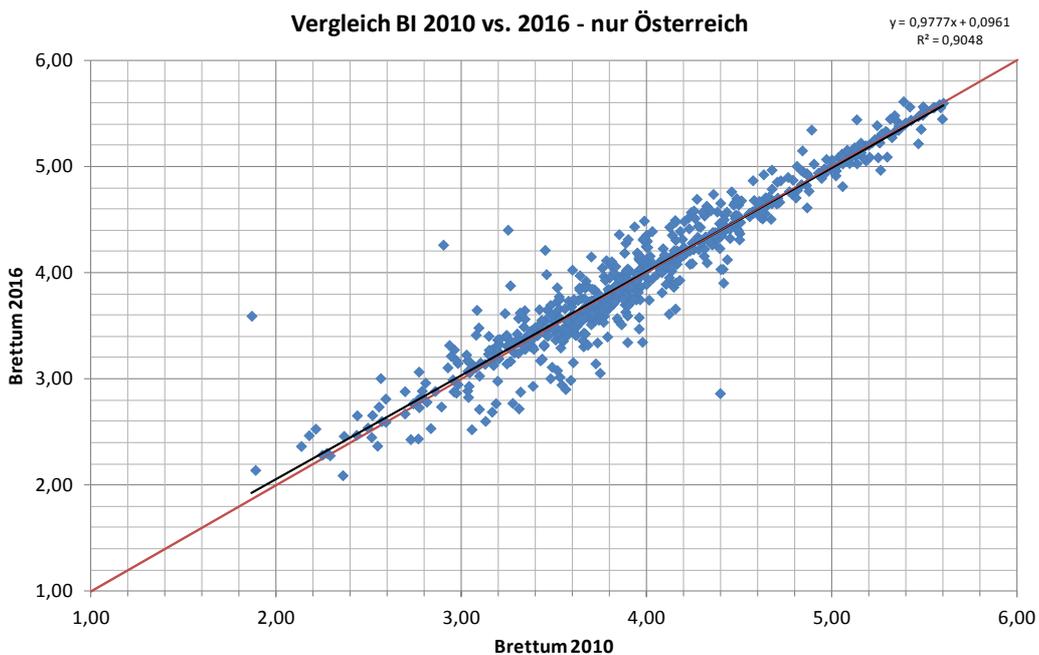


Abbildung 4: Korrelation der Brettum-Indices 2010 und 2016 der österreichischen Seenjahre (Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).

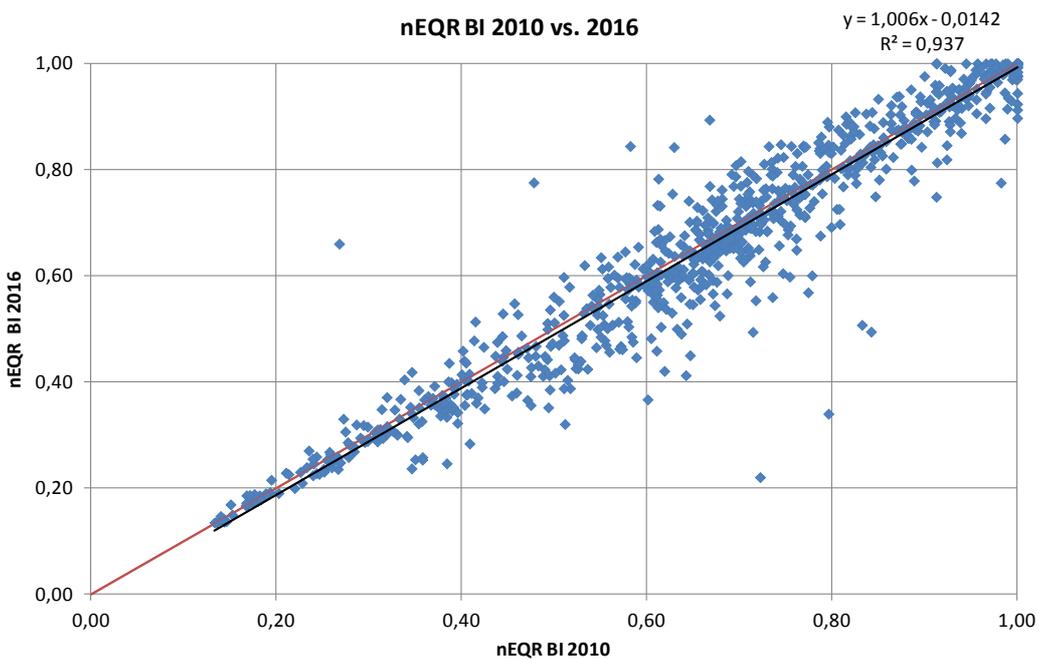


Abbildung 5: Korrelation der nEQR-Werte des Brettum-Index 2010 und 2016 (österreichische Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).

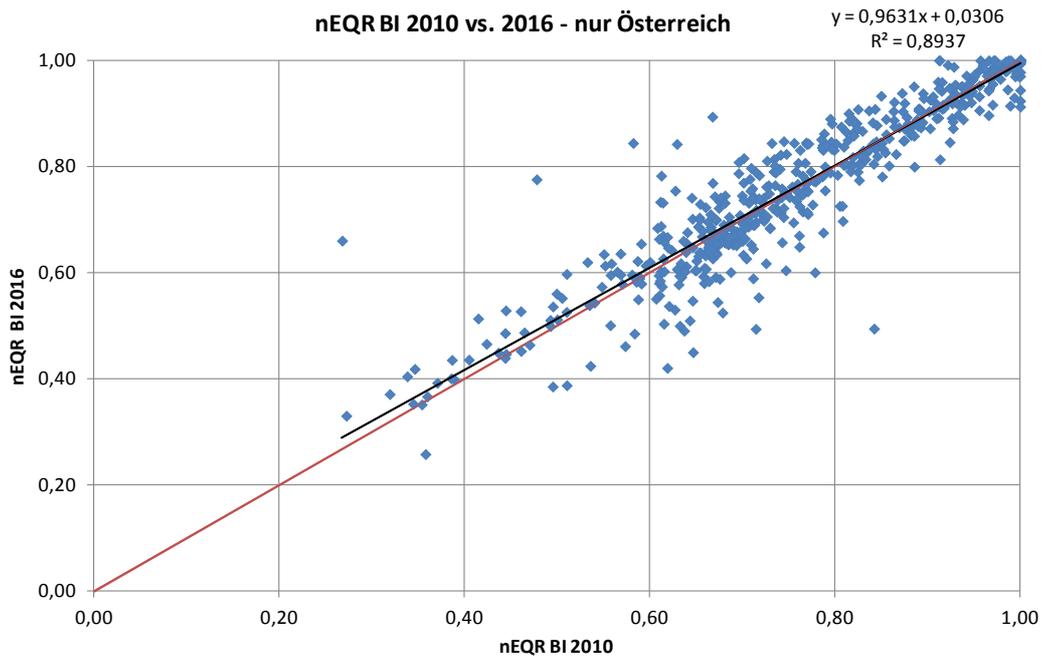


Abbildung 6: Korrelation der nEQR-Werte des Brettum-Index 2010 und 2016 (österreichische Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).

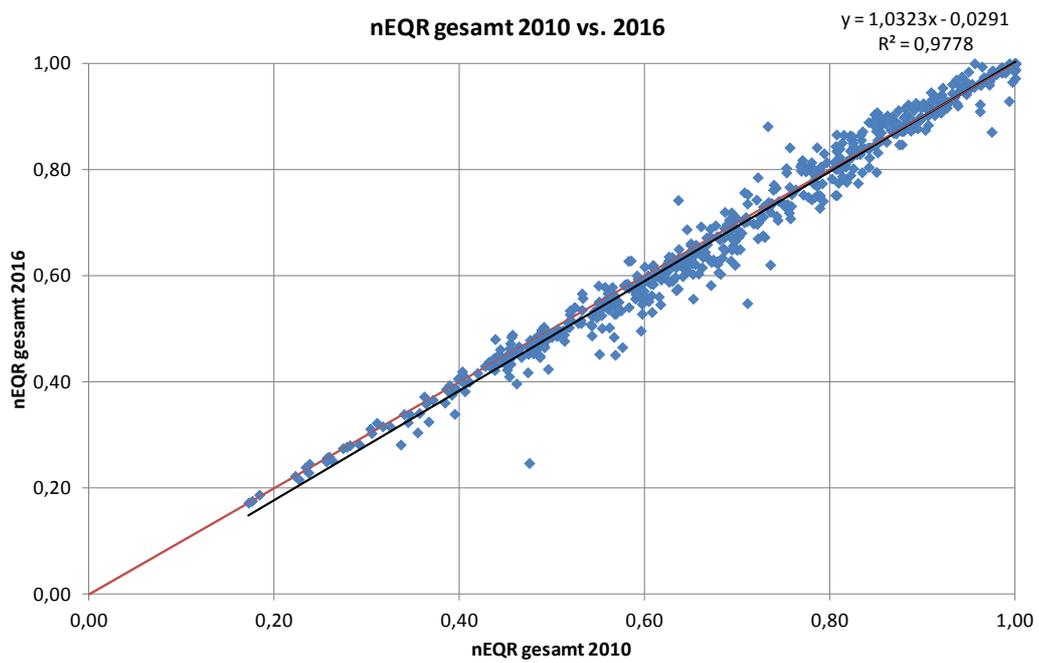


Abbildung 7: Korrelation der nEQR-gesamt 2010 und 2016 (alle Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).

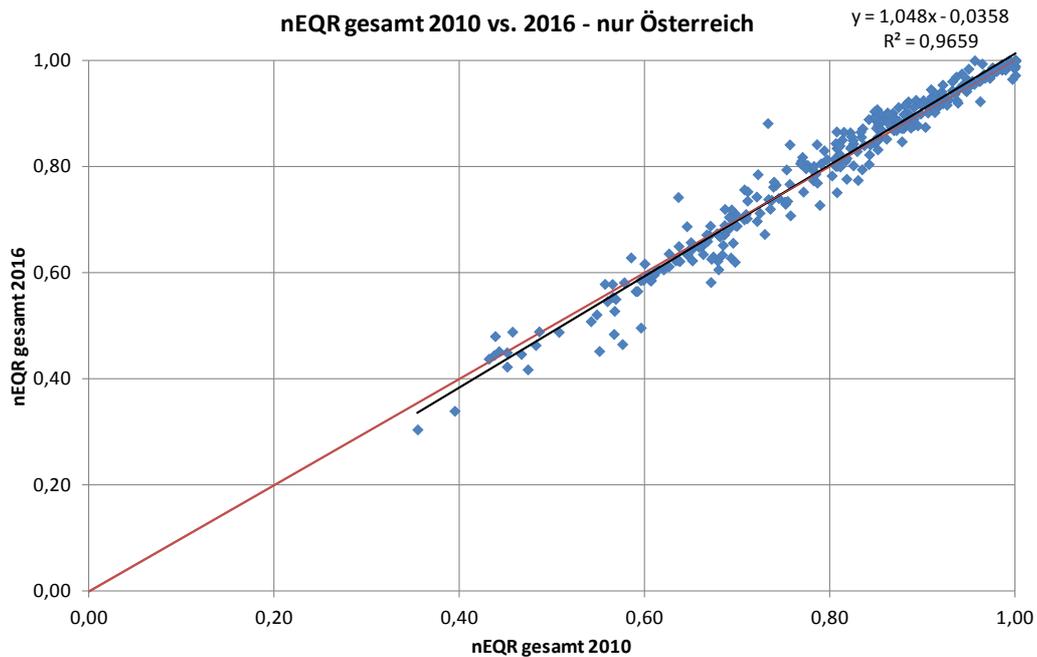


Abbildung 8: Korrelation der nEQR-gesamt 2010 und 2016 (österreichische Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).

#### 4.4 VERGLEICH EINZELNER SEEN

Abbildung 9 bis Abbildung 15 zeigen exemplarisch die Auswirkungen der neuen im Vergleich zur aktuellen Bewertungsmethode auf **ausgewählte österreichische Seen**. Es ist hier darauf hinzuweisen, dass alle Berechnungen neu in der Access-Datenbank durchgeführt wurden. Da in den zur Verfügung gestellten Daten teilweise auch heterotrophe Taxa enthalten waren, ist es denkbar, dass sich das Gesamtbiovolumen in den Originalbefunden und in der vorliegenden Darstellung sowie die daraus abgeleitete Gesamtbewertung als nEQR unterscheiden mag. Die Abbildungen dienen jedoch nur dem Vergleich der Änderungen der Trophie-Scores und sind keineswegs als Korrektur bisheriger Bewertungen zu verstehen!

Weiters beruht die nachfolgende Darstellung auf der Bewertung von Einzeljahren und nicht auf Drei-Jahres-Mittelwerten (vgl. WOLFRAM *et al.* 2015).

Im **Mondsee** läge der nEQR-gesamt in den meisten Fällen geringfügig unter dem aktuellen Wert, die Zustandsberechnung ergäbe jedoch in fast allen Fällen die gleiche Einstufung. Nur 2010 und 2011 müsste der See aufgrund der Lage des nEQR-Werts nahe der Zustandsgrenze statt gut nur mehr mit mäßig bewertet werden. Keine Änderung ergäbe sich im Drei-Jahres-Mittel.

Der **Achensee** bekäme bei Verwendung der neuen Trophie-Scores in den Vergleichsjahren durchwegs etwas bessere nEQR-gesamt-Werte und weiterhin die Bewertung als sehr gut.

Die Zustandsbewertung des **Ossiacher Sees** ergäbe mit der neuen Methode in allen Jahren die gleichen Bewertungsergebnisse, allerdings in den meisten Fällen mit geringfügig niedrigeren nEQR-gesamt-Werten.

Der **Hallstätter See** erhielte mit der neuen Berechnungsmethode meistens bessere nEQR-gesamt-Werte, wobei die Zustandsbewertung fast immer gleich bliebe. Einzig im Jahr 1997 müsste der ökologische Zustand von sehr gut auf gut korrigiert werden (keine Änderung im 3-Jahres-Mittel).

Der **Wallersee** wird sowohl nach der alten als auch der neuen Methode in manchen Jahren mit gut, in anderen mit sehr gut bewertet. Im Jahr 2009 liegt der nEQR nach der neuen Auswertung sehr knapp über 0,8, nach der alten knapp darunter. Tendenziell deutet sich mit den neuen Trophie-Scores eine leicht bessere Bewertung an.

In den Vergleichsjahren 2010–2014 ergäbe die Bewertung mittels neuer Trophie-Scores im **Erlaufsee** durchwegs höhere nEQR-gesamt Werte, zweimal (2010 und 2013) müsste der ökologische Zustand von gut auf sehr gut geändert werden.

Beide nEQR-gesamt-Werte des **Bodensees** (Bregenzer Bucht) liegen in allen Vergleichsjahren sehr nahe beieinander, die Gesamtbewertung wäre bei Verwendung der neuen Trophie-Scores die gleiche wie bisher.

Die Beispiele illustrieren eine gute Übereinstimmung der Bewertung auf Basis der alten und neuen Trophie-Scores. In Einzelfällen käme es zu Verschiebungen der Zustandsklassen, besonders wenn sich diese Werte nahe einer Klassengrenze befinden.

**Mondsee 2002 – 2014**

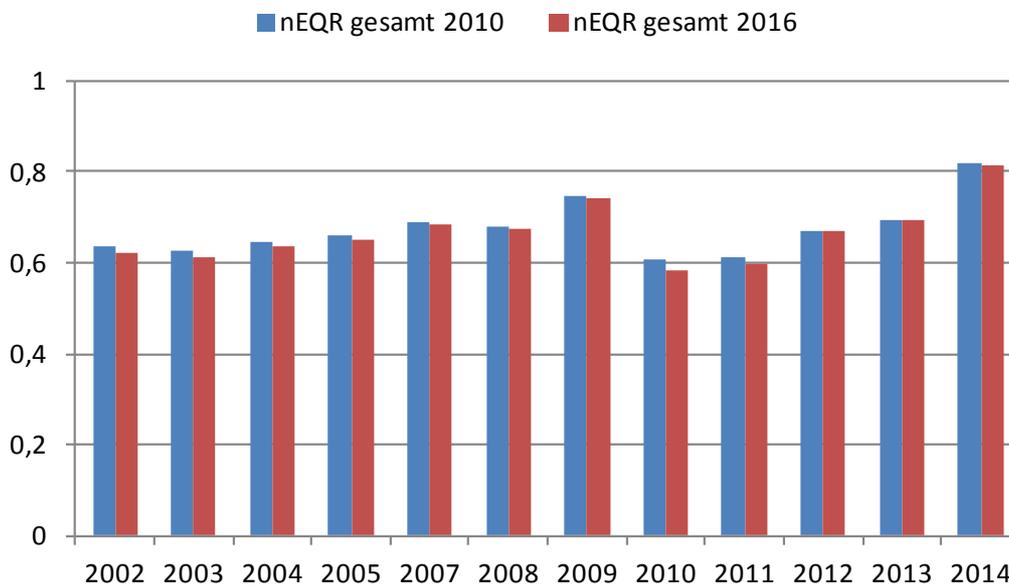


Abbildung 9: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Mondsee je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).

**Achensee 2008 – 2014**

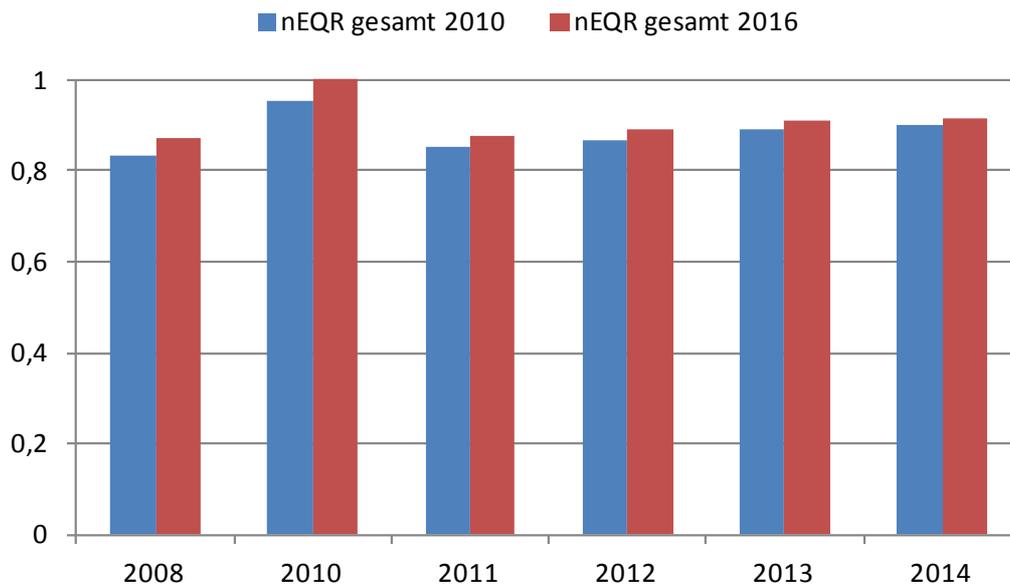


Abbildung 10: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Achensee je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).

**Ossiacher See 2007 – 2014**

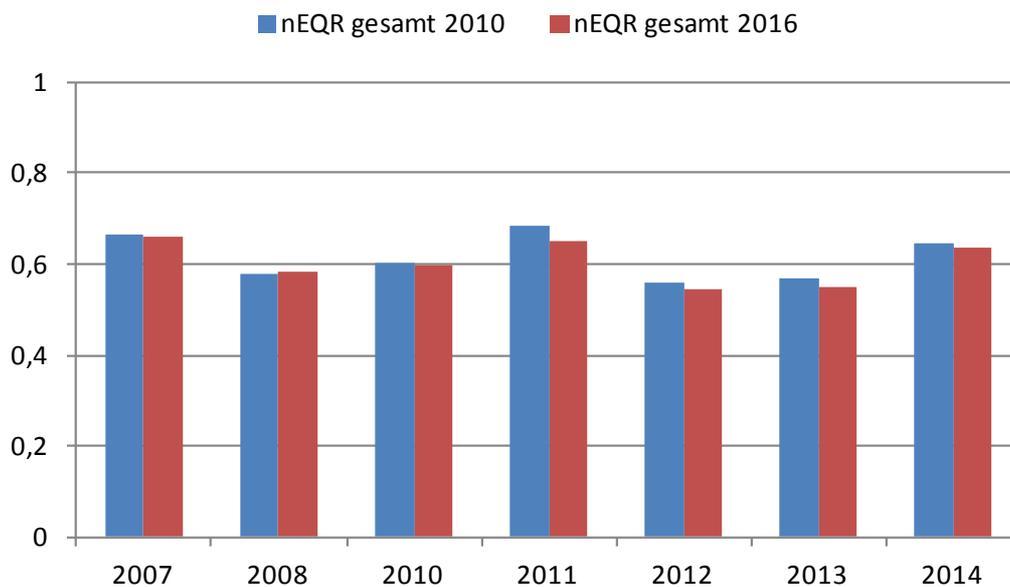


Abbildung 11: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Ossiacher See je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).

Hallstätter See 1994 – 2014

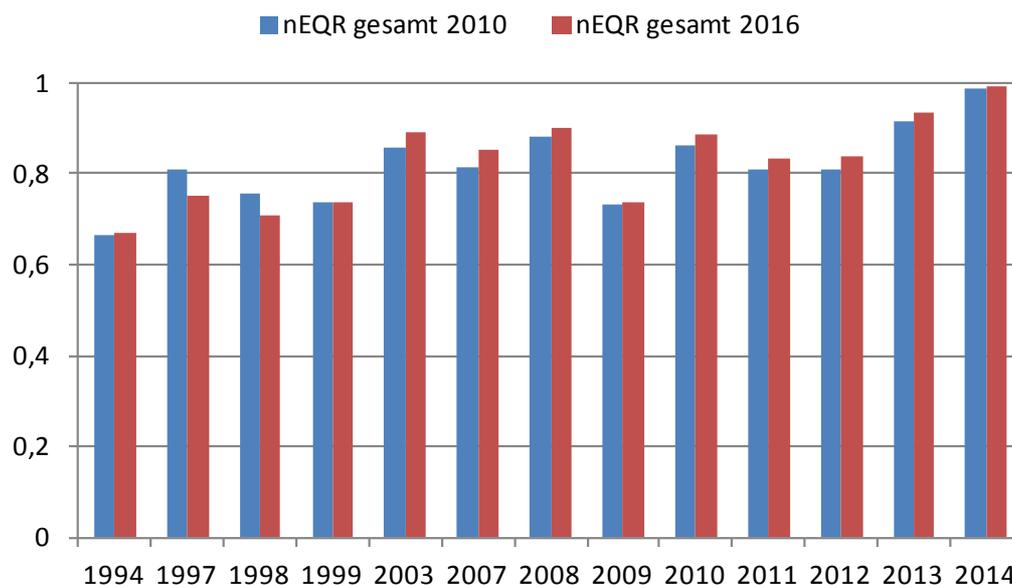


Abbildung 12: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Hallstätter See je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).

Wallersee 2009 – 2014

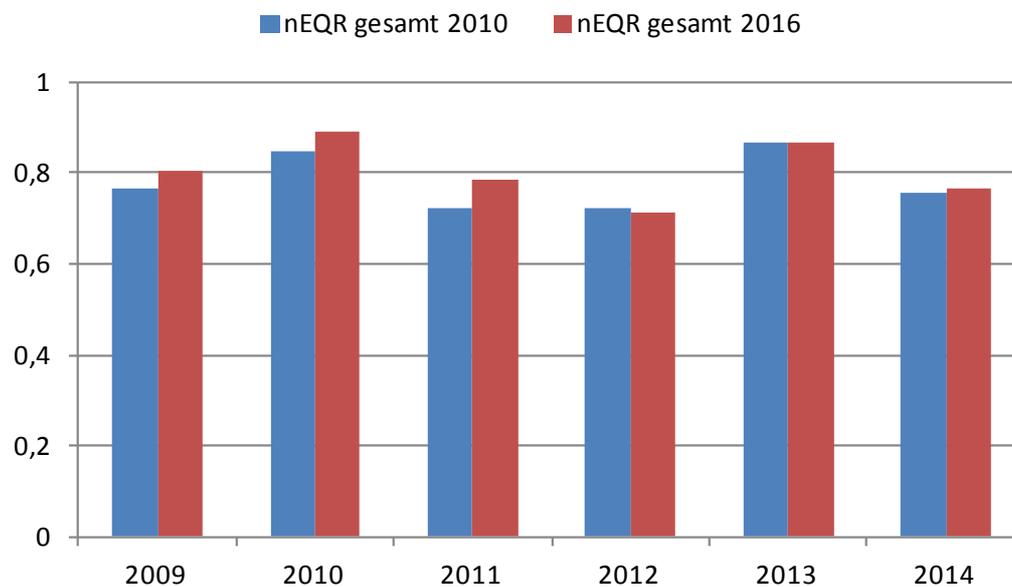


Abbildung 13: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Wallersee je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).

**Erlaufsee 2010 – 2014**

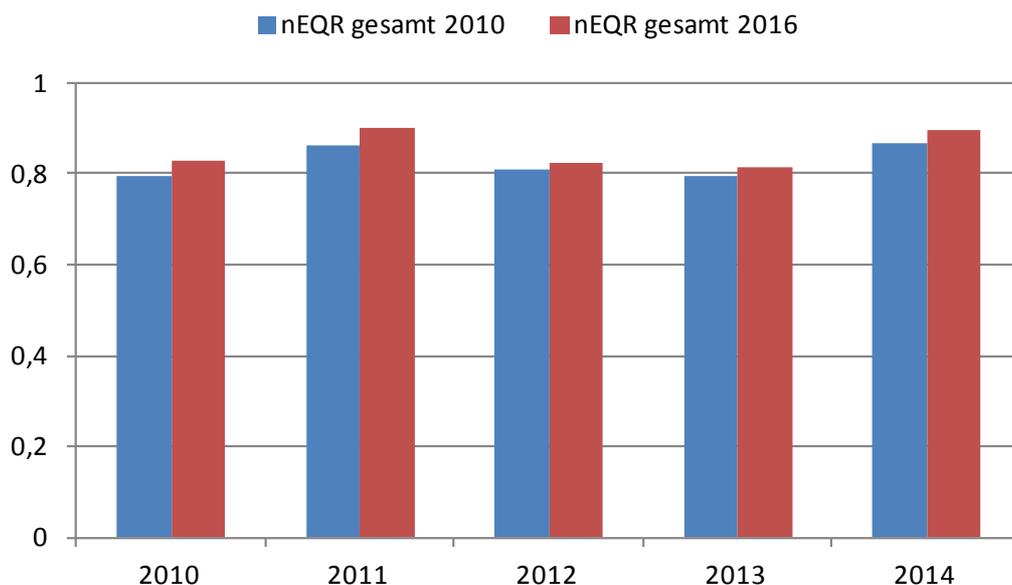


Abbildung 14: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Erlaufsee je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).

**Bodensee 2010 – 2014**

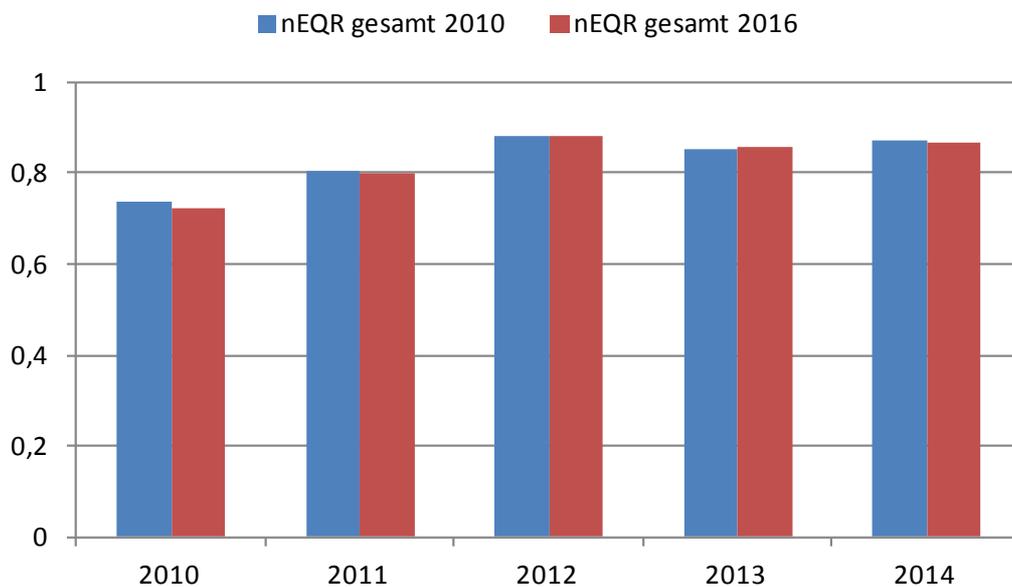


Abbildung 15: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Bodensee (Messstelle Bregenzer Bucht) je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).

## Gesamtvergleich

Für die Einstufung in bestimmte Zustandsklassen hätte die Neubewertung folgende Auswirkungen (siehe Tabelle 3):

- Von den 620 durchgerechneten Datensätzen ergäben sich bei Anwendung der neuen Trophie-Scores bei 559 **gleiche Zustandsbewertungen (90.2%)**. Bei Beschränkung auf die österreichischen Seen wäre die Übereinstimmung geringfügig höher (91.5%).
- Bei **61 von 620 Bewertungen** wäre eine **Veränderung der Zustandsklasse** zu verzeichnen. In Österreich beträfe das 27 von 319 Seenjahren.
- **6.9%** (in Österreich 4.4%) der Seen bekämen bei Anwendung der neuen Trophie-Scores eine **schlechtere Bewertung**.
- **2.9%** (in Österreich 4.1%) aller Bewertungen wären mit der neuen Methode **besser** zu bewerten.

Es zeigt sich somit, dass durch Einführung der aktualisierten Trophie-Scores in den meisten Fällen keine Veränderung der Zustandsklasse zu erwarten wäre, im Einzelfall – besonders bei Datensätzen mit nur wenigen eingestuften Taxa bzw. bei nEQR-gesamt-Werten nahe einer Klassengrenze – wären aber geringfügige Unterschiede festzustellen. Aufgrund der deutlich vergrößerten Datenbasis wären in diesen Gewässern die Ergebnisse mit einer höheren Zuverlässigkeit zu betrachten.

**TABELLE 3: VERGLEICH DER UNTERSCHIEDE DER BEWERTUNGSERGEBNISSE MITTELS DER TROPHIESCORES 2010 UND 2016 ANHAND DER BERECHNETEN ZUSTANDSKLASSEN.**

Enthalten sind alle Alpenseen des Interkalibrierungstyps L-AL3 oder L-AL4 mit mindestens vier Untersuchungsterminen und vorhandenen Chlorophyll-a-Daten. Heterotrophe Formen wurden aus den Biovolumenberechnungen ausgeschlossen, d.h. dass die Ergebnisse nicht immer jenen in den Originalberichten entsprechen.

	<b>alle Alpenseen</b>	<b>nur österreichische Alpenseen</b>
Zahl der Datensätze (Seenjahre)	620	319
Anzahl gleiche Bewertung	559	292
% gleiche Bewertung	90.2%	91.5%
Anzahl schlechtere Bewertung	43	14
% schlechtere Bewertung	6.9%	4.4%
Anzahl bessere Bewertung	18	13
% bessere Bewertung	2.9%	4.1%

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Im Zuge der Aktualisierung der Trophie-Scores zur Bewertung des Phytoplanktons in Seen wurde die Datenbasis von bisher 786 auf nunmehr 1007 Datensätze (Seenjahre) erweitert. In der vorliegenden Berechnung ist Österreich mit 642 Seenjahren vertreten, wobei aus den Bundesländern Oberösterreich (16 Seen bzw. 316 Seenjahre) und Kärnten (19 Seen bzw. 174 Seenjahre) die meisten Datensätze kommen.

Die Neubewertung ergab eine Zunahme der Zahl der eingestufteten Taxa von 162 auf 177. Dabei wurden 26 bisher eingestufte Taxa ausgeschieden und 41 neu in die Liste aufgenommen.

Korreliert man die Auswertungen anhand dieser neuen Einstufung mit jenen der bisher gültigen, so ergibt sich ein hoher Grad an Übereinstimmung der berechneten Brettum-Indices (Bestimmtheitsmaß der linearen Regression  $R^2=0.93$ ), der nEQR Werte der Brettum-Indices ( $R^2=0.94$ ) sowie der nEQR-gesamt Werte ( $R^2=0.98$ ). Bei etwa 90% der Seen ergäben sich mit der neuen Bewertungsmethode die gleichen Zustandsbewertungen, in 6.9% der Fälle (Österreich 4.4%) wären schlechtere Bewertungen die Folge, in 2.9% (Österreich 4.1%) der untersuchten Gewässer wäre die Zustandsbewertung besser.

Aufgrund der um 28% vergrößerten Datenbasis sind die neuen Trophie-Scores und die daraus abgeleiteten Gesamtbewertungen mit einer höheren Zuverlässigkeit zu betrachten.

## 6 LITERATUR

BRETTUM, P. (1989). Algen als Indikatoren für die Gewässerqualität in norwegischen Binnenseen. Norsk institute for vannforskning NIVA. Oslo.

DOKULIL, M. T., TEUBNER, K. & GREISBERGER, M. (2005). Typenspezifische Referenzbedingungen für die integrierende Bewertung des ökologischen Zustandes stehender Gewässer Österreichs gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Modul 1: Die Bewertung der Phytoplanktonstruktur nach dem Brettum-Index. Projektstudie Phase 3, Abschlussbericht. Unpublizierter Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

GUIRY, M.D. IN GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. (2016a). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. [Algaebase > Listing the World's Algae](#); searched on 24 February 2016.

GUIRY, W. IN GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. (2016b). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. [Algaebase > Listing the World's Algae](#); searched on 24 February 2016.

HOUK, V., KLEE, R. & TANAKA, H. (2010). Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions, Part III. Stephanodiscaceae, A. *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella*. *Fottea (Supplement)* 10: 1–498.

NAKOV, T., GUILLORY, W.X., JULIUS, M.L., THERIOT, E.C. & ALVERSON, A.J. (2015). Towards a phylogenetic classification of species belonging to the diatom genus *Cyclotella* (Bacillariophyceae): Transfer of species formerly placed in *Puncticulata*, *Handmannia*, *Pliocaenicus* and *Cyclotella* to the genus *Lindavia*. *Phytotaxa* 217(3): 249-264.

POPOVSKY, J. & PFISTER, L.A. (1990). Dinophyceae. In: Ettl, H., J. Gerloff & H. Heyning (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 1, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 272 pp.

WOLFRAM, G., DOKULIL, M.T., DONABAUM, K., REICHMANN, M. & SCHULZ, L. (2006). Handbuch zur Bewertung des ökologischen Zustandes stehender Gewässer in Österreich gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. Unpublizierter Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, unveröffentlicht. Wien, 76 pp.

WOLFRAM, G., DONABAUM, K. & DOKULIL, T. (2015). Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil B2 – Phytoplankton. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien, 73 pp.

## 7 TABELLENVERZEICHNIS:

Tabelle 1: Trophiebereiche (als Gesamtphosphor-Konzentration TP) zur Berechnung der Trophie-Scores....	6
Tabelle 2: Taxon-spezifische Trophie-Scores 2010 und 2016 im Vergleich. Blau: neu eingestufte Taxa.....	10
Tabelle 3: Vergleich der Unterschiede der Bewertungsergebnisse mittels der Trophiescores 2010 und 2016 anhand der berechneten Zustandsklassen.....	24

## 8 ABBILDUNGS-VERZEICHNIS:

Abbildung 1: Datenbasis zur Entwicklung der Brettum-Indexwerte: Anzahl der Seen (oben links) bzw. Seenjahre (oben rechts) in den fünf EU-Staaten, die an der Interkalibrierung teilgenommen haben (Österreich, Frankreich, Deutschland, Italien und Slowenien); Anzahl der Seen (unten links) bzw. Seenjahre (unten rechts) in den österreichischen Bundesländern (Kärnten, Oberösterreich, Salzburg, Tirol, Steiermark, Vorarlberg).....	8
Abbildung 2: Datenbasis zur Entwicklung der Brettum-Indexwerte: Anzahl der Seenjahre in den einzelnen Jahrzehnten.....	8
Abbildung 3: Korrelation der Brettum-Indices 2010 und 2016 aller Seenjahre (Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).....	16
Abbildung 4: Korrelation der Brettum-Indices 2010 und 2016 der österreichischen Seenjahre (Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).....	17
Abbildung 5: Korrelation der nEQR-Werte des Brettum-Index 2010 und 2016 (österreichische Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).....	17
Abbildung 6: Korrelation der nEQR-Werte des Brettum-Index 2010 und 2016 (österreichische Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).....	18
Abbildung 7: Korrelation der nEQR-gesamt 2010 und 2016 (alle Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).....	18
Abbildung 8: Korrelation der nEQR-gesamt 2010 und 2016 (österreichische Alpenseen mit mindestens vier Terminen pro Jahr).....	19
Abbildung 9: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Mondsee je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).....	20
Abbildung 10: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Achensee je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).....	21
Abbildung 11: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Ossiacher See je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).....	21
Abbildung 12: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Hallstätter See je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).....	22
Abbildung 13: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Wallersee je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).....	22
Abbildung 14: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Erlaufsee je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).....	23
Abbildung 15: Vergleich der nEQR-gesamt Werte im Bodensee (Messstelle Bregenzer Bucht) je nach Bewertungsmethode. Blau: Berechnung mit den derzeit aktuellen Trophie-Scores (2010), rot: Berechnung mit den neuen Trophie-Scores (2016).....	23





**MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH**

bmlfuw.gv.at

## **FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH.**

**UNSER ZIEL** ist ein lebenswertes Österreich in einem starken Europa: mit reiner Luft, sauberem Wasser, einer vielfältigen Natur sowie sicheren, qualitativ hochwertigen und leistbaren Lebensmitteln.

Dafür schaffen wir die bestmöglichen Voraussetzungen.

**WIR ARBEITEN** für sichere Lebensgrundlagen, eine nachhaltige Lebensart und verlässlichen Lebensschutz.



**MINISTERIUM  
FÜR EIN  
LEBENSWERTES  
ÖSTERREICH**

[www.bmlfuw.gv.at](http://www.bmlfuw.gv.at)