

# Bewertung von Seen nach biologischen Qualitätskriterien

W1

ANDREAS GRÜNDEL

## 1 Bewertung von Seen in der EU und in Hessen

Die Harmonisierung der Wasserpolitik in Europa findet in der Wasserrahmenrichtlinie<sup>1</sup> ihren Niederschlag, die kurz nach der Jahrtausendwende verabschiedet worden ist. Sie stellt vom Grundsatz her sicher, dass langfristig genug qualitativ hochwertiges Wasser zur Verfügung steht, setzt klare Vorgaben für eine einheitliche Bewertung und definiert einen guten Zustand, den alle europäischen Gewässer innerhalb eines vorgegebenen Zeithorizonts erreichen sollen. Dabei werden sowohl die Oberflächengewässer, als auch das Grundwasser und die Küstengewässer innerhalb ihres jeweiligen Einzugsgebietes

betrachtet. Der erste Bewirtschaftungsplan für die Zielerreichung eines guten ökologischen und chemischen Zustandes reichte bis zum Jahr 2015, der nächste reicht bis zum Jahr 2021.

In Deutschland sind die Grundsätze der Wasserrahmenrichtlinie für die oberirdischen Gewässer in der Oberflächengewässerverordnung<sup>2</sup> umgesetzt, die auch für die Fließgewässer und für die Seen in Hessen gilt. Mit einer Mindestfläche von 50 Hektar sind die Seen relevant für die Bewertung und Bewirtschaftung nach der Wasserrahmenrichtlinie. In Hessen

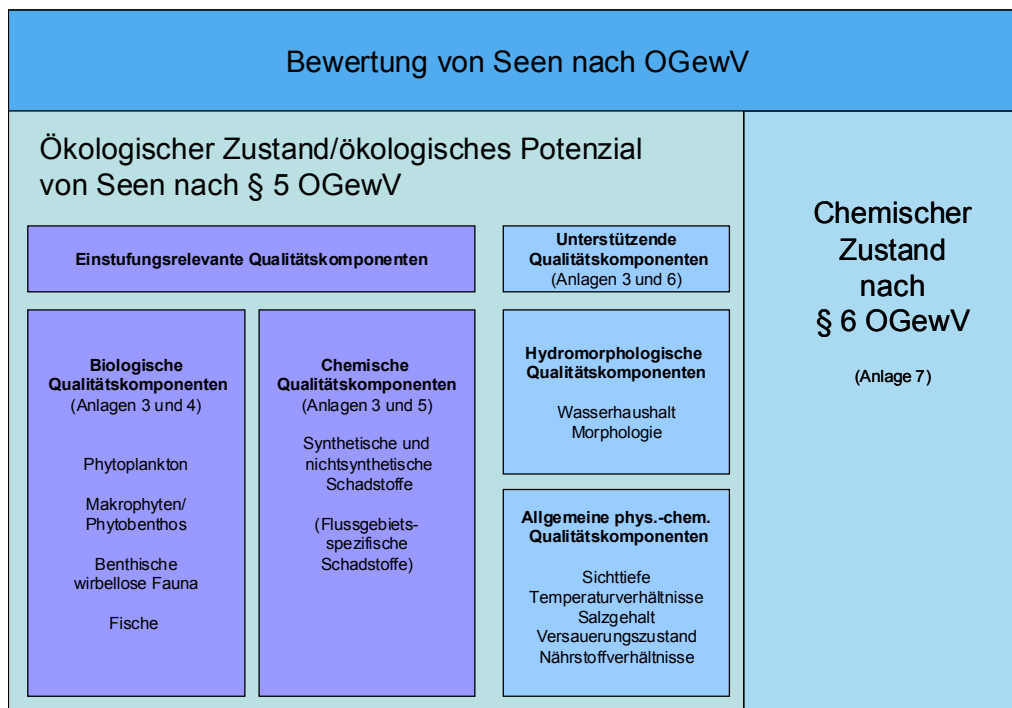
fallen 12 Seen darunter, davon 6 Talsperren, 3 Baggerseen, 2 Tagebauseen und ein Altrheinsee. Bei den Abgrabungsseen handelt es sich um künstliche Seen. Die Talsperren werden als erheblich veränderte Wasserkörper bezeichnet, da sie eigentlich aufgestaute Fließgewässer sind. Sie werden wegen ihrer hydromorphologischen und limnologischen Eigenschaften als See betrachtet. Für künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper gilt nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie das ökologische Potenzial, während bei den natürlichen Seen der ökologische Zustand bewertet wird. Für alle Seen gilt es, den guten chemischen Zustand zu erreichen.



**Abb. 1:** Werrataalsee – nach 40 Jahren Kiesabbau ist ein ungeschichteter, calciumreicher Mittelgebirgssee mit einer Fläche von 117 ha entstanden.

<sup>1</sup> EG – EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFTEN (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL).

<sup>2</sup> BUNDESREGIERUNG (2011): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer – OGewV – vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429).



**Abb. 2:** Schema der Einstufung des ökologischen Zustands / Potenzials und des chemischen Zustands<sup>3</sup>.

Für die Bewertung des ökologischen Zustands / Potenzials der Seen sind vor allem die biologischen Qualitätskomponenten maßgebend, die im Folgenden näher beschrieben werden. Bei der Überwachung sind vor allem diejenigen biologischen Qualitätskomponenten relevant, die am empfindlichsten auf die Hauptbelastung reagieren. Im Falle der Seen stellen die zu hohen Nährstoffeinträge die Hauptbelastung dar, sodass hauptsächlich die trophieanzeigende Qualitätskomponente, das Phytoplankton in der Freiwasserzone, für die Bewertung infrage kommt. Darüber hinaus kommen die Wasserpflanzen und die Aufwuchsalgen für die Bewertung des ökologischen Zustands / Potenzials im Uferbereich der Seen zur Anwendung.

In Deutschland wurden die Seen bislang vor allem nach trophischen Kriterien, also nach der Biomasse der Algen in der Freiwasserzone klassifiziert und bewertet. Hierzu dienten die Trophieparameter Chlorophyll, Sichttiefe und der Phosphorgehalt. Danach wurden die Seen auch im ersten Bewirtschaftungsplan im Hinblick auf die Zielerreichung der Wasser-rahmenrichtlinie abgeschätzt. Bewertungen anhand

der biologischen Qualitätskomponenten erforderten zunächst die Entwicklung von Bewertungsverfahren, die seetypspezifisch ausgerichtet sind und eine konkrete Belastung der Seen anzeigen. Die Entwicklung der Verfahren für die Bewertung von Seen war sehr aufwändig, da die Lebensgemeinschaften der Seen in den verschiedenen Ökoregionen unterschiedliche Referenzzustände aufweisen, die zudem auf Belastungen unterschiedlich reagieren. Weiterhin mussten die Verfahren, die zunächst für die natürlichen Seen entwickelt wurden, auch auf die künstlichen und erheblich veränderten Seen übertragen werden. Die Verfahren in Deutschland wurden von limnologischen Fachbüros unter der Leitung des LAWA (Bund-Länderarbeitsgemeinschaft **Wasser**)-Expertenkreis Seen entwickelt und mit denen der anderen Mitgliedsstaaten interkalibriert. Somit liegen innerhalb der EU einheitliche, typspezifische Bewertungsgrundlagen für alle Wasserkörper vor. Während die trophischen Bewertungsverfahren der Freiwasserzone und der Uferregion der Seen fertiggestellt sind, ist das Verfahren der benthischen wirbellosen Fauna noch in der Entwicklung. Das gleiche gilt für ein fischbasiertes Bewertungsverfahren.

<sup>3</sup> BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) STÄNDIGER AUSSCHUSS „OBERIRDISCHE GEWÄSSER UND KÜSTENGEWÄSSER“ LAWA-AO (2013): Bewertung des ökologischen Potenzials von künstlichen und erheblich veränderten Seen, LAWA-Arbeitsprogramm Flussgebietsbewirtschaftung Produktblatt 2.6.1.

Neben den bewertungsrelevanten Qualitätskomponenten werden zudem noch unterstützende Qualitätskomponenten zur Beurteilung der Wasserkörper berücksichtigt. Für die in Hessen vorkommenden künstlichen Seen bzw. erheblich veränderten Wasserkörper sind dies die physikalisch-chemischen Parameter, insbesondere die Sichttiefe und der Ge-

samtphosphorgehalt. Strukturelle Bedingungen und hydrologische Verhältnisse sind für die Lebensräume ebenfalls von großer Bedeutung. Daher wird bei den künstlichen Seen auch die hydromorphologische Qualitätskomponente die Seeuferklassifizierung herangezogen, die im Wesentlichen eine Aussage über die Veränderung der Ufer erlaubt.

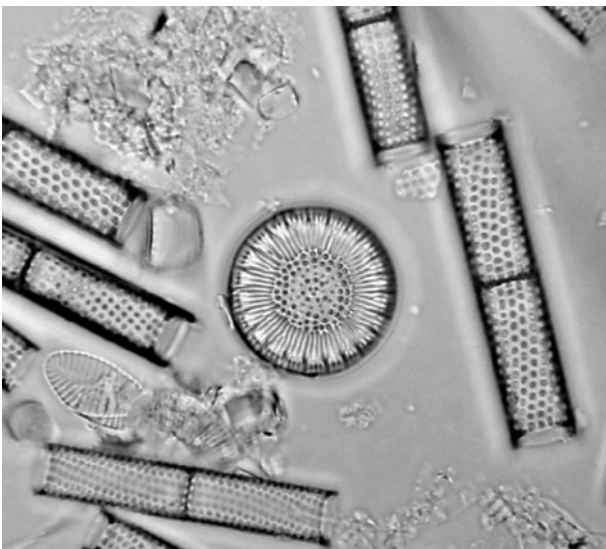
## 2 Phytoplankton - die freischwebenden Algen

Die Biomasse des Phytoplanktons war bislang die typische und traditionelle Bewertungsform von Seen. So wurden die Seen vor der Wasserrahmenrichtlinie gemäß ihrer Trophie nach den sog. LAWA-Richtlinien in 8 Klassen von oligotroph bis hypertroph klassifiziert. Auch das aktuelle Bewertungsverfahren wurde anhand der Belastungsgröße „Eutrophierung“ in Abgleich mit dem höchsten ökologischen Potenzial erreicht. Das neue Phyto-See-Verfahren<sup>4</sup> erlaubt eine seetypgerechte Bewertung anhand eines multimetrischen Indexes, der sich aus den Metrics Biomasse, Algenklassen und dem Phytoplankton-Taxa-Index

zusammen setzt. Während die Biomasse als summarische Kenngröße eingeht, erlaubt der Phytoplankton-Taxa-Index eine trophische Einstufung anhand indikativer Planktonarten. Im Ergebnis wird ein Phyto-See-Index ermittelt, der die Zuordnung in die jeweilige ökologische Potenzialklasse erlaubt. Es ist eine Bewertung in 5 Klassen, die sich vom höchsten (1) über das gute (2), mäßige (3), unbefriedigende (4) und schlechte (5) Potenzial erstrecken.

Zunächst sind die Seen anhand der Ökoregion zu typisieren. Die Seen in Hessen sind Mittelgebirgsseen und gehören nach den Steckbriefen der deutschen Seetypen<sup>5</sup> je nach Kalkgehalt, Einzugsgebiet und Schichtungsverhalten den LAWA-Seetypen 5, 6 und 7 an. Für jede Biokomponente werden daraus Subtypen gebildet, die eine einheitliche Bewertungsgrundlage aufweisen. Für die Phytoplankton-Subtypen werden einige Seen aus fachlichen Gründen den Typen des norddeutschen Tieflands (10.1k, 11.1k, 11.2k und 13k) zugeordnet.

Für die Untersuchung der Seen werden mindestens 6 tiefenintegrierte Phytoplanktonproben in der Vegetationsperiode April bis Oktober entnommen, fixiert und der mikroskopischen Bestimmung zugeführt. Die taxonomische Analyse und die Auswertung wurden vom Auftragnehmer, Limnologiebüro Hoehn, Freiburg, durchgeführt<sup>6</sup>. In einer Zählkammer werden die Planktonarten gemäß der harmonisierten



**Abb. 3:** Planktische Kieselalgenart *Cyclotella radiosa*. Foto: Dr. Marcus Werum

<sup>4</sup> HOEHN, E., RIEDMÜLLER, U. ECKERT, B., TWORECK, A. LESSMANN, D. (2009): Abschlussbericht zum LAWA-Projekt Ökologische Bewertung von künstlichen und erheblich veränderten Seen sowie Mittelgebirgsseen anhand der biologischen Komponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie – Bewertungsmodul für Mittelgebirgsseen und Verfahrensanpassung für Baggerseen, pH-neutrale Tagebauseen, Talsperren und Sondertypen im Tiefland – Projekt-Nr. O3.06., LBH, BTU, Freiburg/Cottbus.

<sup>5</sup> RIEDMÜLLER, U., MISCHKE, U. POTTGIESSER, T. BÖHMER, R., RITTERBUSCH, D. STELZER, D. & HOEHN, E. (2013): Steckbriefe der deutschen Seetypen, LBH, Freiburg.

<sup>6</sup> RIEDMÜLLER, U., TWORECK, A., HOEHN, E., (2010, 2012, 2014): Bewertung von künstlichen und erheblich veränderten Seen in Hessen mit Phytoplankton nach den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie, LBH, Freiburg.

Taxaliste bestimmt, ausgezählt und das Biovolumen jeder einzelnen Art errechnet. Die Auswertung der Daten führt über die Bewertung der Einzelmetrices zu einem Phyto-See-Index, der schließlich die Zuordnung zu den ökologischen Zustandsklassen bzw. Potenzialklassen erlaubt. Für Talsperren mit starken Wasserstandsschwankungen, wie es bei den großen Talsperren an der Diemel und Eder der Fall ist, konnte ein Weg für eine mildere Bewertung gefunden werden, da die betriebsbedingte Wasserstandsschwankung eine nutzungsbedingte Beeinträchtigung der Trophie darstellt.

Im Ergebnis weisen nach der Auswertung der Planktonuntersuchungen der 12 Seen in Hessen 3 Seen eine sehr gute ökologische Potenzialklasse auf und entsprechen somit dem Referenzzustand. Darunter fallen der Tagebausee Borkener See und die Baggerseen Langener Waldsee und Mainflinger See. Der Tagebausee Singliser See, sowie die Aartalsperre, Affolderner Talsperre und Twistetalsperre und der Baggersee Weratalsee haben eine gute ökologische Potenzialklasse. Die Diemeltalsperre, Edertalsperre und die Kinzigtalsperre haben nur ein mäßiges ökologisches Potenzial. Der Altrheinsee hat einen mäßigen ökologischen Zustand. Die Seen, die eine gute ökologische Zustands-/Potenzialklasse noch nicht erreicht haben, weisen eine zu große Nährstoffbelastung auf, die überwiegend aus den großen Einzugsgebieten der Talsperren resultiert. Daher sind die Maßnahmen zur Zielerrei-



Abb. 4: Planktonprobenahme mit einem tiefenintegrierenden Wasserschöpfer.

chung darauf ausgerichtet, insbesondere die punktuellen Phosphoreinträge im Einzugsgebiet der Talsperren zu minimieren.

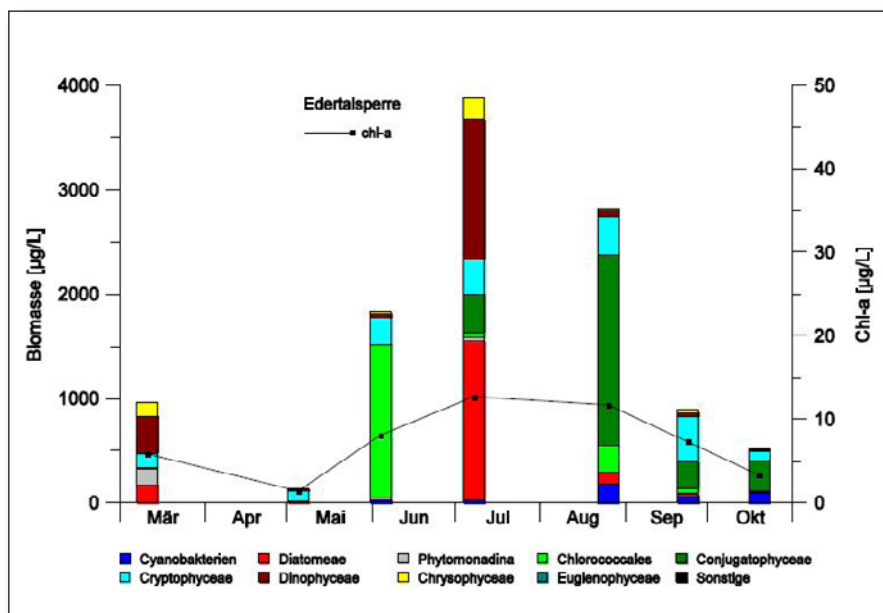


Abb. 5: Phytoplanktongruppen der Edertalsperre im Jahr 2014 (URSULA RIEDMÜLLER).

### 3 Makrophyten und Phytobenthos - die Wasserpflanzen und die Aufwuchsalgen

Während das Phytoplankton die trophische Belastung des Wasserkörpers anzeigt, erlauben die Wasserpflanzen (Makrophyten) und die Aufwuchsalgen, die überwiegend aus festsitzenden Kieselalgen bestehen, eine Aussage über die lokale trophische Situation am Seeufer. Für diese beiden pflanzlichen Qualitätskomponenten wurde das sogenannte PHYLIB-Verfahren<sup>7</sup> entwickelt. Das Verfahren wurde zunächst für die natürlichen Seen erarbeitet und dann auch auf die Bewertung der künstlichen Seen übertragen. Für eine Bewertung der Talsperren ist die Anwendung des Verfahrens nicht geeignet, da die pflanzliche Besiedlung der Uferabschnitte durch eine starke Pegeländerung in den Talsperren nicht beständig ist.

Die Prüfung des Verfahrens in Hessen ergab, dass lediglich drei Seen für seine Anwendung infrage kommen: die beiden Baggerseen Bong'sche Grube (NSG Mainflingen) und Werratalsee und der Tagebausee Borkener See. Ungeeignet sind vom Grundsatz die Talsperren sowie ein saurer Tagebausee und ein Baggersee, dessen Ausbeutung noch nicht abgeschlossen ist.

Die Untersuchung und die Auswertung wurden vom Auftragnehmer, lanaplan, Nettetal, durchgeführt<sup>8</sup>. Die Wasserpflanzen der betreffenden Seen wurden an 5 ausgewählten Sektoren in einem Tauchgang in verschiedenen Tiefenzonen erfasst und in der Häufigkeit abgeschätzt. Zudem wurden die Aufwuchsalgen von dem Substrat – meistens von den Steinen – abgebürstet, in Behältnissen gesammelt und konserviert. Die Aufwuchsalgen – Kieselalgen – wurden im Labor unter dem Mikroskop auf Artniveau bestimmt

und daraus die entsprechenden Potenzialklassen ermittelt. Die Auswertung erfolgt anhand des Makrophyten-Subtyps MKg und des Phytobenthos-Subtyps DS5 (Borkener See) und DS6 (Bong'sche Grube und Werratalsee) für jeden einzelnen Untersuchungsraum und summarisch für den See. Der zunächst getrennten Bewertung der Makrophyten und Kieselalgen fol-



Abb. 6: Gemeines Hornblatt in Bong'scher Grube Foto: Dr. Klaus van de Weyer



Abb. 7: Erfassung der Makrophyten nach der Tauchkartierung, Foto: Dr. Klaus van de Weyer

<sup>7</sup> SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., (2014): Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytobenthos für künstliche und natürliche Gewässer sowie Unterstützung der Interkalibrierung, LAWA-Projekt-Nr. O 10.10), Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wielenbach.

<sup>8</sup> VAN DE WEYER, K., HOFMANN, G.(2014): Makrophyten- und Phytobenthos-Untersuchungen von drei Seen in Hessen Auswertung nach dem PHYLIB-Verfahren und Bewertung des ökologischen Potenzials nach der EG-WRRL, lanaplan, Nettetal / Glashütten.

gen dann die gemeinsame Bewertung und die Zuordnung zu den ökologischen Potenzialklassen.

Der Borkener See weist mit seinem bis 16,5 m tief reichenden Bestand an Armeleuchteralgen und einer artenreichen Kieselalgenegesellschaft eine gute ökologische Potenzialklasse auf. Allerdings ist diese gute Situation bei den Wasserpflanzen durch einen offensichtlich großen Karpfenbestand gefährdet.

Die Bong'sche Grube weist auch eine artenreiche Kieselalgenflora auf, doch ist der Makrophytenbefund infolge eutropher Arten deutlich ungünstiger, sodass die Gesamtbewertung die Einstufung in eine mäßige

ökologische Potenzialklasse vorsieht. Es liegt somit eine erhöhte Nährstoffkonzentration in der Uferzone der Bong'schen Grube vor.

Der Werratalsee hat eine hohe Salzbelastung infolge der benachbarten Werra. Daraus ergibt sich die Besiedlung mit salztoleranten Kieselalgen, die eine hohe Salzbelastung anzeigen und zu einer unbefriedigenden Phytobenthosbewertung führen. Die Makrophytenbewertung ist mit einer mäßigen Potenzialklasse etwas besser, doch führt die Gesamtbewertung nach PHYLIB zu einer unbefriedigenden Potenzialklasse für den Werratalsee.

## 4 Makrozoobenthos - die Wirbellosen

Für die faunistische Bewertung der Seen in der nahen Uferzone anhand der wirbellosen auf der Gewässersohle lebenden Fischnährtiere (dem Makrozoobenthos) konnte erst 2011 ein erstes Bewertungsverfahren entwickelt werden. Das sogenannte AESHNA-Verfahren<sup>9</sup> soll die ökologische Wirkung der Struktur am Seeufer aufzeigen. Diese faunistische Komponente kann somit strukturelle Defizite anzeigen. Es ist davon auszugehen, dass in ihrer Struktur geschädigte Lebensräume (z. B. durch Uferverbau, Steganlagen und Badestrände) artenarme Lebensgemeinschaften zur Folge haben. Vorrangig ist die Bewertung der ökologischen Situation anhand des Makrozoobenthos für natürliche Seen vorgesehen, doch kann das Verfahren auch auf Baggerseen und Tagebauseen angewendet werden. Aus dem Befund einer im Eulithoral (Brandungszone der Uferbereiche) genommenen Mischprobe wird ein multimetrischer Index errechnet, der die Zuweisung in eine ökologische Potenzialklasse erlaubt.

Die Untersuchung und Bewertung wurde vom Auftragnehmer, Ecoring, Uslar, durchgeführt<sup>10</sup>. In Abhängigkeit der vorgefundenen Uferstrukturtypen zur

Gesamtuferlänge wurde die Anzahl der Untersuchungsstellen festgelegt. An jedem Standort wurde ein Feldprotokoll zum Substrat und den morphologischen Parametern erstellt, sowie die faunistische Lebensgemeinschaft erfasst. Die Auswertung des multimetrischen Index erfolgte anhand des MZB-Typs Baggersee-West; anschließend erfolgte die Zuordnung zu den Potenzialklassen.



**Abb. 8:** Makrozoobenthosart Gefleckter Strudelwurm (*Dugesia tigrina*).

<sup>9</sup> MILLER, O., BRAUNS, M., BÖHMER, J. PUSCH, M. (2011): Endbericht „Feinabstimmung des Bewertungsverfahrens von Seen mittels Makrozoobenthos“ LAWA-Projekt O 5.10/2011, Berlin.

<sup>10</sup> BÄTKE, J., CORING, E., WEGNER, M. WILBERTZ, M. (2015): Untersuchung des Makrozoobenthos in hessischen Stillgewässern, ECORING, Hardegsen/Uslar

Der Borkener See wies eine gute und differenzierte Uferstruktur auf und hatte eine artenreiche Lebensgemeinschaft in der Uferzone. Das Ergebnis der Untersuchungsstellen schwankte zwischen 1 (höchstes ökologisches Potenzial) und 3 (mäßiges ökologisches Potenzial), im Mittel wurde eine gute ökologische Potenzialklasse errechnet.

Die Lebensgemeinschaft der Bong'schen Grube war deutlich gleichförmiger, doch ergab das Mittel auch eine gute Potenzialklasse.

Beim geogen sauren Singliser Tagebausee und beim salzbelasteten Baggersee, dem Werratalsee, war dies anders. Trotz eines vergleichsweise günstigen Substrats und eines guten Schilfbestandes wurde nur eine anspruchslose Lebensgemeinschaft vorgefunden, die tolerant gegenüber Belastungen ist. Im Werratalsee waren Neozoen – eingeschleppte Tierarten – vorhanden, wie zum Beispiel der Getigerte Bachflohkrebs. Der Singliser See ergab in der Potenzialklasse eine schlechte, der Werratalsee eine unbefriedigende Potenzialklasse. Der Makrozoobenthos-

befund und dessen Auswertung stimmen nicht mit den vor Ort vorgefundenen Uferstrukturen, dem Wasserpflanzenbestand und der Sedimentbeschaffenheit überein. Offensichtlich wirkt bei den beiden Seen der stoffliche saure bzw. salzige Charakter stärker als die Strukturbeschaffenheit der Uferzonen. Das AESHNA-Bewertungsverfahren ist in seiner Entwicklung noch nicht abgeschlossen, daher sind weitere Anpassungen für eine strukturgestützte Gesamtbewertung zu erwarten.



Abb. 9: Guter Schilfbestand am Singliser Tagebausee. Foto: Dr. Jürgen Bäche

## 5 Chemie und Physik - als Unterstützungskomponenten und für den chemischen Zustand

Zu den für die ökologische Potenzialklasse bewertungsrelevanten biologischen Qualitätskomponenten werden unterstützend auch physikalisch-chemische Parameter beschrieben. Hier sind Werte genannt, die den Referenzzustand bzw. das höchste ökologische Potenzial definieren (Hintergrundwerte) und Werte, die den Übergang von der guten zur mäßigen Potenzialklasse (Orientierungswerte) beschreiben. Für die Seen existieren bisher Hintergrund- und Orientierungswerte für die Parameter Gesamtposphor und Sichttiefe<sup>11</sup>. Demnächst werden auch für den Stickstoff entsprechende Daten vorliegen. Für den Fall, dass keine Daten zu den biologischen Qualitätskomponenten vorliegen, kann die Zielerreichung der

Wasserrahmenrichtlinie anhand der allgemeinen chemisch-physikalischen Daten, für die Orientierungswerte bestehen, abgeschätzt werden.

Neben dem Erreichen einer guten ökologischen Zustands-/Potenzialklasse fordert die Wasserrahmenrichtlinie auch den guten chemischen Zustand eines Wasserkörpers. Bei 11 Seen lag kein Anhaltspunkt vor, dass die Wasserkörper nicht in einem guten chemischen Zustand sind. Nur der geogen saure Singliser Tagebausee wies eine erhöhte Schwermetallbelastung auf und ist daher nicht in einem guten chemischen Zustand.

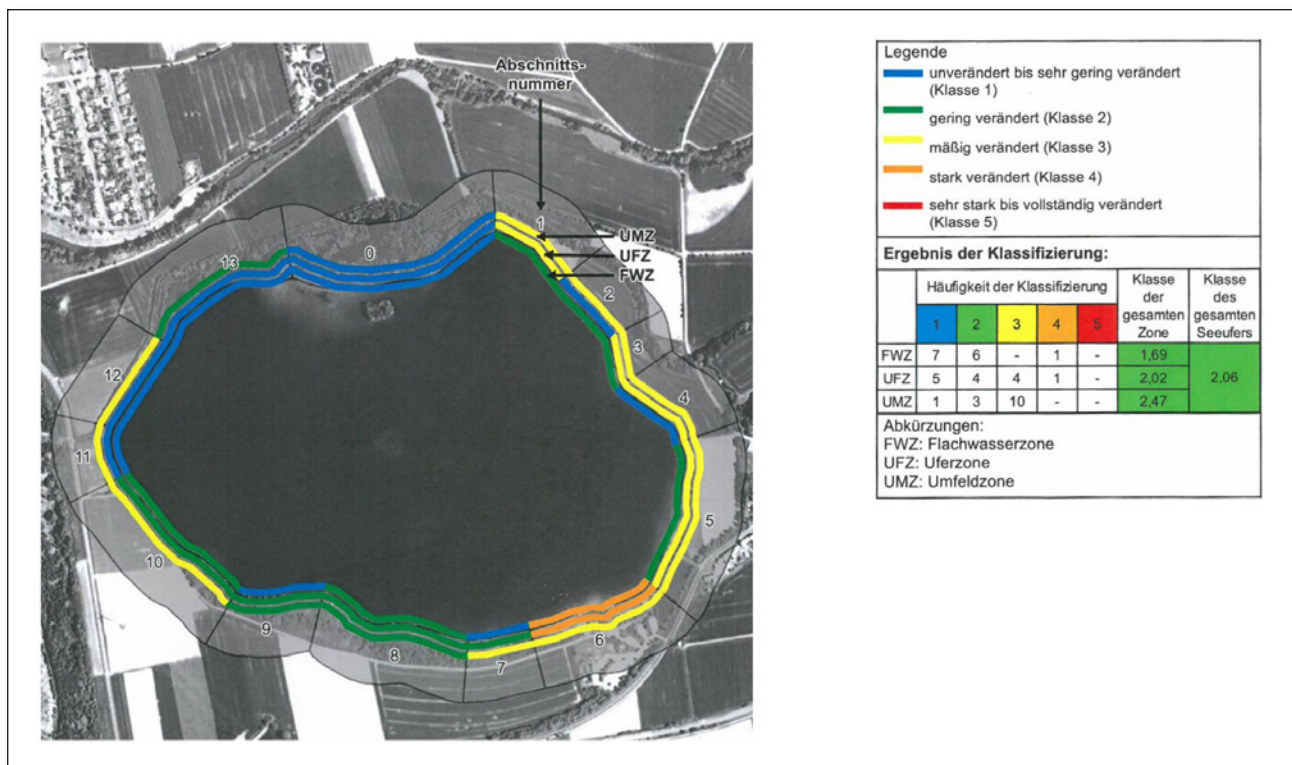
<sup>11</sup> RIEDMÜLLER, U., MISCHKE, U. HOEHN, E. (2013): Bewertung von Seen mit Hilfe allgemeiner physikalisch-chemischer Parameter – Seetypspezifischer Hintergrund- und Orientierungswerte für die Parameter Gesamtposphor und Sichttiefe, LBH, IGB, Freiburg / Berlin.

## 6 Seeuferklassifikation - eine morphologische Unterstützungskomponente

Gemäß der Wasserrahmenrichtlinie sollen die Seen hinsichtlich der hydromorphologischen Parameter anhand der Tiefenvariation, der Struktur und des Substrats des Bodens unterstützend bewertet werden. Hintergrund ist die Tatsache, dass die strukturellen und hydrologischen Bedingungen maßgebend für die Qualität der Lebensräume sind. Dies gilt vor allem für die Wasserpflanzen und für die wirbellosen Tiere. Bisher gab es in Deutschland unterschiedliche Verfahren für eine Klassifizierung der Seeufer. Mit Hilfe des LAWA-Expertenkreis Seen wurde von einem Fachbüro im Jahr 2014 ein bundeseinheitliches Verfahren für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung erarbeitet, das auf dem Übersichtsverfahren beruht<sup>12</sup>. Dabei wird vorwiegend auf Karten (Geometrie, Tiefendaten, Landnutzung, Geologie, Boden) und Luftbilder zurückgegriffen, eine Überprüfung vor

Ort ist nur im Einzelfall vorgesehen. Das Verfahren der Klassifizierung ist auch für die Anwendung auf die künstlichen Seen geeignet.

In Hessen kommen die beiden Tagebauseen Borkener See und Singliser See, sowie die beiden Baggerseen Bong'sche Grube und Werratalsee für eine erste Seeuferklassifizierung infrage. Die entsprechenden Untersuchungen und Auswertungen wurden vom Auftragnehmer, Biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, Bützow – durchgeführt<sup>13</sup>. Zunächst erfolgte die Einteilung in den jeweiligen Seeufertyp und die räumliche Ausdehnung homogener Abschnitte, die jeweils auf die drei Bereiche Flachwasserzone, Uferzone und Umfeldzone aufgeteilt sind. Die Klassifizierung wurde für die einzelnen Abschnitte und in den Zonen in 5 Stufen von



**Abb. 10:** Darstellung der Seeuferklassifizierung einzelner Abschnitte, Zonen und Gesamtbetrachtung für den Singliser See (MEHL, EBERT & BÖX, 2015).

<sup>12</sup> MEHL, D., EBERTS, J., BÖX, S., KRAUSS, D., (2014): Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren), Dresden.

<sup>13</sup> MEHL, D. EBERT, J. BÖX, S. (2015): Projektbericht Klassifizierung der Seeuferstruktur vier hessischer Seen, Bützow.



unverändert bis vollständig verändert vorgenommen. Die Ergebnisse können für alle Zonen und für das gesamte Seeufer aggregiert werden.

Die Seeufertypisierung der Tagebauseen gestaltete sich schwierig, da sie mit Kippmaterial aus dem Abraum des Tagebaus gefüllt worden sind. Die Ufer Typen wurden als flache bis mittelsteile Ufer mit bindigen Böden (Seeufertyp 2) angenommen. Das Seeufer des Borkener Sees war unverändert bis sehr

gering verändert (Klasse 1). Das Seeufer des Singliser Sees war infolge von Ackerflächen im Umland gering verändert (Klasse 2). Die beiden Baggerseen wiesen flache bis mittelsteile Kiesufer (Seeufertyp 4) auf. Das Seeufer der Bong'schen Kiesgrube war in der Gesamtbetrachtung unverändert bis sehr gering verändert (Klasse 1). Der Werratalsee wies infolge einiger Abschnitt mit Uferverbau und Verkehrsflächen ein gering verändertes Seeufer (Klasse 2) auf.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

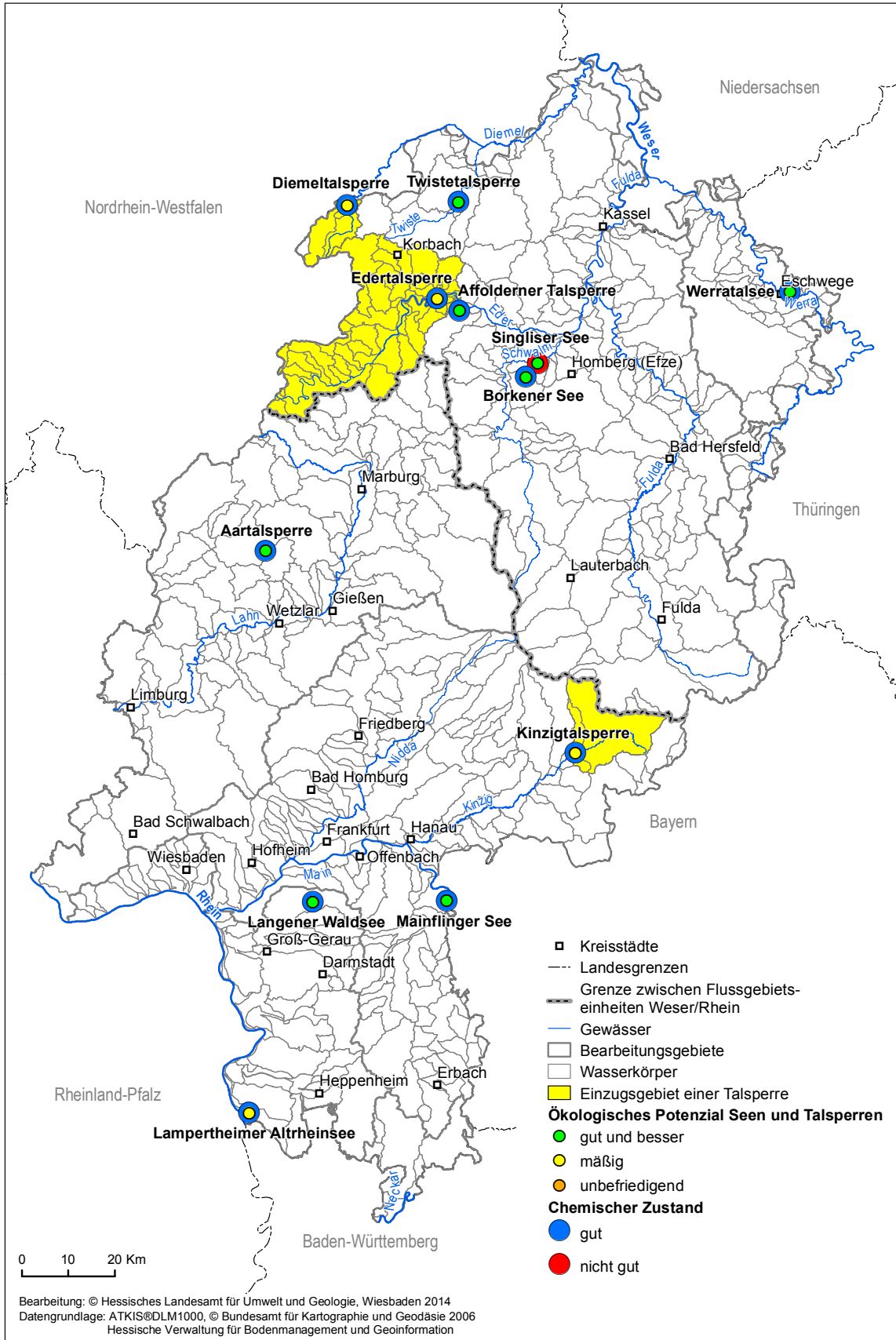
Die Seen in Hessen wurden nach den Grundsätzen der Wasserrahmenrichtlinie hinsichtlich des ökologischen Potenzials / Zustands anhand biologischer Qualitätskriterien bewertet. Dabei konnten nicht alle biologischen Qualitätskomponenten berücksichtigt werden, da es für die Talsperren als erheblich veränderte Gewässer und die Tagebauseen und Baggerseen als künstliche Seen deutliche Einschränkungen gibt. Das Phytoplankton stellt die Hauptkomponente dar, welche für alle 12 Seen eine sichere Bewertung erlaubt und zudem eine Eutrophierung als mögliche Hauptbelastung der Seen indiziert. Darüber hinaus sind einige Bewertungsverfahren noch immer nicht ganz ausgereift und somit nur eingeschränkt an-

wendbar. Deshalb wurden auch im zweiten Bewirtschaftungsplan (2015 bis 2021) des Landes Hessen für die Bewertung des ökologischen Zustands / Potenzials der Seen erneut ausschließlich die Ergebnisse der Phytoplanktonuntersuchungen verwendet.

Die weiteren biologischen Qualitätskomponenten wurden in einem ersten Praxistest erprobt. Das gleiche gilt für eine Seeuferklassifikation, die in einem ersten Schritt getestet wurde. Die Verfahren müssen sich noch in weiteren Anwendungsfällen in den Bundesländern bewähren, bevor die Entwicklung der Bewertungsverfahren abgeschlossen werden kann.



**Abb. 11:** Eine der größten Talsperren in Deutschland: die Edertalsperre; sie wurde zwecks der Niedrigwassererhöhung der Weser 1914 erbaut und hat heute eine mäßige ökologische Potenzialklasse.



**Abb. 12:** Lage und ökologische Potenzialklasse, sowie chemische Zustandsklasse von 12 bewerteten Seen in Hessen einschließlich der Wasserkörper im Einzugsgebiet der Talsperren.