

Bewertung des Einflusses der geplanten Wakeboard-Anlage auf dem Hufeisensee auf den Characeenbestand des Gewässers

Prof. Dr. Olaf Mietz, Tim-Ole Mietz
15.10.2025

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung.....	3
2. Anlass und Aufgabenstellung.....	3
3. Rechtlicher und fachlicher Rahmen.....	3
4. Untersuchungsgebiet Hufeisensee.....	4
5. Datengrundlagen.....	5
6. Methodik.....	6
7. Ergebnisse – Ist-Zustand.....	7
8. Wirkungsfad-Analyse und Bewertung der Auswirkungen.....	8
9. Minderungs- und Vorsorgemaßnahmen.....	9
10. Monitoring- und Nachweiskonzept.....	9
11. Schlussfolgerung.....	11
Literaturverzeichnis.....	12

1. Kurzfassung

Der Hufeisensee (Halle/Saale) ist ein ehemaliger Abgrabungssee (Fläche 70,9 ha; mittlere Tiefe ~9 m; max. 26 m; Einzugsgebiet ~4,88 km²; Verweilzeit ~11,2 Jahre). Vorliegende Messreihen (2010/2015) zeigen im Jahresmittel Sichttiefen um 3,5–4,1 m und geringe Chlorophyll-a-Konzentrationen (~2,8 µg/L), was eine mesotrophe Einstufung stützt. Submerse Makrophyten und Characeen sind nachgewiesen; Characeen profitieren vom günstigen Lichtklima tieferer Zonen. Geplant ist die Errichtung einer Wakeboard-Anlage. Stoffliche Einträge sind nicht zu erwarten; potenzielle Wirkungen sind primär mechanisch (lokale Aufwirbelung/Wellenschlag) und optisch (kurzzeitige Trübungsimpulse in Uferbereichen wie z.B. Schwimmstege). Unter Beachtung von Abständen zu Characeenbeständen, einer sensiblen Bauabwicklung sowie eines gezielten Monitorings ist eine erhebliche Beeinträchtigung der Characeenbestände nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

2. Anlass und Aufgabenstellung

Im Bebauungsplan Nr. 158 „Freizeit- und Erholungsraum Hufeisensee“ ist die Errichtung einer Wakeboard-Anlage vorgesehen. Im Zuge des Planungsverfahrens wurde das Vorkommen submerser Makrophyten einschließlich Characeen festgestellt. Ziel dieses Gutachtens ist die fachlich belastbare Bewertung möglicher Auswirkungen der geplanten Anlage auf Characeen- und Makrophytenbestände des Hufeisensees auf Basis vorliegender limnologischer Daten (2010/2015), vorhandener Makrophyten-Dokumentationen (2009) sowie einschlägiger Fachliteratur und Stellungnahmen zu erarbeiten.

3. Rechtlicher und fachlicher Rahmen

Die Bewertung der geplanten Wakeboard-Anlage am Hufeisensee erfolgt im Rahmen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG, WRRL). Diese verpflichtet die Mitgliedstaaten, für alle Oberflächengewässer einen guten ökologischen Zustand zu sichern. Für Seen mit einer Fläche über 50 Hektar ist die regelmäßige Überwachung der biologischen, physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten vorgeschrieben. Hierbei spielen insbesondere die submersen Makrophyten einschließlich der Characeen eine zentrale Rolle, da sie als empfindliche Indikatorgruppen dienen und wertvolle Hinweise auf den ökologischen Zustand liefern.

Für den Hufeisensee liegen aus den Jahren 2010 und 2015 belastbare limnologische Datensätze vor, ergänzt durch eine Makrophyten-Dokumentation von 2009. Diese zeigen insgesamt stabile mesotrophe Verhältnisse mit guter Sichttiefe und vergleichsweise niedrigen Phosphorkonzentrationen, die für Characeenbestände günstige Rahmenbedingungen schaffen. Durch die Größe, die Tiefe und die lange Wasseraustauschzeit des Sees handelt es sich um ein robustes System. Mechanische Störungen werden deswegen nur lokal und zeitlich begrenzt aufgenommen und sind unerheblich.

Für die vorliegende Bewertung werden drei potenzielle Wirkpfade betrachtet: Stoffliche Einträge, mechanisch-hydrodynamische Belastungen sowie optische Beeinträchtigungen. Da die geplante Wakeboard-Anlage keinerlei Nährstoff- oder

Schadstoffeinträge in das Gewässer bewirkt, entfällt der bedeutendste Risikofaktor für eine Beeinträchtigung sensibler Vegetationsbestände vollständig. Relevante Auswirkungen beschränken sich somit auf mechanische und optische Effekte, die sich nach aktuellem Kenntnisstand jedoch auf kleine räumliche Bereiche konzentrieren und in einem großvolumigen See wie dem Hufeisensee keine nachhaltige Veränderung der trophischen Situation erwarten lassen. Die minimale Fläche für Stützen und Anker am Seeboden sind bei einer Seefläche von mehr als 70 ha methodisch aus gewässerökologischer Sicht zu vernachlässigen. Eine Flächeninanspruchnahme besteht dennoch. Für 5 Stützen werden insgesamt 3 m² und für die jeweiligen Anker 10 m² beansprucht. Insgesamt kann, bei einer Inanspruchnahme von maximal 6 Ankern verteilt auf maximal 3 Stützen, eine Fläche von 63 m² betroffen sein. Die geplanten Steganlagen, in Form von Schwimmstegen, müssen wieder anders bewertet werden, denn hier kommt es nur zu Beschattungen und keiner Flächeninanspruchnahme von Characeenbeständen.

Die Eingriffe ins Ökosystem können über Eingriffs- und Ausgleichmaßnahmen reguliert werden. Ausgleichsmaßnahmen können sein: Monitoring, Bepflanzungsmaßnahmen im Gewässer- und Uferbereich, der Einbau von Substratinseln oder vergleichbare Flachwasseroptimierungsmaßnahmen. Damit ist bereits im rechtlichen Rahmen deutlich erkennbar, dass die geplante Anlage mit den Zielen der WRRL vereinbar ist und eine erhebliche Beeinträchtigung der ökologischen Qualität nicht zu befürchten ist.

4. Untersuchungsgebiet Hufeisensee

Der Hufeisensee befindet sich am östlichen Stadtrand von Halle (Saale) und ist ein typisches Beispiel für einen anthropogen entstandenen Abgrabungssee. Nach jahrzehntelangem Braunkohle- und Kiesabbau wurde der See in den 1960er Jahren geflutet und entwickelte sich zu einem großflächigen, wasserwirtschaftlich und ökologisch bedeutsamen Stillgewässer. Mit einer Gesamtfläche von 70,9 Hektar, einer mittleren Tiefe von etwa 9 Metern und einer maximalen Tiefe von 26 Metern zählt er zu den größeren Bergbaufolgegewässern Sachsen-Anhalts. Das Einzugsgebiet des Sees umfasst 4,88 km² und ist im Verhältnis zur Wasserfläche klein. Die mittlere hydraulische Verweilzeit von rund 11,2 Jahren weist auf ein stabiles, träges Wassersystem hin, in dem äußere Einflüsse zeitlich stark gedämpft werden (LHW – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2011).

Die historischen Nutzungen des Sees sind inzwischen vollständig eingestellt. Heute dient der Hufeisensee als Naherholungsgebiet mit vielfältigen Freizeitnutzungen wie Baden, Angeln, Segeln und Wassersport. Die geplante Einrichtung einer Wakeboard-Anlage stellt damit eine Erweiterung einer bereits bestehenden Erholungsfunktion dar und ist im Kontext der gegenwärtigen Nutzungsgeschichte ein folgerichtiger Entwicklungsschritt.

Limnologische Untersuchungen der Jahre 2010 und 2015 liefern eine belastbare Datengrundlage zur ökologischen Charakterisierung. Die Ergebnisse weisen auf mesotrophe Bedingungen hin, die sich in mittleren Sichttiefen zwischen 3,5 und 4,1 Metern sowie niedrigen Chlorophyll-a-Konzentrationen von etwa 2,8 µg/L widerspiegeln. Auch die Gesamtposphorkonzentrationen bewegen sich in einem niedrigen Bereich (2010: 0,015 mg/L; 2015: ~0,013 mg/L). Anzumerken ist hierbei der hohe Grenzwert für den Nachweis von kleiner 0,01 mg/l. Mit diesem Grenzwert sind keine mesotrophen von eutrophen Seen zu unterscheiden. Diese Werte bestätigen eine insgesamt gute Wasserqualität und schaffen günstige

Voraussetzungen für stabile Makrophyten- und Characeenbestände. Aufgrund der großen Wassertiefe und des hohen Wasservolumens bietet der See darüber hinaus ausreichende Pufferkapazitäten, sodass punktuelle mechanische Einwirkungen, wie sie durch eine Wakeboard-Anlage entstehen könnten, im Gesamtsystem keine nachhaltigen Auswirkungen erwarten lassen.

5. Datengrundlagen

Die Grundlage für die Bewertung bildet eine Kombination aus amtlichen Messdaten, publizierten Vegetationsaufnahmen und externen Fachgutachten, sowie die über 35-jährige Berufspraxis des Gutachters.

Für die physikalisch-chemischen Parameter des Hufeisensees stehen die Untersuchungen des Gewässerökologischen Landesdienstes Sachsen-Anhalt aus den Jahren 2010 und 2015 zur Verfügung (LHW 2011, 2016). Die erhobenen Daten umfassen u. a. Secchi-Scheiben-Sichttiefen, ortho-Phosphat, Gesamtphosphor sowie Chlorophyll-a. Die Methodik orientierte sich an den jeweils geltenden DIN- und ISO-Verfahren, u. a. DIN EN ISO 6878 (Bestimmung von Phosphor) und DIN EN ISO 10260 (Bestimmung von Chlorophyll-a). Die Parameter sind in Kapitel 4 im Detail dargestellt und zeigen eine konsistente mesotrophe Einstufung des Sees.

Als biologische Grundlage liegt die Makrophyten-Dokumentation von 2009 vor (LHW 2010 und Korsch (2009)), in der die Verbreitung submerser Vegetation und insbesondere die Characeenbestände kartiert und nach ihrer Häufigkeit sowie ihrem Schutzstatus eingeordnet wurden. Damit ist eine Referenz für die aktuelle Vegetationsstruktur gegeben, die in die Bewertung der Empfindlichkeit des Sees einfließt.

Zusätzlich wurde durch die KLS Gewässerschutz GmbH (2015) ein Kurzgutachten erstellt, das die potenziellen Auswirkungen von Wakeboard-Anlagen auf Characeenbestände anhand von Vergleichsstandorten untersucht. Die herangezogenen Referenzen umfassen die Anlagen in Salzgitter, Duisburg-Wedau und Wolfsburg. Diese Seen unterscheiden sich in Morphometrie und Trophiegrad, weisen jedoch vergleichbare Nutzungsszenarien auf. Nach den dortigen Ergebnissen konnten keine signifikanten negativen Effekte auf Characeenbestände nachgewiesen werden.

Die Kombination aus amtlichen Langzeitdaten, einer spezifischen Vegetationskartierung und einem unabhängigen Fachgutachten stellt somit eine robuste und wissenschaftlich belastbare Datengrundlage dar. Auf Basis dieser Quellen ist eine fachgerechte Bewertung der geplanten Anlage im Hinblick auf die ökologischen Qualitätskomponenten nach WRRL möglich, ohne dass eine zusätzliche Primärdatenerhebung erforderlich ist.

Anzumerken ist, dass es in Sachsen-Anhalt mehrere Gewässer mit dichten Characeenbeständen gibt.

6. Methodik

Die Bewertung der möglichen Auswirkungen der geplanten Wakeboard-Anlage auf die Characeenbestände des Hufeisensees basiert auf einer mehrstufigen Vorgehensweise, die den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) sowie den einschlägigen fachlichen Standards entspricht.

Zunächst werden die vorhandenen limnologischen Messreihen (2010 und 2015) sowie die Makrophytenkartierung (2009) herangezogen, um den aktuellen ökologischen Zustand des Gewässers zu charakterisieren. Die physikalisch-chemischen Parameter (Sichttiefe, ortho-Phosphat, Gesamtphosphor, Chlorophyll-a) wurden nach den geltenden Normverfahren (u. a. DIN EN ISO 6878, DIN EN ISO 10260) erhoben und dienen als Grundlage für die trophische Einordnung des Sees. Diese Einordnung erlaubt eine Einschätzung, ob die Nährstoff- und Lichtverhältnisse für stabile Characeenbestände geeignet sind.

Für die biologische Komponente werden die Daten der submersen Vegetation in Bezug auf Vorkommen, Häufigkeit und Tiefenverbreitung der Characeen genutzt. Da Characeen als besonders empfindliche Zeiger für Veränderungen des Nährstoffhaushalts und des Lichtklimas gelten (Klein 1989; Mietz 2010), werden sie als Schwerpunkt der Wirkungsanalyse herangezogen.

Die potenziellen Wirkungen der Wakeboard-Anlage werden durch eine Wirkpfadanalyse systematisiert. Hierbei werden drei zentrale Kategorien unterschieden:

1. Stoffliche Einträge (Nährstoffe, Schadstoffe).

2. Mechanisch-hydrodynamische Belastungen (Wellenschlag, Aufwirbelung, Sedimentumlagerungen).

3. Optische Beeinträchtigungen (Trübung, Reduktion der Lichtverfügbarkeit).

Für jeden dieser Wirkpfade wird eine qualitative Bewertung der Wirkstärke vorgenommen und mit der ökologischen Empfindlichkeit der Characeenbestände kombiniert. Als Bewertungsinstrument dient eine Signifikanzmatrix, die eine transparente Einordnung in die Kategorien „nicht relevant“, „relevant, aber nicht erheblich“ oder „erheblich“ ermöglicht. Die Einschätzung der Wirkstärke erfolgt dabei auf Grundlage der Seecharakteristik (Tiefe, Volumen, Verweilzeit), der vorliegenden Vergleichsdaten aus bestehenden Wakeboard-Anlagen (KLS 2015) sowie einschlägiger limnologischer Fachliteratur.

7. Ergebnisse – Ist-Zustand

Die vorliegenden limnologischen Messreihen aus den Jahren 2010 und 2015 dokumentieren für den Hufeisensee eine insgesamt stabile ökologische Situation. Die im Jahresmittel gemessenen Sichttiefen lagen zwischen 3,5 und 4,1 m, mit saisonalen Maxima bis 5,4 m. Dies liegt im natürlichen Schwankungsbereich für mesotrophe Seen.

Die Chlorophyll-a-Konzentrationen bewegten sich mit Mittelwerten um 2,8 µg/l auf niedrigem Niveau und weisen auf eine geringe Phytoplankton-Biomasse hin. Die Gesamtphosphorkonzentrationen betragen 2010 im Mittel 0,015 mg/l und 2015 etwa 0,013 mg/l.

Diese Werte bestätigen die Einstufung des Sees als mesotroph und damit als Gewässer mit günstigen Licht- und Nährstoffbedingungen für stabile submerse Vegetationsbestände.

Die Makrophytenuntersuchung (LfU Sachsen-Anhalt 2010) dokumentierte das Vorkommen mehrerer Characeenarten, die sich in den tieferen und lichtdurchfluteten Zonen des Sees ausbreiten konnten. Characeen sind bekanntlich an niedrige bis mittlere Nährstoffverhältnisse angepasst und gelten als Indikatoren für eine gute bis sehr gute Wasserqualität. Eine zusätzliche Besonderheit ist die Eigenschaft von Characeen mit wenig Licht produzieren zu können. Dadurch sind sie in der Lage sich in tieferen Wasserlagen auszubreiten als Makrophyten (Korsch 2009). Die Befunde zeigen, dass der Hufeisensee diese Bedingungen erfüllt und sich seit der Flutung zu einem ökologisch wertvollen Lebensraum mit artenreicher Vegetation entwickelt hat.

Von besonderer Bedeutung ist die Morphometrie des Sees. Mit einer maximalen Tiefe von 26 m, einer mittleren Tiefe von rund 9 m und einer Verweilzeit von über 11 Jahren handelt es sich um ein großvolumiges und relativ träges reagierendes System. Solche Gewässer weisen eine hohe Pufferkapazität gegenüber kurzzeitigen mechanischen Einflüssen auf. Lokale Aufwirbelungen oder Wellenschlagereignisse, wie sie durch Wassersportaktivitäten entstehen können, wirken sich daher in der Regel nur begrenzt und räumlich eng begrenzt aus.

Zusammenfassend ergibt sich aus den vorliegenden Ergebnissen ein Bild eines ökologisch stabilen und resilienten Sees, in dem die Characeenbestände von günstigen Rahmenbedingungen profitieren. Es liegen keine Hinweise auf eine trophische Instabilität oder eine kritische Nährstoffbelastung vor, die durch zusätzliche Freizeitnutzungen verschärft werden könnte. Damit bildet der Ist-Zustand eine sachlich belastbare Grundlage für die weitere Wirkpfad-Analyse im Hinblick auf den geplanten Anlagenbau.

8. Wirkpfad-Analyse und Bewertung der Auswirkungen

Die Bewertung der geplanten Wakeboard-Anlage am Hufeisensee orientiert sich an einer Wirkpfad-Analyse, die mögliche Belastungen nach stofflichen, mechanischhydrodynamischen und optischen Einflüssen differenziert. Die Einschätzung erfolgt mithilfe einer Signifikanzmatrix, in der die Stärke der Wirkung mit der ökologischen Empfindlichkeit der Characeenbestände kombiniert wird.

Stoffliche Einträge

Die Anlage verursacht keine Nährstoff- oder Schadstoffeinleitungen in das Gewässer. Damit entfällt der für Characeen kritischste Belastungspfad vollständig. Die Empfindlichkeit ist hoch, die Wirkstärke jedoch null; die Kombination ergibt eine nicht relevante Beeinträchtigung.

Mechanisch-hydrodynamische Belastungen

Der Betrieb einer Wakeboard-Anlage kann lokal zu Wellenschlag und Aufwirbelungen oberflächennaher Sedimente führen. Angesichts der Morphometrie des Hufeisensees (max. Tiefe 26 m, mittlere Tiefe 9 m, Gesamtvolumen > 6 Mio. m³) sowie der langen hydraulischen Verweilzeit handelt es sich jedoch um ein großvolumiges und träges System mit hoher Pufferkapazität. Vergleichsdaten aus bestehenden Anlagen in Wolfsburg und Duisburg-Wedau zeigen, dass selbst in flacheren Gewässern keine signifikanten Veränderungen der Characeenbestände nachweisbar sind (KLS 2015). Die Characeenbestände des Hufeisensees konzentrieren sich zudem überwiegend in tieferen Wasserschichten, die durch den oberflächennahen Betrieb der Anlage nicht direkt betroffen sind.

Die Wassertiefe im Bereich der geplanten Anlage liegt zwischen 3 und 4 m. Die Wirkstärke ist daher gering, bei hoher Empfindlichkeit der Characeen ergibt sich insgesamt eine geringe, nicht erhebliche Relevanz.

Optische Beeinträchtigungen (Trübung, Lichtverfügbarkeit)

Kurzzeitige Erhöhungen der Trübung können in Start- und Wendebereichen auftreten. Aufgrund der Sedimentation von Schwebstoffen klingen diese Effekte rasch ab. Die dokumentierten Sichttiefen von durchschnittlich 3,5–4,1 m mit saisonalen Maxima über 5 m belegen ein günstiges Lichtklima, das kurzfristige Schwankungen ausgleichen kann. Die Wirkstärke wird als sehr gering eingestuft. In Kombination mit der hohen Empfindlichkeit der Characeen ergibt sich keine erhebliche Relevanz.

Gesamtbewertung

In der Zusammenführung der drei Wirkpfade zeigt sich, dass stoffliche Belastungen auszuschließen sind und mechanische wie optische Einwirkungen auf räumlich eng begrenzte und zeitlich kurzzeitige Effekte beschränkt bleiben. Die Signifikanzmatrix ergibt für alle betrachteten Pfade die Einstufung „nicht erheblich“. Damit ist wissenschaftlich nachvollziehbar, dass durch den Bau und Betrieb der geplanten Wakeboard-Anlage keine signifikante Beeinträchtigung der Characeenbestände im Hufeisensee zu erwarten ist.

9. Minderungs- und Vorsorgemaßnahmen

Die Analyse hat gezeigt, dass durch Bau und Betrieb der geplanten Wakeboard-Anlage am Hufeisensee keine erheblichen negativen Auswirkungen auf die Characeenbestände zu erwarten sind. Dennoch ist es fachlich sinnvoll, allgemeine Vorsorgemaßnahmen vorzusehen, um die ökologischen Funktionen dauerhaft abzusichern und die Ergebnisse des Gutachtens zu untermauern.

Als zentrale Maßnahme wird ein begleitendes Monitoring empfohlen. Dieses sollte eine regelmäßige, allgemeine Erfassung der Characeenbestände sowie grundlegender limnologischer Parameter wie Sichttiefe und Chlorophyll-a umfassen. Damit können mögliche Veränderungen zuverlässig dokumentiert und im Bedarfsfall berücksichtigt werden.

Darüber hinaus wird empfohlen, den Einbau der Anlagenteile vorzugsweise im Winterhalbjahr vorzunehmen. In dieser Zeit befindet sich die submerse Vegetation in ihrer Ruhephase, sodass eine Beeinträchtigung der Bestände weitgehend ausgeschlossen werden kann.

10. Monitoring- und Nachweiskonzept

Zur Absicherung der im Gutachten getroffenen Bewertung wird ein begleitendes Monitoring vorgeschlagen, das die saisonale Entwicklung zentraler ökologischer Parameter dokumentiert. Ziel ist es, den Zustand des Hufeisensees über das Jahr hinweg fachgerecht zu erfassen und mögliche Veränderungen frühzeitig zu erkennen. Wie bereits unter Punkt 3 festgehalten, fällt das Gewässer aufgrund seiner Größe von über 50 Hektar in den Geltungsbereich der EU-Wasserrahmenrichtlinie, wodurch eine regelmäßige Überwachung der Gewässerqualität ohnehin vorgeschrieben ist. Ein ausdrücklicher Hinweis an das Land wäre hier sinnvoll. Angesichts der Tatsache, dass neben dem Bau der Wakeboard-Anlage auch ein Badeverbot bis vor einem Jahr galt und das Baden nun lediglich auf eigene Gefahr gestattet ist, gewinnt ein Monitoring zusätzlich an Bedeutung für die Stadt Halle/Saale und das Land Sachsen-Anhalt. Als konstruktiven Beitrag könnten der Betreiber der Wakeboard-Anlage oder weitere Nutzer des Gewässers in Erwägung ziehen, aus eigenem guten Willen einen geringen Anteil (z.B. 5 %) der Monitoringkosten zu übernehmen. Dies könnte auch eine praktische Kompensationsleistung für die Flächeninanspruchnahme darstellen.

Das Monitoring umfasst zwei Komponenten:

1. Regelmäßige Erfassung von Basisparametern

Es werden jährlich etwa fünf Messkampagnen durchgeführt, die die wesentlichen limnologischen Phasen abdecken:

- Frühjahr (März/April): zur Vollzirkulation,
- Sommer (Juni, Juli, August): mehrere Messungen während der Stagnationsphase,
- Herbst (Oktober/November): zur zweiten Vollzirkulation.

Bei jeder Messung werden folgende Basisparameter erhoben:

- Wassertemperatur,
- pH-Wert,
- elektrische Leitfähigkeit,
- Sauerstoffgehalt und -sättigung,
- Redoxpotential,
- Sichttiefe (Secchi-Scheibe),
- Chlorophyll-a.
- Nährstoffparameter: oPO₄, TP, N, NO₂, NO₃, NH₄

Diese Parameter sind mit etablierten Feld- und Laborverfahren bestimmbar und liefern zusammen ein robustes Bild über die trophische Situation, das Lichtklima und die Sauerstoffverhältnisse des Sees.

2. Vegetationsaufnahmen

In einem größeren zeitlichen Abstand, alle drei bis fünf Jahre, erfolgt eine Übersichtskartierung der submersen Vegetation mit Schwerpunkt auf Characeenbeständen. Diese Erhebung dient der qualitativen Dokumentation der räumlichen Verbreitung und ermöglicht die Identifizierung langfristiger Trends.

3. Dokumentation und Vergleich

Die Ergebnisse werden systematisch dokumentiert und mit den vorhandenen Referenzdaten (Makrophytenkartierung 2009, limnologische Messreihen 2010/2015) verglichen. Auf diese Weise lässt sich nachvollziehbar darstellen, ob sich der ökologische Zustand stabil hält.

11. Schlussfolgerung

Die Auswertung der vorhandenen limnologischen Datensätze und Vegetationsaufnahmen belegt, dass der Hufeisensee aktuell stabile mesotrophe Verhältnisse mit günstigen Licht- und Nährstoffbedingungen aufweist. Die dokumentierten Characeenbestände profitieren von diesen Rahmenbedingungen und tragen wesentlich zur ökologischen Wertigkeit des Gewässers bei.

Die Wirkpfad-Analyse hat gezeigt, dass durch die geplante Wakeboard-Anlage keine stofflichen Einträge erfolgen und damit der kritischste Belastungsfaktor entfällt. Mechanische und optische Einwirkungen beschränken sich auf lokal und zeitlich begrenzte Effekte, die aufgrund der Morphometrie und Pufferkapazität des Sees keine nachhaltigen Auswirkungen erwarten lassen. Vergleichsdaten aus anderen Anlagen bestätigen diese Einschätzung.

Mit den vorgeschlagenen, schlanken Vorsorgemaßnahmen – insbesondere einer bevorzugten Bauphase im Winterhalbjahr sowie einem begleitenden Monitoring von Basisparametern und periodischen Vegetationsaufnahmen – wird die verbleibende Unsicherheit weiter reduziert. Damit ist sichergestellt, dass der Betrieb der Anlage mit den ökologischen Zielen der Wasserrahmenrichtlinie vereinbar bleibt und die Characeenbestände des Sees in ihrem Bestand nicht erheblich beeinträchtigt werden.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die geplante Wakeboard-Anlage am Hufeisensee aus ökologischer Sicht verträglich ist. Sie steht einer nachhaltigen Nutzung des Gewässers nicht entgegen, sofern die empfohlenen begleitenden Maßnahmen umgesetzt werden. Damit erfüllt das Vorhaben sowohl die ökologischen als auch die rechtlichen Anforderungen und kann als umweltverträgliche Erweiterung der bestehenden Freizeitnutzung angesehen werden.

Literaturverzeichnis

DIN EN ISO 6878 (2004). Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Phosphor – Ammoniummolybdat-Spektrometrisches Verfahren. Beuth Verlag, Berlin.

DIN EN ISO 10260 (1995). Wasserbeschaffenheit – Messung der Chlorophyll-a-Konzentration – Spektralphotometrisches Verfahren. Beuth Verlag, Berlin.

Klein, L. (1980). Ökologie und Verbreitung der Characeen in Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Klein, G. (1989): Anwendbarkeit des OECD-Vollenweider-Modells auf den Oligotrophierungsprozeß an eutrophen Gewässern. In: Vom Wasser, 73, S. 365 – 373.

KLS Gewässerschutz GmbH (2015). Stellungnahme zu den Auswirkungen von Wakeboard-Anlagen auf Characeenbestände, unter Bezugnahme auf die Anlagen in Salzgitter, Duisburg-Wedau und Wolfsburg. Hamburg.

Korsch (2009) Ergebnisse der Kartierung der Armluchteralgen im Süden Sachsen-Anhalts- Mitt. Florist. Kart. Sachsen-Anhalt (Halle) 14, S. 69 - 77

LfU Sachsen-Anhalt (2010). Dokumentation submerser Makrophyten im Hufeisensee Halle (Saale). Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle.

LHW – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2011). Limnologische Untersuchungen im Hufeisensee 2010. Magdeburg.

LHW – Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (2016). Limnologische Untersuchungen im Hufeisensee 2015. Magdeburg.

Mietz, O. (2010). Characeenbestände und Nährstoffgrenzwerte in Brandenburger Seen. In: Beiträge zur Gewässerökologie, Universität Potsdam.

Mietz, O. (2010): Restauration der Seddiner Seenkette, Forschungsbericht an das Brandenburger Umweltministerium

Armleuchteralgen (Characeae)

Bestandsentwicklung

Heiko Korsch



Einführung

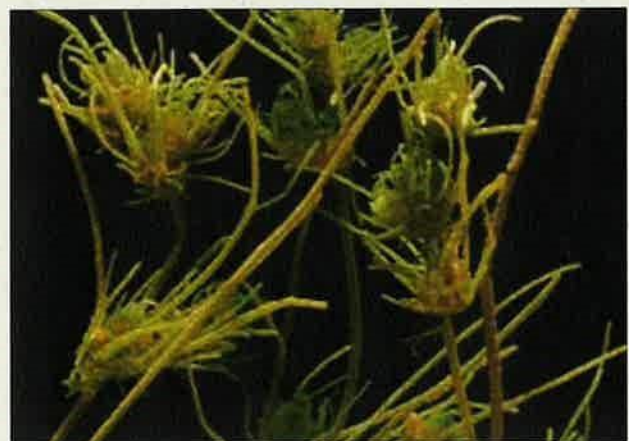
Bei den Armleuchteralgen handelt es sich um meist unter Wasser lebende, mit bloßem Auge erkennbare grüne Pflanzen. Sie sind im Vergleich zu anderen Grünalgen stark differenziert und bestehen aus einer mit wurzelähnlichen Gebilden verankerten Achse mit Knoten, von dort abgehenden quirlig gestellten Ästen und an diesen sitzenden Blättchen. Charakteristisch sind die oft auffällig gefärbten Fortpflanzungsorgane. Der Name Armleuchteralge leitet sich von der an einen Mehrfach-Kerzenständer erinnernden Form der Astquirle ab. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Characeae näher mit den Moosen und Höheren Pflanzen, als mit vielen anderen Algengruppen, verwandt sind (z. B. McCOURT et al. 2004, QUI 2008). Weltweit umfasst der Verwandtschaftskreis etwa 450 Arten. Sie alle gehören zur Familie der Characeae. In Deutschland kommen davon 36 Arten vor, aus Sachsen-Anhalt sind derzeit 19 Vertreter nachgewiesen. Für weitere Arten (*Chara galioides* DC., 1813, *C. rudis* A. BRAUN ex v. LEONH., 1864, *Nitella tenuissima* [DESV.] KÜTZ., 1843, *Tolypella intricata* [TRENT. ex ROTH] v. LEONH., 1863, *T. prolifera* [ZIZ ex A. BRAUN] v. LEONH., 1863) gibt es bisher nur falsche oder unsichere, unbelegte Angaben. Diese wurden nicht in die Übersicht aufgenommen. Genaueres dazu ist bei KORSCH (2013a) nachzulesen.

Die meisten Armleuchteralgen sind an saubere Gewässer gebunden. Die einzelnen Sippen weisen oft eine deutliche Präferenz bezüglich des Kalkgehaltes des Wassers auf. Die Mehrzahl der *Chara*-Arten bevorzugt karbonatreiche Gewässer. Bei den meisten *Nitella*-Arten ist es umgekehrt. Typisch ist ihr teilweise unregelmäßiges Auftreten gerade in kleineren Gewässern. So kann man in einem Jahr einen großen Bestand an Armleuchteralgen vorfinden, um sie im nächsten Jahr im selben Gewässer vergeblich zu suchen. Wenn sie jedoch ein Gewässer erst einmal besiedelt haben, findet man oft zahlreiche Vermehrungseinheiten (Oosporen) im Sediment. Diese bleiben lange Zeit, z. T. jahrzehntelang keimfähig (KRAUSE 1997) und können bei veränderten Umweltbedingungen oder nach einer Sanierung des Gewässers erstaunlich schnell wieder zu großen Beständen führen. Umgekehrt erliegen viele Armleuchteralgen vor allem in kleineren Gewässern im Zuge der Sukzession sehr schnell dem Konkurrenzdruck anderer Pflanzen. Eine Reihe von Characeen weist eine jahreszeitliche Bindung auf, es lassen sich Frühjahrs- und Sommer-/Herbst-Arten unterscheiden. Die entscheidende Rolle spielt dabei die Wassertemperatur.

Aufgrund des weitgehenden Fehlens natürlicher Seen in Sachsen-Anhalt haben durch den Menschen geschaffene Gewässer die größte Bedeutung als Lebensraum für Armleuchteralgen. Hier sind zunächst die wassergefüllten Restlöcher des Braunkohle-, Kies-, Sand- und Tonabbaus zu nennen. In weiten Gebieten sind dies heute die einzigen Characeen-Gewässer (KORSCH, 2013b). Alte Fischteiche verdienen insbesondere bei extensiver Bewirtschaftung eine besondere Beachtung. Aber auch die vielen Kleingewässer der Flussauen und der Kulturlandschaft sind bedeutsam für Armleuchteralgen. Einige Arten sind in ihrem Vorkommen sogar auf solche Gewässer beschränkt oder haben hier ihren Verbreitungsschwerpunkt.

Bearbeitungsstand, Datengrundlagen

Die Armleuchteralgen wurden in Sachsen-Anhalt lange Zeit nur sehr wenig beachtet. Aus dem 19. Jahrhundert gibt es zwar eine Reihe von Nachweisen, doch beschränken sich diese weitgehend auf die Umgebung von Halle und den ehemaligen Salzigen See (z. B. MUGULA 1897). Mit der Wende zum 20. Jahrhundert kam die Beschäftigung mit dieser Artengruppe fast völlig zum Erliegen. Die Kenntnisse über die frühere Verbreitung der Characeen sind deshalb sehr unvollständig. Dieser mangelhafte Kenntnisstand spiegelt sich auch in der 1. und 2. Fassung der Roten Liste und der Checkliste der Armleuchteralgen (DIETZE 1998, 1999, TÄUSCHER 2004) wider. Erst ab etwa 2000 wurde den Characeen mehr Aufmerksamkeit gewidmet (z. B. SCHUBERT et al. 2005). Aufgrund der Berücksichtigung in der Wasser-



Die Kleine Baumleuchteralge (*Tolypella glomerata*) findet man vor allem an Badestellen in sauberen Gewässern. Schladebach, 30.5.2010, Foto: H. Korsch.

rahmen- und der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union ist die Bedeutung der Armleuchteralgen als Indikatoren für nährstoffarme Gewässer ausdrücklich unterstrichen worden. Dies war auch der Anlass ab 2009 eine flächendeckende Kartierung dieser Artengruppe durchzuführen (KORSCH 2009, 2010, TÄUSCHER 2009, 2012, TÄUSCHER & KABUS 2010). Dadurch ist das Wissen um die im Gebiet vorkommenden Arten, deren Verbreitung und Häufigkeit inzwischen recht umfangreich (KORSCH, 2013a). Aussagen zur Bestandsentwicklung sind aber, wenn überhaupt, fast nur aus den besiedelten Standorten und deren Veränderungen abzuleiten.

Die Benennung der Arten richtet sich nach BLÜMEL & RAABE (2004). Die Artauffassung folgt KORSCH et al. (2013).

Gefährdungsursachen

Die wichtigsten Ursachen für den Rückgang vieler Armleuchteralgen sind die Eutrophierung der Gewässer aufgrund von Nährstoffeinträgen aus der Umgebung oder durch intensive Fischhaltung. Außerdem wurden infolge der Melioration und der Umgestaltung der Auen viele Kleingewässer in der Landschaft beseitigt und die natürliche Dynamik entlang der Fließgewässer unterbunden. Gerade die vielfach als Erstbesiedler auftretenden Characeen haben darunter besonders zu leiden.

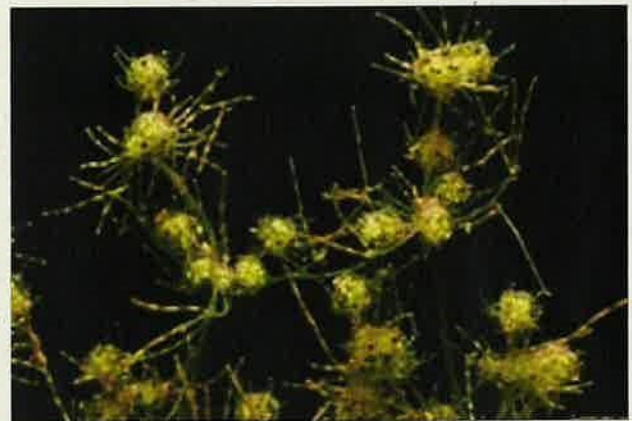


Eine der größten und auffälligsten Characeen ist die Hornblättrige Armleuchteralge (*Chara tomentosa*), die in Sachsen-Anhalt nur noch bei Halle und Eisleben vorkommt. Halle, 20.6.2013, Foto: H. Korsch.

Andererseits können sie zumindest eine gewisse Zeit die im Zuge des Bergbaus entstehenden Restgewässer besiedeln und dort teilweise sehr große Bestände aufbauen. Einige Arten konnten dadurch einen Teil der Verluste ausgleichen oder sind im Gebiet heute sogar häufiger als je zuvor.

Schutzmöglichkeiten bestehen in einer den Nährstoffeintrag und die Trübung der Gewässer minimierenden Folgenutzung von Bergbaurestgewässern. Eine Nutzung als Badegewässer ist dabei eher mit einer artenreichen Characeen-Flora vereinbar als eine intensive Fischhaltung. Vorkommen in Teichen können durch eine Extensivierung der Nutzung gefördert werden. Dabei hat vor allem die Begrenzung der Besatzdichte mit wühlenden Fischen (z. B. Karpfen) eine entscheidende Bedeutung. Eine völlige Aufgabe der Teichbewirtschaftung führt allerdings wegen der dann einsetzenden Sukzession meist nach wenigen Jahren zum Verschwinden der Armleuchteralgen.

Keine der in Sachsen-Anhalt vorkommenden Armleuchteralgen unterliegt einem besonderen gesetzlichen Schutz und für keine besteht eine besondere Verantwortung. Unter den Characeen gibt es keine Neobiota.



Bei der Haarfeinen Glanzleuchteralge (*Nitella capillaris*) sind die in Köpfchen angeordneten Fortpflanzungsorgane von einer Schleimhülle umgeben. Sollnitz, 13.6.2010, Foto: H. Korsch.



Die Fortpflanzungsorgane der Characeen sind einzigartig im gesamten Pflanzenreich. Hier sind Antheridien und Oogonien der Feinen Armleuchteralge (*Chara virgata*) zu sehen. Weddendorf, 13.5.2012, Foto: H. Korsch.

Literatur

- BLÜMEL, C. & RAABE, U. (2004): Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands. – Rostocker Meeresbiol. Beitr. (Rostock) **13**: 9–26.
- DIETZE, H. (1998): Rote Liste der Armleuchteralgen des Landes Sachsen-Anhalt. – Ber. Landesamt. Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle) **30**: 18–20.
- DIETZE, H. (1999): Checkliste der Armleuchteralgen (Characeae). – In: FRANK, D. & NEUMANN, V. (Hrsg.): Bestandssituation der Pflanzen und Tiere Sachsen-Anhalts. – Ulmer, Stuttgart, S. 146–147.
- KORSCH, H. (2009): Ergebnisse der Kartierung der Armleuchteralgen im Süden von Sachsen-Anhalt. – Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt (Halle) **14**: 69–77.
- KORSCH, H. (2010): Ergebnisse der Kartierung der Armleuchteralgen im Süden von Sachsen-Anhalt 2. – Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt (Halle) **15**: 135–139.
- KORSCH, H. (2013a): Die Armleuchteralgen (Characeae) Sachsen-Anhalts. – Ber. Landesamt. Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle) H. 1/2013: 1–85.
- KORSCH, H. (2013b): Armleuchteralgen in der Bergbaufolgelandschaft. – In: BAUMBACH, H.; HEINZE, M. & SÄNGER, H. (Hrsg.): Bergbaufolgelandschaften Deutschlands – geobotanische Aspekte und Rekultivierung. – Weissdorn-Verlag, Jena, S. 621–624.
- KORSCH, H.; DOEGE, A.; RAABE, U. & VAN DE WEYER, K. (2013): Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands. – Haussknechtia (Jena) Beih. **17**: 1–32.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). – Süßwasserflora von Mitteleuropa **18**. – Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202 S.
- MCCOURT, R. M.; DELWICHE, C. F. & KAROL, K. G. (2004): Charophyte algae and land plant origins. – Trends Ecol. Evol. (London) **19**: 661–666.
- MIGULA, W. (1897): Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. – In: Dr. L. RABENHORST'S Kryptogamen-Flora. **5**. – Eduard Kummer, Leipzig, 765 S.
- QUI, Y.-L. 2008: Phylogeny and evolution of charophytic algae and land plants. – J. syst. evol. (Beijing) **46**: 287–306.
- SCHÜBERT, H.; SCHNEIDER, S.; BÖGLE, M. & SCHAIBL, R. (2005): Characeen Wiederfunde im Bereich Teutschenthal-Röblingen – ein Nachtrag zur Roten Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt. – Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt (Halle) **10**: 42–48.
- TÄUSCHER, L. (2004): Rote Liste der Algen des Landes Sachsen-Anhalt. – Ber. Landesamt. Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle) **39**: 34–42.
- TÄUSCHER, L. (2009): Historische und aktuelle Untersuchungen der Algen-Besiedlung im Land Sachsen-Anhalt (Deutschland). – Rostocker Meeresbiol. Beitr. (Rostock) **22**: 73–81.
- TÄUSCHER, L. (2012): Die Vorkommen von Armleuchteralgen (Charales) im Norden von Sachsen-Anhalt (Deutschland). – Rostocker Meeresbiol. Beitr. (Rostock) **24**: 111–118.
- TÄUSCHER, L. & KABUS, T. (2010): Wasser- und Sumpfpflanzen-Funde im nördlichen Sachsen-Anhalt. – Mitt. florist. Kart. Sachsen-Anhalt (Halle) **15**: 141–149.

Anschrift des Verfassers

Dr. Heiko Korsch
Herbarium Haussknecht
Friedrich-Schiller-Universität
Fürstengraben 1
07737 Jena

Tab. 02.1: Bestandsentwicklung der Armleuchteralgen in Sachsen-Anhalt

Zusätzliche Anmerkungen:

Bezugsraum (BR)

Gegebenenfalls sind BS und BE für einzelne Bezugsräume separat eingeschätzt.

Rote Liste (RL)

Bezug auf TÄUSCHER (2004)

Art	BR	BS	BE	RL	Nachweis	Deutscher Name, Synonym
<i>Chara aspera</i> WILLD., 1809	H	ss	☒		KORSCH (2013a)	Raue Armleuchteralge
<i>Chara braunii</i> C. C. GMEL., 1826	T	ss			KORSCH (2013a)	Brauns Armleuchteralge
<i>Chara canescens</i> LOISEL., 1810	H	ss	☒	0	KORSCH (2013a)	Brackwasser-Armleuchteralge
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZ., 1845	T, H	mh		1	KORSCH (2013a)	Gegensätzliche Armleuchteralge
<i>Chara globularis</i> THUILL., 1799	T, H B	mh ss	☒ ☒	3	KORSCH (2013a)	Zerbrechliche Armleuchteralge; <i>Chara fragilis</i> Desv., 1810
<i>Chara hispida</i> L., 1753	T H B	ss mh ss		2	KORSCH (2013a)	Steifborstige Armleuchteralge
<i>Chara intermedia</i> A. BRAUN, 1859	H	ss		1	KORSCH (2013a)	Kurzstachelige Armleuchteralge
<i>Chara polyacantha</i> A. BRAUN, 1859	H	ss		0	KORSCH (2013a)	Vielstachelige Armleuchteralge

Art	BR	BS	BE	RL	Nachweis	Deutscher Name, Synonym
<i>Chara tomentosa</i> L., 1753	H	ss		1	KORSCH (2013a)	Hornblättrige Armleuchteralge
<i>Chara virgata</i> KÜTZ., 1834	T H	s ss	☉ ☉	1	KORSCH (2013a)	Feine Armleuchteralge; <i>Chara delicatula</i> C. AGARDH, 1824
<i>Chara vulgaris</i> L., 1753	T, H	mh	☉	3	KORSCH (2013a)	Gewöhnliche Armleuchteralge
<i>Nitella capillaris</i> (KROCK.) J. GROVES & BULL.-WEBST., 1920	T	ss		0	KORSCH (2013a)	Haarfeine Glanzleuchteralge
<i>Nitella flexilis</i> (L.) C. AGARDH, 1824	T H B	mh ss s	☉ ☉ ☉	1	KORSCH (2013a)	Biegsame Glanzleuchteralge
<i>Nitella gracilis</i> (SM.) C. AGARDH 1824	T, H	ss			KORSCH (2013a)	Zierliche Glanzleuchteralge
<i>Nitella mucronata</i> (A. BRAUN) MIQ., 1840	T H	s ss		0	KORSCH (2013a)	Stachelspitzige Glanzleuchteralge
<i>Nitella opaca</i> (BRUZELIUS) C. AGARDH, 1824	T H	ss s		2	KORSCH (2013a)	Dunkle Glanzleuchteralge
<i>Nitella syncarpa</i> (THUILL.) CHEVALL., 1827	T	ss			KORSCH (2013a)	Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESV. in LOISEL.) J. GROVES, 1919	T H	ss s	☉ ☉	2	KORSCH (2013a)	Stern-Glanzleuchteralge
<i>Tolypella glomerata</i> (DESV. in LOISEL.) LEONH., 1863	T H	ss s	☉	0	KORSCH (2013a)	Kleine Baumleuchteralge