

Hydromorphologische Erfassung und Klassifikation von Seen in Brandenburg

Wolfgang Ostendorp¹ & Jörg Ostendorp²

¹ Limnologisches Institut, Univ. Konstanz, Universitätsstr. 10, 78457 Konstanz, wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de, ² EcoDataDesign GbR, Birkenstrasse 50, 45133 Essen, joerg.ostendorp@ecodatadesign.de

Keywords: WRRL, Hydromorphologie, Uferstruktur, Bewirtschaftungsplan, Maßnahmenprogramm

Einleitung

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie fordert auch an Seen die Erfassung und Zustandsbeurteilung von hydromorphologischen Qualitätskomponenten (EG-WRRL 2000, Anhang V, Tab. 1.1.2). Im Einzelnen sind Merkmale des Wasserhaushalts, der Seebecken- und der Uferstruktur zu betrachten. Im Unterschied zur Situation an den Fließgewässern liegen an den deutschen Seen, aber auch im internationalen Umfeld wenige Erfahrungen vor, wie diese Vorgaben der EG-WRRL operational umgesetzt werden können.

An brandenburgischen Seen wird seit einigen Jahren flächendeckend das Verfahren zur *HydroMorphologischen* Erfassung, Klassifikation und Bewertung von Seen (HMS-Verfahren) angewandt und weiterentwickelt (Ostendorp et al. 2008, 2009). Die Arbeiten finden im Rahmen der *Gewässerentwicklungskonzepte* (kurz: GEKs; <http://www.wasserblick.net/servlet/is/87936/>) des Landesamts für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg statt, die nicht nur die Bewertung, sondern auch konkrete Maßnahmenvorschläge zur Minderung der hydromorphologischen Beeinträchtigungen beinhalten.

Wir berichten am Beispiel des GEK-Gebiets "Löcknitz – Untere Spree" (Planungsteam GEK2015, 2013) von den Ergebnissen und Erfahrungen, die mit wesentlichen Erweiterungen des ursprünglich publizierten Verfahrens gewonnen wurden („HMS-Detailverfahren“).

Methoden, Untersuchungsgebiet

Grundlagen des HMS-Verfahrens

Das HMS-Detailverfahren setzt sich aus vier Modulen zusammen, die die Anforderungen der EG-WRRL-Zustandserfassung aufnehmen (Tabelle 1). Das Verfahren kann grundsätzlich an allen Stillgewässer-Typen angewandt werden. Bisher liegen Erfahrungen für natürliche und künstliche sowie erheblich veränderte („HMWB“), ganzjährig Wasser führende, tiefe und seichte Seen mit starken oder vernachlässigbaren Wasserstandsschwankungen vor, deren Ufer teils ein natürliches Relief mit höchstens extensiver land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung aufweisen, teils aber auch durch flächenhafte Aufschüttungen, Uferbefestigungen und intensive urbane bzw. industrielle Nutzungen sehr stark verändert sind. Hierzu gehören auch kleinere, nicht berichtspflichtige Stillgewäs-

ser sowie Flusseen, soweit sie nicht durch das Verfahren der Fließgewässerstrukturgüte erfasst werden. Das HMS-Detailverfahren wurde von uns an 50 natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen mit einer Uferlänge von rd. 335 km erprobt. Weitere Hinweise zur Erfassungs-, Klassifikations- und Bewertungsmethodik finden sich in den GEK-Berichten (z. B. Planungsteam GEK2015 2013) sowie in einem Handbuch (Ostendorp & Ostendorp 2014). Die nachfolgenden Ergebnisse beschränken sich auf das Modul HMS-LS (Uferstruktur).

Tab. 1: Module des HMS-Detailverfahrens. Erläuterungen s. Text.

Modul	Merkmalskomplexe	Merkmale
HMS-BM	beckenmorphologische Merkmale	Zahl der Seebecken und der Tiefenbecken; Lage und Ausdehnung von sublakustrischen Schwellen und Untiefen sowie der Inseln und Halbinseln; Seefläche; Seetiefe; Seevolumen; Uferlänge; Inter-Konnektivität
HMS-HY	hydrologische Merkmale	jährlich durchschnittliche Erneuerungsrate des Seevolumens; Seespiegelvariationen im Zeitskalenbereichen von ca. 1 Stunde bis 100 Jahren
HMS-LP	limnophysikalische Merkmale	Schichtungs- bzw. Zirkulationsregime, Trübung des Wasserkörpers, Salzgehalt
HMS-LS	uferstrukturelle Merkmale	strukturgebende (SO) und topografieverändernde Objekte (TO); strömungsbeeinträchtigte Flächen (SBF); Uferbefestigungen (UB), mit Berechnung eines Beeinträchtigungsindex' $1 \leq I_{Obj} \leq 5$; Objekte besonderer Bedeutung (o. Index)

Untersuchungsgebiet

Das GEK-Gebiet „Löcknitz (untere Spree)“ (im Folgenden: GEK LOE) liegt zwischen der Oder-Elbe Wasserscheide und Erkner im Berlin-Fürstenwalder Urstromtal (Gem. Müncheberg, Grünheide, Erkner und Woltersdorf). Die westlich gelegenen Seen (vgl. Tabelle 2) wurden spätestens zu Anfang des 18. Jahrhunderts für die Holzflößerei staugeregelt. Seit 1873/75, nachdem ein Wehr, das die Seenkette um etwa 1,20 m aufgestaut hatte, abgerissen worden war, konnten die Seen mit Frachtschiffen und Ausflugsdampfern erreicht werden. Der Seespiegel schwankt heute nur noch um weniger als 0,1 m. Durch die günstige Anbindung an das Eisenbahn- und Stadtbahnnetz Berlins entwickelte sich die Region rasch zum beliebten Siedlungs- und Ausflugsgebiet. An den östlichen Seen ging die Entwicklung weitgehend vorbei. Östlich des Maxsees wurde seit Anfang des 19. Jahrhunderts ein Niedermoorgebiet schrittweise abgetorft, zuletzt mit Schwimmbaggern, bis ein eigenständiges künstliches Gewässer, der Torfsee Hoppegarten entstand.

Ergebnisse

Übersicht

Im GEK LOE wurden 6 berichtspflichtige natürliche (NWB) und ein künstlicher (AWB), nicht berichtspflichtiger See untersucht. Die gesamte Uferlänge betrug 34,283 km, die in 326 ca. 0,1 km langen Segmente (Kartiereinheiten) aufgeteilt wurde. Die Segmente bestehen aus den drei Subsegmenten der Sub-, Eu-, und Epilitoral-Zone. Aus einem Katalog von 297 Objekttypen (SO) konnten im Untersuchungsgebiet insgesamt 100 verschiedene Objekttypen identifiziert werden. Dabei wur-

den in einer Litoralfäche von 2,823 km² 1.419 Objekte mit einer jeweiligen Größe von wenigen Quadratmetern bis 8.100 m² erfasst.

Häufigkeit strukturgebender Objekte (SO)

An den Seeufern traten neben naturnahen, wenig veränderten Objekten, beispielsweise verschiedenen Wald- und Forsttypen, verbreitet Schadstrukturen (d. h. Objekte mit Beeinträchtigungsindex $I_{Obj} \geq 2,5$) auf, v. a. „Siedlung dörflicher Prägung“, „Einzelstege (Pfahlstege)“ und „Freizeitflächen ohne Infrastruktur“ (Abb. 1). Die eu- und sublitorale naturnahe Vegetation (Schilfröhrichte, Teichrosendecken, Krebscheren-Grundrasen) nahm dagegen nur vergleichsweise geringe Flächenanteile ein. Die Häufigkeitsverteilung der (Schad-)Objekttypen zeigt, dass die Ufer v. a. im Eu- und Epilitoral sehr stark durch Besiedlung (Ufergrundstücke mit Seeanstoß) und durch Freizeitnutzungen verändert sind.

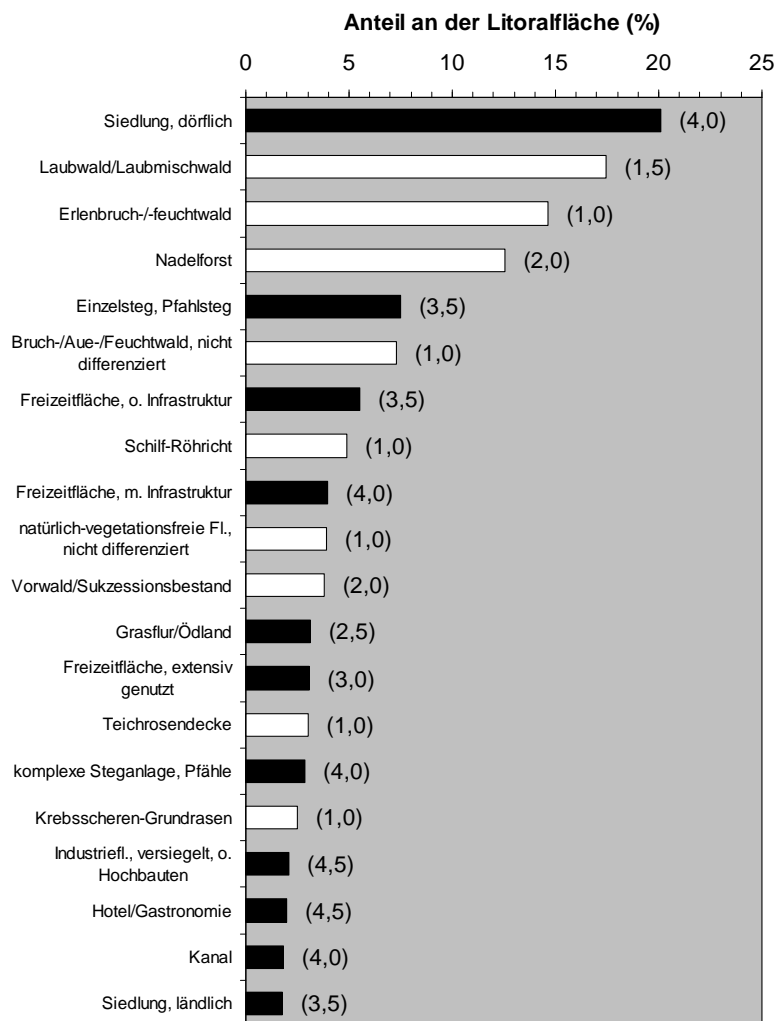


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der 20 flächenmäßig bedeutendsten strukturgebenden Objekttypen an den Ufern der sechs Seen im GEK Löcknitz (untere Spree); weisse Balken – unveränderte bis gering veränderte Objekte ($I_{Obj} < 2,5$), schwarze Balken – deutlich veränderte bis lebensfeindliche Objekte ($I_{Obj} \geq 2,5$, „Schadobjekte“); die Zahlen in Klammern verweisen auf den Basis-Index der Objekttypen.

Topografieverändernde Objekte (TO)

Zu den topografieverändernden Objekten gehören verschiedene Arten von Materialauffüllungen oder -entnahmen im Sub- und Eulitoral der Seeufer, die das uferquere Relief, mitunter sogar die Uferlinienführung erheblich verändern. Insgesamt konnte 41 solcher Objekte ermittelt werden, die eine Fläche von rd. 23.700 m², entsprechend 2,2 % der betroffenen Eu- und Sublitoralfäche einnehmen (Tab. 2). Die Zahlen zeigen, dass – im Vergleich zu den Seen anderer GEK-Gebiete – recht große Litoralbereiche durch Auffüllungen oder Abgrabungen beseitigt bzw. stark verändert wurden.

Strömungsbeeinträchtigte Flächen (SBF)

Bei den SBF handelt es sich um Flächen des Eu- und Sublitorals, deren Strömungsbedingungen durch undurchlässige Uferquerbauwerke verändert wurden, so dass sich die Erosions-/Akkumulationsbedingungen verändern und Stillwasser-Arten des Makrophytobenthos, des Makrozoobenthos und der Fischfauna gegenüber Arten des bewegten Wassers begünstigt werden könnten. Insgesamt wurden 17 solcher Flächen identifiziert, die rd. 30.300 m² einnahmen, entsprechend 2,6 % der betroffenen Litoralfläche (Tab. 2).

Uferverbau

Von der 34,283 km langen Uferstrecke aller Seen waren 9,425 km befestigt, was einem mittleren Verbauungsgrad von 27,5 % entspricht. Die Uferverbauungen dienen vornehmlich der wasserbaulichen Sicherung von Aufschüttungen und Landgewinnungen sowie dem erleichterten Zugang der Nutzer zu Booten und zum badetiefen Wasser. Im Einzelnen kamen sehr unterschiedliche Bauweisen zur Anwendung, überwiegend ein massiver Verbau mit Beton und Mauerwerk (Abb. 2).

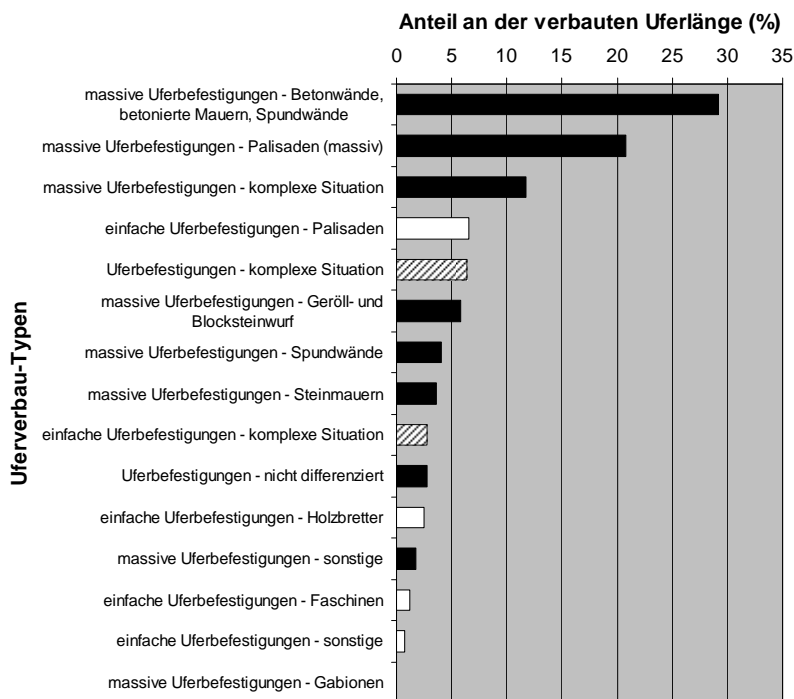


Abb. 2: Anteile verschiedener Typen des Uferverbaus an den Seeufern im GEK Lößnitz (untere Spree); schwarze Balken – massiver Verbau, weiße Balken – einfacher Verbau, schraffierte Balken – komplexe Situation mit verschiedenartigen Verbautypen.

Mittlere Beeinträchtigungsindizes der Seen

Durch gewichtete Verrechnung der Anteile der SO, TO, SBF an der Fläche bzw. der Uferverbauungen (UB) an der Uferlänge der Subsegmente wurde der mittlere Beeinträchtigungsindex I_{Ssg} einer jeden Kartiereinheit (Subsegment) mit $1 \leq I_{Ssg} \leq 5$ berechnet. Durch arithmetische Mittelwertbildung wurde der mittlere Beeinträchtigungsindex I_{Sz} einer jeden Subzone des Sees ermittelt (Tab. 2). Hierbei zeigte sich, dass das Sublitoral strukturell bedeutend weniger verändert ist als das Eulitoral. Die größten Beeinträchtigungen liegen regelmäßig im Epilitoral, d. h. in einem ufernahen Gürtel von 50 m Breite. Dieses Ergebnis ist verständlich, wenn man bedenkt, dass aus alltagspraktischen Gründen die ständig wasserbedeckte Zone nicht so intensiv umgestaltet und so vielfältig genutzt werden kann wie die landfeste Uferzone. Der am weitesten talabwärts gelegene Flakensee ist besonders stark beeinträchtigt; hier liegen 10 % der 52 eulitoralischen Subsegmente oberhalb eines Indexwertes von knapp 4,0. Der vom Oberlauf der Lößnitz durchflossene Maxsee ist uferstrukturell am

wenigsten verändert. Bei der Strukturklassifikation des Torfsees Hoppegarten wird von der künstlichen Entstehung seiner Ufer abgesehen; nur die darüber hinaus gehenden Einbauten (z. B. Verladequai) und Nutzungsstrukturen (Angelansitze, Seezugänge, Kleingärten u. a.) werden in die Klassifikation einbezogen.

Tab. 2: Zusammenstellung der Klassifikationsergebnisse der Seen im GEK-Gebiet LOE in stromaufwärtiger Reihenfolge. Dargestellt sind (i) der Anteil der topografieverändernden Objekte (TO) und (ii) der strömungsbeeinträchtigten Flächen an der Sub- und Eulitoralfläche, und (iii) der Anteil der verbaute Uferlinie (UB) an der gesamten Uferlinie, jeweils in %; der rechte Teil der Tabelle enthält die Index-Mittelwerte \pm einf. Standardabweichungen (I_{Sz}) für n Subsegmente der Beeinträchtigungsindizes in der Sub-, Eu- und Epilitoralzone, sowie den Q_{90} -Wert, oberhalb dessen die 10 % der höchsten Index-Werte bzw. der am stärksten veränderten Subsegmente liegen.

	TO (%)	SBF (%)	UB (%)	Sublitoral		Eulitoral		Epilitoral	
				I_{Sz}	Q_{90}	I_{Sz}	Q_{90}	I_{Sz}	Q_{90}
Flakensee (NWB), n=52	9,1	9,9	30,4	1,92 \pm 0,69	2,81	2,78 \pm 0,98	3,98	3,16 \pm 0,98	4,11
Werlsee (NWB), n=38	1,1	5,0	17,2	1,80 \pm 0,28	2,16	2,44 \pm 0,80	3,44	3,11 \pm 0,91	4,10
Peetzsee (NWB), n=44	1,2	0,2	42,1	2,01 \pm 0,34	2,47	3,13 \pm 0,61	3,70	3,52 \pm 0,64	4,00
Möllensee (NWB), n=64	0,8	0,4	7,2	1,52 \pm 0,18	1,67	1,68 \pm 0,68	2,90	2,09 \pm 0,87	3,46
Liebenberger See (NWB), n=39	1,0	1,3	1,6	1,51 \pm 0,20	1,60	1,64 \pm 0,44	1,80	2,40 \pm 0,65	3,12
Maxsee (NWB), n=33	0,0	0,0	0,4	1,51 \pm 0,03	1,52	1,63 \pm 0,36	1,92	1,65 \pm 0,54	2,25
Torfsee Hoppegarten (AWB), n=56	entf.	0,0	2,3	1,37 \pm 0,18	1,50	1,37 \pm 0,35	1,75	1,87 \pm 0,59	2,64

Diskussion und Ausblick

Am Beispiel der Seen im GEK LOE wurde gezeigt, dass eine detailgenaue Erfassung und eine nachvollziehbare Klassifikation (Index-Berechnung) der Uferstruktur möglich und aussagekräftig sind. Sie stellt den Ausgangspunkt für eine Defizitbewertung („Handlungsbedarf ja/nein“) sowie für fachlich begründete Maßnahmenempfehlungen im Rahmen der Bewirtschaftungspläne des GEK-Gebiets dar. Zu den künftigen Forschungsaufgaben gehört die Verknüpfung der Struktur-Daten mit den biotischen Qualitätskomponenten der EG-WRRL. Die Erfahrungen, die bei der Bearbeitung der Seen brandenburgischer GEK-Gebiete gemacht wurden, fließen in eine Methodenanleitung ein (Ostendorp & Ostendorp 2014), die auch in anderen Seengebieten Deutschlands anwendbar ist.

Literatur

- Ostendorp, W., Ostendorp, J. (2014): Hydromorphologische Erfassung und Klassifikation von Seen. Teil 2: HMS-Manual. Bericht für das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg, in Vorbereitung.
- Ostendorp, W., Ostendorp, J., Dienst, M. (2008): Hydromorphologische Übersichtserfassung, Klassifikation und Bewertung von Seeufern. Wasserwirtschaft Jg. 2008, H. 1-2: 8–12.
- Ostendorp, W., Dienst, M., Spitzbarth, H., Ostendorp, J. (2009): Naturschutzfachliche Interpretationsmöglichkeiten gewässerstruktureller Seeuferkartierungen am Beispiel des HMS-Verfahrens. Natur und Landschaft 84: 9-16.
- Planungsteam GEK2015 (2013): Gewässerentwicklungskonzept Löcknitz (untere Spree). Bericht für das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg. Essen, 301 S. + Kartenanhänge (Download unter www.wasserblick.net, Suchbegriff ‚Löcknitz untere Spree‘).