

Einfacher? Schneller? Billiger? **Detail- und Übersichtsverfahren zur Seeuferstruktur-Klassifikation im Vergleich**

Wolfgang Ostendorp¹ & Jörg Ostendorp²

¹ Limnologisches Institut der Universität Konstanz, wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de,

² EcoDataDesign, Essen, ostendorp@ecodatadesign.de

Keywords: HMS, Brandenburg, WRRL, Hydromorphologie, Validierung, Qualitätssicherung

Einleitung

Das Ergebnis eines Klassifikations- bzw. Bewertungsverfahrens zur ökologischen Zustandserfassung im Rahmen der EG-Wasserrahmenrichtlinie kann weitreichende Folgen für die Umsetzungspraxis haben. Verfahrensentwickler und Anwender sind daher gut beraten, auch auf Aspekte der Prognosesicherheit zu achten. Dies gilt insbesondere dann, wenn unterschiedliche Verfahren miteinander verglichen werden sollen.

Im Hinblick auf die hydromorphologische Erfassung und Klassifikation der Seeufer sind derzeit 12 Verfahrensvorschläge publiziert worden, von denen sieben als „Übersichtsverfahren“ und vier als „Detailverfahren“ anzusehen sind (Ostendorp 2014). Das HMS-Verfahren besitzt aufgrund seines modularen Aufbaus sowohl eine Übersichtsvariante als auch eine Detailvariante (Ostendorp & Ostendorp 2014).

Von einem Übersichtsverfahren erwarten die Anwender eine einfachere, schnellere und kostengünstigere Erfassung und Klassifikation der Seeufer bei dennoch hoher Zuverlässigkeit und geringen Informationsverlusten. In unserem Beitrag untersuchen wir anhand des HMS-Verfahrens, inwiefern diese Anforderungen erfüllt werden können. Aus den Ergebnissen leiten wir Empfehlungen für die Einsatzbereiche von hydromorphologischen Übersichts- und Detailverfahren ab.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet

Die nachfolgenden Ergebnisse wurden an insgesamt 39 Seen der brandenburgischen GEK-Gebiete (Gewässerentwicklungskonzepte, vgl. LUGV 2016) „Obere Havel 1 + Wentowkanal“ (HvO_Obere Havel1 und HvO_WentowK) und „Löcknitz/Untere Spree“ (SpU2_Löcknitz) durchgeführt. Die Seen besitzen eine gesamte Uferlänge von 171,9 km und eine Litoralfläche von 17,2 km².

Methoden

Die gesamte Uferlänge der Seen wurde in 5009 sub-, eu- und epilitorale Subsegmente (SSG) von je etwa 0,1 km Länge aufgeteilt und entsprechend des HMS-Anwenderhandbuchs bearbeitet (vgl. Ostendorp & Ostendorp 2014), so dass für jedes Subsegment eine Klassifikation (mittlere Index I, mit $1 \leq I \leq 5$) sowohl nach der Detailvariante (DV) als auch nach der Übersichtsvariante (UV) vorliegt. Die Indizes I_{DV} und I_{UV} wurden paarweise miteinander verglichen ($n_1 = n_2 = 5009$ SSG),

wobei die Detailvariante als Referenz diente. Die Prognosesicherheit der UV ergibt sich als Quote der übereinstimmenden Klassifikationsergebnisse.

Ein ähnlicher Vergleich wurde auch auf der Basis der Subzonen-Klassifikation (flächengewichtete Mittelwerte der zugehörigen SSG) der $n_1 = n_2 = 39$ Seen durchgeführt.

Darüber hinaus wurde der Index geschichtet zufallsgemäß ausgewählter Subsegmente anhand von Experteneinschätzungen ermittelt (I_{EXP}), wobei die Experten aus zwei Gruppen von je 9 Bachelor-Studenten (m/w) der Limnologie und Hydrologie bestanden. Die Studierenden waren zuvor drei Stunden lang in die Ökologie der Seeuferzone, die Klassifikationsmethode des HMS-Verfahrens sowie in ihre Aufgabe eingewiesen worden.

Ergebnisse

Die Abbildung 1 informiert über die gemeinsamen und die abweichenden Verfahrensschritte der drei Varianten. Grundlegender Unterschied des UV zum DV sind (i) der Verzicht auf drei Objekttypenkataloge, die Objekte enthalten, die im Luftbild nicht mit hinreichender Sicherheit zu erkennen sind, (ii) der stark vereinfachte Katalog der strukturegebenden Objekte (SO) sowie (iii) der Verzicht auf eine Geländeerkundung, womit auch die Einpflege dieser Resultate in die Datenbank und das GIS entfällt. Die noch weiter vereinfachte Experteneinschätzung benutzt eine Segmentlänge von rd. 0,2 km und beruht unter Verzicht auf Datenbank und GIS auf bloße Schätzungen von Objektflächenanteilen.

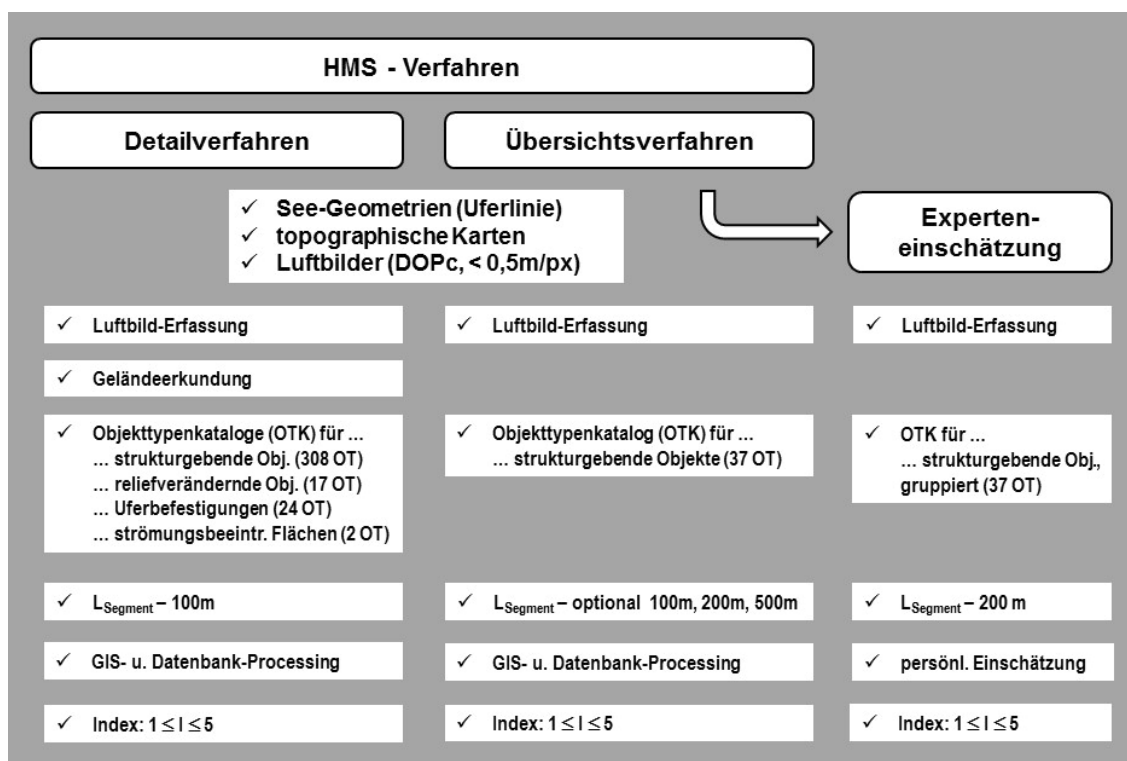


Abb. 1: Verfahrensschritte des HMS-Verfahrens zur uferstrukturellen Klassifikation von Seen in der Detail- und der Übersichtsvariante sowie einer aus der Übersichtsvariante abgeleiteten Experteneinschätzung; OT – Objekttyp(en), OTK – Objekttypenkatalog(e).

Für die Detailvariante ergab sich nach unseren Erfahrungen ein Zeitaufwand von 4,8 Arbeitsstunden je Uferkilometer (s. Tabelle 1). Hinzu kamen noch sächliche Aufwendungen für die Geländeer-

kundung (Fahrzeug, Boot, Felddausrüstung). Der Zeitaufwand für die Übersichtsvariante lag bei etwa 35 % dieses Basiswertes, die Experteneinschätzung benötigte schließlich nur 0,9 Stunden.

Tab. 1: Ermittelter Zeitaufwand (Arbeitsstunden) für das HMS-Detail- bzw. Übersichtsverfahren sowie die Experteneinschätzung. Die Angaben beziehen sich auf einen durchschnittlichen See mit 8 Kilometer Uferlänge, von denen rd. 1/3 anthropogen verändert sind; n/a – nicht anwendbar.

		Detail- verfahren	Übersichts- verfahren	Experten- einschätzung
Vor- kartierung (Desktop)	Ufergeometrien (Uferlinie, Subzongrenzen)	1,5	0,5	0,5
	Identifikation und Abgrenzung von Objekten	8,0	8,0	n/a
Gelände- begehung	Rüstzeiten	1,0	n/a	n/a
	Geländeerfassung	8,0	n/a	n/a
	Dokumentation, Datenaufbereitung	1,0	n/a	n/a
Haupt- kartierung (Desktop)	Datenübernahme der Geländeerfassung	0,2	n/a	n/a
	Konsolidierung der Kartierobjekte	10,0	n/a	n/a
	Erstellung von Subzonen, Subsegmenten	4,0	3,2	3,2
	Datenbankarbeiten und Geoprocessing eine Experteneinschätzung (200 m Segmente)	1,0 n/a	0,6 n/a	n/a 2,0
Auswertung	Bericht, Tabellen, Karten (Datenbank, GIS)	2,0	1,5	1,5
	gesamter Zeitaufwand	36,7	13,8	7,2
	Zeitaufwand je km Uferlänge	4,8	1,7	0,9

Für die Ermittlung der Übereinstimmungsquote wurde die fünfstufige Skalierung der LAWA-Klassifikation (s. Mehl 2014) zu Grunde gelegt (HMS-Index I: I_{SSG} für Subsegmente, I_{SZ} für die Subzonen eines Sees):

Stufe 1 – „unverändert bis sehr gering verändert“ – $1,0 \leq I < 2,0$

Stufe 2 – „gering verändert“ – $2,0 \leq I < 2,5$

Stufe 3 – „mäßig verändert“ – $2,5 \leq I < 3,0$

Stufe 4 – „stark verändert“ – $3,0 \leq I < 3,5$

Stufe 5 – „sehr stark bis vollständig verändert“ – $3,5 \leq I \leq 5,0$

Die Übereinstimmungsquote auf der Basis einzelner Subsegmente schwankte zwischen 15,4 und 98,2 % im Sublitoral, 29,9 und 98,5 % im Eulitoral bzw. 40,0 und 94,3 % im Epilitoral (Abbildung 2). Hohe Übereinstimmungsquoten wurden vor allem für die „unveränderten bis sehr gering veränderten“ und die „sehr stark bis vollständig veränderten“ Subsegmente ermittelt, während die „gering“, „mäßig“ oder „stark“ veränderten Abschnitte vom Übersichtsverfahren weit weniger treffsicher klassifiziert wurden (Abbildung 2, oben). Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die mittleren Stufen nur durch verhältnismäßig wenige Subsegmente repräsentiert waren. Die auf 100 % fehlenden Prozentwerte fanden sich zumeist in den benachbarten Zellen. Wenn bei der Gütebeurteilung der Übersichtsvariante auch eine Abweichung von bis zu einer Stufe zugelassen wurde, lag die Übereinstimmungsquote in den meisten Fällen bei über 80 %.

Auf der Basis der Subzonen der 39 untersuchten Seen war die Übereinstimmungsquote konstant höher, so dass auch die mittleren Stufen von der Übersichtsvariante zu mehr als 95 % korrekt erfasst wurden (ohne Abbildung). Bei einer Ausnahme, der Stufe 2 des Sublitorals (50 % Übereinstimmung), ist die sehr geringe Fallzahl (2 Seen) zu berücksichtigen.

Sublitoral		DV-100 vs. UV-100		Detailverfahren				
n = 1672 Segmente				Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Stufe 1: n = 1570		Stufe 1	98,2	16,2	3,8	0,0	0,0	
Stufe 2: n = 68		Stufe 2	1,6	42,6	19,2	25,0	0,0	
Stufe 3: n = 26		Stufe 3	0,3	27,9	15,4	25,0	25,0	
Stufe 4: n = 4		Stufe 4	0,0	13,2	53,8	25,0	25,0	
Stufe 5: n = 4		Stufe 5	0,0	0,0	7,7	25,0	50,0	

Eulitoral		DV-100 vs. UV-100		Detailverfahren				
n = 1665 Segmente				Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Stufe 1: n = 1430		Stufe 1	98,5	37,3	10,3	0,0	0,0	
Stufe 2: n = 67		Stufe 2	1,3	29,9	31,0	6,3	0,0	
Stufe 3: n = 58		Stufe 3	0,2	26,9	43,1	34,9	5,6	
Stufe 4: n = 63		Stufe 4	0,0	6,0	12,1	27,0	27,8	
Stufe 5: n = 54		Stufe 5	0,0	0,0	3,4	31,7	66,7	

Epilitoral		DV-100 vs. UV-100		Detailverfahren				
n = 1665 Segmente				Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Stufe 1: n = 1185		Stufe 1	94,3	42,8	0,0	0,0	0,0	
Stufe 2: n = 180		Stufe 2	5,3	40,0	15,7	1,2	0,0	
Stufe 3: n = 83		Stufe 3	0,3	15,0	53,0	21,4	0,8	
Stufe 4: n = 84		Stufe 4	0,0	2,2	22,9	50,0	15,0	
Stufe 5: n = 133		Stufe 5	0,0	0,0	8,4	27,4	84,2	

Sublitoral		DV-200 vs. "Experten"		Detailverfahren				
n = 126 Klassifikationen				Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Stufe 1: n = 108		Stufe 1	73			0		
Stufe 2: n = 0		Stufe 2	10			0		
Stufe 3: n = 18		Stufe 3	6			11		
Stufe 4: n = 0		Stufe 4	2			39		
Stufe 5: n = 0		Stufe 5	8			50		

Eulitoral		DV-200 vs. "Experten"		Detailverfahren				
n = 126 Klassifikationen				Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Stufe 1: n = 81		Stufe 1	77	56	33			0
Stufe 2: n = 9		Stufe 2	11	33	28			0
Stufe 3: n = 18		Stufe 3	5	0	0			0
Stufe 4: n = 0		Stufe 4	5	11	28			22
Stufe 5: n = 18		Stufe 5	2	0	11			78

Epilitoral		DV-200 vs. "Experten"		Detailverfahren				
n = 126 Klassifikationen				Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Stufe 1: n = 54		Stufe 1	56			19	0	0
Stufe 2: n = 0		Stufe 2	24			22	0	0
Stufe 3: n = 36		Stufe 3	6			22	0	0
Stufe 4: n = 9		Stufe 4	9			22	11	19
Stufe 5: n = 27		Stufe 5	6			14	89	81

Abb. 2: Übereinstimmungsquote (Prozent) zwischen der HMS-Detailvariante (Referenz) und der HMS-Übersichtsvariante (oben) bzw. der Experteneinschätzung (unten) auf der Basis von Subsegmenten. Links neben der Kontingenztabelle sind die Spaltensummen für die Detailvariante dargestellt. Die leeren Zellen repräsentieren die in der Detailvariante nicht belegten Stufen.

Die Experteneinschätzung, die auf ca. 200 m langen Subsegmenten beruhte, erzielte nur geringe Übereinstimmungsquoten, die in den mittleren Veränderungsstufen zumeist unter 30 % lagen (Ab-

bildung 2, unten) . So führte keine der Experteneinschätzung für die Stufe 3 des Eulitoral zu einer korrekten Klassifikation. Vielmehr wurden die nach der Detailvariante „mäßig veränderten“ Subsegmente in 33 % aller Einschätzungen als „unverändert bis sehr gering verändert“ und in 11 % als „sehr stark bis vollständig verändert“ klassifiziert. Ähnlich große Streuungen ergaben sich für das Epilitoral.

Diskussion und Empfehlungen

Die Vorteile der vollständig Desktop-basierten HMS-Übersichtsvariante liegen in dem um rd. 65 % geringeren Zeitaufwand und den geringeren Anforderungen an die Luftbild-Kartiererfahrung und Geländekenntnisse der Bearbeiter verglichen mit der Detailvariante. Hinzu kommen die Witterungsunabhängigkeit und der Wegfall von Aufwendungen für die Geländeerkundung. Diese Vereinfachungen werden jedoch mit einer geringen sachlichen Auflösung mit nur 37 unterschiedenen Objekttypen in nur einem Objekttypenkatalog sowie mit einer „Nivellierung“ hydromorphologisch stark veränderter Subsegmente erkauft. Dies führt zu einer vergleichsweise geringen Übereinstimmungsquote, die in vielen Fällen die Anforderungen der Gewässerschutzpraxis nicht erfüllen dürfte. Für die an den konkreten hydromorphologischen Veränderungen ausgerichteten und räumlich präzise lokalisierten Einzelmaßnahmen an Seeufern i.S.d. WRRL kann die Übersichtsvariante daher nicht empfohlen werden. Stattdessen sollte die HMS-Detailvariante angewendet werden. Die Übersichtsvariante kann auch für die Vorbereitung von Makrophyten-, Makrozoobenthos- und anderen Probennahmeprogrammen herangezogen werden, während die Kalibrierung beispielsweise der MZB-Metrics anhand der Detailvariante erfolgen sollte (Miler et al. 2015). Wenn es jedoch um die Klassifikation von gesamten Seen geht, beispielsweise im Zuge einer vorläufigen Risiko-Einschätzung, liefert die HMS-Übersichtsvariante mit durchgehend knapp 100 % Übereinstimmung zuverlässige Ergebnisse, wobei die Vorteile der Zeitersparnis die o. g. Nachteile überwiegen.

Die Experteneinschätzung kann nicht empfohlen werden, da die Übereinstimmungsquoten zu gering und die Abweichungen von den tatsächlichen Verhältnissen in den Segmenten zu groß sind. Immerhin zeigen die Tests, dass die Grundlagen der Luftbild-Objekterfassung und der Klassifikation nach HMS-Verfahren intuitiv nachvollziehbar sind und an nicht-professionell geschulte Personen (z. B. interessierte Öffentlichkeit, Naturschutz-, Fischereiverbände) vermittelt werden können.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Dr. Ralf Köhler vom brandenburgischen Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz für seine Anregungen und Unterstützung sowie bei den 18 hier nicht namentlich zu nennenden Studierenden der Universitäten Freiburg und Konstanz für die Teilnahme am Expertentest.

Literatur

- LUGV, Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Hrsg. (2016): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie - Beiträge des Landes Brandenburg zu den Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder für den Zeitraum 2016 – 2021. C-Bericht des Landes Brandenburg 2016, Kapitel 5.2.4.3 "Gewässerentwicklungskonzepte". Potsdam.
- Mehl, D., Eberts, J., Böx, S. & Krauß, D., 2014: Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren). Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), S. 1–74, Anhang, S. 1– 33.

- Miler, O., Ostendorp, W., Brauns, M., Porst, G., Pusch, M. (2015): Ecological assessment of morphological shore degradation at whole lake level aided by aerial photo analysis. *Fundamental and Applied Limnology* 186/4 (2015), 353–369.
- Ostendorp, W. (2014): Hydromorphologie der Seen. Band 1: Übersicht der bisherigen Verfahrensentwicklungen (Version 1.0). – Fachbeiträge des LUGV, Heft 140, 86 S., hg. vom Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg, Potsdam.
- Ostendorp, W., Ostendorp, J. (2014): Hydromorphologie der Seen. – Teil 2: Erfassung und Klassifikation der hydromorphologischen Veränderungen von Seen nach dem HMS-Verfahren (Anwenderhandbuch). - Fachbeiträge des LUGV, Heft 141, 235 S., hg. vom Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg, Potsdam.