



LAWA

Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser

Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren)

Anlage: Bearbeitungsalgorithmen und –verfahrensweisen

(LAWA-Arbeitsprogramm WRRL-2.6.1)

beschlossen auf der 148. LAWA-VV am 04./05.09.2014 in Husum

Stand 30.07.2014

Ständiger Ausschuss der LAWA „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer (AO)“

Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO)
Obmann: Herr Prof. Dr. Martin Socher
Finanzierung durch das Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden und Abfall“

Bearbeitet im Auftrag des LAWA-AO von:

Dr. Dr. Dietmar Mehl	biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Jörg Eberts	biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Dr. Susanne Böx	biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Daniela Krauß	biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Projektbegleitende Arbeitsgruppe:

Dr. Ilona Arndt-Dietrich	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Friedemann Gohr	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
Eberhard Hoehn	Limnologie Büro Hoehn (LBH) Freiburg
Antje Köhler	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin
Dr. Jürgen Mathes	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern
Dr. Oliver Miler	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e.V.
Gudrun Plambeck	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
Dr. Jochen Schaumburg	Bayerisches Landesamt für Umwelt
Dr. Petra Teiber-Sießegger	Institut für Seenforschung der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Herausgegeben von der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
LAWA-AO Geschäftsstelle
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
Archivstraße 1 | Postfach 10 05 10
01076 Dresden

© Dresden, 2014

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung der Arbeitsschritte	6
2	Hard- und Softwareausrüstung	6
3	Datengrundlage	6
4	Datenaufbereitung	7
	4.1 <i>Koordinatensystem</i>	7
	4.2 <i>Rasterdaten</i>	8
	4.3 <i>Zuschneiden der Daten auf einen Bereich</i>	8
5	Seeumring und Seefläche	8
6	Ermitteln der Bänder	9
	6.1 <i>Flachwasserzone</i>	9
	6.2 <i>Uferzone</i>	10
	6.3 <i>Umfeldzone</i>	10
7	Abschnittsbildung	11
	7.1 <i>Digitalisierung der Abschnittsgrenzen</i>	11
	7.2 <i>Ausnahmen und manuelle Korrekturen</i>	14
	7.3 <i>Bildung der Abschnitte</i>	15
8	Bestimmung des Seeufertyps	16
	8.1 <i>Substratarten</i>	16
	8.2 <i>Neigung und Form des Ufers</i>	17
9	Bestimmung der Exposition	20
10	Klassifizierung der Abschnitte	22
	10.1 <i>Flachwasserzone</i>	22
	10.1.1 <i>Veränderung des Röhrichts</i>	22
	10.1.2 <i>Schadstrukturen</i>	23
	10.1.3 <i>Klassifizierung der Flachwasserzone</i>	23
	10.1.4 <i>Ausnahmen und manuelle Korrekturen</i>	24
	10.1.5 <i>Klassifizierung der Flachwasserzone als Band</i>	24
	10.2 <i>Uferzone</i>	25
	10.2.1 <i>Uferverbau</i>	25
	10.2.2 <i>Schadstrukturen der Uferzone</i>	26

10.2.3 Klassifizierung der Uferzone	26
10.2.4 Ausnahmen und manuelle Korrekturen	26
10.2.5 Klassifizierung der Uferzone als Band	26
10.3 Umfeldzone	27
10.3.1 Klassifizierung der Umfeldzone	27
10.3.2 Ausnahmen und manuelle Korrekturen	28
10.3.3 Klassifizierung der Umfeldzone als Band	28
11 Darstellung der Ergebnisse	29

Zusammenfassung der Arbeitsschritte

Der Seeumring bildet die Grundlage für die Bildung der Bänder. Insgesamt umschließen drei zusammenhängende Bänder den See ringförmig: die Flachwasserzone, die Uferzone und die Umfeldzone. Diese Bänder werden durch gerade Linien, die näherungsweise orthogonal zum Seeumring verlaufen, in Abschnitte geteilt. Nachfolgend wird jeder dieser Abschnitte klassifiziert. Aus der Klassifizierung der einzelnen Abschnitte kann die Klassifizierung für das gesamte Band oder den ganzen See ermittelt werden. Letztendlich werden die Tabellen der Ergebnisdatensätze in Excel exportiert.

Um die Bearbeitung zu vereinfachen, wurde eine Toolbox erstellt, in der alle benötigten Werkzeuge abgespeichert sind. Der hier aufgezeigte Lösungsweg ist einer von vielen. Eine andere Reihenfolge der Arbeitsschritte oder ein Benutzen anderer Werkzeuge kann zum gleichen Ergebnis führen.

Zur besseren Übersichtlichkeit sind in der folgenden Kartieranleitung benutzte Werkzeuge aus der Toolbox **blau** markiert, Datensätze **rot** und Spaltenbezeichnungen von Tabellen und weitere Funktionen **grün**.

Hard- und Softwareausrüstung

Die Beispielkartierung wurde im geographischen Informationssystem (GIS) mittels ArcMap (ArcGIS 9.3) durchgeführt. Die Bearbeitung kann aber in jedem anderen vergleichbaren GIS durchgeführt werden. Für einige Arbeitsschritte ist ein Tabellenkalkulationsprogramm (z. B. Excel) nötig.

Datengrundlage

Zunächst muss geprüft werden, ob alle Daten vorhanden sind, die zu einer uferstrukturellen Gesamtseeklassifizierung nötig sind (siehe Tab.1-1).

Tabelle 1-1: Die im Übersichtsverfahren benötigten Daten

Kursiv gedruckte Begriffe bezeichnen Daten die für die Klassifizierung des Seeufers nicht zwingend notwendig sind aber hilfreiche Zusatzinformationen darstellen.

Arbeitsschritt	Art der Daten	Genauigkeit / Maßstab (Minimum)	Genauigkeit / Maßstab (Ideal)	Zweck
Seeufertyp	Digitales Geländemodell	DGM 10	DGM 5	Gefälle
	Bodenkarte	BÜK 200	1:25.000	Substrate
	<i>Geologische Karte</i>	GÜK 200		Substrate
Zonenbildung	Tiefenlinien	1 Meter Intervalle		Seeumring und Flachwasserzone

	<i>WRRL WK</i>			Seeumring
	Luftbilder in Echtfarbe	DOP 20 (20cm/Pixel)	DOP 10 (10cm/Pixel)	Seeumring
Abschnittsbildung	Luftbilder in Echtfarbe	DOP 20 (20cm/Pixel)	DOP 10 (10cm/Pixel)	Identifizierung von Strukturen
Klassifizierung der Flachwasser- zone	Luftbilder in Echtfarbe	DOP 20 (20cm/Pixel)	DOP 10 (10cm/Pixel)	Identifizierung von Strukturen
	<i>Trophieeinstufung der Seen</i>			Veränderung des Röhrichts
	<i>Ergebnisse der Makrophy- tenkartierung</i>			Veränderung des Röhrichts
Klassifizierung der Uferzone	Luftbilder in Echtfarbe	DOP 20 (20cm/Pixel)	DOP 10 (10cm/Pixel)	Identifizierung von Uferverbau und Schadstrukturen
	ATKIS Basis DLM (oder vergleichbare Daten, z.B. Corine Landcover, BNTK)			Uferverbau
	Kartierungen von Uferver- bau (Beispielsweise aus Phylib-Protokoll)			Uferverbau
Klassifizierung der Umfeldzone	Luftbilder in Echtfarbe	DOP 20 (20cm/Pixel)	DOP 10 (10cm/Pixel)	Bestimmung der Landnutzung
	ATKIS Basis DLM (oder vergleichbare Daten, z.B. Corine Landcover, BNTK)			Bestimmung der Landnutzung
	<i>Topographische Karte</i>			Bestimmung der Landnutzung

Datenaufbereitung

Koordinatensystem

Es ist zu überprüfen, ob allen Ausgangsdatensätzen ein Koordinatensystem zugewiesen ist und dieses plausibel erscheint. Alle neu produzierten Datensätze sollten ein einheitliches Koordinatensystem haben.

Rasterdaten

Ist der Rasterdatensatz des DGMs (digitales Geländemodell) als einzelne Kacheln vorhanden, werden diese für weitere Berechnungen zu einem Rasterdatensatz zusammengefasst (→ [Mosaic To New Raster](#)). Für die DOPs (digitale Orthophotos) ist ein „Raster Catalog“ anzulegen.

Zuschneiden der Daten auf einen Bereich

Einige Rohdatensätze können großräumiger vorhanden sein, als für die Klassifizierung des Sees nötig. Um bei den späteren Arbeitsschritten die Rechenzeit zu verkürzen und Übersichtlichkeit herzustellen, wird empfohlen diese Datensätze auf den Bereich des Sees zuzuschneiden. Als **Bereich** wird ein Rechteck (Polygon) bezeichnet, das parallel zu den Breitengraden im Raum liegt und an der engsten Stelle ca. 600 m vom Seeumring entfernt ist (→ [Clip](#); Clip Feature: **Bereich**).

Seeumring und Seefläche

Je nach Datengrundlage kann der **Seeumring** bzw. die **Seefläche** aus unterschiedlichen Rohdaten extrahiert werden. Zum Teil ist der Seeumring bzw. die Seefläche Teil der gelieferten Daten. Ist dies nicht der Fall, kann der Seeumring aus dem DOP digitalisiert werden. Unter Umständen kann auch die 0 m - Tiefenlinie mit dem Seeumring gleichgesetzt werden.

Es ist zu überprüfen, ob der Seeumring weitgehend mit der 0 m - Tiefenlinie übereinstimmt. Ist dies nicht der Fall, liegt es im Ermessen des Bearbeiters, welcher Datensatz als Seeumring genutzt wird. In jedem Fall sollte die 1 m - Tiefenlinie innerhalb des Seeumrings liegen.

Es ist darauf zu achten, dass der Seeumring im Uhrzeigersinn digitalisiert wurde. Andernfalls, ist die Digitalisierungsrichtung zu ändern. Eine einfache Möglichkeit, die Digitalisierungsrichtung anzeigen zu lassen, besteht darin, in der Symbologie der Linie [Arrow At End](#) einzustellen. Die angezeigte Pfeilspitze zeigt die Richtung der Digitalisierung an. Die Digitalisierungsrichtung kann mit dem Werkzeug → [Flip Command](#) der „Line Editing Tools“ geändert werden.

In den Datensatz **Seeumring** ist eine neue Spalte (Typ: Double) mit dem Namen **lae_Ufer** einzufügen und die Länge des Seeumrings zu berechnen.

Neben dem Seeumring wird für die weiteren Berechnungen auch der See als Fläche benötigt (→ [Feature To Polygon](#) um aus dem **Seeumring** die **Seefläche** zu ermitteln; → [Polygon To Line](#) um aus der **Seefläche** den **Seeumring** zu ermitteln).

Inseln werden ab einer Uferlänge von mindestens 100 m klassifiziert. Kleinere Inseln werden nicht weiter betrachtet. Hier ist es wichtig darauf zu achten, dass die Digitalisierungsrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn verläuft. Zudem ist es wichtig, dass Seeumring und die Uferlinien von Inseln für die weiteren Berechnungen eine Linie darstellen. Unter Umständen müssen die Linien zu einer Linie zusammengefasst werden (→ [Dissolve](#)).

Ermitteln der Bänder

Die drei im Folgenden zu ermittelnden Bänder (Flachwasserzone, Uferzone, Umfeldzone), die den See umschließen, bilden jeweils eine zusammenhängende Zone.

Flachwasserzone

Die Flachwasserzone schließt sich seewärts an den Seeumring an, reicht bis zu einer Tiefe von -1 m, ist aber mindestens 5 m und höchstens 100 m breit. Zur Ermittlung dieser Zone wird aus den Tiefenlinien die 1 m - Tiefenlinie ausgewählt (**Select By Attributes**). Aus dem Seeumring und den Tiefenlinien wird ein neues Polygon erstellt (→ **Feature To Polygon**; Input Feature: **Seeumring** und **Tiefenlinien**) und als **seeumring_iso** abgespeichert. Aus **seeumring_iso** wird dasjenige Polygon ausgewählt, das zwischen Seeumring und 1 m - Tiefenlinie liegt und als **flachw_iso** abgespeichert.

Um zu gewährleisten, dass die Flachwasserzone höchstens 100 m breit ist, wird der Seeumring mit 100 m gepuffert (→ **Buffer**; Input Feature: **Seeumring**; Distance: 100 m; Side Type: RIGHT) und das Ergebnis als **flachw_buf_100** abgespeichert.

Da die Flachwasserzone eine Mindestbreite von 5 m haben soll, wird der Seeumring mit 5 m gepuffert (→ **Buffer**; Input Feature: **Seeumring**; Distance: 5 m; Side Type: RIGHT) und das Ergebnis als **flachw_buf_5** abgespeichert.

Nun werden diese Teilergebnisse verschnitten (→ **Intersect**; Input Feature: **flachw_iso** und **flachw_buf_100**) und als **flachwasserzone_100** abgespeichert. Um zu gewährleisten, dass die Flachwasserzone mindestens 5 m breit ist, wird das Ergebnis mit dem 5 m Puffer vereinigt (→ **Merge**; Input Feature: **flachwasserzone_100** und **flachw_buf_5**) und als **flachwasserzone_5** abgespeichert. Nun werden die verschiedenen Einzelteile der Flachwasserzone zu einem Polygon zusammengeführt (→ **Dissolve**; Input Feature: **flachwasserzone_5**) und als Flachwasserzone abgespeichert. Es ist darauf zu achten, dass Artefakte der Pufferung entfernt werden (siehe Abbildung 6-1).

In den Datensatz **Flachwasserzone** sind zwei neue Spalten (Typ: Double) mit den Namen **flae_FWZ** und **lae_Ufer** anzulegen. In **flae_FWZ** ist die Fläche der Flachwasserzone über **Calculate Geometry...** zu berechnen. In das Feld **lae_Ufer** ist die Länge des Seeumrings einzutragen.

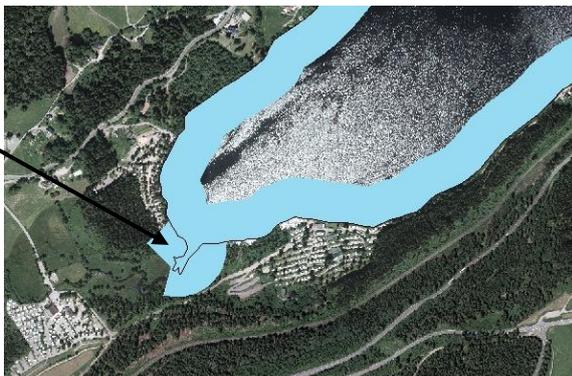


Abbildung 0-1: 100 m Puffer zur Ermittlung der Flachwasserzone. Bei starken Einbuchtungen können nach dem Puffern des Seeumrings nach innen Teile des Puffers in die Ufer- bzw. Umfeldzone reichen (Titisee)

Bei starken Einbuchtungen kann es zu Überlagerungen von Flachwasserzonen verschiedener Ufer kommen (siehe Abbildung 0-2). In diesen Fällen wird die Flachwasserzone nach eigenem Ermessen geteilt. Zu berücksichtigen sind dabei eine relativ gleichmäßige Flächenverteilung bzw. markante Geländepunkte.



Abbildung 0-2: Verschmelzen der Flachwasserzonen verschiedener Ufer (Goitzschensee)

Uferzone

Die Uferzone hat eine Breite von 15 m und schließt sich nach außen an die **Seeflaeche** an. Zur Ermittlung der Uferzone wird die Seefläche nach außen gepuffert (→ **Buffer**; Input Feature: **Seeflaeche**; Distance: 15 m; Side Type: OUTSIDE ONLY). Das Ergebnis wird **Uferzone** genannt.

In dem Datensatz **Uferzone** sind zwei neue Spalten (Typ: Double) mit den Namen **flae_UFZ** und **lae_Ufer** anzulegen. In **flae_UFZ** ist die Fläche der Uferzone über **Calcculate Geometry...** zu berechnen. In das Feld **lae_Ufer** ist die Länge des Seeumrings einzutragen.

Unter Umständen kann die Uferzone auch breiter als 15 m sein. Ist eindeutig zu erkennen, dass es auch außerhalb von 15 m eine Wasserwechselzone gibt, ist auch diese dem Ufer zuzurechnen.

Umfeldzone

Die Umfeldzone beginnt am äußeren Rand der Uferzone und hat eine Breite von 100 m. Daher wird die Uferzone mit 100 m gepuffert (→ **Buffer**; Input Feature: **Uferzone**; Distance: 100 m; Side Type: OUTSIDE ONLY) und als **umfeld_buf** abgespeichert. Das entstehende Polygon wird in Teilpolygone aufgeteilt (→ **Multipart In Singlepart**) und als **umfeld_single** abgespeichert. Das gewünschte Polygon wird selektiert und als **Umfeldzone** abgespeichert.

In den Datensatz **Umfeldzone** sind zwei neue Spalten (Typ: Double) mit den Namen **flae_UMZ** und **lae_Ufer** anzulegen. In **flae_UMZ** ist die Fläche der Umfeldzone über **Calcculate Geometry...** zu berechnen. In das Feld **lae_Ufer** ist die Länge des Seeumrings einzutragen.

Bei starken Einbuchtungen und im Bereich von Inseln kann es zu Überlagerungen von Umfeldzonen verschiedener Ufer kommen (siehe Abbildung 0-3). In diesen Fällen wird die Umfeldzone nach eigenem Ermessen geteilt. Zu berücksichtigen sind dabei eine relativ gleichmäßige Flä-

chenverteilung bzw. markante Geländepunkte, die Rückschlüsse auf die Beeinflussung von Ufer- und Flachwasserzone zulassen.



Abbildung 0-3: Verschmelzen der Umfeldzonen verschiedener Ufer (Goitzschensee)

Abschnittsbildung

Digitalisierung der Abschnittsgrenzen

Für die Digitalisierung der Abschnittsgrenzen wird ein neuer Datensatz mit dem Namen **Abschnittsgrenzen** angelegt. Es wird am Startpunkt des Seemrings begonnen. Der Startpunkt des Seemrings wird ermittelt (→ [Feature Vertices To Points](#); Input Feature: **Seemring**; Point Type: START) und als **Seemring_start** abgespeichert. Die Digitalisierungseinstellungen werden so vorgenommen, dass die zu digitalisierenden Abschnittsgrenzen am Startpunkt „snapen“. Es wird nun zunächst eine Linie bis zu diesem Punkt gezeichnet. Zur Verlängerung dieser Linie muss eine weitere Hilfslinie digitalisiert werden, die das zukünftige Ende der Abschnittsgrenze darstellt (siehe Abbildung 0-1). In den „Advanced Editing Tools“ wird nun das → [Extend Tool](#) ausgewählt und auf die Abschnittsgrenze geklickt. Diese wird dadurch bis zum Schnittpunkt mit der Hilfslinie verlängert (siehe Abbildung 0-2). Die Hilfslinie wird gelöscht. Bei Inseln wird nicht zwingend am Startpunkt der Linie begonnen. Maßgebend sind hier Kriterien der Homogenität bzw. die Exposition (siehe unten).

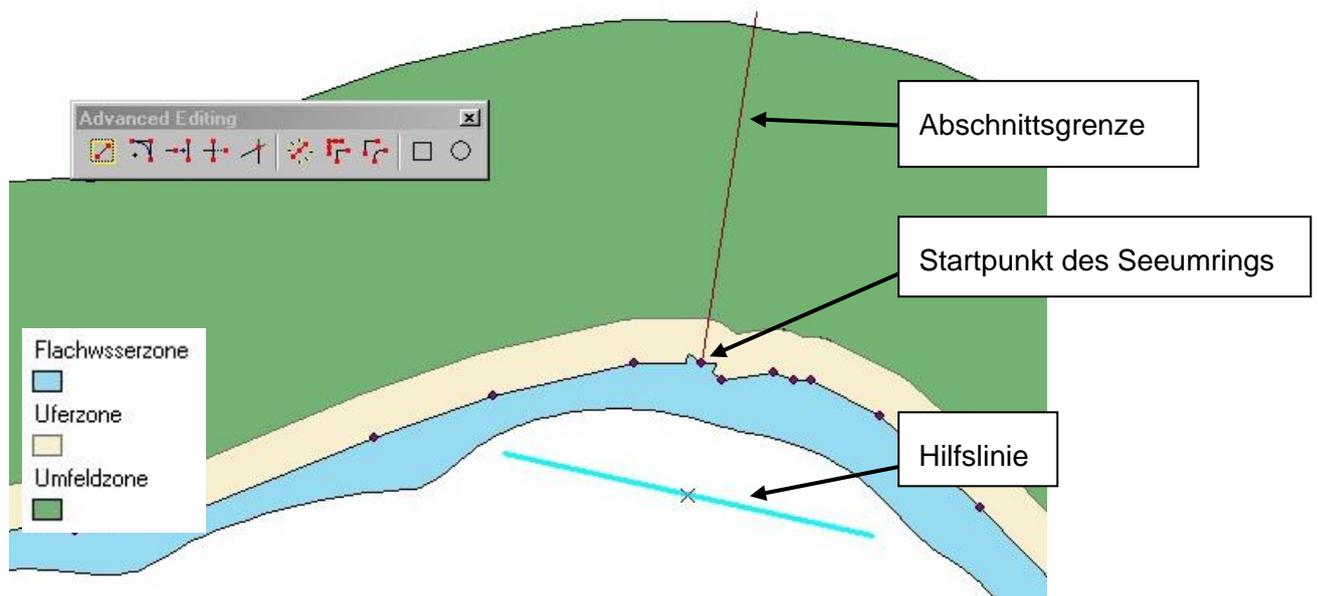


Abbildung 0-1: Digitalisierte Abschnittsgrenze bis zum Startpunkt des Seemrings und Hilfslinie

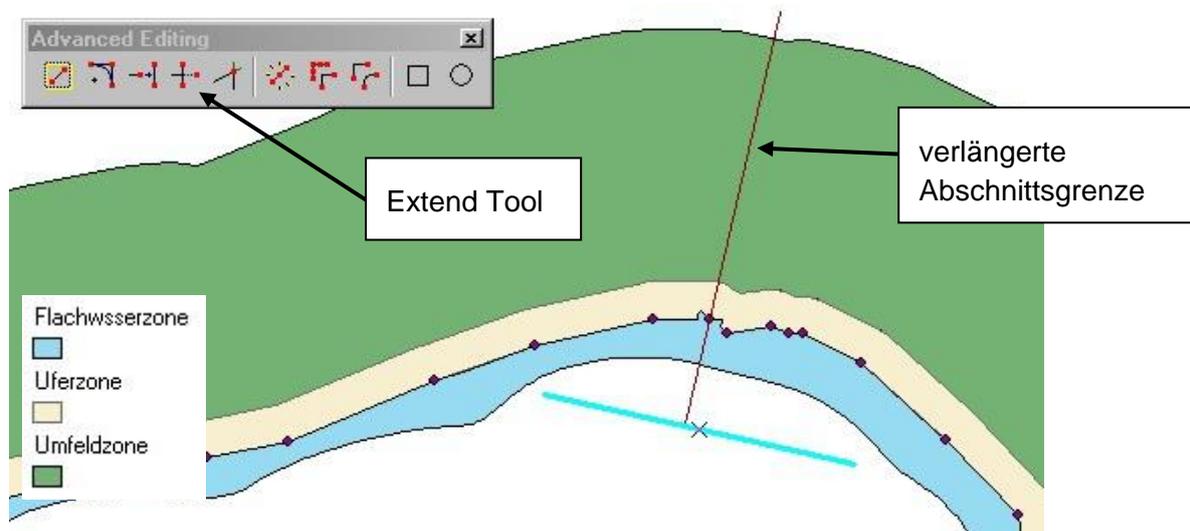


Abbildung 0-2: Die Abschnittsgrenze wurde bis zur Hilfslinie verlängert

Für die Digitalisierung der weiteren Abschnittsgrenzen wird im Uhrzeigersinn fortgefahren (Bei Inseln entgegen dem Uhrzeigersinn). Es ist darauf zu achten, dass die digitalisierten Abschnittsgrenzen über alle Zonen gehen. Die Länge des Seemrings pro Abschnitt liegt zwischen 100 und 1000 m (siehe aber: Ausnahmen und manuelle Korrekturen). Idealerweise hat eine Abschnittsgrenze einen Winkel von 90° zum Seemring. Dieser Idealfall gilt bei der Trennung des Umfangs eines Kreises oder näherungsweise bei einer vereinfachten Uferlinie (vgl. z.

B. OSTENDORP et al. 2008). Werden hier orthogonale Linien gesetzt, ist die Verteilung einer gedachten Fläche innerhalb und außerhalb des Kreises gleichmäßig und regelmäßig. Je mehr jedoch der Seeumring eingebuchtet ist und von der Struktur eines Kreises abweicht, umso ungleichmäßiger wird bei der Setzung orthogonaler Abschnittsgrenzen die Verteilung der Flächen außerhalb und innerhalb des Seeumrings. Ein kleinräumig stark gebuchtetes Ufer macht es nahezu unmöglich nur orthogonale Abschnittsgrenzen zu setzen. Die Abschnittsgrenzen sollen demzufolge nahezu orthogonal gesetzt werden; es ist aber darauf zu achten, dass die Verteilung der Flächen gleichmäßig ist (siehe auch: Ausnahmen und manuelle Korrekturen).

Grundsätzlich erfolgt die Einteilung der Abschnitte nach dem Prinzip der Homogenität, das heißt Änderungen der Eigenschaften und Strukturen der einzelnen Zonen werden z. T. schon vorweggenommen. Dabei gilt die Rangfolge, dass in erster Linie die Neigung und die Bodendaten (der Seeufertyp) über die Einteilung der Abschnitte entscheiden, nachfolgend Exposition und Schadstrukturen. In Bezug auf die Zonen hat die Homogenität der Uferzone Vorrang, nachfolgend Flachwasser- und Umfeldzone.

Abbildung 0-3 zeigt neben den drei Bändern die Abschnittsgrenzen als Ergebnis des Arbeitsprozesses.

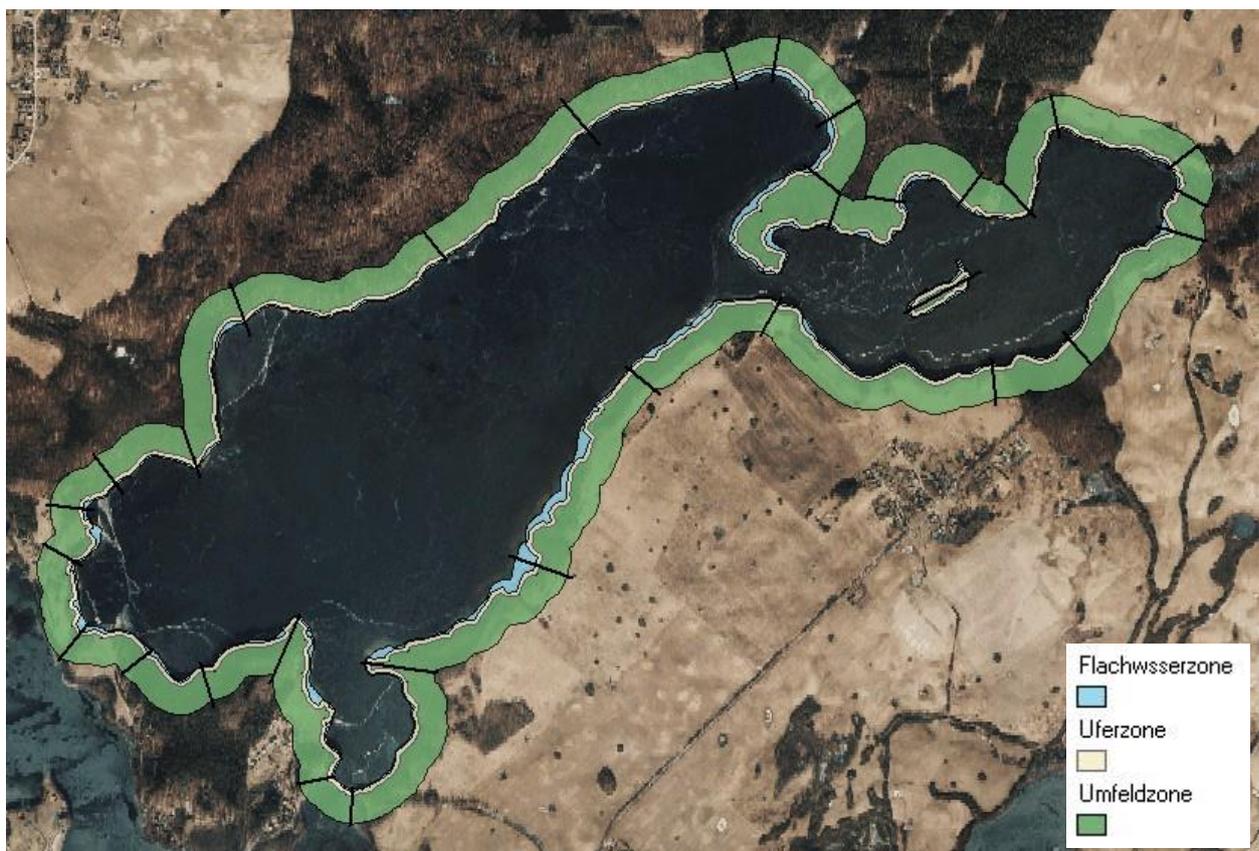


Abbildung 0-3: Bänder und Abschnittsgrenzen (Breiter Luzin)

Ausnahmen und manuelle Korrekturen

Ein Winkel, der deutlich von einem orthogonalen abweicht, ist an Stellen mit einem Expositionswechsel zu setzen (siehe Abbildung 0-4). In Abbildung 0-4 ist der Effekt durch künstliche Einbauten noch verstärkt.

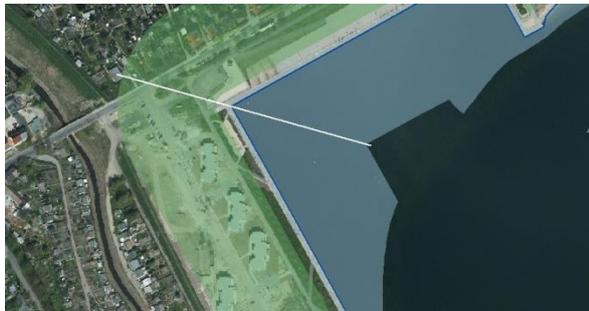


Abbildung 0-4: Setzen der Abschnittsgrenzen bei Expositionswechsel (Goitzscheseer See)

An einigen Stellen ist es sinnvoll, Abschnittsgrenzen zu setzen, die weniger als 100 m voneinander entfernt sind. Dies trifft z.B. häufig auf Flussmündungen zu (siehe Abbildung 7-5). Bei starken Einbuchtungen – die vor allem bei künstlichen Seen auftreten – kann es sinnvoll sein, Abschnittsgrenzen zu setzen, die länger als 1000 m sind (siehe Abbildung 7-6).



Abbildung 0-5: Abschnitt der kleiner als 100 m ist (Müggelsee)



Abbildung 0-6: links: Abschnitte die höchstens 1000 m lang sind; rechts: Abschnitte die länger sind als 1000 m (Goitzscheseer See)

Bildung der Abschnitte

Um die einzelnen Zonen an den Abschnittsgrenzen zu teilen, werden zunächst alle Linien der **Abschnittsgrenzen** selektiert. Im Editiermodus wird „Cut Polygon Features“ ausgewählt. Als Ziel wird die Zone angegeben, die geschnitten werden soll (Ufer-, Flachwasser- oder Umfeldzone). Nun wird aus der „Topology Toolbar“ → **Construct Features** ausgewählt (siehe Abbildung 0-7). Bei der nachfolgenden Abfrage wird „Split existing features in target layer using selection“ ausgewählt. Alle drei Zonen werden auf diese Weise geteilt.



Abbildung 0-7: → **Construct Features** der „Topology Toolbar“

Den einzelnen Abschnitten der Bänder soll eine ID zugewiesen werden. In jedem Datensatz wird eine neue Spalte (Typ: Text) mit der Bezeichnung **Id_UFZ** (für **Uferzone**), **Id_FWZ** (für **Flachwasserzone**) und **Id_UMZ** (für **Umfeldzone**) angelegt. Die Id besteht aus dem Kürzel der Zone und einer fortlaufenden Nummer (UFZ_0 bis UFZ_n; FWZ_0 bis FWZ_n; UMZ_0 bis UMZ_n). Es ist darauf zu achten, dass der Zahlenwert der Id bei den drei Zonen eines Uferabschnittes identisch ist (siehe Abbildung 0-8). Zusätzlich zu dieser Id ist eine weitere Spalte (Typ: Short Integer) mit dem Namen **Id** einzufügen, die nur den Zahlenwert angibt, also bei allen drei Bändern identisch ist.

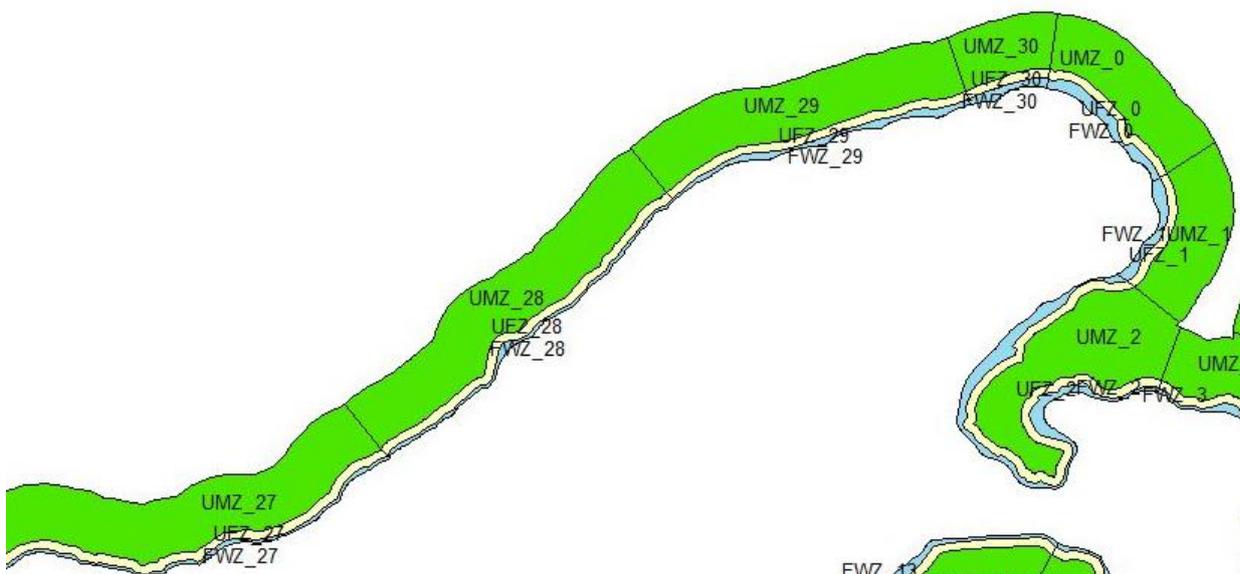
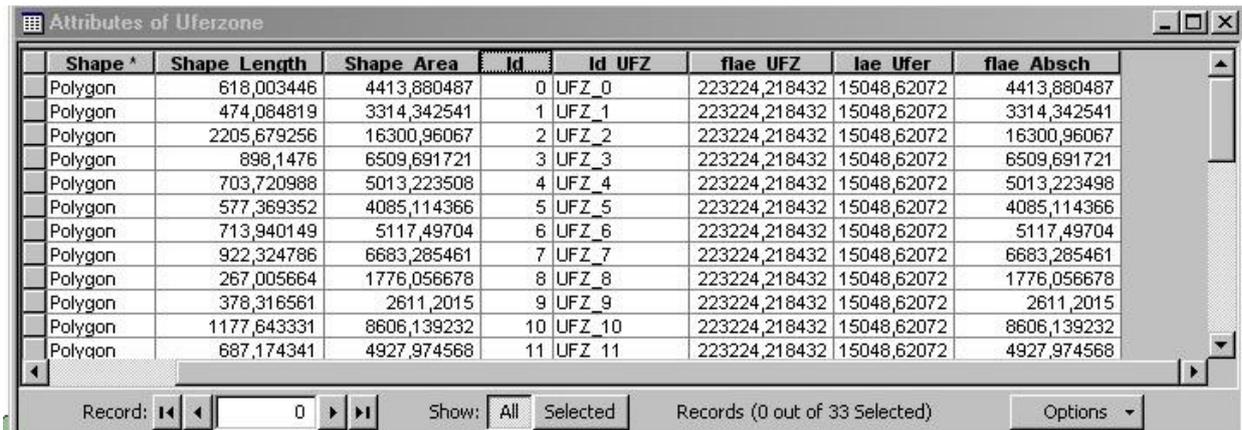


Abbildung 0-8: Die drei Bänder mit eingblendeter Id

In jedem Datensatz ist eine neue Spalte zur Berechnung der Fläche anzulegen (Typ: Double) mit der Bezeichnung `flae_Absch`. Über `Calculate Geometry...` kann die Fläche in m² berechnet werden. Das Ergebnis der Abschnittsbildung sind drei Datensätze mit den Namen **Flachwasserzone**, **Uferzone** und **Umfeldzone**. Zu jedem Polygon gibt es eine Attributtabelle mit den Spalten `Id`, `Id_UFZ`, `flae_UMZ`, `lae_Ufer` und `flae_Absch` (bzw. `UMZ` und `FWZ`) (siehe Abbildung 0-9).



Shape ^	Shape Length	Shape Area	Id	Id UFZ	flae UFZ	lae Ufer	flae Absch
Polygon	618,003446	4413,880487	0	UFZ_0	223224,218432	15048,62072	4413,880487
Polygon	474,084819	3314,342541	1	UFZ_1	223224,218432	15048,62072	3314,342541
Polygon	2205,679256	16300,96067	2	UFZ_2	223224,218432	15048,62072	16300,96067
Polygon	898,1476	6509,691721	3	UFZ_3	223224,218432	15048,62072	6509,691721
Polygon	703,720988	5013,223508	4	UFZ_4	223224,218432	15048,62072	5013,223498
Polygon	577,369352	4085,114366	5	UFZ_5	223224,218432	15048,62072	4085,114366
Polygon	713,940149	5117,49704	6	UFZ_6	223224,218432	15048,62072	5117,49704
Polygon	922,324786	6683,285461	7	UFZ_7	223224,218432	15048,62072	6683,285461
Polygon	267,005664	1776,056678	8	UFZ_8	223224,218432	15048,62072	1776,056678
Polygon	378,316561	2611,2015	9	UFZ_9	223224,218432	15048,62072	2611,2015
Polygon	1177,643331	8606,139232	10	UFZ_10	223224,218432	15048,62072	8606,139232
Polygon	687,174341	4927,974568	11	UFZ_11	223224,218432	15048,62072	4927,974568

Abbildung 0-9: Attributtabelle von **Uferzone** mit den zugehörigen Spalten

Bestimmung des Seeufertyps

Die Klassifizierung des Seeufertyps erfolgt nach Bildung der einzelnen Abschnitte für den jeweiligen Abschnitt. Für die Bestimmung des Seeufertyps werden Ufer- und Umfeldzone betrachtet. Relevant sind die Neigung, Form des Ufers und die Substratarten. Folgende Seeufertypen sind vorgesehen (Eine detailliertere Erläuterung der Seeufertypen erfolgt in den Steckbriefen):

- (1) Fläche bis mittelsteile Sandufer
- (2) Fläche bis mittelsteile Ufer bindiger Böden
- (3) Moorufer
- (4) Fläche bis mittelsteile Kiesufer
- (5) Steile Ufer bindiger Böden
- (6) Steile Grus-/Kiesufer
- (7) Steile Schutt-/Geröllufer
- (8) Felsufer

Substratarten

In den drei Datensätzen **Flachwasserzone**, **Uferzone** und **Umfeldzone** wird je eine neue Spalte (Typ: Text) mit der Bezeichnung `boden` angelegt und die nach optischer Einschätzung maßgeblich beeinflussende Substratart eingetragen.

Neigung und Form des Ufers

Bei der Einteilung in Seeuertypen werden flache bis mittelsteile und steile Ufer unterschieden. Das Seeufer eines Abschnittes gilt als steil, wenn 25% der Fläche der Ufer- und Umfeldzone eine Neigung über 25° haben (siehe Abbildung 0-1).

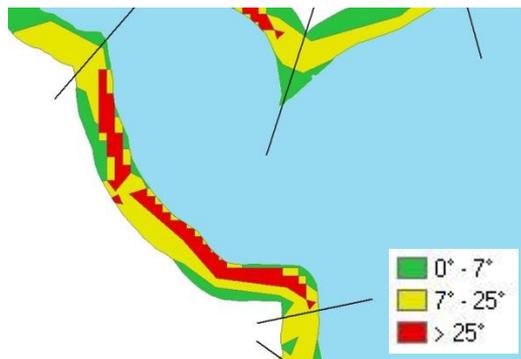


Abbildung 0-1: Bereiche verschiedener Neigung der Ufer- und Umfeldzone eines Seeuferabschnittes (Plauer See)

Aus dem DGM kann die Neigung über → [Slope](#) ermittelt und als **Neigung** abgespeichert werden. Zur Berechnung der Neigung der jeweiligen Abschnitte wird **Neigung** zunächst reklassifiziert (im Spatial Analyst → [Reclassify...](#); 3 Klassen; 1: 0°-7°, 2: 7°-25°, 3: >25°) und als **Neigung_recl** abgespeichert. Der reklassifizierte Rasterdatensatz wird in ein Polygon mit dem Namen **Neigung_poly** umgewandelt (→ [Raster To Polygon](#)). Automatisch wird ein neues Feld angelegt, in dem die Klasse steht (**GRIDCODE**). In diesem Datensatz wird ein neues Feld (Typ: Double) mit dem Namen **flae_neig** angelegt und über [Calculate Geometry...](#) die Fläche berechnet.

Da für die Bestimmung des Seeuertyps die Neigung der Ufer- und Umfeldzone relevant sind, werden diese beiden Datensätze zu einem neuen Datensatz mit dem Namen **UFZ_UMZ** zusammengefasst (→ [Merge](#)). Dieser Datensatz wird nach der Id aufgelöst (→ [Dissolve](#)) und als **UFZ_UMZ_diss** abgespeichert. Es wird eine weitere Spalte (Typ: Double) mit dem Namen **fl_UFZ_UMZ** eingefügt und über [Calculate Geometry...](#) die Fläche berechnet.

Zur Ermittlung des prozentualen Anteils der Neigung der Ufer- und Umfeldzone wird zunächst **UFZ_UMZ_diss** mit **Neigung_poly** verschnitten (→ [Intersect](#)) und der neue Datensatz als **neigung_abschnitte** abgespeichert (siehe Abbildung 0-2). Nun werden die Teilflächen (**flae_neig**) eines jeweiligen Gridcodes pro Abschnitt zusammengefasst. In Abbildung 0-3 ist dies beispielhaft für den Gridcode 2 farblich dargestellt. In den Eingabefeldern von → [Summary Statistics](#) (siehe Abbildung 0-4) sind die entsprechenden Einträge zu machen und das Ergebnis als **summary** abzuspeichern.

Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren)
 Bearbeitungsalgorithmen und -verfahrensweisen

Attributes of neigung_abschnitte							
	OBJECTID *	Shape *	FID UFZ UMZ diss	Id	fl UFZ UMZ	GRIDCODE	flae neig
	1	Polygon	1	0	37672,879941	2	14465,090462
	2	Polygon	1	0	37672,879941	1	23207,790133
	3	Polygon	2	1	32396,44409	1	32396,44409
	4	Polygon	3	2	65469,152364	2	500
	5	Polygon	3	2	65469,152364	1	64969,152364
	6	Polygon	4	3	32475,087928	1	32475,087928
	7	Polygon	5	4	49679,009269	2	17,116564
	8	Polygon	5	4	49679,009269	2	577,902268
	9	Polygon	5	4	49679,009269	1	49083,987802
	10	Polygon	6	5	21407,147119	2	25,544629
	11	Polygon	6	5	21407,147119	2	1025,511402
	12	Polygon	6	5	21407,147119	2	155,88629
	13	Polygon	6	5	21407,147119	2	7,317252
	14	Polygon	6	5	21407,147119	2	2,475193
	15	Polygon	6	5	21407,147119	1	20190,416087
	16	Polygon	7	6	41205,319957	2	187,460101
	17	Polygon	7	6	41205,319957	2	1507,50247
	18	Polygon	7	6	41205,319957	2	123,772747

Abbildung 0-2: Ergebnis der Verschneidung der Ufer- und Umfeldzone mit dem reklassifizierten Neigungsdatensatz (*neigung_abschnitte*)

Attributes of neigung_abschnitte							
	OBJECTID *	Shape *	FID UFZ UMZ diss	Id	fl UFZ UMZ	GRIDCODE	flae neig
	1	Polygon	1	0	37672,879941	2	14465,090462
	2	Polygon	1	0	37672,879941	1	23207,790133
	3	Polygon	2	1	32396,44409	1	32396,44409
	4	Polygon	3	2	65469,152364	2	500
	5	Polygon	3	2	65469,152364	1	64969,152364
	6	Polygon	4	3	32475,087928	1	32475,087928
	7	Polygon	5	4	49679,009269	2	17,116564
	8	Polygon	5	4	49679,009269	2	577,902268
	9	Polygon	5	4	49679,009269	1	49083,987802
	10	Polygon	6	5	21407,147119	2	25,544629
	11	Polygon	6	5	21407,147119	2	1025,511402
	12	Polygon	6	5	21407,147119	2	155,88629
	13	Polygon	6	5	21407,147119	2	7,317252
	14	Polygon	6	5	21407,147119	2	2,475193
	15	Polygon	6	5	21407,147119	1	20190,416087
	16	Polygon	7	6	41205,319957	2	187,460101
	17	Polygon	7	6	41205,319957	2	1507,50247
	18	Polygon	7	6	41205,319957	2	123,772747

Abbildung 0-3: *neigung_abschnitte*; farblich hervorgehoben sind Polygone mit dem GRIDCODE 2 eines jeweiligen Abschnittes

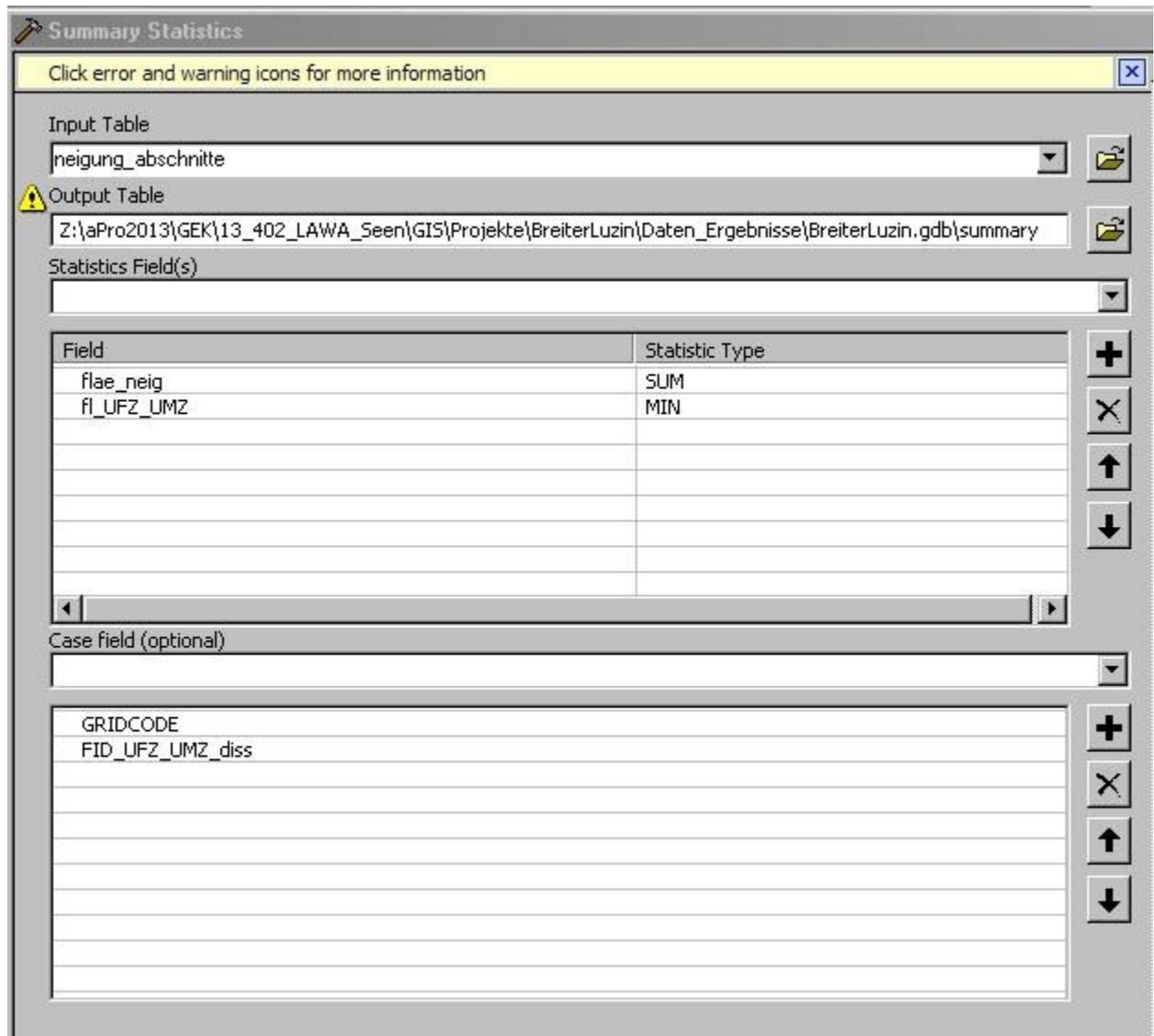


Abbildung 0-4: Eingabefenster von → Summary Statistics

Der Datensatz **summary** wird nach GRIDCODE = 3 selektiert und als **neigung_abschnitte_3** abgespeichert. Im Datensatz **UFZ_UMZ_diss** wird eine neue Spalte (Typ: Double) mit dem Namen **proz_ue25** angelegt. Nun wird **neigung_abschnitte_3** und **UFZ_UMZ_diss** über die Id verbunden. Das Feld **proz_ue25** ergibt sich aus: $\text{flae_neig} / \text{fl_UFZ_UMZ} * 100$. Ist dieser Wert größer oder gleich 25 handelt es sich um einen Abschnitt mit einem steilen Ufer.

Seeufertyp

Anhand der vorherrschenden Substratart und der Neigung des Ufers kann nun der Seeufertyp ermittelt werden. In den Datensätzen **Flachwasserzone**, **Uferzone** und **Umfeldzone** werden je vier neue Spalten angelegt mit den Bezeichnungen **neigung** (Typ: Double; der prozentuale Anteil der Neigung über 25° wird eingetragen), **boden** (Typ: Text; der Bodentyp wird eingetra-

gen), **Seeufertyp** (Typ: Short Integer; die Bezeichnung des Seeufertyps als Zahl wird eingetragen) und **Seufer_tx** (Typ: Text; die Bezeichnung des Seeufertyps als Text wird eingetragen).

Bestimmung der Exposition

Zur Bestimmung der Exposition wird der Seeumring entsprechend der Abschnittsgrenzen geteilt. Dazu wird der **Seeumring** zunächst mit den **Abschnittsgrenzen** verbunden (→ **Merge**) und als **seeumring_abschnitte** abgespeichert. Anschließend wird der Editiermodus gestartet und alle Linien von **seeumring_abschnitte** selektiert. Nun wird aus der „Topology Toolbar“ → **Planarize Lines** ausgewählt (siehe Abbildung 0-1).



Abbildung 0-1: → **Planarize Lines** in der Topology Toolbar

Wenn im Datensatz der Abschnittsgrenzen vorher eine neue Spalte angelegt wurde, in der man zu späteren Identifikationszwecken eine beliebige Zahl (z. B. 99) eingetragen hat, kann man diese nun nutzen, um nur die Linienstücke der Uferlinie zu selektieren.

Nun werden in **seeumring_abschnitte** neue Spalten angelegt:

- **Id** (Typ: Short Integer)
 - als fortlaufende Nummer
- **lae_Absch** (Typ: Double)
 - gibt die Uferlänge des jeweiligen Abschnittes an
- **x1** (Typ Double)
 - gibt die x-Koordinate des Startpunktes der Linie an
- **y1** (Typ Double)
 - gibt die y-Koordinate des Startpunktes der Linie an
- **x2** (Typ: Double)
 - gibt die x-Koordinate des Endpunktes der Linie an
- **y2** (Typ Double)
 - gibt die y-Koordinate des Endpunktes der Linie an
- **expo** (Typ: Double)
 - gibt die Exposition an

Die Länge und die x- und y-Koordinaten können über **Calculate Geometry...** berechnet werden. Anschließend wird die Tabelle exportiert (z. B. als .dbf) und in einem Tabellenkalkulationsprogramm geöffnet. Die Exposition (**expo**) kann nun folgendermaßen errechnet werden:

$$\text{expo} = \text{ARCTAN2}(x2-x1;y2-y1)*180/\text{PI}()+180$$

(Ist die Digitalisierungsrichtung entgegen dem Urzeigersinn, müssen die x- und y-Werte andersherum voneinander abgezogen werden.)

Die neue Tabelle wird als **expo** abgespeichert, in das GIS geladen und mit **seeumring_abschnitte** nach der Id verbunden. Die Spalte **expo** von **seeumring_abschnitte** kann nun mit den neu errechneten Werten ausgefüllt werden (siehe Abbildung 0-2).

Um die Exposition darzustellen, erhält **seeumring_abschnitte** nach Möglichkeit folgende Symbologie (siehe auch Abbildung 0-3):

- Feld: expo
- Color Ramp: Slope
- bis 45,000000: N-NW
- bis 90,000000: NW-W
- bis 135,000000: W-SW
- bis 180,000000: SW-W
- bis 225,000000: S-SO
- bis 270,000000: SO-O
- bis 315,000000: O-NO
- bis 360,000000: NO-N

Id	lae Absch	x1	y1	x2	y2	expo
0	289,058579	33399026,6803	5914173,6191	33399223,215212	5913995,171005	137,761445
1	212,09767	33399223,215212	5913995,171005	33399164,217538	5913811,945107	72,151735
2	1112,824561	33399164,217538	5913811,945107	33399222,036794	5913621,73945	106,908384
3	449,900429	33399222,036794	5913621,73945	33399466,741847	5913706,04823	199,010485
4	328,535153	33399466,741847	5913706,04823	33399685,452139	5913701,746648	178,873256
5	289,475209	33399685,452139	5913701,746648	33399929,260877	5913667,776127	172,067896
6	339,294533	33399929,260877	5913667,776127	33400028,811717	5913962,62157	251,343402
7	438,126415	33400028,811717	5913962,62157	33400426,027724	5913829,772779	161,507501

Abbildung 0-2: Attributtabelle von **seeumring_abschnitte**

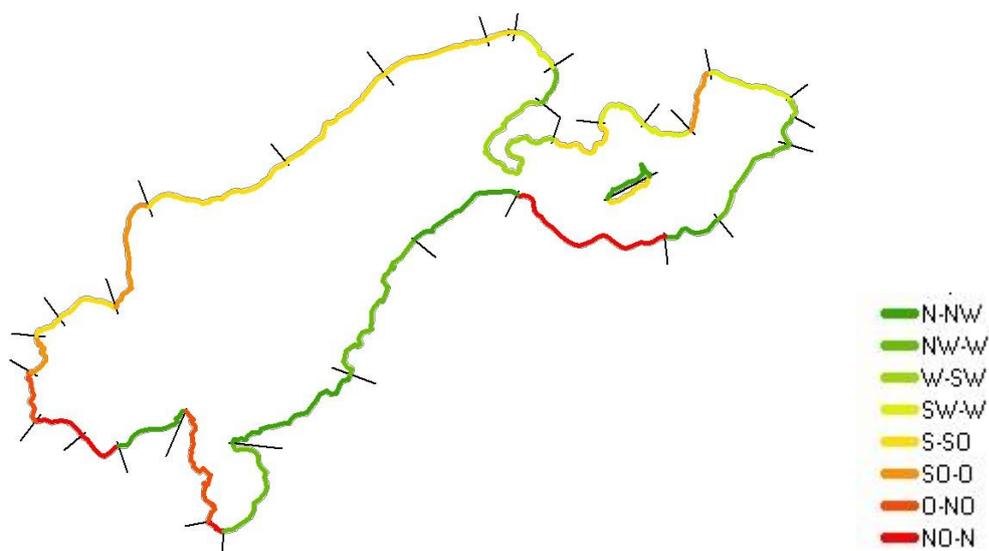


Abbildung 0-3: Exposition der Seeumringabschnitte (Breiter Luzin)

In den Datensätzen **Uferzone**, **Flachwasserzone** und **Umfeldzone** sind je zwei neue Spalten für die Länge des Seeumringabschnittes (**lae_Absch**, Typ: Double) und die Exposition (**expo**, Typ: Double) anzulegen und die entsprechenden Werte zu übertragen.

Klassifizierung der Abschnitte

Die einzelnen Abschnitte der drei Bänder sind folgendermaßen zu klassifizieren:

- 1: unverändert bis sehr gering verändert
- 2: gering verändert
- 3: mäßig verändert
- 4: stark verändert
- 5: sehr stark bis vollständig verändert

Die Klassifizierung erfolgt durch Berechnung oder eine qualitative Beurteilung (Expertenbewertung).

Flachwasserzone

Veränderung des Röhrichts

In **Flachwasserzone** werden zwei neue Spalten mit den Namen **A1_Klasse** (Typ: Short Integer) und **A1_Beschr** (Typ: Text) eingefügt.

A) Berechnung

Für die Berechnung des Deckungsgrades des Röhrichts werden in **Flachwasserzone** zwei neue Spalten eingefügt:

- **A_R** (Typ: Double) (in m²)
 - gibt Fläche der aktuellen Röhrichtausbreitung an
- **GR_R** (Typ: Double) (in %)
 - gibt den Deckungsgrad des Röhrichts an
 - ergibt sich aus $A_R / flae_Absch * 100$

Aus **GR_R** kann nun die Klasse ermittelt werden (siehe Verfahrensanleitung, S. 61) und in die Spalten **A1_Klasse** bzw. **A1_Beschr** eingetragen werden; wobei **A1_Klasse** die Klasse als Zahl angibt und **A1_Beschr** die Klasse als Text.

B) Qualitative Beurteilung

Für die einzelnen Abschnitte wird die Deckung des Röhrichts abgeschätzt und in die Spalten **A1_Klasse** bzw. **A1_Beschr** eingetragen; wobei **A1_Klasse** die Klasse als Zahl angibt und **A1_Beschr** die Klasse als Text (siehe Verfahrensanleitung, S. 61).

Sowohl bei der Berechnung als auch bei der qualitativen Beurteilung muss berücksichtigt werden, dass die Ausbildung des Röhrichts von der Exposition des Ufers abhängt. Zu diesem Zweck wird in **Flachwasserzone** eine Spalte (Typ: Short Integer) mit dem Namen **A1_expo** angelegt. Kann das Fehlen des Röhrichts auf die Exposition zurückgeführt werden, ist in dieses Feld eine 0 einzutragen. Das Röhricht wird dann bei der Gesamtklassifizierung nicht berücksichtigt. Eine 0 ist immer dann einzutragen, wenn der Uferabschnitt eine Exposition von N-NW (0-45°) oder NO-N (315-360°) hat und es sich um ein Steilufer handelt oder wenn der Uferabschnitt eine Exposition von N-NW oder NO-N hat und Wald im Uferbereich zu finden ist, der das Ufer beschattet. In allen anderen Fällen ist eine 1 einzutragen. In diesen Fällen wird die Ausbildung des Röhrichts bei der Gesamtklassifizierung berücksichtigt. Zum Zweck der Gesamtklassifizierung ist ein weiteres Feld (Typ: Short Integer) mit dem Namen **A1_KI_expo** anzulegen. Dieses Feld errechnet sich aus **A1_Klasse * A1_expo**.

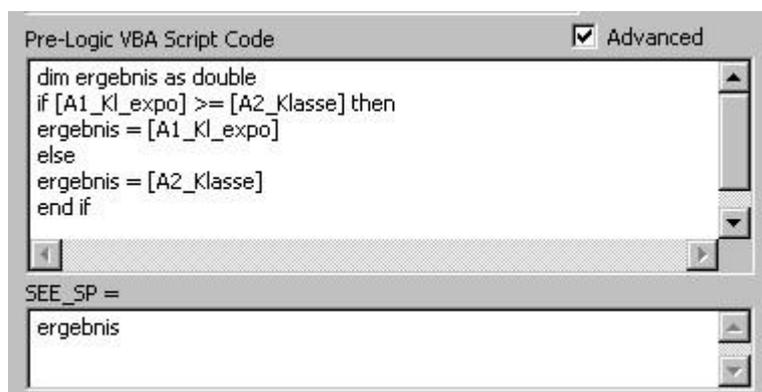
Schadstrukturen

In **Flachwasserzone** werden zwei neue Spalten mit den Namen **A2_Klasse** (Typ: Short Integer) und **A2_Beschr** (Typ: Text) eingefügt.

Je Abschnitt wird die Schadstruktur mit dem größten schädlichen Einfluss klassifiziert (siehe Verfahrensanleitung, S. 63) und in die Spalten **A2_Klasse** bzw. **A2_Beschr** eingetragen; wobei **A2_Klasse** die Klasse als Zahl angibt und **A2_Beschr** die Klasse als Text.

Klassifizierung der Flachwasserzone

In **Flachwasserzone** wird eine neue Spalte mit dem Namen **A1_A2_max** (Typ: Double) eingefügt. In diese Spalte wird der maximale Wert von **A1_KI_expo** und **A2_Klasse** eingetragen. Zu diesem Zweck ist im Feldrechner ein Skript zu schreiben (siehe Abbildung 0-1).



```
Pre-Logic VBA Script Code  Advanced
dim ergebnis as double
if [A1_KI_expo] >= [A2_Klasse] then
    ergebnis = [A1_KI_expo]
else
    ergebnis = [A2_Klasse]
end if
SEE_SP =
    ergebnis
```

Abbildung 0-1: VBA Skript zur Berechnung von A1_A2_max

Ausnahmen und manuelle Korrekturen

Zu- und Abflüsse, breiter als 50 m, werden nicht klassifiziert (siehe Abbildung 10-2).

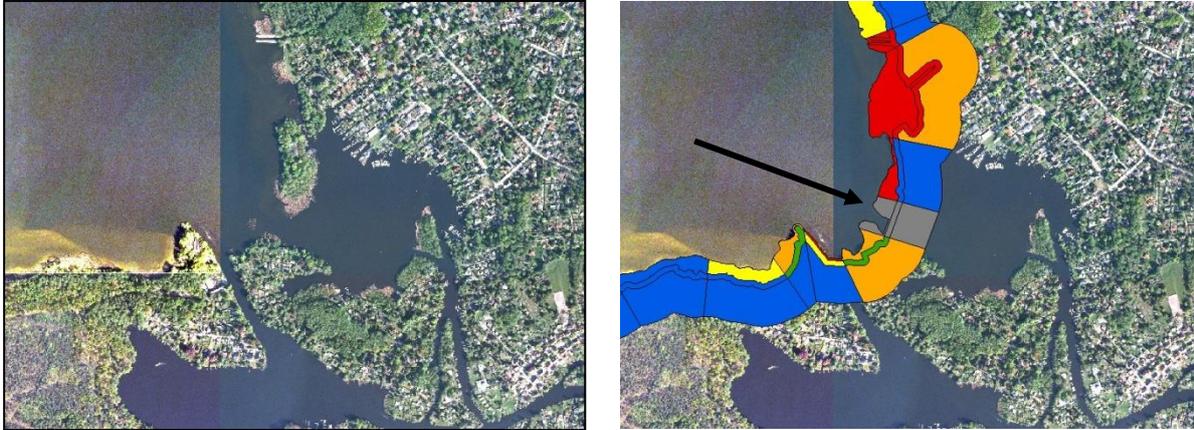


Abbildung 0-2: Klassifizierung von Zu- und Abflüssen breiter als 50 m (Müggelsee)

Klassifizierung der Flachwasserzone als Band

Um die gesamte Flachwasserzone als Band zu klassifizieren müssen in **Flachwasserzone** zwei neue Spalten angelegt werden:

- **Klasse_gew** (Typ: Double)
 - berechnet sich aus: $A1_A2_max * lae_Absch$
- **Klasse_ges** (Typ: Short Integer)
 - berechnet sich aus: Summe von **Klasse_gew** / (lae_Ufer - Uferlänge der nicht klassifizierten Abschnitte)

Die Attributtabelle von **Flachwasserzone** enthält nun folgende Spalten:

- FID
- Shape
- Id
- Id_FWZ
- flae_FWZ
- lae_Ufer
- flae_Absch
- lae_Absch
- boden
- proz_ue25
- Seeufertyp
- Seeufer_tx
- expo_FWZ
- A1_Klasse

- A1_Beschr
- A1_expo
- A1_Kl_expo
- A2_Klasse
- A2_Beschr
- A1_A2_max
- Klasse_gew
- Klasse_ges

Uferzone

Uferverbau

In **Uferzone** werden zwei neue Spalten mit den Namen **B1_Klasse** (Typ: Double) und **B1_Beschr** (Typ: Text) eingefügt.

A) Berechnung

Für die Berechnung des Uferverbaus werden in **Uferzone** neue Spalten eingefügt:

- **L_VB_04** (Typ: Double)
 - Länge des Verbaus „Holzverbau, naturnahe Verbaufornen“ in m
- **L_VB_06** (Typ: Double)
 - Länge des Verbaus „Wilder Verbau, stark wechselnder Verbau“ in m
- **L_VB_08** (Typ: Double)
 - Länge des Verbaus „Geschüttete Bauwerke“ in m
- **L_VB_1** (Typ: Double)
 - Länge des Verbaus „Gerammte oder gemauerte Bauwerke aus Metall-, Beton-, Kunststoff- oder Steinmaterialien
- **E_VB** (Typ: Double)
 - errechnet sich aus:
 - $([L_VB_04] * "0,4" + [L_VB_06] * "0,6" + [L_VB_08] * "0,8" + [L_VB_1] * "1") / [lae_Absch] * 100$
 - **E_VB** ergibt eine Zahl zw. 0 und 100; daraus wird **B1_Klasse** geschlussfolgert (siehe Verfahrensanleitung, S. 65)

B) Qualitative Beurteilung

Für die einzelnen Abschnitte wird der Uferverbau abgeschätzt und in die Spalten **B1_Klasse** bzw. **B1_Beschr** eingetragen; wobei **B1_Klasse** die Klasse als Zahl angibt und **B1_Beschr** die Klasse als Text.

Schadstrukturen der Uferzone

In **Uferzone** werden zwei neue Spalten mit den Namen **B2_Klasse** (Typ: Short Integer) und **B2_Beschr** (Typ: Text) eingefügt. Je Abschnitt wird die Schadstruktur mit dem größten schädlichen Einfluss klassifiziert und in die Spalten **B2_Klasse** bzw. **B2_Beschr** eingetragen; wobei **B2_Klasse** die Klasse als Zahl angibt und **B2_Beschr** die Klasse als Text (siehe Verfahrensanleitung, S. 76).

Klassifizierung der Uferzone

In **Uferzone** wird eine neue Spalte mit dem Namen **B1_B2_max** (Typ: Double) eingefügt. In diese Spalte wird der maximale Wert von **B1_Klasse** und **B2_Klasse** eingetragen. Zu diesem Zweck ist im Feldrechner ein Skript zu schreiben (siehe Abbildung 0-1).

Ausnahmen und manuelle Korrekturen

Wie im Bereich der Flachwasserzone werden auch in der Uferzone Zu- und Abflüsse, breiter als 50 m, nicht klassifiziert (siehe Abbildung 10-2).

Klassifizierung der Uferzone als Band

Um die gesamte Flachwasserzone als Band zu klassifizieren, werden in **Uferzone** zwei neue Spalten angelegt:

- **Klasse_gew** (Typ: Double)
 - berechnet sich aus: $B1_B2_max * lae_Absch$
- **Klasse_ges** (Typ: Short Integer)
 - berechnet sich aus: Summe von **Klasse_gew** / (**lae_Ufer** - Uferlänge der nicht klassifizierten Abschnitte)

Die Attributtabelle von **Uferzone** enthält nun folgende Spalten:

- FID
- Shape
- Id
- Id_UFZ
- flae_UFZ
- lae_Ufer
- flae_Absch
- lae_Absch
- boden
- proz_ue25
- Seeufertyp
- Seeufer_tx

- expo_UFZ
- L_VB_04
- L_VB_06
- L_VB_08
- L_VB_1
- E_VB
- B1_Klasse
- B1_Beschr
- B2_Klasse
- B2_Beschr
- B1_B2_max
- Klasse_gew
- Klasse_ges

Umfeldzone

Klassifizierung der Umfeldzone

In **Umfeldzone** werden zwei neue Spalten mit den Namen **C1_Klasse** (Typ: Short Integer) und **C1_Beschr** (Typ: Text) eingefügt.

A) Berechnung

Im Idealfall sind ein Datensatz (oder mehrere Datensätze) mit Landnutzungsdaten (**landnutzung**) vorhanden. In diesen Datensätzen ist eine Spalte mit dem Namen **BK_i** (Typ: Short Integer) anzulegen, in der die Landnutzung zu klassifizieren ist (siehe Verfahrensanleitung, S. 69). Sind mehrere einzelne Datensätze vorhanden, sind diese zu einem Datensatz zusammenzufassen.

Anschließend werden **landnutzung** und **Umfeldzone** verschnitten (→ **Intersect**) und das Ergebnis als **landnutzung_umfeld** abgespeichert. In **landnutzung_umfeld** sind folgende Spalten anzulegen (siehe Abbildung 0-3):

- **A_i** (Typ: Double)
 - Fläche berechnen lassen
- **BK** (Typ: Double)
 - errechnet sich aus: $A_i / flae_Absch * BK_i$
- **C1_Klasse** (Typ: Double)
 - ergibt sich dann aus:
 - → **Select By Attributes** nach **FID_umfeld** (alle Polygone eines Abschnittes sind auszuwählen)
 - in Spalte **BK** über → **Statistics...** die Summe anzeigen lassen
 - in Spalte **C1_Klasse** über → **Field Calculator...** die Summe eintragen

OBJEKTART	FID umfeld ^	BK i	A i	BK	C1 Klasse
4108 Gehölz	0	1	827,96395	0,020308	1,007384
4108 Gehölz	0	1	100,249012	0,002459	1,007384
4107 Wald/Forst	0	1	22402,672531	0,549494	1,007384
4107 Wald/Forst	0	1	131,163832	0,003217	1,007384
4107 Wald/Forst	0	1	6270,836323	0,153811	1,007384
4102 Grünland	0	1	1676,570018	0,041123	1,007384
4102 Grünland	0	1	5258,393302	0,128978	1,007384
4102 Grünland	0	1	4001,432961	0,098147	1,007384
2228 Campingplatz	0	4	100,343669	0,009845	1,007384
4107 Wald/Forst	1	1	24723,835573	1	1
4107 Wald/Forst	2	1	36758,558683	0,977088	1,09165
2111 Wohnbaufläche	2	5	861,977103	0,114562	1,09165
4107 Wald/Forst	3	1	22947,068049	1	1
4107 Wald/Forst	4	1	11620,508038	0,643352	1,407844
4102 Grünland	4	1	4366,752231	0,241759	1,407844
4102 Grünland	4	1	108,457446	0,006005	1,407844
2111 Wohnbaufläche	4	5	1466,475534	0,405946	1,407844
2113 Fläche gemischter Nutzung	4	4	500,25608	0,110784	1,407844
4107 Wald/Forst	5	1	6953,101041	0,579169	1,67338
4102 Grünland	5	1	1054,666013	0,08785	1,67338
4102 Grünland	5	1	1302,826308	0,108521	1,67338
2113 Fläche gemischter Nutzung	5	4	2694,7086	0,89784	1,67338
4107 Wald/Forst	6	1	8642,523839	0,920558	1,31777
4107 Wald/Forst	7	1	64635,130631	0,964703	1
4102 Grünland	7	1	2364,927677	0,035297	1

Abbildung 0-3: Attributtabelle von **landnutzung_umfeld**

Nun den Datensatz **landnutzung_umfeld** an **Umfeldzone** anhängen (nach **FID_umfeld** bzw. **Id**) und die Ergebnisse aus **C1_Klasse** in **Umfeldzone** übertragen.

B) Qualitative Beurteilung

Für die einzelnen Abschnitte von **Umfeldzone** wird die Landnutzung abgeschätzt und in die Spalten **C1_Klasse** bzw. **C1_Beschr** eintragen; wobei **C1_Klasse** die Klasse als Zahl angibt und **C1_Beschr** die Klasse als Text.

Ausnahmen und manuelle Korrekturen

Wie im Bereich der Flachwasser- und Uferzone werden auch in der Umfeldzone Zu- und Abflüsse, breiter als 50 m, nicht klassifiziert (siehe Abbildung 10-2).

Klassifizierung der Umfeldzone als Band

Um die gesamte Umfeldzone als Band zu klassifizieren, werden in **Umfeldzone** zwei neue Spalten angelegt:

- **Klasse_gew** (Typ: Double)
 - berechnet sich aus: $C1_Klasse * lae_Absch$

- **Klasse_ges** (Typ: Short Integer)
 - berechnet sich aus: Summe von **Klasse_gew** / (**lae_Ufer** - Uferlänge der nicht klassifizierten Abschnitte)

Die Attributtabelle von **Umfeldzone** enthält nun folgende Spalten:

- FID
- Shape
- Id
- Id_UMZ
- flae_UMZ
- lae_Ufer
- flae_Absch
- lae_Absch
- boden
- proz_ue25
- Seeufertyp
- Seeufer_tx
- expo_UMZ
- C1_Klasse
- C1_Beschr
- Klasse_gew
- Klasse_ges

Darstellung der Ergebnisse

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten die Ergebnisse der Klassifizierung darzustellen: Die Klassifizierung der Abschnitte der einzelnen Bänder (siehe Abbildung 0-1), die Klassifizierung eines gesamten Bandes (siehe Abbildung 0-2) und die Klassifizierung der Abschnitte über alle Bänder hinweg (siehe Abbildung 0-3).

Um die Klassifizierung der Abschnitte der einzelnen Bänder darzustellen, wird in der Symbologie der Flachwasserzone auf **A1_A2_max** verwiesen, in der Symbologie der Uferzone auf **B1_B2_max** und in der Symbologie der Umfeldzone auf **C1_Klasse**. Die Farbwahl ist folgendermaßen vorzunehmen:

- 1, unverändert bis sehr gering verändert: Lapis Lazuli 
- 2, gering verändert: Leaf Green 
- 3, mäßig verändert: Solar Yellow 
- 4, stark verändert: Electron Gold 
- 5, sehr stark bis vollständig verändert: Poinsettia Red 

Zur Darstellung der Klassifizierung des gesamten Bandes, wird die Symbologie von **Klasse_ges** in der eben beschriebenen Weise eingestellt. Die Klasse eines gesamten Abschnittes, über alle Bänder hinweg, ergibt sich aus dem Mittelwert der drei zugehörigen Abschnitte. Dazu werden die drei Bänder zunächst zusammengeführt (→ **Merge**). Es wird eine neue Spalte (**Klasse_Absch**; Typ Short Integer) angelegt. In diese Spalte werden die Werte von **A1_A1_max**, **B1_B2_max** und **C1_Klasse** übertragen. Anschließend wird nach der **Id** aufgelöst und der Mittelwert von **Klasse_Absch** ermittelt (→ **Dissolve**; Dissolve Field: **Id**; Statistics Field: **Klasse_Absch**; Statistic Type: MEAN).

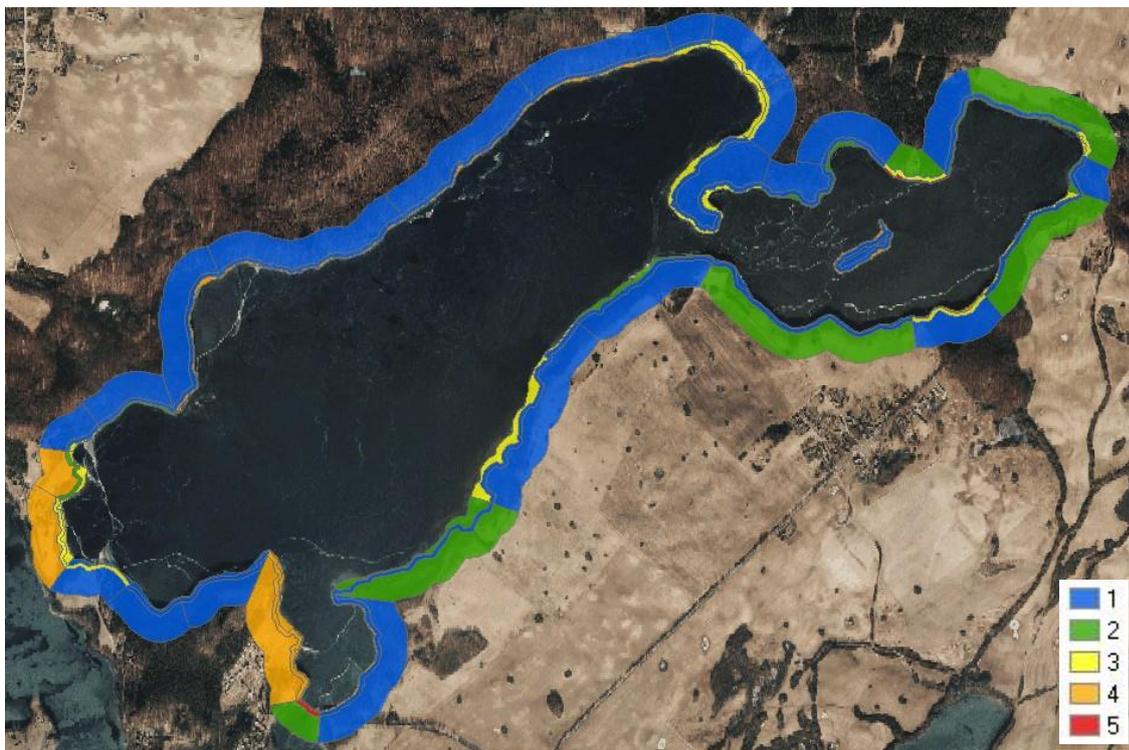


Abbildung 0-1: Ergebnis der Klassifizierung der Abschnitte je Band (Breiter Luzin)

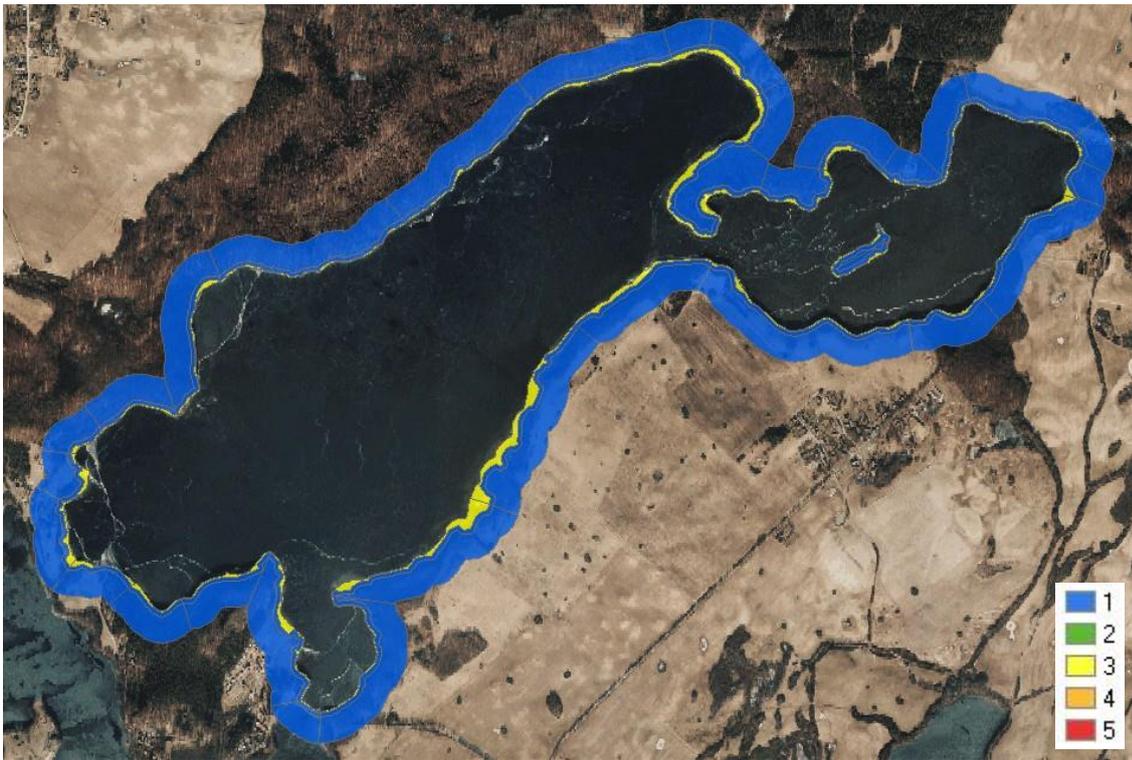


Abbildung 0-2: Ergebnis der Klassifizierung der Bänder (Breiter Luzin)

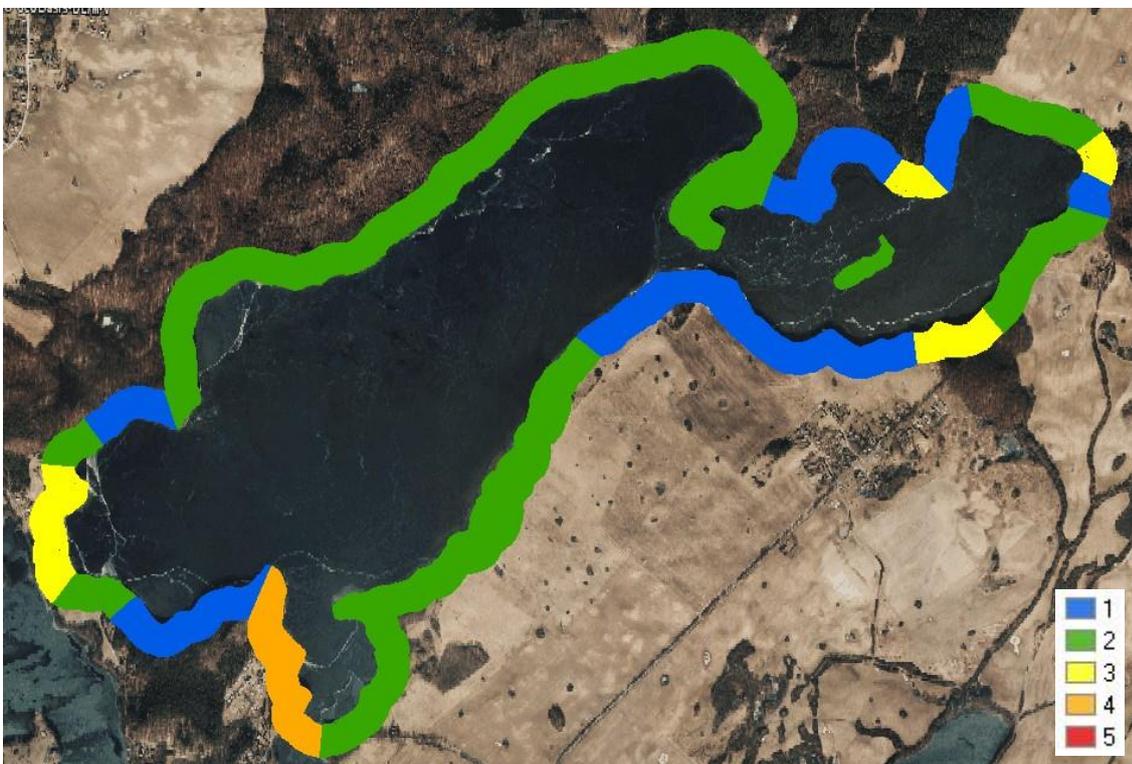


Abbildung 0-3: Ergebnis der Klassifizierung der Abschnitte über alle Bänder hinweg (Breiter Luzin)

Kalkulation des Arbeitsaufwandes

Tabelle 0-1 Kalkulation des Arbeitsaufwandes am Beispiel des Breiten Luzins (Mecklenburg-Vorpommern; ca. 337 ha, 32 Abschnitte, Uferlänge 15,05 km

Arbeitsschritt	Anzahl der Abschnitte	Arbeitszeit allgemein (in min)	Arbeitszeit pro Abschnitt (in min)	Arbeitszeit pro Arbeitsschritt (in min)
Datenvorbereitung	32	120	-	120
Seeumring und Seefläche	32	30	-	30
Ermitteln der Bänder	32	30	-	30
Abschnittsbildung	32	30	2	94
Bestimmung des Seeufertyps	32	30	5	190
Bestimmung der Exposition	32	30	-	30
Klassifizierung der Flachwasserzone	32	15	4	143
Klassifizierung der Uferzone	32	15	4	143
Klassifizierung der Umfeldzone	32	60	1	92
Darstellung der Ergebnisse	32	30	-	30
				<u>902 (ca. 15 h)</u>

Der Arbeitsaufwand ergibt sich aus „Arbeitszeit allgemein“, die für jeden See, unabhängig von seiner Größe, gleich ist und „Arbeitszeit pro Abschnitt“, die von der Größe des Sees, bzw. von der Anzahl der gebildeten Abschnitte abhängt. Die Arbeitszeit pro Arbeitsschritt ergibt sich aus

der „Arbeitszeit allgemein“ und der „Arbeitszeit pro Abschnitt“ multipliziert mit der Anzahl der Abschnitte.

Diese Kalkulation beruht auf der benötigten Bearbeitungszeit verschiedener, unterschiedlich großer Seen. Beispielhaft ist in der Tabelle 12-1 die Zeit berechnet, die für die Bearbeitung des Breiten Luzins benötigt wurde.

Durch Bearbeitung mehrerer Seen mithilfe gleicher Datensätze können sich auch kürzere durchschnittliche Bearbeitungszeiten ergeben.