

dossier oed
awa fakten

Ökomorphologie der Seeufer
Écomorphologie des rives des lacs

Praktikumsbericht / Rapport de stage
Oktober / octobre 2017

Luna Sartori

Amt für Wasser und Abfall

OED Office des eaux et des déchets

Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern

Direction des travaux publics, des transports et de l'énergie du canton de Berne

Titelbild : Thunersee bei Gwatt Foto: Vinzenz Maurer

Vorwort / *Avant-propos*

In diesen Bericht wird die Kartierung der Seeufer des Kantons Bern dokumentiert. Er bildet eine Hilfe für den zukünftigen Benutzer der Methode. Ein Teil der Arbeitsschritte basiert auf der Interpretation der Arbeitsgruppe im Kanton Bern und ist nicht als obligatorisches Vorgehen zu betrachten.

Für weitere Informationen oder Fragen, wenden sie sich an Herrn Vinzenz Maurer oder Herrn Markus Zeh (GBL) (vinzenz.maurer@bve.be.ch, markus.zeh@bve.be.ch).

Ce rapport documente la cartographie des rives des lacs du canton de Berne. Il représente une aide pour les utilisateurs futurs de la méthode. Une partie des étapes découle de l'interprétation du groupe de travail du canton de Berne et n'est en aucun cas une démarche obligatoire.

Pour de plus amples informations ou questions, veuillez vous adresser à M. Vinzenz Maurer ou M. Markus Zeh (GBL) (vinzenz.maurer@bve.be.ch, markus.zeh@bve.be.ch).

	INHALT	*TABLE DES MATIÈRES*	SEITE / *PAGE*
1.	**Einleitung**	***Introduction***	**1**
2.	**Seeauswahl**	***Choix des lacs***	**2**
3.	**Methode**	***Méthode***	**3**
4.	**Aufbau im GIS**	***Structure dans le SIG***	**4**
5.	**Bemerkungen und Ergänzungen zur Methode**	***Remarques et compléments à la méthode***	**7**
5.1	Aufbau der Uferlinie	*Tracé de la ligne de rive*	7
5.2	Erfassung der Attribute	*Saisie des attributs*	11
B01	Verbauung der Uferlinie	*Aménagement de la ligne de rive*	11
B02	Fliessgewässeranbindung	*Connexion avec un cours d'eau*	12
B03	Wellenexposition	*Exposition aux vagues*	12
C01	Siedlung, Gewerbe, Industrie im Uferstreifen	*Habitation, artisanat et industrie dans la bande riveraine*	12
C02	Freizeitnutzung im Uferstreifen	*Activités de loisirs dans la bande riveraine*	12
-	Bemerkung C01-C02	*Remarque C01-C02*	13
C03	Verkehrswege und -flächen im Uferstreifen	*Voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine*	13
C04	Land- und forstwirtschaftliche Nutzung im Uferstreifen	*Exploitation agricole ou sylvicole dans la bande riveraine*	13
C05	Fliessgewässerverbauung im Uferstreifen	*Aménagement de cours d'eau dans la bande riveraine*	13
C06	Ufersaumvegetation	*Végétation riveraine*	13
C07	Ufertyp	*Type de rive*	14
C08	Ufertypische Vegetation	*Végétation typique des rives*	14
D01	Nutzung im Hinterlandstreifen	*Utilisation de la bande de l'arrière-rive*	14
D02	Hinterland- Übergangsvegetation	*Végétation de transition dans la bande de l'arrière-rive*	14
E01	Sohlenveränderungen in der FWZ	*Modifications du fond du lac dans la zone littorale*	14
E02	Anlagen & Strukturen in der FWZ	*Structures et installations dans la zone littorale*	14
E03	Ausdehnung der FWZ	*Étendue de la zone littorale*	15
E04	Emerse Vegetation der FWZ	*Végétation émergente de la zone littorale*	15
6.	**Resultate**	***Résultats***	**16**
6.1	Vergleich der Uferlinien am Bielersee - Testkartierung (alt) und definitive Kartierung	*Comparaison des lignes de rive du lac de Bienne - Cartographie test (alt) et définitive*	16
6.2	Ökomorphologisches Zustand der Seen	*État écomorphologique des lacs*	19
6.3	Ökomorphologie vs Ufertyp	*Écomophologie vs type de rive*	21
6.4	Nutzung im Uferstreifen	*Utilisation dans la bande riveraine*	22

	INHALT	*TABLE DES MATIÈRES*	SEITE / *PAGE*
7.	**Fazit / Ausblick**	***Conclusion / Perspectives***	**26**
8.	**Danksagung**	***Remerciements***	**27**
9.	**Literatur**	***Bibliographie***	**28**
10.	**Anhang**	***Annexe***	**29**
10.1	Seeauswahl	*Choix des lacs*	29
10.2	Technisches GIS-Vorgehen	*Marche à suivre technique dans le SIG*	30
10.3	Liste der Grundlagen	*Liste des données de base*	31
10.4	Zusätzliche Grafiken	*Graphiques complémentaires*	32
10.5	Verzeichnis der GIS Dateien	*Annuaire des données SIG*	38
10.6	Karten: Ökomorphologie der Seen	*Cartes: écomorphologie des lacs*	39

Liste der Abbildungen und Tabellen / *Liste des figures et tableaux*

Abb. / *Fig.* 1		**S. / *p.***
Anwendungsgebiet der Methode zur Beurteilung der Seeufer	*Champ d'application de la méthode d'appréciation des rives des lacs*	1
Abb. / *Fig.* 2		
Kriterien für die Seeauswahl und Methoden für die Kartierung der Seeufer	*Critères de choix des lacs et méthodes de cartographie des rives*	2
Tabelle / Tableau 1		
Liste der ausgewählten Seen	*Liste des lacs sélectionnés*	3
Abb. / *Fig.* 3		
Erstellung der GIS-Projekte	*Construction du projet SIG*	4
Abb. / *Fig.* 4		
Schritte des Aufbaus der Uferlinie	*Étapes de la construction de la ligne de rive*	5
Abb. / *Fig.* 5		
Aufbau des Inhaltverzeichnisses im GIS	*Structure de la table des matières dans le SIG*	6
Abb. / *Fig.* 6		
Grafische Darstellung des Zielerreichungsgrades	*Représentation graphique du degré de réalisation des objectifs*	6
Abb. / *Fig.* 7		
Grafische Darstellung der in der Testkartierung und der definitiven Kartierung erhaltenen Ökomorphologie der Seeufer des Bielersees (mit und ohne St. Petersinsel)	Représentation graphique de l'écomorphologie (ZEG) des rives du lac de Bienne, obtenue par la cartographie test (alt) et la cartographie définitive (avec et sans Île St-Pierre)	17
Abb. / *Fig.* 8		
Grafische Darstellung des Natürlichkeitsgrades der Bielerseeufer für die Testkartierung und die definitive Kartierung	*Représentation graphique du niveau de naturalité des rives du lac de Bienne, obtenue par la cartographie test (alt) et la cartographie définitive*	18
Abb. / *Fig.* 9		
Grafische Darstellung der Qualitätsklassen der Seen	*Représentation graphique des classes de qualités des lacs*	19
Abb. / *Fig.* 10		
Beziehung zwischen Ökomorphologie und Ufertyp der drei grossen Seen	*Relation entre l'écomorphologie et le type de rive des trois grands lacs*	21
Abb. / *Fig.* 11		
Nutzung der Uferstreifen des Bielersees	*Utilisation de la bande riveraine du lac de Bienne*	23
Abb. / *Fig.* 12		
Nutzung der Uferstreifen des Thunersees	*Utilisation de la bande riveraine du lac de Thoune*	24
Abb. / *Fig.* 13		
Nutzung der Uferstreifen des Brienzersees	*Utilisation de la bande riveraine du lac de Brienz*	25

Liste der Abkürzungen / *Liste des abréviations*

AWA / OED	Amt für Wasser und Abfall	Office des eaux et des déchets
BAFU/ OFEV	Bundesamt für Umwelt	Office fédéral de l'environnement
FWZ	Fachwasserzone	Zone littorale
GDB	Geodatabase	Base de données
GIS / SIG	Geographisches Informationssystem	Système d'information géographique
GSchG / LEaux	Gewässerschutzgesetz	Loi fédérale sur la protection des eaux
GSchV / OEaux	Gewässerschutzverordnung	Ordonnance sur la protection des eaux
kSeen	Kleinseen (*MSK* Methode)	Petits lacs (Méthode SMG)
MSK / SMG	Modulstufen-Konzept	Système modulaire gradué
pSeen	Pauschal-Seen (Methode *kompakt*)	Lacs *kompakt*
TLM / MTP	Topographisches Landschaftsmodell	Modèle topographique du paysage
ZEG	Zielerreichnungsgrad	Degré de réalisation des objectifs

1. EINLEITUNG / *INTRODUCTION*

Infolge der Änderung des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) und der Gewässerschutzverordnung (GSchV) im Jahr 2011 sind alle Kantone verpflichtet, Projekte zur Revitalisierung der Gewässer zu planen und umzusetzen.

Nach der Erfassung der Ökomorphologie der Fliessgewässer (bis 2014) müssen die Seen untersucht werden. Gemäss der vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) entwickelten Methode wird als erster Schritt der Uferzustand eines Sees im GIS aufgenommen. Die Beurteilung des Natürlichkeitsgrades erfolgt ebenfalls mit dieser Methode. Sie ist Teil des Gesamtkonzeptes für die Untersuchung und Beurteilung der Seen in der Schweiz (Schlosser et al. 2013).

Das Anwendungsgebiet besteht aus drei Streifen (Abbildung 1): Hinterlandstreifen (15-50 m), Uferstreifen (0-15 m) und Flachwasserzone (bis in eine Tiefe von 4 m). Im Rahmen eines Praktikums von sieben Monaten wurden für eine Auswahl von Seen im Kanton Bern 17 Attribute erfasst, die mit diesen drei Streifen und der Uferlinie verbunden sind.

À la suite de la modification de la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) et de l'application de l'ordonnance (OEaux) en 2011, tous les cantons sont tenus de planifier et d'appliquer des projets visant à la revitalisation des eaux.

Après la saisie de l'écomorphologie des rives des cours d'eau (délai en 2014), c'est au tour des lacs d'être examinés. La première étape consiste en la cartographie de l'état de naturalité des rives dans un système d'information géographique (SIG) selon une méthode mise en place par l'office fédéral de l'environnement (OFEV). Cette méthode fait partie intégrante du Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse (Schlosser et al. 2013).

La zone d'application est découpée en trois bandes (Figure 1) : bande de l'arrière rive (15-50 m), bande riveraine (0-15 m) et zone littorale (jusqu'à une profondeur de 4 m). Dans le cadre d'un stage de sept mois, 17 attributs liés à ces trois bandes ainsi qu'à la ligne de rive ont été saisis sur une sélection de lacs du canton de Berne.

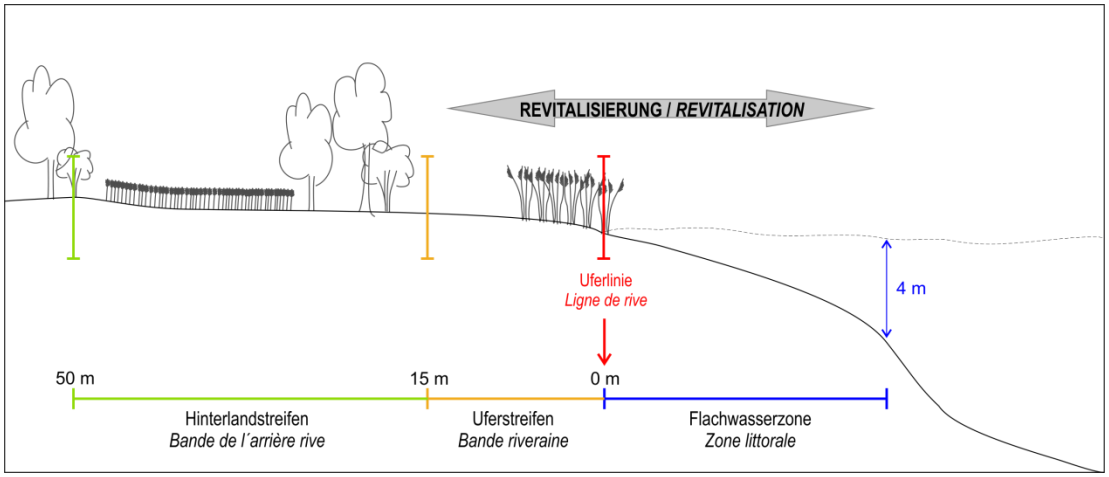


Abbildung 1 : Untersuchungsperimeter beinhaltet den Hinterlandstreifen, den Uferstreifen, die Uferlinie und die Flachwasserzone. Verändert nach Haertel-Borer und Thomas (2016).

Figure 1 : Périmètre d'étude comprenant la bande de l'arrière-rive, la bande riveraine, la ligne de rive et la zone littorale. Modifié d'après Haertel-Borer and Thomas (2016).

2. SEEAUSWAHL / *CHOIX DES LACS*

Die Auswahl der Seen folgte zwei Kriterien. Die Seen mit einer Fläche von mindestens 5 ha und ohne starke Pegelschwankungen sollen in die Revitalisierungsplanung integriert werden (Abbildung 2, Tabelle 1). Weitere sinnvolle Seen, die diese Bedingungen nicht unbedingt erfüllen, können trotzdem erfasst werden.

Spezielle Wünsche von Fachstellen des Kantons Bern (Fischereiinspektorat, Tiefbauamt, Abteilung Naturförderung) wurden in die Seeauswahl einbezogen.

Der Bielersee und das Burgseeli wurden vom BAFU schon als Pilotprojekt für die Erstellung der Methode kartiert. Um die Vergleichbarkeit mit den übrigen Berner Seen zu gewährleisten, wurden sie trotzdem neu kartiert. Der Inkwilersee und der Burgäschisee, teilweise im Kanton Solothurn, wurden als Ganzes vom Kanton Bern kartiert. Wie mit dem bernischen Teil des Neuenburgersees verfahren wird, ist noch nicht beschlossen.

Le choix des lacs s'est fait selon deux critères. Les lacs d'une surface minimale de 5 ha et ne présentant pas de variation importante du niveau d'eau doivent être compris dans la planification des revitalisations (Figure 2, Tableau 1). D'autres lacs ne présentant pas forcément ces critères mais ayant un intérêt particulier peuvent par ailleurs être intégrés.

Les souhaits des services particuliers du canton de Berne (Inspection de la pêche, Office des ponts et chaussées, Service de la promotion de la nature) ont été pris en compte dans le choix des lacs.

Le lac de Bienne ainsi que le Burgseeli ayant fait partie du projet pilote pour la mise en place de la méthode, ils avaient déjà été cartographiés par l'OFEV. Par soucis de comparaison avec les autres lacs du canton de Berne, la saisie a tout de même été refaite complètement. Les Lacs d'Inkwil et de Burgäschi, en partie soleurois, ont été cartographiés en entier par le canton de Berne. Aucune décision n'a encore été prise concernant la cartographie de la partie bernoise du lac de Neuchâtel.

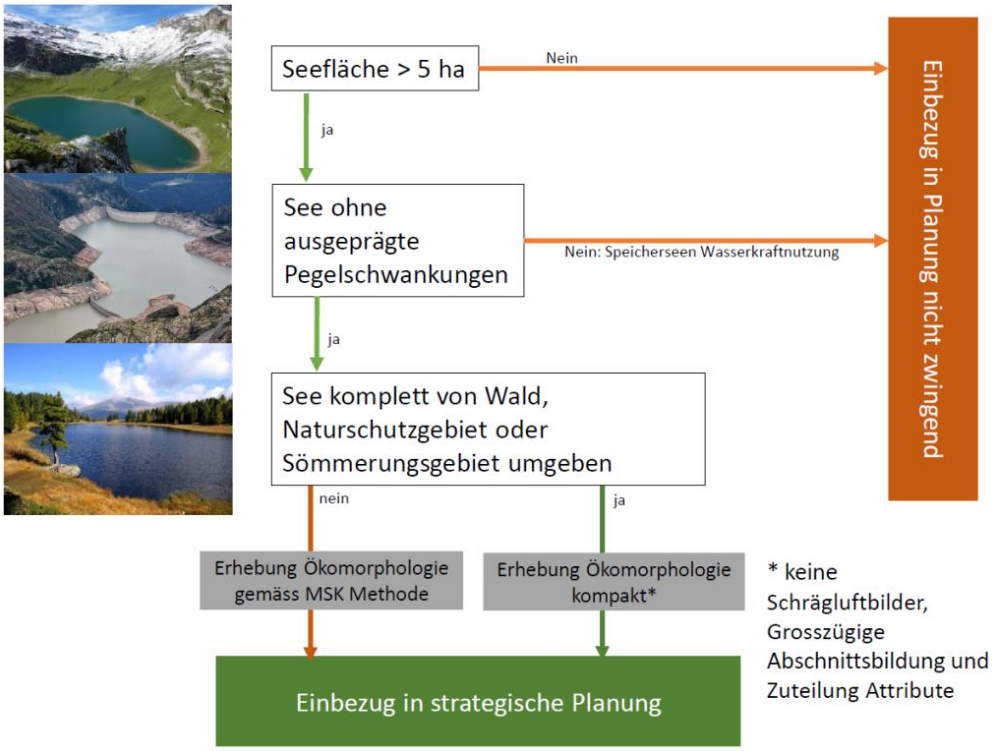


Abbildung 2 : Kriterien für die Seeauswahl und Methoden für die Kartierung der Seeufer (BAFU 2017, provisorisch: Revitalisierung Seeufer - Strategische Planung).

Figure 2 : Critères de choix des lacs et méthodes de cartographie des rives (OFEV 2017, provisoire : Revitalisierung Seeufer - Strategische Planung).

Tabelle 1 : Liste der ausgewählten Seen. *MSK* = Modulstufen-Konzept, *Kompakt* = Pauschal-Seen.

Tableau 1 : Liste des lacs sélectionnés. SMG = Système modulaire gradué, Kompakt = Pauschal-Seen

Nr.	Seen	SeeID	Uferlänge (m)	Uferlänge (km)	Fläche (m2)	Methode
N°	Lacs	SeeID	Longueur de rive (m)	Longueur de rives (km)	Surface (m2)	Méthode
1	Bielersee	BIE	49'903	49.9	39'409'348	MSK/SMG
3	Thunersee	THU	48'610	48.6	47'690'100	MSK/SMG
4	Brienzersee	BRZ	35'430	35.4	29'718'414	MSK/SMG
5	Inkwilersee	INK	1'341	1.3	101'645	MSK/SMG
6	Burgaeschisee	BAE	1'871	1.9	206'479	MSK/SMG
7	Moossee	MOG	2'899	2.9	303'510	MSK/SMG
8	Lobsingensee	LOB	599	0.6	17'342	MSK/SMG
9	Gerzensee	GER	2'838	2.8	251'612	MSK/SMG
10	Dittligsee	DIT	1'123	1.1	60'192	MSK/SMG
11	Uebeschisee	UEB	1'422	1.4	142'058	MSK/SMG
12	Amsoldingsee	AMS	3'153	3.2	380'726	MSK/SMG
13	Lenkerseeli	LEN	771	0.8	25'630	MSK/SMG
14	Burgseeli	BUR	949	0.9	52'508	MSK/SMG
15	Hinterstockensee	HAST	1'301	1.3	82'238	MSK/SMG
16	Bachsee	BAA	1'324	1.3	80'276	KOMPAKT
17	Bachsee unterer	BAU	768	0.8	17'398	KOMPAKT
18	Baggerseeli	BAB	413	0.4	10'692	KOMPAKT
19	Torfsee	BLT	765	0.8	35'599	KOMPAKT
20	Baggersee	BME	1'180	1.2	63'872	KOMPAKT
21	Engstlensee	ENG	3'330	3.3	459'465	KOMPAKT
22	Iffigsee	IFF	1'380	1.4	101'957	KOMPAKT
23	Lauenensee	LAG	1'545	1.5	87'828	KOMPAKT
24	Lauenensee kleiner	LAK	407	0.4	12'703	KOMPAKT
25	Chli Moossee	MOK	467	0.5	17'080	KOMPAKT
26	Oeschinensee	OES	5'180	5.2	1'146'965	KOMPAKT
27	Saegistalsee	SAG	1'070	1.1	72'535	KOMPAKT
28	Seebergsee	SEE	934	0.9	57'552	KOMPAKT
29	Steinsee	STE	1'315	1.3	116'426	KOMPAKT
30	Taelliseeli 1	TAL	1'370	1.4	68'391	KOMPAKT
31	Taelliseeli 2	TLL	317	0.3	7'420	KOMPAKT
32	Saengeliweiher	SAW	468	0.5	11'120	KOMPAKT
		BE Gesamt	**174'438**	**174.4**	**120'809'081**	

3. METHODE / MÉTHODE

Die Kartierung der Seeufer wurde nach den vom BAFU veröffentlichten "*Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Seen - Modul: Ökomorphologie Seeufer*" durchgeführt (Niederberger et al. 2016). Die Methode basiert auf Orthofotos und Schrägluftbildern (*MSK* Methode). Feldarbeit ist nicht notwendig. Für Präzisierungen und bei Unklarheiten wurden aber einzelne Stellen vor Ort angeschaut. Falls Kleinseen sich im Wald, in einem Naturschutzgebiet oder im Sömmerungsgebiet befinden, kann eine zweite, vereinfachte und

La cartographie des rives des lacs a été réalisée selon les "*Méthodes d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse*", publiées par l'OFEV (Niederberger et al. 2016). La méthode se base sur l'orthophoto et sur les images en vue oblique de la rive (méthode SMG). Le travail de terrain n'est pas nécessaire, mais des déplacements ont tout de même été effectués lors d'incertitudes ou pour obtenir quelques précisions. Si certains lacs se trouvent en forêt, dans une réserve naturelle ou une zone d'estivage, une deuxième méthode simplifiée et plus grossière, ne

gröbere Erfassungsmöglichkeit ohne Nutzung von Schrägluftbildern benutzt werden (Methode *kompakt* oder "Pauschal"; Abbildung 2).

Im Kanton Bern wurden 14 Seen mit der *MSK* Methode (kSeen) und 17 Seen mit der Methode *kompakt* (pSeen) erfassen (Tabelle 1, Anhang 1).

Die Schrägluftbilder der Seeufer wurden mit Helikopter oder Drohne aufgenommen. Sie wurden vor dem Austreiben der Vegetation gemacht, das heisst im Frühling nach den Schneefällen und vor dem Blattwachstum. Das aktuellste Orthobild SwissImage (Swisstopo 2016) wurde benutzt.

nécessitant pas d'images en vue oblique, peut être utilisée (méthode *kompakt* ou "Pauschal"; Figure 2).

Dans le canton de Berne, 14 lacs ont été cartographiés selon la méthode *SMG* (kSeen) et 17 selon la méthode *kompakt* (pSeen; Tableau 1, Annexe 1).

Les images en vue oblique de la rive ont été prises par hélicoptère et par drone, durant la période de végétation peu active, c'est-à-dire après les chutes de neige et avant la croissance des feuilles au printemps. L'orthophoto SwissImage (Swisstopo 2016) la plus récente a par ailleurs été utilisée.

4. AUFBAU IM GIS / *STRUCTURE DANS LE SIG*

Die Kartierung der Seeufer wurde mit ArcMap 10.3.1 durchgeführt.

Das Tool für die Erfassung der Attribute haben wir vom BAFU erhalten und ein wenig an die IT des Kantons Bern anpassen müssen. Die drei folgenden Punkte wurden angepasst:

- Installation von ArcGIS 10.3.1 auf dem Computer, aufgrund fehlender Kompatibilität mit älteren Versionen.
- Anpassung des Quellencodes (AWA, GIS-Fachstelle)
- Das Modell der Geodatabase template.gdb wurde auf das neue schweizerische Koordinatensystem (CH1903+/LV95) umgestellt und in templateKtBE.gdb umbenannt.

Ein Dokument (mxd) und eine Geodatabase (GDB) wurden pro *MSK*-See ergestellt. Alle *kompakt*-Seen wurden zusammengefasst. Für die Auswertung wurden alle 11 *MSK*-Kleinseen in ein Dokument zusammengefasst (Abbildung 3).

La cartographie des rives des lacs a été réalisée dans ArcMap 10.3.1.

L'outil pour la saisie des attributs, obtenu de l'OFEV, a été légèrement adapté au système informatique du canton de Berne. Les trois points suivants ont été adaptés:

- Installation de la version 10.3.1 d'ArcMap par manque de compatibilité de l'outil avec une version plus ancienne.
- Modification du code source (OED, service spécialisé SIG)
- Le nouveau système de coordonnées suisse (CH1903+/LV95) a été appliqué à la base de données géographiques modèle template.gdb, par la suite renommée en templateKtBE.gdb.

Un document (mxd) et une base de données géographiques (gdb) ont été créés par lac *MSK*. Tous les lacs *kompakt* ont été regroupés dans le même document. Les 11 petits lacs *MSK* ont par ailleurs été regroupés ultérieurement pour l'évaluation (Figure 3).



Abbildung 3 : Erstellung der GIS-Projekte. kSeen = Kleinseen, pSeen = Pauschal-Seen (Methode *Kompakt*).
Figure 3 : Construction du projet SIG. kSeen = petits lacs, pSeen = lacs saisis de manière globale (méthode kompakt)

Die Erstellung der Uferlinie kann in mehrere Schritte unterteilt werden (Abbildung 4).

1. Zeichnung der Linie (Kleinseen) oder

La création de la ligne de rive peut être séparée en plusieurs étapes (Figure 4)

1. Esquisse de la ligne (petits lacs) ou

Vereinfachung der offiziellen Linie *Gemeindegrenzen* (Grosse Seen). Der Anfang (Nullpunkt) wurde am Rand des Haupt-Abflusses oder eines Zuflusses bei abflusslosen Seen gesetzt und dann im Uhrzeigersinn aufgebaut.

2. Einfügung der Felder *ID_Uferlinie* (Short Integer), *Von* und *Bis* (Double) und *Bemerkungen* (Text) zur Attributtabelle für Zwischenschritte im Punkt 3.
3. Konvertierung der Uferlinie in ein lineares Feature mit dem Tool *Routen erstellen* (*Lineare Referenzierung*).
4. Verbindung der Tabelle der erstellten Linie *Linie_See* zur Tabelle *Uferlinie* (in TemplateKtBE.gdb) mit dem Tool *Anhängen*. Das Routenidentifizierungsfeld muss als *ID_Uferlinie* angegeben sein (*Eigenschaften - Route*).

Ein weiterer Schritt ist nötig wenn die erstellte Uferlinie ein Polygon ist (Polygon -> Linie).

simplification de la ligne officielle *Limites communales* (grands lacs). Le début (point 0) a été fixé au bord de l'effluent principal, ou lors de l'absence de ce dernier d'un affluent, et construit dans le sens des aiguilles d'une montre.

2. Ajout des quatre champs *ID_Uferlinie* (short integer), *Von* et *Bis* (double) et *Bemerkungen* (texte) à la table attributaire pour des étapes intermédiaires du point 3.
3. Conversion de la ligne de rive en entité linéaire à l'aide de l'outil *create route (Linear Referencing*).
4. Jointure de la table de la ligne *Linie_See* créée avec l'élément *Uferlinie* (dans TemplateKtBE.gdb) avec l'outil *Append*. *ID_Uferlinie* doit être spécifié dans le champ d'identifiant de l'itinéraire (*properties - routes*).

Une étape supplémentaire est nécessaire dans le cas où la ligne de rive créée est un polygone (polygone -> ligne).

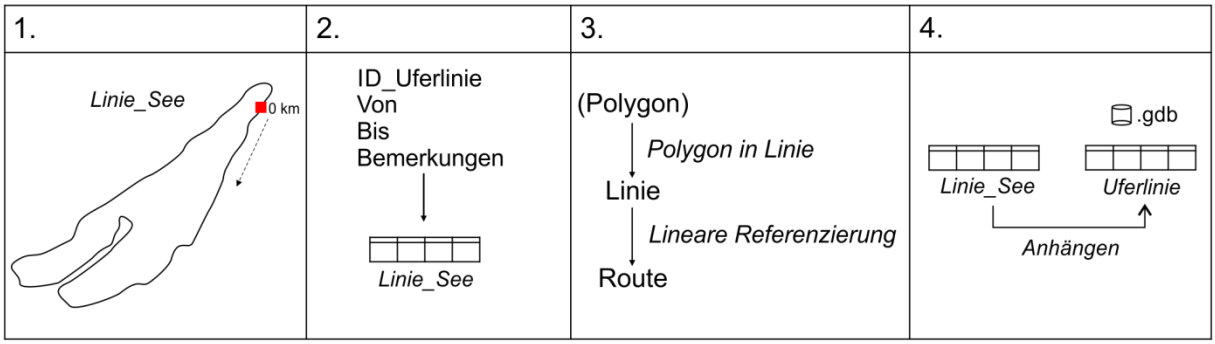


Abbildung 4 : Schritte zum Aufbau der Uferlinie.
Figure 4 : Étapes de la construction de la ligne de rive.

Zu jedem Attribut gehört eine Tabelle in der Geodatabase. Die entsprechenden *.lyr files* müssen ins .mxd-file geschoben und dann mit der Tabelle verknüpfen werden. Dieser Schritt musste bei uns manuell gemacht werden, da der Weg zum Ordner nicht automatisch erkannt wurde (Anhang 2).

Die Erfassung der Attribute erfolgt mit dem Orthobild (im GIS) und brauchte oft die Schrägluftbilder daneben. Weitere Grundlagen können auch als Hilfe benutzt werden (Anhang 3). Zusätzlich sind die Hilfslinien wichtig, um die verschiedenen Räume zu definieren. Das *Inhaltsverzeichnis* im GIS sieht schliesslich wie in Abbildung 5 aus. Ein Teil der benutzten Grundlagen sind kantonsspezifisch. Andere haben eher hinweisenden Charakter.

Une table correspond à chaque attribut dans la base de données géographiques. Les *fichiers .lyr* correspondants doivent être glissés dans le document mxd et liés aux tables. Cette étape a été réalisée manuellement, la reconnaissance du chemin ne se faisant pas automatiquement (Annexe 2).

La saisie des attributs se fait sur l'orthophoto (dans le SIG) et nécessite souvent les images en vue oblique à côté. Plusieurs autres données de base peuvent être utilisées à titre d'aide (Annexe 3). De plus, les lignes auxiliaires sont importantes pour la définition des différents espaces. La *table des matières* dans ArcMap a finalement la structure présentée dans la Figure 5. Une partie des données de base utilisées sont spécifiques au canton de Berne et sont

Während der Erfassung müssen Lücken und Überlappungen unbedingt durch Kontrolle der Werte "Von" und "Bis" (Dezimalstelle) vermieden werden. Die Benutzung und eine gute Einstellung des *Snapping Tools* wird dringend empfohlen.

Der Zielerreichnungsgrad bzw. der Zustand des Ufers jedes Sees wurde schliesslich berechnet und als vier Linien auf der Karte dargestellt (Hinterlandstreifen, Uferstreifen, Uferlinie und FWZ; Abbildung 6).

montrées à titre indicatif.

Durant la saisie, une attention particulière devra être portée aux valeurs "Von" et "Bis" (décimales), les vides et les chevauchements devant absolument être évités. L'utilisation et le bon réglage du *Snapping* est fortement recommandé.

Le degré de réalisation des objectifs est finalement calculé pour tous les lacs et représenté graphiquement en quatre lignes (bande de l'arrière rive, bande riveraine, ligne de rive et FWZ ; Figure 6).



Abbildung 5 : Aufbau des Inhaltverzeichnisses im GIS.

Figure 5 : Structure de la table des matières dans le SIG.

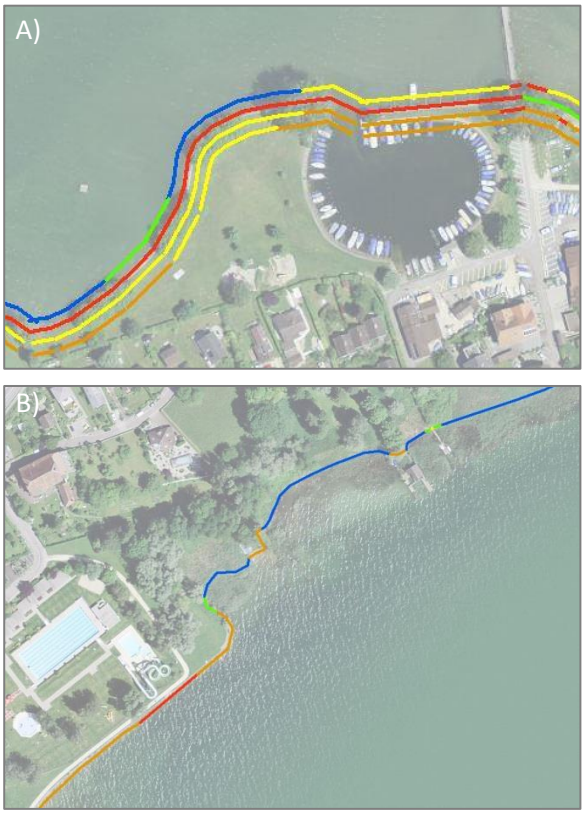


Abbildung 6: Grafische Darstellung des Zielerreichungs-grades (Bielersee). A) Hinterlandstreifen, Uferstreifen, Uferlinie und FWZ. B) Ökomorphologie.

Figure 6 : Représentation graphique du degré de réalisation des objectifs (lac de Bienne). A) Bande de l'arrière-rive, bande riveraine, ligne de rive et zone littorale. B) Écomorphologie.

5. Bemerkungen und Ergänzungen zur Methode/ Remarques et compléments à la méthode

Dieser Teil ist zu Informationszwecken angegeben oder als Hilfe, aber stellt in keinem Fall ein obligatorisches oder unveränderliches Vorgehen dar.

Cette partie est donnée à titre informatif ou comme aide en cas de difficultés, mais ne représente en aucun cas une marche à suivre obligatoire ou immuable.

5.1 Aufbau der Uferlinie / *Tracé de la ligne de rive*

Die Uferlinie wurde nicht direkt aus offiziellen Daten wie *Ufer und Inseln von stehenden Gewässern* (TLM) oder *Gemeindegrenzen* (für grosse Seen) herausgezogen, da diese auch um alle Hafenmolen und Gebäude herumführen und damit zu komplex sind. Die Uferlinie entspricht damit einer begradigten Linie, die eine ideale Grundlage für die Kartierung und die Darstellung bildet (Verweis auf Kap. 6.1).

Die Uferlinie entspricht nicht immer dem Wasserspiegel. Während der Erfassung müssen einige Attribute extrapoliert werden wegen der Position der Uferlinie.

Einige Schwierigkeiten bei der Linienführung und bei der Attribut-Erfassung werden im folgenden vorgestellt :

La ligne de rive n'a pas été directement extraite de données officielles telles que *Rives et les îles des eaux stagnantes* (TLM) ou *Limites communales* (pour les grands lacs), ces dernières traçant le contour de chaque quai et bâtiment et étant de ce fait trop complexes. La ligne de rive correspond ainsi à une ligne rectifiée, qui représente une base idéale pour la cartographie et la représentation graphique (cf. chapitre 6.1).

La ligne de rive ne correspond pas forcément au niveau d'eau. Certains attributs doivent par ailleurs être extrapolés lors de la saisie à cause de la position de la ligne de rive.

Quelques difficultés fréquemment rencontrées, concernant le tracé de la ligne, ainsi que les modalités d'attribut, sont présentées ci-après:

Mündungen / *embouchure*

Komplexe Mündungsvorstreckung mit Anwesenheit von Bootshäusern und Schilf	*Prolongation de l'embouchure avec présence de hangars à bateaux et roseaux*
 Aaremündung in den Thunersee	**Lösung / *Solution* :** Mündungsvorstreckung als Verbauung in der FWZ / *Prolongation de l'embouchure considérée comme construction dans la zone littorale* **Hilfreiche Attributausprägungen /*Modalités utiles* :** C05.04: Fliessgewässer verbaut (E01.04): Ausbaggerungen E02.0503: Anlagen/Bauwerke zur Mündungsvorstreckung Andere Besonderheiten werden wie gewohnt erfasst / *Les autres particularités sont saisie comme d'habitude.*

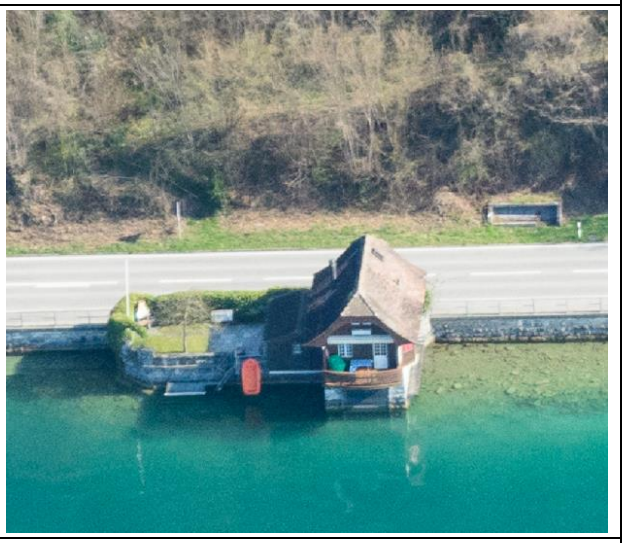
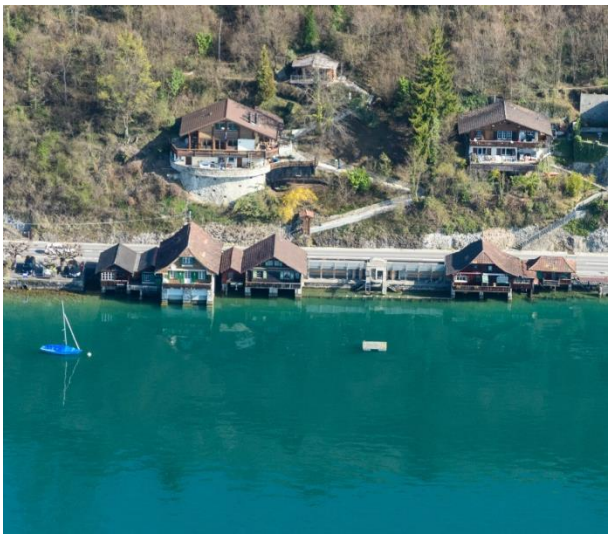
Hafenanlagen / *installations portuaires*

Hafenanlagen im Uferstreifen	*Installations portuaires dans la zone riveraine*
	**Lösung / *Solution* :** Gerade Linienführung und Hafenanlagen im Uferstreifen erfasst / *Tracé droit de la ligne et saisie de l'installation portuaire dans la zone riveraine* **Hilfreiche Attributausprägungen /*Modalités utiles* :** C01.0701: Hafengebäude/Gebäudeinfrastruktur Hafen C02.0405: Hafenanlage D01.0403: Hafenanlage E01.0601: Ausbaggerung Hafeneinfahrt E02.0501: Anlegesteg/Schiffsbrücke
Hafenanlagen im Uferbereich	*Installations portuaires sur la zone de berges*
	**Lösung / *Solution* :** Wenn nicht zu viele Ecken in die Linienführung eingeführt werden, wird der Hafen in der FWZ erfasst / *Si le tracé de la ligne n'introduit pas trop de coins, l'installation portuaire est saisie dans la zone littorale.* **Hilfreiche Attributausprägungen /*Modalités utiles* :** E01.03: Leichte Störungen E02.0404: Geschlossene Hafenanlage (ink. Molen)

Anlegesteg / *débarcadère*

Anlegestege mit Installationen (Büfett, Promenade usw.) in der FWZ	*Débarcadères avec installations (buvette, quai et promenade etc.) dans la zone littorale*
	**Lösung / *Solution* :** Gerade Linienführung und ganzer Anlegesteg mit Installationen in der FWZ erfasst / *Tracé droit de la ligne et saisie du débarcadère et des installations dans la zone littorale.* **Hilfreiche Attributausprägungen /*Modalités utiles* :** E02.0501: Anlegesteg/Schiffsbrücke

Bootshaus / *hangar à bateaux*

Linienführung der Uferlinie und Wahl der Ausprägungen für Bootshäuser	*Tracé de la ligne de rive et choix des attributs pour les hangars à bateaux*
	**Lösung / *Solution*:** Minimierung der Ecken / *Minimisation des coins* **Hilfreiche Attributausprägungen /*Modalités utiles* :** <u>Bootshaus mit Wohnung</u> (meistens privat) **C01.0501: Lückige Wohnsiedlung/Wohnanlage/Weiler** (C02.0404): Land-Bootsliegeplatz, mit permanenter Infrastruktur. E02.0410: Bootshaus / Bootsunterstand / Bootsliegeplatz <u>Bootshaus ohne Wohnung</u> **C01.0302: Bootshaus landseitig** C02.0404: Land-Bootsliegeplatz, mit permanenter Infrastruktur. E02.0410: Bootshaus / Bootsunterstand / Bootsliegeplatz
	
	

Schilf / *roseaux*

Linienführung im Schilf (Wasserschilf/Landschilf)	*Tracé de la ligne de rive dans les roseaux (roseaux aquatiques/terrestres)*
 St. Petersinsel (Bielersee)	**Lösung / *Solution* :** Farbige und strukturelle Unterscheidung / *Distinction structurelle et de couleur.*

5.2 Erfassung der Attribute / *Saisie des attributs*

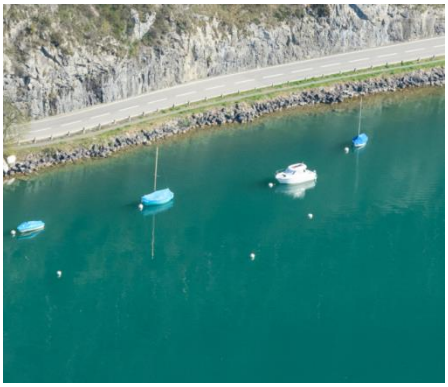
Die Interpretation der Attribute kann zwischen Personen mit verschiedenen Erfahrungen und Ausbildungen variieren. Deswegen präzisiere ich hier alle Attribute mit den Schwierigkeiten, mit welchen wir konfrontiert wurden.

L'interprétation des attributs peut varier entre les personnes d'expérience ou de formations différentes. C'est pourquoi je détaille ici tous les attributs, avec les difficultés que nous avons rencontrés.

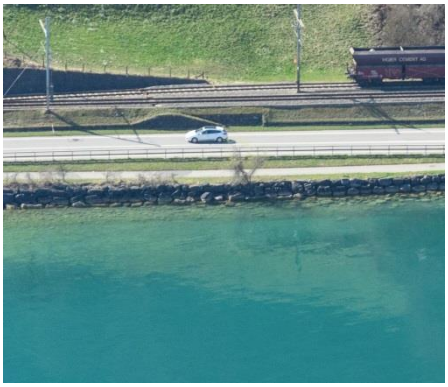
B01 Verbauung der Uferlinie / *Aménagement de la ligne de rive*	
Dieses Attribut ist eines der wichtigsten. Die meisten Probleme verursachen unsichtbare Uferlinieabschnitte (verbaut/unverbaut) und die Unterscheidung zwischen Mauer, Blockwurf und Blocksatz (B01.0502/0401/0507). Die Erfassung braucht mehr Zeit als die meisten anderen Attribute (ausser E01 und E02) und generiert viele kleine Abschnitte.	Cet attribut est un des plus importants. Les problèmes récurrents sont la ligne de rive non visible (construit/non construit) et la différentiation entre mur de rive, enrochement et enrochement jointoyé (B01.0502/0401/0507). La saisie prend plus de temps que pour la plupart des autres attributs (outre E01 et E02) et génère de nombreux petits segments.

Illustration des Unterschiedes zwischen Blockwurf, Ufermauer unverfugt, geteerte Uferböschung, Ufermauer, Gebäudefundament und Blocksatz (auch Blockwurf vor einer Mauer).

Illustration de la différence entre enrochement (B01.0401), mur de rive non jointoyé (B01.0404), talus de rive goudronné (B01.0501), mur de rive (B01.0502), fondations d'un bâtiment (B01.0503) et enrochement jointoyé (englobe également les enrochements devant un mur de rive; B01.0507).



B01.0401 Blockwurf (Thunersee)



B01.0404 Ufermaurer unverfugt (Thunersee)



B01.0501 geteerte Uferböschung (Bielersee)



B01.0502 Ufermauer (Thunersee)



B01.0503 Gebäudefundament (Thunersee)



B01.0507 Blocksatz (Thunersee)

Bemerkungen / *Remarques* :

Bootshäuser (landseitig/seeseitig) und Baumstämme (Uferstabilisation) wurden als undurchlässig im Attribut B01 erfasst.

Les hangars à bateaux (du côté terre ou du côté lac) et les troncs d'arbre (stabilisateur de la berge) ont été saisis dans l'attribut B01 comme "imperméable".

B02 Fliessgewässeranbindung / *Connexion avec les cours d'eau*	
Die Fliessgewässer aus der Grundlage *Swisstopo TLM Fliessgewässer* als auch die wichtigsten und sichtbaren Fliessgewässer aus der *Ökomorphologie der Fliessgewässer* wurden erfasst. Die unsichtbaren Fliessgewässer (Mündung eingedolt) und die Drainagen wurden nicht erfasst. Die Position der Mündung muss manchmal auf den Schrägluftbildern kontrolliert werden wegen Verschiebung der Linien.	Les cours d'eau des données *Swisstopo TLM Hydrographie* aussi bien que les cours d'eau importants et visibles de la couche *Écomorphologie des cours d'eau* ont été saisis. Les cours d'eau non visibles (embouchure mise sous terre) et les drainages n'ont pas été pris en compte. La position de l'embouchure n'est pas toujours correctement indiquée par la donnée vectorielle et doit être contrôlée sur l'image en vue oblique.
 Drainage (Dittligsee)	

B03 Wellenexpostion / *Exposition aux vagues*	
Als "Keine Informationen vorhanden" erfasst, da keine Daten verfügbar sind.	Saisie sous la modalité "Aucune information disponible" à cause du manque de données.

C01 Siedlung, Gewerbe, Industrie im Uferstreifen / *Habitation, artisanat et industrie dans la bande riveraine*	
Nichts Besonderes ausser Bemerkung zu C01-C02 weiter unter.	Rien de particulier mis à part la remarque ci-après C01-C02.

C02 Freizeitnutzung im Uferstreifen / *Activités de loisirs dans la bande riveraine*	
Unterscheidung zwischen intensiv und extensiv subjektiv. Permanente Infrastrukturen können verschiedene Deckung- und Abdichtungsgrade darstellen (Spielfeld, Bänke am Ufer usw.). Meistens wurde das "worst case"-Prinzip angewendet. Einbezug von Wegen als Freizeitnutzung (C02.02, vgl. *Methoden* S. 30) nur wenn es um einen besuchten Wanderweg geht, aber ohne Fahrspur (C03).	Différenciation entre intensif et extensif subjectif. Les infrastructures permanentes peuvent présenter divers degrés de couverture et d'imperméabilisation du sol (places de jeu, bancs sur la rive etc.). Le principe du "worst case" a généralement été appliqué. Prise en compte de chemins comme activité de loisir (C02.02, cf. *Méthodes* p. 30) uniquement s'il s'agit d'une voie de randonnée fréquentée, type sentier, et non une voie de circulation (C03)

Bemerkung /*Remarque* C01-C02	
Die feine Grenze zwischen beiden Attributen erfordert oft zusätzliche Grundlagen. Alles was Siedlung und privat ist, gehört zu C01. Alles was öffentlich ist, ist in C02 erfasst. Die Kenntnis des Ortes hilft bei der Erfassung. Privat-Häfen wurden in C01 erfasst (zusammen mit dem Haus und dem Garten). Öffentliche Häfen und private Häfen mit mehr als 4-5 Booten (je nachdem) wurden in C02 erfasst (C02.0405).	La limite fine entre ces deux attributs requiert souvent l'utilisation de données de base. Tout ce qui est privé et appartient aux habitations est saisi sous C01. Au contraire, les zones publiques sont saisies dans C02. La connaissance des lieux aide à la saisie. Les ports privés sont saisis dans C01 (avec les habitations et jardins attenants) et les ports publics, tout comme les ports privés de plus de 4-5 bateaux, (selon interprétation) dans C02 (C02.0405).

C03 Verkehrswege und -flächen im Uferstreifen / ***Voies et surfaces de circulation dans la bande riveraine***	
Unterscheidung zwischen unbefestigt und befestigt ist schwierig. Die meisten Wege sind verdichtet und mit Kies bedeckt. Wege wurden als unbefestigt erfasst, wenn Gras sichtbar war.	Distinction difficile entre non consolidé et consolidé. Une grande partie des chemins sont tassés et recouverts de gravier. Les chemins ont été décrits comme non consolidés, quand de l'herbe était encore visible.

C04 Land- und forstwirtschaftliche Nutzung im Uferstreifen / ***Exploitation agricole ou sylvicole de la bande riveraine***	
Unterscheidung zwischen intensiv und extensiv ist je nach Jahreszeit und Nutzung nicht immer leicht auf Orthofotos und Schrägluftbildern. Grundlagen wie Bodenbedeckung oder Landwirtschaftsbetrieb sind nützlich, aber nicht immer ganz korrekt. Die Pflegemassnahmen in Naturschutzgebieten (Schilf, Hecke z.B.) wurden nicht als Nutzung betrachtet.	Différenciation entre intensif et extensif pas toujours évidente sur l'orthoimage et les images en vue oblique, en fonction de la saison et de l'utilisation. Les données de bases telles que la couverture du sol ou l'exploitation agricole sont utiles, mais ne traduisent pas toujours la réalité. Les mesures d'entretien dans les réserves naturelles (roseaux, haies p.ex.) n'ont pas été considérées comme étant une utilisation agricole.

C05 Fliessgewässerverbauung im Uferstreifen / ***Aménagement de cours d'eau dans la bande riveraine***	
Mündung sind nicht immer sichtbar. Natürliche steile Ufer sind keine Aufstiegshindernisse.	Embouchure pas toujours visible. Les rives naturellement raides ne sont pas considérées comme étant un obstacle à la migration.

C06 Ufersaumvegetation / Végétation riveraine	
Ausschliesslich Einbezug der Ufervegetation, das heisst landseitiges Schilf und Ufergehölze mit weichen Holzsarten (*Salix sp., Alnus sp., Ulmus sp.* etc.*)* direkt am Ufer.	Prise en compte de la végétation riveraine typique et directement sur la berge uniquement, c'est à dire roseaux du côté terre et forêts riveraines d'essences tendres (*Salix sp., Alnus sp., Ulmus sp.* etc.*).*

C07 Ufertyp / ***Type de rive***	
Das Tool *Kontourlinie*, gestützt auf das Höhenmodell, wurde verwendet um die Isolinie "Uferlinie + 3 Meter" zu erstellen. Die Höhe der Uferlinie, die nicht unbedingt dem Wasserspiegel entspricht, wurde als *Basiskonturlinienwert* genommen. Diese Höhe kann mit dem Tool *Nach Maske extrahieren* berechnet werden, um bei der Wahl des Wertes zu helfen.	L'outil *Contour*, qui se base sur le modèle numérique de terrain, a été utilisé pour la création de l'isoligne "ligne de rive + 3 mètres". La hauteur de la ligne de rive, qui ne correspond pas forcément au niveau de l'eau, a été utilisée comme valeur de base (*base contour value).* Cette hauteur (variable) peut être calculée à l'aide de l'outil *Extract by Mask* et donner une aide au choix de la valeur finale utilisée.

C08 Ufertypische Vegetation inkl. Uferstreifen / ***Végétation typique des rives, y compris bande riveraine***	
Ufertypische (Schilf, Riedwiese, Uferwald usw.) und naturnahe (Wald ohne anthropogenen Einfluss) Vegetation, die den Übergang Wasser-Uferstreifen gewährleistet. Der ganze Uferstreifen ist betroffen. Die Vegetation, die nicht unbedingt von Gewässern beeinflusst ist aber nicht durch Nutzung überlagert ist (Wald), wurde auch berücksichtigt.	Végétation typique des rives (roseaux, prairies humides, forêt riveraine etc.) et naturelle (forêt sans influence anthropique) garantissant le passage eau-bande riveraine. Toute la bande riveraine est prise en compte. La végétation n'étant pas nécessairement sous l'influence de l'eau, mais sans interférence avec l'utilisation (forêt), a également été prise en compte.

D01 Nutzung im Hinterlandstreifen / ***Utilisation dans la bande de l'arrière-rive***	
Verwendung aller Grundlagen von C01-C04. Die Attribute "Mischnutzung" wurden benutzt, wenn die Mischung von Nutzungen wichtig war.	Utilisation des données de base de C01-C04. Les attributs "Utilisation mixte" ont été utilisés, quand le mélange d'utilisation était important.

D02 Hinterland-Übergangsvegetation / ***Végétation de transition dans la bande de l'arrière-rive***	
Die Wälder ausserhalb der Naturschutzgebiete wurden als "Gehölz" (D02.01) erfasst.	Les forêts en dehors des réserves naturelles ont été saisies en tant que "bosquet" (D02.01).

E01 Sohlenveränderungen in der Flachwasserzone / ***Modification du fond de la zone littorale***	
Sohlenveränderungen sind oft unsichtbar auf dem Orthobild. Es lohnt sich auf andere Orthobilder (google maps/map.geo.admin.ch) zu schauen. Die Jahreszeit und Auflösung sind manchmal besser. Die Unterscheidung zwischen Kiesvorschüttung standortgerecht und standortfremd ist nicht leicht ohne Kenntnisse des Ortes und der Renaturierungsmassnahmen.	Les modifications du fond ne sont souvent pas visibles sur l'orthoimage. D'autres orthoimages (google maps/map.geo.admin.ch) valent la peine d'être consultées. La saison ou la résolution sont parfois meilleures. Distinction entre remblai de gravier adapté au site et étranger au site pas évident sans connaissance du lieu et des mesures de revitalisation.

E02 Anlagen & Strukturen in der FWZ / ***Structures et installations dans la zone littorale***	
Dies ist das zweite Attribut, das viel Zeit benötigt für die Erfassung und das viele kleine Abschnitte generiert. Nahe nebeneinander liegende Stege wurden nicht immer separat erfasst, sondern in einem längeren Abschnitt zusammengefasst.	Deuxième attribut relativement long à saisir et générant de nombreux petits tronçons. Tous les appontements proches n'ont pas toujours été saisis séparément, mais plutôt avec un seul tronçon plus grand.

E03 Ausdehnung der Flachwasserzone / *Étendue de la zone littorale*	
Die farbige Basiskarte (PK25), die die Höhenlinien der Seentiefe aufweisen, wurde für Thunersee und Brienzersee benutzt. Die neue Bathymetriekarte des Bielersees und die Höhenlinien der Studie *Kleinseen im Kanton Bern* (Guthruf J. et al 1999) wurden für die Erfassung der übrigen Seen verwendet. Ein gutes Orthobild kann auch eine Hilfe sein.	Le fond de carte en couleur (PK25) présentant les courbes de niveaux de profondeur des lacs a été utilisé pour les lacs de Thoune et de Brienz. La nouvelle carte bathymétrique du lac de Bienne ainsi que les mesures de profondeur de l'étude *Petits plans d'eau du canton de Berne* (Guthruf et al. 1999) ont par ailleurs permis la saisie des lacs restants. Une bonne orthoimage peut également apporter une aide.

E04 Emerse Vegetation / *Végétation émergente*	
Ein gutes und aktuelles Orthobild hilft bei der Erfassung.	Une orthoimage actuelle et de bonne qualité aide à la saisie.

Allgemeine Bemerkungen / *Remarques générales* :

Die auf Orthofoto und Schrägluftbildern unsichtbaren Abschnitte können manchmal auf Webplattformen wie *Street-View-Bilder* angesehen werden. Diese Sonderfälle zeigen die Grenzen der Methode auf. Eine Feldarbeit ist oft empfohlen, um eine richtige Erfassung zu garantieren.

Wenn möglich, immer die aktuellsten Orthobilder benutzen und die Aktualisierung kontrollieren (Baustellen usw.).

Die Vegetation ist mit vier Attributen erfasst, von denen zwei den Uferstreifen (C06 und C08) betreffen. Vor der Erfassung ist es wichtig die Unterscheidung zu verstehen.

Les tronçons masqués ou peu visibles sur l'orthoimage ou les images en vue oblique peuvent parfois être visionnés sur des plateformes internet comme *Images Street View.* Ces cas particuliers représentent la limite de la méthode et un déplacement sur le terrain sera parfois conseillé pour une saisie correcte.

Utiliser si possible les orthophotos les plus récentes et contrôler d'éventuelles mises à jour (chantiers etc.).

La végétation est saisie séparément à l'aide de quatre attributs, desquels deux concernent la bande riveraine (C06 et C08). Avant la saisie, il est important de comprendre la distinction entre ces derniers.

6. RESULTATE / *RÉSULTATS*

In diesem Kapitel werden einige interessante Resultate graphisch dargestellt. Weitere informative Grafiken befinden sich im Anhang 4.

Ce chapitre a comme but la mise en valeur graphique de certains résultats intéressants. Des graphiques supplémentaires sont également donnés en Annexe 4, à des fins informatives.

6.1 Vergleich der Uferlinien am Bielersee - Testkartierung (alt) und definitive Kartierung / *Comparaison de la ligne de rive du lac de Bienne - Cartographie test (alt) et définitive*

Die Testkartierung, die auf einer offiziellen, eckigen Uferlinie basiert, entspricht relativ schlecht dem wirklichen Seeufergebiet. Ausser der überbewerteten Uferlänge (74'059.3 m gegen 49'902.9 m), entspricht die Linienführung dem Übergang Wasser-Land nicht gut und führt zu unterschiedlichen Auswertungen (Abbildung 7 und 8).

Die neue, definitive Kartierung wurde auf einer Linie erfasst im Vergleich zu zwei Linien bei der Testkartierung (Seeufer + St. Petersinsel). Ausserdem wurden die bekannten Fehler der Testkartierung dort nicht korrigiert.

Die Ökomorphologie des Bielersees, das heisst der Natürlichkeitsgrad des ganzen Uferbereiches entspricht zur Hälfte naturfremden und künstlichen Ufern. Insgesamt variieren diese zwei Kategorien nur wenig zwischen der Testkartierung und der definitiven Kartierung. Im Gegenteil, der Anteil von naturnahen Ufern ist grösser bei der neuen, definitiven Kartierung. Diese Besonderheit lässt sich durch die unterschiedliche Erfassung der naturnahen Ufer der St. Pertersinsel erklären. Als Teil des Naturschutzgebiets wurden die Inselufer als "naturnah" kartiert und deshalb wurde das Schilfmähen als Pflege und nicht als Nutzung betrachtet. Ausser der Wahl der Attribute, beeinflusst die Linienführung der Testkartierung die Resultate.

Um den Beitrag der naturnahen Ufer der St. Petersinsel zur gesamten Ökomorphologie zu bewerten, wurde die Auswertung auch ohne diesen Teil dargestellt (Abbildung 7). Wie zu erwarten ist, steigt damit der Anteil von künstlichen und naturfremden Ufern. Die Verteilung der Kategorien ist dann sehr ähnlich zwischen der Testkartierung und der definitiven Kartierung.

La cartographie test, qui se base sur une ligne de rive officielle et anguleuse, correspond relativement mal à la zone de rive réelle. En plus d'une surestimation de la longueur de la rive (74'059.3 m contre 49'902.9 m), le tracé de la ligne ne correspond pas à la transition eau-terre et mène à des évaluations différentes (Figure 7 et 8).

La cartographie nouvelle et définitive a été saisie sur une ligne de rive unique, contre deux (rives du lac + Île St-Pierre) pour la cartographie test. Les erreurs reportées de la cartographie test n'ont par ailleurs par été corrigées.

L'écomorphologie du lac de Bienne, c'est-à-dire le degré de naturalité de la zone de rive présente pour moitié des rives artificielles ou non naturelles. Dans l'ensemble, ces deux catégories ne varient que peu entre la cartographie test et la cartographie définitive. La proportion de rives naturelles est au contraire plus élevée dans la cartographie définitive. Cette particularité s'explique par la saisie différente des rives naturelles de l'Île St-Pierre. L'île faisant partie intégrante de la réserve naturelle, les rives ont été cartographiées comme "naturelles" et la fauche des roselières a ainsi été considérée comme entretien. Outre le choix des attributs, le tracé de la ligne de rive de la cartographie test influence aussi les résultats.

Afin de pouvoir évaluer la contribution des rives naturelles de l'île St-Pierre à l'écomorphologie, l'appréciation sans cette partie a également été représentée (Figure 7). La proportion de rives artificielles et non naturelles augmente ainsi sans surprise. La distribution des différentes catégories est alors très semblable entre la cartographie test et la cartographie définitive.

La dissociation de l'évaluation en quatre zones

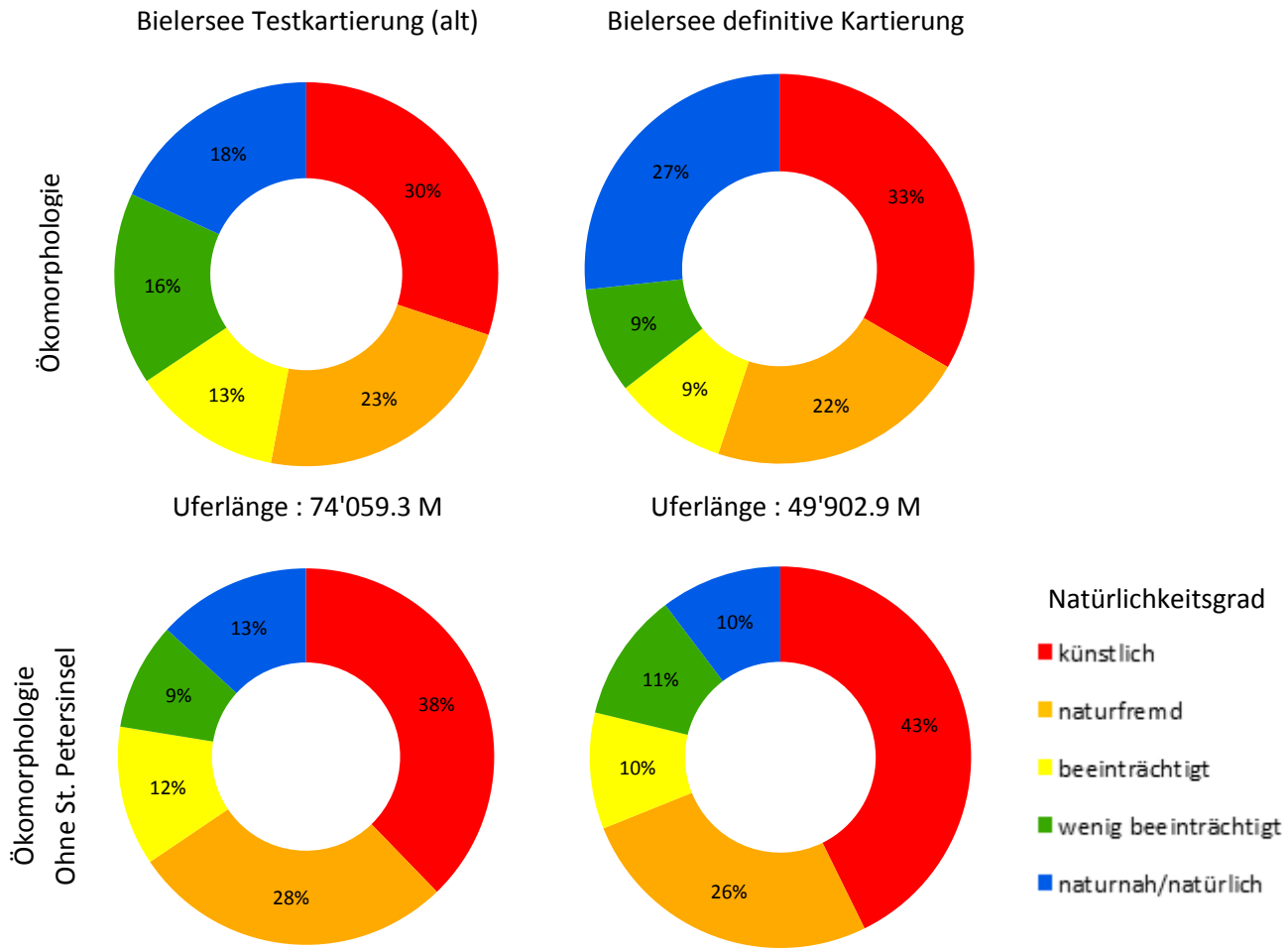


Abbildung 7 : Grafische Darstellung der in der Testkartierung und der definitiven Kartierung erhaltenen Ökomorphologie der Seeufer des Bielersees. Die Ökomorphologie ist mit und ohne die St. Petersinsel dargestellt.

Figure 7 : Représentation graphique de l'écomorphologie (ZEG) des rives du lac de Bienne, obtenue par la cartographie test (alt) et la cartographie définitive. L'écomorphologie est montrée avec et sans les rives de l'Île St-Pierre.

Die separate Beurteilung der vier verschiedenen Bereiche (Hinterlandstreifen, Uferstreifen, Uferlinie und FWZ) erlaubt eine detailliertere Betrachtung des Natürlichkeitsgrades.

Die drei schlechteren Kategorien variieren nur leicht zwischen beiden Kartierungen (Abbildung 8). Der Zustand des Hinterlandstreifens und des Uferstreifens wurde natürlicher erfasst in der neuen Kartierung, während die FWZ dagegen als stärker beeinträchtigt beurteilt wurde. Bei dem Vergleich der Attribute, ist die Unterscheidung zwischen C01 (Siedlung, Gewerbe und Industrie) und C02 (Freizeitnutzung) vor allem unterschiedlich. Geringe Unterschiede zwischen den beiden Erfassungen wurden im Natürlichkeitsgrad der Uferlinie gefunden.

Diese Darstellung zeigt aber nur die gesamte Verteilung der fünf Kategorien und nicht die unterschiedliche Erfassung auf der Uferlinie.

différentes (bande de l'arrière-rive, bande riveraine, ligne de rive et zone littorale) donne une vision plus détaillée de l'évaluation.

La cartographie ne varie que peu pour les trois catégories les plus mauvaises (Figure 8). En revanche, l'état de la bande de l'arrière-rive et de la bande riveraine a été saisi "plus naturelle" alors que la zone littorale a été saisie "plus fortement perturbée" dans la cartographie définitive. En comparant les attributs entre eux, la distinction entre C01 (Habitation, artisanat et industrie) et C02 (Activités de loisirs) est la plus marquée. La ligne de rive n'est quant à elle que peu variable entre les deux cartographies.

Cette représentation graphique ne présente cependant que la répartition générale des cinq catégories et non la saisie différentielle sur la ligne de rive.

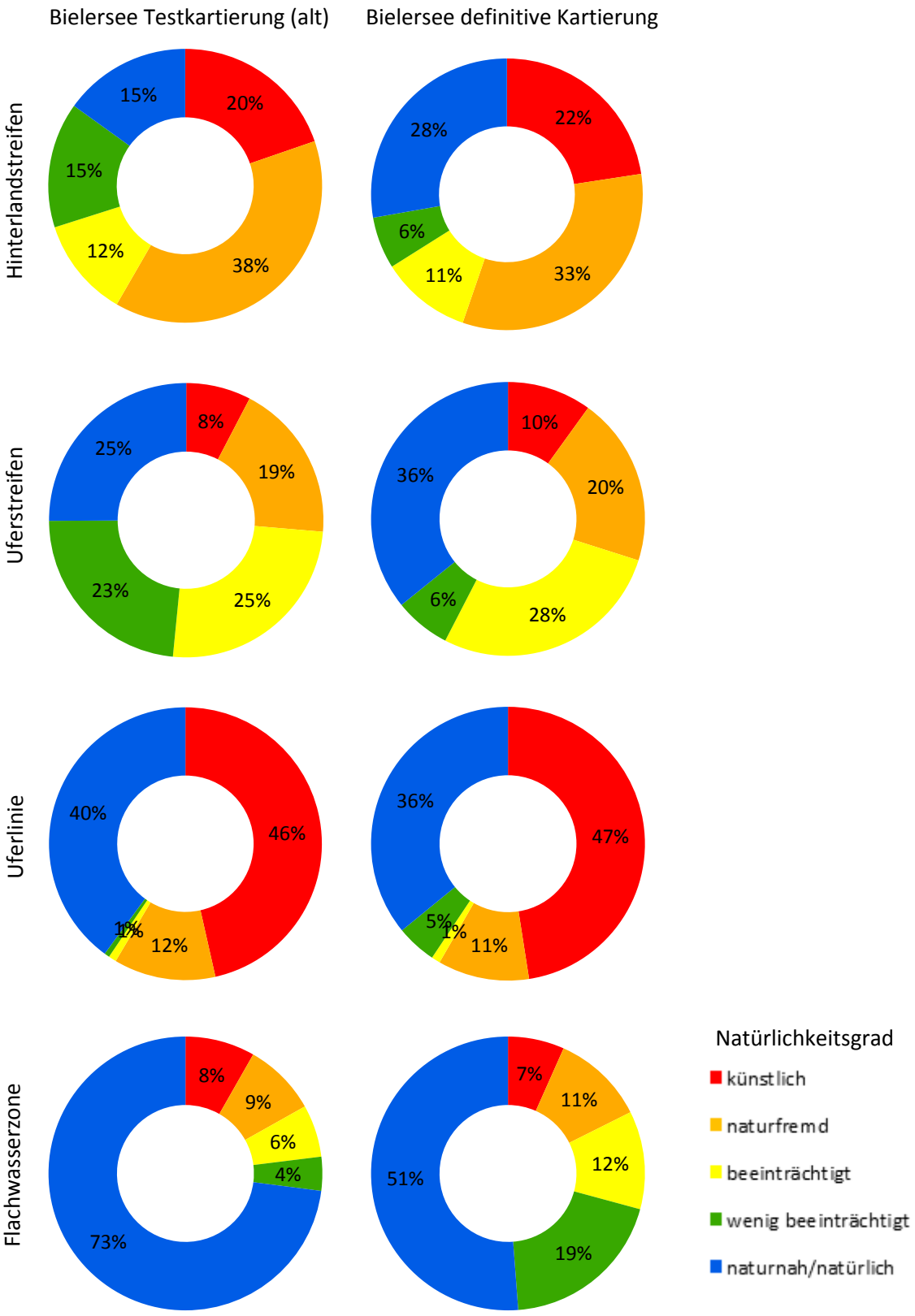


Abbildung 8 : Grafische Darstellung des Natürlichkeitsgrads der Bielerseeufer für die Testkartierung und die definitive Kartierung. Die Auswertung ist für die vier Streifen separat dargestellt.

Figure 8 : Représentation graphique du niveau de naturalité des rives du lac de Bienne, obtenue par la cartographie test (alt) et la cartographie définitive. L'évaluation est présentée pour les quatre bandes de la zone de rive.

6.2 Ökomorphologisches Zustand der Seen / *État écomorphologique des lacs*

Aus praktischen Gründen wurden die *MSK*- und *kompakt* Kleinseen (kSeen und pSeen) gruppiert. Der Natürlichkeitsgrad der Uferstreifen für alle *MSK*-Kleinseen ist im Anhang 4b dargestellt.

Pour des raisons pratiques, les petits lacs MSK et kompakt (kSeen et pSeen) on été regroupés. Le détail de l'état de naturalité de la bande riveraine pour les petits lacs MSK est donné en Annexe 4b.

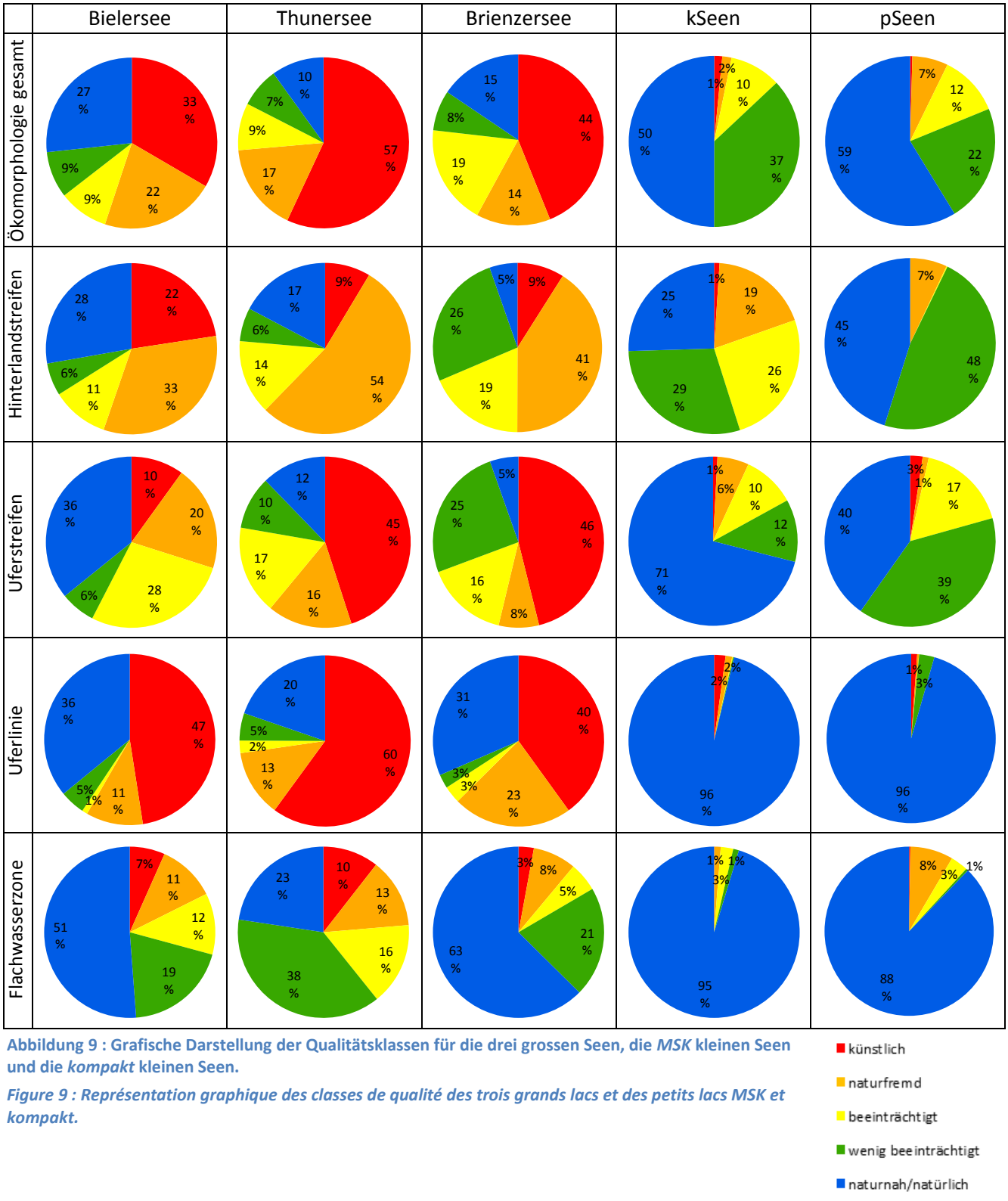


Abbildung 9 : Grafische Darstellung der Qualitätsklassen für die drei grossen Seen, die *MSK* kleinen Seen und die *kompakt* kleinen Seen.

Figure 9 : Représentation graphique des classes de qualité des trois grands lacs et des petits lacs MSK et kompakt.

Unter den drei grossen Seen weist der Thunersee den grössten Anteil an künstlichen Ufern auf (Anhang 9). Mehr als die Hälfte der Uferlinie ist hart verbaut und der Hinterlandstreifen und Uferstreifen sind stark beeinträchtigt. Die natürliche Steilheit des Ufers am Thunersee und am Brienzersee (Anhang 4c) ist ein Grund für die starke Nutzung. Diese konzentriert sich meistens im Uferstreifen, während am Bielersee mit vielen Flachufern (Anhang 4c) die Nutzung eher im Hinterlandstreifen liegt.

Trotz des kleinen Anteils von breiten Flachwasserzonen im Thunersee (Anhang 4d), ist der Zustand der FWZ auch am schlechtesten. Der Brienzersee hat keine Flachufer und im Bielersee sind diese Gebiete zum Teil geschützt.

Insgesamt, d.h. bei der Ökomorphologie aller Uferkompartimente scheint der Bielersee am natürlichsten zu sein. Wie schon erwähnt, spielt die St. Pertersinsel dabei eine grosse Rolle. Die Uferlinie weist aber einen höheren Anteil an harten Verbauungen auf als beim Brienzersee.

Die Nutzung im Uferstreifen (Anhang 4b) und Hinterlandstreifen der *MSK*-Kleinseen beeinflusst relativ stark den gesamten Natürlichkeitsgrad. Die Uferlinie (Anhang 4a) und die FWZ sind im Gegenteil nur leicht beeinträchtigt. Einige Seen sind Teil eines Naturschutzgebiets. Dieselbe Beobachtung gilt für die Pauschal-Seen (Methode *kompakt*). Weiden und extensive Nutzung im Bergbereich sind zusätzlich relativ häufig.

Des trois grands lacs, le degré de naturalité de la zone de rive du lac de Thoune est le plus artificiel (Figure 9). Plus de la moitié de la ligne de rive est bâtie en dur et les zones de l'arrière-rive et riveraines sont fortement perturbées. L'escarpement naturel de la rive des lacs de Thoune et de Brienz (Annexe 4c) explique en partie son utilisation intensive. Elle se concentre alors principalement dans la bande riveraine, alors que les rives plates du lac de Bienne (Annexe 4c) favorisent plutôt l'utilisation de la bande de l'arrière-rive.

Malgré la faible proportion de zones littorales larges dans le lac de Thoune (Annexe 4d), l'état de la zone littorale apparait également comme le plus dégradé. Le lac de Brienz n'a quant à lui pas de zone littorale large et ces zones sont en partie protégées dans le lac de Bienne.

De manière générale, le lac de Bienne semble présenter l'écomorphologie la plus naturelle. Comme déjà mentionné, l'île St-Pierre y joue un grand rôle. La ligne de rive est pourtant proportionnellement plus bâtie en dur que celle du lac de Brienz.

L'utilisation de la bande riveraine (Annexe 4b) et de la bande de l'arrière-rive des petits lacs *MSK* contribue relativement fortement à l'état de naturalité général. La ligne de rive (Annexe 4a), ainsi que la zone littorale, sont au contraire peu perturbées, certains lacs faisant partie de réserves naturelles. La même observation s'applique au lacs cartographiés selon la méthode *kompakt*. Les pâturages et l'utilisation extensive des régions montagneuses sont par ailleurs bien présents.

6.3 Ökomorphologie vs Ufertyp / *Écomophologie vs type de rive*

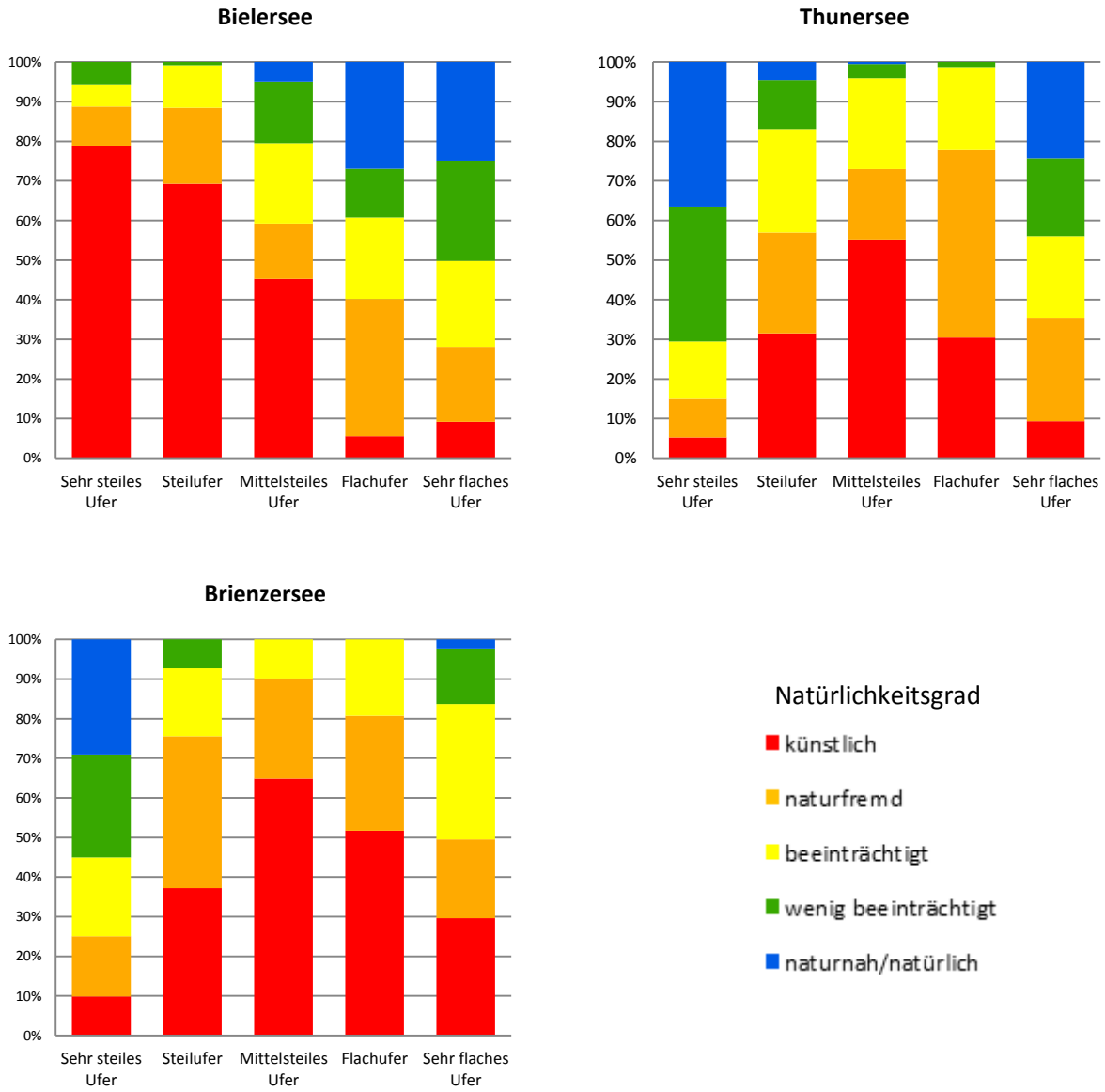


Abbildung 10 : Beziehung zwischen der Ökomorphologie und dem Ufertyp der drei grossen Seen.

Figure 10 : Relation entre l'écomorphologie et le type de rive des trois grands lacs.

Da der verfügbare Platz für die Nutzungen unterschiedlich ist, ist die Beziehung zwischen der Ökomorphologie und dem Ufertyp (Steilheit) der drei grossen Seen interessant zu beobachten. Aus Gründen einer besseren Lesbarkeit, wurde der Anteil der Natürlichkeitsgrad-Kategorien in der Grafik auf 100 % bezogen. Die Verteilung der verschiedenen Ufertypen darf jedoch nicht vergessen werden (Anhang 4c). Es geht ausserdem um eine Schätzung, da die Abschnitte der beiden Attribute nicht genau übereinstimmen.
Die Hypothese, dass steilere Ufer aufgrund des

La place disponible pour l'activité humaine étant variable, il est intéressant d'observer la relation qu'il existe entre l'écomorphologie et le type de rive (escarpement) des trois grands lacs. Pour des questions de lisibilité, la proportion des cinq catégories du degré de naturalité a été ramenée à 100% sur le graphique. La distribution des différents types de rive ne doit cependant pas être oubliée (Annexe 4c). Il s'agit par ailleurs d'une estimation, les tronçons des deux attributs ne correspondant pas tout à fait.
L'hypothèse des rives escarpées généralement plus fortement utilisées dû au manque de place,

fehlenden Platzes meist stärker genutzt und damit verbaut werden, bestätigt sich sehr eindrücklich am Bielersee. Die Beziehung ist fast linear.

Eine ganz andere Verteilung zeigt sich am Thuner- und Brienzersee. Am stärksten genutzt werden die mittelsteilen Ufer. Die steilen Ufer sind relativ natürlich, da es sich oft um unbewohnbare Felsufer oder steile Wälder handelt. Die seltenen Flachufer (Anhang 4c) sind teilweise geschützt (zB. Gwattlischenmoos am Thunersee). So konzentriert sich die Nutzung auf die mittelsteilen Ufer.

s'applique bien au lac de Bienne. La relation est presque linéaire.

En revanche, les lacs de Thoune et de Brienz présentent une distribution particulière, où les zones d'escarpement moyen sont les plus utilisées. Les berges très raides sont relativement naturelles comme il s'agit en partie de parois rocheuses ou de forêts de pente. Les berges plates, peu nombreuses (Annexe 4c) sont en partie protégées (par ex. Gwattlischenmoos au lac de Thoune). L'utilisation se concentre alors sur ce qui est disponible et constructible, c'est-à-dire les berges moyennement raides.

6.4 Nutzung im Uferstreifen / *Utilisation dans la bande riveraine*

Eine interessante Beobachtung ist die unterschiedliche Nutzung des Ufersteifens bei den drei grossen Seen. Die Darstellung (Abbildung 11 bis 13) basiert auf der Zusammenstellung der vier Attribut-Tabellen C01 bis C04. Damit kann der Anteil der Nutzung der vier Attribute an der Uferlinie bestimmt werden. Da sich die Attribute aber überlagern können, kann die resultierende Summe grösser sein als die effektive Uferlänge. In der Kategorie "übrige" werden die nicht gezeigten Attribute zusammengefasst. Auch die Verteilung der Attributausprägungen wird gezeigt.

Der Bielersee zeigt eine wichtige aber mässig intensive Nutzung der Uferstreifen mit relativ wenig grossen Verkehrsinfrastrukturen. Einige forstwirtschaftlich intensive Gebiete sind manchmal ein bisschen nah am Ufer.

Die Ufer des Thunersees sind durch eine sehr starke Verkehrsinfrastruktur und eine starke Bebauung gekennzeichnet. Die forstwirtschaftliche Nutzung bleibt hauptsächlich extensiv.

Die Verkehrsinfrastrukturen am Ufer des Brienzersees sind auch dominant. Die forstwirtschaftliche Nutzung hat auch einen grossen Anteil, ist aber fast ausschliesslich extensiv. Die durch Bebauung und Freizeit genutzten Gebiete haben einen geringeren Anteil an der Uferlinie als beim Bieler- und Thunersee, sind aber stärker beeinträchtigt (Kategorie "rot").

Une observation intéressante est l'utilisation différente de la bande riveraine des trois grands lacs. La représentation (Figures 11 à 13) a été réalisée par fusion des quatre tables d'attributs C01 à C04. Il est alors possible de calculer la proportion de ligne de rive utilisée par ces quatre attributs. N'étant pas exclusifs, ils peuvent cependant se superposer et conduire à une somme résultante supérieure à la longueur de rive. Seul le lac de Bienne ne présente pas de chevauchement des attributs. La catégorie "autre" englobe les attributs non décrits. La distribution des modalités est également montrée pour ces quatre attributs.

Le lac de Bienne présente une utilisation importante mais moyennement intensive de la bande riveraine avec relativement peu de grosses infrastructures de transport. Quelques zones d'exploitation agricole intensive se trouvent parfois un peu proche des berges.

Les rives du lac de Thoune sont caractérisées par une très forte infrastructure de transport et un aménagement urbain marqué. L'agriculture reste principalement extensive.

Les infrastructures de transport sur les rives du lac de Brienz sont également dominantes. L'exploitation agricole est également très présente mais presque exclusivement extensive. Les zones dédiées à l'aménagement urbain et aux loisirs sont par ailleurs moins nombreuses mais plus fortement impactées que sur les deux autres lacs (catégorie "rouge").

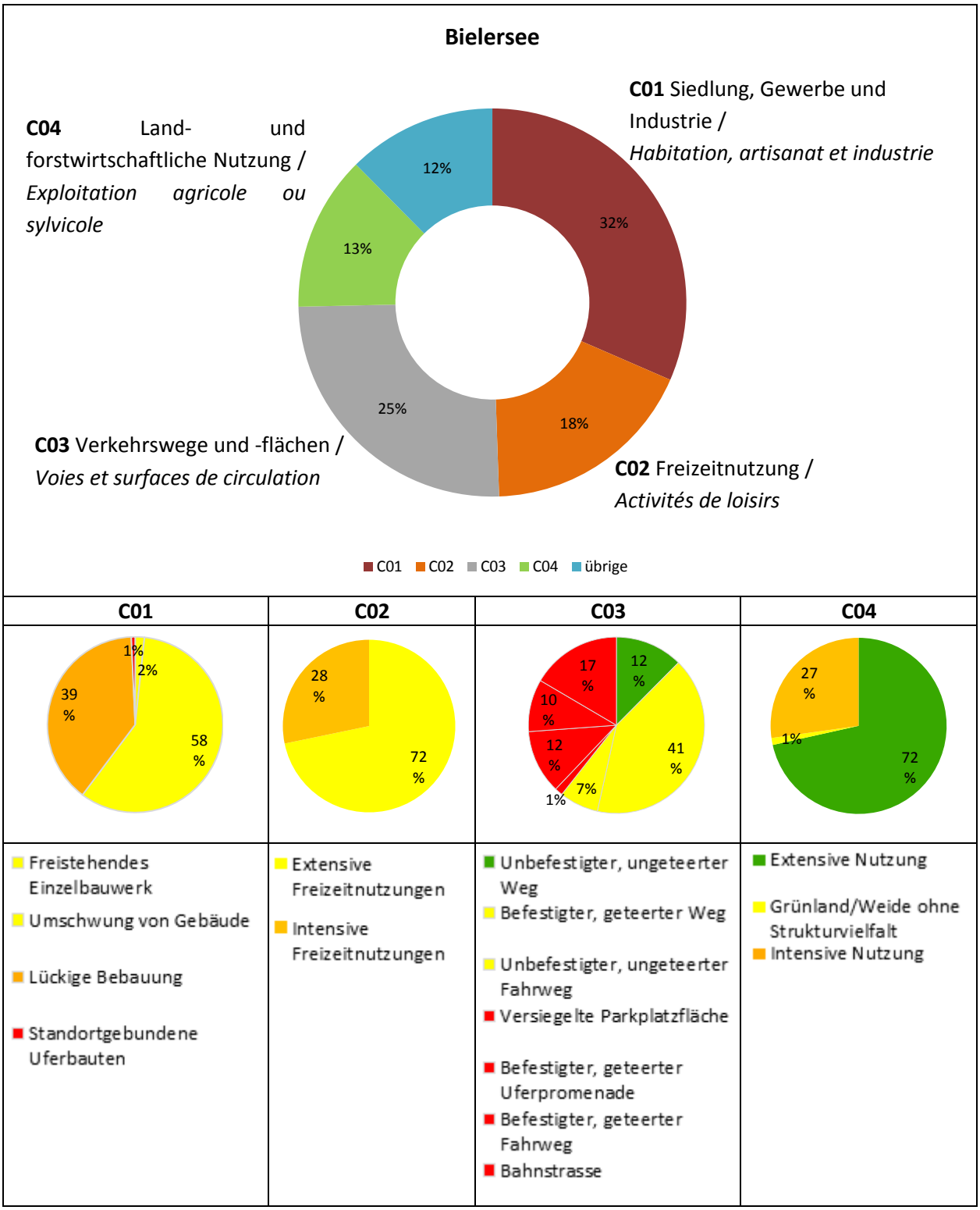


Abbildung 11: Nutzung der Uferstreifen des Bielersees. Die Attributausprägungen jedes Attributs sind gezeigt (Uhrzeigersinn).

Figure 11 : Utilisation de la bande riveraine du lac de Bienne. Les modalités de chaque attribut sont montrées (sens des aiguilles d'une montre).

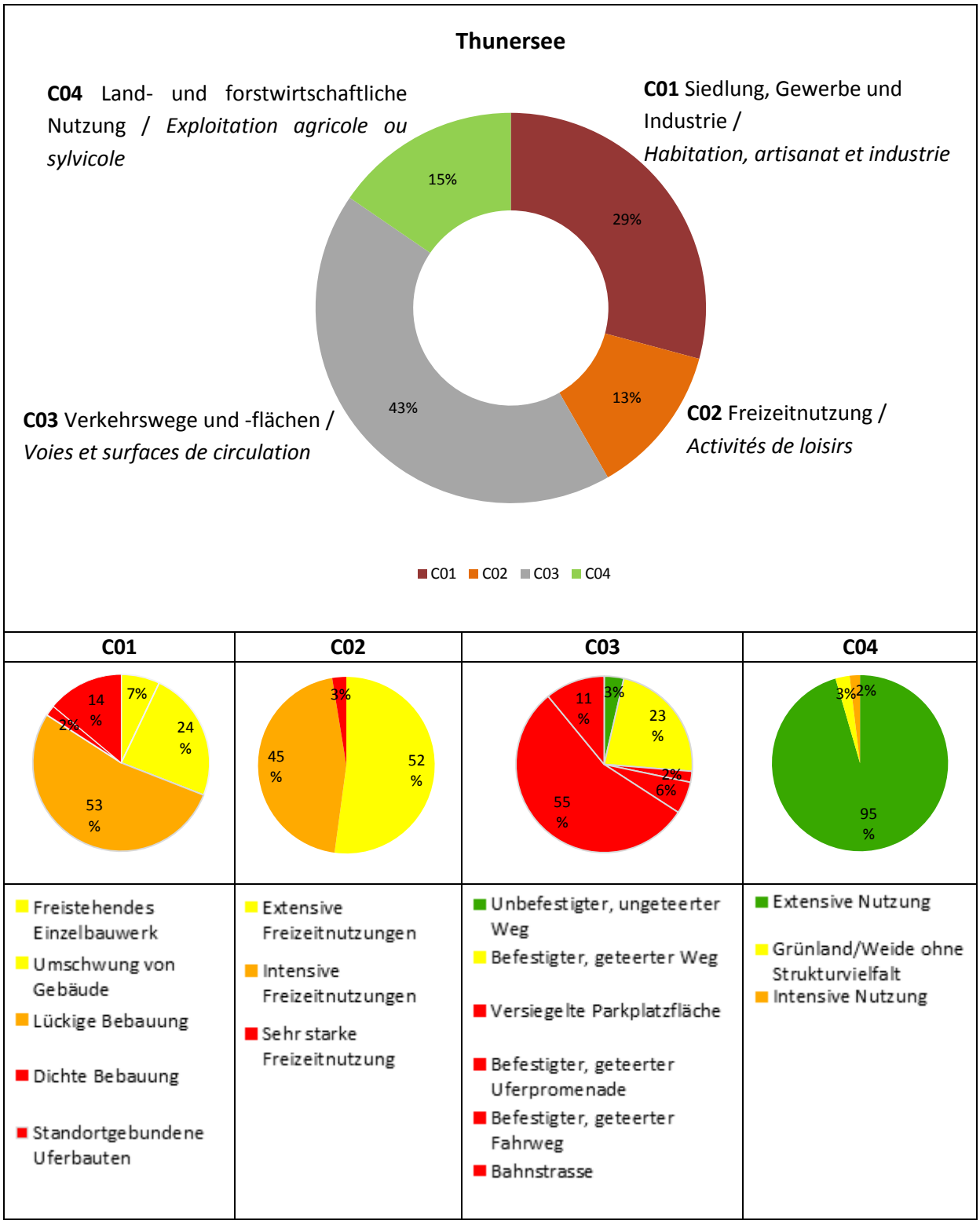


Abbildung 12: Nutzung der Uferstreifen des Thunersees. Die Attributausprägungen jedes Attributs sind gezeigt (Uhrzeigersinn).

Figure 12 : Utilisation de la bande riveraine du lac de Thoune. Les modalités de chaque attribut sont montrées (sens des aiguilles d'une montre).

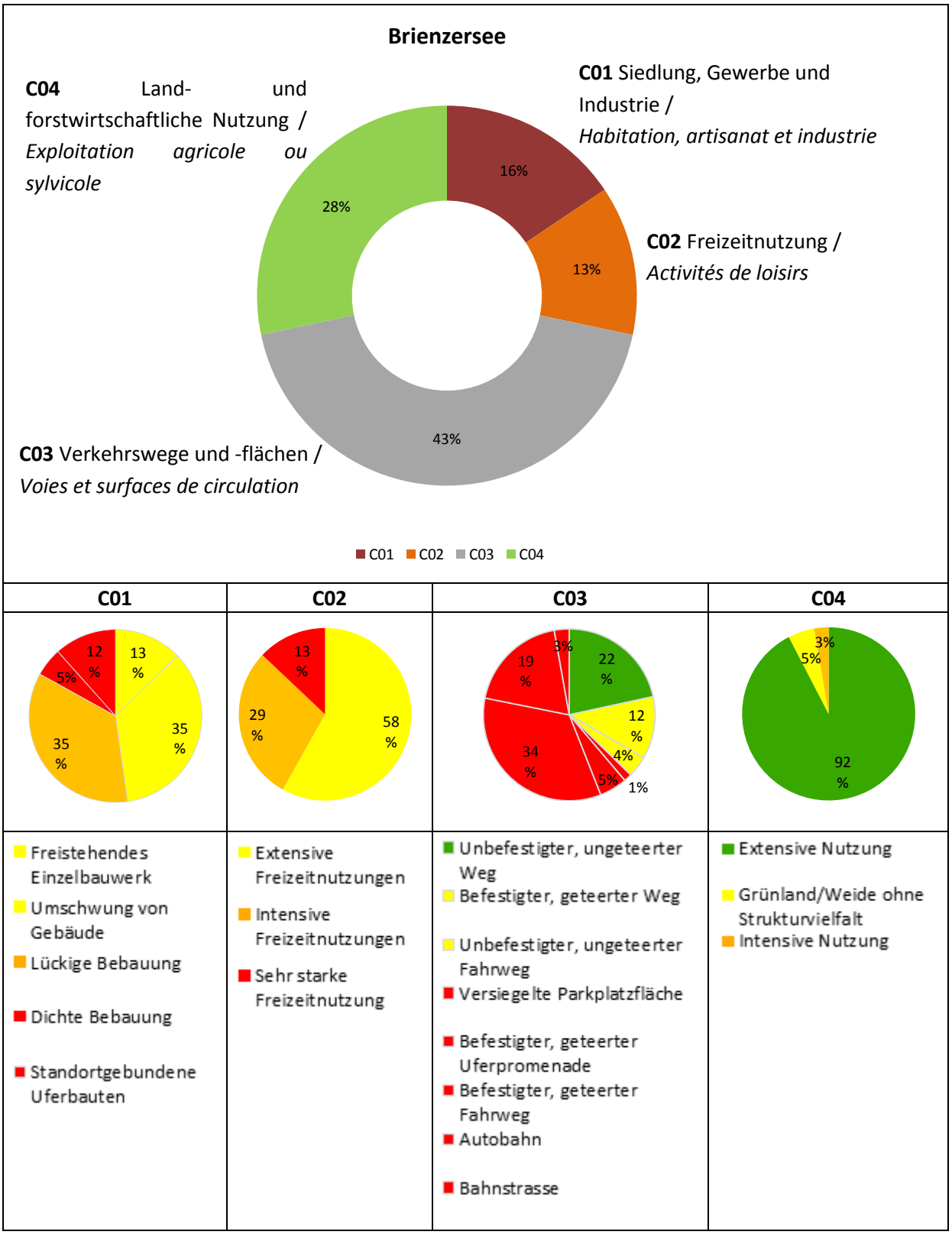


Abbildung 13: Nutzung der Uferstreifen des Brienzersees. Die Attributausprägungen jedes Attributs sind gezeigt (Uhrzeigersinn).

Figure 13 : Utilisation de la bande riveraine du lac de Brienz. Les modalités de chaque attribut sont montrées (sens des aiguilles d'une montre).

7. FAZIT UND AUSBLICKE / *CONCLUSION ET PERSPECTIVES*

Methodisches Fazit

Nach zwei Seen, die als Pilot für die Testkartierung gedient haben, ist Bern der erste Kanton, welcher die "*Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Seen - Modul: Ökomorphologie Seeufer*" an einer Auswahl von Seen anwendet hat. Insgesamt 31 Seen wurden kartiert, 14 mit der *MSK* Methode und 17 mit der Methode *kompakt*.

Die vom Bafu zur Verfügung gestellten Erfassungs- und Beurteilungstools funktionieren gut. Einige Anpassungen an die kantonale GIS-Struktur waren allerdings nötig.

Der Linienführung der Uferlinie muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Sie stellt die Basis dar, auf der alle Attribute erfasst werden. An ihr sind ebenfalls sämtliche Auswertungen und Beurteilungen angehängt. Wenn die Erfassung angefangen hat, ist die Veränderung der Uferlinie kaum mehr möglich. Die Benutzung der Schrägluftbilder für diesen ersten Schritt wird empfohlen.

Fachliches Fazit

Die graphischen Darstellungen des Natürlichkeitsgrades der verschiedenen Uferkompartimente (Abb. 9) geben ein guten Überblick über den ökomorphologischen Zustand der Seeufer. Die Resultate sind grundsätzlich plausibel.

Die Uferlinien der 3 grossen Seen sind generell stark verbaut, die Nutzung des Ufer- und Hinterlandstreifens stark.

Die Uferlinie und die Flachwasserzone der Kleinseen sind wenig beeinträchtigt im Gegensatz zum Uferstreifen und Hinterlandstreifen, die ein grosses Verbesserungspotenzial aufweisen.

Ausblick

Die vorliegenden Daten dienen als Grundlage für die strategische Revitalisierungsplanung des Kantons Bern (Termin 2022).

Conclusion méthodique

Avec deux lacs ayant servi à la cartographie test, Berne est le premier canton à avoir appliqué les "*Méthodes d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse*" à une sélection de ses lacs. Au total, 31 lacs ont été cartographiés, 14 selon la Méthode *SMG* et 17 selon la méthode *kompakt*.

Les outils de saisie et d'appréciation fournis par l'OFEV fonctionnent bien. Quelques adaptations à la structure cantonal du SIG ont cependant été nécessaires.

Une attention toute particulière devrait être portée lors du tracé de la ligne de rive. En effet, cette dernière constitue la base sur laquelle tous les attributs vont être saisis et à partir de laquelle l'évaluation et l'appréciation sera menée. Une fois que la saisie est lancée, il est par ailleurs difficile de modifier la ligne de rive. L'utilisation des images en vue oblique est déjà fortement conseillée pour cette toute première étape.

Conclusion technique

Les représentations graphiques du degré de naturalité des différents compartiments (Figure 9) donnent un premier aperçu du résultat de la cartographie et de l'appréciation. Il semble par ailleurs correspondre aux connaissances générales des lacs.

Les lignes de rive des trois grands lacs et tout particulièrement la ligne de rive sont de manière générale extrêmement construites et utilisées.

Les petits lacs sont quant à eux peu perturbés du point de vue de la ligne de rive et de la zone littorale, la zone de rive et la zone de l'arrière rive offrant cependant un grand potentiel d'amélioration.

Perspectives

Les données servent de données de base pour la planification stratégique de revitalisation du canton de Berne (Délai 2022).

8. DANKSAGUNG / REMERCIEMENTS

Herzlichen Dank ans GBL-Team und ganz besonders an Markus Zeh, Vinzenz Maurer und Katrin Guthruf für die ausgezeichnete Stimmung in welcher ich mein Praktikum gemacht habe.

Vielen Dank an Esther Schönthal und Bernhard Stettler für die technische Hilfe und die Unterstützung zur GIS-Nutzung.

Vielen Dank an Urs Helg und Mauro Reimann für die Tools und die Unterstützung zur Methode.

Vielen Dank an Anita Bertiller und Christoph Könitzer.

Un tout grand merci à l'équipe du Laboratoire de la protection des eaux et du sol et tout particulièrement à Markus Zeh, Vinzenz Maurer und Katrin Guthruf pour l'excellente ambiance dans laquelle j'ai effectué mon stage.

Merci à Esther Schönthal et Bernhard Stettler pour l'aide technique et le soutien à l'utilisation du SIG.

Merci à Urs Helg et Mauro Reimann pour les outils et le soutien à la méthode.

Merci à Anita Bertiller et Christoph Könitzer.

9. LITERATUR /*BIBLIOGRAPHIE*

Guthruf, J., K. Guthruf und M. Zeh (1999) *Kleinseen im Kanton Bern*. Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft, Bern. 229 S.

Niederberger, K., P. Rey, P. Reichert, J. Schlosser, U. Helg, S. Haertel-Borer und E. Binderheim (2016) *Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Seen. Modul : Ökomorphologie Seeufer*. Bundesamt für Umwelt, Bern. 73 S.

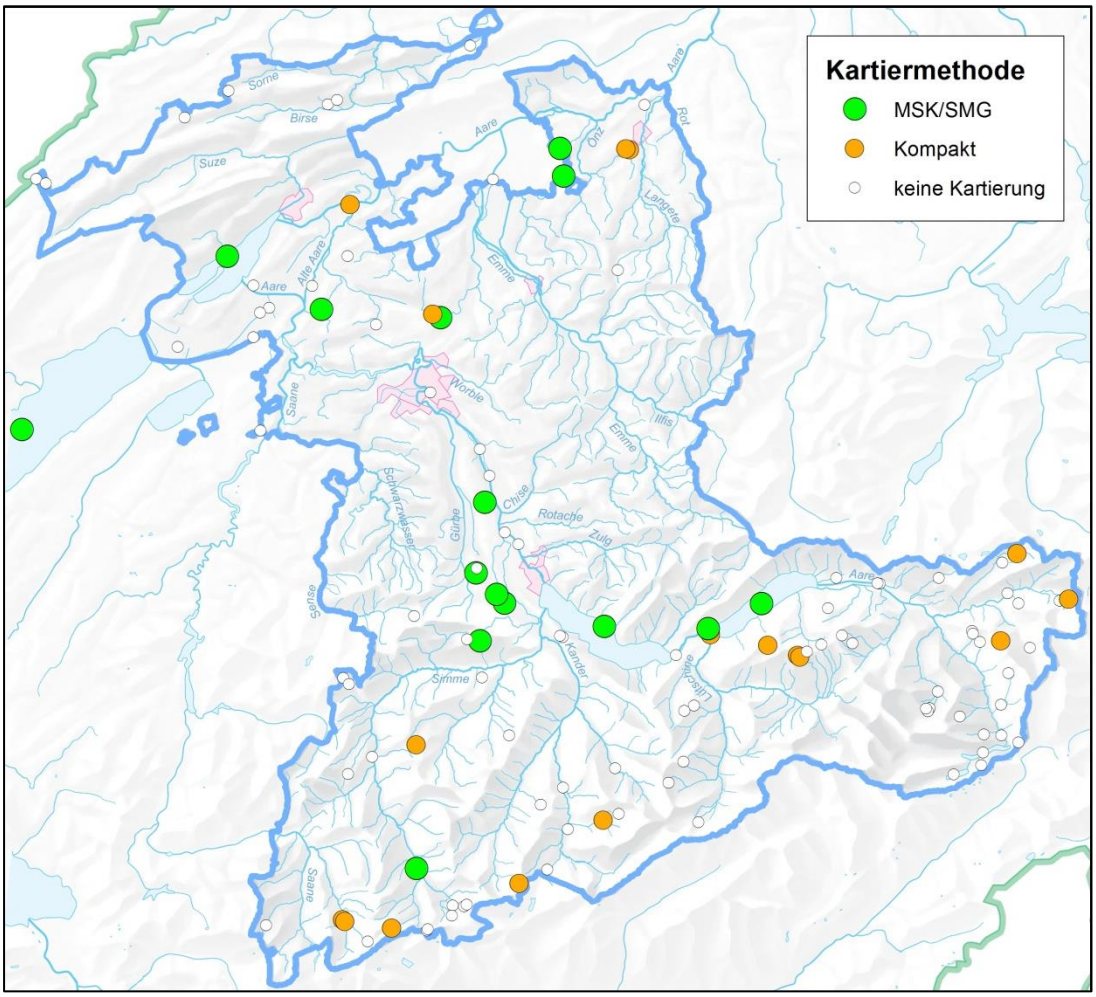
Schlosser, J.A., S. Haertel-Borer, P. Liechti, P. Reichert (2013) *Konzept für die Untersuchung und Beurteilung der Seen in der Schweiz. Anleitung zur Entwicklung und Anwendung von Beurteilungsmethoden.* Bundesamt für Umwelt, Bern. 38 S.

10. ANHANG / *ANNEXE*

10.1 Seeauswahl / *Choix des lacs*

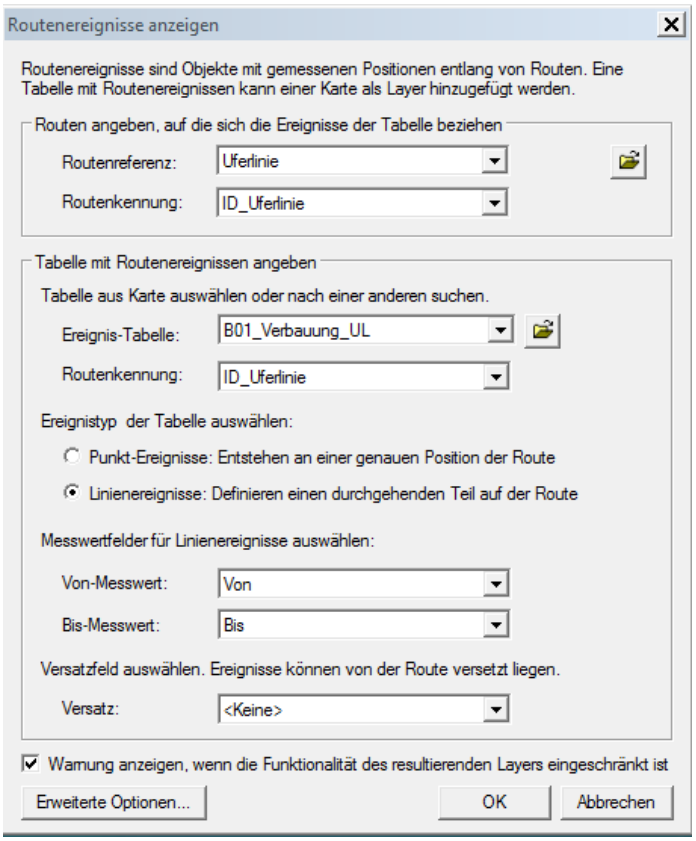
Karte der ausgewählten Seen für die Anwendung der Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Seen. Die 14 komplett kartierten Seen (Methode *MSK*) sind in grün (ausser Neuenburgersee) und die 17 grob kartierten Seen (Methode *kompakt*) in orange.

Carte des lacs choisis pour l'application des Méthodes de revitalisation et d'appréciation des rives des lacs. Les 14 lacs cartographiés de manière complète (méthode SMG) sont en vert (hors lac de Neuchâtel) et les 17 lacs cartographiés grossièrement (méthode kompakt) en orange.

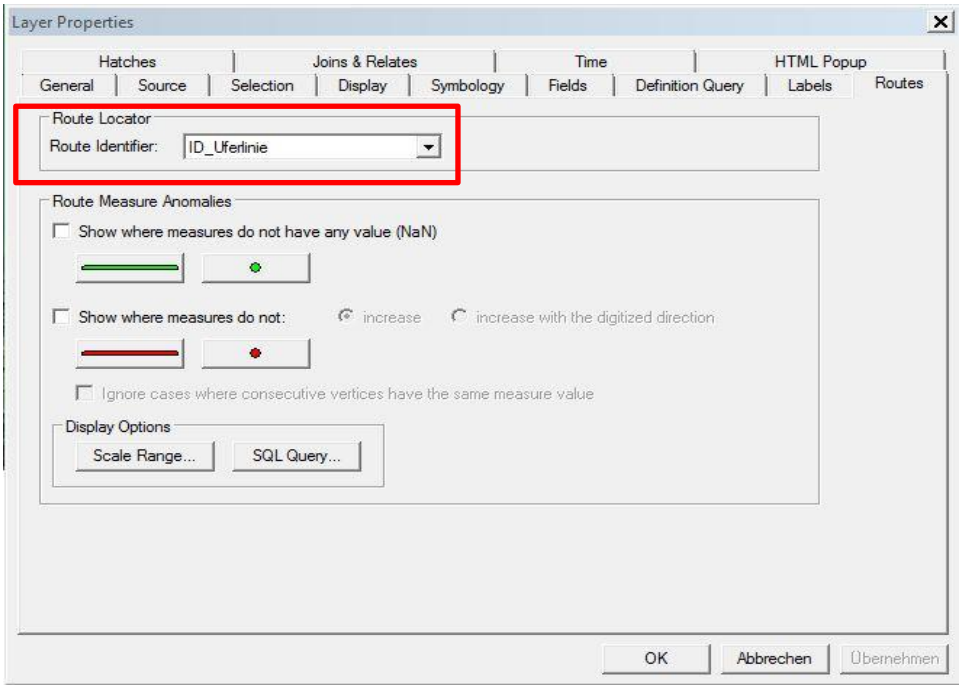


10.2 Technisches GIS-Vorgehen / *Marche à suivre technique dans le SIG*

Verknüpfung der *.lyr* mit der entsprechenden Tabelle / *Connexion de fichiers .lyr avec la table correspondante*



Routenidentifizierungsfeld / *Route identifier field*

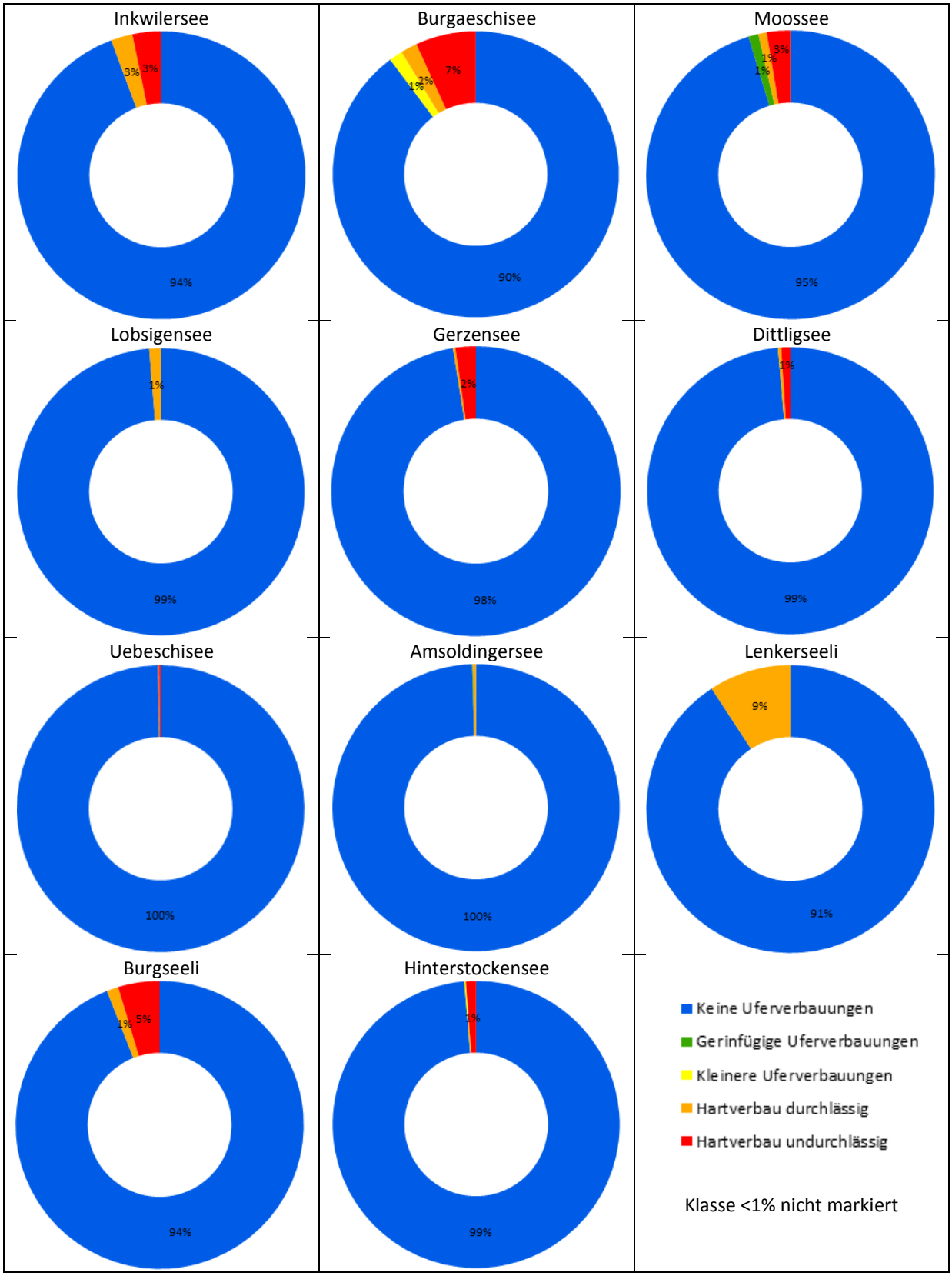


10.3 Liste der Grundlagen / *Liste des données de base*

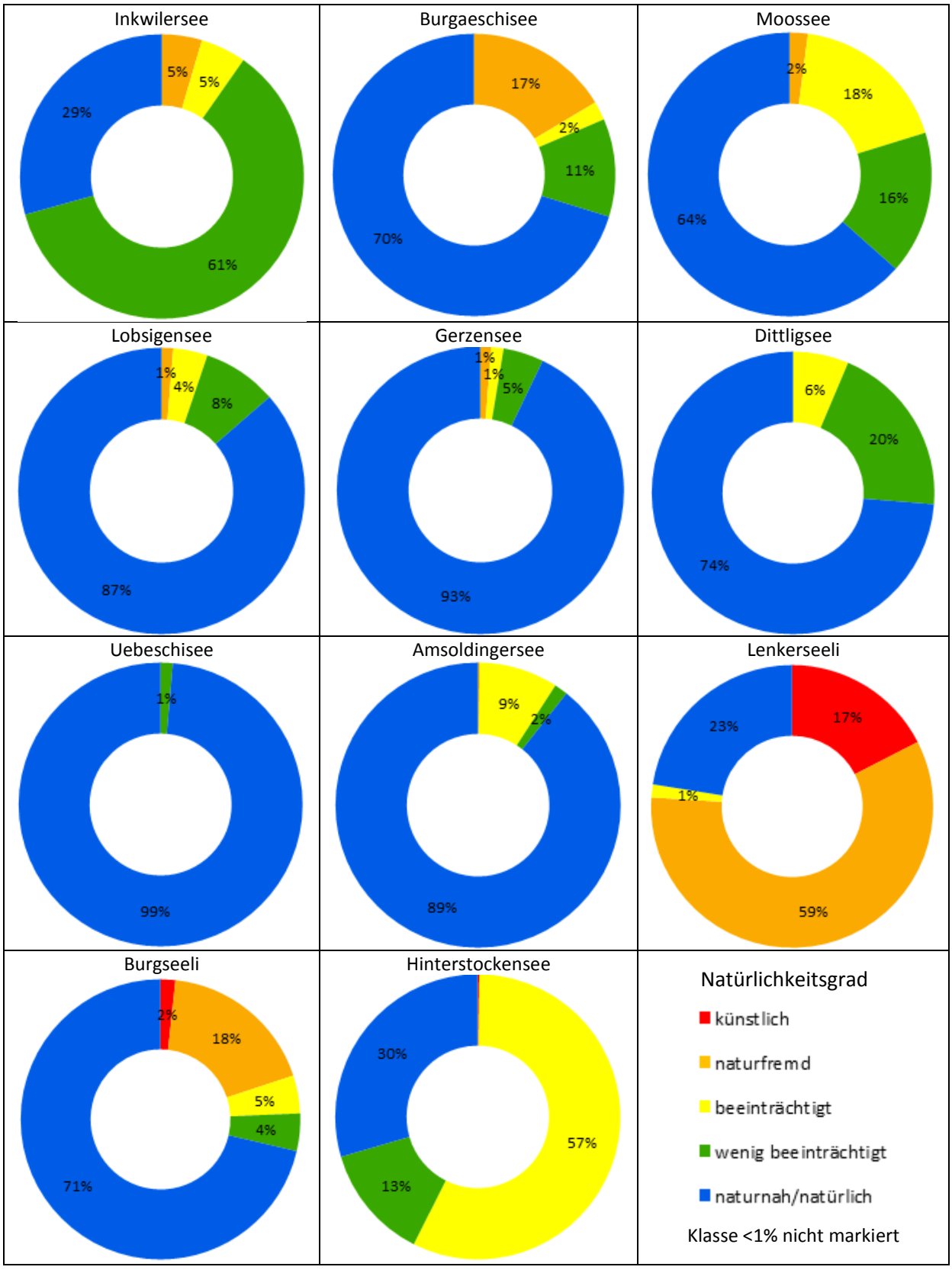
	Grundlagen / ***Données de base***	**Schrägluftbilder /** ***Images obliques***	**Orthofoto /** ***Orthophoto***
Uferlinie ***Ligne de rive***	Gemeindegrenzen_2016 Ufer und Inseln von stehenden Gewässer, TLM	ja / *oui*	
B01		Unbedingt / *impérativement*	
B02	Fliessgewässer (Linien), TLM, 2016_01 Ökomorphologie der Fliessgewässer (Natürlichkeits)	ja / *oui* Mündungen unsichtbar / *embouchures invisibles*	
B03			
C01	Freitzeitareale_TLM	ja um zwischen privat oder publik auszuzeichnen / *oui pour distinguer privé et public*	
C02	Freitzeitareale_TLM		
C03	Strassen und Wege, TLM, 2016_01		ja / *oui*
C04	Ökoelemente, Flächen 2017_01 Dauerkulturen 2017_01 Perimeter der Naturschutzgebiete, 2017_02		ja / *oui*
C05	Fliessgewässer (Linien), TLM, 2016_01 Ökomorphologie der Fliessgewässer (Natürlichkeits)		
C06	Ökoelemente, Flächen 2017_01 Dauerkulturen 2017_01		
C07	Höhenmodell swissALTI3D, 2016_01		
C08	Ökoelemente, Flächen 2017_01 Dauerkulturen 2017_01		
D01	Freitzeitareale_TLM Strassen und Wege, TLM, 2016_01 Ökoelemente, Flächen 2017_01 Dauerkulturen 2017_01 Perimeter der Naturschutzgebiete, 2017_02		
D02	Ökoelemente, Flächen 2017_01 Dauerkulturen 2017_01		
E01			ja / *oui*
E02		Unbedingt / *impérativement*	
E03	Bathymetrie wenn verfügbar		
E04			

10.4 Zusätzliche Grafiken / *Graphiques complémentaires*

a) B01 Verbauung der Uferlinie (*MSK*-Seen) / *Construction de la ligne de rive* (lacs SMG)

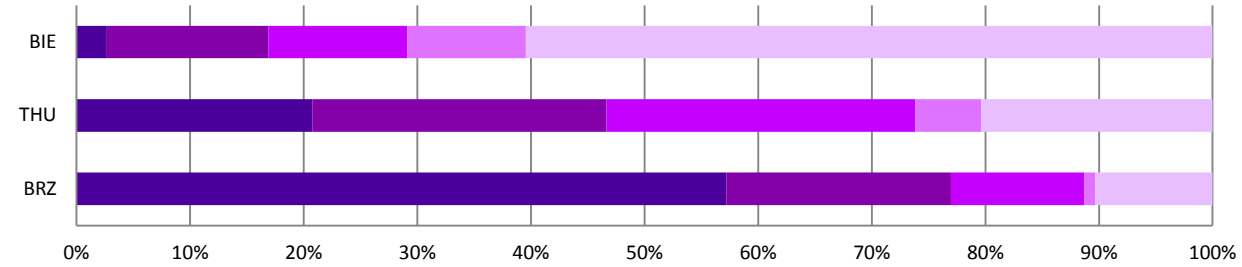


b) Uferstreifen (*MSK*-Seen) / *Bande riveraine* (lacs SMG)

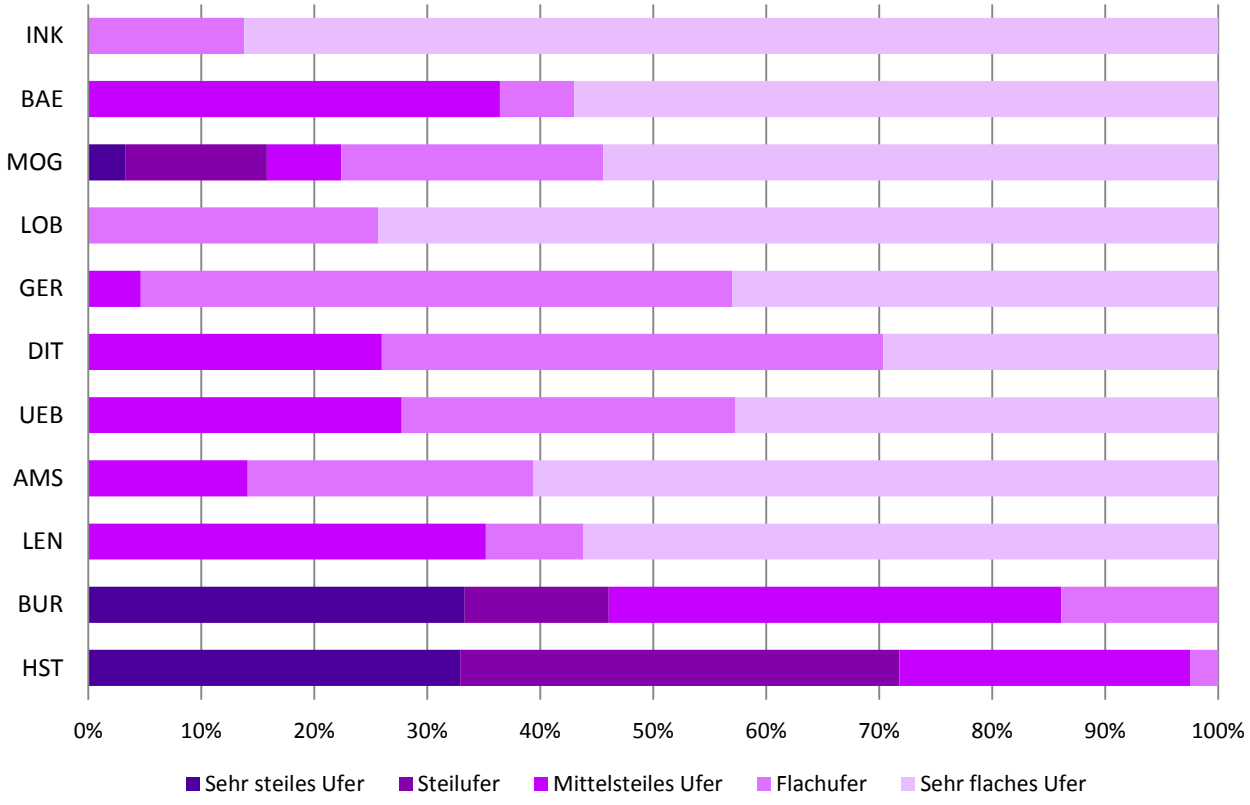


c) Ufertyp / *Type de rive*

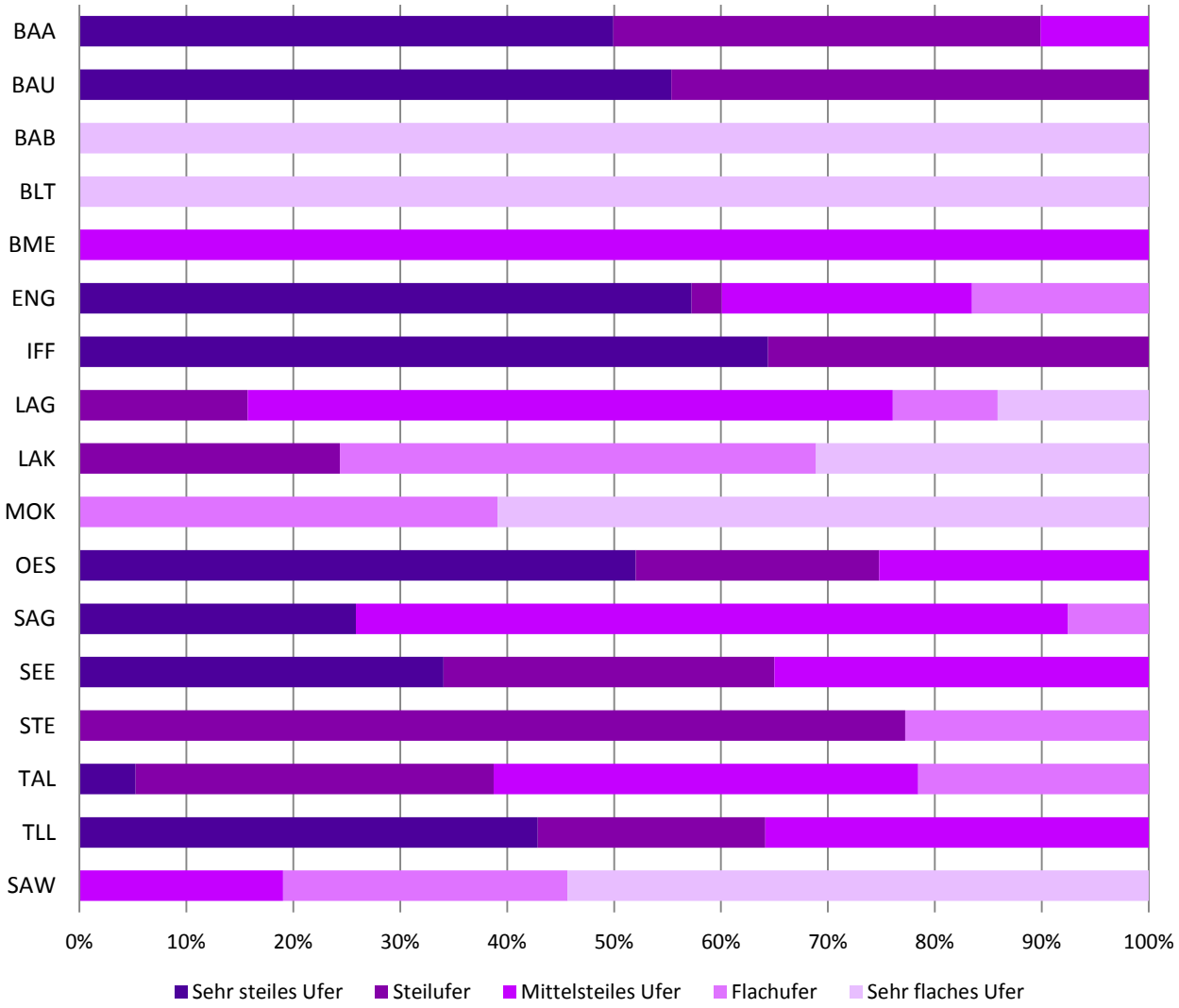
Grossseen / *grands lacs*



Kleinseen / *petit lacs (SMG)*

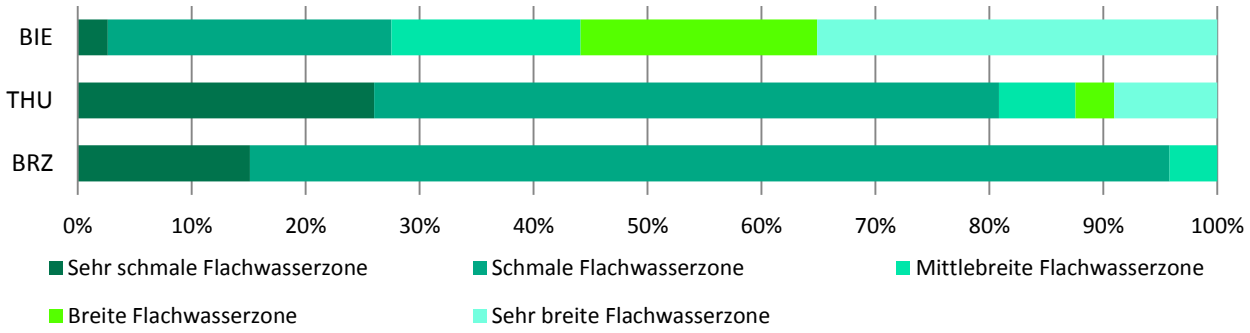


Pauschal-Seen / *lacs kompakt*

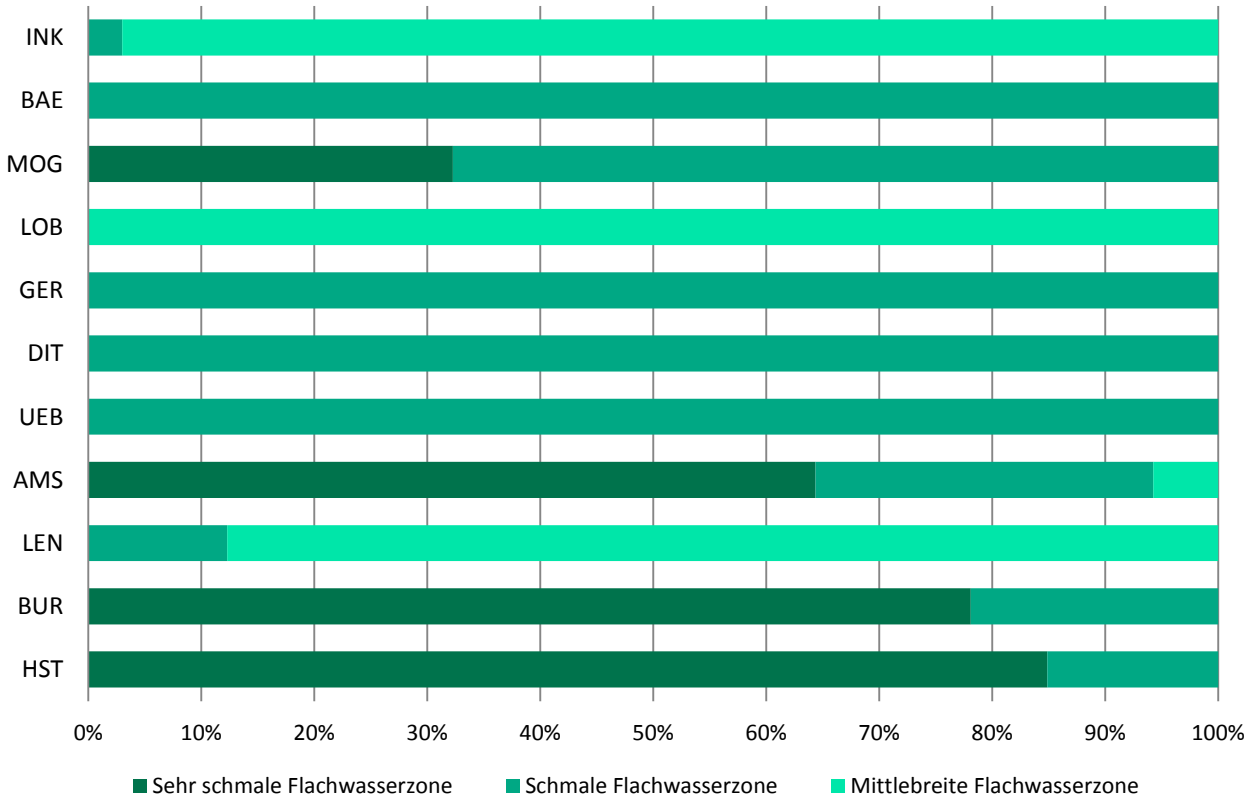


d) Ausdehnung der Flachwasserzone / *Étendue de la zone littorale*

Grossseen / *grands lacs*



Kleinseen / *petis lacs (SMG)*




Pauschal-Seen / lacs kompakt
BAA
BAU
BAB
BLT
BME
ENG
IFF
LAG
LAK
MOK
OES
SAG
SEE
STE
TAL
TLL
SAW
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
70%
80%
90%
100%
Sehr schmale Flachwasserzone
Schmale Flachwasserzone
Mittlebreite Flachwasserzone
Breite Flachwasserzone

10.5 Verzeichnis der GIS-Datei / *Annuaire des données SIG*

T:\Gewaesser_und_Bodenschutzlabor\Projekte\GEKOBE-2022\02_BE_Oekomorphologie	
Bericht	
Grafiken	Abbildungen des Berichtes
Tables	Exportierten Excel-Tabellen
Dokumente	Word und PDF
Seeauswahl	Dokumente zur Seeauswahl
Kleinseen_Auswahl.xlsx	Liste der Seen und Auswahl
K:\Anwend\SEEN\Oekomorphologie_Seeufer	
data	GIS Geodatabase
GEKOBE_GR_See_Hilfslinien.gdb	Angepasste Hilfslinien
Oekomorphologie_Seeufer_Maerz2017	Geodatabase Testkartierung (Bielersee + Burgseeli)
Oekomorphologie_Seeufer_Sept_2017	Geodatabase definitive Kartierung
See_Luftbilder.gdb	Position der Luftbilder
Uferlinie.gdb	Aufbau der Uferlinien
Kleinseen_Auswahl.xlsx	Liste der Seen und Auswahl
Karte	Darstellung der Seen (.mxd und .pdf)
Luftbilder	Luftbilder .jpeg
Methode_BAFU	Template Datei (.lyr und template.gdb) und Tools
mxd	Alle .mxd Dokumente. Entspricht der Geodatabase.

10.6 Karten: Ökomorphologie der Seen Cartes: écomorphologie des lacs

1	Bielersee	BIE
3	Thunersee	THU
4	Brienzersee	BRZ
5	Inkwilersee	INK
6	Burgaeschisee	BAE
7	Moossee	MOG
8	Lobsingensee	LOB
9	Gerzensee	GER
10	Dittligsee	DIT
11	Uebeschisee	UEB
12	Amsoldingsee	AMS
13	Lenkerseeli	LEN
14	Burgseeli	BUR
15	Hinterstockensee	HST
16	Bachsee	BAA
17	Bachsee unterer	BAU
18	Baggerseeli	BAB
19	Torfsee	BLT
20	Baggersee	BME
21	Engstlensee	ENG
22	Iffigsee	IFF
23	Lauenensee	LAG
24	Lauenensee, kleiner	LAK
25	Chli Moossee	MOK
26	Oeschinensee	OES
27	Saegistalsee	SAG
28	Seebergsee	SEE
29	Steinsee	STE
30	Taelliseeli 1	TAL
31	Taelliseeli 2	TLL
32	Saengeliweiher	SAW

Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie Bielersee

Legende

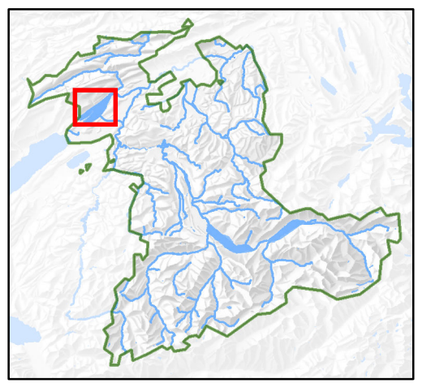
Ökomorphologie

- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich

N

1:40'000

0 1'000 2'000 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 25.10.2017

Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie Thunersee

Legende

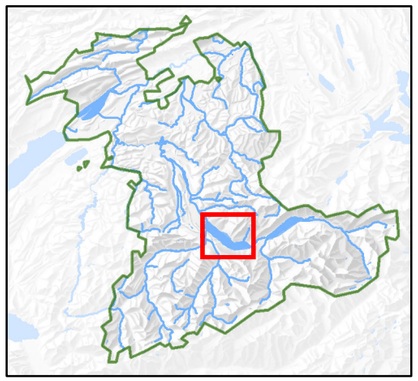
Ökomorphologie

- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich

N

1:50'000

0 1'250 2'500 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 25.10.2017

Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie Brienzersee

Legende

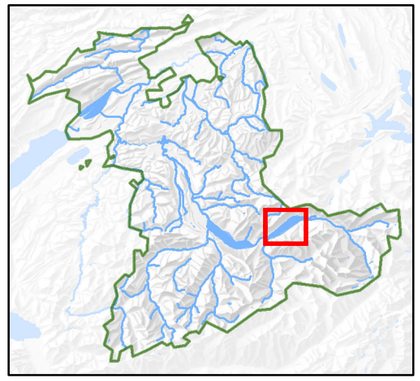
Ökomorphologie

0.8 bis 1	naturnah, natürlich
0.6 bis <0.8	wenig beeinträchtigt
0.4 bis <0.6	beeinträchtigt
0.2 bis <0.4	naturfremd
0.0 bis <0.2	künstlich

1:40'000

Meter

0 1'000 2'000



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 25.10.2017

Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Inkwilersee

Legende

Ökomorphologie

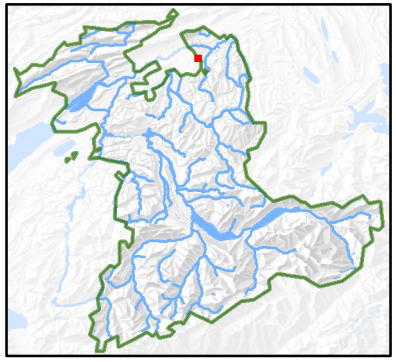
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:3'000

0 60 120 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

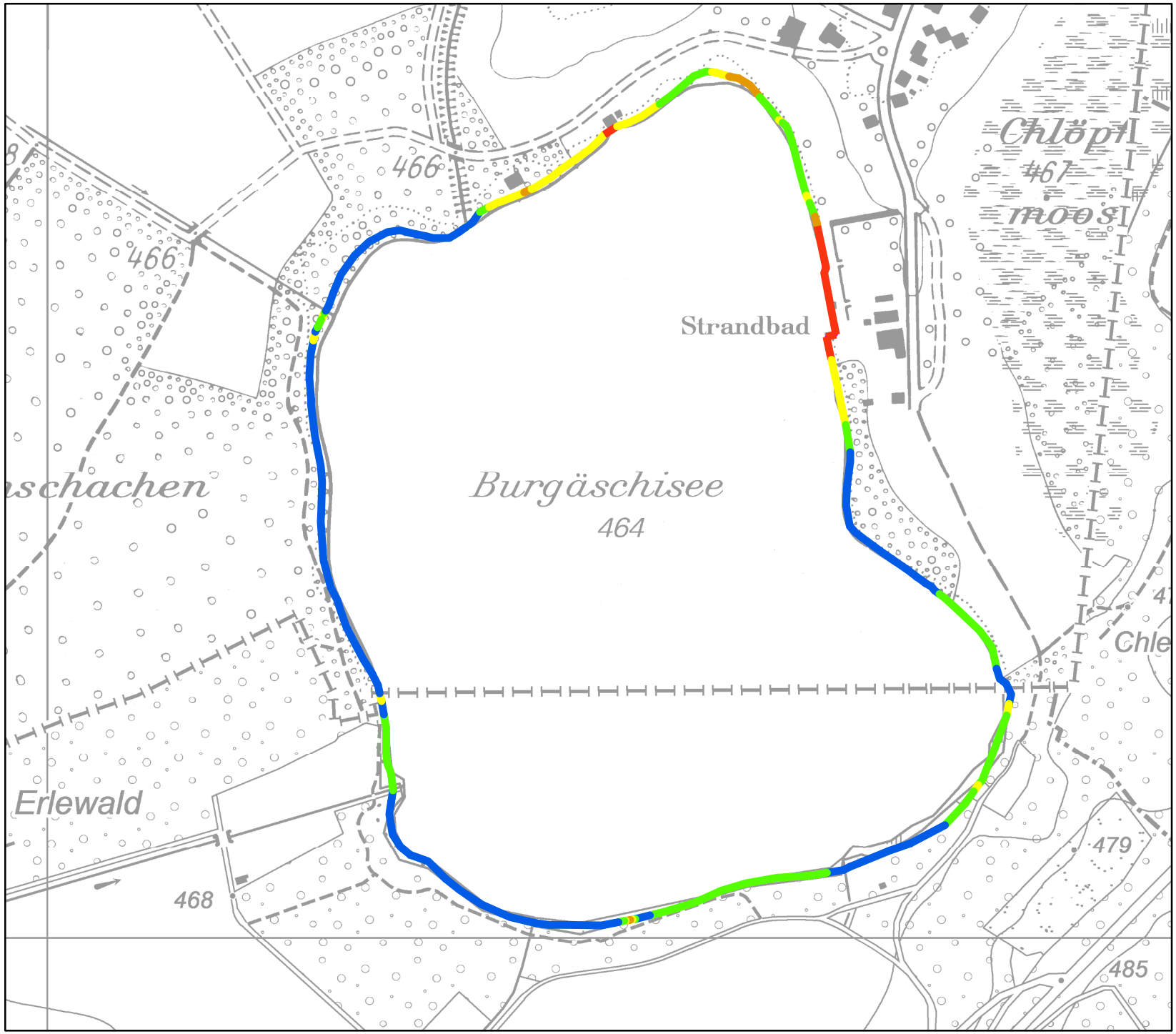
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Burgäschisee

Legende

Ökomorphologie

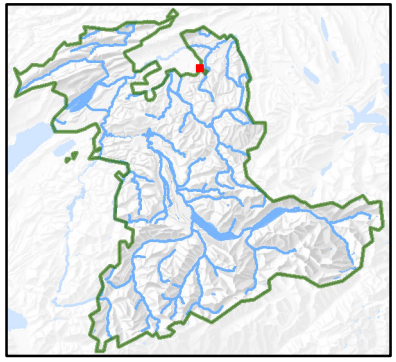
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:4'000

0 80 160 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

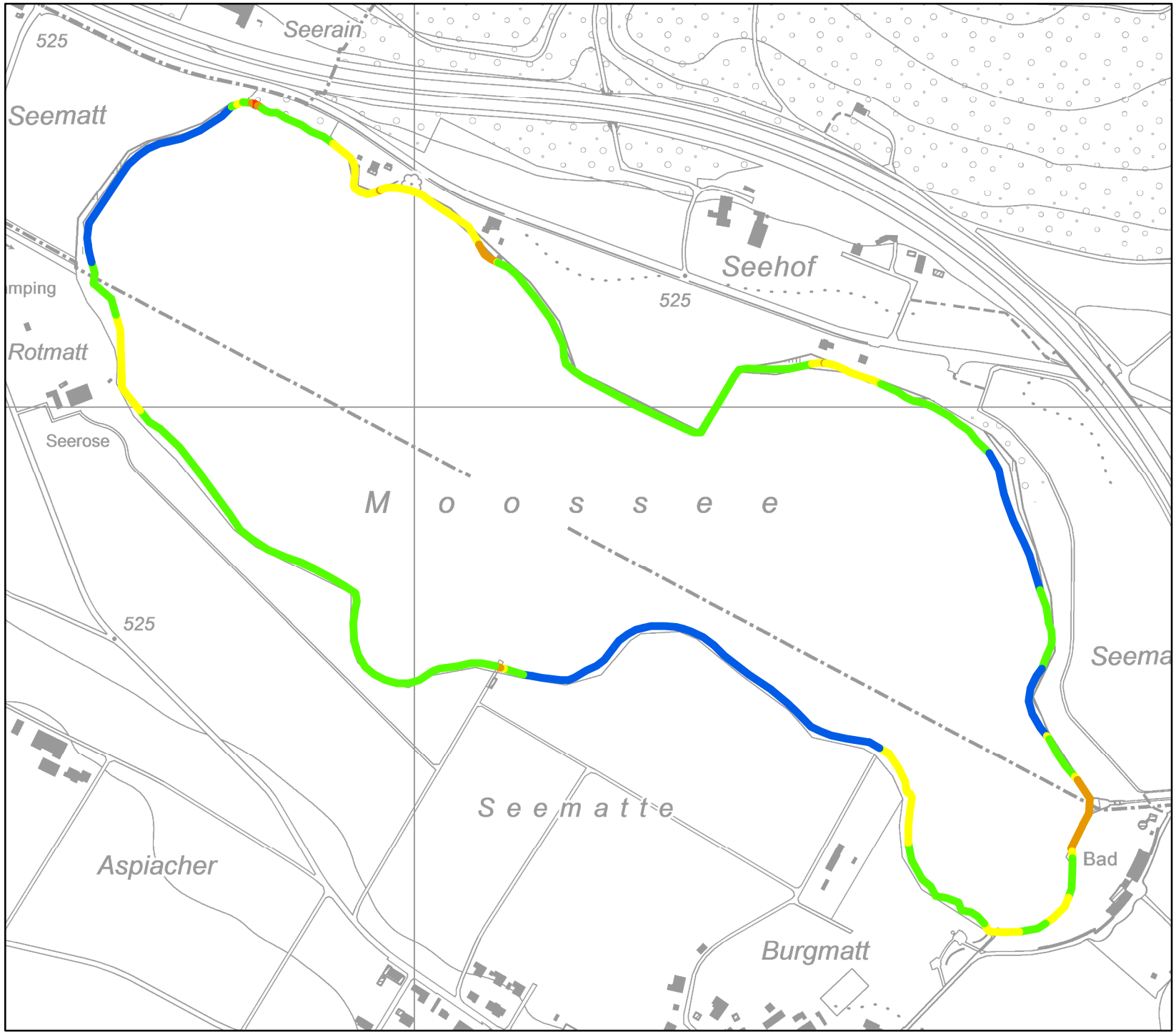
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Moossee

Legende

Ökomorphologie

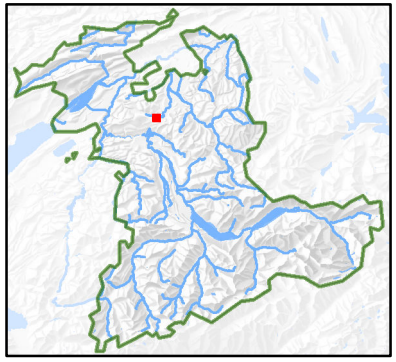
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:5'000

0 100 200 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

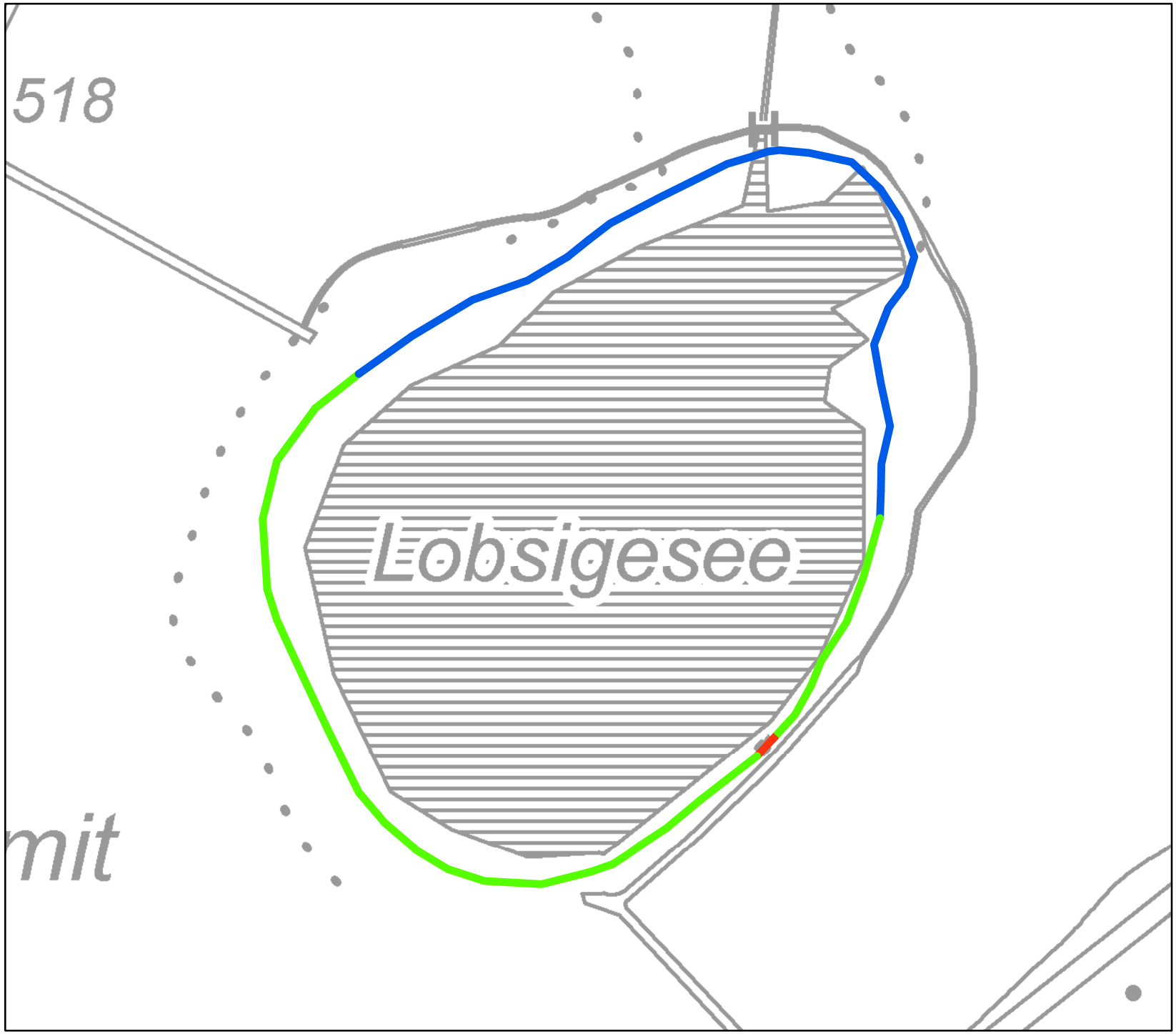
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Lobsigensee

Legende

Ökomorphologie

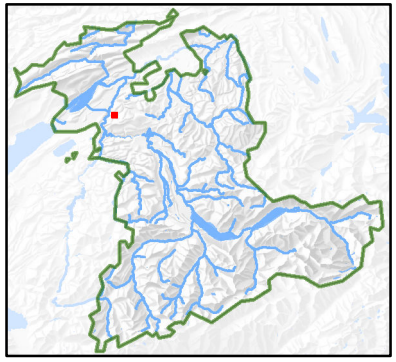
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:1'500

0 30 60 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

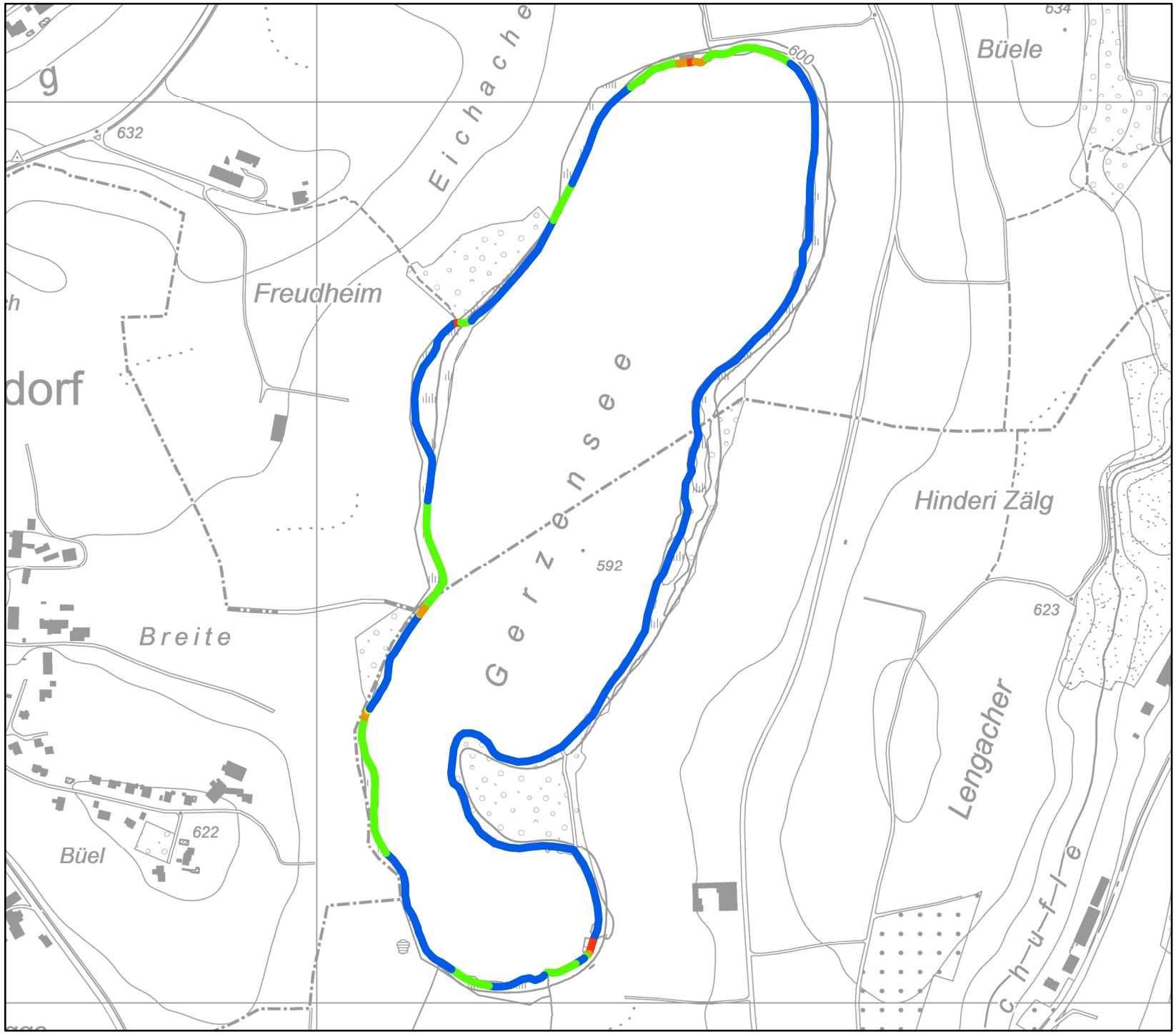
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Gerzensee

Legende

Ökomorphologie

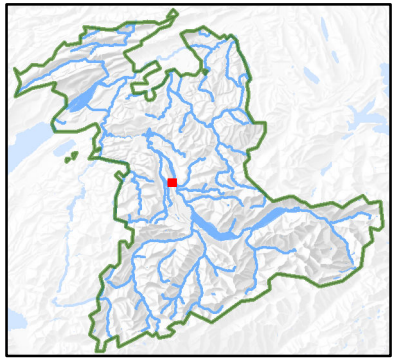
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:6'000

0 120 240 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

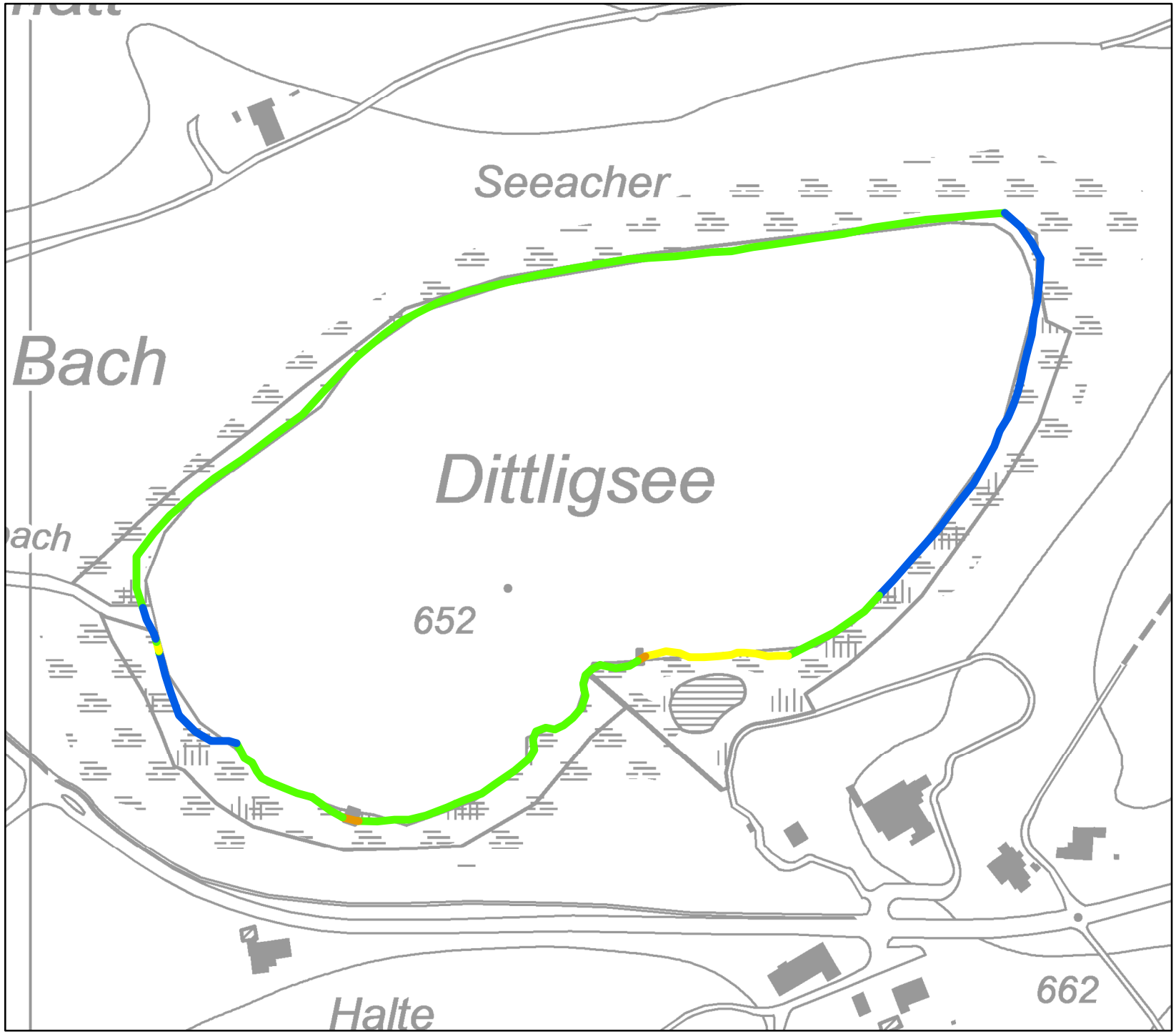
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Dittligsee

Legende

Ökomorphologie

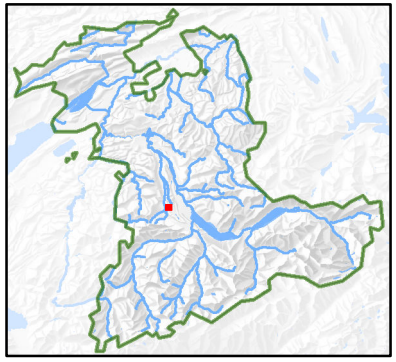
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:2'500

0 50 100 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

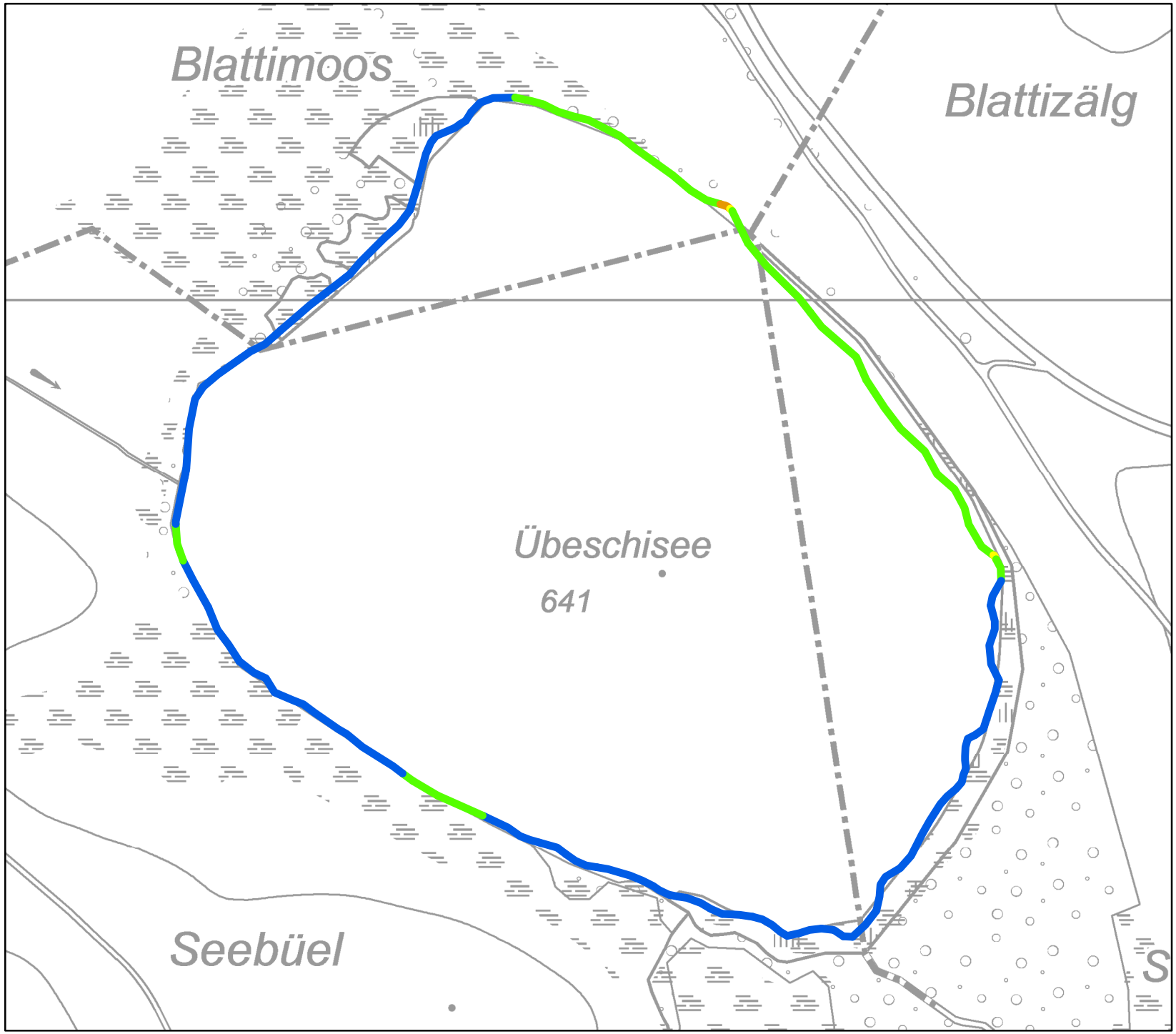
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Übeschisee

Legende

Ökomorphologie

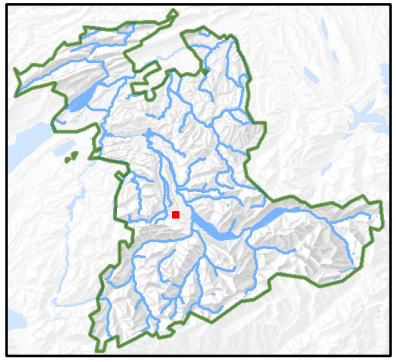
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:3'000

0 60 120 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

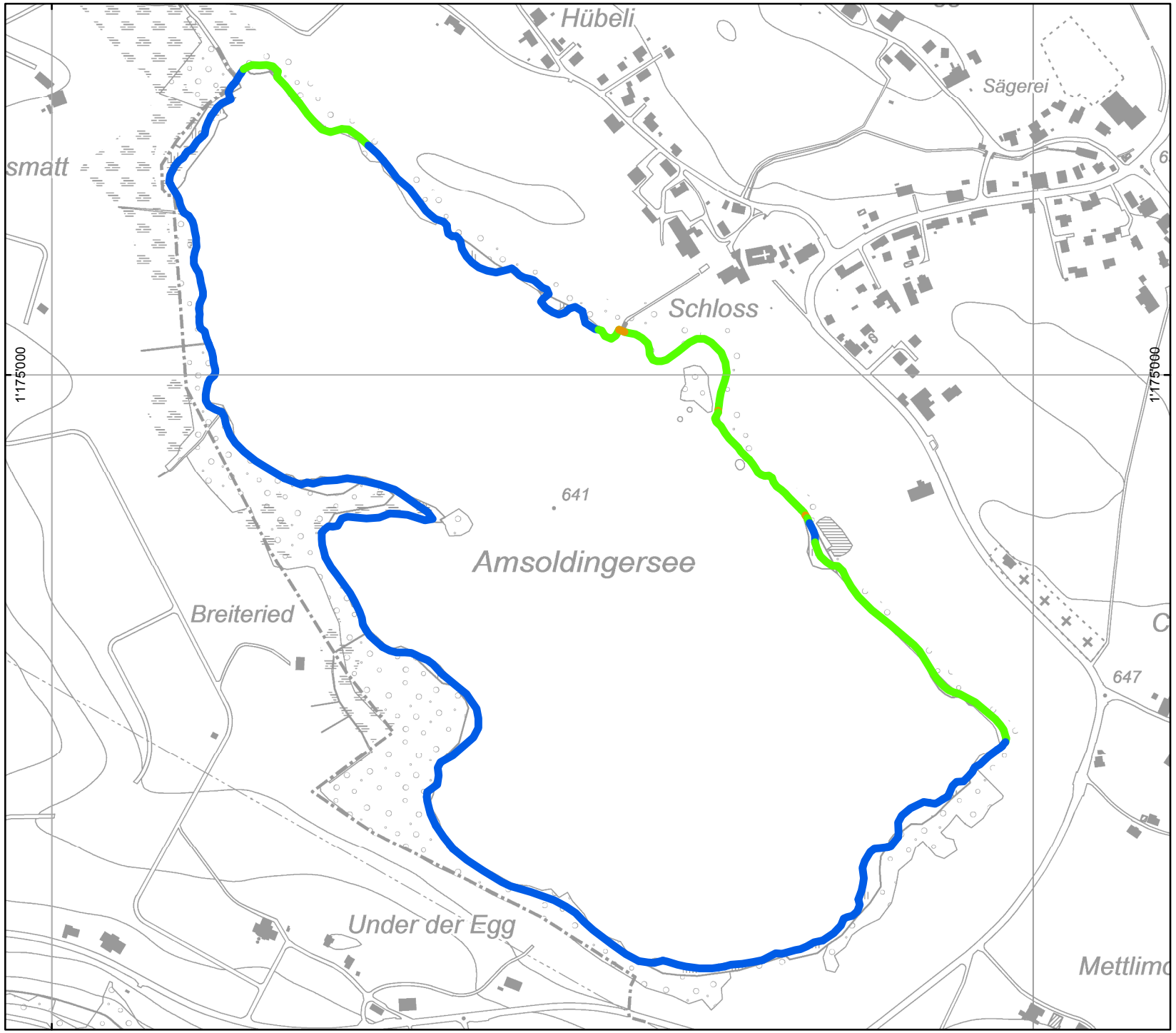
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Amsoldingersee

Legende

Ökomorphologie

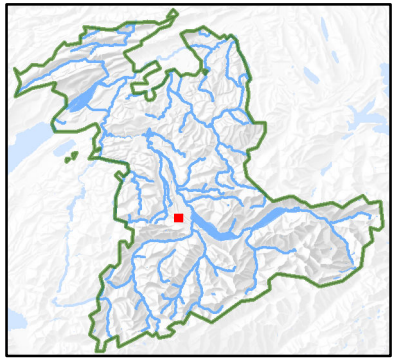
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:5'500

Meter
0 110 220



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

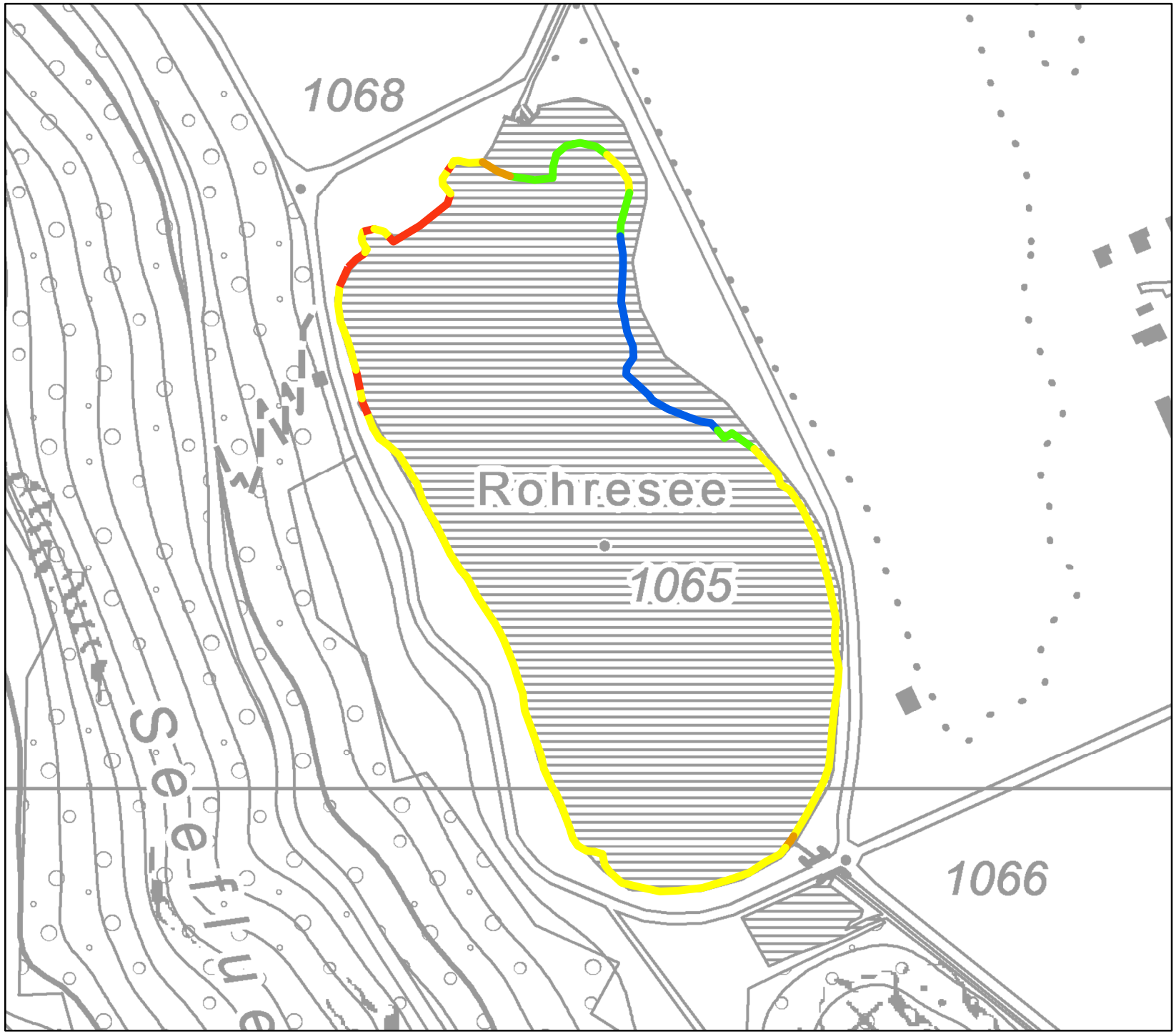
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Lenkerseeli

Legende

Ökomorphologie

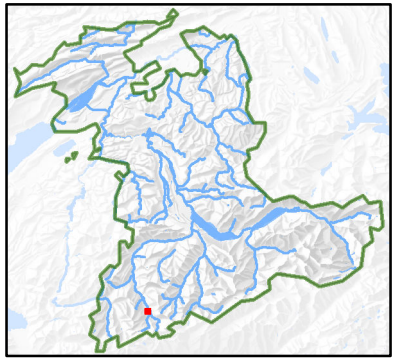
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:2'000

0 40 80 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

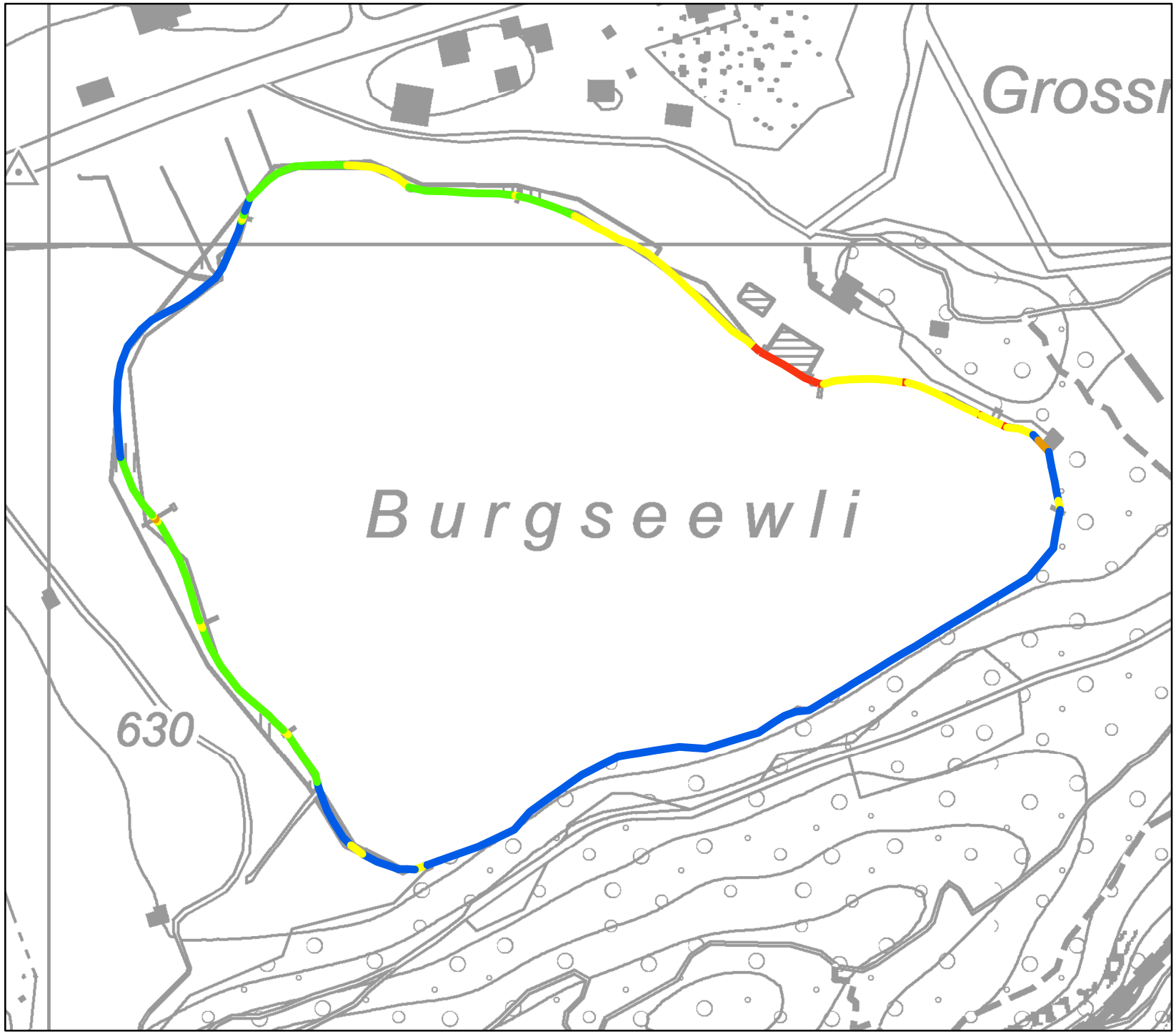
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Burgseeli

Legende

Ökomorphologie

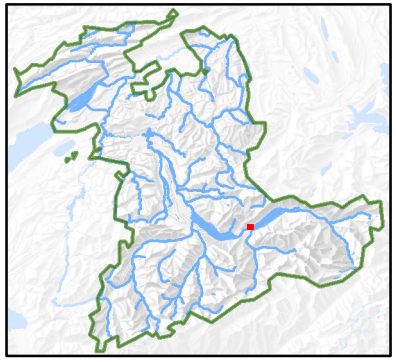
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:2'000

0 40 80 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

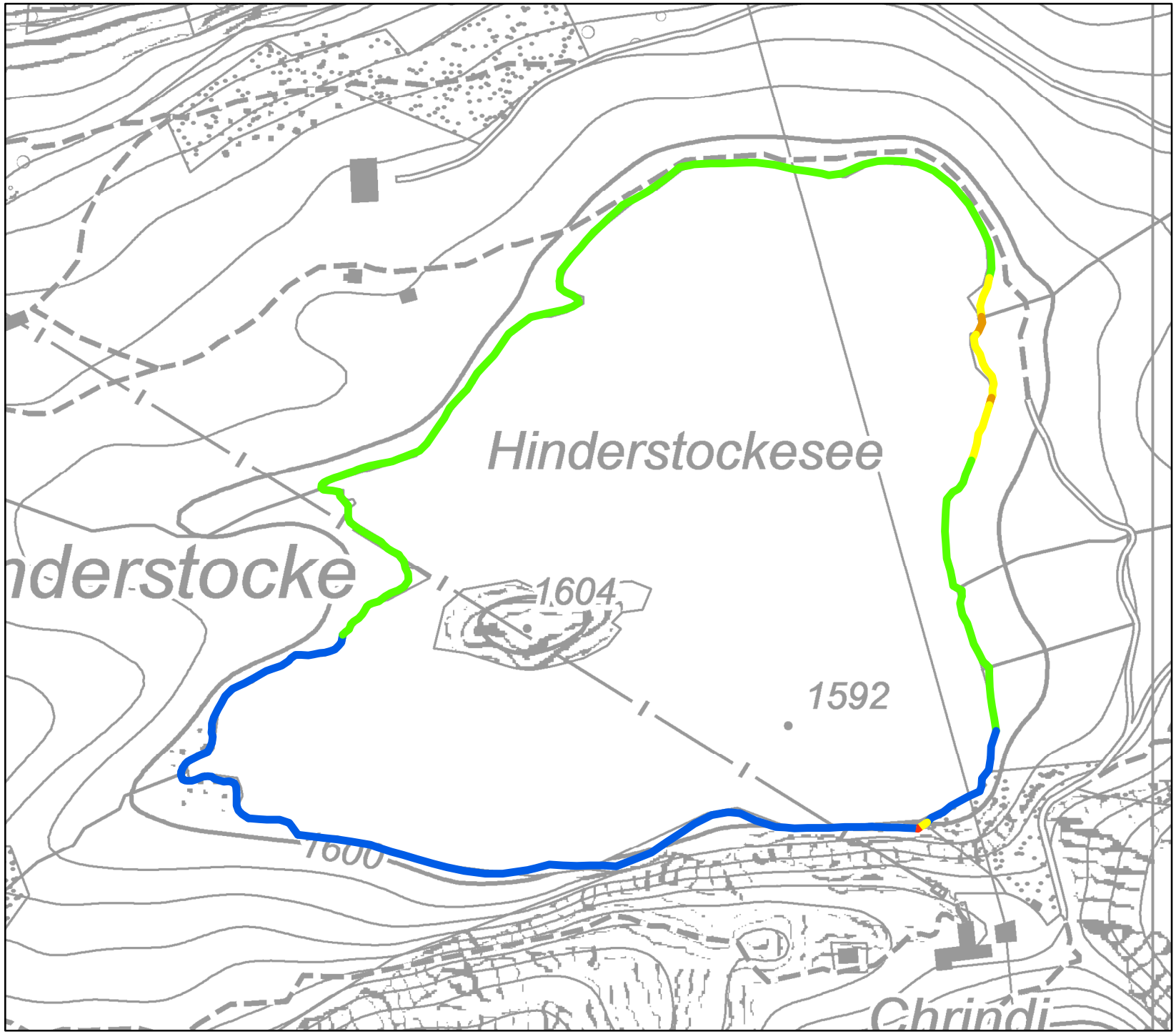
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Hinterstockensee

Legende

Ökomorphologie

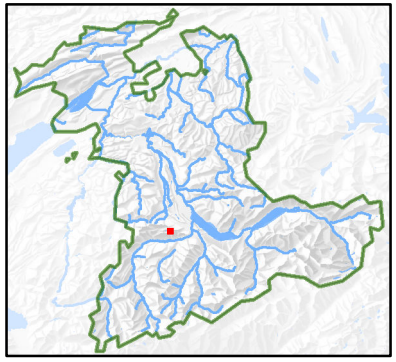
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:2'500

0 50 100 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 24.10.2017

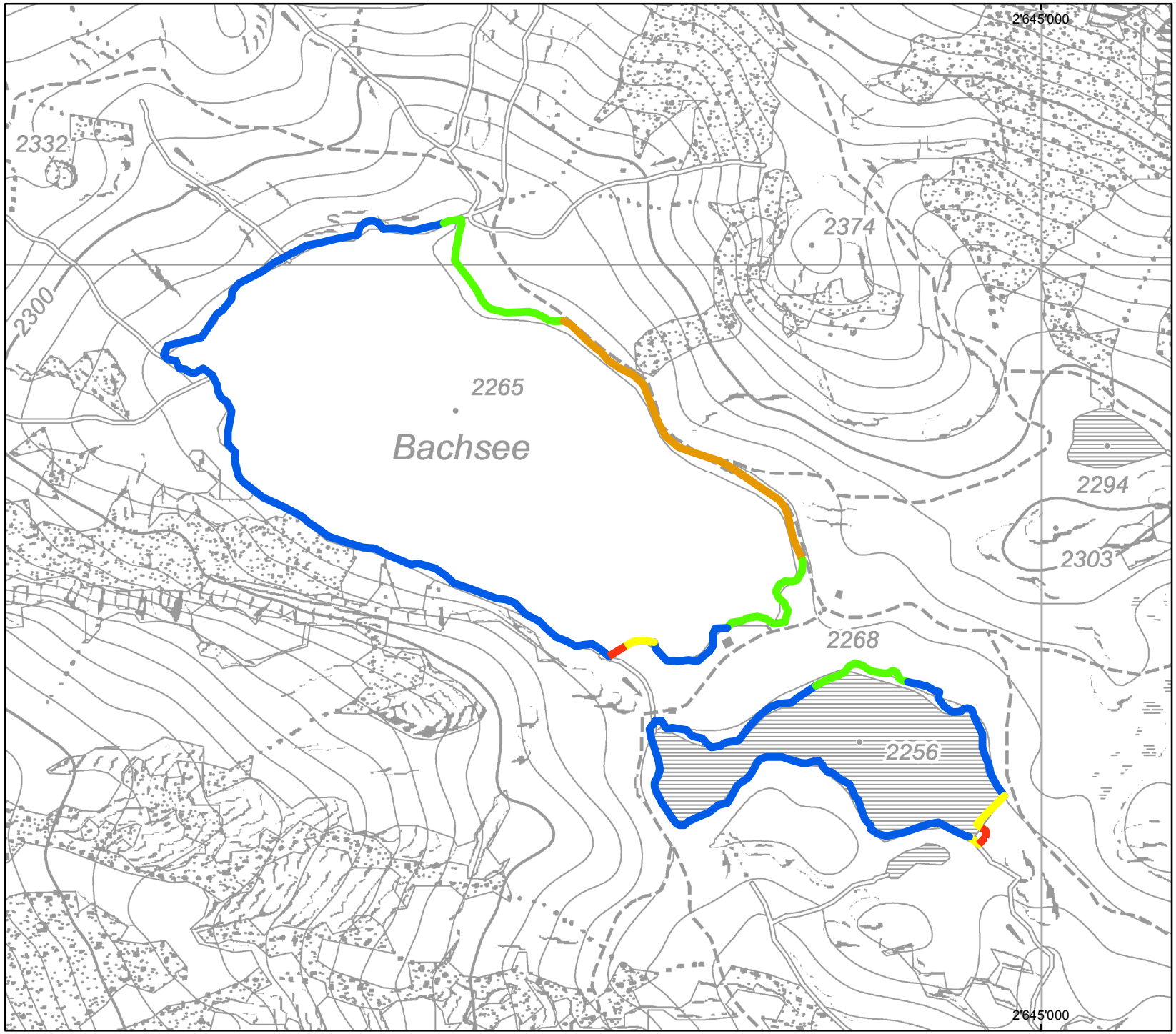
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Bachsee
Unterer Bachsee

Legende

Ökomorphologie

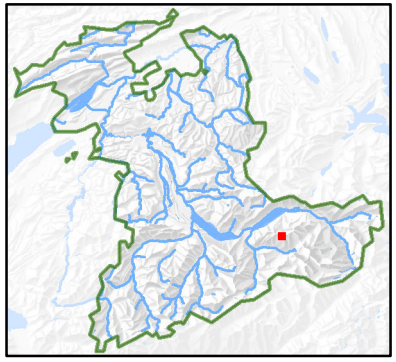
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:4'000

Meter
0 80 160



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

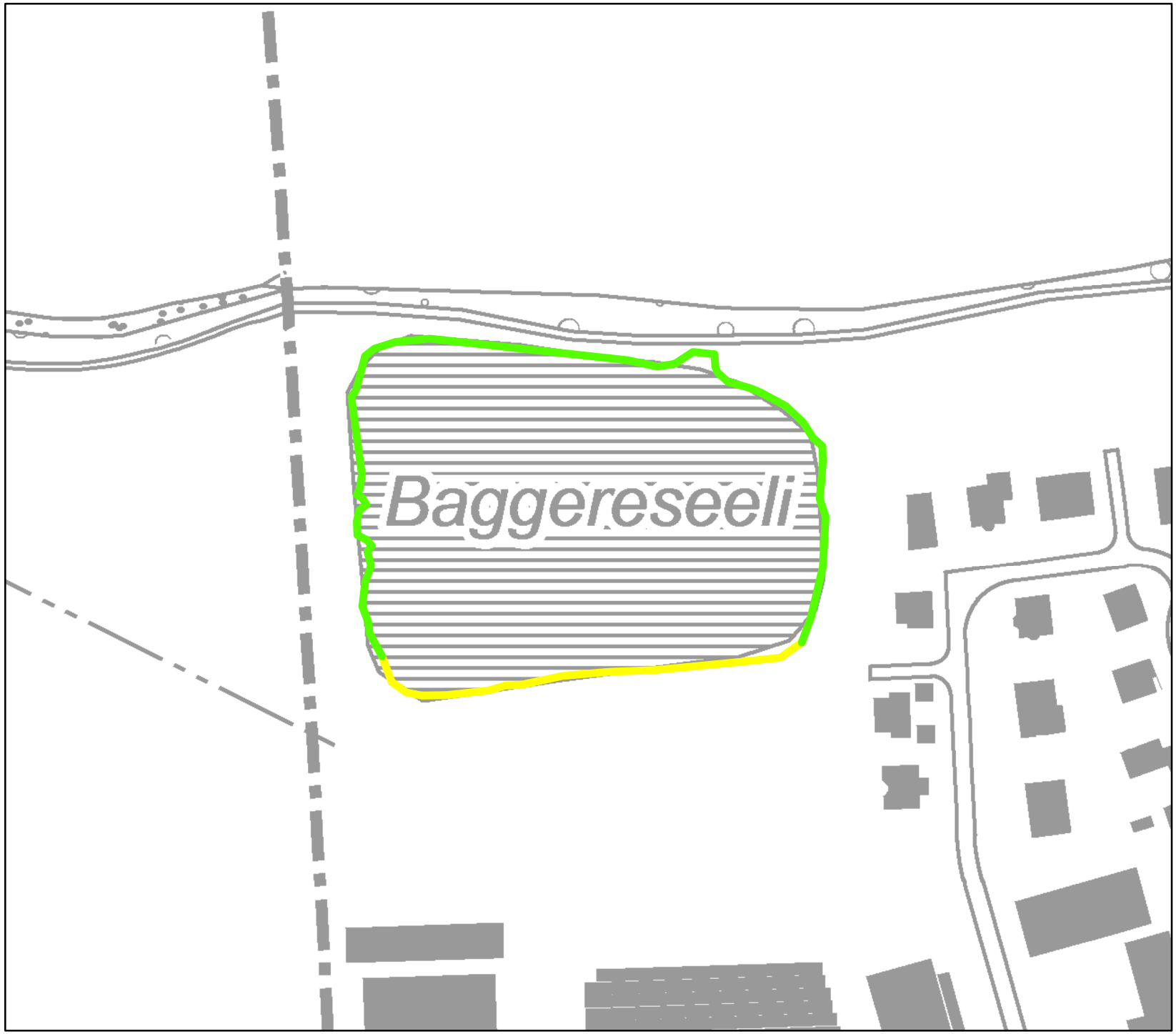
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Baggerseeli Bönigen

Legende

Ökomorphologie

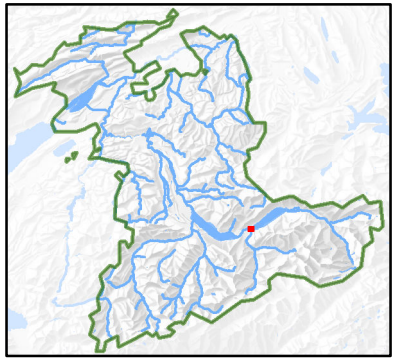
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:1'500

0 30 60 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 30.10.2017

Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Bleienbacher Torfsee

Legende

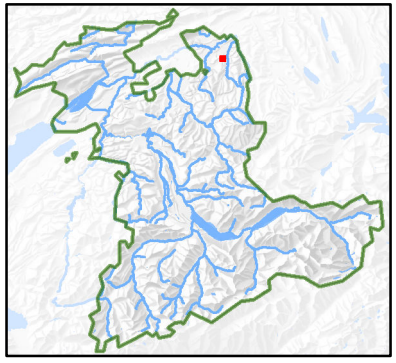
Ökomorphologie

- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich

1:2'000

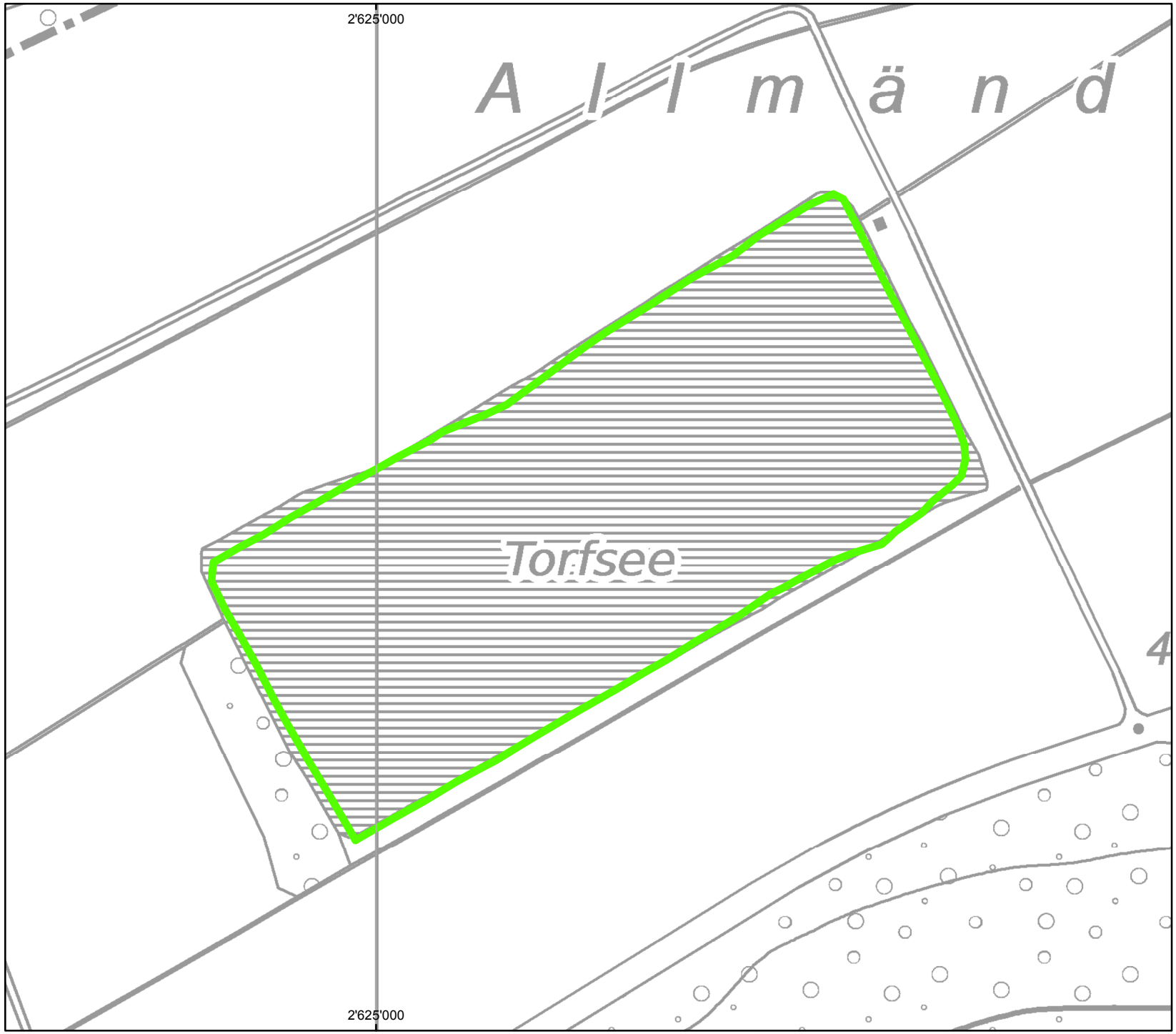
N

Meter
0 40 80



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 30.10.2017



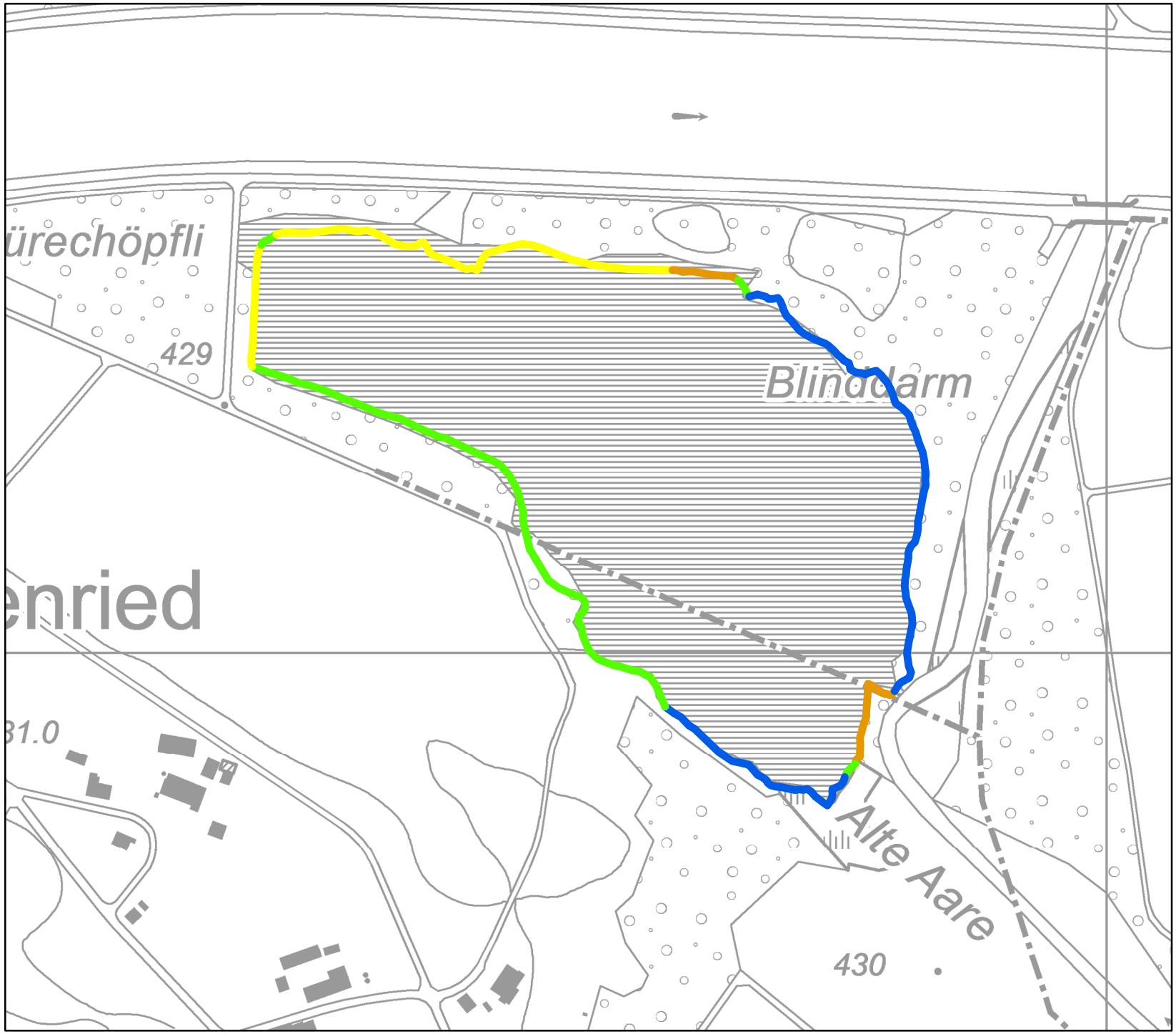
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Baggersee Meienried

Legende

Ökomorphologie

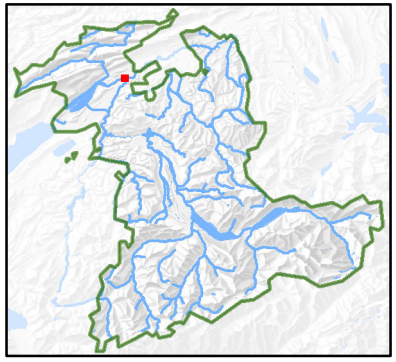
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:3'000

0 60 120 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

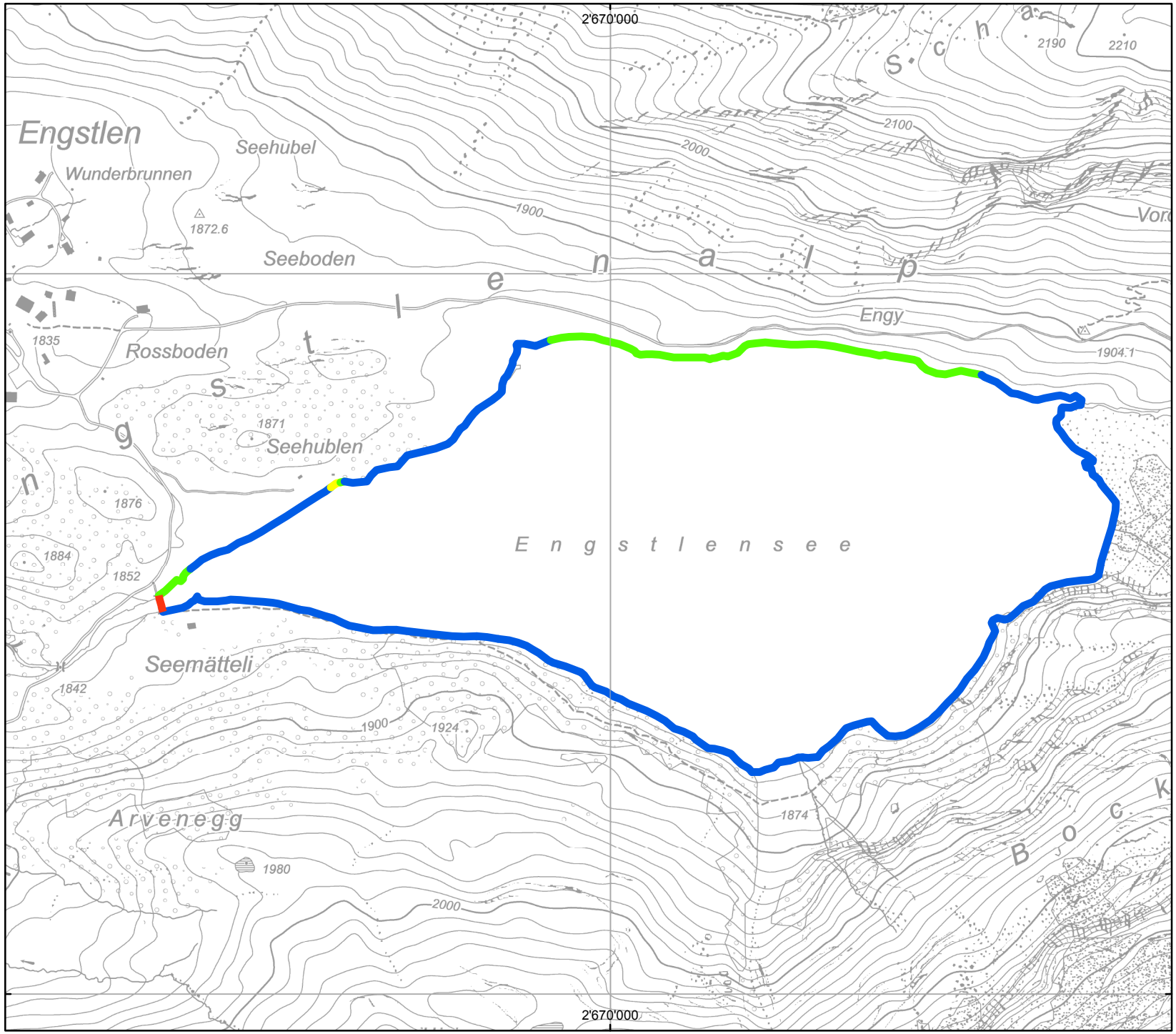
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie Engstlensee

Legende

Ökomorphologie

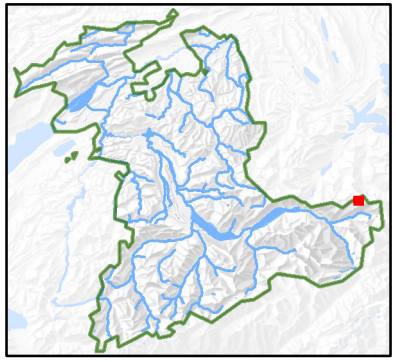
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:7'500

Meter
0 150 300



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

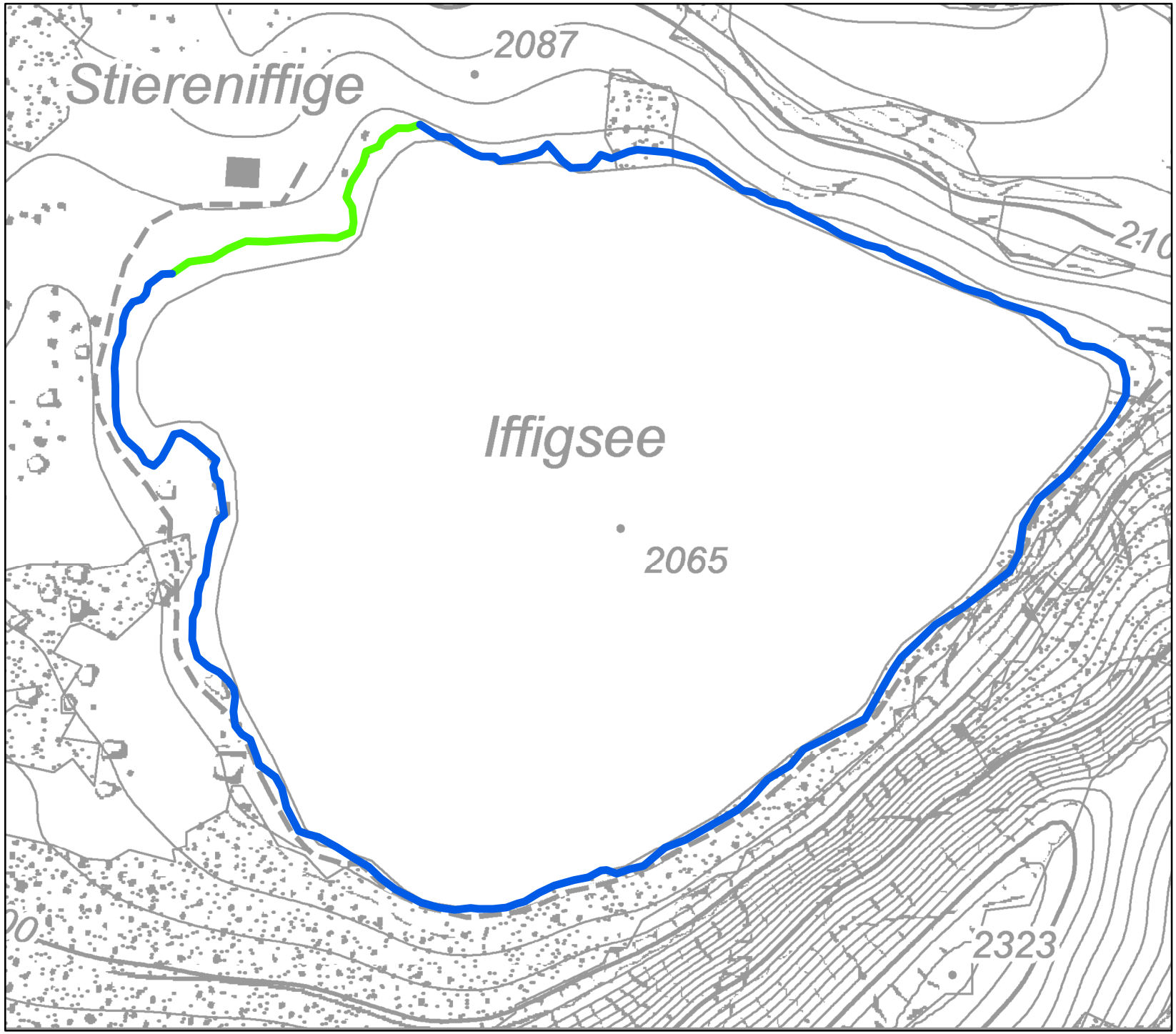
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Iffigsee

Legende

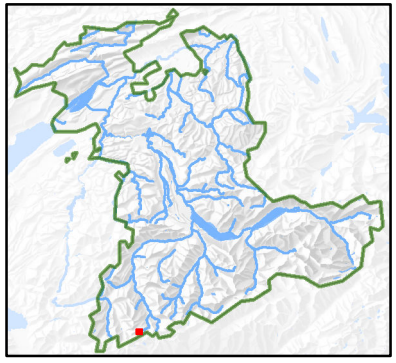
Ökomorphologie

- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



1:2'500

0 50 100 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Lauenensee
Kleiner Lauenensee

Legende

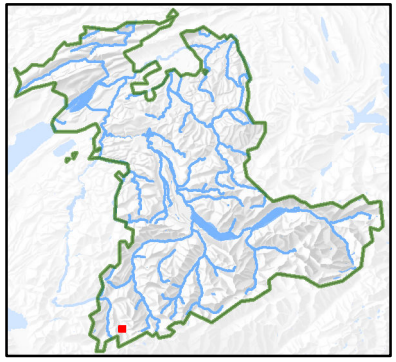
Ökomorphologie

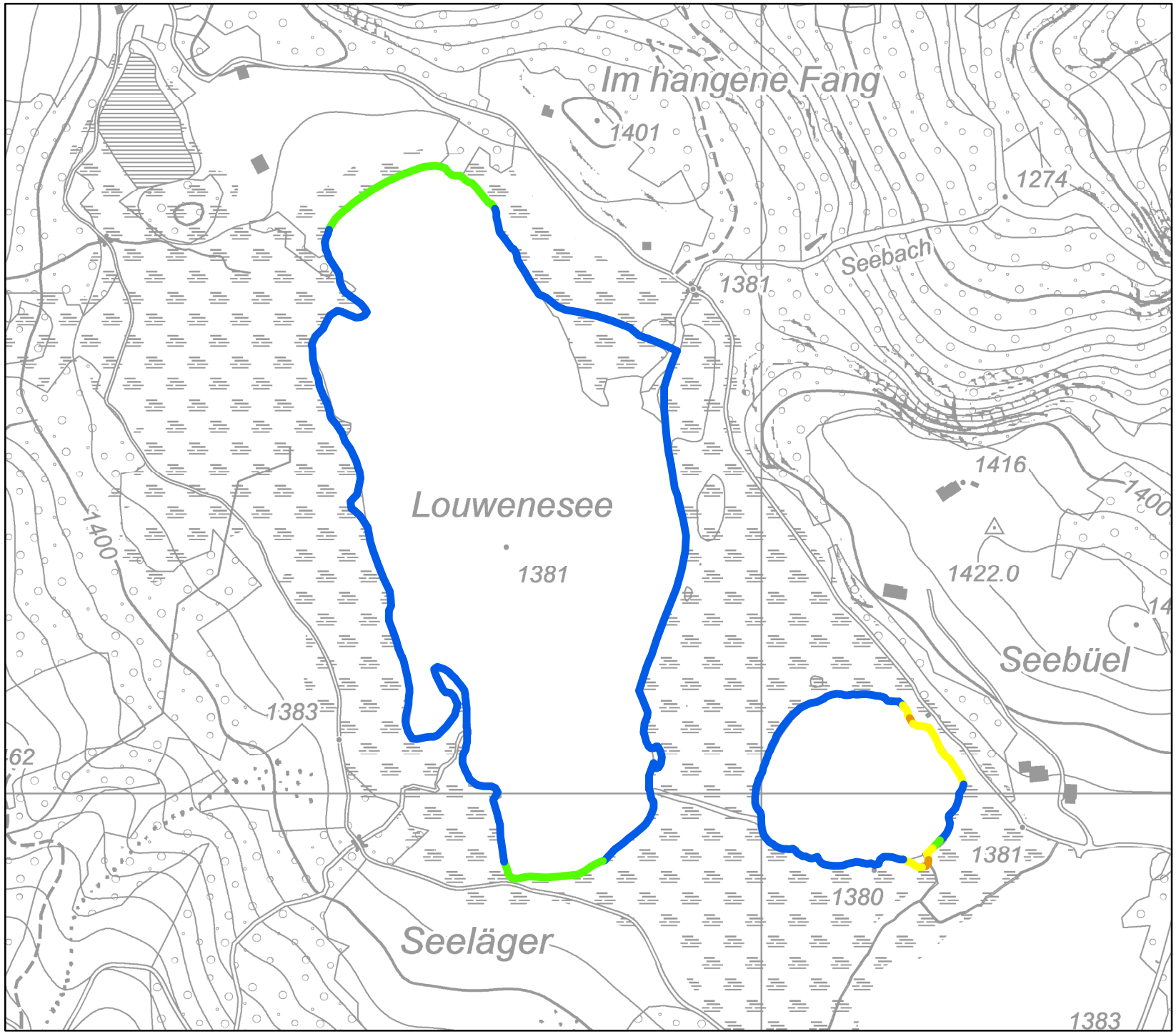
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich

1:4'000

N

0 80 160 Meter





AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Chli Moossee

Legende

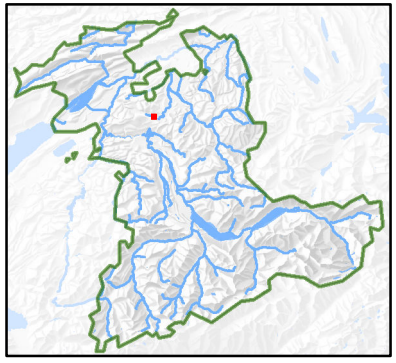
Ökomorphologie

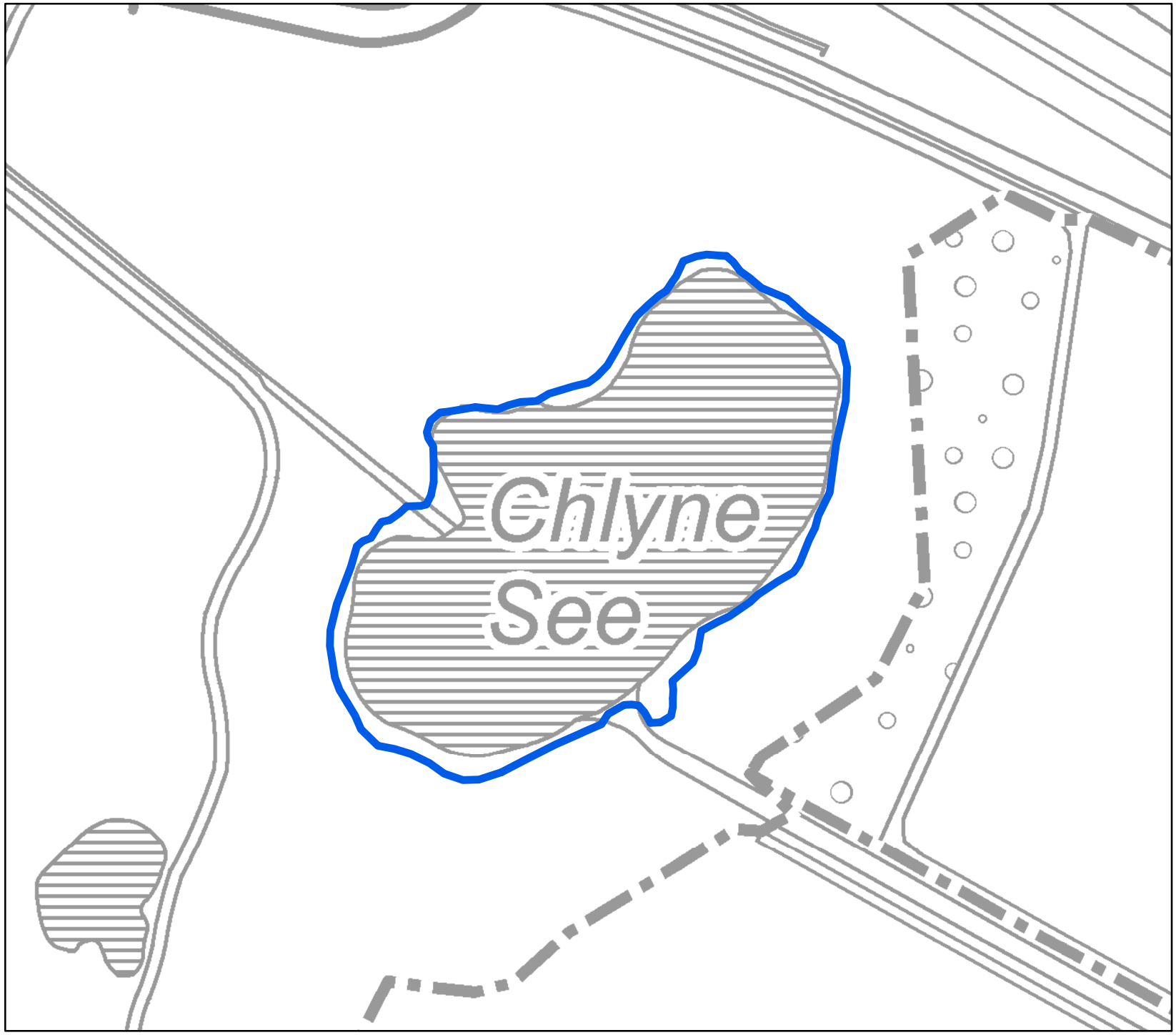
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich

N

1:1'500

0 30 60 Meter





AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

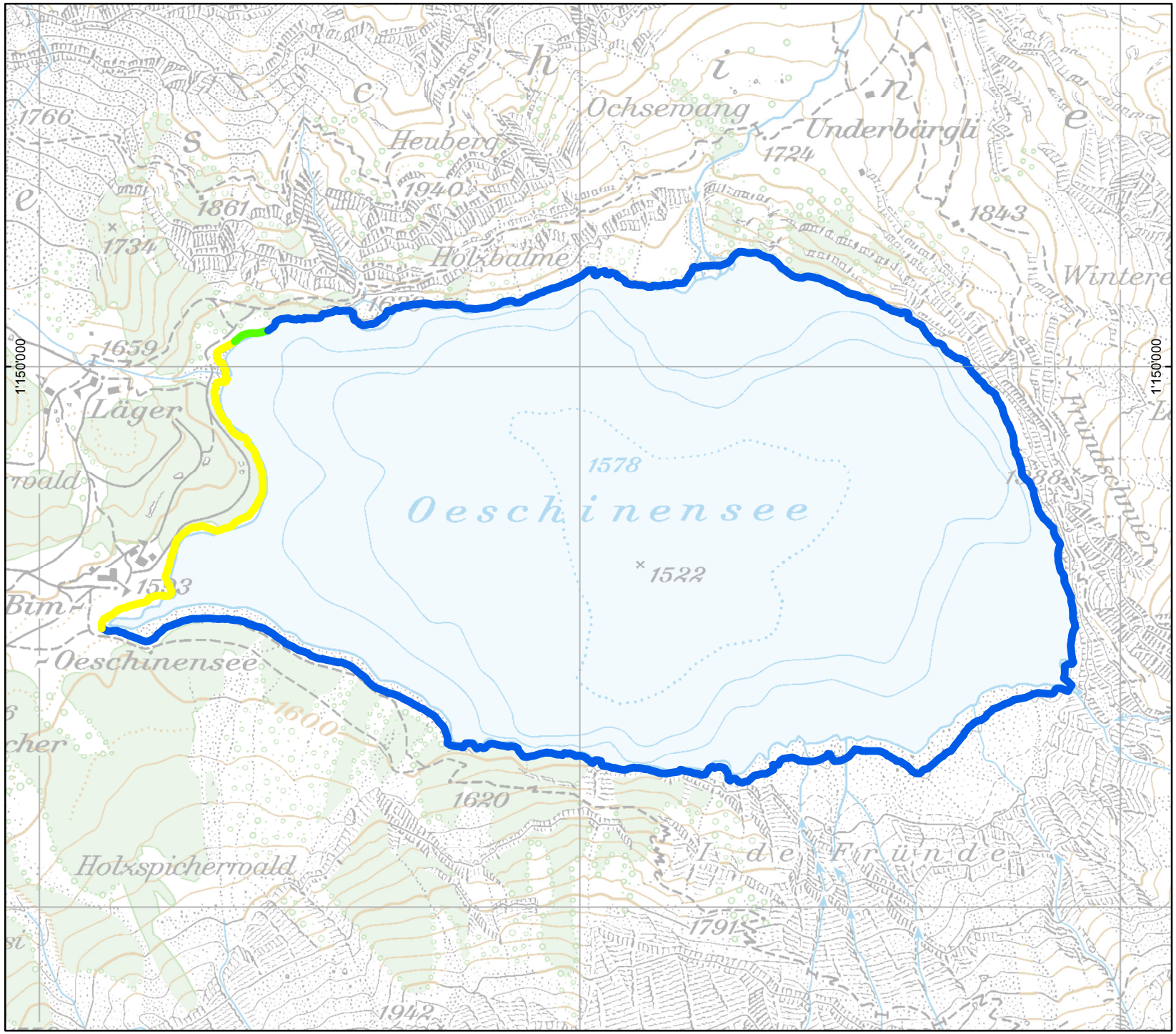
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Oeschinensee

Legende

Ökomorphologie

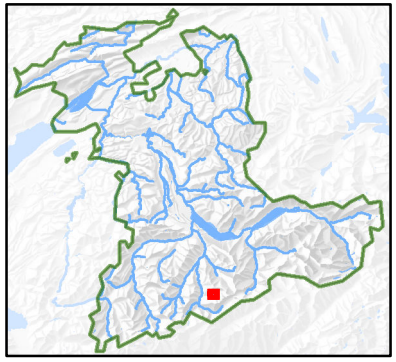
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



1:10'000

N

Meter
0 200 400



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

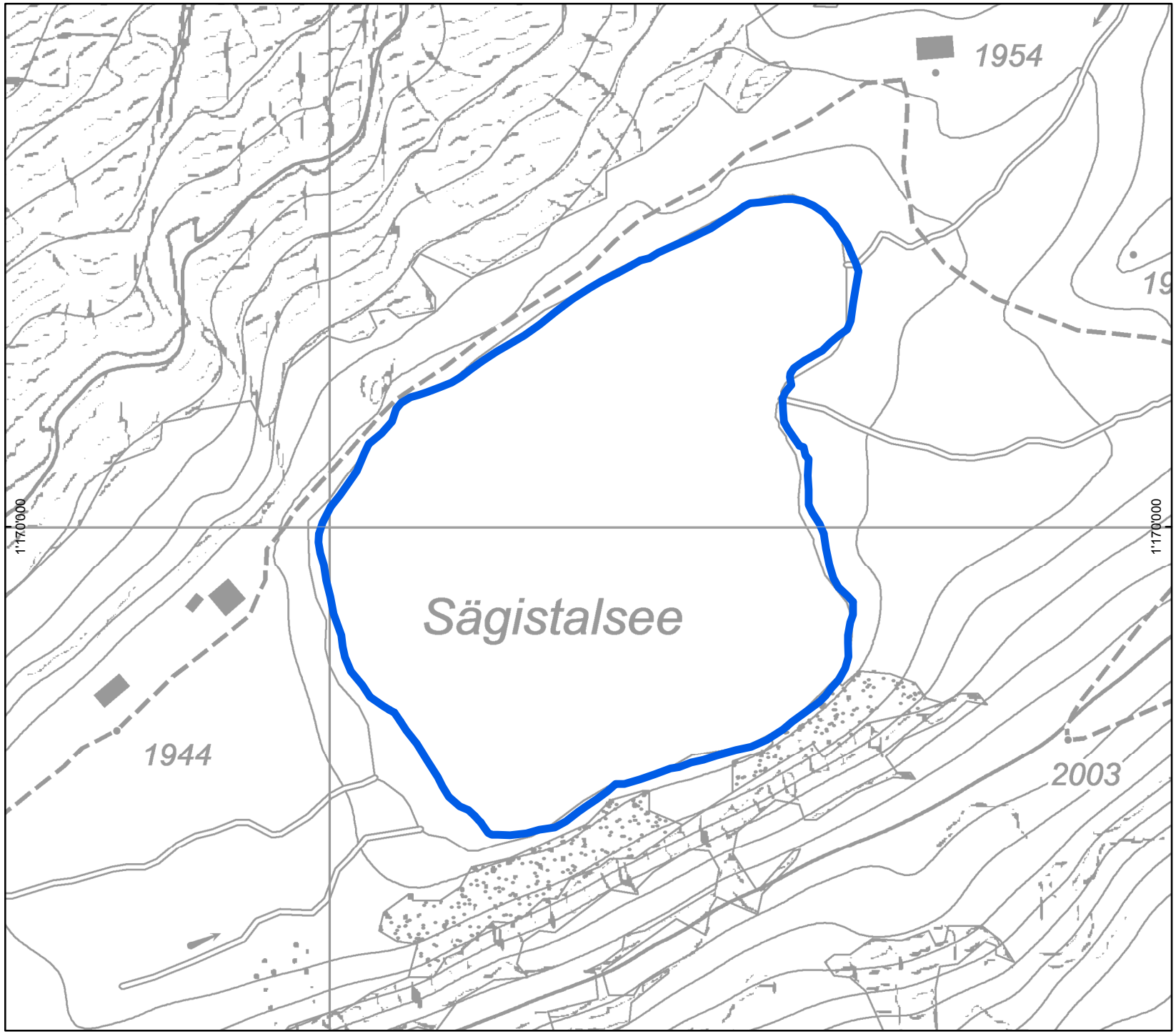
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Sägistalsee

Legende

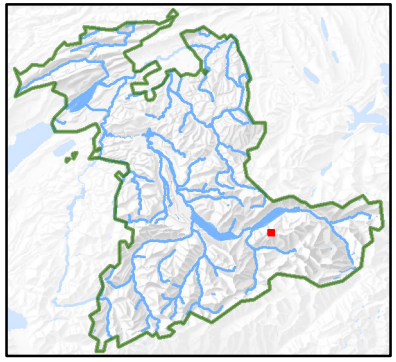
Ökomorphologie

- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



1:3'000

0 60 120 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

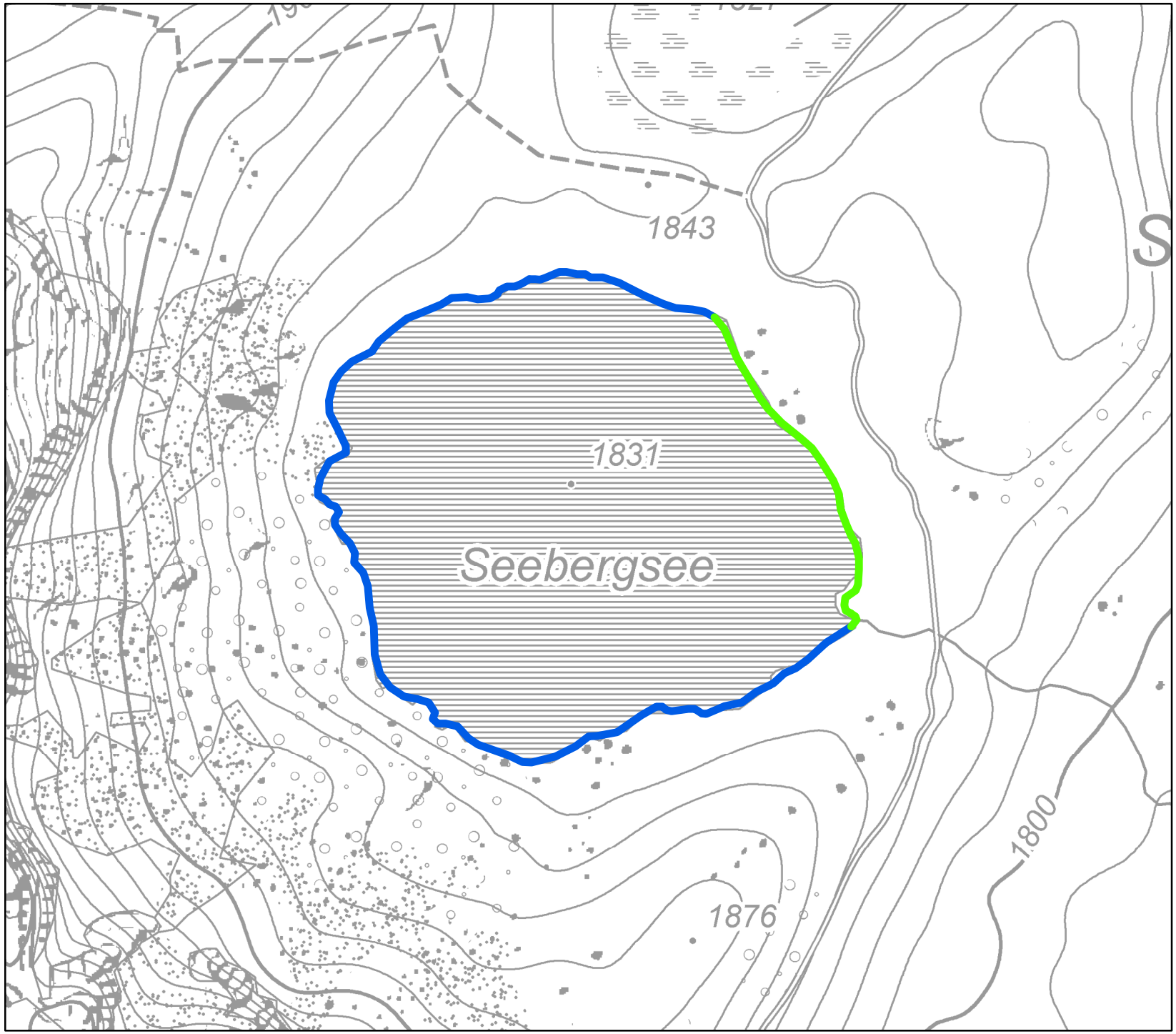
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Seebergsee

Legende

Ökomorphologie

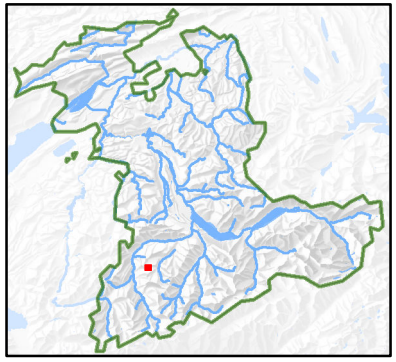
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:3'000

0 60 120 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

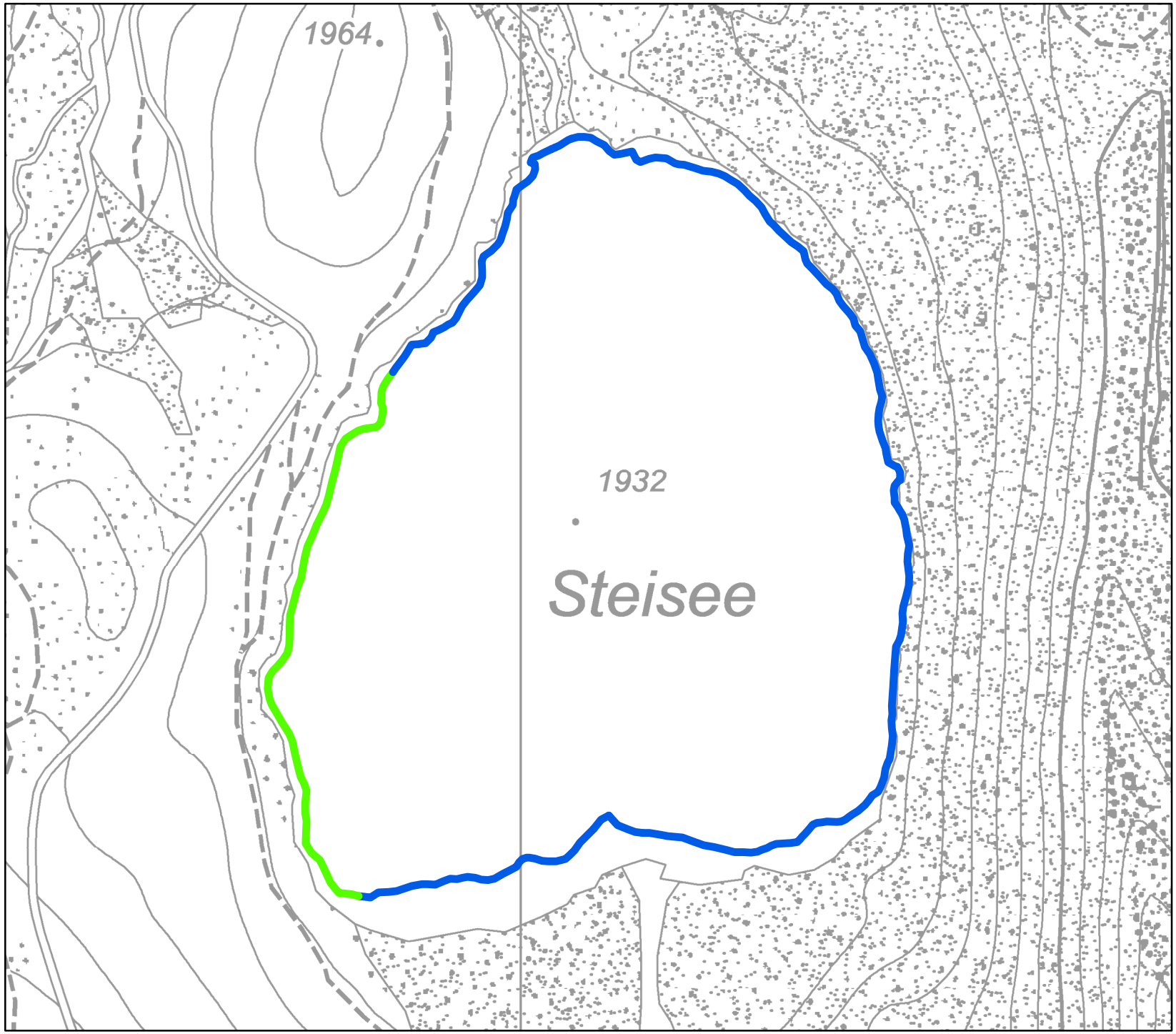
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Steinsee

Legende

Ökomorphologie

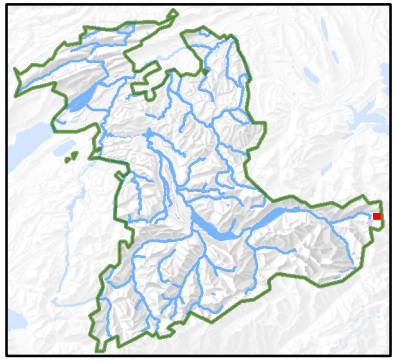
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:3'000

0 60 120 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

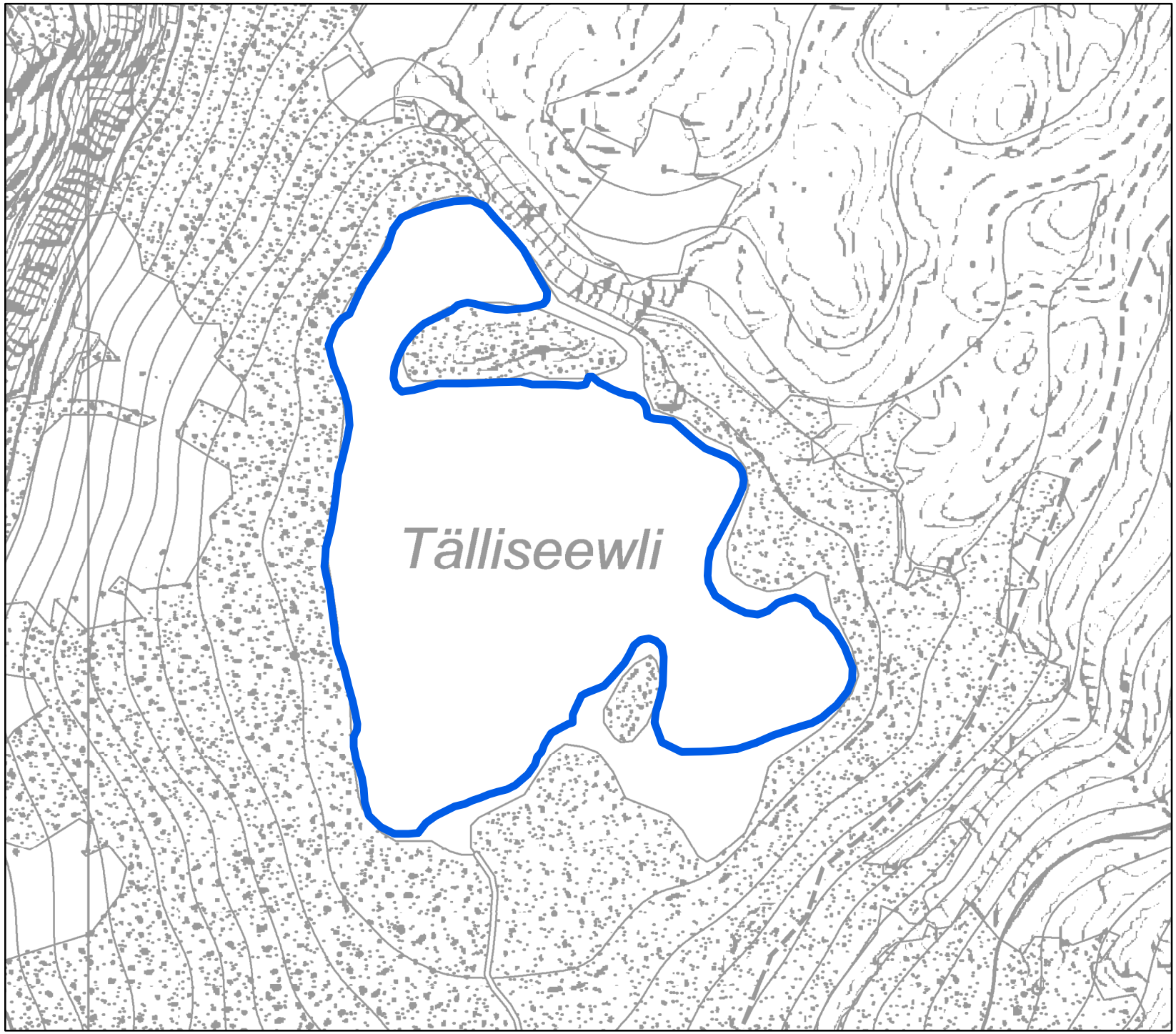
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Tällisee 1

Legende

Ökomorphologie

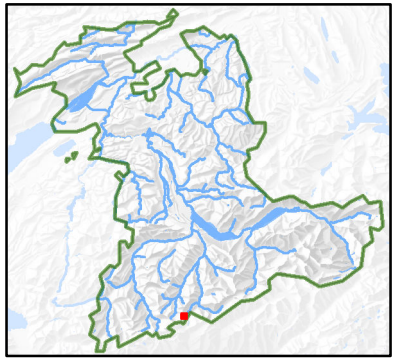
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:3'000

0 60 120 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

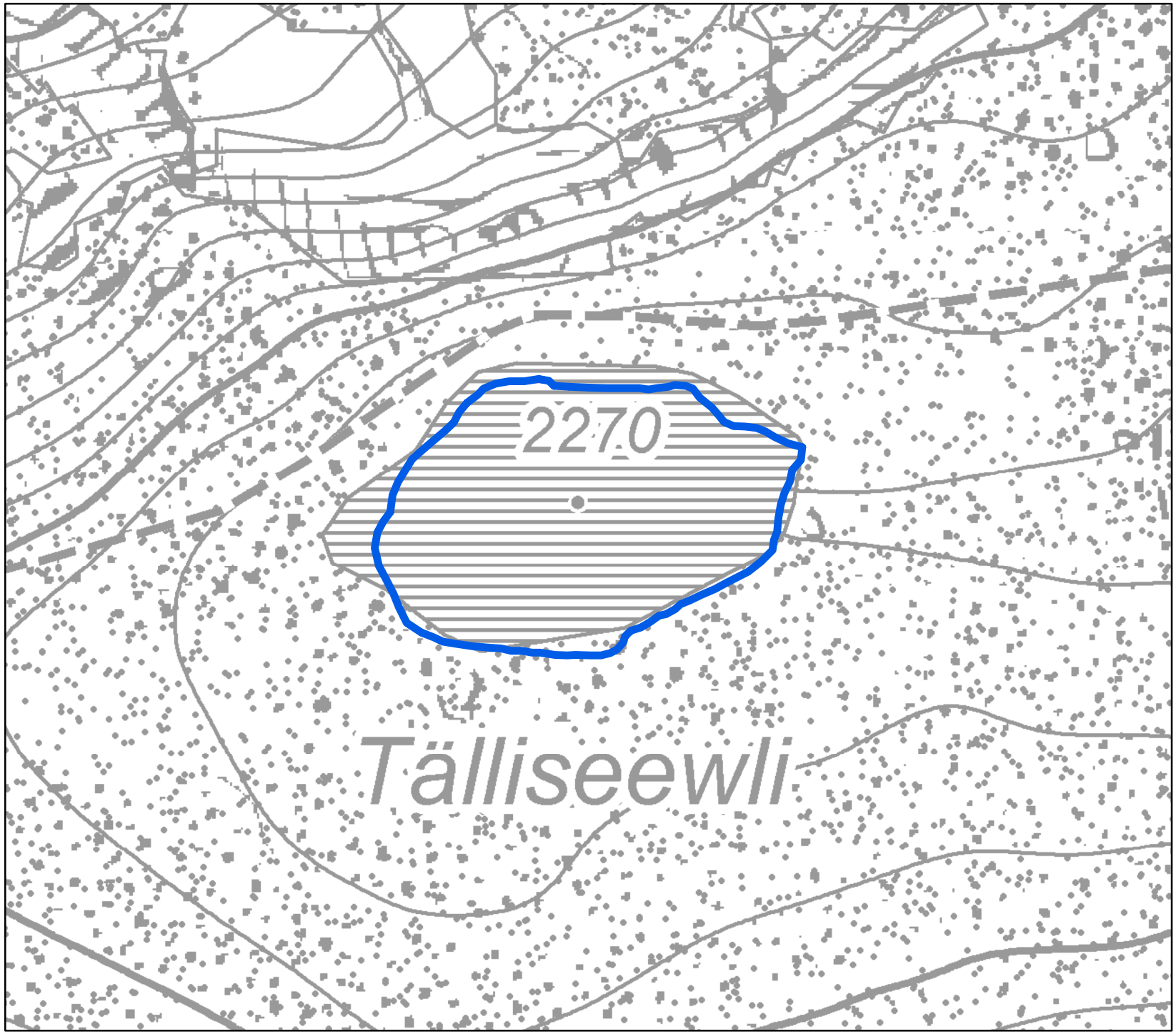
Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Tällisee 2

Legende

Ökomorphologie

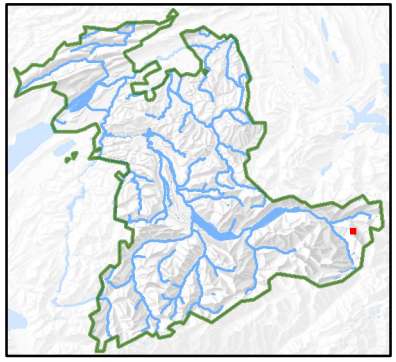
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich



N

1:1'500

0 30 60 Meter



AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

Gewässerdaten GBL

Ökomorphologie
Sängeliweiher

Legende

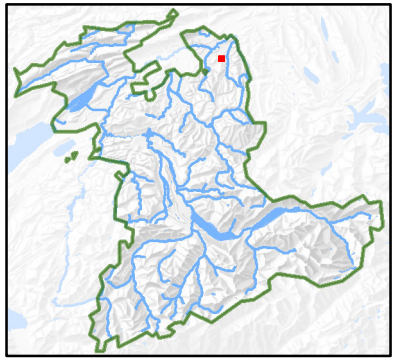
Ökomorphologie

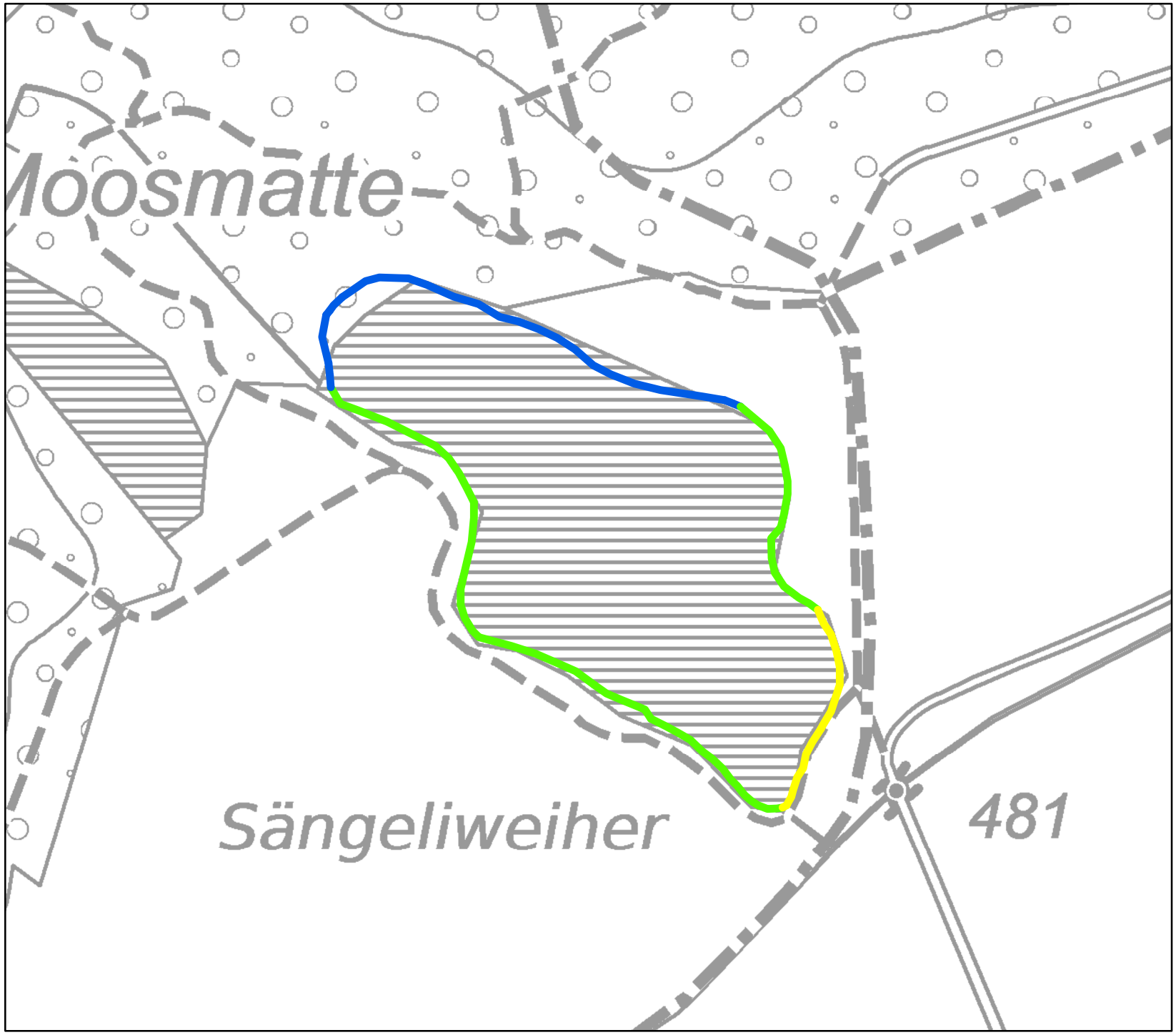
- 0.8 bis 1 naturnah, natürlich
- 0.6 bis <0.8 wenig beeinträchtigt
- 0.4 bis <0.6 beeinträchtigt
- 0.2 bis <0.4 naturfremd
- 0.0 bis <0.2 künstlich

N

1:1'500

0 30 60 Meter





AWA Amt für Wasser und Abfall Kanton Bern
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Schermenweg 11, 3014 Bern

Datum: 26.10.2017

Impressum

Herausgeber
AWA Amt für Wasser und Abfall
Gewässer- und Bodenschutzlabor
Reiterstr. 11, 3011 Bern
Telefon +41 31 633 38 11
info.awa@bve.be.ch / www.be.ch/awa

Oktober 2017

Autorin
Luna Sartori

Projektleitung
Katrin Guthruf
Vinzenz Maurer
Markus Zeh

Edition
OED Office des eaux et des déchets
Laboratoire de la protection des eaux et du sol
Reiterstr. 11, 3011 Berne
Téléphone +41 31 633 38 11
info.awa@bve.be.ch / www.be.ch/awa

Octobre 2017

Auteur
Luna Sartori

Encadrement
Katrin Guthruf
Vinzenz Maurer
Markus Zeh