



## **Naturverlaichung der Bachforelle** **Eine Überprüfung in den luzernischen Fließgewässern**

Philipp Amrein, Priska Ineichen  
September 2015

## Zitiervorschlag

Amrein P. und Ineichen P. (2015). Naturverlaichung der Bachforelle - Eine Überprüfung in den luzernischen Fliessgewässern. Abteilung Natur, Jagd und Fischerei, Sursee.

## Dank

Herzlich gedankt sei allen Beteiligten und Unterstützern des Projekts, insbesondere dem Bundesamt für Umwelt Bafu für die finanzielle Unterstützung, der Dienststelle Landwirtschaft und Wald des Kantons Luzern, den Mitarbeitern der Abteilung Natur, Jagd und Fischerei des Kantons Luzern für ihre Einsatzbereitschaft und Flexibilität und den Fischereiobmännern und -obfrauen für die Unterlassung des Fischbesatzes im Jahr 2015.

## Titelbild

© Michel Roggo Photography

## Bezug der Rohdaten

Philipp Amrein  
Fachleiter Jagd und Fischerei  
Landwirtschaft und Wald (lawa)



Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement  
**Landwirtschaft und Wald (lawa)**  
Centralstrasse 33  
Postfach  
6210 Sursee

Telefon 041 925 10 00  
Telefax 041 925 10 09  
lawa@lu.ch  
www.lawa.lu.ch

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>5</b>
1.1 Ausgangslage .....	5
1.2 Besatz von Bachforellen .....	5
<b>2 Methode</b> .....	<b>6</b>
2.1 Untersuchungsgebiet .....	6
2.2 Datenerhebung .....	6
2.3 Auswertung.....	7
<b>3 Resultate und Empfehlungen</b> .....	<b>8</b>
3.1 Geographische Übersicht.....	8
3.2 Resultate und Empfehlungen für die Einzugsgebiete .....	10
Einzugsgebiet 1 - Baldeggersee .....	10
Einzugsgebiet 2 - Buch- und Enziwigger, Seewag.....	10
Einzugsgebiet 3 - Emme (Bärselbach) und Ilfis .....	11
Einzugsgebiet 4 - Kleine Emme.....	12
Einzugsgebiet 5 - Luthern.....	12
Einzugsgebiet 6 - Pfaffneren und Rot.....	13
Einzugsgebiet 7 - Reuss.....	13
Einzugsgebiet 8 - Seeabfluss Aabach .....	14
Einzugsgebiet 9 - Sempachersee .....	14
Einzugsgebiet 10 - Suhre, Wyna und Uerke .....	14
Einzugsgebiet 11 - Vierwaldstätter- und Zugersee .....	15
Einzugsgebiet 12 - Wigger bis Mündung Seewag.....	15
3.3 Zusätzliche Auswertungen .....	16
<b>4 Diskussion</b> .....	<b>17</b>
4.1 Einflussfaktoren der Naturverlaichung.....	17
4.2 Empfehlungen bezüglich Fischbesatz .....	18
<b>5 Fazit</b> .....	<b>20</b>
<b>Glossar</b> .....	<b>21</b>
<b>Literatur</b> .....	<b>22</b>

## Zusammenfassung

Daten über die Naturverlaichung der Bachforelle bieten eine wichtige Grundlage für die Besatzplanung. Daher wurden im Frühsommer 2015 283 Teststrecken im Kanton Luzern mit dem Elektrofängergerät befischt und prioritär jene Jungfische gezählt, welche das erste Lebensjahr noch nicht erreicht hatten (0+ Bachforellen). Aus der absoluten Anzahl der 0+ Bachforellen wurde für jede Teststrecke die 0+ Dichte berechnet. Diese wurde unter Berücksichtigung der biogeographischen Regionen (Mittelland, Voralpen, Alpen) in die Kategorien sehr gut, gut, mässig, unbefriedigend oder schlecht eingeteilt. Zusätzlich wurde analysiert, ob die Dichte der 0+ Fische mit der mittleren Bachbreite sowie der Anzahl Begleitarten korreliert.

In 83% der 283 Teststrecken konnten wir Naturverlaichung der Bachforelle nachweisen. An 45% der Teststrecken wurde die Naturverlaichung als gut oder sehr gut, an 47% als unbefriedigend oder schlecht eingestuft. Sowohl sehr gute als auch schlechte 0+ Dichten sind grundsätzlich über den ganzen Kanton verteilt. Einzig in den hohen Lagen des Amts Entlebuch scheint die Naturverlaichung im Jahr 2015 kaum funktioniert zu haben. Mögliche Gründe sind das Hochwasser vom Sommer 2014 sowie jene von 2015. Die 0+ Dichte war somit im Mittelland am höchsten und in den Voralpen am tiefsten. Daneben beeinflussten lokale Umweltfaktoren die Naturverlaichung stark. In unserer Überprüfung nahm beispielsweise die 0+ Dichte mit zunehmender Bachbreite und Anzahl Begleitarten signifikant ab.

Im Kanton Luzern wurden in den letzten Jahren einige Gewässer besetzt, welche gemäss unserer Überprüfung eine genügende Naturverlaichung aufwiesen. Bei nachweisbar guter bis sehr guter Naturverlaichung ist die Überlebenswahrscheinlichkeit von Besatzfischen jedoch gering. Daher ist ein Besatz in diesen Gewässern in Jahren ohne Extremereignisse aus ökologischen und ökonomischen Gründen nicht sinnvoll. Im Gegenzug stellten wir an einigen Gewässern eine ungenügende Naturverlaichung fest. Da unsere Überprüfung eine Momentaufnahme darstellt, können diese negativen Ergebnisse aber nicht automatisch mit einem generell schwachen Naturverlaichungs-Potential gleichgesetzt werden. Falls die negativen Ergebnisse auf ein Einzelereignis zurückzuführen sind, von welchem sich die Wildfischpopulation nicht innerhalb eines bis zwei Jahren erholen kann, sollte der Bestand durch Besatz gestützt werden. In jedem Fall gilt, dass Lebensraumaufwertungen dem Besatz vorzuziehen sind und dass ein Gewässer nur besetzt werden sollte, falls die Lebensraumkapazität für die jeweilige Altersklasse der Besatzfische noch nicht ausgeschöpft wird. Die vorliegende Arbeit gibt konkrete Besatzempfehlungen für einzelne Fliessgewässer im Kanton Luzern ab.

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Heftige Gewitter und extreme Niederschläge führten im Sommer 2014 zu starkem Hochwasser. Betroffen waren vorwiegend die Regionen um den Napf und das obere Amt Entlebuch. Stichprobeartige Kontrollbefischungen der betroffenen Fischereireviere zeigten, dass der Fischbestand in den jeweiligen Fliessgewässern durch die Hochwasser stark dezimiert wurde. Nach Abwägung aller Interessen wurde daher im Jahr 2014 auf einen Laichfischfang in den luzernischen Fliessgewässern verzichtet. Dies bot die Möglichkeit im Jahr 2015 eine flächendeckende Überprüfung der Naturverlaichung bei Bachforellen (*Salmo trutta fario*) durchzuführen.

## 1.2 Besatz von Bachforellen

Die Bachforelle ist die am weitesten verbreitete Fischart sowohl in der Schweiz (Kirchhofer et al. 2007), als auch im Kanton Luzern (Muggli et al. 2010). Als beliebtester Angelfisch der Schweiz wird sie in fast allen Gewässern mit Besatz gefördert (Kirchhofer et al. 2007). Im Kanton Luzern erfolgen Besatzmassnahmen einerseits um die natürlichen Populationschwankungen zu reduzieren und somit einen konstanten Fangertrag zu ermöglichen und andererseits um in Fliessgewässern mit ungenügender Naturverlaichung die Population zu stützen und somit den Ertrag zu steigern ("Stützbesatz" nach Gmünder 2002). Der Laichfischfang wird nach Gewässern respektive Gewässersystemen durchgeführt und die Brütlinge in dezentralen Brutanlagen und anschliessend in Aufzuchtbächen aufgezogen. In den letzten Jahren wurden pro Jahr jeweils ca. 1.5 Mio. Brütlingseinheiten, vor allem Sömmerlinge, ausgesetzt.

Ein Fischbesatz ist stets mit grossem Aufwand und hohen Kosten verbunden und sollte daher nur zurückhaltend oder nach Ereignissen, von denen sich die Fischpopulation nicht in einer annehmbaren Zeit erholen kann, durchgeführt werden. Unsachgemässer Besatz kann die genetische Vielfalt der Bachforellen-Population reduzieren und lokaltypische Bestände (Kirchhofer et al. 2007, Largiadèr und Hefti 2002), wie wir sie noch in einigen Gewässern am Fusse des Napfs vorfinden, gefährden. Die Überlebensrate der Besatzfische wird unter anderem durch die vorhandene Naturverlaichung beeinflusst (Gmünder 2002, Holzer et al. 2003). In Gewässern mit einer gut funktionierenden Naturverlaichung verschwinden die Besatzfische meist schnell aus der Population. Ein Fischbesatz in diesen Gewässern ist daher aus ökologischen und ökonomischen Gründen nicht sinnvoll (Gmünder 2002). In Mittel- und Unterläufe, welche ungenügend mit Seitenbächen vernetzt sind sowie in Gewässern, welche morphologisch und / oder hydrologisch stark beeinträchtigt sind, kann die

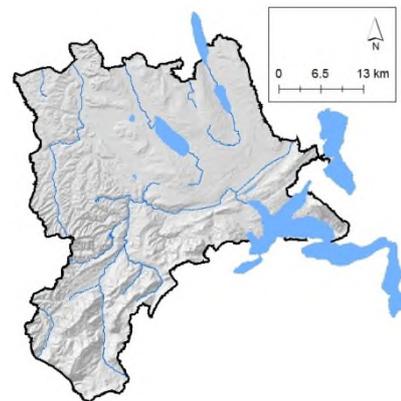
Naturverlaichung ungenügend sein (Fischnetz 2004). In diesen Gewässerabschnitten können sich die Besatzfische, dank der geringen Konkurrenz durch die Wildfische, eher etablieren als in Gewässern mit funktionierender Naturverlaichung (Gmünder 2002). Daten über die Naturverlaichung der Bachforelle bieten daher eine wichtige Grundlage für die Besatzplanung und somit für den Erhalt der lokalen Populationen.

## 2 Methode

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Der Kanton Luzern (Abbildung 1) umfasst 7350 ha stehende Gewässer und 795 ha Fliessgewässer. Rund 80% der insgesamt 590 km langen Hauptgewässer der Fischereireviere sind reine Bachforellengewässer. Insgesamt leben aber 35 verschiedenen Fischarten im Kanton Luzern. Die grossen Fliessgewässer der Niederungen (Aabach, Reuss, Rot bei St. Urban) stellen charakteristische Äschen- und / oder Barbenregionen dar. Die Gewässer des Einzugsgebiets der Kleinen Emme weisen Wildwassercharakter auf und reagieren somit stark auf meteorologische Ereignisse.

Rund die Hälfte der luzernischen Fliessgewässer ist naturnah oder wenig beeinträchtigt. Die restlichen Fliessgewässer sind durch technische Eingriffe stark verändert. Durch unzählige Hochwasserschutzbauten ist zudem die Längsvernetzung vielerorts unterbrochen (Muggli et al. 2010).



**Abbildung 1.** Der Kanton Luzern und einige seiner Hauptgewässer.  
© Geoinformation Kanton Luzern

### 2.2 Datenerhebung

Zur Überprüfung der Naturverlaichung besuchten wir von Anfang Juni bis Ende Juli 2015 283 Teststrecken mit dem Elektrofängergerät und zählten prioritär jene Jungfische, welche das erste Lebensjahr noch nicht erreicht hatten (0+ Bachforellen). Die Teststrecken verteilten wir gleichmässig über den Kanton. Der Fokus lag dabei auf den kleineren Seitenbächen sowie auf jene Gewässer, von denen wir noch keine oder nur dürftige Informationen hatten. Die Abfischungen führten wir nur bei klaren Abflussbedingungen und Niedrigwasser durch, damit die 3 bis 6 cm grossen 0+ Fische ersichtlich waren. Die Teststrecken waren meist 50 m lang und wurden so platziert, dass sie Habitate der 0+ Fische umfassten. Je nach Gewässertyp verwendeten wir für die Elektrofischung ein Rückenaggregat oder ein stationäres Gerät. Es wurden keine Fische gefangen oder mitgenommen. Wir teilten die Fische in folgende Grössenklassen ein: bis 6 cm (0+ Fische), 7 bis 15 cm, 16 bis 21 cm, 22 bis 28 cm und über

29 cm. Neben der Anzahl Fische pro Kategorie schätzten wir zusätzlich die mittlere Bachbreite und notierten die Begleitarten (Anhang 1).

### 2.3 Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mittels ArcMap 10.1 (ESRI, Redlands, CA, USA) sowie Microsoft Office Excel. Um die Auswertung zu erleichtern teilten wir den Kanton Luzern in zwölf Einzugsgebiete ein (Anhang 2). Wir berechneten die 0+ Dichte (0+ / ha) anhand der absoluten Anzahl an 0+ Fischen, der Länge der Teststrecke und der mittleren Bachbreite. Die Dichte der 0+ Fische je Teststrecke ordneten wir anschliessend in Anlehnung an Schager und Peter (2004) sowie an Roth (1985) in die Kategorien sehr gut, gut, mässig, unbefriedigend oder schlecht ein. Gemäss Roth (1985) beträgt die Mortalitätsrate zwischen Vorsömmerling und Sömmerling 50%. Die in unserem Projekt erfassten 0+ Fische befanden sich zwischen den Entwicklungsstadien Vorsömmerling und Sömmerling. Wir nahmen daher eine Mortalität von 25% bis zum Sömmerlingsstadium an. Die Tabelle von Schager und Peter (2004) zur Sömmerlingsdichte passten wir dementsprechend an (Tabelle 1). Zur Bewertung der 0+ Dichte teilten wir die Teststrecken zur jeweiligen biogeographischen Regionen zu (Mittelland, Voralpen, Alpen; Anhang 3). Zusätzlich analysierten wir, ob die Dichte der 0+ Fische mit der mittleren Bachbreite sowie der Anzahl Begleitarten korreliert. Für die statistischen Analysen verwendeten wir den Wilcoxon rank sum test sowie den t-Test basierend auf dem Spearman-Korrelationskoeffizienten.

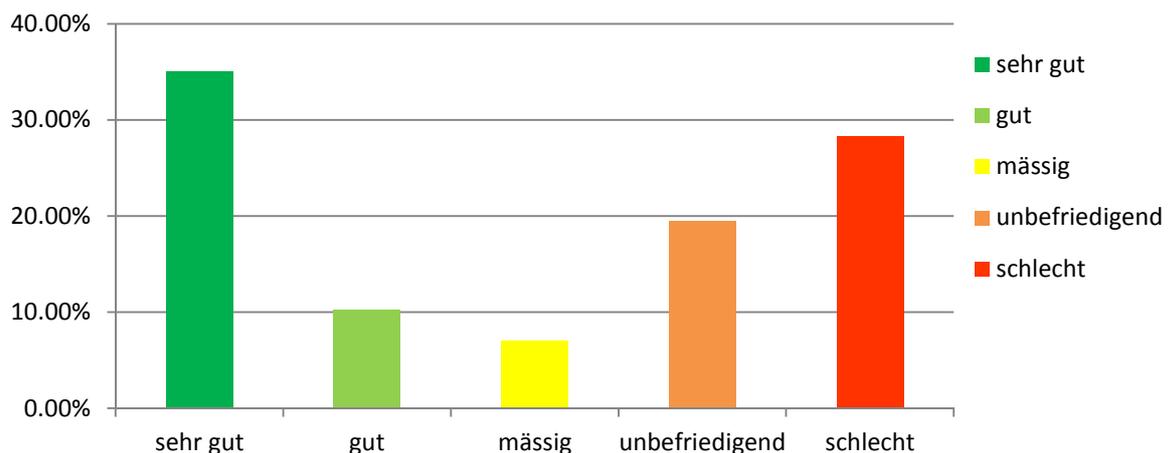
**Tabelle 1.** Einteilung der 0+ Dichte in die Kategorien sehr gut, gut, mässig, unbefriedigend und schlecht. Die Daten zur 0+ Dichte wurden angelehnt an Roth (1985) aus Schager und Peter (2004) abgeändert.

Bewertung	Dichte (0+ / ha)		
	Mittelland	Voralpen	Alpen
sehr gut	> 3330	> 2670	> 530
gut	2001 - 3330	1331 - 2670	401 - 530
mässig	1331 - 2000	671 - 1330	271 - 400
unbefriedigend	331 - 1330	331 - 670	131 - 270
schlecht	≤ 330	≤ 330	≤ 130

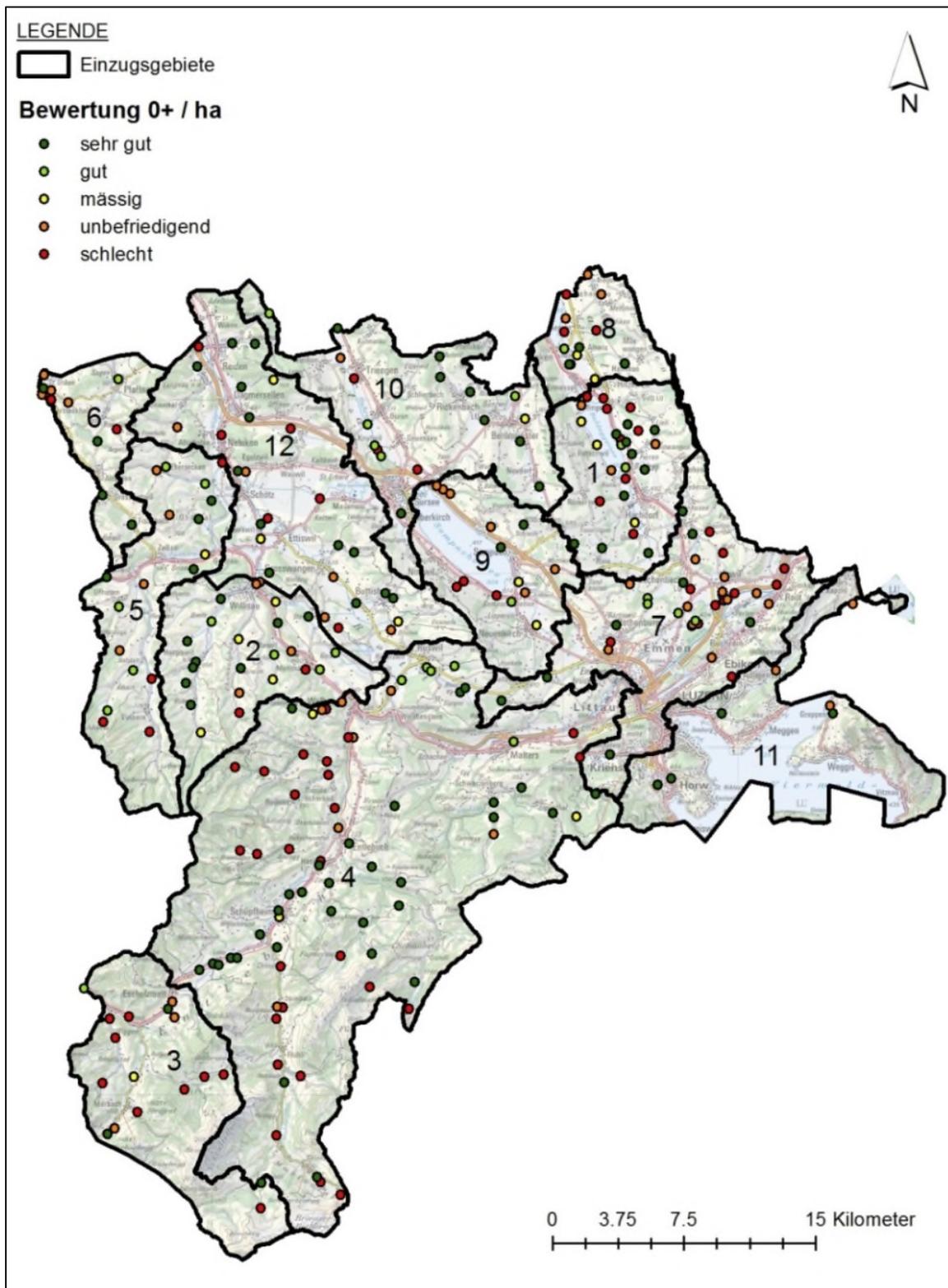
### 3 Resultate und Empfehlungen

#### 3.1 Geographische Übersicht

Die 0+ Dichte der Bachforellen variierte je nach biogeographischer Region. Mit einem Mittelwert von 3022 0+ / ha (N = 183) wiesen wir im Mittelland die höchste Dichte an 0+ Fischen nach. Die 0+ Dichte im Mittelland war signifikant grösser als jene aus den Voralpen (Mittelwert = 1088 0+ / ha, N = 40, P-Wert < 0.001) und Alpen (Mittelwert = 2560 0+ / ha, N = 60, P-Wert = 0.027). Weiter war die 0+ Dichte in den Alpen signifikant grösser als jene der Voralpen (P-Wert = 0.049). In 95% der Abfischungen wiesen wir Bachforellen (Anhang 4) und in 83% 0+ Bachforellen nach (Anhang 5). Mit 22'800 0+ / ha fanden wir die höchste Dichte von 0+ Bachforellen im Einzugsgebiet *Kleine Emme*. Die höchste absolute Anzahl von 0+ Bachforellen (118 0+ Fische pro 50 m) stellten wir im Einzugsgebiet *Wigger bis Mündung Seewag* fest. Die Anzahl 0+ Bachforellen teilten wir in fünf Kategorien von sehr gut bis schlecht ein (Tabelle 1). An 45% der 283 Standorten stufen wir die Naturverlaichung als gut oder sehr gut, an 47% als unbefriedigend oder schlecht ein (Abbildung 2). Sowohl sehr gute als auch schlechte 0+ Dichten sind grundsätzlich über den ganzen Kanton verteilt (Abbildung 3, Anhang 6). Einzig in den hohen Lagen des Amts Entlebuch scheint die Naturverlaichung im Jahr 2015 kaum funktioniert zu haben. Diese Gewässer weisen Wildwassercharakter auf und waren daher stark vom Hochwasser im Sommer 2014 sowie von jenem Anfang Januar und Anfang Juni 2015 betroffen. Die schlechte Naturverlaichung führen wir daher teilweise auf die durch Hochwasser reduzierte Fischpopulation zurück.



**Abbildung 2.** Bewertung der 0+ Dichten in den luzernischen Fliessgewässern gemäss Tabelle 1.

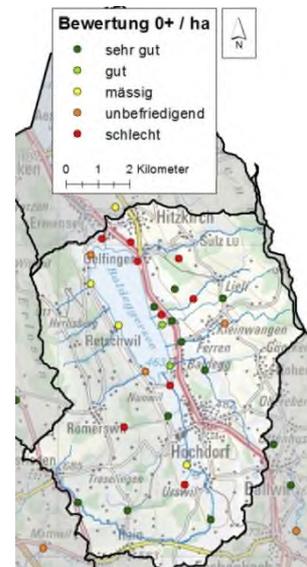


**Abbildung 3.** Bewertung der Naturverlächung jeder Teststrecke. Gute und schlechte Resultate sind relativ gleichmässig über den Kanton verteilt. Siehe auch Anhang 6. © Geoinformation Kanton Luzern

### 3.2 Resultate und Empfehlungen für die Einzugsgebiete

#### **Einzugsgebiet 1 - Baldeggersee**

Im Einzugsgebiet *Baldeggersee* führten wir 27 Abfischungen durch (Abbildung 4, Anhang 7). Die Verteilung der 0+ Dichte war bimodal, das heisst sehr gute und schlechte 0+ Dichten waren stark vertreten. Bei jeweils 44% der Teststrecken wiesen wir eine sehr gute oder gute bzw. unbefriedigende oder schlechte 0+ Dichte nach. Die schlechten Dichten konnten wir auf ein Fischsterben (Ronbach bei Hochdorf, II. TS), ungeeignete Lebensraumbedingungen (Mündung Ronbach, Mündung Tobelbach, Abfluss Aabach, Sagenbach bei Sage) und geringe Wasserführung bzw. schnelles Austrocknen (Scheidbach, Schliessbach) zurückführen. Im Gegensatz dazu stellten wir im Oberlauf des Ronbachs, im Gölpibach, im Stägbach, im Rohrbach und im Spittlisbach eine funktionierende Naturverlaidung fest.

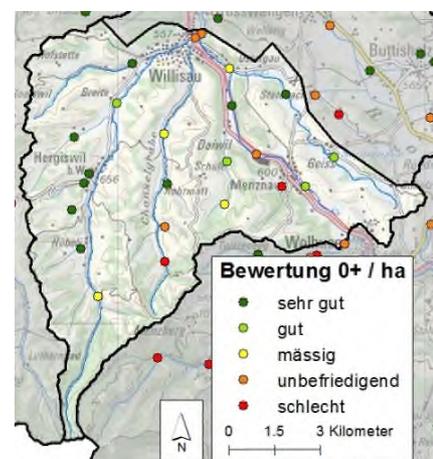


**Abbildung 4.** Naturverlaidung im Einzugsgebiet 1. © Geoinformation Kanton Luzern

*Empfehlung:* Im Oberlauf des Ronbachs, im Gölpibach, im Stägbach, im Rohrbach und im Spittlisbach ist in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz nötig. Im Gegensatz dazu können der Tobelbach und der Steinmättelbach weiterhin besetzt werden um eine genügend grosse Fischpopulation zu erhalten und so eine nachhaltige Bewirtschaftung zu gewährleisten. Auf einen Fischbesatz der ungeeigneten Bachforellengewässer Mündung Ronbach, Mündung Tobelbach und Abfluss Aabach ist zu verzichten.

#### **Einzugsgebiet 2 - Buch- und Enziwigger, Seewag**

Im Einzugsgebiet *Buch- und Enziwigger* sowie *Seewag* überprüften wir an 23 Stellen die Naturverlaidung (Abbildung 5, Anhang 8). In 39% der Teststrecken wiesen wir eine sehr gute Naturverlaidung nach. Lediglich 9% der Teststrecken zeigten eine schlechte Naturverlaidung zum Zeitpunkt der Abfischung. Die Naturverlaidung der Seewag, Buchwigger und des Riedtalbachs variierte je nach Strecke von schlecht bis sehr gut, jene der Rot und der Enziwigger von gut bis sehr gut.

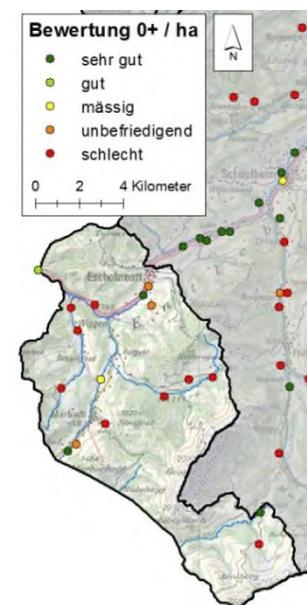


**Abbildung 5.** Naturverlaidung im Einzugsgebiet 2. © Geoinformation Kanton Luzern

*Empfehlung:* Die Buchwigger wird seit 1997 nicht mehr besetzt. Da keine Veränderung in der Abundanz der 0+ Fische und der Gesamtbiomasse zwischen Jahren mit und Jahren ohne Besatz festgestellt wurde (Peter und Schölzel 2014), empfehlen wir die Buchwigger weiterhin nicht zu besetzen. Falls durch ein Akutereignis ein flächendeckendes Fischsterben in der Buchwigger eintreten sollte, müssten die Muttertiere für die künstliche Fischzucht aus der Buchwigger stammen. Weiter empfehlen wir in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz an der Enziwigger, der Seewag, der Rot und des Riedtalbachs, da gemäss den Resultaten dessen Naturverlaichungs-Potential mindestens so hoch ist wie jenes der Buchwigger.

### **Einzugsgebiet 3 - Emme (Bärselbach) und Ilfis**

Im Einzugsgebiet *Emme (Bärselbach) und Ilfis* führten wir 17 Abfischungen durch (Abbildung 6, Anhang 9). Die Fliessgewässer in diesem Einzugsgebiet wiesen alle Wildwassercharakter auf und waren von den Hochwassern 2014 und 2015 stark betroffen. In diesem Einzugsgebiet wiesen wir in 53% der Strecken eine schlechte Naturverlaichung nach. Die ungenügende Naturverlaichung in der Hilferen kann vermutlich auf die Hochwasser im Jahr 2015 zurückgeführt werden. Die schlechten Ergebnisse am Schärlihbach können unter Umständen ebenfalls auf die Hochwasser oder auf die ansonsten geringe Wasserführung zurückgeführt werden. Die hohen 0+ Dichten an je einem Standort des Eschlisbachs und des Schonbachs zeigten jedoch, dass die Naturverlaichung im Einzugsgebiet *Emme (Bärselbach) und Ilfis* funktionieren kann. Die Resultate zeigten aber auch, dass ein Stützbesatz mit Jungfischen den Fischbestand dieses Einzugsgebiets positiv und den Fangertag nachhaltig beeinflussen könnte.

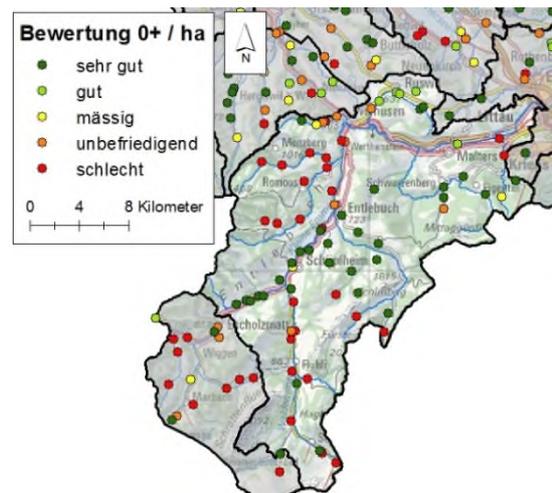


**Abbildung 6.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 3. © Geoinformation Kanton Luzern

*Empfehlung:* Im Eschlisbach und Schonbach ist wohl kein regelmässiger Besatz nötig. Da es unklar bleibt, ob die ungenügende Naturverlaichung in der Hilferen und dem Schärlihbach auf die Hochwasser oder auf die Lebensraumbedingungen zurückzuführen sind, kann in diesen Fliessgewässern keine Empfehlung bezüglich des Besatzes gegeben werden. Eine aussagekräftige Besatzeempfehlung ist erst nach einer vorgängig durchgeführten Bestandserhebung mit dem Elektrofangergerät und einer Lebensraumbewertung möglich.

### **Einzugsgebiet 4 - Kleine Emme**

Im Einzugsgebiet *Kleine Emme* führten wir 72 Abfischungen durch (Abbildung 7, Anhang 10). Die Verteilung der 0+ Dichte war bimodal. Das heisst die Resultate zeigten eine Häufung von Teststrecken mit sehr guter (43%) und Strecken mit schlechter (36%) Naturverlaichung. Die Teststrecken mit guter und sehr guter Naturverlaichung befanden sich in der Wissemme, im Oberlauf der Kleinen Emme und in den kleineren Seitenbächen der Gemeinden Entlebuch, Hasle, Ruswil, Schwarzenberg, Malters und Kriens. Im Gegensatz dazu funktionierte die Naturverlaichung in der Waldemme nur teilweise und in der Fontannen praktisch gar nicht. An gewissen Stellen in der Waldemme funktionierte die Naturverlaichung jedoch sehr gut. Im Unterlauf der Waldemme wiesen wir in einem Seitenbach gar die höchste 0+ Dichte (22'800 0+ / ha) unserer Überprüfung nach. Weiter ist die Naturverlaichung im Oberlauf des besatzlosen Wiggerenbach sehr gut, verschlechtert sich jedoch, vermutlich lebensraumbedingt, Richtung Wolhusen.

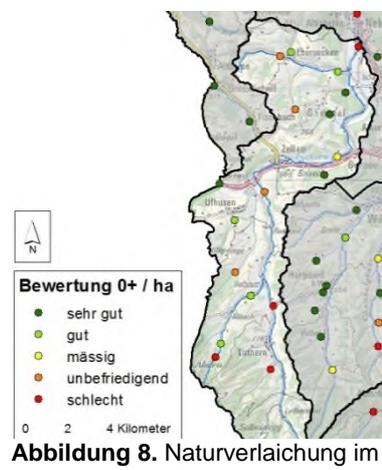


**Abbildung 7.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 4. © Geoinformation Kanton Luzern

*Empfehlung:* Die Naturverlaichung der Kleinen Emme und ihrer Zuflüsse war mit Ausnahme der Waldemme und der Kleinen und Grossen Fontannen klar genügend. In diesen Bächen ist in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz notwendig. Im Gegensatz zur Fontanne können wir bei der Waldemme davon ausgehen, dass die zum Teil doch hohen 0+ Dichten in Jahren ohne Extremereignisse ausreichen um die Naturverlaichung zu sichern. Wir empfehlen somit die Fontanne regelmässig und die Waldemme nur bei speziellen Ereignissen wie nach Hochwasser zu besetzen.

### **Einzugsgebiet 5 - Luthern**

Im Einzugsgebiet *Luthern* überprüften wir an 18 Stellen die Naturverlaichung (Abbildung 8, Anhang 11). In 50% der Teststrecken wiesen wir eine gute bis sehr gute Naturverlaichung, in 44% der Strecken eine unbefriedigende oder schlechte nach. Die guten und unbefriedigenden 0+ Dichten sind über das gesamte Gebiet verteilt. Einzig im Fischereirevier Luthern, V. Teilstrecke konnte bei den von uns ausge-



**Abbildung 8.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 5. © Geoinformation Kanton Luzern

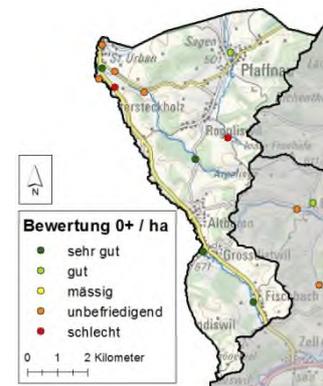
suchten Teststrecken kaum Naturverlaichung nachgewiesen werden. Auf einer Teststrecke wurden letztes Jahr aufgrund einer Baustelle alle Fische entnommen. Hier wiesen wir dieses Jahr auf 50 m bereits wieder zwei 0+ Fische und neun ältere Fische nach.

*Empfehlung:* Mit Ausnahme des Fischereireviere Luthern, V. Teilstrecke empfehlen wir in diesem Einzugsgebiet in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz durchzuführen.

### **Einzugsgebiet 6 - Pfaffneren und Rot**

Im Einzugsgebiet *Pfaffneren und Rot* führten wir 11 Abfischungen durch (Abbildung 9, Anhang 12). Im Mühlebach bei Fischbach war die 0+ Dichte sehr gut. Jene der Pfaffneren und des Steinbachs variierte je nach Teststrecke von schlecht bis gut bzw. sehr gut.

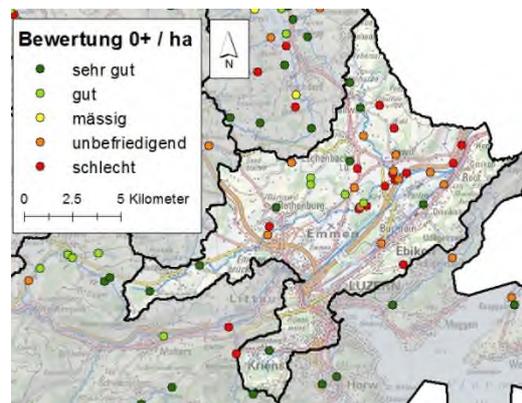
*Empfehlung:* Im Mühlebach ist in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz notwendig. Die Pfaffneren und der Unterlauf des Steinbachs sollten nur besetzt werden, falls eine vorgängige Bestandesaufnahme mit dem Elektrofangerät dies bekräftigt.



**Abbildung 9.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 6. © Geoinformation Kanton Luzern

### **Einzugsgebiet 7 - Reuss**

Im Einzugsgebiet *Reuss* führten wir 36 Abfischungen durch (Abbildung 10, Anhang 13). Bei 33% der Teststrecken stellten wir eine gute bis sehr gute, bei 67% eine unbefriedigende oder schlechte Naturverlaichung fest. Während die Strecken mit funktionierender Naturverlaichung fast ausschliesslich ausserhalb der Reussebene lagen, befanden sich jene mit ungenügender Naturverlaichung im flachen Mündungsbereich des Rotbachs und des Hiltigbachs in die Reuss sowie im Binnenkanal. Ausserhalb der Reussebene wies nur der Inwiler Dorfbach eine durchwegs ungenügende Naturverlaichung auf.



**Abbildung 10.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 7. © Geoinformation Kanton Luzern

*Empfehlung:* In den Oberläufen und Seitenbächen der Reuss scheint die Naturverlaichung mit Ausnahme des Inwiler Dorfbachs ausreichend zu funktionieren, sodass in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz nötig ist. Die Gewässer in der Reussebene stellen kein typisches Habitat für die Bachforellen dar und sollten daher nur zurückhaltend oder im

Rahmen eines Bewirtschaftungskonzepts besetzt werden. In diesem Einzugsgebiet empfehlen wir somit lediglich den Inwiler Dorfbach regelmässig mit Fischbesatz zu stützen.

### ***Einzugsgebiet 8 - Seeabfluss Aabach***

Im Einzugsgebiet *Seeabfluss Aabach* führten wir 13 Abfischungen durch (Abbildung 11, Anhang 14). In je 23% der Abfischungen stellten wir eine sehr gute bzw. schlechte Naturverlaichung fest. Ungenügend ist die Naturverlaichung im Vorderbach, im Hinterbach, im Schongauer Dorfbach und im Teufenbach.

*Empfehlung:* Im Aabach und im Altwiser- und Hämikonerdorfbach ist in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz nötig. Im Vorderbach, im Hinterbach, im Schongauer Dorfbach und im Teufenbach ist gemäss unserer Abfischungen gezielter Besatz erforderlich.

### ***Einzugsgebiet 9 - Sempachersee***

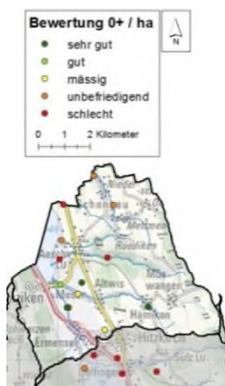
Im Einzugsgebiet *Sempachersee* überprüften wir 14 Teststrecken bezüglich der Naturverlaichung (Abbildung 12, Anhang 15). In 21% der Abfischungen war die Naturverlaichung gut bis sehr gut, in 64% unbefriedigend oder schlecht. Während der Mühletalbach bei Sempach sowie der Lippenrütibach eine genügende Naturverlaichung zeigten, war die Naturverlaichung im Maien- und Röllbach deutlich ungenügend. In den restlichen Strecken funktionierte die Naturverlaichung mässig gut.

*Empfehlung:* Die Überprüfung der Naturverlaichung zeigte, dass ein Besatz im Maienbach und im Röllbach angebracht ist. Im Gegensatz dazu sollte der Mühletalbach in Jahren ohne Extremereignisse nicht besetzt werden. Alle anderen Bäche sollten nur bei nachgewiesenem Bedarf besetzt werden.

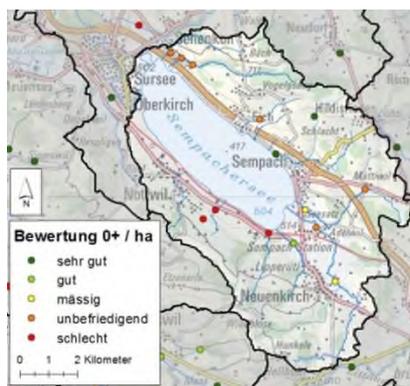
### ***Einzugsgebiet 10 - Suhre, Wyna und Uerke***

Im Einzugsgebiet *Suhre, Wyna und Uerke* führten wir 18 Abfischungen durch (Abbildung 13, Anhang 16). Bei 72% der Teststrecken wiesen wir eine gute oder sehr gute Naturverlaichung nach. Sehr erfreulich ist die gute Naturverlaichung im Gründelbach, im Sagenbach, im Rickenbach und in der Wyna, da diese Bäche seit einigen Jahren nicht besetzt wurden.

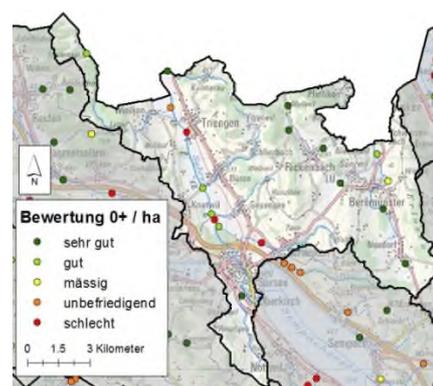
*Empfehlung:* In diesem Einzugsgebiet ist in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz nötig.



**Abbildung 11.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 8. © Geoinformation Kanton Luzern



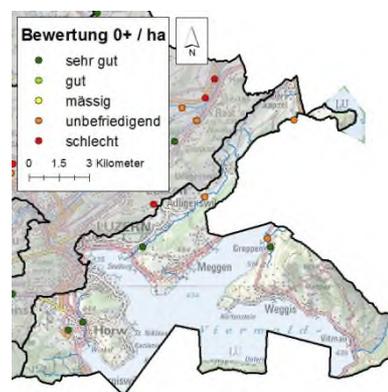
**Abbildung 12.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 9. © Geoinformation Kanton Luzern



**Abbildung 13.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 10. © Geoinformation Kanton Luzern

### **Einzugsgebiet 11 - Vierwaldstätter- und Zugersee**

Im Einzugsgebiet *Vierwaldstätter- und Zugersee* führten wir 7 Abfischungen durch (Abbildung 14, Anhang 17). In 57% der Abfischungen stellten wir eine sehr gute, in 43% eine unbefriedigende Naturverlaichung fest. Bei den zwei Strecken am Horwer Dorfbach wurde eine sehr gute Naturverlaichung nachgewiesen. Am Würzenbach wiesen wir an jeweils einer Strecke eine sehr gute bzw. unbefriedigende Naturverlaichung nach.

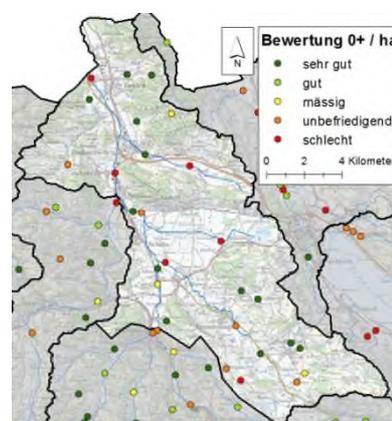


**Abbildung 14.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 11. © Geoinformation Kanton Luzern

*Empfehlung:* Im Horwer Dorfbach ist in Jahren ohne Extremereignisse kein Besatz notwendig. Im Würzenbach ist ein gelegentlicher Stützbesatz sinnvoll.

### **Einzugsgebiet 12 - Wigger bis Mündung Seewag**

Im Einzugsgebiet *Wigger bis zur Mündung Seewag* führten wir 27 Abfischungen durch (Abbildung 15, Anhang 18). Bei 48% der Strecken wiesen wir eine sehr gute Naturverlaichung nach. Strecken mit guter bzw. mangelnder Naturverlaichung waren über das ganze Gebiet verteilt. Im Ronkanal war die Naturverlaichung aufgrund ungeeigneter Lebensraumbedingungen schlecht.

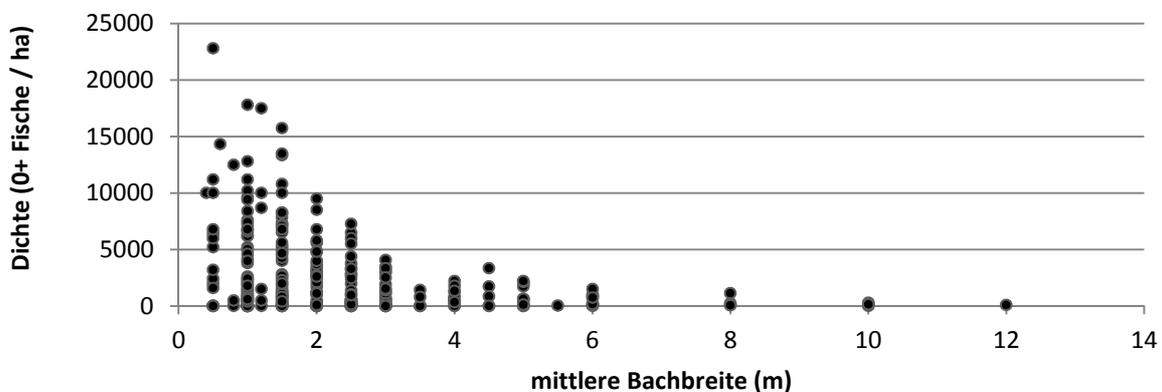


**Abbildung 15.** Naturverlaichung im Einzugsgebiet 12. © Geoinformation Kanton Luzern

*Empfehlung:* Die Naturverlaichung scheint im Gebiet grundsätzlich zu funktionieren. Daher empfehlen wir in diesem Gebiet, in Jahren ohne Extremereignisse, nur nach vorgängig erfolgter Bestandesanalyse ein Besatz durchzuführen.

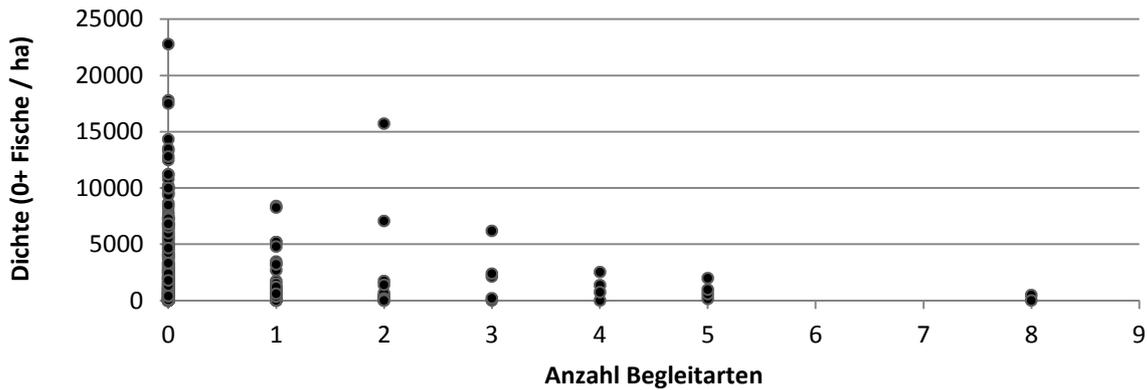
### 3.3 Zusätzliche Auswertungen

Die Dichte der 0+ Fische nimmt bei zunehmender mittlerer Bachbreite hoch signifikant ab (Abbildung 16). Während wir in Gewässern mit einer mittleren Breite bis 2 m durchschnittlich 3'641 0+ Fische / ha nachwiesen, waren es in Bächen mit 2.5 bis 5 m noch 1'264 0+ Fische / ha und in den Bächen über 5 m 399 0+ Fische / ha. Im Gegensatz zur Dichte, korreliert die absolute Anzahl der 0+ Fische nicht signifikant mit der mittleren Bachbreite.



**Abbildung 16.** Beziehung zwischen der 0+ Dichte und der mittleren Bachbreite. Die 0+ Dichte nimmt mit zunehmender mittlerer Bachbreite signifikant ab.

Weiter sinkt die Dichte der 0+ Fische mit zunehmender Anzahl der Begleitarten hoch signifikant (Abbildung 17). Die Anzahl Begleitarten korreliert ebenfalls hoch signifikant mit der mittleren Bachbreite, aber nicht mit der absoluten Anzahl der 0+ Fische. In 23% der Abfischungen wurden Begleitarten festgestellt. Die häufigste Begleitart war die Groppe (*Cottus gobio*), gefolgt von der Schmerle (*Barbatula barbatula*) und dem Alet (*Leuciscus cephalus*). Weitere Arten waren geordnet nach der Häufigkeit: Gründling (*Gobio gobio*), Egli (*Perca fluviatilis*), Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), Sonnenbarsch (*Centrarchidae*), Bachneunaugen (*Lampetra planeri*), Barbe (*Barbus barbus*), Hecht (*Esox lucius*), Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), Rotaugen (*Rutilus rutilus*), Elritzen (*Phoxinus phoxinus*), Trüsche (*Lota lota*) und Edelkrebs (*Astacus astacus*).



**Abbildung 17.** Beziehung zwischen der 0+ Dichte und der Anzahl Begleitarten. Die 0+ Dichte nimmt mit zunehmender Anzahl der Begleitarten signifikant ab.

## 4 Diskussion

### 4.1 Einflussfaktoren der Naturverlaichung

Gemäss der Überprüfung der Naturverlaichung 2015 funktioniert die Naturverlaichung der Bachforelle in einem Grossteil der luzernischen Fließgewässer. Diese Erkenntnis zeigt aber noch nicht abschliessend auf, ob die vorhandene Naturverlaichung mit der gewässerspezifischen Bewirtschaftung korrespondiert. Da mit Ausnahme der biogeographischen Regionen grossräumig kaum Muster in der Bewertung der 0+ Dichte zu erkennen waren, folgern wir, dass die Naturverlaichung stark von lokalen Gegebenheiten abhängt. Als mögliche Einflussfaktoren werden in der Literatur die mittlere Bachbreite, die Wasserqualität, das Abflussregime, die Vernetzung, das Gefälle, das Substrat, der Unterschlupf und die Beschattung genannt (FIBER ohne Jahr a, Fierz 2009, Fischnetz 2004, Kirchhofer et al. 2007, Largiadèr und Hefti 2002). In unserer Überprüfung stieg die 0+ Dichte mit abnehmender mittlerer Bachbreite signifikant an. Die negative Beziehung zur mittleren Bachbreite wurde bereits in anderen Studien nachgewiesen (Egloff et al. 2013, Fierz 2009) und beruht auf dem relativ hohen Anteil an Uferhabitaten bezogen auf die Gesamtwasserfläche bei kleinen Gewässern (Schager und Peter 2001). Die Präferenz der kleineren Gewässer bestätigt einmal mehr, dass die Vernetzung der Seiten- mit den Hauptgewässern für eine regionale, stabile Bachforellen-Population entscheidend ist.

Die Bachforelle ist eine anspruchsvolle Art und bevorzugt klare, sauerstoffreiche und eher kühle Fließgewässer. Während sie diesen Lebensraum in der Forellenregion primär mit der Groppe teilt, begleiten weitere Arten wie Schmerlen und Schneider die Bachforelle in den Niederungen (Muggli et al. 2010). Die Zusammensetzung der Begleitarten in unseren Aufnahmen zeigte, dass wir in unserer Überprüfung der Naturverlaichung auch Gewässer

untersuchten, welche nicht zur Forellenregion gehören und somit für die Bachforelle mässig geeignet sind (vergleiche Schager und Peter 2004). Folglich kann die negative Beziehung zwischen der 0+ Dichte und der Anzahl Begleitarten vermutlich einerseits durch die Lebensraumbedingungen und andererseits durch zwischenartliche Konkurrenz erklärt werden.

Neben diesen Lebensraumbedingungen können auch kurzfristige Ereignisse wie ein Hochwasser die Naturverlaichung beeinflussen (FIBER ohne Jahr a). Der Kanton Luzern verzeichnete im Sommer 2014 sowie im Januar und Juni 2015 zum Teil extreme Hochwasser. Sommerhochwasser fördern grundsätzlich die Naturverlaichung, da sie Kies umlagern und reinigen (FIBER ohne Jahr a). Weil das Sommerhochwasser von 2014 besonders stark ausfiel und viele Fische verendeten, vermuten wir jedoch einen negativen Einfluss auf die Naturverlaichung. Alle Hochwasser betrafen in erster Linie das Napfgebiet und die hohen Lagen des Amts Entlebuch, wodurch die in diesen Gebieten ungenügende Naturverlaichung zumindest teilweise erklärt werden kann. Da die betroffenen Gebiete vorwiegend in der biogeographischen Region der Voralpen lagen war die durchschnittliche Dichte an 0+ Fische in den Voralpen geringer als in den Alpen. Da sich eine stabile Wildfischpopulation innerhalb ein bis zwei Jahren durch Regeneration und Wiederansiedlung von einem Hochwasser erholen kann (Peter und Schölzel 2014), stellt unsere Überprüfung der Naturverlaichung nur eine Momentaufnahme dar. Die Naturverlaichung in den betroffenen Gebieten könnte somit in Jahren ohne Hochwasser genügen um die Fischpopulation ohne Besatz zu erhalten.

Peter und Schölzel (2014) verweisen generell auf jährliche Schwankungen der Anzahl 0+ Fische aufgrund variierenden Reproduktionserfolgs. Weiter schwankt die 0+ Dichte innerhalb eines Gewässers und somit je nach Standort der Abfischungsstrecke (Schager und Peter 2002). In unserer Überprüfung zeigten dies die Resultate am Wiggerenbach und an der Buchwigger, wo wir jeweils je nach Standort schlechte, unbefriedigende, mässige oder sehr gute Naturverlaichung vorfanden. Obwohl wir bei der Streckenwahl die Habitate für die 0+ Fische berücksichtigten, ist nicht auszuschliessen, dass an einigen Gewässern nicht die geeignetsten Stellen abgefischt wurden. Als weiterer kritischer Punkt haben wir die Erfassung der 0+ Fische erkannt. Die Wahrscheinlichkeit die 0+ Fische zu übersehen, war in den Voralpen und Alpen aufgrund der geringen Grösse der 0+ Fische sowie in breiten oder stark bewachsenen Gewässern besonders gross. Trotzdem sind wir überzeugt, dass die erfassten 0+ Dichten die tatsächliche Naturverlaichung repräsentieren.

#### **4.2 Empfehlungen bezüglich Fischbesatz**

Bei nachweisbar guter bis sehr guter Naturverlaichung gehen wir davon aus, dass die Naturverlaichung in Jahren ohne Extremereignisse genügt um eine stabile Bachforellen-

Population zu erhalten und einen angemessenen Fangertrag zu ermöglichen. Da die Überlebenswahrscheinlichkeit von Besatzfischen in Gewässern mit funktionierender Naturverlaichung klein ist (Büttiker und Labous 2002, Gmünder 2002, Holzer et al. 2003), ist ein Besatz in diesen Gewässern aus ökologischen und ökonomischen Gründen nicht sinnvoll (Gmünder 2002). Durch einen Besatz bestände die Gefahr, dass die Grösse der Fischpopulation die Kapazitätsgrenze übersteigt, was zu einer Reduktion der Populationsgrösse (Holzer et al. 2003) und somit auch des Fangertrags führen würde. Gewässer mit genügender Naturverlaichung können sich von Störereignissen wie Hochwasser, Trockenheit oder einem lokalen Fischsterben auch ohne Besatz bereits nach ein bis zwei Jahren erholen (Peter und Schölzel 2014). Für Gewässer mit nachweisbar guter bis sehr guter Naturverlaichung empfehlen wir daher, sofern kein Extremereignis die Fischpopulation stark reduziert, kein Besatz. Beispiele für solche Gewässer sind: Bielbach, Enziwigger, Grosse Entlen, Höhibach, Maienbach und Rohrbach.

In Mittel- und Unterläufen mit ungenügender Vernetzung zu Seitenbächen sowie in morphologisch und / oder hydrologisch beeinträchtigten Gewässern, kann die Naturverlaichung ungenügend sein (Fischnetz 2004). In diesen Gewässern ist der Konkurrenzdruck durch die Wildfische gering, wodurch die Überlebensrate der Besatzfische relativ hoch sein kann. Vor jedem Besatz sollte untersucht werden, ob die Wildfische die Lebensraumkapazität bereits ausschöpfen (Holzer et al. 2003). Falls die Kapazität noch nicht ausgeschöpft wird und somit genügend Habitate für die 0+ und älteren Fische vorhanden ist, ist ein Besatz ökonomisch und ökologisch sinnvoll (Holzer et al. 2003, Largiadèr und Hefti 2002). Die Lebensraumkapazität bestimmt auch wie gross die Besatzmenge sein soll (Holzer et al. 2003). In unserer Überprüfung haben wir die Lebensraumkapazität nicht erhoben, da dies die personellen und finanziellen Ressourcen überschritten hätte. Eine flächendeckende Lebensraumbewertung und Populationserhebung wäre wünschenswert und nötig für eine optimale Besatzplanung. Bei kaum oder nicht funktionierender Naturverlaichung wissen wir nicht, ob dieses Resultat aufgrund kurzfristiger Ereignisse (z.B. Hochwasser) oder aufgrund von beeinträchtigtem Lebensraum (z.B. kolmatierte Sohle) zustande kam. Im ersten Fall wäre ein Besatz nur vertretbar, wenn die Wildfischpopulation bereits im Vorherein geschwächt gewesen wäre oder das Ereignis die Fischpopulation stark reduziert hätte. Im zweiten Fall wäre ein Besatz vertretbar, wenn lediglich die Naturverlaichung unterbunden ist, aber die Lebensraumkapazität für Besatzfische vorhanden wäre. Beispiele für Gewässer mit durchwegs ungenügender Naturverlaichung sind: Hilferen, Inwiler Dorfbach, Kleine und Grosse Fontannen, Schärli- bach und Scheidbach.

Die Naturverlaichung an der Buchwigger variierte je nach Standort zwischen schlecht und sehr gut. Nach der Studie von Peter und Schölzel (2014) führt Besatz an diesem Gewässer nicht zu höherer Anzahl von 0+ Fischen und steigender Gesamtbiomasse. Daher gehen wir davon aus, dass an der Buchwigger die Lebensraumkapazität auch ohne Besatz erreicht wird und somit eine Stärkung der Fischpopulation nur durch Lebensraumaufwertung erreicht werden könnte. Folglich sollte ein Gewässer, welches in unserer Überprüfung ein variierendes Naturverlaichungs-Potential aufzeigt, nicht zwingend besetzt werden. Beispiele für Gewässer mit stark variierender Naturverlaichung sind: Buchwigger, Luthern, Seewag, Suhre und Wiggerenbach.

Generell sollten Lebensraumaufwertungen wie die Sicherstellung der Fischgängigkeit, Verbesserung der morphologischen und hydrologischen Gegebenheiten sowie der Wasserqualität immer dem Besatz vorgezogen werden (FIBER ohne Jahr b, Largiadèr und Hefti 2002). Unsere Überprüfung bekräftigt, dass die Vernetzung von Seitenbächen mit dem Hauptgewässer für die Bachforellen-Population wichtig ist. An der Enziwigger zeigten nicht publizierte Untersuchungen, dass die Fischpopulation nach einer Lebensraumaufwertung deutlich anstieg. Während vor der Revitalisierung auf einer Strecke von 200 m 170 Bachforellen gezählt wurden, waren es ein Jahr nach der Revitalisierung an derselben Stelle rund 500 Bachforellen, und dies ohne Besatzmassnahmen. Rund 50% der luzernischen Fließgewässer sind vom Menschen stark verändert. Daher sind und bleiben Lebensraumaufwertungen wichtige Instrumente für den Erhalt und die Förderung der Bachforellen-Population im Kanton Luzern.

## **5 Fazit**

Im Kanton Luzern wurden in den letzten Jahren einige Gewässer besetzt, welche gemäss unserer Überprüfung eine genügende Naturverlaichung aufwiesen. Aus ökonomischen und ökologischen Gründen sollten diese Gewässer in Zukunft nicht oder nur mit starker Zurückhaltung (z.B. nach Extremereignissen wie Hochwasser oder Fischsterben) besetzt werden. Im Gegenzug stellten wir an einigen Gewässern eine ungenügende Naturverlaichung fest. Da unsere Überprüfung eine Momentaufnahme darstellt, können diese negativen Ergebnisse aber nicht automatisch mit einem generell schwachen Naturverlaichungs-Potential gleichgesetzt werden. Falls die negativen Ergebnisse auf ein Einzelereignis zurückzuführen sind, von welchem sich die Wildfischpopulation nicht innerhalb eines bis zwei Jahren erholen kann, sollte der Bestand durch Besatz gestützt werden. In jedem Fall gilt, dass Lebensraumaufwertungen dem Besatz vorzuziehen sind und dass ein Gewässer nur besetzt werden sollte, falls die Lebensraumkapazität für die jeweilige Altersklasse der Besatzfische noch nicht ausgeschöpft wird.

## **Glossar**

### **Brütling**

Bezeichnung für einen Jungfisch, kurz nach der Emergenz aus dem Schotterkörper (April, Mai).

### **Brütlingseinheit (BrE)**

1 Vorsömmerling = 5 BrE; 1 Sömmerling = 10 BrE; 1 älterer Fisch = 15 BrE. Die Umrechnung in die Einheit BrE dient zur besseren Vergleichbarkeit von Besatzmengen.

### **Fischbesatz**

Absichtliches Aussetzen einer grösseren Anzahl von Fischen in ein Gewässer.

### **Lebensraumkapazität**

Lebensraumkapazität bezeichnet die maximale Anzahl Fische, die auf einer bestimmten Fläche in Abhängigkeit von Abfluss, Futterangebot Temperatur und Struktur leben und gedeihen kann (FIBER, Fischbesatz).

### **Sömmerling**

Jungfisch, der einen Sommer alt ist (ab September).

### **Vorsömmerling**

Bezeichnung für einen Jungfisch, der noch keinen Sommer alt ist (ca. Mai bis August).

### **0+ Fische**

Jungfisch, der das erste Lebensjahr noch nicht erreicht hat.

## Literatur

- Büttiker B. und M. Labous (2002). Evolution et caractéristiques biologiques de la population de truites (*Salmo trutta* L.) du Flon de Carrouge (Canton de Vaud, Suisse). Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. 88.2: 195-224.
- Egloff N., A. Hertig und U.J. Philipp (2013). Forellen-Naturverlaichung in den Zürcherischen Fliessgewässern. Amt für Landschaft und Natur (ALN), Fischerei- und Jagdverwaltung, Zürich.
- ESRI Environmental Systems Research Institute (2012). ArcMap 10.1., ESRI, Redlands.
- FIBER - Schweizerische Fischereiberatung (ohne Jahr a). Forellen in der Schweiz - Vielfalt, Biologie und Fortpflanzung. Eine Informationsbroschüre der Schweizerischen Fischereiberatung. 1. Auflage. FIBER, Kastanienbaum.
- FIBER - Schweizerische Fischereiberatung (ohne Jahr b). Fischbesatz in Fliessgewässern. 1. Auflage. FIBER, Kastanienbaum.
- Fierz J.M. (2009). Einfluss von Habitatparametern auf die Populationsstruktur und Biomasse von Bachforellen (*Salmo trutta fario*) sowie die Artenvielfalt der Fischfauna. Masterarbeit. Eawag, Kastanienbaum und Universität Zürich, Zürich.
- Fischnetz (2004). Dem Fischrückgang auf der Spur. Schlussbericht des Projekts Netzwerk Fischrückgang Schweiz. Trägerschaft des Projekts Fischnetz.
- Gmünder R. (2002). Erfolgskontrolle zum Fischbesatz in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. Vollzug Umwelt, Mitteilung zur Fischerei Nr. 71.
- Holzer G., Peter A., Renz H. und E. Staub (2003). Fischereiliche Bewirtschaftung heute - vom klassischen Fischbesatz zum ökologischen Fischereimanagement. Projekt "Netzwerk Fischrückgang Schweiz", Teilprojekt - Nr. 00/15. Eawag, Kastanienbaum.
- Kirchhofer A., Breitenstein M. und B. Zaugg (2007). Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 0734. 64 S.

- Largiadèr C. R. und D. Hefti (2002). Genetische Aspekte des Schutzes und der nachhaltigen Bewirtschaftung von Fischarten. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. Vollzug Umwelt, Mitteilungen zur Fischerei Nr. 73.
- Muggli J., Amrein P. und W. Dönni (2010). Fischatlas 2010. Kanton Luzern. Dienststelle Landwirtschaft und Wald des Kantons Luzern (lawa), Sursee.
- Peter, A. und Schölzel N. (2014). Langzeit-Monitoring des Fischbestandes an der Buechwiger im Kanton Luzern. ENTWURF. Eawag, Kastanienbaum.
- Roth, H. (1985). Schadenberechnung bei Fischsterben in Fließgewässern. Bundesamt für Umweltschutz, Bern. Schriftenreihe Fischerei Nr. 44.
- Schager E. und A. Peter (2001). Ergebnisteil Luzern Bachforellensömmerlinge Phase I. Projekt "Netzwerk Fischrückgang Schweiz", Teilprojekt - Nr. 00/12. Eawag, Kastanienbaum.
- Schager E. und A. Peter (2002). Ergebnisteil Luzern Bachforellensömmerlinge Phase II. Projekt "Netzwerk Fischrückgang Schweiz", Teilprojekt - Nr. 01/12. Eawag, Kastanienbaum.
- Schager E. und A. Peter (2004). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Fische Stufe F (flächendeckend). Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. Vollzug Umwelt, Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 44.

# Anhang 1

Reviername:

Genauere Ortsbezeichnung, Koordinaten:

Datum:

Distanz: 50 Meter

Ø Breite:

Grund der Bestandesaufnahme: Überprüfung Naturverlaichung

Bachforellen:

< 6 cm (0+)

---

7 cm – 15 cm

---

16 cm – 21 cm

---

22 cm – 28 cm

---

> 29 cm -

---

Andere Fischarten:

klein

mittel

gross

---

---

Bemerkungen: \_\_\_\_\_

Protokollführer: \_\_\_\_\_



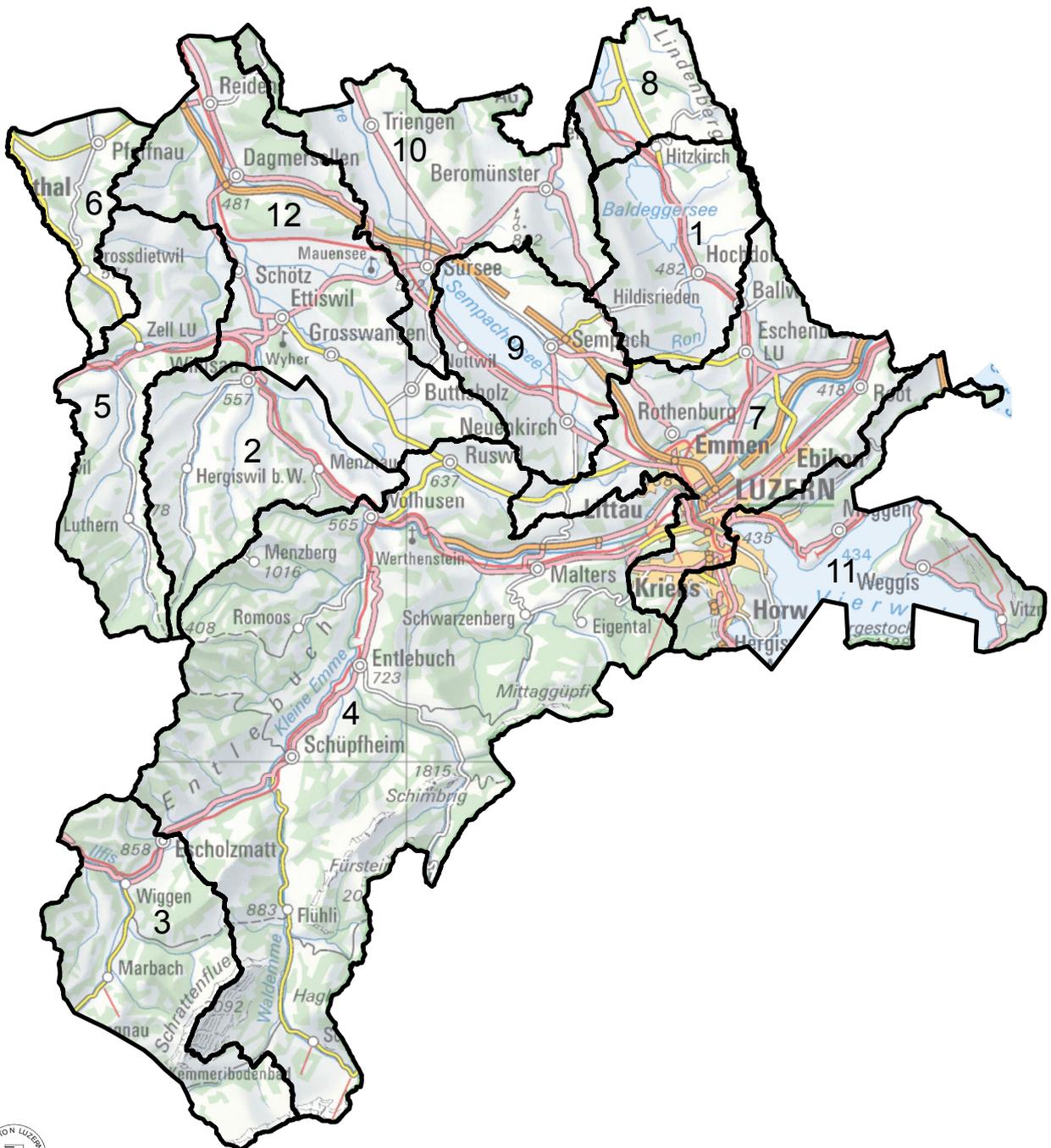
628°0'00630°0'00632°0'00634°0'00636°0'00638°0'00640°0'00642°0'00644°0'00646°0'00648°0'00650°0'00652°0'00654°0'00656°0'00658°0'00660°0'00662°0'00664°0'00666°0'00668°0'00670°0'00672°0'00674°0'00676°0'00678°0'00680°0'00682°0'00

LEGENDE

Einzugsgebiete

Einzugsgebiet 1 - Baldeggersee  
 Einzugsgebiet 2 - Buch- und Enziwiger, Seewag  
 Einzugsgebiet 3 - Emme (Bärselbach) und Ilfis  
 Einzugsgebiet 4 - Kleine Emme  
 Einzugsgebiet 5 - Luthern  
 Einzugsgebiet 6 - Pfaffneren und Rot

Einzugsgebiet 7 - Reuss  
 Einzugsgebiet 8 - Seeabfluss Aabach  
 Einzugsgebiet 9 - Sempachersee  
 Einzugsgebiet 10 - Suhre, Wyna und Uerke  
 Einzugsgebiet 11 - Vierwaldstätter- und Zugersee  
 Einzugsgebiet 12 - Wigger bis Mündung Seewag

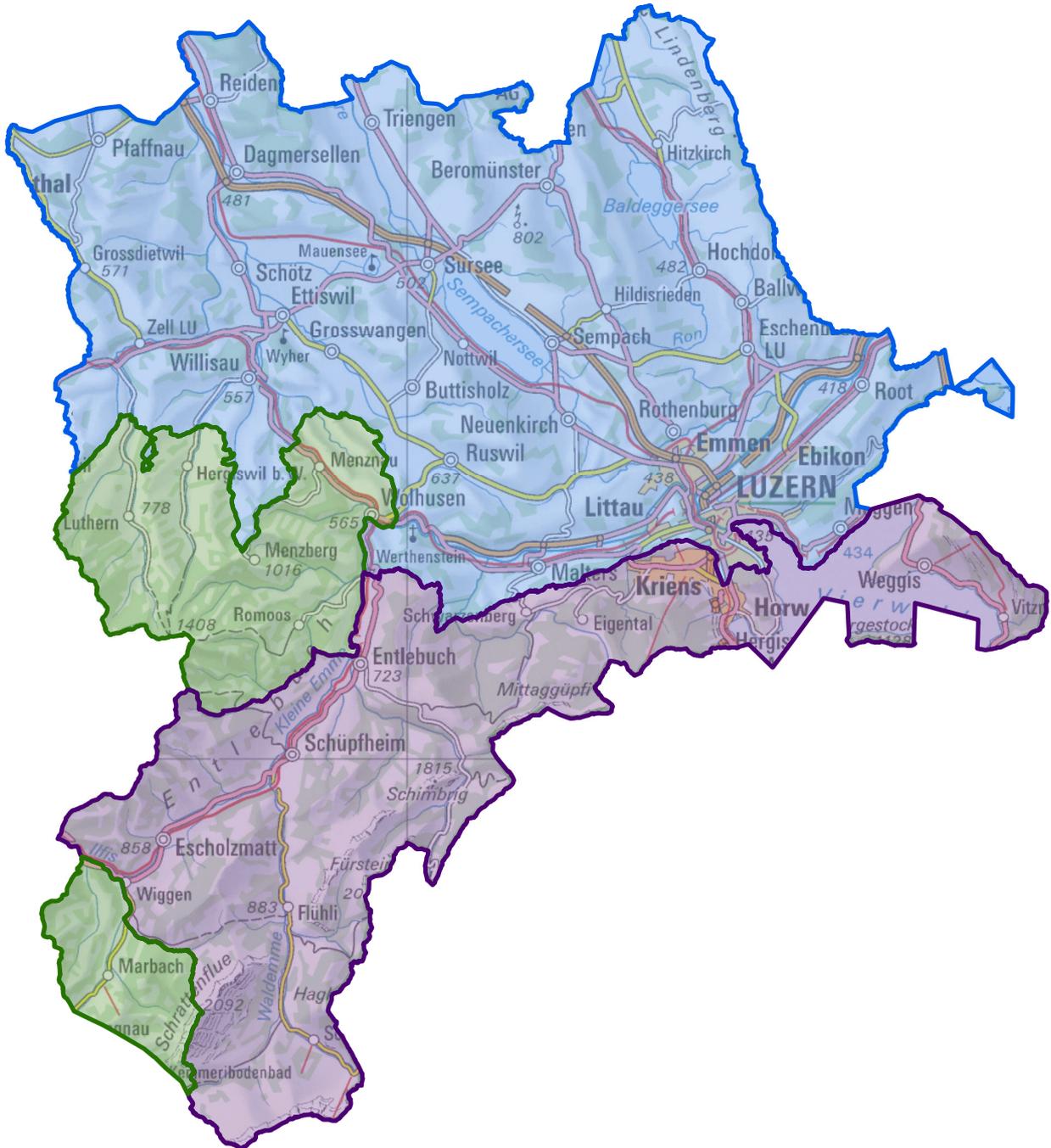


178°0'00181°0'00183°0'00185°0'00187°0'00189°0'00191°0'00193°0'00195°0'00197°0'00199°0'00201°0'00203°0'00205°0'00207°0'00209°0'00211°0'00213°0'00215°0'00217°0'00219°0'00221°0'00223°0'00225°0'00227°0'00229°0'00231°0'00233°0'00235°0'00237°0'00239°0'00241°0'00243°0'00245°0'00247°0'00249°0'00251°0'00253°0'00

LEGENDE

Biogeographische Region

- Mittelland
- Voralpen
- Alpen







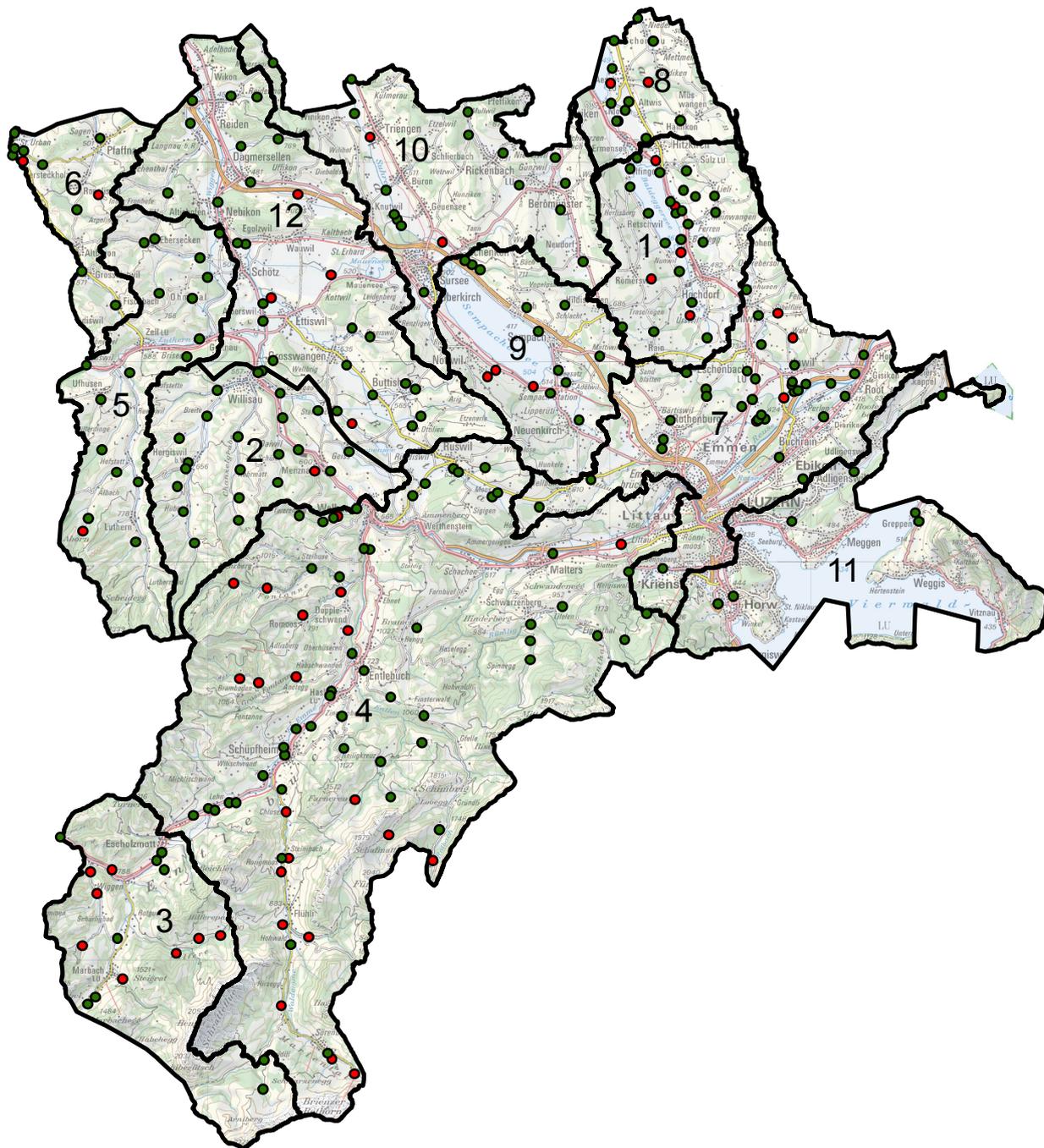
628°00'06.30"000632°000634°000636°000638°000640°000642°000644°000646°000648°000650°000652°000654°000656°000658°000660°000662°000664°000666°000668°000670°000672°000674°000676°000678°000680°000682°000

LEGENDE

● keine 0+ Bachforellen festgestellt

● 0+ Bachforellen festgestellt

□ Einzugsgebiete



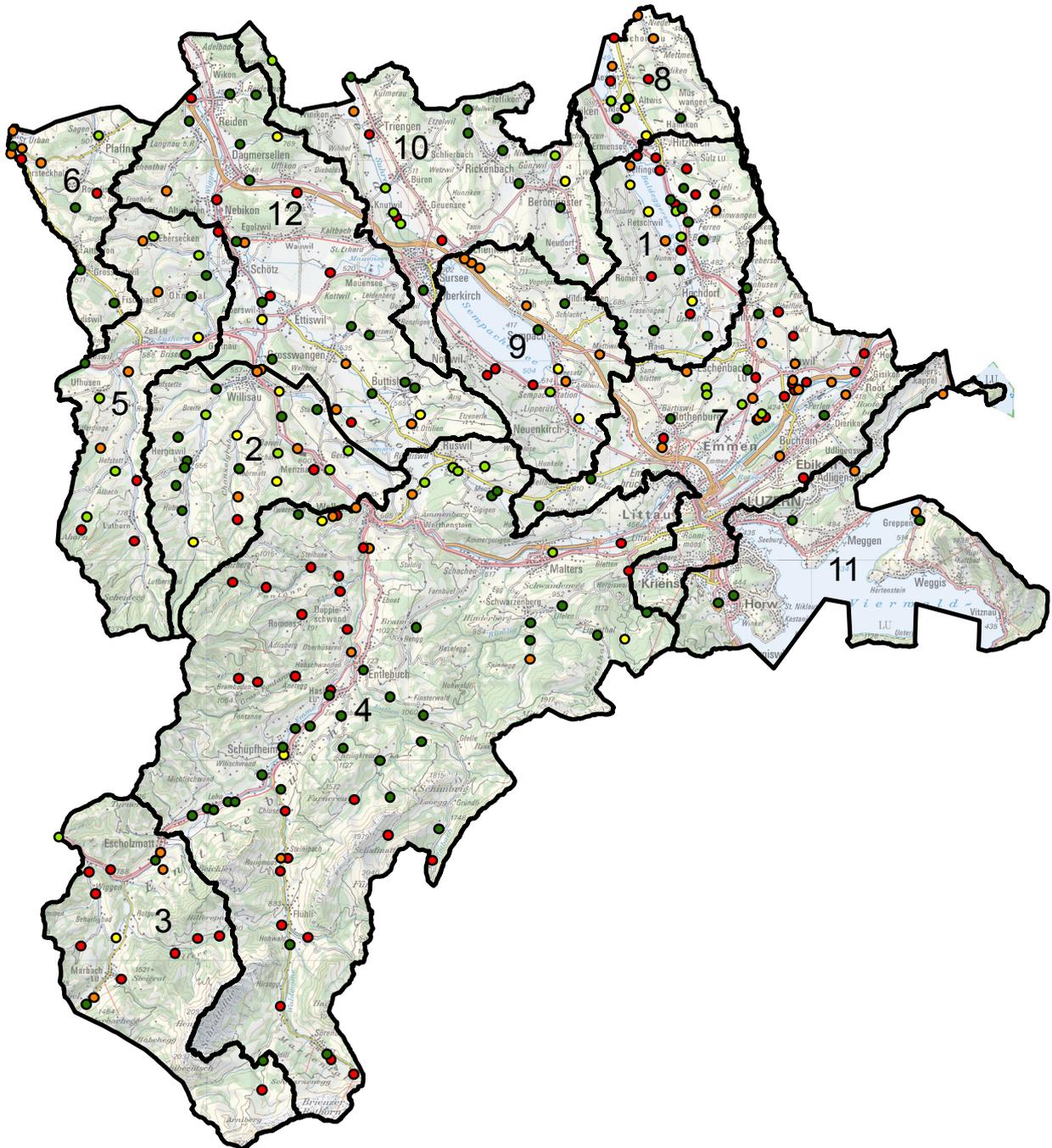
175°00'01.77°000179°000181°000183°000185°000187°000189°000191°000193°000195°000197°000199°000201°000203°000205°000207°000209°000211°000213°000215°000217°000219°000221°000223°000225°000227°000229°000231°000233°000235°000237°000239°000241°000243°000245°000247°000249°000251°000

LEGENDE

Einzugsgebiete

Bewertung 0+ / ha

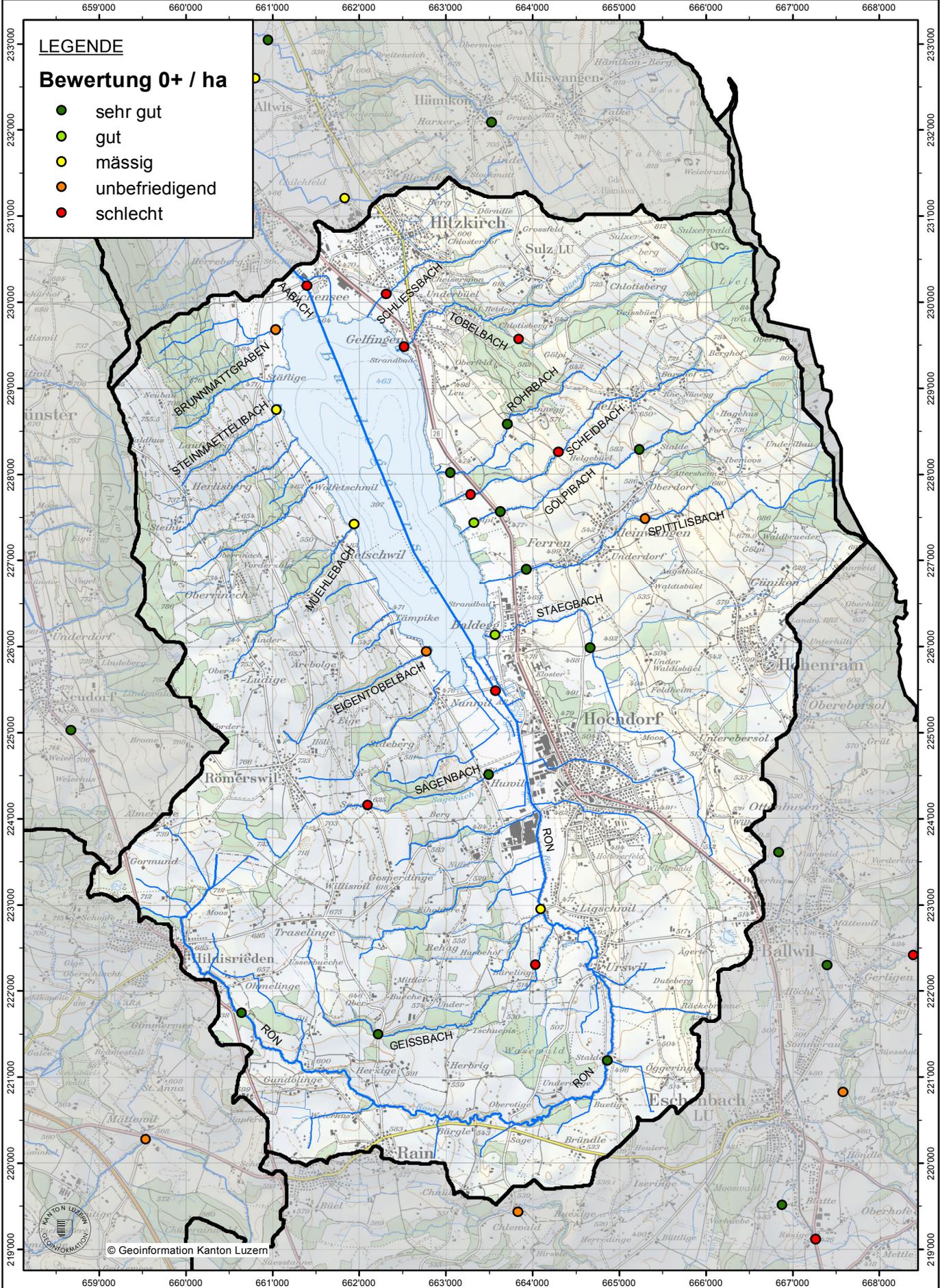
- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht



LEGENDE

Bewertung 0+ / ha

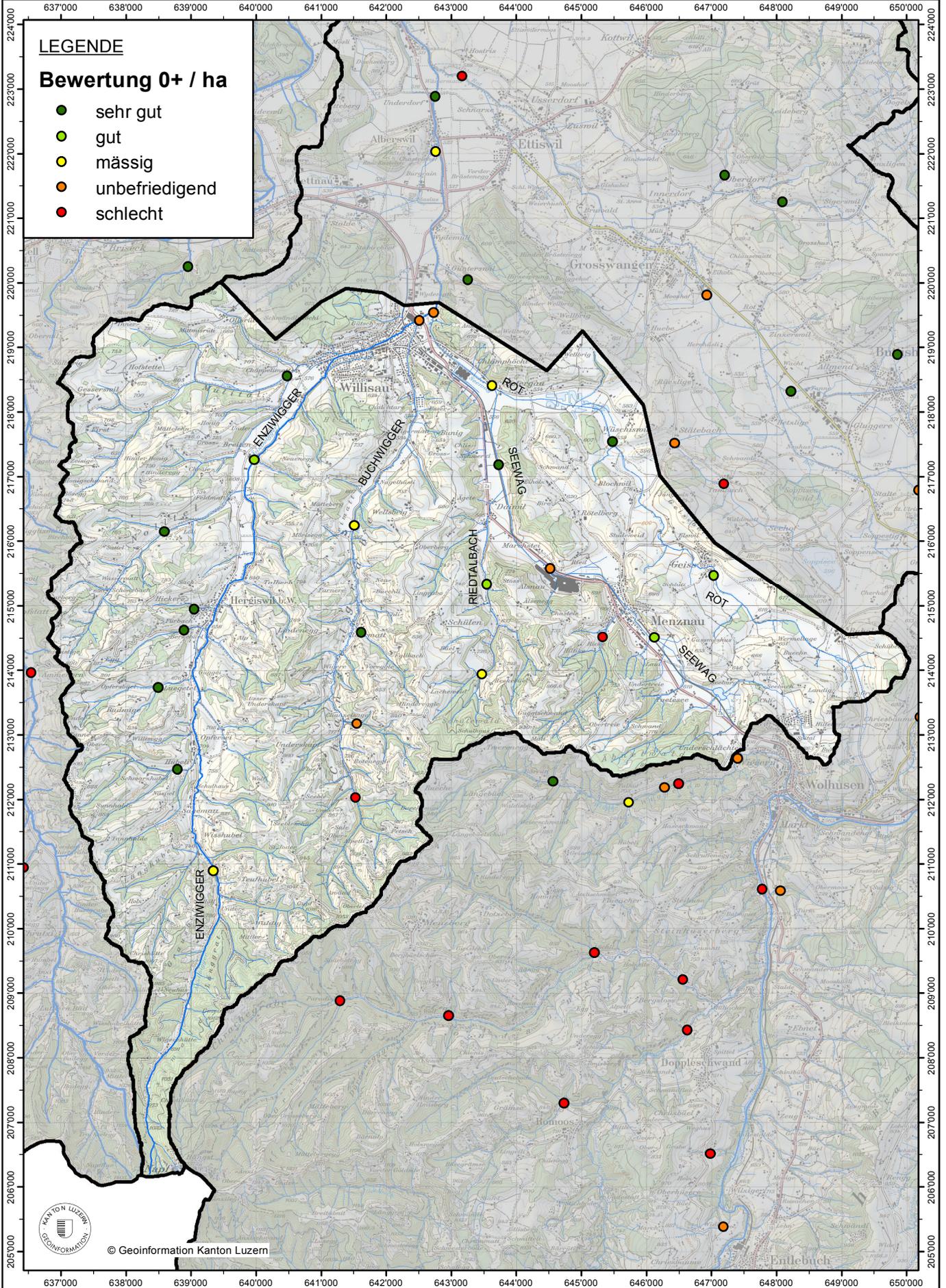
- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht



**LEGENDE**

**Bewertung 0+ / ha**

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht



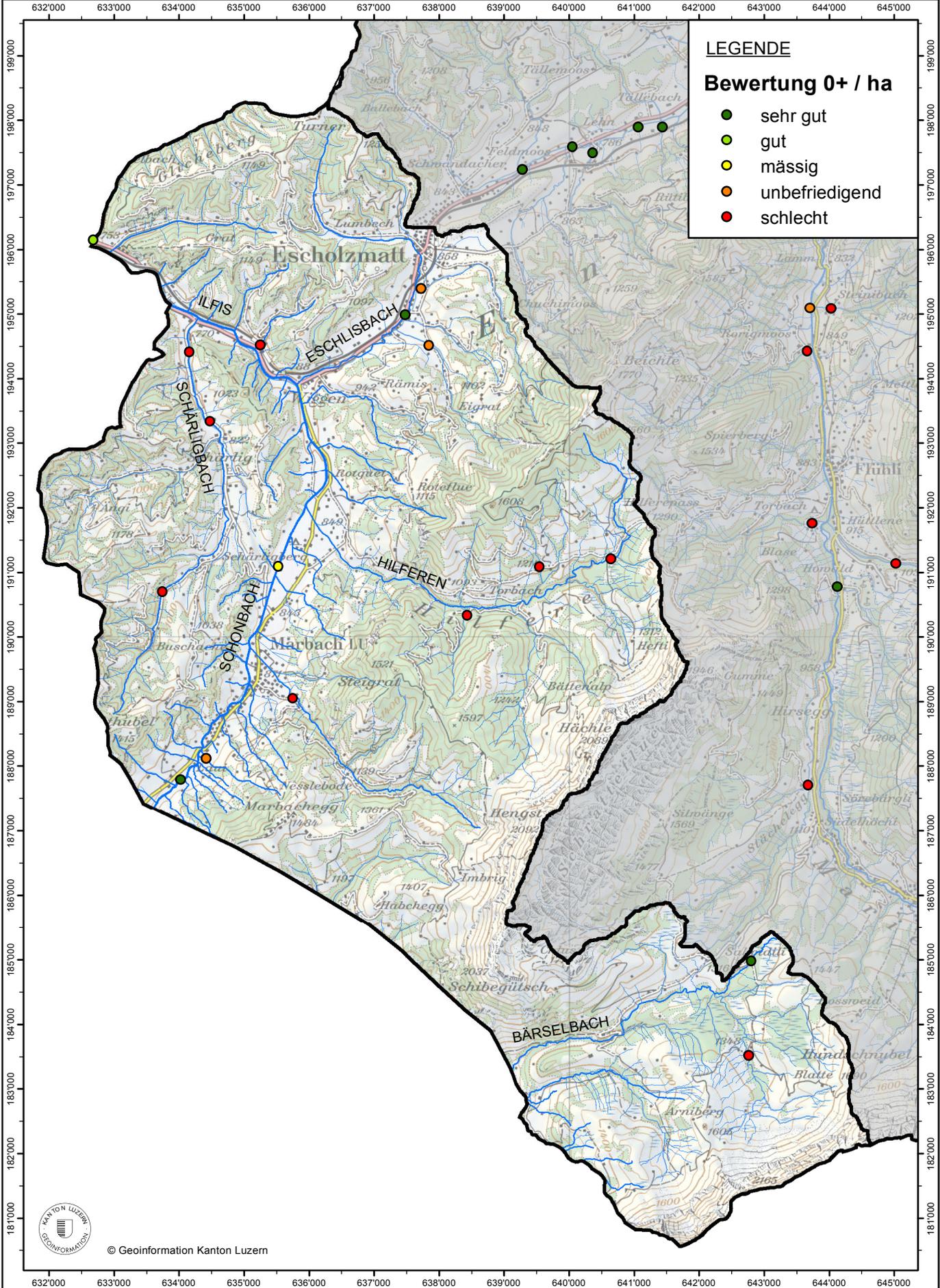
# Anhang 9

## Einzugsgebiet 3 - Emme (Bärselbach) und Ilfis

Datum: 31.08.2015



1:80'000

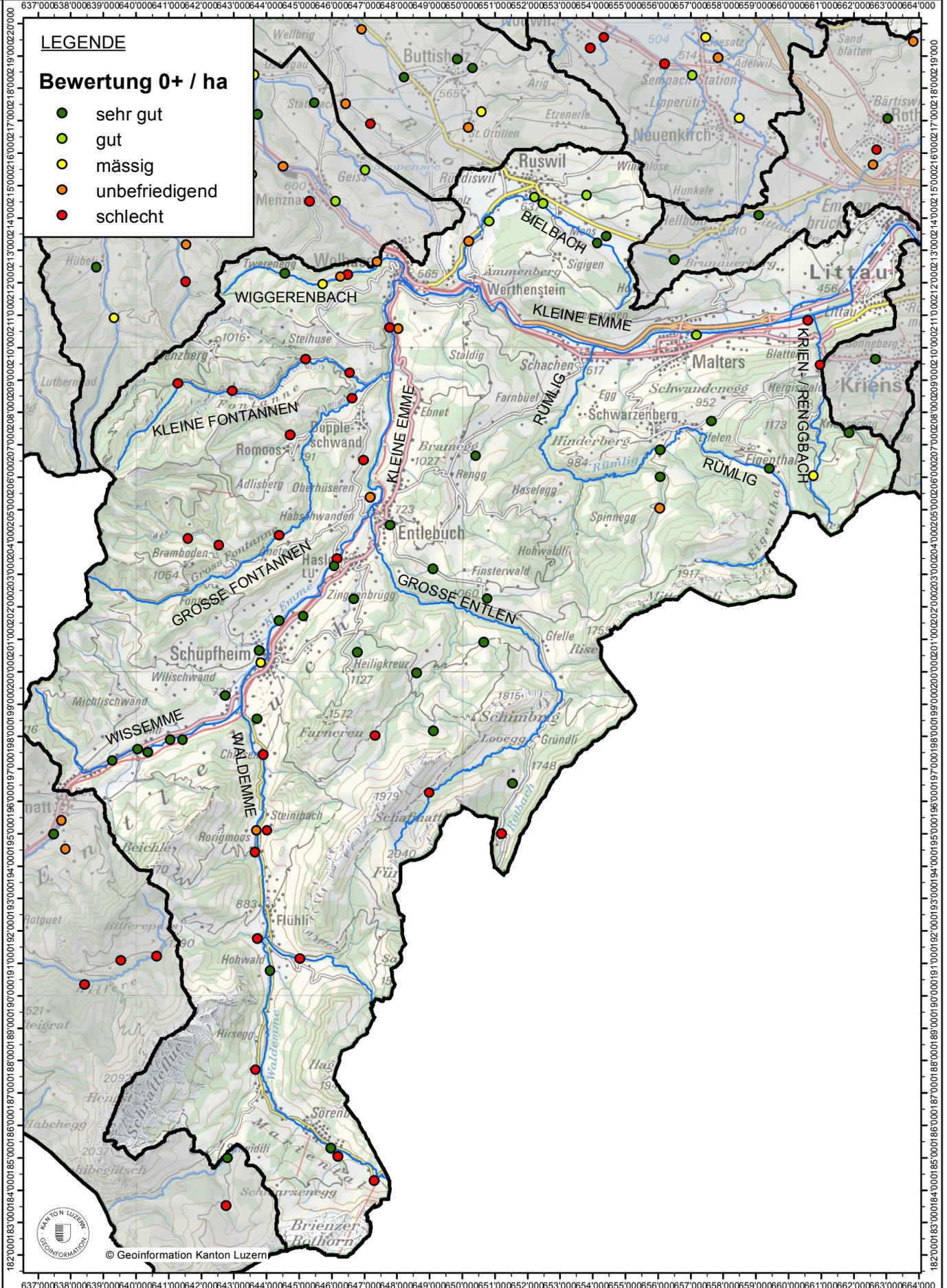




LEGENDE

Bewertung 0+ / ha

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht



# Anhang 11

## Einzugsgebiet 5 - Luthern

Datum: 31.08.2015

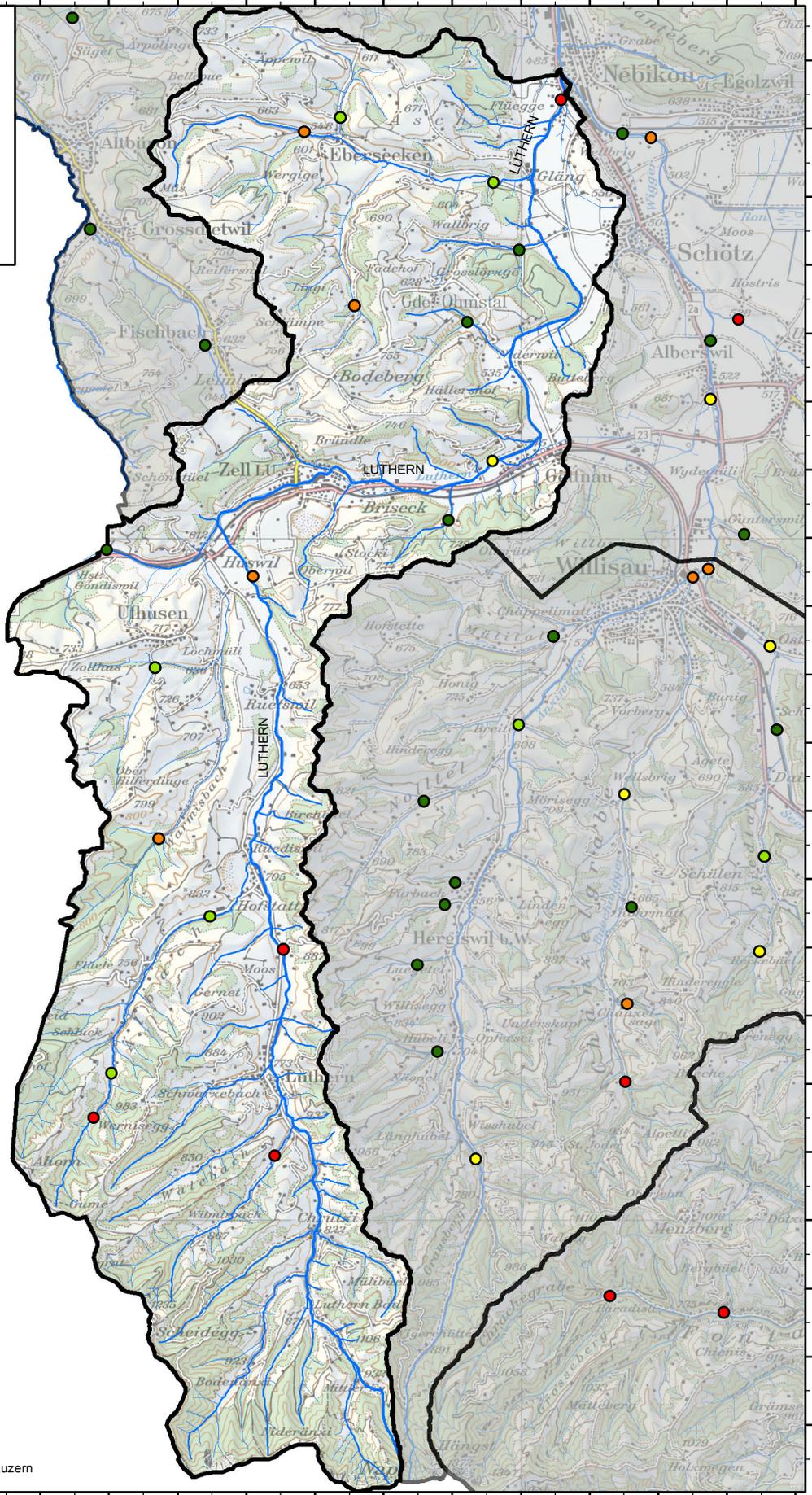


1:90'000

### LEGENDE

#### Bewertung 0+ / ha

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht





628'000 629'000 630'000 631'000 632'000 633'000 634'000 635'000 636'000 637'000 638'000

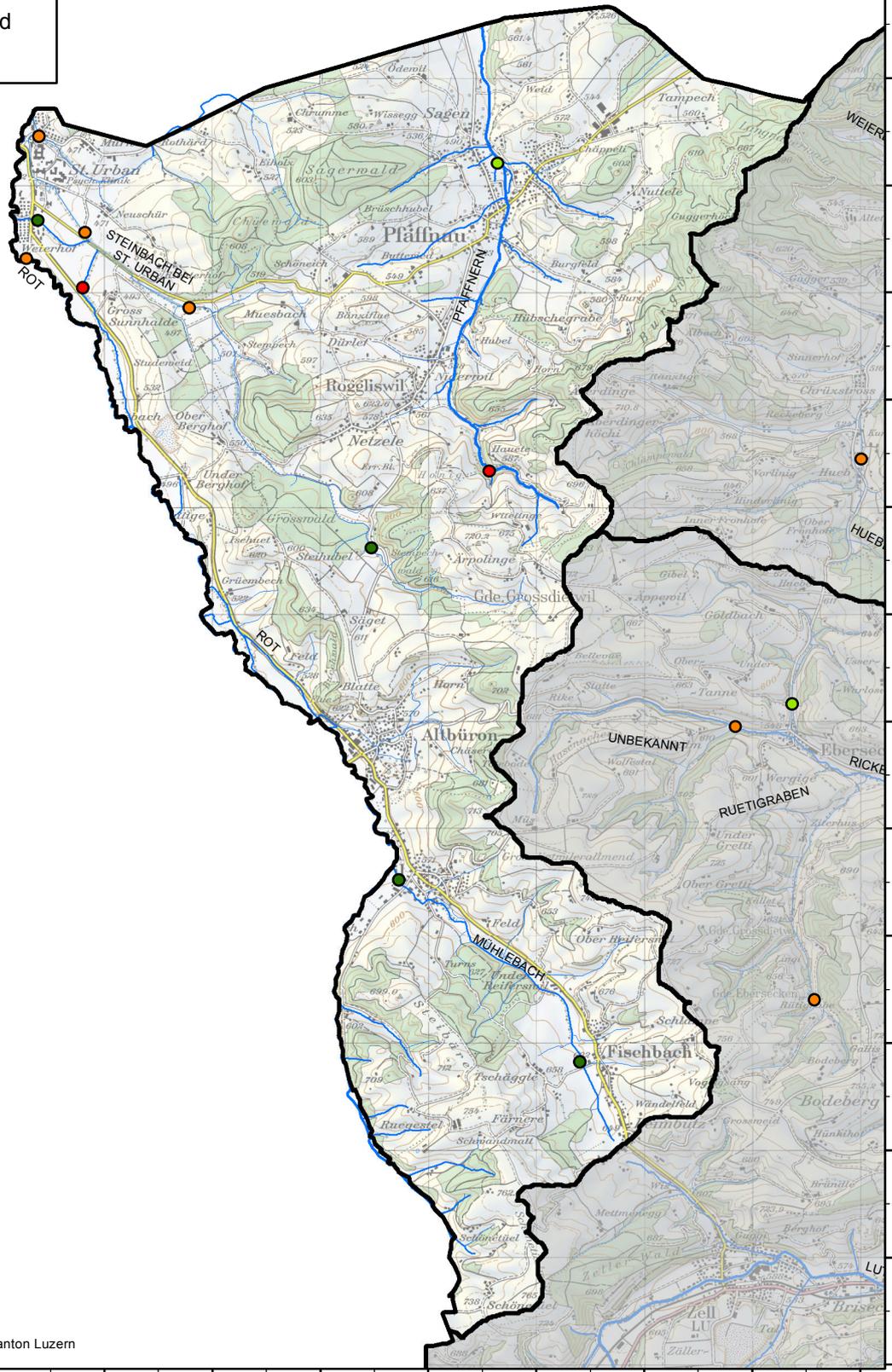
234'000  
233'000  
232'000  
231'000  
230'000  
229'000  
228'000  
227'000  
226'000  
225'000  
224'000  
223'000  
222'000  
221'000  
220'000

234'000  
233'000  
232'000  
231'000  
230'000  
229'000  
228'000  
227'000  
226'000  
225'000  
224'000  
223'000  
222'000  
221'000  
220'000

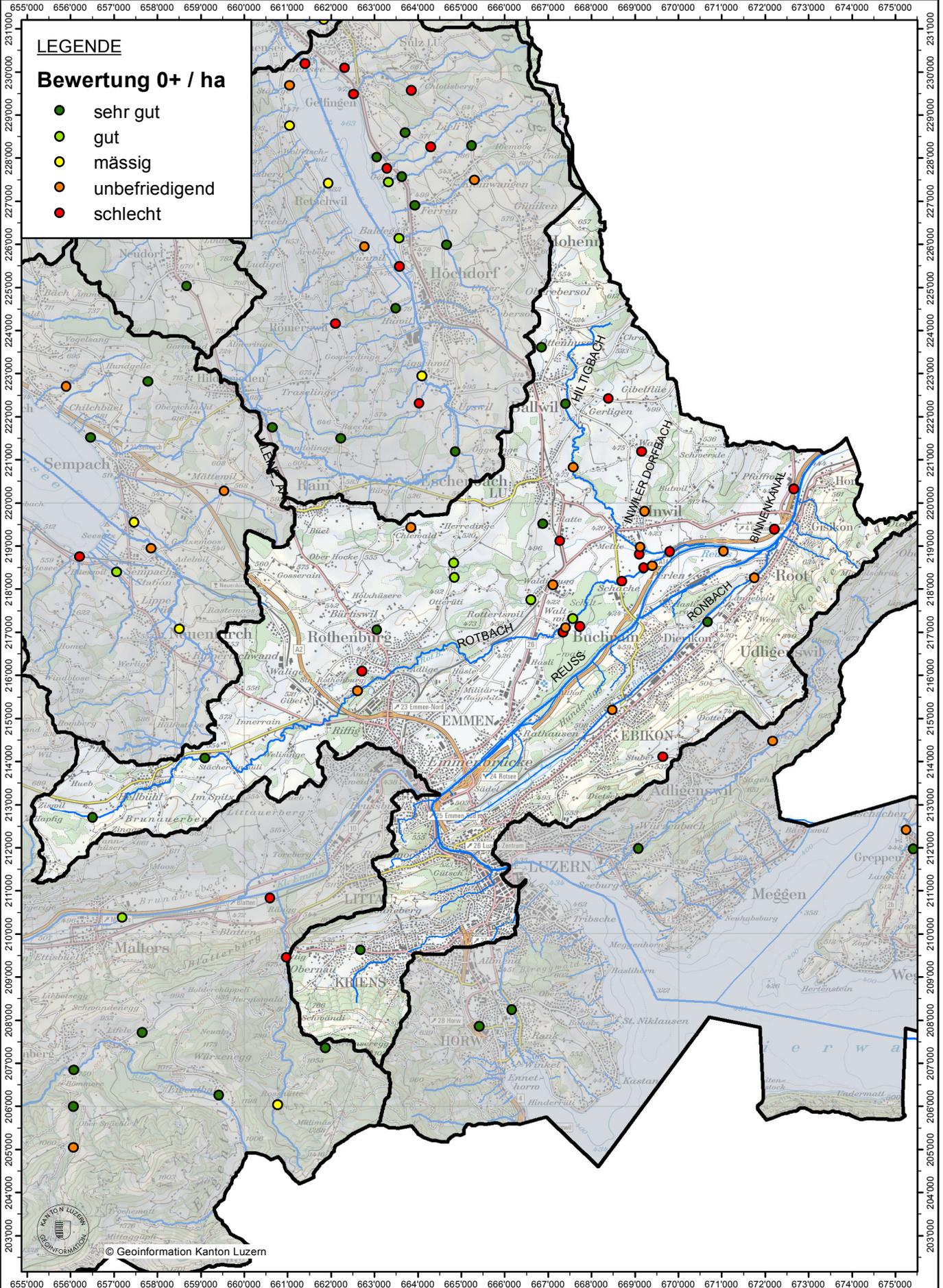
**LEGENDE**

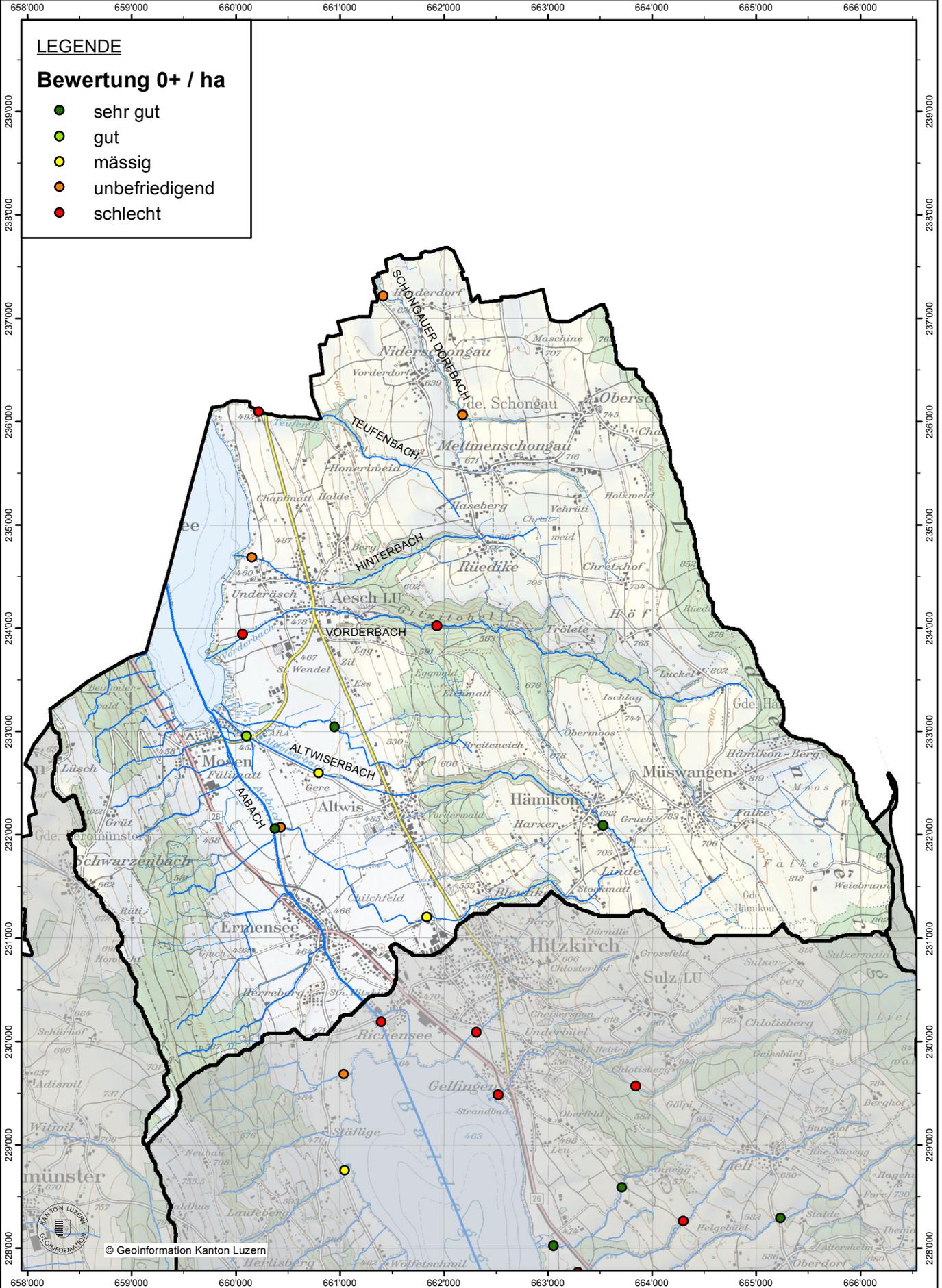
**Bewertung 0+ / ha**

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht



628'000 629'000 630'000 631'000 632'000 633'000 634'000 635'000 636'000 637'000 638'000



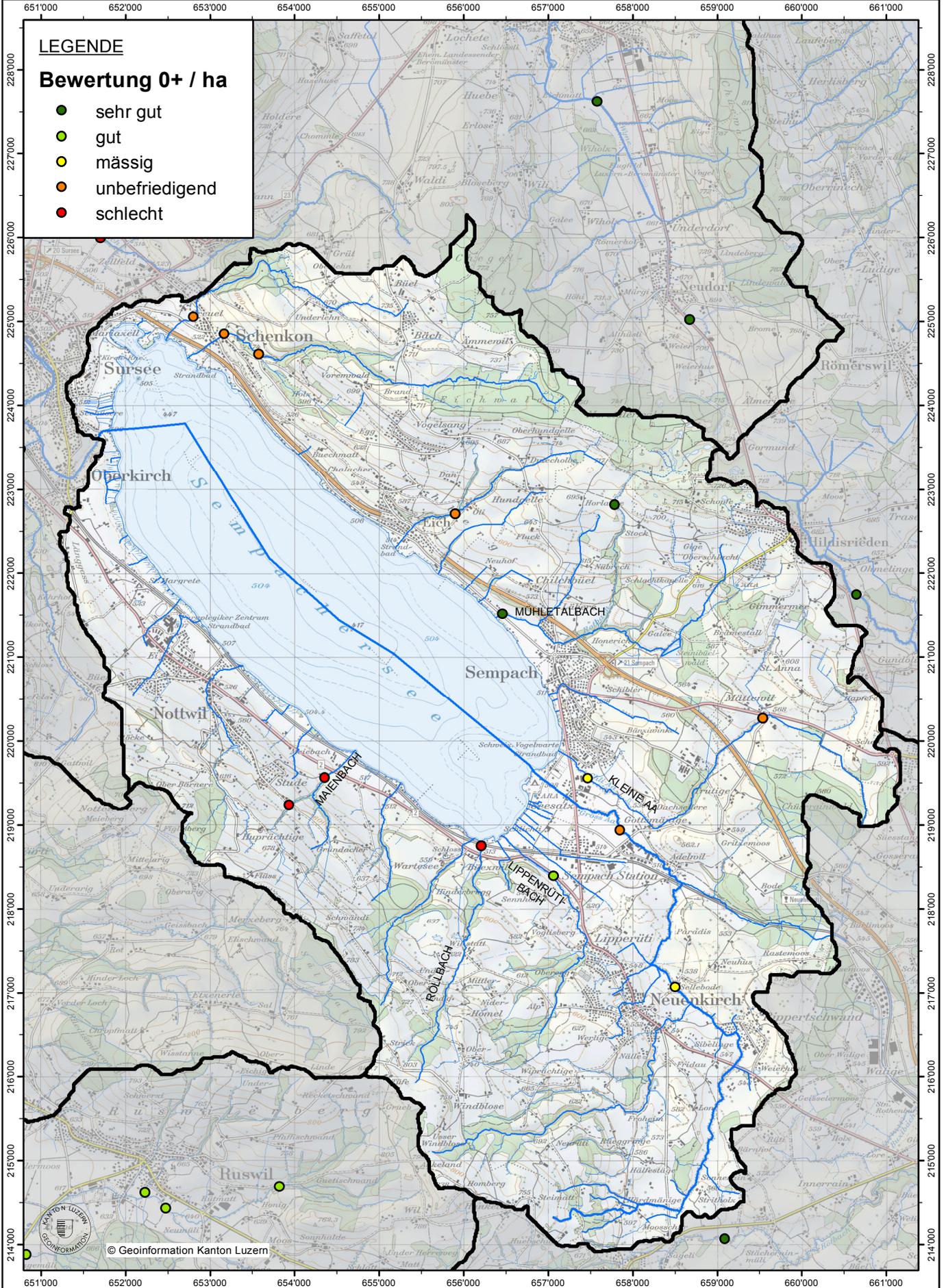


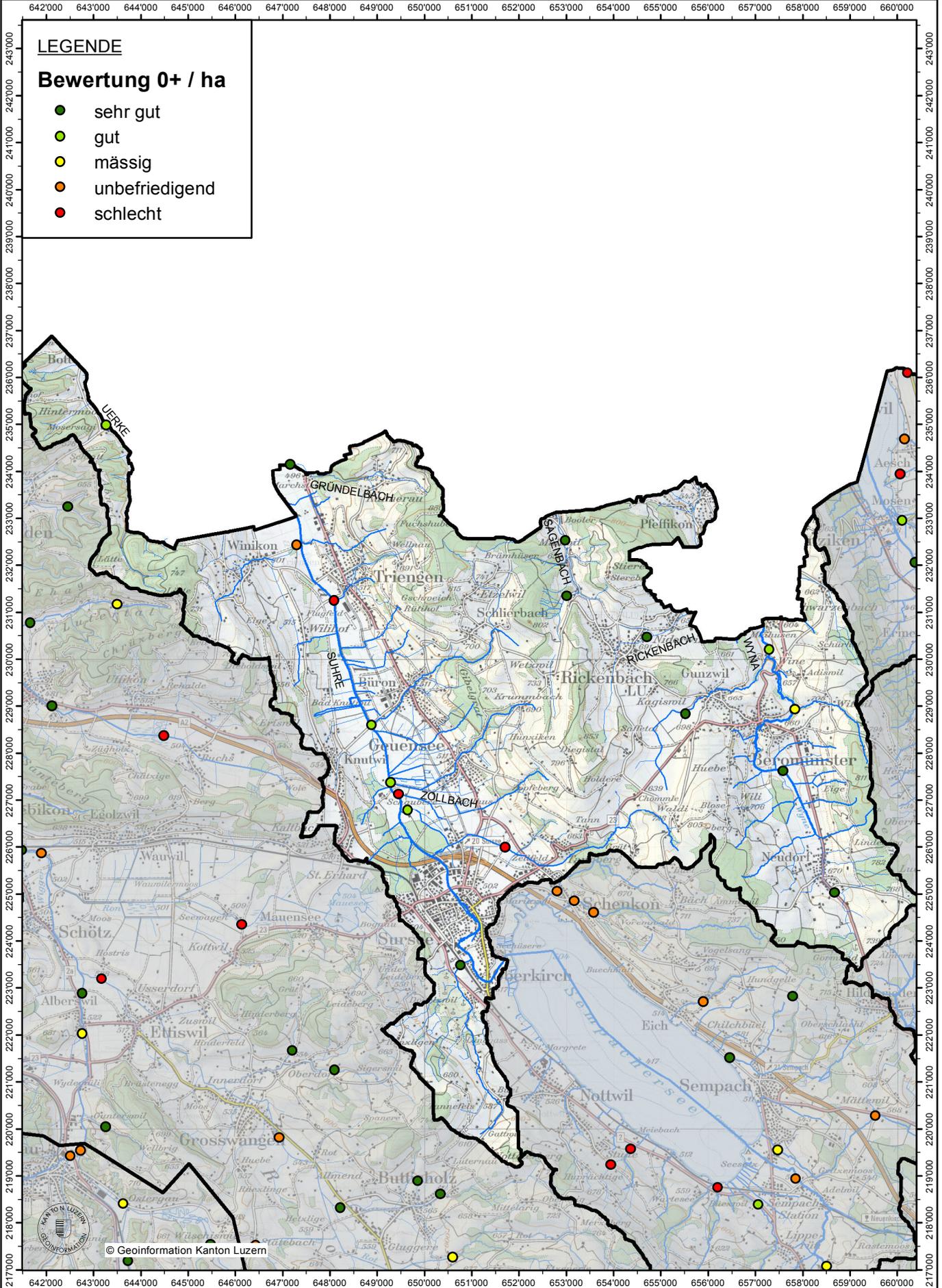


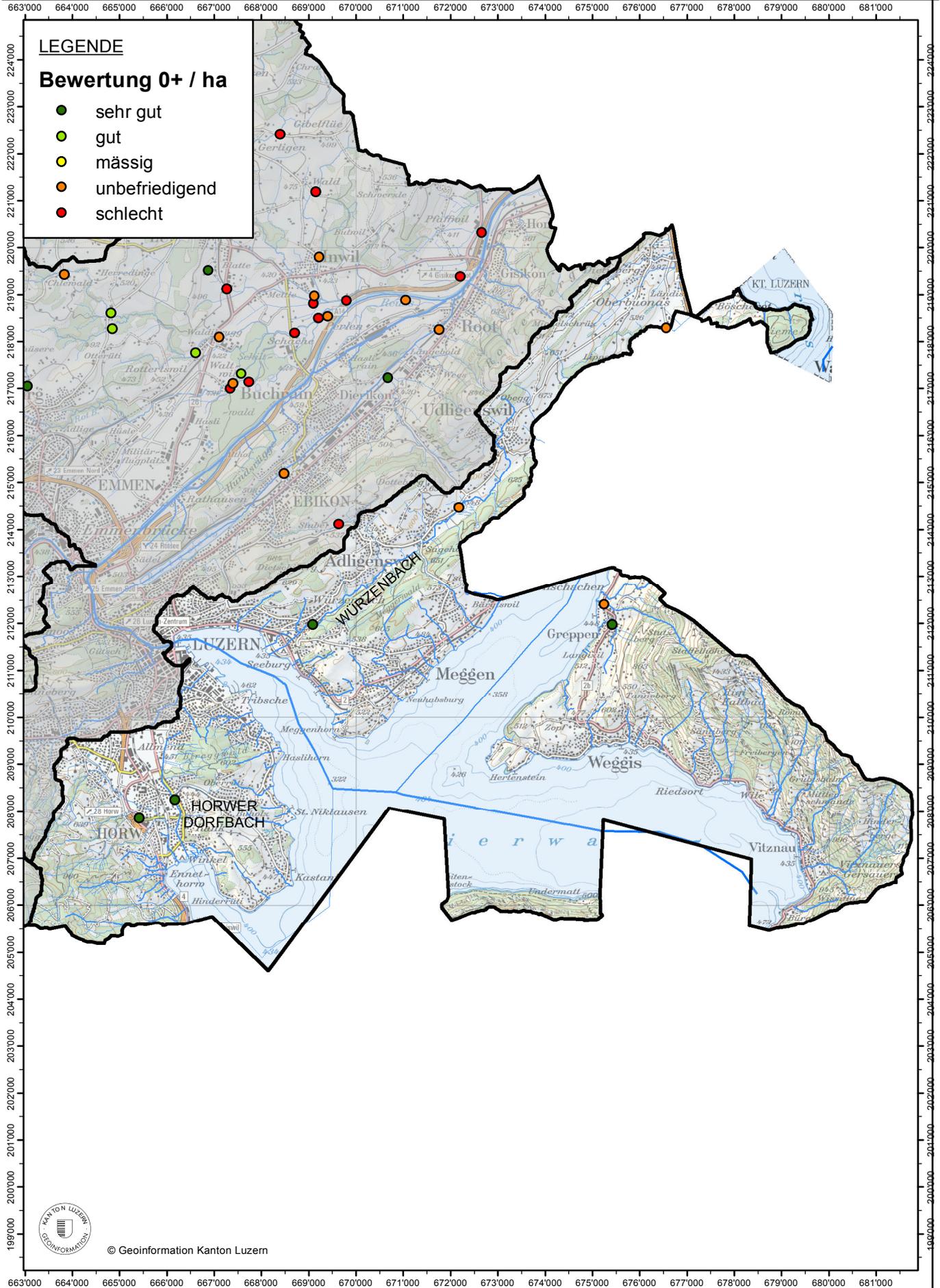
**LEGENDE**

**Bewertung 0+ / ha**

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht







LEGENDE

Bewertung 0+ / ha

- sehr gut
- gut
- mässig
- unbefriedigend
- schlecht

