

Kanton Bern
Gemeinde, Belp, Kehrsatz, Köniz, Muri
OIK II, ANF, FI

Hochwasserschutz und Auenrevitalisierung Aare/Gürbemündung

Entwicklungskontrolle Selhofenzopfen

Zwischenbericht

Thun, 28. Februar 2018



Trägerschaft/Auftraggeber

OIK II, ANF, FI

Auftragnehmer

IMPULS AG Wald Landschaft Naturgefahren

Projektverfasser/in

Nik Reusser, Bruno Käufeler

Auftragsnummer

2-15-007

Zwischenbericht_2018-01-25_nr.docx

Visum

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Ziele Entwicklungskontrolle	3
3. Rahmenvorgaben	3
4. Hauptkenntnisse pro Indikator	5
5. Gesamtblick und Ausblick Folgeerhebungen (bis 2020)	9
6. Bilddokumentation	10
Anhang	15

1. Einleitung

Wie entwickelt sich das neu revitalisierte Gebiet im Selhofenzopfen? Welche Tier- und Pflanzengemeinschaften, welche Arten stellen sich ein? Ist die angestrebte, natürliche Dynamik feststellbar? Wie gehen Besuchende mit ihnen auferlegten Regeln um? Solche und weitere Fragen interessieren im Rahmen der Entwicklungskontrolle zum Projekt Hochwasserschutz und Auenrevitalisierung Aare/Gürbemündung. Anhand von 14 Indikatoren wird die Entwicklung zu Gewässermorphologie, Ökologie und Besucherverhalten im Gebiet erfasst und ausgewertet. In den Jahren 2016/17 sind die ersten Erhebungen zu den vorgesehenen Untersuchungsaspekten erfolgt. In den Jahren 2000 bis 2002 wurden bereits verschiedene ähnlich gelagerte Aspekte untersucht. Die Ergebnisse dieser Erhebungen erlauben ein erstes Zwischenfazit, geben Antworten zu den eingangs gestellten Fragen und geben ein objektives Bild über die Veränderung der Entwicklungsstadien ohne diese zu werten.

In einer Begleitgruppe, bestehend aus Vertretern der kantonalen Fachstellen OIK II, ANF, FI sowie des Büros IMPULS, wurden die einzelnen Untersuchungsaspekte bestimmt und deren Wiederholungsintervall definiert. Bewusst wurde der Begriff **Entwicklungskontrolle** der sonst üblichen **Erfolgskontrolle** vorgezogen, liegt der Grundgedanke doch in einer nüchternen Betrachtung der sich verändernden Situation ohne Anspruch auf erwartete Artenvorkommen oder sich einstellende Habitate. Begründet ist der 'Verzicht' auf eine Erfolgskontrolle auch dadurch, dass explizite Ziele bezüglich Arten, Lebensräumen und Besucherverhalten im Rahmen der Projektierung nicht formuliert wurden. Nichtsdestotrotz erlauben die gewonnen Erkenntnisse in einzelnen Punkten Einfluss auf die Entwicklung im Gebiet Selhofen zu nehmen und - falls erforderlich - weiterführende Massnahmen aus Sicht Art-Experten zu empfehlen.

2. Ziele Entwicklungskontrolle

Für die Entwicklungskontrolle wurden folgende Gesamtziele (Umsetzungsziele) definiert:

- 1) Beobachten und dokumentieren der ökologischen Entwicklung und des Besucherverhaltens im renaturierten und revitalisierten Gebiet Selhofenzopfen anhand spezifischer Indikatoren.
- 2) Im Falle von unerwünschten Entwicklungen: Empfehlungen für geeignete Massnahmen vorschlagen. Grundsätzlich hat im gesamten Gebiet die Dynamik und Sukzession erste Priorität. Die Natur gestaltet den Raum.
- 3) Beobachtung der Entwicklung während 10 Jahren; Finanzierung vorerst für die ersten fünf Jahre, danach Evaluation Beobachtungsprogramm mit Zwischenbilanzierung.

3. Rahmenvorgaben

Die Erhebungen zu den Untersuchungsaspekten unterliegen einzelnen Rahmenvorgaben, welche einerseits durch die Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen, resp. der vorliegenden Ausgangserhebung (2003) gegeben sind (Basiserhebung, Perimeter) und andererseits in der Begleitgruppe spezifisch definiert wurden (Indikatorset, Erhebungsintervall).

Basiserhebung

Von 2000 bis 2002 wurde eine umfassende Basiserhebung im Gebiet durchgeführt (WFN / Auenberatungsstelle (2003): Hochwasserschutz und Auenrevitalisierung Aare/Selhofenzopfen - Istzustand Ökologie, Erhebung Ausgangszustand). Insgesamt wurden folgende Aspekte untersucht:

- Geomorphologie (Hydrologie, Flussbett, Gewässernetz, Grundwasserspiegel, Uferbefestigungen)
- Aquatische Wirbellose (Krebse, Insekten, Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Steinfliegen, Zweiflügler, Käfer, Libellen, Weichtiere, Egel, Würmer)
- Fische (Artenvielfalt, Populationsstruktur, Fortpflanzung Äsche)
- Vegetation (Fläche und räumliche Verteilung Vegetationseinheiten, Artenzusammensetzung, pflanzensoziologische und ökologische Indizes)
- Laufkäfer (Diversität und Abundanz)
- Heuschrecken (Artenspektrum und Dichte)
- Libellen und Schmetterlinge (Artenspektrum und Abundanz)
- Amphibien (Artenspektrum und Abundanz)
- Vögel (Artenspektrum und Abundanz)

Perimeter

Betrachtungspereimeter und Wirkungsbereich:



Abbildung 1: Betrachtungspereimeter gemäss Aufnahme Ausgangszustand 2003 (rote, transparente Fläche, ca. 40 ha) und Wirkungsbereich Projektperimeter Wasserbauplan (rot gestrichelte Linie, > 70 ha). Bereich des NSG Selhofenzopfen (gelb gestrichelt).

Je nach Indikator können verschiedene Betrachtungspereimeter zum Zug kommen. Als Hauptperimeter gilt das Naturschutzgebiet Selhofenzopfen.

Indikator-Set und Erhebungszeitraum

Damit Aussagen zur Gewässermorphologie, zur ökologischen Entwicklung sowie zum Besucherverhalten im Selhofenzopfen gemacht werden können, wurde basierend auf den zu untersuchenden Aspekten ein Indikatoren-Set gemäss Tabelle 1 festgelegt.

Bis auf den Indikator Nr. 14 sind für den Zeitraum 2016 bis 2020 je zwei Erhebungen pro Indikator vorgesehen. Bei den Indikatoren Nr. 2, 3 und 5 ziehen sich die Arbeiten ins Folgejahr (Tabelle 1).

Tabelle 1: Indikatoren und Erhebungsjahre. Bei den Indikatoren Nr. 2, 3 und 5 dauerten die Arbeiten zu den Erhebungen bis ins Jahr 2017.

I-Nr.:	Indikator	2016	2017	2018	2019	2020
1.	Gewässernetz / Gewässerelemente und Uferlänge					
2.	Vegetationseinheiten					
3.	Flora / ökol. Indizes					
4.	Aquatische Wirbellose / Makrozoobenthos					
5.	Fische					
6.	Äschenlarven					
7.	Krebse					
8.	Laufkäfer					
9.	Heuschrecken					
10.	Libellen und Schmetterlinge					
11.	Amphibien					
12.	Reptilien					
13.	Brutvögel					
14.	Verhaltensregeln					

4. Haupteckkenntnisse pro Indikator

Die Ergebnisse der Erhebungen mittels Indikatoren zeigen eine Momentaufnahme der fortwährenden Entwicklung im Gebiet Selhofenzopfen (vgl. Tabelle 2). Beim Vergleich zur Basiserhebung¹ muss berücksichtigt werden, dass teilweise unterschiedliche methodische Vorgehen gewählt wurden. Die Veränderungen zu den vorliegenden Erhebungen im Vergleich zur Basiserhebung sind deshalb überwiegend von qualitativer Natur.

Tabelle 2: Übersicht der Haupterkenntnisse pro Indikator im Erhebungsjahr 2016 / 2017. Detailliertere Angaben sind den entsprechenden Erhebungsberichten zu den einzelnen Indikatoren zu entnehmen.

Kurzfasit	I-Nr.:	Ergebnis Indikator (Bearbeitung)
<i>Die neue Geländestruktur schafft eine erhöhte Vielfalt der Gewässerelemente, des Gewässernetzes und der Uferlänge.</i>	1.	Indikator Gewässernetz / Gewässerelemente und Uferlänge (Aquatika / IMPULS): Die Uferlinie der Aare ist bei Niedrigwasser nur unwesentlich länger als bei der Basiserhebung. Bei Hochwasser ist die Uferlinie fast doppelt so lang, da die Aare weite Teile überflutet. Nach der Revitalisierung nahm sowohl die Uferlänge wie auch die Breiten- und Tiefenvariabilität der Belper Giesse markant zu.
<i>Die Revitalisierung führte zu einer dynamischen Aue mit neu entstandenen Pionierflächen. Die meisten Klein- und Grosseggenniede wurden aber zerstört.</i>	2.	Vegetationseinheiten (KBP, Käsermann): Es gibt eine Zunahme von Pionierstandorten und Weichholzaunen auf Kosten von weiterentwickelten Auen im Übergangstadium und Hartholzaunen (teils durch die baulichen Massnahmen herbeigeführt). Die Analysen belegen eine Dynamisierung des Selhofenzopfs. Allerdings sind das Flachmoor sowie die Klein- und Grosseggenniede fast gänzlich verschwunden. Auch der aufgenommene Transekt zeigt eine Zunahme der Pionierflächen und eine Abnahme der Klimaxvegetation. Die Artenvielfalt hat aufgrund der neuen Pionierarten allerdings zugenommen.
<i>Insgesamt ist die Flora in ihrer Anzahl seltener und gefährdeter Arten nach der Revitalisierung zurückgegangen. Pionier- und Neophytenarten haben aber zugenommen.</i>	3.	Flora, ökol. Indizes (KBP, Käsermann): Obwohl seit 2015 verbreitete auentypische Lebensräume entstanden sind, wurden diese (noch) kaum durch seltene oder gefährdete Pflanzenarten besiedelt. Am meisten gefährdete Arten kommen 2016 an den Pionierstandorten vor, welche durch die Bauarbeiten und das Hochwasser von 2015 geschaffen wurden. Vermutlich werden diese Arten aber mit der aufkommenden Sukzession wieder verschwinden. Ausserdem kommen dort wie erwartet zahlreiche invasive Neophyten vor. In den natürlichen, dynamischen Pionierflächen ist jedoch die Etablierung seltener und gefährdeter Arten zu erwarten. Die wertvollen, an seltenen Arten reichen Flachmoore wurden weitgehend zerstört. Entsprechend sind viele seltene Arten dieses Lebensraumes lokal verschwunden.
<i>Bezüglich aquatischen Wirbellosen ist nach der Revitalisierung der Ausgangszustand praktisch wieder erreicht.</i>	4.	Aquatische Wirbellose / Makrozoobenthos (Aquatika): Die Giesse wurde nach der Revitalisierung rasch durch aquatische Wirbellose wiederbesiedelt. Die Taxa- und Individuenzahl liegt gut ein Jahr nach der Revitalisierung praktisch in der gleichen Grössenordnung wie während der Basiserhebung. Die häufigsten Arten gehören den Familien der Bachflohkrebse (<i>Gammaridae</i>) und den Zweiflüglern (<i>Diptera</i>) an. Bei der Basiserhebung gehörten auch die Bachflohkrebse sowie die Zuckmückenlarven zu den dominierenden Taxa. Die Arten wanderten entweder durch Drift von oben, durch Einfliegen oder sogar durch Einwanderung von unten ein. Die festgestellten Arten wurden grossräumig auch während der Basiserhebung gefunden.
<i>In den Zuflüssen zur Aare ist der Fischbestand in Art und</i>	5.	Fische (Büsser): Die neu revitalisierten Gewässerabschnitte bieten mit einer naturnahen Habitatvielfalt die Voraussetzungen für eine arten- und individuenreiche Wasserfauna. Die Abfischungen

<p><i>Anzahl tiefer als vor der Revitalisierung.</i></p>	<p>an Giesse, Gürbe, Lehenkanal und Biberbach förderte eine sehr tiefe Fischdichte in relativ geringer Artenzahl zu Tage. Besonders in Giesse und Gürbe sackte der Fischbestand im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Revitalisierung regelrecht zusammen. Weiterführende Abklärungen zur Ergründung der Ursache werden unternommen. Bis jetzt konnten jedoch keine Zusammenhänge hergestellt werden. Inwiefern Graureiher und Fischotter (neu im Gebiet vorkommend) Einfluss haben, bleibt zu klären.</p>
<p><i>Die Dichte an Äschenlarven in der Aare ist deutlich höher als vor der Revitalisierung.</i></p>	<p>6. Äschenlarven (Aquatica): Aare: Bedeutend höhere Dichte als bei Basiserhebung dank günstigen Abflussbedingungen, geeigneter Geschiebedynamik und Gestaltung naturnaher (Flach-) Ufer. Diese Strukturen erhöhen das Angebot an Laichplätzen und Habitaten. Giesse / Gürbe: aktuell und während der Basiserhebung konnten keine Äschenlarven kartiert werden.</p>
<p><i>Es konnten keine Krebse nachgewiesen werden.</i></p>	<p>7. Krebse (Aquatica): In den untersuchten Gewässern konnten keine Nachweise von Krebsen erbracht werden (Giesse, Referenzgewässer: Biberbach, Krebsbach). Im Rahmen der Basiserhebung wurden Krebse nicht untersucht. Einheimische Flusskrebse sind sehr selten. Sie werden durch die amerikanischen Flusskrebse, Kamber- und Signalkrebs bedroht, welche Träger der Krebspest sind, im Gegensatz zu den einheimischen Arten aber nicht daran zu Grunde gehen. Der Negativnachweis gibt die Situation zahlreicher anderer Berner Fließgewässer wider. Die Besiedlung der Giesse durch den Dohlenkrebs ist möglich und erwünscht - Gefahr besteht durch die Einwanderung des amerikanischen Kamberkrebse.</p>
<p><i>Die Artenzahl der Laufkäfer ist höher als vor der Revitalisierung - 34 Arten konnten neu im Gebiet nachgewiesen werden.</i></p>	<p>8. Laufkäfer (Germann / Marggi): Es konnten insgesamt 70 Laufkäferarten im Gebiet festgestellt werden, davon vier Rote Liste Arten. Im Vergleich zu früheren Erhebungen wurden 34 Arten neu im Gebiet entdeckt. Auffallend waren die Vorkommen in tiefen Dichten. Die meisten Arten waren Feuchtigkeit liebend und an ein typisches Biotop gebunden (hygrophil-stenotop), eine autypische Laufkäfer-Zönose hat sich noch nicht etabliert. Die Besiedlung durch typische Auenarten findet nur zögerlich statt. Das Potential zu einem artenreichen Habitat ist vorhanden.</p>
<p><i>Es konnte eine hohe Anzahl an Heuschreckenarten im Gebiet gefunden werden, obwohl die typischen feuchtgebietsbewohnenden Arten (noch) fehlen.</i></p>	<p>9. Heuschrecken (Hintermann+Weber): Insgesamt wurden 16 Heuschreckenarten festgestellt, darunter auch die vier Arten, welche bei der Basiserhebung erfasst wurden. Zwei Arten gehören der Rote Liste an (VU). Am meisten Arten und Individuen wurden in der Ufervegetation gefunden. Feuchteliebende Arten und Bewohner von Pionierstandorte fehlen (noch). Je nach Auedynamik können Lebensräume, welche für verschiedene Feuchtigkeit liebende und anspruchsvolle Arten geeignet sind, entstehen. Das Auftauchen von spezialisierten Kiesauenbewohner ist jedoch eher unwahrscheinlich, da aktuelle Vorkommen weit entfernt liegen.</p>

<p><i>Die Vielfalt an Libellen und Schmetterlingen ist höher als vor der Revitalisierung.</i></p>	<p>10. Libellen und Schmetterlinge (Thoma): Bei den Libellen wurden 30 Arten nachgewiesen. Bis auf zwei Arten wurden sämtliche Arten der Basiserhebung wieder festgestellt (damals 15 Arten). Die hohe Artenzahl kann dem höheren Erhebungsaufwand aber auch den zusätzlichen Stillgewässern zugeschrieben werden und unterstreicht die Bedeutung des Selhofenzopfens und der benachbarten Gebiete als wichtiger Lebensraum für Libellen. Durch die Revitalisierung begünstigte Vorkommen typischer Flussarten lässt sich nicht beurteilen. Ein Nachweis der gefährdeten Rote Liste Art <i>Ophiogomphus cecilia</i> (EN) wurde erbracht.</p> <p>Schmetterlinge: Die Erhebungen belegten insgesamt 25 von Ubiquisten und Wanderfaltern dominierte Arten. Während der Basiserhebung wurden 15 Arten nachgewiesen. Die festgestellte Schmetterlingsfauna setzt sich aus in der Schweiz weit verbreiteten Arten zusammen, allerdings in eher bescheidenen Dichten. Es ist denkbar, dass typische Arten der Auen-Datenbank durch die Revitalisierung profitieren - Vorkommen konnten keine festgestellt werden.</p>
<p><i>Das Artenspektrum der Amphibien wurde durch das Vorkommen der Erdkröte erweitert.</i></p>	<p>11. Amphibien (karch): Es konnte der Nachweis von Fadenmolch, Bergmolch, Wasserfrosch, Grasfrosch und neu, im Vergleich zur Basiserhebung, auch der Erdkröte erbracht werden. Das Gebiet bietet auch Lebensraum für Laubfrosch oder Kammolch. Allgemein war die Dichte an Individuen tief. Die neu erstellten Stillgewässer haben hohes Entwicklungspotenzial für Amphibien - bereits nachgewiesen: Bergmolch. Aus Sicht der Amphibien besteht künftig Bedarf an Unterhaltmassnahmen.</p>
<p><i>Die Zauneidechse ist die häufigste Reptilienart, gefolgt von Ringelnatter und Blindschleiche.</i></p>	<p>12. Reptilien (Wisler / Hofer): Das erwartete Vorkommen von Ringelnatter und Zauneidechse wurde bestätigt. Mit dem Nachweis der Blindschleiche konnten somit insgesamt drei Reptilienarten grossräumig im Gebiet festgestellt werden. Die Zauneidechse wurde am häufigsten und in relativ hoher Dichte beobachtet (überwiegend entlang der Gürbe); für die Ringelnatter gelangen sechs Beobachtungen. Eine statistische Berechnung der Populationsgrösse ist daher nur für die Zauneidechse möglich. Von der Zunahme der Amphibiendichte dürfte auch die Ringelnatter profitieren. Reptilien wurden bei der Basiserhebung nicht erhoben.</p>
<p><i>Die Artenzahl an nachgewiesenen Brutvögeln ist mit 54 Arten höher als vor der Revitalisierung (damals 32 Arten).</i></p>	<p>13. Brutvögel (CSD): Mit insgesamt 54 Vogelarten konnte eine relativ hohe Artenzahl an Brutvögeln nachgewiesen werden. Darunter auch die Rote Liste Arten Wacholderdrossel, Eisvogel und Fitis. Letztere sind typische Auenarten. Weitere typische Arten der Aue wie Rohrammer, Wasseramsel, Bergstelze oder Wasserralle sind zu erwarten. Hervorzuheben ist das Vorkommen des Feldschwirls, der in Übergängen von Schild zu Weichholzflächen lebt und auch als Auenart gilt sowie die zehn Brutpaare des Teichrohrsängers. Bei der Basiserhebung wurden 32 Arten erfasst, allerdings mit bedingt vergleichbarer Methodik.</p>
<p><i>Das Gebiet Selhofenzopfen wirkt auf Erholungssuchende äusserst attraktiv.</i></p>	<p>14. Erholungsnutzung / Verhaltensregeln (IMPULS): Das Gebiet Selhofen ist einem starken Nutzungsdruck von Erholungssuchenden ausgesetzt.</p>

An den Wochenenden ist das Besucheraufkommen besonders hoch.

chenden ausgesetzt. Das Besucheraufkommen ist an den Wochenenden gut doppelt so hoch. Naturwerte werden vor allem durch die Missachtung des Leinengebots und in etwas geringerer Masse durch Missachtung des Betretungsverbots (Wegegebot und Anlegeverbot) beeinträchtigt. Das weitaus häufigste Fehlverhalten betrifft die Missachtung des Fahrverbots durch Fahrradfahrer. Dies birgt weniger Gefahr für Flora und Fauna als vielmehr Konfliktpotenzial mit Fussgängern. In Anwesenheit der Ranger-Aufsichtspersonen konnte eine positive Entwicklung bezüglich der Fehlverhalten beobachtet werden. Angaben zum Besucheraufkommen vor der Revitalisierung liegen keine vor, weshalb kein Vergleich gemacht werden kann.

5. Gesamtblick und Ausblick Folgeerhebungen (bis 2020)

Das Gebiet Selhofenzopfen hat mit der Revitalisierung einen völlig neuen Charakter gewonnen. Die Umgestaltungen und Geländemodellierungen äussern sich erwartungsgemäss im Indikator zur Gewässermorphologie (Indikator Gewässernetz / Gewässerelemente und Uferlänge) und zeigen sich dem Besucher indirekt, durch dynamische Prozesse und veränderte Lebensraumbedingungen, bei den Erhebungen zur Vegetation (Indikator Vegetationseinheiten, Flora / ökol. Indizes). Gleichzeitig stellt das Gebiet einen äusserst attraktiven Raum für Erholungssuchende dar, was mit den Erhebungen zur Erholungsnutzung eindrücklich aufgezeigt wird. Die übrigen Indikatoren zeigten teilweise ebenfalls markante Unterschiede zur Basiserhebung im Jahr 2003 (vgl. Kap. 4.). Wie sich die Vorkommen und die Zusammensetzung der Arten, ihre Häufigkeiten und Dichten fortan entwickeln, wird sich erst mittels identischer Methodik in den Folgeerhebungen im Jahr 2020 zeigen. Bei allen Indikatoren hat sich das festgelegte Vorgehen bewährt. Für die Folgeerhebungen im Jahr 2020 wird an der gleichen Methodik festgehalten. Auf methodische Anpassungen, welche noch exaktere Aussagen ermöglichen würden, wird verzichtet.

Die Fertigstellung der Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen sind erst zwei Jahre her und bereits wirkt das Gebiet von der Natur eingenommen und von Arten wiederbesiedelt. Da keine aufwändigen Pflege- oder Unterhaltsarbeiten vorgesehen sind, wird sich erst noch zeigen, in welche Richtung sich der Selhofenzopfen entwickelt. Während der Raum aareseitig des Damms einer natürlichen Dynamik ausgesetzt ist und hier verstärkte Sukzessionsprozesse herrschen (vgl. Abbildung 9 bis Abbildung 11), weist der Bereich auf Seite des neuen Giesse-Laufs einen weniger dynamischen Bereich auf.

Je nachdem also, welche Pflanzengesellschaften, Strukturen und Lebensräume der Dynamik ausgesetzt sind und sich entsprechend etablieren, profitieren einzelne Tierarten, während für andere Arten wichtige Lebensraumanforderungen mindern.

Somit erwarten wir mit Spannung die Erhebungen im Jahr 2020.

6. Bilddokumentation

Vor der Revitalisierung: 2012



Abbildung 2: Gebiet Selhofenzopf vor der Revitalisierung (Luftbild Google Earth 2012).

Nach der Revitalisierung: 2015



Abbildung 3: Gebiet Selhofenzopf nach der Revitalisierung (Luftbild Google Maps Sommer 2015).



Abbildung 4: Schrägansicht Selhofenzopfen Blickrichtung Nord (Google Earth 2012). Stand während Rodungsarbeiten für neuen Damm!



Abbildung 5: Schrägansicht Selhofenzopfen Blickrichtung Nord.



Abbildung 6: Schrägansicht Selhofenzopfen Blickrichtung Süden (Google Earth 2012). Stand während Rodungsarbeiten für neuen Damm!



Abbildung 7: Schrägansicht Selhofenzopfen Blickrichtung Nord.



Abbildung 8: Luftbild Selhofenzopf Blickrichtung Ost.



Abbildung 9: Überflutetes Gebiet aareseitig am 15. Mai 2016.



Abbildung 10: Überflutetes Gebiet aareseitig am 15. Mai 2016.



Abbildung 11: Überflutetes Gebiet aareseitig am 17. Juni 2016.

Anhang

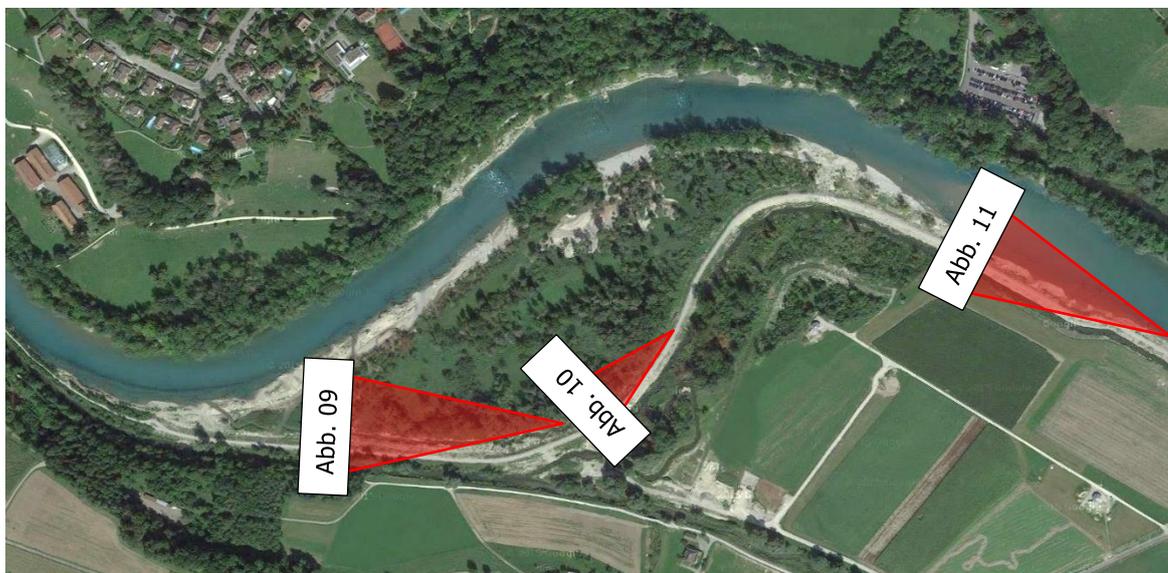


Abbildung 12: Karte mit Standorten der terrestrischen Fotoaufnahmen (Abbildung 9 bis Abbildung 11).