

Hochwasserschutz Lauerzersee

Variantenstudium zum Wehrreglement

Technischer Bericht

November 2020

Berichtsverfasser:
CSD Ingenieure AG, Kriens
beffa tognacca gmbh, Steinen

KANTON SCHWYZ, AMT FÜR WASSERBAU
HOCHWASSERSCHUTZ LAUERZERSEE
(WEHRREGLEMENT)

VARIANTENSTUDIUM

Kriens, den 13.11.2020
ZS02227.100

CSD INGENIEURE AG

Langsägestrasse 2

Postfach

CH-6011 Kriens

t +41 41 319 39 19

f +41 41 319 39 29

e luzern@csd.ch

www.csd.ch

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	1
1. AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG	3
1.1 Ausgangslage	3
1.2 Hochwasserschutz-Projektvarianten	4
1.3 Aufgabenstellung	5
1.4 Organisation	5
2. VORGEHEN	6
2.1 Methodik	6
2.2 Hierarchisches Zielsystem	6
2.2.1 Zielsystem Nutzungen	6
2.2.2 Zielsystem Biosphäre	7
3. AUSGANGSZUSTAND	10
3.1 Hydrologie	10
3.1.1 Lauerzersee	10
3.1.2 Zuflüsse	12
3.1.3 Seweren und Muota	12
3.1.4 Vierwaldstättersee	13
3.2 Aquatische und terrestrische Systeme	13
3.2.1 Natürliches, nicht reguliertes Wasserregime erhalten	13
3.2.2 Flachmoorhydrologie	15
3.2.3 Grundwasser	21
3.2.4 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	24
3.2.5 Flora	26
3.2.6 Libellen	29
3.2.7 Amphibien	31
3.2.8 Vögel	33
3.2.9 Umweltgefährdende Organismen / Neophyten	34
4. ZIELFORMULIERUNGEN NUTZUNGEN	36
4.1 Hochwasserschutz	36
4.2 Verfügbarkeit Infrastruktur	37
5. ZIELFORMULIERUNGEN BIOSPHÄRE	38
5.1 Natürliches, nicht reguliertes Wasserregime	38
5.2 Flachmoorhydrologie	39
5.3 Grundwasser	40
5.4 Hecht	40

5.5	Flora	40
5.6	Libellen	41
5.7	Amphibien	42
5.8	Vögel	42
5.9	Neophyten	43
6.	PRÄFERENZIERUNG	44
6.1	Präferenzierung der Nutzungsbereiche	44
6.1.1	Erste Hierarchiestufe	44
6.1.2	Zweite Hierarchiestufe Verfügbarkeit Infrastruktur	44
6.2	Präferenzierung der Biosphärenbereiche	45
7.	LÖSUNGSFINDUNG	46
7.1	Simulationsmodell	46
7.2	Reglerkonzept	47
7.3	Optimierung der Reglerparameter	47
7.3.1	Integralanteil	47
7.3.2	Differentialanteil	48
7.4	Auswirkungen auf Pegelstände	49
7.5	Variantenbeurteilung	51
7.5.1	Zielerfüllung Nutzungen	51
7.5.2	Wirtschaftlichkeit	53
7.5.3	Zielerfüllung Biosphäre	55
7.5.4	Variantenvergleich und Empfehlungen	57
8.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	59

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3.1	Hydrologische Parameter zum Lauerzersee (Messungen 1984-2017). Quellen: www.sz.ch (Amt für Umweltschutz), hydrodaten.admin.ch .	10
Tabelle 3.2	Vierwaldstättersee, hydrologische Parameter (Messungen 1936-2017)	13
Tabelle 3.3	Statistiken der Seestände am Lauerzersee: Wiederkehrperiode (Jährlichkeit) mit Bezug zu den Aufzeichnungen der Jahresmaxima 1914-1936 und 1984-2014 (gemäss Frequenzanalyse beffa tognacca, 16.09.2014) und Dauer, während welcher der Seestand die tabellierten Werte erreicht oder überschritten hat (gemäss Dauerlinie der Stundenmittel Basler & Hofmann, 31.10.2016). Die in der Tabelle eingefärbten Seespiegelkoten wurden teilweise auf das digitale Geländemodell swissAlti3D übertragen (Abbildung 3.5).	16
Tabelle 3.4	Nieder-, Mittel- und erhöhter Wasserspiegel in den Piezometern und Lauerzersee	23
Tabelle 3.5	Kartierungseinheiten Naturschutzgebiet Sägel und Aazopf	27
Tabelle 3.6	Im Projektperimeter vorkommende national prioritäre und gefährdete Libellenarten. Rote Liste: Rote Liste Status (Gonseth & Monnerat 2002), Nat. Prio.: Nationale Priorität (BAFU 2019), CH Schutz: nationaler Schutzstatus (NHV 1991)	29

Tabelle 3.7	Artenspektrum der Amphibien im Schutt-Sägel-Aazopf sowie am Seeufer mit Einstufung gemäss Roter Liste (RL).	33
Tabelle 4.1	Hochwasserpegel im Lauerzersee und zugehörige Schadensumme, Stand 2010, EconoMe 2.0 (EconoMe 5.0 in Klammern)	36
Tabelle 4.2	Schadensumme Seeweren (Lauerzersee– Muota), Stand 2010, EconoMe 2.0 (EconoMe 5.0 in Klammern)	36
Tabelle 4.3	Schadensummen Vierwaldstättersee (Angaben vif, 16.9.2014)	37
Tabelle 6.1	Präferenz Nutzung 1. Hierarchiestufe: 1 = gleiche Bedeutung, 3 = etwas grössere Bedeutung, 5 = erheblich grössere Bedeutung, 7 = sehr viel grössere Bedeutung, 9 = grösstmöglicher Unterschied	44
Tabelle 6.2	Präferenz Nutzung 2. Hierarchiestufe Verfügbarkeit Infrastruktur: 1 = gleiche Bedeutung, 3 = etwas grössere Bedeutung, 5 = erheblich grössere Bedeutung, 7 = sehr viel grössere Bedeutung, 9 = grösstmöglicher Unterschied	45
Tabelle 6.3	Präferenz Biosphäre: 1 = gleiche Bedeutung, 3 = etwas grössere Bedeutung, 5 = erheblich grössere Bedeutung, 7 = sehr viel grössere Bedeutung, 9 = grösstmöglicher Unterschied	45
Tabelle 7.1	Investitionskosten für bauliche Massnahmen (B&H 2016, Genauigkeit $\pm 25\%$)	46
Tabelle 7.2	Auswertung Zielbereich Nutzungen	51
Tabelle 7.3	Auswertung Verkehrsanlagen	52
Tabelle 7.4	Kostensätze (Quelle: EconoMe 3.0)	53
Tabelle 7.5	Nutzen-Kosten-Betrachtung für Regulierung Lauerzersee	55
Tabelle 7.6	Auswertung Zielbereiche Biosphäre. Die Flächenangaben beziehen sich auf die Überschwemmungsflächen, d.h. die Fläche, die ab einer Kote von 447.05 m ü.M. überschwemmt ist, ausser es ist anders angegeben.	56
Tabelle 7.7	Zusammenfassung der Zielerreichung und Gesamtbeurteilung	58

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1.1	Projektgebiet rund um den Lauerzersee	3
Abbildung 2.1	Hierarchisches Zielsystem Nutzungen. Farblich hervorgehoben sind die relevanten Aspekte. * wird in Aspekt «Hochwasserschutz» berücksichtigt, ** Erfolgt eine Aussage auf Stufe Hauptuntersuchung UVP ohne für die Bestvariante massgebend zu sein.	7
Abbildung 2.2	Hierarchisches Zielsystem Biosphäre. Farblich hervorgehoben sind die relevanten Aspekte.	8
Abbildung 3.1	Dauerkurve des Lauerzersees (Stundenmittelwerte 1984-2017)	11
Abbildung 3.2	Saisonalität des Lauerzersees (aus Tagesmittelwerten 1984-2017)	11
Abbildung 3.3	Wassertiefenkarte HQ30 (aus Studie Hochwasserschutz, Holinger, 2015).	12
Abbildung 3.4	Darstellung der Flachmoore von nationaler Bedeutung (hellgrün) vor dem aktuellen Luftbild (2018).	15
Abbildung 3.5	Seestände (Statistiken) gem. Tabelle 4.5 dargestellt als Höhenlinien gemäss digitalem Geländemodell swissAlti ^{3D} ; überlagert mit den Bundesperimetern der	

	Flachmoore von nationaler (hellgrün) Bedeutung – Angaben zu Wiederkehrperiode / Dauer s. Tab. 4.5 (oben).	17
Abbildung 3.6	Statistiken der Monatsmittel der Seestände am Lauerzersee 1984 bis 2015 (auf der Basis der Tagesmittel) gem. Jahrbüchern des Bundesamtes für Hydrometrie (BAFU).	17
Abbildung 3.7	Ganglinien der Messstellen A14-A16 sowie des Seespiegels. Ebenfalls dargestellt sind die monatlichen Niederschlagssummen im Verhältnis zur Norm sowie die Tagessummen der Niederschläge. Beispielhaft am Messtransekt ist sichtbar, dass die Moorwasserspiegel unabhängig vom Seespiegel schwanken. Dies sowohl im Winter als auch in den Sommermonaten. Deutlich sichtbar ist auch die ausserordentliche Trockenheit im Sommer und Herbst 2018, die sich insbesondere mit extrem tiefen Moorwasserspiegeln bemerkbar macht (bei allen Messstellen im Moor wurde das Pegelnulld erreicht).	19
Abbildung 3.8	Absenkraten der Messstellen A14-A16 während Trockenperioden im Mai und Juni 2019. Während der Seespiegel während den Trockenperioden vom 13.05.–18.05.19 (grüne Balken) sowie vom 30.05.–09.06.19 (rote Balken) rund 70 cm unter der Terrainoberfläche der Messstelle A14 lag, erreichte er in der Periode vom 22.5. – 26.5.19 (blaue Balken) nahezu die Terrainoberfläche der Messtelle A14. Trotzdem lassen sich keine wesentlichen Beeinflussungen der Absenkraten oder des Moorwasserspiegels in der Ganglinie (siehe Abbildung 3.4) feststellen. Dies weder zwischen den jeweiligen Ereignissen als auch im Vergleich zu den seefernerer Messstellen A15 und A16	20
Abbildung 3.9	Ausschnitt Gewässerschutzkarte Kanton Schwyz (Geoportal, Stand: 24.01.2018)	21
Abbildung 3.10	Situation Grundwasserüberwachung Gebiet Sägel mit den mittleren Grundwasserspiegel und dem langjährigem mittleren Seewasserspiegel (Hintergrund: Grundwasserkarte Mittelwasserstand Kanton Schwyz; 1:25'000)	23
Abbildung 3.11	National (dunkelgrün) sowie regional (hellgrün) geschützte Flachmoorgebiete (Bundesinventar der Flachmoore von nationaler/regionaler Bedeutung (BAFU), GIS Kanton SZ, Zugriff am 28.06.2018)	27
Abbildung 3.12:	Aktuelle und ältere Beobachtungen der Sumpf-Heidelibelle (<i>Sympetrum depressiusculum</i>) und der Gebänderten Heidelibelle (<i>Sympetrum pedemontanum</i>) innerhalb des Projektperimeters.	30
Abbildung 3.13:	Aktuelle und ältere Beobachtungen des Östlichen Blaupfeils (<i>Orthetrum albistylum</i>), der Westlichen Keiljungfer (<i>Gomphus pulchellus</i>) und der Westlichen Geisterlibelle (<i>Boyeria irene</i>) innerhalb des Projektperimeters.	31
Abbildung 3.14	Amphibiengewässer (Amt für Natur, Jagd und Fischerei, Stand vom 14. Mai 2018).	32
Abbildung 3.15	Situation Neophyten um den Lauerzersee (Webgis Kanton Schwyz; Abfrage 8.6.2020. Relevante Arten: Gelb: Kanadische oder Spätblühende Goldrute; hellgrün: Knöteriche, rosa: Drüsiges Springkraut; violett: Sommerflieder, hellblau: Riesen-Bärenklau	34
Abbildung 5.1	Zusammenhang zwischen dem Seepiegel (x-Achse) und der überschwemmten Fläche (y-Achse, m ²). Zwischen 447.45 m ü.M. und 448.50 m ü.M. besteht ein starker linearer Zusammenhang ($R^2 = 0.9994$).	38
Abbildung 7.1	Schadenverlauf Lauerzersee abhängig vom Differentialkoeffizienten	48
Abbildung 7.2	Dauerkurven für die untersuchten Reguliervarianten	49
Abbildung 7.3	Pegelganglinie für das Hochwasser 2005	50
Abbildung 7.4	Seeausfluss während des Hochwassers 2005	50

Abbildung 7.5 Relatives Risiko der Beobachtungsperiode im Vergleich zur gesamten Messperiode 54

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A	Gutachten der ENHK vom 17.12.2018	61
Anhang B	Moorhydrologie: Kurznotiz Zusatzerhebungen	62
Anhang C	Grundwasser: Ergebnisse Zusatzuntersuchungen	63
Anhang D	Flora: Bericht Vegetationskartierung Lauerzersee vom 20.12.2019	64
Anhang E	Libellen: Aktennotiz und Erkenntnisbericht Grundlagenerhebung	65
Anhang F	Amphibien: Zusatzuntersuchungen Seeuferbereich 2019	66

ABKÜRZUNGEN

Art.	Artikel
BAFU	Bundesamt für Umwelt (vormals BUWAL)
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute: BAFU)
CSD	CSD Ingenieure AG
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz) vom 24.1.1991, SR 814.20
GSchV	Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998, SR 814.201
KbS	Kataster der belasteten Standorte
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966, SR 451
NHV	Verordnung über den Natur- und Heimatschutz vom 16. Januar 1991, SR 451.1
NIS	Nichtionisierende Strahlung
RPG	Bundesgesetz über die Raumplanung vom 22. Juni 1979, SR 700
SR	Systematische Rechtsammlung des Bundesrechts
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz) vom 7. Oktober 1983, SR 814.01
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPV	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 19. Oktober 1988, SR 814.011

IM TEXT ZITIERTER GRUNDLAGEN

- ARGE AquaPlus, Beffa, bpp. (08.11.2002). *Regulierung Lauerzersee (Wehrreglement): Ökologische Randbedingungen*. Schwyz: Kanton Schwyz, Baudepartement, Dienststelle Wasserbau.
- Basler & Hofmann AG. (31.10.2016). *Hochwasserschutzprojekt Lauerzersee. Machbarkeitsstudien Massnahmenkonzepte mit Seeregulierung. Vorprojekt Massnahmenkonzept ohne Seeregulierung (Objektschutz)*.
- beffa tognacca gmbh. (Sep. 2009). *Entwicklung Urmibergachse. Lauerzersee - Seewern - Muota: Hydrologische und flussbauliche Grundlagen*. Schwyz: Tiefbauamt Kt. Schwyz.
- CSD Ingenieure AG. (21.09.2018). *Hochwasserschutz Lauerzersee (Wehrreglement): UVB Voruntersuchung und Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung*. Kriens: Kanton Schwyz, Amt für Wasserbau.
- Institut für Kulturtechnik IfK. (1986). *Gutachten über die hydrologisch-hydraulischen Verhältnisse am Lauerzersee, seiner Zuflüsse und seines Abflusses, inkl. Anhang*. Zürich: ETH.
- Vonlanthen, P. K. (2019). *Standardisierte Befischung Lauerzersee - Resultate der Erhebungen vom September 2018*. Cordast: Aquabios GmbH.

PRÄAMBEL

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

ZUSAMMENFASSUNG

Nach mehreren Hochwassern wurde eine Regulation des Lauerzersees gefordert. Um Hochwasserschäden in Zukunft zu minimieren, hat der Kanton Schwyz im Jahr 2016 verschiedene Lösungsansätze geprüft, und dabei sowohl Varianten ohne Seeregulierung (Objektschutz) als auch zwei Möglichkeiten mit Regulierung (Kapazitätserweiterung Seeweren und Stollen Urmiberg) betrachtet.

Die Art und Weise einer Regulierung wird in einem Wehrreglement festgehalten. Dieses umfasst Parameter wie Koten, Abflussmengen und – theoretisch – auch vorsorgliche Absenkung. Eine vorsorgliche Absenkung ist bei der Regulation des Lauerzersees allerdings kein Thema, da diese bereits in den Untersuchungen 2002 als nicht umweltverträglich eingestuft wurde. Im vorliegenden Bericht werden zudem Ableitungen, sei es von Tiefenwasser oder Oberflächenwasser über Stollen oder über die Seeweren, nicht beurteilt.

Der vorliegende Bericht legt ausschliesslich den Nutzen und die Umweltverträglichkeit von verschiedenen Wehrreglementvarianten dar. Als Nutzung werden die Nutzbarkeit und Erhalt von Bauten und Anlagen erachtet. Für die Überprüfung der Umweltverträglichkeit werden ausschliesslich die im UVB-Voruntersuchungsbericht (CSD Ingenieure AG, 21.09.2018) und in Absprache mit den zuständigen kantonalen Fachstellen als relevant betrachteten Themenbereiche behandelt. Für die ausgewählten Bereiche der Nutzung (Hochwasserschutz; verfügbare Infrastruktur) und der Umwelt (natürliches, nicht reguliertes Wasserregime; Flachmoorhydrologie; Grundwasser; Hecht; Flora; Libellen; Amphibien; Vögel; Neophyten) wurden entsprechende Zielkriterien mit Minimalzielen vorgängig zu den Regulierungsvarianten festgelegt.

Aufgrund von Untersuchung von 2002 (ARGE AquaPlus, Beffa, bpp, 08.11.2002) wurde ein Interventionspegel von 447.90 m ü.M. als nicht umweltverträglich eingestuft. Es wurden daher vier Reguliervarianten ab einem Interventionspegel von 448.00 gewählt: Reguliervariante A (Interventionspegel 448.20 m ü.M., Differentialkoeffizient 2), B (448.00, 2), C (448.00, 4) und D (448.30, 2).

Die Auswertung der Auswirkungen der Reguliervarianten auf die Zielkriterien zeigte, dass keine der vier betrachteten Reguliervarianten alle Teilkriterien bei der Nutzung und bei der Umwelt erfüllt. Die Reguliervarianten B und C, die bei den Nutzungen den besten Zielerreichungsgrad aufweisen und insgesamt am wirtschaftlichsten sind, verletzen wesentliche Zielbereiche der Biosphäre und sind daher als nicht umweltverträglich zu bezeichnen. Die beiden Reguliervarianten A und D erfüllen zwar ebenfalls nicht alle Teilkriterien im Zielbereich Biosphäre, die am höchsten gewichteten Teilkriterien zum natürlichen, nicht regulierten Wasserregime sowie zur Flachmoorhydrologie werden aber eingehalten. Beide Reguliervarianten führen jedoch zu einer geringeren Schadensminderung.

Die Untersuchungen lassen folgende generellen Aussagen zu:

- Es gibt keine Reguliervariante, die alle Zielkriterien vollumfänglich erfüllt und wirtschaftlich ist.
- Varianten mit einem Interventionspegel > 448.30 m ü.M. erhöhen zwar den Erfüllungsgrad bei der Umwelt, sind jedoch hinsichtlich des Zielbereichs Nutzung keine anzustrebenden Lösungen.
- Varianten mit einem Interventionspegel < 448.20 m ü.M. zeigen eine gute Wirksamkeit in Bezug auf die Nutzung, sind aber nicht umweltverträglich.
- Eine Umweltverträglichkeit ist ohne entsprechende Aufwertungs- und Ersatzmassnahmen nicht gegeben. Ob solche Massnahmen rechtlich zulässig sind, müsste noch geprüft werden.
- Eine Seeregulierung kann aufgrund der Landschaftsschutzziele des BLN nur im Rahmen der Interessensabwägung unter Berücksichtigung der wesentlichen Interessen weiterverfolgt werden.

Aufgrund der Erkenntnisse des vorliegenden Regulierungsvariantenstudiums ist in einem nächsten Schritt die Überprüfung und Anpassung der Bewertung der Hochwasserschutzvarianten Objektschutz, Langstollen und Seewerenausbau sinnvoll.

1. Ausgangslage und Aufgabenstellung

1.1 Ausgangslage

In den vergangenen 20 Jahren gab es mehrere ausserordentliche Seehochwasser beim Lauerzersee (1999, 2005, 2013). Diese riefen jeweils erhebliche Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen hervor. Daher wurden Forderungen laut, den Hochwasserschutz zu erhöhen. Im Rahmen der darauffolgenden Bestrebungen wurde bereits im Jahr 2002 eine Voruntersuchung (ARGE AquaPlus, Beffa, bpp, 08.11.2002) durchgeführt, welche die Machbarkeit und Grenzen einer Regulierung des Lauerzersees aufzeigt. Bereits damals wurde festgehalten, dass eine Regulierung nicht grundsätzlich auszuschliessen ist: Ein Interventionspegel von 447.90 m wurde als nicht umweltverträglich taxiert, da die ufernahen Feuchtgebiete von Hochwassern abhängig sind. Für Regulierungsvarianten mit einem Interventionspegel von 448.20 m konnten bezüglich einer Verträglichkeit für die Feuchtgebiete in der Voruntersuchung von 2002 noch keine Aussagen gemacht werden.

Im Jahre 2005 ereignete sich das bisher extremste registrierte Hochwasser beim Lauerzersee. Intensive Niederschläge innerhalb von drei Augusttagen führten zu einem raschen Seepiegelanstieg von 2.2 m auf die Maximalkote von 449.65 m ü.M. Da die Messstation kurz vor Erreichen des Maximalwerts ausfiel, musste die Maximalkote rekonstruiert werden. Ähnliche Werte erreicht nur der Sarnersee, welcher wie der Lauerzersee nicht reguliert ist.

Nach diesem Hochwasser wurden die Forderungen nach einer Regulation des Lauerzersees erneut lanciert. Besonders die Gemeinden Lauerz und Schwyz, welche besonders stark betroffen waren, sollten durch gezielte Massnahmen besser geschützt werden.



Abbildung 1.1 Projektgebiet rund um den Lauerzersee

Im Jahre 2009 wurde ein Bericht zu den hydrologischen und flussbaulichen Grundlagen des Lauerzersees, der Seeweren und der Muota veröffentlicht (beffa tognacca gmbh, Sep. 2009). Dort wurde festgehalten, dass für die Flachmoore besonders die häufigen Hochwasser (Wiederkehrperiode 1 Jahr oder häufiger) bedeutend sind. Eine Brechung von selteneren Hochwassern dürfte auf die Feuchtgebiete einen wesentlich kleineren Einfluss haben.

Um Hochwasserschäden in Zukunft zu minimieren, hat der Kanton Schwyz im Jahr 2016 verschiedene Lösungsansätze geprüft, und dabei sowohl Varianten ohne Seeregulierung (Objektschutz) als auch zwei Möglichkeiten mit Regulierung (Kapazitätserweiterung Seeweren und Stollen Urmiberg) betrachtet. Die Art und Weise einer Regulierung wird mittels eines Wehrreglements beschrieben. Dabei soll ein umweltverträgliches Wehrreglement erarbeitet werden, das einerseits die Hochwasserschäden durch die Regulierung vermindert, aber andererseits auch die Belange der Biosphäre sowie relevanter Nutzungen berücksichtigt.

Der vorliegende Bericht legt ausschliesslich den Nutzen und die Umweltverträglichkeit von verschiedenen Wehrreglementvarianten dar. Die Auswahl der Zielbereiche und der Zielkriterien fusst dabei auf der UVB-Voruntersuchung (CSD Ingenieure AG, 21.09.2018) und der zusätzlich durchgeführten Untersuchungen in der Moorhydrologie, beim Grundwasser, bei der Vegetation, bei den Libellen und bei den Amphibien. Die Umweltauswirkungen beim Bau, also beispielsweise des Wehrs, der Tieferlegung der Seeweren oder der Ableitung, werden nicht berücksichtigt.

1.2 Hochwasserschutz-Projektvarianten

Bei der Wasserstandsregulierung eines Sees stehen zwei Parameter im Vordergrund, nämlich der Interventionspegel (= Wasserstand, ab welchem eine Veränderung im Seeausfluss zugelassen wird) sowie die Grösse der Abflussänderung, wobei die Abflussänderung nicht notwendigerweise konstant sein muss. Zudem ist der Interventionspegel keineswegs der höchste Seepiegel, welcher erreicht werden kann. So kann man beispielsweise früh intervenieren, aber die Abflussrate nur leicht verändern, wodurch das Wasser gar höher steigen kann als bei einem höheren Interventionspegel mit grösserer Abflussänderung.

Verschiedene Regulierungsvarianten sind denkbar:

- Die Vorgabe eines fixen Grenzpegels (oberes Stauziel) für das Öffnen des Regulierorgans führt zu vergleichsweise hohen Abflussspitzen der Seeweren und einer starken Abnahme der Hochwasserretention. Vergleichsweise ist der Wirkungsgrad schlecht.
- Ein besserer Wirkungsgrad bietet die dynamische Regulierung. Diese setzt abhängig von der Anstiegsgeschwindigkeit des Seepiegels früher ein. Dadurch wird der Pegelanstieg insgesamt vermindert. Gleichzeitig reduziert sich die Abflussspitze in der Seeweren im Vergleich zur Regulation mit festem Grenzpegel. Ausserdem wird eine Risikoverlagerung zum Vierwaldstättersee minimiert.

Die Festlegung des Untersuchungsbereichs für die freien Regulierparameter erfolgt aufgrund folgender Überlegungen:

- Bei der Voruntersuchung zur Regulierung des Lauerzersees im Jahr 2002 fand man klare Hinweise, dass eine Beeinflussung des Pegelregimes unter dem Wert von 447.60 m ü.M. wesentliche Teile der Feuchtgebiete beeinträchtigen würde.
- Als oberer Grenzwert wird ein Pegel von 448.40 m ü.M. angenommen. Dieser entspricht einem 5-jährlichen Hochwasserstand. Ab diesem Pegel rechnet man mit ersten grösseren Schäden an Infrastrukturen oder Gebäuden.

Um die Auswirkungen einer Seepiegelregulierung auf die Biosphäre möglichst gering zu halten, wurden bereits verschiedene Interventionspegel geprüft. In der Voruntersuchung von 2002 (ARGE AquaPlus, Beffa,

bsp, 8. November 2002) wurde ein Interventionspegel von 447.90 m ü.M. als nicht umweltverträglich eingestuft. Ein Interventionspegel von 448.20 benötigt gemäss den Autoren weitere Untersuchungen, um die Umweltverträglichkeit beurteilen zu können.

1.3 Aufgabenstellung

Das vorliegende Variantenstudium bezweckt die Ermittlung einer nutzungs- und umweltverträglichen Seeregulierung. Als Nutzung werden die Nutzbarkeit und der Erhalt von Bauten und Anlagen erachtet. Die Umweltaspekte sind in der Voruntersuchung des Umweltverträglichkeitsberichts mit Pflichtenheft detailliert ausgeführt (CSD Ingenieure AG, 21.09.2018). Beim vorliegenden Bericht werden ausschliesslich die im UVB-Voruntersuchungsbericht und in Absprache mit den zuständigen kantonalen Fachstellen als relevant betrachteten Themenbereiche behandelt (siehe Kap. 3.2).

Ein Wehrreglement umfasst Parameter wie Koten, Abflussmengen und – theoretisch – auch vorsorgliche Absenkung. Eine vorsorgliche Absenkung ist bei der Regulation des Lauerzersees allerdings kein Thema, da diese bereits in den Untersuchungen 2002 als nicht umweltverträglich eingestuft wurde. Im vorliegenden Bericht werden Ableitungen, sei es von Tiefenwasser oder Oberflächenwasser über Stollen oder über die Seeweren, nicht beurteilt, womit auch die Limnologie kein Thema ist.

Die Untersuchungen beziehen sich ausschliesslich auf eine Regulierung des Seespiegels und deren Auswirkungen auf die verschiedenen Umweltbereiche. Die Untersuchungen zu den technisch notwendigen Bauten und deren Umweltverträglichkeit sind Bestandteil eines allfälligen Bauprojekts.

1.4 Organisation

Die Projektsteuerung erfolgte durch den zuständigen Regierungsrat des Kantons Schwyz, der die strategischen Entscheide fällte.

Die Projektleitung wurde durch das Amt für Wasserbau wahrgenommen. Begleitet wurde das Projekt durch eine Fachgruppe. Zu der Fachgruppe gehörten Vertreter der Ämter «Umweltschutz», «Tiefbauamt» sowie «Natur, Jagd und Fischerei» als auch das Projektteam. Innerhalb der Fachgruppe wurde die UVB-Voruntersuchung inkl. Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung besprochen und mit der Endversion vom 21. Sep. 2019 akzeptiert. Weiter wurden in der Fachgruppe Ende Juni 2019 die Entwürfe zu den Ergebnissen der Zusatzuntersuchungen und der Zielbereiche inklusive der Kriterien vorgestellt und diskutiert. Die Fachstellen konnten im Anschluss an die Besprechung eine schriftliche Rückmeldung abgeben. Ende Januar 2020 wurden die definitiven Ergebnisse der Zusatzuntersuchungen besprochen und die aufgrund der Rückmeldungen angepassten Zielkriterien und Regulierungsvarianten diskutiert. Auch hier konnten die Fachstellen im Anschluss schriftlich Rückmeldung machen. Am 30. Juni 2020 schliesslich wurde innerhalb der Fachgruppe der vorgängig zugeschickte Entwurf des Variantenstudiums besprochen. Anschliessend hatten die Fachstellen Zeit für eine schriftliche Stellungnahme, deren Ergebnisse in den vorliegenden Bericht eingeflossen sind

Das Projektteam bestand aus folgenden Personen: Christian Bommer (Leiter Amt für Wasserbau), Marcel Budry (Projektleiter des Amtes für Wasserbau), Otto Holzgang (Projektleiter Planung, CSD Ingenieure AG), Monika Frey (Projektleiter Stv., CSD Ingenieure AG), Markus Camastral (Spezialist Moorhydrologie, naturplan GmbH) und Daniela Keller (Spezialistin Libellen, Fornat AG) und Cornel Beffa (Fachplaner Hochwasserschutz/Regulierung, Beffa Tognacca GmbH).

Zum Start der UVB-Voruntersuchung wurde am 21. Feb. 2018 eine Sitzung mit Vertretern der zuständigen kantonalen Fachstellen sowie der betroffenen Gemeinden durchgeführt, um über den Stand des Wissens, Zusatzuntersuchungen und das weitere Vorgehen zu informieren und Rückmeldungen abzuholen.

2. Vorgehen

2.1 Methodik

Das methodische Vorgehen wurde in folgende Schritte aufgegliedert:

1. Definition der für die Bestvariante massgeblichen Aspekte (Zielbereiche) – siehe Kap. 2.2
2. Erarbeitung der Zielkriterien der zu untersuchenden Aspekte für die Bestvariante, Festlegung der Minimalziele – siehe Kap. 4 und 5
3. Bestimmung der Präferenzen, d.h. der einzelnen Gewichtung nach dem analytisch hierarchischen Prozess (AHP), dabei werden nur Aspekte in der gleichen Hierarchiestufe miteinander verglichen. – siehe Kap. 6
4. Ermitteln von zulässigen Varianten, welche die Minimalziele sämtlicher Aspekte erfüllen. – Siehe Kap. 7
5. Varianten mittels AHP-Verfahren basierend auf dem Erfüllungsgrad der Zielkriterien bewerten

Aufgrund der getätigten Untersuchungen wurde der Arbeitsschritt 5 obsolet, weshalb dieser auch nicht weiter dokumentiert wird. Deshalb wird das AHP-Verfahren im vorliegenden Bericht nicht detaillierter beschrieben.

2.2 Hierarchisches Zielsystem

Das hierarchische Zielsystem wurde sowohl für den Bereich Biosphäre als auch für den Bereich Nutzung erstellt. Es umfasst in einem ersten Schritt sämtliche Aspekte, die möglicherweise durch eine Seeregulierung betroffen sein könnten. Das Zielsystem wurde in einem nächsten Schritt auf die für die Bestvariante wesentlichen Aspekte reduziert. Nebenbei wurden Aspekte, die in anderen Bereichen abgedeckt sind, aus der Auswahl gestrichen oder zusammengefasst. Die für die Variantenwahl zu berücksichtigenden Bereiche wurden mit den Fachstellen abgesprochen.

2.2.1 Zielsystem Nutzungen

Gemäss dem oben beschriebenen Vorgehen resultierten im Bereich Nutzungen noch die zu untersuchenden Aspekte «Hochwasserschutz» und «Verfügbarkeit der Infrastruktur» mit ihren jeweiligen Teilbereichen.

Schifffahrt: Sofern die Schifffahrt zur Insel nicht möglich ist, kann auch der Gastrobetrieb nicht geführt werden. Betriebsausfälle und -unterbrüche werden jedoch generell bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (in EconoMe) nicht berücksichtigt. Der Gastrobetrieb Schwanau selbst ist lagemässig nicht von Hochwasser betroffen und deshalb als Objekt in EconoMe nicht erfasst.

Grundwassernutzungen: Die Trinkwasserfassungen und andere Grundwasserbezüge von öffentlichem Interesse liegen nicht im unmittelbaren Überflutungsbereich.

Freizeit: Bei den betroffenen Campingflächen handelt es sich um Dauermietflächen für eine Saison; die Schäden werden mit den Standardwerten in EconoMe abgebildet. Bademöglichkeiten, Sportfischerei und Freizeitaktivitäten wie Velofahren oder Wandern um den See werden als mobil, mit genügend Ausweichmöglichkeiten beurteilt, um von einem Hochwasser wesentlich materiell betroffen zu sein. Ähnliches gilt für private Bootsfahrten und Anlegeplätze, welche von einer Seeregulierung nur profitieren. Sie sind daher für die Variantenwahl nicht entscheidend.

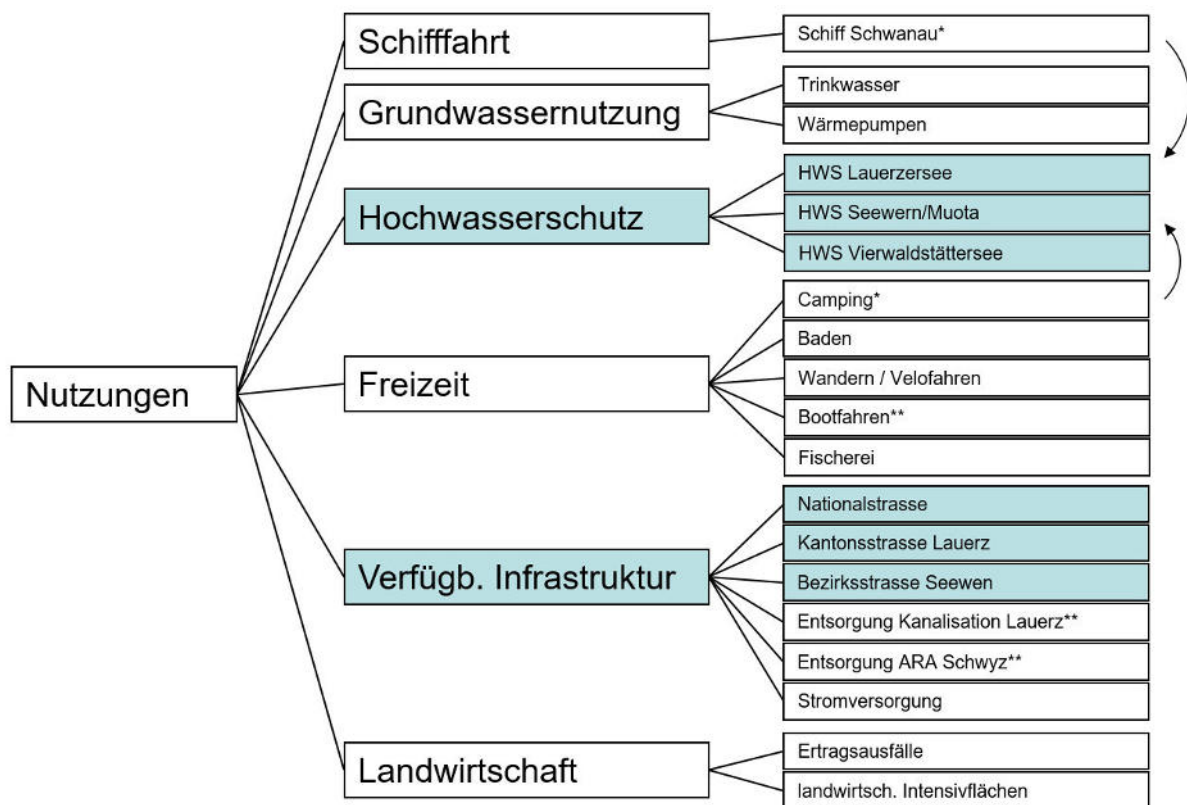


Abbildung 2.1 Hierarchisches Zielsystem Nutzungen. Farblich hervorgehoben sind die relevanten Aspekte. * wird in Aspekt «Hochwasserschutz» berücksichtigt, ** Erfolgt eine Aussage auf Stufe Hauptuntersuchung UVP ohne für die Bestvariante massgebend zu sein.

Verfügbarkeit Infrastruktur: Die Entsorgungssituation der Kanalisation Lauerz und der ARA Schwyz sind nur sekundär durch eine Seeregulierung lösbar, insbesondere da ein sehr grosser Teil Fremdwasser in das Kanalisationssystem gelangen kann. Eine Überlastung der ARA tritt nicht ein, da vorgelagerte Werke ihren Betrieb vorher ausschalten. Die Grundversorgung mit Elektrizität (Trafostationen und Verteilkästen) waren bisher nicht von Hochwasserereignissen betroffen.

Landwirtschaft: Ertragsausfälle im Rahmen von Hochwasserschäden werden nicht entschädigt, eine entsprechende Berücksichtigung als monetärer Wert ist nicht möglich. Die Betroffenheit von landwirtschaftlichen Intensivflächen kann zwar quantifiziert werden, jedoch ist beim Nährstoffeintrag eine Unterscheidung zwischen einem Nährstoffeintrag aus überfluteten Flächen und zufließenden Bächen mit Hochwasserabfluss nicht quantifizierbar. Es wird auf eine nähere Betrachtung des Eintrages verzichtet.

2.2.2 Zielsystem Biosphäre

Was den Bereich Biosphäre angeht, bildete der UVB-Voruntersuchungsbericht (CSD Ingenieure AG, 21.09.2018) die Grundlage für die Auswahl der relevanten Zielbereiche. Die Auswahl und damit auch die Beschränkung auf die wichtigsten und aussagekräftigsten Zielbereiche wurde mit den kantonalen Fachstellen abgesprochen. Die Auswahl der relevanten Zielbereiche ist in der Abbildung 2.2 dargestellt.

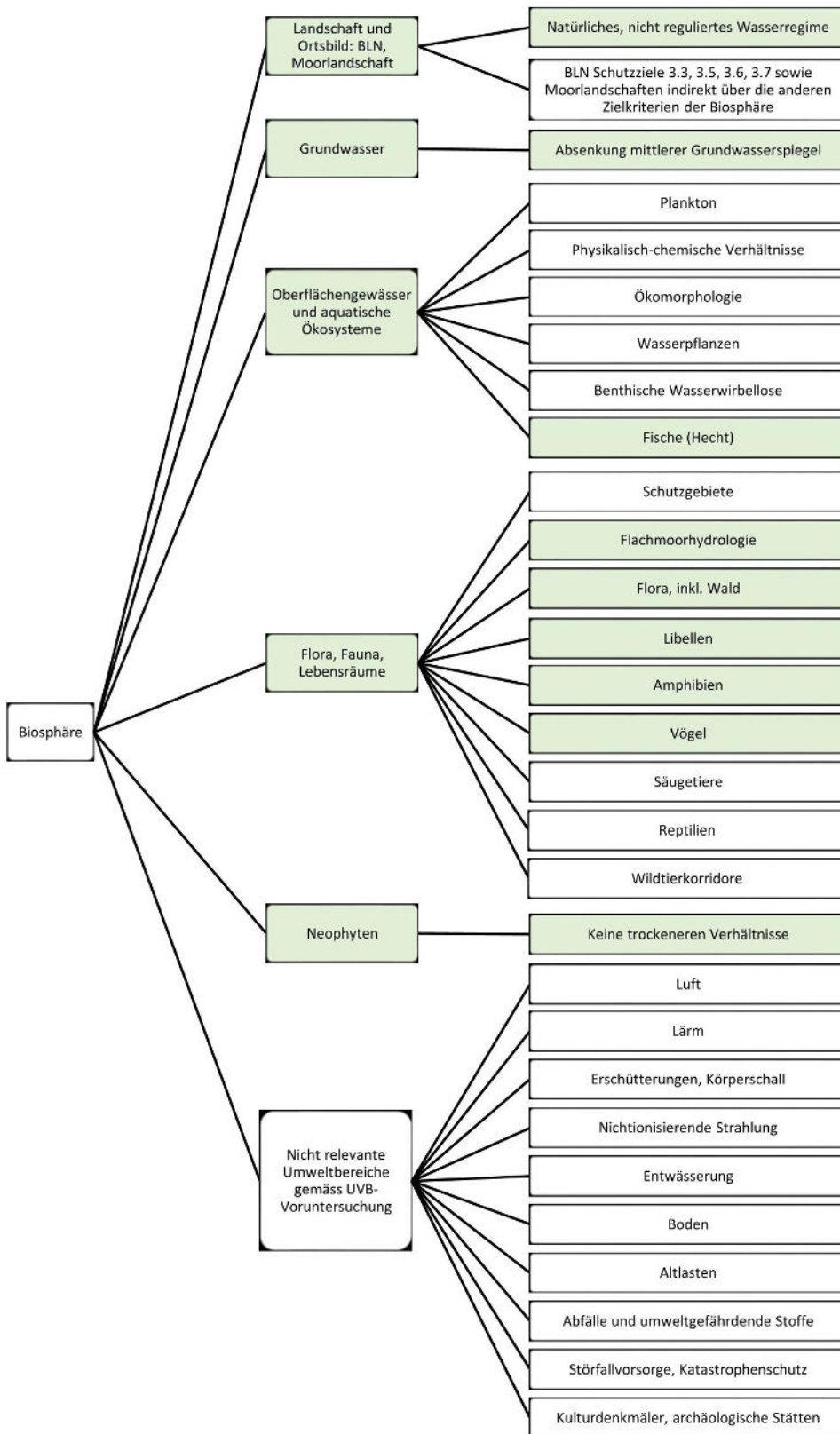


Abbildung 2.2 Hierarchisches Zielsystem Biosphäre. Farblich hervorgehoben sind die relevanten Aspekte.

Im UVB-Voruntersuchungsbericht wurden zudem gemäss dem Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung zusätzliche Untersuchungen aufgeführt, vor allem bei der Moorhydrologie, dem Grundwasser, den Libellen, den Amphibien und der Vegetation. Da also zusätzliche Erkenntnisse vorliegen, die zum Zeitpunkt der UVB-Voruntersuchung noch nicht bekannt waren, und der vorliegende Bericht zum Variantenstudium vor einem allfälligen UVB-Hauptuntersuchungsbericht verfasst wird, werden im folgenden Kapitel 3.2 die Zielbereiche der Biosphäre so ausführlich beschrieben, wie es für das Verständnis der Zielkriterien notwendig ist. Grundlagen, die bereits im UVB-Voruntersuchungsbericht bei den einzelnen Themenbereichen aufgeführt sind, werden hier jedoch nicht nochmals aufgeführt. Berichte, die in der Zwischenzeit neue Erkenntnisse aufzeigen, werden zitiert und wenn für das Verständnis erforderlich auch im Anhang beigelegt.

Hingegen ist die Begründung, wieso die Themen Luft, Lärm, Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall, Nichtionisierende Strahlung, Entwässerung, Boden, Altlasten, Abfälle und umweltgefährdende Stoffe, Störfallvorsorge / Katastrophenschutz sowie Kulturdenkmäler / archäologische Stätten für die Beurteilung eines Wehrrreglements nicht relevant sind, im UVB-Voruntersuchungsbericht zu finden.

3. Ausgangszustand

3.1 Hydrologie

3.1.1 Lauerzersee

Der Lauerzersee ist einer der letzten verbleibenden unregulierten Seen in der Schweiz. Er bildete sich am Ende der letzten Eiszeit (Würm) durch Rückzug des Reuss-Muota-Gletschers. Zwischenzeitlich war er mit dem Vierwaldstättersee verbunden, die Verbindung wurde jedoch im Spätwürm durch einen Schuttfächer der Muota und des Nietbachs getrennt. Der Goldauer Bergsturz im Jahr 1806 erreichte den Lauerzersee und löste eine Flutwelle aus, welche erhebliche Überschwemmungen zur Folge hatte. Zudem wurde das Volumen des Sees um einen Viertel und die Oberfläche um einen Siebtel reduziert. Die Kombination aus dem Bergsturz mit Verlandungsprozessen führte zur Moorlandschaft im Westen des Sees mit vielen Weihern, Seen, Tümpeln und Bächen. Der Lauerzersee hat ein sehr flaches Becken, die grösste Tiefe beträgt bloss 13 m (Tabelle 3.1). Der mittlere Wasserstand liegt bei 447 m ü.M. und die Seeoberfläche beträgt 3.1 km².

Einzugsgebiet	72.4 km ² (BAFU-Station)
Mittlere Höhe im Einzugsgebiet	880 m ü.M.
Mittlerer Wasserstand (50% Dauer)	447 m ü.M.
Höchster Wasserstand (2005)	449.65 m ü.M.
Wasserstand (347 Tage pro Jahr)	446.80 m ü.M.
Tiefster Wasserstand (1985,1986)	446.64 m ü.M.
Seefläche bei mittlerem Wasserstand	3.1 km ²
Mittlere Seetiefe bei mittlerem Wasserstand	7.4 m (geo.admin.ch, 2015)
Maximale Seetiefe bei mittlerem Wasserstand	13 m
Max. gemessener Schwankungsbereich des unregulierten Lauerzersees	3.03 m
HQ 1	448.33 m ü.M.
Pegel über 448 m ü.M. (Vergleichsdauer 1984-2015)	Max. während 1% Dauer
Pegel über 448.20 m ü.M. (Vergleichsdauer 1984-2015)	Max. während 0.5 % Dauer

Tabelle 3.1 Hydrologische Parameter zum Lauerzersee (Messungen 1984-2017). Quellen: www.sz.ch (Amt für Umweltschutz), hydrodaten.admin.ch.

Die heutigen Ausmasse des Sees entsprechen weitgehend dem Zustand von 1900. Die grösste Änderung ist im Delta der Steineraa auszumachen. In der Dufourkarte und auch in der späteren Siegfriedkarte ist vor der Mündung in den See eine Auffächerung der Steineraa ersichtlich.

In Abbildung 3.1 ist die Dauerkurve der Tagesmittelwerte von 1984 – 2017 des Lauerzerseepegels dargestellt. Bei 1% Dauer werden Pegel von über 448.05 m ü.M., bei rund 0.5% Dauer Pegel von 448.20 überschritten.

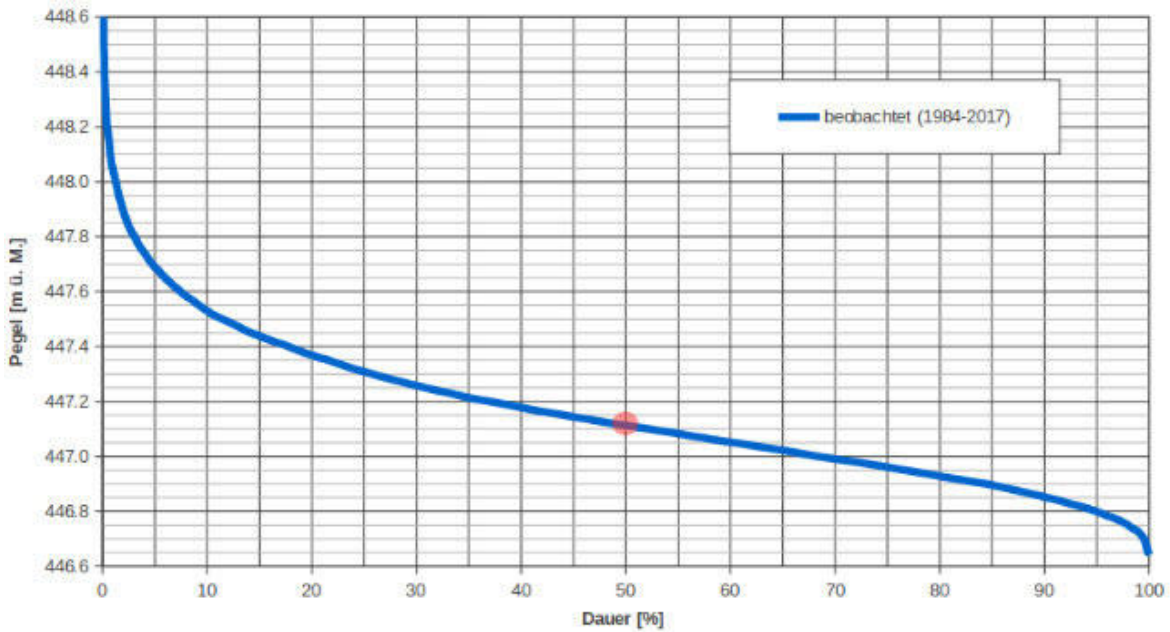


Abbildung 3.1 Dauerkurve des Lauerzersees (Stundenmittelwerte 1984-2017)

Die Saisonalität ist gering (Abbildung 3.2): Die Schneeschmelze in den Monaten März bis April bewirkt nur eine leichte Erhöhung des Pegels.

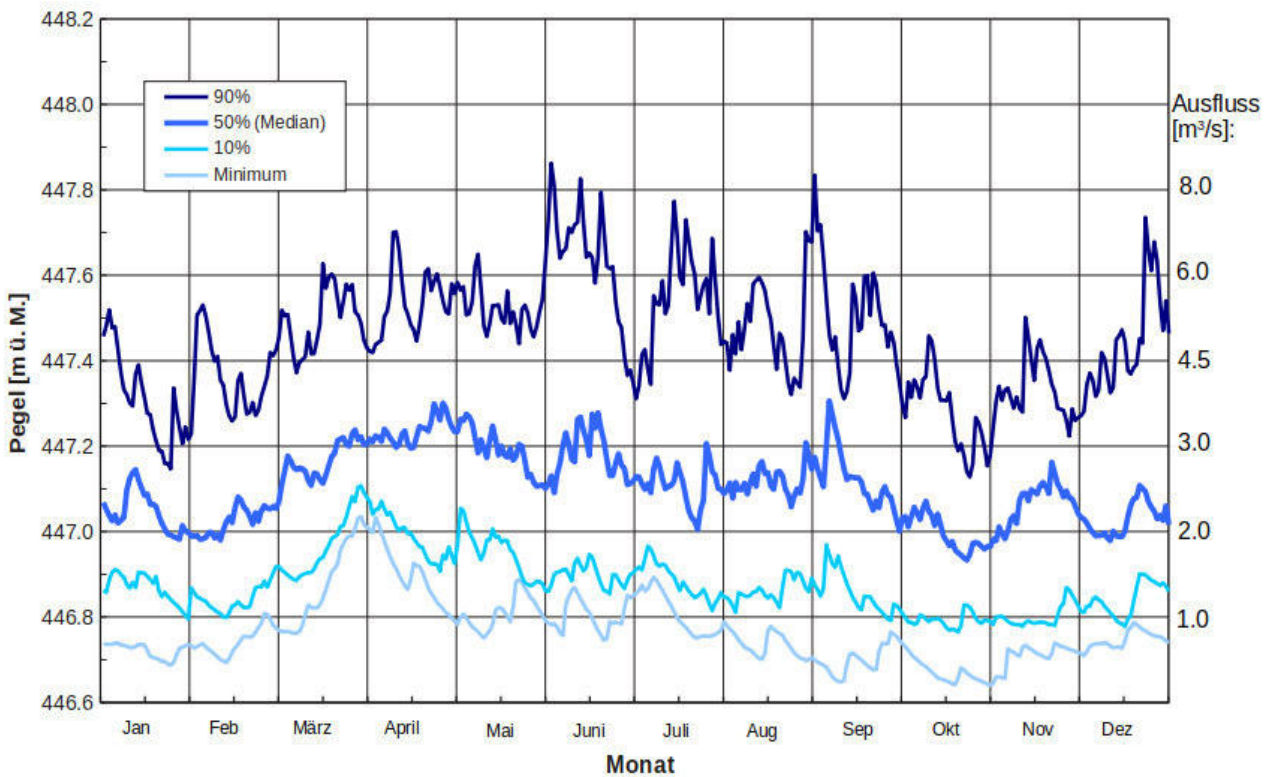


Abbildung 3.2 Saisonalität des Lauerzersees (aus Tagesmittelwerten 1984-2017)

Wird die PQ-Beziehung gemäss dem Institut für Kulturtechnik IfK (1986) verwendet, so lässt sich auch die Saisonalität der Seeweren-Abflüsse angeben (Skala auf der rechten Achse in Abbildung 3.2). Demnach schwankt der mittlere Abfluss in der Seeweren übers Jahr zwischen 2 bis 3 m³/s mit leicht höheren Abflüssen in den Frühlingsmonaten.

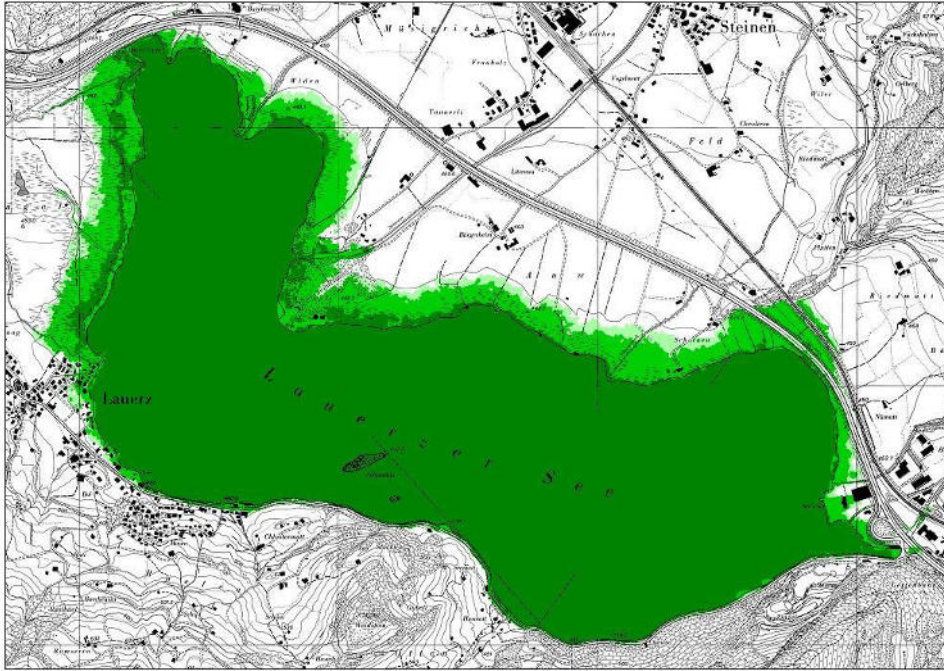


Abbildung 3.3 Wassertiefenkarte HQ30 (aus Studie Hochwasserschutz, Holinger, 2015).

Vom Hochwasser betroffen sind die Gebiete rund um den Lauerzersee (Abbildung 3.3), wobei flächenmässig die Nord- und Westufer des Lauerzersees besonders stark überflutet werden. Schäden oder Nutzungseinschränkungen an Gebäuden oder Strassen gibt es besonders in Lauerz im Westen, bei der Hauptstrasse im Süden und bei der Autobahn im Osten des Sees.

3.1.2 Zuflüsse

Das gesamte Einzugsgebiet (EZG) des Lauerzersees weist eine Fläche von 72.4 km² auf. Den Hauptzufluss bildet die Steineraa mit einem EZG von 28.5 km². Sie mündet am Nordufer in den Lauerzersee. Der Goldbach (EZG = 8.0 km²) und der Chlausenbach (EZG = 5.8 km²) münden am Westufer in den See. Alle weiteren Zuflüsse haben jeweils ein Einzugsgebiet unter 4 km².

3.1.3 Seeweren und Muota

Die Abflussverhältnisse in der Seeweren werden durch die Felsrippe bei der Urmibergbrücke geprägt, welche bei Niederwasserstand als Schwelle wirkt und den minimalen Seespiegel definiert. Die Kote der höchsten Sohlenhöhe liegt seit 1923 unverändert bei 446.30 m ü.M. Als einziger bedeutender Oberflächenzufluss in die Seeweren ist der Nietenbach (Einzugsgebiet 3.7 km²) zu nennen.

Die Chronik zeigt, dass bereits im Jahre 1806 (nach dem Goldauer Bergsturz) finanzielle Mittel aus dem sog. Liebesgaben-Fonds für die Offenhaltung der Zuflüsse und des Ablaufes des Sees verwendet wurden (IfK 1986). Um 1885 erfolgte eine Petition der Seeanstösser bezüglich der Verbesserung des Seeabflusses und

der Beginn der Seeweren-Korrektion (IfK 1986). Eine aktive Beeinflussung des Abflussregimes (Regulierung) erfolgte nicht.

Die Muota weist ein Einzugsgebiet von 317 km² auf (BAFU-Station Muota Ingenbohl), wovon das Einzugsgebiet des Lauerzersees einen Anteil von 23% ausmacht. Bei Hochwasser der Muota wird der Unterlauf der Seeweren zurückgestaut. Der Ausfluss aus dem Lauerzersee wird dadurch nicht beeinflusst (vgl. Grundlagenbericht 2009).

3.1.4 Vierwaldstättersee

Der Vierwaldstättersee weist ein Einzugsgebiet von 2'243 km² auf, wobei der Anteil des Lauerzersees 3.2% beträgt. Die Seefläche misst 113.6 km² (Kote 433.58 m ü.M.). Im Vergleich dazu macht die Seefläche des Lauerzersees 2.7% aus. Würde man eine (horizontale) Scheibe des Lauerzersees von 1.0 m Dicke auf den Vierwaldstättersee verteilen, würde dieser um 2.7 cm ansteigen.

Einzugsgebiet	2'243 km ² (BAFU-Station)
Mittlere Höhe im Einzugsgebiet	1'508 m ü.M.
Mittlerer Wasserstand (50% Dauer)	433.53 m ü.M.
Höchster Wasserstand (2005)	435.23 m ü.M.
Wasserstand (347 Tage pro Jahr)	433.33 m ü.M.
Tiefster Wasserstand (1938)	433.15 m ü.M.
Seefläche bei mittlerem Wasserstand	113.6 km ² (BAFU-Station)

Tabelle 3.2 Vierwaldstättersee, hydrologische Parameter (Messungen 1936-2017)

3.2 Aquatische und terrestrische Systeme

Der UVB-Voruntersuchungsbericht (CSD Ingenieure AG, 21.09.2018) enthält die Begründungen, wieso nur noch die nachfolgend aufgeführten Umweltbereiche im Zusammenhang mit einem Wehrreglement als relevant beurteilt werden. Die Auswahl und damit auch die Beschränkung auf die wichtigsten und aussagekräftigsten Zielbereiche wurde zudem mit den kantonalen Fachstellen abgesprochen.

Wie in Kap. 2.2.2 dargelegt wurde, liegen aufgrund der seit dem UVB-Voruntersuchungsbericht zusätzlich durchgeführten Erhebungen zusätzliche Erkenntnisse vor - vor allem bei der Moorhydrologie, dem Grundwasser, den Libellen, den Amphibien und der Vegetation. Um diese aufzuzeigen, werden in den folgenden Kapiteln die Zielbereiche der Biosphäre so ausführlich beschrieben, wie es für das Verständnis der Zielkriterien notwendig ist. Es werden nur zusätzlich zum UVB-Voruntersuchungsbericht verwendeten Berichte zitiert und je nachdem auch im Anhang aufgeführt.

3.2.1 Natürliches, nicht reguliertes Wasserregime erhalten

BLN Lauerzersee

Der Lauerzersee ist im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (Objekt 1604) aufgeführt (Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung, VBLN, SR 451.11). Die Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission ENHK hält in ihrem Gutachten zum Hochwasserschutz Lauerzersee vom 17.12.2018 (siehe Anhang A) fest, dass aus ihrer Sicht folgende Schutzziele für die Beurteilung relevant sind:

- 3.1 Die vielfältige Seelandschaft mit der Insel Schwanau, ihren naturnahen Uferbereichen und der bergsturzgeprägten Morphologie in ihrem Charakter erhalten.

- 3.3 Die ausgedehnten Flachwasserbereiche mit den Unterwasserwiesen, Schwimmblattgesellschaften, Verlandungszonen sowie Schilf- und Riedflächen ungestört erhalten.
- 3.4 Das natürliche, nicht regulierte Wasserregime des Lauerzersees erhalten.
- 3.5 Die Entwicklungsdynamik der Uferbereiche zulassen.
- 3.6 Die Gewässer und ihre Lebensräume in einem natürlichen und naturnahen Zustand erhalten.
- 3.7 Die Feuchtlebensräume in ihrer Qualität und ökologischen Funktion sowie mit ihren charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erhalten.
- 3.8 Die Vernetzung der Lebensräume erhalten.

In ihrer Beurteilung der Variante Seeregulierung kommt die ENHK zum Schluss, dass der Eingriff grundsätzlich im Widerspruch zu Schutzziel 3.4 steht und auch mit dem Schutzziel 3.1 unvereinbar ist. Nach Stand des Wissens wird die Beeinträchtigung dieser beiden Schutzziele als schwerwiegend beurteilt. Weiter führt die Kommission aus, dass eine Regulierung in jedem Fall mindestens zu einer leichten Beeinträchtigung des Schutzziels 3.3 führen würde. Damit einher gehe auch eine Beeinträchtigung der Schutzziele 3.6 und 3.7. Einzig beim Schutzziel 3.8 wird kaum eine Beeinträchtigung erwartet. Im Gutachten wird auch festgehalten, dass die konkreten Folgen einer Seeregulierung auf die Lebensräume im und am Lauerzersee und die darin vorkommenden Tier- und Pflanzenarten zum heutigen Zeitpunkt nicht bestimmt werden können, da zum damaligen Zeitpunkt noch kein konkretes Regulierungsreglement vorlag und die ökologischen Abklärungen noch nicht abgeschlossen waren. Auf die im Gutachten der ENHK als nicht relevant bezeichneten Schutzziele 3.2 sowie 3.8 – 3.12 wird im Folgenden nicht weiter eingegangen.

Das Schutzziel 3.4, also das natürliche, nicht regulierte Wasserregime des Lauerzersees zu erhalten, wird in der Betrachtung der Biosphäre als das grundlegende Element betrachtet, das es möglichst wenig zu verändern gilt. Das hat zur Folge, dass die Beurteilung einer allfälligen Beeinträchtigung dieses Schutzziels am höchsten gewichtet wird, sogar höher als die Beeinflussung der Moorhydrologie (siehe Kap. 6.2). Zudem kommt nur ein Wehrreglement in Frage, das möglichst spät eingreift und mindestens zweijährliche Überschwemmungen nicht beeinflusst, um höchstens Veränderungen im tiefen einstelligen Prozentbereich zu verursachen (1% entspricht im langjährigen Schnitt 3.65 Tage mit verändertem Seepegel pro Jahr). Da das Gutachten der ENHK die beiden Schutzziele 3.4 und 3.1 miteinander verknüpft, gehen wir davon aus, dass mit Erfüllung der nachfolgend aufgeführten Schutzziele auch die Erfüllung von 3.1 einhergeht.

Um den Einfluss einer Seeregulierung auf die Schutzziele 3.3, 3.5, 3.6 und 3.7 abzuschätzen, werden die Zielbereiche der Biosphäre in den Kap. 3.2.2 - 3.2.9 herangezogen:

- Schutzziel 3.3 Flachwasserbereiche: Flachmoorhydrologie (Kap. 3.2.2), Hecht (Kap. 3.2.4), Flora (Kap. 3.2.5)
- Schutzziel 3.5 Entwicklungsdynamik: Flachmoorhydrologie (Kap. 3.2.2), Grundwasser (Kap. 0)
- Schutzziel 3.6 Gewässer und Lebensräume: Grundwasser (Kap. 0), Hecht (Kap. 3.2.4), Flora (Kap. 3.2.5)
- Schutzziel 3.7 Feuchtlebensräume: Flachmoorhydrologie (Kap. 3.2.2), Grundwasser (Kap. 0), Hecht (Kap. 3.2.4), Flora (Kap. 3.2.5), Libellen (Kap. 3.2.6), Amphibien (Kap. 3.2.7), Vögel (Kap. 3.2.8), Neophyten (Kap. 3.2.9)

Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung

Der Sägel, ein Teil des Lauerzersees sowie das Gebiet Widen bis und mit Aazopf sind im Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung aufgeführt (Objekt 235). In der Objektbeschreibung wird darauf hingewiesen, dass die Kombination von Flachmooren, Verlandungszone, See und Bergsturzgebiet mit einer Vielzahl von Kleingewässern in dieser Ausdehnung und Art für die

Schweiz einmalig ist und dass alle Flachmoorgesellschaften dieser Region hier vorkommen. Im Zusammenhang mit einer Regulierung des Lauerzersees gelten für die Moorlandschaften die allgemeinen Schutzziele. Die beiden Schutzziele (1) Erhaltung der für Moorlandschaften typischen Elemente und Strukturen sowie (2) besondere Rücksichtnahme auf seltene und gefährdete Pflanzen und Tiere sind im Zusammenhang mit einem Wehreglement von Bedeutung. Da jedoch mehrjährige Hochwasser nicht zwingend notwendig für die Bildung und den Erhalt von Moorbiotopen und der Wasserpegel höchstens während 1% bis 3% der Dauer verändert wird, dürften die Schutzziele kaum beeinträchtigt werden. Für die Moorlandschaften wurden daher keine separaten Zielbereiche definiert, sondern wir gehen davon aus, dass mit der Erfüllung der Schutzziele des BLN sowie der weiteren im Kap. 5 aufgeführten Zielbereiche in der Biosphäre auch die Anforderungen hinsichtlich der Schutzziele der Moorlandschaften erfüllt werden.

3.2.2 Flachmoorhydrologie

Die Flachmoore Sägel (Nr. 3024), Widen (Nr. 3023), Auw (Nr. 3021) und Schornen (Nr. 3020), die sich am Ufer des Lauerzersees befinden, sind Flachmoore von nationaler Bedeutung. Durch ihre Lage unmittelbar am Seeufer wird die Hydrologie der Flachmoore durch den Seespiegel potentiell stark beeinflusst. In Abbildung 3.4 ist die Lage der Flachmoore rund um den Lauerzersee ersichtlich: Die Flachmoore Widen, Auw und Schornen erstrecken sich entlang eines ca. 50-100 m breiten Bandes entlang des nördlichen Seeufers, während das Flachmoor Sägel am westlichen Seeufer eine weit grössere Ausdehnung erreicht.

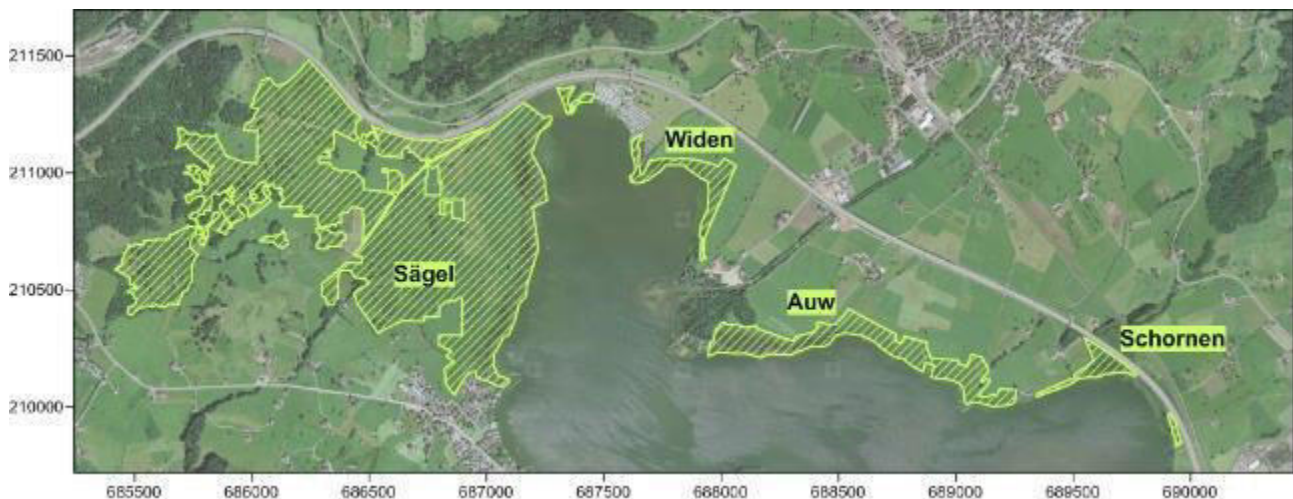


Abbildung 3.4 Darstellung der Flachmoore von nationaler Bedeutung (hellgrün) vor dem aktuellen Luftbild (2018).

Die bundesrechtlichen Vorgaben sind im Zusammenhang mit möglichen Einflüssen der Seespiegelregulierung für die nationalen Flachmoore einschneidend: Gemäss der Flachmoorverordnung des Bundes müssen die Objekte ungeschmälert erhalten werden. Zum Schutzziel gehören insbesondere die Erhaltung und Förderung der standortheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Grundlagen ... (Art. 4) - was auch die Aufrechterhaltung und Förderung des Wasserhaushalts miteinschliesst. Die Kantone haben dabei insbesondere dafür zu sorgen (Art. 5 Abs. 2), dass ... keine Bodenveränderungen vorgenommen werden (lit. b); ... Massnahmen gegen Naturereignisse naturnah und nur zum Schutz des Menschen erfolgen (lit. e); ... der Gebietswasserhaushalt erhalten, und soweit es der Moorregeneration dient, verbessert wird (lit. g).

Die oben genannten Bestimmungen der Flachmoorverordnung bedeuten, dass Veränderungen der ökologischen Grundlagen (u.a. des Wasserhaushalts und des Bodens) im Zusammenhang mit der Seespiegelregulierung nur dann zulässig sind, wenn sie dem Erhalt und der Förderung der standortheimischen Pflanzen- und Tierwelt dienen oder sie nur zum Schutz des Menschen erfolgen.

Massgebend für die Beurteilung von jeglichen potentiellen Eingriffen in die Hydrologie der Flachmoore ist das Verständnis des heutigen Zustandes und der hydrologischen Funktionen innerhalb der Moorflächen. Die dafür notwendigen Wasserspiegelmessungen sowie ergänzende Daten wurden zwischen Juni 2018 und November 2019 erhoben (Anhang B). Die hydrologischen Funktionen werden im folgenden Text auf Basis der erhobenen Daten erläutert. Dies geschieht aufgetrennt nach direkten Einflüssen durch den See (durch Überstau der Moorflächen durch den See) sowie indirekten Einflüssen (durch Zusickerungen resp. Stützung des Moorwasserspiegels durch den Seespiegel).

Direkte Einflüsse des Seespiegels auf die Moorhydrologie durch Überstau

Direkte Einflüsse ergeben sich dort, wo am Ufer liegende oder auf vergleichsweise tiefem Niveau ans Ufer anschliessende Moorflächen im Schwankungsbereich des Seespiegels liegen. Die entsprechenden Flächen sind, abhängig von ihrer topografischen Lage und der Amplitude der Seespiegelschwankungen vom See praktisch dauerhaft, periodisch oder aber nur bei seltenen Hochwassern überstaut. Massgeblich für die entsprechenden direkten Einflüsse des Seespiegels auf die Moorhydrologie sind somit die Überstaudauern des Seespiegels abhängig von der Terrainhöhe sowie die Charakteristik der Schwankungen im Jahresgang, wobei aus biotischer Sicht primär die Ereignisse während der Vegetationsperiode (1. März-31. Oktober) massgebend sind.

Der Seespiegel schwankte von 1984 bis 2015 zwischen 446.64 m ü.M. und 449.65 m ü.M., wobei der Median der Stundenmittel bei 447.11 m ü.M. lag. Weitere für die Seespiegelschwankungen gemäss Aufzeichnungen von 1984 bis 2015 (Dauerlinie der Stundenmittel gem. Basler & Hofmann 2016 bzw. Frequenzanalyse der Jahresmaxima von 1914 bis 1936 und 1984 bis 2014 gem. beffa tognacca gmbh 16.09.2014) charakteristische Statistiken ergeben sich wie in der Tabelle 3.3 beschrieben.

Seestand (m ü.M.)	447.11	447.53	447.7	447.9	448.05	448.2	448.35	448.5	448.75	449	449.30
Wiederkehrperiode				0.9 J	1.36 J.	2.0 J.	3.0 J.	5.0 J.	10.0 J.	20.0 J.	50.0 J.
Dauer	50.0 %	10.0 %	5.0 %	2.07 %	1.03 %	0.48 %	0.25 %	0.14 %	0.083 %	0.036 %	0.012 %

Tabelle 3.3 Statistiken der Seestände am Lauerzersee: Wiederkehrperiode (Jährlichkeit) mit Bezug zu den Aufzeichnungen der Jahresmaxima 1914-1936 und 1984-2014 (gemäss Frequenzanalyse beffa tognacca, 16.09.2014) und Dauer, während welcher der Seestand die tabellierten Werte erreicht oder überschritten hat (gemäss Dauerlinie der Stundenmittel Basler & Hofmann, 31.10.2016). Die in der Tabelle eingefärbten Seespiegelkoten wurden teilweise auf das digitale Geländemodell swissAlti3D übertragen (Abbildung 3.5).

Die Darstellung der oben eingefärbten Seespiegelstatistiken (Tabelle 3.3) als Höhengleichen im digitalen Geländemodell swiss Alti^{3D}, überlagert mit dem Flachmoorinventar des Bundes, sind in der Abbildung 3.5 dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass grosse Flächenanteile der nationalen Flachmoore entlang des Ufersaums im Norden und Osten von den Seespiegelschwankungen beeinflusst, in tiefen Lagen auch massgeblich geprägt werden. Das Letztere gilt insbesondere für die Verlandungszonen mit typischen Übergängen von Schwimmblattgesellschaften zu Röhricht und Grosseggenried. Die Bestände der Grosseggenriede befinden sich im Allgemeinen im Höhenbereich von 447.2 m ü.M., wobei diese Kote dem mittleren Wasserspiegel während der Vegetationsperiode entspricht. Im Norden (Flachmoor Widen) und entlang der topografisch flach ansteigenden Uferzone im Westen (Flachmoor Sägel) liegt die obere Grenze der Grosseggenbestände teilweise auch deutlich höher, im Bereich um 447.7 m ü.M. und kleinflächig auch bis um 448.2 m ü.M.

Der Einfluss der Seespiegelschwankungen auf den Wasserhaushalt der ufernahen Flachmoorbereiche ist aufgrund der Überlagerung von Geländemodell und Seespiegelstatistiken für Flächen unterhalb von 447.2 m ü.M. bis 447.7 m ü.M. offensichtlich. Dieselben Grundlagen deuten darauf, dass die Seespiegelschwankungen bzw. periodisch auftretende Seespiegel zwischen 447.7 m ü.M. und 448.2 m ü.M. den Moorwasserhaushalt zumindest auf Teilflächen noch massgeblich beeinflussen. Gemäss Dauerlinie der Seespiegel-Stundenmittel von 1984-2015 erreicht oder überschreitet der Lauerzersee die entsprechenden Pegel im langjährigen

Mittel während einer Dauer von jährlich zwischen 1.75 (448.20 m ü.M.) und 7.5 Tagen (447.7 m ü.M.) – und dies vorwiegend in der für Pflanzen und Tiere wesentlichen Jahreszeit (Abbildung 3.6).

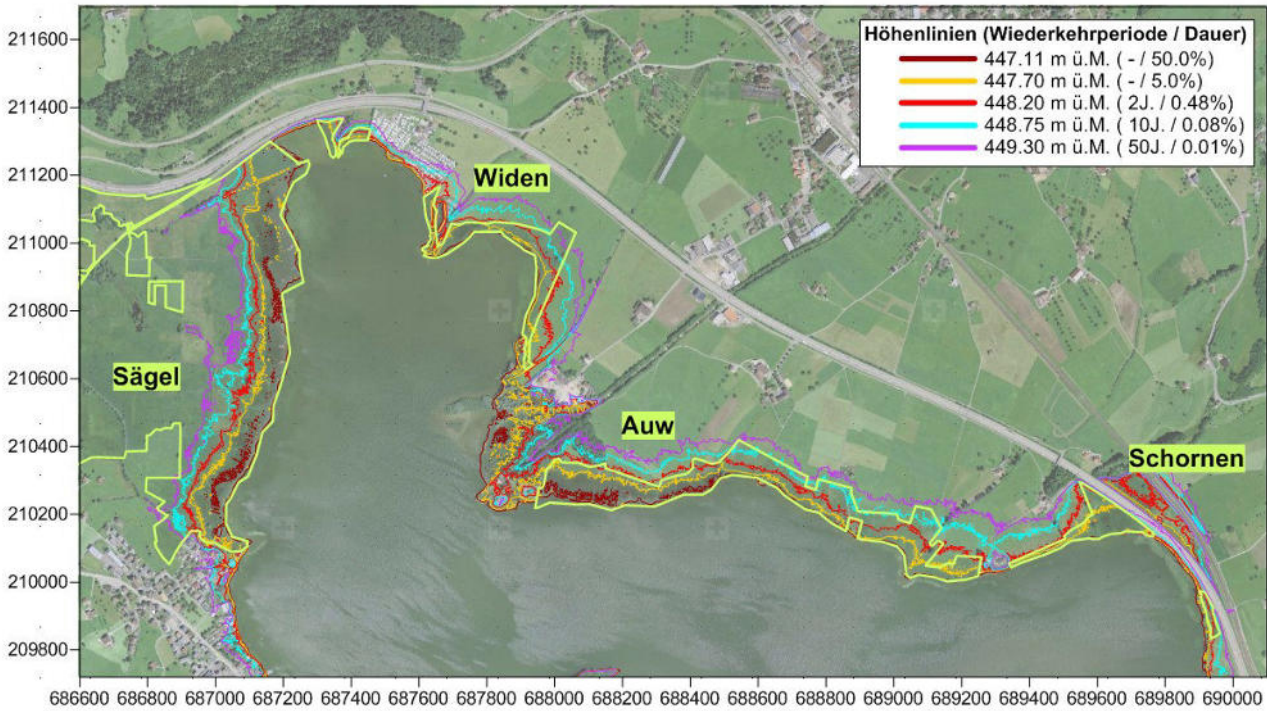


Abbildung 3.5 Seestände (Statistiken) gem. Tabelle 4.5 dargestellt als Höhenlinien gemäss digitalem Geländemodell swissAlti^{3D}; überlagert mit den Bundesperimetern der Flachmoore von nationaler (hellgrün) Bedeutung – Angaben zu Wiederkehrperiode / Dauer s. Tab. 4.5 (oben).

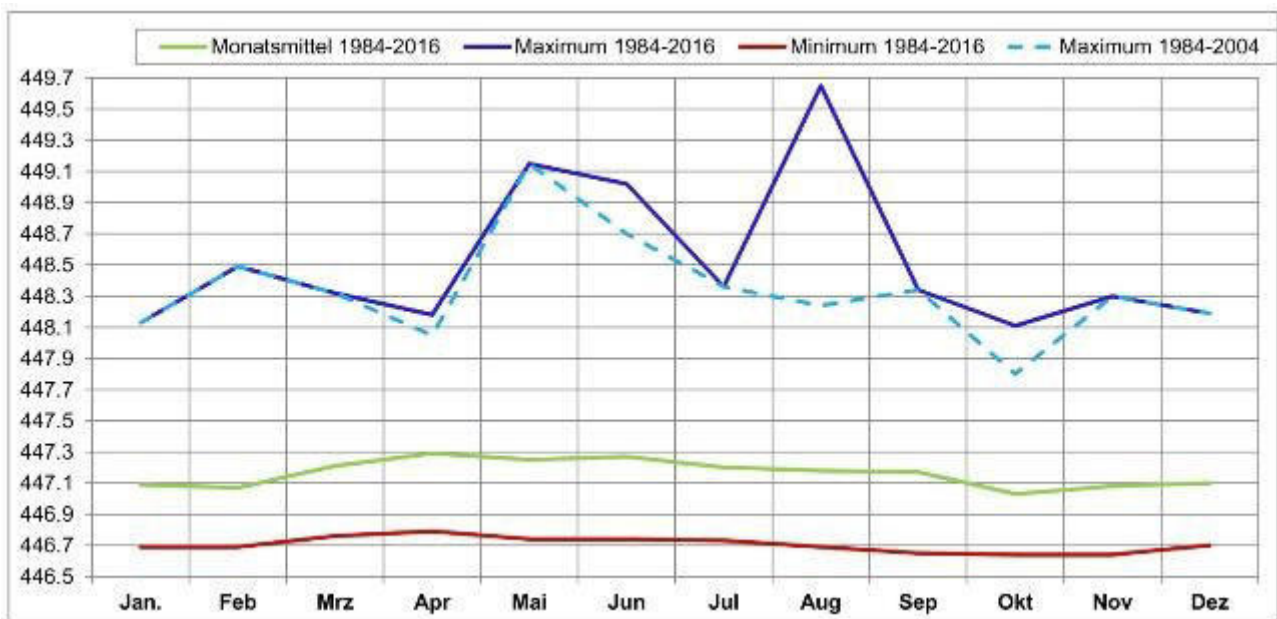


Abbildung 3.6 Statistiken der Monatsmittel der Seestände am Lauerzersee 1984 bis 2015 (auf der Basis der Tagesmittel) gem. Jahrbüchern des Bundesamtes für Hydrometrie (BAFU).

Wie die Analyse der Seespiegelschwankungen unter der Berücksichtigung der Moorflächen zeigt, werden Inventarflächen unter der Kote von 447.2 m ü.M. sehr stark und über das ganze Jahr durch direkten Überstau durch den See beeinflusst, während Flächen zwischen 447.2 und 448.2 m ü.M. nur teilweise und primär während der Vegetationsperiode vom See durch direkten Überstau beeinflusst werden. Bei höher liegenden Flächen kann aufgrund der sehr geringen Überschwemmungsdauer von < 1.75 Tagen pro Jahr und der geringen Überschwemmungshäufigkeit von < 0.5 Ereignissen pro Jahr davon ausgegangen werden, dass quantitative Einflüsse auf den Moorwasserspiegel durch direkten Überstau durch den See vernachlässigbar sind. Qualitative Einflüsse von Hochwasserereignissen auf die Moorflächen in Form von Ablagerungen von Sedimenten und dem Eintrag von Nährstoffen sind jedoch nicht auszuschliessen.

Indirekte Einflüsse des Seespiegels auf die Moorhydrologie

Indirekte, unter der Bodenoberfläche in die Moore sich auswirkende Seespiegeleinflüsse sind vorwiegend da anzunehmen, wo zwischen den entsprechenden Standorten vergleichsweise gut durchlässige Bodenschichten vorhanden sind. Ein moorhydrologisch massgeblicher indirekter Einfluss der Seespiegelschwankungen setzt voraus, dass die verdunstungs- und gravitationsbedingte Entwässerung des Moorbodens im Bereich des Wurzelraumes auf dem Niveau des Seespiegels deutlich verringert oder die entsprechenden Verluste bei höheren Seeständen durch unterirdisch zusickerndes Seewasser zumindest massgeblich kompensiert werden.

Die in den Moorflächen vorgenommenen Bodensondierungen zeigen vom Ende des Hauptwurzelraums bis zur Bohrendtiefe zwischen ca. 1.5 und 2 m unter der Mooroberfläche vorwiegend gering durchlässige schluffige bis schluffig-tonige Bodenhorizonte. Im Nahbereich von Bächen und Gerinnen werden diese Bodenschichten von Sand und Kieslinsen von kleinräumiger Ausdehnung (max. einige Zentimeter) unterbrochen, die auf unterschiedlichen Höhen liegen. Im Flachmoor Sägel werden die schluffigen Bodenhorizonte in sehr rascher Abfolge von Torffetzen unterbrochen, in den übrigen Moorflächen fehlen diese Torfeinschlüsse jedoch nahezu vollständig. Die obersten 20-40 cm des Bodenaufbaus, welche den Hauptwurzelraum bilden, werden im Flachmoor Sägel und Widen in rascher Abfolge und ohne erkennbare räumliche Gewichtung durch mittel bis stark zersetzten Torf oder schluffige bis schluffig-tonige Bodenhorizonte gebildet. In den östlich davon liegenden Moorflächen werden die obersten Bodenschichten durch humosen Oberboden gebildet. Aufgrund der generell feinkörnigen, gering durchlässigen Bodenschichten ist zu erwarten, dass die indirekten (unterirdisch erfolgenden) Einflüsse der Seespiegelschwankungen auf den Moorwasserhaushalt räumlich eng begrenzt sind.

Wie die Wasserspiegelaufzeichnungen zeigen (Abbildung 3.7), wird der Moorwasserspiegel, mit Ausnahme von direktem Überstau durch den See, massgeblich durch das Witterungsgeschehen sowie durch hangseitig zufließendes/sickerndes Wasser beeinflusst: Während Witterungsbedingungen mit hoher Verdunstung fallen die Moorwasserspiegel während Trockenperioden markant ab. Stark ansteigende Moorwasserspiegel ergeben sich ausschliesslich niederschlagsbedingt. Beispielhaft sichtbar ist dies anhand eines Vergleichs der Absenkraten während verschiedener niederschlagsarmen Perioden im Mai und Juni 2019: Während der Trockenperioden vom 13.-18.05, vom 22.-26.05. und vom 30.05.-9.06. konnte keine massgebliche Veränderung der Absenkraten zwischen den jeweiligen Perioden festgestellt werden, obwohl der Seewasserspiegel in diesem Zeitraum stark schwankte und vom 22.-26.05. nur ca. 15 cm unterhalb der Terrainoberfläche einzelner Messstellen lag und sein Maximum während der Aufzeichnungsperiode von 447.97 m ü.M. erreichte (Abbildung 3.8). Die Absenkraten der Moorwasserspiegel lagen im Zeitraum mit hohem Seewasserspiegel (22.-26.05.) teilweise sogar höher als bei tieferem Seewasserspiegel (13.-18.05.), an vereinzelt Messstellen trifft dies auch auf den Zeitraum vom 30.05.-09.06. zu. Der Witterungseinfluss ist somit deutlich höher gewichtet, als der Einfluss des Seespiegels. Dies zeigt sich auch daran, dass die Wasserspiegelrückgangsraten in den Moorflächen während der Vegetationsperiode unabhängig von der Distanz zum Seeufer und den Schwankungen des Seespiegels i. A. bei etwa 25-35 mm/d (Frühling) resp. 30-60 mm/d (Sommer) liegt.

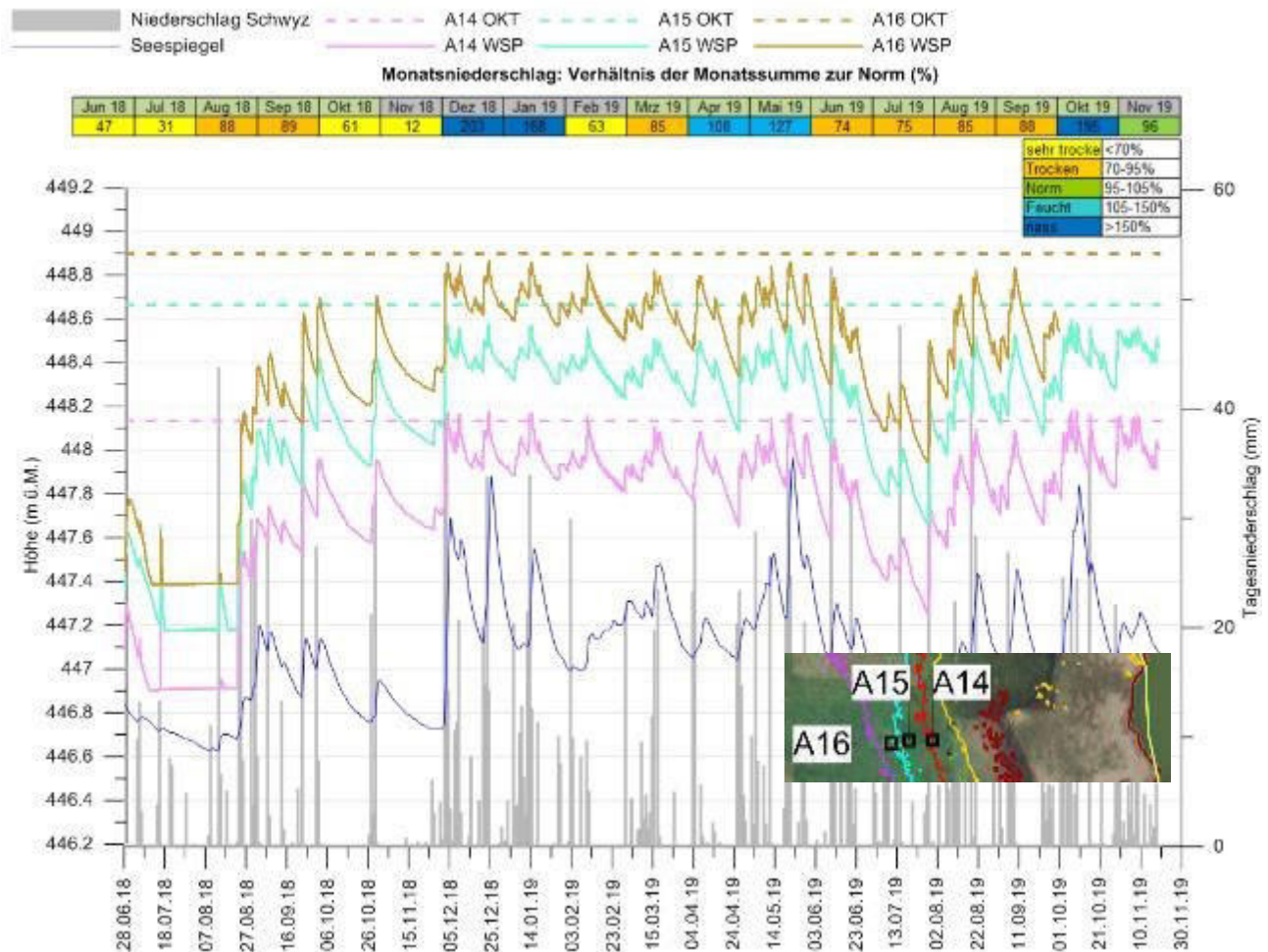


Abbildung 3.7 Ganglinien der Messstellen A14-A16 sowie des Seespiegels. Ebenfalls dargestellt sind die monatlichen Niederschlagssummen im Verhältnis zur Norm sowie die Tagessummen der Niederschläge. Beispielhaft am Messtransect ist sichtbar, dass die Moorwasserspiegel unabhängig vom Seespiegel schwanken. Dies sowohl im Winter als auch in den Sommermonaten. Deutlich sichtbar ist auch die ausserordentliche Trockenheit im Sommer und Herbst 2018, die sich insbesondere mit extrem tiefen Moorwasserspiegeln bemerkbar macht (bei allen Messstellen im Moor wurde das Pegelnull erreicht).

Bei niederschlagsreichen oder verdunstungsarmen Witterungsbedingungen liegen die Moorwasserspiegel deutlich über dem Seespiegel, wobei sich jeweils ein der Geländeneigung entsprechendes, gegen das Seeufer ausgerichtetes Potenzialgefälle einstellt. Der indirekte Einfluss des Seespiegels auf den Moorwasserhaushalt ist im Vergleich mit den Witterungseinflüssen sowie allfälligen Zusickerungen aus topografisch erhöht liegenden Moorflächen somit auch unter solchen Witterungsbedingungen nicht massgeblich.

Ein deutlicher Hinweis auf den Einfluss von zufließendem Hangwasser auf die Hydrologie der Moorflächen ist die räumliche Ausdehnung des Flachmoors Sägel: Rund 85% der Gesamtfläche des Flachmoors liegen über der Kote von 448.2 m ü. M. (entspricht einem Hochwasser mit zweijähriger Wiederkehrperiode), rund 79 % der Fläche liegen über der Kote von 449.3 m ü.M (entspricht einem Hochwasser mit 50-jähriger Wiederkehrperiode) und damit deutlich über dem Schwankungsbereich des Sees. Die Existenz dieser von den Seespiegelschwankungen deutlich abgekoppelten Moorflächen ist nur durch den massgeblichen Einfluss von Hang- und Niederschlagswasser zu erklären.

Entsprechend den oben beschriebenen Ergebnissen können für den Moorwasserhaushalt massgebliche indirekte Einflüsse des Seespiegels auf den Moorwasserhaushalt praktisch für das ganze Mooregebiet ausgeschlossen werden. Ausgenommen davon sind Höhenbereiche unter 448.2 m ü.M., die durch den See stark bis mässig in Form von direktem Überstau geprägt werden.

Gestützt wird dieser Befund durch die Ergebnisse der flächigen Leitfähigkeitsmessungen (Anhang B): Innerhalb der Moorflächen ergibt sich ein Mosaik von kleinräumig stark variierenden wasserchemischen Verhältnissen. Dabei lassen sich sehr tiefe Werte von unter 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ finden, die auf eine starke Prägung durch Niederschlagswasser schliessen lassen. Gleichzeitig lassen sich auch gegenüber dem Seewasser deutlich erhöhte Werte finden, die auf einen Zufluss von mineral- und nährstoffreichem Hangwasser schliessen lassen.

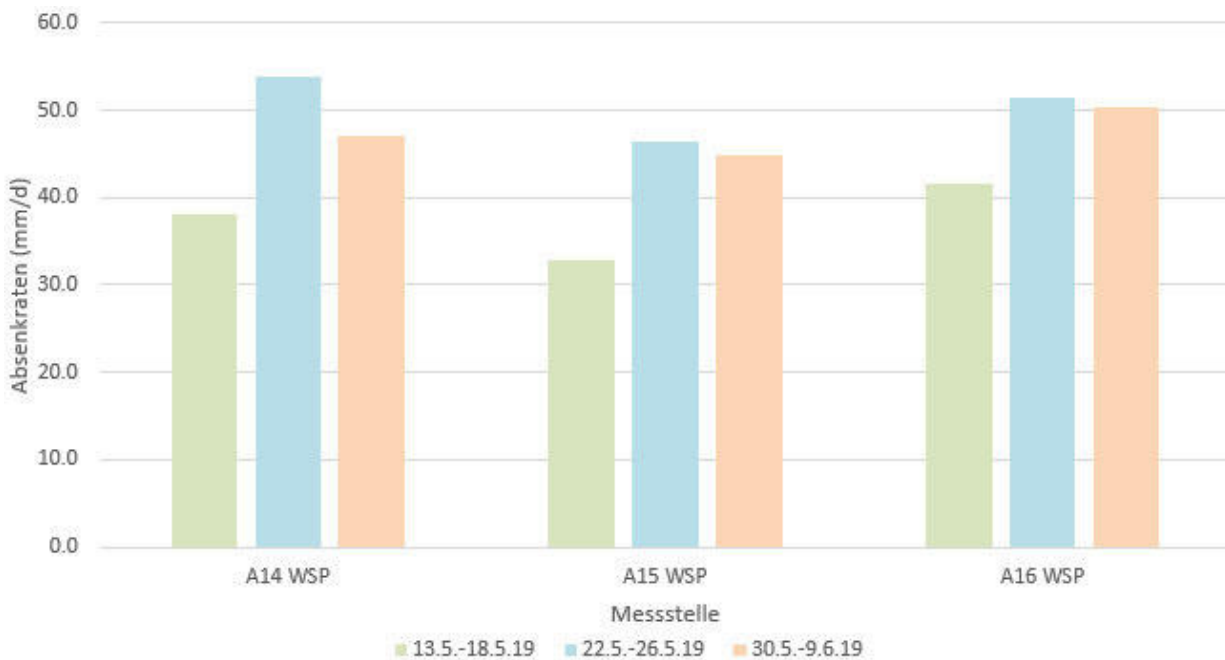


Abbildung 3.8 Absenkraten der Messstellen A14-A16 während Trockenperioden im Mai und Juni 2019. Während der Seespiegel während den Trockenperioden vom 13.05.–18.05.19 (grüne Balken) sowie vom 30.05.–09.06.19 (rote Balken) rund 70 cm unter der Terrainoberfläche der Messstelle A14 lag, erreichte er in der Periode vom 22.5. – 26.5.19 (blaue Balken) nahezu die Terrainoberfläche der Messtelle A14. Trotzdem lassen sich keine wesentlichen Beeinflussungen der Absenkraten oder des Moorwasserspiegels in der Ganglinie (siehe Abbildung 3.4) feststellen. Dies weder zwischen den jeweiligen Ereignissen als auch im Vergleich zu den seefernerer Messstellen A15 und A16

Schlussfolgerung

Aufgrund der Seespiegelschwankungen des Lauerzensees sind grosse bis mittlere Einflüsse auf die Hydrologie der Flachmoore bis zur Kote von 448.2 m ü.M. (entspricht einer jährlichen Überflutungsdauer von 1.75 Tage resp. eines Ereignisses mit einer zweijährigen Wiederkehrperiode) durch direkten Überstau durch den See wahrscheinlich. Oberhalb der Kote von 448.2 m ü.M. ist die Hydrologie der Moorflächen nahezu ausschliesslich durch das Wechselspiel von Evapotranspiration und Niederschlag sowie Hangwasserzufluss geprägt, die Seespiegelschwankungen haben keinen massgeblichen, quantitativen Einfluss mehr. Allenfalls sind qualitative Einflüsse durch die Ablagerung von Sedimenten und den Eintrag von Nährstoffen im Zuge von Hochwasserereignissen zu erwarten.

3.2.3 Grundwasser

Geologie

Der Lauerzersee liegt geologisch gesehen im Übergangsbereich zwischen den Kalken und Mergeln der helvetischen Randkette (südöstliches Seebecken), in der subalpinen Flyschzone (Überschiebung verläuft von Südwest nach Nordost) und in den jüngeren Nagelfluhablagerungen der subalpinen Molasse (nordwestliches Seebecken). Das Festgestein wird durch zahlreiche Moränenablagerungen sowie Bergsturzmaterial überlagert.

Die See- und Verlandungssedimente können am Rand des Lauerzersees in mächtigen Ablagerungen von vermutlich mehreren Metern Dicke gefunden werden.

Hydrogeologie

Im Projektperimeter befinden sich drei Gewässerschutzbereiche A_u und drei Gewässerschutzbereiche A_o (vgl. Abbildung 3.9). Einzig im Bereich der Steiner Aa südlich von Steinen gibt es einen eigentlichen Grundwasserleiter, bei welchem Isohypsen ausgeschieden sind. Das Grundwasser fliesst parallel zur Steiner Aa in leichtem Gefälle in Richtung Südwesten in den Lauerzersee. Bei der Mündung der Steiner Aa im Gebiet Aazopf liegt der Grundwasserspiegel max. 1 m unterhalb Oberkante Terrain. Die Grundwasserschutzzonen von genutzten Quellen im Gebiet Büelerberg Richtung Rigi Hochflue liegen ausserhalb des Projektperimeters und tangieren daher das Projekt nicht.

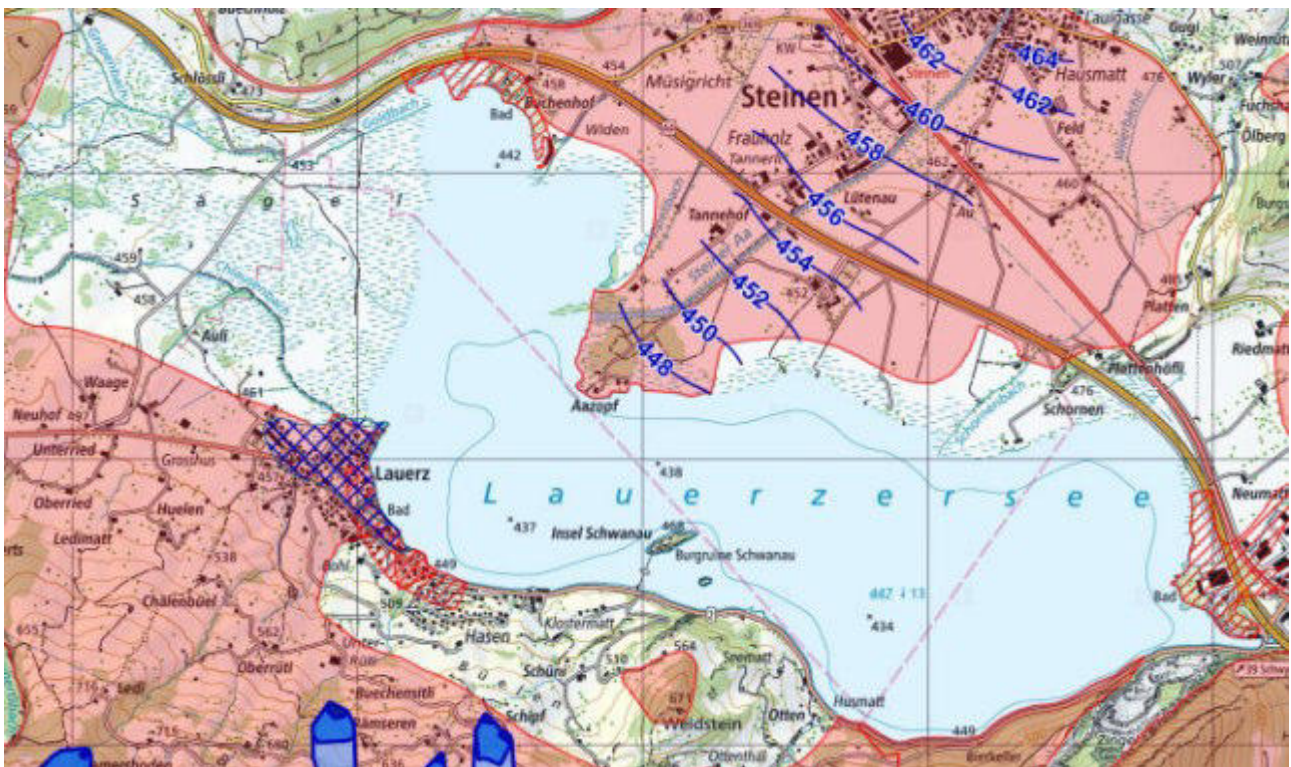


Abbildung 3.9 Ausschnitt Gewässerschutzkarte Kanton Schwyz (Geoportal, Stand: 24.01.2018)

Rote Flächen: Gewässerschutzbereich Au, rot gestreift: Gewässerschutzbereich Ao, blaue Flächen: Grundwasserschutzzonen S1-S3, blau gestreift: gespanntes Grundwasservorkommen, blaue Linien: Isohypse (Mittelwasserstand)

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der kleinräumigen geologischen Strukturen im Gebiet das Wasser hauptsächlich entlang von präferenziellen Fliesswegen in durchlässigeren Schichten wie z.B. organische Deckschichten, Bachschuttablagerungen oder Blocksturzmaterial fliesst.

Undurchlässige Schichten sind vor allem in den feinkörnigen Verlandungs- und Seesedimenten anzutreffen, wodurch die zum Teil gespannten Grundwasserverhältnisse ermöglicht werden. Dies wurde in mehreren Bohrungen im Gebiet Niedermatt in Lauerz bestätigt.

In unmittelbarer Seeufernähe kann davon ausgegangen werden, dass eine direkte hydraulische Verbindung zwischen den grundwasserführenden Schichten und dem Seespiegel besteht. Nachgewiesen ist dies insbesondere in den Untersuchungen bei der Nationalstrasse N4 im Gebiet zwischen Sägel und Buchenhof. Welchen Einfluss Hangwasser sowie im Bergsturzmaterial fließendes Grundwasser auf die seeuferferne Vegetation haben, war unbekannt. Aus diesem Grund wurden zusätzliche Untersuchungen durchgeführt, wie im Folgenden ausgeführt wird (siehe auch Anhang C).

Hydrogeologie Flachmoore

Im Gebiet um den Lauerzersee gibt es diverse grössere und kleinere Flachmoore: Sägel (grosses, meist zusammenhängendes Flachmoorgebiet vom Seeufer bis zum Waldgebiet südlich der Autobahn, das Gebiet wird am Rand vom Gold- und Chlausenbach durchflossen, weiter gibt es zahlreiche kleinere Gräben), Buchenhof westlich der Campinganlage, Widen westlich des Chäppelibachs, Auw entlang des Seeufers zwischen Auzopf und Schornenbach sowie Schornen südlich der Nationalstrasse N4.

Basierend auf den bestehenden Grundlagen können verschiedene Ausprägungen einer Schichtabfolge des Moorbodenuntergrunds generalisiert werden. Dabei ist davon auszugehen, dass unter einer organischen Deckschicht entweder Verlandungs- und Seesedimente, Bergsturzmaterial und /oder Bachschuttablagerungen in variablen vertikalen und lateralen Ausdehnungen angetroffen werden können.

Gebiet Sägel

Im Sägel liegen quartäre Bachschuttablagerungen sowie die Gerölle diverser Bergstürze (vor allem des Goldauer Bergsturzes von 1806). Im nördlichen Bereich des Sägels wurden zum Teil bis zu 10 m mächtige Torfschichten gefunden, welche über kiesig-lehmigen Ablagerungen und zum Teil blockigem Bergsturzmaterial liegen.

In der Gewässerschutzkarte des Kantons Schwyz ist im Gebiet Sägel kein Grundwasserleiter ausgeschieden. Um das Grundwasser im Gebiet Sägel besser verstehen zu können, wurden fünf Piezometer erstellt und eine Grundwasserüberwachung eingerichtet. Dabei lag der Fokus auf der Korrelation der Grundwasserstände im untern Gebiet Sägel mit dem Wasserspiegel des Lauerzersees.

Von Juni 2018 bis Oktober 2019 wurden die drei Piezometer RKS01, RKS02 und RKS05 (Abbildung 3.10) mit einem Grundwasserlogger ausgerüstet und der Grundwasserstand wurde in einem stündlichen Intervall gemessen. In RKS03 und RKS04 wurden während den Auslesungen der Grundwasserstand mittels Lichtlot gemessen (5 Messungen).

In der Tabelle 3.4 sind die approximativen tiefen, mittleren und erhöhten Grundwasserstände während der Messperiode an den verschiedenen Messstellen mit Grundwasserlogger aufgeführt. Diese werden mit den Wasserständen des Lauerzersees verglichen (BAFU-Messstation 2484 Lauerz – Chlostermatt).

Aufgrund der Messungen kann das Verhalten des Grundwasserleiters im unteren Bereich des Sägels gut beschrieben werden. Der Grundwasserspiegel steigt vom Lauerzersee gegen Goldau hin relativ stark an und verläuft in der Regel ca. talparallel. Die Grundwasserschwankungen betragen nahe dem See rund 1.2 m. Hangaufwärts gegen Goldau nimmt die Grundwasserschwankung zu, zudem wirken die Bäche als Vorfluter, d.h. das Grundwasser exfiltriert in die Bäche und den Lauerzersee. Analog dem Grundwasserleiter bei Steinen liegt der Grundwasserspiegel rasch erheblich über dem Seespiegel, das Grundwassergefälle beträgt nahe des Lauerzersees rund 6 ‰.

Messstelle	Tiefer Wasserstand GWSP [m ü.M.] / Flurabstand [m]	Mittlerer Wasserstand GWSP [m ü.M.] / Flurabstand [m]	Erhöhter Wasserstand GWSP [m ü.M.] / Flurabstand [m]
RKS01	448.05 / - 1.53	449.36 / - 0.22	449.90 / + 0.32 (gespannt)
RKS02	448.85 / - 1.80	449.99 / - 0.66	450.61 / - 0.04
RKS05	447.56 / - 1.04 *	447.76 / - 0.84	448.75 / + 0.15 (gespannt)
Lauerzersee 7.2018 bis 11.2019	446.62	447.09	447.99
Lauerzersee langjährig 1984 bis 2017	446.64	447.15	449.90

Tabelle 3.4 Nieder-, Mittel- und erhöhter Wasserspiegel in den Piezometern und Lauerzersee

Ein Auszug aus der Grundwasserkarte des Kantons Schwyz (mittlerer Grundwasserspiegel) mit dem approximativen mittleren Grundwasserspiegel und den Messstellen ist in der Abbildung 3.10 dargestellt.

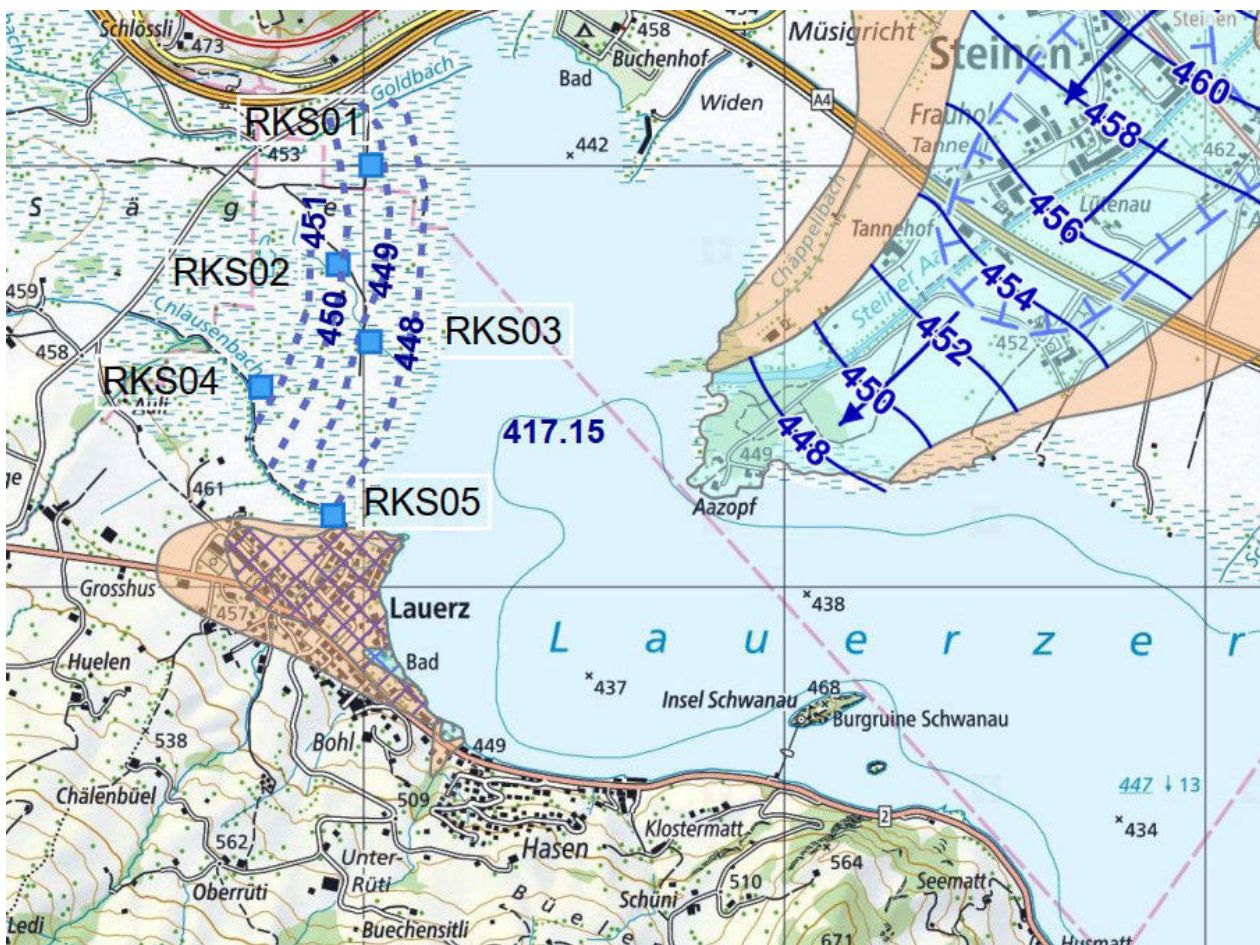


Abbildung 3.10 Situation Grundwasserüberwachung Gebiet Sägel mit den mittleren Grundwasserspiegel und dem langjährigem mittleren Seewasserspiegel (Hintergrund: Grundwasserkarte Mittelwasserstand Kanton Schwyz; 1:25'000)

Bei niedrigen und mittleren Wasserständen des Lauerzersees und den damit korrespondierenden Grundwasserständen im unteren Gebiet Sägel folgt der Grundwasserstand dem mittleren Terrain des Gebiets. In Geländemulden / Flachstücken sind bereits ab mittleren Wasserstand leicht gespannte Grundwasserverhältnisse möglich. Bei erhöhten Wasser- und Grundwasserständen liegt der Grundwasserstand im unteren Bereich des Gebiets Sägel etwa auf Terrainhöhe oder darüber.

Die Messresultate zeigen, dass bei länger anhaltender Trockenheit die Grundwasserstände parallel zum Seewasserpegel absinken. Wichtig ist die Erkenntnis, dass bei Niederwasserperioden keine erhöhte Absenkung des Grundwasserspiegels gegenüber dem Seespiegel und damit keine Verringerung des Grundwassergefälles erkennbar ist. Niederwasserperioden im Lauerzersee führen also nicht zu zusätzlicher Austrocknung des Moorgebiets.

Buchenhof, Widen, Auw und Schornen

Die Gebiete Buchenhof, Widen, Auw und Schornen werden von mächtigen Bachschuttablagerungen der Steiner Aa sowie weiteren Zuflüssen aus Nordost (Widenbach, Schornenbach) dominiert. Es ist davon auszugehen, dass über unbekannt mächtigen Bachschuttkörper die See- und Verlandungssedimente in Wechsellagerungen vorliegen.

Das Projekt Hochwasserschutz Lauerzersee (Wehrreglement) möchte mehrjährige Hochwasserspitzen brechen, was eine Seeregulierung zur Folge hat. Aufgrund der Grundwassermessungen kann aufgezeigt werden, dass mit einer Regulierung des Lauerzersees im geplanten Rahmen keine relevante Veränderung der hydrogeologischen Situation (qualitativ und quantitativ) einhergeht. Der Grundwasserspiegel der Flachmoore ist durch lokale Niederschläge und durch Seitenzuflüsse geprägt. Eine Veränderung der Infiltration der Flachmoore durch den Lauerzersee kann ausgeschlossen werden.

Bezüglich des gespannten Grundwasserkörpers kann auch davon ausgegangen werden, dass durch eine Regulierung in keinem relevanten Ausmass Setzungen entstehen werden. Zudem ist davon auszugehen, dass sich ein Hochwasser von ein paar Tagen Dauer wenig von einem Starkregenereignis hinsichtlich der Grundwasserspeisung unterscheidet. Letzteres wird weiterhin stattfinden und den Grundwasserkörper wie bis anhin speisen.

3.2.4 Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

Beim Lauerzersee folgt auf eine stabile Schichtung im Sommer und im Winter während der Zeit mit Eisbedeckung eine Frühlings- bzw. Herbstzirkulation, welche zumindest zeitweise die gesamten Wassermassen umfassen. Die Aufenthaltszeit des Wassers im See ist mit ca. 0.2 Jahre extrem kurz und die Folge einer durch die Steiner Aa ausgelösten starken Durchflutung des Sees.

Die starke Durchflutung des Sees hat auch eine kontinuierliche Drift grosser **Plankton**mengen zur Folge. Beim Plankton ist davon auszugehen, dass es aufgrund der nicht oder sehr eingeschränkt vorhandenen Mobilität bei Hochwasserereignissen verdriftet wird, einerseits also über die Seeweren abgeleitet und andererseits im Oberflächenwasser verteilt. Da das Wasser im Lauerzersee jedoch bereits natürlicherweise fünfmal jährlich erneuert wird, können allfällige kurzzeitige Effekte einer Seeregulierung vernachlässigt werden.

Der Zustand des Lauerzersees hat sich über die untersuchten Parameter **Sauerstoffzehrung, Chlorophyll-a, Ortho-Phosphat, Gesamtphosphor, Trübung** hinweg in den letzten rund 10 Jahren kaum verändert, v. a. konnte keine Verbesserung dieses Zustandes seit 2004/2005 festgestellt werden. Wegen des geringen Sauerstoffgehaltes können die gesetzlichen Anforderungen nach wie vor nicht eingehalten werden. Hinsichtlich der physikalisch-chemischen Verhältnisse ist kaum mit negativen Auswirkungen zu rechnen, wobei die Ableitung des Wassers im Variantenstudium nicht betrachtet wird. Somit sind auch allfällige Veränderungen in der Durchmischung oder Beeinflussung der Zirkulation aufgrund einer erhöhten Ableitung hier nicht weiter zu beurteilen.

Ökomorphologisch betrachtet wird die Flachwasserzone zu 88% als naturnah oder natürlich bezeichnet und 3.2% sind wenig beeinträchtigt. Bei der Uferlinie sind 51.6% naturnah oder natürlich, 5.2% beeinträchtigt und der Rest naturfremd (30%) oder künstlich (13.2%). Beim Uferstreifen sind noch 44% naturnah oder natürlich, beim Hinterlandstreifen (15-50 m ab Uferlinie) 48.8%. Da ein Wehrreglement keine Bauten zur Folge hat, wird die Ökomorphologie der Ufer nicht beeinträchtigt.

Wasserpflanzen haben eine grosse Bedeutung für das Ökosystem See. Als prägender Bestandteil von Flachwasserzonen dienen sie vielen Fischarten als Laich-, Jungfisch- Nahrungs- und Rückzugshabitat. Zudem sind sie ein wichtiger Lebensraum für Wasserwirbellose und Wasservögel. Das Nordufer weist ausgedehnte Schilfbestände mit vorgelagerten Wasserpflanzenbeständen auf. Auffällig ist die ausgeprägte Schwimmblattzone, die vor allem durch die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) gebildet wird. Seeseitig dürfte die Ausdehnung der Wasserpflanzen in erster Linie durch Lichtmangel infolge der meist starken Trübung limitiert sein. Anfang der 1990er-Jahre wurde eine starke Wucherung der Kanadischen Wasserpest (*Elodea canadensis*) beobachtet, die sich in den folgenden Jahren von selbst zurückbildete. Die aktuellsten Aufnahmen von Wasserpflanzen aus den 1990er-Jahren zeigen im Bereich des Seeabflusses und entlang des Südufers u. a. einen dichten Bestand des Grossen Nixenkrautes (*Najas marina*) sowie entlang des Südufers u. a. mehrere Potamogeton-Arten und den Flutenden Hahnenfuss (*Ranunculus fluitans*). Im Uferbereich des Lauerzersees kann auf den Steinen oft ein Grünalgenüberzug (*Cladophora glomerata*) beobachtet werden. Bei den Wasserpflanzen dürften die durch die Regulierung verursachten Wasserspiegelschwankungen keine relevanten Auswirkungen haben, da es keine vorsorgliche Absenkung gibt und ein allfällig umweltverträgliches Wehrreglement erst bei bereits eingetretener Überflutung der Ufer eingreifen kann. Bereits im Ist-Zustand treten starke Pegelschwankungen auf und mit Regulierbetrieb werden die grössten Spitzen gekappt, zu mehr als 97% der Zeit entsprechen die Wasserspiegelschwankungen aber dem natürlichen Verlauf.

Benthische Wasserwirbellose (Insektenlarven, Würmer, Schnecken usw.) stellen eine wichtige Nahrungsgrundlage für Fische und Vögel dar. Zudem haben sie aufgrund des Abbaus pflanzlichen und tierischen Materials eine grosse Bedeutung für den Stoffhaushalt eines Gewässers. Die Fauna der Wasserwirbellosen wurde bisher kaum untersucht, bekannt ist u.a. das Vorkommen des Süsswasserschwamms, der Wandermuscheln (*Dreissena polymorpha*), der Malermuschel (*Unio pictorum*), der Grossen Teichmuschel (*Anodonta cygnea*) und des amerikanischen Kamberekrebs (*Orconectes limosus*) im See. Die durch die Regulierung verursachten Wasserspiegelschwankungen dürften sich bei Wasserwirbellosen kaum negativ auswirken, da bereits im Ist-Zustand starke Pegelschwankungen auftreten. Zudem wird eine geringere Fläche überflutet, was für wenig mobile Arten die Gefahr verringert, beim Rückgang des Wasserstandes in ein ungeeignetes Habitat zu geraten.

Fische und Fischerei:

Im Rahmen des Projekt Lac wurde 2018 der Lauerzersee mit einer standardisierten Methode beprobt (Vonlanthen, 2019): Im Vergleich mit der Fischfangstatistik des Kantons Schwyz (1977 bis 2018) konnten Aal, Felchen, Trüsche, Seesaibling und Äsche bei den Befischungen nicht nachgewiesen werden. Diese Arten wurden 2018 durch Angler zwar noch gefangen, sind aber im See sehr selten anzutreffen. Der Fischbestand im Lauerzersee wird durch Rotaugen und Flussbarsche dominiert, damit entspricht der Lauerzersee heute dem Typ des Rotaugensees. Unterhalb von 5 m Tiefe nimmt der Sauerstoffgehalt drastisch ab, was ein Überleben der Fische in der Tiefe des Sees verunmöglicht. Die Fische sind daher während des Sommerhalbjahrs nicht in der Lage, die gesamte Seetiefe zu nutzen. Deshalb kommen auch keine oder kaum kaltstenotherme Fischarten (Forelle, Groppe, Felchen) im See vor. Die Autoren kommen zum Schluss, dass die Fischartenzusammensetzung im Lauerzersee als leicht bis mässig beeinträchtigt bezeichnet werden kann, was vor allem an der recht hohen Biomasse von standortfremden Fischarten liegt (Kaulbarsch, Zander und Sonnenbarsch). Die fischereiliche Nutzung sehen die Autoren als nachhaltig an, Besatzmassnahmen sind daher nicht notwendig, um die Bestände zu erhalten. Aufgrund der hohen Fangerträge der Angelfischer ist

der See im heutigen Zustand fischereilich attraktiv. Hinsichtlich der fischereilichen Nutzung sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten, sofern sich der Bestand der für Angelfischer interessanten Arten nicht aufgrund des Regulierbetriebs wesentlich ändert.

Die weitaus meisten Arten des Lauerzersees sind Krautlaicher. Sie kleben ihre Eier an Wasserpflanzen oder Totholz. Da dies oft bevorzugt in seichtem Wasser geschieht, weil dort höhere Temperaturen herrschen, ist ihre Fortpflanzung durch den Sauerstoffschwund im Tiefenwasser nicht unmittelbar gefährdet. Grundsätzlich ist der gesamte Wasserpflanzengürtel entlang des Nordufers des Sees ein geeignetes Laich- und Larvalhabitat für die verschiedensten Fischarten, unabhängig von seiner Tiefe. Die Grösse des den Fischen zur Verfügung stehenden Lebensraums wird somit durch die Grösse des Wasserpflanzengürtels definiert. Dessen Ausdehnung wiederum wird vermutlich durch das Lichtangebot und nicht den Sauerstoffschwund im tieferen Wasser bestimmt. Verschiedene Fischarten (Hecht, Schleie, Rotaugen u. a.) sind während ihrer Laichzeit auf einen mehr oder weniger kontinuierlich hohen und ausreichend langen Pegelstand angewiesen. Der Hecht laicht neben der Wasserpflanzenzone auch in überschwemmten Wiesen und Gräben, und ist daher von einer Seeregulierung, die die potentiellen Laichhabitate verkleinert, betroffen. Die Hauptlaichzeit der Hechte ist im Lauerzersee im März und dauert etwa 10-30 Tage und die bevorzugte Tiefe für die Eiablage liegt bei 0.2-0.6 m. Die Eier sind klebrig und haften an den Pflanzen. Die Entwicklungszeit der Eier beträgt etwa 10-20 Tagen. Die frisch geschlüpften Larven machen eine sogenannte Haftphase durch, d. h. sie heften sich mittels einer speziellen Haftdrüse an die Pflanzen. In den nächsten 4 bis max. 15 Tagen (Franklin & Smith 1963) kleben sie an der Unterwasservegetation und ernähren sich von ihrem Dottersack. Anschliessend werden sie zu freischwimmenden Larven. Im ersten Freiwasserstadium, das durch das Fressen von Zooplankton gekennzeichnet ist, ist die Schwimmfähigkeit noch schlecht entwickelt. Während dieser 15-25 Tage dauernden Lebensphase verlassen die Junghechte die Feuchtgebiete und treten ins offene Wasser ein. Beim Hecht findet seit 2014 kein Besatz mehr statt.

Die durch die Regulierung verursachten Wasserspiegelschwankungen dürften sich kaum negativ auswirken, da bereits im Ist-Zustand starke Pegelschwankungen auftreten. Ausnahme bilden jedoch Arten, die auf überschwemmte Vegetationsflächen angewiesen sind wie der Hecht. Bei solchen Arten ist davon auszugehen, dass ein hoher Reproduktionserfolg alle paar Jahre einen mindestens ebenso bedeutsamen Einfluss haben kann wie alljährliche mittlere Reproduktionserfolge. Die Beeinflussung der überschwemmten und für den Hecht erreichbaren Laichgründe ist daher ein Zielkriterium der Biosphäre (siehe Kapitel 5.4).

3.2.5 Flora

Der Lauerzersee wird im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN Nr. 1604 Lauerzersee) aufgeführt. Die Ausdehnung dieses Schutzgebietes reicht aber weit über den See und die durch Hochwasser tangierten Gebiete hinaus. Am Nordwest- bis Nordostufer des Sees befindet sich das im Bundesinventar der Moorlandschaften (Nr. 235) aufgeführte Gebiet Sägel/Lauerzersee. Die Flachmoore sind national (Abbildung 3.11, Schornen Objekt 3020, Auw 3021, Widen 3023, Sägel 3024) sowie kantonally geschützt. Die geschützten Moorlandschaften und das Flachmoor Sägel reichen im Westen über das von Überschwemmungen tangierte Gebiet hinaus.

Die Uferlinie des West-, Nord- und Ostufers vom nördlichen Ortsrand von Lauerz bis zur Badanstalt Seewen nördlich des Seeabflusses ist weitgehend natürlich. Landseitig schliesst ein mehr oder weniger breiter Feuchtgebietstreifen an. Hier liegen bedeutende geschützte Riedgebiete (siehe Kapitel 3.2.1 und 3.2.2), deren Hydrologie zumindest teilweise durch den Lauerzersee bestimmt sein dürfte. Beim Delta Aazopf befindet sich ein grösserer Auenwald, jener beim Delta Widen ist sehr klein. Der Bereich der Steineraamündung wurde durch Kiesbaggerungen und andere Landnutzungen stark verändert.

Das Südufer von der Badanstalt bis nach Lauerz ist hart verbaut. Die Uferbestockung ist sehr spärlich und beschränkt sich auf einen lockeren Bestand von Grauerlen, Ulmen, Lärchen, Weiden etc.

Der Sägel stellt ein kompliziertes Mosaik verschiedenster Pflanzengesellschaften dar. Echte Röhrichte sind

selten und bultige Grosseggienrieder reichen oft bis ans Seeufer. An feuchteren und nährstoffreicheren Stellen finden sich Hochstaudenrieder. Reine Kleinseggienrieder fehlen im Sägel weitgehend; hier treten vor allem engmaschige Mosaik von Klein- und Grosseggienriedern auf. Die trockensten Stellen des Sägels wurden schon vor langer Zeit gedüngt und damit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung zugeführt. Das Gebiet weist daher zahlreiche kleinere und grössere von Riedland umgebene Fettwiesen auf, die für ein Feuchtlandreservat mit Pflanzengesellschaften nährstoffärmerer Standorte sehr problematisch sind.

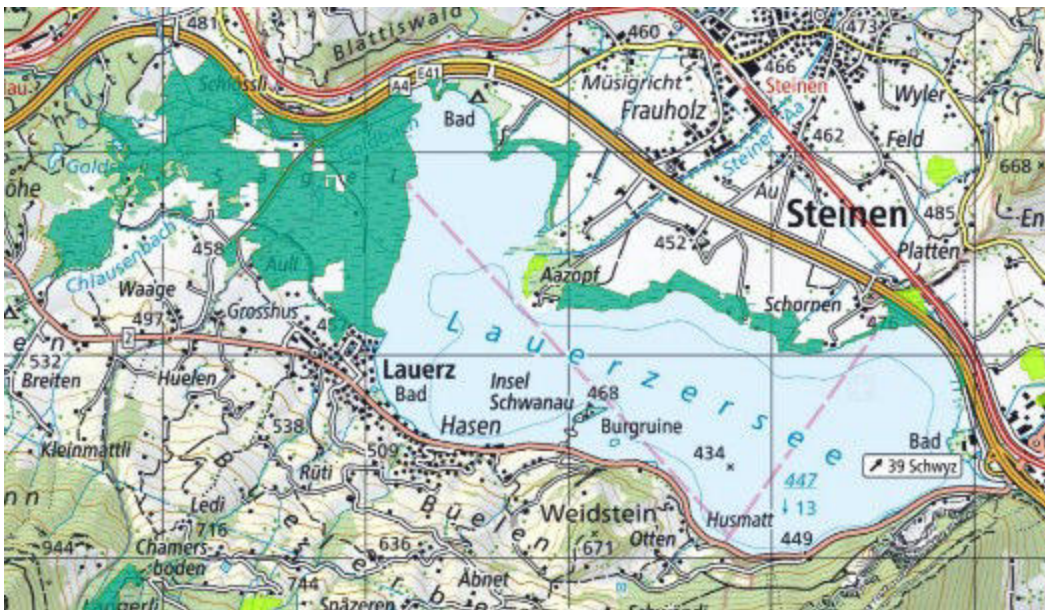


Abbildung 3.11 National (dunkelgrün) sowie regional (hellgrün) geschützte Flachmoorgebiete (Bundesinventar der Flachmoore von nationaler/regionaler Bedeutung (BAFU), GIS Kanton SZ, Zugriff am 28.06.2018)

Die ersten Vegetationskartierungen des Gebiets stammen aus dem Jahre 1976 (Wildi und Klötzli 1978, vor dem Autobahnbau, siehe Anhang A) und aus dem Jahre 1986 (Leupi 1987, nur Beschreibung vorliegend). Die beiden Kartierungen wurden damals nach dem Kartierungsschlüssel von Klötzli et al. (1973) durchgeführt (Tabelle 3.5).

Nummer	Kartierungseinheit
1	Schwimblattgesellschaft
2	Röhricht
3a	Bultiges Grosseggienried
3b	Bultfreies Grosseggienried
4	Hochstauden
5	Kleinseggienried
6	Zwischenmoore
8	Pfeifengraswiese
10	Futterwiese
11	Kulturland

Tabelle 3.5 Kartierungseinheiten Naturschutzgebiet Sägel und Aazopf

2018 wurde im Rahmen der Untersuchungen für vorliegendes Projekt die Vegetation der Flachmoore in einem von den Überschwemmungen des Lauerzersees tangierten Perimeter nach der gleichen Methode erhoben. 2019 wurde dann zusätzlich in einem separaten Auftrag des Kantons Schwyz die Vegetation der restlichen Flachmoorperimeter erhoben. 2018 und 2019 wurden auch prioritäre Pflanzenarten/Arten der Roten Liste und die Schilfdichte erhoben (Anhang D).

Bei den Kartierungen 2018 konnte festgestellt werden, dass gegenüber der Kartierung von 1976 der Schilffanteil stark zugenommen hat. Die Kartierungen von 1986 zeigten bereits auf einigen Flächen eine Zunahme des Schilffanteils gegenüber 1976. Die Unterscheidung in bultfreies oder bultiges Grosseggengried konnte wegen des dichten Schilfbestandes nicht grossflächig verifiziert und daher oft nur grob abgeschätzt werden. Diverse Landwirtschaftsflächen wurden seit der Kartierung von 1976 vergrössert. Es handelt sich dabei meist um Futterwiesen oder Kulturland mit Riedwiesenarten (*Iris pseudacorus*, *Succisa pratensis*, *Silene flos-cuculi*, etc.). Die 1976 kartierten Zwischenmoorflächen konnten nicht verifiziert werden.

Bei den Feldaufnahmen wurden diverse Arten der Roten Liste vorgefunden, die als verletzlich bis gefährdet aufgeführt sind. Darunter sind zum Beispiel die Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*), der Lungen-Enzian (*Gentiana pneumonante*), der Sumpffarn (*Thelypteris palustris*) sowie der Frühe Rote Zahntrost (*Odontites vernus*). Im Uferbereich des Lauerzersees sind auch grössere Bestände der Nadel-Sumpfbirse (*Eleocharis acicularis*) auffindbar.

Insgesamt konnten in den Felderhebungen 19 national prioritäre Arten festgestellt werden, davon 15 Arten, welche bereits in der CSCF Datenbank verzeichnet sind. Die drei *Sparganium* Arten sowie der als verletzlich eingestufte Sumpffarn (*Thelypteris palustris*) wachsen in grösseren Beständen. Allgemein konnte eine sehr hohe Diversität an Orchideenarten festgestellt werden, davon auch diverse Arten, welche nicht als national prioritär gelten.

Neu wurden 5 national prioritäre Arten bestimmt, welche für dieses Gebiet noch nicht in der CSCF Datenbank enthalten waren. Es handelt sich um die Arten Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*), Schmalblättrige Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea subsp. angustifolia*), Gewöhnliche Gefleckte Fingerwurz (*Dactylorhiza maculata subsp. maculata*) sowie Ästiger Igelkolben (*Sparganium erectum*).

Es konnten 18 der in der Datenbank CSCF aufgeführten Arten nicht bestätigt werden. Diverse Orchideenarten konnten aufgrund des vorgefundenen Vegetationszustandes nicht definitiv bestimmt werden. Der vom Aussterben bedrohte Kleinling (*Anagallis minima*), welcher in der Vergangenheit aufgenommen wurde, konnte nicht bestätigt werden. Das Vorkommen dieser Arten kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Zudem führte die Trockenheit im Frühling/ Sommer 2019 zu tiefen Wasserständen, welche das Ausbleiben von bestimmten Arten erklären.

Findet aufgrund der Pegelregulierungen eine tendenzielle Entwässerung statt, so kann dies für ufernahe Feuchtgebiete eine Verschiebung in der Artenzusammensetzung zur Folge haben. Im Bericht der ARGE AquaPlus, Beffa, bpp vom 8. November 2002 wird erwähnt, dass das Hauptproblem dabei die aufkommende Verbuschung ist, die natürlicherweise durch regelmässige Überflutungen verhindert wird. Ein verändertes Wasserregime kann aber auch zu Verschiebungen der Moorvegetationseinheiten führen und Auswirkungen auf seltene oder geschützte Moorarten haben. Das Ausmass der Artenveränderung hängt stark von den lokalen hydrologischen Gegebenheiten ab. Die Folgen sind umso gravierender, je stärker die Hydrologie durch den See beeinflusst wird. Somit bestimmen die hydrologischen Bedingungen, welche Jährlichkeit die Überflutungen haben müssen, damit keine Artenveränderung auftritt. Experten der EAWAG gehen im Allgemeinen davon aus, dass eine Überflutung alle 1-5 Jahre eine Verbuschung verhindert (pers. Mitt. A. Wüest, EAWAG zitiert in ARGE AquaPlus, Beffa, bpp vom 8. November 2002). Das Ziel einer Wehrregulierung muss sein, nicht nur eine Verbuschung zu verhindern, sondern die moorbestimmenden Vegetationseinheiten mitsamt ihren typischen, seltenen und prioritären Arten in ihrer Ausdehnung zu erhalten.

Mit einem Wehrreglement müssen somit mehrjährige Hochwasser weiterhin möglich sein. Entscheidend für die Vegetation und Flora der Flachmoore sind die regelmässige Überflutung und die allgemein nassen Böden während der Vegetationszeit. Diese verhindern eine Ausbreitung der nicht an diese Lebensräume angepassten Arten, welche unter durchschnittlicheren Bedingungen dominant wären. Sehr selten auftretende Hochwasserereignisse sind hier weniger ausprägend. Eine Ausnahme bildet die Hartholzaue; hier können seltene, langanhaltende Überschwemmungen zum Absterben von Bäumen führen, die nicht in die Hartholzaue «gehören» (z.B. Fichten und Buchen). Diese Vegetationseinheit steht vorliegend aber nicht im Zentrum der Beurteilung. Die Anforderungen an ein Wehrreglement aus Sicht der Flora sind im Kap. 5.5 dargelegt.

3.2.6 Libellen

Der Lauerzersee hat mit seinem wechselnden Wasserstand, den breiten Verlandungszonen und den angrenzenden, weitläufigen Moorflächen eine besondere Bedeutung für die Libellenfauna im Kanton Schwyz und in der Schweiz. Bis 2018 gab es für den Projektperimeter keine systematischen Libellenuntersuchen entlang des gesamten Seeufers, weshalb die Libellenfauna 2018 im Uferbereich (bis 450 m ü.M.) neu erhoben wurde (siehe Anhang E). Insbesondere wurden die Vorkommen der gefährdeten und national prioritären Arten überprüft.

Schweizweit kommen etwa 80 Libellenarten vor. Bis 2018 wurden im Gebiet Lauerzersee (See und Flachmoore) 49 Libellenarten beobachtet (Datenbank CSCF, Stand 2016 und Aufnahmen 2018). Fünf Arten sind gefährdet oder haben nationale Priorität (Tabelle 3.6). Zwei Arten, die Gebänderte Heidelibelle und die Sumpf-Heidelibelle, entwickeln sich typischerweise in Gewässern mit periodischen Wasserstandsschwankungen. Entsprechend kommen sie am Lauerzersee in Tümpeln und Gräben des angrenzenden Flachmoors sowie im Verlandungsbereich des Sees vor.

Art (deutsch)	(wissenschaftlich)	Rote Liste	Nat. Prio.	CH Schutz	Lebensraum (Entwicklung Larven)
Gebänderte Heidelibelle	<i>Sympetrum pedemontanum</i>	CR	3	-	Verlandungszone See
Sumpf-Heidelibelle	<i>Sympetrum depressiusculum</i>	VU	3	ja	Verlandungszone/Tümpel
Östlicher Blaupfeil	<i>Orthetrum albistylum</i>	EN		-	See, Pioniergewässer
Westliche Keiljungfer	<i>Gomphus pulchellus</i>	VU	4	-	See (Uferbereich)/Fluss
Westliche Geisterlibelle	<i>Boyeria irene</i>	EN	2	ja	See (Uferbereich)

Tabelle 3.6 Im Projektperimeter vorkommende national prioritäre und gefährdete Libellenarten. Rote Liste: Rote Liste Status (Gonseth & Monnerat 2002), Nat. Prio.: Nationale Priorität (BAFU 2019), CH Schutz: nationaler Schutzstatus (NHV 1991)

Gebänderte Heidelibelle (*Sympetrum pedemontanum*)

Die Gebänderte Heidelibelle ist in der Schweiz vom Aussterben bedroht und hat im Kanton Schwyz am Sihlsee und am Lauerzersee je ein grosses Vorkommen. Beide Standorte haben für die Schweiz eine wichtige Bedeutung. Die Art besiedelt die flachen Uferbereiche von Seen mit Wasserstandsschwankungen und angrenzenden Flachmooren. Die Überwinterung findet im Eistadium statt, die Uferbereiche können im Winter austrocknen, müssen aber im Frühling und Frühsommer überflutet sein. Bei den systematischen Aufnahmen 2018 wurde festgestellt, dass die Art nahezu das gesamte Nordufer besiedelt (Abbildung 3.12). Wo sie sich genau entwickelt, konnte nicht festgestellt werden, da nur vereinzelt Jungtiere beobachtet wurden.

Sumpf-Heidelibelle (*Sympetrum depressiusculum*)

Sympetrum depressiusculum kommt unter anderem in Verlandungsbereichen von Seen in Tieflagen vor. Die Gewässer sind seicht, müssen im Frühling und Sommer Wasser führen und eine gut ausgebildete Emersvegetation aufweisen. Im Herbst und Winter trocknen die Gewässer meist aus. Die Art wurde an verschiedenen Stellen des Nordufers beobachtet. 2018 gab es, vermutlich aufgrund der Trockenheit, nur wenige Nachweise bei Schornen (Abbildung 3.12).

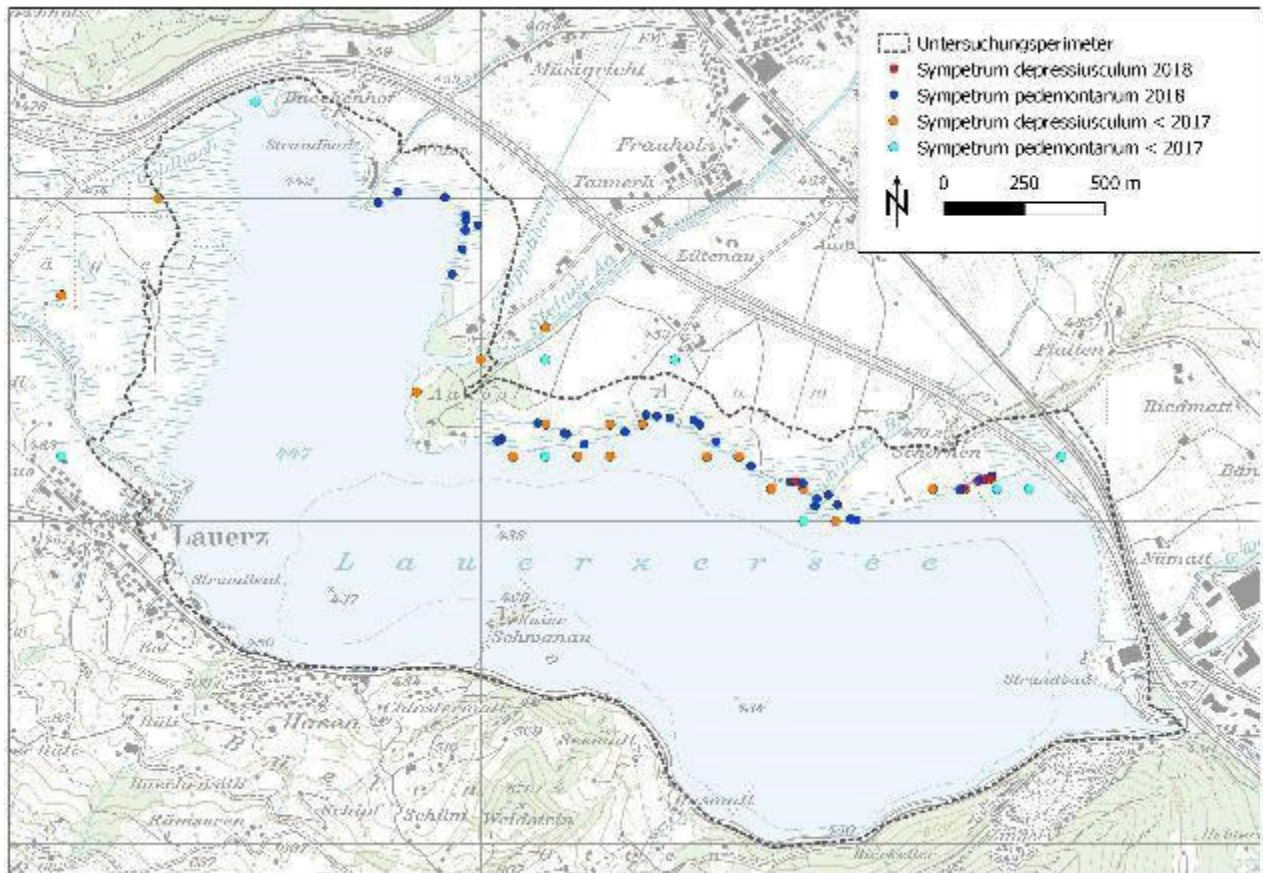


Abbildung 3.12: Aktuelle und ältere Beobachtungen der Sumpf-Heidelibelle (*Sympetrum depressiusculum*) und der Gebänderte Heidelibelle (*Sympetrum pedemontanum*) innerhalb des Projektperimeters.

Östlicher Blaupfeil (*Orthetrum albistylum*)

Der Östliche Blaupfeil ist eine wärmeliebende Pionierart. Er kommt hauptsächlich an kleinen, untiefen, stehenden oder langsam fließenden Gewässern mit Flachufern und offenen, gut besonnten Stellen vor. 2018 wurde die Art an mehreren Stellen im nördlichen Uferbereich beobachtet (Abbildung 3.13). Ob sie sich im Lauerzersee selbst oder in kleinen Gewässern des Uferbereichs fortpflanzt, ist nicht klar. In der ganzen Schweiz konnte sich der Östliche Blaupfeil in den letzten Jahren ausbreiten und ist deshalb zunehmend weniger gefährdet.

Westliche Keiljungfer (*Gomphus pulchellus*)

Die Westliche Keiljungfer besiedelt in der Schweiz hauptsächlich grössere Stehgewässer, kommt aber auch an Fließgewässern vor. Vom Lauerzersee gibt es mehrere Beobachtungen im Mündungsbereich der Steiner Aa. 2018 konnte dieses Vorkommen nicht bestätigt werden.

Geisterlibelle (*Boyeria irene*)

Boyeria irene kommt in der Schweiz nur an einigen Voralpenseen in Bereichen mit steilen Ufern vor. Vom Lauerzersee gibt es nur einzelne Beobachtungen aus dem Jahr 2003. Es wird vermutet, dass es sich hier um umherwandernde Individuen handelt und sich die Art im Gebiet nicht entwickeln kann (Fliedner & Fliedner 2011). 2018 wurde die Art nicht mehr beobachtet.

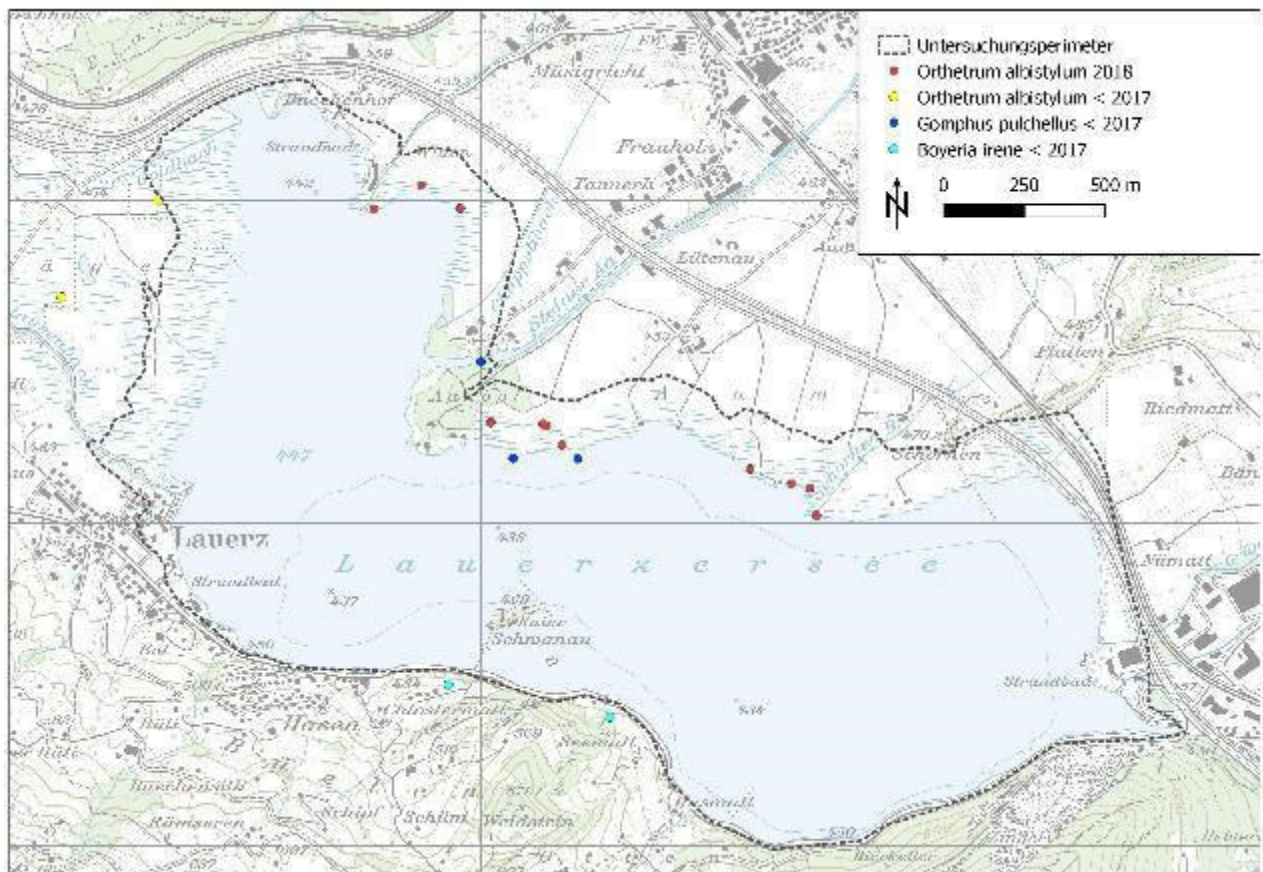


Abbildung 3.13: Aktuelle und ältere Beobachtungen des Östlichen Blaupfeils (*Orithetrum albistylum*), der Westlichen Keiljungfer (*Gomphus pulchellus*) und der Westlichen Geisterlibelle (*Boyeria irene*) innerhalb des Projektperimeters.

Eine Veränderung des Wasserhaushalts aufgrund des geplanten Wehrreglements wird hauptsächlich Auswirkungen auf die beiden Heidelibellen-Arten (*S. depressiusculum*, *S. pedemontanum*) haben. Für diese Arten ist eine ausreichend lange andauernde Überflutung der Uferbereiche und das Vorkommen von seichten Gewässern (Schlenken, Tümpel, Gräben) in der Uferzone im Frühling/Sommer (April-August) entscheidend, da sich die Larven in diesen Gewässern entwickeln. Zusätzlich sollen die Gewässer im Winter (September-März) austrocknen, um das Aufkommen konkurrenzstärkerer Arten und Prädatoren, wie z.B. Fischen, zu verhindern. Das Wehrreglement sollte deshalb so geplant werden, dass die beschriebenen Überflutungsprozesse sowie temporären Gewässer und gefluteten Uferbereiche möglichst erhalten werden.

3.2.7 Amphibien

Die Amphibien sind durch das Natur- und Heimatschutzgesetz sowie dessen Verordnung geschützt. Es handelt sich bei den meisten Amphibien um Rote Liste Arten, welche den Status gefährdet oder stark gefährdet aufweisen (BAFU 2005).

Amphibien laichen in offenen Wasserflächen von geeigneter Tiefe (Gräben, Tümpel, Nässezonen). Deren Anteil in einem Feuchtgebiet hängt direkt mit der Höhe des Wasserstandes zusammen. An einem unregulierten See unterliegt der Wasserspiegel regelmässigen Schwankungen. Im Uferbereich bewirkt ein hoher Wasserstand im Frühling die Überschwemmung von Riedgebieten und Streuwiesen, die ideale offene und seichte Laichgewässer bilden. Die gesamte kritische Phase bezüglich des Wasserstands (Fortpflanzungsperiode) dauert für die Amphibien von Mitte Februar bis Ende September. Der genaue Zeitraum ist artspezifisch. Ein Nachteil von überschwemmten Laichgewässern ist, dass Fische eingetragen werden, welche Amphibienlaich und Kaulquappen fressen.

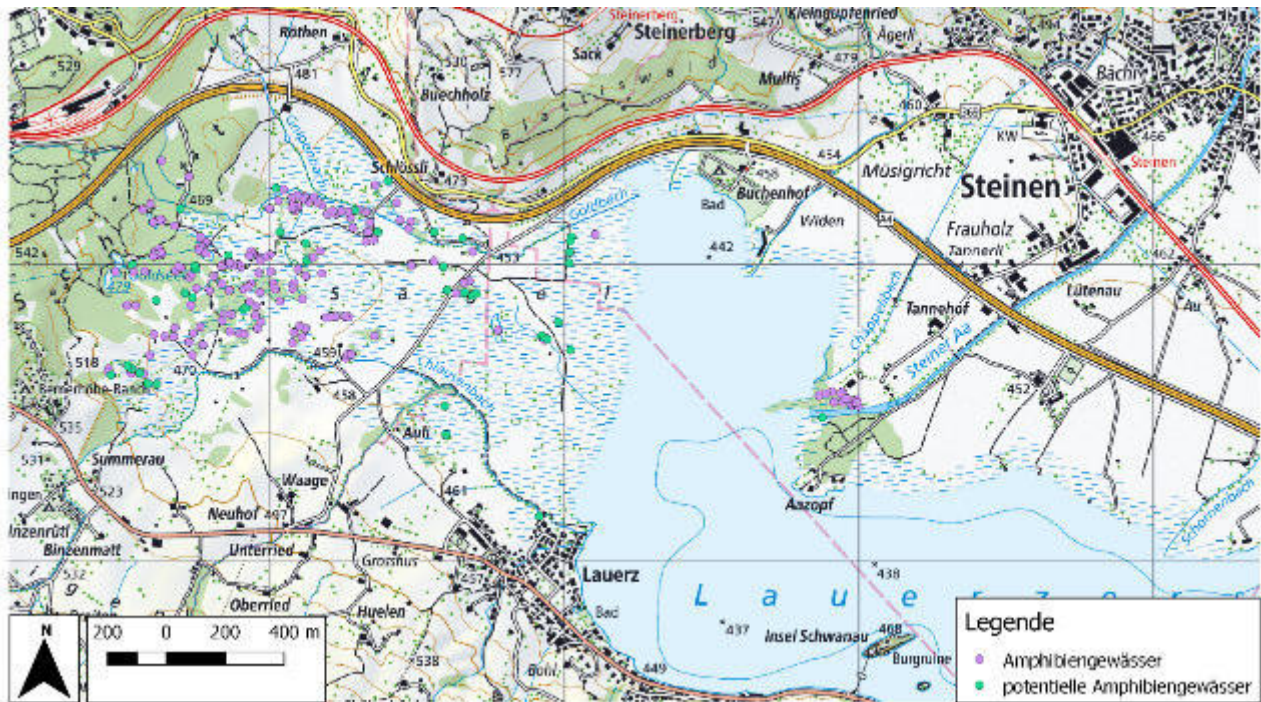


Abbildung 3.14 Amphibiengewässer (Amt für Natur, Jagd und Fischerei, Stand vom 14. Mai 2018).

Bei den Amphibien sind vor allem für die Gebiete Schutt und Aazopf gute Erhebungen vorhanden (siehe auch Karte in Abbildung 3.14 mit den bekannten Amphibiengewässern), die Datenlage im Uferbereich (Sägel und Nordufer, Schilfgürtel) war hingegen schlecht. 2019 wurde daher der Seeuferbereich des Lauerzsees auf Artenvielfalt und Bestandsgrössen untersucht (Anhang F). Die Tabelle 3.7 zeigt den Vergleich zwischen den Arten, die im Seeuferbereich vorkommen und von einer Seeregulierung betroffen wären, mit jenen des Hinterlandes. Im Einflussbereich der Seespiegelschwankungen und im See selber laichen bedeutende Amphibienbestände von mindestens vier, möglicherweise bis sechs Arten. Für den Fadenmolch kann man – obwohl bislang unbekannt – von der wohl grössten Teilpopulation im Kanton Schwyz ausgehen.

Seit 2007 wird zudem der Laubfrosch angesiedelt, mittlerweile gibt es Vorkommen im Aazopf sowie nördlich der Sägelstrasse. Der eingeschleppte Seefrosch ist eine Problemart und möglichst zurückzudrängen.

Amphibienarten	RL	Vorkommen Schutt-Sägel und Aazopf	Vorkommen Seeuferlaicher
Bergmolch (<i>Mesotriton alpestris</i>)	LC	gross	nicht vorhanden
Kammolch (<i>Triturus cristatus</i>)	EN	gross	nicht vorhanden
Fadenmolch (<i>Lissotriton helveticus</i>)	VU	gross	sehr gross
Gelbbauchunke (<i>Bombina variegata</i>)	EN	gross	klein
Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>)	VU	gross	gross
Laubfrosch (<i>Hyla arborea</i>)	EN	wieder ausgesetzt	nicht vorhanden
Wasserfrosch (<i>Rana lessonae</i> kl. <i>R. esculenta</i>)	NT	teils ausgesetzt	mittel
Seefrosch (<i>Rana ridibunda</i>)	NE	eingeschleppt	mittel
Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>)	LC	sehr gross	sehr gross

Tabelle 3.7 Artenspektrum der Amphibien im Schutt-Sägel-Aazopf sowie am Seeufer mit Einstufung gemäss Roter Liste (RL).

Adulte Amphibien sind sehr mobil, sie können innerhalb weniger Stunden auf einen Anstieg oder Rückgang des Seespiegels mit aktivem Wanderverhalten reagieren. Ein variabler Seespiegel hat aber grundsätzlich Auswirkungen auf das Vorkommen und die Grösse von möglichen Laichgewässern. Insbesondere temporäre Laichgewässer, die nicht mit dem Seekörper verbunden sind, sind sehr wertvoll, da sie keine Prädatoren wie Fische aufweisen und sich stärker erwärmen. Gerade Gelbbauchunke und Laubfrosch dürften von solchen Gewässern profitieren, benötigen aber für die Larvalentwicklung ein bis zwei Monate. Trocknet das Gewässer vorher aus, bestehen kaum Überlebenschancen. Die Anforderungen an ein Wehreglement aus Sicht der Amphibien sind im Kap. 5.7 dargelegt.

3.2.8 Vögel

Zugzeit: Die Feuchtgebiete um den Lauerzersee sind im Inventar der Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung nicht aufgeführt (WZVV), der Lauerzersee wird aber von der Schweizerischen Vogelwarte als bedeutender Rastplatz für Limikolen (Watvögel) beurteilt. In den Feuchtgebieten des Lauerzersees werden seit 1992 regelmässig die Brutvögel kartiert (ausser 2004 und 2005). Der Perimeter umfasst den Schutt, Sägel, Widen und Aazopf. Weiter gibt es Zufallsbeobachtungen, die von der Schweizerischen Vogelwarte Sempach gesammelt werden.

Brutzeit: In den letzten 10 Jahren wurden folgende typischen Arten kartiert (Angabe in Klammer: minimale/maximale Brutpaarzahl): Höckerschwan (0/2), Stockente (13/25), Haubentaucher (8/49), Graureiher (7/14), Schwarzmilan (1/3), Wasserralle (0/3), Tüpfelsumpfhuhn (0/2), Teichhuhn (1/3), Blässhuhn (6/26), Eisvogel (0/3), Kleinspecht (0/3), Wasseramsel (0/3), Feldschwirl (0/3), Rohrschwirl (0/4), Sumpfrohrsänger (62/117), Teichrohrsänger (31/42), Drosselrohrsänger (0/1), Pirol (0/1), Rohrammer (27/41). Seit ornithologische Beobachtungen festgehalten wurden, sind die nachfolgend aufgeführten Brutvögel aus dem Gebiet verschwunden: Zwergtaucher, Zwergdommel, Reiherente, Kiebitz, Grosser Brachvogel, Baumpieper, Grauammer, Nachtigall.

Winter: Da der Lauerzersee im Winter gefriert, weist er nur sehr geringe Wasservogelbestände auf.

Daraus ergibt sich, dass die Vögel sowohl während der Zug- als auch der Brutzeit durch ein Wehreglement beeinträchtigt werden können. Der Winter hingegen stellt keinen problematischen Zeitraum dar.

Bereits im Ist-Zustand treten starke Pegelschwankungen auf. Die durch die Regulierung verursachten Wasserspiegelschwankungen bei den Hochwasserspitzen dürften sich eher positiv auf den Bruterfolg auswirken,

da Nester weniger überflutet werden. Falls jedoch Veränderungen in der Vegetation auftreten, könnte dies für Brutvögel nachteilig beim Angebot an geeigneten Nahrungs- und Nistplätzen sein. Für Limikolen könnte eine Verkleinerung der Wassergrenze aufgrund der Regulierung bei längerer Dauer unter Umständen ein geringeres Angebot an geeigneten Nahrungsflächen zur Folge haben. Ein umweltverträgliches Wehrreglement sollte daher einen möglichst geringen Einfluss auf den Bruterfolg der Schilfbrüter und die Nahrungsflächen für die Zugvögel während der Zugzeit haben (siehe Kap. 5.8).

3.2.9 Umweltgefährdende Organismen / Neophyten

Im Sägel sind in erster Linie Nachweise der Goldruten (*Solidago gigantea/canadensis*) zu finden sowie ein Nachweis des Riesenbärenklaus (*Heracleum mantegazzianum*). Im Aazopf kommen Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*), Knöterich (*Reynoutria japonica*) und Goldruten vor, beim Chäppelibach ist Japanischer Staudenknöterich nachgewiesen. Am Südufer gibt es vereinzelte Nachweise vom Japanischen Staudenknöterich (*Reynoutria japonica*), vom Essigbaum (*Rhus typhina*), der Kanadischen Goldrute (*Solidago canadensis*), vom Sommerflieder (*Buddleja davidii*) und vom Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*); letztere vor allem in und um Lauerz. Auf der Insel Schwanau sind weit oberhalb des Höchstwasserstandes Funde des Sommerflieders (*Buddleja davidii*) bekannt. Diese Befunden konnten auch bei den Feldkartierungen 2018 und 2019 bestätigt werden. Im Bereich Sägel sind auf Teilflächen fast reine Goldrutenbestände vorhanden, welche jeweils im Sommer gemäht wurden.



Abbildung 3.15 Situation Neophyten um den Lauerzersee (Webgis Kanton Schwyz; Abfrage 8.6.2020. Relevante Arten: Gelb: Kanadische oder Spätblühende Goldrute; hellgrün: Knöteriche, rosa: Drüsiges Springkraut; violett: Sommerflieder, hellblau: Riesen-Bärenklau

Insgesamt wird dieser Aspekt als wenig kritisch betrachtet, da der Bau des Wehrs nicht beurteilt wird. Bei baulichen Eingriffen ist die Gefahr einer Verschleppung von Neophyten und die Ausbreitung auf den durch

den Bau verursachten offenen Flächen jeweils gross. Aufgrund einer Änderung der Bodenfeuchte durch ausbleibende Hochwasser könnten sich jedoch einige Arten wie z.B. die Goldrute in den Flachmoorflächen ausbreiten. Die Goldrute verbreitet sich gerne in Hochstauden-Lebensräumen und könnte stark von trockeneren Verhältnissen profitieren. Für eine eventuelle Ausbreitung wären aber nicht seltene Hochwassersituationen entscheidend, sondern die häufig auftretenden Hochwasser. Die nur vereinzelt vorkommenden Arten wie Knöterich, Sommerflieder und Drüsiges Springkraut sind am besten durch gezieltes Jäten/Ausbaggern einzudämmen. Sie werden kaum durch Hochwassersituationen beeinflusst.

Ein umweltverträgliches Wehrreglement soll daher keinen Einfluss auf die Bodenfeuchte bzw. Häufigkeit und Ausdehnung der bis und mit zweijährlichen Hochwasser haben. Ein nur sehr selten auftretendes Hochwasser dürfte nur geringen Einfluss auf die Besiedelung mit Neophyten (Goldruten) haben, da in der Regel ein grosses Samenpotential im Boden vorhanden ist, und sich Neophyten nach dem seltenen Hochwasser wieder ausbreiten können. Damit sind die seltenen Hochwasser, anders als die häufigen Hochwasser, vermutlich für die Eindämmung/Ausbreitung von Goldruten wenig relevant. Alle Hochwassersituationen können jedoch zu einer Verbreitung der Japanischen Knöteriche führen, da oft kleine Wurzelstücke «verschleppt» werden und dadurch neue Bestände entstehen können. Die Anforderungen an ein Wehrreglement sind im Kap. 5.9 dargelegt.

4. Zielformulierungen Nutzungen

Wie in Kap. 2.2.1 ausgeführt, beschränken sich die Zielkriterien Nutzung auf die Verfügbarkeit von Infrastruktur und auf die Monetarisierung des Schadens, welcher im Falle eines Hochwassers reduziert werden kann (Hochwasserschutz).

4.1 Hochwasserschutz

Unter dem Zielbereich «Hochwasserschutz» wird der Untersuchungsperimeter erweitert: Neben dem Lauerzersee werden auch die Auswirkungen auf die Hochwasserschäden an der Seeweren und dem Vierwaldstättersee gleichwertig berücksichtigt. Für die Abschätzung der Schadenssummen kann auf bestehende Grundlagen zurückgegriffen werden.

In einem Grundlagenpapier (beffa tognacca gmbh 2010) wurde das Schadenpotential am Lauerzersee (total 122 Objekte) und entlang der Seeweren (total 34 Objekte) ermittelt. Zum Einsatz kam damals das Programm EconoMe v2.0. Als Vergleich sind zusätzlich in Klammern die Werte mit der aktuellen Version 5.0 angegeben. Die nach dem Hochwasser im Jahr 2005 ergriffenen Massnahmen sind berücksichtigt (Tabelle 4.1).

Wiederkehrperiode [Jahre]	Pegel [m ü.M.]	Schadenssumme [Mio. CHF]
10	448.75	4.1 (4.7)
30	449.20	6.8 (6.5)
100	449.60	11.6 (11.2)
300	450.00	18.1 (19.1)

Tabelle 4.1 Hochwasserpegel im Lauerzersee und zugehörige Schadenssumme, Stand 2010, EconoMe 2.0 (EconoMe 5.0 in Klammern)

Der jährliche Schadenerwartungswert beträgt 0.57 Mio. CHF. Mit der aktuellen Version EconoMe 5.0 würde ein geringfügig höherer Wert von 0.60 Mio CHF/a resultieren, was einem Plus von 5% entspricht. Die geringe Abweichung liegt innerhalb des Streubereichs der Schadenwerte, weshalb auf eine Neuberechnung der Risiken einschliesslich Aktualisierung der im Jahre 2010 erfassten Objekte verzichtet wurde. Geringe Nutzungsbehinderungen treten bereits ab dem mittleren jährlichen Hochwasserpegel (448.20 m ü.M.) auf. Als Schadensschwellenwert kann ein Pegel von 448.40 m ü.M. angenommen werden. Dies entspricht einem Pegel, wie er zirka alle 4 Jahre erreicht oder überschritten wird.

Die Hochwasserschäden entlang der Seeweren (Lauerzersee bis Muota) werden neben dem Seeausfluss auch durch den Nietenbach und den Rückstau durch die Muota beeinflusst.

Wiederkehrperiode [Jahre]	Seeausfluss [m³/s]	Schadenssumme [Mio CHF]
30	23	2.2 (2.3)
100	29	5.9 (6.2)
300	36	8.5 (8.7)

Tabelle 4.2 Schadenssumme Seeweren (Lauerzersee– Muota), Stand 2010, EconoMe 2.0 (EconoMe 5.0 in Klammern)

Der jährliche Schadenerwartungswert entlang der Seeweren beträgt 0.12 Mio CHF (auf zwei Nachkommastellen identische Werte für EconoMe 2.0 und 5.0). Die Abflussführung der Muota bleibt vom Abfluss der Seeweren weitestgehend unbeeinflusst: Bei Hochwasser der Muota wird die Seeweren zurückgestaut; es findet eine „natürliche“ Drosselung statt. Der Abflussanstieg der Seeweren erfolgt zudem verlangsamt infolge der

Retentionswirkung des Lauerzersees. Die Auswirkungen einer Regulierung des Lauerzersees auf die möglichen Schäden entlang der Muota können deshalb vernachlässigt werden.

Dies gilt hingegen nicht für die Risikoverlagerung zum Vierwaldstättersee, welche im Folgenden untersucht wird. Das Schadenausmass in den von Hochwassern des Vierwaldstättersees betroffenen Flächen wurde durch den Kanton Luzern (vif) mittels der Methode EconoMe ermittelt.

Pegel Vierwaldstättersee [m ü. M.]	Schadenausmass [Mio CHF]
434.60	21.0
434.85	45.5
435.05	115.8
435.25	388.6

Tabelle 4.3 Schadensummen Vierwaldstättersee (Angaben vif, 16.9.2014)

Massgebend für den Zielbereich ist die Summe der Hochwasserschäden im Untersuchungsperimeter.

Zielkriterium: Reduktion Gesamtschadenssumme (Lauerzersee, Seeweren, Vierwaldstättersee)

Minimalziel: Verhältnis der Schadensminderung im Gesamtsystem > Investitionskosten

4.2 Verfügbarkeit Infrastruktur

Insgesamt umgeben drei verschiedene im öffentlichen Interesse liegende Strassenklassen den Lauerzersee. Die Naturgefahrenstrategie des Kantons Schwyz (Revidierte Version September 2019) weist auf Seite 59 entsprechende Objektkategorien und Verfügbarkeitsansprüche für Liniennutzungen aus. Diese Ansprüche wurden als Zielsetzungen für die Verfügbarkeit der Infrastrukturen übernommen.

Verfügbarkeit Infrastruktur Nationalstrasse (Objektkategorie 2.2)

Zielkriterium: Reduktion der Häufigkeit und Dauer des Verfügbarkeitsausfalls

Minimalziel: keine Überflutung bei < HQ3
bis max. 1 Tag Überflutung bei HQ10
bis max. 7 Tage Überflutung bei HQ300

Verfügbarkeit Infrastruktur Kantonsstrasse (Objektkategorie 3.1)

Zielkriterium: Reduktion der Häufigkeit und Dauer des Verfügbarkeitsausfalls

Minimalziel: bis max. 1 Tag Überflutung bei HQ3
bis max. 7 Tage Überflutung bei HQ100 (ggf. HQ30)

Verfügbarkeit Infrastruktur Bezirksstrasse (Objektkategorie 3.2)

Zielkriterium: Reduktion der Häufigkeit und Dauer des Verfügbarkeitsausfalls

Minimalziel: bis max. 1 Tag Überflutung bei HQ3
bis max. 7 Tage Überflutung bei HQ30

5. Zielformulierungen Biosphäre

Der UVB-Voruntersuchungsbericht (CSD Ingenieure AG, 21.09.2018) bildet die Grundlage für die Auswahl der relevanten Zielbereiche bei der Biosphäre. Die Auswahl und damit auch die Beschränkung auf die wichtigsten und aussagekräftigsten Zielbereiche sowie die Kriterien wurden mit den kantonalen Fachstellen abgesprochen.

Für den Bereich Biosphäre wurde auf Hierarchiestufen verzichtet, da kaum zweckmässige Gruppierungen der Zielbereiche möglich sind. Hingegen wurde eine Gewichtung vorgenommen (siehe Kap. 6.2).

Im Folgenden wird häufig auf Überschwemmungsflächen Bezug genommen. Sofern nicht explizit ein anderer Bezugspunkt genannt wird, handelt es sich um diejenige Fläche, die ab einer Kote von 447.05 m ü.M. überschwemmt wird.

Zwischen dem Seepegel und der überschwemmten Fläche besteht in dem betrachteten Bereich von 447.45 m ü.M. bis 448.50 m ü.M. ein starker linearer Zusammenhang ($R^2 = 0.9994$). Die lineare Regression wurde verwendet, um mithilfe des GIS Umrechnungen zwischen definierten Koten bzw. Überschwemmungsflächen zu rechnen. Verwendet wurde dabei das 2m Raster von SwissALTI3d.

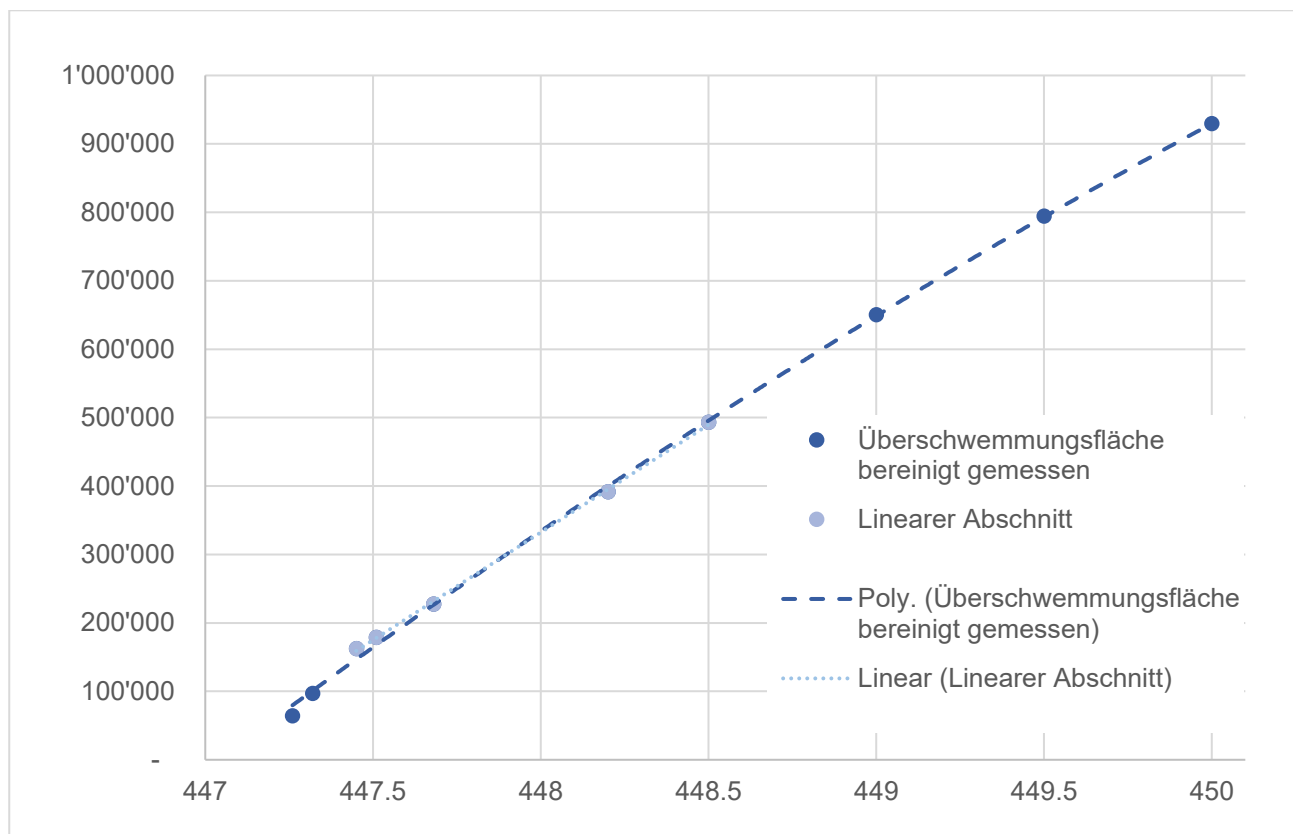


Abbildung 5.1 Zusammenhang zwischen dem Seepegel (x-Achse) und der überschwemmten Fläche (y-Achse, m²). Zwischen 447.45 m ü.M. und 448.50 m ü.M. besteht ein starker linearer Zusammenhang ($R^2 = 0.9994$).

5.1 Natürliches, nicht reguliertes Wasserregime

Gemäss BLN ist das natürliche Wasserregime zu erhalten. Dabei ist zu beachten, dass damit auch eine künstliche Verlängerung von Überflutungsperioden unzulässig ist. Daher kommt nur ein Wehrreglement in

Frage, das möglichst spät eingreift und mindestens zweijährliche Überschwemmungen nicht beeinflusst, um höchstens Veränderungen im tiefen einstelligen Prozentbereich zu verursachen (1% = im langjährigen Schnitt 3.65 Tage mit verändertem Seepegel pro Jahr).

Zielkriterium: Abweichung vom natürlichen Wasserregime

Minimalziel: Die Dauerkurve ≤ 448.05 wird nicht beeinflusst.

Teilkriterien: Anhand der Dauerkurve wird aufgezeigt, wieviel Prozent Abweichung die Bestvariante im Vergleich zum unbeeinflussten Zustand hat. Die Abweichung darf höchstens 5 % betragen.

5.2 Flachmoorhydrologie

Um die empfindliche Flachmoorvegetation nicht zu beeinträchtigen, muss der zukünftige Seespiegel möglichst dem natürlichen Regime entsprechen: Der mittlere Wasserspiegel und das natürliche Regime der Schwankungen des Lauerzersees müssen erhalten bleiben. Wie in Kapitel 3.2.2 aufgezeigt wird, haben die natürlichen Schwankungen des Lauerzersees bis zu einer Kote von 448.2 m ü.M. (entspricht einer jährlichen Überflutungsdauer von 1.75 d resp. eines Ereignisses mit einer zweijährigen Wiederkehrperiode) einen starken bis mässigen Einfluss auf den Wasserhaushalt der Moorfläche. Der Moorwasserspiegel über dieser Kote wird hauptsächlich durch Niederschlag- und Hangwasser geprägt. Hochwasserereignisse, welche nur sehr selten und unregelmässig vorkommen (> 2 Jahre), haben somit einen mit grosser Wahrscheinlichkeit vernachlässigbaren Einfluss auf den quantitativen Wasserhaushalt der Flachmoore. Trotzdem sollten entsprechende Ereignisse soweit wie möglich erhalten bleiben, da sie durch den Eintrag von Sedimenten einen Einfluss auf die Zusammensetzung der Vegetation haben können.

Für die Entwicklung der Fauna und Flora in den Moorflächen am Lauerzersee ist insbesondere die Vegetationsperiode entscheidend (1. März-31. Oktober). Gleichzeitig treten die Seespiegelschwankungen hauptsächlich im Verlauf der Vegetationsperiode auf. Aus diesen Gründen muss das natürliche Regime des Lauerzersees insbesondere während diesem Zeitraum erhalten bleiben. Aufgrund dieser Schlussfolgerungen wurden die Zielformulierungen wie folgt formuliert:

Zielkriterium: Keine quantitative Veränderung der hydrologischen Bedingungen der Flachmoore, der Gebietswasserhaushalt muss erhalten bleiben (juristische Vorgabe Art. 5 Abs. 2g, Flachmoorverordnung)

Minimalziel: Der mittlere Wasserspiegel bleibt erhalten, die auftretenden Seespiegelschwankungen werden während der Vegetationsperiode (1. März – 31. Oktober) nicht oder nur quantitativ vernachlässigbar verändert. Regelmässige Überschwemmungsereignisse bleiben in ihrer Häufigkeit erhalten.

Teilkriterien: Die dem natürlichen Regime entsprechenden Schwankungen des Seespiegels, die eine Häufigkeit von ≤ 2 Jahren (Kote von ca. 448.20 m ü.M.) aufweisen, bleiben während der Vegetationsperiode (1. März – 31. Oktober) erhalten. Es sind keine Abweichungen oder nur vernachlässigbare Abweichungen vom natürlichen Regime in Bezug auf die Überflutungsdauer und Überflutungshäufigkeit zulässig. Als keine oder nur vernachlässigbare Veränderung wird ein Richtwert von 5 % definiert (Vergleich max. 10 %, Richtwert Sarnersee).

Regelmässig auftretende Überschwemmungsereignisse während der Vegetationsperiode (1. März – 31. Oktober), die eine Häufigkeit von > 2 Jahren (Kote von ca. 448.20 m ü.M.) aufweisen, bleiben erhalten und werden nicht vollständig verhindert.

Der mittlere Wasserspiegel (Median) bleibt erhalten.

5.3 Grundwasser

Das Grundwasser hat zusammen mit den Niederschlägen für die oberhalb des Seepiegels liegenden Vegetationstypen eine wichtige Bedeutung. Die installierten Grundwasserspiegelmessungen reagieren rasch auf Regenereignisse. Die Grundwasserspiegel zeigen Schwankungen parallel zum Lauerzerseepegel, reagieren jedoch zeitlich rund einen halben Tag vor demjenigen des Lauerzersees. Ein Wehrrglement sollte die festgestellten Interaktionen zwischen Regenereignissen und Grundwasserspiegel sowie Seepiegel und Grundwasserspiegel bis zu einem gewissen Wasserstand (z.B. zweijährliches Hochwasser) nicht beeinflussen, damit der Wasserhaushalt weiterhin zum grössten Teil natürlich beeinflusst bleibt

Zielkriterium: Aufgrund des Wehrs abgesenkter mittlerer Grundwasserspiegel

Minimalziel: Gegenüber dem unbeeinflussten Zustand wird der mittlere Grundwasserspiegel nicht oder nur unwesentlich abgesenkt.

Teilkriterien: Der mittlere Grundwasserspiegel wird bis zu einer Terrainhöhe von 451 m ü.M. gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 1 cm abgesenkt.

5.4 Hecht

Der Hecht wurde als repräsentative und sensitive Fischart für die Bestvariantenwahl ausgewählt, da er auf überschwemmten Uferzonen oder anderen pflanzenreichen Stellen im flachen Wasser laicht. Als potenzielles Laichhabitat gelten überschwemmte Flächen, wenn sie zwischen März und Mai 10-30 Tage überschwemmt sind (d.h. 120-140 Tagesgrade erreicht werden).

Zielkriterium: Häufigkeit von Jahren mit deutlich verringerter Fläche an potentielltem Laichhabitat für den Hecht

Minimalziel: Das potentielle Laichhabitat wird gegenüber dem unbeeinflussten Zustand während der Laichzeit nicht oder nur geringfügig beeinflusst.

Teilkriterien: Das potentielle Laichhabitat wird für ein zweijährliches Ereignis (HQ2) gegenüber dem unbeeinflussten Zustand während der Laichzeit nicht reduziert.

Das potentielle Laichhabitat darf für ein fünfjährliches Ereignis (HQ5) gegenüber dem unbeeinflussten Zustand während der Laichzeit nur um 5% in der Flächenbilanz geschmälert werden.

5.5 Flora

Es werden nur Arten, die auf trockenere Verhältnisse negativ reagieren, betrachtet.

2019 wurden Feuchtgebietsarten mit nationaler Priorität im gesamten Perimeter der Flachmoore aufgenommen. Auffallend ist, dass im Überschwemmungsbereich des Sees (Grossseggenriede und Röhrichte) weniger Arten von nationaler Priorität gefunden wurden. In diesen Bereichen wurden keine Arten festgestellt, die nicht auch in den höher liegenden Gesellschaften angetroffen wurden. Hingegen finden sich oberhalb der Strasse Arten der Feuchtgebiete, die nicht im direkten Überschwemmungsbereich vorkommen. Artenreich sind vor allem die Pfeifengraswiesen und ihre Übergänge. Sie liegen landeinwärts des direkten Überschwemmungsbereichs.

Die Auen im Aazopf entlang der Steiner Aa und im Deltabereich sind den Weichholzaunen zuzuordnen. Landeinwärts finden sich Hartholzaunen. Vor allem die Weichholzaunen sollten jährlich überschwemmt werden. Die Hartholzaunen sind diesbezüglich weniger empfindlich.

Bezüglich Auen kann postuliert werden, dass Wasserstände, die die empfindlicheren Flachmoore nicht negativ tangieren, auch keine Auswirkungen auf die Auen haben.

Für die spezifischen Arten der Flachmoore ist es wichtig, dass sie häufig überschwemmt werden oder die Böden zur Vegetationszeit nass sind. Für die Situation am Lauerzersee gilt daher hinsichtlich des Wehrreglements, dass die häufigen Überschwemmungen zur Vegetationszeit erhalten bleiben sollen. Sehr seltene Überschwemmungen dürften sich weniger auf die Vegetation/Flora der Flachmoore auswirken.

- Zielkriterium:** Häufigkeit von Wasserständen, die Populationen von national prioritären Arten beeinträchtigen. Als Basis dient die Kartierung der prioritären Arten von 2019.
- Minimalziel:** Die Verbreitung der prioritären Arten in den Flachmooren ändert sich nicht wesentlich und Jahre mit Wasserständen, die sich negativ auswirken, werden nicht häufiger. Zudem bleiben die Weichholzaunen im Deltabereich der Steiner Aa in ihrer heutigen Ausdehnung erhalten. Im langjährigen Mittel werden somit bis und mit zweijährliche Hochwasser (HQ2) nicht beeinflusst. Seespiegelschwankungen werden während der Vegetationsperiode von März bis Oktober nicht oder kaum (< 5%) verändert. Regelmässige Überschwemmungsereignisse bleiben erhalten.
- Teilkriterien:** Die ein bis zweijährlichen Hochwasser (Kote von etwa 448.20) bleiben während der Vegetationsperiode erhalten.
- Die fünfjährigen Hochwasser dürfen nur wenig verändert werden (5% bei einer Kote von 448.50).

5.6 Libellen

Die Zielkriterien werden aufgrund der beiden am höchsten gefährdeten Arten (Sumpf-Heidelibelle und Gebänderte Heidelibelle) definiert, da diese sich im Uferbereich/Verlandungsbereich des Sees entwickeln und auf Wasserstandschwankungen sowie temporäre, im Winter austrocknende Kleingewässer und Uferzonen angewiesen sind. Für beide Arten ist wichtig, dass die jährlichen Überflutungen der Kleingewässer im Verlandungsbereich sowie der Uferzonen im Frühjahr/Sommer (April-August) erhalten bleiben und mindestens gleich lang und häufig sind wie vor der Regulierung. Für eine erfolgreiche Larvenentwicklung müssen die Kleingewässer und Uferzonen während mindestens zwei bis drei Monaten (April-August) durchgehend Wasser führen. Das komplette Austrocknen der Larvenhabitate im Herbst/Winter (September-März) soll gemäss dem heutigen, unbeeinflussten Zustand ebenfalls erhalten bleiben, damit die Larven vor Konkurrenten und Prädatoren, wie z.B. Fischen, möglichst geschützt sind.

Das Ausbleiben von seltenen extremen Hochwasserereignissen (bzw. das Kappen von Hochwasserspitzen) ist für Libellenarten im Verlandungsbereich vernachlässigbar.

- Zielkriterium:** Überflutungsdauer der Flachufer im Frühjahr/Sommer (April - August) und Anzahl der potentiellen Larvenhabitate, d.h. überflutete Geländesenken im Uferbereich, sowie im Winter (Sep. – März) austrocknende Kleingewässer und Flachufer.
- Minimalziel:** Das potentielle Larvenhabitat (Flachufer und Geländesenken im Uferbereich) wird gegenüber dem unbeeinflussten Zustand im Frühjahr/Sommer (April - August) sowohl in der Überflutungsdauer als auch in der Anzahl/Fläche unwesentlich reduziert.
- Komplett ausgetrocknete Uferbereiche im Herbst / Winter (Sep. – März) sind nicht weniger häufig als im Ausgangszustand.
- Teilkriterien:** Das potentielle Larvenhabitat (60 bzw. 90 Tage dauernde Überschwemmung von Geländesenken im Uferbereich) wird gegenüber dem unbeeinflussten Zustand im Frühjahr/Sommer (April - August) bei einem zweijährlichen Ereignis (HQ2) in der Anzahl nicht reduziert.

Komplett ausgetrocknete Uferbereiche im Herbst / Winter (Sep. – März) sind nicht weniger häufig als im Ausgangszustand.

Das potentielle Larvenhabitat (Geländesenken im Uferbereich) darf gegenüber dem unbeeinflussten Zustand während der Larvenzeit für ein fünfjähriges Ereignis (HQ5) nur um 5% in der Flächenbilanz (Anzahl und Ausdehnung der Geländesenken) geschmälert werden.

5.7 Amphibien

Im Rahmen der zusätzlichen Grundlagenerhebung wurde das nordwestliche bis nordöstliche Seeufer genauer untersucht, da hier bis anhin noch nie systematisch Daten erhoben wurden. Dabei wurden folgende Hauptarten identifiziert: Fadenmolch (VU), Erdkröte (VU), Grasfrosch. Mit viel geringeren Individuenzahlen wurden folgende Arten nachgewiesen: Gelbbauchunke (EN), Wasserfroschkomplex.

Durch die Seeregulierung können die Anzahl temporärer Kleinstgewässer während der Laichzeit sowie die Prädation von Laich und Larven v.a. durch Eintrag von Fischen in die Kleinstgewässer während der Laichzeit beeinflusst werden.

Gemäss Art. 6, Abs. 1 und 2 der Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Verordnung; AlgV) vom 15. Juni 2001 lauten die Schutzziele: In ihrer Qualität und Eignung als Amphibienlaichgebiete sowie als Stützpunkte für das langfristige Überleben und die Wiederansiedlung gefährdeter Amphibienarten sind die ortsfesten Objekte ungeschmälert und die Wanderobjekte funktionsfähig zu erhalten. Zum Schutzziel gehören insbesondere die Erhaltung und Förderung (a) des Objekts als Amphibienlaichgebiet, (b) der Amphibienpopulationen, die den Wert des Objekts begründen und (c) des Objekts als Element im Lebensraumverbund.

Zielkriterium: Häufigkeit mit deutlich vermindertem Aufkommen von Amphibien bzw. Trockenfallen von Laichgebieten

Minimalziel: Das potentielle Laichhabitat (Geländesenken im Uferbereich und andere Kleinstgewässer) wird gegenüber dem unbeeinflussten Zustand während der Laichzeit (letzte Februarwoche - erste Augustwoche) nicht reduziert.

Teilkriterien: Das potentielle Laichhabitat (Geländesenken im Uferbereich und andere Kleinstgewässer) wird für ein zweijährliches Ereignis (HQ2) gegenüber dem unbeeinflussten Zustand während der Laichzeit (letzte Februarwoche - erste Augustwoche) sowohl in der Dauer als auch in der Fläche nicht reduziert.

Die Anzahl und Fläche der Kleinstgewässer, deren Abfluss zwischen 448.20 m ü.M. und 448.49 m ü.M. liegt, wird in Jahren mit Hochwasserereignis $HQ \leq 5$ höchstens um 5% geschmälert.

5.8 Vögel

Vor allem Limikolen aus dem Norden Europas rasten in der Schweiz an seichten See- und Flussufern, auf Riedwiesen oder auf vernässtem Kulturland. Schilfbrüter wie Haubentaucher oder Blässhuhn bauen häufig schwimmende Nester, die bei einem Wasseranstieg unbehelligt bleiben, beim Trockenfallen jedoch oft verlassen werden. Im Schilf brütende Singvögel halten beim Nestbau einen gewissen Abstand zur Wasseroberfläche ein. Ist der Seepiegel zur Zeit des Nestbaus tief, so werden die Nester ebenfalls tief gesetzt und sind gegenüber einem Wasseranstieg stark ausgesetzt. Die natürlichen Wasserschwankungen sollten daher während der Brut- und Zugzeit mindestens bis zu den jährlichen Hochwassern möglichst nicht beeinflusst werden.

Zielkriterium: Bruterfolg der Schilfbrüter sowie Fläche zur Nahrungssuche während der Zugzeit.

- Minimalziel: Verhindern eines stark verminderten Bruterfolges der Schilfbrüter sowie einer stark verkleinerten Fläche zur Nahrungssuche während der Zugzeit
- Teilkriterien: Die überschwemmte Fläche wird für ein zweijährliches Ereignis (HQ2) gegenüber dem unbeeinflussten Zustand während der Brut- (April – Juli) und Zugzeit (März – Mai; Juli – Okt.) sowohl in der Dauer als auch in der Anzahl nicht reduziert.
- Die überschwemmte Fläche darf für ein fünfjähriges Ereignis (HQ5) gegenüber dem unbeeinflussten Zustand während der Brut- und Zugzeit (März – Okt.) nur je um 10 % in der Flächenbilanz geschmälert werden.

5.9 Neophyten

Wenn sich durch die Regulierung Änderungen in der Bodenfeuchte/seltenere Überschwemmungen ergeben, könnte dies zu einer Verbreitung von Invasiven Neophyten führen, da die vorkommenden Arten (mit Ausnahme des Drüsigen Springkrautes) eher durchschnittliche Standorte besiedeln. Dies ist insbesondere für die Goldrute, die zum Teil bereits flächendeckend im Sägel vorkommt, wichtig. Zur Eindämmung der Ausbreitung dieser Arten sind vor allem die häufig vorkommenden Überschwemmungen wichtig. Die seltenen Überschwemmungen dämmen diese Arten in ihrer Verbreitung kaum ein.

- Zielkriterium: Verbreitung Neophyten verhindern
- Minimalziel: Die Neophyten dürfen sich aufgrund trockenerer Verhältnisse nicht ausbreiten.
- Teilkriterien: Der mittlere Seepiegel darf sich gegenüber dem unbeeinflussten Zustand nicht oder nur unwesentlich ändern. Häufige Überschwemmungen dürfen nicht seltener werden,

6. Präferenzierung

Der paarweise Vergleich erfolgt auf gleicher Hierarchiestufe gemäss Kap. 2.2. Eine Präferenz von 1:1 bedeutet, dass die Aspekte gleich zu gewichten sind, eine Präferenz von 9:1 entspricht der grösstmöglichen Differenz in der Gewichtung des Aspektes.

6.1 Präferenzierung der Nutzungsbereiche

Für den Bereich «Hochwasserschutz» bestehen keine gesondert zu betrachtende Teilbereiche. Jedoch bestehen für den Bereich «Verfügbarkeit der Infrastruktur» drei Teilbereiche, welche in einer zweiten Hierarchiestufe verglichen werden.

6.1.1 Erste Hierarchiestufe

Auf der ersten Hierarchiestufe werden der Hochwasserschutz und die Verfügbarkeit der Infrastruktur verglichen.

Zur Erfüllung des Anforderungsprofils an ein Hochwasserschutzprojekt und somit der Geltendmachung von finanziellen Beiträgen durch den Bund und den Kanton haben die Massnahmen ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis aufzuweisen. Es ist dem Hochwasserschutz somit ein hohes Gewicht beizumessen.

Die Verfügbarkeit der Erschliessungen kann grösstenteils über Alternativrouten sichergestellt werden, weshalb ein temporärer Unterbruch in der Gesamtbetrachtung hinnehmbar erscheint.

- Vergleich Hochwasserschutz mit Verfügbarkeit Infrastruktur Präferenz 3:1

	HWS	Infr
Hochwasserschutz	1	3
Verfügbar. Infrastruktur	0.33	1

Tabelle 6.1 Präferenz Nutzung 1. Hierarchiestufe: 1 = gleiche Bedeutung, 3 = etwas grössere Bedeutung, 5 = erheblich grössere Bedeutung, 7 = sehr viel grössere Bedeutung, 9 = grösstmöglicher Unterschied

6.1.2 Zweite Hierarchiestufe Verfügbarkeit Infrastruktur

Die Nationalstrasse stellt eine der wichtigsten Verkehrsachsen der Schweiz dar und genießt somit ein nationales Interesse der Verfügbarkeit.

An den überfluteten Bereich der Kantonsstrasse zwischen Seewen und Lauerz stossen nur wenige Landwirtschaftsbetriebe und Wohnhäuser an, welche insbesondere bei den Landwirtschaftsbetrieben über eine Alternativerschliessung über die Bergstrasse verfügen. Das Dorf Lauerz verfügt über eine gute Alternativerschliessung über Goldau, entsprechend ist der Verfügbarkeit der Kantonsstrasse nur ein mässiges Gewicht zuzuordnen.

An der Bezirksstrasse Seewen sind verschiedene Gewerbe und Industriebetriebe angesiedelt, die durch eine Überflutung mangels Alternativerschliessung den Betrieb für die Dauer der Überschwemmung einstellen müssen. Trotz der untergeordneten Bedeutung der Bezirksstrasse kann ihr ein recht grosses wirtschaftliches Interesse beigemessen werden.

- Vergleich Nationalstrasse mit Kantonsstrasse Lauerz Präferenz 7:1
- Vergleich Kantonsstrasse Lauerz mit Bezirksstrasse Seewen Präferenz 1:3
- Vergleich Nationalstrasse mit Bezirksstrasse Seewen Präferenz 5:1

	Nat	Kant	Bez
Nationalstrasse	1	7	5
Kantonsstrasse Seew-Lau	0.14	1	0.33
Bezirksstrasse Seewen	0.2	3	1

Tabelle 6.2 Präferenz Nutzung 2. Hierarchiestufe Verfügbarkeit Infrastruktur: 1 = gleiche Bedeutung, 3 = etwas grössere Bedeutung, 5 = erheblich grössere Bedeutung, 7 = sehr viel grössere Bedeutung, 9 = grösstmöglicher Unterschied

6.2 Präferenzierung der Biosphärenbereiche

Die Tabelle 6.3 zeigt die gewählte Präferenzierung. Der Vergleich erfolgt von dem in einer Zeile genannten Aspekt zu den jeweiligen Aspekten in den Spalten. Eine Präferenz von 1 bedeutet, dass die Aspekte gleich zu gewichten sind, eine Präferenz von 9 entspricht der grösstmöglichen Differenz zwischen dem Aspekt in der Zeile zum Aspekt in den rechten Spalten. Ein Wert unter 1 stellt den Kehrwert der in umgekehrter Richtung gewichteten Präferenz dar.

Zum besseren Verständnis wird ein Beispiel anhand eines paarweisen Vergleichs geführt. Die Flachmoorhydrologie wird mit dem Aspekt Libellen verglichen. Die Präferenz fällt in einem Verhältnis 7:1 zugunsten der Moorhydrologie aus. Entsprechend erhält die Moorhydrologie in der Zeile auf Höhe der Spalte Lib die Punktzahl 7, umgekehrt erhält die Libelle auf Höhe der Spalte „Fl mo“ nur eine Punktzahl von 0.14 ($1/7 = 0.14$).

Aufgrund der hohen Gewichtung zum Erhalt des natürlichen, nicht regulierten Wasserregimes und dem Erhalt der Flachmoorhydrologie spielen diese Aspekte in der Variantenaggregation eine zentrale Rolle. Sie sind daher wesentlich höher gewichtet als Grundwasser, Hecht, Flora, Libellen, Amphibien, Vögel oder Neophyten.

	Nat Wr	Fl mo	GW	Hecht	Flora	Lib	Amph	Vögel	Neoph
Natürliches Wasserregime	1	2	5	7	7	7	6	7	9
Flachmoorhydrologie	0.5	1	5	7	7	7	6	7	9
Grundwasser	0.2	0.2	1	2	2	2	1	2	7
Hecht	0.14	0.14	0.5	1	1	0.33	0.25	1	3
Flora	0.14	0.14	0.5	1	1	1	1	3	7
Libellen	0.14	0.14	0.5	3	1	1	2	4	7
Amphibien	0.17	0.17	1	4	1	0.5	1	4	7
Vögel	0.14	0.14	0.5	1	0.33	0.25	0.25	1	5
Neophyten	0.11	0.11	0.14	0.33	0.14	0.14	0.14	0.2	1

Tabelle 6.3 Präferenz Biosphäre: 1 = gleiche Bedeutung, 3 = etwas grössere Bedeutung, 5 = erheblich grössere Bedeutung, 7 = sehr viel grössere Bedeutung, 9 = grösstmöglicher Unterschied

7. Lösungsfindung

Für das Variantenstudium wird der Lastfall A gemäss der Machbarkeitsstudie von Basler & Hofmann (Basler & Hofmann AG, 31.10.2016) als massgebend betrachtet. Ab einem Pegel von 448.2 m ü.M. steht eine zusätzliche Abflusskapazität von +20 m³/s zur Verfügung. Der Lastfall A stellt den optimalsten wirtschaftlichen Ansatz (Nutzen-Kosten) für die Ausbaumassnahmen für Varianten mit Seeregulierung dar.

Im Vordergrund steht dabei ein Ausbau des Seewerengerinnes oder eine Stollenlösung:

Ausbauvariante	Investitionskosten [Mio CHF]
V2: Ausbau Seeweren	24
V5a: Kurzstollen (Stollen / Teilausbau Seeweren)	28 (16 / 12)
V5b: Langstollen (Stollen / Teilausbau Seeweren)	26 (20 / 6)

Tabelle 7.1 Investitionskosten für bauliche Massnahmen (B&H 2016, Genauigkeit ±25%)

Es ist somit mit Investitionskosten zwischen 24 und 28 Mio CHF zu rechnen. Darin eingerechnet sind folgende Pauschalen:

- Installationen: 15%
- Planung: 15%
- ökologische Ausgleichsmassnahmen: 5% (nur Stollen)
- Bewilligungen, Entschädigungen, Versicherungen, Öffentlichkeitsarbeit: 2.5%
- Reserven (Unvorhergesehenes und nicht erfasste Positionen): 25%

7.1 Simulationsmodell

Für die Simulation des Lauerzerseepegels ist ein hydrologisches Modell basierend auf der Bilanzgleichung (Volumenerhaltung) erstellt worden. Die Zeitintegration erfolgt mittels Trapezregel. Die Zeitschrittlänge beträgt zwei Stunden. Die Seezuflüsse für die Beobachtungsperiode (seit 1984) werden aus den Stundenwerten der beobachteten Seepegel (BAFU-Station Lauerzersee, Lauerz) bestimmt.

Die für die Simulation angenommenen Randbedingungen sind:

- Die Abflusskapazität des Hochwasserentlastungsstollens beträgt 20 m³/s.
- Der Abfluss der Seeweren kann für Seepegel bis 449.0 m ü.M. auf den Mindestabfluss (= 1.0 m³/s) gedrosselt werden.
- Es wird die Pegel-Flächenbeziehung gemäss Bericht IfK (1986) verwendet.
- Für den Seeausfluss wird die Pegel-Abflussbeziehung der Seeweren (aus IfK 1986) als gültig betrachtet.

Zur Simulation der Auswirkungen auf den Vierwaldstättersee steht das Modell zur Verfügung, welches auch im Rahmen des Monitorings der Regulierung eingesetzt wird. Dieses Modell bildet die hydraulische Situation an der Reusswehranlage gemäss geltendem Wehrreglement (2007) und erfolgter Sanierung (2009-2011) ab; es werden sowohl der Abfluss über die einzelnen Wehrgorgane sowie die betrieblichen Einschränkungen

für die Bedienung der Nadelwehre vollständig berücksichtigt. Als Ausgangszustand wird die aktuelle hydraulische Situation betrachtet und der Pegelverlauf für die Beobachtungsperiode (seit 1984) entsprechend rekonstruiert.

7.2 Reglerkonzept

Der Proportional-Integral-Differential-Regler (PID-Regler) stellt ein Reglerkonzept dar, welches sich für eine Vielzahl von kontinuierlichen Regelungsaufgaben eignet. Der Regler wird verbreitet für die Stauhaltung von Flüssen eingesetzt. Im Vergleich zu älteren Konzepten (Linienreglementen) erweist er sich für die Regulierung von Seen als besser parametrisierbar und erlaubt ein weitgehend natürliches Pegelregime. Die Regulierung des Vierwaldstättersees erfolgt seit 2011 mit einem PID-Regler.

Ein PID-Regler setzt sich aus den drei Anteilen P, I und D zusammen:

- Der Proportionalregler bildet eine feste Beziehung zwischen Seepiegel und Seeausfluss ab. Für den Proportionalanteil wird die Pegel-Abfluss Beziehung des Seeausflusses im Ausgangszustand verwendet. Ohne weitere Regleranteile wird der (unregulierte) Ausgangszustand nachgebildet.
- Der Integralanteil erlaubt es, sich schrittweise einem wünschbaren Pegelstand anzunähern. Es handelt sich um einen träge wirkenden Regleranteil. Der Integralfaktor k_I stellt die Beziehung zwischen der Veränderung am Integralanteil und der Differenz zwischen Ist- und Sollpegel dar gemäss $Q_{I,neu} - Q_{I,alt} = k_I (z - z_{soll}) \Delta t$ mit $Q_{I,neu}$ = Integralabfluss zum neuen Zeitpunkt, $Q_{I,alt}$ = Integralabfluss zum alten Zeitpunkt, z = Seestand, z_{soll} = Sollpegel, k_I = Integralfaktor und Δt = Zeitdifferenz zwischen neuem und altem Zeitpunkt. Der Integralkoeffizient hat die Einheit m^2/s pro Tag.
- Der Differentialregler erlaubt ein schnelles Reagieren auf Zuflussänderungen, wodurch die Veränderung des Pegels verlangsamt werden kann. Unter dem Einfluss des D-Anteils verhält sich der Seepiegel ähnlich, wie wenn die Fläche des Sees vergrössert wäre (fiktive Vergrösserung der Seefläche). Der Differentialanteil wird wie folgt berechnet $Q_{D,neu} - Q_{D,alt} = k_D (z'_{neu} - z'_{alt})$ mit z'_{neu} und z'_{alt} = Pegeländerung pro Zeiteinheit zum neuen resp. alten Zeitpunkt und k_D = Differentialkoeffizient. Der Differentialkoeffizient wird mit der Seefläche des Lauerzersees (3.1 km^2) skaliert.

7.3 Optimierung der Reglerparameter

Um eine Reguliervariante zu finden, die möglichst in allen Bereichen eine hohe Zielerfüllung erreicht, sind die Reglerparameter optimal einzustellen. Nachfolgend werden die verschiedenen Varianten, die im Rahmen dieser Optimierung untersucht wurden, näher beschrieben.

7.3.1 Integralanteil

Die Zielvorgaben im Bereich Biosphäre zeigen, dass ein möglichst «natürliches» Pegelregime angestrebt wird, wie es sich bei einem unregulierten See einstellt. Der Integralregler setzt jedoch die Vorgabe eines «Soll-Wertes» voraus; bei einer Flusstauhaltung entspricht dies dem Stauziel. Ein solcher Wert existiert für den Lauerzersee nicht und lässt sich aus den Zielformulierungen auch nicht ableiten.

Der Integralregler weist generell einen trägen Charakter auf. Bei einem raschen Pegelanstieg, wie sie beim Lauerzersee massgeblich sind, vermag er eine Hochwasserwelle kaum zu beeinflussen. Für die Aufgabenstellung am Lauerzersee bietet der Integralregler somit keinen ersichtlichen Nutzen. In der weiteren Untersuchung wird er nicht mehr weiter betrachtet.

7.3.2 Differentialanteil

Der Differentialanteil des Reglers ist massgebend für das Abfluss- und Pegelregime im Hochwasserfall. Bei ansteigendem Pegel wird der Ausfluss aus dem See erhöht. Nach Erreichen der Hochwasserspitze wird im abfallenden Hochwasserast der Seeausfluss gedrosselt. Dadurch wird die Rückhaltungswirkung des Sees optimal genutzt zum Schutz der Unterlieger vor einer Erhöhung der Hochwasserrisiken. Die Abflussdrosselung setzt ein entsprechendes Wehrgorgan in der Seeweren voraus.

Die Abbildung unten zeigt den Verlauf der Schadensumme für den Lauerzersee in Abhängigkeit des Differentialkoeffizienten. Die Simulationen wurden ausgeführt für den Lastfall A (Stollenkapazität von 20 m³/s) und unterschiedliche Interventionspegel (448.0 resp. 448.2 m ü.M.).

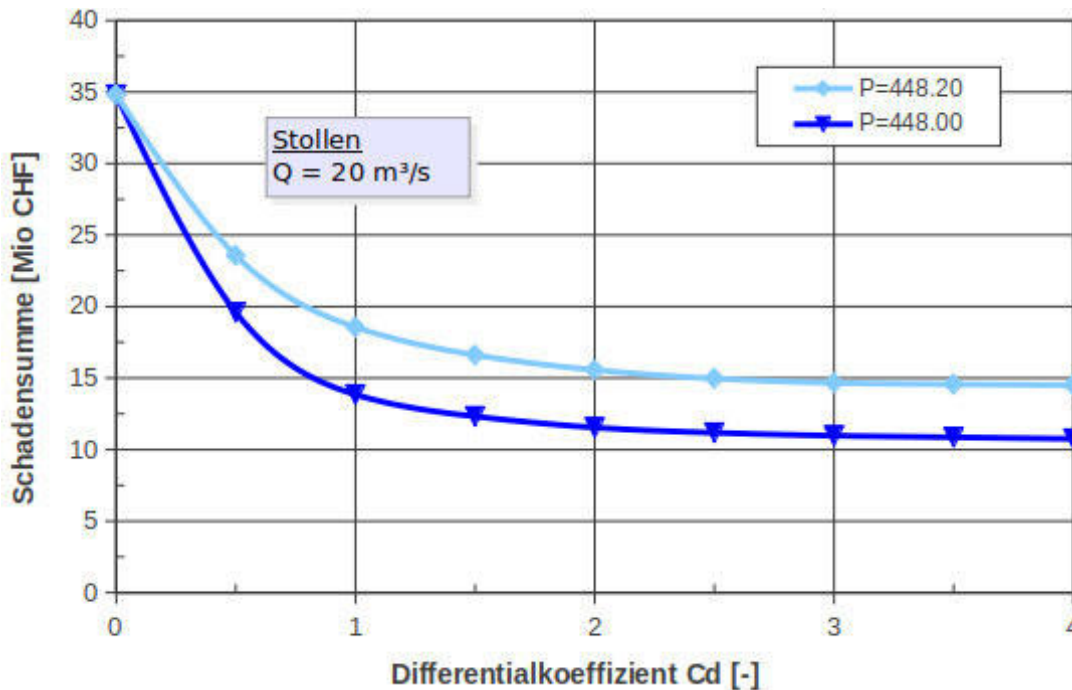


Abbildung 7.1 Schadenverlauf Lauerzersee abhängig vom Differentialkoeffizienten

Die Schadensumme nimmt bis zu einem Differentialkoeffizienten von 2.0 deutlich ab. Für höhere Koeffizienten ist die zusätzliche Abnahme nur noch gering. Auf Grundlage dieser Risikobetrachtung erweist sich ein Differentialkoeffizient von 2.0 als vernünftige Wahl. Die Seefläche des Lauerzersees wird dadurch fiktiv von 3.1 auf 9.3 km² vergrössert.

Relevant ist die Höhe des Interventionspegels, d.h. des Pegels, ab dem der Differentialregler aktiviert wird. Für das weitere Variantenstudium werden dazu folgende Parameterkombinationen untersucht:

Variante	Differentialkoeffizient	Interventionspegel [m ü.M.]
A	2.0	448.20
B	2.0	448.00
C	4.0	448.00
D	2.0	448.30

Eine «künstliche» Verlängerung von Pegelhochständen ist nicht vereinbar mit den Zielbereichen der Biosphäre. Für alle Varianten wird deshalb der Differentialregler ausgeschaltet, sobald der regulierte Pegel den unregulierten Pegel übertreffen würde.

7.4 Auswirkungen auf Pegelstände

Die Auswirkungen der verschiedenen Varianten auf die Pegelstände im Lauerzersee lassen sich anhand der Dauerkurve vergleichen (Abbildung unten).

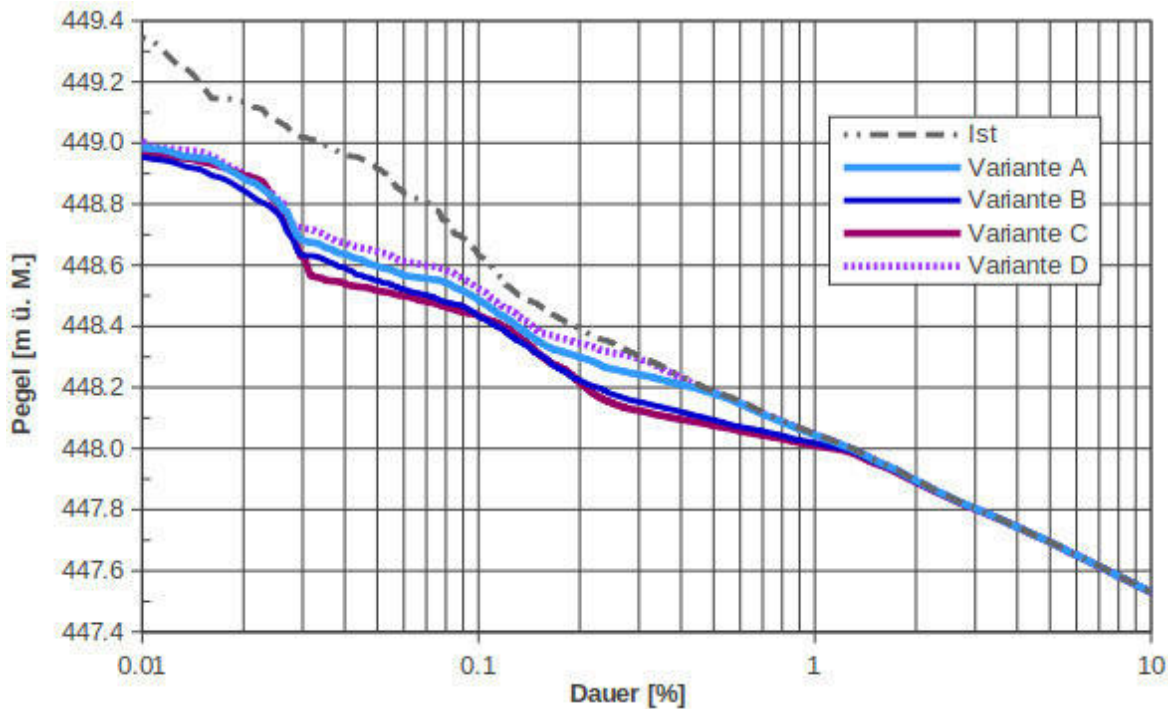


Abbildung 7.2 Dauerkurven für die untersuchten Reguliervarianten

Allgemein ist der Einfluss der untersuchten Reguliervarianten auf das Pegelregime äusserst gering. Bei den Varianten A und D mit höherem Interventionspegel ändert sich das Pegelregime nur während zirka 0.4% der Dauer. Auch bei den Varianten B und C mit dem Interventionspegel von 448.0 m ü.M. beschränkt sich der Einfluss auf 1% der Dauer. Bei allen Varianten bleibt das Pegelregime somit während mindestens 99% der Dauer unverändert erhalten.

Zur Illustration der Auswirkungen auf den Pegelverlauf wird im Folgenden die Ganglinie für das Hochwasser im August 2005 betrachtet (Abbildung 7.3). Im Ausgangszustand stieg der Seepegel bis auf 449.65 m ü.M. Mit den untersuchten Varianten erreicht die Spitze noch eine Kote von rund 449.20 m ü.M. In der Abbildung ebenfalls zu erkennen ist die sehr exakte Übereinstimmung zwischen dem beobachteten Pegelverlauf (BAFU-Station) und der Simulation für den Ist-Zustand.

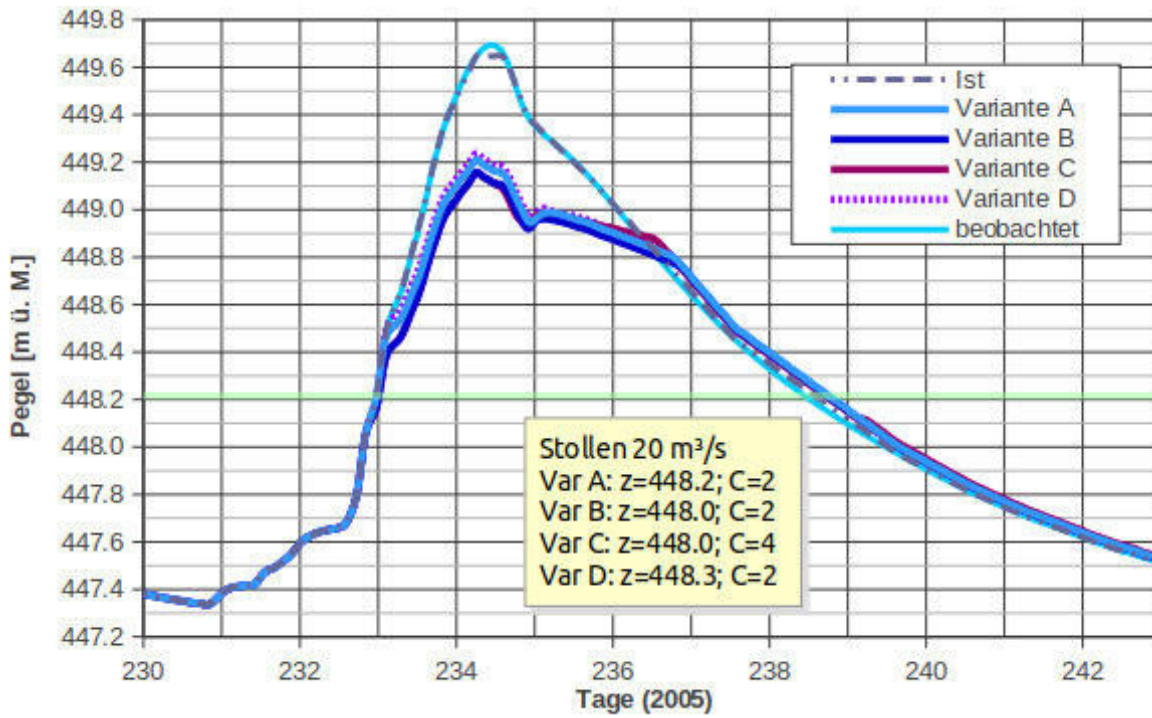


Abbildung 7.3 Pegelganglinie für das Hochwasser 2005

Die Ganglinie des Seeausflusses während des HW2005 zeigt eindrücklich die Wirkung des PD-Reglers auf (Abbildung 7.4).

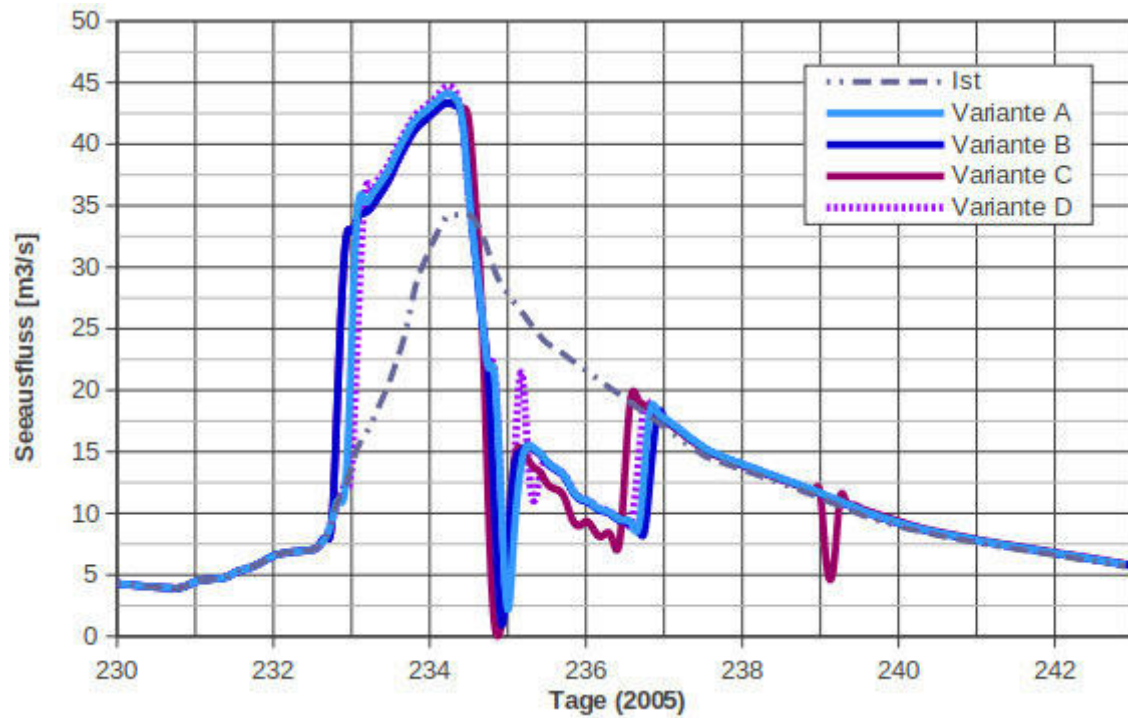


Abbildung 7.4 Seeausfluss während des Hochwassers 2005

Nach dem Überschreiten des Interventionspegels wird der Stollen geöffnet und der Seeausfluss nimmt um den Betrag der Stollenkapazität zu. Mit dem Erreichen der Pegelspitze kehrt sich die Situation um: Der Differentialanteil im Regler wird negativ und der Ausfluss wird auf den Mindestwert gedrosselt. Während der Folgezeit bleibt der Seeausfluss unter dem «natürlichen» Abfluss bis sich der regulierte Pegel dem unregulierten Wert annähert. Die Abflussmaxima zwischen dem Ist-Zustand (unreguliert) und den Reguliervarianten unterscheiden sich um zirka 10 m³/s, was nur rund 50% der Stollenkapazität entspricht.

7.5 Variantenbeurteilung

7.5.1 Zielerfüllung Nutzungen

Die Zielerfüllung für den Bereich Nutzungen entspricht der Schadenminderung. Für die untersuchten Schäden und Regulierungsvarianten ergibt sich folgende Situation:

Zielbereich Nutzungen		Stollen Q = 20 m ³ /s Var A: z=448.2; C=2 Var B: z=448.0; C=2 Var C: z=448.0; C=4 Var D: z=448.3; C=2				
1984-2017						
Anzahl Jahre	34					
Variante		Ist	A	B	C	D
Lauerzersee						
Schadensumme	Mio CHF	34.8	15.6	11.6	10.8	17.9
Minderung	Mio CHF	0.0	19.2	23.2	24.0	16.9
	%	0%	55%	67%	69%	49%
HW2005	m ü. M.	449.65	449.21	449.16	449.16	449.24
HW1999	m ü. M.	449.15	448.68	448.64	448.56	448.67
Seewern						
Schadensumme	Mio CHF	15.5	5.3	4.2	3.9	6.4
Minderung	Mio CHF	0.0	10.2	11.3	11.6	9.1
	%	0%	66%	73%	75%	59%
Vierwaldstättersee						
Schadensumme	Mio CHF	211.9	209.5	209.9	209.1	208.7
Minderung	Mio CHF	0.0	2.4	2.0	2.8	3.2
	%	0%	1%	1%	1%	2%
Gesamt						
Schadensumme	Mio CHF	262	230	226	224	233
Minderung	Mio CHF	0.0	31.8	36.5	38.4	29.2
	%	0%	12%	14%	15%	11%

Tabelle 7.2 Auswertung Zielbereich Nutzungen

Die Auswertung der Schadenssummen im Betrachtungszeitraum (1984-2017) führt zu folgenden Feststellungen:

- **Lauerzersee:** Die Schadenminderung beträgt je nach Variante zwischen 17 Mio CHF (Variante D) und 24 Mio CHF (Variante C). Dies entspricht einer Reduktion der Schäden um 49% (D) bis 69% (C).

- **Seeweren:** Es wird die Schadenminderung durch die Abflussreduktion in der Seeweren als massgebend betrachtet. Der Mehrabfluss (ab Einleitungsort des Stollens) ist durch eine Erhöhung der Gerinnekapazität auszugleichen. Die Schadenminderung beträgt je nach Variante zwischen 9.1 Mio CHF (Variante D) und 11.6 Mio CHF (Variante C). Dies entspricht einer Reduktion der Schäden um 59% (D) bis 75% (C).
- **Vierwaldstättersee:** Die Regulierung des Lauerzersees führt zu einer leichten Reduktion der Schäden auch im Vierwaldstättersee (Wirkung der Abflussdrosselung nach Erreichen der Pegelspitze). Die Schadenminderung beträgt je nach Variante zwischen 2.0 Mio CHF (Variante B) und 3.2 Mio CHF (Variante D). Dies entspricht einer Reduktion der Schäden um 1 bis 2%.
- **Gesamtsystem:** Die Schadenminderung beträgt je nach Variante zwischen 29 Mio CHF (Variante D) und 38 Mio CHF (Variante C). Dies entspricht einer Reduktion der Schäden um 11% (D) bis 15% (C).

Die Auswertung für die untersuchten Verkehrsanlagen im potentiellen Überflutungsgebiet des Lauerzersees führt zu folgenden Ergebnissen:

Zielbereich Verkehrsanlagen		Stollen Q = 20 m ³ /s Var A: z=448.2; C=2 Var B: z=448.0; C=2 Var C: z=448.0; C=4 Var D: z=448.3; C=2					erfüllt
1984-2017							nicht erfüllt
Anzahl Jahre	34						Minimalziel
Variante		Ist	A	B	C	D	
Kantonsstrasse (>448.4)							
Dauer 1 Tag	Anzahl Ereignisse	8	4	4	4	4	
	W pro Jahr	24%	12%	12%	12%	12%	<33%
Dauer 7 Tage	Anzahl Ereignisse	2	2	1	2	2	
	W pro Jahr	6%	6%	3%	6%	6%	<3%
Nationalstrasse (>448.8)							
Dauer 1 Tag	Anzahl Ereignisse	4	1	1	1	1	
	W pro Jahr	12%	3%	3%	3%	3%	<10%
Dauer 7 Tage	Anzahl Ereignisse	1	0	0	0	0	0
	W pro Jahr	3%	0%	0%	0%	0%	<1%

Tabelle 7.3 Auswertung Verkehrsanlagen

Für die einzelnen Anlagen ergeben sich folgende Feststellungen:

- **Kantonsstrasse:** Das Schutzziel für kurze Unterbrüche (bis max. 1 Tag) kann bereits im Ausgangszustand eingehalten werden. Die Häufigkeit von kurzen Unterbrüchen reduziert sich durch die Regulierung auf die Hälfte (alle Varianten). Für die Anzahl von mittleren Unterbrüchen (bis max. 7 Tage) führt nur Variante B zu einer Verbesserung. Bei den übrigen Varianten verbleibt ein Schutzdefizit.
- **Nationalstrasse:** Das Schutzziel für kurze Unterbrüche (bis max. 1 Tag) wird mit allen Reguliervarianten erreicht. Die Häufigkeit von kurzen Unterbrüchen reduziert sich durch die Regulierung um 75% (gilt für alle Varianten). Mittlere Unterbrüche (bis max. 7 Tage) treten in der Beobachtungsperiode nicht mehr auf.

Die Bezirksstrasse verläuft entlang der Seeweren und ist damit nur indirekt von der Regulierung betroffen. Für den Variantenvergleich ist die Verfügbarkeit der Bezirksstrasse resp. deren Veränderung nicht relevant. Die Schutzziele der kantonalen Naturgefahrenstrategie und damit auch die Anforderungen an die Verfügbarkeit der Verkehrsanlagen sind jedoch im Rahmen der weiteren Planung zwingend zu beachten.

Insgesamt wird die Verfügbarkeit der Verkehrsanlagen durch die Regulierung deutlich verbessert. Mit Variante B können sämtliche Schutzziele eingehalten werden. Bei den übrigen Varianten bleibt die Wahrscheinlichkeit für mittlere Unterbrüche der Kantonsstrasse zu hoch. Da es sich nur um einen kurzen Strassenabschnitt ausserhalb des Siedlungsgebietes handelt, könnte bereits eine leichte Anhebung der Fahrbahn das Schutzdefizit beheben.

7.5.2 Wirtschaftlichkeit

Um die Wirtschaftlichkeit der Reguliervarianten beurteilen zu können, wird der erzielte Nutzen (Schadenminderung) den Investitionskosten gegenübergestellt. Beide Grössen werden dazu auf eine einheitliche Bezugsbasis von einem Jahr gestellt.

Die Kosten umfassen neben den Amortisationen und Kapitalkosten auch den Betrieb und den Unterhalt der Anlagen. Richtwerte dazu für verschiedene Bauteile finden sich in einem Beiblatt zum Programm EconoMe.

Explizit aufgeführt sind die Kostenbestandteile für HWS-Stollen. Für die übrigen Anteile (v.a. Uferschutzbauten) werden keine entsprechenden Angaben gemacht. Für diese Bauteile wird (analog für HWS-Stollen) eine Lebensdauer von 100 Jahren und eine Verzinsung von 2% angenommen. Dies führt gesamthaft zu jährlichen Kosten von 4% (HWS-Stollen) resp. 3% (Gerinneverbau) (Tabelle 7.4).

	HWS-Stollen	Gerinne
Laufzeit [Jahre]	100	100
Verzinsung	2.0%	2.0%
Betrieb	0.5%	0.0%
Unterhalt	0.5%	0.0%
Gesamt	4.0%	3.0%

Tabelle 7.4 Kostensätze (Quelle: EconoMe 3.0)

Auf der Nutzenseite ist die Schadenminderung über die Dauer der Beobachtungsperiode von 34 Jahren bekannt. Der jährliche Nutzen lässt sich aus dem Quotienten dieser Grössen abschätzen, sofern die Beobachtungsperiode hinsichtlich der Schäden repräsentativ ist.

Im vorliegenden Fall sind Zweifel an dieser Annahme angebracht: Die Beobachtungsperiode ab 1984 enthält zwei grosse Hochwasser (1999 und 2005), welche möglicherweise statistische Ausreisser darstellen. Dadurch könnte die tatsächliche Schadensumme überschätzt und damit die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen zu optimistisch eingeschätzt werden.

Nun haben die Jahre 1999 und 2005 nicht nur am Lauerzersee, sondern auch an vielen weiteren Alpenrandseen zu sehr hohen Pegelständen geführt. Diese Seen weisen zum Teil eine deutlich längere Messdauer auf als der Lauerzersee, was es erlaubt, die Beobachtungsperiode (1984-2017) in eine längere Zeitspanne einzuordnen. Zu diesem Zweck sind die Jahresmaxima von neun weiteren Seen (Ägerisee, Bodensee, Brienzsee, Sarnensee, Thunersee, Vierwaldstättersee, Walensee, Zugersee und Zürichsee) beschafft worden.

Der effektive Schadenverlauf bei diesen Gewässern weicht individuell von demjenigen des Lauerzersees ab. Für die Frage betreffend der Repräsentativität der Beobachtungsperiode hinsichtlich der Hochwasserschäden ist diese Tatsache jedoch zweitrangig, da nicht die absoluten Zahlen, sondern lediglich das Verhältnis zwischen den Zeitperioden von Interesse ist. Es ist somit zulässig, den Schadenverlauf des Lauerzersees auf die übrigen Seen zu übertragen. Das Vorgehen ist dabei wie folgt:

1. Die Schadenfunktion des Lauerzersees (vgl. Kapitel 4.1) wird mit dem Median der Jahresmaxima (448.2 m ü.M.) skaliert. Der Schadenwert beim Median wird zu Null angenommen.

2. Diese skalierte (auf den Median bezogene) Schadenfunktion wird im gleichen Sinne auf die übrigen Seen angewendet:
 - a. Für jeden See wird der Median der Jahresmaxima bestimmt.
 - b. Für alle Jahre seit Messbeginn wird die Differenz zwischen dem Jahresmaximum und dem Median berechnet und daraus – unter Anwendung der (skalierten) Schadenfunktion des Lauerzersees (aus Schritt 1) – ein hypothetischer Schadenwert bestimmt.
 - c. Die solchermassen bestimmten Schadenwerte werden nun für die Beobachtungsperiode (ab 1984) und für den Zeitraum seit Messbeginn (je nach See unterschiedlich) aufsummiert und durch Division mit der Dauer der jeweiligen Periode die jährlichen Schadenerwartungswerte ermittelt.
3. Mit den jährlichen Schadenerwartungswerten der Beobachtungsperiode (ab 1984) und der Messperiode (ab Messbeginn) wird die Verhältniszahl (Quotient) berechnet.

Der Quotient als Resultat von Schritt (3) ist ein Mass für die Abweichung des Schadenrisikos der Beobachtungsperiode von der (längeren) Messperiode:

- Ein Wert um 1.0 bedeutet, die Beobachtungsperiode ist repräsentativ für die Schäden auch für die (längere) Messperiode.
- Werte über 1.0 bezeichnen Gewässer, in denen die Beobachtungsperiode im Vergleich zu höheren Schäden geführt hat.
- Werte unter 1.0 bezeichnen Gewässer, in denen die Beobachtungsperiode im Vergleich zu tieferen Schäden geführt hat.

Das Ergebnis dieser Analyse ist in der Abbildung 7.5 dargestellt. Die Werte der Risikofaktoren sind dazu nach dem Jahr des Messbeginnes geordnet.

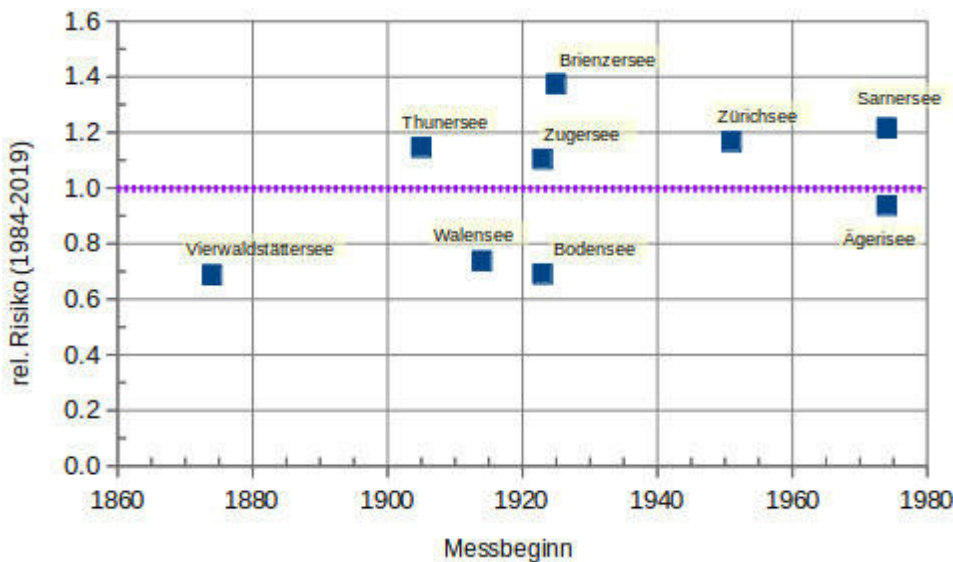


Abbildung 7.5 Relatives Risiko der Beobachtungsperiode im Vergleich zur gesamten Messperiode

Aus der Abbildung ist zu entnehmen, dass sich die untersuchten Seen relativ gleichmässig um den Wert 1.0 gruppieren:

- 5 Seen weisen einen Risikofaktor über 1.0 auf. Den höchsten Wert mit 1.37 nimmt der Brienersee ein. In der Beobachtungsperiode ab 1984 war der jährliche Schadenswert an diesem See somit fast 40% höher im Vergleich zur gesamten Messperiode seit 1925. Um rund 20% «schadenreicher» war auch der Sarnersee im Vergleich zur (allerdings nur unwesentlich) längeren Zeitperiode.
- Bei 4 Seen, darunter der Vierwaldstättersee (Messbeginn 1874) und die zwei grossen, bis heute unregulierten Seen Walen- u. Bodensee liegt der Risikofaktor unter 1. Bei diesen Gewässern liegt die Schadensumme in der Beobachtungsperiode um rund 25% tiefer als im langjährigen Durchschnitt.

Fazit: Die Periode seit 1984 kann nicht generell als überdurchschnittlich schadenreich klassiert werden. Die Auswertung bei den zuletzt genannten Seen (Vierwaldstätter-, Walen- und Bodensee) deutet sogar eher auf das Gegenteil hin.

Der Streubereich der Risikoabweichung kann auf $\pm 25\%$ eingegrenzt werden. Dies entspricht der Genauigkeit wie sie im Vorprojekt (B&H 2016) für die Kostenschätzung der Bauvarianten angegeben wird.

Hinweise auf eine systematische Über- oder Unterschätzung der Schadenwerte aufgrund der Beobachtungsperiode finden sich aus dieser Vergleichsbetrachtung nicht. Die Schadenwerte aus der Beobachtungsperiode können somit als repräsentativ für einen längeren Zeithorizont betrachtet werden.

Mit diesen (begründeten) Annahmen lässt sich nun die eigentliche Wirtschaftlichkeitsbetrachtung fortsetzen (Tabelle 7.5).

Bauvariante		V2 Seewerenausbau	V5a Kurzstollen	V5b Langstollen
Kosten Stollen	[Mio CHF]	0	16	20
Kosten Gerinne	[Mio CHF]	24	12	6
jährliche Kosten	[Mio CHF/a]	0.72	1.00	0.98
Reguliertvariante	[Mio CHF/a]	Nutzen/Kosten-Quotient		
A	0.94	1.3	0.9	1.0
B	1.07	1.5	1.1	1.1
C	1.13	1.6	1.1	1.2
D	0.86	1.2	0.9	0.9

Tabelle 7.5 Nutzen-Kosten-Betrachtung für Regulierung Lauerzersee

Aus den Kombinationen von Bau- und Reguliertvarianten lässt sich folgern:

- Das Nutzen-Kosten-Verhältnis ist höher als 1.0 für alle Reguliertvarianten in Kombination mit einer Realisierung von Variante V2 (Ausbau Seeweren). Den höchsten Faktor mit 1.6 erreicht dabei die Reguliertvariante C.
- Die Stollenvarianten (V5a und V5b) stehen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit auf der Kippe. In Kombination mit den Reguliertvarianten A und D liegt der Nutzen-Kosten-Quotient bei 1.0 oder sogar darunter.

7.5.3 Zielerfüllung Biosphäre

Eine Übersicht über die Zielerfüllung ist in der Tabelle 7.6 dargestellt. Das wichtigste Schutzziel der Biosphäre, nämlich das natürliche, nicht regulierte Wasserregime so wenig wie möglich zu beeinflussen, wird bei den Varianten A (Beeinflussung von 3% der Dauer) und D (Beeinflussung von 1 % der Dauer) erreicht. Die Varianten B und C beeinflussen hingegen das natürlich Wasserregime um 25% bzw. 35% und kommen daher aus Sicht der Biosphäre nicht in Frage bzw. sind als nicht umweltverträglich zu taxieren.

Bei den Flachmooren halten alle Varianten zwei Teilkriterien ein, nämlich den Erhalt des mittleren Wasserspiegels sowie eine Veränderung von weniger als 5% der natürlichen Schwankungen bis zu den zweijährlichen Hochwassern. Zudem gibt es bei allen Varianten Überschwemmungsereignisse, die über die Kote von 448.2 m ü.M. hinausgehen. Bei der Variante A (-1 Ereignisse) und der Variante D (keine Veränderung) ist die Reduktion im Vergleich zu den Varianten B (-9 Ereignisse) und C (-10 Ereignisse) vernachlässigbar. Aus Sicht der Flachmoore können somit die beiden Varianten A und D als umweltverträglich beurteilt werden.

Der Median des Seespiegels bleibt bei allen Varianten unverändert. Es wird daher davon ausgegangen, dass damit auch der mittlere Grundwasserspiegel unbeeinflusst bleibt und somit keine Grundwasserabsenkung stattfindet. Hinsichtlich des Zielbereichs Grundwasser sind daher alle vier Varianten als umweltverträglich einzustufen.

Zielbereiche Biosphäre		1984-2017		Anzahl Jahre		34		Stollen Q = 20 m³/s Var A: z=448.2; C=2 Var B: z=448.0; C=2 Var C: z=448.0; C=4 Var D: z=448.3; C=2		erfüllt
										nicht erfüllt
Variante		Ist	A	B	C	D	Minimalziel			
Natürliches Regime										
Pegel >448.05 (1.1-31.12)	Dauer [Tage]	118	114 -3%	89 -25%	77 -35%	117 -1%	>-5%			
Flachmoore										
1 Pegel >447.8 (1.3-31.10)	Anzahl	68	68 0%	69 1%	69 1%	68 0%	>-5%			
2 Pegel >448.2 (1.3-31.10)	Anzahl	15	14 -7%	6 -60%	5 -67%	15 0%	>-10%			
3 Pegel Medianwert	[m ü. M.]	447.11	447.11 0%	447.11 0%	447.11 0%	447.11 0%	unverändert			
Grundwasser										
Pegel Medianwert	[m ü. M.]	447.11	447.11 0%	447.11 0%	447.11 0%	447.11 0%	unverändert			
Hecht										
2 Pegel (10 Tage) >447.51 (1.3-31.5)	Anzahl	13	13 0%	13 0%	13 0%	13 0%	unverändert			
Pegel (30 Tage) >447.32 (1.3-31.5)	Anzahl	9	9 0%	9 0%	9 0%	9 0%	unverändert			
5 Pegel (10 Tage) >447.64 (1.3-31.5)	Anzahl	5	5 0%	5 0%	5 0%	5 0%	>-5%			
Pegel (30 Tage) >447.42 (1.3-31.5)	Anzahl	4	4 0%	4 0%	4 0%	4 0%	>-5%			
Flora										
2 UeF-2 (1.3-31.10)	Fläche [ha]	38	38 0%	35 -8%	34 -11%	38 0%	unverändert			
5 UeF-5 (1.3-31.10)	Fläche [ha]	48	43 -10%	40 -17%	38 -21%	43 -10%	>-5%			
Libellen										
2 Pegel (60 Tage) >447.26 (1.4-31.8)	Anzahl	23	23 0%	23 0%	23 0%	23 0%	unverändert			
Pegel (90 Tage) >447.12 (1.4-31.8)	Anzahl	23	23 0%	23 0%	23 0%	23 0%	unverändert			
0 Pegel <447.05 (1.9-31.3)	Dauer [Tage]	3321	3320 -0%	3320 -0%	3318 -0%	3320 -0%	unverändert			
5 Tümpel 448.20 – 448.49 (1.4-31.8)	Fläche [ha]	3.4	2.6 -24%	1.4 -59%	1.4 -59%	3.0 -12%	>-5%			
Amphibien										
2 UeF-2 (21.2-8.8)	Fläche [ha]	35	35 0%	34 -3%	33 -6%	35 0%	unverändert			
5 Tümpel 448.20–448.49 (21.2-8.8)	Fläche [ha]	3.2	2.4 -25%	0.9 -72%	0.9 -72%	2.8 -13%	>-5%			
Vögel										
2 UeF-2 (1.3-31.10)	Fläche [ha]	38	38 0%	35 -8%	34 -11%	38 0%	unverändert			
5 UeF-5 (1.3-31.10)	Fläche [ha]	48	43 -10%	40 -17%	38 -21%	43 -10%	>-10%			
Neophyten										
Pegel >447.05 (1.3-31.10)	Dauer [Tage]	5478	5478 0%	5478 0%	5478 0%	5478 0%	unverändert			

Tabelle 7.6 Auswertung Zielbereiche Biosphäre. Die Flächenangaben beziehen sich auf die Überschwemmungsflächen, d.h. die Fläche, die ab einer Kote von 447.05 m ü.M. überschwemmt ist, ausser es ist anders angegeben.

Beim Hecht bleibt das potentielle Laichhabitat (10 bzw. 30 Tage dauernde Überflutung der Vegetation) sowohl beim zwei- als auch beim fünfjährigen Ereignis bei allen Varianten unverändert. In Bezug auf den Zielbereich Hecht sind somit alle vier Varianten als umweltverträglich einzustufen.

Während der Vegetationsperiode bleibt die überschwemmte Fläche für ein zweijährliches Hochwasser bei den beiden Varianten A und D unverändert. Bei einem fünfjährigen Hochwasser zeigen alle Varianten eine Flächenreduktion, die grösser ist als die definierten 5%. Bei den Varianten A und D beträgt die Flächenreduktion 10%, bei der Variante C 17% und bei der Variante D 21%. Hinsichtlich des Zielbereichs Flora erfüllen die beiden Varianten A und D die Anforderungen zwar bei einem zweijährlichen Ereignis, bei einem fünfjährigen hingegen ist die Flächenreduktion doppelt so hoch wie beim Minimalziel festgelegt.

Bei den Libellen bleibt bei einem zweijährlichen Hochwasser bei allen Varianten die Anzahl Ereignisse mit einer 60 bzw. 90 Tage langen Überflutung zwischen April und August unverändert. Auch das Teilkriterium der komplett austrocknenden Uferbereiche zwischen Sep. und März wird bei allen Varianten eingehalten. Hingegen wird bei allen Varianten die Gewässerfläche der Kleinstgewässer, die durch Überflutungen gebildet werden, zu mehr als 5% verändert. Bei Variante A beträgt die Flächenreduktion 24% und bei Variante D um 12%. Bei den Varianten B und C beträgt die Flächenreduktion 59%. Es ist hier allerdings auch festzuhalten, dass es sich um GIS-Modellierungen aufgrund des digitalen Geländemodells handelt und die Dauer des so gebildeten Wasserkörpers nicht berücksichtigt wurde. Es ist somit nicht gesagt, ob die Larvalentwicklung möglich wäre und die Kleinstgewässer somit biologisch relevant sind.

Bei den Amphibien können die beiden Varianten A und D das Teilkriterium bei einem zweijährlichen Hochwasser einhalten, d.h. dass das potentielle Laichhabitat unbeeinflusst bleibt. Wie bei den Libellen reduziert jedoch jede Variante die durch Überflutungen gebildete Gewässerfläche der Kleinstgewässer um mehr als 5%. Bei Variante A beträgt die Flächenreduktion 25% und bei Variante D um 13%. Bei den Varianten B und C beträgt die Flächenreduktion 72%.

Beim Zielbereich Vögel können die beiden Varianten A und D die Teilkriterien der durch zwei- und fünfjährige Hochwasser gebildeten Überschwemmungsflächen (knapp) einhalten und können somit als umweltverträglich bezeichnet werden.

Der mittlere Seepiegel verändert sich bei allen Varianten nicht. Die Anforderungen beim Zielbereich Neophyten können daher eingehalten werden und alle vier Varianten können diesbezüglich als umweltverträglich gelten.

Zusammenfassend halten die Varianten B und D neun von 20 definierten Teilkriterien meist deutlich nicht ein, darunter auch die am höchsten gewichteten wie beim natürlichen, nicht regulierten Wasserregime oder bei der Flachmoorhydrologie. Diese beiden Teilkriterien werden hingegen bei den beiden Varianten A und D eingehalten. Dennoch halten die beiden Varianten A und D drei der 20 definierten Teilkriterien nicht ein, wobei es sich dabei um die überschwemmte Fläche bei der Flora (Gewichtung: $0.14 \cdot \text{natürliches Wasserregime}$) oder die durch Überschwemmungen gebildeten Kleingewässer bei jeweils bis zu fünfjährigen Ereignissen handelt (Gewichtung Amphibien: $0.17 \cdot \text{natürliches Wasserregime}$; Gewichtung Libellen: $0.14 \cdot \text{natürliches Wasserregime}$). Die Variante D schneidet insgesamt besser ab als die Variante A.

7.5.4 Variantenvergleich und Empfehlungen

Die Varianten werden im Folgenden hinsichtlich ihrer Zielerreichung in den Zielbereichen Nutzung und Biosphäre zusammengefasst dargestellt. Eine Bewertung nach AHP-Verfahren drängt sich nicht auf, da keine Variante die Minimal Kriterien vollständig erfüllen konnte. Für eine vereinfachte Übersicht wurde die Erfüllung in der Tabelle 7.7 in einem Ampelsystem dargestellt (rot, gelb, grün).

Aus Sicht der Biosphäre kann die Umweltverträglichkeit nur mit ökologischen Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen erreicht werden. Zum Ausgleich für die Verluste von Amphibien- und Libellenlebensräumen können entsprechende Massnahmen voraussichtlich im Gebiet geleistet werden. Problematischer dürfte im Falle der

Varianten B und C der Ersatz oder Ausgleich bei den Flachmooren sein, da die Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung (Flachmoorverordnung, FMV, SR 451.33) grundsätzlich keine Möglichkeit zur Ergreifung von Ersatzmassnahmen vorsieht. Flachmoore sind ungeschmälert zu erhalten (Art. 4 FMV) und eine Baute, Anlage und Bodenveränderung ist nur zulässig, sofern es sich um eine unmittelbar standortgebundene Massnahme zum Schutz des Menschen vor Naturereignissen handelt (FMV Art. 5 Abs. 2 lit e). Sofern ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen rechtlich möglich sind, so kommen dafür Massnahmen in gestörten Moorbereichen zur Förderung der Regeneration (Art. 4 FMV), Förderung der angepassten landwirtschaftlichen Nutzung (Art. 5 FMV), Bodenveränderungen zur Aufrechterhaltung des Schutzziels (Art. 5 Abs. 2 lit. b), Verbesserung des Gebietswasserhaushalts, soweit es der Moorregeneration dient (Art. 5 Abs. 2 lit. g) in Frage.

Variante	Zielbereich Nutzung	Zielbereich Biosphäre	Gesamtbeurteilung
A	zweittiefster Nutzen-Kosten-Faktor (0.9 - 1.3), Wirtschaftlichkeit fragwürdig; Kantonsstrasse nicht erfüllt, Nationalstrasse erfüllt, Wirtschaftlichkeit besser als bei Variante D	3 von 20 Teilkriterien nicht erfüllt (überschwemmte Fläche sowie durch Überschwemmungen gebildete Kleingewässer bei fünfjährigen Ereignissen), Zielerreichungsgrad tiefer als bei Variante D	Aus Sicht Biosphäre Umweltverträglichkeit nur mit Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen erreichbar; Wirtschaftlichkeit stark abhängig von der Bestvariante der Ableitung
B	zweithöchster Nutzen-Kosten-Faktor (1.1 - 1.5), Wirtschaftlichkeit gegeben; Kantons- und Nationalstrasse erfüllt	9 von 20 Teilkriterien nicht erfüllt, Flachmoore beeinträchtigt	Aus Sicht Biosphäre nicht umweltverträglich; Nutzungskriterien erfüllt
C	höchster Nutzen-Kosten-Faktor (1.1 - 1.6), Wirtschaftlichkeit gegeben; Kantonsstrasse nicht erfüllt, Nationalstrasse erfüllt	9 von 20 Teilkriterien nicht erfüllt, Flachmoore beeinträchtigt	Aus Sicht Biosphäre nicht umweltverträglich; Nutzungskriterien grösstenteils erfüllt
D	tiefster Nutzen-Kosten-Faktor (0.9 - 1.2), Wirtschaftlichkeit fragwürdig; Kantonsstrasse nicht erfüllt, Nationalstrasse erfüllt	3 von 20 Teilkriterien nicht erfüllt (überschwemmte Fläche sowie durch Überschwemmungen gebildete Kleingewässer bei fünfjährigen Ereignissen), Zielerreichungsgrad höher als bei Variante A	Aus Sicht Biosphäre Umweltverträglichkeit nur mit Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen erreichbar; Wirtschaftlichkeit stark abhängig von der Bestvariante der Ableitung

Tabelle 7.7 Zusammenfassung der Zielerreichung und Gesamtbeurteilung

Um die Umweltverträglichkeit mittels Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen zu erreichen, könnten somit beispielsweise folgende Massnahmen zur Anwendung gelangen oder eingehender geprüft werden:

- Renaturierung landwirtschaftlich genutzter Flächen innerhalb des Flachmoorperimeter oder angrenzend dazu, Verbesserung der hydrologischen Bedingungen (z.B. Aufhebung von Drainagen zur Förderung des Oberflächen- und Hangwassereinflusses) in Kombination mit Bodenveränderungen, Minimierung des Eintrags von Dünger aus der Landwirtschaft.
- Schaffung neuer temporärer Flachgewässer in Uferbereichen, wo heute keine wertvolle Flachmoorvegetation vorhanden ist. Davon würde insbesondere die Sumpf-Heidelibelle profitieren. Andererseits wäre der künstliche Einstau von Gräben oder das Rückhalten von Wasser in gefluteten Bereichen eine Möglichkeit, um weitere Gewässer mit ausreichend langer Wasserführung zu schaffen.

Ob generell oder nur spezifische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen mit den rechtlichen Grundlagen vereinbar sind, müsste aufgrund konkreter Projekte geklärt werden.

8. Schlussfolgerungen

Die vier Reguliervarianten A (Interventionspegel 448.20 m ü.M., Differentialkoeffizient 2), B (448.00, 2), C (448.00, 4) und D (448.30, 2) wurden hinsichtlich der Zielerfüllung bei der Nutzung und der Biosphäre untersucht. Dabei wurde folgendes festgestellt:

- Keine der vier betrachteten Reguliervarianten erfüllt alle Teilkriterien.
- Die Reguliervarianten B und C, die bei den Nutzungen den besten Zielerreichungsgrad aufweisen und insgesamt am wirtschaftlichsten sind, verletzen wesentliche Zielbereiche der Biosphäre (9 von 20 Teilkriterien). Sie sind daher als nicht umweltverträglich zu bezeichnen.
- Die beiden Reguliervarianten A und D erfüllen zwar ebenfalls nicht alle Teilkriterien im Zielbereich Biosphäre, die formulierten Teilkriterien zum natürlichen, nicht regulierten Wasserregime sowie zur Flachmoorhydrologie, die am höchsten gewichtet sind, werden aber eingehalten. Bei den drei Teilkriterien überschwemmte Fläche Flora bei fünfjährigen Ereignissen sowie durch Überschwemmungen gebildete Kleingewässer für Libellen und Amphibien bei fünfjährigen Ereignissen werden die formulierten Teilkriterien nicht eingehalten. Die Abweichung von der formulierten Schwelle ist bei der Variante A grösser als bei der Variante D. Somit ist die Variante D hinsichtlich der Erfüllung der Teilkriterien im Zielbereich Biosphäre als leicht besser einzustufen.
- Die Reguliervarianten A und D führen zu einer geringeren Schadensminderung. Bei einer Nutzen-Kosten-Betrachtung erreicht die Variante Kurzstollen nur ein ungenügendes Nutzen-Kosten-Verhältnis. Aus Sicht des Zielbereichs Nutzung ist die Variante A etwas besser als die Variante D einzustufen.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen können daher folgende generellen Aussagen abgeleitet werden:

- Es gibt keine Reguliervariante, die alle Zielkriterien vollumfänglich erfüllt und wirtschaftlich ist.
- Varianten mit einem Interventionspegel > 448.30 m ü.M. erhöhen den Erfüllungsgrad betreffend der Biosphäre weiter, sind aber in Bezug auf den Zielbereich Nutzung keine anzustrebenden Lösungen.
- Varianten mit einem Interventionspegel < 448.20 m ü.M. zeigen eine gute Wirksamkeit in Bezug auf die Nutzung, sind aber aus Umweltverträglichkeitsüberlegungen keine anzustrebenden Lösungen.
- Eine Umweltverträglichkeit ist ohne entsprechende Aufwertungs- und Ersatzmassnahmen nicht gegeben. Ob solche Massnahmen rechtlich zulässig sind, müsste noch geprüft werden.
- Eine Seeregulierung kann aufgrund der Landschaftsschutzziele des BLN nur im Rahmen der Interessensabwägung unter Berücksichtigung der wesentlichen Interessen weiterverfolgt werden.

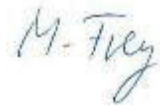
Die «Bestvarianten» der Seeregulierung stellen somit die Varianten A und D mit dem grösstmöglichen Erfüllungsgrad dar. Aufgrund der Erkenntnisse des vorliegenden Regulierungsvariantenstudiums ist in einem nächsten Schritt die Überprüfung und Anpassung der Bewertung der Hochwasserschutzvarianten (Objektschutz, Langstollen und Seewerenausbau) gemäss Basler & Hofmann AG (31.10.2016) sinnvoll. Bisher wurde von einer umweltverträglichen und einer annähernd wirtschaftlichen Seeregulierung über alle Varianten ausgegangen, was nun nicht mehr vorausgesetzt werden kann.

Basierend auf einem derart überarbeiteten Hochwasserschutzvariantenstudium ist eine Gesamtwürdigung der Interessen und ein Entscheid seitens des Regierungsrates des Kantons Schwyz als Oberaufsicht über das gesamte Wasserbauwesen möglich (§ 42 Abs. 1 Wasserrechtsgesetz vom 11. September 1973, SRSZ 451.100, kWRG).

CSD INGENIEURE AG



ppa. Otto Holzgang
Projektleiter



ppa. Monika Frey
Stv. Projektleiterin

Kriens, den 13.11.2020

ANDERE BETEILIGTE FIRMEN UND MITARBEITENDE

Marcel Budry (Kanton Schwyz, Amt für Wasserbau)

Cornel Beffa (beffa tognacca gmbh): Kap. 3.1, 4, 6.1 und 7

Markus Camastral (Naturplan): Kap. 3.2.2, 5.2, 6.2 und 7.5.3

Daniela Keller (FORNAT AG): Kap. 3.2.6, 5.6, 6.2 und 7.5.3

Michael Fuchs (Monitron AG): Kap. 3.2.3 und 5.3

Bericht Variantenstudium HWS Lauerzersee SZ-20201113

Aus Umweltschutzgründen druckt CSD seine Dokumente auf 100 % Recyclingpapier (ISO 14001).

ANHANG A GUTACHTEN DER ENHK VOM 17.12.2018



Gutachten der ENHK

Hochwasserschutz Lauerzersee: Variantenwahl, Gemeinden Lauerz, Steinen und Schwyz SZ

Datum: 17.12.2018

Adressat: Umweltdepartement Kanton Schwyz
Amt für Wasserbau
Bahnhofstrasse 9 / Postfach 1214
6431 Schwyz

Kopie an: - BAFU, Abteilung Gefahrenprävention
- BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften

1. Anlass der Begutachtung

Anlässlich einer Besprechung vom 27.06.2018 in Goldau haben die Vertreterin und die Vertreter des Kantons Schwyz die ENHK ersucht, die Vorstudien zu den Varianten „Objektschutz“ und „Seeregulierung“ für die Sicherstellung des Hochwasserschutzes am Lauerzersee zu beurteilen. Mit elektronischer Mitteilung vom 27.09.2018 hat das Amt für Wasserbau des Kantons Schwyz der ENHK die entsprechenden Unterlagen zur Begutachtung unterbreitet. Das Vorhaben liegt innerhalb des Objekts Nr. 1604 „Lauerzersee“ des Bundesinventars der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN). Zudem liegen weitere Bundesinventarobjekte im Bereich des Lauerzersees: das Objekt Nr. 235 des Bundesinventars der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung, die Objekte Nrn. 3020, 3021, 3023, 3024 des Bundesinventars der Flachmoore von nationaler Bedeutung und die Objekte Nrn. SZ68 und SZ138 des Bundesinventars der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung. Die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen für die Seeregulierung sollen durch den Bund mitfinanziert werden. Das Vorhaben stellt somit eine Bundesaufgabe gemäss Art. 2 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) dar. Das Gutachten der ENHK erfolgt aufgrund von Art. 7 NHG.

Die ENHK beurteilt im vorliegenden Gutachten die Auswirkungen des Projekts anhand der Schutzziele des BLN-Objektes, der Moorlandschaft und der aufgelisteten Objekte der Biotopinventare des Bundes. Die umfassende juristische Prüfung der Vereinbarkeit der Projekte mit den rechtlichen Bestimmungen zur Moorlandschaft und zu den Objekten der Biotopinventare sowie die allenfalls erforderliche Interessenabwägung bezüglich des BLN-Objekts sind von den Entscheidbehörden des Kantons respektive durch die Subventionsbehörde des Bundes vorzunehmen und somit nicht Bestandteil des Gutachtens der ENHK.

2. Grundlagen der Begutachtung

Der ENHK standen für das Gutachten folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Hochwasserschutz Lauerzersee: Grundsätzliche Möglichkeiten zur Reduktion der Hochwasserrisiken, Technischer Bericht zur Studie, Holinger AG, vom 1.05.2015
- Hochwasserschutz Lauerzersee: Machbarkeitsstudien Massnahmenkonzepte mit Seeregulierung, Vorprojekt Massnahmenkonzept ohne Seeregulierung (Objektschutz), Technischer Bericht, Basler & Hofmann AG. Vom 31.10.2016
- Elektronische Mitteilung des Amtes für Natur, Jagd und Fischerei Kanton Schwyz, vom 09.04.2018
- Elektronische Mitteilung des Amtes für Natur, Jagd und Fischerei Kanton Schwyz, vom 16.05.2018
- Aktennotiz Regulierung Lauerzersee, Vereinbarkeit mit den Zielen des Landschaftsschutzes, Besprechung vom 27.06.2018 in Goldau, Amt für Wasserbau Kanton Schwyz, vom 30.07.2018
- Hochwasserschutz Lauerzersee: Positionspapier Variantenwahl, Amt für Wasserbau Kanton Schwyz, vom 12.09.2018
- Hochwasserschutz Lauerzersee: Plan Objektschutzmassnahmen 1:12000/1:3000, Amt für Wasserbau Kanton Schwyz, ohne Datum
- Hochwasserschutz Lauerzersee (Wehrreglement), UVB Voruntersuchung und Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung, CSD Ingenieure AG, vom 21.09.2018
- Elektronische Mitteilung des Amtes für Wasserbau Kanton Schwyz, vom 27.09.2018

Am 27.06.2018 fand die eingangs erwähnte Besprechung einer Delegation der ENHK mit Vertreterinnen und Vertretern des Bundesamts für Umwelt, Abteilung Gefahrenprävention, des Amtes für Natur, Jagd und Fischerei des Kantons Schwyz sowie des Amtes für Wasserbau des Kantons Schwyz statt. Am 18.10.2018 fand ein Augenschein im Gebiet Lauerzersee in gleicher Zusammensetzung sowie mit dem Vorsteher des Umweltdepartements des Kantons Schwyz und einem Vertreter der CSD Ingenieure statt.

3. Die Bundesinventarobjekte von nationaler Bedeutung

3.1 Das BLN-Objekt Nr. 1604 „Lauerzersee“

Der Lauerzersee liegt in einer weiten Talmulde zwischen Vierwaldstätter- und Zugersee. Er ist zwischen Steinerberg, der Nordflanke der Rigi sowie dem Kleinen und Grossen Mythen eingebettet. Im Süden grenzen das BLN-Objekt 1606 „Vierwaldstättersee mit Kernwald, Bürgenstock und Rigi“ und im Nordwesten das BLN-Objekt 1607 „Bergsturzgebiet von Goldau“ direkt an das BLN-Objekt 1604 „Lauerzersee“ an. Der Perimeter des BLN-Objekts umfasst unter anderem die gesamte Seefläche und damit auch die Insel Schwanau inklusive der „kleinen Insel“. Der Bergsturz von Goldau von 1806, eine der grössten Naturkatastrophen der Schweiz, hat die heutige Landschaft des BLN-Gebiets nachhaltig geprägt, zumal der See vor dem Bergsturzereignis grösser war; heute gilt er mit einer maximalen Wassertiefe von 14 Metern als einer der seichtesten Seen der Schweiz. Als Zeugnis der natürlichen Prozesse und Entwicklung stellen der Lauerzersee und das angrenzende Gebiet sowohl aus landschaftlicher Sicht wie auch bezüglich der natürlichen Lebensräume einen in der Schweiz einmaligen Sonderfall dar. Seine wichtigste Charakteristik ist das Fehlen jeglicher Regulierung. Dieser Umstand trägt nicht nur zur Natürlichkeit des Sees selbst bei, sondern ist auch mitverantwortlich für das Entstehen und Bestehen der angrenzenden ausgedehnten Flachwasserbereiche mit den Unterwasserwiesen, Schwimmblattgesellschaften, Schilf- und Riedflächen, die zusammen breite und wenig beeinträchtigte Verlandungszonen bilden. Letztere bestimmen im Gebiet Sägel, am nordwestlichen Ende des Sees, das Landschaftsbild massgeblich. Wiesen und Weiden, teilweise bestockt mit Obstgärten, nehmen gut die Hälfte des Offenlandes ein. Die Moorlandschaft von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung Sägel-Lauerzersee mit mehreren Flachmooren und Amphibienlaichgebieten von ebenfalls nationaler Bedeutung ist ein wertvoller vernetzter Lebensraum für eine hohe Zahl an Pflanzen- und Tierarten. Besonders hervorzuheben sind, neben verschiedenen montanen und subalpinen floristischen Besonderheiten eine hohe Anzahl an Orchideenarten sowie bedeutende Vorkommen von Libellen und Amphibien wie die stark gefährdete Späte Adonislibelle (*Ceriagrion tenellum*) sowie der Kammmolch (*Triturus cristatus*). Teile des Gebiets sind bedeutende Rastplätze für Limikolen.

Prägend für den Charakter des Lauerzersees sind weiter die beiden Inseln vor Chlostermatt – die mit einer Fähre erreichbare und bewohnte Schwanau und die unbewohnte kleinere Roggenburg. Das mehr oder weniger ostwestlich verlaufende Südbecken des Lauerzersees liegt in der subalpinen Flyschzone; als schweizweit einzigartig würdigt das BLN die riffartig aufragenden Schuppen von eozänem Nummulitenkalk. Dieser Kalk enthält Eisenerz, das in der Chlostermatt vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert ausgebeutet wurde. Ein weiteres Phänomen des Lauerzersees sind die subaquatischen Erdgasaustritte. Gasquellen finden sich beispielsweise bei der Insel Schwanau.

All dies führt dazu, dass der Lauerzersee und das ganze BLN-Objekt als Singularität zu betrachten sind. Die nationale Bedeutung des Objektes Nr. 1604 „Lauerzersee“ wird im BLN unter anderem wie folgt begründet: „*Naturnahe Seelandschaft mit Insel Schwanau und hervorragend erhaltenen Verlandungszonen*“, „*Einer der seichtesten, nicht regulierten Seen der Schweiz mit zahlreichen Deltas*“ und „*Nummulitenkalk-Felsmauern als Insel im Lauerzersee und im flachen Talboden*“.

Gemäss der Verordnung zum Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (VBLN, in der Fassung vom 29. März 2017) gelten für das Objekt Nr. 1604 folgende Schutzziele:

- 3.1 Die vielfältige Seelandschaft mit der Insel Schwanau, ihren naturnahen Uferbereichen und der bergsturzgeprägten Morphologie in ihrem Charakter erhalten.
- 3.2 Die Reliefformen des Bergsturzgebietes als Ganzes sowie die einzelnen Felsblöcke erhalten.
- 3.3 Die ausgedehnten Flachwasserbereiche mit den Unterwasserwiesen, Schwimmblattgesellschaften, Verlandungszonen sowie Schilf- und Riedflächen ungestört erhalten.
- 3.4 Das natürliche, nicht regulierte Wasserregime des Lauerzersees erhalten.
- 3.5 Die Entwicklungsdynamik der Uferbereiche zulassen.
- 3.6 Die Gewässer und ihre Lebensräume in einem natürlichen und naturnahen Zustand erhalten.
- 3.7 Die Feuchtlebensräume in ihrer Qualität und ökologischen Funktion sowie mit ihren charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erhalten.
- 3.8 Die Vernetzung der Lebensräume erhalten.
- 3.9 Die Felsmauern aus Nummulitenkalk erhalten.
- 3.10 Die landschaftsprägenden Elemente wie Gehölze, Hecken und Bäume im Übergangsbereich zwischen Sägel und Bergsturzgebiet erhalten.
- 3.11 Die Nutzung des Rieds als Streuwiesen mit der typischen biologischen Vielfalt erhalten.
- 3.12 Die Insel Schwanau mit ihrem urtümlichen und naturnahen Landschaftscharakter sowie mit der kulturhistorisch wertvollen Burgruine und dem Ensemble aus Einzelgebäuden erhalten.

Relevant für die Beurteilung des zur Diskussion stehenden Projekts sind nach Ansicht der Kommission in erster Linie die Schutzziele 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8.

3.2 Die Moorlandschaft von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung

Die Moorlandschaft von nationaler Bedeutung Nr. 235 „Sägel/Lauerzersee“ wird im Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung wie folgt beschrieben:

„Die Moorlandschaft Sägel/Lauerzersee besteht aus zwei charakteristischen Teilen: dem Bergsturzgebiet von Goldau und dem Sägel mit dem Lauerzersee. Das Bergsturzgebiet ist durch grosse und kleine Felsblöcke kleinräumig gegliedert und bietet eine Vielfalt an Lebensräumen und Strukturen. Im stark bewaldeten Westteil finden sich viele Moore, kleine Tümpel und Weiher, von denen das Goldseeli ein besonderes Kleinod ist. Erstaunlich viele Bäche durchfliessen den Wald und entwässern in Richtung Lauerzersee. Im Übergangsbereich zum Sägel verzahnt sich der Wald intensiv mit dem Kulturland. Neben grösseren Mooren finden sich auf den trockenen Kuppen blumenreiche Magerwiesen und Fettwiesen. Grosse Nagelfluhblöcke, auf denen trockenheitsliebende Pflanzen wachsen, ragen aus den Flachmooren. Das Nebeneinander vieler extensiv genutzter Flächen, Gehölzen und Hecken stellt einen besonderen Wert der Moorlandschaft dar. Im Sägel breiten sich weite Flachmoore aus, die

von einigen hohen Bäumen und zerstreuten Weidenbüschen durchsetzt sind. Die Moore werden fast ausschliesslich in traditioneller Art als Streuwiesen gemäht und prägen das Landschaftsbild stark. Nur diejenigen in unmittelbarer Nähe des Sees werden nicht genutzt. Die Streuwiesen gehen in die breiten Verlandungsgürtel des Sees über, deren Schilfbestände gegen das Wasser hin immer höher aufragen. Das Röhricht säumt das Seeufer in stellenweise ansehnlicher Breite bis zum Aazopf. Hier hat die Steiner Aa ein grosses, flaches Delta im See aufgeschüttet, in dessen vorderstem Teil sich Auenwald gebildet hat. In der stillen Bucht mit seichem Wasser haben sich für die Schweiz einzigartige Unterwasserwiesen und Schwimmblatt-Gesellschaften entwickelt. Sägel/Lauerzersee ist ein bedeutendes Brutgebiet verschiedener Wasser- und Sumpfvögel. Es wurden mindestens eine Vogelart (Reiherente, *Aythya fuligula*) und eine Libellenart (Grosse Moosjungfer, *Leucorrhinia pectoralis*) der Roten Liste nachgewiesen, die für ihr Überleben auf Moorlandschaften angewiesen sind. Die Kombination von Flachmooren, Verlandungszone, See und Bergsturzgebiet mit einer Vielzahl von Kleingewässern ist in dieser Ausdehnung und Art für die Schweiz einmalig. Von besonderer Bedeutung ist zudem, dass alle Flachmoorgesellschaften dieser Region hier vorkommen. Die zentralen Teile der Moorlandschaft werden als Wiesen genutzt, wobei sich zwischen den Streuwiesen mosaikartig Fettwiesen einfügen. Das kuptierte Gelände wird extensiv beweidet oder gemäht, gegen die Randbereiche nimmt die Intensität der Bewirtschaftung zu.“

Der Perimeter der Moorlandschaft von nationaler Bedeutung umfasst den nordwestlichen Teil des BLN-Objekts. Die Seeregulierung würde auch die Moorlandschaft betreffen. Ein Teil der Objektschutzmassnahmen liegt ebenfalls innerhalb der Moorlandschaft.

Die Schutzziele und Eingriffsmöglichkeiten in Moorlandschaften sind im NHG sowie in der Verordnung über den Schutz der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung (Moorlandschaftsverordnung) wie folgt festgelegt:

- Artikel 23c Abs. 1 NHG nennt als allgemeines Schutzziel die Erhaltung jener natürlichen und kulturellen Eigenheiten der Moorlandschaften, die ihre besondere Schönheit und nationale Bedeutung ausmachen.
- Artikel 23d NHG regelt im Detail die Gestaltung und Nutzung der Moorlandschaften: *“Die Gestaltung und die Nutzung der Moorlandschaften sind zulässig, soweit sie der Erhaltung der für die Moorlandschaften typischen Eigenheiten nicht widersprechen.“ (Abs. 1) “Unter der Voraussetzung von Absatz 1 sind insbesondere zulässig: a. die land- und forstwirtschaftliche Nutzung; b. der Unterhalt und die Erneuerung rechtmässig erstellter Bauten und Anlagen; c. Massnahmen zum Schutz von Menschen vor Naturereignissen; d. die für die Anwendung der Buchstaben a-c notwendigen Infrastrukturanlagen.“ (Abs. 2)*
- Artikel 4 der Moorlandschaftsverordnung sieht vor, dass in allen Moorlandschaften: *„a. die Landschaft vor Veränderungen zu schützen [ist], welche die Schönheit oder die nationale Bedeutung der Moorlandschaft beeinträchtigen; b. die für Moorlandschaften charakteristischen Elemente und Strukturen zu erhalten [sind], namentlich geomorphologische Elemente, Biotope, Kulturelemente sowie die vorhandenen traditionellen Bauten und Siedlungsmuster; c. auf die nach Artikel 20 der Verordnung vom 16. Januar 1991 über den Natur- und Heimatschutz (NHV) geschützten Pflanzen- und Tierarten sowie die in den vom Bundesamt erlassenen oder genehmigten Roten Listen aufgeführten, gefährdeten und seltenen Pflanzen- und Tierarten besonders Rücksicht zu nehmen [ist]; d. die nachhaltige moor- und moorlandschaftstypische Nutzung zu unterstützen [ist], damit sie so weit als möglich erhalten bleibt. [...]“*
- Gemäss Artikel 5 der Moorlandschaftsverordnung sorgen die Kantone insbesondere dafür, dass: *„c. die nach Artikel 23d Absatz 2 NHG zulässige Gestaltung und Nutzung der Erhaltung der für die Moorlandschaften typischen Eigenheiten nicht widersprechen; d. Bauten und Anlagen, die weder mit der Gestaltung und Nutzung nach Buchstabe c in Zusammenhang stehen, noch der Biotoppflege oder der Aufrechterhaltung der typischen Besiedlung dienen, nur ausgebaut oder neu errichtet werden, wenn sie nationale Bedeutung haben, unmittelbar standortgebunden sind und den Schutzzielen nicht widersprechen. [...]“*

Das zentrale Schutzziel der Moorlandschaft ist die grossräumige Erhaltung, Inwertsetzung und Förde-

zung der Habitats in ihrem durch die Topographie und die offene Seefläche geprägten landschaftlichen Kontext und mit ihren charakteristischen Tier- und Pflanzenarten.

3.3 Die Flachmoore von nationaler Bedeutung

Die Flachmoore von nationaler Bedeutung Nr. 3020 „Schornen“, 3021 „Auw“, 3023 „Widern“ und 3024 „Sägel“ liegen im Gebiet Sägel und entlang des Nordost-Ufers des Lauerzersees. Darin kommen neben den oben bereits erwähnten Arten u. a. das seltene und gefährdete Schlanke Wollgras (*Eriophorum gracile*) oder das stark gefährdete Blauauge (*Minois dryas*) vor. Letzteres ist eine Tagfalterart, welche am Lauerzersee mit einer für die Alpennordseite bedeutenden Reliktpopulation vertreten ist. Die Seeregulierung würde alle vier Flachmoorbiotope betreffen.

Artikel 4 der Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung (Flachmoorverordnung) definiert das Schutzziel wie folgt: *„Die Objekte müssen ungeschmälert erhalten werden; in gestörten Moorbereichen soll die Regeneration, soweit es sinnvoll ist, gefördert werden. Zum Schutzziel gehören insbesondere die Erhaltung und Förderung der standortheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Grundlagen sowie die Erhaltung der geomorphologischen Eigenart.“* Gemäss Art. 5 der Flachmoorverordnung sorgen die Kantone insbesondere dafür, dass *„a. Pläne und Vorschriften, welche die zulässige Nutzung des Bodens im Sinne der Raumplanungsgesetzgebung regeln, mit dieser Verordnung übereinstimmen; b. keine Bauten und Anlagen errichtet und keine Bodenveränderungen vorgenommen werden, insbesondere durch Entwässerungen [...], ausgenommen sind, unter Vorbehalt der Buchstaben d und e, Bauten, Anlagen und Bodenveränderungen, die der Aufrechterhaltung des Schutzziels dienen; c. der Unterhalt und die Erneuerung rechtmässig erstellter Bauten und Anlagen das Schutzziel nicht zusätzlich beeinträchtigen; [...] e. unmittelbar standortgebundene Massnahmen gegen Naturereignisse naturnah und nur zum Schutz des Menschen erfolgen; ausgeschlossen sind Massnahmen zum Schutz von Bauten und Anlagen, die nach dem 1. Juni 1983 in ausgeschiedenen Gefahrenzonen oder bekannten Gefahrengebieten erstellt wurden; [...] g. der Gebietswasserhaushalt erhalten und, soweit es der Moorregeneration dient, verbessert wird“ [...].*

3.4 Die Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung

Die Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung Nr. SZ68 „Sägel, Schutt, Lauerzersee“ und SZ138 „Aazopf“ liegen im Gebiet Sägel (SZ68) und im Bereich des Deltas der Steiner Aa (SZ138). Die Seeregulierung würde beide Biotope betreffen. Verschiedene Objektschutzmassnahmen liegen im Amphibienlaichgebiet SZ138.

Artikel 6 der Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (Amphibienlaichgebiete-Verordnung) definiert das Schutzziel wie folgt: *„In ihrer Qualität und Eignung als Amphibienlaichgebiete sowie als Stützpunkte für das langfristige Überleben und die Wiederansiedlung gefährdeter Amphibienarten sind die ortsfesten Objekte ungeschmälert und die Wanderobjekte funktionsfähig zu erhalten.“* (Abs. 1) Zum Schutzziel gehören insbesondere die Erhaltung und Förderung: *a. des Objekts als Amphibienlaichgebiet; b. den Amphibienpopulationen, die den Wert des Objekts begründen; c. des Objekts als Element im Lebensraumverbund [...].* Nach Artikel 7 ist *„Ein Abweichen vom Schutzziel ortsfester Objekte [...] nur zulässig für standortgebundene Vorhaben, die einem überwiegenden öffentlichen Interesse von ebenfalls nationaler Bedeutung dienen. Verursacherinnen und Verursacher sind zu bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonst angemessenen Ersatzmassnahmen zu verpflichten“* (Abs. 2).

4. Das Vorhaben

4.1 Zielsetzung des Hochwasserschutzprojektes

Im Laufe der letzten Jahrzehnte kam es am Lauerzersee zu verschiedenen ausserordentlichen Hochwasserereignissen (1999, 2005, 2013), welche teilweise erhebliche Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen verursachten. Um solche Ereignisse in Zukunft zu verhindern oder zumindest deren negati-

ve Auswirkungen zu minimieren, wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Lösungsvarianten entwickelt. Diese reichen von Projektskizzen zur Umleitung, dem Rückhalt der Steiner Aa oder der Erhöhung der Abflusskapazität der Seeweren bis hin zu mehreren Stollenvarianten, welche mittels eines dotierten Stollens Wasser aus dem Lauerzersee ableiten sollen. Schliesslich wurden auch eine 0-Variante (keine Massnahmen) und Objektschutzvarianten (mit und ohne den Schutz von Strassen) mit einbezogen.

In der Folge wurde beschlossen, die Machbarkeit von zwei Varianten vertieft zu prüfen: "Objektschutz mit Teilausbau Seewern" (im Folgenden "Objektschutz") und "Stollen Urmiberg, Ausbau Seewern, Bypass Seewern" (im Folgenden "Seeregulierung"). Die Kommission beschränkt sich im vorliegenden Gutachten auf die Beurteilung und Gegenüberstellung dieser zwei Varianten.

4.2 Variante Objektschutz

Bei der Variante "Objektschutz" sollen gefährdete Gebäude mit baulichen Massnahmen an ihnen selbst und/oder in ihrer unmittelbaren Umgebung vor bis zu 100-jährlichen Hochwasserereignissen geschützt werden. Die Variante beinhaltet eine Vielzahl von Einzelmassnahmen zur Abschirmung, Abdichtung oder Erhöhung der zu schützenden Gebäude. Zudem ist der Einbau von Rückstauschutzvorrichtungen für die Kanalisation vorgesehen. Bereits heute ist für Neubauten in Lauerz eine Mindest-Kote für Gebäudeöffnungen (450.25 m ü. M.) vorgegeben. Die Mehrheit der Massnahmen konzentriert sich auf das Dorf Lauerz. Einzelne Massnahmen betreffen zudem Gebäude im Gebiet Husmatt, im Aazopf und im obersten Abschnitt der Seeweren sowie das Schützenhaus von Seewen. Der See selbst erfährt bei dieser Variante keinen direkten Regulierungseingriff. Auf die Massnahmen an der Seewern geht die ENHK nicht weiter ein, da sie ausserhalb des BLN-Perimeters liegen.

4.3 Variante Seeregulierung

Die Variante "Seeregulierung" beinhaltet den Bau eines Stollens, der ab einer noch zu bestimmenden Seespiegelhöhe das Wasser des Lauerzersees ableitet und so die Hochwasserspitzen bricht. Der ca. 1'060 m lange Stollen führt durch den Urmiberg und mündet oberhalb des Nietenbachs in die Seewern. Ab dem Auslaufbauwerk des Stollens bis zur Muota wird die Seewern zudem auf eine Kapazität von 50 m³/s ausgebaut. Die Regulierung des Seepegels soll gemäss einem noch zu erarbeitenden Wehrreglement erfolgen. Dieses kann einen fixen Grenzpegel (oberes Stauziel) oder eine dynamische Regulierung beinhalten. Letztere würde u. a. auch eine Risikoverlagerung auf die Gebiete unterhalb der Stolleneinmündung minimieren. Sämtliche baulichen Eingriffe liegen bei dieser Variante entweder ausserhalb des BLN-Objekts oder im Bereich der bereits stark durch Bauten und Anlagen beeinträchtigten Ausmündung der Seewern. Sie sind deshalb für die Beurteilung der Variante nicht von Bedeutung und werden im vorliegenden Gutachten nicht weiter berücksichtigt.

5. Beurteilung

Art. 6 NHG legt fest, dass *durch die Aufnahme eines Objektes von nationaler Bedeutung in ein Inventar des Bundes dargetan wird, dass es in besonderem Masse die ungeschmälerterte Erhaltung, jedenfalls aber unter Einbezug von Wiederherstellungs- oder angemessenen Ersatzmassnahmen die grösstmögliche Schonung verdient* (Abs. 1). *Ein Abweichen von der ungeschmälerterten Erhaltung im Sinne der Inventare darf bei der Erfüllung einer Bundesaufgabe nur in Erwägung gezogen werden, wenn ihr bestimmte gleich- oder höherwertige Interessen von ebenfalls nationaler Bedeutung entgegenstehen* (Abs. 2). Gemäss Art. 5 Abs. 1 der VBLN gilt für alle BLN-Objekte der Grundsatz, dass *die Objekte (...) in ihrer natur- und kulturlandschaftlichen Eigenart und mit ihren prägenden Elementen ungeschmälerter erhalten bleiben* müssen. Daraus folgt, dass die Auswirkungen von jedem geplanten Vorhaben im Hinblick auf die Einhaltung dieses Grundsatzes sowie auf die objektspezifischen Schutzziele des BLN-Objektes abgeklärt werden müssen.

5.1 Beurteilung Variante Objektschutz

Am Augenschein vom 18.10.2018 konnte die Delegation der ENHK die geplanten Massnahmen an einzelnen Bauten exemplarisch besichtigen. Auch wurden die mehrere Gebäude übergreifenden Massnahmen vor Ort angeschaut betrachtet. Der Augenschein zeigte, dass von den skizzierten Objektschutzmassnahmen keine zusätzlichen negativen Auswirkungen auf Natur- und Landschaftswerte zu erwarten sind. Die betroffenen Gebäude stellen keine besonderen Qualitäten des BLN-Objekts dar und sind auch nicht im kantonalen Inventar der schützenswerten Bauten enthalten. Der grösste Teil der Objektschutzmassnahmen und auch die flächigen Terrainveränderungen sind im Baugebiet von Lauerz geplant. Das Seequartier zeichnet sich durch eine sehr heterogene Bebauung ohne besondere landschaftliche Qualitäten aus.

Durch die Massnahmen sind weder wertvolle Lebensräume betroffen, noch wird bei der Variante Objektschutz in die natürliche Dynamik des Lauerzersee oder seiner Zuflüsse und Abflüsse eingegriffen. Die damit zusammenhängenden aktuellen hydrologischen Verhältnisse und die davon abhängigen Lebensräume (Schutzziele 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 und 3.7) bleiben unangetastet.

Auch die Vernetzung der Lebensräume (Schutzziel 3.8) wird mit dieser Variante nicht beeinträchtigt. Die potenziell eine Vernetzung behindernden Massnahmen (Betonmauern) liegen innerhalb von Lauerz. In diesem Sinne könnte höchstens von einer geringen zusätzlichen Beeinträchtigung gesprochen werden. Da hier jedoch bereits heute vorhandene Mauern, Strassen oder Zäune für viele Arten nicht oder kaum überwindbare Barrieren darstellen, kann nicht von einer effektiven Verschlechterung der aktuellen Situation gesprochen werden. Auch aus Sicht des Landschafts- bzw. Ortsbildes fallen die vorgesehenen Mauern nicht ins Gewicht.

Aus den erwähnten Gründen stellt die Variante Objektschutz keine Beeinträchtigung der relevanten Schutzziele 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 des BLN-Objekts dar. Diese Einschätzung dürfte aufgrund der Erkenntnisse am Augenschein auch dann gelten, wenn die Objektschutzmassnahmen für seltene Ereignisse als das 100jährige Hochwasser ausgelegt würden.

Aufgrund der obigen Ausführungen besteht auch kein Widerspruch zu den Schutzzielen der Flachmoor- und Amphibienlaichgebiet-Verordnungen. Innerhalb der Moorlandschaft beschränken sich mit einer Ausnahme alle Massnahmen auf bauliche Eingriffe an bestehenden Gebäuden oder an der bestehenden Zufahrt in deren unmittelbaren Umgebung. Eine Beeinträchtigung der Moorlandschaft ist nicht zu erwarten.

5.2 Beurteilung Variante Seeregulierung

Durch die geplante Regulierung des Sees fällt einer der wichtigsten Werte des BLN-Objektes dahin – das natürliche, unregulierte Wasserregime – auf welches sowohl bei der Begründung der nationalen Bedeutung wie auch in Schutzziel 3.4 hingewiesen wird. Zwar sollen gemäss Projektunterlagen lediglich die Hochwasserspitzen gebrochen werden, was für die meisten Tage einen status quo bedeuten würde. Jedoch steht dieser Eingriff grundsätzlich im Widerspruch zu Schutzziel 3.4. Eine Regulierung ist auch mit dem Ziel der ungeschmälerten Erhaltung des natürlichen Charakters der Seelandschaft und damit mit Schutzziel 3.1 unvereinbar. Aus heutiger Sicht ist die Beeinträchtigung dieser beiden Schutzziele als schwerwiegend zu beurteilen.

Wie die UVB-Voruntersuchung weiter hervorhebt, kann ein verändertes Wasserregime neben einer zunehmenden Verbuschung – als direkte Folge wegfallender Überflutungen – auch ausserhalb direkt betroffener Flächen „...zu Verschiebungen der Moorvegetationseinheiten führen und Auswirkungen auf seltene oder geschützte Moorarten haben. Das Ausmass der Artenveränderung hängt stark von den lokalen hydrologischen Gegebenheiten ab. Die Folgen sind umso gravierender, je stärker der Grundwasserpegel durch den See beeinflusst wird...“. Da noch kein konkretes Regulierungsreglement vorliegt und die ökologischen Abklärungen noch nicht abgeschlossen sind, können die konkreten Folgen einer Seeregulierung auf die Lebensräume im und am Lauerzersee und die darin vorkommenden Tier- und Pflanzenarten zum heutigen Zeitpunkt nicht bestimmt werden. Die heutigen Standortverhält-

nisse würden mindestens in den Verhandlungszonen in einem noch nicht genau bestimmbar Ausmass verändert bzw. gestört werden. Hierzu kann lediglich festgehalten werden, dass eine Regulierung in jedem Fall mindestens zu einer leichten Beeinträchtigung des Schutzziels 3.3 führen würde. Damit einher geht auch eine Beeinträchtigung der Schutzziele der Moorlandschaft und der Biotope von nationaler Bedeutung. Das gleiche gilt für die Schutzziele 3.6 und 3.7. Aus heutiger Sicht kann auch eine schwere Beeinträchtigung dieser Schutzziele nicht ausgeschlossen werden. Das Gleiche gilt auch für die in den Verordnungen zur Moorlandschaft, zu den Flachmooren und der Amphibienlaichgebiete formulierten Vorgaben.

Bezüglich der Vernetzung der Lebensräume (Schutzziel 3.8) schliesslich dürfte die Regulierung zu keinen relevanten Veränderungen der heutigen Situation beitragen. Somit ist eine Beeinträchtigung dieses Schutzziels kaum zu erwarten.

5.3 Variantenvergleich

Die Variante Objektschutz führt wie oben dargelegt zu keiner zusätzlichen Belastung.

Die Auswirkungen der Variante Seeregulierung können aufgrund der zur Verfügung stehenden Unterlagen heute zwar nicht abschliessend beurteilt werden. Indessen ist festzuhalten, dass die Verletzung des Schutzzieles 3.4 – das Erhalten des nicht regulierten Wasserregimes – als schwere Beeinträchtigung zu betrachten ist. Weiter besteht eine erhebliche Wahrscheinlichkeit, dass sich die Variante Seeregulierung in einem heute noch nicht bestimmbar Ausmass negativ auf weitere Schutzziele des BLN-Objekts sowie der Moorlandschaft und der Biotope von nationaler Bedeutung auswirkt.

Zusammenfassend ergibt sich, dass die Variante Seeregulierung in jedem Fall zu einer erheblich stärkeren Beeinträchtigung des BLN-Objektes führen wird als die Variante Objektschutz. Der Vergleich der beiden Varianten fällt damit aus Sicht der Schutzziele des BLN-Objekts und jener der Moorlandschaft, der Flachmoore und der Amphibienlaichgebiete eindeutig zu Gunsten des Objektschutzes aus.

6. Schlussfolgerungen und Antrag

Aufgrund der vorliegenden Unterlagen und eines Augenscheins einer Delegation der ENHK kommt die Kommission zu folgenden Schlüssen: Die Variante Objektschutz wird zu keiner zusätzlichen Beeinträchtigung des BLN-Objekts führen. Bei der Variante der Seeregulierung ist zwar keine abschliessende Beurteilung möglich. Allein die Verletzung des Schutzzieles der Erhaltung des unregulierten Seezustands stellt jedoch eine schwerwiegende Beeinträchtigung des BLN-Objektes dar. Beim aktuellen Stand der Kenntnisse kann ferner nicht ausgeschlossen werden, dass weitere Schutzziele des BLN-Objekts sowie der Moorlandschaft, der Flachmoore und der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung schwerwiegend beeinträchtigt würden.

Die Variante Objektschutz hingegen ist kompatibel mit den konkretisierten Schutzzielen für das BLN und entspricht damit der von Art. 6 NHG verlangten grösstmöglichen Schonung. Die ENHK beantragt deshalb, diese Variante weiterzuverfolgen und auf jegliche Regulierungsmassnahmen am Lauerzersee zu verzichten. Die ENHK empfiehlt, eine Auslegung der Variante Objektschutz auf seltenere Ereignisse als das 100jährige Hochwasser zu prüfen.

Die ENHK wünscht über den weiteren Verlauf des Geschäftes orientiert zu werden.

EIDGENÖSSISCHE NATUR- UND HEIMATSCHUTZKOMMISSION

Die Präsidentin



Dr. Heidi Z'graggen

Der Sekretär



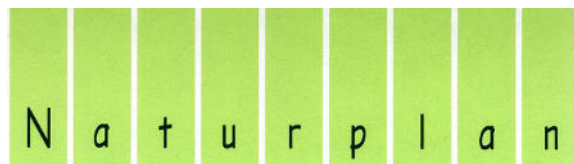
Fredi Guggisberg

**ANHANG B MOORHYDROLOGIE: KURZNOTIZ ZUSATZERHEBUN-
GEN**

Kurznotiz zu den Moorhydrologischen Erhebungen



Juli 2020



Roland Haab, Chilenholzweg 7, CH - 8614 Sulzbach, Schweiz

Tel.: 044 260 28 75; Mail: naturplan@bluewin.ch

Diese Kurznotiz bildet eine Ergänzung zum Bericht Variantenstudium HWS Lauerzersee. Im vorliegenden Dokument werden die im Bericht erläuterten Ergebnisse ausführlich dargestellt und teilweise ergänzt.

Grundlagenerhebungen und Methodik

Folgende Arbeiten wurden in Zuge der moorhydrologischen Abklärungen zwischen Juni 2018 und November 2019 ausgeführt:

- Auswertung von bestehenden Grundlagen: AV-Daten über offene und eingedolte Gewässer, Quellen/Rinnsale, Kanalisation und Terrainmodelle (swiss Alti^{3D}); hydrogeologische Berichte und Vegetationskarten.
- GPS-rtk-Vermessung der Mooroberfläche und des Moorumsfelds entlang von insgesamt 13 Geländetransekten. Die GPS-rtk-Vermessungen erfolgten in der Lage und in der Höhe mit einer Genauigkeit von +/- 1 bis 2 cm, DGPS-Kartierungen mit einer Genauigkeit von +/- 0.4 m in der Lage.
- GPS-rtk-Vermessung von moorhydrologisch massgeblichen Strukturen (Seeufer, Graben- und Weihersohlen), von aktuellen Wasserspiegeln sowie der genauen Lage und Höhe der eingesetzten automatischen Drucksonden.
- DGPS-gestützte Kartierung von in den AV-Daten nicht erfassten Gräben, Bächen, Weihern/Tümpeln und Entwässerungen.
- Bodensondierungen, GPS-rtk-Vermessung und Beschrieb der Bohrprofile für 44 in den Moorflächen liegende Standorte.
- Wasserspiegelaufzeichnungen durch 22 automatische, stündlich aufzeichnende Drucksonden von Juni 2018 bis November 2019. Die ursprünglich für 1 Jahr geplanten Wasserspiegelaufzeichnungen wurden aufgrund des ausserordentlich trockenen und heissen Sommers und Herbst 2018 bis zum November 2019 verlängert.
- Zur Auswertung der Wasserspiegelaufzeichnungen wurden bestehende Niederschlagsdaten (Meteo Schweiz, tägliche Niederschlagssummen und langjähriges Mittel) der Station Schwyz verwendet.
- DGPS-gestützte, flächige Kartierung der Leitfähigkeit während unterschiedlicher Jahreszeiten, die Messungen erfolgten jeweils 2-3 Tage nach einem Niederschlagsereignis.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Erhebungen ergänzend zum Bericht detailliert und vollständig dargestellt.

Terrainvermessungen

Da die Terrainhöhe für die Interpretation der Moorwasserspiegel und der durch den See überstauten Moorfläche eine massgebende Grösse ist, wurden zur Prüfung des Laserscanningmodells insgesamt 13 Transekte vermessen (Abbildung 1, 2). Erfahrungsgemäss weicht die tatsächliche Terrainhöhe in Bereichen mit kleinräumig rasch ändernder Geländeoberfläche (z. B. Grabeneinschnitte) stark von der mittels Laserscanning erhobenen Terrainhöhe ab. Gleiches gilt auch für Flächen, in denen zum Zeitpunkt der Befliegung Wasser lag. Teilweise konnte in der Vergangenheit auch ein zum Gelände parallel verlaufender, statischer Höhenverwurf von bis zu 0.3 m vom Laserscanningmodell zur tatsächlichen Geländehöhe festgestellt werden.

Als Referenz- und Kontrollhöhen dienten Lagefixpunkte des Bundesamts für Landestopographie. Ein Vergleich der vermessenen Höhen mit dem Laserscanningmodell zeigte folgende Resultate (beispielhaft dargestellt in Abbildung 3):

- Erwartungsgemäss stellt das Laserscanningmodell kleinräumige, rasche Geländeänderungen ungenügend dar. Dies betrifft insbesondere Geländeeinschnitte von kleineren Fliessgewässern.

- Von Wasser überstaute Flächen werden vom Laserscanningmodell ebenfalls fehlerhaft dargestellt.
- Ein statischer, parallel zum Gelände verlaufender Höhenverwurf konnte nicht festgestellt werden. In Bereichen mit geringen Geländeänderungen bewegen sich die Abweichungen zwischen den vermessenen Terrainhöhen und dem Terrainmodell im Bereich von wenigen Zentimetern und damit teilweise im Bereich der technischen Genauigkeit des Vermessungssystems.

Aufgrund dieser Resultate wurden massgebliche hydrologische Elemente im Nahbereich der Wasserspiegelmessstellen wie z. B. Grabeneinschnitte und Überlaufpunkte von Geländesenken mittels GNSS-rtk eingemessen. Eine flächige Vermessung der Moorflächen erscheint jedoch nicht notwendig, da das Laserscanningmodell ausserhalb von sehr kleinräumigen Geländestrukturen eine hohe Genauigkeit erreicht.

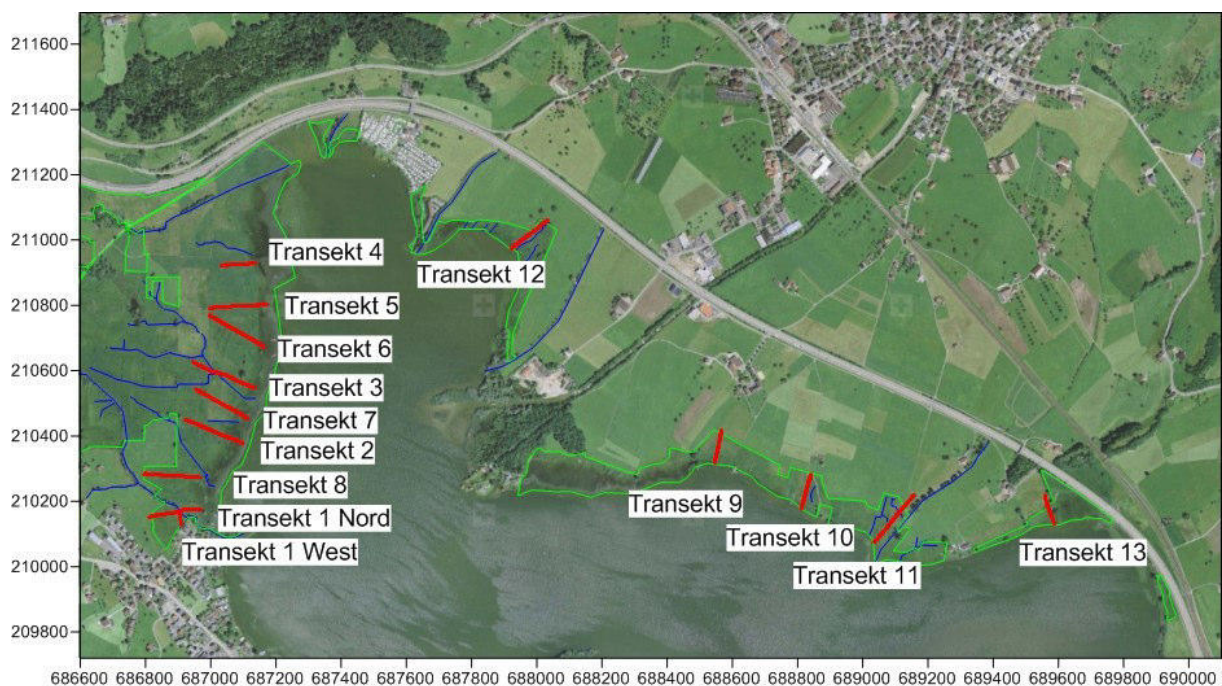
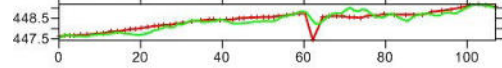


Abbildung.1 Übersicht über die Vermessungstransekte, die zur Überprüfung des Laserscanningmodells mittels GNSS-rtk vermessen wurden.

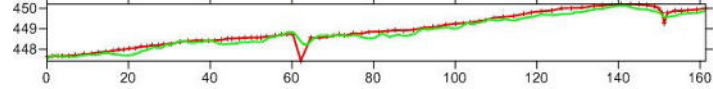
Lauerzersee: Vermessungstransecte

— Terrainoberfläche DTM swissALTI3D_1x1m
-x- Terrainoberfläche (Naturplan)

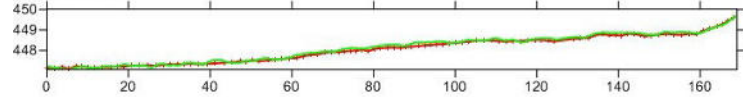
Transekt 1 West



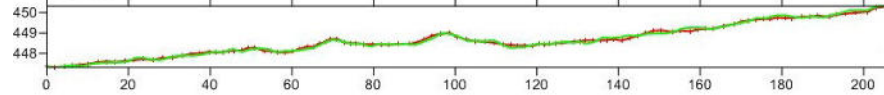
Transekt 1 Nord



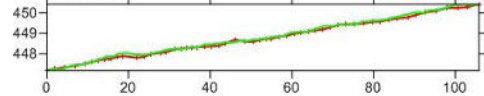
Transekt 2



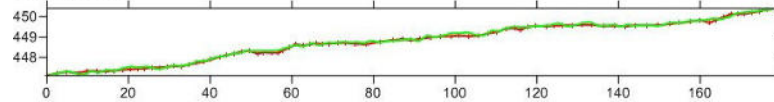
Transekt 3



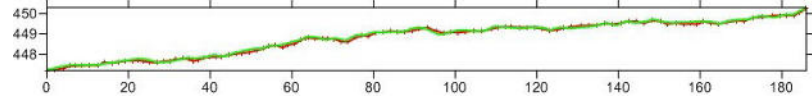
Transekt 4



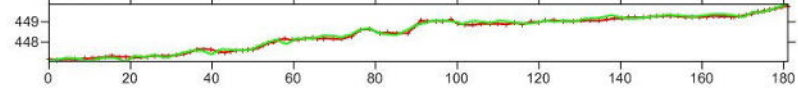
Transekt 5



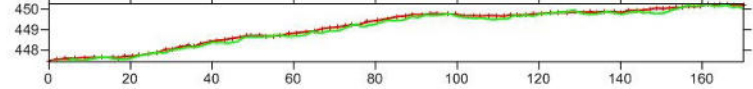
Transekt 6



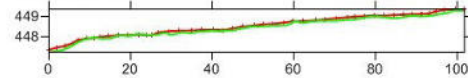
Transekt 7



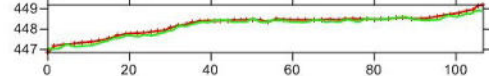
Transekt 8



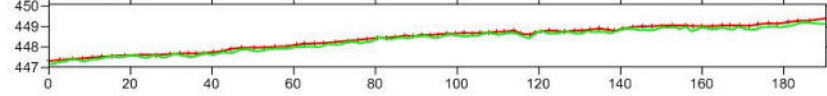
Transekt 9



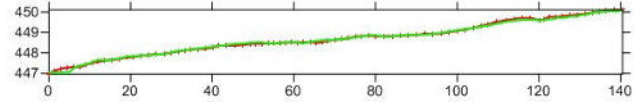
Transekt 10



Transekt 11



Transekt 12



Transekt 13

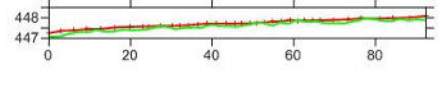
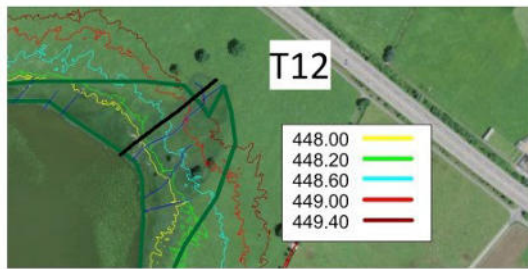


Abbildung.2 Vergleich der durch GPS-rtk vermessenen Terrainoberfläche mit dem aus den Laserscanningdaten (swiss ALti^{3D}) berechneten Höhenmodell.

Lauerzersee: Unsicherheiten Laserscanningmodell

Transekt 12



- Terrainoberfläche DTM swissALTI3D_1x1m
- Terrainoberfläche (Naturplan)

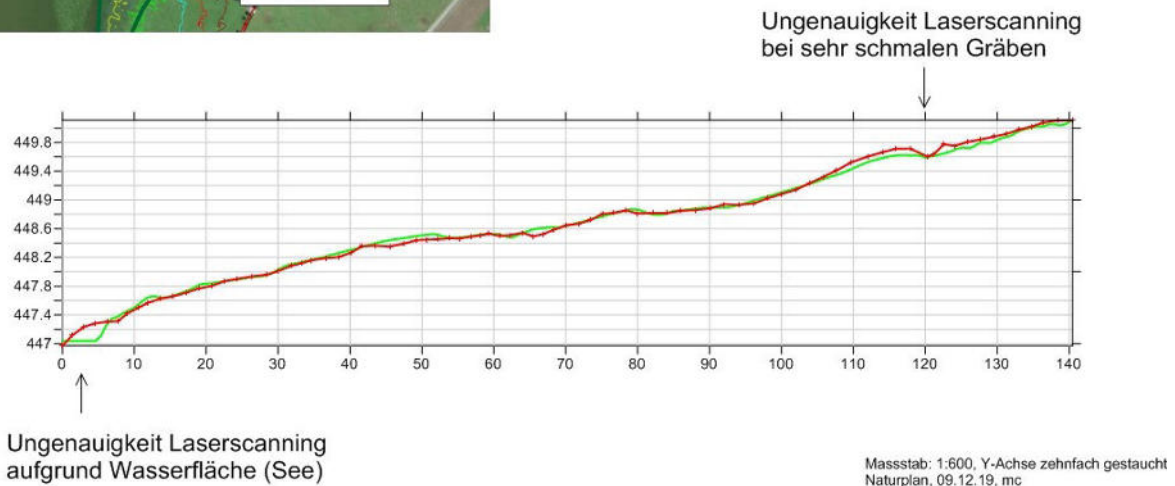


Abbildung.3 Vergrösserte Darstellung des Messtransekts 12: Wie in der Darstellung sichtbar ist, werden sowohl kleinräumige Gräben sowie überflutete Flächen im Laserscanningmodell nicht korrekt dargestellt. In Bereichen mit geringen Geländeänderungen bewegen sich die Abweichungen zwischen den vermessenen Höhen und dem Laserscanningmodell jedoch nur im Bereich von wenigen Zentimetern.

Bodensondierungen

Im Zuge der Grundlagenenerhebungen wurden insgesamt 44 Bodensondierungen vorgenommen (Abbildung 4). Wie in den Bodenprofilen ersichtlich ist (Abbildung 5a-g), wird der Bodenaufbau hauptsächlich von schlecht durchlässigen, lehmigen Bodenhorizonten gebildet. Die oberen Bodenschichten (ca. 0.8-1.2 m unter Terrain) werden in nahezu allen Bodensondierungen von Torf und/oder lehmigen Bodenhorizonten geprägt. Während im Grossteil der Bohrungen diese schlecht durchlässigen Bodenhorizonte auch in tiefere Bodenschichten reichen, lassen sich insbesondere im Nahbereich von Fliessgewässern lehmige Bodenhorizonte mit einem hohen Sandanteil finden, teilweise liegen auch Sand- oder Kieslinsen vor. Diese Sand- und Kieslinsen sind jedoch sehr geringmächtig (max. einige Zentimeter) und treten nur sporadisch auf unterschiedlichen Höhen auf.

Ein interessanter Aspekt des Bodenaufbaus ist, dass sich Torfeinschlüsse in tieferen Bodenschichten als auch Torf im Wurzelbereich (bis ca. 0.3m unter Terrain) nahezu ausschliesslich in den Flachmooren Sägel und Widen finden lassen. In den östlich davon liegenden Flachmooren konnte im Gegensatz dazu in den Bodensondierungen nahezu kein Torf festgestellt werden. Dies lässt darauf schliessen, dass in den Flachmooren Sägel und Widen wiederholt sehr feuchte Verhältnisse geherrscht haben, in denen Torf aufgebaut werden konnte. Diese Perioden wurden von Zeiträumen unterbrochen, in denen die Ablagerung von Sedimenten dominierte. Welches die Gründe für das Fehlen von Torf in den östlich liegenden Flachmooren sind, kann nicht abschliessend geklärt werden. Möglich sind Unterschiede in der Bewirtschaftung mit entsprechenden Auswirkungen auf den Oberboden. Eine weitere Erklärung könnte in der Topographie der Moorflächen liegen, da insbesondere das Flachmoor Sägel eine deutlich geringere Neigung aufweist als die übrigen Moorflächen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der Boden in den Flachmooren hauptsächlich aus schlecht durchlässigen Sedimenten aufgebaut ist, der in den Flachmooren Sägel und Widen teilweise durch Torf überlagert oder durchsetzt wird. Gut durchlässige Bodenhorizonte lassen sich insbesondere in der Umgebung von Fließgewässern finden, diese treten jedoch räumlich sehr begrenzt auf.

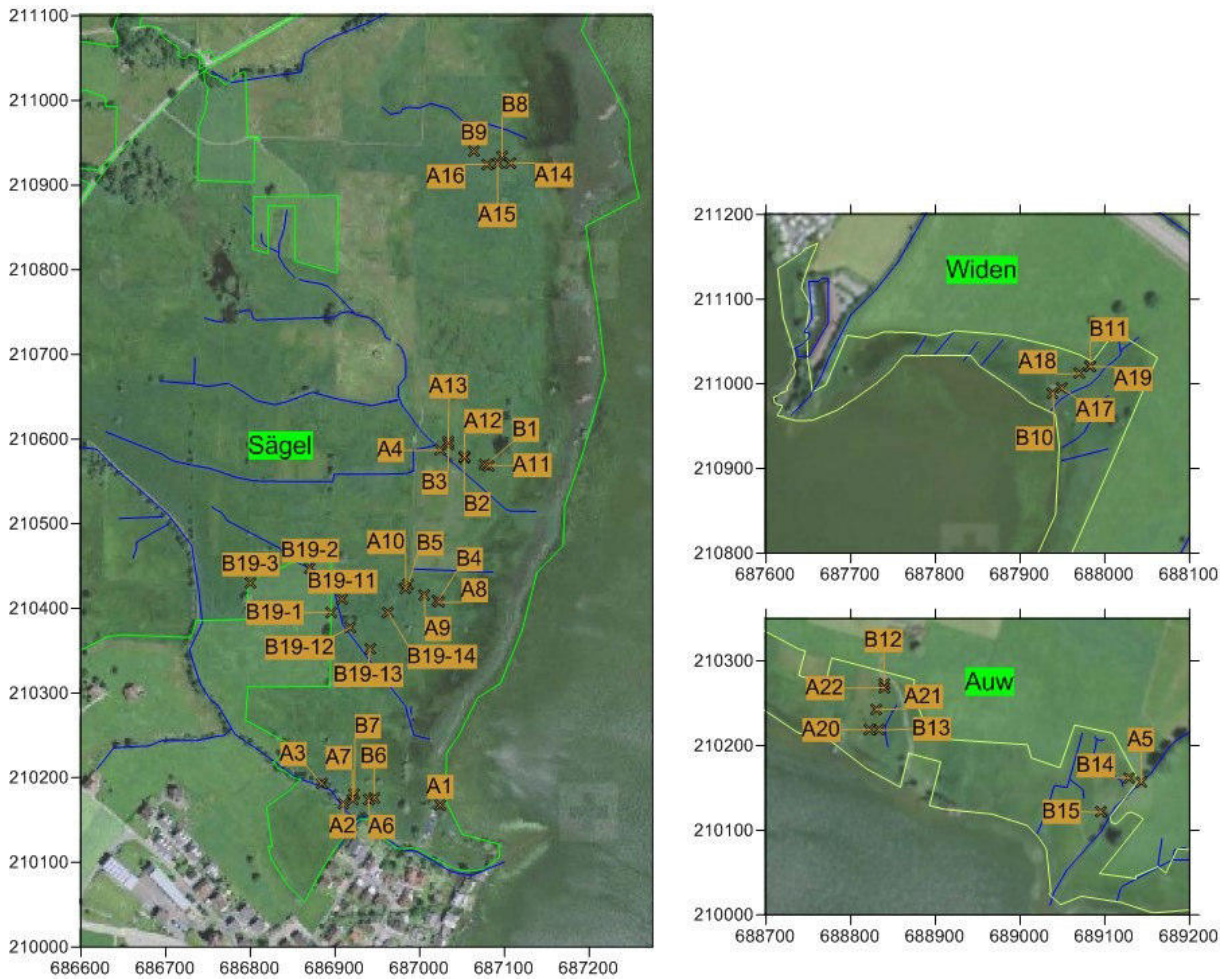


Abbildung.4 Standorte der Bodensondierungen.

a)

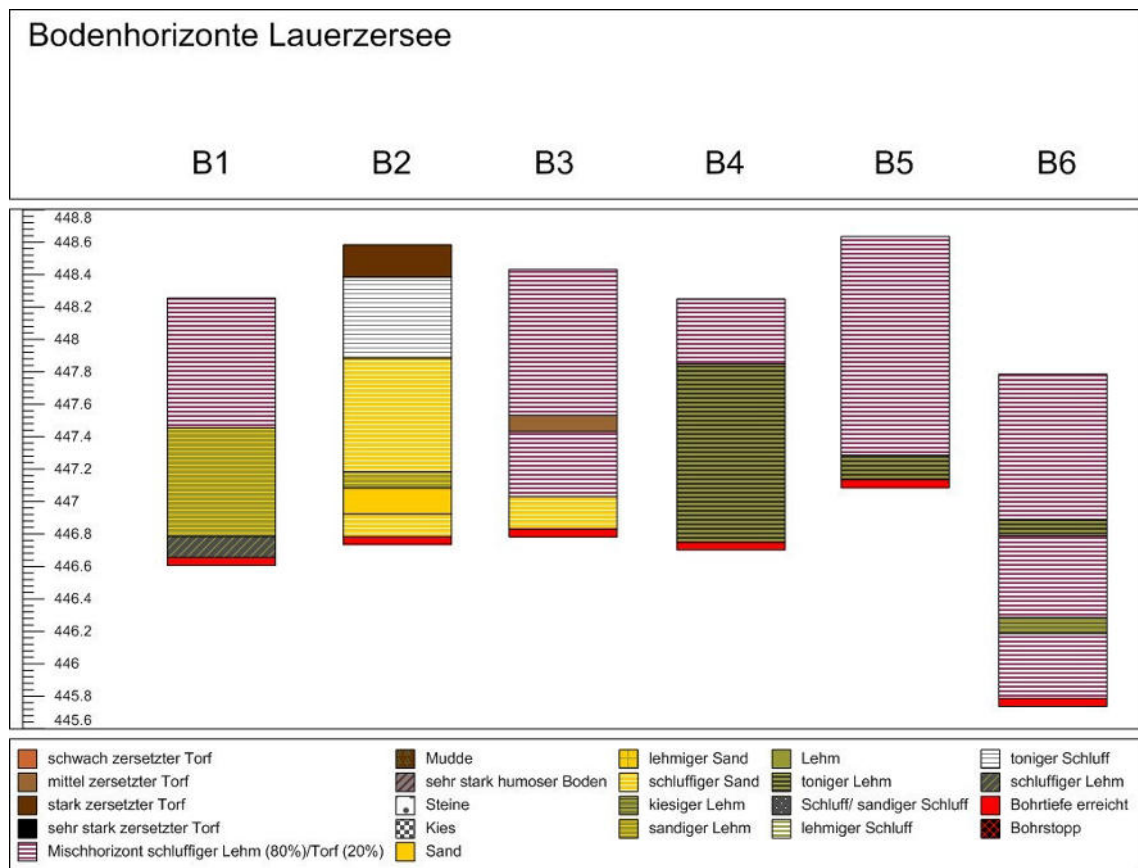
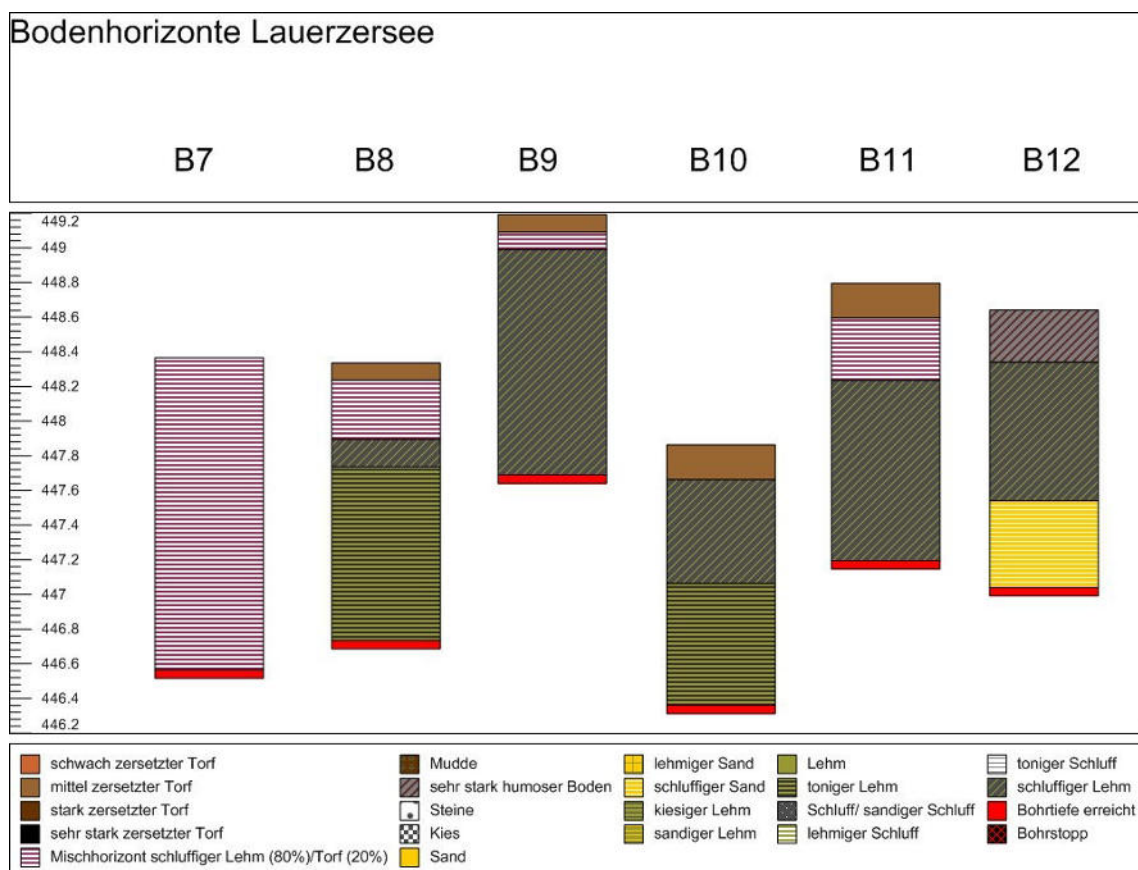
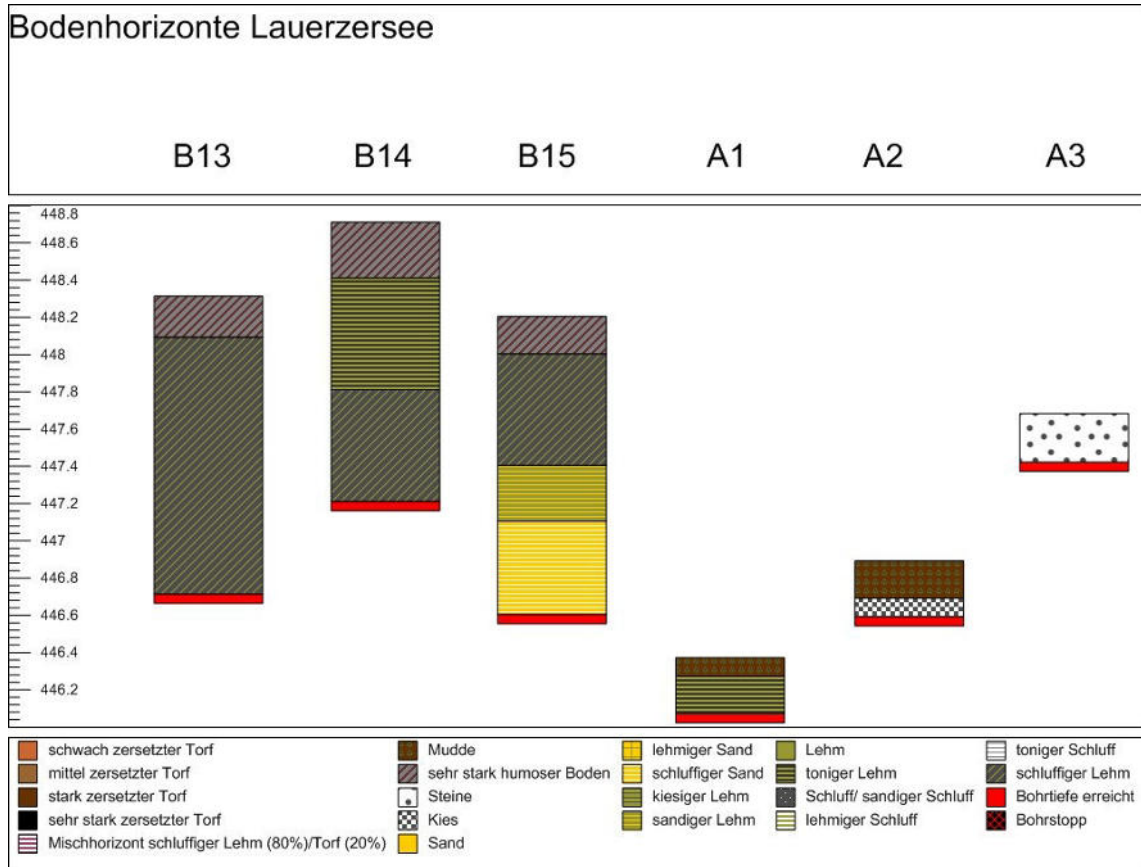


Abbildung.5a-g Bodenprofile, dargestellt in absoluter Meereshöhe.

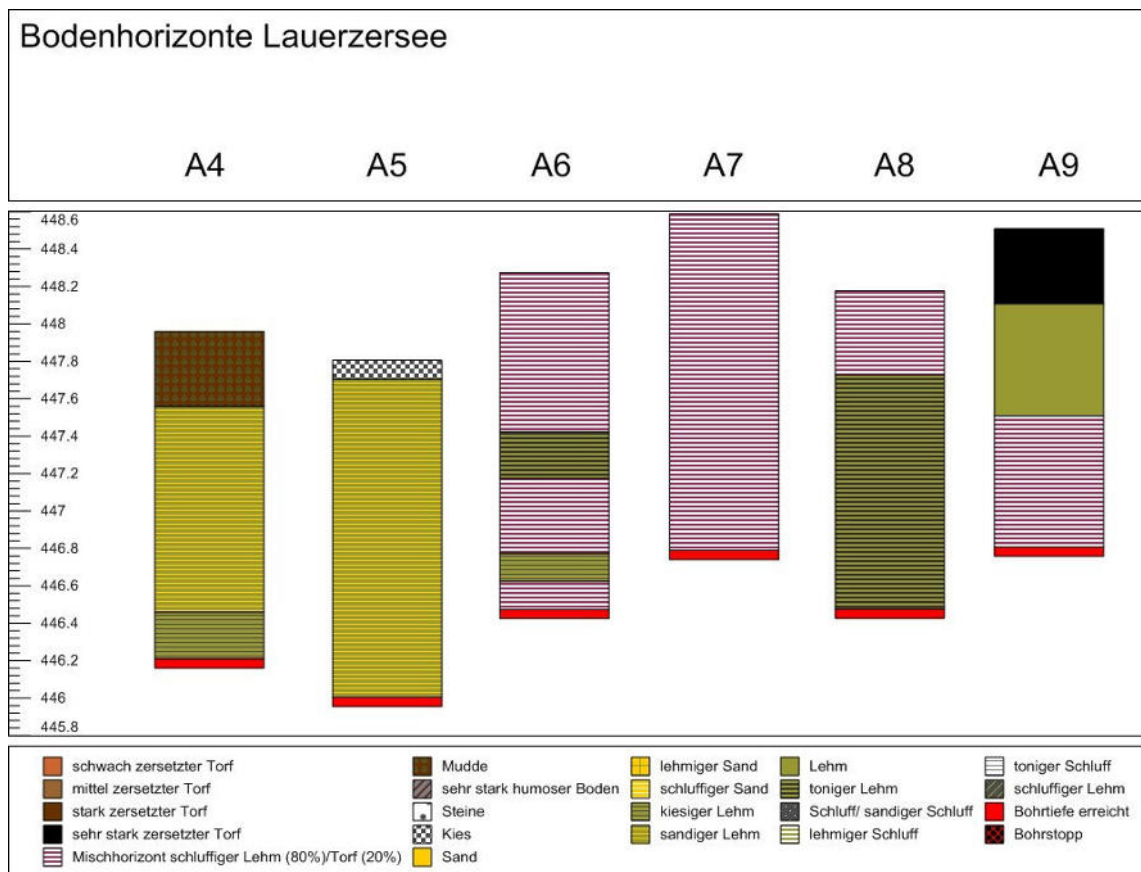
b)



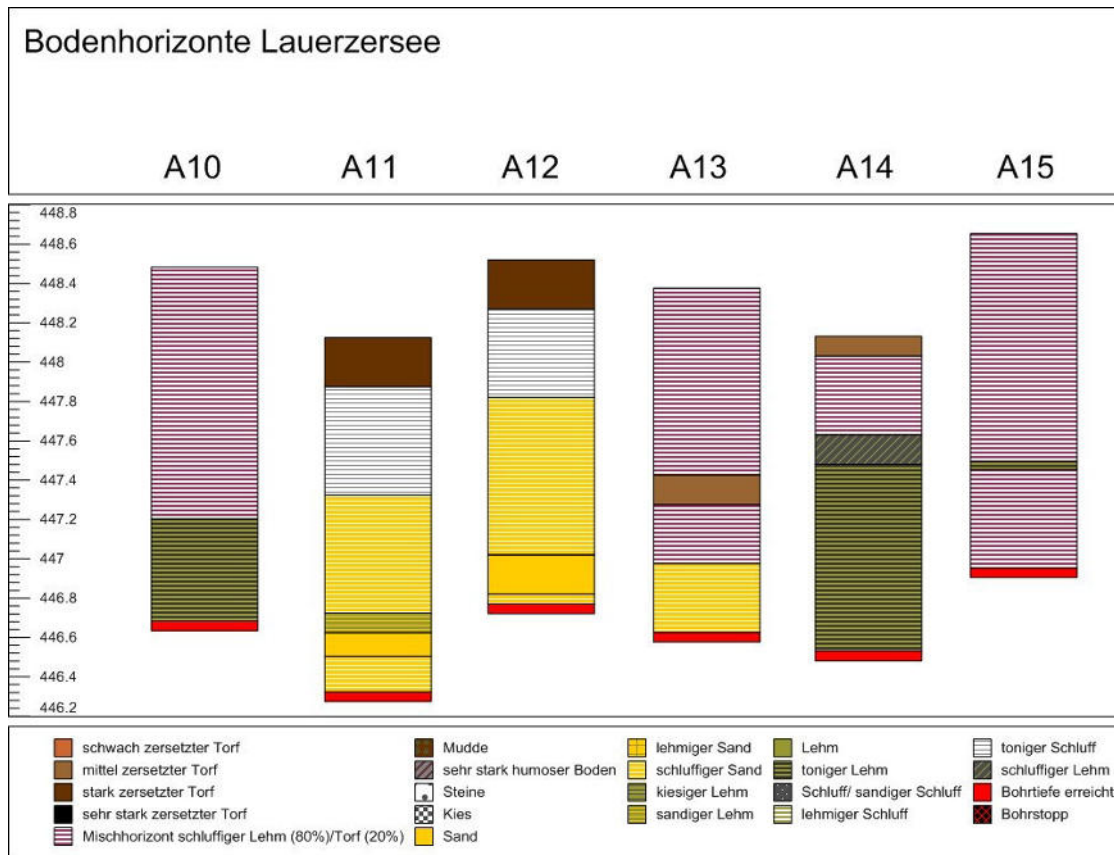
c)



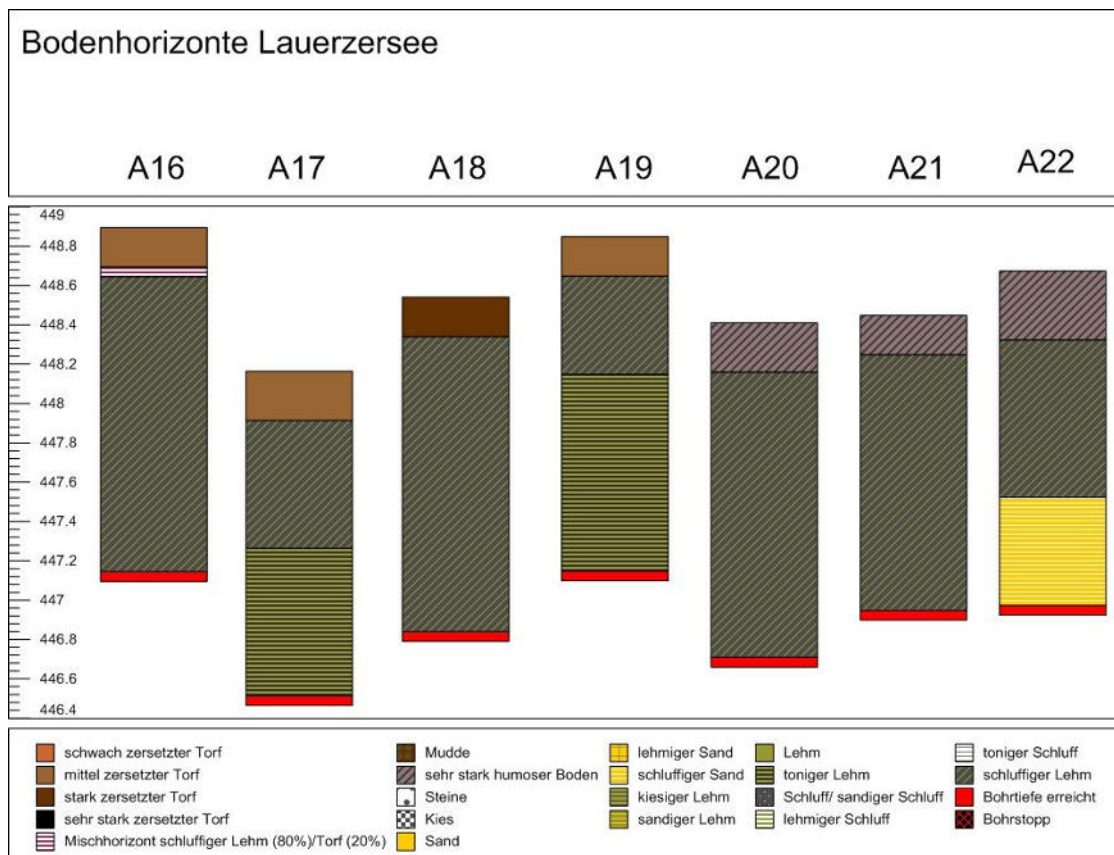
d)



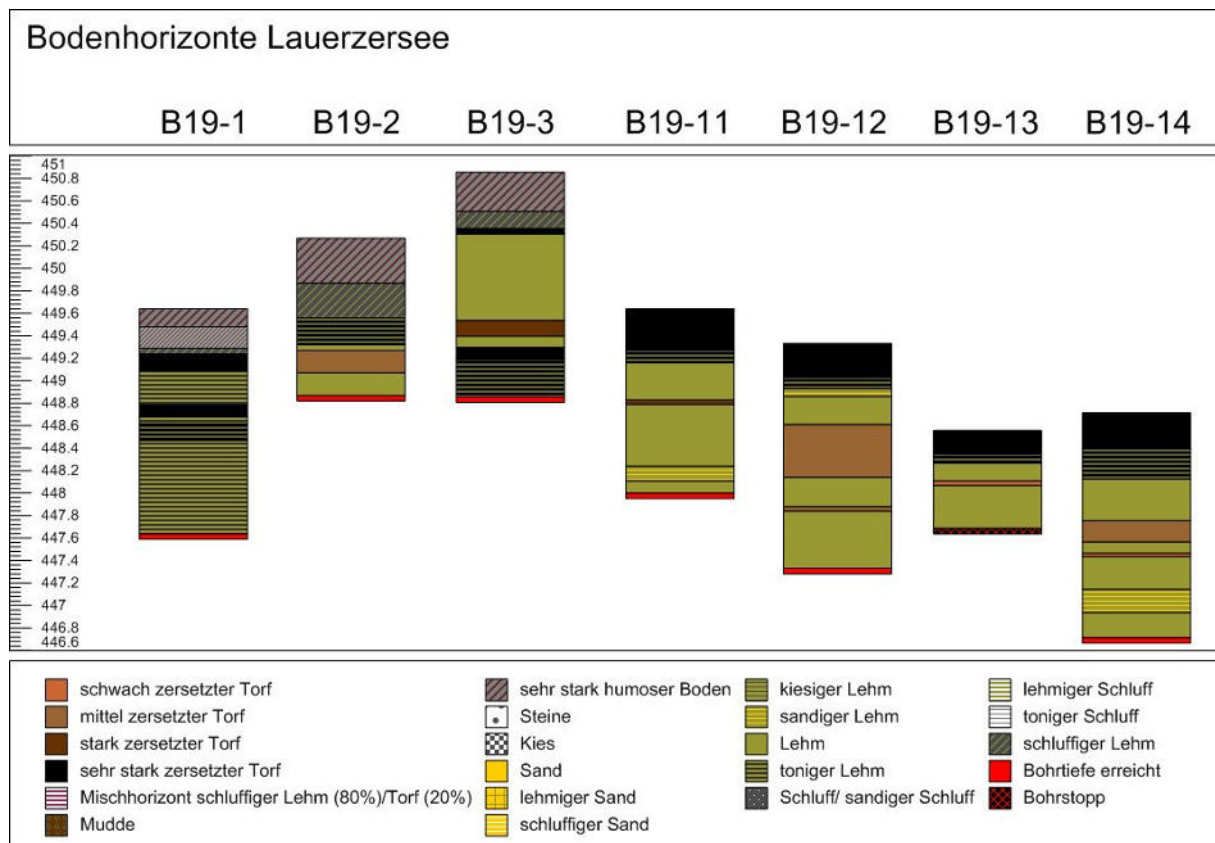
e)



f)



g)



Moorwasserspiegel

Die 22 in den Flachmooren installierten Wasserspiegelmessstellen (Abbildung 6) liefern eine Vielzahl an Ergebnissen, die aus Platzgründen nicht alle Eingang in den Bericht zum Variantenstudium gefunden haben. Diese Ergebnisse zeigen, dass der Moorwasserspiegel vom Wasserspiegel des Sees, mit Ausnahme von direktem Überstau durch den See, entkoppelt ist und massgeblich durch Niederschlagswasser und zusickerndes Hangwasser geprägt wird:

- Tagesgang: In den Ganglinien der Messstellen A6-A17, die den Moorwasserspiegel aufzeichneten, ist ein Tagesgang des Moorwasserspiegels feststellbar. Beispielhaft aufgezeigt werden kann dies anhand der Wärmeperiode resp. der Hitzewellen im Februar und Juni/ Juli 2019. Der Tagesgang, im Februar 2019 ist als Zittern und im Juni/Juli 2019 als Wellenbewegung der Ganglinien sichtbar, geprägt durch die Schneeschmelze (Februar 2019) sowie die unterschiedliche Evapotranspiration innerhalb des Verlaufs eines Tages (Juni/Juli 2019): Im Februar 2019 waren die Moorflächen zu Beginn des Monats schneebedeckt. Mit Einsetzen von wärmeren Temperaturen anfangs Februar 2019 setzte die Schneeschmelze in niederen Lagen ein. Durch das Ansteigen der Temperatur während des Tages über die Nullgradgrenze und die dadurch bewirkte Schneeschmelze kam es zum Anstieg des Wasserspiegels in den Moorflächen. In der Nacht sanken die Temperaturen jedoch ab, die Schneeschmelze kam grösstenteils zum Erliegen und die Wasserverluste durch Versickerung und Abfluss konnten durch Schmelzwasser nicht mehr ausgeglichen werden. Der Moorwasserspiegel begann zu sinken. Dadurch entstand das in den Wasserspiegelaufzeichnungen sichtbare Zittern der Ganglinie. Während der Hitzewellen im Juni/Juli 2019 kam es zu einer gegenteiligen Entwicklung: Durch die geringere Evapotranspiration während der Nachtstunden nahmen die entsprechenden Wasserverluste ab, die Absenkrate des Moorwasserspiegels verlangsamte sich. Während der Tagesstunden nahmen die

Wasserverluste durch die höhere Evapotranspiration zu, die Absenkrate des Moorwasserspiegels erhöhte sich. Dadurch entstand die in den Ganglinie ersichtliche Wellenbewegung. Sowohl der winterliche als auch der sommerliche Tagesgang weisen darauf hin, dass der Moorwasserspiegel massgeblich durch die Witterung geprägt wird, und nicht durch die Schwankungen des Seewasserspiegels.

- **Abflusscharakteristik Gerinne:** Die Flachmoore werden von einer Vielzahl von Gerinnen durchzogen, die in den Lauerzersee münden. Diese Gerinne haben das Potential, die Seespiegelschwankungen weit in die Moorfläche hineinzutragen und die Moorhydrologie durch Einsickerungen in die Moorfläche entlang der Fliessgewässer stark zu beeinflussen. Voraussetzung dafür ist, dass sich die Gerinnesohlen über weite Strecken im Schwankungsbereich des Sees befindet (der mittlere Wasserspiegel des Lauerzersees beträgt 447.11 m ü. M.). Wie die Terrainvermessungen zeigen, ist dies bei den vermessenen Zuflüssen des Lauerzersees nicht der Fall (Abbildung 8). Die Gerinnesohlen steigen, nahezu parallel zum Gelände, mit zunehmender Entfernung vom Ufer rasch an. Einzige Ausnahme bildet der Chlausenbach, der das Flachmoor Sägel an dessen Südrand zum Siedlungsgebiet von Lauerz hin abgrenzt. Dessen Bachsohle steigt erst in 200 m Entfernung zu seiner Mündung in den See markant an. Da sich die Moorbereiche, die sich entlang der tiefliegenden Sohle des Bachs befinden, nahezu vollständig und teilweise deutlich unter der Kote von 448.2 m ü. M. befinden, sind keine massgeblichen Auswirkungen auf Moorbereiche zu erwarten, welche von Niederschlags- und Hangwasser geprägt sind. Wie aus den Wasserspiegelmessungen der Gerinne deutlich wird, kommt es, abhängig von Einzugsgebiet und der Gerinnegeometrie, teilweise zu Übersaarungen der umgebenden Moorflächen durch die Gerinne in Folge von Niederschlagsereignissen (Abbildung 9). Während es sich bei grösseren, offenen Fliessgewässern wie dem Chlausenbach um Einzelereignisse nach grösseren Niederschlagsereignissen handelt (3 Ereignisse in der Aufzeichnungsperiode, Messstelle A2-A3), kommt es bei kleineren Fliessgewässern zu regelmässigen Übersaarungen (17 Ereignisse in der Aufzeichnungsperiode, Messstelle A4). Dies ist nebst dem geringen Gerinnequerschnitt sicherlich auf die teilweise starke Verschilfung des Gerinnes und die daraus folgende Anfälligkeit für Verklausungen zurückzuführen. Gleichzeitig führen diese kleinen Gerinne, die innerhalb der Moorfläche entspringen, kaum Sedimente mit, wodurch die langfristigen Auswirkungen der Übersaarungen als geringfügig zu erachten sind.
- **Lokale Senken:** Wie in der Abbildung 10 ersichtlich ist, zeigen die Messtellen A9 und A10 nach Niederschlagsereignissen einen deutlich unterschiedlichen Verlauf, obwohl die Messstellen nur wenige Meter voneinander entfernt sind: Nach Niederschlägen steigt der Wasserspiegel der Messstelle A10 ca. 10 cm über die Mooroberfläche bis zur Höhe von 448.58 m ü. M. an. Dies im Gegensatz zur Messstelle A9, bei der der Moorwasserspiegel nach Niederschlagsereignissen die Mooroberfläche nur kurzzeitig erreicht, um nahezu unmittelbar nach dem Ende des Niederschlagsereignisses wieder unter die Terrainoberfläche zu fallen. Dieser an der Messstelle A10 verzeichnete Überstau der Mooroberfläche wird durch eine am Standort der Messstelle befindliche lokale Senke bewirkt. In dieser Senke sammelt sich das Niederschlagswasser nach einem Regenereignis. Der Überlaufpunkt dieser Senke befindet sich auf der Höhe von 448.58 m ü. M., weshalb der Wasserspiegel diese Höhe nicht wesentlich überschreitet. Die entsprechende Senke wird nach Niederschlagsereignissen während des Winters für ca. 5-10 Tage eingestaut, während des Sommers für ca. 2-3 Tage. Wie aus dem Vergleich der Ganglinie der Messstelle A10 mit dem Seespiegel ersichtlich ist, werden die aufgezeichneten Überstauereignisse ausschliesslich durch Niederschlagsereignisse verursacht. Das Füllen solcher lokalen Senken durch den See kann also mit der Häufigkeit des direkten Überstaus durch den See resp. mit der Höhenlage der Senken gegenüber den Seespiegelschwankungen gleichgesetzt werden. Neben der stärkeren Vernässung der Senken durch den Einstau des Wassers haben solche lokalen Senken auch Auswirkungen auf die Wasserchemie (siehe dazu den folgenden Textteil).

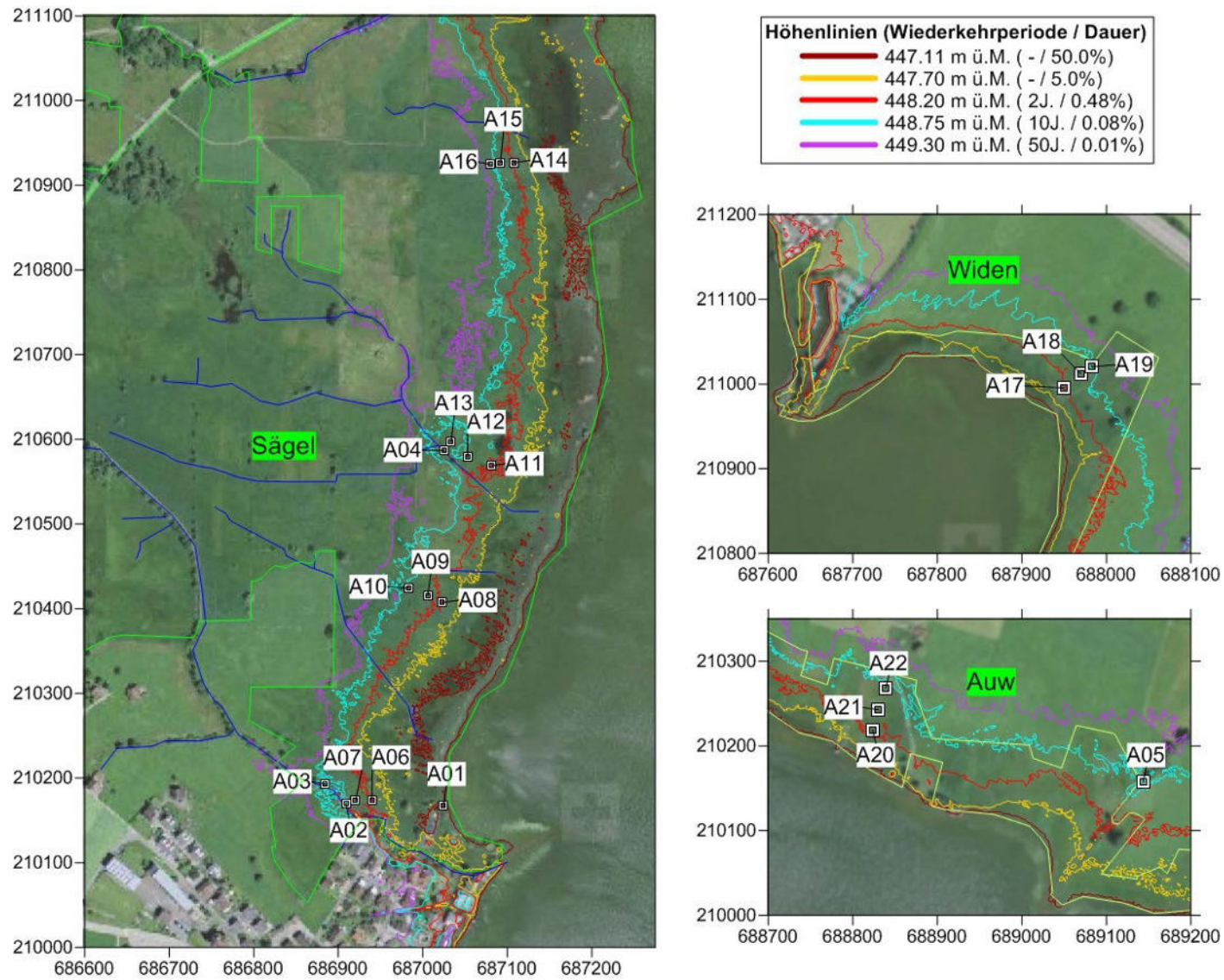


Abbildung.6 Darstellung der Wasserspiegelmessstellen vor dem Perimeter der Flachmoore von nationaler Bedeutung (hellgrün), den Höhenlinien gemäss Wiederkehrperiode/Dauer sowie dem aktuellen Luftbild (2018).

■ Niederschlag Schwyz — A6 WSP — A8 WSP — A10 WSP — A12 WSP — A14 WSP — A16 WSP — A18 WSP — A19 WSP — A20 WSP — A21 WSP — A22 WSP
— Seespiegel — A7 WSP — A9 WSP — A11 WSP — A13 WSP — A15 WSP — A17 WSP

Vergößerung Februar 2019

Vergößerung Juni/Juli 2019

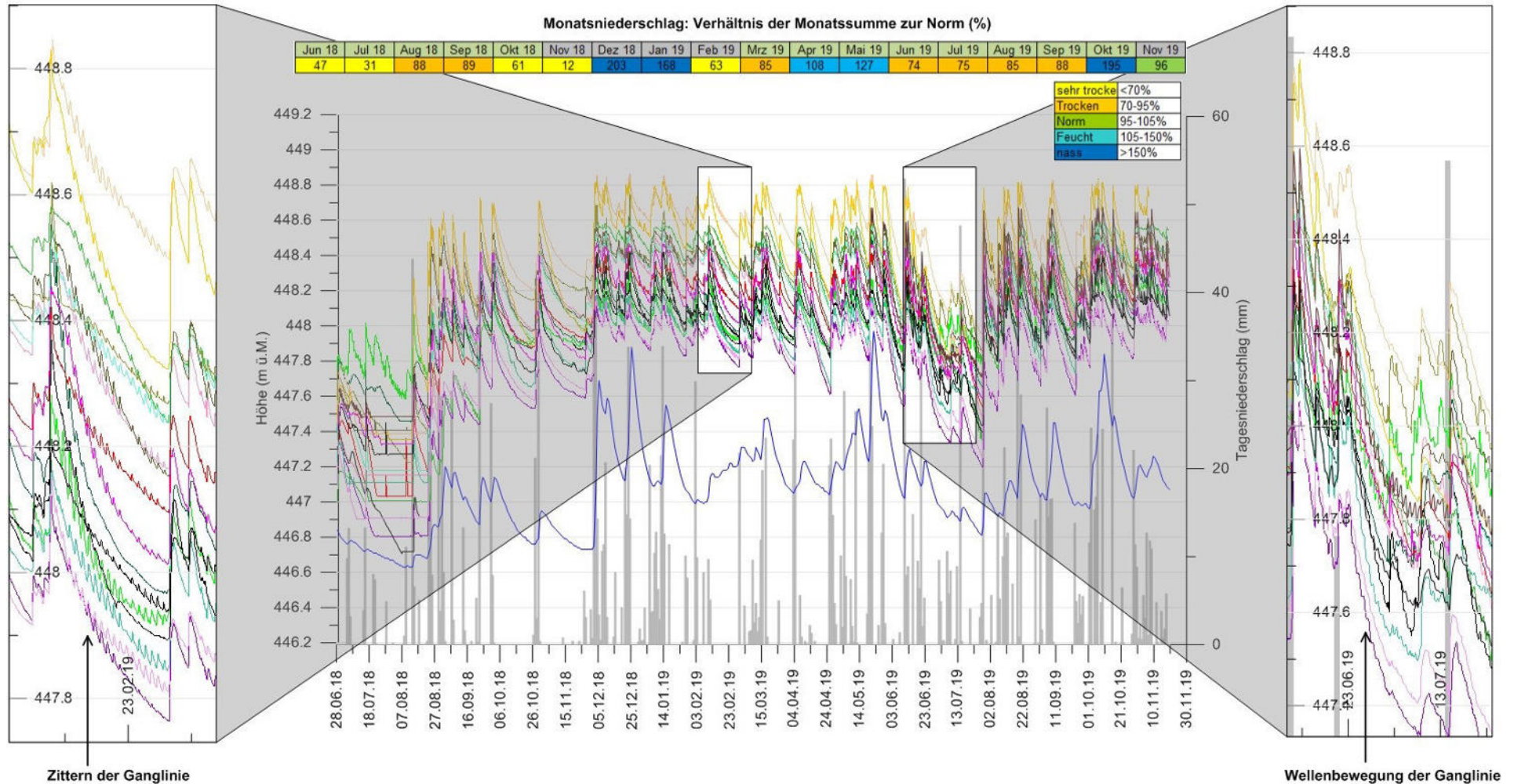


Abbildung.7 Ganglinien der Messstellen A6-A17 sowie des Seespiegels. Vergrößert am linken und rechten Bildrand dargestellt sind die Zeiträume vom Februar und Juni/Juli 2019. In beiden Vergrößerungen ist der Tagesgang der Ganglinien sichtbar. Im Februar 2019 zeigt sich dieser deutlich als «Zittern» der Ganglinie, im Juni/Juli 2019 als Wellenbewegung.

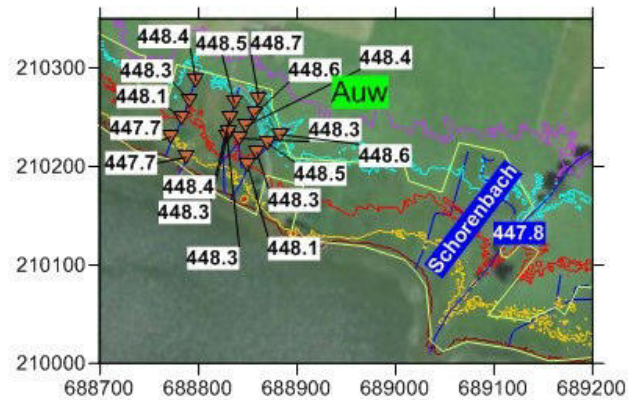
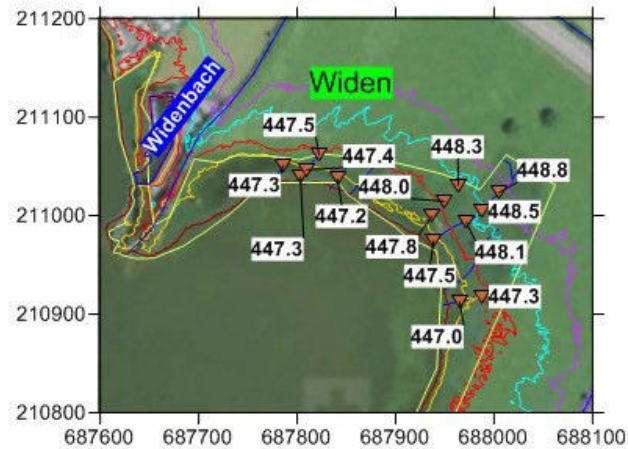
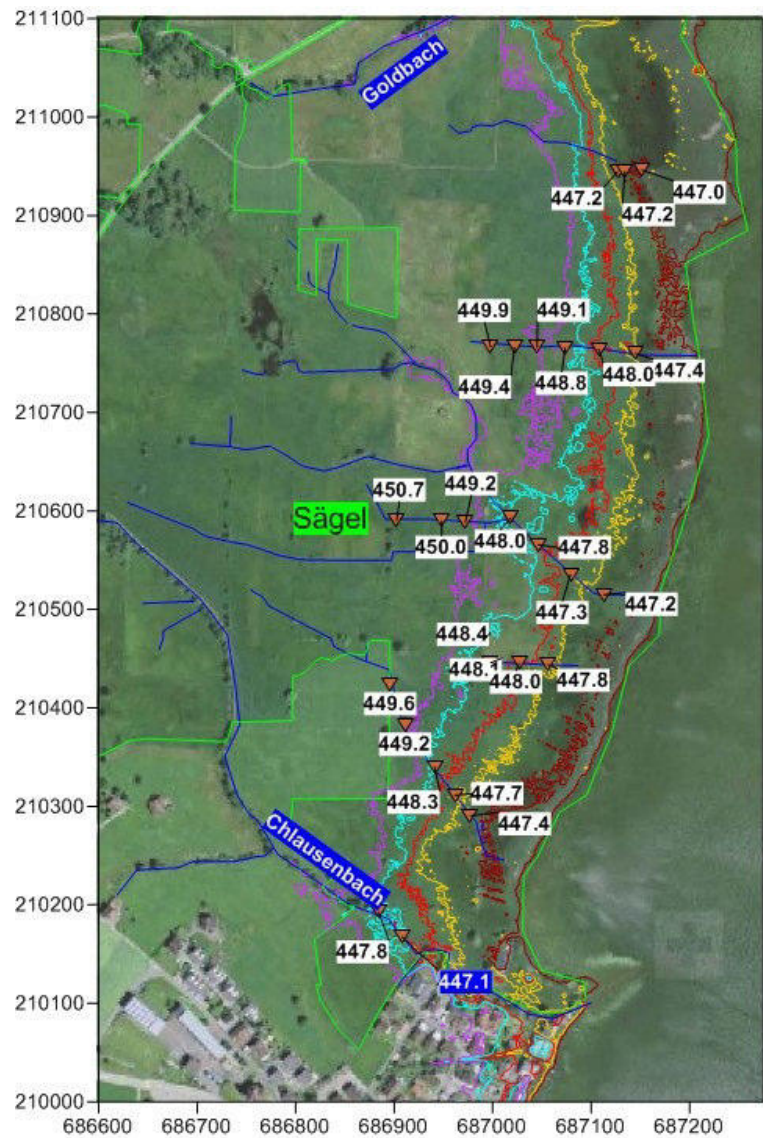
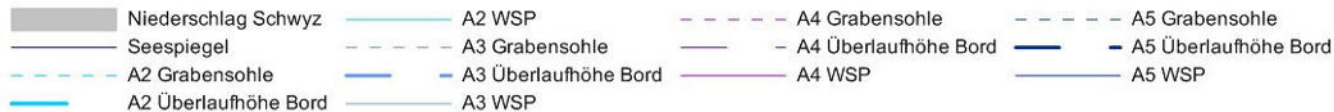


Abbildung.8 Mittels GNSS-rtk vermessene Grabensohlen vor dem Perimeter der Flachmoore von nationaler Bedeutung (hellgrün), den Höhenlinien gemäss Wiederkehrperiode/Dauer sowie dem aktuellen Luftbild (2018).



Monatsniederschlag: Verhältnis der Monatssumme zur Norm (%)

Jun 18	Jul 18	Aug 18	Sep 18	Okt 18	Nov 18	Dez 18	Jan 19	Feb 19	Mrz 19	Apr 19	Mai 19	Jun 19	Jul 19	Aug 19	Sep 19	Okt 19	Nov 19
47	31	88	89	61	12	203	168	63	85	108	127	74	75	85	88	195	96

sehr trocken	<70%
Trocken	70-95%
Norm	95-105%
Feucht	105-150%
nass	>150%

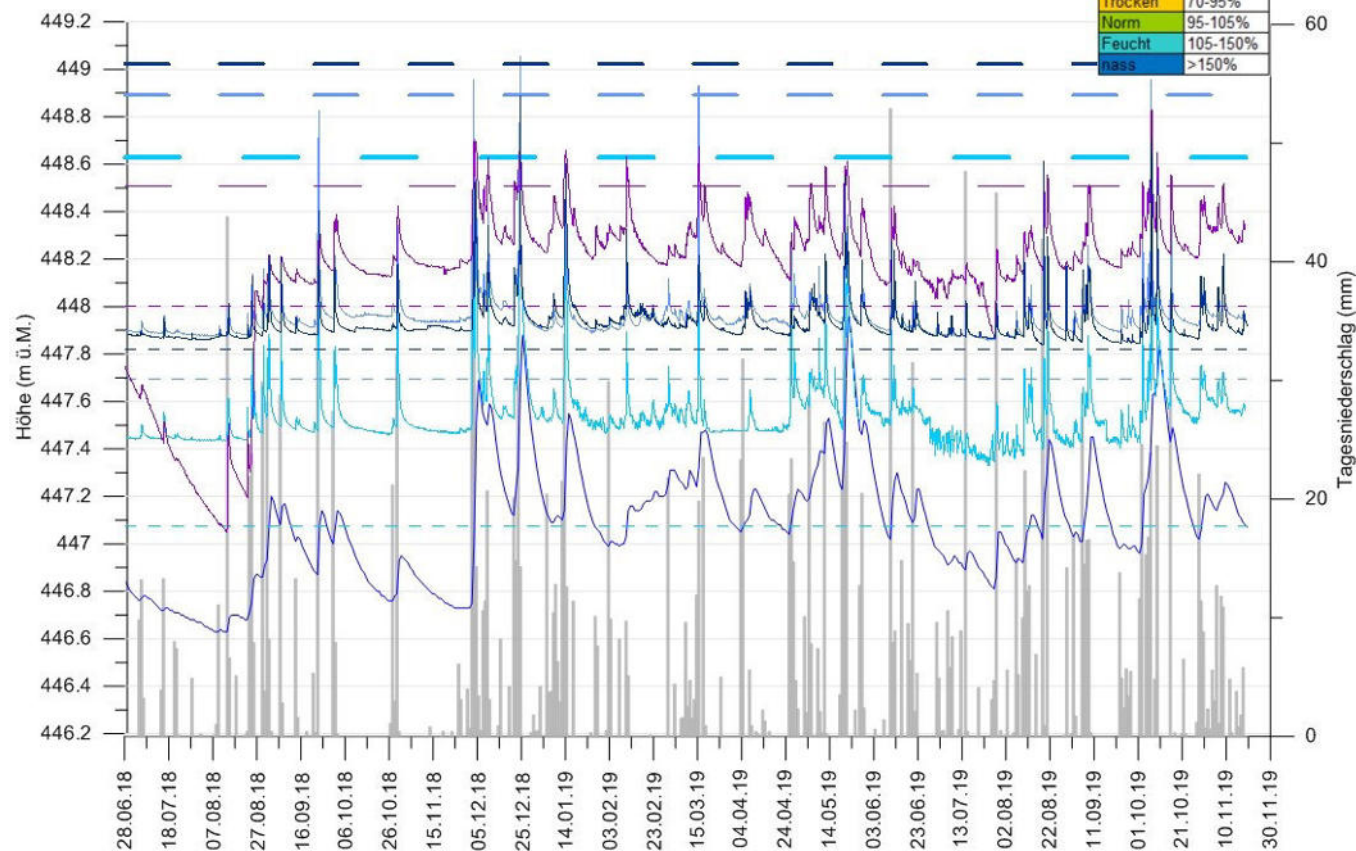


Abbildung.9 Ganglinien der Messstellen A2-A5 sowie des Seespiegels. Deutlich sichtbar sind die vergleichsweise häufigen Übersaureungen, welche durch die Messtelle A4 aufgezeichnet wurden. Es handelt sich dabei um ein kleines Fließgewässer, dessen Gerinneverlauf stark verschliffen ist.

Niederschlag Schwyz
 A9 WSP
 A10 WSP
 A10 Überlaufhöhe Senke
 Seespiegel
 A9 OKT
 A10 OKT

Monatsniederschlag: Verhältnis der Monatssumme zur Norm (%)

Jun 18	Jul 18	Aug 18	Sep 18	Okt 18	Nov 18	Dez 18	Jan 19	Feb 19	Mrz 19	Apr 19	Mai 19	Jun 19	Jul 19	Aug 19	Sep 19	Okt 19	Nov 19
47	31	88	89	61	12	203	168	63	85	108	127	74	75	85	88	195	96

sehr trocken	<70%
Trocken	70-95%
Norm	95-105%
Feucht	105-150%
Nass	>150%

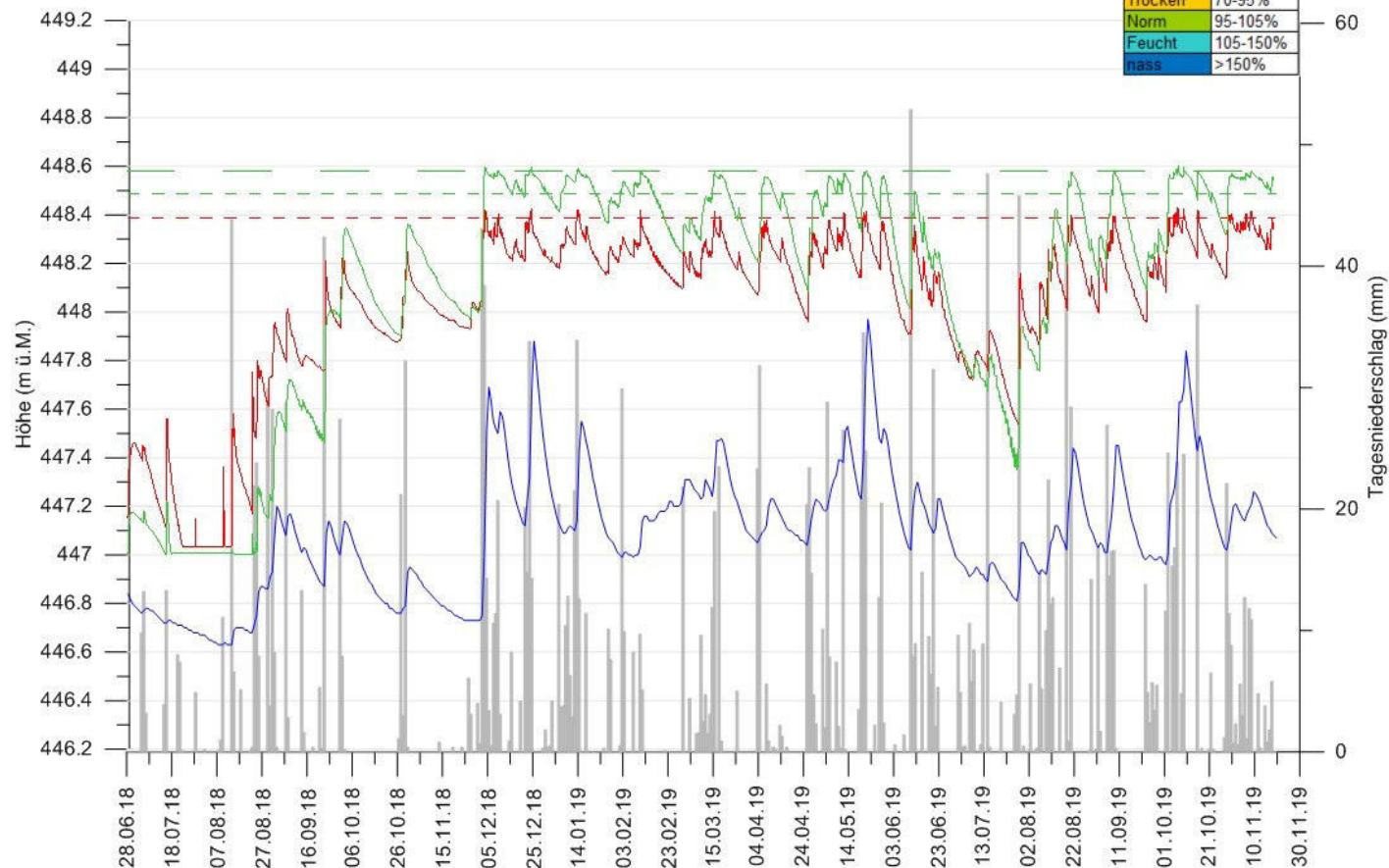


Abbildung.10 Ganglinien der Messstellen A9-A10 sowie des Seespiegels. Erkennbar ist der nach Niederschlagsereignissen deutlich über die Terrainhöhe ansteigende Wasserspiegel der Messstelle A10 (grün). Dies im Gegensatz zum Verlauf des Wasserspiegels der Messstelle A9 (rot), der im Anschluss an Niederschlagsereignisse rasch wieder unter die Terrainoberfläche fällt.

Wasserchemie

Wie in der Abbildung 11 ersichtlich ist, ergibt sich aus den flächigen Erhebungen der Leitfähigkeit ein Mosaik von kleinräumig stark variierenden wasserchemischen Bedingungen. Während Werte von unter $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ auf eine starke Prägung von Niederschlagswasser hindeuten, weisen höhere Werte auf eine Mischung von Niederschlags- und Hangwasser (ca. $100\text{-}250 \mu\text{S}/\text{cm}$) oder auf eine Prägung von mineralreichem Hangwasser ($> 250 \mu\text{S}/\text{cm}$) hin. Geprägt werden die wasserchemischen Verhältnisse einerseits durch das Mikrorelief sowie durch den jeweiligen Anschluss der gemessenen Wasserflächen an zufließendes Hangwasser. Wie im vorherigen Text bereits beschrieben, führen lokale Senken zur Sammlung von Wasser, welches dort über mehrere Tage verweilt. Abhängig davon, ob eine entsprechende Senke massgeblich durch Niederschlags- oder Hangwasser gespeist wird, wirkt sich dies entsprechend auf die wasserchemischen Bedingungen aus. Auch bei der Speisung durch Hangwasser können unterschiedliche Messwerte auftreten. Dies ist abhängig davon, welche chemischen Verhältnisse die vom Hangwasser durchströmten Flächen aufweisen. Wie in der Abbildung 11 ersichtlich, weisen die Fliessgewässer grösstenteils eine relativ einheitliche Leitfähigkeit von $500\text{-}750 \mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Der See weist eine deutlich tiefere Leitfähigkeit (gemessen wurde jeweils in einer Tiefe von 10 cm) von $250\text{-}500 \mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass im Flachmoor Widen relativ tiefe Leitfähigkeiten von $< 250 \mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen werden konnten. Die Ursache für diese tiefen Leitfähigkeiten scheinen damit zusammenzuhängen, dass zumindest das Oberflächenwasser stark von Niederschlagswasser geprägt ist. Verantwortlich dafür können lokale Unterschiede im Einzugsgebiet des Flachmoors sein. Möglich wäre zum Beispiel, dass die Autobahn resp. die Strassenentwässerung dafür verantwortlich ist, dass keine oberflächennahen, mineralreichen Zuströmungen die Moorfläche erreichen. Hinsichtlich des Einflusses des Sees auf die Wasserchemie wird aus den flächigen Erhebungen der Leitfähigkeit ebenfalls deutlich, dass sich diese hauptsächlich auf den direkte Überstau des Sees beschränken. Andernfalls müssten die gemessenen Leitfähigkeiten deutlich uniformer sein und flächig im Bereich des Seewassers liegen.

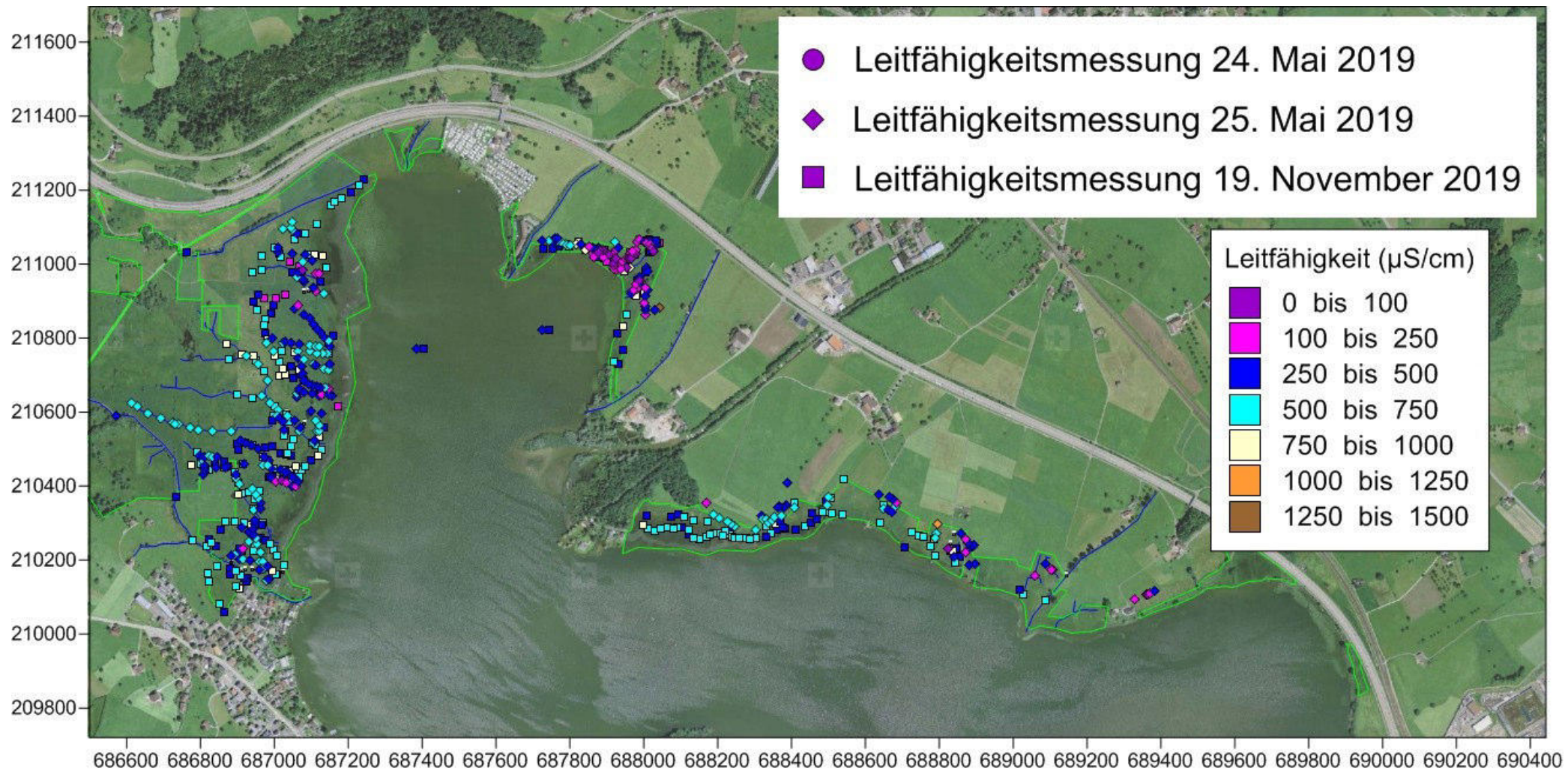


Abbildung.11 Ergebnisse der flächigen Erhebung der Leitfähigkeit vor dem aktuellen Luftbild (2018).

ANHANG C GRUNDWASSER: ERGEBNISSE ZUSATZUNTERSUCHUNGEN

MT01742.100

Altdorf, den 31.12.2019

UVB Wehrrglement Hochwasserschutz Lauerzersee Grundlagenerhebung Grundwasser

Kurzauswertungen

1. Ziel

Im Rahmen der Grundlagenerhebung Grundwasser für den Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) Wehrrglement Hochwasserschutz Lauerzersee wurden mehrere Piezometer erstellt und eine Grundwasserüberwachung eingerichtet. Dabei lag der Fokus auf der Korrelation der Grundwasserstände im untern Gebiet Sägel mit dem Wasserspiegel des Lauerzersees, dies insbesondere bei Hochwassersituationen.

2. Situation der Grundwasserüberwachung

2.1 Ausführung der Piezometer

Im Mai 2018 wurden im Gebiet Sägel fünf Rammkernsondierungen (RKS) mit Piezometerausbau ausgeführt. Die Standorte sind in Tabelle 2.1 und Abbildung 2.1 aufgeführt.

Rammkernsondierung (RKS)	Koordinaten Y	Koordinaten Y	Koordinaten Z OK Terrain / OK Rohr [m ü.M.]
RKS 1 (Piezometer) Grundwasserlogger Juni 2018 - Oktober 2019	2'687'013.26	1'211'010.44	449.58 / 450.48
RKS 2 (Piezometer) Grundwasserlogger Juni 2018 - Oktober 2019	2'686'899.66	1'210'781.48	450.65 / 451.53
RKS 3 (Piezometer)	2'687'009.26	1'210'615.24	448.92 / 449.80
RKS 4 (Piezometer)	2'686'727.67	1'210'489.66	452.29 / 453.25
RKS 5 (Piezometer) Grundwasserlogger Juni 2018 - Oktober 2019	2'686'915.09	1'210'173.14	448.60 / 449.49

Tabelle 2.1 Koordinaten der ausgeführten Rammkernsondierungen Gebiet Sägel, Lauerz / Arth

2.2 Grundwasserüberwachung

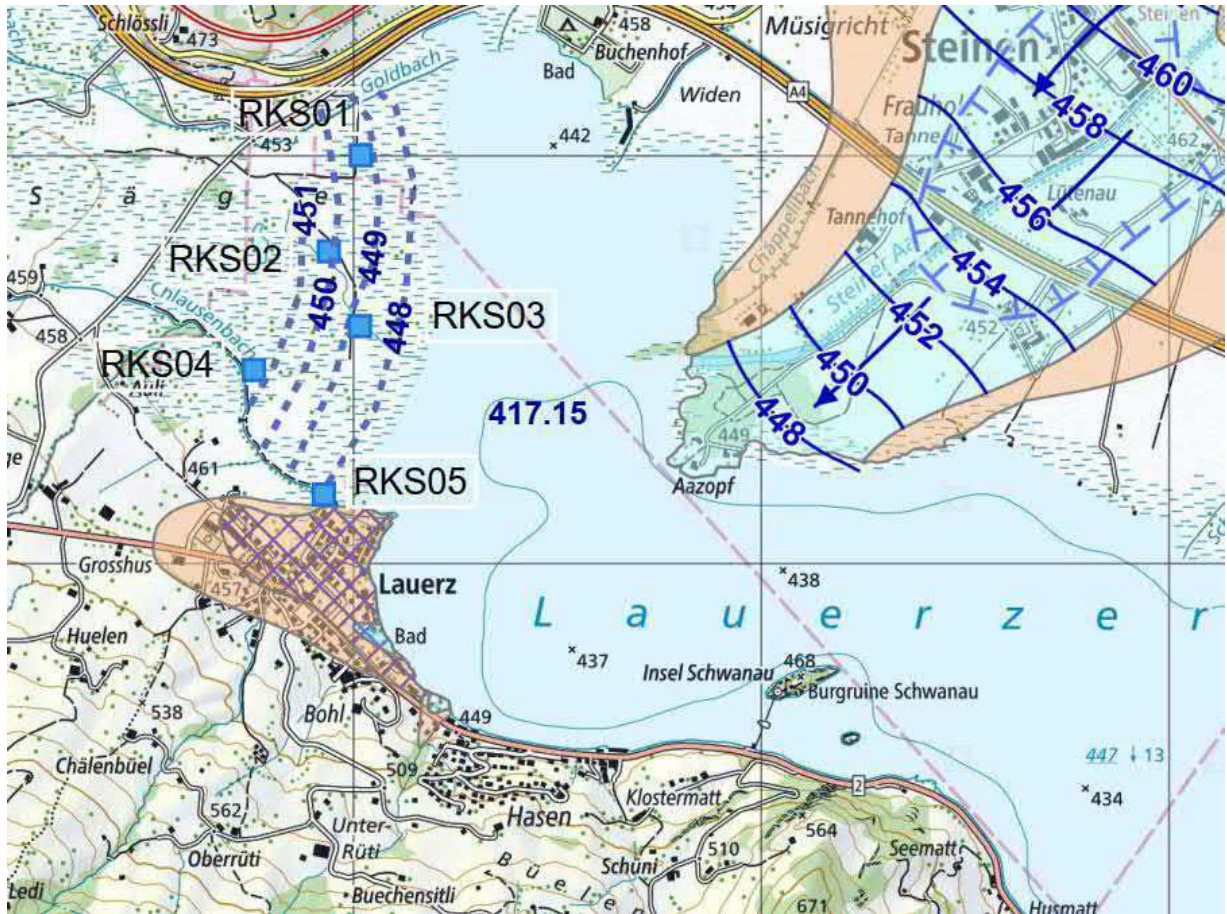


Abbildung 2.1 Situation Grundwasserüberwachung Gebiet Sägel mit den mittleren Grundwasserspiegel und dem langjährigem mittleren Seewasserspiegel (Hintergrund: Grundwasserkarte Mittelwasserstand Kanton Schwyz; 1:25'000)

Von Juni 2018 bis Oktober 2019 wurden die drei Piezometer RKS01, RKS02 und RKS05 (Abbildung 2.1) mit einem Grundwasserlogger ausgerüstet und der Grundwasserstand wurde in einem stündlichen Intervall gemessen. In RKS03 und RKS04 wurden während den Auslesungen der Grundwasserstand mittels Lichtlot gemessen (5 Messungen).

Der Piezometer RKS5 liegt in der Nähe von Lauerz und nahe des Lauerzersees. Nördlich davon und rund 300 m vom Ufer des Lauerzersees entfernt liegt RKS02. Weiter nördlich und rund 225 m vom Lauerzersee entfernt liegt RKS01.

Für die Auswertungen wurden uns die Pegeldata des Lauerzersees (Messstelle BAFU) durch den Kanton Schwyz zur Verfügung gestellt. Ebenso wurden die Niederschlagswerte (Tagessummen) von Meteo-Schweiz beigezogen.

3. Messresultate Juli 2018 bis Oktober 2019

3.1 Grundwasserstände Piezometer und Seestände Lauerzersee

In der Tabelle 3.1 sind die approximativen tiefen, mittleren und erhöhten Grundwasserstände während der Messperiode an den verschiedenen Messstellen mit Grundwasserlogger aufgeführt. Diese werden mit den Wasserständen des Lauerzersees verglichen (BAFU-Messstation 2484 Lauerz – Chlostermatt):

Messstelle	Tiefer Wasserstand GWSP [m ü.M.] / Flurabstand [m]	Mittlerer Wasserstand GWSP [m ü.M.] / Flurabstand [m]	Erhöhter Wasserstand GWSP [m ü.M.] / Flurabstand [m]
RKS01	448.05 / - 1.53	449.36 / - 0.22	449.90 / + 0.32 (gespannt)
RKS02	448.85 / - 1.80	449.99 / - 0.66	450.61 / - 0.04
RKS05	447.56 * / - 1.04 *	447.76 / - 0.84	448.75 / + 0.15 (gespannt)
Lauerzersee 7.2018 bis 11.2019	446.62	447.09	447.99
Lauerzersee langjährig 1984 bis 2017	446.64	447.15	449.90

Tabelle 3.1 Nieder-, Mittel- und erhöhter Wasserspiegel in den Piezometern und Lauerzersee
* ohne zu tiefe Messwerte bei Messbeginn

Der Wasserspiegel in RKS05 zeigt, dass dieser durch die Erstellung des Piezometers in der Phase bis zu den grösseren Niederschlägen ab Mitte August nicht an den Grundwasserleiter angeschlossen war. Erst ab ca. Ende August 2018 können die Grundwasserstände in dieser Messstelle zur Interpretation benutzt werden.

In RKS03 und RKS04 wurden während den Auslesungen der Datenlogger Handabstiche vorgenommen. Die Grundwasserstände folgten dabei den kontinuierlichen Daten.

Aufgrund der Messwerte über die Messperiode Juli 2018 bis Oktober 2019 kann man zusammengefasst folgende Aussagen treffen:

- Der Grundwasserspiegel steigt vom Lauerzersee gegen Goldau hin relativ stark an. Er verläuft in der Regel ca. talparallel.
- Die Grundwasserschwankungen betragen nahe dem See rund 1.2 m. Hangaufwärts gegen Goldau nimmt die Grundwasserschwankung zu. Sie beträgt bei RKS02 rund 1.75 m.
- Die Bäche wirken als Vorfluter, d.h. das Grundwasser exfiltriert in die Bäche und den Lauerzersee.
- Analog dem Grundwasserleiter bei Steinen liegt der Grundwasserspiegel rasch erheblich über dem Seespiegel.
- Das Grundwassergefälle beträgt im Bereich RKS2 bis See rund 6 ‰, bei erhöhtem Wasserspiegel leicht weniger.

Ein Auszug aus der Grundwasserkarte des Kantons Schwyz (mittlerer Grundwasserspiegel) mit den approximativen mittleren Grundwasserständen im unteren Teil des Gebiets Sägel ist in Anhang A dargestellt.

Die Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode Juli 2018 bis Oktober 2019 sind im Anhang C aufgeführt.

Die Jahrbuchseiten des Wasserstands Lauerzersee (BAFU-Station 2484), der oben beschriebenen Grundwasserstände sowie des Niederschlags in Schwyz sind in Anhang D aufgeführt.

3.2 Niederwasserperioden

Bei länger anhaltender Trockenheit sinken die Grundwasserstände parallel zum Seewasserpegel ab. In Abbildung 3.1 sind die Pegelstände während dem trockenen Sommer 2018 dargestellt.

In den Monaten April bis Mitte August 2018 wurde weniger als 50% des mittleren Niederschlags gemessen (MeteoSchweiz-Station Schwyz). Dadurch sank der Pegel des Lauerzersees auf ein absolutes Minimum von 446.62 m ü.M. ab. Die Pegelstände von RKS01 und RKS02 verliefen in dieser Zeit ca. parallel zum Seepegel (Abbildung 3.1).

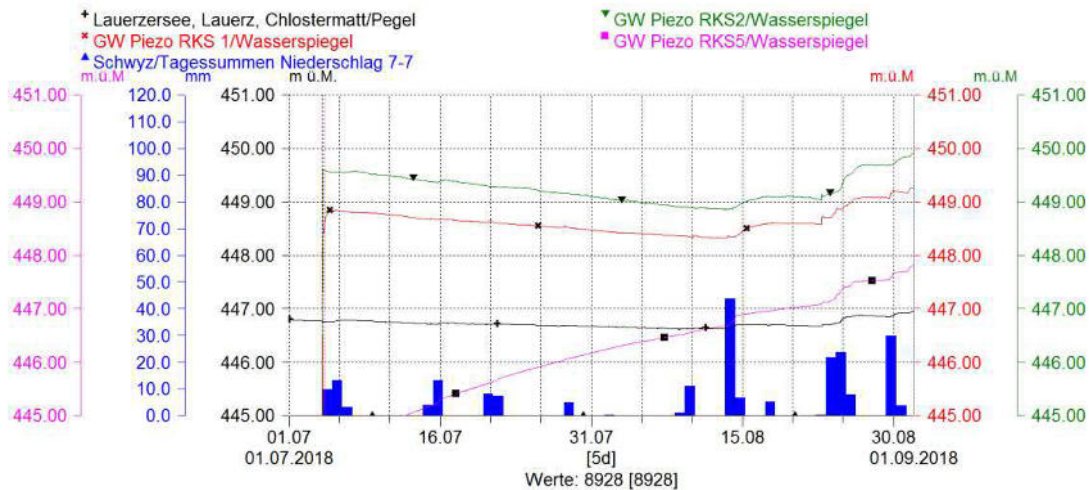


Abbildung 3.1 Grundwasserstände und Pegelstand des Lauerzersees während der Trockenperiode im Sommer 2018.

Aufgrund der Messwerte in einer Trockenperiode kann man zusammengefasst folgende Aussagen treffen:

- Der Grundwasserspiegel verläuft analog dem Seewasserpegel des Lauerzersees.
- Es ist in Niederwasserperioden keine erhöhte Absenkung des Grundwasserspiegels gegenüber dem Seespiegel und damit keine Verringerung des Grundwassergefälles erkennbar.

3.3 Anstieg bei grösseren Niederschlägen

Nach Niederschlagsereignissen steigen die Grundwasserstände in etwa zeitgleich und der Seewasserpegel mit einer leichten Verzögerung zu den Niederschlägen an.

Im Dezember 2018 wurden in der Region ausserordentlich hohe Niederschlagssummen gemessen. Die MeteoSchweiz Station Schwyz verzeichnete im Dezember 2018 mehr als 200% des mittleren Niederschlags des entsprechenden Monats. Der Niederschlag fiel nach einer Trockenperiode im November in zwei Niederschlagsperioden vom 2. Dezember bis 10. Dezember und 20. bis 24. Dezember 2018 (Abbildung 3.2).

Der Wasserspiegel sämtlicher Grundwassermessstellen stieg analog zum Seepiegel an. Der Anstieg fällt beim Seepiegel höher aus als im Grundwasser. Der Anstieg ist im Grundwasser unmittelbar sichtbar, im Lauerzersee mit einer zeitlichen Verzögerung von rund einem halben Tag (Abbildung 3.3 m).

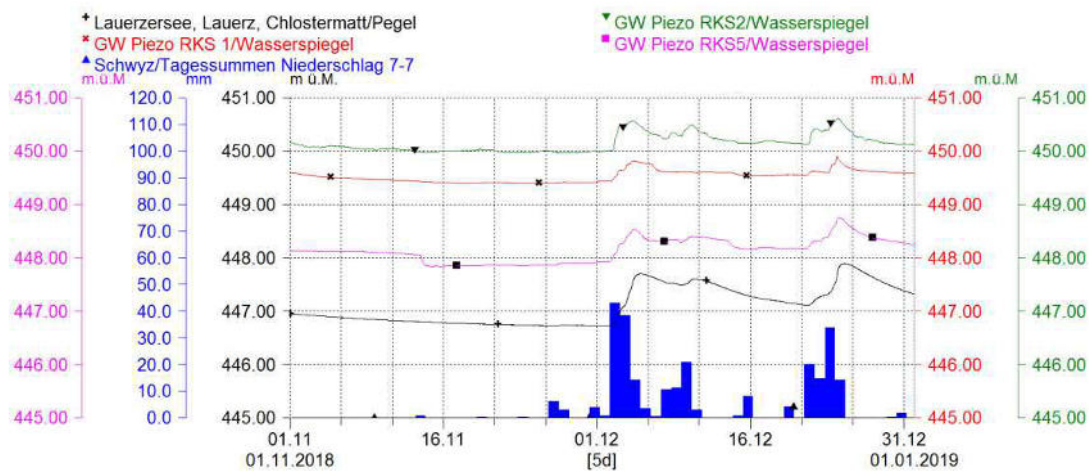


Abbildung 3.2 Grundwasserstände und Pegelstand des Lauerzersees nach der Trockenperiode November 2018 und während der Feuchtperiode im Dezember 2018.

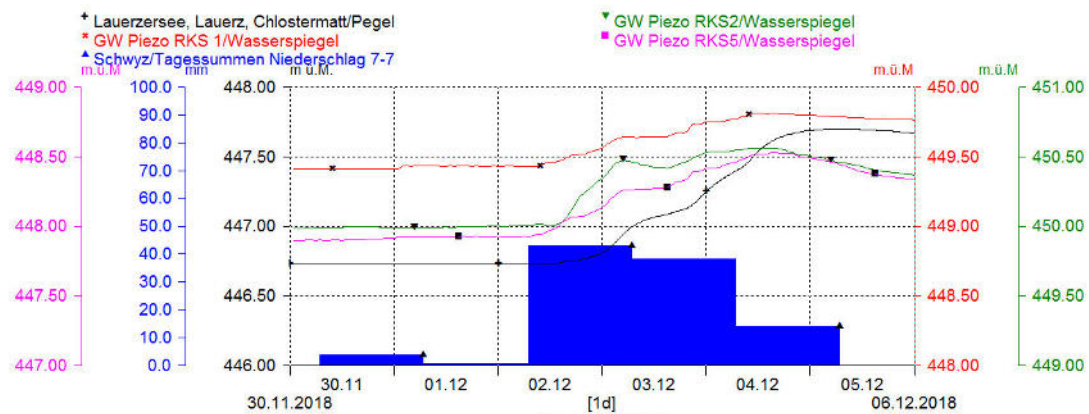


Abbildung 3.3 Grundwasserstände und Pegelstand des Lauerzersees während der Regenfälle anfangs Dezember 2018.

Aufgrund der Messwerte während einem Regenereignis kann man zusammengefasst folgende Aussagen treffen:

- Der Grundwasserspiegel verläuft in etwa analog dem Seepiegel des Lauerzersees. Der Seepiegel steigt leicht verzögert, dafür länger und stärker an.
- Der Grundwasserleiter reagiert rasch auf grössere Niederschlagsmengen und kaum auf geringere Niederschläge.
- Nach Niederschlägen sinken die Grundwasserstände analog dem Seepiegel langsam kontinuierlich ab.

3.4 Grundwasserspiegel bei erhöhten Wasserständen

Um die Interaktion Lauerzersee – Grundwasserstände bei verschiedenen Grundwasserständen und eine allfällige Rückstapproblematik zu betrachten, wurden die drei Piezometer auf eine Profilspur projiziert und so der Verlauf des Grundwasserspiegels grob abgeschätzt. Die entsprechende Auswertung ist in Anhang B dargestellt.

Aufgrund der Messwerte bei verschiedenen Wasserständen kann man zusammengefasst folgende Aussagen treffen:

- Bei niedrigen und mittleren Wasserständen des Lauerzersees und den damit korrespondierenden Grundwasserständen im unteren Gebiet Sägel folgt der Grundwasserstand dem mittleren Terrain des Gebiets.
- In Geländemulden / Flachstücken sind bereits ab mittleren Wasserstand leicht gespannte Grundwasserverhältnisse möglich.
- Bei erhöhten Wasser- und Grundwasserständen liegt der Grundwasserstand im unteren Bereich des Gebiets Sägel ca. auf Terrainhöhe oder darüber. Der Grundwasserspiegel folgt in diesem Fall nicht mehr der Terrainkote (siehe Anhang 1, rote Linie). Es kann vermutet werden, dass aufgrund des hohen Seepegels ein Rückstau entsteht.

4. Fazit

Mit den Grundwassermessungen in der Messperiode Juli 2018 bis Oktober 2019 konnten verschiedene Zustände (Tief-, Mittel- und erhöhter Wasserspiegel) gut erfasst werden. Die Messungen in den verschiedenen Piezometern zeigen ein einheitliches Bild und können mit dem Wasserspiegel des Lauerzersees gut korreliert werden.

Aus diesem Grund kann auf zusätzlichen Messungen zur Beurteilung der Grundwassersituation verzichtet werden, da keine oder nur eine geringe Verbesserung der Aussagequalität zu erwarten ist. Wir empfehlen jedoch unmittelbar vor, während und einige Zeit nach der Ausführung allfälliger Baumassnahmen das Grundwasser im Gebiet Sägel im Sinne einer Beweissicherung und zur Kontrolle zu überwachen.

MONITRON AG



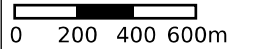
ppa. Michael Fuchs



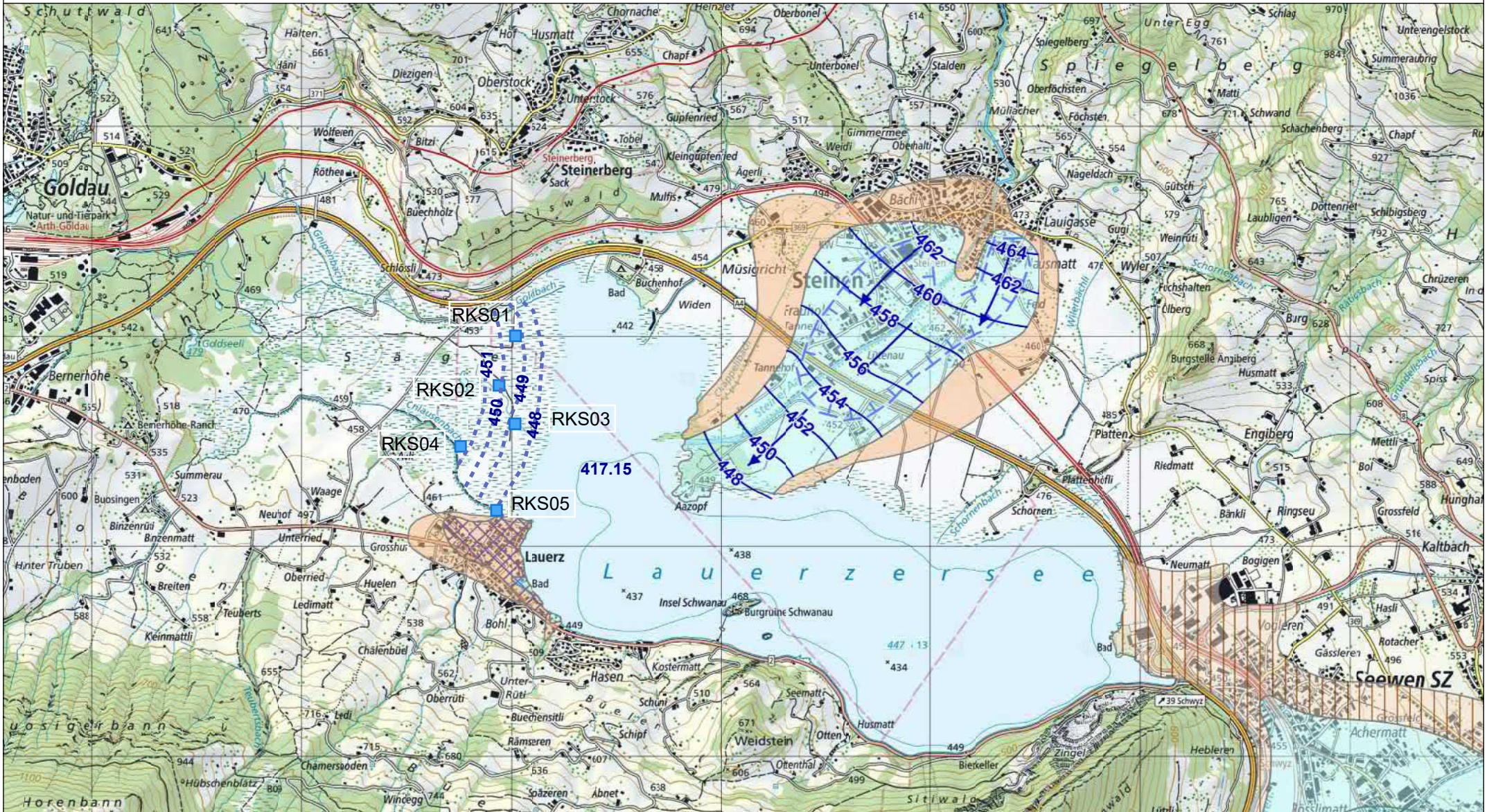
ppa. Hans-Jörg Geisser

Anhänge:

- **Anhang A:** Auszug aus der Grundwasserkarte des Kantons Schwyz mittlere Grundwasserstände, ergänzt mit Grundwasserstände im unteren Gebiet Sägel.
- **Anhang B:** Profilspur durch das untere Grundwassergebiet Sägel.
- **Anhang C:** Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode Juli 2018 bis Oktober 2019 Gebiet Sägel und Lauerzersee
- **Anhang D:** Jahrbuchseite Lauerzersee – Lauerz, Chlostermatt 2017 (erstellt durch BAFU), 2018 und 2019 (erstellt durch MONITRON), Jahrbuchseiten Grundwasser Gebiet Sägel 2018 und 2019, Jahrbuchseiten Niederschlag Schwyz 2018 bis 2019.



Die dargestellten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können keine rechtlichen Ansprüche abgeleitet werden. Verbindliche Auskünfte erteilen ausschliesslich die zuständigen Stellen. Für die Benützung der Daten zu gewerblichen Zwecken und für alle Veröffentlichungen ist eine Bewilligung erforderlich. Auskünfte sind beim Amt für Vermessung und Geoinformation (AVG) einzuholen.




Legende:

gespanntes Grundwasservorkommen


 gespanntes Grundwasservorkommen

Grundwasserleiter Lockergestein

 geringe Mächtigkeit (meist < 2 m)


 mittlere Mächtigkeit (2 - 10 m)

 grosse Mächtigkeit (10 - 20 m)


 sehr grosse Mächtigkeit (> 20 m)

 tieferes Grundwasserstockwerk

Gebiet geringer Durchlässigkeit

 Gebiet geringer Durchlässigkeit


schlecht durchlässige Deckschicht

 schlecht durchlässige Deckschicht


Isohypse (Mittelwasserstand)

 Isohypse (Mittelwasserstand)

Fließrichtung nachgewiesen
(Mittelwasserstand)

 Fließrichtung nachgewiesen (Mittelwasserstand)

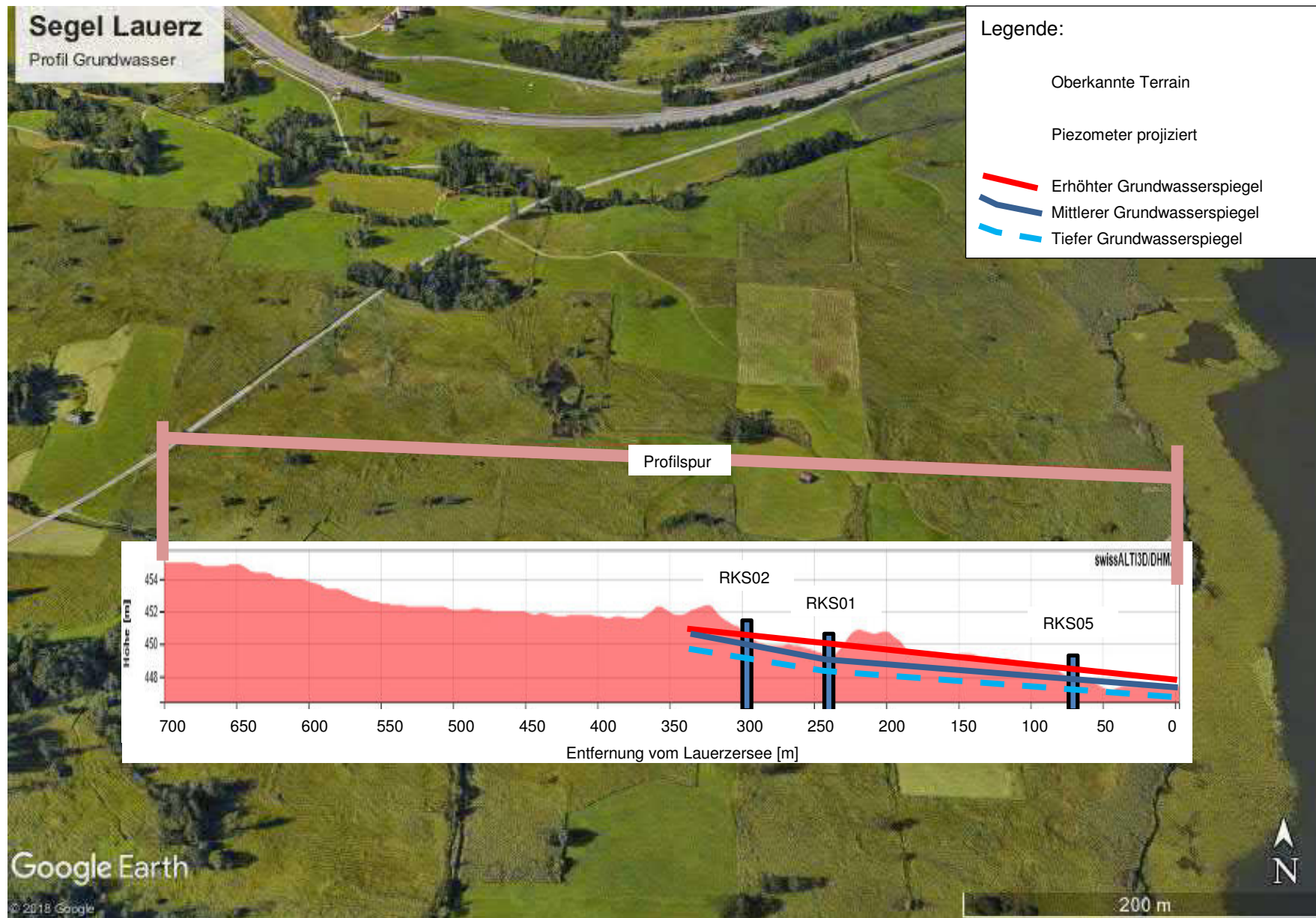
Fließrichtung vermutet
(Mittelwasserstand)

 Fließrichtung vermutet (Mittelwasserstand)

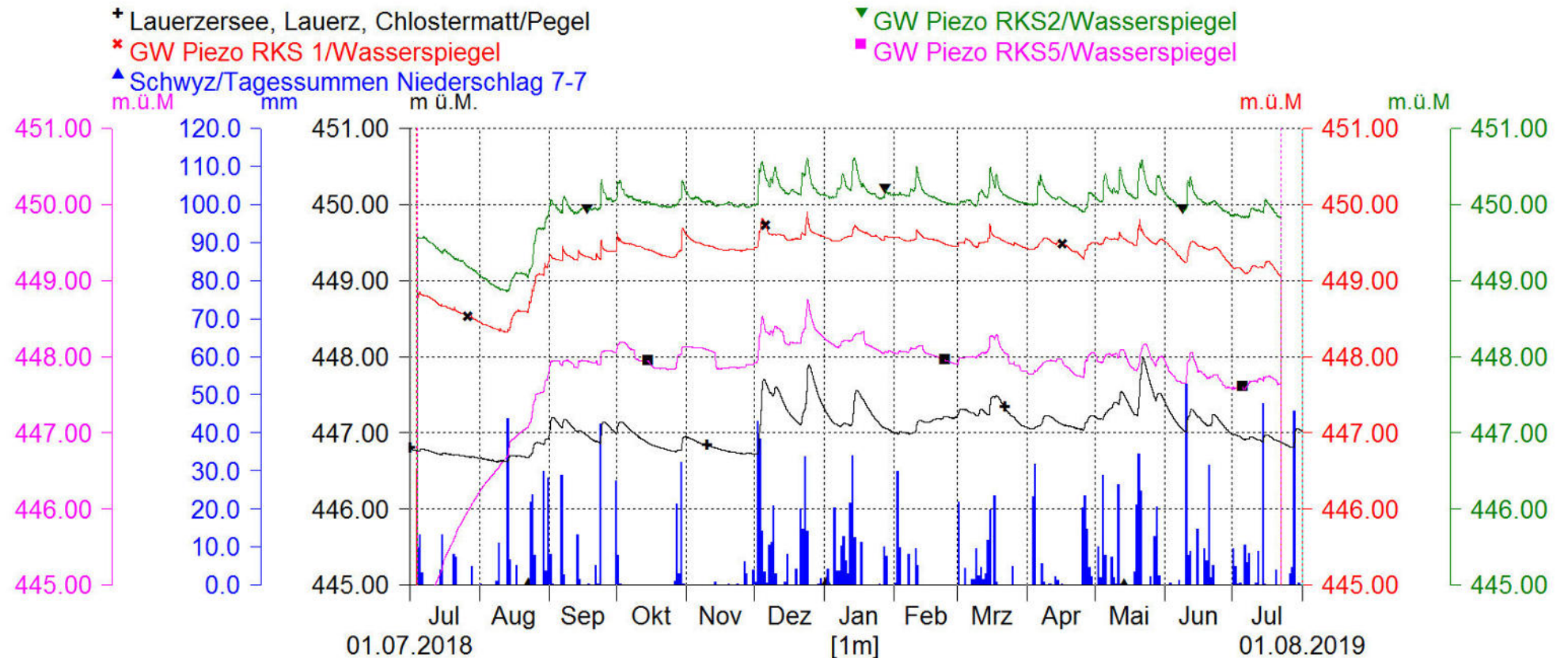
Vorfluter/Infiltrant

 Vorfluter/Infiltrant

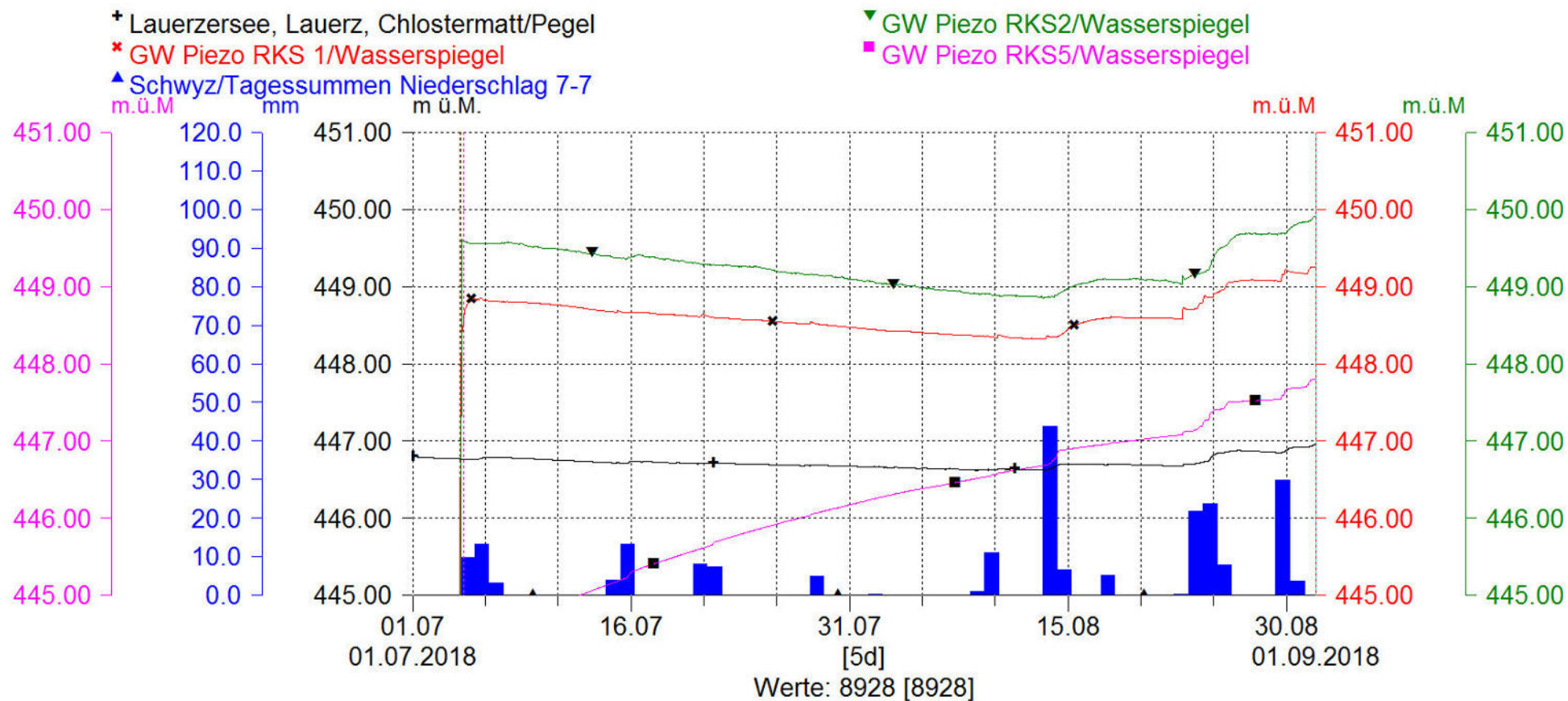
Anhang B: Profilspur Grundwasserstände und Pegelstände Lauerzersee Gebiet Segel, Lauerz



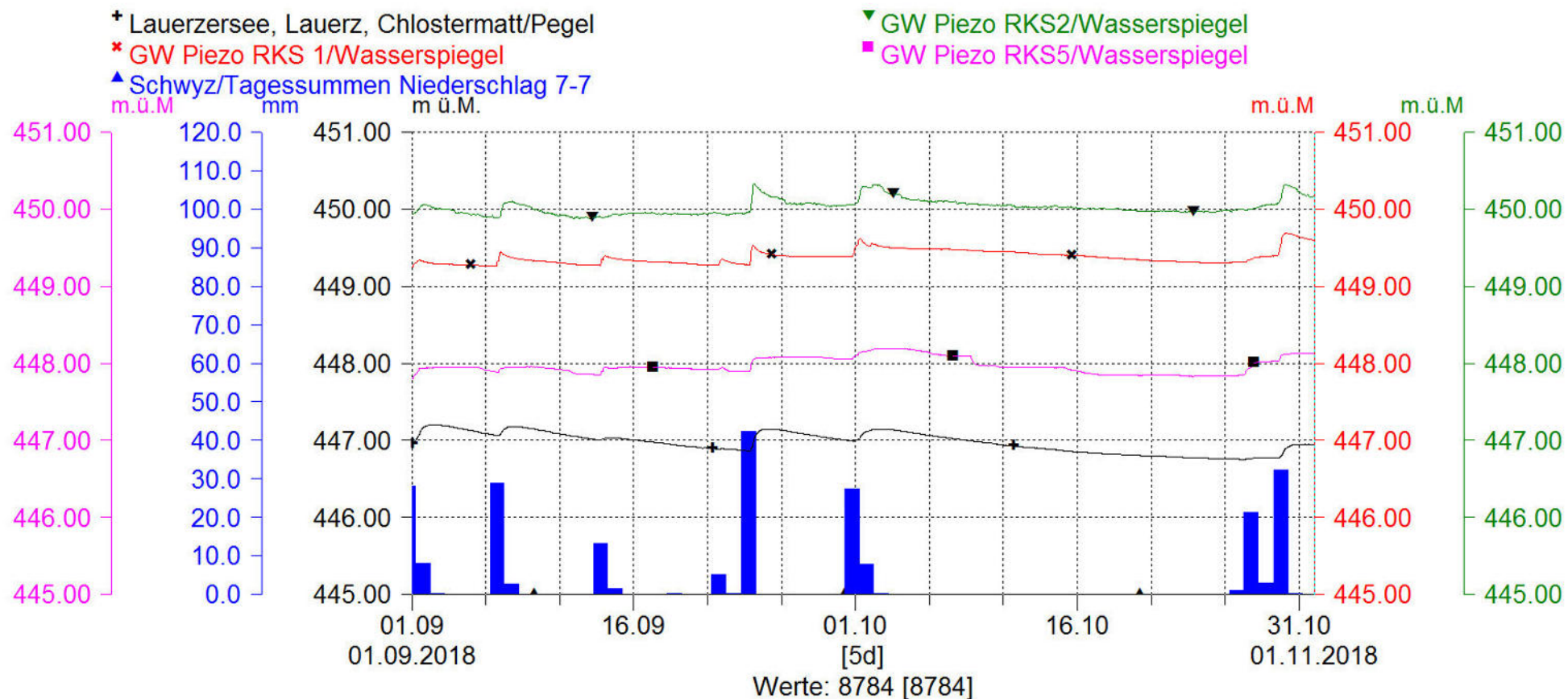
Anhang C1: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode Juli 2018 bis Juli 2019 Gebiet Sägel und Lauerzersee



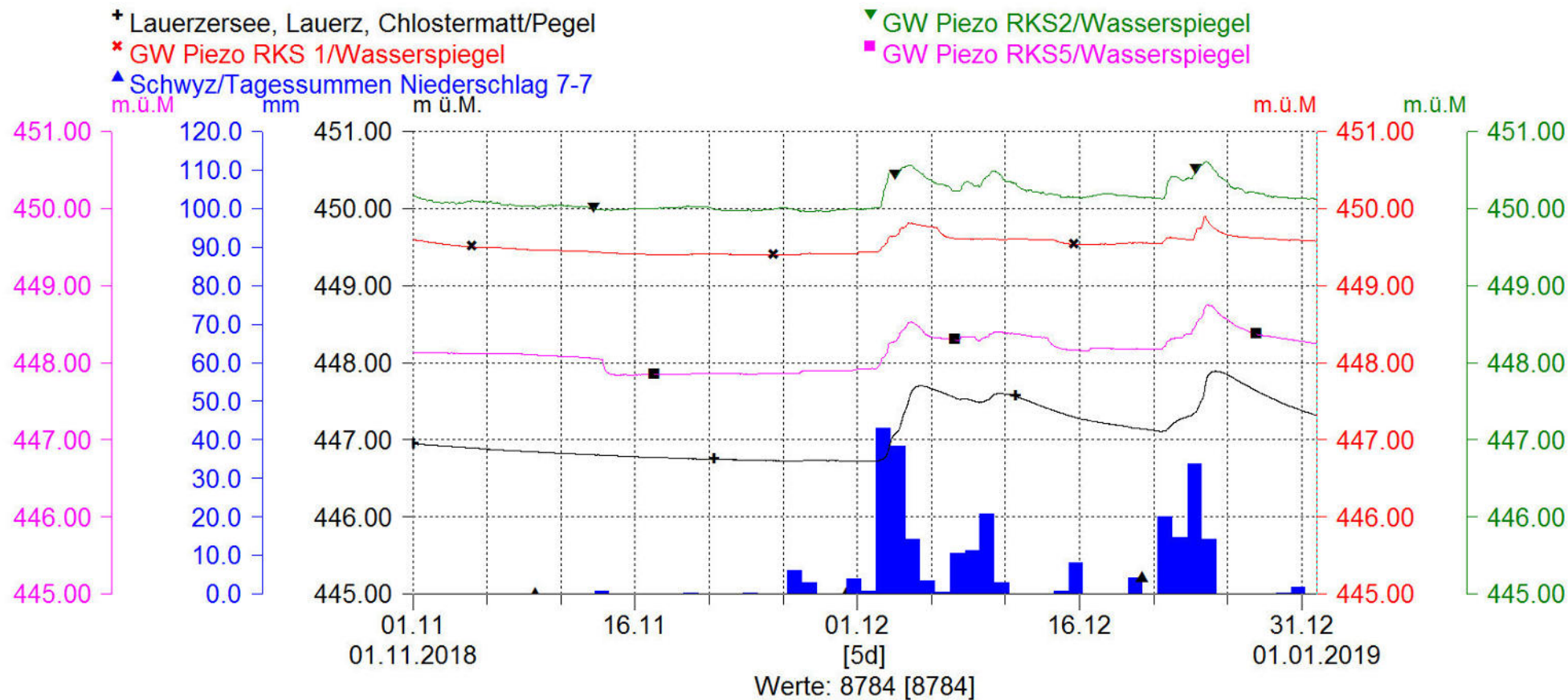
Anhang C2: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode Juli 2018 bis August 2018 Gebiet Sägel und Lauerzersee



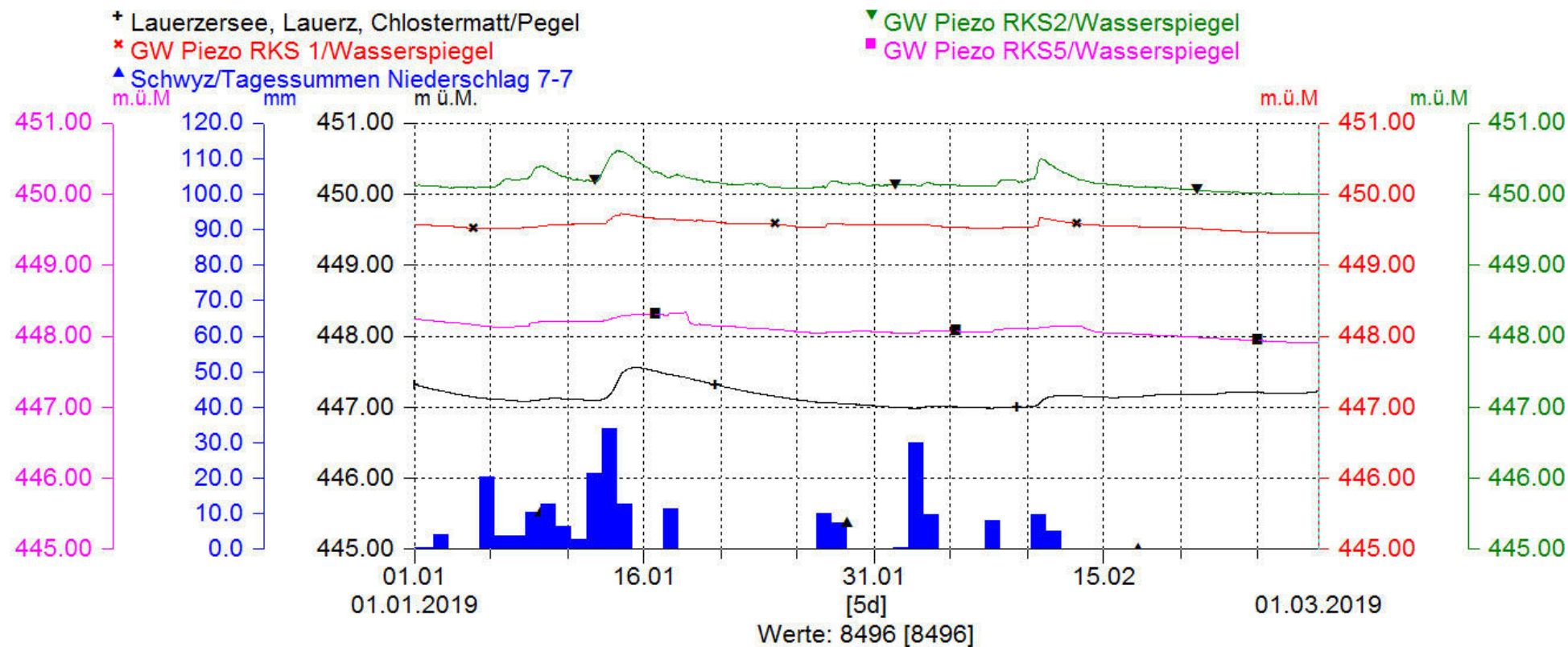
Anhang C3: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode September 2018 bis Oktober 2018 Gebiet Sägel und Lauerzersee



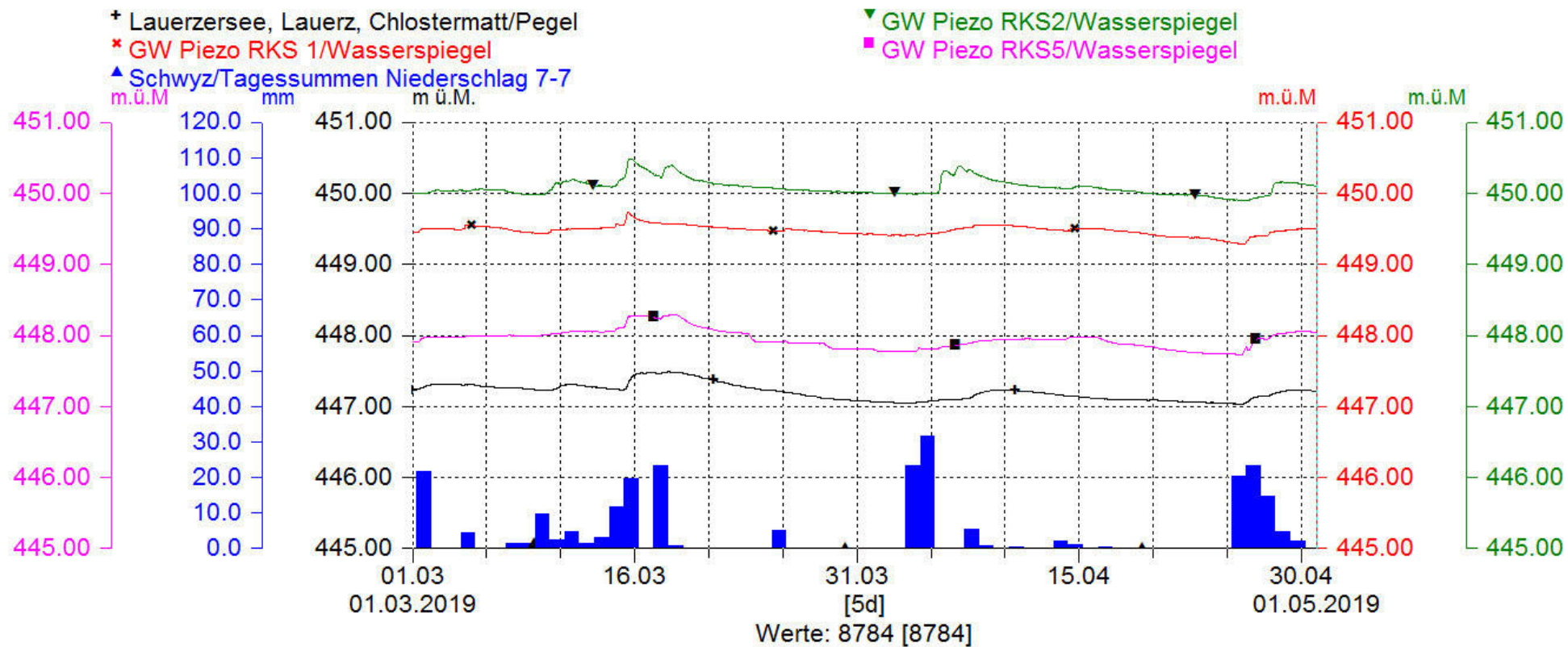
Anhang C4: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode November 2018 bis Dezember 2018 Gebiet Sägel und Lauerzersee



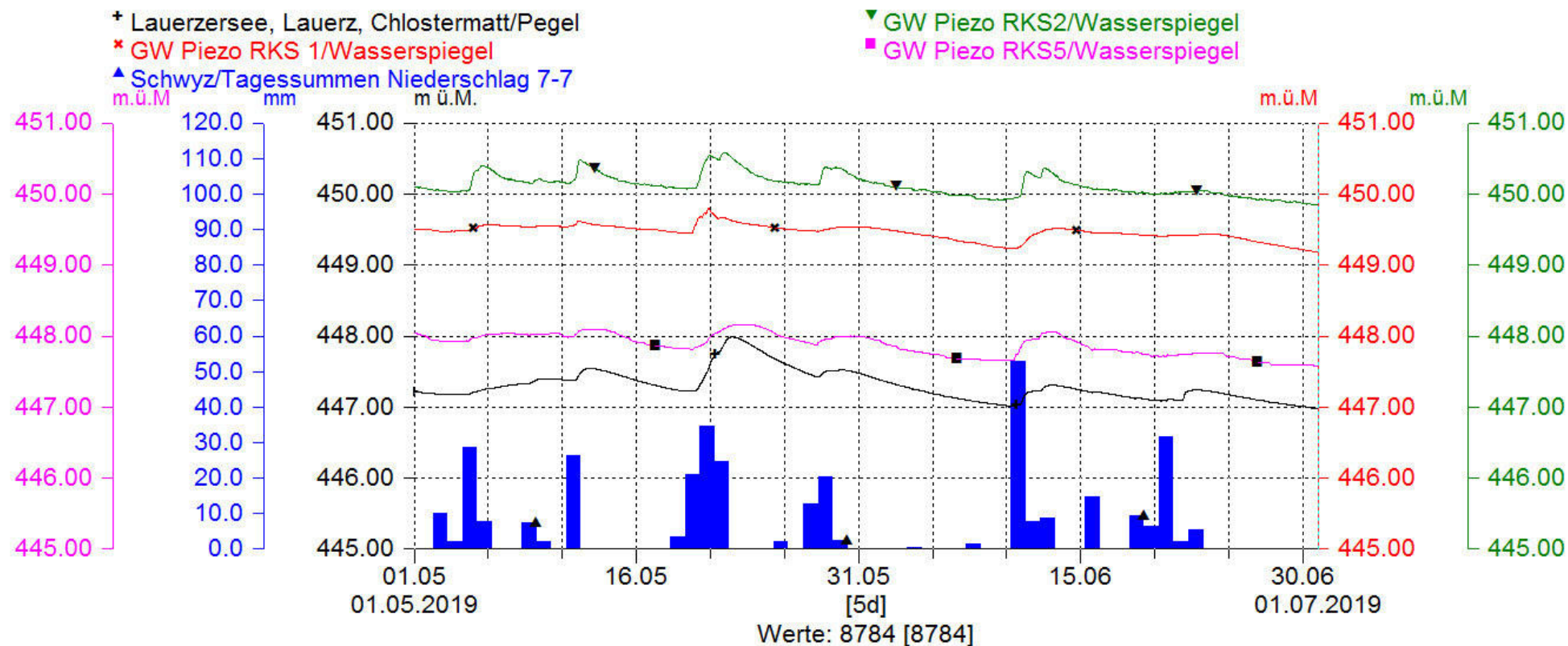
Anhang C5: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode Januar 2019 bis Februar 2019 Gebiet Sägel und Lauerzersee



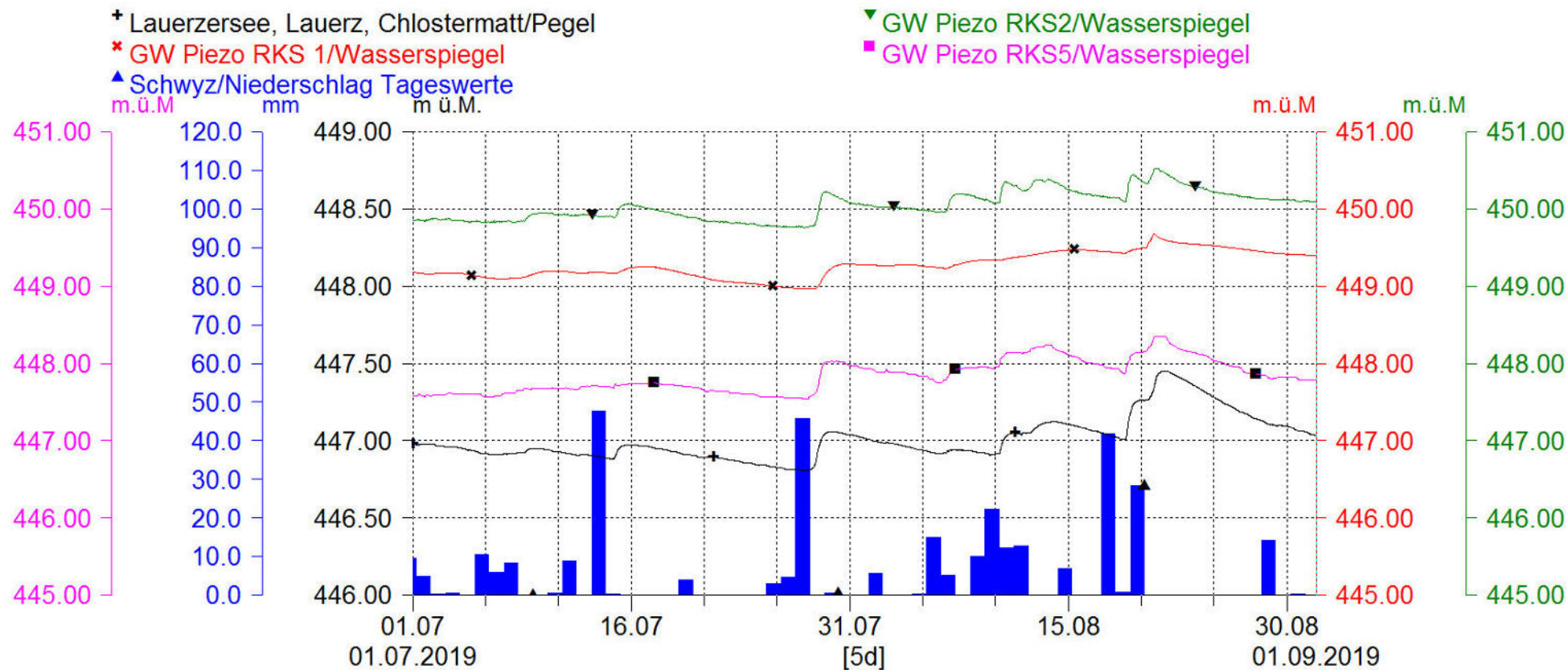
Anhang C6: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode März 2019 bis April 2019 Gebiet Sägel und Lauerzersee



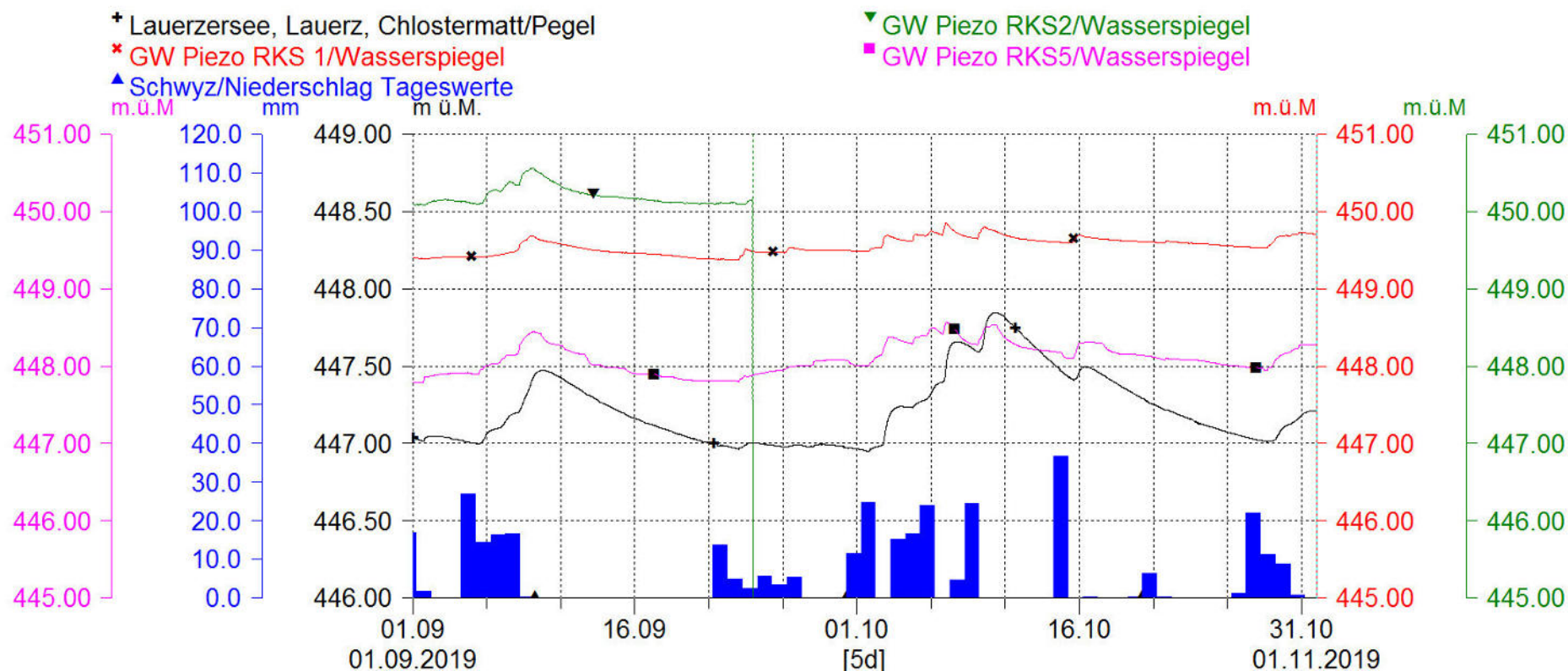
Anhang C7: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode Mai 2019 bis Juni 2019 Gebiet Sägel und Lauerzersee



Anhang C8: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode Juli 2019 bis August 2019 Gebiet Sägel und Lauerzersee



Anhang C9: Grundwasser- und Pegelstände über die gesamte Messperiode September 2019 bis Oktober 2019 Gebiet Sägel und Lauerzersee



Anhang C10: Handmessungen RKS03 und RKS04 Messperiode Juli 2018 bis Juli 2019 Gebiet Sägel und Lauerzersee

Abstich OKR

449.798 m ü.M

453.253 m ü.M

Datum

RKS 3

RKS 4

	Abstich [m]	Grundwasserspiegel [m ü.M.]
04.07.2018	7.29	442.51
03.08.2018	2.05	447.75
30.10.2018	1.34	448.46
22.01.2019	1.11	448.69
22.07.2019	1.32	448.48

	Abstich [m]	Grundwasserspiegel [m ü.M.]
	1.88	447.92
	2.11	447.69
	1.11	448.69
	1.26	448.54
	1.65	448.15

Bemerkung: Messung 04.07.2019 bei RKS 3: schlechte Anbindung Piezometer an Grundwasserleiter nach Bohrung und bei Grundwassertiefstand

Anhang D:

Jahrbuchseiten

Wasserstand Lauerzersee, Lauerz – Chlostermatt

2017 (Jahrbuchseite BAFU)

2018 und 2019 (Jahrbuchseite MONITRON aufgrund Daten BAFU)

Grundwasserstand Sägel, Sägel Nord – RKS 1

2018 und 2019 (Jahrbuchseite MONITRON)

Grundwasserstand Sägel, Sägel Mitte – RKS 2

2018 und 2019 (Jahrbuchseite MONITRON)

Grundwasserstand Sägel, Bifangli – RKS 5

2018 und 2019 (Jahrbuchseite MONITRON)

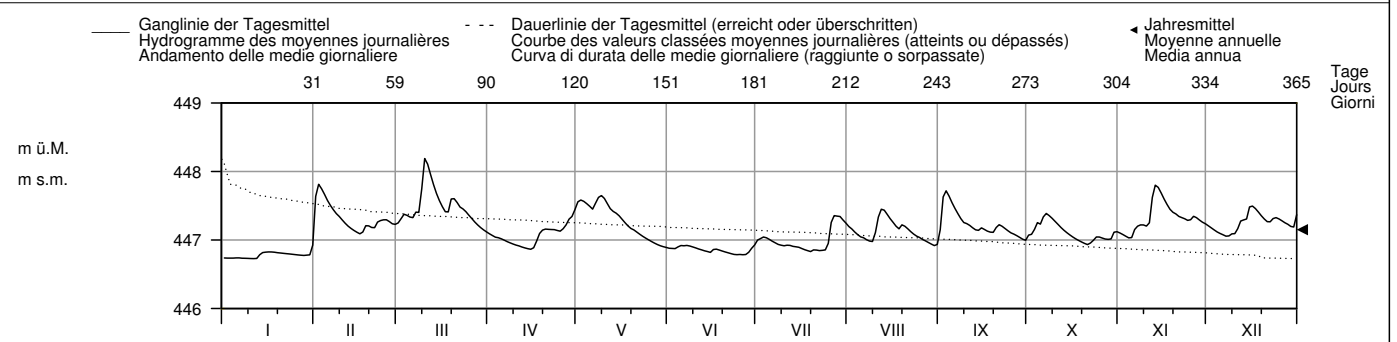
Niederschlag Schwyz

2018 und 2019 (Jahrbuchseite MONITRON aufgrund Daten MeteoCH)

Wasserstand		Lauerzersee - Lauerz, Chlostermatt							LH 2484						
Niveau d'eau	Koordinaten	688020 / 209530		Höhe	449 m ü.M.		Fläche	72.4 km ²		Mittlere Höhe	880 m ü.M.		Vergletschung	0 %	
Livello d'acqua	Coordinate			Altitudine			Superficie			Altitudine moyenne			Extension glacier	Ghiacciaio	

2017	Jan./Janv. Genn.	Febr./Févr. Febbr.	März/Mars Marzo	April/Avril Aprile	Mai/Mai Maggio	Juni/Juin Giugno	Juli/Juillet Luglio	Aug./Août Agosto	Sept./Sept. Sett.	Okt./Okt. Ott.	Nov./Nov. Nov.	Dez./Déc. Dic.	
Tagesmittel	1 446.74	2 447.64	3 447.25	4 447.09	5 447.56	6 446.88	7 447.00	8 447.20	9 447.15	10 447.07	11 447.10	12 447.21	1
	2 446.74	3 447.81 +	4 447.31	5 447.07	6 447.58	7 446.88	8 447.02	9 447.16	10 447.63	11 447.08	12 447.18	13 447.21	2
	3 446.74	4 447.75	5 447.38	6 447.04	7 447.56	8 446.87	9 447.04	10 447.12	11 447.72 +	12 447.15	13 447.05	14 447.15	3
	4 446.74	5 447.67	6 447.36	7 447.03	8 447.53	9 446.90	10 447.03	11 447.08	12 447.64	13 447.25	14 447.03 -	15 447.12	4
	5 446.74	6 447.58	7 447.34	8 447.02	9 447.49	10 446.92	11 447.01	12 447.05	13 447.55	14 447.23	15 447.04	16 447.10	5
Moyenne journalière	6 446.74	7 447.50	8 447.33	9 447.00	10 447.45	11 446.92	12 446.98	13 447.03	14 447.46	15 447.34	16 447.15	17 447.08	6
	7 446.73 -	8 447.44	9 447.41	10 446.98	11 447.54	12 446.92	13 446.96	14 447.00	15 447.38	16 447.39 +	17 447.20	18 447.06 -	7
Media giornaliera	8 446.73 -	9 447.39	10 447.40	11 446.96	12 447.62	13 446.91	14 446.94	15 446.98	16 447.31	17 447.36	18 447.22	19 447.06 -	8
	9 446.73 -	10 447.34	11 447.75	12 446.94	13 447.65 +	14 446.90	15 446.92	16 446.98	17 447.26	18 447.32	19 447.22	20 447.09	9
	10 446.73 -	11 447.29	12 448.19 +	13 446.93	14 447.61	15 446.88	16 446.92	17 447.11	18 447.24	19 447.27	20 447.20	21 447.09	10
	11 446.73 -	12 447.24	13 448.11	14 446.91	15 447.53	16 446.87	17 446.92	18 447.34	19 447.21	20 447.23	21 447.25	22 447.17	11
	12 446.73 -	13 447.20	14 447.96	15 446.90	16 447.46	17 446.86	18 446.92	19 447.45 +	20 447.18	21 447.18	22 447.23	23 447.17	12
m ü.M.	13 446.78	14 447.17	15 447.81	16 446.88	17 447.42	18 446.84	19 446.91	20 447.44	21 447.15	22 447.14	23 447.80 +	24 447.29	13
	14 446.82	15 447.14	16 447.68	17 446.87	18 447.39	19 446.83	20 446.90	21 447.37	22 447.14	23 447.11	24 447.77	25 447.31	14
m s.m.	15 446.82	16 447.11	17 447.57	18 446.86 -	19 447.35	20 446.82	21 446.89	22 447.31	23 447.18	24 447.07	25 447.69	26 447.48	15
	16 446.83	17 447.09 -	18 447.49	19 446.89	20 447.30	21 446.86	22 446.88	23 447.26	24 447.15	25 447.04	26 447.60	27 447.50 +	16
	17 446.83	18 447.12	19 447.41	20 446.98	21 447.25	22 446.87	23 446.86	24 447.20	25 447.13	26 447.02	27 447.52	28 447.06 -	17
	18 446.82	19 447.21	20 447.41	21 447.10	22 447.21	23 446.85	24 446.84	25 447.16	26 447.11	27 446.99	28 447.45	29 447.41	18
	19 446.81	20 447.21	21 447.60	22 447.14	23 447.17	24 446.84	25 446.83 -	26 447.22	27 447.11	28 446.97	29 447.45	30 447.35	19
	20 446.81	21 447.18	22 447.60	23 447.16	24 447.15	25 446.83	26 446.86	27 447.20	28 447.18	29 446.95	30 447.38	31 447.31	20
	21 446.81	22 447.18	23 447.55	24 447.16	25 447.12	26 446.81	27 446.85	28 447.16	29 447.22	30 446.93 -	31 447.34	447.27	21
	22 446.80	23 447.26	24 447.48	25 447.15	26 447.08	27 446.80	28 446.85	29 447.12	30 447.20	31 446.96	447.33	447.27	22
	23 446.80	24 447.28	25 447.45	26 447.15	27 447.05	28 446.79 -	29 446.85	30 447.09	31 447.17	447.00	447.31	447.31	23
	24 446.79	25 447.29	26 447.41	27 447.14	28 447.03	29 446.79 -	30 446.86	31 447.06	447.13	447.04	447.29	447.33	24
	25 446.79	26 447.30	27 447.36	28 447.13	29 447.00	30 446.79 -	31 446.95	447.04	447.10	447.04	447.30	447.31	25
+Maximum Massimo	26 446.78	27 447.27	28 447.31	29 447.16	30 446.98	31 446.79 -	447.26	447.01	447.09	447.03	447.35	447.28	26
	27 446.78	28 447.24	29 447.26	30 447.22	31 446.95	446.79 -	447.36 +	446.99	447.06	447.01	447.33	447.25	27
- Minimum Minimo	28 446.77	29 447.23	30 447.22	31 447.30	446.93	446.82	447.35	446.96	447.04	447.01	447.29	447.23	28
	29 446.78	30 447.18	31 447.18	447.34	446.92	446.88	447.34	446.94	447.01	447.02	447.26	447.20	29
	30 446.78	31 447.15	447.44 +	446.90	446.93 +	447.29	446.92 -	447.00 -	447.11	447.24	447.19	447.19	30
	31 446.93 +	447.12 -	447.12 -	446.89 -	446.89 -	447.25	446.94	447.00	447.12	447.24	447.37	447.37	31
Monatsmittel	446.78 -												m ü.M.
Moyenne mensuelle	447.33												m s.m.
Media mensile	447.48 +												
Maximum/Massimo	447.24	447.83	448.21 +	447.53	447.65	446.96 -	447.36	447.46	447.74	447.40	447.81	447.51	m ü.M.
Spitze/Pointe/Punta	31.	2.	10.	30.	9.	30.	27.	13.	3.	7.	13.	15.	m s.m.
Datum/Date/Data													
Minimum/Minimo	446.73 -	447.07	447.11 +	446.86	446.89	446.77	446.82	446.91	446.98	446.93	447.01	447.04	m ü.M.
Momentan/momentan.	11.	17.	31.	15.	31.	26.	19.	31.	30.	21.	5.	8.	m s.m.
Datum/Date/Data													

Jahresmittel/Moyenne annuelle/Media annua 447.15 m ü.M./m s.m.



Periode/Période/Periodo	1984 - 2017 (34 Jahre/années/anni)													
Monatsmittel	447.09	447.08	447.22	447.28 +	447.25	447.26	447.19	447.17	447.18	447.04 -	447.09	447.11	m ü.M.	
Moyenne mensuelle													m s.m.	
Media mensile														
Maximum/Massimo	448.13	448.50	448.32	448.18	449.15	449.02	448.36	449.65 +	448.34	448.11 -	448.30	448.19	m ü.M.	
Spitze/Point/Punta	2004	1999	1988	2008	1999	2013	1996	2005	2002	2012	2002	1991	m s.m.	
Jahr/Année/Anno														
Minimum/Minimo	446.69	446.69	446.76	446.79 +	446.74	446.74	446.73	446.69	446.65	446.64 -	446.64 -	446.70	m ü.M.	
Momentan/momentan.	1990	1989	1993	2011	2011	1989	2006	2003	1991	1986	1985	2011	m s.m.	
Jahr/Année/Anno														
Grösstes Jahresmittel	447.34 (2002) m ü.M./m s.m.			Mittlerer Wasserstand			447.16 m ü.M./m s.m.			Kleinstes Jahresmittel			447.03 (2003) m ü.M./m s.m.	
Moy. annuelle la plus grande	La più grande media annua			Niveau d'eau moyen			Livello medio dell'acqua			Moy. annuelle la plus petite			La più piccola media annua	
Datum/Date/Data														

Dauer der Wasserstände (erreicht oder überschritten)	Niveaux d'eau classés (atteints ou dépassés)												Durata dei livelli d'acqua (raggiunte o sorpassate)	
Tage/Jours/Giorni	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160		
2017	448.19	447.96	447.80	447.75	447.62	447.50	447.41	447.35	447.31	447.26	447.22	447.18	m ü.M.	
1984 - 2017	448.31	448.08	447.94	447.84	447.69	447.53	447.44	447.37	447.31	447.25	447.20	447.15	m s.m.	
Tage/Jours/Giorni	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365		
2017	447.14	447.10	447.04	447.00	446.94	446.91	446.87	446.82	446.79	446.74	446.73	446.73	m ü.M.	
1984 - 2017	447.11	447.08	447.04	447.00	446.96	446.93	446.90	446.85	446.80	446.76	446.72	446.65	m s.m.	

Wasserstand

Lauerzersee

Gemeinde: Lauerz

Messstelle: Lauerz - Chlostermatt

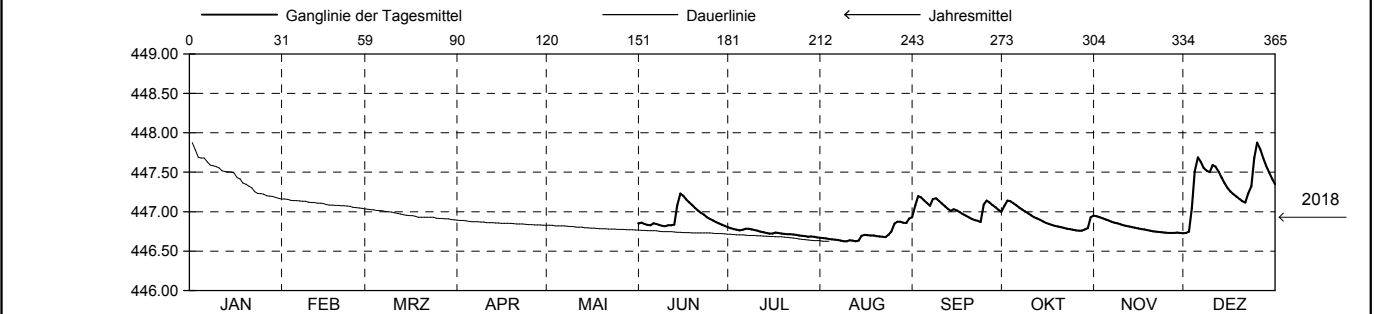
Code: 2484

Koordinaten: 2'668'020 / 1'209'530

OK Terrain: 449 m ü.M.

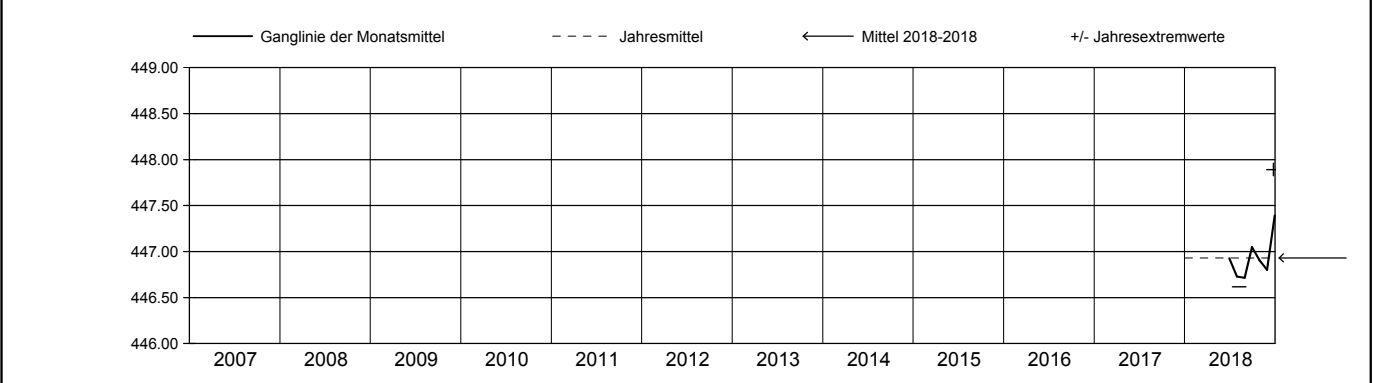
2018		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel in °C	1						446.86	446.79 +	446.67	447.08	447.07	446.94 +	446.73 -	1	
	2						446.84	446.78	446.66	447.20 +	447.14 +	446.93	446.75	2	
	3						446.83	446.77	446.65	447.18	447.13	446.92	447.04	3	
	4						446.83	446.76	446.65	447.14	447.11	446.90	447.51	4	
	5						446.85	446.77	446.64	447.11	447.08	446.89	447.69	5	
	6							446.84	446.78	446.64	447.08	447.05	446.87	447.63	6
	7							446.83	446.78	446.63 -	447.16	447.02	446.86	447.55	7
	8							446.82	446.77	446.63 -	447.17	447.00	446.85	447.52	8
	9							446.82	446.77	446.63 -	447.14	446.98	446.84	447.50	9
	10							446.83	446.76	446.64	447.10	446.95	446.83	447.59	10
	11							446.83	446.75	446.63 -	447.07	446.93	446.82	447.57	11
	12							446.83	446.74	446.63 -	447.04	446.91	446.81	447.51	12
	13							447.08	446.73	446.63 -	447.01	446.89	446.80	447.43	13
	14							447.23 +	446.72	446.69	447.03	446.88	446.79	447.36	14
	15							447.20	446.72	446.70	447.02	446.86	446.79	447.30	15
	16							447.16	446.73	446.70	446.99	446.84	446.78	447.26	16
	17							447.12	446.73	446.70	446.97	446.83	446.77	447.22	17
	18							447.08	446.72	446.70	446.95	446.82	446.77	447.19	18
	19							447.05	446.72	446.69	446.93	446.81	446.76	447.16	19
	20							447.01	446.71	446.69	446.91	446.80	446.75	447.13	20
	21							446.98	446.71	446.68	446.89	446.80	446.75	447.12	21
	22							446.96	446.71	446.68	446.88	446.78	446.74	447.23	22
	23							446.93	446.70	446.71	446.87 -	446.78	446.74	447.32	23
	24							446.91	446.70	446.75	447.09	446.77	446.73 -	447.68	24
	25							446.89	446.69	446.85	447.14	446.76 -	446.73 -	447.88 +	25
	26							446.87	446.69	446.87	447.12	446.76 -	446.73 -	447.79	26
	27							446.85	446.68	446.87	447.08	446.76 -	446.73 -	447.68	27
	+ Maximum	28						446.84	446.68	446.86	447.05	446.78	446.73 -	447.58	28
	- Minimum	29						446.82	446.68	446.86	447.02	446.79	446.73 -	447.49	29
		30						446.80 -	446.67 -	446.91	447.00	446.93	446.73 -	447.42	30
		31					446.85 -	446.67 -	446.93 +	446.93 +	446.95	446.95	446.73 -	447.35	31
Monatsmittel						446.85	446.93	446.73	446.71 -	447.05	446.90	446.80	447.39 +		
Maximum						446.85	447.23	446.80 -	446.96	447.20	447.15	446.95	447.89 +		
Datum (Tag)						31.	14.	1.	31.	2.	2.	1.	25.		
Minimum						446.85	446.80	446.66 -	446.62 -	446.86 +	446.75	446.73	446.73		
Datum (Tag)						31.	30.	31.	8.	23.	27.	26.	1.		
Amplitude						0.00 -	0.44	0.14	0.34	0.35	0.39	0.22	1.17 +		

Mittel: 446.93 Maximum: 447.89 (25.Dezember) Minimum: 446.62 (8.August) Amplitude: 1.27



2018-2018	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Monatsmittel	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	446.93	446.73	446.71	447.05	446.90	446.80	447.39 +	
Maximum						446.85	447.23	446.80 -	446.96	447.20	447.15	446.95	447.89 +
Jahr						2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	
Minimum						446.85	446.80	446.66 -	446.86 +	446.75	446.73	446.73	
Jahr						2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	

Mittel: 446.93 Maximum: 447.89 (25.12.2018) Minimum: 446.62 (08.08.2018) Amplitude: 1.27 Max.jährliche Schwankung: 1.27 (2018)



Wasserstand

Lauerzersee

Gemeinde: Lauerz

Messstelle: Lauerz - Chlostermatt

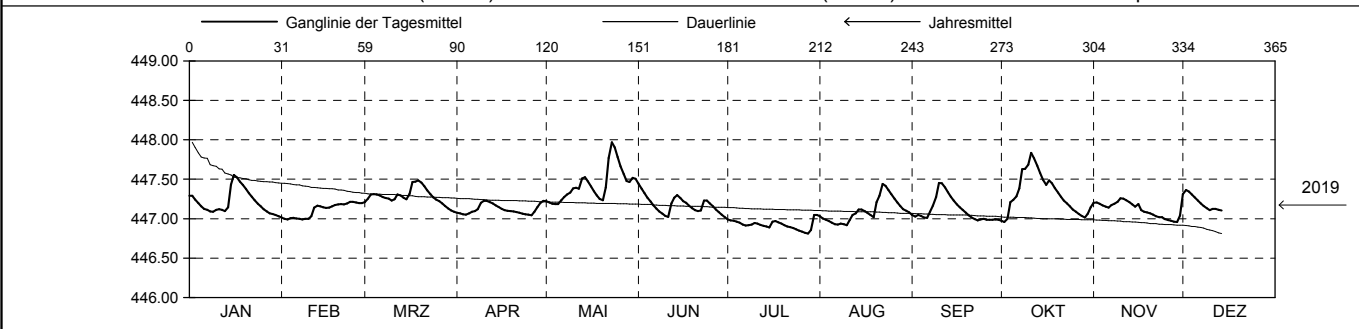
Code: 2484

Koordinaten: 2'668'020 / 1'209'530

OK Terrain: 449 m ü.M.

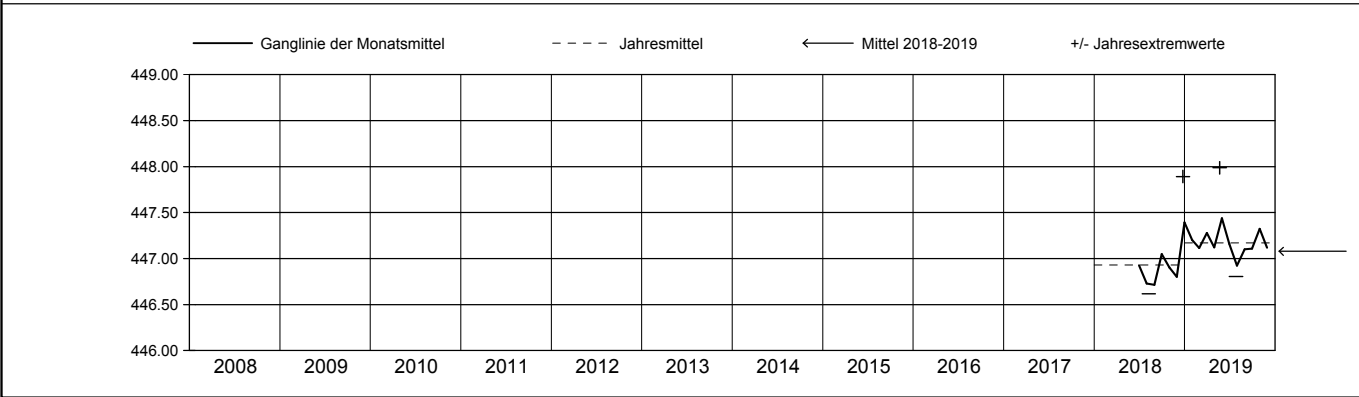
2019		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel in °C	1	447.29	447.00	447.25	447.07	447.21	447.38 +	446.98	447.00	447.03	446.96 -	447.21	447.36 +	1
	2	447.24	446.99 -	447.31	447.06	447.19	447.32	446.97	446.99	447.05	447.00	447.19	447.34	2
	3	447.20	447.01	447.31	447.05	447.18 -	447.27	446.96	446.97	447.04	447.21	447.17	447.31	3
	4	447.16	447.01	447.31	447.07	447.19	447.22	446.95	446.95	447.01	447.24	447.15	447.27	4
	5	447.13	447.00	447.29	447.09	447.24	447.17	446.93	446.93	447.01	447.28	447.14	447.23	5
	6	447.11	447.00	447.27	447.10	447.28	447.13	446.91	446.92 -	447.09	447.38	447.17	447.19	6
	7	447.09	446.99 -	447.26	447.12	447.31	447.09	446.92	446.94	447.16	447.63	447.19	447.16	7
	8	447.09	447.00	447.25	447.20	447.33	447.06	446.93	446.93	447.28	447.63	447.21	447.13	8
	9	447.11	447.00	447.23	447.23 +	447.39	447.03	446.95	446.92 -	447.45 +	447.68	447.26	447.11	9
	10	447.12	447.03	447.24	447.23 +	447.39	447.02	446.94	446.98	447.45 +	447.84 +	447.25	447.12	10
	11	447.11	447.14	447.31	447.21	447.38	447.19	446.92	447.05	447.39	447.76	447.23	447.12	11
	12	447.10	447.16	447.29	447.19	447.51	447.27	446.91	447.07	447.34	447.67	447.21	447.11	12
	13	447.14	447.16	447.27	447.17	447.53	447.30	446.90	447.12	447.28	447.58	447.18	447.10 -	13
	14	447.43	447.14	447.24	447.15	447.47	447.26	446.89	447.12	447.23	447.49	447.15	447.15	14
	15	447.55 +	447.14	447.32	447.13	447.41	447.22	446.96	447.10	447.18	447.43	447.19	447.19	15
	16	447.52	447.14	447.47	447.11	447.35	447.20	446.97	447.07	447.14	447.49	447.11	447.11	16
	17	447.47	447.15	447.47	447.10	447.30	447.17	446.96	447.05	447.11	447.45	447.09	447.09	17
	18	447.43	447.17	447.48 +	447.10	447.25	447.13	446.94	447.02	447.08	447.39	447.08	447.08	18
	19	447.38	447.18	447.46	447.09	447.23	447.11	446.92	447.21	447.04	447.33	447.07	447.07	19
	20	447.32	447.18	447.41	447.08	447.39	447.09	446.90	447.29	447.02	447.28	447.05	447.05	20
	21	447.28	447.18	447.36	447.08	447.77	447.11	446.89	447.44 +	447.00	447.23	447.03	447.03	21
	22	447.23	447.19	447.31	447.06	447.97 +	447.23	446.88	447.42	446.98	447.20	447.02	447.02	22
	23	447.19	447.22 +	447.27	447.06	447.90	447.23	446.86	447.37	446.99	447.16	447.02	447.02	23
	24	447.15	447.22 +	447.24	447.05	447.78	447.19	446.85	447.31	447.00	447.12	447.00	447.00	24
	25	447.12	447.20	447.22	447.04 -	447.67	447.15	446.83	447.25	446.99	447.09	446.98	446.98	25
	26	447.09	447.20	447.19	447.09	447.57	447.12	446.82	447.20	446.98	447.06	446.97	446.97	26
	27	447.07	447.20	447.16	447.15	447.48	447.08	446.81 -	447.16	446.98	447.04	446.96 -	446.96 -	27
	28	447.06	447.21	447.13	447.20	447.46	447.05	446.86	447.12	446.99	447.02	446.96 -	446.96 -	28
	+ Maximum	447.05		447.10	447.23 +	447.52	447.02	447.05 +	447.10	446.99	447.06	447.04	447.04	29
	- Minimum	447.03		447.09	447.22	447.50	446.99 -	447.05 +	447.08	446.97 -	447.14	447.31 +	447.31 +	30
		31	447.01 -	447.08 -		447.45		447.03	447.05	447.08	447.20			31
Monatsmittel		447.20	447.11	447.28	447.12	447.44 +	447.16	446.92 -	447.10	447.11	447.32	447.12	447.20	
Maximum Datum (Tag)		15.	28.	18.	9.	22.	1.	29.	21.	9.	10.	30.	1.	
Minimum Datum (Tag)		31.	2.	31.	25.	2.	30.	27.	9.	23.	1.	28.	13.	
Amplitude		0.55	0.24	0.42	0.20 -	0.81	0.43	0.25	0.55	0.51	0.90 +	0.41	0.27	

Mittel: 447.17 Maximum: 447.99 (22.Mai) Minimum: 446.81 (27.Juli) Amplitude: 1.18



2018-2019		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel		447.20	447.11	447.28	447.12	447.44 +	447.04	446.83 -	446.91	447.08	447.11	446.96	447.39
Maximum Jahr		2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2018
Minimum Jahr		2019	2019	2019	2019	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018

Mittel: 447.08 Maximum: 447.99 (22.05.2019) Minimum: 446.62 (08.08.2018) Amplitude: 1.37 Max.jährliche Schwankung: 1.27 (2018)



Grundwasserstand

Grundwassergebiet: Sägel Lauerz

Gemeinde: Lauerz

Messstelle: Sägel Nord

RKS 1

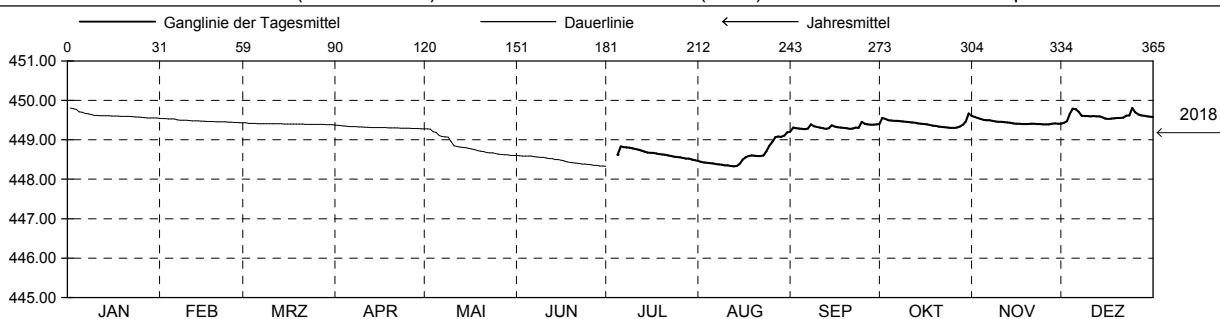
Koordinaten: 2'687'013 / 1'211'010

OK Terrain: 449.58 m ü.M.

OK Rohr: 450.48 m ü.M.

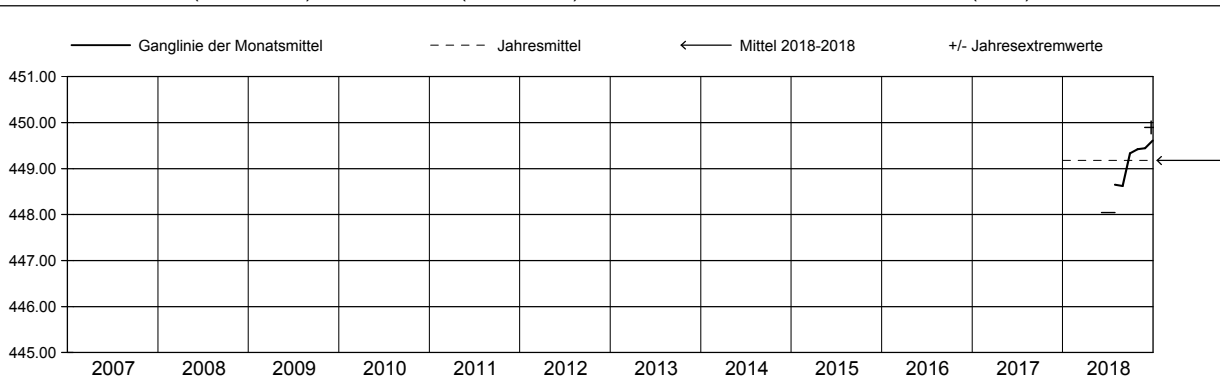
2018		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel in °C	1								448.45	449.31	449.56	449.58 +	449.43 -	1	
	2								448.43	449.30	449.53	449.55	449.47	2	
	3								448.42	449.28	449.50	449.53	449.66	3	
	4								448.62	448.41	449.28	449.49	449.51	449.79	4
	5								448.83 +	448.40	449.27 -	449.48	449.50	449.78	5
	6								448.81	448.39	449.29	449.48	449.50	449.71	6
	7								448.81	448.38	449.39	449.48	449.48	449.62	7
	8								448.80	448.37	449.35	449.47	449.47	449.60	8
	9								448.79	448.35	449.33	449.46	449.46	449.60	9
	10								448.77	448.35	449.31	449.45	449.46	449.60	10
	11								448.75	448.33 -	449.29	449.44	449.45	449.60	11
	12								448.73	448.33 -	449.28	449.43	449.44	449.60	12
	13								448.70	448.34	449.29	449.42	449.43	449.59	13
	14								448.68	448.38	449.37	449.41	449.42	449.57	14
	15								448.67	448.50	449.34	449.40	449.41	449.54	15
	16								448.67	448.56	449.32	449.39	449.41	449.53	16
	17								448.65	448.59	449.31	449.38	449.40	449.54	17
	18								448.64	448.60	449.31	449.36	449.40	449.54	18
	19								448.63	448.59	449.30	449.35	449.40	449.55	19
	20								448.62	448.59	449.28	449.34	449.41	449.55	20
	21								448.61	448.59	449.29	449.33	449.41	449.57	21
	22								448.59	448.61	449.31	449.32	449.40	449.62	22
	23								448.58	448.71	449.30	449.31	449.40	449.62	23
	24								448.57	448.85	449.46 +	449.31	449.39 -	449.81 +	24
	25								448.55	448.96	449.41	449.30 -	449.39 -	449.70	25
	26								448.54	449.07	449.39	449.31	449.40	449.64	26
	27								448.52	449.08	449.39	449.33	449.41	449.62	27
	+ Maximum	28							448.52	449.08	449.39	449.38	449.41	449.61	28
	- Minimum	29							448.50	449.11	449.39	449.47	449.41	449.60	29
		30							448.48	449.19	449.40	449.67 +	449.41	449.59	30
		31							448.46 -	449.21 +		449.62		449.58	31
Monatsmittel								448.65	448.62 -	449.33	449.42	449.44	449.61 +		
Maximum								448.85 -	449.26	449.53	449.69	449.60	449.90 +		
Datum (Tag)								5.	31.	24.	30.	1.	24.		
Minimum								448.05 -	448.33	449.25	449.30	449.39	449.41 +		
Datum (Tag)								4.	13.	1.	25.	24.	1.		
Amplitude								0.81	0.93 +	0.28	0.39	0.20 -	0.48		

Mittel: 449.18 Maximum: 449.90 (24.Dezember) Minimum: 448.05 (4.Juli) Amplitude: 1.85



2018-2018	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	448.65	448.62	449.33	449.42	449.44	449.61 +
Maximum							448.85 -	449.26	449.53	449.69	449.60	449.90 +
Jahr							2018	2018	2018	2018	2018	2018
Minimum							448.05 -	448.33	449.25	449.30	449.39	449.41 +
Jahr							2018	2018	2018	2018	2018	2018

Mittel: 449.18 Maximum: 449.90 (24.12.2018) Minimum: 448.05 (04.07.2018) Amplitude: 1.85 Max.jährliche Schwankung: 1.85 (2018)



Grundwasserstand

Grundwassergebiet: Sägel Lauerz

Gemeinde: Lauerz

Messstelle: Sägel Nord

RKS 1

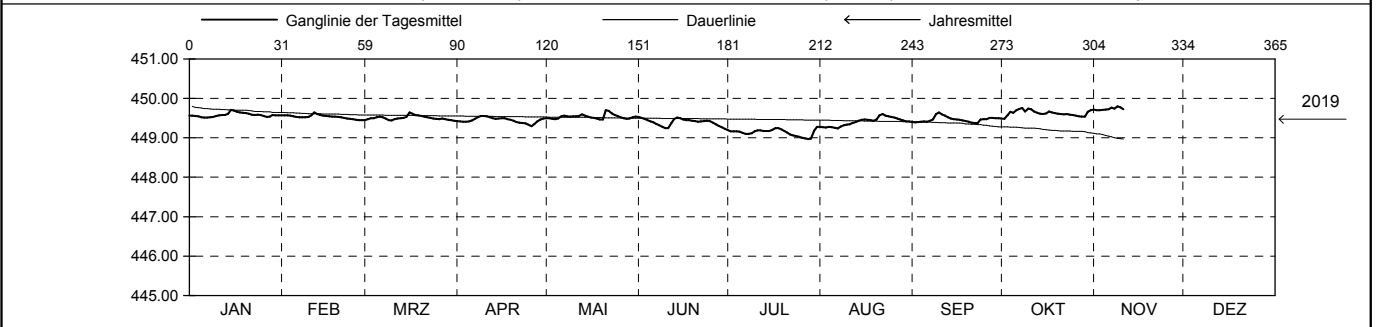
Koordinaten: 2'687'013 / 1'211'010

OK Terrain: 449.58 m ü.M.

OK Rohr: 450.48 m ü.M.

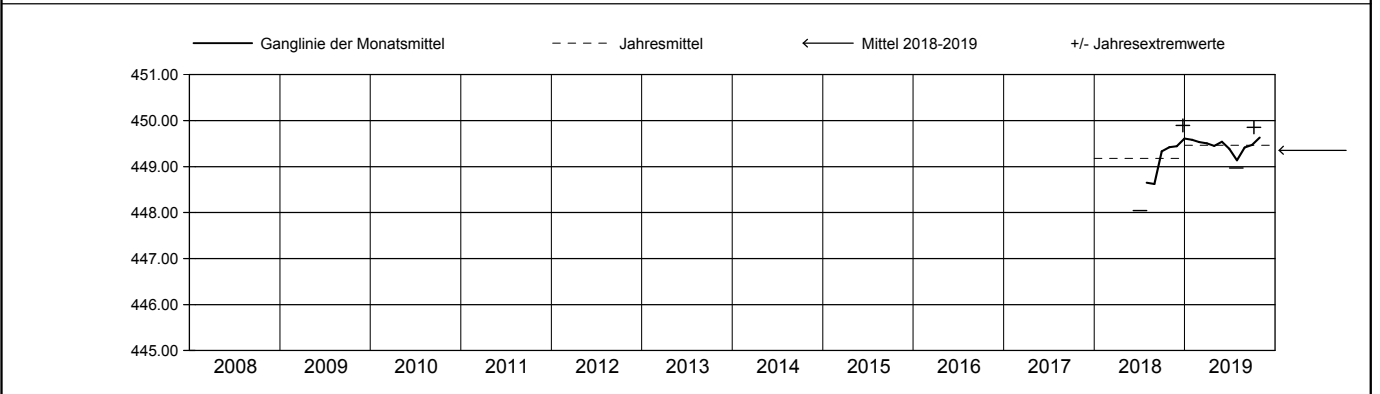
2019		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel	1	449.57	449.57	449.47	449.42	449.50	449.51 +	449.17	449.27	449.39	449.49 -	449.70 -		1
	2	449.56	449.57	449.50	449.41	449.48	449.48	449.16	449.27	449.40	449.57	449.70 -		2
	3	449.55	449.56	449.50	449.41	449.48	449.45	449.17	449.28	449.41	449.66	449.71		3
	4	449.52 -	449.54	449.52	449.42	449.49	449.42	449.16	449.27	449.42	449.64	449.72		4
	5	449.52 -	449.53	449.54	449.44	449.55	449.39	449.13	449.25	449.41	449.70	449.73		5
	6	449.52 -	449.52	449.52	449.49	449.56	449.35	449.10	449.24 -	449.43	449.73	449.76		6
	7	449.52 -	449.52	449.49	449.52	449.55	449.32	449.10	449.29	449.47	449.76 +	449.74		7
	8	449.53	449.53	449.45	449.55 +	449.54	449.28	449.11	449.32	449.60	449.67	449.80 +		8
	9	449.55	449.53	449.44	449.55 +	449.55	449.25	449.17	449.34	449.64 +	449.75	449.77		9
	10	449.57	449.57	449.47	449.54	449.55	449.24	449.19	449.35	449.60	449.73	449.72		10
in °C	11	449.58	449.64 +	449.49	449.52	449.55	449.38	449.19	449.38	449.56	449.67			11
	12	449.58	449.61	449.50	449.50	449.60	449.48	449.17	449.40	449.52	449.64			12
	13	449.62	449.58	449.51	449.48	449.56	449.51 +	449.18	449.44	449.49	449.62			13
	14	449.71 +	449.56	449.53	449.49	449.54	449.50	449.17	449.46	449.47	449.60			14
	15	449.69	449.55	449.64 +	449.50	449.52	449.47	449.21	449.47	449.46	449.62			15
	16	449.66	449.55	449.62	449.50	449.50	449.45	449.25	449.46	449.46	449.67			16
	17	449.65	449.54	449.58	449.47	449.49	449.45	449.25	449.45	449.44	449.65			17
	18	449.63	449.54	449.57	449.46	449.46 -	449.43	449.21	449.43	449.43	449.63			18
	19	449.63	449.53	449.56	449.43	449.47	449.42	449.17	449.47	449.41	449.62			19
	20	449.61	449.52	449.54	449.40	449.70 +	449.41	449.13	449.57	449.39	449.61			20
+ Maximum	21	449.59	449.51	449.52	449.38	449.68	449.41	449.09	449.61 +	449.38 -	449.60			21
	22	449.58	449.49	449.51	449.38	449.62	449.42	449.06	449.57	449.38 -	449.60			22
	23	449.59	449.48	449.49	449.37	449.58	449.43	449.04	449.55	449.47	449.59			23
	24	449.58	449.47	449.48	449.34	449.55	449.42	449.03	449.53	449.47	449.58			24
	25	449.55	449.46	449.47	449.30 -	449.52	449.39	449.01	449.51	449.47	449.56			25
	26	449.53	449.45 -	449.49	449.35	449.50	449.34	448.99	449.49	449.51	449.55			26
	27	449.54	449.45 -	449.48	449.41	449.48	449.30	448.97 -	449.46	449.50	449.54			27
	28	449.58	449.45 -	449.46	449.47	449.49	449.27	448.98	449.44	449.50	449.54			28
	29	449.57		449.45	449.49	449.53	449.23	449.18	449.42	449.50	449.66			29
	30	449.57		449.44	449.50	449.54	449.20 -	449.28 +	449.41	449.49	449.70			30
31	449.57		449.43 -	449.53	449.53	449.20 -	449.28 +	449.40	449.49	449.72			31	
Monatsumme		449.58	449.53	449.50	449.45	449.54	449.39	449.14 -	449.41	449.47	449.63 +	449.73		
Maximum Datum (Tag)		14.	10.	15.	9.	20.	1.	30.	20.	8.	7.	8.		
Minimum Datum (Tag)		6.	28.	31.	26.	19.	30.	28.	6.	22.	1.	1.		
Amplitude		0.21	0.22	0.31	0.27	0.35	0.34	0.32	0.45 +	0.31	0.37	0.15 -		

Mittel: 449.47 Maximum: 449.85 (7. Oktober) Minimum: 448.97 (28. Juli) Amplitude: 0.89



2018-2019	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsumme	449.58	449.53	449.50	449.45	449.54	449.39	448.89 -	449.02	449.40	449.53	449.44	449.61 +
Maximum Jahr	449.73	449.67	449.74	449.55	449.80	449.52	449.29 -	449.68	449.68	449.85	449.84	449.90 +
Minimum Jahr	449.52 +	449.45	449.42	449.28	449.45	449.18	448.05 -	448.33	449.25	449.30	449.39	449.41
	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2018	2018	2018	2018	2018	2018

Mittel: 449.36 Maximum: 449.90 (24.12.2018) Minimum: 448.05 (04.07.2018) Amplitude: 1.85 Max. jährliche Schwankung: 1.85 (2018)



Grundwasserstand

Grundwassergebiet: Sägel Lauerz

Gemeinde: Lauerz

Messstelle: Sägel Mitte

RKS 2

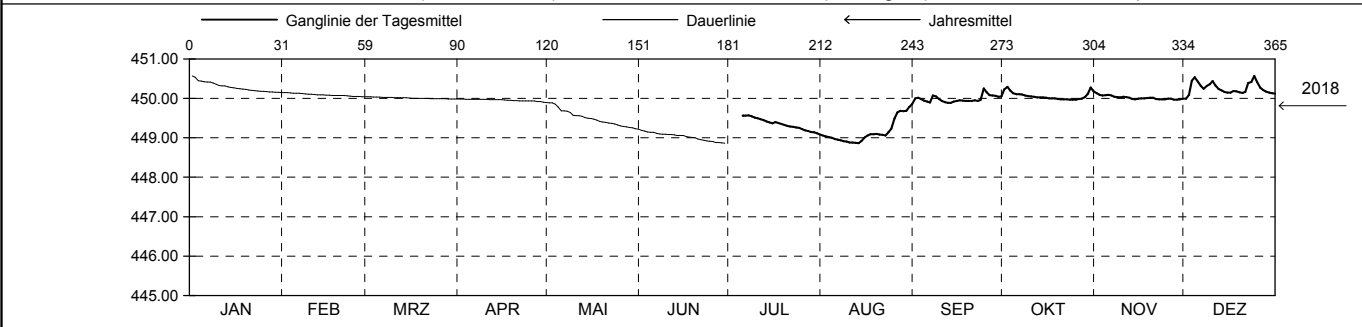
Koordinaten: 2'686'900 / 1'210'181

OK Terrain: 450.65 m ü.M.

OK Rohr: 451.53 m ü.M.

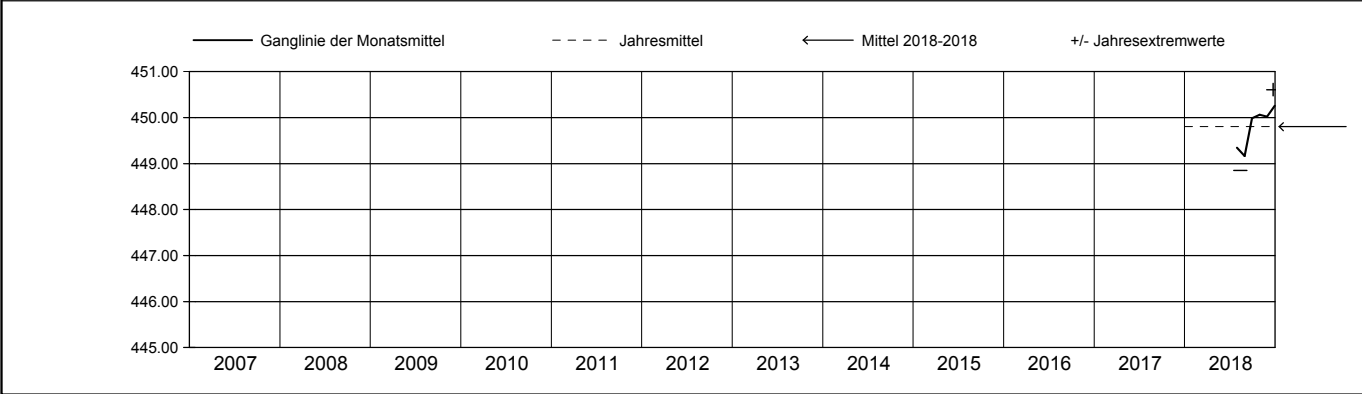
2018		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel in °C	1								449.06	450.01	450.23	450.13 +	449.99 -	1	
	2								449.02	450.02	450.29 +	450.09	450.09	2	
	3								449.02	449.99	450.20	450.08	450.45	3	
	4								449.00	449.95	450.13	450.08	450.54	4	
	5							449.56	448.97	449.92	450.11	450.09	450.43	5	
	6								449.56	448.95	449.90	450.10	450.07	450.32	6
	7								449.57 +	448.94	450.08	450.10	450.05	450.25	7
	8								449.54	448.91	450.05	450.07	450.03	450.32	8
	9								449.51	448.90	449.99	450.06	450.03	450.36	9
	10								449.50	448.88	449.94	450.05	450.04	450.44	10
	11								449.48	448.88	449.91	450.04	450.03	450.32	11
	12								449.45	448.87	449.89 -	450.03	450.02	450.24	12
	13								449.42	448.86 -	449.89 -	450.02	449.99	450.20	13
	14								449.39	448.92	449.92	450.03	449.98	450.17	14
	15								449.37	449.01	449.94	450.02	449.99	450.15	15
	16								449.40	449.06	449.95	450.00	450.00	450.15	16
	17								449.38	449.09	449.94	450.00	450.00	450.19	17
	18								449.35	449.10	449.94	450.00	450.01	450.18	18
	19								449.33	449.10	449.93	449.99	450.02	450.16	19
	20								449.30	449.09	449.94	449.98	450.02	450.14	20
	21								449.28	449.08	449.95	449.97 -	449.99	450.17	21
	22								449.28	449.06	449.94	449.97 -	449.97 -	450.39	22
	23								449.26	449.14	449.96	449.97 -	449.97 -	450.42	23
	24								449.25	449.23	450.25 +	449.97 -	449.98	450.57 +	24
	25								449.22	449.49	450.15	449.97 -	450.00	450.42	25
	26								449.19	449.65	450.08	449.99	450.00	450.27	26
	27								449.17	449.69	450.07	450.00	449.97 -	450.21	27
	+ Maximum	28							449.15	449.68	450.06	450.04	449.97 -	450.18	28
	- Minimum	29							449.14	449.69	450.04	450.11	449.98	450.15	29
		30							449.11	449.78	450.05	450.28	449.99	450.13	30
		31							449.09 -	449.86 +		450.18		450.12	31
Monatsmittel								449.34	449.16 -	449.99	450.06	450.02	450.26 +		
Maximum								449.58 -	449.93	450.33	450.32	450.16	450.61 +		
Datum (Tag)								7.	31.	24.	2.	1.	24.		
Minimum								449.07	448.85 -	449.88	449.96	449.96	449.99 +		
Datum (Tag)								31.	13.	13.	24.	28.	1.		
Amplitude								0.51	1.07 +	0.45	0.36	0.20 -	0.62		

Mittel: 449.81 Maximum: 450.61 (24.Dezember) Minimum: 448.85 (13.August) Amplitude: 1.76



2018-2018	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	449.34	449.16	449.99	450.06	450.02	450.26 +
Maximum							449.58 -	449.93	450.33	450.32	450.16	450.61 +
Jahr							2018	2018	2018	2018	2018	2018
Minimum							449.07	448.85 -	449.88	449.96	449.96	449.99 +
Jahr							2018	2018	2018	2018	2018	2018

Mittel: 449.80 Maximum: 450.61 (24.12.2018) Minimum: 448.85 (13.08.2018) Amplitude: 1.76 Max.jährliche Schwankung: 1.76 (2018)



Grundwasserstand

Grundwassergebiet: Sägel Lauerz

Gemeinde: Lauerz

Messstelle: Sägel Mitte

RKS 2

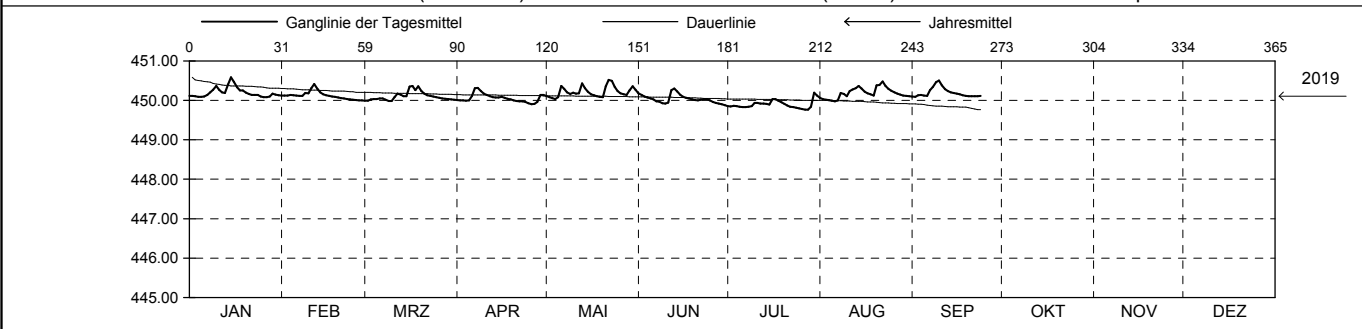
Koordinaten: 2'686'900 / 1'210'181

OK Terrain: 450.65 m ü.M.

OK Rohr: 451.53 m ü.M.

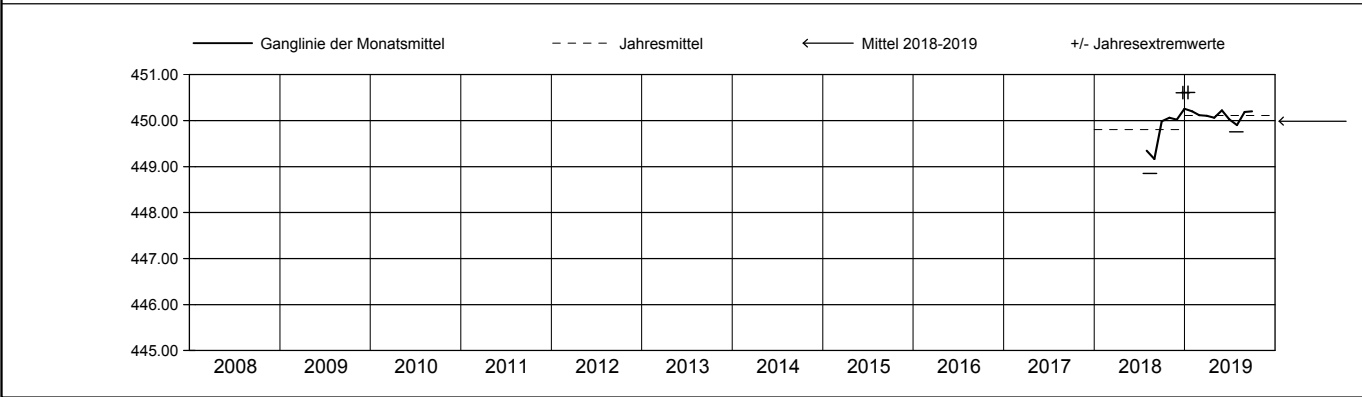
2019		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel in °C	1	450.12	450.13	450.00	450.00	450.09	450.14	449.85	450.04	450.09 -				1
	2	450.11	450.13	450.03	450.00	450.06	450.10	449.87	450.02	450.13				2
	3	450.09	450.14	450.03	449.99	450.04 -	450.07	449.86	450.01	450.14				3
	4	450.09	450.13	450.04	450.00	450.08	450.05	449.84	450.00	450.12				4
	5	450.10	450.12	450.05	450.11	450.36	450.02	449.83	449.98 -	450.12				5
	6	450.14	450.11	450.05	450.31	450.30	449.98	449.83	450.00	450.26				6
	7	450.20	450.11	450.02	450.32 +	450.20	449.97	449.84	450.19	450.35				7
	8	450.27	450.19	449.99	450.23	450.17	449.93	449.85	450.16	450.46				8
	9	450.37	450.18	449.98 -	450.17	450.19	449.92	449.94	450.11	450.50 +				9
	10	450.27	450.31	450.09	450.14	450.17	449.95	449.94	450.24	450.38				10
	11	450.21	450.42 +	450.17	450.11	450.18	450.26	449.92	450.28	450.29				11
	12	450.19	450.29	450.15	450.09	450.43	450.30 +	449.92	450.31	450.24				12
	13	450.41	450.20	450.11	450.07	450.31	450.23	449.91	450.37	450.20				13
	14	450.59 +	450.16	450.11	450.08	450.22	450.14	449.90	450.30	450.19				14
	15	450.47	450.13	450.35	450.09	450.16	450.09	450.04	450.22	450.17				15
16	450.33	450.11	450.37 +	450.07	450.14	450.07	450.03	450.18	450.16				16	
17	450.26	450.10	450.26	450.05	450.11	450.05	449.99	450.16	450.13				17	
18	450.25	450.09	450.36	450.03	450.09	450.02	449.96	450.13	450.12				18	
19	450.20	450.08	450.24	450.01	450.08	450.01	449.91	450.39	450.11				19	
20	450.17	450.06	450.17	449.99	450.36	450.00	449.88	450.39	450.10				20	
21	450.14	450.05	450.13	449.98	450.53 +	450.02	449.84	450.48 +	450.10				21	
22	450.14	450.03	450.11	449.98	450.50	450.04	449.83	450.36	450.11				22	
23	450.14	450.03	450.10	449.96	450.34	450.03	449.82	450.29	450.11				23	
24	450.10	450.02	450.08	449.93	450.23	450.00	449.80	450.25	450.11				24	
25	450.08 -	450.01	450.07	449.91 -	450.18	449.96	449.78	450.20	450.10				25	
26	450.08 -	450.00 -	450.05	449.91 -	450.16	449.94	449.77 -	450.18	450.16				26	
27	450.10	450.00 -	450.04	449.96	450.14	449.92	449.77 -	450.15	450.13				27	
28	450.17	450.00 -	450.03	450.14	450.26	449.90	449.84	450.13	450.12				28	
29	450.15	450.00 -	450.02	450.14	450.36	449.88	450.20 +	450.12	450.11				29	
30	450.13	450.02	450.02	450.12	450.27	449.86 -	450.12	450.11	450.10				30	
31	450.13	450.01	450.01	450.18	450.18	450.18	450.07	450.10	450.10				31	
Monatsumme		450.20	450.12	450.10	450.06	450.22 +	450.03	449.90 -	450.19	450.20				
Maximum Datum (Tag)		450.61 +	450.49	450.49	450.38	450.59	450.36	450.23 -	450.53	450.56				
Minimum Datum (Tag)		450.07	449.99	449.98	449.89	450.03	449.84	449.76 -	449.96	450.08 +				
Amplitude		0.54	0.50	0.51	0.49	0.55	0.52	0.47 -	0.57 +	0.48				

Mittel: 450.11 Maximum: 450.61 (14. Januar) Minimum: 449.76 (27. Juli) Amplitude: 0.86



2018-2019		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsumme		450.20	450.12	450.10	450.06	450.22	450.03	449.62 -	449.68	450.09	450.06	450.02	450.26 +
Maximum Jahr		450.61 +	450.49	450.49	450.38	450.59	450.36	450.23	450.53	450.56	450.32	450.16 -	450.61 +
Minimum Jahr		450.07 +	449.99	449.98	449.89	450.03	449.84	449.07	448.85 -	449.88	449.96	449.96	449.99

Mittel: 449.99 Maximum: 450.61 (14.01.2019) Minimum: 448.85 (13.08.2018) Amplitude: 1.76 Max.jährliche Schwankung: 1.76 (2018)



Grundwasserstand

Grundwassergebiet: Sägel Lauerz

Gemeinde: Lauerz

Messstelle: Bifangli

RKS 5

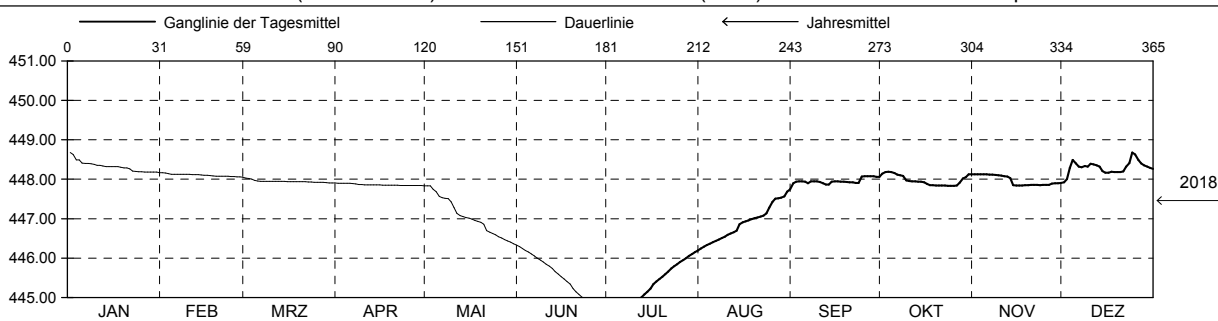
Koordinaten: 2'686'915 / 1'210'173

OK Terrain: 448.60 m ü.M.

OK Rohr: 449.49 m ü.M.

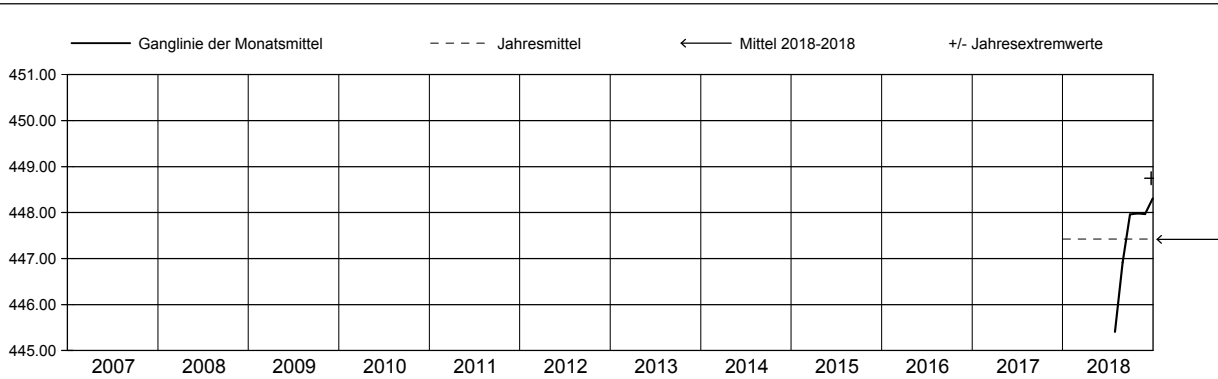
2018		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel in °C	1								446.24 -	447.90	448.14	448.13 +	447.92 -	1	
	2								446.29	447.94	448.19 +	448.13 +	448.00	2	
	3								446.33	447.94	448.19 +	448.12	448.29	3	
	4								446.37	447.95	448.18	448.12	448.49	4	
	5							444.42 -	446.40	447.94	448.16	448.12	448.40	5	
	6								444.52	446.43	447.90	448.12	448.12	448.32	6
	7								444.60	446.47	447.94	448.10	448.12	448.30	7
	8								444.69	446.51	447.95	448.08	448.11	448.33	8
	9								444.77	446.54	447.95	447.97	448.10	448.32	9
	10								444.85	446.59	447.93	447.96	448.09	448.39	10
	11								444.93	446.63	447.90	447.94	448.08	448.38	11
	12								445.00	446.66	447.86 -	447.94	448.07	448.35	12
	13								445.08	446.70	447.87	447.94	448.03	448.32	13
	14								445.15	446.86	447.94	447.94	447.85	448.20	14
	15								445.22	446.91	447.95	447.92	447.84 -	448.17	15
	16								445.34	446.93	447.94	447.88	447.84 -	448.17	16
	17								445.40	446.96	447.94	447.85	447.84 -	448.19	17
	18								445.47	446.99	447.94	447.85	447.85	448.18	18
	19								445.53	447.01	447.93	447.84	447.85	448.18	19
	20								445.59	447.03	447.92	447.84	447.86	448.18	20
	21								445.66	447.05	447.92	447.84	447.86	448.20	21
	22								445.74	447.08	447.91	447.84	447.86	448.32	22
	23								445.79	447.14	447.91	447.84	447.85	448.41	23
	24								445.85	447.28	448.07	447.83 -	447.86	448.68 +	24
	25								445.90	447.43	448.07	447.84	447.86	448.63 +	25
	26								445.95	447.51	448.08 +	447.84	447.86	448.49	26
	27								446.00	447.52	448.08 +	447.91	447.89	448.40	27
	+ Maximum	28							446.05	447.53	448.07	448.02	447.90	448.35	28
	- Minimum	29							446.10	447.57	448.06	448.05	447.90	448.32	29
		30							446.15	447.69	448.06	448.12	447.90	448.29	30
		31							446.20 +	447.75 +		448.13		448.26	31
Monatsmittel								445.41 -	446.92	447.96	447.98	447.97	448.30 +		
Maximum								446.22 -	447.80	448.10	448.19	448.13	448.75 +		
Datum (Tag)								31.	31.	30.	3.	1.	24.		
Minimum								444.36 -	446.22	447.80	447.83	447.84	447.92 +		
Datum (Tag)								5.	1.	1.	23.	15.	1.		
Amplitude								1.86 +	1.58	0.30	0.36	0.29 -	0.83		

Mittel: 447.46 Maximum: 448.75 (24.Dezember) Minimum: 444.36 (5.Juli) Amplitude: 4.39



2018-2018	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	0.00 -	445.41	446.92	447.96	447.98	447.97	448.30 +
Maximum							446.22 -	447.80	448.10	448.19	448.13	448.75 +
Jahr							2018	2018	2018	2018	2018	2018
Minimum							444.36 -	446.22	447.80	447.83	447.84	447.92 +
Jahr							2018	2018	2018	2018	2018	2018

Mittel: 447.42 Maximum: 448.75 (24.12.2018) Minimum: 444.36 (05.07.2018) Amplitude: 4.39 Max.jährliche Schwankung: 4.39 (2018)



Bemerkung: Zu Beginn der Messungen Verfälschung Messung (schlechte Anbindung an GW-Leiter)

Auswertung: MONITRON AG

Grundwasserstand

Grundwassergebiet: Sägel Lauerz

Gemeinde: Lauerz

Messstelle: Bifangli

RKS 5

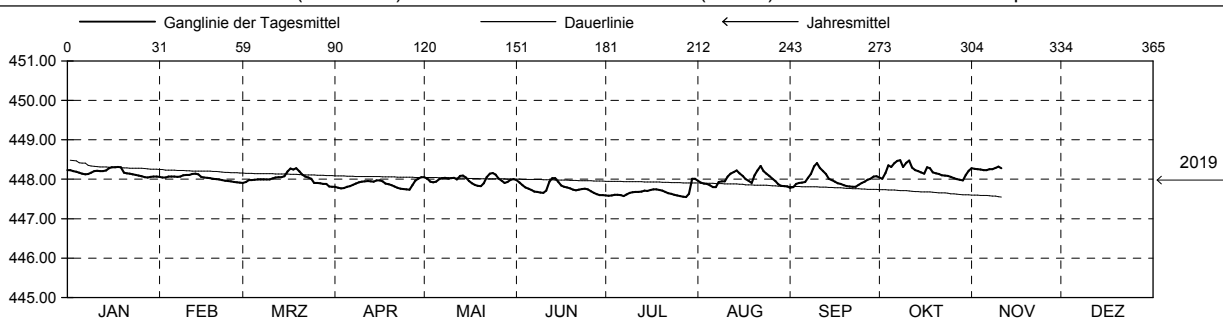
Koordinaten: 2'686'915 / 1'210'173

OK Terrain: 448.60 m ü.M.

OK Rohr: 449.49 m ü.M.

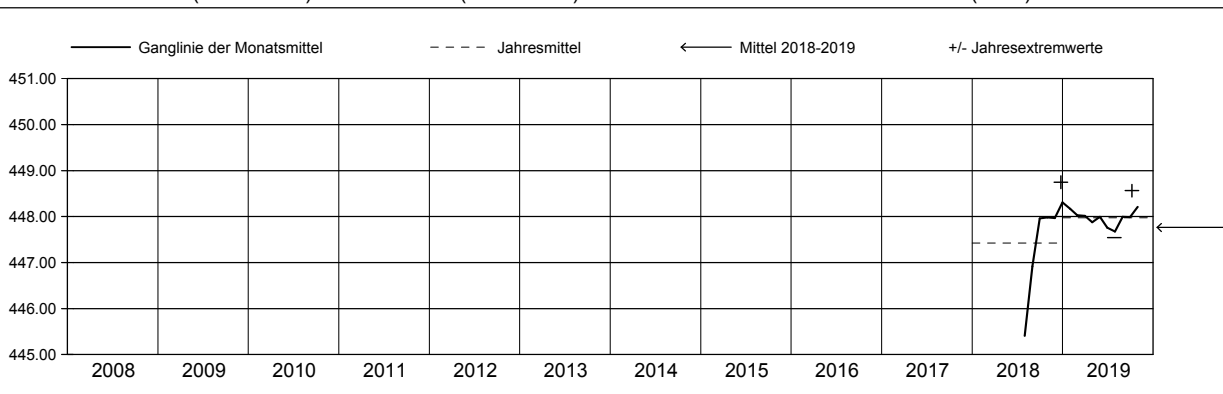
2019		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel in °C	1	448.23	448.05	447.93	447.78	448.01	447.92	447.58	447.92	447.80 -	448.01	448.27		1
	2	448.21	448.05	447.98	447.77	447.94	447.85	447.59	447.88	448.16	448.16	448.25		2
	3	448.19	448.07	447.98	447.78	447.93	447.79	447.60	447.88	447.90	448.36	448.25		3
	4	448.17	448.07	447.99	447.81	447.94	447.76	447.60	447.85	447.91	448.32	448.23 -		4
	5	448.15	448.07	448.00	447.82	448.00	447.73	447.59	447.80	447.93	448.41	448.23 -		5
	6	448.13	448.06	448.00	447.86	448.03	447.68	447.57	447.80	448.03	448.47	448.25		6
	7	448.13	448.07	448.00	447.89	448.04	447.68	447.61	447.93	448.13	448.49 +	448.26		7
	8	448.17	448.10	447.99	447.93	448.02	447.66	447.66	447.95	448.33	448.31	448.29		8
	9	448.21	448.11	447.99	447.94	448.03	447.66	447.67	447.95	448.41 +	448.42	448.32 +		9
	10	448.21	448.11	448.02	447.95	448.04	447.71	447.68	448.07	448.29	448.47	448.28		10
	11	448.21	448.13	448.04	447.95	448.00	447.94	447.68	448.14	448.21	448.30			11
	12	448.21	448.14 +	448.05	447.95	448.09	448.03 +	447.69	448.18	448.13	448.23			12
	13	448.23	448.13	448.05	447.94	448.09	448.03 +	447.71	448.23	448.01	448.21			13
	14	448.28	448.06	448.07	447.97	448.05	447.93	447.70	448.15	447.98	448.18			14
	15	448.30	448.04	448.20	447.97	447.96	447.84	447.73	448.08	447.94	448.15			15
	16	448.30	448.04	448.27	447.95	447.90	447.81	447.74	448.00	447.90	448.31			16
	17	448.31 +	448.03	448.25	447.89	447.86	447.80	447.74	447.96	447.88	448.28			17
	18	448.31 +	448.01	448.28 +	447.87	447.83	447.77	447.73	447.91	447.85	448.17			18
	19	448.16	448.00	448.20	447.85	447.82 -	447.74	447.71	448.10	447.82	448.15			19
	20	448.15	447.99	448.12	447.81	447.90	447.72	447.68	448.22	447.81	448.13			20
	21	448.14	447.98	448.07	447.79	448.06	447.73	447.64	448.33 +	447.81	448.10			21
	22	448.12	447.97	448.04	447.76	448.15	447.75	447.63	448.20	447.81	448.09			22
	23	448.11	447.96	448.01	447.75	448.16 +	447.76	447.61	448.14	447.86	448.08			23
	24	448.09	447.95	447.91	447.74 -	448.12	447.75	447.59	448.09	447.91	448.06			24
	25	448.08	447.93	447.91	447.74 -	448.02	447.70	447.57	448.01	447.94	448.03			25
	26	448.06	447.92	447.90	447.85	447.96	447.66	447.56	447.95	447.99	448.00			26
	27	448.05 -	447.91 -	447.89	447.96	447.91	447.62	447.55 -	447.87	448.01	447.99			27
	28	448.06	447.91 -	447.88	448.02	447.93	447.60	447.63	447.84	448.07	447.97 -			28
	29	448.07		447.82	448.05 +	447.98	447.60	448.01 +	447.82	448.08	448.11			29
	30	448.07		447.81 -	448.05 +	448.00	447.59 -	448.01 +	447.81	448.04	448.22			30
31	448.06		447.81 -	447.98	447.98	447.59 -	447.79 -	447.79 -	447.79 -	448.28			31	
Monatsmittel		448.17	448.03	448.02	447.88	447.99	447.76	447.68 -	448.00	447.99	448.21 +	448.26		
Maximum Datum (Tag)		18.	12.	18.	30.	23.	13.	29.	21.	9.	7.	9.		
Minimum Datum (Tag)		27.	28.	31.	25.	19.	30.	27.	6.	1.	28.	10.		
Amplitude		0.29	0.24	0.48	0.33	0.35	0.47	0.48	0.60	0.65 +	0.62	0.11 -		

Mittel: 447.98 Maximum: 448.56 (7.Oktober) Minimum: 447.54 (27.Juli) Amplitude: 1.02



2018-2019	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	448.17	448.03	448.02	447.88	447.99	447.76	446.54 -	447.46	447.97	448.09	447.97	448.30 +
Maximum Jahr	448.33	448.15	448.29	448.06	448.16	448.05	448.03 -	448.35	448.44	448.56	448.32	448.75 +
Minimum Jahr	448.04 +	447.90	447.81	447.73	447.81	447.58	444.36 -	446.22	447.79	447.83	447.84	447.92

Mittel: 447.76 Maximum: 448.75 (24.12.2018) Minimum: 444.36 (05.07.2018) Amplitude: 4.39 Max.jährliche Schwankung: 4.39 (2018)



Bemerkung: Zu Beginn der Messungen Verfälschung Messung (schlechte Anbindung an GW-Leiter)

Auswertung: MONITRON AG

Niederschlag: Tagessummen

Flussgebiet: Reuss

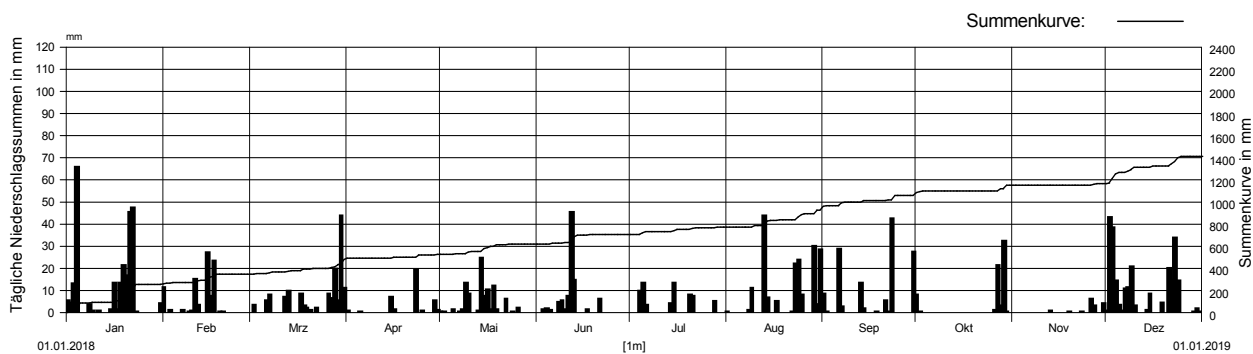
Messstelle: Schwyz

Kurzname: SWZ Indikativ: 4260

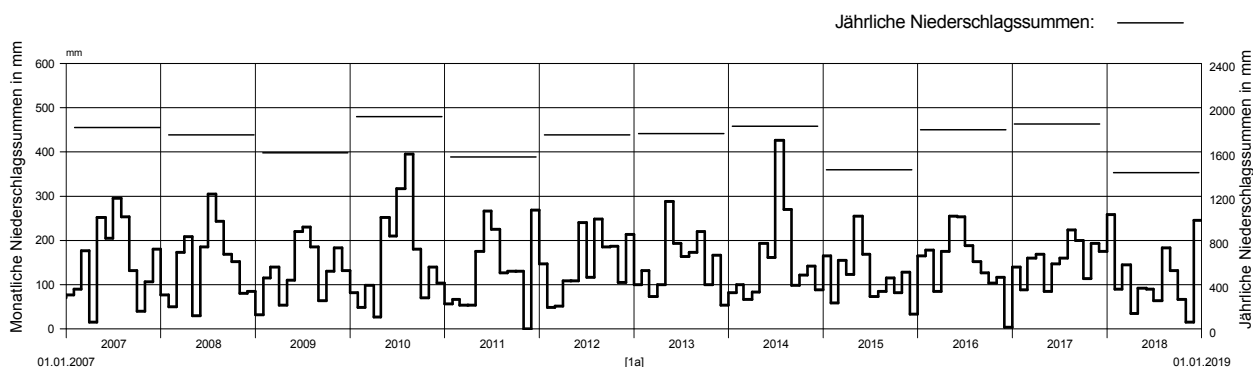
Koordinaten: 2°691'646 / 1°208'412

Stationshöhe: 479 m ü.M.

2018		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
Tages- summen Niederschlag in mm	1	5.5	11.5	0.0 -	0.7	0.4	0.0 -	0.0 -	0.2	8.2	7.9	0.0 -	0.7	1	
	2	4.2	0.0 -	3.4	0.0 -	0.3	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.4	0.2	0.0 -	43.1 +	2	
	3	12.9	1.0	0.1	0.0 -	0.0 -	1.2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	38.4	3	
	4	65.6 +	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	1.6	9.8	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	14.3	4	
	5	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.2	1.2	0.9	13.2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	3.4	5	
	6	0.0 -	0.0 -	5.5	0.0 -	0.0 -	0.0 -	3.2	0.0 -	28.8	0.0 -	0.0 -	0.5	6	
	7	0.0 -	0.9	7.9	0.0 -	0.2	0.0 -	0.0 -	0.1	2.8	0.0 -	0.0 -	10.6	7	
	8	3.6	0.0 -	0.0 -	0.0 -	1.2	4.5	0.0 -	1.0	0.0 -	0.0 -	0.0 -	11.4	8	
	9	0.7	0.2	0.0 -	0.0 -	13.4	5.3	0.0 -	11.1	0.0 -	0.0 -	0.0 -	20.7	9	
	10	0.0 -	0.5	0.0 -	0.0 -	8.4	1.3	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	3.1	10	
	11	0.7	15.1	0.0 -	0.0 -	0.0 -	7.2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	11	
	12	0.0 -	3.4	7.1	0.0 -	0.0 -	45.5 +	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	12	
	13	0.0 -	0.0 -	9.7	0.0 -	0.7	14.8	0.0 -	43.8 +	13.3	0.0 -	0.8	0.0 -	13	
	14	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	24.7 +	0.0 -	3.9	6.6	1.6	0.0 -	0.0 -	0.9	14	
	15	1.2	27.1 +	0.0 -	7.1	7.5	0.0 -	13.3 +	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	8.2	15	
	16	13.4	7.2	0.0 -	1.3	10.2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	16	
	17	1.4	23.4	8.4	0.0 -	1.5	1.3	0.0 -	5.1	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	17	
	18	13.5	0.0 -	2.9	0.0 -	12.0	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.4	0.0 -	0.0 -	0.0 -	18	
	19	21.4	0.2	2.1	0.0 -	1.5	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.4	4.2	19	
	20	16.8	0.2	1.0	0.0 -	0.0 -	0.0 -	8.0	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	20	
	21	45.4	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	5.9	7.4	0.1	5.3	0.0 -	0.0 -	20.1	21	
	22	47.5	0.0 -	2.1	0.0 -	6.0	0.0 -	0.1	0.4	0.3	0.0 -	0.0 -	14.8	22	
	23	0.4	0.0 -	0.0 -	19.3 +	0.0 -	0.0 -	0.0 -	21.9	42.4 +	0.0 -	0.4	33.8	23	
	24	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.2	0.0 -	0.0 -	23.8	0.0 -	0.0 -	0.0 -	14.3	24	
	25	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.5	0.0 -	0.0 -	0.0 -	7.9	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	25	
	+ Maximum - Minimum	26	0.0 -	0.0 -	8.3	0.0 -	2.0	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	1.1	6.1 +	0.0 -	26
		27	0.0 -	0.0 -	6.3	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	21.2	3.1	0.0 -	27
		28	0.0 -	0.0 -	19.6	0.0 -	0.0 -	0.0 -	4.9	0.0 -	0.0 -	3.0	0.0 -	0.0 -	28
		29	0.0 -	0.0 -	5.2	5.5	0.0 -	0.0 -	0.0 -	29.9	0.0 -	32.2 +	0.0 -	0.3	29
		30	0.0 -	0.0 -	43.7 +	1.1	0.0 -	0.0 -	0.0 -	3.8	27.4	0.4	4.0	1.8	30
		31	4.1	11.1	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	28.2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.4	31
Monatssumme	258.3+	90.7	144.4	35.7	91.4	89.5	63.8	183.9	130.9	66.0	14.8 -	245.0			
Maximum	65.6 +	27.1	43.7	19.3	24.7	45.5	13.3	43.8	42.4	32.2	6.1 -	43.1	mm		
Datum (Tag)	4.	15.	30.	23.	14.	12.	15.	13.	23.	29.	26.	2.			
Niederschlagstage	14	7	16	5	12	10	8	11	8	5	3	15	d		
Niederschlagstage grösser / gleich als:	150 ≥0.1		138 ≥0.3		75 ≥5.0		46 ≥10.0		24 ≥20.0		1 ≥50.0		0 ≥100.0		mm
Jahreswerte:	Gesamtniederschlag (1a): 1414.4 mm						Niederschlagstage (≥1.0 mm): 114								



2007-2018	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Jahressumme	1821.3	1756.5	1592.8	1923.3+	1552.3	1756.0	1767.7	1831.9	1443.2	1802.3	1851.7	1414.4-	mm
Jahresmaximum	63.3	74.8	82.1	64.0	109.1 +	51.5 -	77.5	55.4	60.7	62.3	65.4	65.6	
Datum (Tag, Monat)	8.8.	15.8.	3.8.	27.8.	29.6.	9.10.	31.5.	5.11.	20.11.	13.5.	1.9.	4.1.	
Durchschnittliche Jahressumme 2007-2018 (nur vollständige Jahre):	1709 mm			Normwert 1981-2010: 1718 mm				Normwert 1961-1990: 1629 mm					



Niederschlag: Tagessummen

Flussgebiet: Reuss

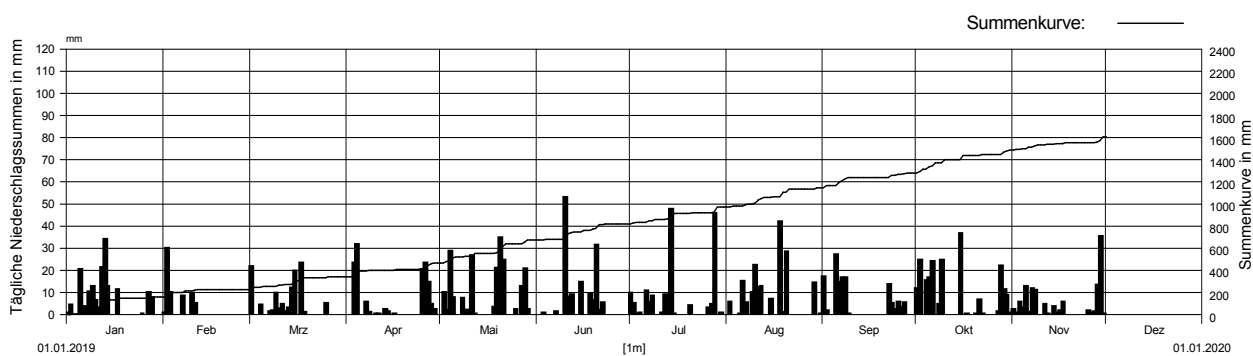
Messstelle: Schwyz

Kurzname: SWZ Indikativ: 4260

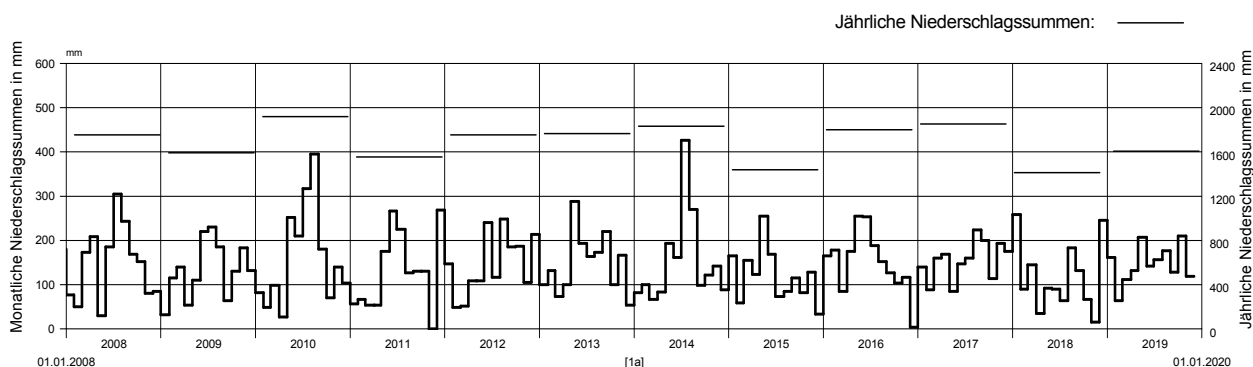
Koordinaten: 2'691'646 / 1'208'412

Stationshöhe: 479 m ü.M.

2019		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember			
Tages- summen Niederschlag in mm	1	0.5	0.5	21.8	0.0 -	0.0 -	0.0 -	9.6	0.1	16.9	11.6	2.3		1		
	2	4.2	29.9 +	0.0 -	0.0 -	10.1	0.0 -	4.9	5.6	1.7	24.6	0.6		2		
	3	0.0 -	9.9	0.0 -	23.3	2.0	0.6	0.4	0.0 -	0.0 -	0.0 -	5.6		3		
	4	0.0 -	0.0 -	4.4	31.8 +	28.8	0.0 -	0.5	0.1	0.0 -	15.3	3.0		4		
	5	20.4	0.0 -	0.0 -	0.0 -	7.8	0.0 -	0.0 -	0.3	26.9 +	16.8	12.7		5		
	6	3.7	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	10.6	14.9	14.5	23.9	1.1		6		
	7	3.8	8.2	1.5	5.6	0.1	1.4	5.8	5.2	16.5	0.0 -	11.8		7		
	8	10.4	0.0 -	1.6	0.9	7.4	0.0 -	8.4	0.0 -	16.6	4.8	10.9		8		
	9	12.8	0.0 -	9.6	0.0 -	2.1	0.0 -	0.0 -	10.0	0.3	24.5	0.0 -		9		
	10	6.3	9.7	2.5	0.4	0.3	52.9 +	0.0 -	22.4	0.0 -	0.0 -	0.0 -		10		
	11	2.9	5.1	4.7	0.2	26.5	7.9	0.6	12.2	0.0 -	0.0 -	4.8		11		
	12	21.5	0.0 -	1.5	0.0 -	0.2	8.9	8.9	12.7	0.0 -	0.0 -	0.3		12		
	13	33.9 +	0.0 -	3.1	2.2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -		13		
	14	12.6	0.0 -	11.9	1.3	0.0 -	0.0 -	47.6 +	0.0 -	0.0 -	0.0 -	3.8		14		
	15	0.0 -	0.0 -	19.8	0.0 -	0.0 -	14.8	0.4	6.9	0.0 -	36.8 +	0.8		15		
	16	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.4	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	1.8		16		
	17	11.4	0.0 -	23.5 +	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.3	5.8		17		
	18	0.0 -	0.0 -	0.9	0.0 -	3.5	9.5	0.0 -	41.9 +	0.0 -	0.0 -	0.0 -		18		
	19	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	21.1	6.4	0.0 -	0.9	0.0 -	0.0 -	0.0 -		19		
	20	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	34.5 +	31.5	4.1	28.4	0.0 -	0.2	0.0 -		20		
	21	0.0 -	0.1	0.0 -	0.0 -	24.8	2.1	0.0 -	0.0 -	0.0 -	6.5	0.0 -		21		
	22	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	5.3	0.0 -	0.0 -	13.8	0.2	0.0 -		22		
	23	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	4.9	0.0 -	0.0 -		23		
	24	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	2.4	0.0 -	0.0 -		24		
	25	0.3	0.0 -	5.0	20.4	2.2	0.0 -	0.0 -	0.0 -	5.7	0.0 -	1.6		25		
	26	0.0 -	0.0 -	0.0 -	23.4	0.0 -	0.0 -	3.1	0.0 -	3.4	0.0 -	0.5		26		
	27	10.1	0.0 -	0.0 -	14.7	12.7	0.0 -	4.7	0.0 -	5.5	1.2	1.4		27		
	28	7.6	0.0 -	0.0 -	4.7	20.5	0.0 -	45.8	0.1	0.0 -	22.1	13.3		28		
	29	0.0 -	0.0 -	0.0 -	2.3	2.4	0.0 -	0.0 -	14.2	0.0 -	11.4	35.4 +		29		
	30	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.5	0.0 -	0.0 -	8.8	0.3		30		
	31	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.0 -	0.2	0.0 -	0.7			31		
Monatssumme		162.4	63.4	111.8	131.6	207.0	141.3	155.9	176.1	129.1	209.7+	117.8	-- -			
Maximum		33.9	29.9	23.5	31.8	34.5	52.9 +	47.6	41.9	26.9	36.8	35.4	0.0 -	mm		
Datum (Tag)		13.	2.	17.	4.	20.	10.	14.	18.	5.	15.	29.	1.			
Niederschlagstage		14	5	13	10	15	10	11	11	12	13	15	0	d		
Niederschlagstage grösser / gleich als:		163 ≥0.1		153 ≥0.3		89 ≥5.0		60 ≥10.0		30 ≥20.0		1 ≥50.0		0 ≥100.0		mm
Jahreswerte:		Gesamtniederschlag (1a): -- mm						Niederschlagstage (≥1.0 mm): 129								



2008-2019	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Jahressumme	1756.5	1592.8	1923.3+	1552.3	1756.0	1767.7	1831.9	1443.2	1802.3	1851.7	1414.4-	--	mm
Jahresmaximum	74.8	82.1	64.0	109.1 +	51.5 -	77.5	55.4	60.7	62.3	65.4	65.6	52.9	
Datum (Tag,Monat)	15.8.	3.8.	27.8.	29.6.	9.10.	31.5.	5.11.	20.11.	13.5.	1.9.	4.1.	10.6.	
Durchschnittliche Jahressumme 2008-2019 (nur vollständige Jahre): 1699 mm			Normwert 1981-2010: 1718 mm				Normwert 1961-1990: 1629 mm						



**ANHANG D FLORA: BERICHT VEGETATIONSKARTIERUNG LAUER-
ZERSEE VOM 20.12.2019**

KANTON SCHWYZ, AMT FÜR NATUR, JAGD
UND FISCHEREI

VEGETATIONSKARTIERUNG LAUERZERSEE

Kriens, den 20.12.2019
ZS02227.300

CSD INGENIEURE AG
Langsägestrasse 2
Postfach
CH-6011 Kriens
t +41 41 319 39 19
f +41 41 319 39 29
e luzern@csd.ch
www.csd.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
1.1 Zielsetzung / Aufgabenstellung	1
1.2 Projektgebiet	1
2. VORGEHEN UND METHODE	2
2.1 Vegetationskartierungen Flachmoore	2
2.2 Erhebung national prioritärer Arten	2
2.3 Erhebung Schilfdichte	2
3. RESULTATE	3
3.1 Vegetationskartierungen Flachmoore	3
3.2 Erhebung national prioritärer Arten	3
3.3 Erhebung Schilfdichte	5
4. PFLEGE UND BEWIRTSCHAFTUNG	5
5. FAZIT	7

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Vegetationseinheiten	2
Tabelle 2	Kategorien Schilfanteil	3

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	National geschützte Moor- und Flachmoorgebiete Sägel/ Aazopf (GIS Kanton SZ, Zugriff am 28.06.2018)	1
-------------	---	---

PRÄAMBEL

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

1. Einleitung

1.1 Zielsetzung / Aufgabenstellung

CSD wurde vom Amt für Natur, Jagd und Fischerei des Kantons Schwyz beauftragt, 2019 die Vegetation ausserhalb des Wehreglement-Projektperimeters mit derselben Methode wie 2018 zu kartieren. Im Detail sind folgende Flächen/Themen zu erheben:

- Ausdehnung der Kartierung auf die gesamten Flachmoorobjekte Nr. 3024 Sägel, Nr. 3023 Widen, Nr. 3021 Auw und Nr. 3020 Schornen (insgesamt 119.3 ha, Flächenangabe inkl. vorhandene Kartierung 2018)
- Erhebung der im Gebiet vorkommenden (national) prioritären Pflanzenarten (evtl. verkürzte Liste, evtl. auch Arten wie «Raupenpflanzen»)
- Beurteilung Deckungsgrad Schilf und Empfehlungen zur Schilfbekämpfung
- Empfehlungen zur Anpassung der Bewirtschaftung im Hinblick auf einen Pflegeplan bzw. die Anpassung bestehender Pflegeverträge

1.2 Projektgebiet

Der Pegel des Lauerzersees wird heute nicht geregelt. Die angrenzenden Gebiete sind nach Starkniederschlagsereignissen regelmässig von Überschwemmungen betroffen. Die Flachmoore ziehen sich aber weit über die Überschwemmungsgebiete hinaus Richtung Goldau. Der Lauerzersee wird im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN Nr. 1604 Lauerzersee) aufgeführt. Am Nordwest- bis Nordostufer des Sees befindet sich das im Bundesinventar der Moorlandschaften (Nr. 235) aufgeführte Gebiet Sägel/Lauerzersee. Die beiden Flachmoore Sägel und Aazopf sind national (siehe Abbildung 1) wie auch kantonal geschützt. Das Mosaik aus Flachmooren, Verlandungszonen, See und Bergsturzgebiet sowie Kleingewässer bildet eine einzigartige Landschaft.



Abbildung 1 National geschützte Moor- und Flachmoorgebiete Sägel/ Aazopf (GIS Kanton SZ, Zugriff am 28.06.2018)

2. Vorgehen und Methode

2.1 Vegetationskartierungen Flachmoore

Es wurden Pläne über die gesamten Flachmoorobjekte Nr. 3024 Sägel, Nr. 3023 Widen, Nr. 3021 Auw und Nr. 3020 Schornen als Ergänzung der vorliegenden Kartierung für den UVB Wehrréglement Lauerzersee erarbeitet. Die Kartierung soll vergleichbar sein mit den Kartierungen von Wildi (1976) und ANL (1986). Als Grundlage für die Vegetationsaufnahme 2019 dienten Pläne von Swisstopo, Luftbilder sowie die bereits bestehenden Kartierungen. Für die Vegetationseinheiten wurde gemäss der ursprünglich von Wildi (1976) erarbeiteten Klassifikation Nr. 1-11 ausgegangen (Tabelle 1). Für die Kartierung wurden möglichst wenige Artenkombinationen verwendet, dafür jedoch auch Strukturmerkmale hinzugezogen (z.B. bultiges/ bultfreies Grossegegnried).

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten am 30.07.2019. Die Vegetationseinheiten wurden mit Hilfe des Luftbildes unterteilt und mit GPS Aufnahmen verifiziert. Die Darstellung erfolgte in einer Vegetationskarte.

1 Schwimmblattgesellschaft

2 Röhricht

3a Bultiges Grossegegnried

3b Bultfreies Grossegegnried

4 Hochstauden

5 Kleinseggnried

6 Zwischenmoore

8 Pfeifengraswiese

10 Futterwiese

11 Kulturland

Tabelle 1 Vegetationseinheiten

2.2 Erhebung national prioritärer Arten

Für die Erhebung der vorkommenden national prioritären Arten wurden nur die Gefässpflanzen in den vier nationalen Flachmoorobjekten berücksichtigt. Es wurden die bekannten Vorkommen aus der Datenbank Infloflora aufgesucht und zusätzliche Vorkommen gesucht. Die Moore wurden mit zwei Personen an folgenden Daten abgesehen: 22.05, 26.06, 30.07.2019. Damit konnten viele Pflanzen erfasst werden, aber es handelt sich sicher nicht um eine vollständige Kartierung.

2.3 Erhebung Schilfdichte

Im Rahmen der Vegetationskartierung (siehe Kapitel 2.1) wurde festgestellt, dass die Schilfdichte gut mit den kartierten Vegetationseinheiten übereinstimmt. Es wurde deshalb entschieden, die Schilfdichte pro Vegetationseinheit aufzunehmen.

Dazu wurden am 14.08.2019 im Feld je drei Flächen pro Vegetationseinheit aufgesucht und die Schilfhalm pro m² an je drei Stellen pro Fläche ausgezählt (d. h. neun Auszählungen pro Vegetationseinheit). Aufgrund

der sehr hohen Schilfdichte in der Vegetationseinheit 2 (Röhricht), wurden die Halme auf 20 x 20 cm gezählt und auf 1 m² hochgerechnet.

Aufgrund der neun Auszählungen pro Vegetationseinheit, wurde jeder Einheit in eine der folgenden vier Kategorien eingeteilt (Durchschnitt):

Kategorie	Bezeichnung	Halme/m ²
1	Kein Schilf	0
2	Geringer Schilfanteil	~ 3
3	Hoher Schilfanteil	~ 10
4	Monokultur	> 20

Tabelle 2 Kategorien Schilfanteil

Es wurden nur die «reinen» / eindeutigen Vegetationseinheiten (z. B. Pfeifengraswiese, Grossegggenried) aufgesucht und ausgezählt. Die Flächen, welche nicht eindeutig einer Vegetationseinheit zugeteilt werden konnten (also die Vegetationseinheitsübergänge wie z. B. Kleinsegggenried / Pfeifengraswiese) wurden im Feld nicht ausgezählt; für diese Übergänge wurde ein Durchschnitt berechnet.

3. Resultate

3.1 Vegetationskartierungen Flachmoore

Allgemein konnte festgestellt werden, dass gegenüber der Kartierung von 1976 der Schilfanteil stark zugenommen hat. Dies entspricht ebenfalls den Ergebnissen der Aufnahmen von 1986. Die Unterscheidung in bultfreies oder bultiges Grossegggenried konnte wegen des dichten Schilfbestandes nicht grossflächig verifiziert und daher oft nur grob abgeschätzt werden. Diverse Landwirtschaftsflächen wurden seit der Kartierung von 1976 vergrössert. Es handelt sich dabei meist um Futterwiesen oder Kulturland mit Riedwiesenarten (*Iris pseudacorus*, *Succisa pratensis*, *Silene flos-cuculi*, etc.). Die 1976 kartierten Zwischenmoorflächen konnten nicht verifiziert werden.

Teilweise sind grössere Bestände des invasiven Neophyts Goldrute (*Solidago* sp.) vorhanden. Im Bereich Sägel findet man auf Teilflächen fast reine Goldrutenbestände, welche im Zeitraum der Vegetationsaufnahmen gemäht wurden.

Die Vegetationskarten finden sich in Anhang A.

3.2 Erhebung national prioritärer Arten

Die bereits bekannten Vorkommen national prioritärer Arten aus der Datenbank von InfoFlora sind auf den Karten im Anhang B1-B4 dargestellt. Die Karten der Felderhebungen von 2019 finden sich in Anhang B5-B7.

Insgesamt konnten in den Felderhebungen 19 national prioritäre Arten festgestellt werden, davon 15 Arten, welche bereits in der CSCF Datenbank verzeichnet sind (siehe Tabelle 3). Die drei *Sparganium* Arten sowie der als verletzlich eingestufte Sumpffarn (*Thelypteris palustris*) wachsen in grösseren Beständen. Allgemein konnte eine sehr hohe Diversität an Orchideenarten festgestellt werden, davon auch diverse Arten, welche nicht als national prioritär gelten.

Neu wurden 5 national prioritäre Arten bestimmt, welche für dieses Gebiet noch nicht in der CSCF Datenbank enthalten waren. Es handelt sich um die Arten *Achillea ptarmica*, *Centaurea jacea* subsp. *angustifolia*, *Dactylorhiza maculata* subsp. *maculata*, sowie *Sparganium erectum*.

Es konnten 18 der in der Datenbank CSCF aufgeführten Arten nicht bestätigt werden. Diverse Orchideenarten konnten aufgrund des vorgefundenen Vegetationszustandes nicht definitiv bestimmt werden. Der vom Aussterben bedrohte Kleinling (*Anagallis minima*), welcher in der Vergangenheit aufgenommen wurde, konnte nicht bestätigt werden. Das Vorkommen dieser Arten kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Zudem führte die Trockenheit im Frühling/ Sommer 2019 zu tiefen Wasserständen, welche das Ausbleiben von bestimmten Arten erklären.

Nr.	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Nationale Priorität	Gefährdung Rote Liste	Felderhebungen 2019	Datenbank CSCF
1	Sumpf-Schafgarbe	<i>Achillea ptarmica</i>	4	VU	x	
2	Kleinling	<i>Anagallis minima</i>	2	CR		x
3	Durchwachsener Bitterling	<i>Blackstonia perfoliata</i>	4	VU		x
4	Draht-Segge	<i>Carex diandra</i>	4	VU		x
5	Zweihäusige Segge	<i>Carex dioica</i>	4	VU		x
6	Faden-Segge	<i>Carex lasiocarpa</i>	4	VU		x
7	Schmalblättrige Wiesen-Flockenblume	<i>Centaurea jacea subsp. angustifolia</i>	3	VU	x	
8	Gelbliches Zypergras	<i>Cyperus flavescens</i>	4	VU	x	x
9	Schwarzbraunes Zypergras	<i>Cyperus fuscus</i>	4	VU		x
10	Hellgelbes Knabenkraut	<i>Dactylorhiza incarnata subsp. ochroleuca</i>	3	EN	x	
11	Lappländische Fingerwurz	<i>Dactylorhiza lapponica</i>	4	VU	x	x
12	Gewöhnliches Geflecktes Knabenkraut	<i>Dactylorhiza maculata subsp. maculata</i>	4	VU	x	
13	Traunsteiners Knabenkraut	<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	4	NT	x	x
14	Kamm-Wurmfarn	<i>Dryopteris cristata</i>	3	VU		x
15	Nadel-Sumpfbirse	<i>Eleocharis acicularis</i>	4	VU		x
16	Einspelzige Sumpfbirse	<i>Eleocharis uniglumis</i>	4	VU	x	x
17	Zierliches Wollgras	<i>Eriophorum gracile</i>	3	EN	x	x
18	Kreuzblättriger Enzian	<i>Gentiana cruciata</i>	4	VU		x
19	Lungen-Enzian	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	4	VU	x	x
20	Zwiebelorchis	<i>Liparis loeselii</i>	4	VU		x
21	Kleine Teichrose	<i>Nuphar pumila</i>	1	EN		x
22	Später roter Zahntrost	<i>Odontites vulgaris</i>	4	VU	x	x
23	Bienen- Ragwurz	<i>Ophrys apifera</i>	4	VU		x
24	Fliegen- Ragwurz	<i>Ophrys insectifera</i>	4	VU		x

25	Kleines Knabenkraut	<i>Orchis morio</i>	4	VU	x	x
26	Flutendes Laichkraut	<i>Potamogeton nodosus</i>	4	VU		x
27	Grosser Sumpf- Hahnenfuss	<i>Ranunculus lingua</i>	4	VU	x	x
28	Kahler Klappertopf	<i>Rhinanthus angustifolius</i>	4	VU	x	x
29	Zimt-Rose	<i>Rosa majalis</i>	2	VU		x
30	Kleiner Wasserschlauch	<i>Utricularia minor</i>	4	VU	x	x
31	Lorbeer-Weide	<i>Salix pentandra</i>	4	VU		x
32	Einfacher Igelkolben	<i>Sparganium emersum</i>	4	VU	x	x
33	Ästiger Igelkolben	<i>Sparganium erectum</i>	3	EN	x	
34	Kleiner Igelkolben	<i>Sparganium natans</i>	3	EN	x	x
35	Sommer-Wendelähre	<i>Spiranthes aestivalis</i>	4	VU		x
36	Sumpffarn	<i>Thelypteris palustris</i>	4	VU	x	x
37	Schild-Ehrenpreis	<i>Veronica scutellata</i>	4	VU		x

Tabelle 3 National prioritäre Arten im Projektperimeter. Gefährdung gemäss Roter Liste: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = verletzlich, NT = potentiell gefährdet, LC = nicht gefährdet. Nationale Priorität 1= sehr hoch, 2= hoch, 3= mittel, 4= mässig.

3.3 Erhebung Schilfdichte

Die Ergebnisse der Auszählung der Schilfkartierung sowie die Karten der Erhebungen finden sich in Anhang C. Die in den Karten beschrifteten Flächen (z. B. 1A, 4C) entsprechen den aufgesuchten Flächen gemäss Anhang C1. In der Karte im Anhang C2 (ohne Übergänge Vegetationseinheiten) sind nur die Flächen der Vegetationseinheiten dargestellt, welche tatsächlich aufgesucht wurden («reine» / eindeutige Vegetationseinheiten). Die Karte in Anhang C3 enthält auch die nicht aufgesuchten Vegetationseinheiten (Übergänge), für welche ein Durchschnitt berechnet wurde.

Allgemein konnte festgestellt werden, dass bei Flächen, die regelmässig gemäht werden (Futterwiese, Kulturland mit Riedwiesenarten) der Schilfanteil geringer ist.

4. Pflege und Bewirtschaftung

Aufgrund der festgestellten Vegetationseinheiten und der Schilfkartierung werden die folgenden Entwicklungsziele vorgeschlagen:

Entwicklungsziele:

- Erhalten und Fördern des Wasserröhrichts
- Erhaltung des Mosaiks der verschiedenen Flachmoorgesellschaften
- Zurückdrängen des artenarmen Landröhrichts
- Die Flachmoorperimeter sind frei von invasiven Neophyten

Zur Erreichung der Ziele wird empfohlen die Flächen wie folgt zu pflegen:

Grundsätze der Pflege/Entwicklung:

- Kein Dünger/Mist, keine Drainage, keine Weide
- Gestaffelter Schnitt (nicht alle Flächen auf einmal schneiden)
- Flächen alternierend pflegen (Deckung, Nistplätze, Nahrungsangebot)
- Verhindern von Nährstoffeintrag aus landwirtschaftlich genutzten Flächen (Pufferzonen einrichten)
- Schnittgut entfernen
- Eingriffe im Allgemeinen erst ab September (vorher nur, wenn klar begründet, da Brutvögel etc. betroffen sind)
- Neophyten bekämpfen (Goldruten: grössere Flächen bereits im Juli mähen, kleinere im Juli und August jäten)
- Wo möglich Kulturland innerhalb des Moorperimeters in Flachmoore umwandeln
- Wo möglich Drainagegräben schliessen (Wasserhaushalt verbessern)
- Verbuschungstendenzen erkennen und Büsche zurückdrängen

Röhrichte:

Wasserröhricht: keine Pflege

Landröhricht:

- Alle 2-3 Jahre ab 30.9 alternierend schneiden
- Bei Verschilfung von Streuwiesen anfangs zweimal jährlich schneiden (Juni und Ende September, danach alle zwei bis drei Jahre)

Grosseggenriede:

- Nasse Flächen im Überflutungsbereich des Sees nicht schneiden
- Leicht nasse Flächen alle 2-3 Jahre bei gefrorenem Boden schneiden (Verbuschung verhindern)

Nasse Hochstauden:

- Stabil: kein Schnitt
- Nicht stabil: alternierend ab 15.9. alle zwei Jahre mähen

Pfeifengraswiesen:

- Alle 1-(2) Jahre ab Oktober mähen

Kleinseggenriede:

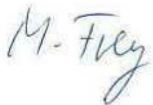
- Alle 2 Jahre alternierend ab 15.9. mähen

5. Fazit

Die vorliegenden Untersuchungen zur Vegetation und Flora zeigen den aktuellen Zustand der Flachmoore in den Flachmoorperimetern von nationaler Bedeutung um den Lauerzersee auf. Wichtig zur Erhaltung der Flachmoore ist, dass sie konsequent und richtig gepflegt werden.

Die vorgeschlagenen Pflegemassnahmen basieren auf den Vegetationserhebungen. Unter Einbezug der bisherigen Pflege und bestehenden Verträge ist es möglich, detaillierte Angaben für die zukünftige Pflege zu erarbeiten. Die vorliegenden Kartierungen bilden eine wichtige Basis dafür. Mit einer Analyse der Vegetationsentwicklung mit der von Wildi (1976) kartierten Vegetation und einer Wiederholung der Kartierungen in einigen Jahren, kann aufgrund der vorgenommenen Pflegemassnahmen die Pflege weiter optimiert und die Vegetation in die gewünschte, zu definierende Richtung gesteuert werden.

CSD INGENIEURE AG



ppa. Monika Frey
PL-Stellvertreterin



ppa. Otto Holzgang
Projektleiter

Kriens, den 20.12.2019

KOREFERENT

Otto Holzgang (Dr. sc. nat. ETH, Umweltnaturwissenschaften)

ANDERE BETEILIGTE MITARBEITENDE

Claudia Brüllhardt (MSc Umweltnaturwissenschaften, ETH)

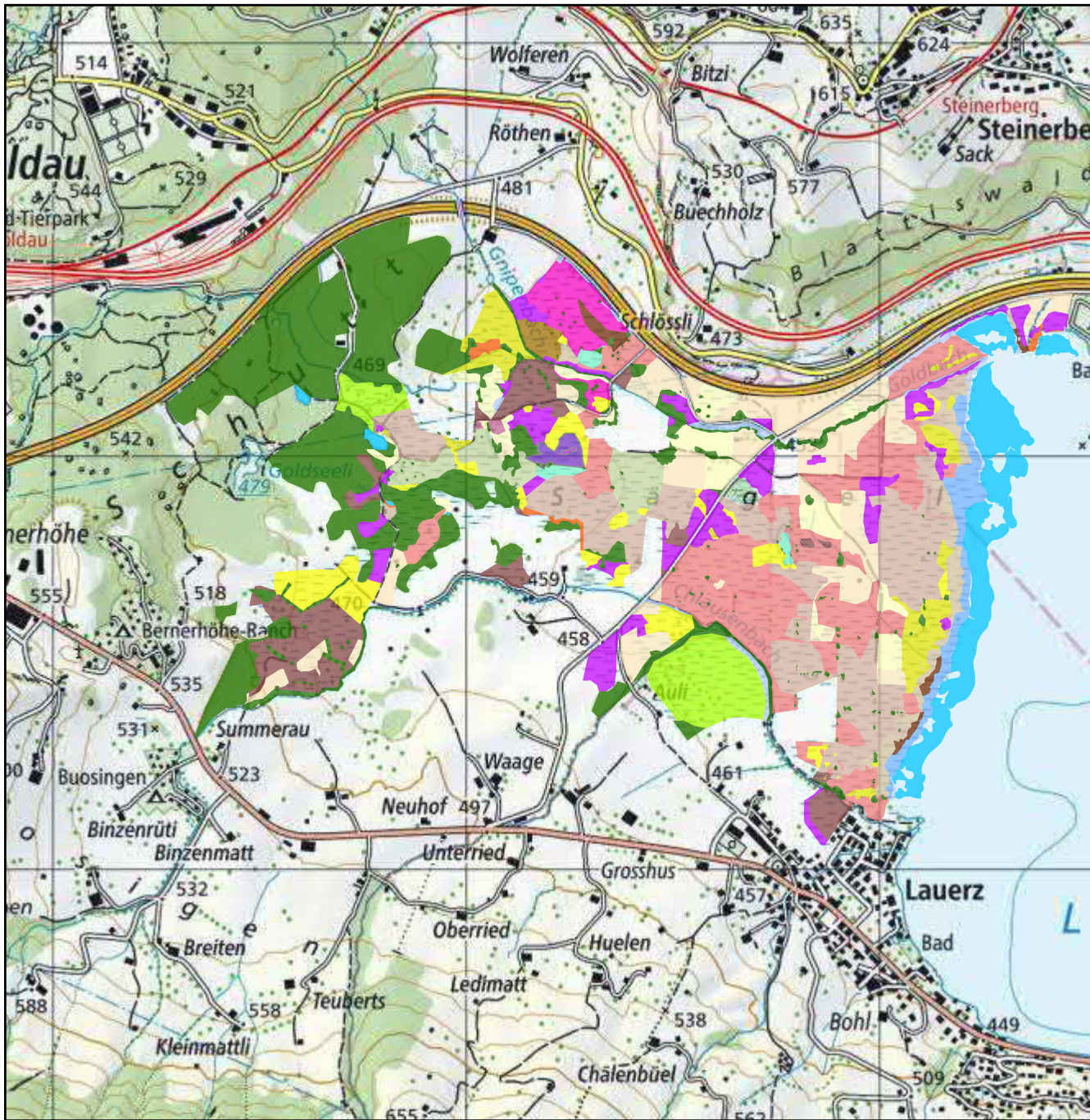
Marlies Jahn (Dipl. Umweltnaturwissenschaften, ETH)

Anna Kolly (MSc Umweltwissenschaften)

Marlies Jahn (Dipl. Umweltnaturwissenschaften, ETH)

Anhang A **VEGETATIONSKARTEN**

- A1 Flachmoor Sägel
- A2 Flachmoore Aazopf



Legende

- Schwimmblattgesellschaft
- Schilfröhricht
- Übergang Schilfröhricht Grosseggried
- Grosseggried
- Übergang Gross-/Kleinsieggried und Hochstaudenflur
- Übergang Gross- zu Kleinsieggried
- Bultiges Grosseggried
- Bultfreies Grosseggried
- Hochstaudenflur
- Übergang Grosseggried Hochstaudenflur
- Übergang Hochstaudenflur Kleinsieggried
- Übergang Hochstaudenflur Kleinsieggried Pfeifengraswiese
- Übergang Hochstaudenflur Pfeifengraswiese
- Kleinsieggried
- Übergang Kleinsieggried Zwischenmoor
- Übergang Kleinsieggried Pfeifengraswiese
- Pfeifengraswiese
- Übergang Pfeifengraswiese Gross- und Kleinsieggried
- Übergang Pfeifengraswiese Kleinsieggried
- Futterwiese
- Kulturland mit Riedwiesenarten
- Bestockung / Wald

Kanton Schwyz - ANJF

Vegetationskartierung Lauerzersee

Flachmoor Sägel

1 :15'000

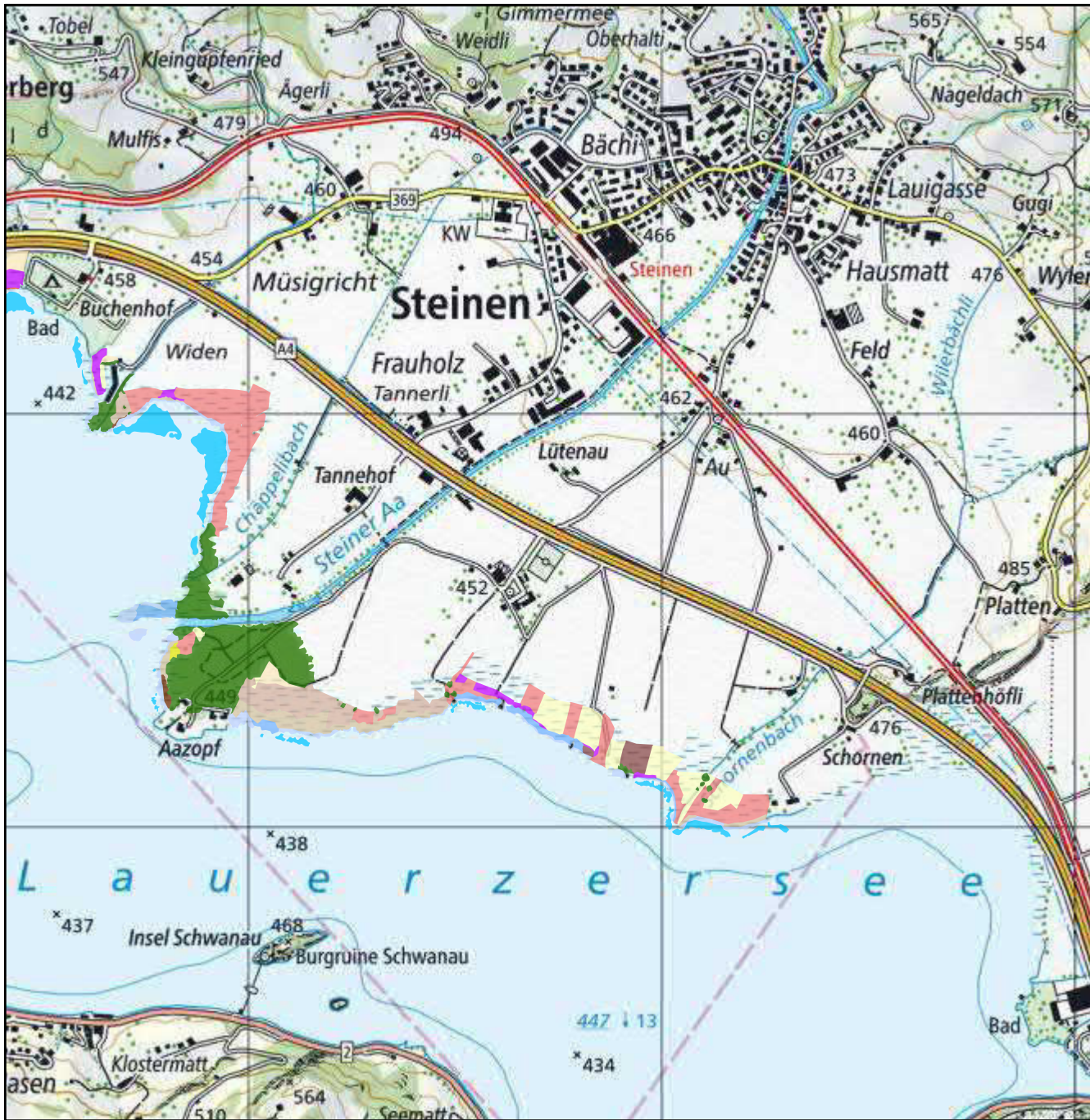
CSDINGENIEURE+

CSD Ingenieure AG
Kriens
CH-6011
t +41 319 39 19
f +41 41 319 39 29
www.csd.ch

Projekt-Nr
ZS02227.300

Phase Anhang

A1



Legende

- Schwimmblattgesellschaft
- Schilfröhricht
- Übergang Schilfröhricht Grosseggried
- Grosseggried
- Übergang Gross-/Kleinseggried und Hochstaudenflur
- Übergang Gross- zu Kleinseggried
- Bultiges Grosseggried
- Bultfreies Grosseggried
- Hochstaudenflur
- Übergang Grosseggried Hochstaudenflur
- Übergang Hochstaudenflur Kleinseggried
- Übergang Hochstaudenflur Kleinseggried Pfeifengraswiese
- Übergang Hochstaudenflur Pfeifengraswiese
- Kleinseggried
- Übergang Kleinseggried Zwischenmoor
- Übergang Kleinseggried Pfeifengraswiese
- Pfeifengraswiese
- Übergang Pfeifengraswiese Gross- und Kleinseggried
- Übergang Pfeifengraswiese Kleinseggried
- Futterwiese
- Kulturland mit Riedwiesenarten
- Bestockung / Wald

Kanton Schwyz - ANJF

Vegetationskartierung Lauerzersee

Flachmoor Sägel

1 : 15'000

CSDINGENIEURE⁺

CSD Ingenieure AG
Kriens
CH-6011

t +41 319 39 19
f +41 41 319 39 29
www.csd.ch

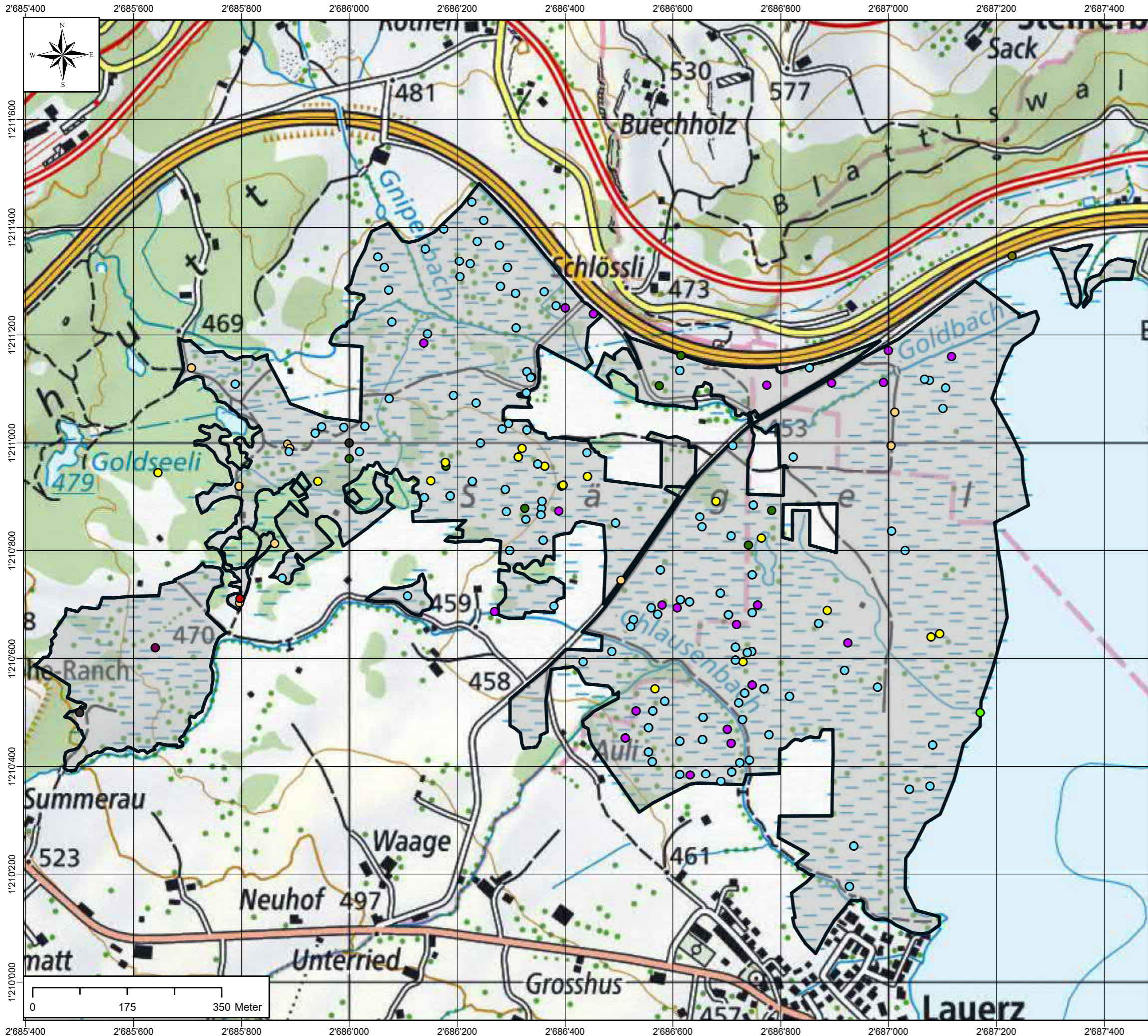
Projekt-Nr
ZS02227.300

Phase Anhang

A2

Anhang B **NATIONAL PRIORITÄRE ARTEN**

B1	Daten InfoFlora, Flachmoor Sägel 1
B2	Daten InfoFlora, Flachmoor Sägel 2
B3	Daten InfoFlora, Flachmoor Sägel 3
B4	Daten InfoFlora, Flachmoor Aazopf
B5	Erhebung 2019, Flachmoor Sägel 1
B6	Erhebung 2019, Flachmoor Sägel 2
B7	Erhebung 2019, Flachmoor Aazopf



LEGENDE

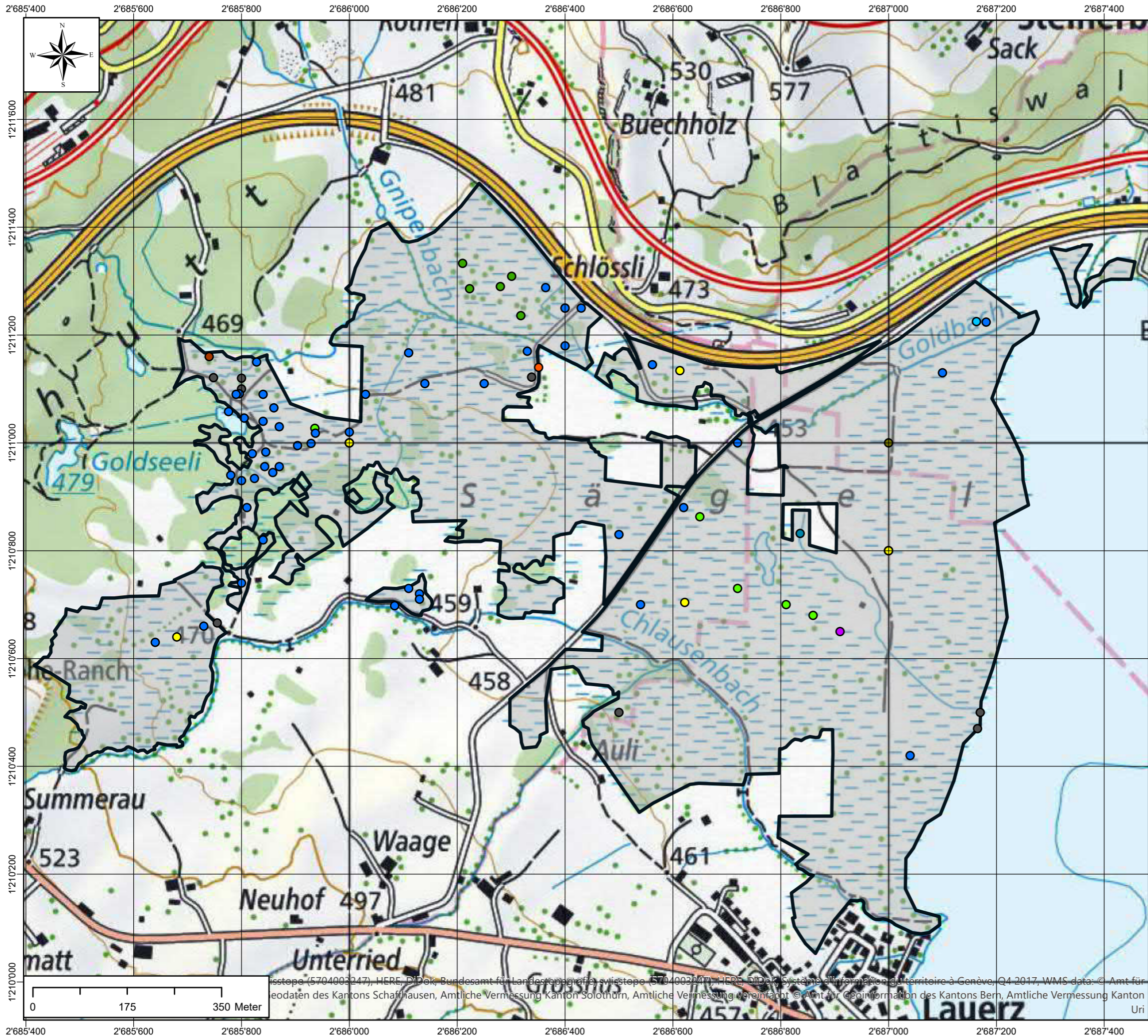
- Arten**
- Anagallis minima (L.) E. H. L. Krause (3)
 - Blackstonia perfoliata (L.) Huds. (1)
 - Carex diandra Schrank (15)
 - Carex dioica L. (1)
 - Carex lasiocarpa Ehrh. (63)
 - Cyperus flavescens L. (9)
 - Cyperus fuscus L. (1)
 - Dactylorhiza lapponica (Hartm.) Soó (1)
 - Dactylorhiza traunsteineri (Rchb.) Soó (61)
 - Dryopteris cristata (L.) A. Gray (1)
 - Eleocharis uniglumis (Link) Schult. (113)
 - ▭ Flachmoorobjekte (1)

Kanton Schwyz - ANJF
 Karte National prioritäre Arten Lauerzersee

Daten Info Flora

CSDINGENIEURE+ CSD Ingenieure AG t +41 31 970 35 35
 Hessesstrasse 27d f +41 31 970 35 36
 CH-3097 Liebefeld www.csd.ch

Projekt-Nr. ZS2227.300 **B1**



LEGENDE

Arten

- Eriophorum gracile Roth (12)
- Gentiana cruciata L. (1)
- Gentiana pneumonanthe L. (5)
- Iris sibirica L. (5)
- Liparis loeselii (L.) Rich. (8)
- Odontites vulgaris Moench (1)
- Ophrys apifera Huds. (1)
- Ophrys insectifera L. (1)
- Orchis morio L. (47)
- Potamogeton nodosus Poir. (1)
- Ranunculus lingua L. (1)
- ▭ Flachmoorobjekte (1)

Kanton Schwyz - ANJF

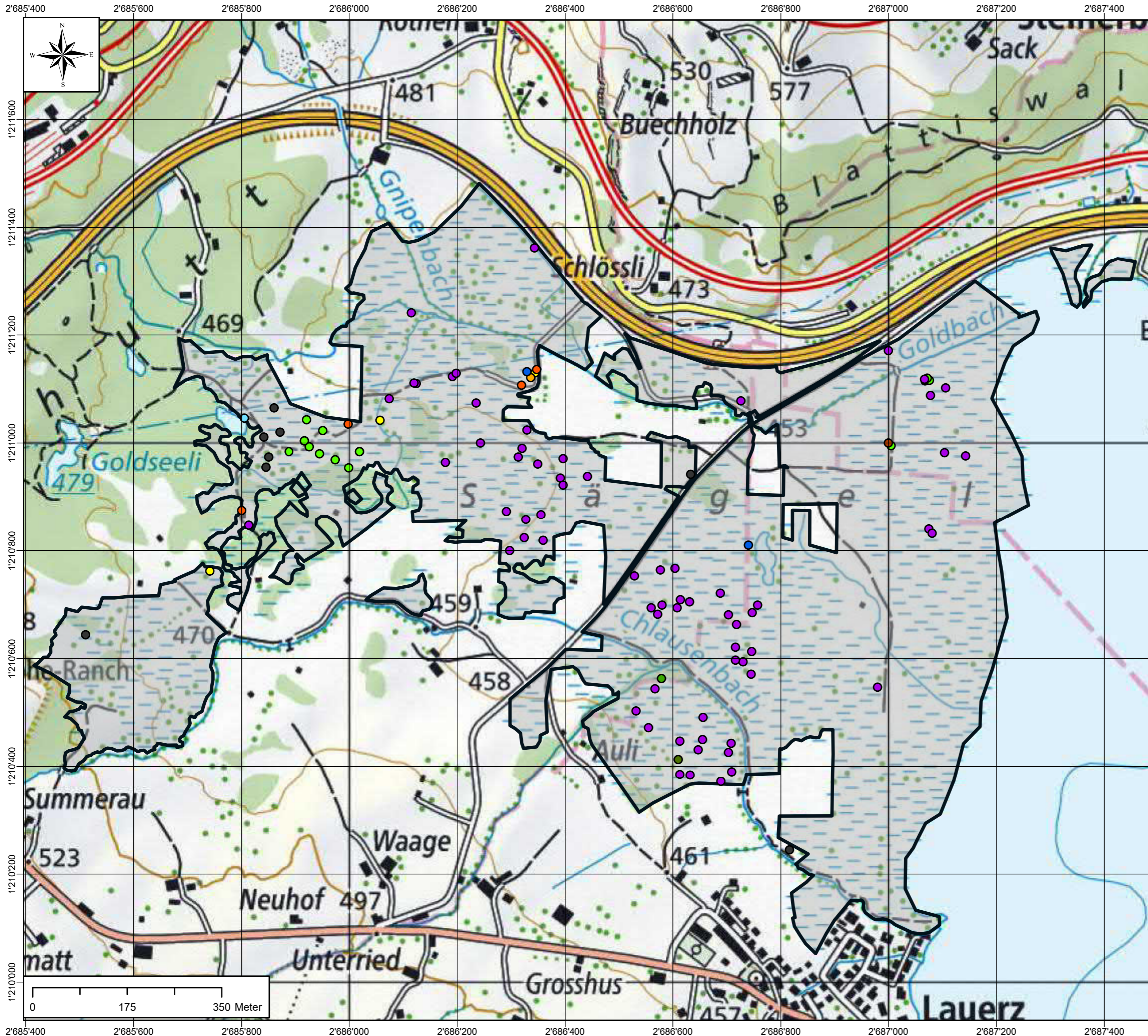
Karte National prioritäre Arten Lauerzersee

Daten Info Flora

CSDINGENIEURE+ CSD Ingenieure AG t +41 31 970 35 35
 Hessesstrasse 27d f +41 31 970 35 36
 CH-3097 Liebefeld www.csd.ch

Projekt-Nr
ZS2227.300

Anhang
B2



LEGENDE

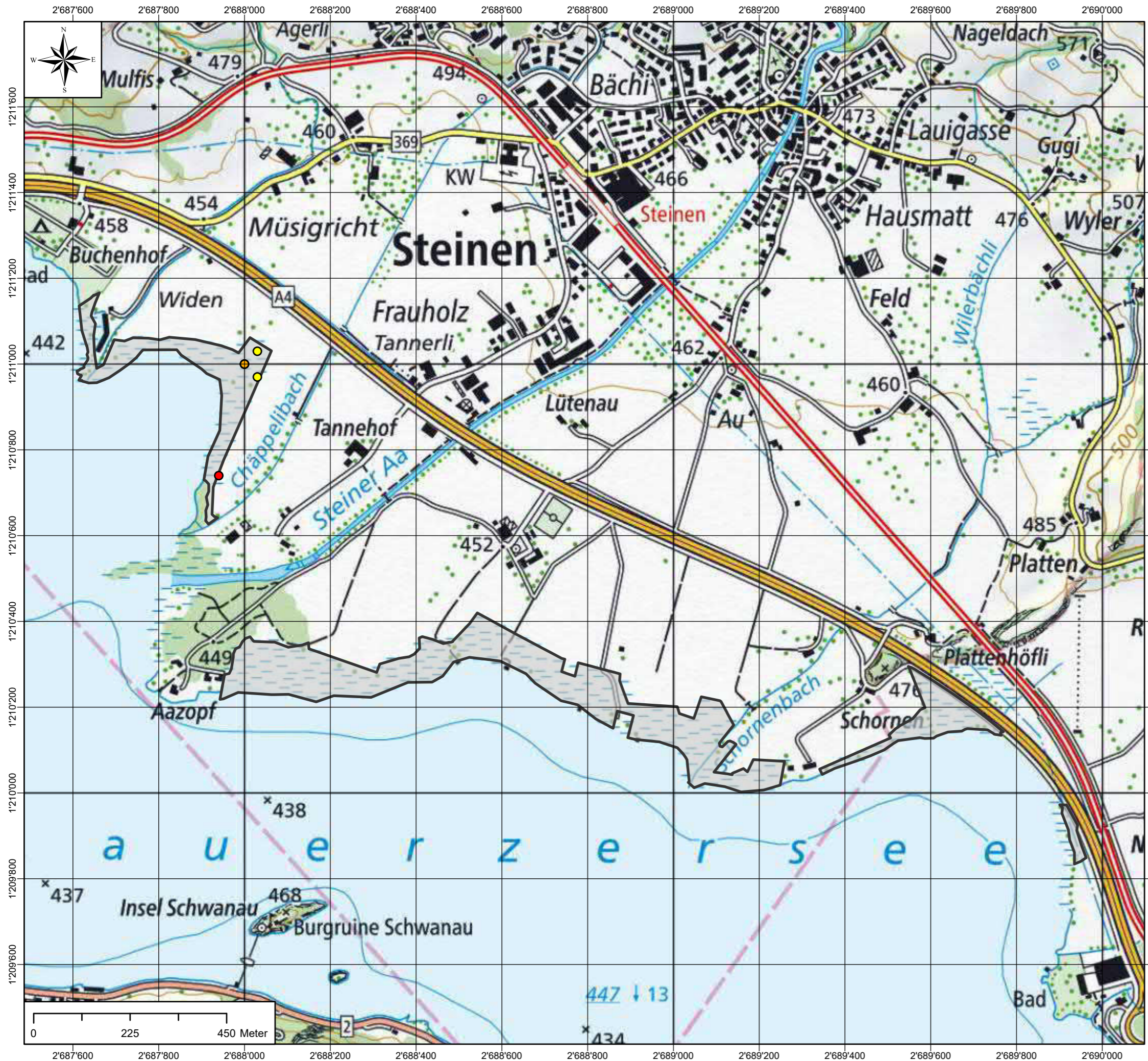
- Arten**
- Rhinanthus angustifolius C. C. Gmel. (9)
 - Rosa majalis Herrm. (1)
 - Salix pentandra L. (1)
 - Selinum carvifolia (L.) L. (14)
 - Sparganium angustifolium Michx. (3)
 - Sparganium emersum Rehmman (1)
 - Sparganium natans L. (4)
 - Spiranthes aestivalis (Poir.) Rich. (1)
 - Thelypteris palustris Schott (67)
 - Utricularia minor L. (2)
 - Veronica scutellata L. (1)
 - ▭ Flachmoorobjekte (1)

Kanton Schwyz - ANJF
 Karte National prioritäre Arten Lauerzersee

Daten Info Flora

CSDINGENIEURE⁺ CSD Ingenieure AG t +41 31 970 35 35
 Hessestrasse 27d f +41 31 970 35 36
 CH-3097 Liebefeld www.csd.ch

Projekt-Nr. **ZS2227.300** Anhang **B3**



LEGENDE

Arten

- Anagallis minima (L.) E. H. L. Krause (1)
- Eleocharis acicularis (L.) Roem. & Schult. (1)
- Nuphar pumila (Timm) DC. (3)
- Orchis morio L. (2)
- Flachmoorobjekte (3)

Kanton Schwyz - ANJF

Karte National prioritäre Arten Lauerzersee

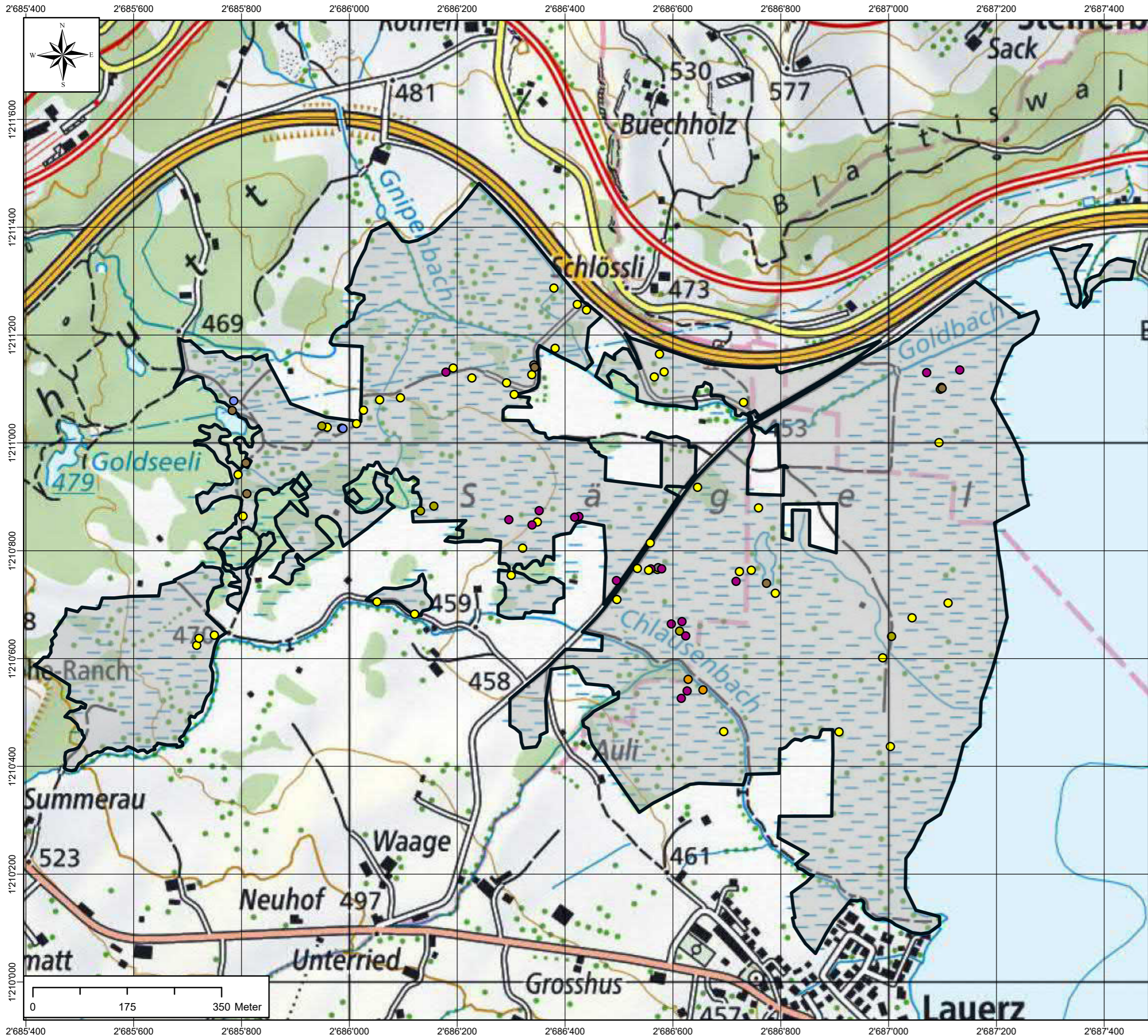
Daten Info Flora

CSDINGENIEURE+ CSD Ingenieure AG t +41 31 970 35 35
 Hessesstrasse 27d f +41 31 970 35 36
 CH-3097 Liebefeld www.csd.ch

Projekt-Nr
 ZS2227.300

Anhang

B4



Legende

- Eriophorum gracile Roth (2)
- Odontites vulgaris Moench (2)
- Orchis morio L. (45)
- Rhinanthus angustifolius C. C. Gmel. (5)
- Sparganium emersum Rehmann (1)
- Sparganium erectum (1)
- Sparganium natans L. (3)
- Thelypteris palustris Schott (17)
- Utricularia minor L. (6)
- ▭ Flachmoorobjekte (1)

Kanton Schwyz - ANJF

Karte National prioritäre Arten Lauerzersee

**Arten Erhebung vom 22.05. / 26.06.
und 30.07.2019**

CSDINGENIEURE⁺

CSD Ingenieure AG
Hessstrasse 27d
CH-3097 Liebfeld

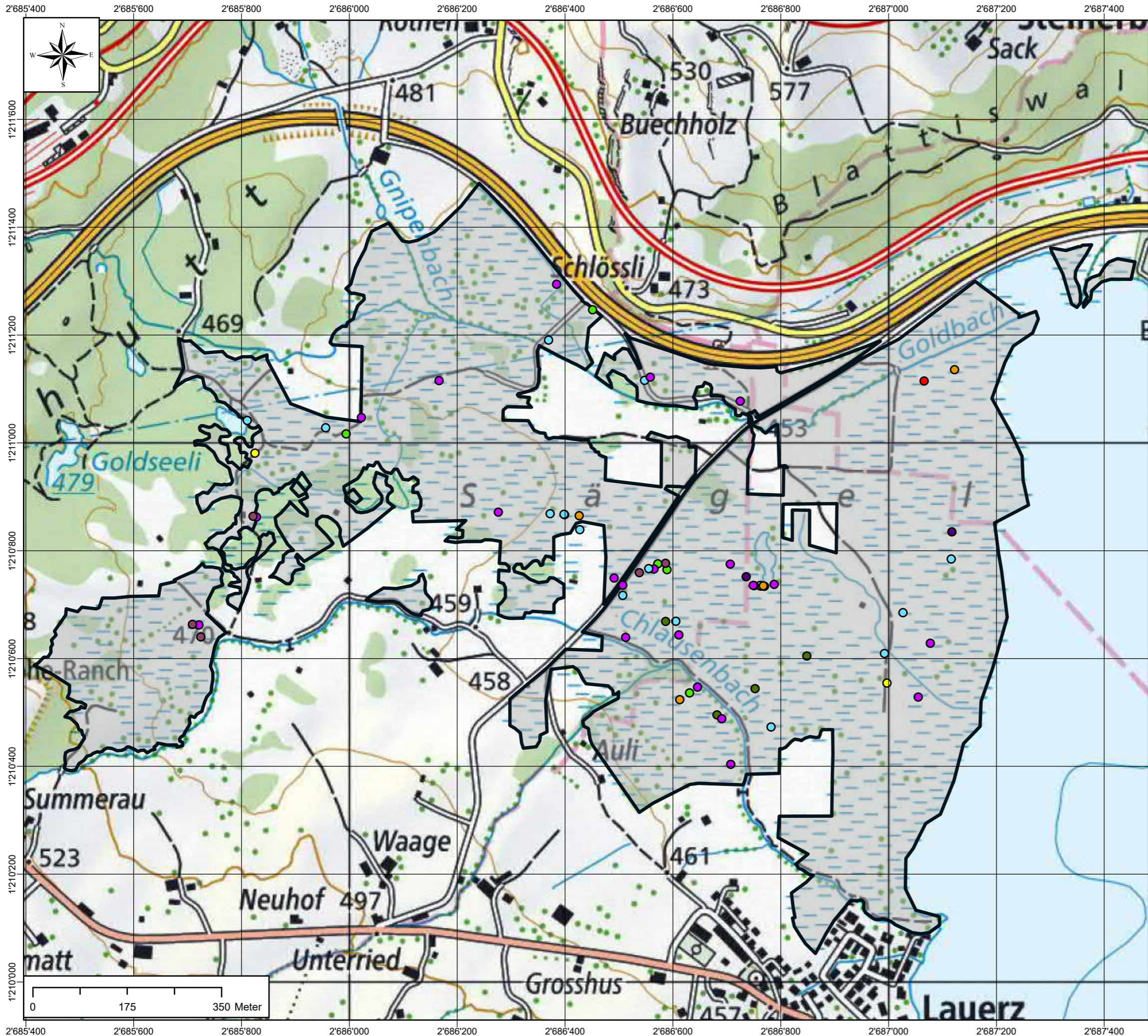
t +41 31 970 35 35
f +41 31 970 35 36
www.csd.ch

Projekt-Nr

ZS02227.300

Anhang

B5



Legende

- Achillea ptarmica (4)
- Centaurea jacea augustifolia (1)
- Cyperus flavescens L. (2)
- Dactylorhiza incarnata ochroleuca (15)
- Dactylorhiza lapponica (Hartm.) So (23)
- Dactylorhiza maculata maculata (2)
- Dactylorhiza traunsteineri (Rchb.) So (5)
- Eleocharis uniglumis (Link) Schult. (4)
- Epipactis palustris (8)
- Flachmoorobjekte (1)

Kanton Schwyz - ANJF

Karte National prioritäre Arten Lauerzersee

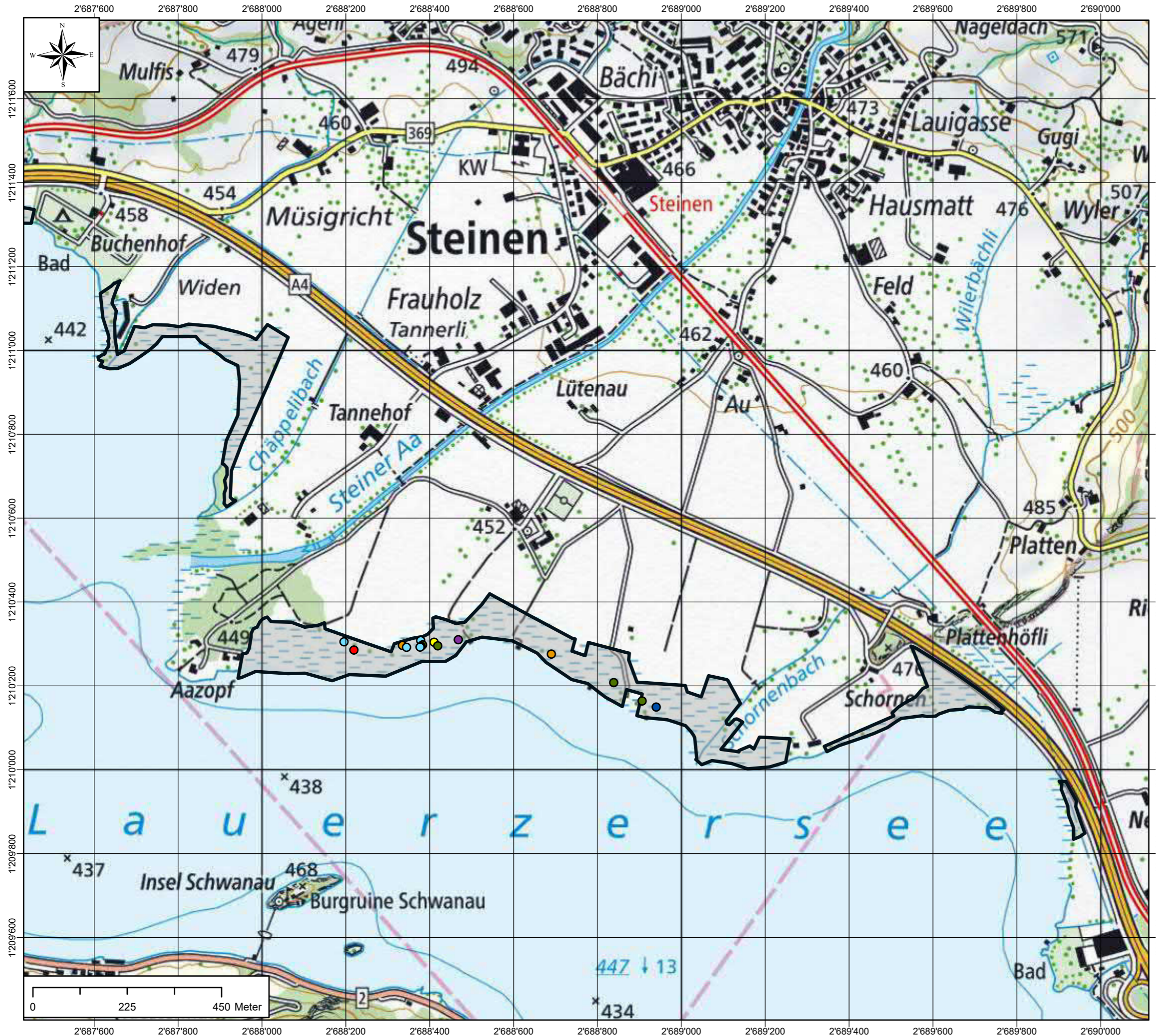
**Arten Erhebung vom 22.05. / 26.06.
und 30.07.2019**

CSDINGENIEURE⁺ CSD Ingenieure AG t +41 31 970 35 35
Hessstrasse 27d f +41 31 970 35 36
CH-3097 Liebefeld www.csd.ch

Projekt-Nr. Anhang

ZS02227.300

B6



- Legende**
- Dactylorhiza incarnata (1)
 - Dactylorhiza lapponica (Hartm.) So (2)
 - Dactylorhiza traunsteineri (Rchb.) So (1)
 - Eleocharis uniglumis (Link) Schult. (2)
 - Epipactis palustris (4)
 - Gentiana pneumonanthe L. (1)
 - Orchis morio L. (4)
 - Flachmoorobjekte (4)

Kanton Schwyz - ANJF
 Karte National prioritäre Arten Lauerzersee

Arten Erhebung vom 22.05. / 26.06. und 30.07.2019

CSDINGENIEURE+ CSD Ingenieure AG t +41 31 970 35 35
 Hessstrasse 27d f +41 31 970 35 36
 CH-3097 Liebefeld www.csd.ch

Projekt-Nr. Anhang
 ZS02227.300 **B7**

T:\Projekte\Andere_Fillialen\ZS02227\Erhebung_Ost.aprx

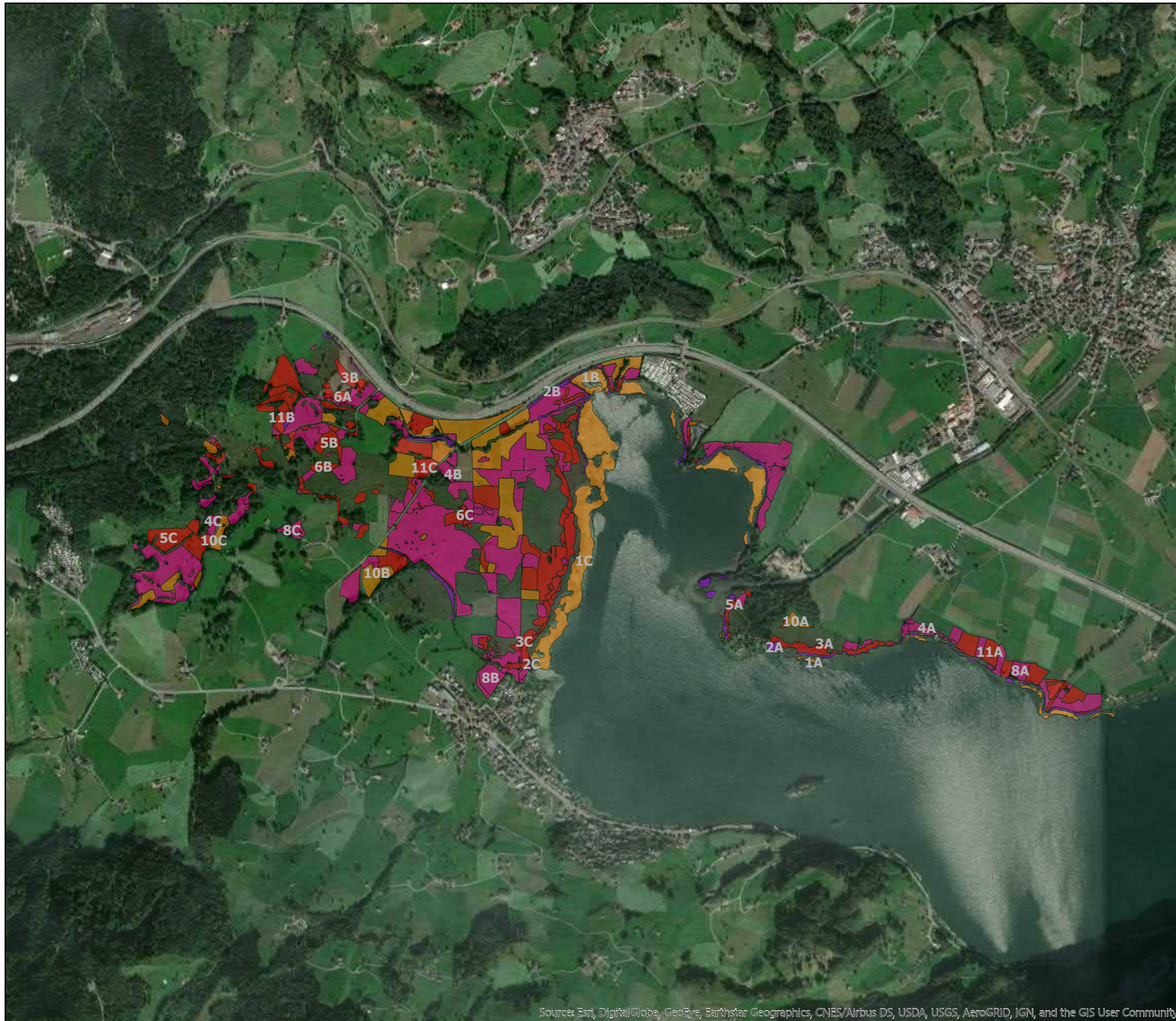
Anhang C **KARTIERUNG SCHILF**

- C1 Ergebnisse Auszählung Schilfkartierung
- C2 Schilfkarte nach Kategorie, ohne Lebensraumübergänge
- C3 Schilfkarte nach Kategorie, inkl. hochgerechnete Lebensraumübergänge

ERGEBNISSE AUSZÄHLUNG SCHILFKARTIERUNG

Lebensraum	Probe-fläche	Koordinaten	Halme pro m ²	Kategorie	Bemerkungen
1 Schwimmblattgesellschaft	A			1 (Ø=0) (Median=0)	Nicht zugänglich
	B	2'687'217/1'211'297 2'687'252/1'211'321 2'687'286/1'211'315	0 0 0		Nicht zugänglich Nicht zugänglich
	C				Nicht zugänglich Nicht zugänglich Nicht zugänglich
2 Schilfröhricht	A	2'687'989/1'210'277 2'687'990/1'210'276 2'687'956/1'210'273	250 300 325	4 (Ø=269) (Median=275)	
	B	2'687'189/1'211'316 2'687'120/1'211'269 2'687'082/1'211'245	300 250 275		
	C	2'687'027/1'210'175 2'687'028/1'210'185 2'687'028/1'210'157	225 275 225		
3 Grosseggenried	A	2'688'353/1'210'274 2'688'340/1'210'272 2'688'324/1'210'262	0 2 1	2 (Ø=1.8) (Median=1)	
	B	2'686'382/1'211'300 2'686'353/1'211'316 2'686'345/1'211'350	0 0 1		
	C	2'687'014/1'210'185 2'687'014/1'210'200 2'687'015/1'210'206	7 3 2		
4 Hochstaudenflur	A	2'688'548/1'210'340 2'688'541/1'210'334 2'688'517/1'210'339	11 16 22	3 (Ø=10.3) (Median=11)	
	B	2'686'736/1'211'013 2'686'730/1'210'925 2'686'278/1'211'914	14 1 4		
	C	2'685'812/1'210'749 2'685'806/1'210'727 2'685'796/1'210'716	5 13 7		

5 Kleinseggenried	A	2'687'837/1'210'432	12	2 (Ø=4.4) (Median=3)	
		2'687'831/1'210'439	2		
		2'687'840/1'210'424	8		
	B	2'686'267/1'211'099	3		
		2'686'257/1'211'097	8		
		2'686'278/1'211'078	1		
	C	2'685'733/1'210'667	3		
		2'685'699/1'210'705	2		
		2'685'687/1'210'697	1		
6 Zwischenmoor	A	2'686'291/1'211'242	6	2 (Ø=6.1) (Median=4)	
		2'686'313/1'211'227	3		
		2'686'325/1'211'219	4		
	B	2'686'253/1'211'019	3		
		2'686'249/1'211'022	1		
		2'686'245/1'211'016	1		
	C	2'686'759/1'210'815	13		
		2'686'758/1'210'798	7		
		2'686'749/1'210'783	17		
8 Pfeifengraswiese	A	2'688'963/1'210'178	5	3 (Ø=9.8) (Median=8)	
		2'688'921/1'210'177	17		
		2'688'918/1'210'362	23		
	B	2'686'867/1'210'081	5		
		2'686'889/1'210'107	12		
		2'686'876/1'210'134	10		
	C	2'686'054/1'210'720	8		
		2'686'080/1'210'727	6		
		2'686'091/1'210'711	2		
10 Futterwiese	A	2'688'092/1'210'345	0	1 (Ø=0) (Median=0)	
		2'688'046/1'210'395	0		
		2'688'046/1'210'366	0		
	B	2'686'379/1'210'550	0		
		2'686'407/1'210'537	0		
		2'686'387/1'210'492	0		
	C	2'685'795/1'210'646	0		
		2'685'797/1'210'671	0		
		2'685'817/1'210'677	0		
11 Kulturland mit Riedwiesenarten	A	2'688'849/1'210'259	5	2 (Ø=2.8) (Median=1)	
		2'688'812/1'210'240	1		
		2'688'801/1'210'213	9		
	B	2'686'053/1'211'109	1		
		2'686'060/1'211'162	3		
		2'686'064/1'211'147	0		
	C	2'686'662/1'210'971	0		
		2'686'623/1'210'957	1		
		2'686'624/1'210'927	5		



LEGENDE

- Kategorie 1 (0 Halme/m²)
- Kategorie 2 (~3 Halme/m²)
- Kategorie 3 (~10 Halme/m²)
- Kategorie 4 (>20 Halme/m²)

Kanton Schwyz - ANJF

Schilfkarte Lauerzersee

Schilfvorkommen nach Kategorien ohne Übergänge Vegetationseinheiten

Kartierung vom 14.08.2019

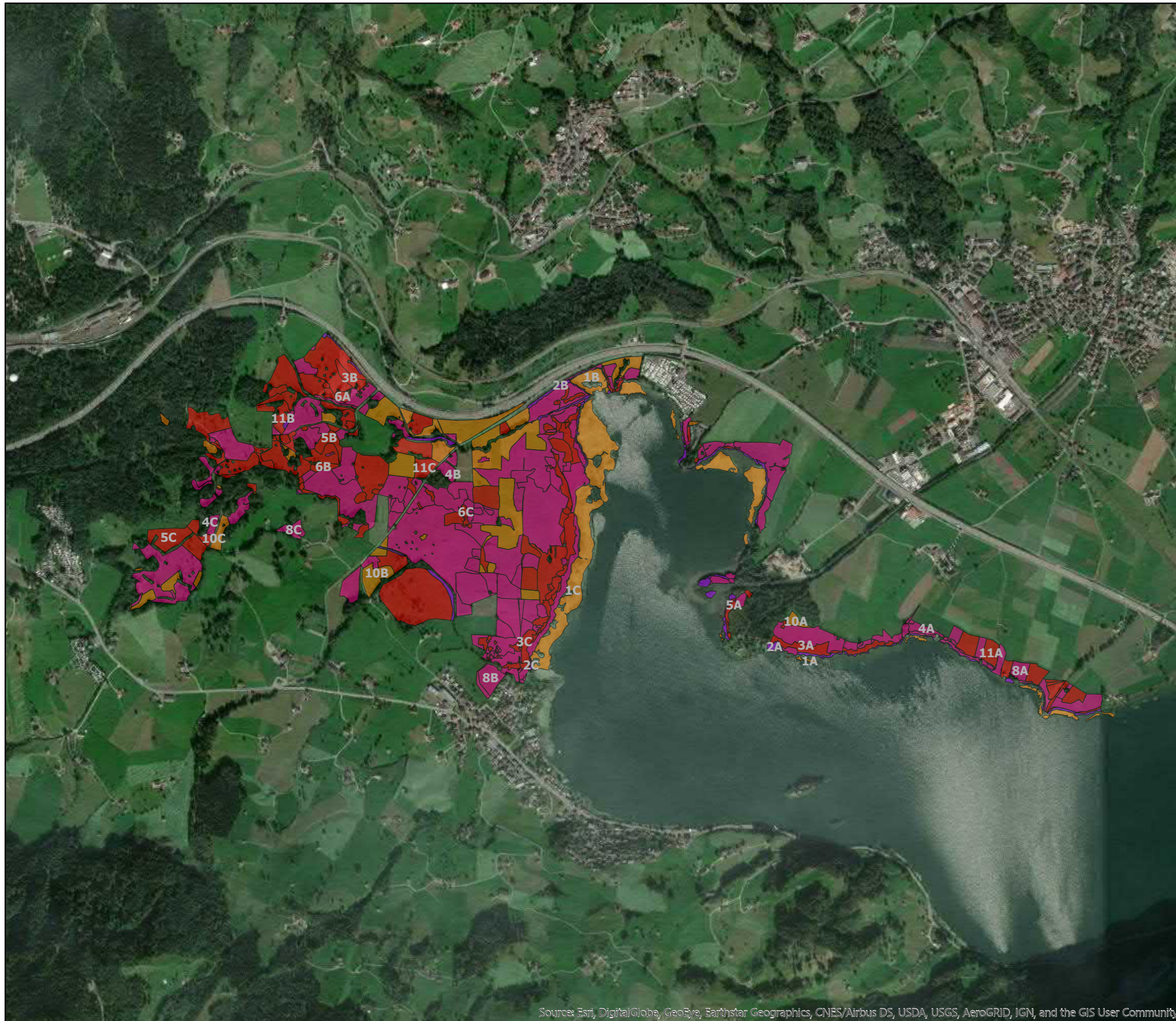
CSDINGENIEURE+ CSD Ingenieure AG
Hessstrasse 27d
CH-3097 Liebefeld

t +41 31 970 35 35
f +41 31 970 35 36
www.csd.ch

Projekt-Nr
ZS2227.300

Anhang

C2



LEGENDE

- Kategorie 1 (0 Halme/m²)
- Kategorie 2 (~3 Halme/m²)
- Kategorie 3 (~10 Halme/m²)
- Kategorie 4 (>20 Halme/m²)

Kanton Schwyz - ANJF

Schilfkarte Lauerzersee

Schilfvorkommen nach Kategorien mit Übergängen Vegetationseinheiten

Kartierung vom 14.08.2019

CSDINGENIEURE+ CSD Ingenieure AG
Hessstrasse 27d
CH-3097 Liebefeld

t +41 31 970 35 35
f +41 31 970 35 36
www.csd.ch

Projekt-Nr
ZS2227.300

Anhang

C3

**ANHANG E LIBELLEN: AKTENNOTIZ UND ERKENNTNISBERICHT
GRUNDLAGENERHEBUNG**

Aktennotiz HWS Lauerzersee, UVP zum Wehrreglement: Grundlagenerhebung Libellen

1 Aufgabe

Grundlagenerhebung der Libellen in den Bereichen des Lauerzersees, welche bei Veränderungen des Wasserhaushalts im Rahmen des Hochwasserschutzes betroffen sind.

2 Vorgehen

Sichtung vorhandene Daten (Datenbank CSCF). Auswahl der zu untersuchenden Gewässer / Seeuferabschnitte und Arten in Absprache mit U. Immoos (Amt für Natur, Jagd und Fischerei). Drei Begehungen zur Hauptflugzeit (15. Juni, 12. Juli und 16. August 2018). Zusammenstellen der Daten und Präsentation der Ergebnisse in einer Fachgruppensitzung.

3 Resultate

Die Resultate wurden in der Fachgruppensitzung vom 17. Januar 2019 vorgestellt. Das PDF der Präsentation wurde als Beilage des Sitzungsprotokolls verschickt (Beilage 1). Die Rohdaten und die Zusammenfassung sind in folgender Tabelle zu finden: Lauerzersee_Libellenbeobachtungen_2018.xlsx. Alle Artbeobachtungen wurden bereits dem nationalen Datenzentrum CSCF gemeldet und sind dort ebenfalls verfügbar.

3.1 Wichtigste Resultate

Untersucht wurden hauptsächlich das Nord- und Westufer des Lauerzersees (Pläne: Präsentation Fachgruppensitzung). Dabei wurden 29 Libellenarten beobachtet, 3 Rote Liste Arten / Arten mit Nationaler Priorität (Lebensraum: Seeufer mit periodischen Wasserstandschwankungen), 1 geschützte Art (NHG). Wichtig: 2018 war extrem trocken und heiss, also nicht optimal für Libellen.

Heikle Zeitpunkte für die Entwicklung der meist gefährdeten Arten (Gebänderte Heidelibelle, Sumpf-Heidelibelle) sind die Zeiten der Larvalentwicklung. Während dieser Zeit dürfen die Gewässer (Gewässerbereiche) nicht austrocknen, bzw. müssen geflutet sein. Im Winter sollen diese Bereiche hingegen austrocknen (Konkurrenz anderer Arten), die Arten überwintern im Eistadium. Allgemein ist das Ausmass des Verlandungsbereichs wichtig, die Überflutung im Frühjahr/Sommer und das Austrocknen im Winter.

Zürich, 10. Dezember 2019, Daniela Keller

Resultate Feldaufnahmen 2018



Bericht VU UVB Lauerzersee

Pflichtenheft für UVB-Hauptuntersuchung

- **PH-FFL 8** *Kartierung der national prioritären Libellenarten*
- **PH-FFL 9** *Beurteilung der Auswirkungen auf die Libellen*



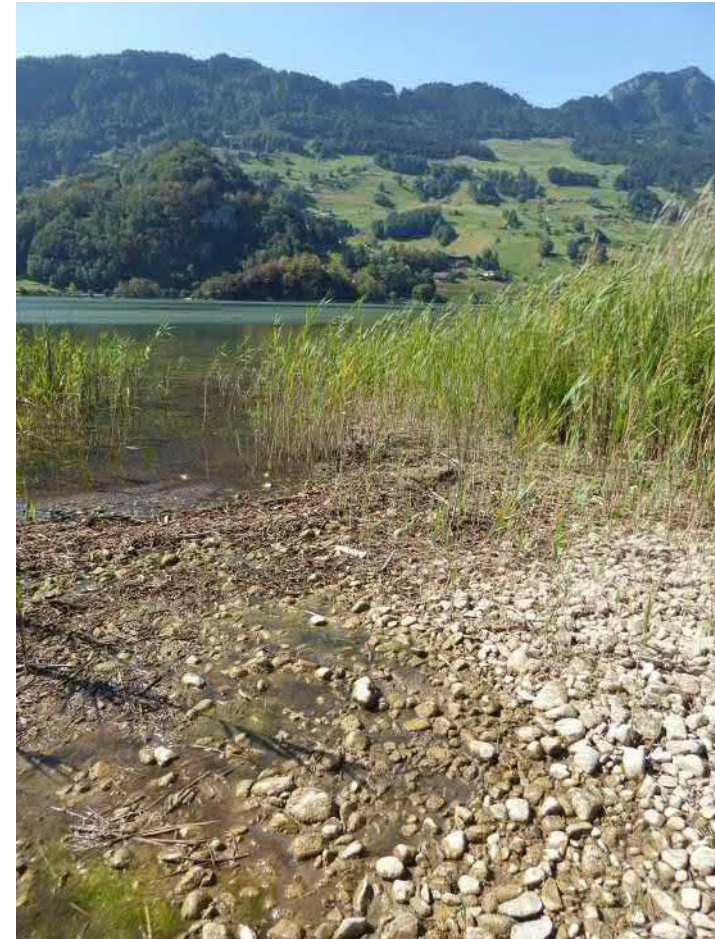
Besonderheiten 2018



15.6.18



12.7.18



9.8.18

Resultate Feldarbeiten

29 Arten

3 Rote Liste /
Nat. Priorität

1 Schutz (NHG)

Seeufer mit wenig
Vegetation (2)

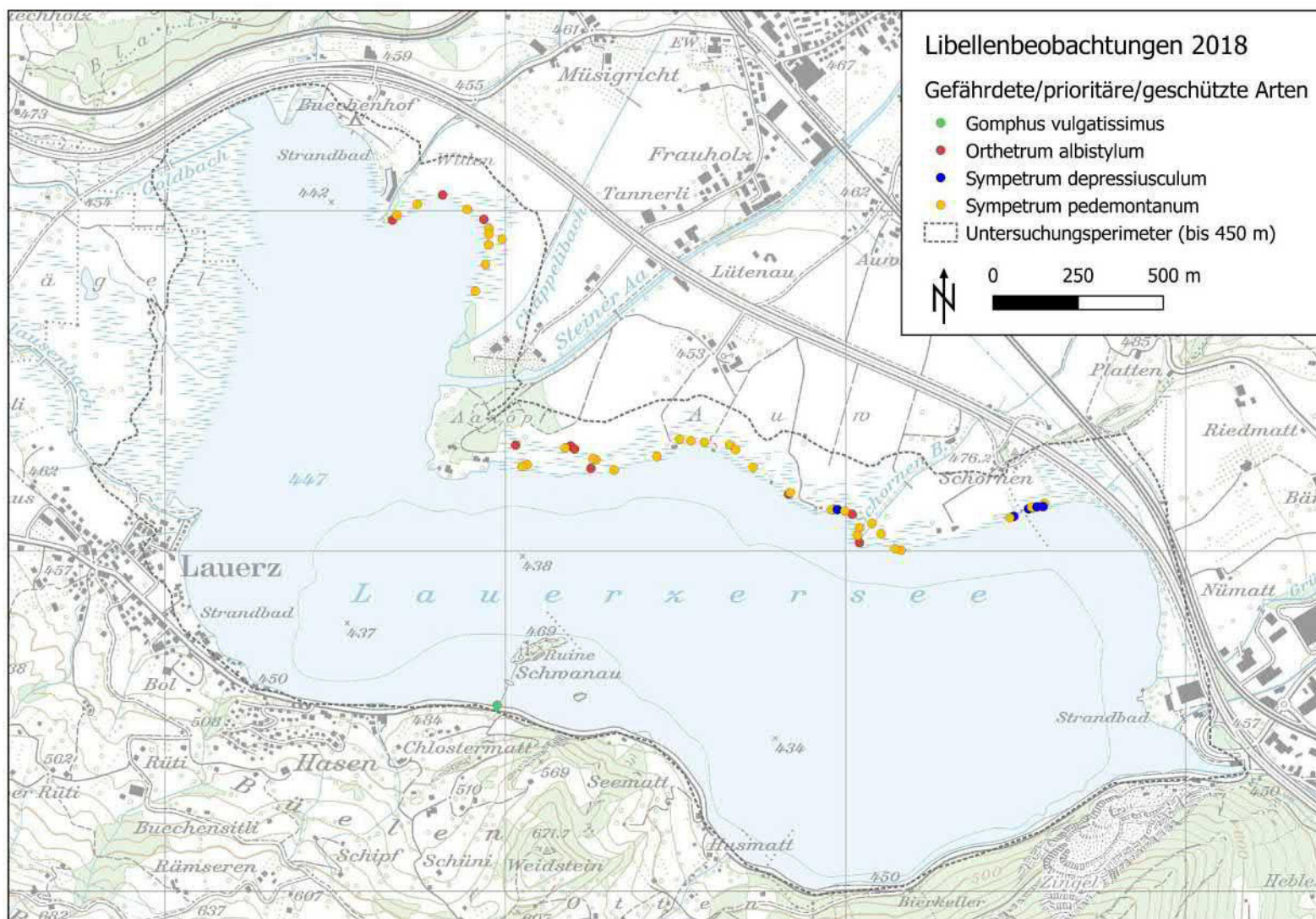
Schwimmblattzone (4)

Seeufer mit periodi-
schen Wasserstand-
schwankungen (3)

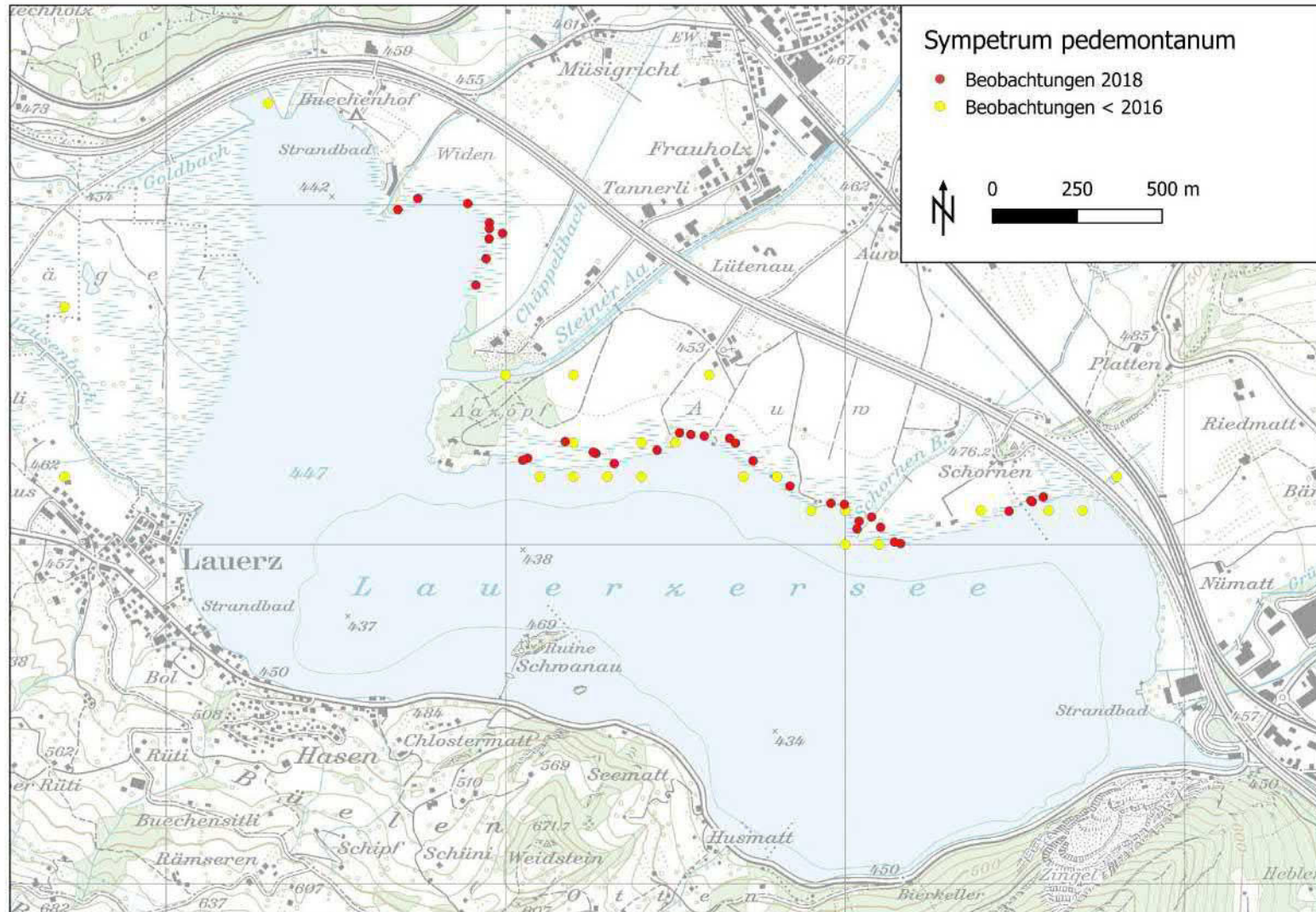
Flachmoore (5)

Art	RL	Nat Prio	Schutz	Lebensraum
<i>Aeshna cyanea</i>	LC	nicht prioritär		kleinere Gewässer aller Art
<i>Aeshna grandis</i>	LC	nicht prioritär		grössere Stehgewässer, auch langsam strömende Fliessgewässer
<i>Aeshna isoceles</i>	LC	nicht prioritär		Röhricht und Seggenvegetation
<i>Aeshna mixta</i>	LC	nicht prioritär		Röhricht und Seggenvegetation
<i>Anax imperator</i>	LC	nicht prioritär		Flachmoore
<i>Anax parthenope</i>	LC	nicht prioritär		Schwimmblattzone
<i>Calopteryx splendens</i>	LC	nicht prioritär		Bäche, Gräben, Kanäle
<i>Calopteryx virgo</i>	LC	nicht prioritär		Bäche, Gräben, Kanäle
<i>Coenagrion puella</i>	LC	nicht prioritär		Ubiquist
<i>Crocothemis erythraea</i>	LC	nicht prioritär		warme, flache Stehgewässer
<i>Enallagma cyathigerum</i>	LC	nicht prioritär		Schwimmblattzone
<i>Erythromma najas</i>	LC	nicht prioritär		Schwimmblattzone
<i>Erythromma viridulum</i>	LC	nicht prioritär		Schwimmblattzone
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	NT	nicht prioritär	ja	Seeufer mit wenig Vegetation
<i>Ischnura elegans</i>	LC	nicht prioritär		Ubiquist
<i>Libellula fulva</i>	LC	nicht prioritär		Flüsse, Seen, Kleine Stehgewässer
<i>Libellula quadrimaculata</i>	LC	nicht prioritär		Flachmoore
<i>Orthetrum albistylum</i>	EN	mittel		Seeufer mit periodischen Wasserstandschwankungen
<i>Orthetrum cancellatum</i>	LC	nicht prioritär		Seen, Weiher
<i>Orthetrum coerulescens</i>	NT	nicht prioritär		Moorgräben
<i>Platycnemis pennipes</i>	LC	nicht prioritär		Flüsse, Bäche, Kanäle, Seen, Kiesgruben
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	LC	nicht prioritär		Flachmoore
<i>Somatochlora metallica</i>	LC	nicht prioritär		Seeufer mit wenig Vegetation
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	VU	mittel	ja	Seeufer mit periodischen Wasserstandschwankungen
<i>Sympetrum meridionale</i>	NE	nicht prioritär		Wanderart
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	CR	hoch		Seeufer mit periodischen Wasserstandschwankungen
<i>Sympetrum sanguineum</i>	LC	nicht prioritär		Flachmoore
<i>Sympetrum striolatum</i>	LC	nicht prioritär		verschiedene wärmebegünstigte Gewässer
<i>Sympetrum vulgatum</i>	LC	nicht prioritär		verschiedene Gewässer

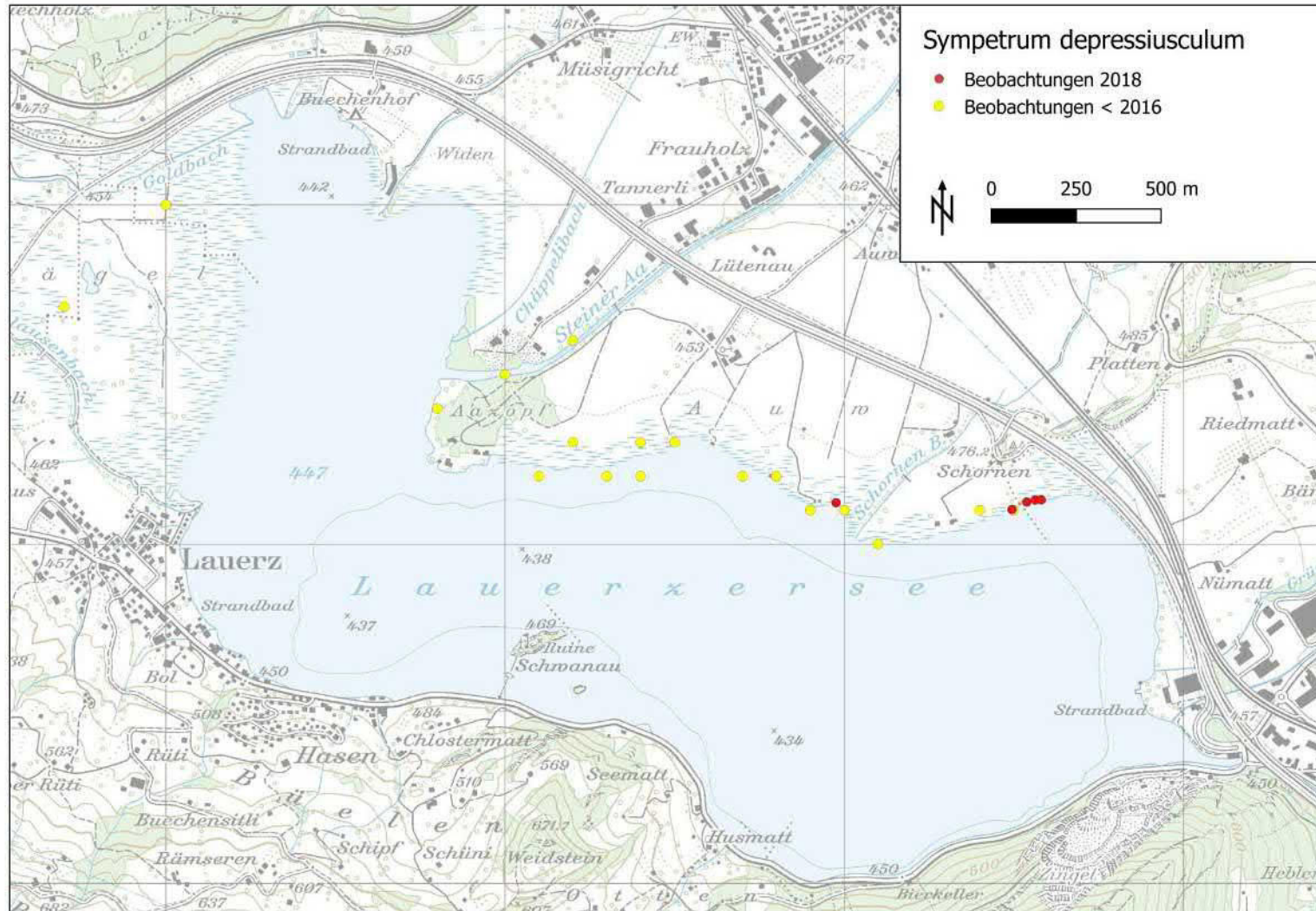
Funddaten gefährdete/prioritäre/geschützte Arten



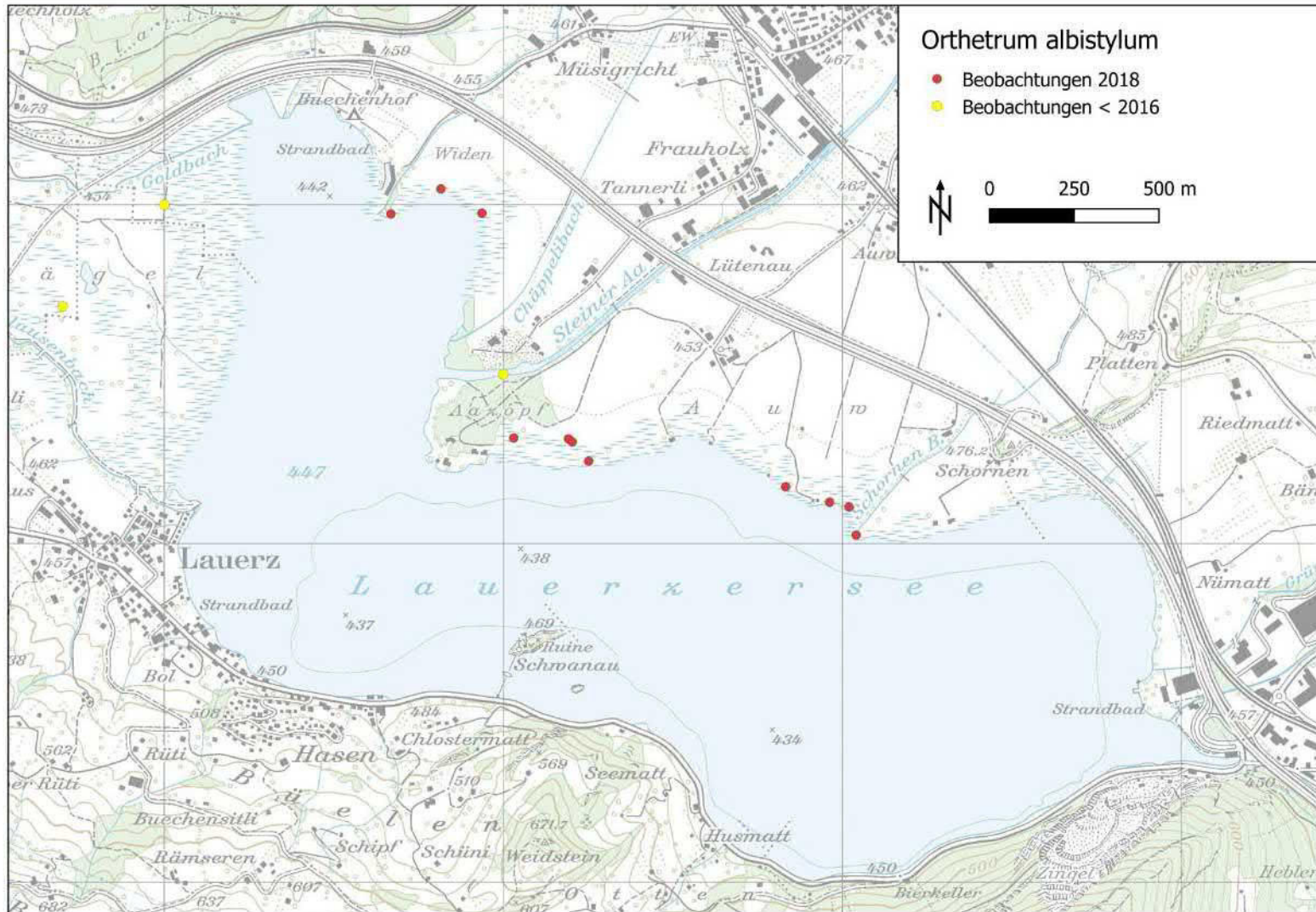
Funddaten Gebänderte Heidelibelle



Funddaten Sumpf-Heidelibelle



Funddaten Östlicher Blaupfeil



Ansprüche, heikle Zeitpunkte

Gebänderte Heidelibelle

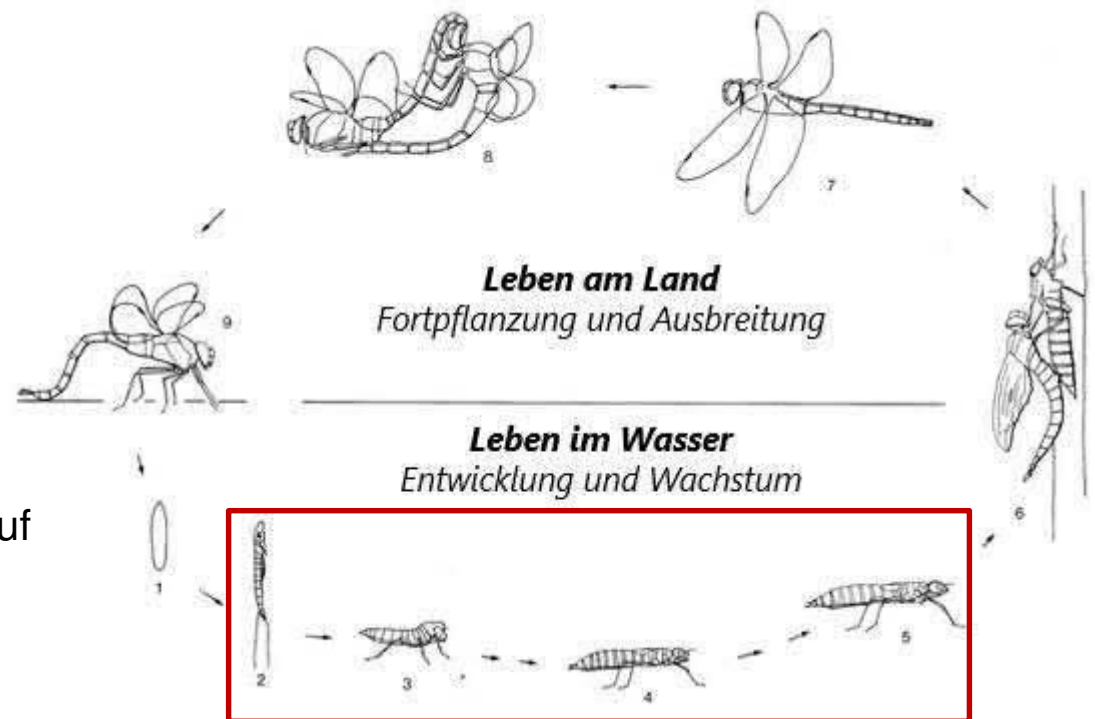
- Larven Mai-August (kein Austrocknen!)
- Larven im Schlamm, danach darüber
- Überwinterung im Eistadium (trocken- und Frost-resistent)

Sumpf-Heidelibelle

- Larven April-Juli (kein Austrocknen!)
- Larven am Boden, zwischen überfluteten Seggen, Binsen
- Überwinterung im Eistadium auf Boden (trocken-resistent)

Allgemeines

- Ausmass Verlandungsbereich (Verkleinerung Wassergrenze)
- Überflutung Frühjahr/Sommer



**ANHANG F AMPHIBIEN: ZUSATZUNTERSUCHUNGEN SEEUFERBE-
REICH 2019**

Amphibienuntersuchung Seeuferbereich 2019



Im Auftrag des Kantons Schwyz (Amt für Wasserbau und Amt für Natur, Jagd und Fischerei)

Autoren: Thomas Hertach (ZOOCANTA) und Beat von Wyl/Sarah Ettlín (UTAS)

Hedingen, Giswil, 26. Juni 2019

Ausgangslage

Das Umfeld des Lauerzersees ist seit geraumer Zeit für die Amphibienbestände als sehr bedeutend bekannt (z. B. Gut, 1970). Mit der Einführung der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung wurden zwei grossflächige Objekte ausgeschieden, deren Ziel in der ungeschmälernten Erhaltung von Qualität und Eignung für die Amphibien besteht (Art. 6 AlgV): **SZ 68, Sägel, Schutt, Lauerzersee** und **SZ 138, Aazopf** (Kartierung ca. 1990, Verordnung 2001). Die Objekte umfassen eine Vielzahl von Stillgewässern und reichen bis ans Seeufer. Artenlisten mit Bestandesangaben wurden von der Stiftung Lauerzersee in zwei aufwändigen Studien periodisch erhoben (Neumeyer, 1996; Borgula & Zuberbühler, 2007). Im Weiteren erschien eine Publikation über die Wirkung von spezifischen Aufwertungsmaßnahmen (Hertach, 2008). Aus methodischen Gründen wurden jedoch alle Studien bislang an den kleinen und grösseren Stillgewässern abseits des Lauerzersees durchgeführt. Die Seeufer selber wurden erstaunlicherweise noch nie auf Amphibienbestände systematisch untersucht, obwohl die ausgedehnten Schwimmblattgürtel und Röhrichtbestände sicher zu den natürlichsten in der Schweiz gehören. Im nördlichen Teil des Aazopfs (Steineraadelta) finden sich zudem einige grosse und sehr schwierig zugängliche Auengewässer, welche im Schwankungsbereich des Seespiegels liegen und auch über ein Untersuchungsdefizit verfügen.

Im Rahmen von Vorabklärungen zur Umweltverträglichkeit einer allfälligen Regulierung des Seespiegels bei Hochwasserereignissen haben das Amt für Wasserbau und das Amt für Natur, Jagd und Fischerei folgende Fragestellungen an die Auftragnehmer gerichtet:

- Welche Amphibienarten laichen mit hoher Wahrscheinlichkeit im Seeuferbereich des Lauerzersees?
- Können die Bestandesgrössen dieser Arten abgeschätzt werden? Wie ist die Bedeutung dieser Amphibienbestände im Vergleich mit den bekannten Lokalpopulationen in den Amphibien-Kerngebieten Schutt-Sägel-Lauerzersee und Aazopf zu gewichten?
- Kann abgeschätzt werden, welchen Einfluss eine Seeregulierung auf die vorhandenen seenahen Amphibienbestände ausüben könnte?

Methode

Mit herkömmlichen Methoden wie optischer Suche (inkl. Ausleuchten in der Nacht) oder Abhören von rufenden Tieren sind verlässliche Daten im unüberschaubaren und ausgedehnten Uferbereich des Lauerzersees kaum realisierbar. Zudem gibt es unter Umständen Arten, welche ein sehr verstecktes Leben führen und im Laichgewässer kaum aufzufinden sind. Bekannt dafür ist der Teichmolch, welcher am Neuenburgersee und neuestens am Sihlsee in sehr grossen Beständen gefunden werden konnte, wenn im Uferbereich mit Fangzäunen gearbeitet wird.

Die vorliegende Studie basiert deshalb in erster Linie auf Daten, welche mit eigens zu diesem Zweck aufgebauten Fangzäunen ermittelt wurden. Die Lage der Fangzäune wurde zuerst auf dem Luftbild entworfen und dann im Gelände verfeinert. Die Fangzäune sollten eine maximale Gesamtlänge aufweisen, welche von einer Einzelperson morgendlich innerhalb von zwei Stunden kontrollierbar bleibt. Die sieben festgelegten Zäune waren gesamthaft 300 m lang und mit 22 Fangeimern versehen (*Abb. 1*). Beim Aufbau wurde darauf geachtet, die Zäune mittels einer Furche leicht in den Boden zu versenken und die Kübel unmittelbar an oder über den Zaun hinaus zu versetzen. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass auch mobile Arten wie Molche die Konstruktion nicht über- oder unterklettern können und in die Kübel fallen. Die gewählten Zaunstrecken repräsentieren die vermutlich besten Wanderachsen aufgrund der potenziell vorhandenen Laichgebiete im See und der Landlebensräume in erreichbarer Distanz (Feldgehölze, Wald, Uferbestockungen, Hecken). Unmittelbar benach-

barte Stellen weisen wahrscheinlich vergleichbare Qualitäten auf, vielen anderen Uferabschnitten fehlt es aber primär an geeigneten Landlebensräumen, weshalb die Bestände sehr viel kleiner sein dürften oder Amphibien sogar ganz fehlen könnten. Die Lage der Zäune deckt aber auch möglichst viele, unterschiedliche Seeufersituationen ab: ausgedehnte Schilfgürtel, Schwimmblattvegetation, Auengewässer, Schlenken zwischen horstbildenden Seggen. Die Fangzahlen an den Zäunen wurden am Projektende aufgrund dieser genannten Qualitäten oder Defizite auf den gesamten Perimeter an Flachufern am Lauerzersee über ein einfaches Modell hochgerechnet.



Abb. 1: Fangzaun „Chlausenbach“ bei Projektstart (oben; vgl. auch „Aazopf West“ Titelseite). Detail mit eingrabener Plache und einem Fangeimer (unten).

Für die täglichen Kontrollen der Fangkübel wurde ein Freiwilligenteam aus 10 Personen organisiert, wobei 6 davon im Normalfall mindestens einmal wöchentlich im Einsatz standen. Die gefangenen Tiere wurden bestimmt und an geeigneter Stelle in Richtung See wieder ausgesetzt. Die Freiwilligen füllten ein Protokollblatt aus und fotografierten bemerkenswerte Funde. Bei Fadenmolch, Teichmolch und Kammolch war eine standardisierte Fotodokumentation Pflicht.

Die Daten an den Fangzäunen wurden ergänzt durch weitere Feldarbeiten, aufgrund der Zwischenergebnisse mit einer Konzentration auf den Aazopf. Dabei wurden in den Auengewässern nördlich der Steineräa und im Uferbereich südlich der Steineräa während einer Nacht je 25 Reusenfallen ausgelegt, um Molche in Wassertracht zu fangen und deren Laichgebiete eingrenzen zu können. Die beiden Gebiete wurden abends auch durch Ausleuchten und Keschern untersucht.

Ergebnisse

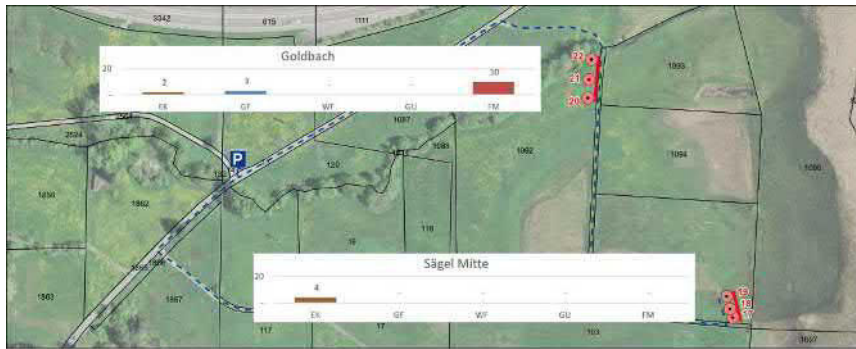
Fangergebnisse

Die sieben Zäune standen zwischen dem 28. Februar und dem 29. April 2019 während 61 Tagen im Einsatz. 350 Tiere aus fünf verschiedenen Amphibienarten konnten dabei in den Kübeln gezählt und bestimmt werden (vgl. *Tab. 1, Abb. 2*). Am häufigsten war der Grasfrosch (*Rana temporaria*) mit 140 Adulttieren, überraschenderweise gefolgt vom Fadenmolch (*Lissotriton helveticus*) mit 114 Individuen. An dritter Stelle folgte die Erdkröte (*Bufo bufo*) mit 76 Tieren, währenddem noch 18 Vertreter des Wasserfrosch-Komplexes (*Pelophylax* spp.) und 2 Gelbbauchunken (*Bombina variegata*) gefangen wurden.

Es fehlt etwas überraschend der Bergmolch (*Ichthyosaura alpestris*), auch Laubfrösche (*Hyla arborea*) des Ansiedlungsprojektes waren nie in den Kübeln, vielleicht weil sie als sehr gute Kletterer die Fangeinrichtungen überwinden konnten. Aus dem Schutt-Sägel wäre noch der Kammolch (*Triturus cristatus*) bekannt, er geht aber offensichtlich nicht in Seenähe und fehlt auch in den Auengewässern des Aazopfs.

Die Wanderung der Amphibien erreichte schon sehr früh ihren Höhepunkt (*Abb. 3*). Sie zog sich wellenartig aber über eine Zeit von zwei Monaten dahin und kleinere Spitzen folgten bis Mitte April. Der Fadenmolch wanderte im Schnitt noch zeitiger als Grasfrosch und Erdkröte.

Interessant ist die sehr ungleiche Verteilung der wandernden Individuen an den verschiedenen Zäunen (*Abb. 2*). Im Aazopf und ganz besonders am Zaun „Aazopf ost“ dominiert der Fadenmolch, der Grasfrosch ist selten. Am Goldbach ist die Situation abgeschwächt noch ähnlich, im Zentrum des Sägels wandern nur wenige Erdkröten, am Chlausenbach hingegen sehr viele Grasfrösche, ein bedeutender Bestand an Erdkröten, aber gar keine Fadenmolche.



Kanton Schwyz
 Pegelregulierung Lauerzersee
 Datenerhebung Amphibienbestände
 Plan West
 Massstab 1:2'000

Projekt

- Leitwerke
- Zählstellen
- Route
- Parkplatz

Auftraggeber: Amt für Wasserbau, Kanton Schwyz
 Projektnummer: 401
 Gezeichnet: OS
 Geprüft: bw
 0 40 80 Meter
 Giswil, 07. Mai 2019

UTAS AG
 Büro für Landschaft, Natur und Siedlung
 Brünigstr. 64, 6074 Giswil

ZOCANTA
 Thomas Herlach, Mühlenrainstr. 8, 8908 Heedingen



Kanton Schwyz
 Pegelregulierung Lauerzersee
 Datenerhebung Amphibienbestände
 Plan Ost
 Massstab 1:2'000

Projekt

- Leitwerke
- Zählstellen
- Route
- Parkplatz

Auftraggeber: Amt für Wasserbau, Kanton Schwyz
 Projektnummer: 401
 Gezeichnet: OS
 Geprüft: bw
 0 50 100 Meter
 Giswil, 7. Mai 2019

UTAS AG
 Büro für Landschaft, Natur und Siedlung
 Brünigstr. 64, 6074 Giswil

ZOCANTA
 Thomas Herlach, Mühlenrainstr. 8, 8908 Heedingen

Abb. 2: Lage der Fangzaunstrecken und Anzahl gefangener Tiere. EK = Erdkröte, GF = Grasfrosch, WF = Wasserfrosch-Komplex, GU = Gelbbauchunke und FM = Fadenmolch.

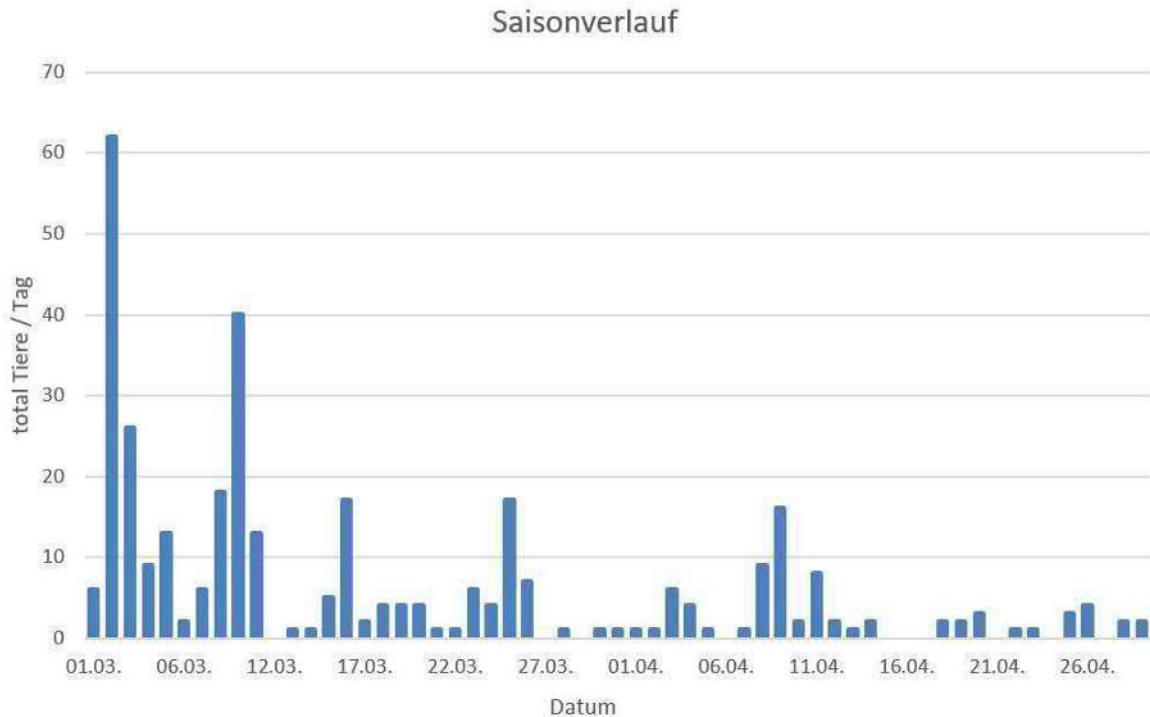


Abb. 3: Fangzahlen aller sieben Zäune im Saisonverlauf.

Heikle Artbestimmungen

Gleich zwei Taxa ergaben Bestimmungsprobleme, was doch ziemlich ungewöhnlich ist und einigen Mehraufwand verursachte. Molche in den Fangkübeln waren oft für **Fadenmolche** ungewöhnlich stark am Bauch gepunktet auf grossflächig orangem Untergrund und mit gelber Kehle, was sie vom Habitus her in die Nähe von Teichmolchen gebracht hätte (*Abb. 4*). Die Kehle wies hingegen kaum Flecken auf, Hinterfussballen waren soweit überprüft und erkennbar heller als der Fuss. Die knapp 20 anschliessend in Wassertracht gefangenen Tiere zeigten aber durchs Band typische Fadenmolchmerkmale. Wir gehen heute davon aus, dass keine Teichmolche am Lauerzersee vorkommen, obwohl weitere Gewissheit erst mit der genetischen Analyse von Gewebeproben vorhanden sein wird (Teichmolchprojekt der ZHAW Wädenswil, geplante Frist Ende 2019).

Bei den nächtlichen Begehungen fiel auf, dass zumindest einige **Pelophylax**-Individuen in den beweideten Gewässern des Aazopfs nahe der Firma Auf der Maur AG den Ruf von eingeschleppten, invasiven Seefröschen (*Pelophylax ridibundus* s. l.) zeigen. Eine Nachkontrolle am Tag bestätigte den Befund. Unklar ist, wie das Verhältnis von Seefröschen zu Teich-/Wasserfröschen an den Zäunen und in den Gewässern des Aazopfs tatsächlich steht. Der Gesamtbestand dieser im Wasserfrosch-Komplex zusammengefassten Gruppe wird im Aazopf bei 50 bis 70 Tieren liegen, zur Hälfte Subadulte, welche morphologisch nur schwer bestimmt werden können. Die Thematik ist anspruchsvoll, weil man seit kurzem weiss, dass nicht nur der Seefrosch aus mehreren eingeschleppten Arten besteht, sondern auch Teich-/Wasserfrösche in der Schweiz nur noch selten das ursprüngliche, typische Genom zeigen, sondern jenes von Geschwisterarten (vor allem *P. bergeri* aus Italien). Arten des Wasserfrosch-Komplexes sind deshalb insgesamt nur noch bedingt schützenswert. Die KARCH-Zentrale empfiehlt nach wie vor, Seefrösche als starke Prädatoren zu eliminieren, ganz besonders in einem Raum wie dem Tiefland zwischen Goldau und Brunnen, wo eine erneute Einwanderung aufgrund der topographischen Verhältnisse ohne Aussetzungen sehr unwahrscheinlich ist. Eine Kartierung des Ausmasses der Invasion muss aber vorerst Auskunft über die Erfolgchancen vermitteln.



Abb. 4: *Untypisch gefärbte Fadenmolch-Weibchen auf der Wanderung (links und Titelblatt; Punktierung, orange Färbung inkl. Kehle); sehr typisches Männchen in der Wassertracht, gefangen im potenziellen Laichgewässer (rechts; „Schwimmhäute“ an den Hinterbeinen, fadenartige Schwanzspitze, nahezu punktlose, gelblich bis hautfarbene Zeichnung).*

Laichgebiete

Als Laichgebiet für die auf der Wanderung Richtung See festgestellten Tiere kommt im Sägel primär der breit ausgedehnte Schilfgürtel und Übergang zur Schwimmblattvegetation in Frage. Im Aazopf ist die Situation etwas komplexer. Ein kleiner Teil besiedelt die ausgedehnten Auengewässer im Wald, welche stark vom Seespiegel abhängen und teils auch sehr rasch überflutet werden. Südlich der Steineräa ist die Situation ähnlich wie im Sägel. Fadenmolche nutzen allerdings mit grosser Wahrscheinlichkeit zum See führende Entwässerungsgräben und Schlenken zwischen Seggenhorsten (Abb. 5). Mehr Informationen zur Lage von möglichen Laichgebieten können dem Anhang 3 entnommen werden, wo die Ergebnisse des Ausleuchtens und der Molchfallen dargestellt sind.

Hochrechnung der Bestände

Werden die Fänge jeder Zaunstrecke mit einem individuellen Faktor multipliziert, erhält man die potenziell in den Flachwasserzonen des Lauerzersee laichenden Amphibienbestände. Der Faktor entstand aus einer Abschätzung der in unmittelbarer Nachbarschaft zum Zaun minimalen Strecke mit etwa ähnlichen Qualitäten an Land- und Laichlebensräumen (siehe Details im Anhang 2). Ausserhalb von Sägel (ca. Mündungsgebiet Chlausenbach bis Mündungsgebiet Goldbach) und Aazopf (Wäldchen nördlich Chäppelibach bis West-Ostkoordinate 688'200) ist aufgrund schwach ausgeprägter Landlebensräume die Wanderaktivität in diesem stark vereinfachenden Modell auf null gesetzt worden.

Gemäss Modell wandern minimal folgende Individuenzahlen an die Flachufer des Lauerzersees (gerundet und in absteigender Reihenfolge): 400 Fadenmolche, 300 Grasfrösche, 200 Erdkröten, 40 Vertreter des Wasserfrosch-Komplexes und 5 Gelbbauchunken. Nimmt man die Bestände landseitig der Fangzäune im nördlichen Aazopf bei der Auf der Maur AG hinzu, erhöht sich vor allem der Bestand an *Pelophylax*-Individuen auf 100, an Gelbbauchunken auf 20 und kommen noch 20 Laubfrösche hinzu. Der gesamte Amphibienbestand, der sich am Lauerzersee im jährlichen Schwankungsbereich des Seespiegels fortpflanzt, dürfte gut 1000 Tiere umfassen.



Abb. 5: Schlenken zwischen Seggenhorsten (*Carex elata*) als Laichgewässer des Fadenmolchs am Seeufer südlich des Aazopfs.

Diskussion

Wert der Bestände

Mit sechs Arten, drei davon in bedeutenden Beständen, konnte ein Grossteil der von den nationalen Amphibienlaichgebieten Aazopf und Sägel-Schutt-Lauerzersee bekannten Arten auch am Seeufer festgestellt werden. Fadenmolch und Erdkröte sind gemäss Roter Liste verletzlich (VU; Schmidt & Zumbach, 2005), die Gelbbauchunke und der Laubfrosch sogar stark gefährdet (EN), die Individuen des Wasserfrosch-Komplexes halten wir nur für bedingt schützenswert (in der Roten Liste werden sie noch als NT, potenziell gefährdet, geführt).

Gemäss den Kriterien von Grossenbacher (1988) können Amphibienbestände vier Grössenklassen zugeordnet werden (Tab. 1). Interessant ist dabei auch der Vergleich der vermuteten Amphibienbestände am Seeufer gemäss Hochrechnung im Verhältnis mit den bekannten Populationsstärken im Landesinnern von Sägel, Schutt und Aazopf (Borgula & Zuberbühler, 2007). Herausragend ist sicherlich der Fadenmolchbestand im Seeuferbereich. Dieser war bis anhin völlig unbekannt, ja selbst im Aazopf Kerngebiet bei der Auf der Maur AG waren zuvor noch gar nie Molche nachgewiesen worden (IANB-Inventar, 1990; Neumeyer, 1995; Borgula & Zuberbühler, 2007). Die Seeuferpopulation ist mit rund 400 Tieren sehr gross, mindestens 6 Mal grösser als die bekannten Bestände im Sägel-Schutt. Als sehr gross gilt auch die Grasfroschpopulation, wobei hier der Seeuferbestand nur geschätzte 16 % der vorhandenen Gesamtpopulation ausmacht. Viel bedeutender ist der Anteil an Seelaichern bei der

Erdkröte, fast die Hälfte der Tiere scheint sich in diesem Habitat fortzupflanzen. Geringe Bedeutung scheint das Seeufer für die Unke zu besitzen, die zwei in den Kübeln gefangenen Tiere waren eher auf ungerichteter Wanderschaft als auf dem Weg zum Laichhabitat. Immerhin zeigt der Fund südlich der Steineraa in einer anderen Landschaftskammer einmal mehr, dass die Art auf der Suche nach geeigneten Fortpflanzungsgewässern weitere Strecken wandert und eine schrittweise Vernetzung Richtung Steinbruch Zingel nicht unrealistisch ist. Für den im Rahmen eines Projektes wieder angesiedelten Laubfrosch kann keine abschliessende Aussage zur Wichtigkeit der Seeufer formuliert werden. Keine Bedeutung haben seenahe Strukturen für Bergmolch und Kammolch. Weil der Bergmolch sonst in der Zentralschweiz den mit Abstand dominantesten Schwanzlurch darstellt, entspricht das totale Fehlen nicht der Erwartung. Der ansonsten subdominante Fadenmolch besetzt die freie ökologische Nische hingegen sehr erfolgreich. In den Auengewässern des Aazopfes hätte auch auf ein bislang übersehenes Vorkommen des Kammolchs gehofft werden dürfen. Diese Gewässer sind aber – wie schon bei Borgula & Zuberbühler (2007) festgestellt – sehr amphibienarm. Betrachtet man die Bestandesgrössen am Seeufer isoliert, bekäme auch dieser Teil der IANB-Objekte Aazopf und Schutt-Sägel-Lauerzersee für sich nationale Bedeutung. Gemäss der offiziellen Berechnungsweise (Pellet et al., 2012) würden 19 bis 35 Punkte erreicht, je nachdem ob kleine Bestände von Gelbbauchunke und Laubfrosch mit in die Berechnung einfließen. Der Schwellenwert für die Region liegt bei 11 Punkten.

Tab. 1: Bestandesgrössen der einzelnen Arten im Seeuferbereich, Vergleich mit dem Landesinnern (2. Spalte = Erhebung 2019, 3./5. Spalte = Modell 2019, 4. Spalte = Literatur).

Art	Gefangene Tiere an den Zäunen	Hochrechnung Fortpflanzung am Seeufer	Schutt-Sägel und Aazopf (Auf der Maur), 2007 ¹	Verhältnis Seeuferlaicher : Inlandlaicher	Bestandesgrösse Seeuferlaicher ⁵	Bestandesgrösse Seeuferlaicher und Aazopf (=vom See-spiegel beeinflusst) ⁵
Bergmolch	0	0	43	0.00	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Fadenmolch	114	389	59	6.59	Sehr gross	Sehr gross
Kammolch	0	0	57	0.00	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden
Gelbbauchunke	2	6	83	0.07	Klein (oder nicht vorhanden)	Mittel
Laubfrosch	0	0	70 ²	0.00	Wohl nicht vorhanden	Mittel
Erdkröte	76	209	220 ³	0.95	Gross	Gross
Wasserfrosch-Komplex ⁴	18	39	88	0.44	Mittel	Gross
Grasfrosch	140	283	1433	0.20	Sehr gross	Sehr gross

¹ Daten aus Borgula & Zuberbühler (2007).

² Erst nach 2007 ausgesetzt, Vergleichsdaten abgeschätzt aus Jahresberichten von T. Galliker.

³ Bestandesschätzung fehlt bei Borgula & Zuberbühler (2007), Vergleichsdaten aus Neumeyer (1995).

⁴ Als Wasserfrosch-Komplex sind hier alle Arten der Gattung *Pelophylax* zusammengefasst, also Seefroscharten und Teichfrosch-/Wasserfroscharten.

⁵ Vier Kategorien nach Grossebacher (1988): klein, mittel, gross, sehr gross. Weil die Kategorieneinteilung auf Sicht- oder Hörbeobachtungen ausgelegt ist und nicht auf Ergebnisse von Fangzäunen, wurde im Grenzfall die tiefere Kategorie ausgewählt.

Szenarien bei einer Seeregulation

Die im vorangehenden Kapitel diskutierten Aspekte belegen, dass die Gruppe der Amphibien bei der Beurteilung einer Umweltverträglichkeit von regulierenden Massnahmen des Seespiegels bei Hochwassern eine wichtige Rolle spielen muss. Gleichzeitig ermöglichen die bisherigen Untersuchungen keine abschliessenden Aussagen, weil die Szenarien der denkbaren Regulierung noch nicht klar definiert sind und die Auswirkungen mit Blick auf hydrologisch unterschiedliche Jahre fehlen. Wir gehen bei dieser ersten Grobeinschätzung möglicher Auswirkungen davon aus, dass die Kote mit einem wesentlichen Schadenspotential von 448.40 m über einen Steuerungsmechanismus nicht mehr erreicht werden sollte, was in etwa dem Ausbleiben eines drei- bis vierjährigen Überschwemmungsereignisses entspricht. Ohne weitere Zufuhr von Wasser sinkt der Seespiegel natürlicherweise relativ rasch und innerhalb von wenigen Tagen wieder auf den Normalpegel zurück. Solche Ereignisse kommen statistisch betrachtet eher im Frühling und Frühsommer als in anderen Jahreszeiten zustande, also während der relevanten Laichperiode der Amphibien (mündl. Mitteilungen Marcel Budry, AWB).

Adulte Amphibien sind sehr mobil, sie können innerhalb von wenigen Stunden (z. B. einer Nacht) auf einen Anstieg oder Sunk des Seespiegels mit aktivem Wanderverhalten reagieren. Ein variabler Seespiegels bewirkt grundsätzlich eine Dynamik in der Charakteristik und Ausdehnung von möglichen Laichgewässern. Ein Anstieg des Seespiegels erzeugt Temporärgewässer in den Überschwemmungsflächen. Der Mangel an Temporärgewässern wird als einer der Hauptgründe für den starken Rückgang der Amphibien und insbesondere seltener Arten in der Schweiz betrachtet (Schmidt & Zumbach, 2005). An zweiter Stelle der Massnahmen zum Schutz der Amphibien werden in dieser Roten Liste genannt (S. 40): „Bei Hochwassermassnahmen und Renaturierungsprojekten sind die natürliche Wasserkraft und die vorhandenen Wasserstandsschwankungen vermehrt zur Ausbildung von temporär überfluteten Flächen zu nutzen.“

Sind temporäre Überschwemmungsflächen stark mit dem Seekörper verbunden, locken sie auch Prädatoren wie Fische an und weisen eine suboptimale, eher kühle Temperatur auf. Sind sie allerdings vom Seewasser mehrheitlich getrennt, entsteht eine Pioniersituation mit sich stark erwärmendem Wasser, welche für gefährdete Arten sehr wertvoll sein kann. Unke und Laubfrosch dürften von solchen Gewässern als zusätzliches Habitat profitieren. Entscheidend ist jedoch, wie lange sich solche Flutgewässer halten können. Selbst bei den beiden genannten Arten dauert die Larvalentwicklung ein bis zwei Monate. Trocknet das Gewässer vorher aus, bestehen kaum Überlebenschancen. Günstig könnte eine kaum planbare Mischform zwischen den oben beschriebenen Extremen sein: Eine schwache Bindung zum See verhindert das Einwandern von Prädatoren, junge Kaulquappen können sich mehrheitlich geschützt bis zu einer kompetitiveren Grösse entwickeln und dann in einer langsamen Sunk-Phase des Seespiegels horizontal ans Seeufer mitwandern und ihre Entwicklung dort vollenden. Im Amphibienmonitoring zum Reusswehr (Luzern) konnte aufgezeigt werden, dass alle paar Jahre auftretende Hochwasser einen eigentlichen Entwicklungsschub auslösen können, da die Fläche temporär geeigneter Laichplätze stark ansteigt (uwe Kanton Luzern, 2016). Ob der Lauerzersee für eine ähnliche Dynamik bei den Amphibienbeständen generell und bei welchen Arten im speziellen geeignet ist, könnte nur eine vertiefte, möglicherweise mehrjährige Untersuchung aufzeigen.

Fazit

Im Einflussbereich der Seespiegelschwankungen und im See selber laichen bedeutende Amphibienbestände von mindestens vier, möglicherweise bis sechs Arten. Für den Fadenmolch kann man von der wohl grössten Teilpopulation im Kanton Schwyz ausgehen. Ein Vorkommen, das bislang unbekannt war.

Durch eine Seeregulierung nimmt die Dynamik von temporären Gewässern tendenziell ab. Inwiefern davon Amphibienbestände ernsthaft tangiert werden, hängt von vielen Detailfaktoren ab, welche aus heutiger Sicht nicht abschliessend beurteilt werden können.

Dank

Die Autoren möchten folgenden Personen für ihre wertvolle Unterstützung des Projektes danken:

- Dem Freiwilligenteam, welches für wenig Entgelt mit den täglichen Kontrollen die Studie massgeblich getragen hat: Edi Ramp (Montag), Thaddeus Galliker (Dienstag), Sam Keller und Joy Reding (Mittwoch), Pius Kühne (Donnerstag und Freitag), Martin Hess (Samstag), Seraina Hutter (Sonntag) und die Ersatzpersonen Elisabeth Camenzind, Christian Kunz und Peter Roduner.
- Den Personen, welche den Auf- und Abbau der Leitwerke durchgeführt haben, namentlich Truttmann Gartenbau, Steinerberg, Josef Ulrich, Schwyz, einzelnen Personen aus dem Freiwilligenteam sowie Hanspeter Eiholzer und Raphael Schnüriger.
- Den Grundeigentümern und Pächtern für ihr wohlwollendes Dulden der Zauninfrastruktur und des täglichen Zugangs.

Literaturverzeichnis

- Borgula, A., Zuberbühler, N. 2007. Bestandeskontrolle Amphibien in ausgewählten Amphibienlaichgebieten im Schwyzer Talkessel. Im Auftrag der Stiftung Lauerzersee (unveröffentlicht).
- Dufresnes, C., Denoël, M., di Santo, L., Dubey, S. 2017. Multiple uprising invasions of *Pelophylax* water frogs, potentially inducing a new hybridogenetic complex. *Scientific Reports* 7, 6506.
- Grossenbacher, K. 1988. Verbreitungsatlas der Amphibien der Schweiz. *Documenta Faunistica Helvetica* 7, 207 S.
- Gut, R. 1970. Die Lurche im „Segel“. Semesterarbeit am Lehrerseminar Rickenbach (SZ). 36 S. (unveröffentlicht).
- Hertach, T. 2008. Amphibienförderung Schutt-Sägel-Lauerzersee in den vergangenen zehn Jahren. *Berichte der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft* 15: 50-57.
- Neumeyer, R. 1996. Die Amphibien und Reptilien des Schutzgebietes Lauerzersee, Bestandesaufnahme und Schutzkonzept. Im Auftrag der Stiftung Lauerzersee. 89 S. (unveröffentlicht).
- Pellet, J., Borgula, A., Ryser, J., Zumbach, S. 2012. Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung - Bewertung der Laichgebiete und Definition der Schwellenwerte. Bundesamt für Umwelt, 12 S.
- Schmidt, B., Zumbach, S. 2005. Amphibien Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz. BUWAL und KARCH, Bern, 48 S.
- uwe Kanton Luzern. 2016. Regulierung Vierwaldstättersee Reusswehranlage in Luzern, Umweltmonitoring, Schlussbericht 2009 - 2015. 102 S. und Anhang.

Anhänge

- A. Rohdaten der Fänge an den Zäunen.
- B. Modell für die Hochrechnung der Fangdaten an den Zäunen auf den gesamten Flachwasserbereich am Lauerzersee: Berechnung und Visualisierung
- C. Ergebnisse aus den zusätzlichen Begehungen durch nächtliches Leuchten und Auslegen von Molchfallen.

Rohdaten Fangergebnisse Zaunstrecken

	Ek _m - ♂	Ek _w ♀	EK total	GF _m ♂	GF _w ♀	GF total	WF M+W	GU M+W	BM M+W	FM M+W	KM M+W	Total alle Arten -
insgesamt	50	26	76	85	55	140	18	2	-	114	-	350
L1		2	4	6	-	-	-		1	-	13	-
L2		1	-	1	1	-	1	-	-	-	43	-
L3		2	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-
Aazopf Ost	5	4	9	1	-	1	-	1	-	68	-	79
L4		-	-	2	1	3	1	-	-	-	3	-
L5		1	-	1	1	1	2	-	-	-	1	-
L6		1	-	1	1	-	1	-	-	-	3	-
Aazopf West	2	-	2	4	2	6	1	-	-	7	-	16
L7		3	-	3	3	1	4	6	1	-	6	-
L8		-	-	1	-	-	1	2	-	-	5	-
auf der Maur Lichtung	3	-	3	4	1	5	8	1	-	11	-	28
L9		1	-	1	4	6	10	2	-	-	17	-
L10		1	2	3	2	-	2	1	-	-	1	-
auf der Maur Wiese	2	2	4	6	6	12	3	-	-	18	-	37
L11		1	-	1	4	3	7	-	-	-	-	-
L12		2	2	4	3	3	6	-	-	-	-	-
L13		-	2	2	10	11	21	2	-	-	-	-
L14		10	4	14	8	3	11	2	-	-	-	-
L15		15	3	18	28	13	41	2	-	-	-	-
L16		8	5	13	15	12	27	-	-	-	-	-
Chlausenbach	36	16	52	68	45	113	6	-	-	-	-	171
L17		1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
L18		1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
L19		-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sägel Mitte	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
L20		-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-
L21		-	1	1	1	-	1	-	-	-	9	-
L22		-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-
Goldbach	-	2	2	2	1	3	-	-	-	10	-	15

Hochrechnung Bestandesgrößen Modell

Tatsächlich gefangene Tiere

	EK total	GF total	WF M+W	GU M+W	FM total	Total alle Arten
insgesamt	76	140	18	2	114	350
L1	6	-	-	1	13	-
L2	1	1	-	-	43	-
L3	2	-	-	-	12	-
Aazopf Ost	9	1	-	1	68	79
L4	-	3	1	-	3	-
L5	1	2	-	-	1	-
L6	1	1	-	-	3	-
Aazopf West	2	6	1	-	7	16
L7	3	4	6	1	6	-
L8	-	1	2	-	5	-
auf der Maur Lichtung	3	5	8	1	11	28
L9	1	10	2	-	17	-
L10	3	2	1	-	1	-
auf der Maur Wiese	4	12	3	-	18	37
L11	1	7	-	-	-	-
L12	4	6	-	-	-	-
L13	2	21	2	-	-	-
L14	14	11	2	-	-	-
L15	18	41	2	-	-	-
L16	13	27	-	-	-	-
Chlausenbach	52	113	6	-	-	171
L17	1	-	-	-	-	-
L18	2	-	-	-	-	-
L19	1	-	-	-	-	-
Sägel Mitte	4	-	-	-	-	4
L20	-	2	-	-	-	-
L21	1	1	-	-	9	-
L22	1	-	-	-	1	-
Goldbach	2	3	-	-	10	15

Potenziell wandernde Tiere nahe am Zaun

Hochrechnungsfaktor	EK total	GF total	WF M+W	GU M+W	FM total	Total alle Arten
	133	143	21	4	275	576
3.0	18	-	-	3	39	-
3.0	3	3	-	-	129	-
3.0	6	-	-	-	36	-
	27	3	-	3	204	237
2.0	-	6	2	-	6	-
2.0	2	4	-	-	2	-
2.0	2	2	-	-	6	-
	4	12	2	-	14	32
1.0	3	4	6	1	6	-
1.0	-	1	2	-	5	-
	3	5	8	1	11	28
2.0	2	20	4	-	34	-
2.0	6	4	2	-	2	-
	8	24	6	-	36	74
0.5	1	4	-	-	-	-
0.5	2	3	-	-	-	-
0.5	1	11	1	-	-	-
1.0	14	11	2	-	-	-
1.0	18	41	2	-	-	-
1.0	13	27	-	-	-	-
	49	96	5	-	-	150
10.0	10	-	-	-	-	-
10.0	20	-	-	-	-	-
10.0	10	-	-	-	-	-
	40	-	-	-	-	40
1.0	-	2	-	-	-	-
1.0	1	1	-	-	9	-
1.0	1	-	-	-	1	-
	2	3	-	-	10	15

Potenziell wandernde Tiere total

EK total	GF total	WF M+W	GU M+W	FM total	Total alle Arten
209	283	39	6	389	926
36	4	-	4	272	316
6	18	3	-	21	48
6	10	16	2	22	56
12	36	9	-	54	111
101	209	11	-	-	321
44	-	-	-	-	44
4	6	-	-	20	30

Folgende Annahmen wurden für die Hochrechnung der nachgewiesenen Bestände auf alle Flachwasserzonen am Lauerzersee getroffen:

1. Ausserhalb von Sägel (ca. Mündungsgebiet Chlausenbach bis Mündungsgebiet Goldbach) und Aazopf (Wäldchen nördlich Chäppelbach bis West-Ostkoordinate 688'200) ist aufgrund schwach ausgeprägter Landlebensräume die Wanderaktivität auf null gesetzt worden.
2. Im verbleibenden Perimeter wurde jede Zaunlänge multipliziert mit der Länge, welche in unmittelbarer Nachbarschaft etwa ähnliche Qualitäten an Land- und Laichlebensräumen bietet (vgl. Plan).

Beispiel1: Der Zaun im Aazopf Ost war etwa 50 m lang. Es kann davon ausgegangen werden, dass der ganze Wald als Landlebensraum dient und auf der gesamten Waldrandlänge in etwa ähnlicher Dichte von Amphibien verlassen wird. Die durch den Zaun nicht abgedeckte Waldrandlänge ist etwa dreimal so lang, wie die mit dem Zaun abgedeckte. -> Hochrechnungsfaktor 3

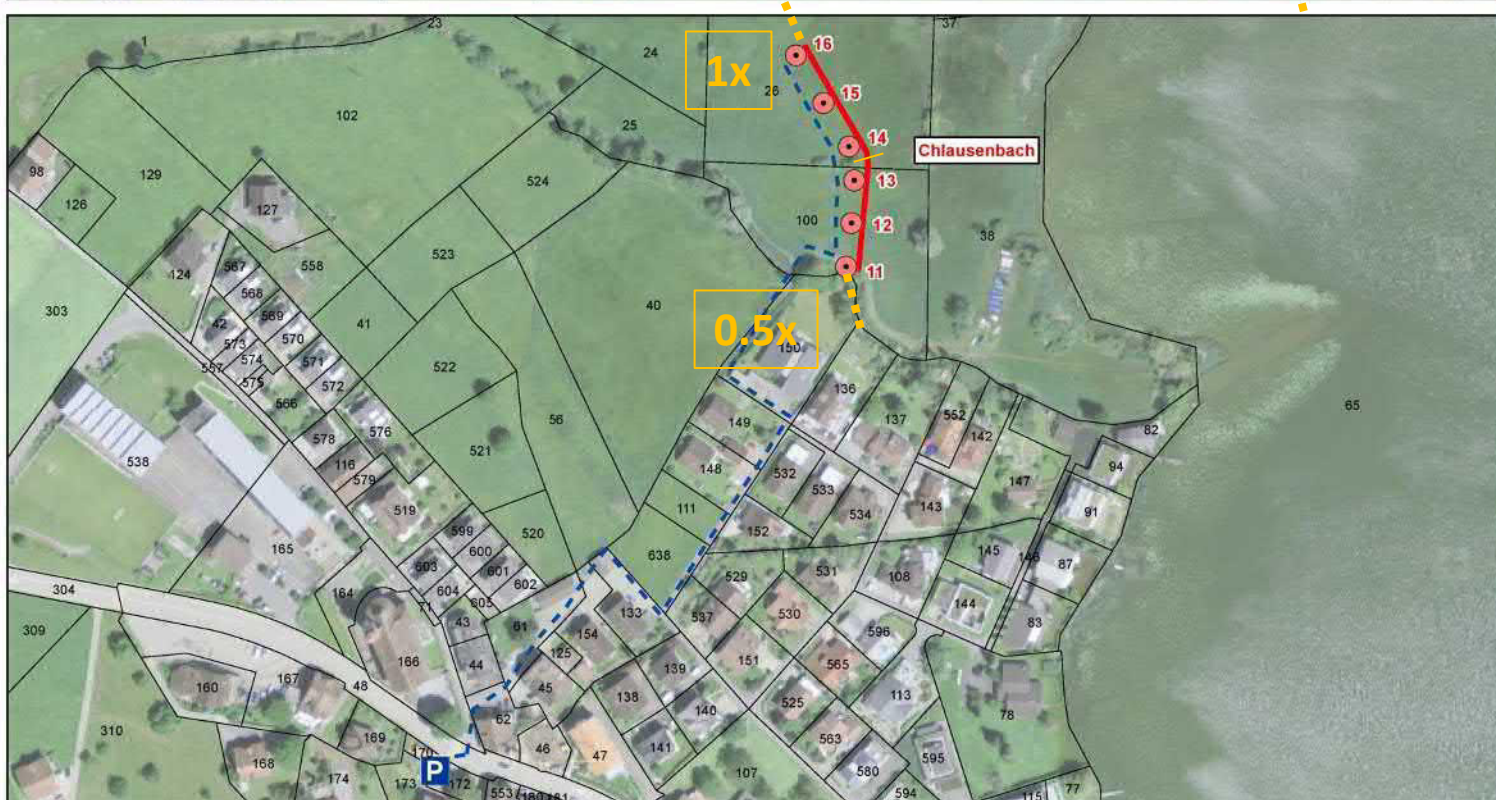
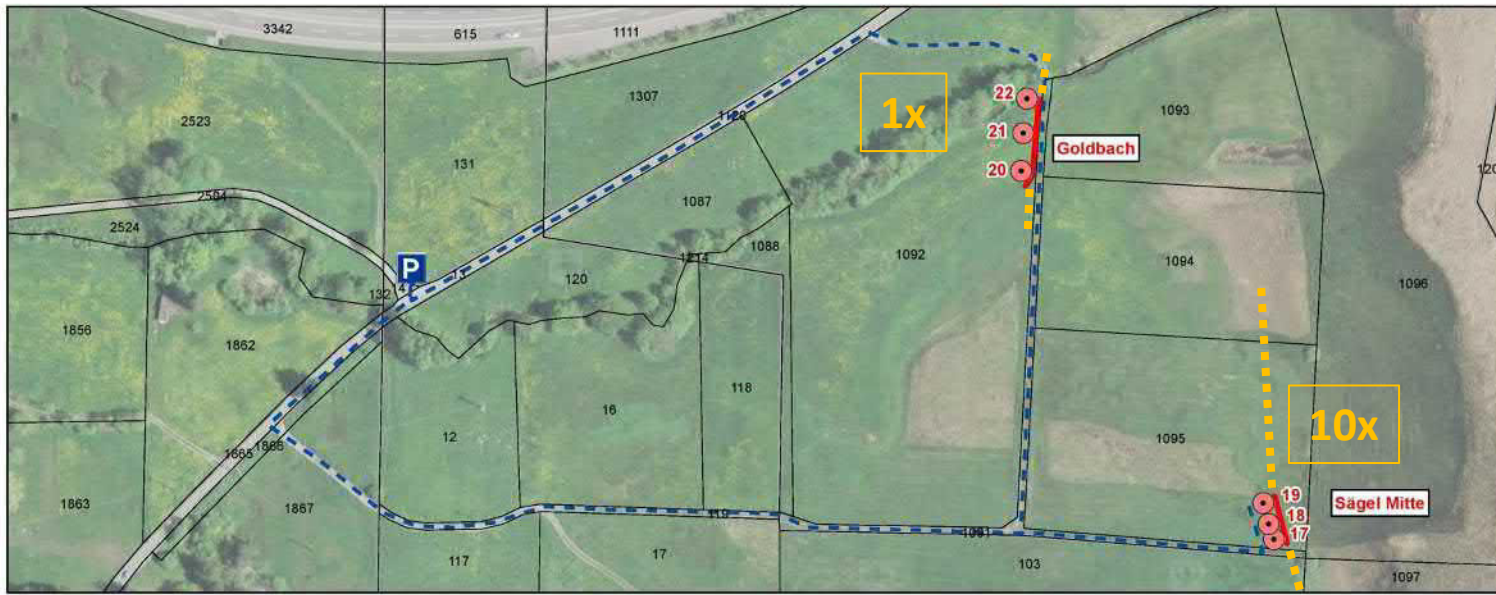
Beispiel2: Der Zaun Chlausenbach unterscheidet sich in den Fangzahlen des südlichen (Kübel 11-13) und nördlichen Teils (Kübel 14-16) stark. Für den bachnäheren Abschnitt wird angenommen, dass ein Drittel wandernder Tiere den See südlich des Zaunes zu erreichen versuchte (Faktor 0.5) und die Situation für den nördlichen Zaunabschnitt noch mindestens weitere 75 m nach Norden ähnlich ist (Faktor 1).

Pegelregulierung Lauerzersee Hochrechnung Bestandesgrößen Modell

Massstab 1:2'000

Projekt

-  Leitwerke
-  Zahlstellen
-  Route
-  Parkplatz
-  2x Multiplikator der Zaunstrecke
-  Gedachte Lage der fiktiven Zaunverlängerung

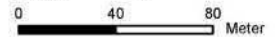


Auftraggeber Amt für Wasserbau, Kanton Schwyz

Projektnummer 401

Gezeichnet cs

Geprüft bw



Giswil, 23. Januar 2019

UTAS AG
Büro für Landschaft, Natur und Siedlung
Brünigstr. 64, 6074 Giswil




Thomas Hertach, Mühlerainstr. 8, 8908 Hedingen


Pegelregulierung Lauerzersee Hochrechnung Bestandesgrößen Modell

Massstab 1:2'000

Projekt

-  Leitwerke
-  Zählstellen
-  Route
-  Parkplatz

2x Multiplikator der Zaunstrecke

 Gedachte Lage der fiktiven Zaunverlängerung

Auftraggeber Amt für Wasserbau, Kanton Schwyz

Projektnummer 401

Gezeichnet cs

Geprüft bw

0 50 100
Meter

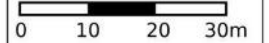
Giswil, 10. Januar 2019

UTAS AG
Büro für Landschaft, Natur und Siedlung
Brünigstr. 64, 6074 Giswil



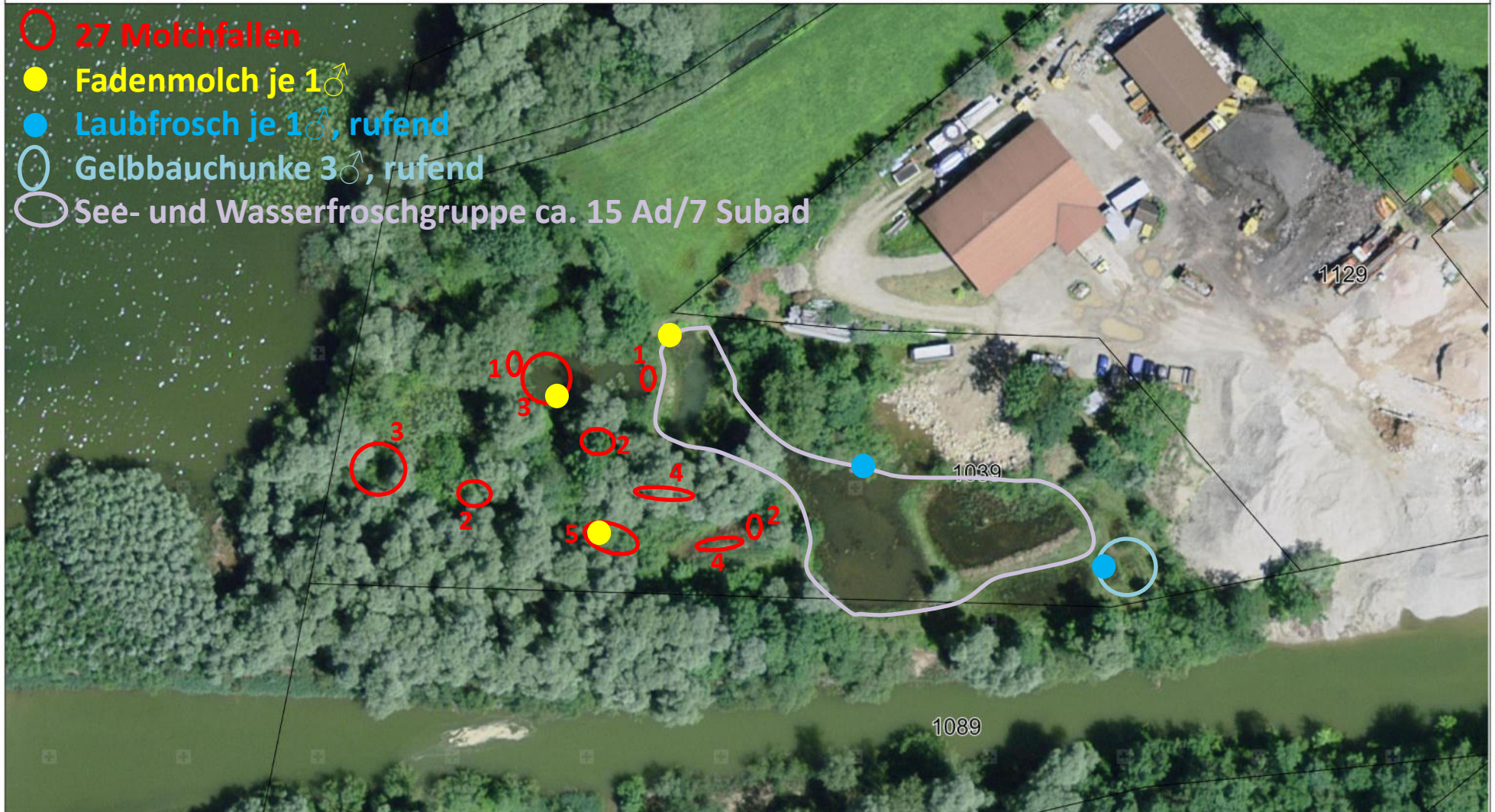
Thomas Hertach, Mühlerainstr. 8, 8908 Hedingen





Die dargestellten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können keine rechtlichen Ansprüche abgeleitet werden. Verbindliche Auskünfte erteilen ausschliesslich die zuständigen Stellen. Für die Benützung der Daten zu gewerblichen Zwecken und für alle Veröffentlichungen ist eine Bewilligung erforderlich. Auskünfte sind beim Amt für Vermessung und Geoinformation (AVG) einzuholen.

- 27 Molchfallen
- Fadenmolch je 1♂
- Laubfrosch je 1♂, rufend
- Gelbbauchunke 3♂, rufend
- See- und Wasserfroschgruppe ca. 15 Ad/7 Subad





Die dargestellten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können keine rechtlichen Ansprüche abgeleitet werden. Verbindliche Auskünfte erteilen ausschliesslich die zuständigen Stellen. Für die Benützung der Daten zu gewerblichen Zwecken und für alle Veröffentlichungen ist eine Bewilligung erforderlich. Auskünfte sind beim Amt für Vermessung und Geoinformation (AVG) einzuholen.

