



Pro Natura - Schweizerischer Bund für Naturschutz  
Dornacherstrasse 192  
Postfach, 4018 Basel

## **alpine Auen: Entwicklung 2000 - 2100**

**Interner Bericht**

---

## Impressum

---

### Projektbearbeitung

---

<i>geo7</i> AG, geowissenschaftliches Büro	Neufeldstrasse 5 – 9, 3012 Bern Tel. +41 (0)31 300 44 33 Autor: Peter Gsteiger Mitarbeit: Daria Schmutz Fach-Review: Peter Mani
--	---

---

## Änderungskontrolle

---

Version	Datum	Name / Stelle	Bemerkungen
1.0	16.11.2020	Peter Gsteiger	Freigabe Stellungnahme zu 12 Objekten
1.1	17.02.2021	Peter Gsteiger	Bereinigung Entwurf
1.2	18.02.2021	Peter Gsteiger	fachliches Review und Freigabe durch Peter Mani
1.3	08.03.2021	Peter Gsteiger	Umsetzung red. Inputs der Auftraggeberin

---

### Anmerkungen zum Dokument

Erstellt mit	Microsoft Office Word, Version 2010
Dateiname	\\geo7\data\3000_projekte\4196 potenziale alpine auen\05 bearbeitung\04 bericht\ber 4196 02 gsp potenziale alpine auen.docx
Dateigrösse	4956 KBytes

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangslage .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>6</b>
2.1	Die alpinen Auen im Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung .....	6
2.2	Der Gletscherschwund .....	7
2.3	Fokus auf die Gletschervorfelder .....	8
2.4	Grundlagendaten GLAMOS und nfp61 .....	8
<b>3</b>	<b>Die Ziele der Studie .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Das Vorgehen.....</b>	<b>9</b>
4.1	Die Objekte.....	9
4.2	Die Abgrenzungskriterien .....	10
4.3	Der Indikator «Glazifluviale Fläche» .....	10
4.3.1	Einführung, Begründung .....	10
4.3.2	Klassierung.....	11
4.3.3	Analysierte Raumeinheiten .....	11
4.4	Der Einbezug bestehender Nutzungen .....	13
<b>5</b>	<b>Auswertungen .....</b>	<b>14</b>
5.1	Nutzungen.....	14
5.2	Die Analyse der Dynamikbereiche.....	15
5.2.1	Die Entwicklung 2000 – 2020 in den Objekten des Inventarprojekts .....	15
5.2.2	Die Dynamikbereiche 2020 in den Objekten der erweiterten Auswahl.....	15
5.2.3	Die Entwicklung der Dynamikbereiche 2020 bis 2060 .....	16
5.2.4	Die Entwicklung der Dynamikbereiche 2020 bis 2100 .....	17
<b>6</b>	<b>Inwertsetzung der Befunde.....</b>	<b>17</b>
6.1	Konzept zur Priorisierung des Schutzbedarfs .....	17
6.1.1	Wertzuwachs .....	18
6.1.2	Persistenz.....	18
6.1.3	Verknüpfung Wertzuwachs und Persistenz .....	18
6.2	Umsetzung .....	19
<b>7</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>19</b>
7.1	Der Schutzbedarf .....	19
7.2	Die Liste der prioritären Objekte.....	20
7.3	Nutzung der Wasserkraft .....	21
7.4	Handlungsempfehlungen .....	21

**8 Haftungsausschluss ..... 22**

## Referenzierte Dokumente und Grundlagen

### Fachliche Grundlagen

- [1] Gerber, B., Gsteiger, P., Leibundgut, M., Righetti, A., 1998: Gletschervorfelder und alpine Schwemmebenen als Auengebiete. Technischer Bericht. Schriftenreihe Umwelt Nr. 305. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 94 S. + Anhänge.
- [2] NELAK (2013): Neue Seen als Folge des Gletscherschwundes im Hochgebirge –Chancen und Risiken. Formation des nouveaux lacs suite au recul des glaciers en haute montagne – chances et risques. Forschungsbericht NFP 61. Haeberli, W., Bütler, M., Huggel, C., Müller, H. & Schleiss, A. (Hrsg.). Zürich, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 300 S.

### Grundlagen-Geodaten

- [3] Landeskarte der Schweiz 1:25'000, swisstopo
- [4] Orthophoto SWISSIMAGE, swisstopo
- [5] Geländemodell swissAlti3D, swisstopo
- [6] Aktuelle Vergletscherung: TLM swisstopo 2020,
- [7] Prognostizierte Gletscherausdehnung 2060, 2100: Ergebnis NELAK [2]
- [8] Gletscherbett-Topographie: Ergebnis NELAK [2]
- [9] Prognostizierte Seen: Ergebnis NELAK [2]
- [10] Gletscherausdehnungen 1850, 1973 und 2010: Glacier Monitoring Switzerland GLAMOS
- [11] Map.geo.admin.ch, Suchbegriff «Auengebiete»
- [12] Map.geo.admin.ch, Suchbegriff «Alpine Auen ausserhalb Bundesinv.»

# 1 Ausgangslage

Die alpinen Auen der Schweiz (Gletschervorfelder und alpine Schwemmebenen) wurden 1998 – 2000 inventarisiert [1]. Nach der Vernehmlassung des Inventarentwurfs beim Bund und bei den involvierten Kantonen (BE, GL, GR, UR, TI, VS) wurden 2001 52 Gletschervorfelder und 14 alpine Schwemmebenen in das Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung aufgenommen. In den Folgejahren wurde das Inventar als Ergebnis von Verhandlungen mit den Kantonen mit 2 weiteren Gletschervorfeldern ergänzt.

Der anhaltende Gletscherschwund hat kurzfristig zur Folge, dass die Ausdehnung der seit 1850 eisfreien Gletschervorfelder zunimmt. Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts werden die meisten Gletscher der Schweizer Alpen vollständig verschwinden.

Mit der Energiestrategie 2050 und dem damit einhergehenden Ausbau der Wasserkraft, rücken die Hinterlassenschaften der abschmelzenden Gletscher in den Fokus von Nutzungsinteressen. Mancherorts sind die topographischen Voraussetzungen günstig zur Speicherung grosser Wasservolumina. Gleichzeitig sind die neu entstehenden Lebensräume auch für die Biodiversität wichtig. Um die dazu geführte Diskussion zielführender zu gestalten, lässt Pro Natura Schweiz durch die geo7 AG eine Studie zu den ökologischen Potenzialen dieser Räume erarbeiten.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Die alpinen Auen im Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung

Inventarisierung und Bewertung der Gletschervorfelder und alpinen Schwemmebenen als Auengebiete sind dokumentiert in [1]. Der Technische Bericht liefert die Definitionen der Objekte, beschreibt ihre Eigenarten, die Erhebungsmethodik, die Bewertung und er dokumentiert alle beurteilten Objekte in Listenform. Für die Phänomene Gletschervorfeld und alpine Schwemmebene gelten die folgenden Definitionen:

#### **Gletschervorfeld**

*Der Lebensraum Gletschervorfeld umfasst im Sinne des Inventars die im Bereich des Gletscherendes liegenden Gebiete, die neuzeitlich eisbedeckt waren, sowie die räumlich unmittelbar damit verbundenen glazialen und glazifluvialen Akkumulationen.*

#### **Alpine Schwemmebene**

*Der Lebensraum alpine Schwemmebene umfasst im Sinne des Inventars flache Gebiete oberhalb von 1800 m ü. M., die von Überflutung und flächiger fluvialer Sedimentumlagerung geprägt werden, sowie die räumlich unmittelbar damit verbundenen relikten Flächen gleicher Entstehung.*

Im Bericht sind auch die der Inventarisierung vorgelagerte Auswahl der Potenzialgebiete und die dafür massgeblichen Mindestanforderungen beschrieben. Die dokumentierten Definitionen und Anforderungen gelten auch für die vorliegende Analyse.

Die durch die Bestimmungen der Auenverordnung AuV als Biotop von nationaler Bedeutung geschützten Objekte sind publiziert und einsehbar mit [11]. Die ebenfalls im Rahmen der Inventarisierung beurteilten Objekte sind dokumentiert mit [12].

Um auch den Schutz der am Gletscherende laufend eisfrei werdenden Flächen zu gewährleisten, ermächtigt die 2017 revidierte AuV das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, die Perimeter der geschützten Gletschervorfelder nach Anhörung der Kantone zu ändern, sofern darin Gebiete aufgenommen werden, die unmittelbar an das Objekt angrenzen und nach dessen Aufnahme in das Aueninventar eisfrei geworden sind. Bis zum Entscheid des UVEK gilt für diese Gebiete der vorsorgliche Schutz nach Artikel 7 AuV.

Der Schutz der in der AuV bezeichneten Objekte ist nicht absolut, er kann über eine Interessenabwägung (Vorliegen eines ebenfalls nationalen Interesses) übersteuert werden.

## 2.2 Der Gletscherschwund

Abbildung 1 zeigt den mit den Geodaten zur Gletscherausdehnung prognostizierten Gletscherschwund für die Zeitstände 2020 (Daten swisstopo [6]), 2060 und 2100 (NELAK [2]).

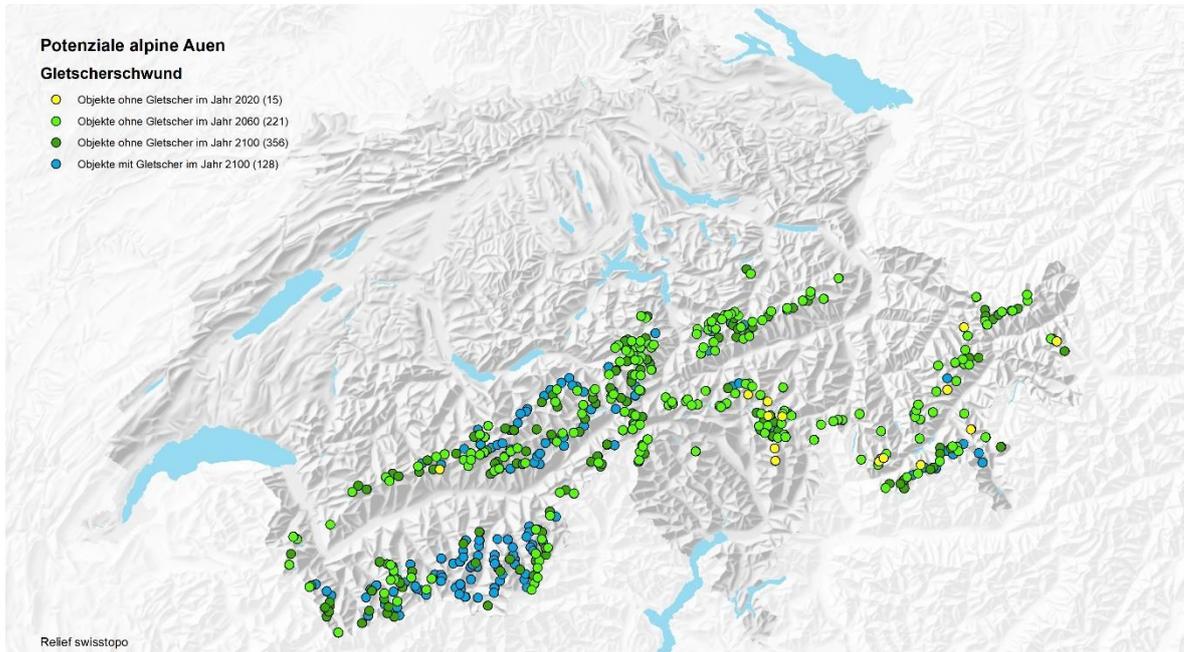


Abbildung 1: Gletscherschwund

Der anhaltende Gletscherschwund hat zur Folge, dass die seit 1850 eisfreien Gebiete (Gletschervorfelder) wachsen. Auf den eisfrei gewordenen Flächen können neue wertvolle Lebensräume entstehen.

### Neue wertvolle Lebensräume

Die abschmelzenden Gletscher legen Flächen frei, die Lebensraum bieten für Pioniervegetation. Auf waldfähigen Standorten wandert längerfristig der Wald wieder ein. Entlang der Fliessgewässer und insbesondere in den flachen Überflutungsbereichen entstehen neue Flächen mit Auencharakter. In Senken entstehen Seen, längerfristig Flachmoore. Am Einlauf durchflossener Seen bilden sich Deltas.

### Neue alpine Schwemmebenen auf eisfreien Flächen

Auf neu eisfrei werdende Flächen stellen sich im Wirkungsbereich der Fliessgewässer bei Gefällen < 10% rasch Flächen mit Auencharakter ein. Die flache Topographie begünstigt die Ausbildung verzweigter, sich ständig verlagernder Gewässerläufe. Diese wiederum schaffen als Folge des Wechsels von Überflutung und Trockenfallen auenspezifischen Standortvoraussetzungen. Erreichen diese Dynamikbereiche gemäss [1] eine Länge von 500 m, sind sie, unabhängig von ihrer Einbettung in das Gletschervorfeld, eine neue alpine Schwemmebene.

### Neue alpine Schwemmebenen im Bereich prognostizierter Seen

Werden durchflossene Seen mit Sedimenten aufgefüllt, findet eine vergleichbare Entwicklung statt. Auf den verfüllten Seen stellen sich verzweigte, dynamische Gewässerläufe ein. Bei gegebener Mindestausdehnung bilden auch diese Flächen langfristig neue alpine Schwemmebene. Dieser Prozess kann hier nur im Sinne einer «absehbaren Entwicklung» beschrieben werden. Im Rahmen der Studie können jedoch keine Aussagen zu Dauer / Verlauf dieser Entwicklung gemacht werden.

### «relikte Gletschervorfelder»

Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts werden die meisten Gletscher der Schweizer Alpen vollständig verschwinden (Abbildung 1). Deren «relikte Gletschervorfelder» werden zwar als Landschaften ihre glazialmorphologische Prägung beibehalten. Floristisch werden sie längerfristig ihre auf die Vergletscherung zurückzuführenden Besonderheiten verlieren und ihre Vegetation wird sich der Umgebung angleichen. Auf den Flächen mit Auencharakter wird der durch die Gletscherschmelze bedingte Teil des Abflusses fehlen und die sommerlichen nachmittäglichen Abflussspitzen werden ausbleiben. Diese Entwicklung betrifft auch einen erheblichen Teil der Inventarobjekte. Ob es wegen der abschmelzenden Gletscher zu einer generellen Abnahme der fluvialen Dynamik kommt, ist nicht gesichert. Gemäss Klimaszenarien CH2018 ist eine Zunahme des Winterniederschlags zu erwarten. In höheren Lagen wird der Niederschlag weiterhin als Schnee fallen. Die höheren Temperaturen im Frühling können in den Alpen bis zu 4 Grad erreichen. Sie führen zu einer raschen Schneeschmelze und damit auch zu einem bedeutenden Tagesgang im Abfluss. Die dynamische Phase wird jedoch kürzer ausfallen und sich in den Frühling / Frühsommer verlagern.

## 2.3 Fokus auf die Gletschervorfelder

Der Gletscherschwund hat unmittelbare Auswirkungen auf Ausdehnung und Naturwerte der Gletschervorfelder. Die alpinen Schwemmebenen des Inventars sind vom Gletscherschwund nicht in ihrer Ausdehnung betroffen. Die Untersuchung der Auswirkungen ausbleibender Gletscherabflüsse auf Dynamik und Vegetationszusammensetzung der alpinen Schwemmebenen würde Feldaufnahmen erfordern. Die bereits geschützten alpinen Schwemmebenen sind daher nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. Im Bereich der eisfrei werdenden Flächen können jedoch neue alpine Schwemmebenen entstehen. Diese Entwicklung wird mit der Studie für den Zeitraum 2000 bis 2020 untersucht und thematisiert.

## 2.4 Grundlagendaten GLAMOS und nfp61

Das Glacier Monitoring Switzerland GLAMOS publiziert die Gletscherausdehnungen 1850, 1973 und 2010 als Geodaten. Die Perimeter der Gletscherausdehnung 1850 [10] bilden in Kombination mit den Perimetern der im Auftrag des BAFU untersuchten Gletschervorfelder [11], [12] die Schweizer Gletschervorfelder ab.

Im Rahmen des nfp61-Projekts NELAK [2] wurden weitere Grundlagen erarbeitet, die in der Analyse konsultiert werden:

- Prognostizierte Gletscherausdehnung 2060, 2100
- Berechnete Gletscherbett-Topographie
- Prognostizierte Seen

## 3 Die Ziele der Studie

Die Analyse dient der Dokumentation und der Früherkennung neuer Flächen mit Auencharakter im Bereich der Gletschervorfelder sowie der Diagnose künftiger «relikter Gletschervorfelder» im Sinne von Kapitel 2.2.

Bezüglich der zu dokumentierenden / prognostizierenden Entwicklung liegt der Fokus in Anbetracht der verfügbaren Grundlagen auf den folgenden Zeitfenstern:

- 2000 bis 2020
- Mitte 21. Jahrhundert
- Ende 21. Jahrhundert

Die Ergebnisse sollen die Voraussetzungen dafür schaffen, Verhandlungen um strittige Objekte auf einer systematisch erarbeiteten Wissensbasis und in Kenntnis der aus Sicht des Naturschutzes wertvollen Flächen zu führen.

## 4 Das Vorgehen

### 4.1 Die Objekte

Gegenstand der Analyse sind die im Rahmen der Inventarisierung der alpinen Auen untersuchten Gletschervorfelder, erweitert mit den grösseren seit 1850 eisfrei gewordenen Gebieten gemäss [10], wenn diese über Fließgewässer verfügen und eine der folgenden Bedingungen erfüllen:

- Das Objekt wies 1973 eine Gletscherausdehnung  $> 0.3 \text{ km}^2$  auf
- Die Differenz der Fläche zwischen der aktuellen Vergletscherung und der Gletscherausdehnung 1850 ist grösser als  $0.5 \text{ km}^2$

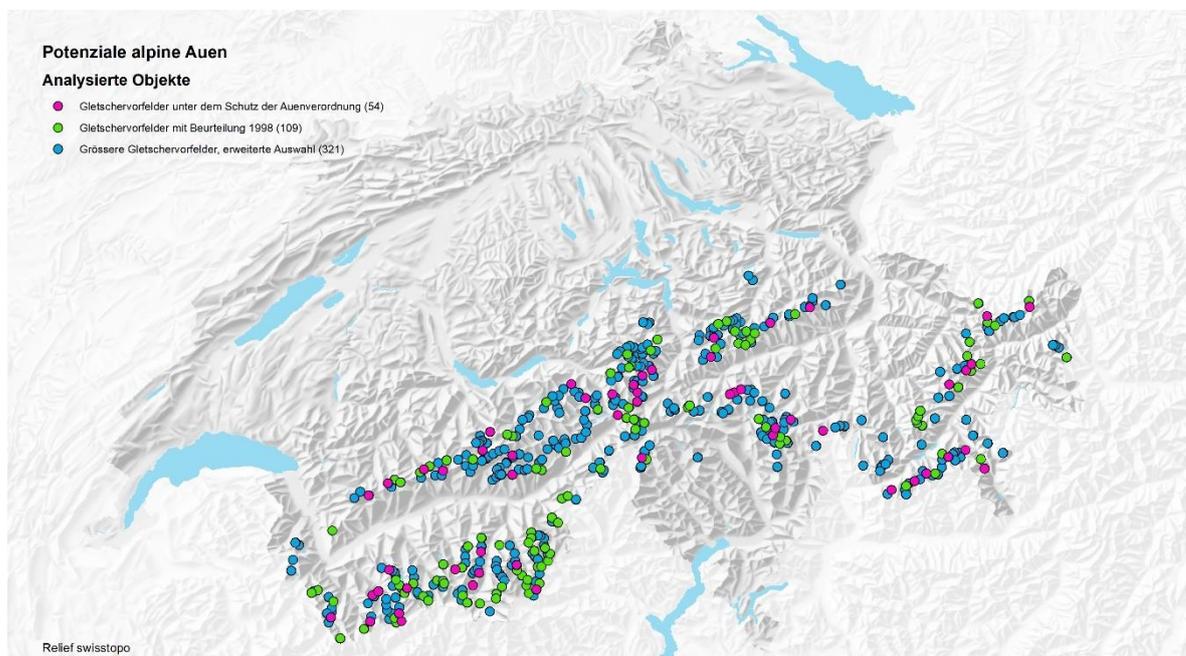


Abbildung 2: Analyisierte Objekte

Der resultierende Datensatz umfasst 484 Objekte. Davon stehen 54 unter dem Schutz der AuV. Zu diesen und zu 109 weiteren Objekten sind Aufzeichnungen aus dem Inventarprojekt (1998 – 2000) verfügbar. Die erweiterte Auswahl (321 Objekte) ermöglicht Aussagen zu allen grösseren Gletschervorfeldern der Schweiz ab 2020.

Im Rahmen der Auswahl der Objekte von nationaler Bedeutung (dokumentiert in [1]) wurden Mindestanforderungen, ein Bewertungsverfahren und eine Handhabung bestehender Nutzungen etabliert, die zur Gewährleistung einer inhaltlich konsistenten Argumentation auch für die Analyse der Potenziale gelten. Diese Rahmenbedingungen führen zur Einteilung der Objekte gemäss Tabelle 1.

Tabelle 1: Einteilung der Objekte nach Status

Nationale Bedeutung	Kategorie	Status
JA	natBedAulnv	Gletschervorfeld im Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung, aufgeführt im Anhang 1 der Auenverordnung AuV.
	natBedBelastet	Gletschervorfeld von nationaler Bedeutung ohne Aufnahme in das Bundesinventar. Rückstufung wegen erheblichen Belastungen (Teil des Bewertungsverfahrens [1]). Das Objekt kann noch als Potenzialgebiet alpine Schwemmebene beurteilt werden.
NEIN	Potenzial	Gletschervorfeld untersucht und bewertet als Potenzialgebiet für nationale Bedeutung.
	PotenzialNoDyn	Gletschervorfeld untersucht und bewertet als Potenzialgebiet für nationale Bedeutung. Zum Zeitpunkt der Inventarisierung erreicht der Dynamikbereich die minimal geforderte Ausdehnung von 2500 m <sup>2</sup> nicht.
	SelektionStau	Gletschervorfeld abgelehnt als Potenzialgebiet für nationale Bedeutung, weil ein substantieller Teil des Perimeters überstaut ist. Das Objekt kann noch als Potenzialgebiet alpine Schwemmebene beurteilt werden.
	Selektion	Weitere grössere Gletschervorfelder

## 4.2 Die Abgrenzungskriterien

Gletschervorfelder und alpine Schwemmebenen sind im Sinne der für die Inventarisierung gefassten Definitionen [1] geomorphologisch abgrenzbare Phänomene. So ist die Ausdehnung der Gletschervorfelder gekoppelt an das neuzeitliche Vergletscherungsmaximum von 1850. Alpine Schwemmebenen sind gebunden an das Auftreten verzweigter / sich ständig verlagernder Gewässerläufe mit Gefällen < 10% oberhalb der Waldgrenze und einer Mindestlänge von 500 m.

Zu den Objekten der Kategorien «natBedAulnv», «natBedBelastet», «Potenzial» und «Potenzial-NoDyn» liegen georeferenzierte Perimeter vor, die auf der Grundlage der Definitionen [1] und dokumentierter Abgrenzungsregeln gewonnen wurden. Zur Georeferenzierung der übrigen Objekte werden die Gletscherausdehnungen des Jahres 1850 aus GLAMOS [10] verwendet [10].

## 4.3 Der Indikator «Glazifluviale Fläche»

### 4.3.1 Einführung, Begründung

Bei der Bewertung der alpinen Auen im Hinblick auf eine Aufnahme in das Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung dient die Grösse der Fläche mit zumindest episodischer Überflutungsdynamik als zentrales Wertelement (Hauptkriterium *Glazifluviale Fläche*):

*Besonders wertvoll sind Gebiete mit einer grossen glazifluvialen Fläche. In Gebieten mit starker glazifluvialer Prozessdynamik werden grosse Anteile der Objektfläche periodisch oder episodisch vom Wasser überflutet und mit Sediment überführt. Diese Überflutungsgebiete sind die Auenstandorte, die Potentialflächen für die Auenvegetation. [1]*

Vor dem Hintergrund der verfügbaren Grundlagen und Ressourcen liegt der Fokus der Analyse der Potenziale auf der Gewinnung von Aussagen zur räumlichen und zeitlichen Entwicklung der Flächen mit aktueller glazifluvialer Dynamik unter Einbezug der Grundlagen [7], [8], [9] aus nfp61, NELAK [2].

Die Begriffe «Flächen mit aktueller glazifluvialer Dynamik» und «Dynamikbereiche» werden im Folgenden synonym verwendet.

### 4.3.2 Klassierung

Die Dynamikbereiche werden georeferenziert und dann klassiert. Zur Beurteilung der Entwicklung dieser Areale werden zur Gewährleistung einer inhaltlich konsistenten Argumentation die im Rahmen des Inventarprojekts festgelegten Klassen und Schwellenwerte verwendet (Tabelle 2):

Tabelle 2: Schwellenwerte «Glazifluviale Fläche»

Auentyp	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2
Gletschervorfeld	< 3 ha	≥ 3 und < 6 ha	≥ 6 ha
Alpine Schwemmebene	< 8 ha	≥ 8 und < 14 ha	≥ 14 ha

### 4.3.3 Analysierte Raumeinheiten

Die Dynamikbereiche wurden für jedes Objekt in den in Abbildung 3 dargestellten Raumeinheiten erhoben. Dabei kamen die in Tabelle 3 beschriebenen Verfahren zum Einsatz.

Tabelle 3: Gewinnung «Glazifluviale Fläche»

Raumeinheit	Verfahren
A	Verwendung der im Rahmen des Inventarprojekts (1998) georeferenzierten Dynamikbereiche. In Objekten mit erheblichem Flächenzuwachs in Raumeinheit B wurden die Dynamikbereiche in Raumeinheit A ebenfalls nach Verfahren B aktualisiert.
B	Identifikation und Georeferenzierung der zwischen der Perimetergrenze des Inventarprojekts und der Eisausdehnung 2020 (swisstopo) neu entstandenen Flächen glazifluvialer Prägung auf der Grundlage aktueller Orthophotos SWISSIMAGE von swisstopo.
C	Georeferenzierung der aus der Gletscherbett-Topographie [8] berechneten Flächen mit Neigung < 10%. Gutachterliche Auswahl der Flächen im erwarteten Wasserweg.
D	Ergänzung mit den prognostizierten Seen aus [9] mit mittlerer Wassertiefe < 10 m. Verwendung von Flächen > 5'000 m <sup>2</sup> .

In den Raumeinheiten C und D werden «Dynamikbereiche» auf der Grundlage eines Gefälle Kriteriums aus der Topographie des Gletscher-Untergrundes berechnet und dann gutachterlich ausgedünnt. Die verwendete Topographie ist das Ergebnis einer Modellierung [2] und basiert auf Rasterzellen von 30 m Grösse. Die daraus abgeleiteten und per Expertise selektierten «Dynamikbereiche» haben Hinweischarakter und dürfen nur als eine grobe Annäherung einer prognostizierten Realität verstanden werden. Sie haben nicht dieselbe Qualität wie die ab aktuellem Orthophoto georeferenzierten Flächen der Raumeinheit B oder die kartierten Areale der Raumeinheit A.

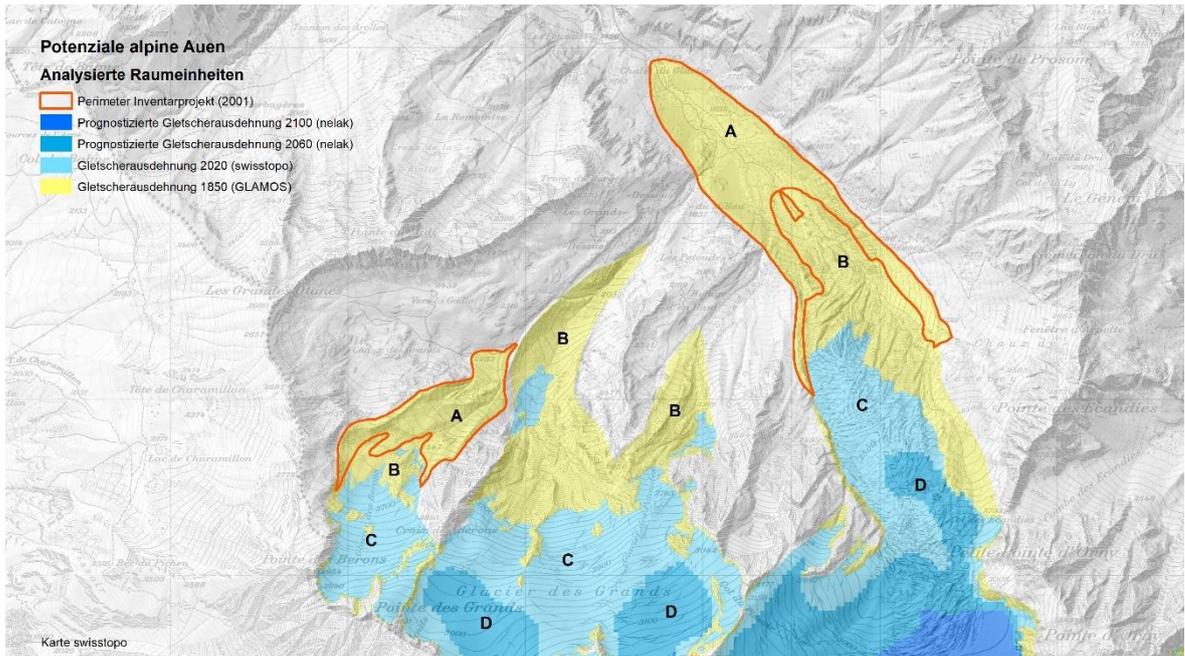


Abbildung 3: Analysierte Raumeinheiten

Die involvierten Geodaten und Zwischenergebnisse zeigt Abbildung 4. Die für die Raumeinheiten A-D generierten Zwischenergebnisse sind als Geodaten (Polygone) verfügbar.

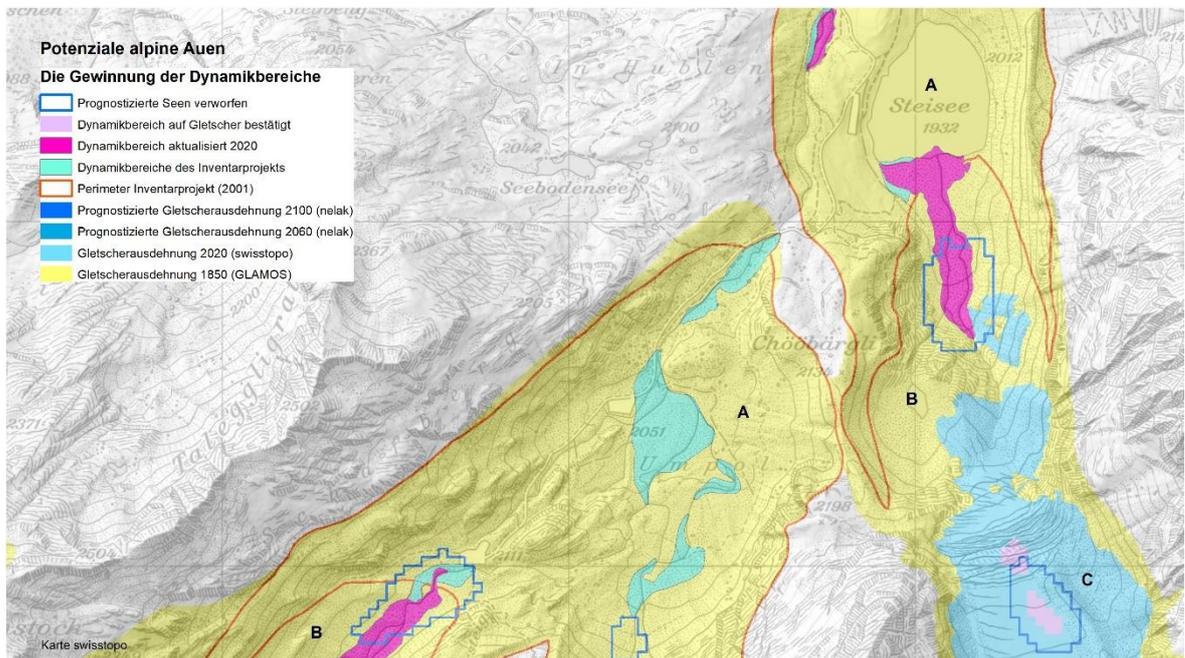


Abbildung 4: Die Gewinnung der Dynamikbereiche

## 4.4 Der Einbezug bestehender Nutzungen

Im Hinblick auf die Ziele der Studie wurden zu den in Tabelle 4 aufgeführten Nutzungen bestehende Geodaten ausgewertet / neue Geodaten gewonnen.

Tabelle 4: Aufbereitung Geodaten zu Nutzungen

Nutzung	Objekte	Verfahren
Wasserkraft	Wasserentnahme	Konsultation map.geo.admin.ch «Wasserentnahme» Georeferenzierung der Wasserfassungen in den untersuchten Objekten und im unmittelbar angrenzenden Gebiet ab Orthophoto SWISSIMAGE swisstopo.
	Stausee	Identifikation und Export der Stauseen in der Datenquelle TLM_BODENBEDECKUNG swisstopo.
	Absetzbecken	Identifikation und Export der Absetzbecken in der Datenquelle TLM_BODENBEDECKUNG swisstopo.
Strassen	Strassen	Identifikation und Export der Strassen mit Breite $\geq$ 2m in der Datenquelle TLM_STRASSEN swisstopo. Pufferung mit 150% der halben Strassenbreite. Nacherfassung neuer Strassen im Bereich von Skipisten
Gebäude	Gebäude	Identifikation und Export der Gebäude aus den Datenquellen TLM_GEBAEUDE_FOOTPRINT, TLM_SPORTBAUTE, TLM_VERKEHRSBAUTE swisstopo. Pufferung mit 5m.
Skipisten	Pisten-Planien	Georeferenzierung der planierten Areale ab Orthophoto SWISSIMAGE swisstopo

Mit den gewonnenen Geodaten wurden die Objekte mit Anlagen zur Nutzung der Wasserkraft markiert, ebenso die Objekte mit Pisten-Planien. Die Gewinnung weiterer Geodaten zu der für die alpinen Auen ebenfalls relevanten Thematik Abbau und Deponie war mangels geeigneter Grundlagen und der grossen Zahl abzusuchender Gebiete nicht möglich.

Der Zusammenzug der gesamthaft modifizierte Fläche pro Objekt wird zur Identifikation besonders belasteter Gletschervorfelder konsultiert.

## 5 Auswertungen

### 5.1 Nutzungen

Die gewonnenen Geodaten erlauben eine Filterung der Objekte nach den in Abbildung 5 ausgewiesenen Nutzungen.

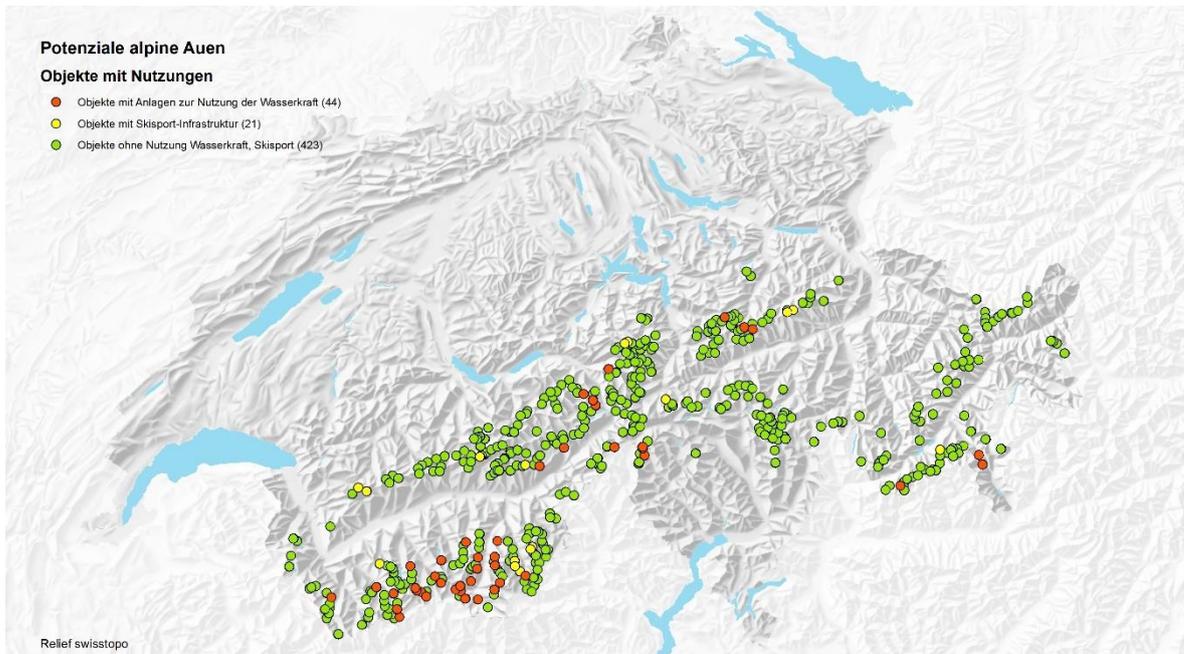


Abbildung 5: Objekte mit Nutzungen

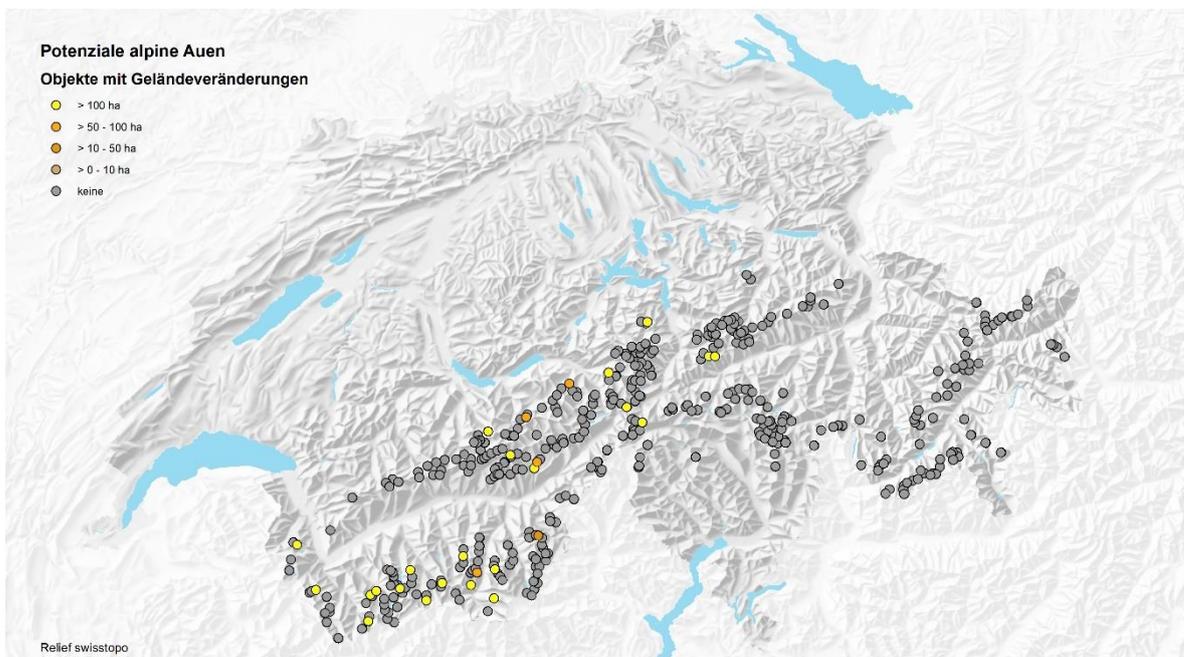


Abbildung 6: Objekte mit Geländeänderungen

Die auf Abbildung 6 dokumentierten Veränderungen sind bedingt durch Skipisten, Stauanlagen, Strassen und Gebäude. Zu Abbau und Deponien sind keine Geodaten verfügbar.

## 5.2 Die Analyse der Dynamikbereiche

### 5.2.1 Die Entwicklung 2000 – 2020 in den Objekten des Inventarprojekts

Für die im Rahmen der Inventarisierung dokumentierten Objekte kann die Entwicklung der Dynamikbereiche zwischen 2000 und 2020 dokumentiert werden. Die Auswertung ergibt, dass sich die Dynamikbereiche einiger Objekte seit dem Zeitpunkt der Inventarisierung und der Aufnahme in das Bundesinventar erheblich vergrössert haben (Abbildung 7).

Als Ergebnis der Analyse werden einige Objekte neu als alpine Schwemmebenen beurteilt. Dabei handelt es sich um Dynamikbereiche von Gletschervorfeldern, die heute die für alpine Schwemmebenen geltende Mindestlänge von 500 m aufweisen.

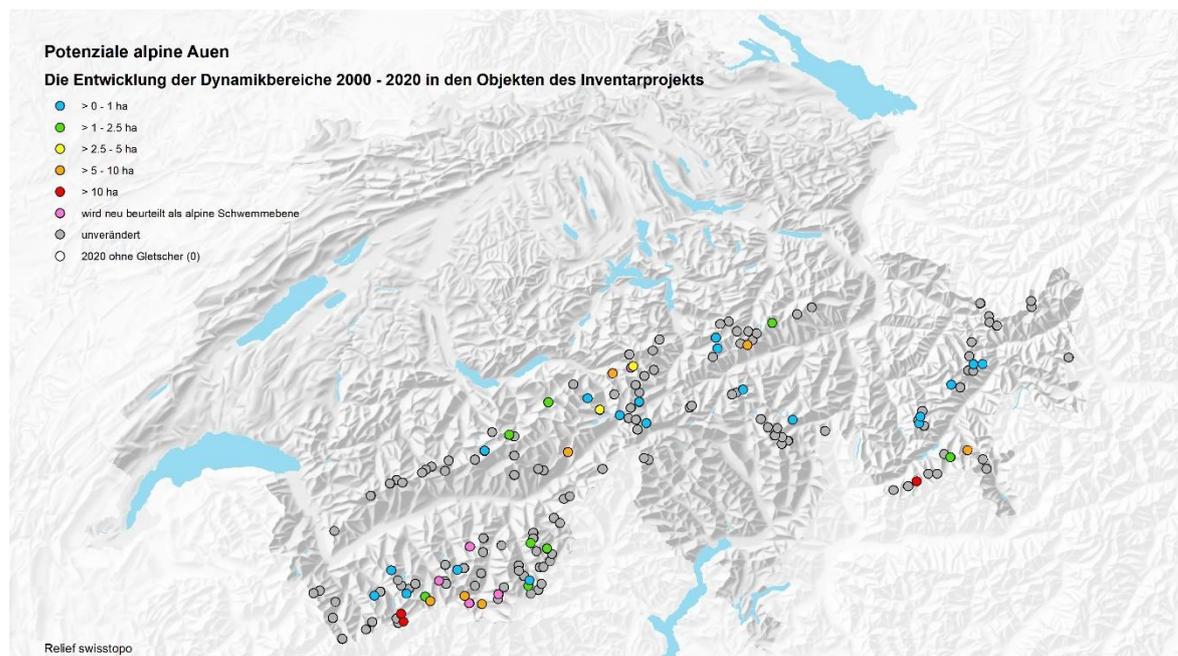


Abbildung 7: Die Entwicklung der Dynamikbereiche 2000 bis 2020 in den Objekten des Inventarprojekts

### 5.2.2 Die Dynamikbereiche 2020 in den Objekten der erweiterten Auswahl

Wie einleitend erwähnt (Kapitel 4.1), wurden die Untersuchungsgebiete für diese Studie erweitert, um Entwicklung und Potenziale in allen grösseren Gletschervorfeldern abzubilden. Abbildung 8 zeigt die in diesen Objekten dokumentierten dynamischen Flächen. Die Abbildung dokumentiert auch die Grössenklassen der neu den alpinen Schwemmebenen zugewiesenen Dynamikbereiche. Diese sind vergleichsweise gross.

Die Gletschervorfelder der erweiterten Auswahl weisen alle vergleichsweise geringe dynamische Flächen auf, was belegt, dass im Inventarprojekt eine systematische Fokussierung auf die grösseren Gletschervorfelder erfolgte.

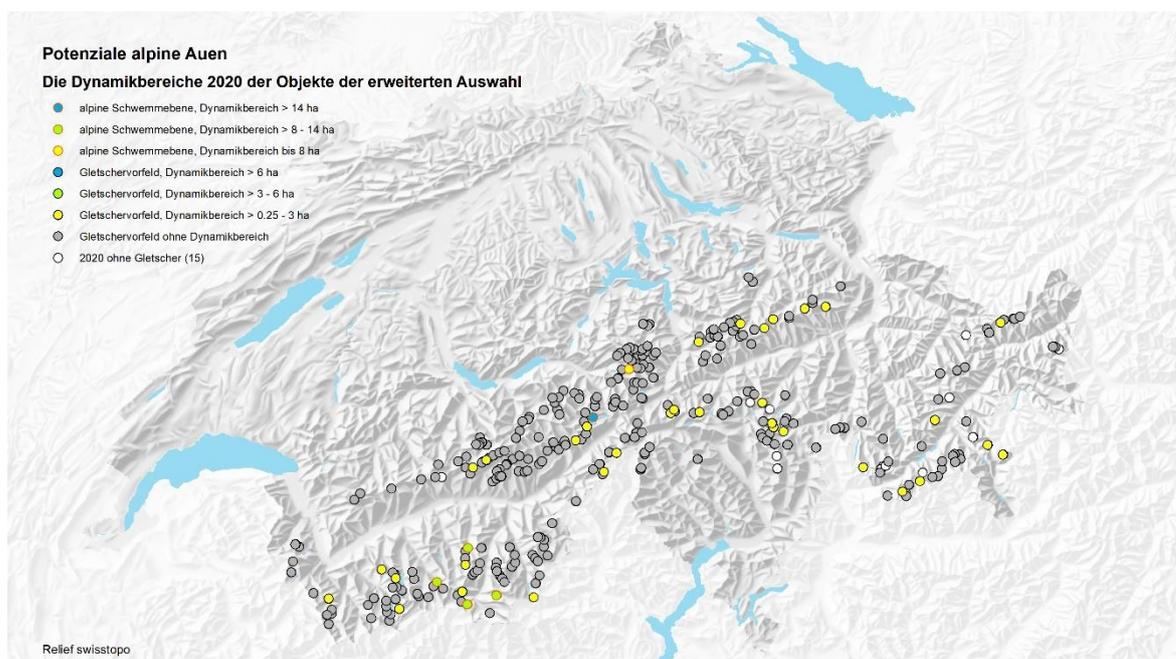


Abbildung 8: Die Dynamikbereiche neuer Objekte 2020

### 5.2.3 Die Entwicklung der Dynamikbereiche 2020 bis 2060

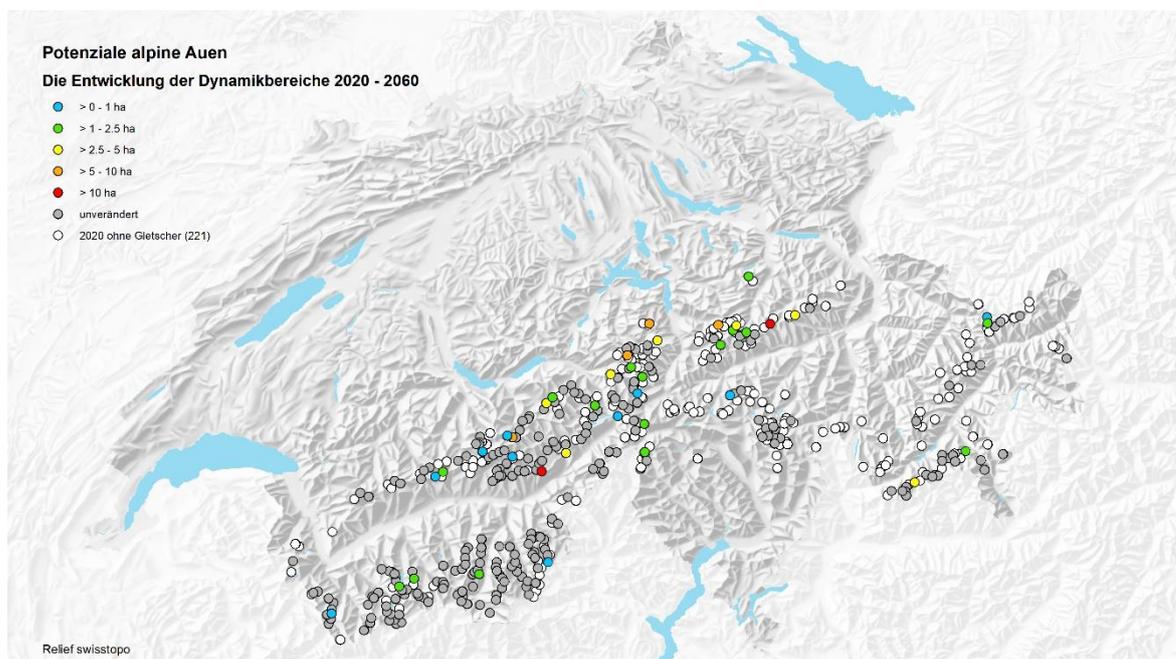


Abbildung 9: Die Entwicklung der Dynamikbereiche 2020 bis 2060.

Zur Analyse der prognostizierten Entwicklung der Dynamikbereiche werden für den Zeitstand 2020 die bestehenden (Inventarprojekt) oder neu georeferenzierten Dynamikbereiche verwendet (Raumeinheiten A und B). Für den Zeitstand 2060 werden die Dynamikbereiche der Raumeinheit C aus der Topographie des Gletscher-Untergrundes abgeleitet. Tabelle 3 erläutert die Raumeinheiten und die Verfahren der Datengewinnung.

Die Entwicklung zeigt für 7 Objekte erhebliche Zunahmen der dynamischen Flächen (mehr als 5 ha) bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts. Die Analyse zeigt, dass im untersuchten Zeitraum auch im Bereich des abschmelzenden Aletschgletschers substantielle Dynamikbereiche zu erwarten sind.

Bereits in diesem Zeitfenster wird das vollständige Abschmelzen der Gletscher in nahezu 50% der analysierten Objekte erwartet.

### 5.2.4 Die Entwicklung der Dynamikbereiche 2020 bis 2100

Zur Analyse der prognostizierten Entwicklung der Dynamikbereiche werden für die Zeitstand 2020 die bestehenden (Inventarprojekt) oder neu georeferenzierten Dynamikbereiche verwendet (Raumeinheiten A und B). Für den Zeitstand 2100 werden die Dynamikbereiche der Raumeinheiten C und D aus der Topographie des Gletscher-Untergrundes abgeleitet. Tabelle 3 erläutert die Raumeinheiten und die Verfahren der Datengewinnung.

Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts (Abbildung 10) erfahren 27 Objekte erhebliche Zunahmen der Dynamikbereiche (mehr als 5 ha) und rund 75% der analysierten Objekte werden eisfrei sein.

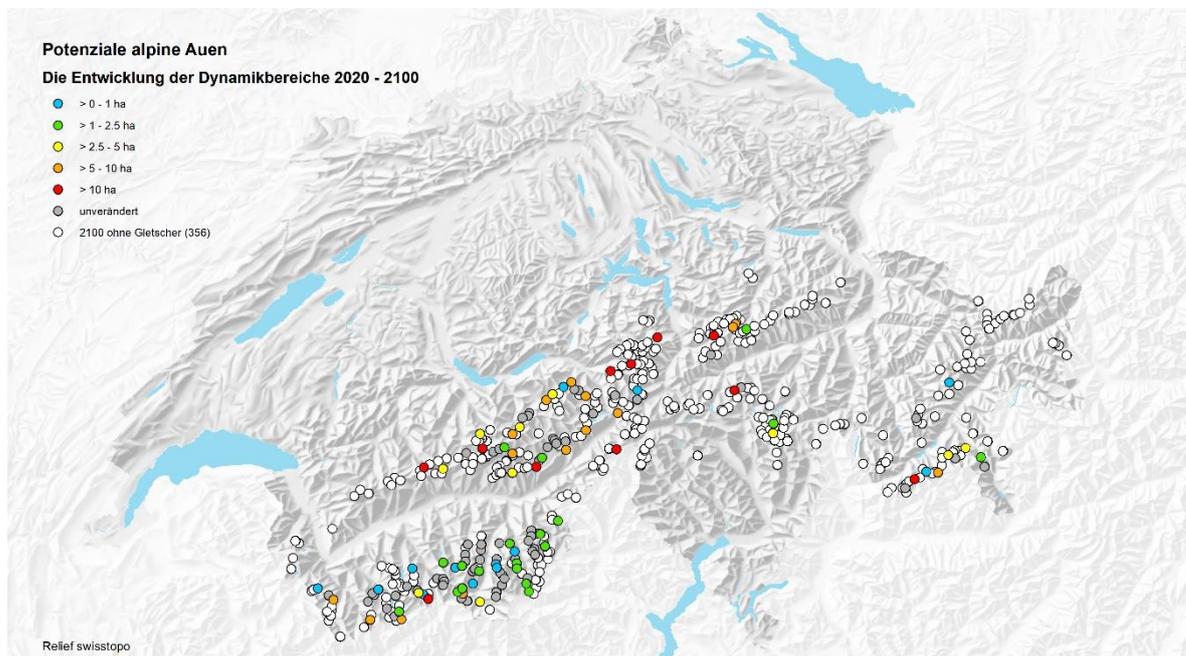


Abbildung 10: Die Entwicklung der Dynamikbereiche 2060 bis 2100.

Die im Rahmen der prospektiven Analyse aufgezeigten Entwicklungen zeigen, dass neben dem Aspekt der zunehmenden Dynamikbereiche / Naturwerte auch der Gletscherschwund bei den Überlegungen zum künftigen Schutzbedarf der alpinen Auen zu berücksichtigen ist. Dabei gilt es, die Biodiversität jener Lebensräume planerisch zu sichern, die noch längerfristig Gletschervorfelder im Sinne der geltenden Definition sind.

## 6 Inwertsetzung der Befunde

### 6.1 Konzept zur Priorisierung des Schutzbedarfs

Die vorgesehene Verwendung der Ergebnisse für eine erste Einschätzung zur ökologischen Wertigkeit erfordern eine Priorisierung der 484 untersuchten Objekten nach deren Schutzbedarf.

Wie in Kapitel 4.3 eingeführt, wird die Entwicklung der Dynamikbereiche als Indikator für eine grössere zu erwartende Biodiversität verwendet. Vor dem Hintergrund der in Kapitel 2.2 beschriebenen Entwicklung hin zu «relikten Gletschervorfeldern» muss auch der Gletscherschwund in das Konzept zur Bewertung des Schutzbedarfs einfließen.

Zur Bewertung des Schutzbedarfs wird das folgende Konzept eingeführt. Es berücksichtigt sowohl den beobachteten / erwarteten «Wertzuwachs» der Objekte, als auch deren «Persistenz».

### 6.1.1 Wertzuwachs

Objekte, die mit der effektiven / prognostizierte Zunahme der Dynamikbereiche im Sinne der für die alpinen Auen geltenden Bewertungslogik einen erheblichen Wertzuwachs erfahren, haben eine höhere Priorität, als Objekte mit geringem Wertzuwachs. Für die Bewertung der beobachteten / prognostizierten Flächenzunahmen der Dynamikbereiche werden die gemäss Tabelle 2 klassierten Werte verglichen.

### 6.1.2 Persistenz

Objekte, die noch über das Ende des 21. Jahrhunderts hinaus «Gletschervorfelder» im Sinne der massgeblichen Definition sind, haben eine höhere Priorität, als Objekte, die in absehbarer Zeit eisfrei werden.

### 6.1.3 Verknüpfung Wertzuwachs und Persistenz

Zur Priorisierung des Schutzbedarfs Objekte werden die beiden Aspekte nach dem mit Tabelle 5 eingeführten Konzept verknüpft. Tabelle 6 erläutert die verwendeten Skalen.

Tabelle 5: Die Priorisierung des Schutzbedarfs

		Persistenz		
		gering	mittel	erheblich
Wertzuwachs	gering	wie Umgebung (4)	wie Umgebung (4)	wie Umgebung (4)
	mittel	wie Umgebung (4)	wie Umgebung (4)	erhöht (2)
	erheblich	wie Umgebung (4)	erhöht (2)	stark erhöht (1)

Tabelle 6: Die Skalen von Wertzuwachs und Persistenz

Aspekt	Klasse	Bedeutung
Persistenz	gering	Der Gletscher überdauert die Mitte des 21. Jahrhunderts nicht
	mittel	Der Gletscher überdauert die Mitte des 21. Jahrhunderts
	erheblich	Der Gletscher überdauert das Ende des 21. Jahrhunderts
Wertzuwachs	gering	Keine Aufklassierung
	mittel	Aufklassierung um 1 Klasse
	erheblich	Aufklassierung um 2 Klassen

## 6.2 Umsetzung

Bewertungswirksam ist der Wertzuwachs in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts, da in diesem Zeitraum die flacheren Bereiche der heute noch eisbedeckten Areale eisfrei werden und weil der Beitrag der präziseren Daten aus den Raumeinheiten A und B am Ergebnis so mehr Gewicht hat.

Als weitere Einschränkung muss für die Dynamikbereiche der Zeitstände 2000, 2020 und 2060 mindestens einmal die Klasse 1 erreicht werden. Damit werden nur Objekte mit einem substantiellen Dynamikbereich berücksichtigt. Diese Objekte haben eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, bei einer nachgelagerten feldbasierten Beurteilung auch nationale Bedeutung zu erlangen.

Für alle Objekte wird die Entwicklung zwischen den Zeitständen 2000 und 2060 bewertet. Für die Objekte der erweiterten Auswahl werden die fehlenden Daten für den Zeitstand 2000 mit dem Wert 0 gefüllt.

Für die im Anhang 1 der AuV aufgeführten 54 Objekte gelten die Schutzbestimmungen der Au-enverordnung. Diesen Objekten wird ungeachtet von Persistenz und Wertzuwachs der Schutzbedarf «hoch» zugewiesen.

## 7 Ergebnisse

### 7.1 Der Schutzbedarf

Nach der Berechnung des Schutzbedarfs gemäss dem in Kapitel 6.1 eingeführten Konzept und den in Kapitel 6.2 dokumentierten Regeln werden in einem gutachterlichen Schritt die Objekte mit erheblichen Beeinträchtigungen zurückgestuft. Im berechneten Ergebnis erfolgte dieser Schritt für Objekt 1195 Unterer Grindelwaldgletscher. Das Objekt wurde bereits 2001 wegen erheblicher Beeinträchtigungen nicht in das Bundesinventar übernommen. Diese Beeinträchtigungen bestehen weiterhin. Abbildung 11 zeigt die nach der Validierung resultierende Auswahl.

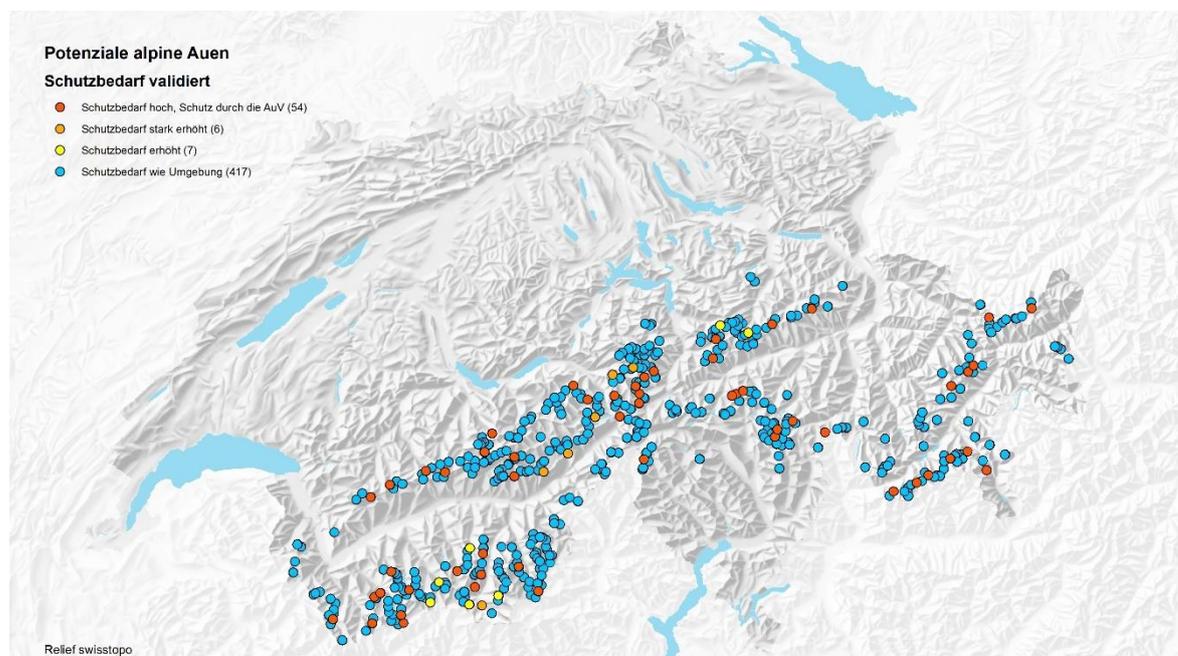


Abbildung 11: Schutzbedarf validiert

## 7.2 Die Liste der prioritären Objekte

Die Liste der prioritären Objekte führt die Objekte ausserhalb des Bundesinventars auf, deren beobachtete / prognostizierte Entwicklung erwarten lässt, dass in diesen Gebieten substantielle neue Dynamikflächen (potenzielle Auenstandorte) entstehen werden oder bereits entstanden sind.

Das Auswahlverfahren berücksichtigt den prognostizierten Gletscherschwund. Die Auswahl enthält nur Objekte, deren Gletscher gemäss Prognose (nfp61) zumindest die Mitte des 21. Jahrhunderts überdauern (Persistenz).

Der Schutzbedarf der gelisteten Gebiete ist erhöht. Die Objekte mit «Schutzbedarf stark erhöht» haben Priorität vor den Objekten mit «Schutzbedarf erhöht», da sie im betrachteten Zeitfenster grössere Dynamikbereiche entwickelt haben oder entwickeln werden und damit einen grösseren Wertzuwachs erfahren. Alle übrigen Objekte haben den Schutzbedarf ihrer Umgebung. Der Schutzbedarf der Objekte beider Kategorien ist damit nicht abschliessend geklärt. Die Klärung allfälliger nationaler Bedeutung erfordert Erhebungen vor Ort gemäss den massgeblichen Dokumentationen des Bundes.

Die Gletschervorfelder im Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung weisen erwiesenermassen einen hohen Schutzbedarf aus. Sie werden mit dem Anhang 1 der AuV identifiziert und hier nicht zusätzlich aufgeführt, sind aber explizit auch Teil der prioritären Objekte.

Tabelle 7: Liste der prioritären Objekte

ObjNr	Objektname	Schutzbedarf	Kommentar
1112	Fiescher Gletscher	stark erhöht	Gletschervorfeld
1113	Grosser Aletschgletscher	stark erhöht	Gletschervorfeld
1141	Gornergletscher	stark erhöht	Gletschervorfeld
1204	Triftgletscher BE	stark erhöht	Gletschervorfeld
1223	Steingletscher	stark erhöht	Gletschervorfeld
A54g-11	Unteraargletscher	stark erhöht	neue alpine Schwemmebene
1003	Bifertenfirn	erhöht	Gletschervorfeld
1009	Griessfirn	erhöht	Gletschervorfeld
1030	Haut Glacier d'Arolla	erhöht	Gletschervorfeld
1034	Glacier de Ferpècle	erhöht	neue alpine Schwemmebene
1042	Turtmann Gletscher	erhöht	neue alpine Schwemmebene
1142	Findelgletscher	erhöht	neue alpine Schwemmebene
1146	Furgg Gletscher	erhöht	neue alpine Schwemmebene

In den Objekten «neue alpine Schwemmebene» entstanden seit der Inventarisierung Dynamikbereiche, die heute (2020) die für alpine Schwemmebenen geforderte minimale Längserstreckung von 500 m erreichen. Mit dem fortschreitenden Gletscherschwund werden einige dieser Schwemmebenen noch grösser werden.

### 7.3 Nutzung der Wasserkraft

Im Hinblick auf die Verwendung der Ergebnisse für erste Abwägungen zwischen Nutzungs- und Schutzbegehren zeigt Abbildung 12 die Überlagerung der dokumentierten Wasserkraftnutzung mit den prioritären Objekten.

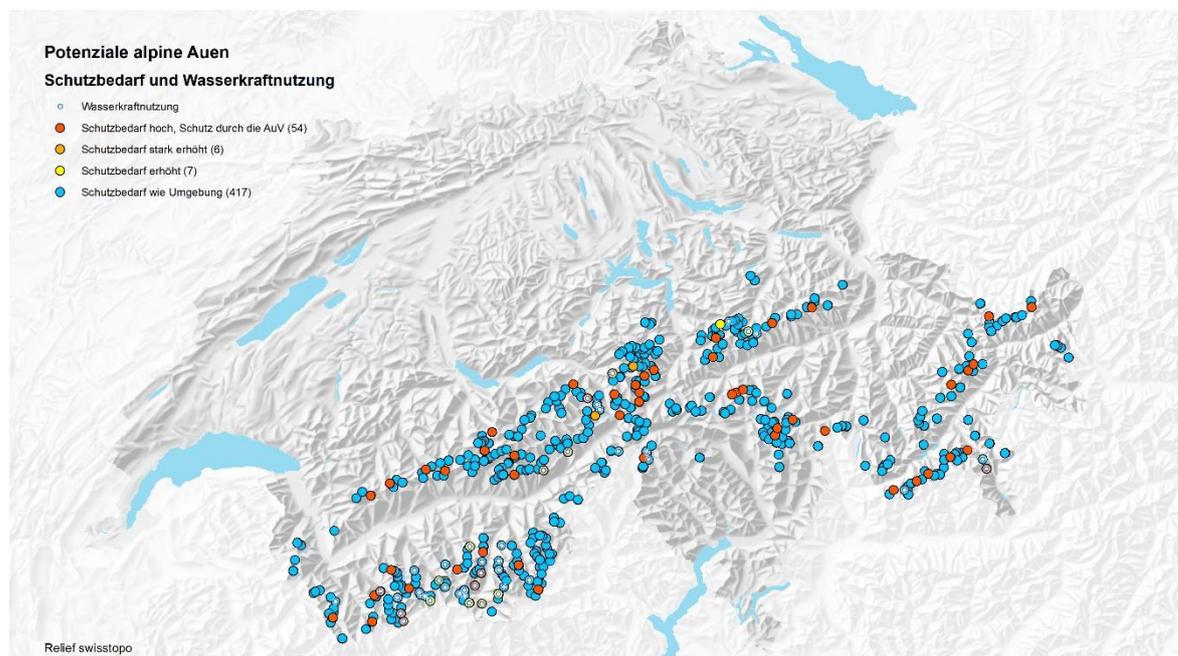


Abbildung 12: Schutzbedarf und Nutzung der Wasserkraft

Die dargestellten Nutzungen zu total 44 Objekten sind den in Kapitel 4.4 dokumentierten Quellen entnommen und nicht zwingend vollständig.

### 7.4 Handlungsempfehlungen

Aus den aufgezeigten Entwicklungen werden die folgenden Handlungsempfehlungen abgeleitet:

Mit der Aufnahme der 54 Gletschervorfelder in das Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung ist der Erhalt der Biodiversität, respektive die ungestörte Weiterentwicklung der **Gebiete mit hohem Schutzbedarf** planerisch langfristig gesichert.

Für die 13 **Gebiete mit erhöhtem Schutzbedarf** ist aus Sicht des Naturschutzes ebenfalls eine planerische Sicherung als «Vorranggebiete Biodiversität» anzustreben. Dies kann über eine Aufnahme der Gebiete in das Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung erfolgen, wenn sie die massgeblichen Kriterien erfüllen. Auch ein Schutz als kantonales Naturschutzgebiet wäre denkbar. Für eine Aufnahme in das Bundesinventar sind die Gebiete bezüglich nationaler Bedeutung mit den vom BAFU entwickelten Methoden zu überprüfen. Dabei ist der Zeitpunkt der Überprüfung kritisch, da einige Gebiete (z.B. der Grosse Aletschgletscher) erst bei fortschreitender Gletscherschmelze die geforderte Qualität bezüglich der Dynamikbereiche erreichen.

Die Entwicklung der Dynamikbereiche 2000 – 2020 in den Objekten des Inventarprojekts zeigt, dass im Bereich der vom Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz NHG mit Art. 5 geforderten regelmässigen Überprüfung der Inventare bei den Gletschervorfeldern im Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung Handlungsbedarf besteht. Dabei geht es sowohl um die gletscherseitige Anpassung der Perimeter von Inventarobjekten als auch um eine eigentliche **Inventar-Revision**, da auch Gletschervorfelder und neue alpine Schwemmebenen ausserhalb des Bundesinventars (die Gebiete mit erhöhtem Schutzbedarf) in Anbetracht der neuen / wachsenden Dynamikbereiche neu nationale Bedeutung erlangen können.

Der mit dem Gletscherschwund eingeleitete Wandel der Gletschervorfelder mag kurz und mittelfristig lokal zu einer Erhöhung der Biodiversität führen. Längerfristig werden sich alle untersuchten Objekte zu «**relikten Gletschervorfelder**» entwickeln und sich vegetationskundlich sukzessive ihrer Umgebung angleichen. Den Auentyp Gletschervorfeld im Sinne der für das Inventarprojekt gefassten Definition wird es so nicht mehr geben. Die Schutzwürdigkeit dieser Gebiete wird nach neuen zu entwickelnden Konzepten zu begründen sein. Dies kann auch soweit führen, dass heute noch geschützte Objekte aus dem Inventar entlassen werden.

Die Studie zur Entwicklung der alpinen Auen ist ein erster Schritt auf diesem Weg.

## 8 Haftungsausschluss

Das geowissenschaftliche Büro *geo7* hat diese Studie aufgrund der dokumentierten Unterlagen, und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Die Studie nfp61 NELAK basiert auf vergleichsweise gemässigten Annahmen zur Klimaentwicklung [2]. Pessimistischere Annahmen führen zu einem rascheren Eintreten der prognostizierten Veränderungen. Die grobe Verortung der erwarteten Veränderungen auf der Zeitachse (Mitte / Ende des 21. Jahrhunderts) bildet diese Unschärfe ein Stück weit ab.

Die in nfp61 NELAK prognostizierten Seen und insbesondere deren Volumina sind mit erheblichen Unschärfen behaftet. Sie sind begründet in der Modellierung der Topographie des Gletscherbetts und werden in die Aussagen der vorliegenden Vorstudie übernommen, sofern nicht anders deklariert. *geo7* lehnt jede Haftung für Falschaussagen zu den prognostizierten Seen (räumliches und zeitliches Eintreten, mittlere Tiefe) ab.

Die Studie wurde im Auftrag von Pro Natura Schweiz erstellt, mit dem Zweck, den Verband in der Diskussion um die im Bereich der abschmelzenden Gletscher aufkommenden Nutzungsinteressen soweit möglich mit transparenter und auf anerkannten Fakten basierender Fachinformation zur naturräumlichen Entwicklung der alpinen Auen zu unterstützen. Wird das Gutachten für andere Zwecke verwendet, lehnt *geo7* jegliche Haftung ab. Eine Haftung gegenüber anderen Institutionen oder Personen als den Auftraggebern wird vollumfänglich abgelehnt.

Bern, 8. März 2021

*geo7* AG

Peter Gsteiger