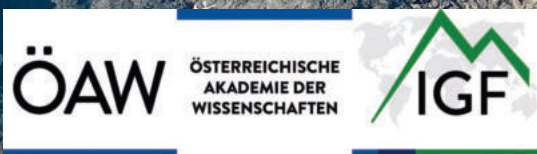


Hallstätter Gletscher

Massenhaushalt und Klima 2024/2025

Giulia Bertolotti MSc, Mag. Klaus Reingruber, Dr. Kay Helfricht, Dr.
Andrea Fischer

Jahresbericht
des Instituts für Interdisziplinäre Gebirgsforschung
der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
und der BLUE SKY Wetteranalysen
Traunmüller und Reingruber OG



 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Klima- und Umweltschutz,
Regionen und Wasserwirtschaft



Hallstätter Gletscher

Massenhaushalt und Klima
2024/2025

Im Auftrag von

Energie AG Oberösterreich
Böhmerwaldstrasse 3
Postfach 298
A-4021 Linz, Austria
service@energieag.at
Tel.: +4305/9000 – 0
Fax.: +430800/818001

Land Oberösterreich
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
Promenade 37
A-4021 Linz, Austria
uwd.post@ooe.gv.at
Tel.: +43(0)732/7720 – 14550
Fax.: +43(0)732/7720 – 214549

Durchführung der Arbeiten

Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung
Österreichische Akademie der Wissenschaften
Innrain 25
A-6020 Innsbruck, Austria
www.mountainresearch.at

BLUE SKY Wetteranalysen, Traunmüller und Reingruber OG
Ingenieurbüro für Meteorologie
Steinhüblstrasse 1
A-4800 Attnang-Puchheim, Austria
<http://www.blueskywetter.com>

Giulia Bertolotti Msc bertolottigiulia@gmx.net

Tel.: +43(0)660 185 0562

Mag. Klaus Reingruber office@blueskywetter.at

Tel.: +43(0)7674 20660

Dr. Kay Helfricht

Dr. Andrea Fischer

andrea.fischer@oeaw.ac.at

Tel.: +43(0)512 507 49451

Die Ergebnisse aller Messungen sowie der aktuelle Stand sind abrufbar unter
www.dachsteingletscher.info.

Kurzfassung

Im Massenhaushaltsjahr 2024/25 wurde am Hallstätter Gletscher der **größte jährliche Massenverlust** in der 19-jährigen Messreihe festgestellt. Nach einem frühen Wintereinbruch Mitte September 2024 war der gesamte **Winter** generell **niederschlagsarm**. Stärkere Niederschläge wurden nur um die Weihnachtszeit aufgezeichnet. Am Frühjahrsschacht unterhalb der Steinerscharte fiel die Schneedecke mit 3,56 m deutlich unterdurchschnittlich aus. Auf der östlichen Zunge wurden teilweise weniger als 1 m Schnee gemessen. Insgesamt ergab sich für das Winterhalbjahr die **niedrigste Akkumulation seit Messbeginn**. Warmes Wetter im Mai und besonders im Juni führte zu einem schnellen Einsetzen der Ablation. Der Juli war insgesamt der niederschlagsreichste Monat des Jahres. Aufgrund der hohen Temperaturen fielen jedoch nur geringe Schneemengen, und der Gletscher aperte jeweils innerhalb weniger Tage wieder aus. Dadurch wurde die Ablation nur sehr eingeschränkt gebremst. Auch die wenigen Schneefälle im September konnten die Ablationsrate nicht nennenswert verringern. Erst am 30. September, pünktlich zum Abschluss des hydrologischen Jahres, kam es zu einem ergiebigeren Schneefall.

Die **Sommerbilanz** 2024/25 erwies sich als die **sechsnegativste seit Messbeginn**, die **Jahresbilanz** jedoch als **die negativste**, bedingt durch die außergewöhnlich geringe Winterbilanz. Zum Zeitpunkt der Herbstbilanz war nur mehr ein **sehr geringer** Teil der Gletscherfläche mit **Rücklagen** aus dem vergangenen Winter bedeckt. Das Maximum der Ausaperung wurde zu diesem Zeitpunkt für das Haushaltsjahr 2024/25 dokumentiert; für die Ablationssaison 2025 war es wahrscheinlich noch nicht erreicht, da die Gletscherzungen im Oktober 2025 erneut größtenteils ausaperten. Die **spezifische Massenbilanz des Massenhaushaltsjahres 2024/25 beträgt -2865 mm Wasseräquivalent**. Dies entspricht einem Wasservolumen von $6141 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ Wasser bzw. einem **mittleren Eisdickenverlust von rund 3,2 m** über die gesamte Gletscherfläche. Damit war die Gesamtbilanz deutlich negativer als das Mittel (-1300 mm WW) und um 260 mm WW negativer als das bisher schlechteste Jahr 2021/22. **Somit verlor der Hallstätter Gletscher im Jahr 2024/25 rund 9% seiner noch existierenden Masse.**

Seit Herbst 2006 werden am Hallstätter Gletscher Massenbilanzmessungen durchgeführt. Dabei wird mit Schneeschächten und Schmelzpegeln festgestellt, welche Menge an Schnee und Eis am Hallstätter Gletscher pro Jahr dazukommt oder abschmilzt. Wie hoch die Massenumsätze sind, hängt von der Witterung während des Jahres ab. Deshalb werden parallel zu den Messungen am Gletscher auch die Wetterdaten gemessen und aufgezeichnet. Das Land Oberösterreich und die Energie AG ermöglichen die Forschungsarbeiten unter der wissenschaftlichen Leitung des Institutes für Interdisziplinäre Gebirgsforschung der ÖAW in Zusammenarbeit mit BLUE SKY Wetteranalysen als Projektpartner vor Ort.

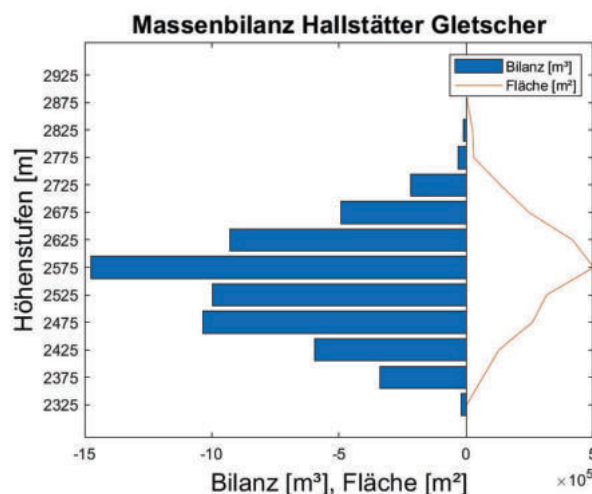


Abbildung 1: Massenbilanz sowie Verteilung der Fläche des Hallstätter Gletschers nach Höhenstufen 2024/25.

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel der Massenbilanzmessungen	1
2	Das Untersuchungsgebiet	2
3	Klima und Witterungsverlauf	3
4	Massenbilanz	6
4.1	Methode	6
4.2	Durchgeführte Arbeiten.	6
4.2.1	Pegelablesungen	6
4.2.2	Frühjahrsbegehung	6
4.2.3	Herbstbegehung	7
4.2.4	Ausaperungsflächen	7
4.2.5	Niederschlag.	8
4.2.6	Aktuelle Geländedaten.	8
4.3	Auswertung	10
4.3.1	Winterbilanz	10
4.3.2	Jahresbilanz	11
4.3.3	Sommerbilanz	14
4.4	Online Massenbilanz	14
4.5	Besonderheiten 2025	15
4.6	Zusammenfassung der Ergebnisse	16
A	Anhang	18
A.1	MitarbeiterInnen und Danksagung	18
A.2	Definitionen	18
A.3	Fotos	20
	Literaturverzeichnis	40

Ziel der Massenbilanzmessungen

Gletscher sind empfindliche Indikatoren für Klimaänderungen. Dennoch gibt es weltweit nur wenige Gletscher an denen langjährige Reihen des Massenhaushaltes gemessen werden [1]. Massenbilanzmessungen dienen dabei zur Untersuchung des direkten Zusammenhanges zwischen Gletschern und dem Klima. Diese Verbindung drückt sich langfristig in Flächen- und Volumenänderungen aus. Entscheidend für die Entwicklung eines Gletschers sind Veränderungen im Bereich des Massengewinns, der Akkumulationszone, und der Bereich des Massenverlustes, der Ablationszone. Abbildung 1.1 zeigt einen schematischen Schnitt entlang der zentralen Fließlinie eines Gletschers.

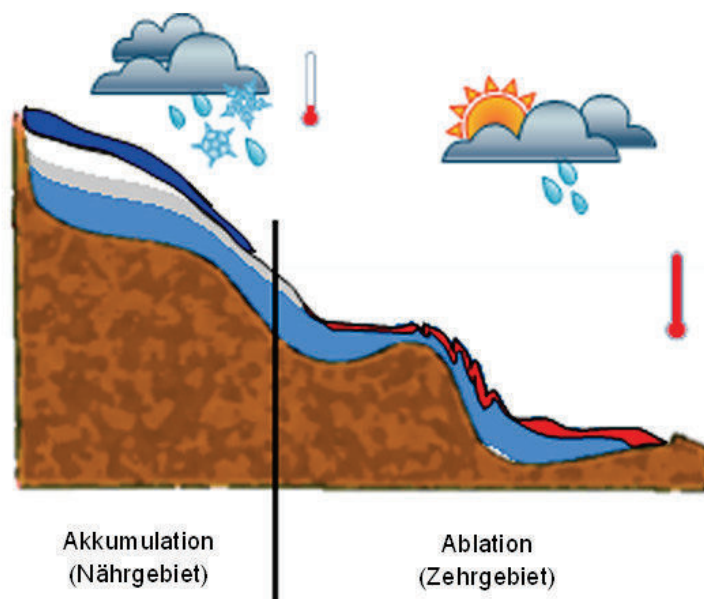


Abbildung 1.1: Schematischer Schnitt entlang der zentralen Fließlinie eines Gletschers. Farblich dargestellt sind die Eismasse des Gletschers (hellblau), im Bereich der Akkumulation Schnee (dunkelblau) und Firn (weiß/grau) sowie der Massenverlust (rot) im Ablationsgebiet. Die Thermometer geben die relativen Temperaturverhältnisse wieder.

Gelegen im Dachsteingebiet, gehört der Hallstätter Gletscher zu den nördlichen Kalkalpen und wird von den klimatischen Bedingungen des Alpennordrandes beeinflusst. Speziell in dieser Region treten erhöhte Niederschlagsmengen gegenüber dem Alpenhauptkamm auf. In Folge dessen kann sich der Gletscher in niedrigeren Höhenstufen halten. In Verbindung mit meteorologischen Daten und Massenbilanzmessungen über mehrere Jahre können solche Beziehungen näher untersucht werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse für das Massenhaushaltsjahr 2024/25 dargelegt.

2

Das Untersuchungsgebiet

Der Hallstätter Gletscher ist der größte Gletscher der nördlichen Kalkalpen [2]. Im Sommer 2018 fand eine neue Aufnahme der Gletscheroberfläche des Hallstätter Gletschers mittels luftgestütztem Laserscanning statt. Die topographischen Daten konnten auf Grundlage des digitalen Geländemodells und des Orthofotos (Land Oberösterreich) aktualisiert werden. Aufgrund größerer Flächenverluste an der mittleren Zunge sowie das weitere Ausapern der Felsinsel unterhalb des Eissteins und an der westlichen Zunge wurde die Gletschergrenze für 2025 mithilfe von Sentinel-2 Satellitenbilder [8] angepasst (Abb. 4.1). Der Hallstätter Gletscher ist nordostseitig ausgerichtet und durch Felswände umrandet. An das große Plateau oberhalb von 2550 Meter Höhe schließen drei kurze Zungen an. Wie aus Abbildung 2.1 ersichtlich, befindet sich die flächenmäßig größte Höhenzone zwischen 2550 m und 2600 m. Der höchste Punkt des Gletschers liegt auf 2905 m, der niedrigstgelegene Punkt befindet sich auf 2300 m. Der Hallstätter Gletscher besitzt eine Fläche von 2,14 km² (Gletschergrenze 2025). Dies ist weniger als die Hälfte seiner Ausdehnung gegenüber dem Gletscherhochstand 1856 (5,27 km²) [5]. Allein seit Anfang der Messungen vor 19 Jahren hat sich die Fläche des Hallstätter Gletschers um ca. 30% verkleinert. Ebenso ging das Volumen des Gletschers stark zurück ([3]).

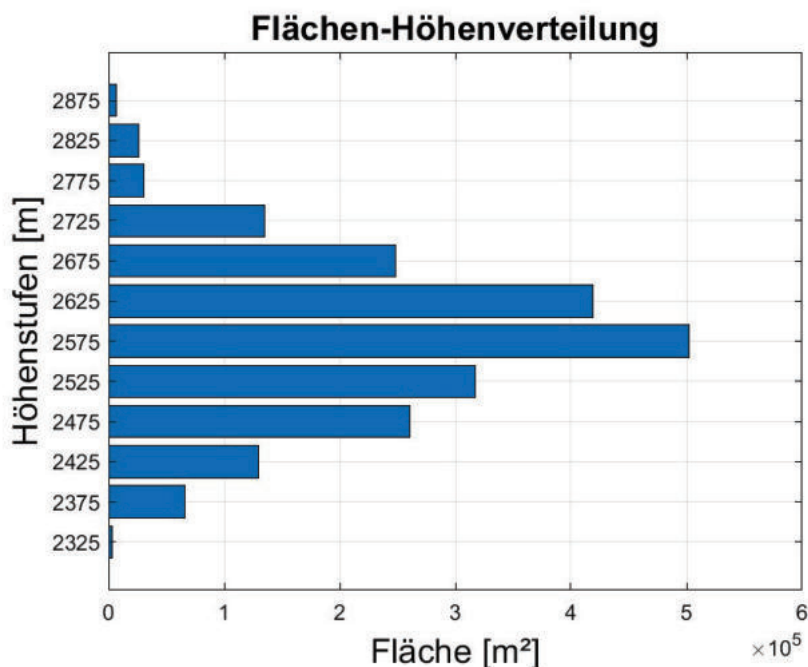


Abbildung 2.1: Flächen-Höhenverteilung des Hallstätter Gletschers auf Grundlage des Höhenmodells von 2018 und der adaptierten Gletschergrenze von 2025.

3

Klima und Witterungsverlauf

Die klimatischen Randbedingungen für den Hallstätter Gletscher unterscheiden sich von denen anderer österreichischer Gletscher mit Massenhaushaltsmessungen, welche am Alpenhauptkamm liegen [4]. Aufgrund seiner Exposition und Lage am Alpennordrand treten gegenüber dem österreichischen Mittel erhöhte Niederschlagsmengen auf. Auch ist innerhalb des Landes Oberösterreich ein deutlicher Niederschlagszuwachs vom Mühlviertel bis zum Dachstein zu verzeichnen (Abb. 3.1). Dies begründet sich durch luvseitige Staueffekte bei nordwest- bis nordöstlicher Anströmung.

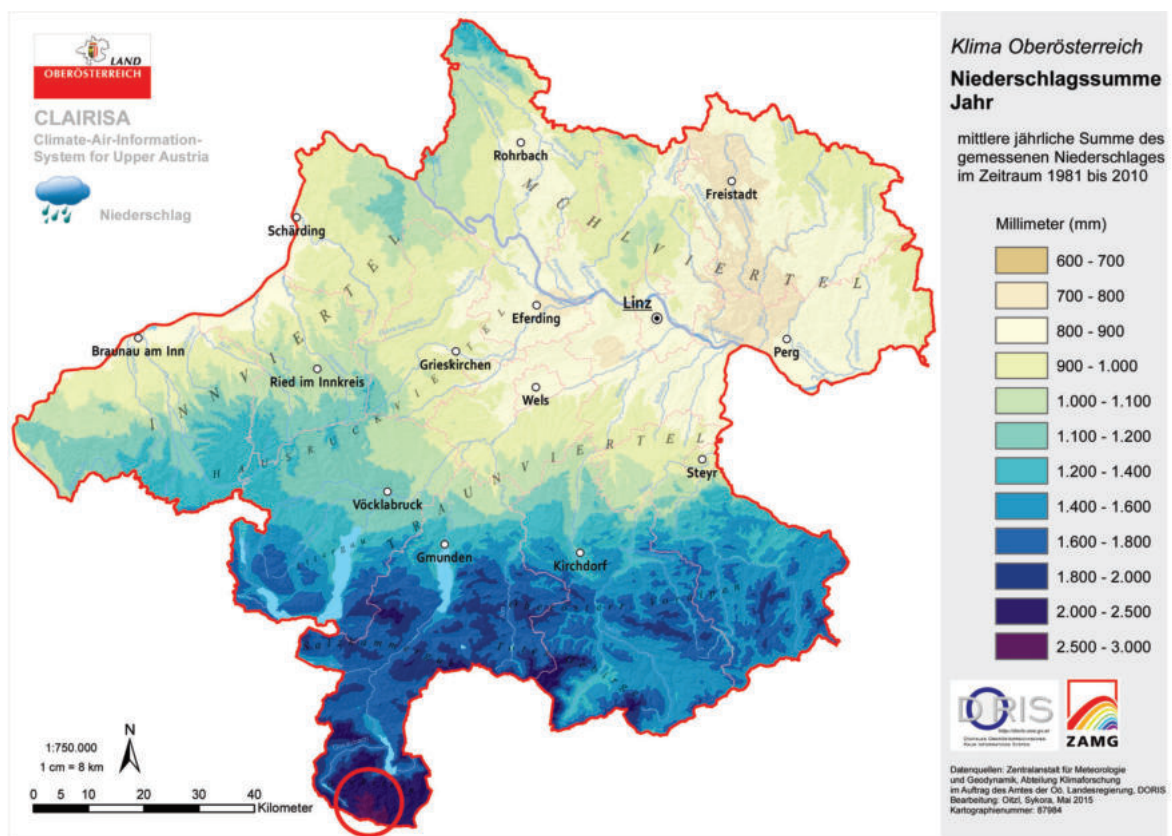


Abbildung 3.1: Mittlere Jahresniederschlagsmenge in mm (Datenquellen: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Abteilung Klimaforschung im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung, DORIS). Im Ausschnitt rot markiert die Lage des Hallstätter Gletschers.

Für den Massenhaushalt eines Gletschers in unserer Alpenregion sind drei meteorologische Parameter von besonderer Bedeutung:

1. der Niederschlag während des Winters,
2. die Sommertemperatur und
3. die Anzahl und Menge der Neuschneefälle während des Sommers.

Das hydrologische Jahr vom 1.10.2024 bis zum 30.09.2025 war insgesamt schneearm. Die Wintersaison begann mit einem ergiebigen Schneefall zwischen 11. und 16. September 2024, also noch im vorherigen hydrologischen Jahr. Es folgten ein warmer Oktober und November mit wenig Niederschlag. Der Gletscher aper-te zum Teil noch einmal aus (Abb. A.1). Erst wiederholte Schneefälle im Dezember legten den gesamten Gletscher unter eine, wenn auch sehr dünne, Schneedecke. Teile der östlichen Zunge blieben bis 19. Dezember schneefrei (Abb. A.2). Die Schneefälle zu Weihnachten waren die ergiebigen des gesamten Jahres (Abb. 4.2). Von Januar bis April fiel nur noch wenig Schnee. Im Februar und März herrschten außerdem ungewöhnlich hohe Temperaturen (Abb. 3.3, 3.2).

Zum Zeitpunkt der Frühjahrsbegehung wurde mit 3,56 m eine deutlich unterdurchschnittliche Schneemächtigkeit im Bereich von Schacht 3 festgestellt (Abb. 4.3, A.4, A.5). Auf der östlichen Zunge des Hallstätter Gletschers wurden Schneemächtigkeiten von teils unter 1 m sondiert (Abb. 4.3), was in weiterer Folge dort auch zum ersten Ausapern der Eisoberfläche Anfang Juni führte (Abb. A.6). Dementsprechend erwies sich die Winterbilanz 2024/25 mit +874 mm WW als die niedrigste seit Beginn der Messungen im Winter 2006/2007.

Der Mai war im Vergleich zum Winter relativ niederschlagsreich, jedoch mit höheren Temperaturen (Abb. 3.3, 3.2). In den höheren Lagen fiel noch Schnee, aber auf der Zunge handelte es sich vermutlich bereits überwiegend um Regen. Der Juni war überdurchschnittlich warm (ca. 5 °C über dem langjährigen Mittel 1961–1990 in der Dachstein-Region). Der Großteil des Niederschlags fiel als Regen und beschleunigte die Ausaperung des Gletschers (Vergleich Abb. A.6 und Abb. A.7, A.8). Der Juli war hingegen kühler und niederschlagsreich, mit zeitweisen Schneefällen über dem gesamten Gletscher. Diese überdauerten jedoch nur wenige Tage und konnten die Ablation daher nur leicht bremsen. August und September waren wieder warm und niederschlagsarm im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961–1990, und die Ablation setzte sich fort (Abb. A.9, A.10). Die Maximale Ausaperung wurde Ende September erreicht (Abb. A.15). Erst am 30. September fiel der erste ergiebige Schneefall – pünktlich zum Abschluss der Ablationsperiode und des hydrologischen Jahres 2024/2025 (Abb. A.18).

An der Wetterstation der Simonyhütte (2250 m a.s.l.) wurden zwischen Mai und Ende September kaum Minustemperaturen aufgezeichnet (Abb. 3.2). Der letzte Schneefall trat am 29. Mai auf. Danach fiel überwiegend flüssiger Niederschlag, abgesehen von kleineren Schneefällen im Juli und September. Somit erfolgte eine rasche Ausaperung der Eisoberfläche. Fast die gesamte Schneedecke des Winters 2024/25 wurde, mit Ausnahme weniger Restflächen am oberen Rand und in den klassischen Lawinenkegeln, abgeschmolzen (Abb. A.14, A.15). Zum Zeitpunkt der Herbstbegehung am 26.–27.09.2025 war die Eisoberfläche nur in den oberen Lagen durch eine leichte Schneesicht (maximal 11 cm) bedeckt (Abb. A.16, A.17). Es wurde daher keine Herbstschacht benötigt.

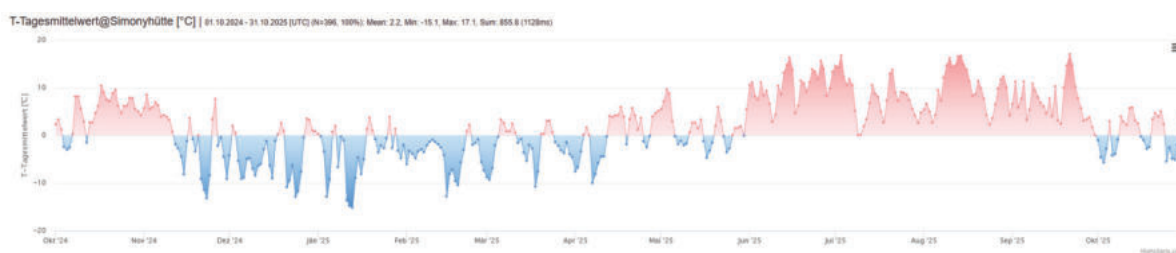


Abbildung 3.2: Temperaturverlauf von Oktober 2024 bis September 2025 an der Station Simonyhütte.

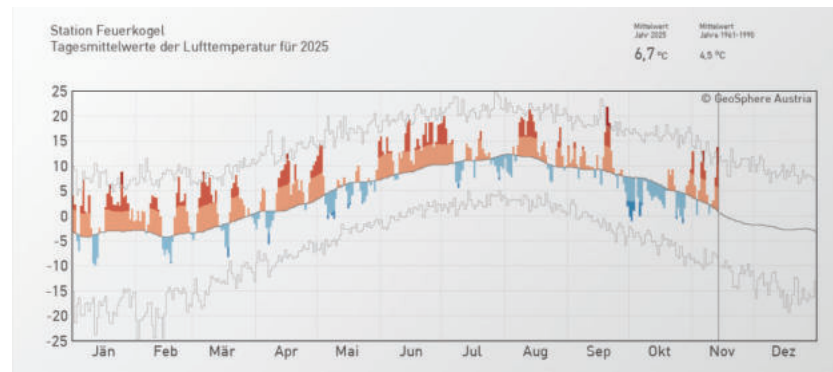


Abbildung 3.3: Temperaturverlauf des Jahres 2025 an der Station Feuerskogel (Mittel bezogen auf die Periode 1961 bis 1990). Die Abbildung wird von GeoSphere Austria unter <https://klimaportal.geosphere.at/klimamonitoring> zur Verfügung gestellt.

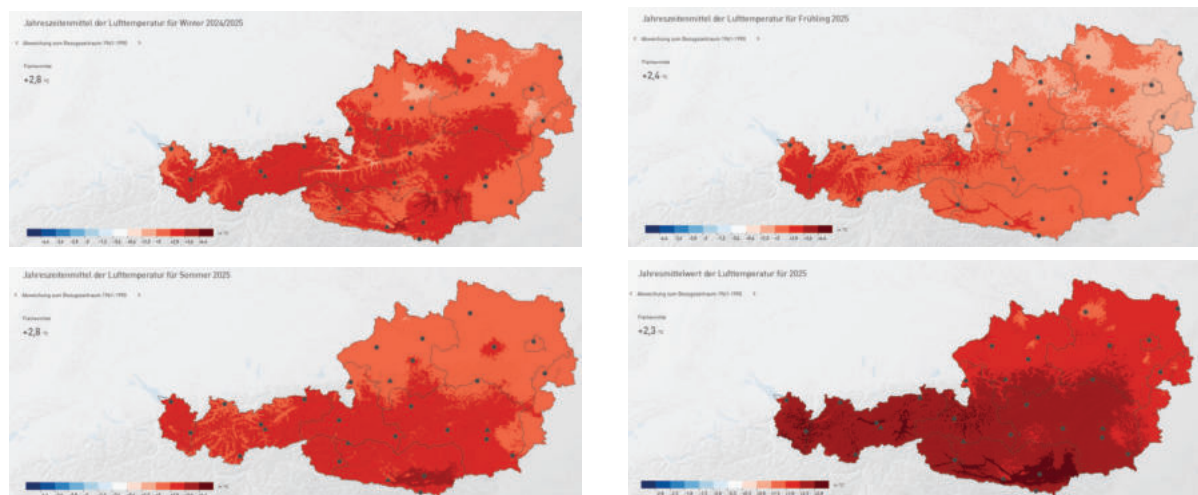


Abbildung 3.4: Übersicht der Abweichungen vom langjährigen Mittel der Temperatur für die Jahreszeiträume Winter (DJF), Frühling (MAM) und Sommer (JJA) sowie für das gesamte Jahr 2025. Die Abbildungen werden von GeoSphere Austria unter <https://klimaportal.geosphere.at/klimamonitoring> zur Verfügung gestellt.

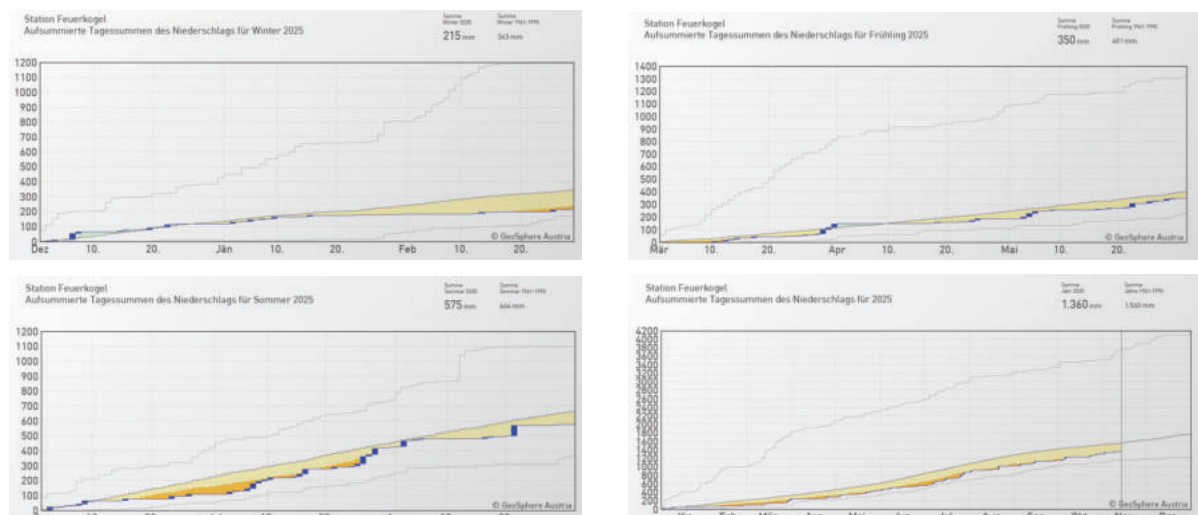


Abbildung 3.5: Übersicht der Abweichungen vom langjährigen Mittel des Niederschlags (unten) für die Jahreszeiträume Winter (DJF), Frühling (MAM) und Sommer (JJA) sowie für das gesamte Jahr 2025. Die Abbildungen werden von GeoSphere Austria unter <https://klimaportal.geosphere.at/klimamonitoring> zur Verfügung gestellt.

4

Massenbilanz

4.1. Methode

Der Massenhaushalt eines Gletschers beschreibt, wie viel Schnee oder Eis in einem Haushaltsjahr dazugekommen oder abgeschmolzen ist. Zur Erstellung der Massenbilanz mit der direkten glaziologischen Methode werden Messungen an mehreren Stellen eines Gletschers vorgenommen [6]. Im Ablationsgebiet (Zehrgebiet) dienen Holzpegel dazu, anhand Ablesens des freien Endes die Schmelze zu ermitteln. Im Akkumulationsgebiet (Nährgebiet) werden Schächte bis zur Gletscheroberfläche des Vorjahres gegraben. Aus deren Dichteprofil wird das Wasseräquivalent des akkumulierten Schnees errechnet. Der Massenhaushalt wird für den Zeitraum des hydrologischen Jahres vom 1.10. bis 30.09. des darauffolgenden Jahres bestimmt. Aus der Aufsummierung der Akkumulation des Winterhalbjahres mit der Ablation der Schmelzsaison erhält man die Massenbilanz eines Jahres [7].

4.2. Durchgeführte Arbeiten

4.2.1. Pegelablesungen

Im Massenhaushaltsjahr 2024/25 wurden die Pegel im Rahmen der Herbstbegehung am 27-28.09.2025 abgelesen, sowie im Jahr 2025 am 15.7., 14.8. und am 15.9. Die Positionen der Pegel sind der Abbildung 4.1 zu entnehmen. Am 14.8. wurden die Pegel 20, 24 und 37, am 27.9 die Pegel 21, 23, 27, 31 und 36, und am 28.9. der Pegel 34 neu gebohrt (Abb. A.11). Außerdem wurde 1 neuer Pegel (40) leicht östlich von den Dirndl und oberhalb der präparierte Piste zur Simonyhütte gebohrt, da dieser Gletscherteil in den letzten Jahren häufiger ausaperte.

Pegel 35 wurde nur am 14.8 abgelesen. Danach konnte der Pegel nicht mehr gefunden werden. Es wird vermutet, dass er beim Abtransport der Überreste des alten Skilifts aus den 70er Jahren, die sich in der Nähe befanden, ebenfalls mitentfernt wurde (Abb. A.20). Der in Tabelle 4.5 aufgelistete Wert entspricht daher nur die Periode 2 1.10.2024-14.08.2025. Dasselbe gilt für Pegel 29, wobei dieser Pegel nach seiner komplette Ausaperung im August 2025 nicht mehr neu gebohrt wurde. Grund dafür ist der rasche Rückgang der östliche Zunge, wo der Pegel sich befand (Abb. A.19). Pegel 30 konnte nur bei der ersten Begehung am 15.7. abgelesen werden. Danach aperte das nahegelegene Gestein seitlich so weit aus, dass der Pegel von unten vollständig aufschmolz (Abb. A.21).

4.2.2. Frühjahrsbegehung

Zur Erstellung der Winterbilanz eines Gletschers wird um den 1. Mai des Jahres die Frühjahrsbegehung durchgeführt. Das Graben von Schächten und die Erstellung des Dichteprofiles sowie die Sondierungen der Schneedecke dienen hierbei zur Ermittlung der Verteilung der Schneeakkumulation und der Berechnung des entsprechenden Wasseräquivalents.

Die Frühjahrsbegehung des Hallstätter Gletschers 2024 fand am 19. Mai statt. Es wurde auf der gesamten Gletscherfläche sondiert und die Frühjahrsschacht 3 wurde gegraben. In der Schacht wurde wie üblich ein Dichteprofil bestimmt (Abb. 4.3; Abb. A.5).

4.2.3. Herbstbegehung

Die Herbstbegehung dient zur Bestimmung der Schneerücklagen, welche die Ablationsaison bis zum 30. September des Jahres überdauert haben. Auch hier wird die räumliche Verteilung durch Sondierungen aufgenommen wenn noch entsprechende Rücklagen zu finden sind oder bereits eine Neuschneedecke existiert. Mit der anhand von Schneeschächten berechneten mittleren Dichte des Schnees wird das Wasseräquivalent der verbliebenen Schneedecke ermittelt. Zusätzlich werden Pegelablesungen durchgeführt, um die maximale Eisablation an den Pegelpositionen zu bestimmen. Anhand der Ergebnisse dieser Messungen wird die Jahresbilanz des hydrologischen Jahres erstellt. Die Herbstbegehung fand am 27.-28. September 2025 statt (Abb. A.16, A.17). Alle Pegel wurden abgelesen. Nennenswerte Schneerücklagen konnten nur mehr unterhalb der Kreuzwand auf dem westlichen Teil des Gletschers und unterhalb des Dachsteingipfels vorgefunden werden (Vgl. Abb. A.14, A.15). Es gab keine Rücklage im Bereich des Herbstschachtes, nur maximal 11 cm Neuschnee. Es wurde daher auch keine Schacht gegraben.

4.2.4. Ausaperungsflächen

Unter Verwendung von optischen Satellitendaten des Sentinel-2 Satelliten lassen sich schneebedeckte von bereits ausgeaperten Gletscherflächen gut unterscheiden. Für die Berechnung der Massenbilanz 2024/25 konnten die Ausaperungsmuster für 9 Aufnahmezeitpunkte zwischen dem 6.6. und dem 21.09.2025 kartiert und die Anzahl der schneefreien Tage bis Ende September ausgewertet werden. Die farblich gekennzeichneten Flächen wurden zur Auswertung der Bilanz einbezogen (Abb. 4.1). Die letzte auswertbare Aufnahme stammt vom 21.09.2025 (Abb. A.15). Aus den Bilddaten ergibt sich für den niedrigstgelegenen Bereich der Gletscherzungen eine maximale Ausaperungsdauer von 111 Tagen. Dies entspricht einer Verlängerung um 23 Tage im Vergleich zum Sommer 2024.

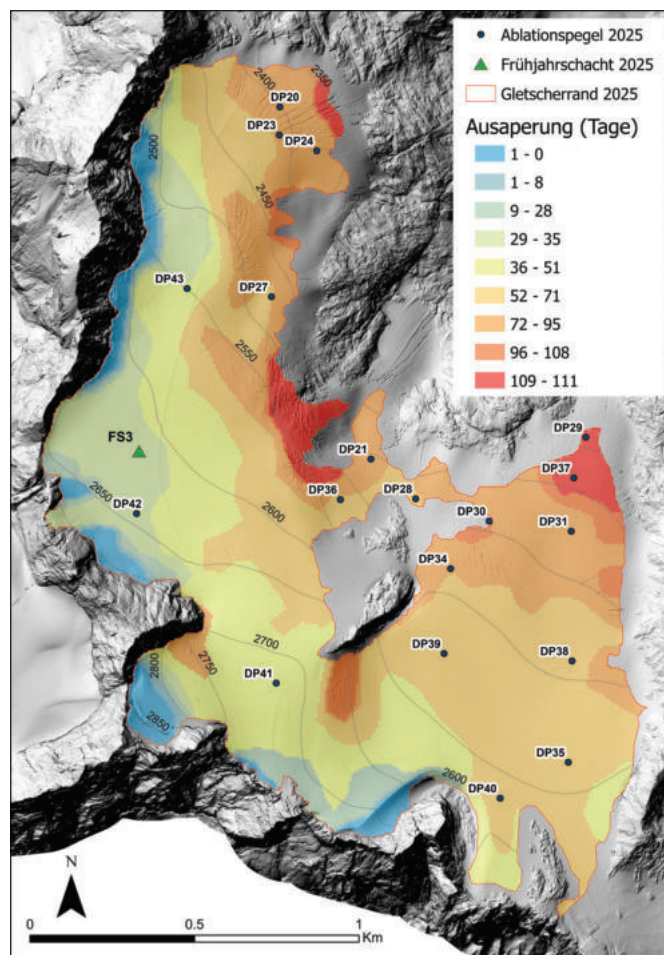


Abbildung 4.1: Positionen der Pegel (DP=Dachstein Pegel, mit Bezeichnung des Jahres der Bohrung) und Lage der Frühjahrsschacht 2024/25. Die Dauer der Ausaperung in Tagen aus Sentinel-2 optischen Bildinformationen ist farblich hinterlegt. Kartengrundlage: beleuchtetes Höhenmodell 2018 (Land Oberösterreich). (FS = Frühjahrsschacht)

4.2.5. Niederschlag

Der bisher zur Niederschlagsmessung verwendete Totalisator im Bereich des Gletschervorfeldes der mittleren Zunge des Hallstätter Gletschers wurde im Sommer 2020 endgültig abgebaut. Die automatische Niederschlagsmessung im Bereich der Simonyhütte ist nunmehr seit sechs Jahren in Betrieb. Auch wenn die Daten von Totalisator und neuer Niederschlagsmessung zunächst nicht direkt übertragbar sind, so bieten die zeitlich besser aufgelösten Daten des Niederschlagsmessers an der Simonyhütte bereits jetzt einen detaillierteren Einblick in das Niederschlagsgeschehen am Hallstätter Gletscher.

Die Niederschlagssummen der einzelnen Monate sind der Tabelle 4.1 zu entnehmen. Die Tabelle 4.2 zeigt die jährlichen Niederschlagssummen der Haushaltsjahre seit 2006/07, dem ersten Jahr der Messungen. Mit einem Jahresniederschlag von 1888 mm ist das Haushaltsjahr 2024/25 das 4. niederschlagsarme Haushaltsjahr seit Beginn der Messungen am Hallstätter Gletscher. Es lag etwa 12% unter dem Mittelwert der Jahre 2006/07 bis 2024/25 (2124 mm). Vor allem der Winter war niederschlagsarm (Abb. 4.2). Der Juli war hingegen das einzige Monat mit Niederschlagsmengen deutlich über dem monatlichen Durchschnitt..

4.2.6. Aktuelle Geländedaten

Mit Hilfe der vom Land Oberösterreich zur Verfügung gestellten Höhenmodelle auf Grundlage der Luftgestützten Laserscanningsaufnahmen 2018, sowie dem Orthofoto, konnte die Gletschergrenze neu aufgenommen und die aktuelle Höhe der Gletscherfläche bestimmt werden. Diese wurde aufgrund der raschen Zerfallerscheinungen besonders an der mittleren Zunge (Abb. A.27, A.28) und rund um den Eissstein (Abb. A.25, A.26) für 2025 angepasst. Die Anpassung erfolgte mithilfe von Sentinel-2 Satellitenbilder [8], so wie bereits für die Jahre 2023 und 2024 (Abb. 4.1). Die Gesamtfläche beträgt 2,14 km^2 mit Stand 21. September 2025.

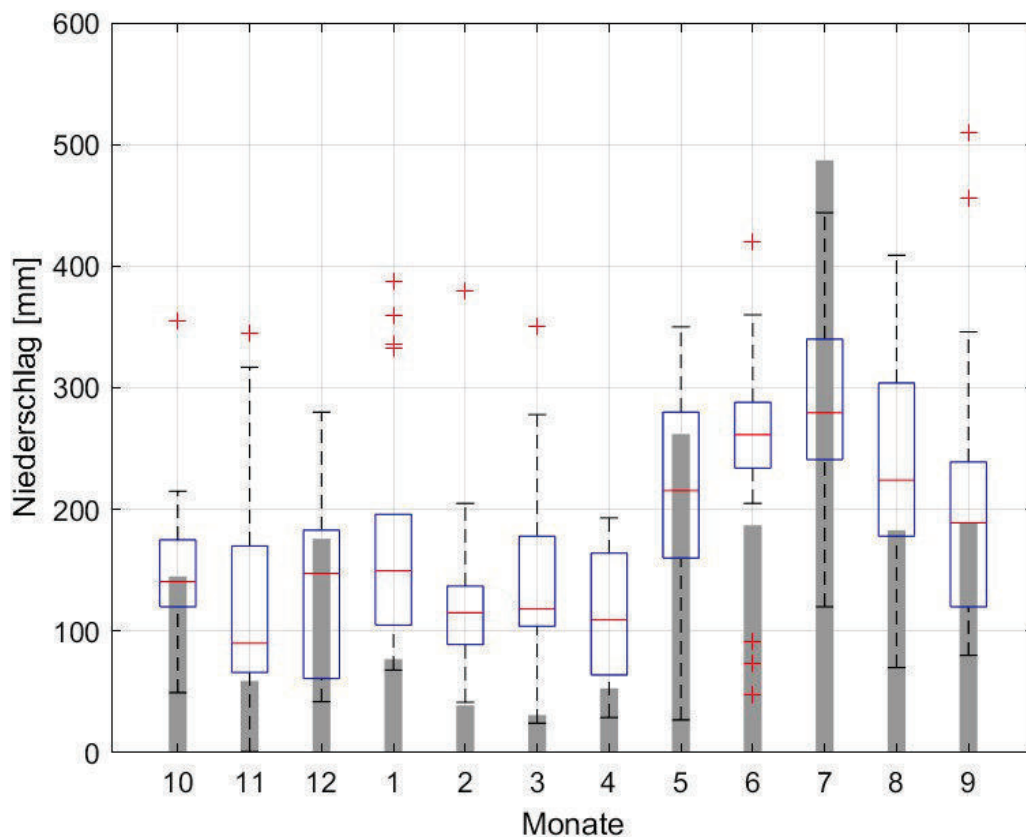


Abbildung 4.2: Vergleich der monatlichen Niederschlagssummen des Haushaltsjahres 2024/25 (graue Balken) gegenüber der statistischen Verteilung der Monatsniederschläge von 2006 bis 2025. Die rote Linie kennzeichnet den Median, die blauen Boxen zeigen alle Werte innerhalb der 25% und der 75% Perzentile. Rote Kreuze zeigen davon deutlich abweichende Minimal- oder Maximalwerte.

Datum	Niederschlag [<i>mm</i>]
31.10.2024	145
30.11.2024	59
31.12.2024	176
31.01.2025	77
28.02.2025	39
31.03.2025	31
30.04.2025	53
31.05.2025	262
30.06.2025	187
31.07.2025	487
31.08.2025	183
30.09.2025	189
Gesamt	1888

Tabelle 4.1: Monatsniederschlag 2024/25.

Haushaltsjahr	Jahresniederschlag [<i>mm</i>]
2006/07	2615
2007/08	2259
2008/09	2710
2009/10	2290
2010/11	1850
2011/12	2287
2012/13	2381
2013/14	2474
2014/15	2383
2015/16	1968
2016/17	2251
2017/18	2020
2018/19	2045
2019/20	2029
2020/21	1641
2021/22	1942
2022/23	1620
2023/24	2563
2024/25	1888
Mittelwert 2006/07-2024/25	2124

Tabelle 4.2: Jahresniederschlag 2006/07 bis 2024/25.

4.3. Auswertung

4.3.1. Winterbilanz

Die Winterbilanz bezieht sich auf den Zeitraum vom 01.10. eines Jahres bis zum 30.04. des darauffolgenden Jahres. Für die Winterbilanz wird zunächst der Wasserwert der Schneedecke an den Schachtpositionen aus dem Dichteprofil ermittelt. Anhand von Sondierungen wird die Höhe der Schneedecke gemessen. Unter Verwendung der mittleren Dichte aus den Schneeschnitten wird der Wasserwert an den Sondierungspositionen berechnet. Wurde vor dem 01.10. bereits eine Schneedecke akkumuliert, so muss diese von den Bilanzwerten abgezogen werden. Zwischen den Punktmessungen wird der erhaltene Wasserwert der Winterschneedecke über die Fläche des Gletschers interpoliert. Die Verteilung der Winterbilanz ist in Abbildung 4.3 ersichtlich. Aus Tabelle 4.3 gehen Dichte und Wasserwert der Schacht hervor. Tabelle 4.4 zeigt die Werte der Winterbilanz nach Höhenstufen, gültig von 01.10.2024 bis 30.04.2025. Die Winterbilanz B_w wird durch Integration der spezifischen Bilanzen über die jeweiligen Flächen der Höhenstufen berechnet. Die mittlere spezifischen Winterbilanz b_w erhält man durch Division von B_w durch die Gesamtfläche.

$$B_w = 1872.5 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_w = 874 \text{ mm WW}$$

Winterbilanz Hallstätter Gletscher 01.10.2024-30.04.2025

- Gletscherrand 2025
- Ablationspegel 2025
- ▲ Frühjahrsschacht 2025
- Höhenstufen (50m, DEM 2018)

Wasserwert [cm]

- < 40
- 41 - 60
- 61 - 80
- 81 - 100
- 101 - 120
- 121 - 140
- 141 - 160
- 161 - 180

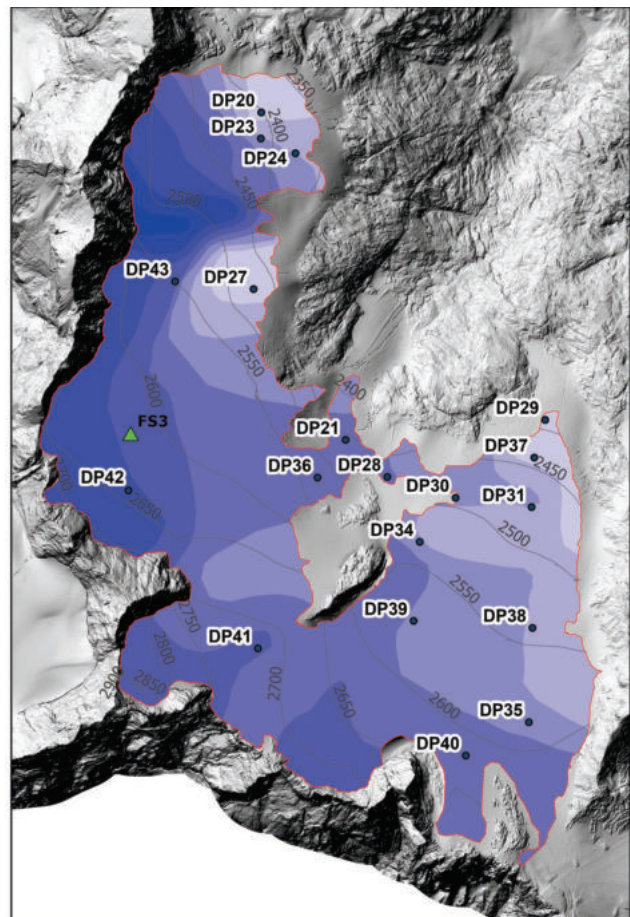
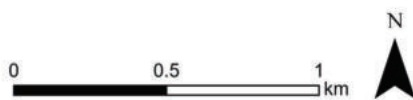


Abbildung 4.3: Flächen gleichen Wasserwertes der Winterbilanz 2024/25.

Schachtnummer	Tiefe [m]	Dichte [kg/m^3]	Wasserwert [mm]
3	3,56	469	1894

Tabelle 4.3: Frühjahrsschacht 2025. Die angegebene Schachttiefe ist die Gesamttiefen inklusive des im Herbst 2024 sowie zwischen 1. Mai 2025 und dem Messdatum (19.5.2025) gefallenem Neuschnees. Dieser ist im Wasserwert bereits abgezogen.

Höhenstufe [m]	Fläche [km ²]	Bilanz [10 ³ m ³]	Wasserwert [mm]
2900 – 2950	0,000	0,0	1100
2850 – 2900	0,007	7,2	1100
2800 – 2850	0,026	28,4	1100
2750 – 2800	0,03	31,1	1034
2700 – 2750	0,135	134,6	995
2650 – 2700	0,248	245,1	988
2600 – 2650	0,419	429,3	1025
2550 – 2600	0,502	410,2	817
2500 – 2550	0,317	253,2	799
2450 – 2500	0,261	210,5	807
2400 – 2450	0,13	89,4	689
2350 – 2400	0,066	32,0	488
2300 – 2350	0,004	1,5	413
Gesamt	2,145	1872,5	874

Tabelle 4.4: Flächen- und Höhenverteilung der Winterbilanz 2024/25 (Gletscherfläche Stand 2025).

4.3.2. Jahresbilanz

Für die Massenbilanz des hydrologischen Jahres vom 01.10. bis 30.09. werden zusätzlich zu den ermittelten Rücklagen an den Schneeschächten die Messwerte der Ablation an den Pegeln hinzugezogen (Tab. 4.5). An den Pegeln wird anhand des über die Ablationssaison freigelegten Endes unter Verwendung der mittleren Dichte von Eis $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ der Massenverlust an der Eisoberfläche ermittelt. Entsprechend der Winterbilanz wird der Wasserwert an den Schachtpositionen berechnet, wenn vorhanden. Aus den Sondierungen der Altschneedecke, Fotos, Webcam-Bildern und den Wasserwerten an Schächten und Pegeln wird eine Karte mit Isoflächen gleicher spezifischer Massenbilanz erstellt (Abb. 4.4). Über die Flächen-Höhenverteilung der spezifischen Bilanz wird die mittlere spezifische Bilanz der einzelnen Höhenstufen berechnet (Tab. 4.6, Abb. 4.5). Durch Integration der jeweiligen Flächen in den Höhenstufen mit ihren zugehörigen mittleren spezifischen Bilanzen wird die Nettojahresbilanz B berechnet. Nach Division dieser durch die Gesamtfläche des Gletschers erhält man die mittlere spezifische Jahresbilanz b .

$$B = -6140,7 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b = -2865 \text{ mm WW}$$

Pegelnummer	Wasserwert [mm]	Pegelnummer	Wasserwert [mm]
DP 20	-4761	DP 35*	-109
DP 21	-3771	DP 36	-3483
DP 23	-4968	DP 37	-4761
DP 24	-5418	DP 38	-2830
DP 27	-6498	DP 39	-2608
DP 28	-3573	DP 41	-2110
DP 29*	-304	DP 42	-1719
DP 30**	-86	DP 43	-1890
DP 31	-4122	*entspricht nur die Periode 1.10.2024–14.08.2025	
DP 34	-3645	**entspricht nur die Periode 1.10.2024–15.07.2025	

Tabelle 4.5: Wasserwerte der Massenbilanz an den Pegeln (01.10.2024–30.09.2025)

Höhenstufe [m]	Fläche [km ²]	Bilanz [10 ³ m ³]	Wasserwert [mm]
2900-2950	0	0	0
2850-2900	0,007	0	0
2800-2850	0,026	-9,8	-381
2750-2800	0,03	-32,4	-1078
2700-2750	0,135	-217,8	-1611
2650-2700	0,248	-492,6	-1986
2600-2650	0,419	-929,2	-2218
2550-2600	0,502	-1475,5	-2940
2500-2550	0,317	-997,8	-3146
2450-2500	0,261	-1033,5	-3960
2400-2450	0,13	-595,4	-4587
2350-2400	0,066	-337,8	-5144
2300-2350	0,004	-18,9	-5388
Gesamt	2,145	-6140,7	-2865

Tabelle 4.6: Flächen- und Höhenverteilung der Jahresbilanz 2024/25.

Jahresbilanz Hallstätter Gletscher 01.10.2024 - 30.09.2025

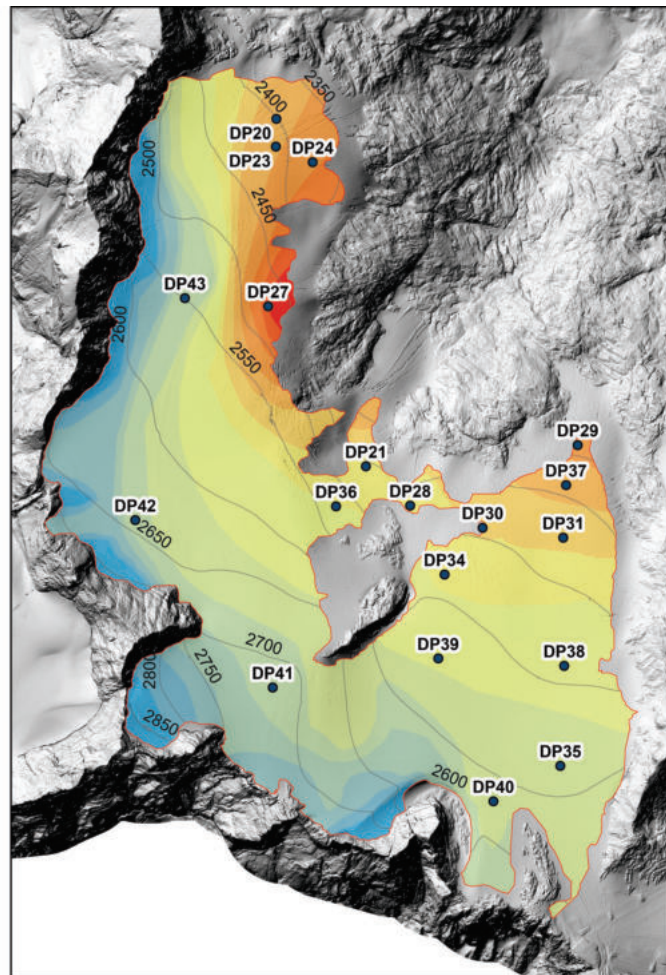
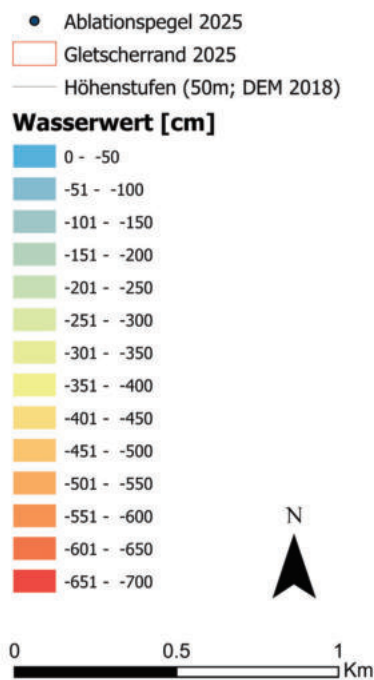


Abbildung 4.4: Flächen gleichen Wasserwertes der Jahresbilanz 2024/25.

Die Massenbilanz 2024/25 zeigt sich mit einer spezifische Massenbilanz $b = -2865 \text{ mm WW}$ als die **negativste Jahresbilanz der 19-jährigen Messreihe** am Hallstätter Gletscher. Dies ergab sich aus der Kombination von stark unterdurchschnittlicher Akkumulation und überdurchschnittlich negativer Sommerbilanz. Nach einer unterdurchschnittlichen Akkumulation im Winter (874 mm WW), was 44% des Mittelwerts der Winterbilanzen seit Beginn der Messungen im Jahr 2006/07 (1969 mm WW) entspricht, kam es bereits Anfang Juni zu einem zügigen Abbau der Schneedecke. Schon Anfang September war der Gletscher nahezu vollständig ausgeapert (Abb. A.13 und Abb. A.14). Die Höhe der Gleichgewichtslinie (ELA - equilibrium line altitude) lag oberhalb der vom Gletscher erreichte maximale Höhe von 2905 m (Tab. 4.7, 4.8). Zum Maximum der Ausaperung war der Hallstätter Gletscher mit weniger als 1% mit Rücklagen aus dem vergangenen Winter bedeckt (Vgl. Abb. A.13, A.14, A.15). Die leichte Schneefälle im Juli und im September überdauerte nur einige Tagen.

Die Ablation erreichte über die gesamte Gletscherfläche verteilt hohe Werte (Tab. 4.5, 4.6; Abb. 4.4). Im Mittel über die gesamte Messzeitreihe (2006/07-2024/25) beträgt die Massenbilanz -1301 mm WW . Die vergangene Saison war damit um rund 120% negativer als das Mittel der gesamten Zeitreihe über 19 Jahre (Abb. 4.8). Die Winterbilanz erwies sich als die **niedrigste Winterbilanz seit Messbeginn**, 56% niedriger als dem 19-jährigen Mittel. Die Sommerbilanz war knapp 14% negativer als das Mittel aller Sommerbilanzen bis 2025.

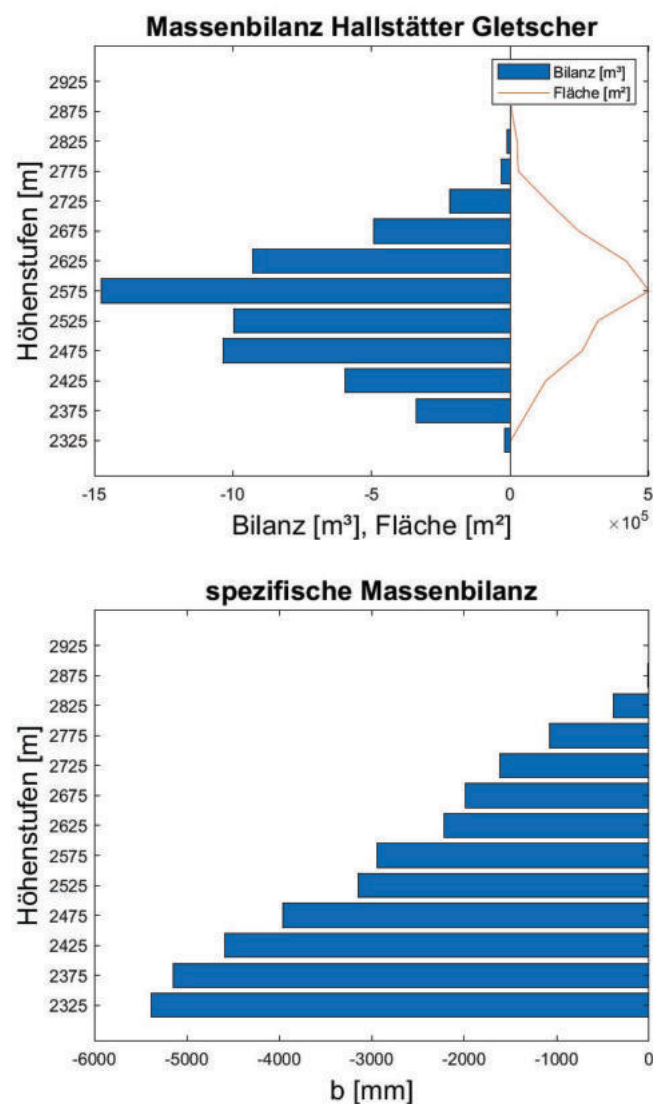


Abbildung 4.5: Nettobilanz (B) und Flächenverteilung nach Digitalem Geländemodell 2018 mit Gletschergrenze 2024 sowie die mittlere spezifische Bilanz (b) der Höhenstufen im mm WW.

4.3.3. Sommerbilanz

Die Sommerbilanz ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Massenhaushalt des hydrologischen Jahres und der Winterbilanz.

$$b_s = b - b_w$$

Für die Sommerbilanz ergeben sich daher folgende Werte:

$$B_s = -8013,2 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_s = -3739 \text{ mm WW}$$

Somit fällt die Sommerbilanz 2025 zwar negativer aus als der Mittelwert der Sommerbilanzen seit Messbeginn, liegt jedoch knapp nicht unter den fünf negativsten Sommerbilanzen (Abb. 4.8). Die stark negative Jahresbilanz ergibt sich daher vor allem aus der extrem niedrigen Akkumulation im Winter. Dennoch liegt die Sommerbilanz nur etwa 550 mm WW über der negativsten Sommerbilanz (2021/2022).

4.4. Online Massenbilanz

Seit Frühjahr 2020 ist auf der Seite www.dachsteingletscher.info für jeden Tag im Jahr der aktuelle Stand der Massenbilanz am Hallstätter Gletscher einsehbar. Als Grundlage dient eine Modellierung, welche die meteorologischen Daten der umliegenden Stationen Simonyhütte, Feuerkogel, Krippenstein und Ramsau einbezieht. Diese Modellierung wurde an den gemessenen Massenbilanzdaten aller bisherigen Messungen kalibriert. In Abbildung 4.6 ist der modellierte Verlauf des Massenhaushaltes 2024/25 zu sehen. Zusätzlich zu den Linien der Akkumulation, der Ablation sowie der daraus berechneten Massenbilanz ist die Bandbreite der einzelnen Massenbilanzjahre und der resultierende Mittelwert farblich hinterlegt.

Im Haushaltsjahr 2024/25 stellten die Niederschlags-Eingangsdaten weiterhin eine Herausforderung dar. Die modellierte Massenbilanz ist um mehr als 1000 mm WW positiver als die gemessene Massenbilanz. Dies ist auf Überschätzungen der Akkumulation im Modell zurückzuführen. Laut Modell nimmt die Akkumulation zwischen dem 1. Juni und Anfang August weiter zu und erreicht Werte, die nahezu 1000 mm WW über der gemessenen Winterbilanz liegen. In diesem Zeitraum fiel der Niederschlag jedoch überwiegend als Regen. Die Überschätzung der Akkumulation entspricht daher nahezu der gesamten Überschätzung der Massenbilanz. Die modellierte Ablationskurve stimmt hingegen grob mit den Messwerten überein. Die Messdaten aus 2024/2025 werden in die weitere Verbesserung des Modells einfließen.

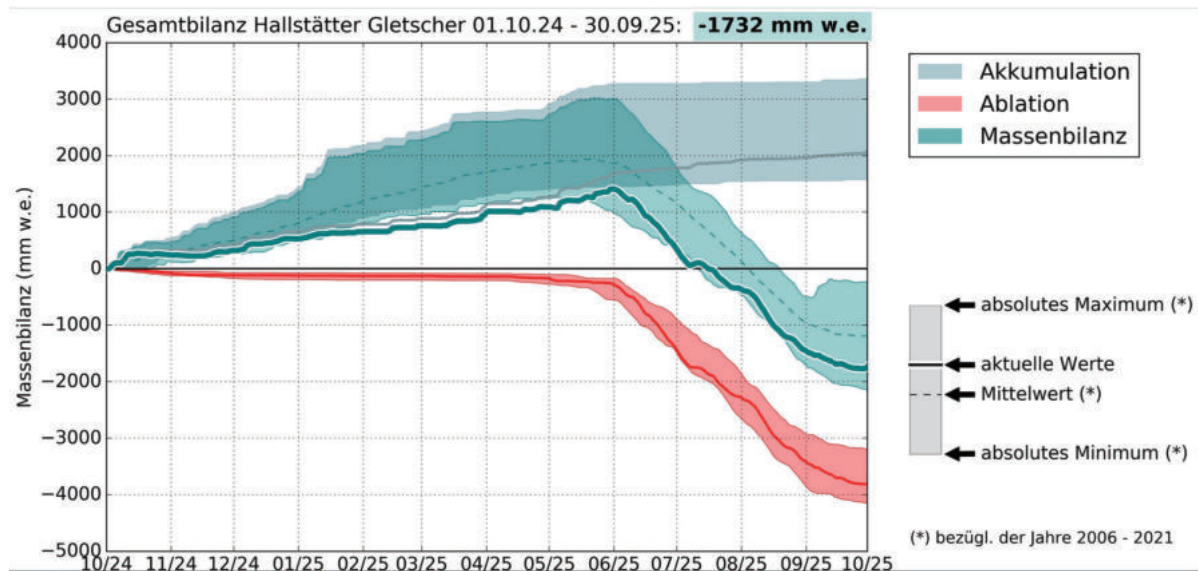


Abbildung 4.6: Zeitliche Verlauf der Akkumulation (grau), Ablation (rot) und daraus berechneten Massenbilanz (grün) des Hallstätter Gletschers im Haushaltsjahr 2023/24 (w.e. = Wasserwert, engl. water equivalent).

4.5. Besonderheiten 2025

Am 28. März 2025 wurden Bodenradarmessungen zur Bestimmung der Eisdicke am Hallstätter Gletscher durchgeführt (Abb. 4.7). Die Aufnahmen erfolgten mit unterschiedlichen Frequenzen von 40 und 80 MHz entlang mehrerer Quer- und Längsprofile am gesamten Gletscher, bzw. entlang der Verbindungswege auch mit Unterstützung eines Motorschlittens (Abb. 4.7). Die Ergebnisse der Aufnahmen werden derzeit analysiert. Ziel ist die flächenhafte Modellierung der Eisdickenverteilung sowie des Gletscheruntergrunds, nach Verfügbarkeit auch auf Basis des digitalen Höhenmodells 2025.

Vermehrte Zerfallserscheinungen treten im Bereich der Gletscherzungen auf. Einsacken von Teilen der Zungen entsteht aufgrund der immer dünner werdenden Eisschicht sowie aufgrund von Schmelzwasser, das auch an der Unterseite der Eisschicht zur Ablation führt (Abb. A.22). Mühlen treten ebenfalls zunehmend auf (Abb. A.23). Das Begehen der westlichen Zunge, besonders zwischen Pegel 43 und 42, ist durch die Öffnung großer Spalten zunehmend erschwert (Abb. A.24).

Als Folge der Rekordschmelze hat sich Ende des Sommers der Hallstätter Gletscher vom Schladminger Gletscher getrennt (Abb. A.30) – mit Konsequenzen für den Tourismus und den Gütertransport zur Bewirtschaftung der Seethalerhütte. Mit dem Auseinanderbrechen der Gletscherverbindung kann der präparierte Gletscherweg zur Seethalerhütte nicht mehr das ganze Jahr über hergestellt werden, da Pistengeräte die künftig freiliegenden Felsen nicht mehr überwinden können. Nur wenn ausreichend Schnee liegt, kann der Weg noch präpariert werden.

Durch den fortschreitenden Rückgang der beiden Gletscher (Schladminger und Hallstätter) hat sich unterhalb der Bergstation der Dachstein-Seilbahn auch ein neuer See gebildet (Abb. A.31).



Abbildung 4.7: Messungen der Eisdicke mittels Bodenradar am 28. März 2025. Foto: Martin Stocker-Waldhuber

Wie auch in den Vorjahren sind die Aufnahmen der 2021 neu installierten Webcam an der Simonyhütte mit einer Aktualisierung aller 10 Minuten abrufbar und werden von [foto-webcam.eu](https://www.foto-webcam.eu/webcam/simonyhuette/) zur Verfügung gestellt: <https://www.foto-webcam.eu/webcam/simonyhuette/>

4.6. Zusammenfassung der Ergebnisse

Tabelle 4.7 zeigt die Beziehung zwischen Jahres-, Winter- und Sommerbilanz am Hallstätter Gletscher auf. Das Massenhaushaltsjahr 2024/25 reiht sich mit -2865 mm WW als das negativste Massenbilanzjahr seit Beginn der Messungen ein (Vgl. Tab. 4.7, Abb. 4.8 und Abb. 4.9). Die Massenverluste lagen bei rund dem 2,2-Fachen des bisherigen Durchschnitts. Die Bilanz des Massenhaushaltsjahres 2024/25 wurde durch folgende Prozesse maßgeblich bestimmt: (1) extrem niedrige Schneeakkumulation über den gesamten Winter; (2) warme Temperaturen im Frühjahr; (3) hohe Temperaturen und anhaltende Schmelze von Juni bis Ende September; (4) nur geringe Schneefälle im Sommer. Der Vergleich der Ergebnisse mit den vorangegangenen Massenhaushaltsjahren zeigt, dass die Kombination aus einer überdurchschnittlich, wenn auch nicht extrem, negativen Sommerbilanz und einer extrem niedrigen Akkumulation in der Winterbilanz zu einer besonders starken Ablation des Hallstätter Gletschers im hydrologischen Jahr 2024/25 geführt hat (Abb. 4.8, 4.9). Setzt man den Massenverlust 2024/25 ins Verhältnis zur mittleren Eisdicke, so hat der Hallstätter Gletscher in diesem Jahr rund 9% seines Volumens verloren. Auch die Fläche des Gletschers hat sich sichtbar reduziert, mit einem Verlust von $0,07$ km² im Vergleich zu 2024. Mit $2,14$ km² beträgt die heutige Fläche des Hallstätter Gletschers weniger als die Hälfte seiner Ausdehnung beim Gletscherhochstand von 1865 ($5,27$ km²).

	Jahresbilanz	Winterbilanz	Sommerbilanz	Einheit
S_c	0			km^2
B_c	0			$10^3\ m^3$
b_c	0			$mm\ WW$
S_a	2,051			km^2
B_a	-6140,7			$10^3\ m^3$
b_a	-2994			$mm\ WW$
S	2,144	2,144	2,144	km^2
B	-6140,7	1872,5	-8013,2	$10^3\ m^3$
b	-2865	874	-3738	$mm\ WW$
S_c/S	0			m
ELA	-			

Tabelle 4.7: Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz 2024/25.

	S_c km ²	B_c 10^6 m ³	b_c mm WW	S_a km ²	B_a 10^6 m ³	b_a mm WW	S km ²	B 10^6 m ³	b mm WW	ELA m	S_c/S
2006/2007	1.49	1.68	1125	1.55	-2.55	-1646	3.04	-0.88	-289	2581	0.490
2007/2008	1.49	0.60	400	1.55	-2.72	-1756	3.04	-2.13	-700	2592	0.490
2008/2009	1.03	0.59	570	1.99	-3.37	-1699	3.01	-2.79	-924	2616	0.341
2009/2010	1.46	0.80	551	1.56	-2.91	-1867	3.02	-2.11	-700	2588	0.483
2010/2011	0.14	0.02	125	2.88	-6.08	-2113	3.02	-6.07	-2011	2822	0.046
2011/2012	0.96	0.29	308	2.06	-4.00	-1944	3.02	-3.70	-1228	2664	0.318
2012/2013	1.39	1.19	854	1.62	-2.25	-1383	3.02	-1.06	-351	2584	0.461
2013/2014	1.60	0.69	431	1.23	-1.47	-1192	2.84	-0.78	-274	2551	0.556
2014/2015	0.05	0.01	125	2.79	-5.83	-2093	2.83	-5.82	-2054	****	0.017
2015/2016	0.95	0.40	425	1.89	-3.61	-1910	2.83	-3.20	-1130	2646	0.334
2016/2017	0.68	0.36	527	2.16	-3.74	-1736	2.83	-3.38	-1194	2644	0.239
2017/2018	0.30	0.54	181	2.54	-5.31	-2091	2.84	-5.25	-1854	2808	0.105
2018/2019	1.23	0.87	710	1.41	-2.33	-1659	2.64	-1.46	-554	2580	0.466
2019/2020	0.36	0.05	125	2.26	-3.82	-1691	2.62	-3.78	-1440	2812	0.138
2020/2021	0.47	0.07	150	2.15	-3.29	-1530	2.62	-3.22	-1228	2798	0.180
2021/2022	0.00	0.00	0	2.45	-6.37	-2602	2.45	-6.37	-2602	****	0.000
2022/2023	0.16	0.06	370	2.21	-4.31	-1951	2.37	-4.25	-1797	2820	0.066
2023/2024	0.26	0.10	381	1.96	-3.47	-1776	2.22	-3.37	-1522	2743	0.118
2024/2025	0	0	0	2.05	-6.14	-2994	2.14	-6.14	-2865	****	0

Tabelle 4.8: Vergleich der 19 gemessenen Jahresbilanzen des Hallstätter Gletschers.

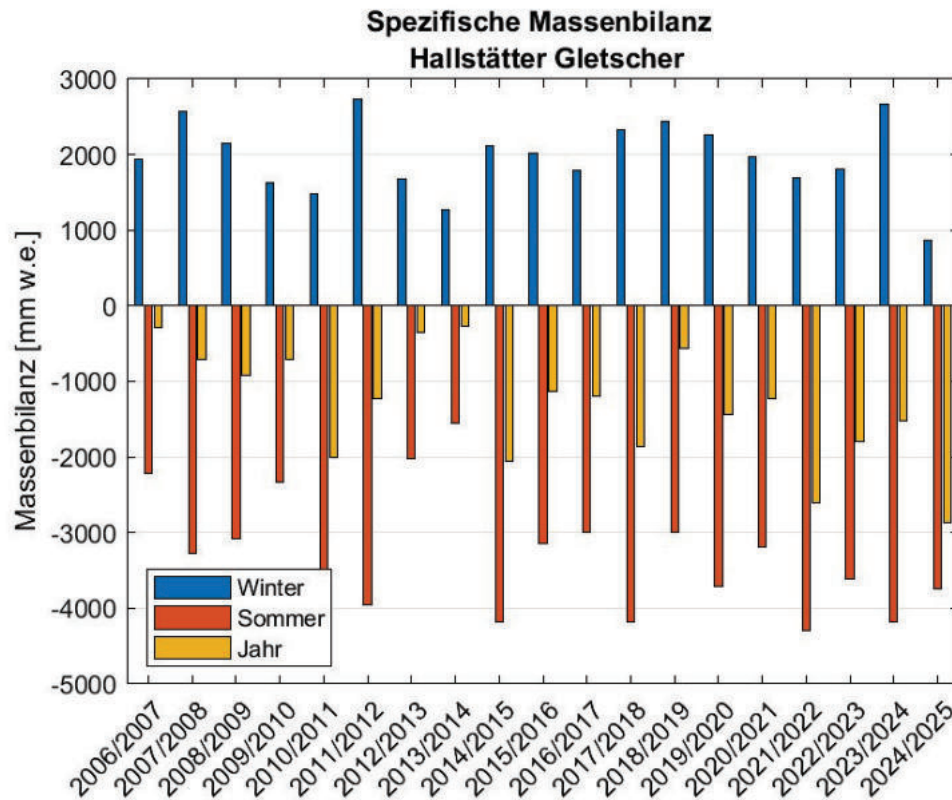


Abbildung 4.8: Die mittlere spezifische Massenbilanz (b) für den Winterzeitraum (1.10.-30.4., blau) für den Sommerzeitraum (1.5.-30.9., rot) und für das gesamte hydrologische Jahr (1.10.-30.9., orange) seit Beginn der Messungen am Hallstätter Gletscher (w.e. = Wasserwert, engl. water equivalent).

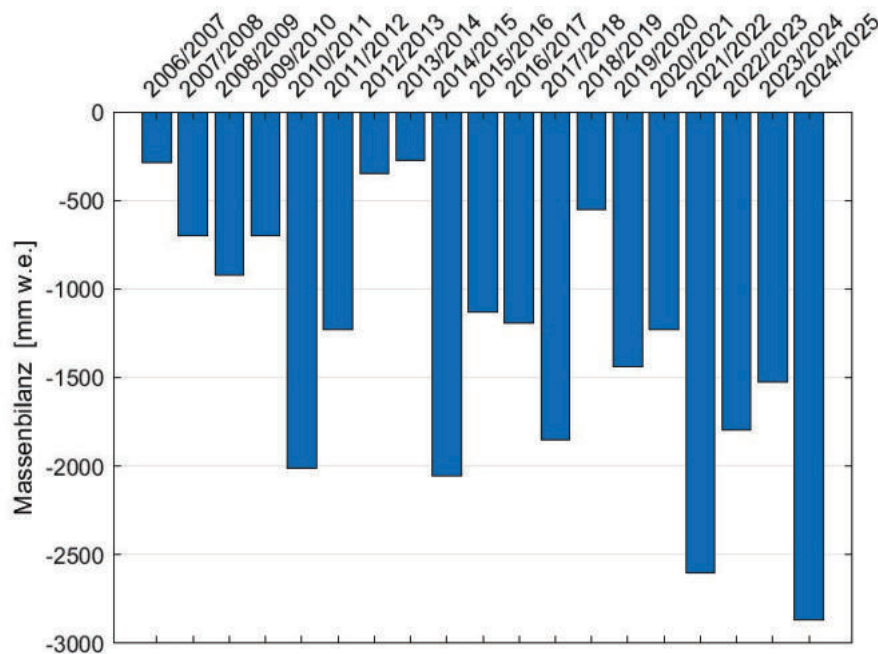


Abbildung 4.9: Die mittlere spezifische Massenbilanz (b) für das gesamte hydrologische Jahr (1.10.-30.9., orange) seit Beginn der Messungen am Hallstätter Gletscher (w.e. = Wasserwert, engl. water equivalent). Die Abbildung verdeutlicht die Rekord-Massenbilanz des Hydrologischen Jahres 2024/2025.

A

Anhang

A.1. MitarbeiterInnen und Danksagung

Die Feldarbeiten wurden von Giulia Bertolotti, Klaus Reingruber, Svenja Conzelmann, Elke Lemmerer, Ayla Akgün und Martin Stocker-Waldhuber durchgeführt. Das Team wurde in Logistik und Transport regelmäßig durch Mitarbeiter der Dachstein Gletscherbahn der Planai-Hochwurzen Bahnen GmbH unterstützt. Wir danken für die Bereitstellung der jeweils aktuellsten Geodaten (Höhenmodell und Orthofoto) sowie alle weiterführende Unterstützung seitens des Land Oberösterreich. Danke auch an Christoph Szalay und Gianluca Lagnese für die spontane Hilfsbereitschaft. Die Auswertung und der Bericht stammen von G. Bertolotti und K. Reingruber.



A.2. Definitionen

S	gesamte Gletscherfläche	B	Gesamtjahresbilanz
b	spezifische Massenbilanz	S_a	Fläche des Ablationsgebiets
B_a	Gesamtbilanz Ablationsgebiet	b_a	spezifische Bilanz Ablationsgebiet
S_c	Fläche des Akkumulationsgebiets	B_c	Gesamtbilanz Akkumulationsgebiet
b_c	spezifische Bilanz Akkumulationsgebiet	w	als Index bedeutet Winter
s	als Index bedeutet Sommer	ELA	Höhe der Gleichgewichtslinie
S_c/S	Verhältnis Akkumulationsfläche - Gesamtfläche	WW	Wasserwert

Tabelle A.1: Notationen die in dieser Arbeit verwendet werden.

$$S = S_c + S_a \quad (\text{A.1})$$

$$B = B_c + B_a \quad (\text{A.2})$$

Für die spezifischen Bilanzen gelten folgende Beziehungen:

$$b = b_w + b_s \quad (\text{A.3})$$

$$b_s = b - b_w \quad (\text{A.4})$$

$$b_w = B_w / S \quad (\text{A.5})$$

$$b_s = B_s / S \quad (\text{A.6})$$

$$b_c = B_c / S_c \quad (\text{A.7})$$

$$b_a = B_a / S_a \quad (\text{A.8})$$

Tabelle A.2: Zur Massenhaushaltsbestimmung gültige Beziehungen.

A.3. Fotos



Abbildung A.1: Der Hallstätter Gletscher am 18. November 2024. Nach dem ergiebigen Schneefälle in September aperte der Gletscher zum Teil nochmal aus. Foto von der Webcam an der Simonyhütte (foto-webcam.eu).



Abbildung A.2: Der Hallstätter Gletscher zum 19. Dezember 2024. Teile der östlichen Zunge sind noch schneefrei. Foto von der Webcam an der Simonyhütte (foto-webcam.eu).



Abbildung A.3: Der Hallstätter Gletscher zum Zeitpunkt der hydrologischen Winterbilanz am 30.04.2025. Foto von der Webcam an der Simonyhütte (foto-webcam.eu).



Abbildung A.4: Der Hallstätter Gletscher zum Zeitpunkt der Frühjahrsbegehung am 19.05.2025. Foto von der Webcam an der Simonyhütte (foto-webcam.eu).



Abbildung A.5: Frühjahrsschacht FS3. Foto: Martin Stocker-Waldhuber.



Abbildung A.6: Der Hallstätter Gletscher am 6. Juni 2025. Auf der Zungen kann man die ersten schneefreien Flächen erkennen. Foto von der Webcam an der Simonyhütte (foto-webcam.eu).



Abbildung A.7: Der Hallstätter Gletscher am 6. Juli 2025. Im Vergleich zu nur einem Monat davor (Abb. A.6) nahmen die ausgeaperte Flächen deutlich zu. Foto von der Webcam an der Simonyhütte (foto-webcam.eu).



Abbildung A.8: Ausaperung des Hallstätter Gletschers am 8. Juli 2025. Foto: G. Lehner.



Abbildung A.9: Ausaperung des Hallstätter Gletschers zum Zeitpunkt der Pegelablesung am 14. August 2025. Foto: G. Lehner.



Abbildung A.10: Ausaperung des Hallstätter Gletschers unterhalb des Dachsteinsgipfel zum Zeitpunkt der Pegelablesung am 14. August 2025. Foto: G. Lehner.



Abbildung A.11: Svenja Conzelmann beim Pegelbohren auf der östlichen Zunge am 14. August 2025. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.12: Die Rekordschmelze am Beispiel vom Pegel 27: 4 m Schmelze wurden bereits am 15. Juli 2025 gemessen. Foto: S. Conzelmann.



Abbildung A.13: Der Hallstätter Gletscher am 1. September 2025. Der Gletscher war Anfang September schon fast komplett ausgeapert. Foto von der Webcam an der Simonyhütte (foto-webcam.eu).



Abbildung A.14: Sentinel-2 Aufnahme des Hallstätter Gletscher 1. September 2025 (<https://dataspace.copernicus.eu/browser>). Der Gletscher nähert sich schon der maximalen Ausaperung (Vgl. Abb. A.15)



Abbildung A.15: Sentinel-2 Aufnahme des Hallstätter Gletschers nahe der maximalen Ausdehnung am 21. September 2025 (True und False Color) (<https://dataspace.copernicus.eu/browser>).



Abbildung A.16: Der Hallstätter Gletscher zum Zeitpunkt der Herbstbegehung am 27. September 2025. Aus dem Foto kann man eine dünne Schneedecke erkennen, die aber im Laufe des Tages fast komplett geschmolzen ist. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.17: Der Hallstätter Gletscher zum Zeitpunkt der Herbstbegehung am 27. September 2025. Auch aus den Webcam-Bilder kann man eine dünne Schneedecke erkennen, die aber im Laufe des Tages fast komplett geschmolzen ist. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.18: Der Hallstätter Gletscher am 1. Oktober 2025, nach dem Schneefall am 30. September. Foto von der Webcam an der Simonyhütte (foto-webcam.eu).



Abbildung A.19: Pegel 29 am 15. Juli 2025. Der Pfeil zeigt die genaue Position der Pegel. Im Foto kann man die zunehmende Ausaperung der Gesteine im Bereich der Östlichen Zunge beobachten. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.20: Pegel 35 am 14. August 2025. Im Hintergrund kann man die Überreste des alten Skilifts aus den 70er Jahren erkennen.
Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.21: Vergleich der Situation am Pegel 30 am 15. Juli 2025 (links) und 14. August 2025 (rechts). Zwischen den Begehungen aperte das Gestein so weit aus, dass der Pegel in den daraus entstandenen Hohlraum fiel. Fotos: G. Bertolotti.



Abbildung A.22: Zerfallserscheinungen auf der westlichen Zunge zwischen Pegel 24 und 27. Diese treten aufgrund der immer dünner werdenden Eisschicht sowie aufgrund von Schmelzwasser auf, das auch an der Unterseite der Eisschicht zur Ablation führt. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.23: Im Bereich der Gletscherzungen treten zunehmend mehr Mühlen auf, insbesondere auf der mittleren Zunge. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.24: Herausforderndes Navigieren im dichten Spaltenbereich der westlichen Zunge. Foto: S. Conzelmann.



Abbildung A.25: Unterhalb des Eissteins apert zunehmend Felsflächen aus. Aus dem Steinschlagsmaterial hat sich zudem eine kleine Moräne gebildet. Unter der Schuttbedeckung ist noch eine dünne Eisschicht erhalten. Blick von der Östlichen Zunge Richtung Mittlere und Westliche Zunge. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.26: Unterhalb des Eissteins apert zunehmend Felsflächen aus. Aus dem Steinschlagsmaterial hat sich zudem eine kleine Moräne gebildet. Unter der Schuttbedeckung ist noch eine dünne Eisschicht erhalten. Blick von der Westlichen Zunge Richtung Mittlere und Östliche Zunge. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.27: Auch auf der Mittleren Zunge hat sich zudem eine kleine Moräne aus den Steinschlag der ausgeparten Felsenflächen gebildet. Blick von der Westlichen Zunge Richtung Mittlere und Östliche Zunge. Foto: G. Bertolotti.



Abbildung A.28: Auch auf der Mittleren Zunge hat sich zudem eine kleine Moräne aus den Steinschlag der ausgeparten Felsenflächen gebildet. Blick von nach Norden. Foto: K. Reingruber



Abbildung A.29: 4 m Schmelze bei Pegel 27 am 15. Juli 2025. Das zeigt die starke Ablation, die bereits im Juni begann. Foto: S. Conzelmann.



Abbildung A.30: Noch dünne Verbindung zwischen Hallstätter Gletscher und Schladminger Gletscher. Diese haben sich am Ende der Saison endgültig getrennt. Foto: K. Reingruber



Abbildung A.31: Durch den fortschreitenden Rückgang der beiden Gletscher (Schladminger und Hallstätter) hat sich unterhalb der Bergstation der Dachstein-Seilbahn ein neuer See gebildet. Foto: K. Reingruber

Literaturverzeichnis

- [1] IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. In: Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, in press.
- [2] Fischer, A., B. Seiser, M. Stocker Waldhuber, C. Mitterer, und J. Abermann, 2015: Tracing glacier changes in Austria from the Little Ice Age to the present using a lidar-based high-resolution glacier inventory in Austria. *The Cryosphere*, **9**, 753–766, doi:10.5194/tc-9-753-2015. <http://www.the-cryosphere.net/9/753/2015/>.
- [3] Helfricht, K., M. Huss, A. Fischer and J.C. Otto, 2019: Calibrated Ice Thickness Estimate for All Glaciers in Austria. *Frontiers in Earth Science*, **7**, , doi:10.3389/feart.2019.00068. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2019.00068>.
- [4] Fischer, A., K. Helfricht, und K. Reingruber, 2009: Gletscher, Klima und nachhaltige Entwicklung am Beispiel des Hallstätter Gletschers. *Landschaften und nachhaltige Entwicklung*, **2**, 1–16.
- [5] Helfricht, K., 2009: Veränderungen des Massenhaushaltes am Hallstätter Gletscher seit 1856. Master's thesis, Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck.
- [6] Hoinkes, H., 1970: Methoden und Möglichkeiten von Massenhaushaltsstudien auf Gletschern. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, **6**, 37–90.
- [7] Cuffey K.M. und W.S.B. Paterson, 2010: *The physics of glaciers*. (4rd ed.). Amsterdam, etc., Academic Press. 704pp.
- [8] European Space Agency (ESA), 2023: Sentinel-2 Imagery: Tile ID: T32TLP, Date: 2024-09-04. Copernicus Open Access Hub, accessed 2024-10-21. URL: <https://scihub.copernicus.eu/>