

**“Nadig revisited”
Development of the springs at Il Fuorn
in the Swiss National Park
1934 – 2024**



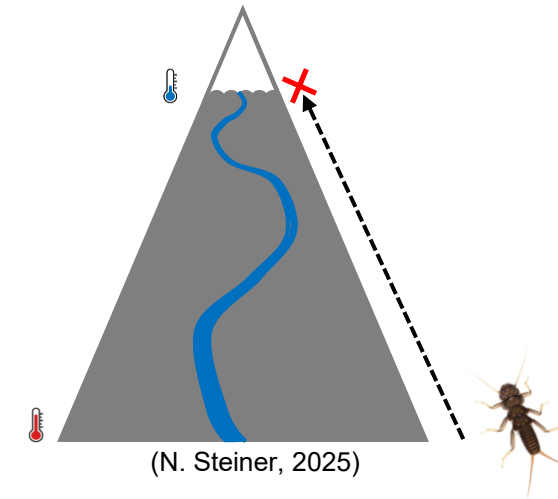
Universität
Basel

Nicola Steiner



1. Einleitung: Natürliche Quellen

- Natürliche Quellen: Schnittstelle zwischen Oberflächen- und Grundwasser
 - geringe Variabilität abiotischer Bedingungen¹
 - Quellen in den Alpen gespeist von Niederschlag, Grundwasser, Gletscher und Permafrost (Schmelzwasser)
 - Bewohnt von typischen, spezialisierten Makroinvertebraten-Gesellschaften (**Krenobionte**)¹
- Es wird wärmer (in Hochgebirgsregionen 3x schneller als im globalen Schnitt²)
- Quellen sind anfällig gegenüber dem Klimawandel!
 - Wärmere Lufttemperaturen = wärmeren Wassertemperaturen³ (Verlust von kalten Habitaten)



= EPT* flüchten aus wärmeren, tiefergelegenen Habitaten und landen in «Gipfelfallen»⁴.

¹ von Fumetti et al. (2017)

² Hock et al. (2019)

³ Seiler et al. (2021)

⁴ Fahy et al. (2024)

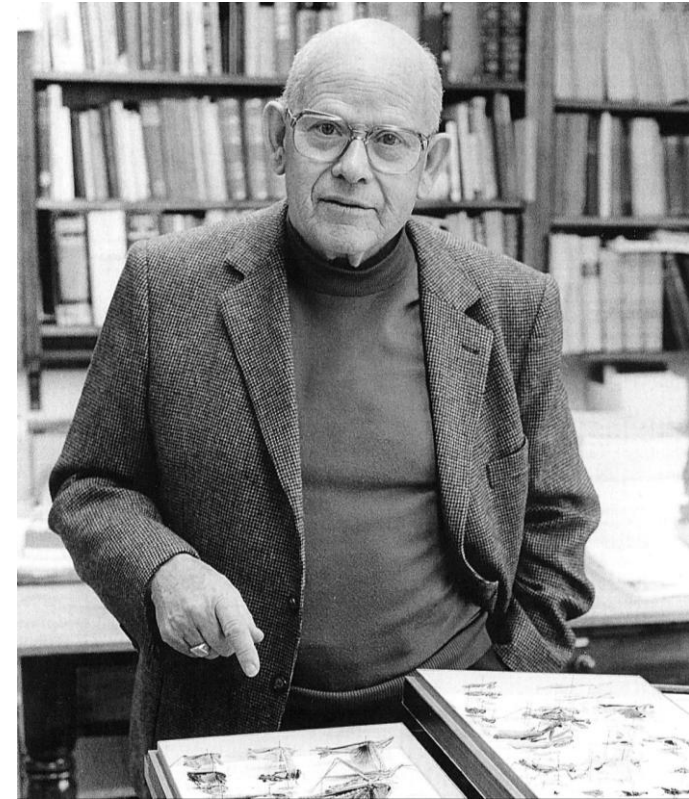
*EPT = Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (Eintagesfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen)

1. Einleitung: Grundlage der Arbeit

- Dr. Adolf Nadig†

Zwischen 1934 und 1937: hydrobiologische Untersuchungen in Quellen des Schweizerischen Nationalparks⁵.

- Grundlage für die Untersuchung der klimatischen, physiographischen und biologischen Quelleigenschaften.

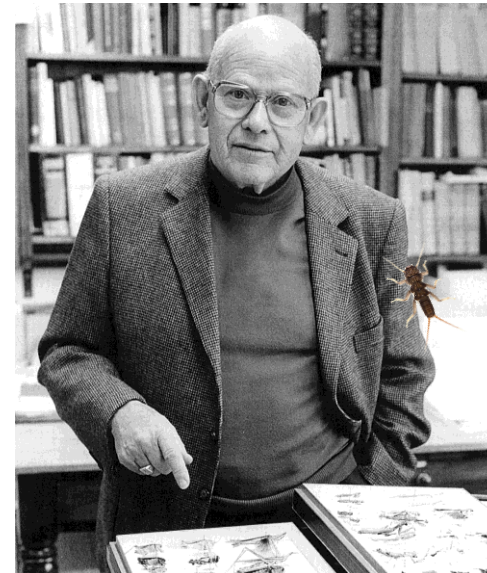
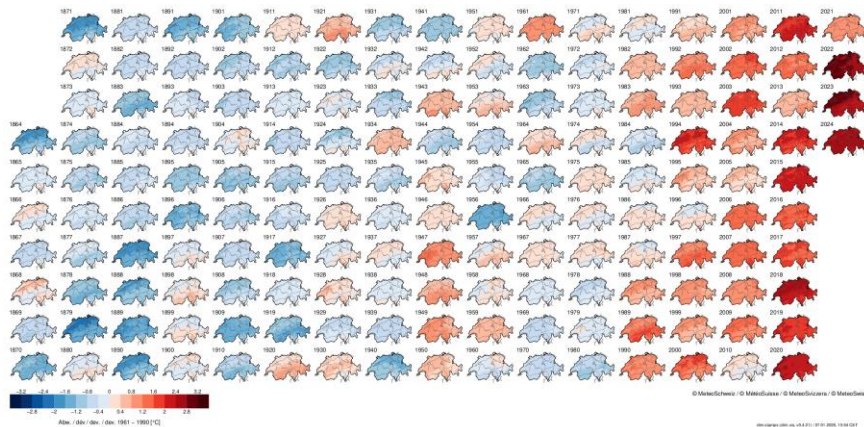


Dr. Adolf Nadig† Steinmann (2002)

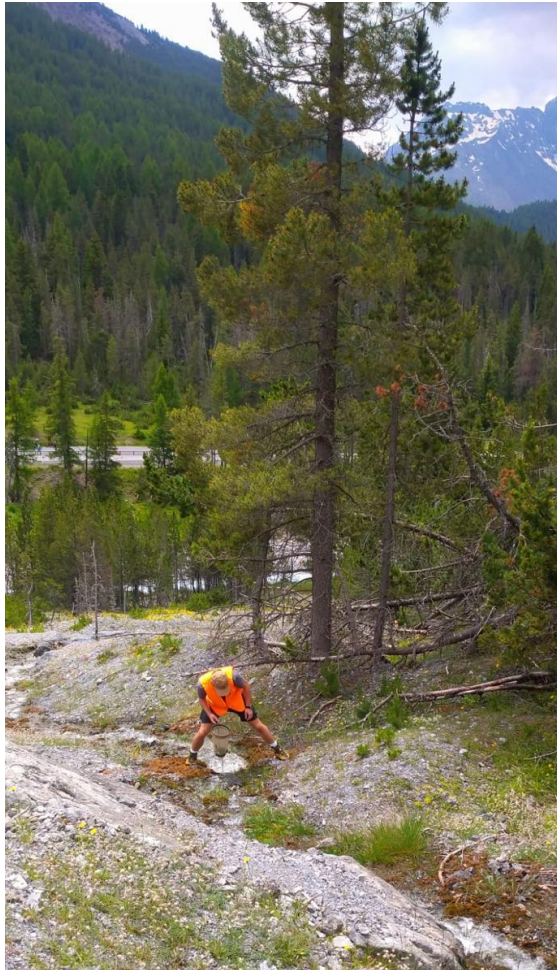
⁵ Nadig (1942)

1. Einleitung: Ziele der Untersuchung

- Veränderungen in den Makroinvertebraten-Gesellschaften im Vergleich zu vor 90 Jahren feststellen
- Klären, ob abiotische Ursachen (klimatische Einflüsse, Wassertemperatur, Wasserchemie) zu einer möglichen Artenverschiebung führen.



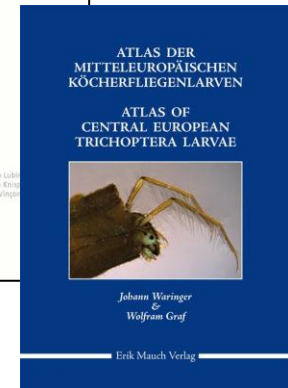
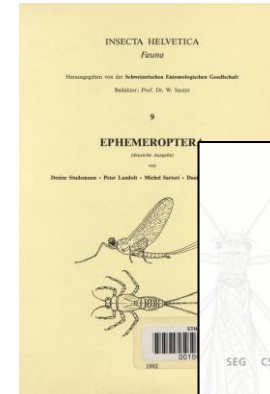
2. Material & Methoden



(S. von Fumetti, 2024)



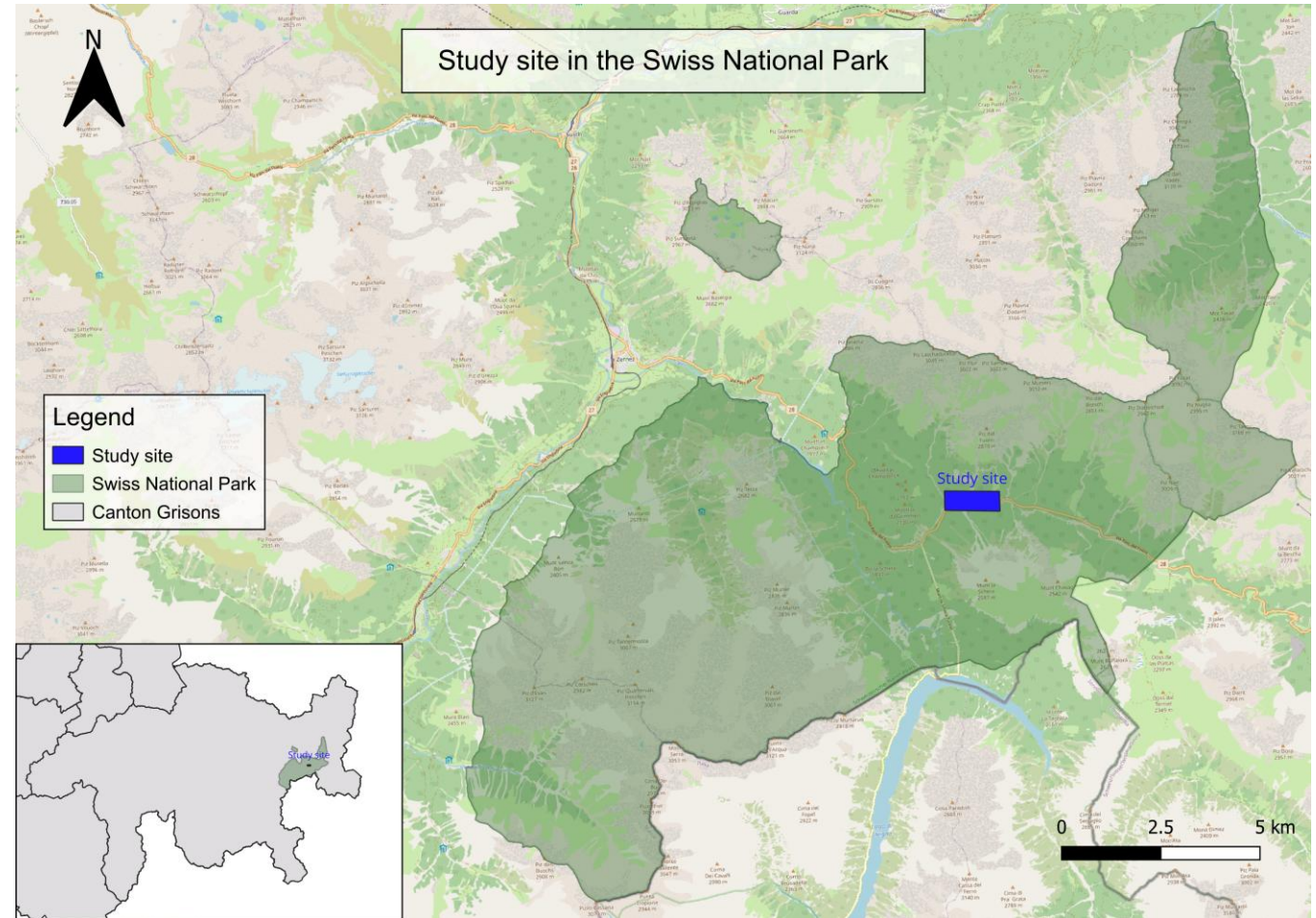
(N. Steiner, 2024)



(images from various websites)

2. Material & Methoden: Untersuchungsgebiet

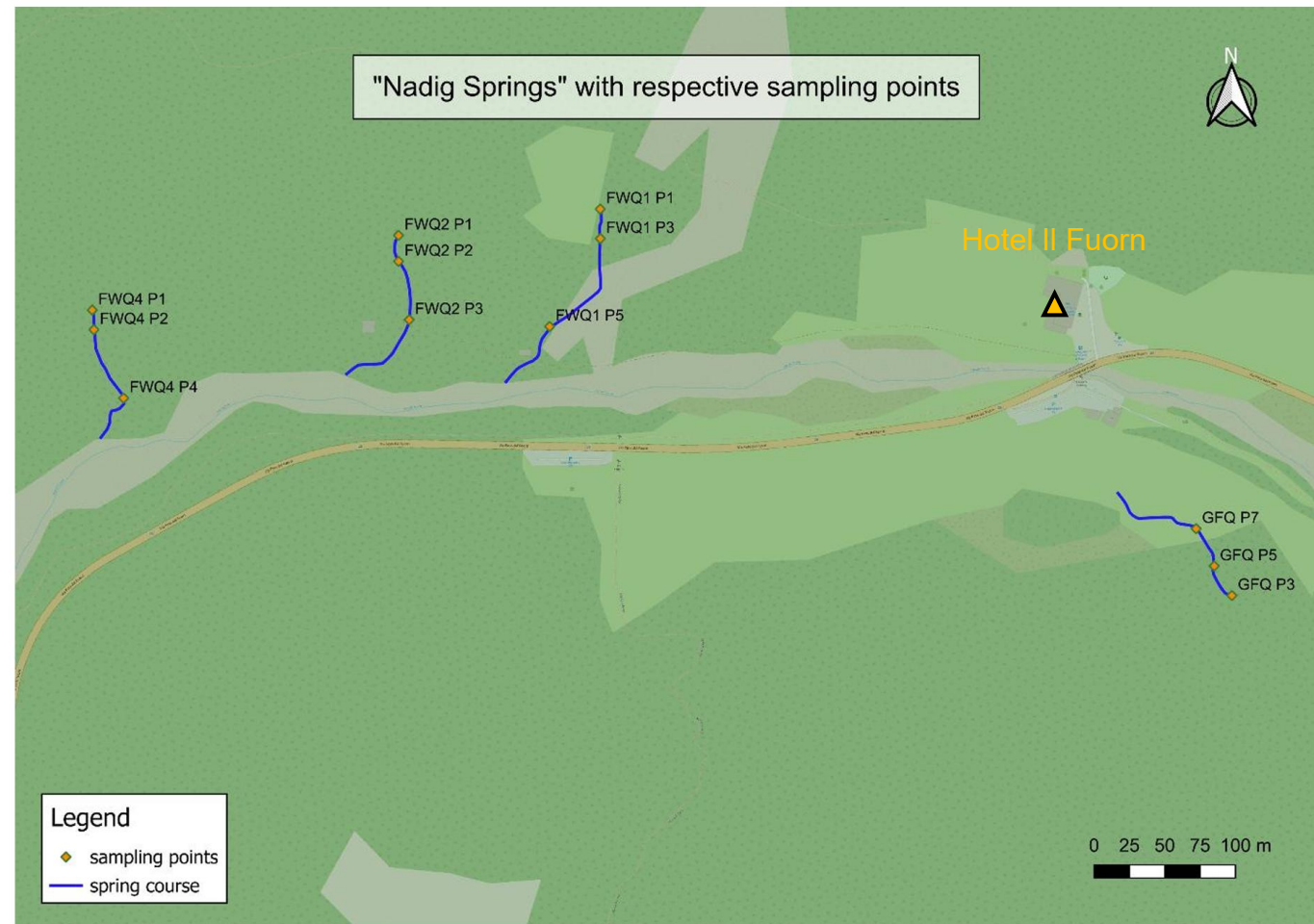
- Untersuchungsgebiet im Nationalpark um das Hotel Il Fuorn



⁷ Steiner (2025)

2. Material & Methoden: Untersuchungsgebiet

- 4 Quellen, je 3 Standorte (Austritt, Mittellauf, Unterlauf) = 12 Probestellen
- **F**ischweiher**q**uelle = FWQ
- **G**od dal **F**uorn **Q**uelle = GFQ



⁷ Steiner (2025)

2. Material & Methoden: Untersuchungsgebiet

- Die Probestellen approximiert anhand von Nadigs Skizzen.
- Genaue Standorte wurden bei Feldarbeit festgelegt.

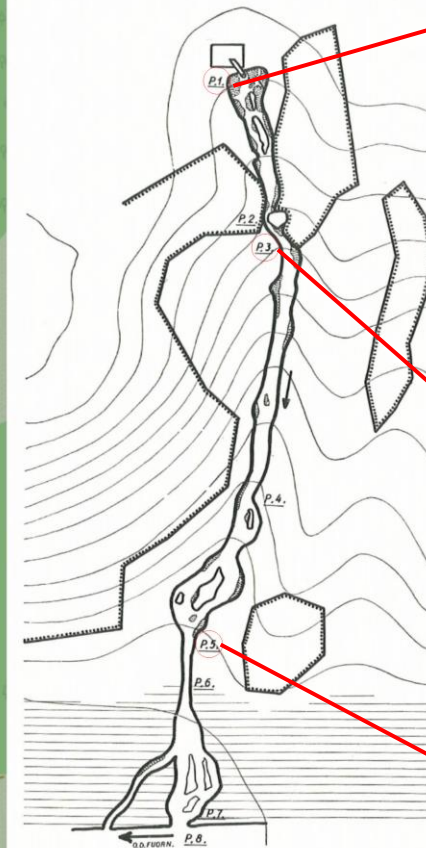
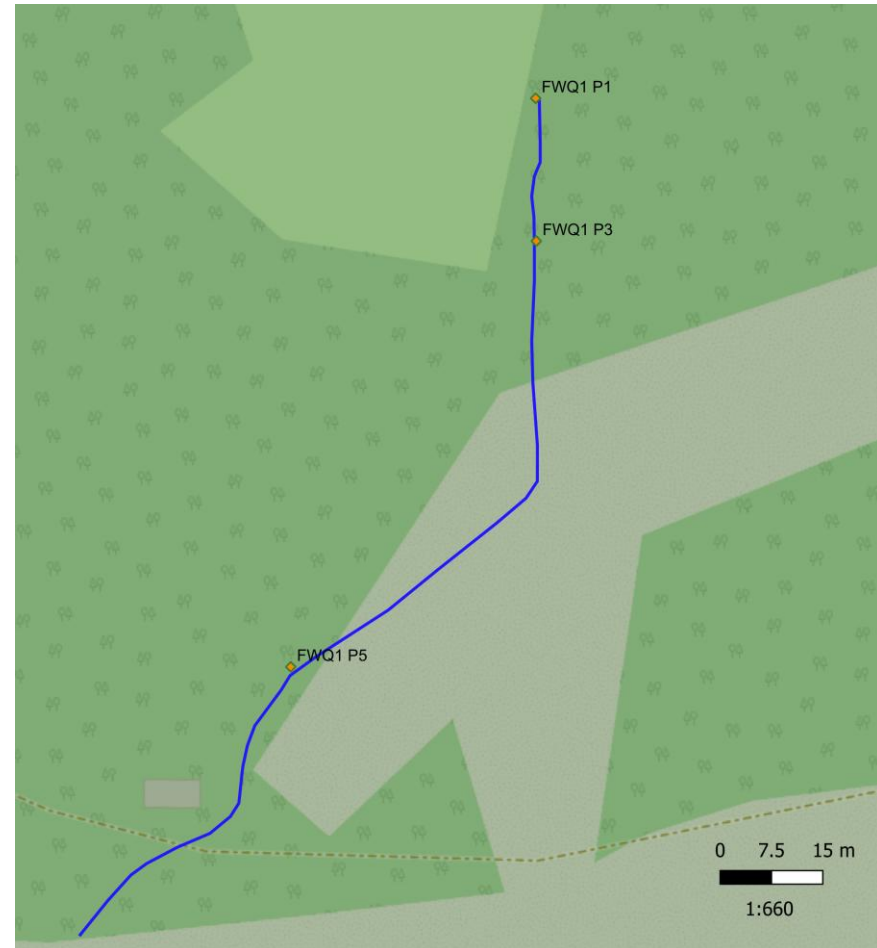


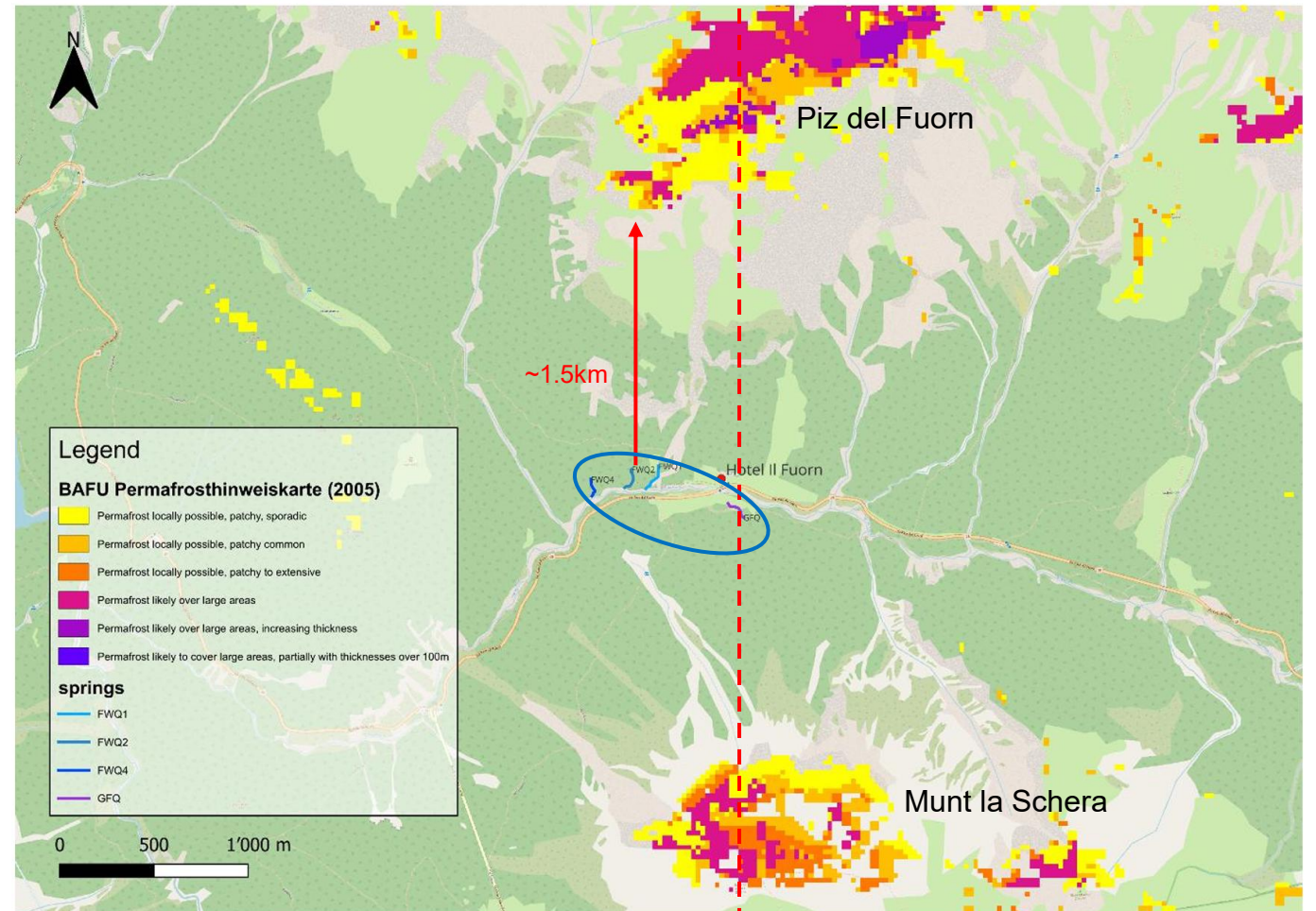
Fig. 21: FWQ 1: Übersichtskraki des Quellgebietes.
P. = Punkt; Maßstab: 1: 660; Aequidistanz: ca. 2 m.
Erklärung der Signaturen vergl. Fig. 25.



⁷ Steiner (2025)

2. Material & Methoden: Permafrost

- ~1.5 km entfernt von Permafrost-Felder (P. del Fuorn & Munt la Schera)

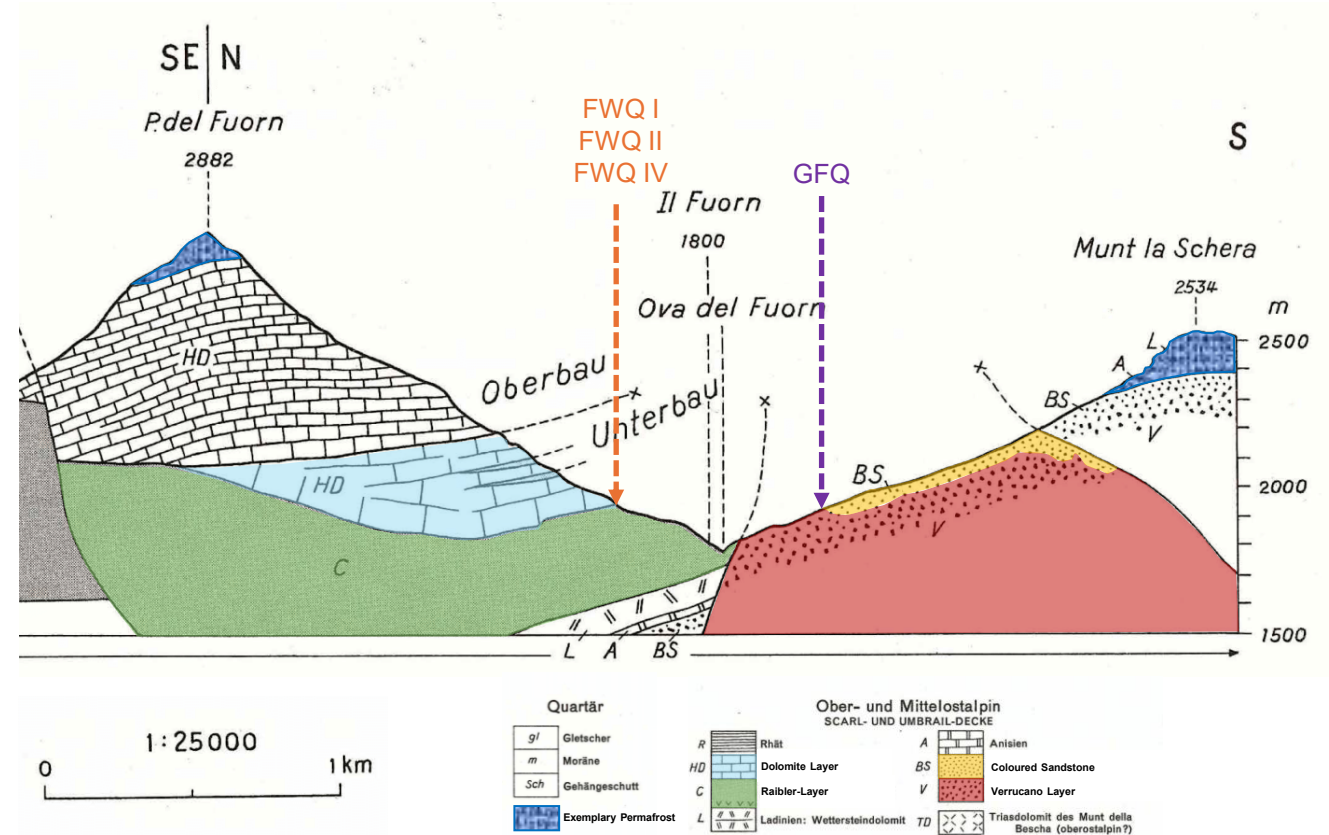


Geologisches Querprofil

⁷ Steiner (2025)

2. Material & Methoden: Geologie

- Geologie ist charakterisiert von der Vergletscherung des Engadina Eisdoms während des Letzten Glazialen Maximums⁸.
- FWQ: an der Grenze zwischen
 - Dolomit
 - Raibler (Gips, Anhydrit und Rauwacke)
- GFQ:
 - Buntsandstein
 - Quarz-Konglomerat (Sand-, Silt- & Tonstein)



modified after ⁹Boesch (1953)

⁸Schlüchter et al. (2013)

2. Material & Methoden: Feldarbeit

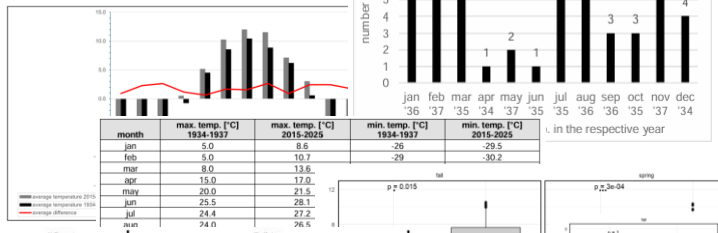
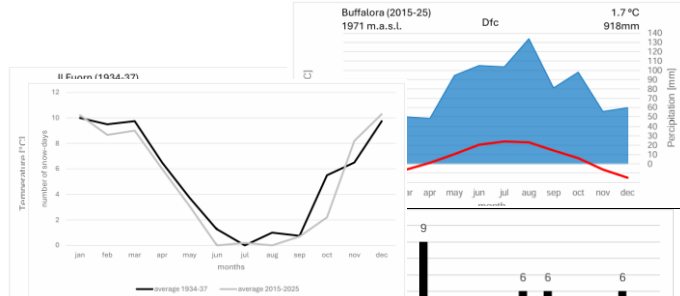


(M. Kohlbrenner, 2024)

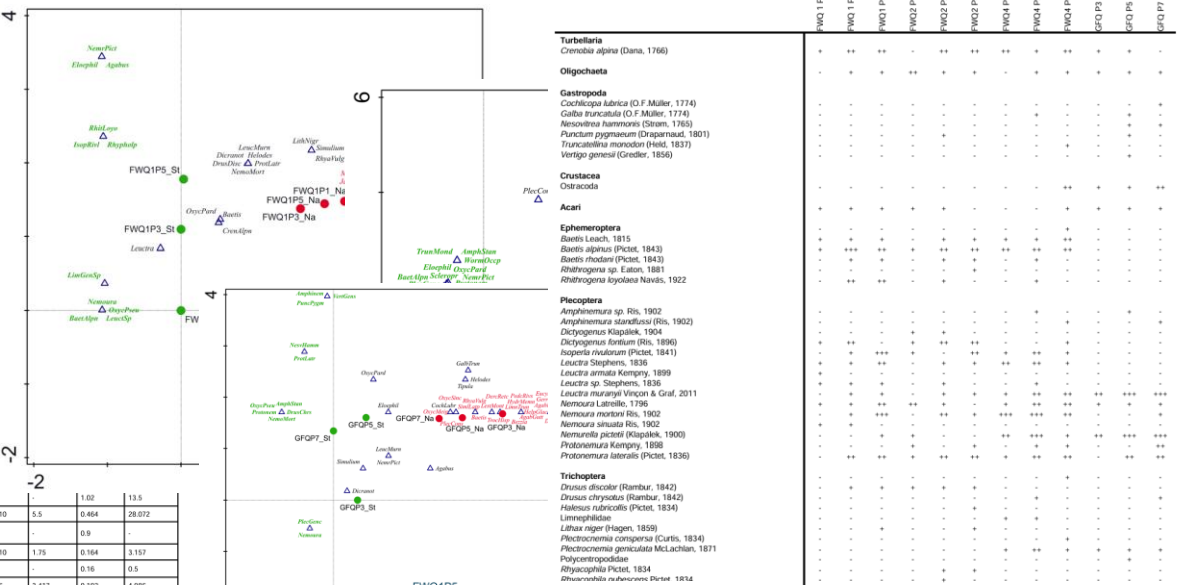
- Zwischen dem 6. und 8. Juli 2024
- Fauna
 - semi-quantitativ beprobt (jedes vorkommende Substrat)
- Temperatur Logger ausgelegt
 - Eingeholt im März 2025
- Physikochemie:
 - Temperatur, pH, Leitfähigkeit & Sauerstoff
 - Wasserprobe für Ionen-Konzentration



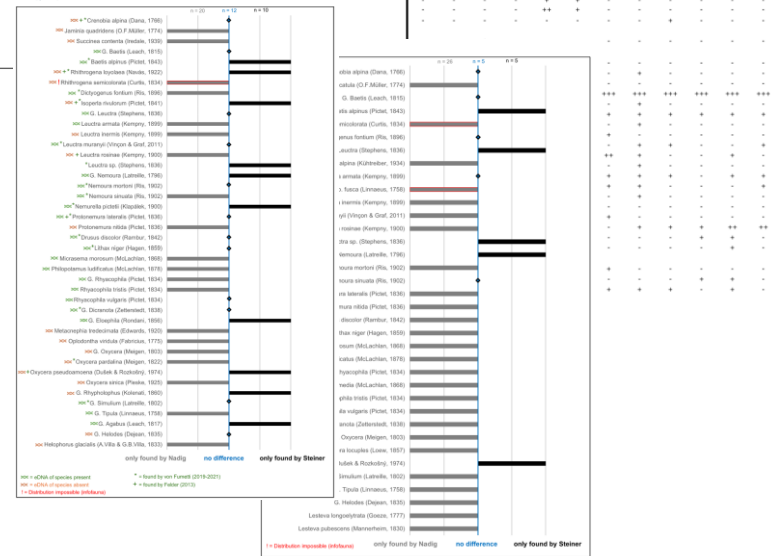
3. Resultate



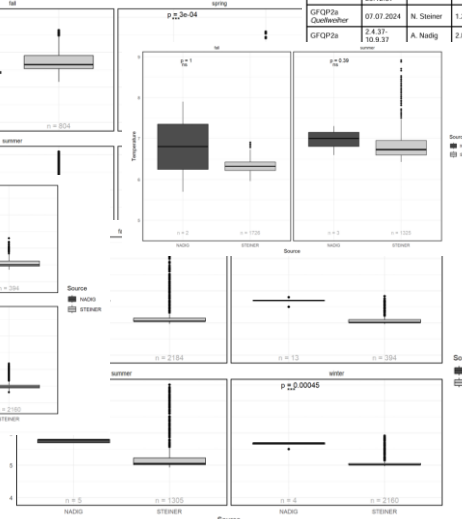
Sampling point	Sampling date	Sampler	D ₁ [mg/l]	D ₂ [mg/l]	pH	Conductivity [µS/cm]
FWQ1P1	08.07.2024	N. Steiner	10.11	98.1	8.0	292
FWQ1P1	9.4.34 29.12.37	A. Nadig	8.13	92.2	7.2	-
FWQ1P3	06.07.2024	N. Steiner	10.2	101	8.3	281
FWQ1P3 after heavy rainfall	08.07.2024	N. Steiner	-	-	-	-
FWQ2P1	-	A. Nadig	-	-	-	-
FWQ2P1	06.07.2024	N. Steiner	10.19	102.9	8.1	272
FWQ2P1	9.4.34 28.12.38	A. Nadig	9.89	101	7.3	-
FWQ2P1	08.07.2024	N. Steiner	10.67	102.6	8.2	290
FWQ2P1	10.4.34 29.12.37	A. Nadig	8.89	89.8	7.2	-
FWQ2P2	08.07.2024	N. Steiner	10.28	100	8.1	296
FWQ2P2	25.36 11.9.37	A. Nadig	9.45	94	7.2	-
FWQ2P3	06.07.2024	N. Steiner	10	100.1	8.2	256
FWQ2P3	17.9.34 29.12.37	A. Nadig	9.96	101.4	7.2	-
FWQ4P1	08.07.2024	N. Steiner	8.92	87.7	7.9	326
FWQ4P1	9.4.35 29.12.37	A. Nadig	7.11	72.4	7.3	-
FWQ4P2	08.07.2024	N. Steiner	8.99	100.3	8.3	322
FWQ4P2	-	A. Nadig	-	-	-	-
FWQ4P4	06.07.2024	N. Steiner	8.38	100.3	8.4	324
FWQ4P4	10.4.34 29.12.37	A. Nadig	8.87	100.6	7.3	-
GFQP3a	07.07.2024	N. Steiner	1.26	13.2	8.1	814
GFQP3a	2.4.37 10.9.37	A. Nadig	31.2	31.3	-	-
GFQP3a	-	A. Nadig	7.8	2397	30	7.125
GFQP3a	-	A. Nadig	9.9	7.1	-	0.36
GFQP3a	-	A. Nadig	80	7.8	2390	85
GFQP3a	-	A. Nadig	106	106	10	10.375
GFQP3a	-	A. Nadig	0.07	4.721	-	-



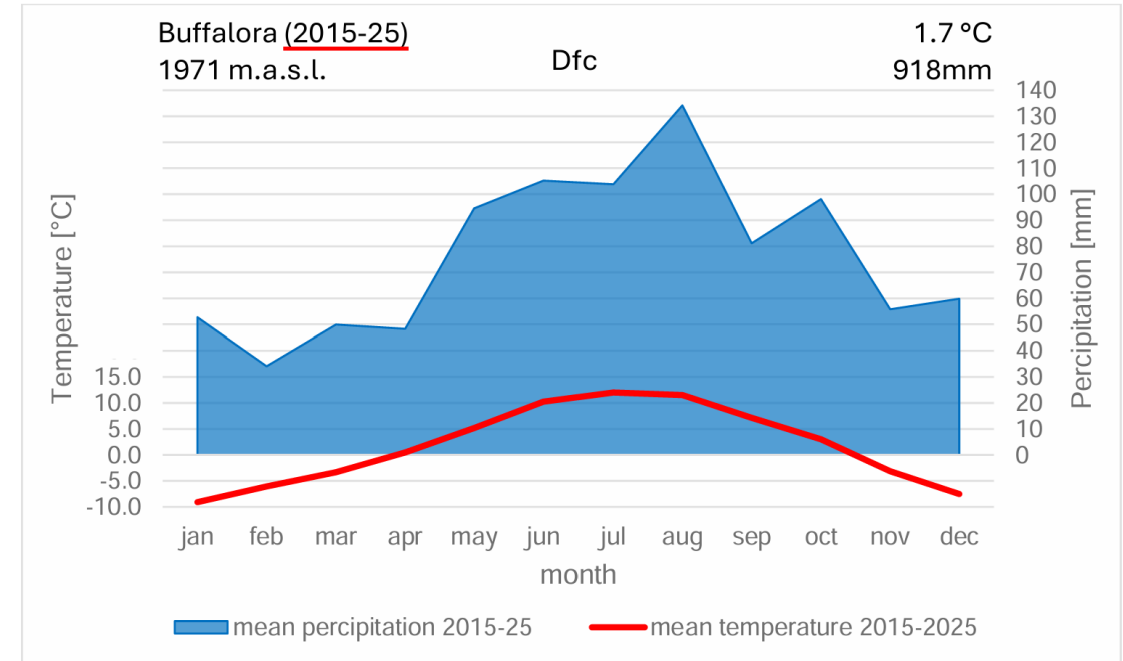
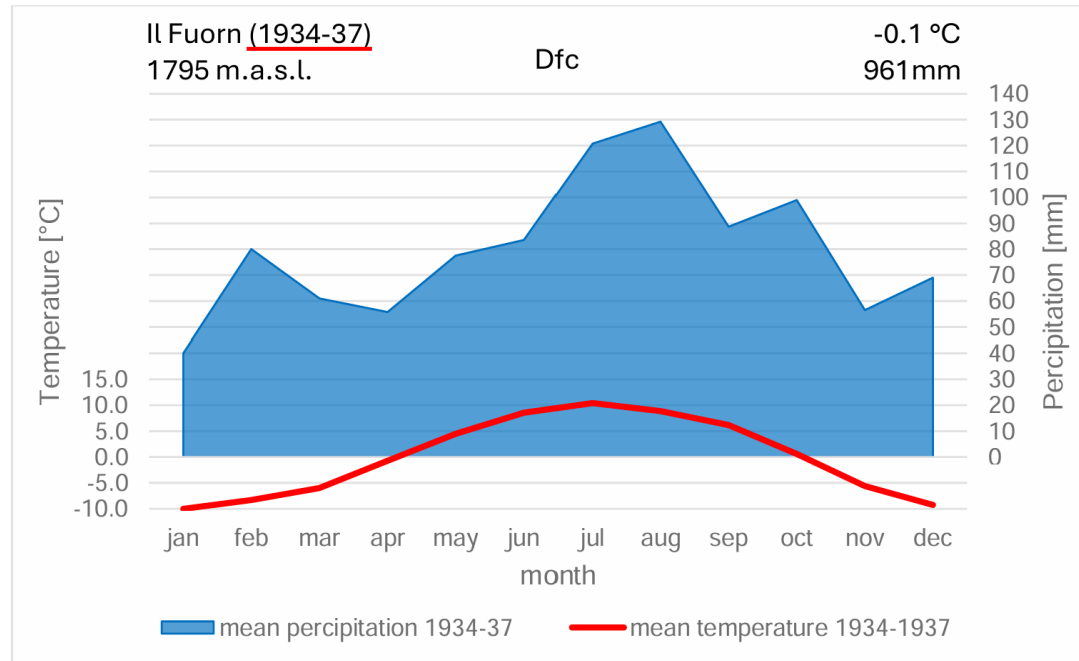
Sampling point	Sampling date	Sampler	Analysier	SO ₄ ²⁻ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	Cl ⁻ [mg/l]	Fe [mg/l]	TWH [mg/l]	TWH [°dH]
FWQ1P1	08.07.2024	N. Steiner	J. Koller	46	1.9	1.5	-	40.1	7.08
FWQ1P1	03.10.2024	F. Currie & A. Weithan	A. Weithan	47	0.4	<0.5	<0.000492	50.3	8.37
FWQ1P1 (mean)	9.4.34 29.12.37	A. Nadig	A. Nadig	64	0.5	3.4	0.41	-	8.91
FWQ2P1	08.07.2024	N. Steiner	J. Koller	32.7	1.8	1.4	-	34.1	6.13
FWQ2P1 (mean)	10.4.34 29.12.37	A. Nadig	A. Nadig	35	0.4	<0.5	<0.000492	43.9	7.36
FWQ4P1	08.07.2024	N. Steiner	J. Koller	30.6	1.5	1.3	-	35.9	6.69
FWQ4P1 (mean)	03.10.2024	F. Currie & A. Weithan	A. Weithan	41	0.4	8.3	0.5	56.2	9.57
FWQ4P1 (mean)	10.4.34 29.12.37	A. Nadig	A. Nadig	48	0.5	3.6	0.73	-	11.68
GFQP3	06.07.2024	N. Steiner	J. Koller	1281	0.5	1.5	-	606.1	91.3
GFQP3	03.10.2024	F. Currie & A. Weithan	A. Weithan	1467	<0.1	<0.5	0.26	627.4	94.1
GFQP3 (mean)	7.4.34 29.12.37	A. Nadig	A. Nadig	1448.5	<0.5	2.8	0.49	-	92.41



year	1834	1935	1936	1937	av. 1934-1937	2015	2016	2019	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	av. 2015-2025
jan	-0.8	-1.2	-0.7	-0.3	-1.0	-0.5	-1.9	-0.7	-1.3	-0.8	-1.1	-0.8	-0.3	-0.6	-0.9	-0.9
feb	-0.8	-0.6	-0.4	-0.7	-0.6	-0.1	-0.2	-1.3	-0.5	-0.8	-0.7	-0.8	-0.2	-0.8	-0.2	-0.5
mar	-0.7	-0.4	-0.6	-0.3	-0.5	-0.1	-0.8	-0.6	-0.8	-0.9	-0.5	-0.3	-1.0	-1.0	-0.3	-0.4
apr	1.3	-0.1	-0.6	-1.1	-0.7	0.3	1.4	0.1	0.4	0.6	2.0	-0.2	-0.4	-0.4	0.4	0.5
may	6.1	2.1	4.0	5.0	4.5	5.7	4.1	5.8	6.7	2.2	5.9	2.8	5.8	5.1	5.2	
jun	7.8	10.0	7.6	8.6	8.6	9.6	8.8	11.2	9.9	11.8	8.3	10.9	11.1	10.8	9.9	10.2
jul	11.0	10.6	9.6	10.5	10.4	14.3	11.1	11.2	11.8	11.7	11.4	10.8	12.7	11.9	13.1	12.0
aug	8.6	9.2	9.0	8.6	8.9	11.7	10.7	11.7	11.8	11.3	11.1	8.6	11.8	11.6	11.3	11.0
sep	7.1	6.3	6.1	5.3	6.2	5.5	8.1	4.5	8.5	7.0	7.4	7.9	6.1	9.7	6.4	7.1
oct	0.8	2.0	-2.3	1.8	0.8	2.1	1.9	2.8	3.5	4.1	0.9	1.8	5.2	5.0	4.1	3.8
nov	-7.1	-4.3	-5.3	-5.7	-5.6	-1.5	-2.9	-4.8	-2.0	-3.3	-2.2	-4.4	-2.9	-4.5	-3.1	-3.2
dec	-6.1	-10.3	-8.9	-11.7	-9.3	-1.5	-6.7	-9.9	-8.3	-6.7	-8.0	-8.7	-7.1	-8.1	-8.5	-7.5
yearly average	0.5	-0.6	-0.1	-0.1	-0.1	4.7	5.4	1.2	1.8	1.4	1.6	0.5	2.0	2.3	2.4	1.3



3. Resultate: Lufttemperatur & Niederschlag



- Mittlere Lufttemperatur: +1.8 °C
- Durchschnittlicher Jahresniederschlag: -43 mm
- Klimatrend/-klassifikation ändert nicht gross

Aber...

- Grössere Schwankungen in Extremereignissen (Temperatur & Niederschlag)
- Weniger Schneetage im Jahr

⁷ Steiner (2025)

3. Resultate: Wassertemperatur

Location	Season	mean Watertemp. STEINER	mean Watertemp. NADIG	difference
FWQ1P5	summer	6.87	7.08	-0.21
	fall	6.94	5.75	1.19*
	winter	4.34	4.03	0.31
	spring	5.01	6.32	-1.31***
FWQ2P1	summer	5.30	5.76	-0.46**
	fall	5.19	5.68	-0.49**
	winter	5.10	5.65	-0.55***
	spring	5.10	5.70	-0.60****
FWQ2P2	summer	5.74	7.00	-1.26*
	fall	5.38	5.75	-0.37*
	winter	5.00	5.00	0.00
	spring	5.13	6.00	-0.87
FWQ4P1	summer	6.48	6.38	0.10
	fall	6.26	6.20	0.06
	winter	6.00	6.05	-0.05
	spring	6.02	6.19	-0.17****
FWQ4P4	summer	11.48	8.78	2.70
	fall	6.76	6.65	0.11
	winter	2.34	3.60	-1.26
	spring	4.82	7.57	-2.75****
GFQP3	summer	6.86	6.97	-0.11
	fall	6.33	6.80	-0.47
GFQP5	summer	7.15	7.84	-0.69
	fall	6.08	5.15	0.93*
	winter	4.98	5.08	-0.10
	spring	5.22	6.78	-1.56****

- Klima:
 - höhere Lufttemperaturen
 - weniger Niederschlag
 - weniger Schneetage

Saisonal **kältere** Wassertemperaturen⁷.

Achtung: Höchste Temperaturschwankungen bei FWQ4P4

Methodische Unterschiede!

⁷ Steiner (2025)

3. Resultate: Fauna – Fischweiherquelle 1

- Nadig fand mehr Arten an jedem Probestandort in allen Quellen.
- FWQ1: Mehr krenobionte Arten, mehr Prädatoren: bspw. *Isoperla rivulorum* (ÖWZ* 16), *Nemurella pictetii*
- Weniger *Dictyogenus fontium*, *Nemoura sinuata* (NT)
- *Rhyacophila tristis* (ÖWZ 8) verschwand



Isoperla rivulorum (Lubini-Ferlin et al., 2023)

	ÖWZ	spring	FWQ1		
		Type of Community	STE (%)	NAD (%)	diff. (%)
quelltypisch	16	Crenobiontic	29.7	25.0	4.7
Quellbach/Grundwasser	8	Crenophilous	16.2	18.8	-2.5
Quellregion	4	Crenophilous-Rhithron	32.4	35.4	-3.0
Bachfauna	2	Rhithron	21.6	20.8	0.8
in allen Gewässern	1	Ubiquist	0.0	0.0	0.0
	16, 8	Crenotopic	45.9	43.8	2.2
	4, 2, 1	Crenoaverse	54.1	56.3	-2.2



Hungrige *Dictyogenus* spp. (N. Steiner)



Rhyacophila tristis (Włodzimierz, CC BY-SA 4.0)

⁷ Steiner (2025)

¹⁰ Lubini, et al. (2012)

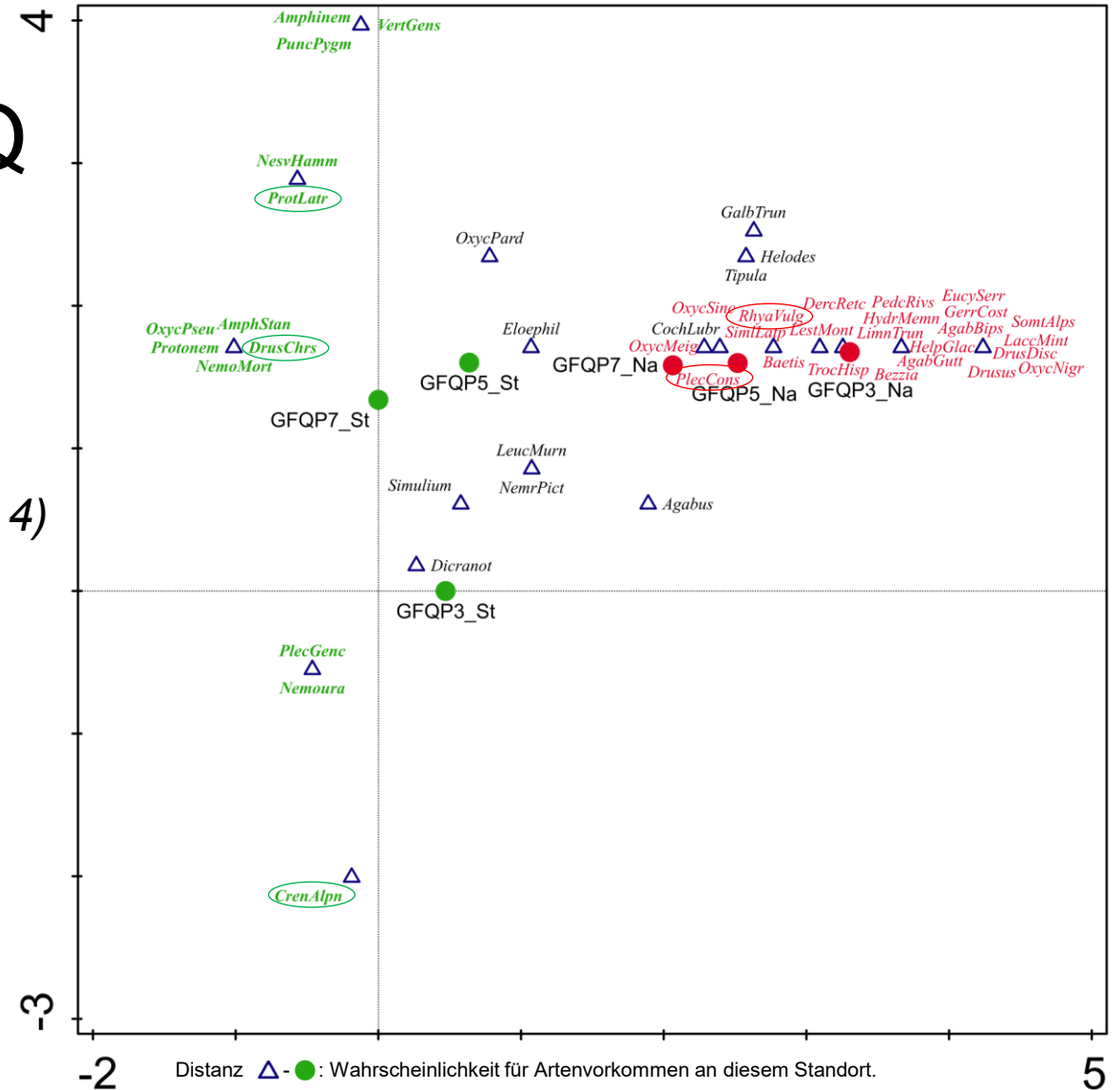
*ÖWZ = Ökologische Werte-Zahl nach Lubini-Ferlin, et al. (2014)

NT = Nearly Threatened¹⁰

3. Resultate: Fauna – GFQ

- GFQ: Mehr krenobionte Arten, mehr Zerkleinerer: bspw. *Crenobia alpina*, *Drusus chrysotus*, *Protonemura lateralis* (ÖWZ 16)
- Weniger mesosaprobe* Arten: bspw. *Rhyacophila vulgaris* (ÖWZ 8), *Plectrocnemia conspersa* (ÖWZ 4)

ÖWZ	spring		GFQ		
	Type of Community	STE (%)	NAD (%)	diff. (%)	
quelltypisch 16	Crenobiontic	40.9	0.0	40.9	!
Quellbach/Grundwasser 8	Crenophilous	31.8	58.3	-26.5	
Quellregion 4	Crenophilous-Rhithron	22.7	33.3	-10.6	
Bachfauna 2	Rhithron	4.5	8.3	-3.8	
in allen Gewässern 1	Ubiquist	0.0	0.0	0.0	
16, 8	Crenotopic	72.7	58.3	14.4	
4, 2, 1	Crenoaverse	27.3	41.7	-14.4	



ÖWZ = Ökologische Werte-Zahl nach Lubini-Ferlin, et al. (2014)

*mesosaprob = mässig belastete Gewässer

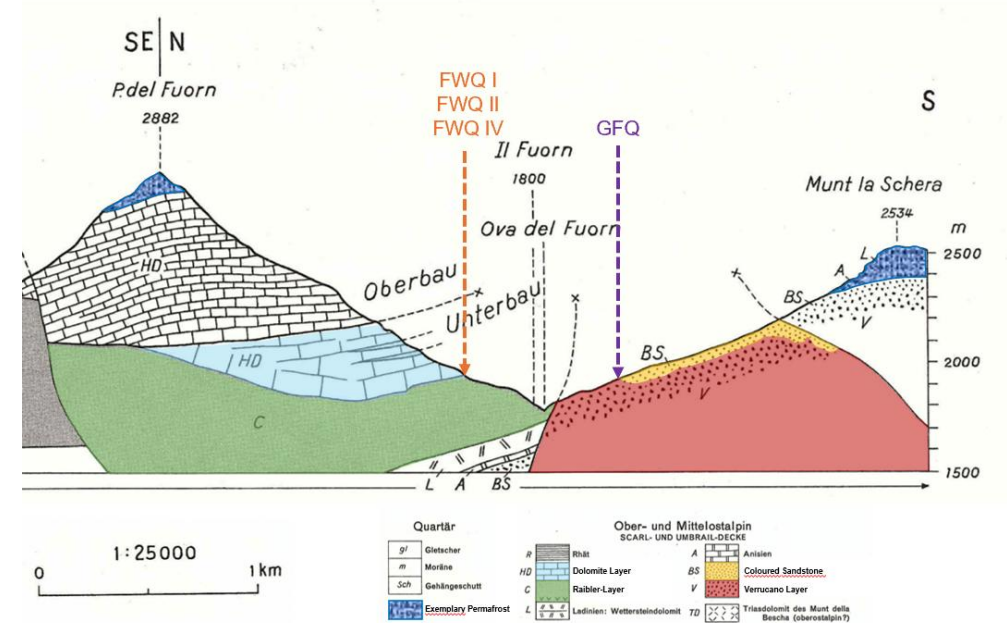
7 Steiner (2025)

4. Diskussion – Klima

- Klimatische Trends stimmen mit Langzeit-Trend Schweiz überein¹¹.
- Wassertemperaturen nahmen saisonal ab
→ Gegenteil von wärmeren Lufttemperaturen, weniger Niederschlag¹² und weniger Schneebedeckung¹³
- Lufttemperatur hat direkten Einfluss auf Permafrost-Felder¹⁴.
- Schmelzen von Permafrost und weniger Niederschlag

= Verhältnis Wasserherkunft ändert sich
(Schmelzwasser-Niederschlag)

= kältere Wassertemperaturen.



modified after ⁹ Boesch (1953)

¹¹ MeteoSchweiz (2024)
¹² Jourdan et al. (2018)
¹³ Küry et al (2018)
¹⁴ Gao et al. (2024)

4. Diskussion – Fauna

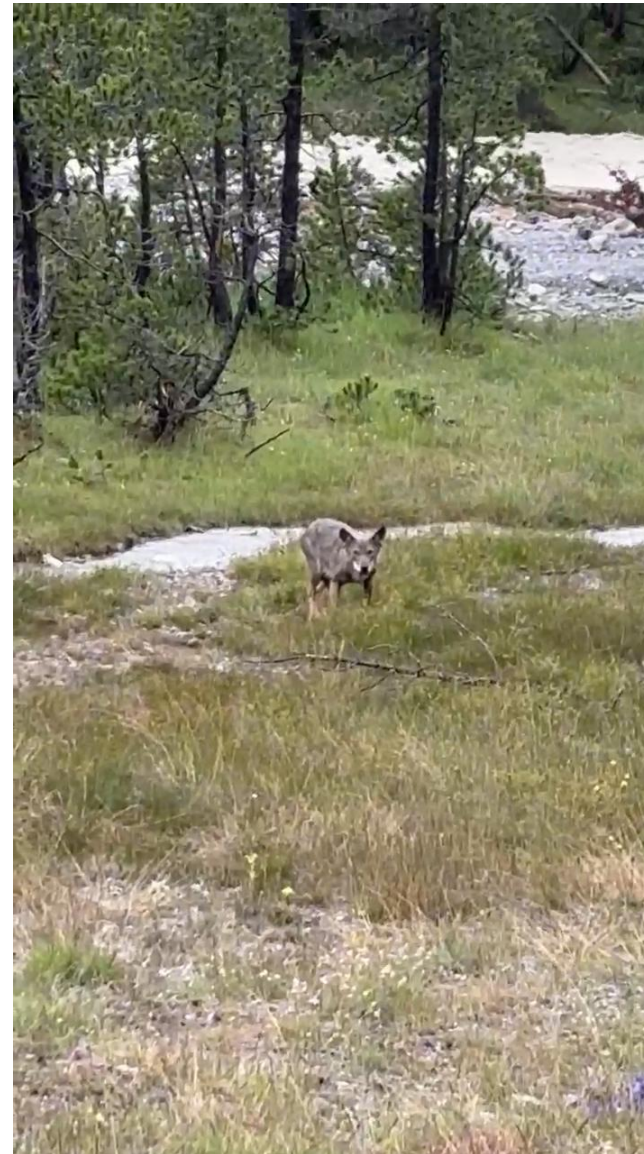
- Artenverschiebung:
 - Mehr Quellspezialisten (Krenophile) in kälteren Quellen (bspw. *Isoperla rivulorum*).
 - Mehr Generalisten (Ubiquisten) in wärmeren Quellen (bspw. *Amphinemura standfussi*, *Nemurella pictetii*).
- Abiotische Faktoren haben grossen Einfluss auf hochgelegene Quellen:
 - Tauender Permafrost = kältere Wassertemperaturen = quelltypischere Arten (in diesem Fall!)
 - Aber: Makroinvertebraten werden zukünftig mit extremeren Klimaschwankungen konfrontiert.
- Quellen in den Alpen könnten Biodiversitäts- und Klimarefugien bleiben, auch nach dem Verschwinden von Gletschern.
- Weitere Untersuchungen dieser Habitate ist notwendig, um Einfluss & Folgen zukünftiger Klimaänderungen besser zu verstehen.



Amphinemura standfussi

Herzlichen Dank!

- Stefanie von Fumetti
- SNP Forschungskommission
- Martina Kohlbrenner (*Feldarbeit*)
- Judith Kobler (*Wasseranalysen*)
- Angela Welham (*Wasseranalysen*)
- Friederike Curle (*Wasseranalysen*)
- Not Armon Willy (*Loggersuche im Schnee*)
- Verena Lubini (*Bestimmung*)
- André Wagner (*Bestimmung*)
- Lucie Gaspari, ©info fauna (*Datenausgabe*)



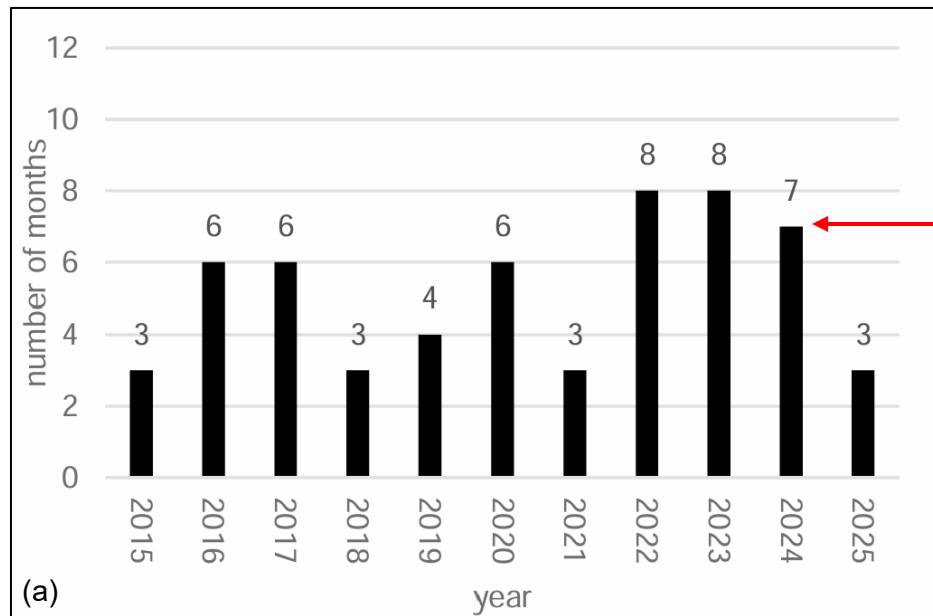
S. von Fumetti (oben), M. Kohlbrenner (mitte) und N. A. Willy (unten) während der Feldarbeit bei der God dal Fuorn Quelle.

Literatur/Quellen

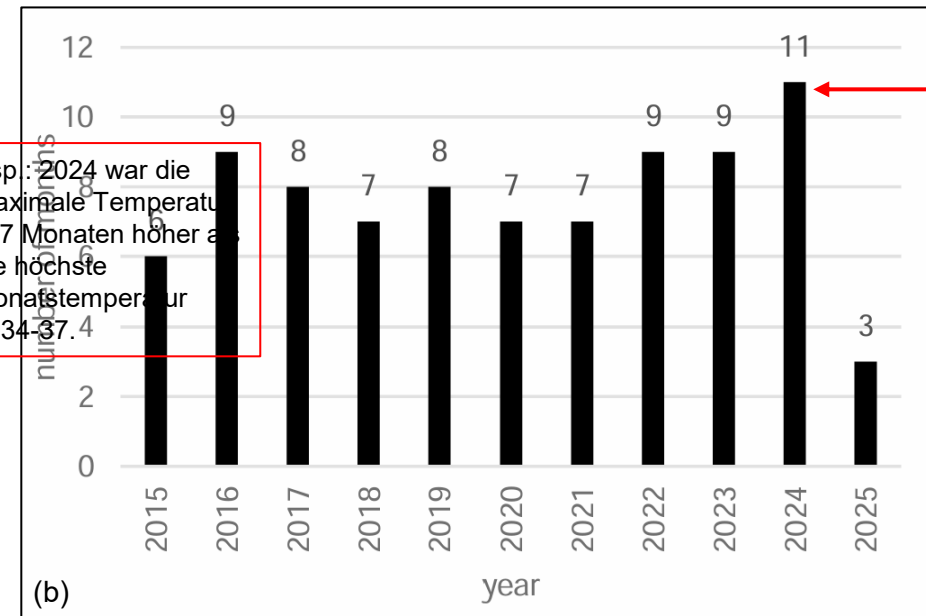
- ¹ von Fumetti, S., Bieri-Wigger, F. & Nagel, P., 2017. Temperature variability and its influence on macroinvertebrate assemblages of alpine springs. *Ecohydrology*, 10(e1878), p. 9. DOI: <https://doi.org/10.1002/eco.1878>.
- ² Hock, R. et al., 2019. High Mountain Areas. In: H. Pörtner, et al. eds. IPCC Special Report on the Ocean and. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press, pp. 131-202. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157964.004>.
- ³ Seiler, H., Küry, D., Billeter, R. & Dengler, J., 2021. Regional typology of spring vegetation in Parc Ela (Grisons, Switzerland). *Vegetation Classification and Survey*, Volume 2, pp. 257-274. DOI: <https://doi.org/10.3897/VCS/2021/69101>.
- ⁴ Fahy, J. C., Demierre, E. & Oertli, B., 2024. Long-term monitoring of water temperature and macroinvertebrates highlights climate change threat to alpine ponds in protected areas. *Biological Conservation*, 290(110461), p. 16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110461>.
- ⁵ Nadig, A., 1942. Hydrobiologische Untersuchungen in Quellen des Schweizerischen Nationalparkes im Engadin. In: K. d. S. N. G. z. w. E. d. Nationalparkes, ed. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung des schweizerischen Nationalparkes. Aarau: H. R. Sauerländer, pp. 272-425.
- ⁶ Steinmann, E., 2002. Mitteilungen der SEG. Zürich: Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft.
- ⁷ Steiner, N. (unpublished). "Nadig revisited" – Development of the springs at Il Fuorn in the Swiss National Park 1934 – 2024.
- ⁸ Schlüchter, C. et al., 2013a. Quellen. Natürliche Wasseraustritte im Gelände. In: H. Haller, A. Eisenhut & R. Haller, eds. Atlas des Schweizerischen Nationalparks. Die ersten 100 Jahre. Bern: Haupt Verlag, pp. 30-31.
- ⁹ Boesch, H. H., Cadisch, J. & Wenk, E., 1953. Geologischer Atlas der Schweiz. Blatt 424 Zernezz., Bern: Kümmerly & Frey AG. Geographischer Verlag.
- ¹⁰ Lubini, V. et al., 2012. Rote Listen Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. *Umwelt-Vollzug*, Issue Nr. 1212, p. 111.
- ¹¹ MeteoSchweiz, 2024. Klimareport 2023, Zürich: Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz.
- ¹² Jourdan, J. et al., 2018. Effects of changing climate on European stream invertebrate communities: A long-term data analysis. *Science of the Total Environment*, Volume 621, pp. 588-599. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.242>.
- ¹³ Küry, D., Lubini, V. & Stucki, P., 2018. Verletzlichkeit von Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen alpiner Quellen gegenüber Klimaveränderungen. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt*, Volume 83, pp. 199-218.
- ¹⁴ Gao, S. et al., 2024. Permafrost temperature dynamics and its climate relations in various Tibetan alpine grasslands. *Catena*, 241(108065), p. 10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108065>.
- ¹⁵ Song, C. et al., 2018. Continental-scale decrease in net primary productivity in streams due to climate warming. *Nature Geoscience*, Volume 11, pp. 415-420. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0125-5>.
- ¹⁶ Lento, J. et al., 2022. Temperature and spatial connectivity drive patterns in freshwater macroinvertebrate diversity across the Arctic. *Freshwater Biology*, 67(1), pp. 159-175. DOI: <https://doi.org/10.1111/fwb.13805>.
- ¹⁷ Debiasi, D., Franceschini, A., Paoli, F. & Lencioni, V., 2022. How do macroinvertebrate communities respond to declining glacial influence in the Southern Alps?. *Limnetica*, 41(1), pp. 121-137. DOI: <https://doi.org/10.23818/limn.41.10>.
- ¹⁸ Obermayr, H., 1922. Beiträge zur Kenntnis der Litorafauna des Vierwaldstättersees. *Zeitschrift für Hydrologie*, Volume 2, pp. 3-110.
- Lubini-Ferlin V., Stucki P., Vicentini H., Küry D. 2014. Ökologische Bewertung von Quell-Lebensräumen in der Schweiz. Entwurf für ein strukturelles und faunistisches Verfahren. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- Lubini-Ferlin, V., Teufel, P., Novotny, C., Vuataz, L. 2023. Description of the larva of *Isoperla orobica* Ravizza, 1975 (Plecoptera, Perlodidae), with notes on ecology and distribution in Switzerland. *Alpine Entomology* 7: 205-212. <https://doi.org/10.3897/alpento.7.109021>

3. Resultate: Temperatur Max./Min.

- Die maximale Monatstemperatur von 1934-37 wurde von 2015-25 in mindestens 3 Monaten/Jahr überschritten.
- Gleiches gilt für die Minimaltemperatur (b)!



Number of months the maximum temperature (2015-2025) was above the absolute maximum temperature in the respective year and month (1934-37)⁷.



Number of months the minimum temperature (2015-2025) was below the absolute minimum temperature value (1934-37)⁷.

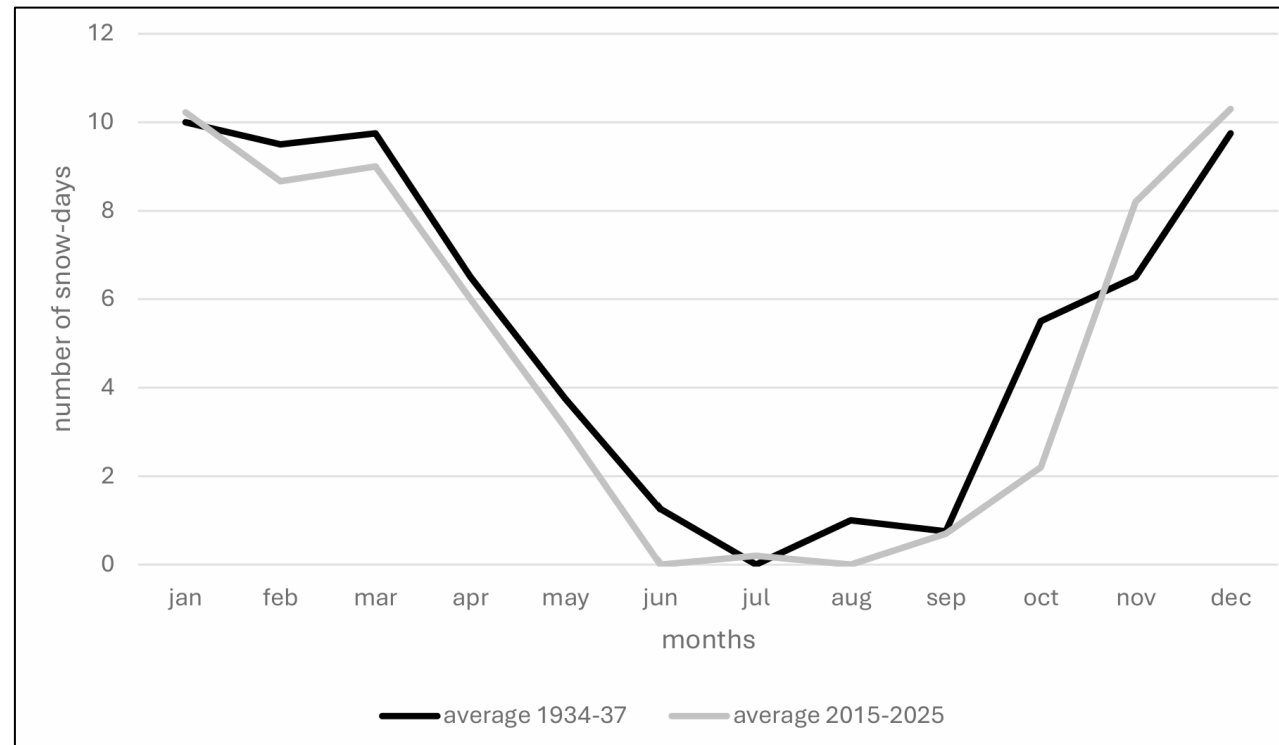
Bsp.: 2024 war die maximale Temperatur in 7 Monaten höher als die höchste Monatstemperatur 1934-37.4

Bsp.: 2024 war die minimale Temperatur in 11 Monaten tiefer als die geringste Monatstemperatur von 1934-37.

⁷ Steiner (2025)

3. Resultate: Schnee

- Durchschnittliche Anzahl Schneetage/Monat nahm ab.
- Mehr Schneetage im Januar, November & Dezember.

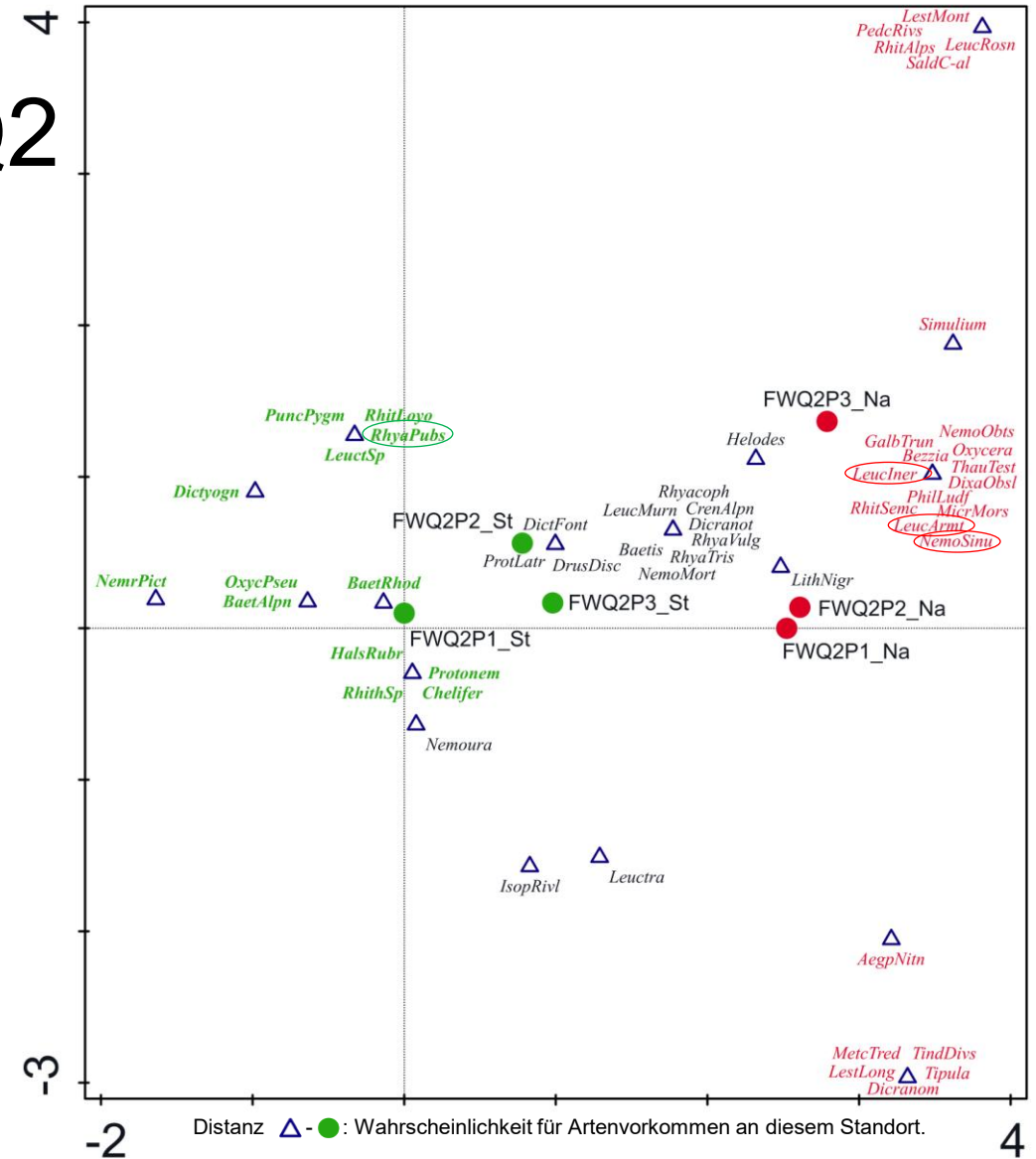


⁷ Steiner (2025)

3. Resultate: Fauna – FWQ2

- FWQ2: Mehr krenophile Arten, mehr Prädatoren: bspw. *Rhyacophila pubescens* (ÖWZ 16)
- *Nemoura sinuata* (ÖWZ 4), *Leuctra armata* & *L. inermis* (ÖWZ 16) verschwunden

EVN	spring	FWQ2		
	Type of Community	STE (%)	NAD (%)	diff. (%)
16	Crenobiontic	21.4	22.8	-1.4
8	Crenophilous	21.4	19.3	2.1
4	Crenophilous-Rhithron	28.6	31.6	-3.0
2	Rhithron	23.8	26.3	-2.5
1	Ubiquist	4.8	0.0	4.8
16, 8	Crenotopic	42.9	42.1	0.8
4, 2, 1	Crenoaverse	57.1	57.9	-0.8



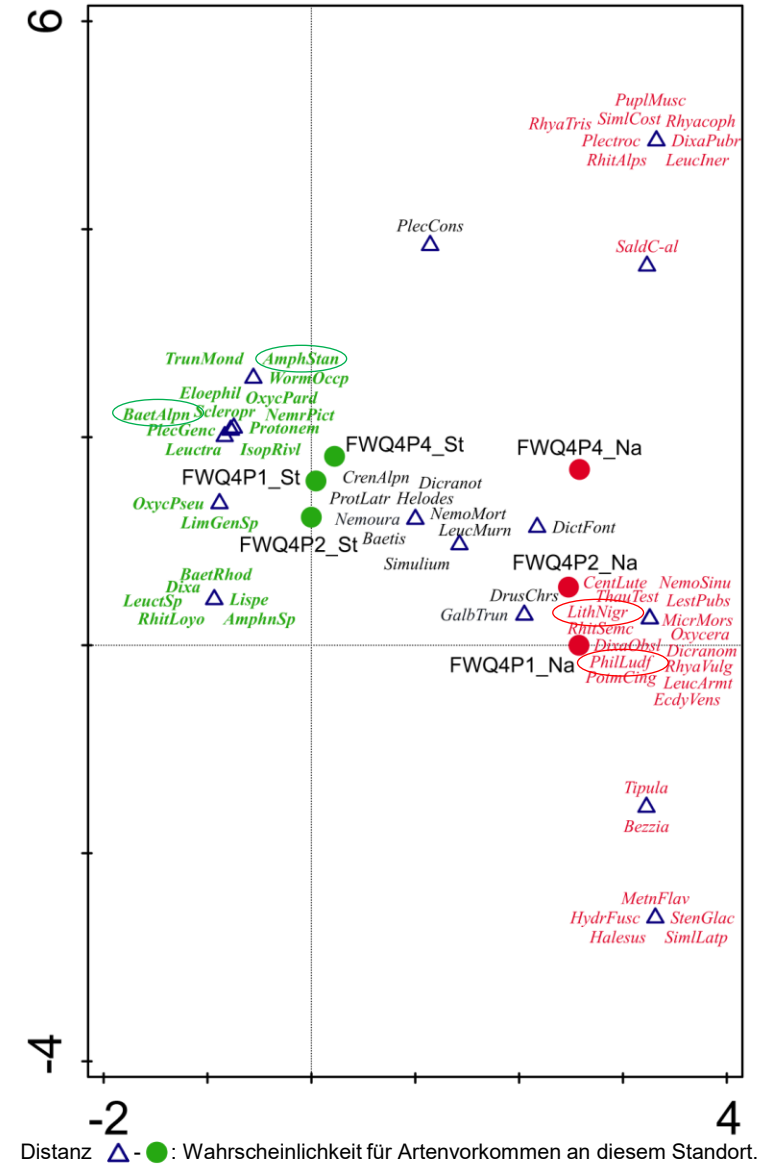
EVN = Ecological Value Number after (Lubini-Ferlin, et al., 2014)

7 Steiner (2025)

3. Resultate: Fauna – FWQ4

- FWQ4: Mehr krenophile/rhithrale Arten (Ubiquisten), mehr Prädatoren:
bspw. *Amphinemura standfussi* & *Baetis alpinus* (ÖWZ 8)
- Weniger Krenobionte: bspw. *Lithax niger*, *Philopotamus ludificatus* (ÖWZ 16) verschwunden

EVN	spring		FWQ4		
	Type of Community	STE (%)	NAD (%)	diff. (%)	
16	Crenobiontic	26.7	36.0	-9.3	
8	Crenophilous	17.8	12.0	5.8	
4	Crenophilous-Rhithron	31.1	30.0	1.1	
2	Rhithron	22.2	22.0	0.2	
1	Ubiquist	2.2	0.0	2.2	
16, 8	Crenotopic	44.4	48.0	-3.6	
4, 2, 1	Crenoaverse	55.6	52.0	3.6	



EVN = Ecological Value Number after (Lubini-Ferlin, et al., 2014)

7 Steiner (2025)

4. Diskussion – Methodische Unterschiede

- Hauptunterschied: Längerer Probezeitraum von Nadig. Probenahmen von Nadig variieren stark über die Jahre und scheinen zufällig⁵.
- Nadig zog die Larven von Diptera, Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera bis zum Adulttier auf⁵, wurde in dieser Arbeit nicht gemacht.
- Physikochemische Messungen waren damals primitiv und nicht einheitlich (Wechsel der Methode inmitten der Studie)⁵.
- Unklare Beschreibung der Methoden⁵ = schlechte Rekonstruierbarkeit.
- Kritik an eigener Methode:
 - Keine Adultfänge
 - Chironomidae wurden nicht auf Artniveau bestimmt
 - Loggerdaten unter 0°C wurden nicht entfernt
 - Wassertemperaturen im Frühling sind nur bis zum 17. März 2024 (Meteorologischer Frühling ist bis 30. April)!

⁵ Nadig (1942)