

Kies- und Betonwerk Andeer AG

Erweiterung Kieswerk Andeer, Parz. 975, Runcs Sut, Andeer

Abschätzung des 10-jährlichen Grundwasserhochstands

Berichtsnummer BG 5557-2
Berichtsdatum 25.02.2026

Inhalt

1	Vorbemerkungen	3
1.1	Auftraggeberin	3
1.2	Unterlagen	3
1.3	Ausgangslage und Aufgabenstellung	4
2	Statistische Eckdaten der Bohrungen und Darstellung der Messdaten	5
2.1	Piezometer And1/2023	5
2.2	Piezometer And2/2023	6
2.3	Piezometer And3/2023	7
2.4	Piezometer And4/2023	8
3	Herleitung eines 10-jährlichen Grundwasserhochstands	9
3.1	Korrelation mit Niederschlag	9
3.2	Korrelation mit Abfluss im Hinterrhein	10
3.2.1	Statistische Betrachtung	10
3.2.2	Hydro(geo)logische Überlegungen	10
3.2.3	Konstruktion 10-jährlicher Grundwasserhochstand	11
4	Fazit	12



1 Vorbemerkungen

1.1 Auftraggeberin

Kies- und Betonwerk Andeer AG, 7440 Andeer

vertreten durch: Auin AG, La-Nicca-Strasse 6, 7000 Chur

1.2 Unterlagen

- Ecower AG, Chur
- 1.2.1 Erweiterung Kieswerk Andeer, Geologische Untersuchungen, E-Mail mit Offertanfrage (03.08.2023)
- Geodienste Kanton Graubünden
- 1.2.2 Gewässerschutzkarte Graubünden (abgerufen am 09.01.2025, wms.geo.gr.ch)
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL
- 1.2.3 Wegleitung Grundwasserschutz, Vollzug Umwelt (2004)
- Bundesamt für Umwelt (Bafu)
- 1.2.4 Hydrologischer Atlas der Schweiz (abgerufen am 28.05.2025, www.hades.unibe.ch)
- 1.2.5 Abflussdaten der Jahre 2024 und 2025, Stationen 2631 Hinterrhein und 2387 Fürstenu
- Gesetze und Verordnungen des Bundes
- 1.2.6 Gewässerschutzverordnung des Bundesrates (GSchV) vom 28.10.1998 (Stand am 1. Dezember 2025) SR 814.201
- Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz
- 1.2.7 Tagesniederschläge Station Andeer (abgerufen am 08.01.2026)
- 1.2.8 Extremwertanalyse 1961 – 2020 Andeer (30.03.2023)
- Baugeologie und Geo-Bau-Labor AG, Chur
- 1.2.9 BG 5557: Erweiterung Kieswerk Andeer, Parz. 975, Runcs Sut, Andeer, Hydrogeologischer Zwischenbericht (26.02.2024)
- 1.2.10 BG 5557-1: Hydrogeologischer Zwischenbericht Mai 2024 (21.05.2024)



1.3 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die Kies- und Betonwerk Andeer AG prüft eine Erweiterung des Kiesabbaus im Gebiet Runcs Sut in Andeer. Mit dem Abbau soll gegebenenfalls in ca. 2 Jahren begonnen werden [1.2.1].

Die Gewässerschutzkarte weist für das zu prüfende Abbaugbiet einen Gewässerschutzbereich Au aus, ein bis zu 15 m breiter Streifen zum Hinterrhein hin, ist zusätzlich dem Gewässerschutzbereich Ao zugeordnet [1.2.2].

Im Gewässerschutzbereich Au kann die zuständige Behörde fallweise eine Materialausbeutung zulassen [1.2.3]. Die Gewässerschutzverordnung besagt in Anh. 4, Ziff. 211: «Bei der Ausbeutung von Kies, Sand und anderem Material im Gewässerschutzbereich Au muss [...] eine schützende Materialschicht von mindestens 2 m über dem natürlichen, zehnjährigen Grundwasserhöchstspiegel belassen werden [...]» [1.2.6].

Unter dem Grundwasserhöchstspiegel wird der Spiegel verstanden, welcher entweder in langjährigen Messreihen (mindestens 10 Jahre) maximal erreicht wurde oder welcher, bei Aufzeichnungen von weniger als 10 Jahren, basierend auf einer hydrogeologisch ausreichenden Datenbasis, statistisch höchstens alle 10 Jahre einmal erreicht wird [1.2.3].

Um den Grundwasserstand zu messen, wurden vier Rotationskernbohrungen abgeteuft und in diesen Piezometer versetzt (Lage: Anhang 2) [1.2.5]. Die Piezometer wurden mit Sonden ausgestattet und seit dem 21.02.2024 wurden stündlich Grundwasserpegel und -temperatur erfasst. Händische Messungen des Grundwasserpegels ergänzen den Datensatz. Die Daten wurden anschliessend zu Tagesmittelwerten reduziert. Im vorliegenden Bericht fassen wir die bisherigen Ergebnisse zusammen und konstruieren den 10-jährlichen Grundwasserhochstand.



2 Statistische Eckdaten der Bohrungen und Darstellung der Messdaten

2.1 Piezometer And1/2023

Tabelle 1: Eckdaten And1/2023

Bohrung	Koordinaten	Terrainhöhe [müM]	Höhe der Sensoren [müM]
And1/2023	2'752'362 / 1'162'697	989.9	979.1

Tabelle 2: Statistische Zusammenfassung der Messdaten And1 22.12.2023–18.02.2026

	Pegel [müM]	Flurabstand [m]	Temperatur [°C]
Minimalwert	979.12	10.78	4.4
Maximalwert	981.41	8.49	9.7
Mittelwert	979.44	10.48	7.5
Standardabweichung	0.36		1.7

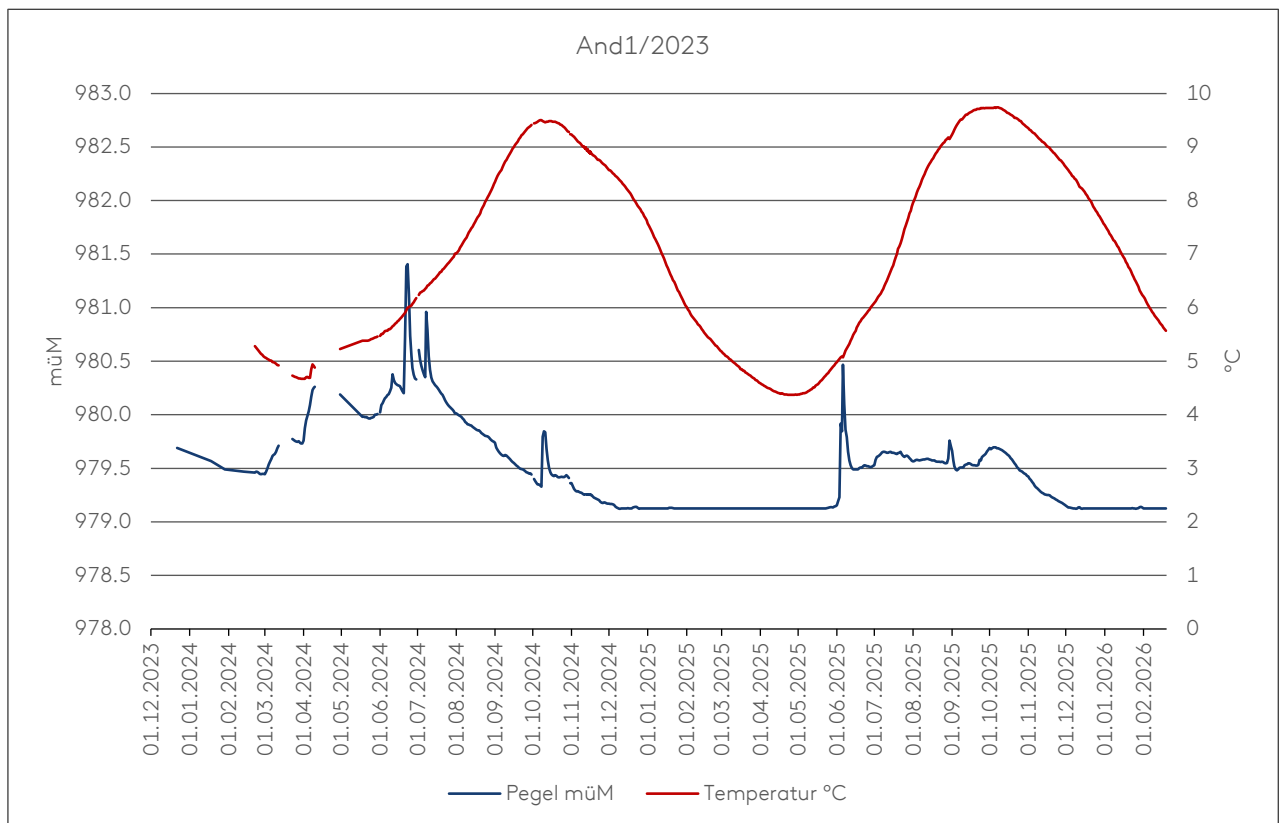


Abbildung 1: Grundwasserpegel und Temperaturen And1/2023



2.2 Piezometer And2/2023

Tabelle 3: Eckdaten And2/2023

Bohrung	Koordinaten	Terrainhöhe [müM]	Höhe der Sensoren [müM]
And2/2023	2'752'288 / 1'162'585	995.8	980.3

Tabelle 4: Statistische Zusammenfassung der Messdaten And2 22.12.2023–18.02.2026

	Pegel [müM]	Flurabstand [m]	Temperatur [°C]
Minimalwert	981.02	14.79	7.6
Maximalwert	981.91	13.89	8.2
Mittelwert	981.04	14.76	7.9
Standardabweichung	0.05		0.2

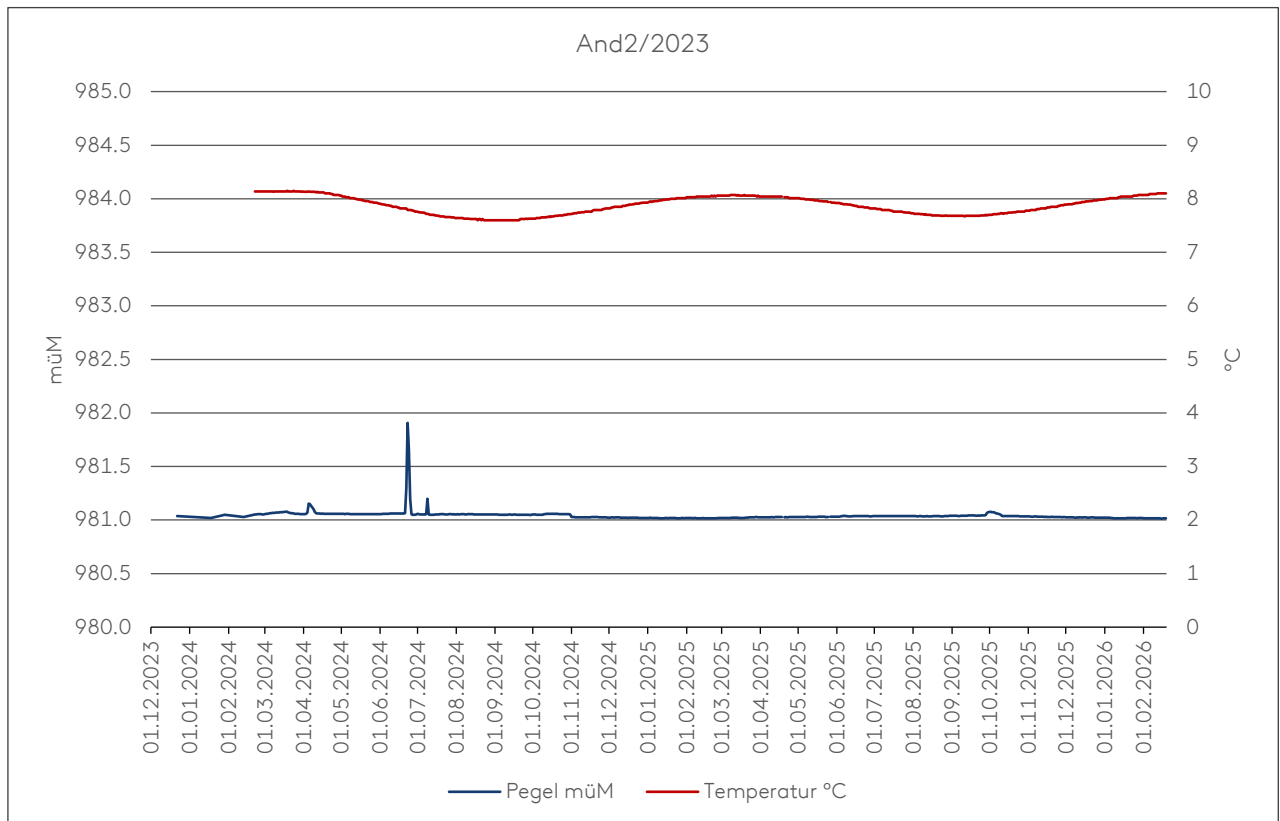


Abbildung 2: Grundwasserpegel und Temperaturen And2/2023



2.3 Piezometer And3/2023

Tabelle 5: Eckdaten And3/2023

Bohrung	Koordinaten	Terrainhöhe [müM]	Höhe der Sensoren [müM]
And3/2023	2'752'205 / 1'162'734	992.5	977.0

Tabelle 6: Statistische Zusammenfassung der Messdaten And3 22.12.2023–18.02.2026

	Pegel [müM]	Flurabstand [m]	Temperatur [°C]
Minimalwert	977.87	14.63	7.3
Maximalwert	979.92	12.58	7.9
Mittelwert	978.36	14.16	7.5
Standardabweichung	0.36		0.1

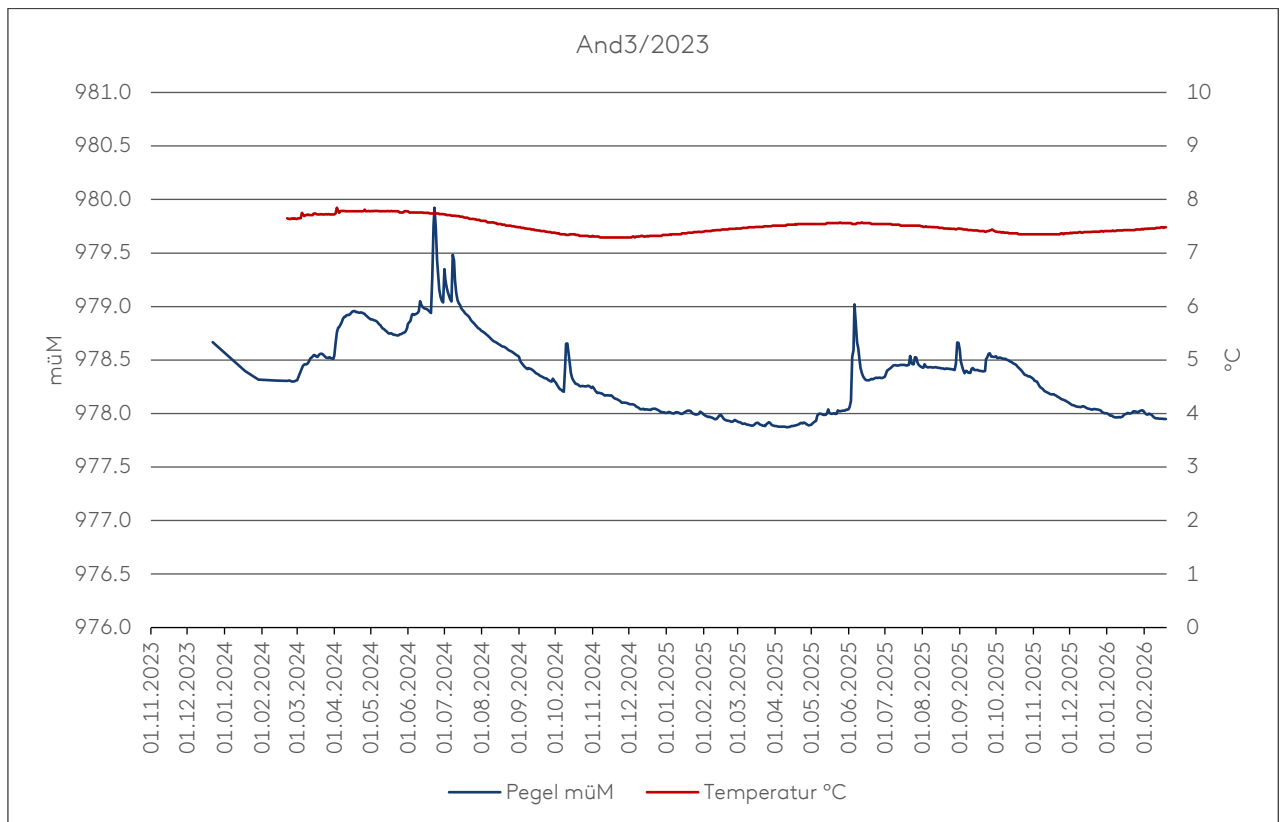


Abbildung 3: Grundwasserpegel und Temperaturen And3/2023



2.4 Piezometer And4/2023

Tabelle 7: Eckdaten And4/2023

Bohrung	Koordinaten	Terrainhöhe [müM]	Höhe der Sensoren [müM]
And4/2023	2'752'213 / 1'162'805	988.4	973.9

Tabelle 8: Statistische Zusammenfassung der Messdaten And4 29.01.2024–18.02.2026

	Pegel [müM]	Flurabstand [m]	Temperatur [°C]
Minimalwert	977.64	10.76	5.2
Maximalwert	979.64	8.76	9.0
Mittelwert	978.10	10.32	6.9
Standardabweichung	0.34		1.3

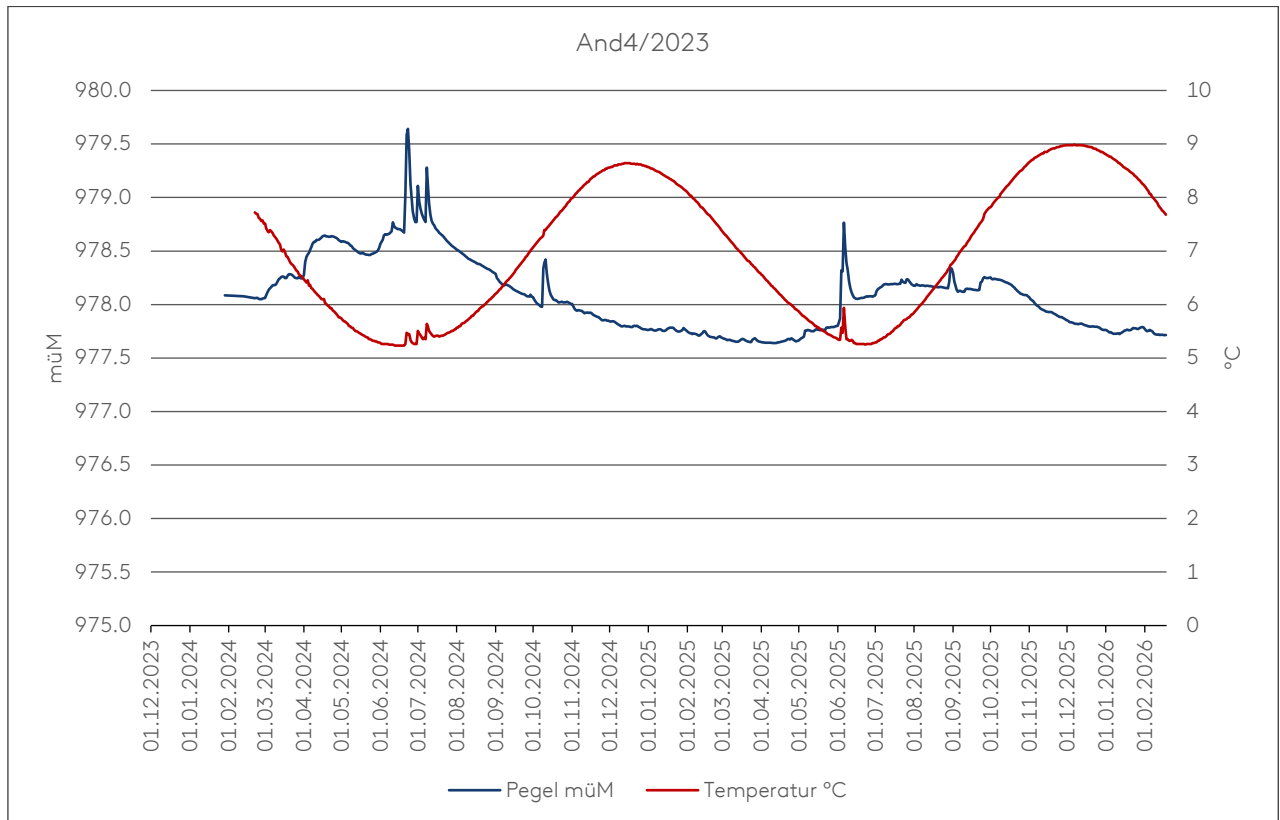


Abbildung 4: Grundwasserpegel und Temperaturen And4/2023

3 Herleitung eines 10-jährlichen Grundwasserhochstands

Um aus der gut zweijährigen Beobachtungsphase einen 10-jährlichen Grundwasserhochstand herzuleiten, ist ein Vergleich mit anderen Zeitreihen erforderlich, die ausreichend mit den Grundwasserständen in Andeer korrelieren. Wenn sich in der Beobachtungsperiode 10-jährliche Ereignisse anderer korrelierender Parameter ergeben haben, könnte daraus direkt der 10-jährliche Grundwasserhochstand abgelesen werden. Bei sehr guten Korrelationen sind auch Extrapolationen anhand von Ereignissen kleinerer Jährlichkeit möglich.

3.1 Korrelation mit Niederschlag

In Abbildung 3 sind Tagesniederschläge der Station Andeer mit den Pegelverläufen der Grundwassermessstellen dargestellt. Der (Pearson-)Korrelationskoeffizient von Niederschlägen zu den Messstellen And1, 3 und 4 beträgt rund 16 %, zur Messstelle And2 beträgt er 9 %. Ein Zusammenhang von Grundwasserpegel und Tagesniederschlägen ist somit nicht feststellbar. Starkniederschlagsereignisse führen vereinzelt zu kurzfristig hohen Grundwasserständen, jedoch ist auch dieser Zusammenhang nicht immer zu beobachten. Die grössten Niederschläge fielen mit 55.8 mm am 21.06.2024, welche zum grössten Auschlag in den Grundwasserpegeln führten. Gemäss Niederschlagsextremwertanalyse für die Station Andeer stellen 55 mm Niederschlag eine Wiederkehrperiode <2.33 Jahre dar [1.2.8].

Ein 10-jährlicher Grundwasserhochstand lässt sich aus den Tagesniederschlägen nicht herleiten.

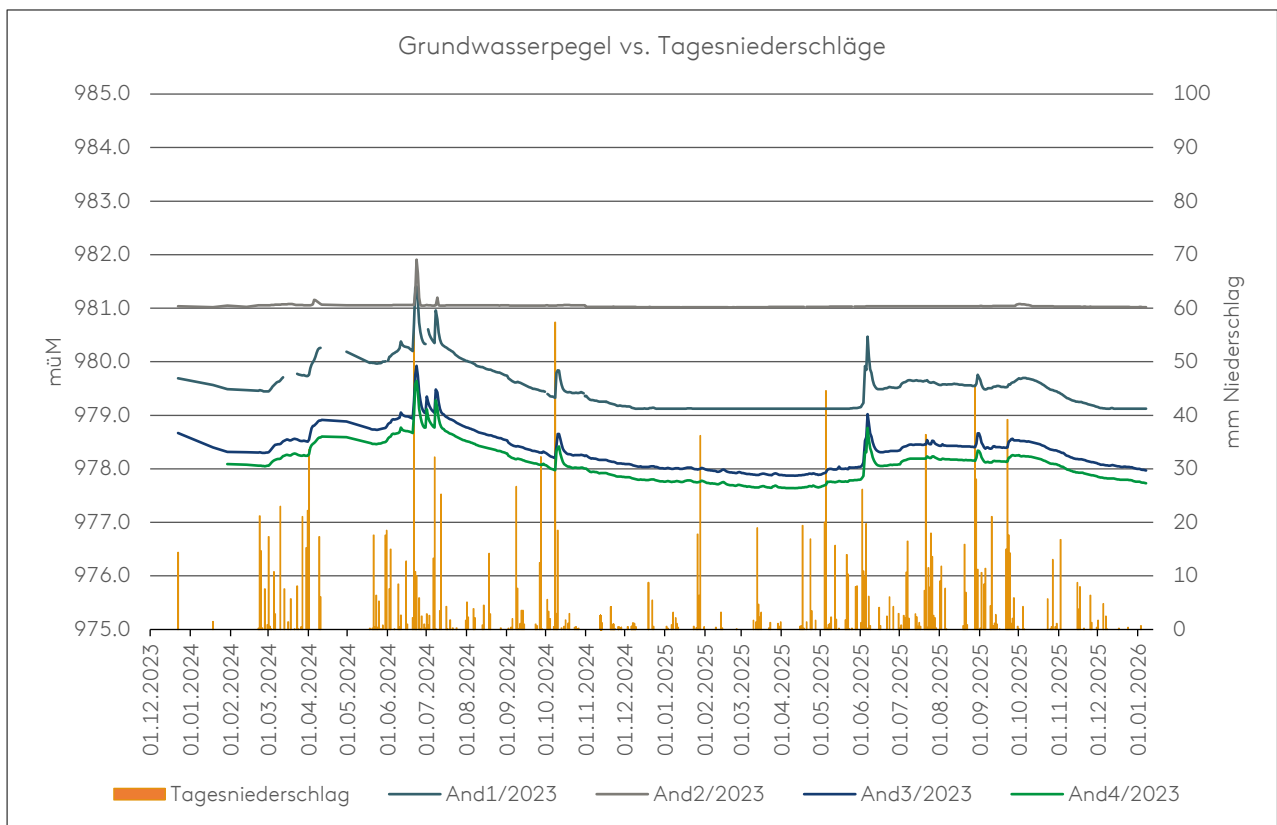


Abbildung 5: Korrelation der Grundwasserpegel mit Tagesniederschlägen der Station Andeer

3.2 Korrelation mit Abfluss im Hinterrhein

3.2.1 Statistische Betrachtung

Wir haben für den Hinterrhein sowohl die Abflüsse bei den Stationen Hinterrhein, Schiessplatz als auch bei Fürstenau betrachtet [1.2.5]. Über die gesamte Beobachtungsdauer wurden die Abflüsse mit den jeweils 2 Tage später gemessenen Grundwasserständen korreliert (der Zeitversatz von 2 Tagen ergibt die besten Korrelationswerte). Die (Pearson-)Korrelationskoeffizienten mit den Abflüssen beim Schiessplatz Hinterrhein ist mit jeweils rund 63 % für And1, 3 und 4 kleiner als mit den Abflüssen bei Fürstenau, wo Korrelationskoeffizienten um 68 % berechnet werden. Für die Messstelle And2 mit ihrem auffällig konstanten Grundwasserpegel liegen erwartungsgemäss niedrigere Korrelationskoeffizienten vor: 42 % (Hinterrhein) bzw. 50 % (Fürstenau) vor.

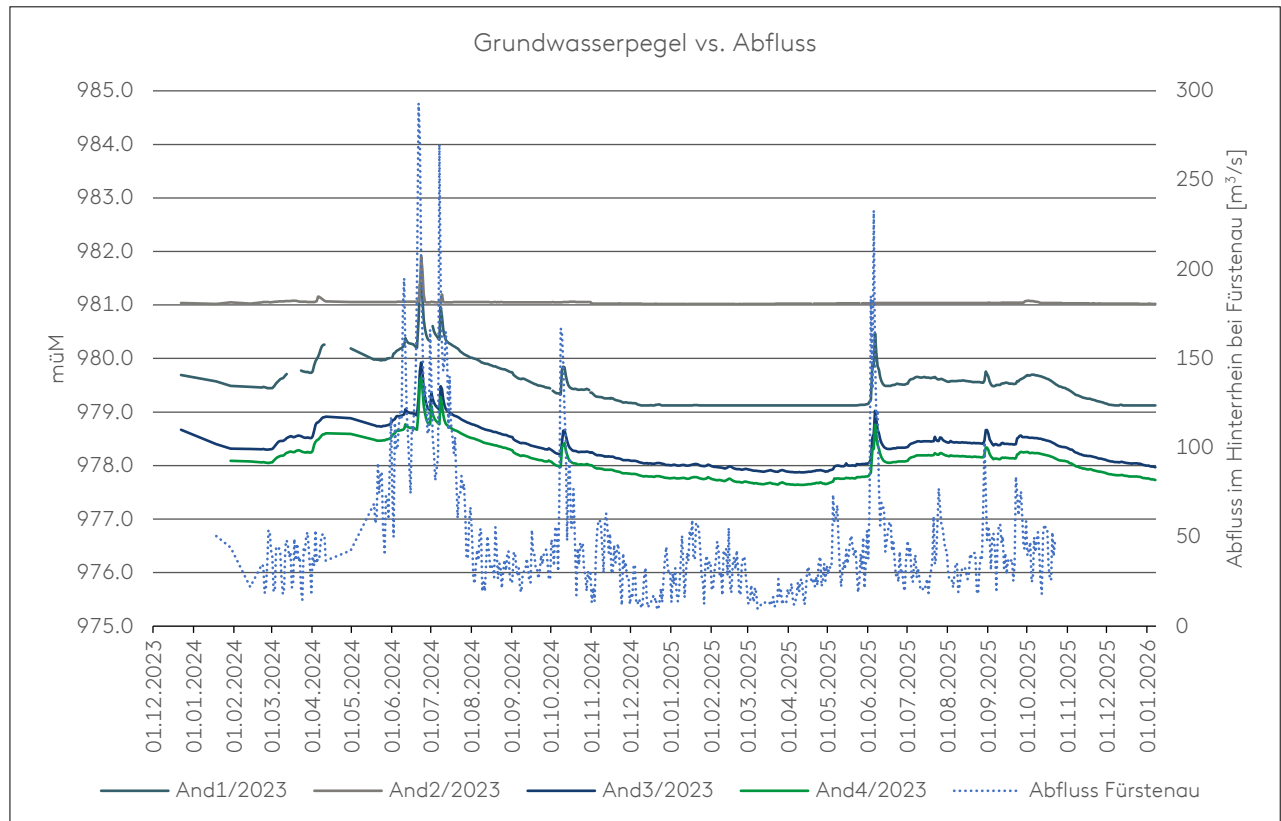


Abbildung 6: Korrelation der Grundwasserpegel mit dem Abfluss im Hinterrhein bei Fürstenau [1.2.5]

3.2.2 Hydro(geo)logische Überlegungen

Zu beachten ist der oft vergessene Grundsatz: Korrelation ist nicht gleich kausaler Zusammenhang. Es sind deshalb Überlegungen anzustellen, ob ein systematischer Zusammenhang zwischen den beiden Parametern Grundwasserstand in Andeer und Abfluss in Fürstenau besteht.

Prinzipiell müssen sich die beiden System nicht zwingend gegenseitig beeinflussen (es muss kein direkter kausaler Zusammenhang vorliegen). Beide Systeme hängen jedenfalls gemeinsam vom gegenwärtigen (Tage bis Wochen) Wasserdargebot am nördlichen bündner Alpenhauptkamm ab (z. B. Trockenphasen, Schneeschmelze, Starkniederschlagsperioden). Die Abflüsse in Fürstenau sind nicht nur vom Hinterrhein, sondern auch von den Abflüssen der Julia, Landwasser und Albula beeinflusst. Eine perfekte Korrelation über eine lange Laufzeit ist somit nicht zu erwarten.



Insbesondere Phasen mit hohem Wasserdargebot sind üblicherweise keine lokalen Phänomene (Platzregen führen nicht zu hohen Grundwasserständen oder grossen Abflüssen), sondern betreffen eine grössere Region.

Ein direkter kausaler Zusammenhang darf angenommen werden. Der Hinterrhein kann den Grundwasserpegel direkt beeinflussen (Infiltration) oder der Grundwasserpegel beeinflusst den Abfluss im Hinterrhein (Exfiltration). Es können saisonal unterschiedliche Verhältnisse vorliegen.

Zwischen den Grundwassermessstellen in Andeer und der Messstelle Hinterrhein, Schiessplatz liegt der Sufnersee, welcher sich dämpfend auf den systematischen Zusammenhang der beiden Messgrössen Grundwasserpegel und Abfluss auswirkt. Zwischen Andeer und Fürstenau gibt es keinen solch ausgeprägten Dämpfungsfaktor, was die bessere Korrelation erklären dürfte.

Zusammengefasst: Der Grundwasserstand in Andeer und der Abfluss in Fürstenau ist systematisch verknüpft, die Korrelation ist nicht zufällig; vermutlich besteht sogar ein direkter kausaler Zusammenhang. Um Grundwasserhochstände zu konstruieren, sollten Phasen mit grossem Wasserdargebot betrachtet werden.

3.2.3 Konstruktion 10-jährlicher Grundwasserhochstand

Zwischen dem 15.06.2024 und dem 30.06.2024 (der Zeitraum um die Höchststände bzw. -abflüsse) wird eine Korrelation von 90 % zwischen dem Abfluss und dem Grundwasserstand in And4 festgestellt. Dieser hohe Wert erlaubt es, aus Abflussdaten Grundwasserstände mit guter Zuverlässigkeit zu rekonstruieren. Zu diesem Zweck haben wir die Beziehung zwischen Abfluss und Grundwasserstand mit einer linearen Funktion angenähert, was mit einem Bestimmtheitsmass von $R^2=0.81$ folgende Formel ergibt (vgl. Abbildung 7):

$$\text{Grundwasserstand in And4} = 0.0048 \times \text{Abfluss} + 978.23$$

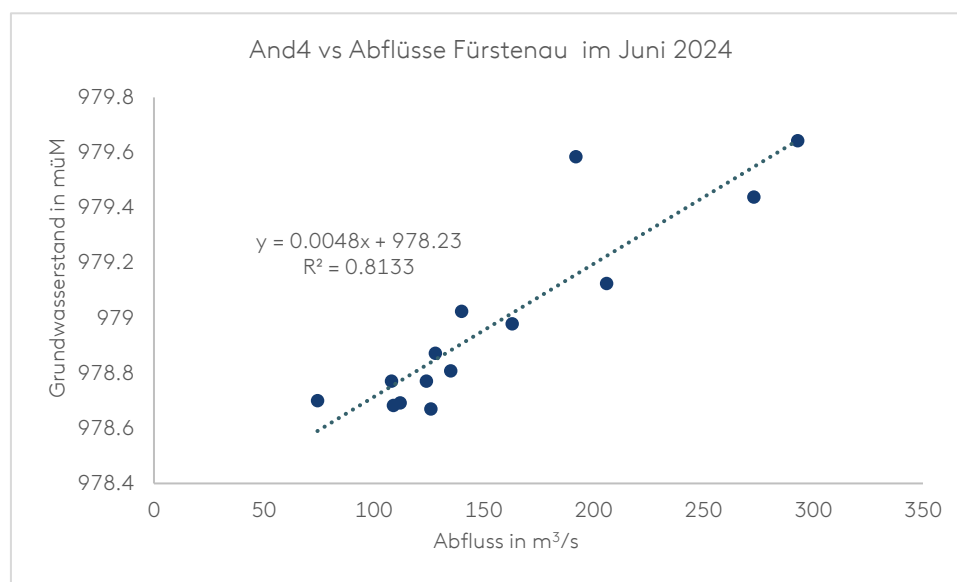


Abbildung 7: Lineare Beziehung zwischen Grundwasserständen und Abflüssen

Um den 10-jährlichen Grundwasserhochstand für And4 zu berechnen, wird der 10-jährliche Hochwasserabfluss (HQ10) für Fürstenau benötigt. Dieser wurde gemäss Angaben (Datenbasis 1974-1990) aus dem hydrologischen Atlas aus dem mittleren jährlichen Hochwasser (mHQ), dem 50-jährlichen Hochwasser (HQ50) und dem 100-jährlichen Hochwasser (HQ100) interpoliert (mit polynomischer Funktion 2. Grades) [1.2.4]. Zu beachten ist: HQ50 und HQ100 sind bereits extrapolierte Werte; die Zuverlässigkeit der folgenden Berechnung ist mässig.



Der 10-jährliche Hochwasserabfluss in Fürstenau beträgt demnach 508 m³/s. Der resultierende Grundwasserhochstand in And4 liegt bei 980.67 müM.

Für die weiteren Messstellen wird eine lineare Verschiebung gemäss den bisher festgestellten Maxima der bestehenden Messreihe angesetzt:

Tabelle 9: Konstruktion der 10-jährlichen Grundwasserhochstände

Messstelle	Maximum gemessen	Differenz zu And4	10-jährlicher Hochstand
And1	981.41 müM	+1.77 m	982.44 müM
And2	981.91 müM	+2.27 m	982.94 müM
And3	979.92 müM	+0.28 m	980.95 müM
And4	979.64 müM	-	980.67 müM

In Anhang 2 ist die Grundwasseroberfläche für den konstruierten 10-jährlichen Hochstand dargestellt.

4 Fazit

Die bisherige Überwachungsphase von gut 2 Jahren ist eher kurz. Es konnte eine gute Korrelation zu systematisch verknüpften Abflussdaten im Hinterrhein bei Fürstenau festgestellt werden und daraus ein 10-jährlicher Grundwasserhochstand berechnet werden. Die Zuverlässigkeit der angegebenen Grundwasserstände erachten wir als mässig. Grund für die mässige Zuverlässigkeit ist, dass auch für die Abflussdaten keine gesicherten Werte für ein 10-jährliches Hochwasserereignis vorliegen.

Wir empfehlen, die Grundwasserüberwachung so lange wie möglich weiter laufen zu lassen. Die Wahrscheinlichkeit, einen 10-jährlichen Grundwasserhochstand effektiv zu messen und so zuverlässige Werte zu erhalten, steigt mit jedem Jahr.

Baugeologie und Geo-Bau-Labor AG



D. Gaar, Dr. phil.-nat, Geologe
Sachbearbeiter



A. Temperli, MSc ETH Umwelt-Natw.
Koreferentin

Anhänge

- 1 Übersicht, Gewässerschutzkarte 1:10'000
- 2 Konstruktion der Grundwasseroberfläche bei 10-jährlichem Hochstand, 1:2'500

Verteiler

Auin AG

Pascal Arpagaus

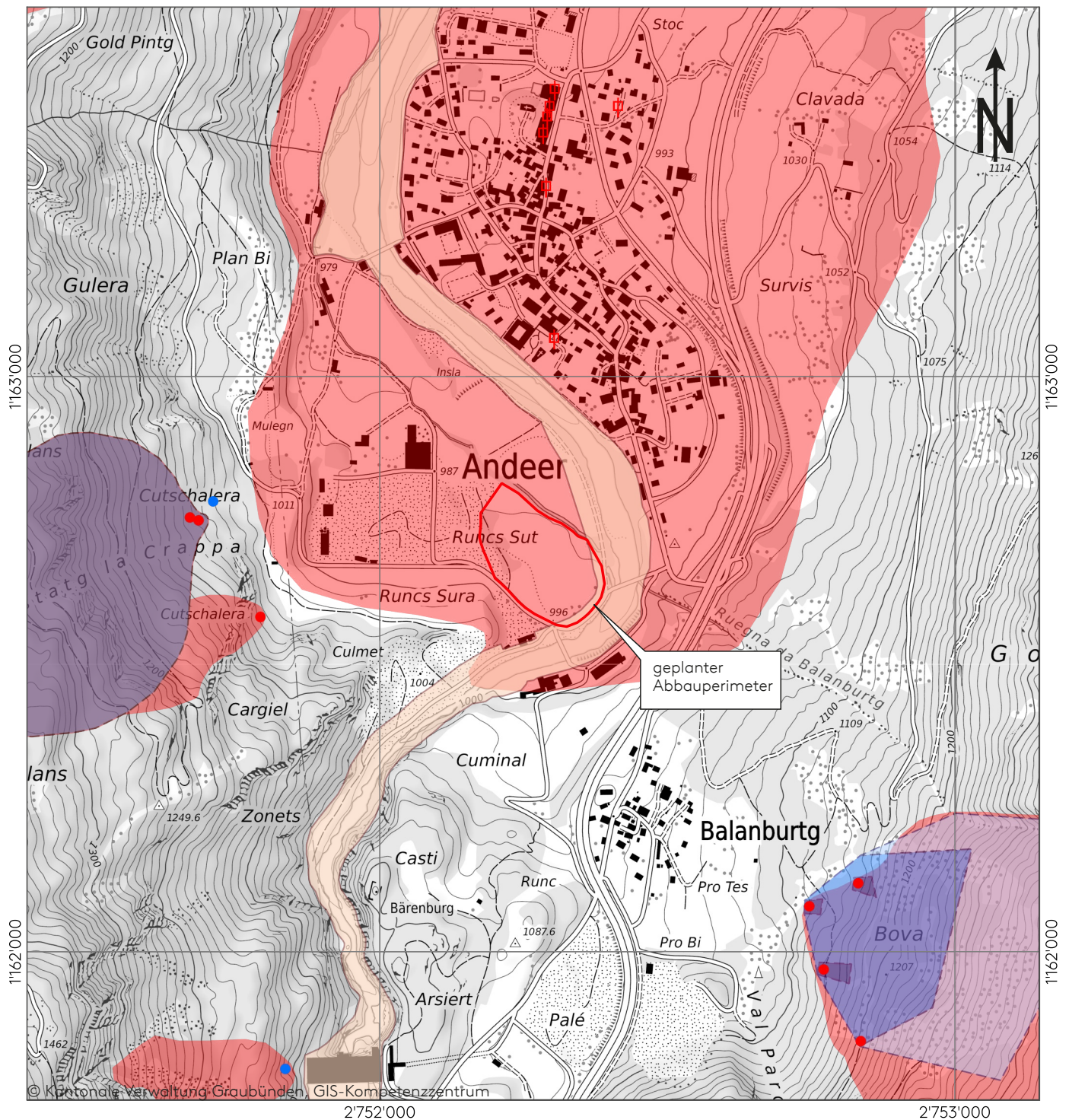
p.arpagaus@auin.ch

Zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem ISO 9001:2015, Reg Nr 12313 (SQS)

Akkreditierte Prüfstelle STS 0342, ISO/IEC 17025:2017

S:\GR\Andeer\BG 5557 Erweiterung Kieswerk Andeer\4 Hydrogeologischer Schlussbericht 2026\5 Berichte\BG5557-2.docx\25.02.2026\DG





Gewässerschutzbereiche

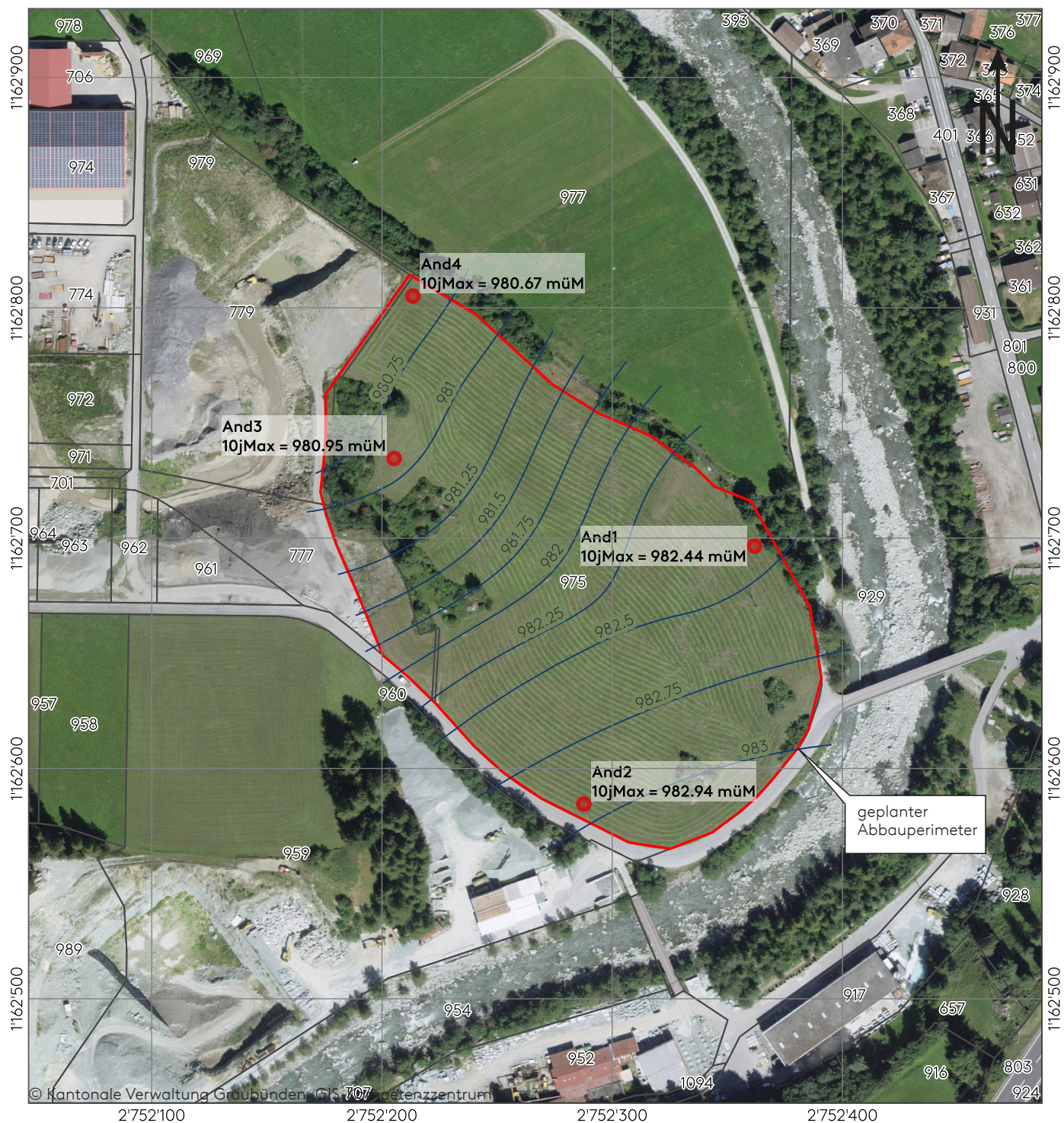
- Au
- Ao

Grundwasserschutzzonen

- Schutzzone S1
- Schutzzone S2
- Schutzzone S3
- Summarische Schutzzone
- Schutzzone Sh
- Schutzzone Sm
- Schutzareal

Quellen und Grundwasserfassungen

- Mineralquelle ungefasst
- Mineralquelle gefasst
- Ungefasste Quelle
- Gefasste Quelle
- See- oder Flusswasserfassung
- Vertikalbrunnen
- Horizontalbrunnen
- Vertikalbrunnen zur Warmegewinnung
- Anzahl Quellen in Quellgruppe
- Karst



● Grundwassermessstelle mit angenommenem 10-jährlichem Grundwasserhochstand

— 10-jährlicher Grundwasserhochstand (Koten in müM)