

Radon im Wasser - Überblick für den Kanton Graubünden

von Christian Böhm

Adresse:

Christian Böhm
Geologe/Hydrogeologe
Obere Gasse 40
7000 Chur

Zusammenfassung

Für den Kanton Graubünden wird ein Überblick über die Radonwerte in Wasserproben - Quellen, Grundwasser und Trinkwasser - vermittelt. Die Radonwerte der Wasserproben sind vergleichsweise niedrig und sind als gesundheitlich unbedenklich anzusehen (z.B. nur wenige Werte über 150 Bq/L). Die schweizweit höchsten Radonwerte stammen aus Graubünden (Disentis bis 715 Bq/L; Valchava bis 741 Bq/L). In den Kristallin-gebieten Graubündens wurden 3 Mal höhere Radonwerte in Wasser gemessen als in den Sedimentgebieten (im Mittel 35 Bq/L resp. 12 Bq/L).

Die Radonaktivität von Wasser korreliert nicht, oder nur in räumlich begrenzten Gebieten, mit dessen chemischer Zusammensetzung. Radonanalysen in Wasser können ergänzende, z.T. bisher nicht verfügbare Angaben liefern: Mischungsverhältnisse von chemisch ähnlichen Wässern, Qualität von Quellwasser (Schutzfunktion der Deck-schicht), Infiltration und Exfiltration von Grundwasser, Alter von Grundwasser. Grundwasser weist bei mittleren Durchläs-

sigkeiten ($1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s) die höchsten Radonwerte auf; bei höheren Durchläs-sigkeiten ist die Kontaktfläche Ge-stein/Porenraum gering, so dass niedrige Radonwerte resultieren. Dass bei niedrige-ren Durchläsigkeiten ebenfalls niedrige Radonwerte gemessen wurden, könnte auf Adsorption durch organische Substanz zu-rückzuführen sein (Hypothese). Die Ra-donwerte im Wasser geben im Überblick die Verhältnisse in Bodenluft und Woh-nungsluft wieder. Bei Radonaktivitäten von >50 Bq/L in Wasser muss mit problemati-schen Radongehalten in Wohnungsluft ge-rechnet werden (so genannte Radongefähr-dungsgebiete).

Schlagworte: Radon Hydrogeologie
Grundwasser Quelle Wasserversorgung
Graubünden

Summary

Approximately 1300 water samples from all over the Grisons were analysed for their ra-don activities. The radon levels found are

mainly low. No severe health risks from radon in water exist in the considered area either regarding ingestion or inhalation (few levels over 150 Bq/L). The highest radon activities for Switzerland were measured in the Grisons (Disentis: 715 Bq/L, Valchava: 741 Bq/L). In territories with crystalline basement rocks the radon activities in water are three times higher (35 Bq/L on the average) than for regions in sedimentary basins (12 Bq/L). In general no correlation seems to exist between radon and the chemical composition of water. Radon analyses can supply useful information for hydrological and hydrogeological purposes e.g. mixing proportions between chemically undistinguishable waters, ground water quality (missing or existing of a protective soil cover), infiltration and exfiltration of ground waters, and age determination of ground waters after seepage. Ground waters in medium permeable soils ($1 \cdot 10^{-4}$ to $1 \cdot 10^{-3}$ m/s) show the highest radon activities, while an adsorption of radon to organic materials could take place at lower permeabilities. At higher permeabilities and convective flow conditions the contact area between soil grains and water is too small to allow the buildup of high radon levels. Areas with radon activities of >50 Bq/L in water usually coincide with increased radon values in dwellings (radon-prone areas).

1. Einleitung: Radon

Radon ist ein Edelgas und ein radioaktives Element. Das Isotop Radon-222 (^{222}Rn) ist mit seiner kurzen Halbwertszeit von 3.82 Tagen das langlebigste Radonnuclid - auf dieses beziehen sich die folgenden Ausführungen. Auf die kurzlebigen Isotope - Thoron (^{220}Rn) und Actinon (^{219}Rn) - wird hier nicht eingegangen.

Radon-222 entstammt der Uran-238-Zerfallsreihe. Das natürliche Uran-238 zerfällt über Uran-234 zu Radium-226, dessen ra-

Allgemeines zu Radon

Formelzeichen Radon	Rn
häufigstes Radonnuclid	Radon-222 (= ^{222}Rn)
1 radioaktiver Zerfall/Sekunde	= 1 Bq (Becquerel)
Einheit für Radonaktivität	1 Bq/m ³ = 0.001 Bq/L
Freisetzung von Radon	(Radium-)Emanation
Veraltete, Nicht-SI-Einheiten:	
Eman	1 Eman = 3.7 Bq/L
Mache-Einheit ME	1 ME = 13.5 Bq/L
Picocurie pCi	1 pCi/L = 0.037 Bq/L

dioaktive Tochter Radon-222 durch einen so genannten Alphazerfall gebildet wird. Aus Radon-222 entstehen nach einem weiteren Alphazerfall Polonium-218, dann weitere Blei-, Bismut- und Poloniumnuclide, bis die radioaktiven Zerfälle beim stabilen Blei-206 enden. Im Verlauf dieser Zerfallsreihe werden die Atome immer leichter, da z.B. bei jedem Alphazerfall ein Heliumatom, das Alphateilchen, abgespalten wird.

In der ganzen Uran-238-Zerfallsreihe stellt Radon das einzige gasförmige Isotop dar. Die festen Nuclide können praktisch nur durch chemische Lösung im Untergrund mobilisiert werden. Dagegen ist Radon ein Edelgas und damit chemisch praktisch inert; diese Eigenschaften bewirken, dass die Mobilität von Radon weitaus höher ist als diejenige der anderen Uran-238-Folgeprodukte. Beim radioaktiven Zerfall von Radium zu Radon können Radonatome ins Porenwasser und in die Porenluft abgegeben und freigesetzt werden (Abb. 2).

Radon entsteht natürlicherweise im Untergrund. In der Bodenluft werden bei uns Radonaktivitäten von 10'000 - 100'000 Bq/m³ (Becquerel pro Kubikmeter Luft; 1 Becquerel = 1 radioaktiver Zerfall pro Sekunde) gemessen. Bodenluft, welche in Wohngebäude eindringt, kann zu problematischen Werten im Gebäudeinnern führen. Zu hohe Radonwerte in der Wohnungsluft erhöhen das Lungenkrebsrisiko (NATIONAL RESEARCH COUNCIL / BEIR VI 1999;

BAG 1999). Radonwerte in Wasser werden in Becquerel pro Liter (Bq/L) angegeben.

Radonkonzentrationen (Wertebereiche)	
Rn in Bodenluft	10'000 - 100'000 Bq/m ³
Rn in Wasser	1 - 100 Bq/L (= 1000 - 100'000 Bq/m ³)
Rn in Wohnungsluft	50 - 5000 Bq/m ³ (1000 Bq/m ³ : Grenzwert)

Im vorliegenden Artikel werden erstmals die Radonwerte für ganz Graubünden dargestellt. Ausserdem wird der Nutzen der Radonmessung in Wasser für hydrogeologische Untersuchungen sowie für Belange der Trinkwasserversorgung geprüft und an Beispielen erläutert.

Die Radonmessungen wurden zum grössten Teil mit eigenen Messgeräten ausgeführt. Die ersten Messungen wurden mittels Elektretionisationskammer über einer freien Wasseroberfläche ausgeführt (KOTRAPPA und JESTER 1993). Die meisten Messdaten wurden nach Entgasung mit einem Messgerät vom Typ Niton Rad7 gewonnen, welches mittels eines Festkörper-Alpha-Detektors eine Alpha-Spektrometrie ausführt. Der statistische Messfehler beträgt 3-5 % bei Radonwerten von 100 Bq/L, um 15 % bei Werten von 10 Bq/L und nimmt für ganz niedere Radongehalte weiter zu (Fehlerwerte im Anhang aufgeführt). Weitere mögliche Fehlerquellen bei der Radonmessung in Wasser sind: Engasung bei der Probenahme und bei der Messung. Bei der Probenahme kommt es darauf an, wie nahe das Wasser an der Quelle erhoben werden kann, da sofort eine Entgasung stattfindet. Wenn die Analyse nicht vor Ort durchgeführt wird, ist darauf zu achten, dass die Probe luftblasenfrei erhoben wird, damit auf dem Transport keine Entgasung stattfindet. Insgesamt ist für die häufigsten Radonwerte von einer Messgenauigkeit von 20 % und mehr (bei niedrigen Radonwerten) auszugehen. Die Radondaten sind also nicht bis auf

die letzte Stelle genau; wichtig ist, dass Höhe der Radonwerte bekannt ist und dass die Verhältnisse zwischen den Messstellen richtig wiedergeben werden.

2. Historisches zu Radon

Ende des 19., anfangs des 20. Jahrhunderts wurden kurz nacheinander verschiedene die Radioaktivität betreffende Entdeckungen gemacht (1896: Radioaktivität des Urans durch H. Becquerel; 1898: Radium durch M. Curie). M. und P. CURIE (1899) beobachteten im Umfeld ihrer Radiumpräparate eine unbekannt Verunreinigung ("radioactivité induite"). Die Entdeckung, dass diese "Verunreinigung" durch ein radioaktives Gas - damals Emanation, heute Radon genannt - verursacht wird, ist für die Thoriumemanation (²²⁰Rn) E. RUTHERFORD (Januar 1900) und für die Radiumemanation (²²²Rn) E. DORN (Juni 1900) zu verdanken. Rutherford (1903) war auch der Erste, der die Natur des Radons erfasste (Halbwertszeit, Zerfall in radioaktives Gas = Radon und Heliumteilchen).

Möglicherweise der Erste, der Radon in Wasser nachwies - allerdings ohne dessen Natur zu erfassen, war THOMSON (1902). Kurz darauf wurden in der Schweiz verschiedene Wässer, meist Mineralwässer auf Radon hin untersucht (GOCKEL 1904; VON SURY 1906/07; SCHWEITZER 1909). Schweitzer legte Wert darauf, dass die Analysen an der Quelle erfolgten, weshalb er nur während seiner Ferien Radonanalysen ausführen konnte. Seine Resultate stimmen, so weit Vergleichsmessungen vorliegen, recht genau mit den heutigen Daten überein. Die damaligen Messresultate wurden in Mache-Einheiten oder Eman angegeben (siehe Kästchen).

In Graubünden hatte SCHWEITZER (1909, 1910, 1916) bereits in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts das Wasser aller Mineral-

quellen auf ihren Radongehalt hin untersucht. Die Daten werden hier der Vollständigkeit halber in den Anhang integriert. PAYOT (1953) führte in der ganzen Schweiz Radioaktivitätsmessungen aus, darunter sind 40 Radonmessungen an Wasserproben aus Graubünden. Einige 100 Radonmessungen, viele davon aus Graubünden, wurden von SURBECK (1995) grafisch dargestellt.

Die höchste bisher für die Schweiz belegte Radonkonzentration in Wasser stammt von der Disentiser Sogn-Placi-Quelle (629-715 Bq/L; HÖGL 1980); bereits VON SURY (1906/07), CATHOMAS (1908) und SCHWEITZER (1909) hatten ihre Eigenart bezüglich Radon festgestellt. Während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde das Wasser als radioaktives Heilwasser angepriesen. CADISCH (1928) erwoh die "Zufuhr magmatischer Dämpfe" als Grund für die hohen Radonaktivitäten, eine heute nicht mehr haltbare Interpretation. 1984 wurde die Quelle durch einen Lawinenniedergang teilweise verschüttet und im Jahr 2002 auf Anregung des Bündner Kantonschemikers O. Deflorin wieder zugänglich gemacht.

Die Radonwerte der hier erstmals beschriebenen Privatquelle Chaunt in Valchava schwanken zwischen 595 und 741 Bq/m³; letzteres stellt den aktuellen Höchstwert für die Schweiz dar. Aus andern Ländern sind dagegen bedeutend höhere Werte bekannt - Norwegen bis 8500 Bq/L (BANKS et al. 1995); USA bis 10'000 Bq/L (PAULSEN 1991); Finnland bis 45'000 Bq/L (CASTREN in LOWRY und BRANDOW 1985); Oberschlema/Sachsen/D 182'000 Bq/L (Hindenburgquelle 1930, heute versiegt; EBERT und KESSLER 1991).

Eine erste statistische Auswertung von Radondaten aus der Schweiz - 60 Analysen von SCHWEITZER (1916), viele davon aus dem Kanton Graubünden - zeigte, dass die

Radonwerte der Kristallinquellen mit durchschnittlich 116 Bq/L deutlich über denjenigen der Triasquellen (34 Bq/L) und weiterer Quellen aus Sedimentgebieten liegen (10 - 20 Bq/L). Der Medianwert aller von PAYOT (1953) untersuchten Wasserproben ergab 7.4 Bq/L; Wässer aus den "herzynischen Massiven" (v.a. Aar- und Gotthardmassiv) enthielten 20 Bq/L Radon. Der Medianwert der von SURBECK (1995) dargestellten Bündner Wasserproben liegt unter 10 Bq/L. In der vorliegenden Publikation wurde ein Medianwert von 9.1 Bq/L für alle Wasserproben in Graubünden bestimmt (siehe Kap. 5).

3. Herkunft von Radon in Wasser

Hohe oder niedrige Radongehalte in Wasser sind - meist gleich wie für Bodenluft - abhängig vom Urangehalt des Wirtsgesteins, von der Durchlässigkeit des durchflossenen Fest- oder Lockergesteins, von Lösungsvorgängen der verschiedenen Uran-Thorium-Isotope (Abb. 1).

Beim Zerfall von Radium entsteht ein Radon- und ein so genanntes Alpha-Teilchen (Helium-Kern), welche sich durch einen Rückstosseffekt in entgegengesetzte Richtungen voneinander entfernen. Nur Zerfälle, die am Rand von Gesteinskörnern (oder in verbundenen Gesteinsporen) stattfinden, können zu einer Freisetzung (Emanation) von Radon führen (Abb. 2); die Radonatome können nur 0.02-0.07 µm in frischem Gesteinsmaterial zurücklegen (NAZAROFF et al. 1988b). Ein Teil des Radons wird in den umgebenden, wasser- oder luftgefüllten Porenraum abgegeben. Die Freisetzungsrates ist dann am grössten, wenn das Gestein/Gesteinskorn einen grossen Porenanteil aufweist, z.B. stark verwittert ist.

In diesem Fall ist nicht nur die Kornoberfläche vergrössert, sondern auch die "innere Oberfläche" durch Zersetzung erhöht.

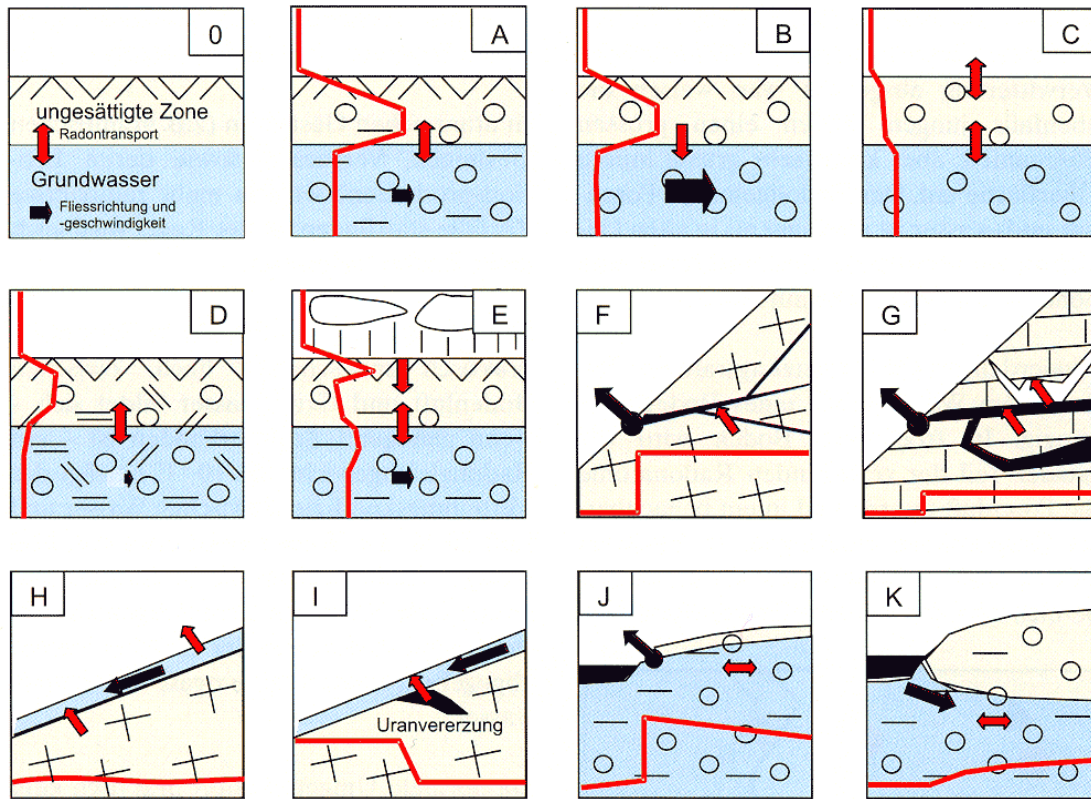


Abb. 1: Radon im Untergrund; Radonaktivitätsverhältnisse zwischen Luft, Bodenluft und Grundwasser.

0: Legende: rote Pfeile symbolisieren Radonaustauschprozesse, blaue Pfeile die Grundwasserfließrichtung inkl. -geschwindigkeit. Die rote Linie gibt die vertikale Radonverteilung (A-E; zunehmende Konzentration nach rechts) respektive die horizontale Radonverteilung wieder (F-K; zunehmende Radonkonzentration nach oben).

A: Deckschicht vorhanden, Gleichgewicht zwischen ungesättigter Zone und Grundwasser; B: sehr gute Durchlässigkeit, kein Gleichgewicht; C: fehlende Deckschicht, Gleichgewicht; D: schlechte Durchlässigkeit, Radonadsorption an organischem Material; E: Niederschlag, ungesättigte Zone wird durchsickert; F: Kluftwasser in Kristallingestein; G: Karstwasser in Sedimentgestein; H: Hangwasser in Kristallingebiet; I: Uran-/Radiumvererzung; J: Exfiltration von Grundwasser in Fliessgewässer; K: Infiltration aus Fliessgewässer in Grundwasser.

In den Alpen, wo die Felsoberfläche "jung" ist, seit der letzten Eiszeit nur rund 10'000 Jahre der Verwitterung ausgesetzt war, weisen die ebenfalls jungen Böden einen grossen Porenanteil, aber keine sehr grosse innere Oberfläche auf. Der Radongehalt in Porenluft und -wasser ist niedriger als in alten Gebirgen, wo verwitterte Gesteinskörner eine hohe innere Oberfläche aufweisen.

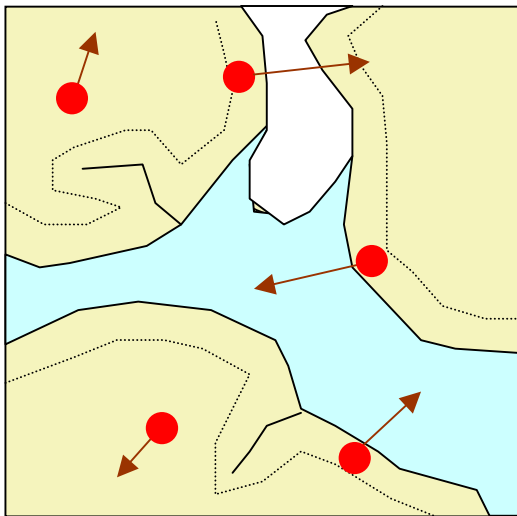


Abb. 2: Radonzerfall im Gesteinskorn (beige; mit Emanationssaum) und Freisetzung in den wasser- (blau) oder luftgefüllten Porenraum (weiss).

Ausserdem ist die Freisetzungsrates des Radons vom Wassergehalt eines Bodens abhängig. In trockenem Boden wird ein grosser Teil der zerfallenden Radonotope die Porenluft queren und in ein benachbartes Gesteinskorn eindringen. In feuchtem Boden und im gesättigten Grundwasserbereich wird das aus dem Gesteinskorn herausgeschleuderte Radonatom gebremst und nur ausnahmsweise ins nächste Gesteinskorn eindringen. Ein durch radioaktiven Zerfall ins Wasser geschleudertes Radonatom kann sich nur 0.1 µm weit bewegen, in Luft sind es immerhin 63 µm (NAZAROFF et al. 1988b). Vorerst wird also vom produzierten Radon mehr im Porenwasser als in der Po-

renluft vorhanden sein (Nachher findet durch Entgasen ein Ausgleich statt).

In uranreichen Gesteinen (z.B. granitischen Gesteinen, Verrucano sowie deren Erosionsprodukten) werden mehr radioaktive Zerfälle stattfinden; in der Regel wird auch mehr Radon freigesetzt.

Die Löslichkeit von Radon in Wasser ist praktisch unbeschränkt hoch. Zwischen Bodenluft und Grundwasser bildet sich - wenn genügend Zeit vorhanden ist - ein Radongleichgewicht: bei 10 °C beträgt der Verteilungskoeffizient zwischen Wasser und Luft 30 %, d.h. Wasser weist etwa drei Mal weniger Radon auf als die in Kontakt stehende Luft. Wenn ein Ungleichgewicht besteht, wird Radon von der Luft ins Wasser abgegeben, andernfalls entgast das Grundwasser.

Da normale Umgebungsluft praktisch kein Radon enthält, entgast das Radon im Grundwasser, sobald es mit der Atmosphäre in Kontakt kommt (z.B. beim Quellaustritt).

Bei der Infiltration von Niederschlagswasser (Abb. 1E) findet in der ungesättigten Zone eine starke Anreicherung mit Radon statt. Ein massgebender Anteil des Radoneintrags ins Grundwasser kann durch Infiltration erfolgen (EISENLOHR und SURBECK 1995).

wenig Radon im Wasser	viel Radon im Wasser
Ton-, Mergelschiefer	granit. Gesteine, Verrucano
Lehm	Schotter
junges Grundwasser	altes Grundwasser
gute/schlechte Durchl.	mittlere Durchlässigkeit
Infiltration aus Fluss	Exfiltration von Grundwasser
fehlende Deckschicht	Deckschicht mächtig

4. Welche Bedeutung haben Radonmessungen in Wasser?

Anfangs des 20. Jahrhunderts wurden von verschiedenen Autoren Radonmessungen ausgeführt (siehe Kap. 2). Später wurden in der Schweiz eher selten Radonmessungen an Wasser ausgeführt und veröffentlicht (PAYOT 1953; SURBECK 1995; WALKER 1998). Dies vor allem weil eine Gesundheitsgefährdung durch Radon im Wasser als gering anzusehen ist. Richt- oder Grenzwerte für Radon in Wasser existieren bis heute nicht. In den USA steht seit 1999 die Einführung eines Richtwertes von 150 Bq/L zur Diskussion (www.epa.gov). In Tschechien besteht ab 50 Bq/L ein Untersuchungsbedarf, der Grenzwert für Radon in Wasser liegt bei 300 Bq/L. In der Schweiz liegt bisher kein Richt- oder Grenzwert für Radon in Wasser vor. In der vorliegenden Arbeit werden die 150 Bq/L als Vergleichswert beigezogen, obwohl dieser Wert von Schweizer Fachleuten als eher zu tief angesehen wird.

Radon in Wasser

- Gesundheitliche Aspekte (Lungen-, Magenkrebs)
- Entgasung in Wohnungsluft
- Zusammenhang mit Radon in Gebäudeluft
- Wasserversorgung: Bestimmung von Mischungsverhältnissen verschiedener Wasserstränge
- Unterscheidung von Wässern, die sich chemisch nicht unterscheiden
- Beurteilung der Wasserqualität: wenig Radon im Wasser deutet auf schlechten Schutz, Abwesenheit einer Deckschicht hin
- Altersbestimmung bei Grundwasserinfiltration
- Kartierung von organischen Verunreinigungen

Radonmessungen in Wasser können, wie im Folgenden zu zeigen sein wird, in verschiedenen Bereichen nützliche Informationen liefern:

- Bei hohen Radongehalten im Trinkwasser können gesundheitliche Auswirkungen

gen nicht ausgeschlossen werden. Wenn die Daten aus den USA auf Schweizer Verhältnisse umgerechnet werden, so sind pro Jahr ca. 5 Lungen- und Magenkrebsfälle verursacht durch Radon in Wasser zu erwarten, wobei die meisten Erkrankungen Lungenkrebsfälle durch Radonentgasung darstellen und durchschnittlich alle 2 Jahre ein Magenkrebsfall auftreten würde [www.epa.gov]. Das Gefährdungspotenzial für Graubünden ist insgesamt als gering einzustufen; nur rund ein Dutzend Messstellen wies Radongehalte von >150 Bq/L auf (Abb. 3).

Häufigkeitsverteilung Radon in Wasser

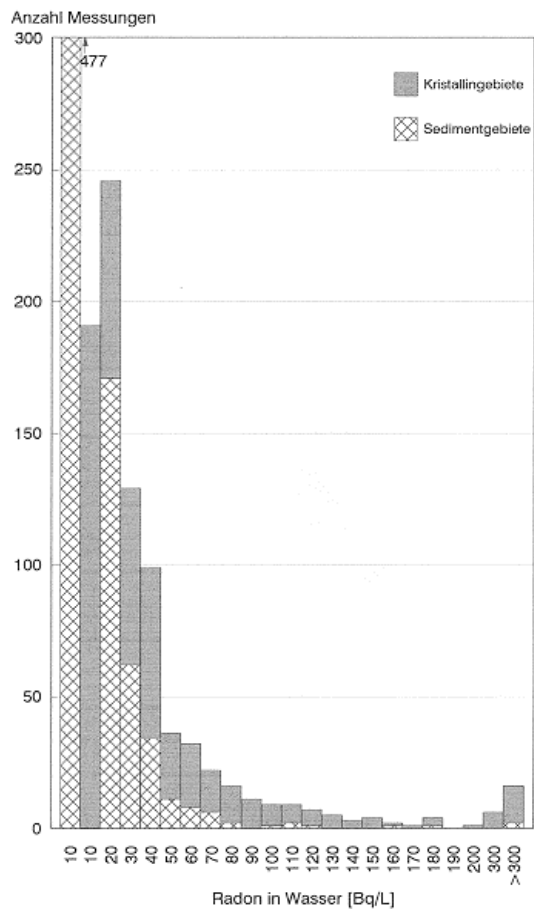


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung von Radonwerten in Wasserproben (Daten aus Graubünden)

- Durch Entgasung von Trinkwasser im Wohnbereich (Kochen, Duschen) kann Radon freigesetzt werden. Die so genannte 1:10'000-Regel [Nazaroff et al. 1988a] besagt, dass sich, für Trinkwasser mit z.B. 100 Bq/L Radon, die Radonaktivität der Wohnungsluft durch Entgasung um 10 Bq/m^3 erhöht.
- Aussagen betreffend Radon in Wohnungsluft: die Radonmessung in Wasser kann indirekt über die regionale Verteilung von Radon in Wohnungsluft Auskunft geben (siehe unten).
- In Bauwerken der Wasserversorgung (Reservoir) können durch Entgasung hohe Radonkonzentrationen auftreten, was bei längerer Aufenthaltszeit einen massgebenden Beitrag an das Lungenkrebsrisiko darstellen kann (SURBECK 1997).
- Bei sehr hohem Grundwasserspiegel (stehendes Wasser im Keller eines Hauses) kann eine Entgasung direkt in den Wohnbereich stattfinden. In der Regel ist dann der Wasserdurchfluss eher gering, der Radontransport in Bodenluft unterbleibt, die Belastung in der Wohnungsluft ist eher gering.
- Anders kann es für Gebäude aussehen, die über eine fliessende Quelle im Keller verfügen.
- In Fliessgewässern kann exfiltrierendes Grundwasser anhand von Radonmessungen erkannt werden. Erhöhte Radongehalte im Fluss, welcher normalerweise praktisch radonfrei ist, können auf den unsichtbaren Zustrom von radonhaltigem Grundwasser hinweisen (LEE und HOLLYDAY 1987). Diese Tatsache ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn die sich mischenden Oberflächen- und Grundwässer aufgrund des Chemismus kaum zu unterscheiden sind.
- Bei der Infiltration von radonarmem Flusswasser in den Untergrund findet eine Anreicherung mit Radon statt. Die zunehmende Radonaktivität im Grundwasser hängt mit der Fließdauer des Wassers zusammen und erlaubt unter bestimmten Bedingungen eine Altersbestimmung vorzunehmen (HOEHN und VON GUNTEN 1989; KAFRI 2001).
- In organikareichen Wässern - im Bereich von Deponien, Altlasten, Unfallstandorten - kann es zu einer massiven Abreicherung von Radon kommen, da Radon von organischer Substanz adsorbiert wird. Die Abwesenheit von Radon kann also zum Nachweis organischer Verunreinigungen dienen (WANTY und SCHOEN 1991; HOEHN et al. 1994; CANTALOUB et al. 1996).
- Radonadsorption an Aktivkohle wird als Mittel zur Radonsanierung von Trinkwasser angewandt (LOWRY und BRANDOW 1985).
- Radon in Bodenluft und Wasser wird im Zusammenhang mit der Erdbebenvorhersage untersucht (NISHIZAWA et al. 1998). Für die Schweiz sind solche Messungen allerdings kaum von Bedeutung.

5. Überblick über Radonwerte in Wasser in Graubünden

Im Anhang werden mehr als 1300 Radonanalysen in Wasser aufgelistet. Daten, welche anfangs des 20. Jahrhunderts veröffentlicht worden sind (SCHWEITZER 1909 und 1916), wurden der Vollständigkeit halber ebenfalls integriert. Heute liegen für alle Bündner Gemeinden Daten vor, wobei der Erfassungsgrad sehr unterschiedlich ist. Zum Teil existieren nur Einzelmessungen, zum Teil vermitteln die Messresultate einen guten Überblick über das ganze Gemeindegebiet und über die verschiedenen Wassertypen. Wasserproben wurden bei gefassten und ungefassten Quellen, zum Teil aus Wasserversorgungen (Reservoir, Dorfbrunnen) sowie von gepumptem Grundwasser erhoben. Meist handelt es sich um Einzelmessungen, vereinzelt liegen Mehrfachbestimmungen vor. Die Beprobung wird fortgesetzt.

Von der Wasserversorgung her unbedeutende Quellen, welche in der Nähe von Siedlungen entspringen, sowie Grundwasserproben lassen es am ehesten zu, die Beziehung zwischen Radonkonzentrationen im Untergrund und in Gebäuden zu studieren. Für diesen Zweck sind sie Radonanalysen aus Wasserversorgungen vorzuziehen. Letztere liefern dafür Angaben darüber, welcher Belastung die Bevölkerung vom Trinkwasser her ausgesetzt ist.

Die mittlere Radonkonzentration aller Wasserproben liegt bei 20.7 Bq/L (27.4 Bq/L unter Berücksichtigung der Mehrfachbestimmungen). Zum Vergleich: im Kanton Freiburg wurden im Durchschnitt 11.0 Bq/L gemessen (WALKER 1998). Es fällt auf, dass in Wässern aus Kristallingebieten rund 3 Mal höhere Radonwerte resultieren als in Sedimentgebieten (untenstehende Tabelle), wobei die Einteilung Kristallin/Sediment aufgrund der im Gebiet hauptsächlich vorhandenen Festgesteine vorgenommen wurde (Dass die Lockergesteine in Sedimentge-

bieten mehr oder weniger Kristallinschutt enthalten, wurde nicht berücksichtigt).

Von den untersuchten Wassertypen her fällt auf, dass Fließgewässer - wie erwartet - sehr niedrige Radonaktivitäten aufweisen. In aller Regel sind Radonwerte <1 Bq/L zu erwarten; der Durchschnittswert von 2.2 Bq/L ist durch die Untersuchung eines Quellbaches sowie an einer Exfiltrationsstelle höher als üblich.

Die Radonwerte von Proben aus der Trinkwasserversorgung sind mit wenigen Ausnahmen ebenfalls niedrig; von der Quelle zu den Konsument/innen findet in Druckbrecherschächten und Reservoirs eine Entgasung statt. Quellen weisen demgegenüber höhere Radonwerte auf, während die untersuchten Grundwasserproben durchschnittlich doppelt so viel Radon wie Quellwasserproben enthalten. Letzteres ist darauf zurückzuführen, dass die Grundwasserproben mit dem umgebenden Lockergestein und der Bodenluft teilweise im Gleichgewicht stehen, während etliche oberflächennahe Quellwässer mit der Atmosphäre in Verbindung stehen, was zu einer Entgasung von Radon führt.

Das Wasser von Trinkwasserversorgungen weist durchschnittlich 11.6 Bq/L Radon auf. Dieser Wert ist niedriger als für die Quellen, weil zwischen Quelle und Verbraucher eine Entgasung stattfindet. Für die untersuchten Bündner Trinkwässer gilt, dass bis auf eine Ausnahme (Rueun) in keiner Wasserversorgung Werte über 150 Bq/L beobachtet wurden - 150 Bq/L entsprechen einem in den USA zur Debatte stehenden Richtwert (siehe Kap. 4). Die öffentlichen Wasserversorgungen liefern also ein vom Radon her einwandfreies Wasser; in Rueun lohnt es sich die Verhältnisse genauer zu untersuchen und unter Umständen radonsenkende Massnahmen zu treffen. Doch auch für Rueun gilt, dass der Wasserbeitrag an die Innenluftbelastung mit Radon - gemäss der im Kapitel 4 beschriebenen 1:10'000-Regel - unter 20 Bq/m³ bleibt. Bei durchschnittlichen Radonwerten von 119

Wasserproben Graubünden	Radon Mittelw. [Bq/L]	Radon Median [Bq/L]	Anzahl Proben
Quellen Sediment	11.2	6.5	(465)
Quellen Kristallin	36.2	18.0	(250)
Alle Quellen	19.9	8.3	(715)
Grundwasser Sediment	20.3	17.1	(107)
Grundwasser Kristallin	57.8	40.5	(68)
alle Grundwasserproben	34.9	22.6	(175)
Fließgewässer	2.2	0.5	(6)
Wasserversorgung Sediment	6.6	4.2	(104)
Wasserversorgung Kristallin	17.0	8.0	(95)
alle Proben Wasserversorgung	11.6	5.4	(199)
Sedimentgebiet insgesamt	11.9	6.9	(677)
Kristallingebiet insgesamt	35.0	17.9	(418)
alle Wasserproben	20.7	9.1	(1095)

Tab. 1: Durchschnittswerte von Radon in Wasser (arithmetisches Mittel und Medianwert). Mehrfachbestimmungen: Durchschnittswert pro Messstelle berücksichtigt!

Bq/m³ im Wohnbereich (über ganz Graubünden; BAG 2002) macht ein wasserbedingter Radonbeitrag von maximal 20 Bq/m³ einen wesentlichen Anteil aus, ist aber nicht für Richt- oder Grenzwertüberschreitungen (400 resp. 1000 Bq/m³) entscheidend.

Einen Überblick über die regionale Verteilung der Messwerte vermittelt die Karte (Abb. 4). Zuerst fällt auf, dass in den einzelnen Gemeinden und Regionen keine einheitlich hohen oder niedrigen Radonwerte gemessen wurden. Das hat mit Inhomogenitäten des Untergrundes zu tun: Zusammensetzung, Durchlässigkeit, Bodenüberdeckung können lokal stark schwanken, so dass Messstellen mit hohen, neben Messstellen mit niedrigen Radonaktivitäten liegen.

Dennoch sind regionale Unterschiede erkennbar. Eine Häufung erhöhter Radonkonzentrationen ist in den Kristallingebieten

Graubündens festzustellen, was sich im Vergleich der Radonkarte mit der tektonischen Kartenskizze (Abb. 5A) zeigt. Gebiete mit höheren Radonwerten im Wasser sind die Surselva (Aar- und Gotthardmassiv, Ilanzer Verrucano), Misox/Calanca (Kristallin der Simano-/Aduladecken), Rheinwald (Aduladecke), Avers (Surettadecke mit Rofnaporphyrigneis = "Anderer Granit"), Davos (Kristallin der Silvrettadecke), Bergell (Bergeller Granit, u.a.), Oberengadin (Err-Bernina-Decke), Unterengadin (Silvrettakristallin).

Niedrige Radonwerte werden in der Regel in den Bündnerschiefergebieten Nord- und Mittelbündens und im Unterengadin sowie in Gebieten mit ophiolithischen Gesteinen (Platta-Decke in Mittelbünden, Aroser Schuppenzone) gemessen. Hier gehen niedrige Uran- und Radiumgehalte im Gestein mit geringer Porosität des Gesteins und dessen Verwitterungsschutt einher, weshalb

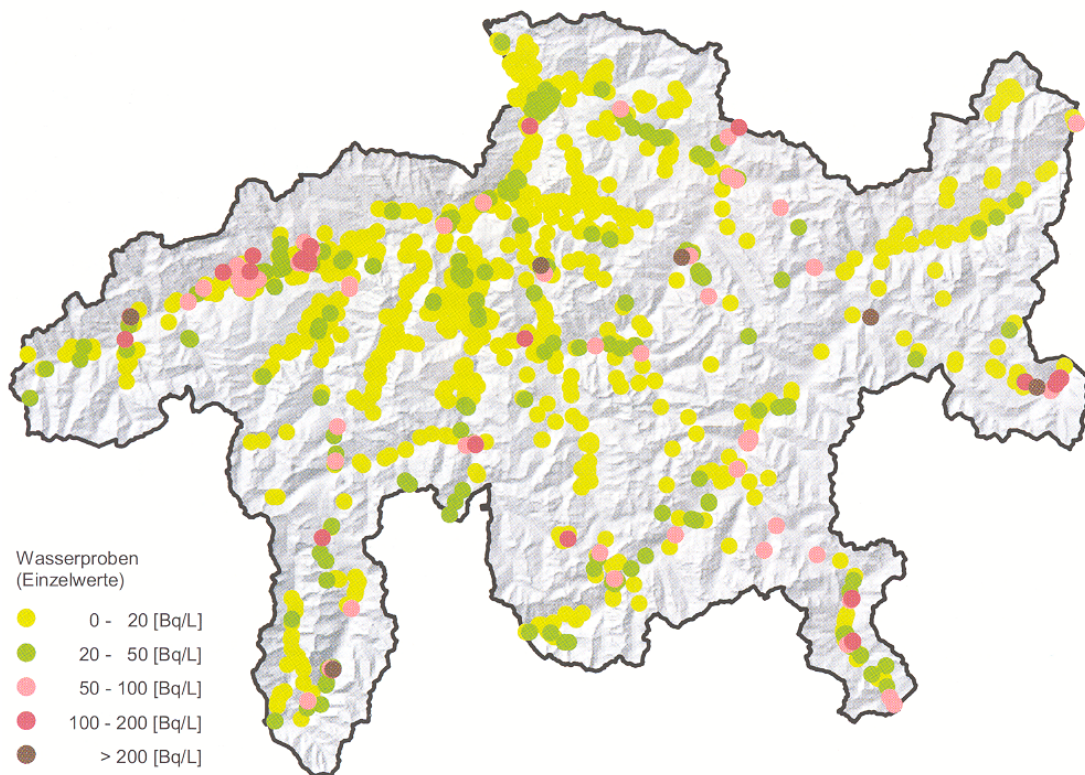


Abb. 4: Radon in Wasserproben aus Graubünden (Einzelwerte). (Karte P. Hauenstein)

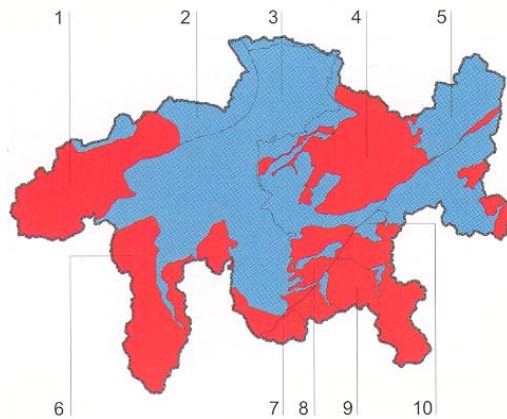


Abb. 5A: Tektonische Kartenskizze von Graubünden (stark vereinfacht; Kristallingebiete Rot; Sedimentgebiete Blau).

1 Aar-Gotthardmassiv; 2 Helvetikum; 3 Penninikum; 4 Silvretta; 5 Engadiner Fenster; 6 Adula; 7 Bergell; 8 Err; 9 Bernina; 10 Ostalpin

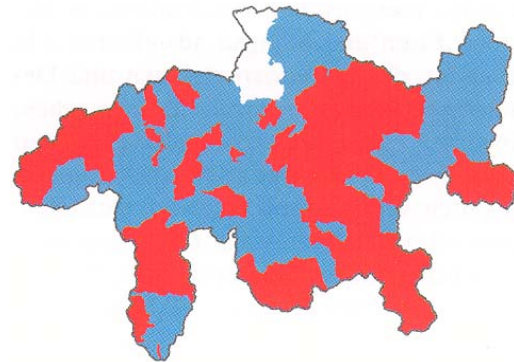


Abb. 5C: Radon in Wohnungsluft; Gemeindegarte von Graubünden: Rot: Radongebiet; Blau: kein Radongebiet; Weiss: noch nicht eingeteilt (nach BAG 2002).

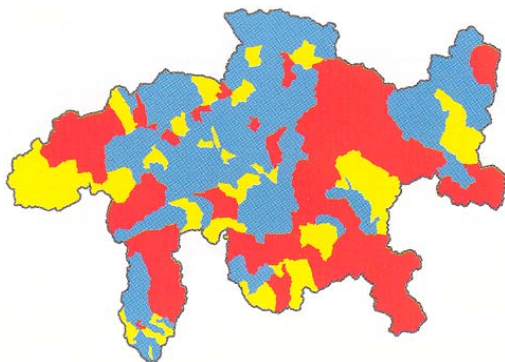


Abb. 5B: Radon in Wasser; Gemeindegarte von Graubünden: Rot: >50 Bq/L; Gelb: 30-50 Bq/L; Blau: <30 Bq/L (basierend auf Höchstwert pro Gemeinde).

sowohl in der Bodenluft als auch im Grundwasser niedrige Radonaktivitäten resultieren.

In der Karte in Abb. 5B sind die Maximalwerte der Radonkonzentration in Wasser pro Gemeinde aufgetragen. Je ein Wert für Vaz/Obervaz (Solis) und Untervaz (Fehlbestimmung?) wurden nicht berücksichtigt. Die Gemeinden mit Radonaktivitäten >50 Bq/L befinden sich häufig in den Kristallingebieten (vgl. Abb. 5A). Sowohl in den Kristall- als auch den Sedimentgebieten sind jedoch Ausnahmen anzutreffen.

Die Gemeinden, in welchen gemäss Abb. 5B erhöhte Radonkonzentrationen in Wasser (>50 Bq/L) gemessen wurden, entsprechen recht genau jenen, welche als Radongefährdungsgebiet betreffend Wohnungsluft gelten (BAG 2002; Abb. 5C). Für Radonwerte zwischen 30 und 50 Bq/L sind die Verhältnisse noch unsicher. Für einzelne Gemeinden ist der Erfassungsgrad genügend (z.B. Cazis, Chur, Innerferrera, Luzein, Medel/Lucmagn, Scuol); es ist nicht anzunehmen, dass Werte über 50 Bq/L resultieren werden. Für andere Gemeinden ist aber anzunehmen, dass weitere Messungen zu Werten über 50 Bq/L führen könnten (z.B. Sarn, Sils i.D., San Vittore, Tujetsch). Gemeinden mit Radonwerten <30 Bq/L sind bei genügender Erfassung als radonsicher auch für Radon in der Wohnungsluft aufzufassen. Hiermit wird die Bemerkung von SURBECK (1995) gestützt, dass Radonwerte >50 Bq/L in Wasser als "Hinweis auf Radongebiete" zu werten sind.

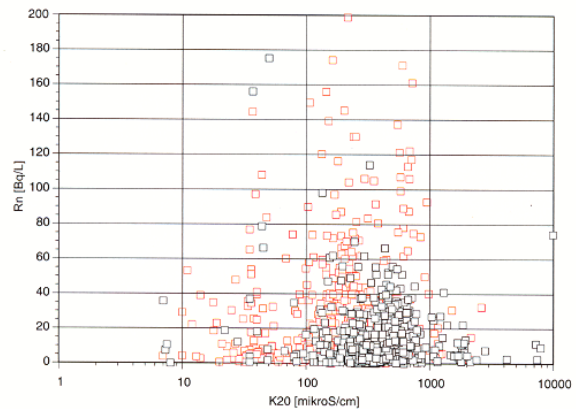
6. Wasserchemismus und Radon

Aus der Literatur ist bekannt (z.B. SZABO und ZAPCZA 1987; WANTY et al. 1993), dass zwischen Radiumgehalten und verschiedenen chemischen Parametern im

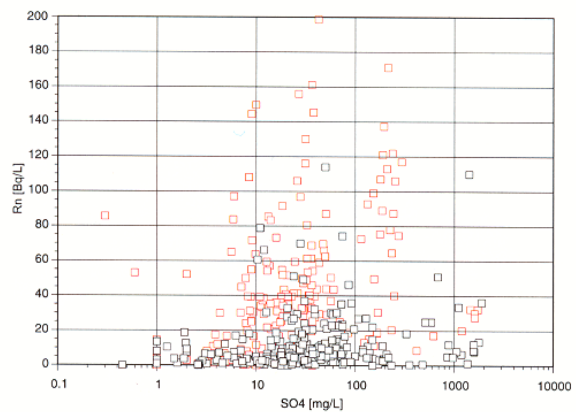
Wasser (u.a. Eisen, Mangan) ein Zusammenhang besteht. Eisen und Mangan adsorbieren z.B. Radium, durch Redoxreaktionen und Desorption können die Stoffe in Lösung gehen. In diesen Fällen ist eine Korrelation mit den Radonwerten zu erwarten. Andererseits konnten verschiedene Autoren feststellen, dass zwischen Radon und Chemieparametern keine Korrelation existiert (z.B. LAWRENCE et al. 1993; PAULUS et al. 1998 [höchstens ein geringer Zusammenhang mit der Wasserhärte]). Radon liegt meistens in höherer Konzentration im Wasser gelöst vor als Radium; in aller Regel besteht kein radioaktives Gleichgewicht zwischen Mutter- und Tochterisotop.

Für etliche Wasserproben wurden neben den Radonmessungen chemische Analysen im eigenen Labor ausgeführt. Die meisten der untersuchten Ionen und dissoziierten Stoffe (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , SiO_2 , Bor) zeigen keinerlei Korrelation mit dem Radongehalt; als typisches Beispiel kann das Diagramm Sulfat/Radon in Abb. 6B angesehen werden. Für kleinere Untersuchungsgebiete kann mit den Parametern Radon und Calcium (GENEREUX et al. 1993) oder Sulfat (HOEHN et al. 2001) eine Unterscheidung verschiedener Gewässertypen vorgenommen werden. Für die Bündner Daten ist zwischen Radon und Fluorid (Abb. 6C) eine schwache Korrelation zu erkennen - eine Beobachtung, welche vor Jahren bereits von H. Surbeck (mündl. Mitt.) gemacht worden war.

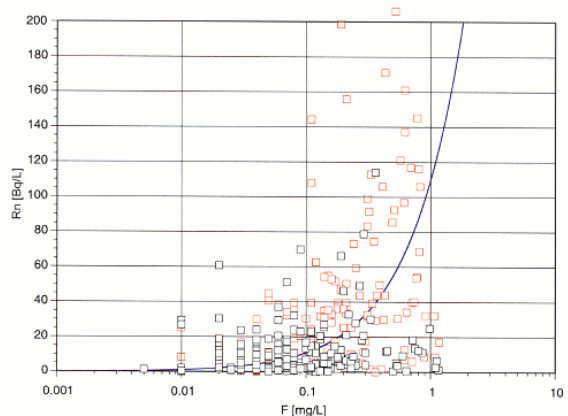
Interessant ist es, einen Vergleich der Radonwerte mit der elektrischen Leitfähigkeit (K_{20}) vorzunehmen (Abb. 6A). Die elektrische Leitfähigkeit in Mikrosiemens pro Zentimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$) stellt ein Mass für den Ionengehalt eines Wassers dar und entspricht in der Grössenordnung der Gesamtmineralisation in Milligramm pro Liter (mg/L). Die folgenden Bemerkungen lassen sich grösstenteils auf die andern Chemieparameter übertragen:



6A: spezifische elektrische Leitfähigkeit K_{20}



6B: Sulfat



6C: Fluorid

Abb. 6: Vergleiche von Chemie und Radon; Wasserproben aus Graubünden Rot: Proben aus Kristallgebieten Schwarz: Proben aus Sedimentgebieten

- Ganz schwach mineralisierte Wässer (um 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$) weisen oft niedrige Radongehalte auf (<50 Bq/L). Die Wässer entstammen zum grossen Teil Kristallingebieten. Sie haben eine kurze Fliessstrecke zwischen Versickerungs- und Fassungsstelle hinter sich. Es handelt sich um "junge" Wässer. Die Sickerstrecke im Untergrund ist kurz, die Bodenbedeckung ist meistens geringmächtig und gut luftdurchlässig, so dass geringe Radonemanation mit Entgasung in die Atmosphäre einhergeht.
- In Kristallingebieten konkurrenzieren sich zwei Effekte: die oben erwähnten schwach mineralisierten, jungen, radonarmen Wässer aus Gebieten mit geringer Bodenbedeckung stehen radonreichen Wässern gegenüber. Hohe Radonaktivitäten sind hier auf den erhöhten Radiumgehalt des durchflossenen Wirtsgesteins zurückzuführen. Die Bodenbedeckung muss eine gewisse Mächtigkeit aufweisen und den Luftaustausch mit der Atmosphäre behindern, oder das Wasser muss direkt aus einem wassergesättigten Kluftsystem austreten.
- Wasserproben aus Sedimentgebieten weisen bei unterschiedlich starker Mineralisation eher niedrige Radonaktivitäten auf.

Im Diagramm Sulfat/Radon (Abb. 6B) fällt auf, wie viele Kristallinwässer bei hohen Radongehalten auch erhöhte bis hohe Sulfatgehalte aufweisen. Diese Wässer sind als Mischwässer aufzufassen, welche Charakteristiken beider Gebiete aufweisen: es handelt sich um Sulfatwässer, die in mehrheitlich kristallinen Gebieten entspringen (z.B. San Bernardino/Mesocco, St. Moritz, Müstair). Diese Beobachtung erklärt auch die statistischen Daten von CADISCH (1927), welcher feststellte, dass neben den Kristallinquellen auch die Triasquellen (meist Sulfatquellen) erhöhte Radongehalte aufweisen.

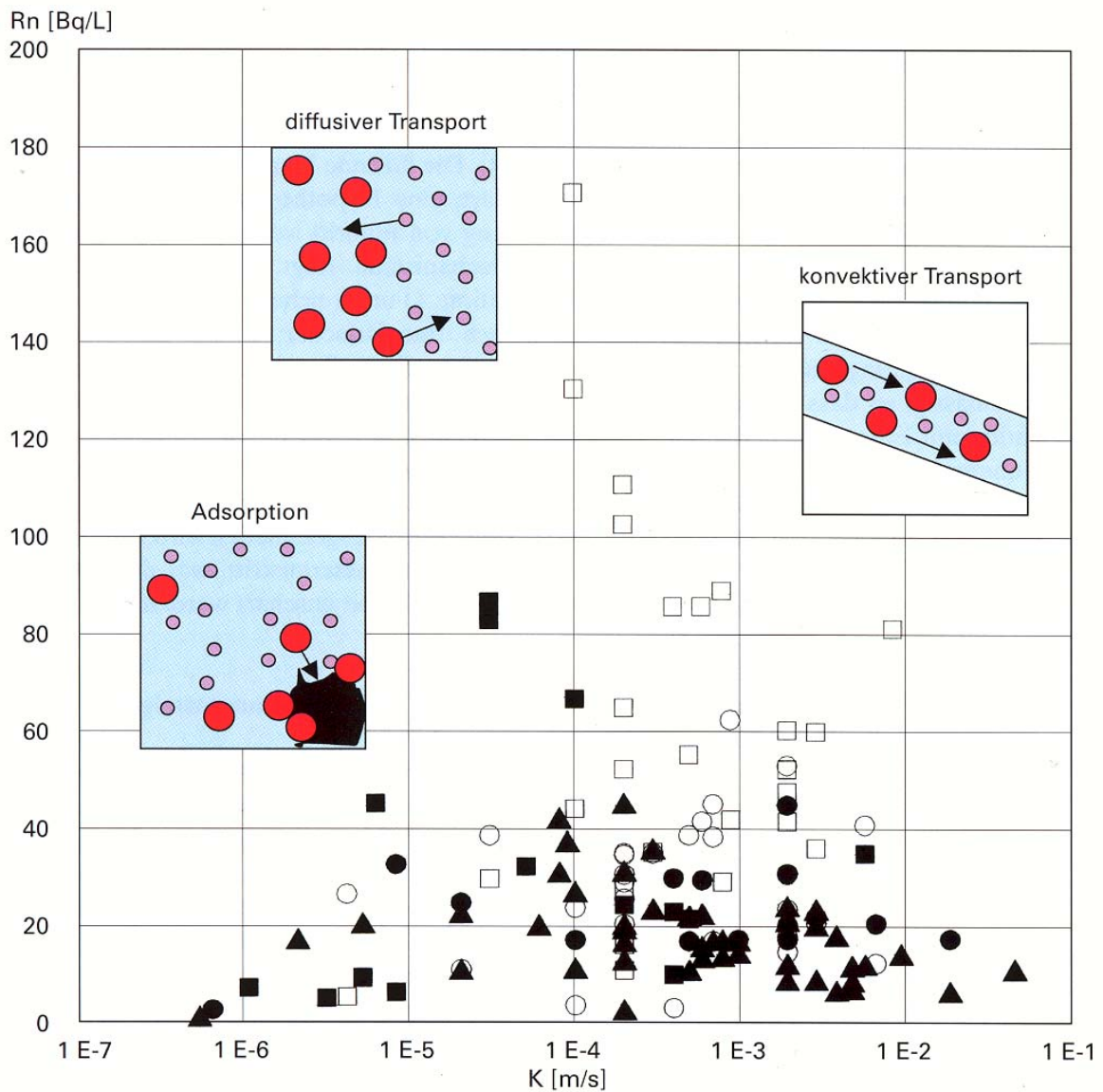
Die Fluoridgehalte der untersuchten Wasserproben korrelieren beschränkt mit dem Radongehalt ($\text{CRn} [\text{Bq/L}] = 100 * \text{CF}_- [\text{mg/L}]$). Die Gründe hierfür sind noch nicht geklärt; eine Hypothese lautet, dass die Lösung von Fluorid weitgehend den gleichen Mechanismen folgt, wie die Radonemanation: 1) uranreichere Gesteine sind meist auch fluoridreicher; 2) für das Lösungsverhalten von Fluorid ist - wie für Radon - eine grosse Kornoberfläche wichtig. Unterschiedlich ist dagegen das Verhalten in Bezug auf Ausfällung respektive Entgasung: während in Lösung befindliches Fluorid kaum mehr ausgeschieden wird, entgast Radon beim Wasseraustritt, was die Relation Fluorid/Radon unscharf werden lässt.

7. Radon und Wasserdurchlässigkeit

Gemäss NAZAROFF et al. (1988b) herrscht in kiesig-sandigen Grundwasserleitern konvektiver Transport von gelösten Stoffen vor, d.h. die Stoffe werden durch eine Strömung, die durch Druck- eventuell Temperaturunterschiede verursacht wird, transportiert. Ein diffusiver Transport findet in tonig-siltigen, also feinkörnigen Ablagerungen statt: d.h. es erfolgt eine Durchmischung von Stoffen, welche durch Konzentrations-, Temperatur- oder Druckunterschiede verursacht wird.

Bisher wurden für 129 Grundwassermessstellen in Graubünden sowohl Radon gemessen als auch die Grundwasserdurchlässigkeit bestimmt (Abb. 7):

- Schlechte Wasserdurchlässigkeit geht mit niedrigen Radongehalten einher.
- Für mittlere Durchlässigkeiten ($K=1*10^{-4}$ bis $1*10^{-3}$ m/s) sind hohe und niedrige Radongehalte möglich.
- Bei sehr guter Durchlässigkeit kommen wiederum nur niedrige Radonaktivitäten vor.



Surselva Domleschg Rheintal Davos/Prättigau Südtäler/Engadin
 ■ ● ▲ ○ □

Abb. 7: Grundwasserdurchlässigkeit K / Radon im Grundwasser (mit Skizzen für Gastransport in Porenwasser; Radonatom: grosse, rote Kreise)

Niedrige Radonaktivitäten bei hoher Durchlässigkeit ($K > 1 \cdot 10^{-3}$ m/s) lassen sich damit erklären, dass mit zunehmender Korngrösse die Kontaktfläche zwischen Lockergestein und Wasser kleiner wird. Die Emanationsrate ist dementsprechend niedriger (DAVIS et al. 1987; SEMPRINI 1987; LAWRENCE et al. 1993). Vorherrschend

et al. 1993). Vorherrschend ist der konvektive Transport von Radon.

Gemäss NAZAROFF et al. (1988b) erfolgt bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $1-5 \cdot 10^{-4}$ m/s der Übergang von mehrheitlich konvektivem zu diffusivem Transport. Dies stimmt ungefähr mit den für Bündner

Grundwasser gemachten Beobachtungen überein, wobei hier für $K > 1 \cdot 10^{-3}$ m/s von konvektivem Transport ausgegangen wird. Im Bereich diffusiven Transportes ($K < 1 \cdot 10^{-3}$ m/s) kommen die höheren Radonkonzentrationen zustande.

Jetzt würde man erwarten, dass bei ganz niedrigen Durchlässigkeiten die höchsten Radonaktivitäten in Wasser auftraten. Gemäss den bisherigen Beobachtungen ist dem nicht so - es liegen allerdings erst wenige Messungen bei niedrigen Permeabilitäten vor. Für $K < 1 \cdot 10^{-4}$ und v.a. für $K < 1 \cdot 10^{-5}$ m/s wurden niedrige Radonaktivitäten gemessen. Das könnte zum Teil mit dem Gehalt an organischem Material zusammenhängen: im schlecht durchlässigen Untergrund herrschen meistens reduzierende Verhältnisse, in den Tonen und Silten sind Holzreste und Torflagen vorhanden. Das organische Material adsorbiert Radon, weshalb in diesen Wässern niedrige Radongehalte gemessen werden. Hierbei handelt es sich vorerst um eine Hypothese, welche durch weitere Messungen überprüft werden muss.

Die Untersuchungen wurden in Porengrundwässern gemacht und sind nicht auf Bergwasservorkommen übertragbar. Die höchsten bekannten Radonwerte kommen in Kluftwässern geringer Ergiebigkeit vor.

8. Einige Beispiele

Im Folgenden werden exemplarisch einige Radonsituationen aus Graubünden betrachtet und interpretiert.

8.1. Exfiltrierendes Grundwasser:

Am Hinterrhein unterhalb von Sufers tritt am Ufer Grundwasser aus. Vom Chemismus und der Wassertemperatur her unterscheidet sich das austretende Grundwasser kaum vom Flusswasser. Beim Grundwasser könnte es sich um wenige Meter weiter oben versickertes Flusswasser handeln. Die Radonmessung zeigte (16.7 Bq/L im aus-

tretenden Grundwasser, 1.5 Bq/L im Hinterrhein), dass das Grundwasser einen längeren Fließweg hinter sich hat. Das Grundwasser dürfte - von der Höhe der Radonwerte her - vor Umwelteinflüssen geschützt sein und gute Wasserqualität aufweisen.

8.2. Infiltration:

Von drei in einem Profil liegenden Grundwassermessstellen bei Fläsch zeigt eine niedrige (5.5 Bq/L), zwei höhere Radonaktivitäten (10.0 / 20.7 Bq/L; Tab. 2). Für den niedrigen Wert ist Infiltration aus dem 150 m entfernten Rhein respektive dem 100 m entfernten Bachlauf verantwortlich. Das versickernde Wasser speist eine gut durchlässige Rinne (wahrscheinlich einen alten Rheinlauf). Nach der Methode von HOEHN und VON GUNTEN (1989) kann das Alter von infiltriertem Wasser aufgrund der Radonkonzentration berechnet werden:

$$t [d] = -1/\lambda * \ln(1 - A_t/A_e)$$

mit A_t : Radonaktivität zur Zeit t

A_e : Radonaktivität im Gleichgewicht

λ : Radonzerfallskonstante = 0.18/d

Für die Messstelle Nr. 35 (Tabelle unten) wird angenommen, dass sie durch Flussinfiltration unbeeinflusst sei, das Wasser war mehrere Radonhalbwertszeiten lang mit dem Lockergestein in Kontakt. Für das Grundwasser aus der Messstelle 34 resultiert demnach ein Alter von 1.7 Tagen.

Messstelle	34	34A	35
Horizontaldistanz zu Bach	100 m	220 m	600 m
Radon-222 [Bq/L]	5.5	10.0	20.7
Wasseralter [Tage]	1.7	3.7	(>20)

Tab. 2: Grundwasseralter aufgrund von Radondaten; Beispiel Fläsch.

8.3. *Wasserversorgung:*

Ein Beispiel, welchen Nutzen Radonmessungen in der Wasserversorgung haben können, liefern Messungen aus Andeer. Dort wurden an verschiedenen Stellen im Dorf 8 Trinkwasserproben erhoben. Es zeigten sich markante Unterschiede zwischen der einen Gruppe mit Werten von 2.6 ± 0.5 Bq/L und der anderen mit 28.1 ± 1.0 Bq/L. Dies kommt daher, dass eine Ringleitung das Dorf versorgt, wobei zwei Quellgebiete mit ganz unterschiedlichen Radonwerten die Versorgung übernehmen. Mit den Radonmessungen konnte gezeigt werden, dass die Durchmischung im Trinkwassernetz kaum stattfindet, und welche Ortsteile welches Wasser beziehen.

8.4. *Vorhandensein einer Deckschicht:*

Bei ähnlicher Geologie - im Kontaktbereich zwischen Verrucano und Trias-Sedimenten - wurden auf der Nord- und der Südflanke der Muchetta (Filisur, Wiesen, Bergün) unterschiedliche Radonkonzentrationen bestimmt (Tab. 3). Auf der Nordseite entspringen die Quellen aus Murgang- und Lawinenschutt. Der steile Schuttkegel weist praktisch keine Bodenbedeckung auf. Auf der Südseite ist der Hang mit verschiedenartigem Schutt sowie Moränenablagerungen bedeckt. Es handelt sich um bewaldetes Gebiet und Alpweiden. Im Wald ist die

Messstelle	Muchetta N Chüetobel		Muchetta S Falein		
Deckschicht	nicht vorhanden		vorhanden		
Radon-222 [Bq/L]	7.1	9.5	11.4	22.6	79.3

Tab 3: Radon und Deckschicht; Beispiel Muchetta (Filisur, Bergün).

Deckschicht unvollständig, die Radonwerte sind niedrig; im Alpgebiet ist ein mehr oder weniger durchgehender Bodenhorizont vorhanden, die Radonwerte sind deutlich höher. Das Beispiel zeigt die Bedeutung des Vorhandenseins respektive der Abwesenheit eines Bodenhorizontes, welcher den

Gasaustausch zwischen Atmosphäre und Bodenluft kontrolliert.

Die Auswirkungen betreffend Schutz des Quellwassers werden im nächsten Beispiel erläutert.

8.5. *Ophiolithe/Quellschutz:*

Ein ähnliches Beispiel wie oben stellen Gebiete mit ophiolithischen Gesteinen (Grün- gesteine, welche aus einer ozeanischen Platte hervorgegangen sind) dar. Die Bodenbedeckung ist erfahrungsgemäss geringmächtig oder nicht vorhanden. Quellwasser aus solchen Gebieten weist in aller Regel sehr niedrige Radongehalte auf, wegen der fehlenden Deckschicht und der deshalb stattfindenden Entgasung von Radon in die Atmosphäre. Beispiele sind in Arosa/Hörnli, Scuol/Champatsch zu finden. Niedrige Radonwerte deuten auf einen ungenügenden Schutz des Quellwassers hin, während höhere Radonkonzentrationen auf guten Schutz und bessere Wasserqualität hinweisen.

8.6. *Schwankungen der Radonkonzentration:*

Die Radonkonzentration in Wasser ist nicht als konstant anzusehen, sie schwankt zum Beispiel mit hydrologischen Ereignissen (SURBECK 1993; EISENLOHR und SURBECK 1995). An verschiedenen Messstellen schwanken die Radonkonzentrationen um bis zu 100 %. Wir greifen ein Beispiel einer Grundwassermessstelle bei Reichenau heraus. Zwei Proben bei "normalem" Wasserstand ergaben Radonaktivitäten von 11.6 und 14.8 Bq/L. Das Grundwassergefälle ist im Normalfall gering; es erfolgt eine Speisung durch Wasser des Vorderrheins, das oberhalb Reichenau infiltriert, sowie von Hangwasser aus dem Bereich von Tamins. Während der dritten Probenahme war der Stausee der Kraftwerke Reichenau AG abgesenkt, es bestand ein starkes Grundwassergefälle gegen den Rhein hin, was sich auf den Radonwert (32.9 Bq/L) auswirkte. Unter diesen Umständen dürfte das be-

probte Wasser ausschliesslich Hangwasser aus dem Gebiet von Tamins repräsentieren.

9. Schlussfolgerung

In Graubünden wurde Radon in unterschiedlichen Wässern analysiert. Von der Geologie her konnte eine erste grobe Trennung vorgenommen werden: in Kristallin-gebieten sind die Radonaktivitäten in Wasser durchschnittlich 3 Mal höher als in Sedimentgebieten. Es zeigte sich, dass die Wasserversorgungen im Allgemeinen Trinkwasser niedriger Radonaktivität liefern. Wenn von einem Vergleichswert für Radon in Wasser von 150 Bq/L ausgegangen wird, so ist bisher nur einmal in Rueun ein höherer Wert in einer Trinkwasserversorgung beobachtet worden. Die Gefährdung der Bevölkerung ist dementsprechend als gering einzuschätzen. In Einzelfällen (Rueun, Wasserversorgungsgebäude) könnten Massnahmen zur Senkung der Radonkonzentration angezeigt und mit einfachen Mitteln zu verwirklichen sein. Radonuntersuchungen in Wasser werden in Graubünden nicht aus gesundheitsrelevanten Gründen ausgeführt.

Die Radonwerte in Wasser geben - dank der Berücksichtigung lokaler Quellen - recht genau die Verhältnisse für Radon in Wohnungsluft wieder (siehe Kap. 5, Abb. 5B, 5C):

- Niedrige Radonwerte im Wasser aus den Bündnerschiefergebieten Nord- und Mittelbündens sowie des Unterengadins. Die maximal in diesen Gemeinden festgestellten Radonwerte liegen unter 30 Bq/L.
- Höhere Radonwerte im Wasser (>50 Bq/L) deuten auf Radongefährdungsgebiete betreffend Wohnungsluft hin. Dies betrifft die Regionen Surselva, Hinterprättigau+Davos, Hinterrhein, Oberengadin und die Südtäler (v.a. Bergell, Puschlav, Münstertal).

- Lokale Inhomogenitäten führen dazu, dass erhöhte direkt neben niedrigen Radonwerten vorkommen (gilt für Wasser wie für Wohnungsluft).

Insgesamt lässt sich mittels Radonmessungen in Wasser die Situation für Radon in Wohnungsluft wiedergeben. Insbesondere konnte eine Karte der Radongefährdungsgebiete erstellt werden, die sich weitgehend mit der auf Radonmessungen in Wohnungsluft basierenden Karte (BAG 2002) deckt.

Für Graubünden und allgemein die Schweiz gilt, dass niedrige Radongehalte in Quellwasser paradoxerweise als nachteilig aufzufassen sind. Denn es ist davon auszugehen, dass diese Quellwässer vor äusseren Einflüssen schlecht geschützt sind (fehlende Deckschicht, geringe Filterwirkung).

Wasserchemismus und Radon korrelieren in der Regel nicht miteinander. Dies birgt ein grosses Potenzial für Wasserversorgungen und hydrogeologische Untersuchungen: in Gebieten mit einheitlichem Wasserchemismus können unterschiedliche Wassertypen z.B. anhand von Radon unterschieden werden.

Betreffend die Durchlässigkeit von Grundwasserleitern und die Radonaktivität im Grundwasser lassen sich folgende Aussagen machen:

- Bei sehr guter Durchlässigkeit des Grundwasserleiters ist die Kontaktfläche zwischen Gesteinskörnern und Wasser klein; die Radonfreisetzung ist gering. Die Radonaktivität im Wasser bleibt niedrig.
- Bei mittleren Durchlässigkeiten um $1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s können sowohl hohe wie niedrige Radonwerte vorkommen.
- Bei niedrigen Durchlässigkeiten ist oft organisches Material (Holz, Torf) im Lockergestein vorhanden, welches Radon adsorbiert und zu niedrigen Radongehalten in Wasser führt (Arbeitshypothese).

In der vorliegenden Arbeit wurden die gesundheitlichen Aspekte von Radon in Wasser diskutiert und es konnten verschiedene Anwendungsgebiete aufgezeigt werden, in welchen Radonmessungen in Wasser nützliche Zusatzinformationen für Wasserversorgungen und hydrogeologische Untersuchungen liefern.

10. Dank:

Ich möchte mich ganz besonders bei Christine Bläuer Böhm für die langjährige Unterstützung bei der Probenahme und für die kritische Durchsicht des Manuskripts bedanken. Heinz Surbeck verdanke ich den Einstieg in die Radonproblematik. Bei ihm und Hans-Ueli Johner bedanke ich mich herzlichst für die langjährige, erspriessliche Zusammenarbeit im Radonbereich sowie für die kritische Durchsicht dieses Manuskripts; die Verbesserungsvorschläge haben zur Verbesserung der Publikation beigetragen.

11. Literatur

BAG Bundesamt für Gesundheit (1999): Radon - Informationen zu einem strahlenden Thema. - BAG (Hrsg.), Art.-Nr. 311.341d.

BAG Bundesamt für Gesundheit (2002): Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 2001. - Hrsg. BAG/SUeR Fribourg.

Banks, D., Røyset, O., Strand, T., Skarphagen, H. (1995): Radioelement (U, Th, Rn) concentrations in Norwegian bedrock groundwaters. - *Environ. Geol.*, 25, 165-180.

Cadisch, J. (1927): Über Geologie und Radioaktivität der schweizerischen Mineralquellen. - *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 7/2, 417.

Cadisch, J. (1928): Zur Geologie alpiner Thermal- und Sauerquellen. - *Jber. Natf. Ges. Graubünden*, 66 (Jg. 1927/28), 1-46.

Cantaloub, M.G., Gottipati, S., Higginbotham, J.F., Hopkins, O., Semprini, L. (1996): ^{222}Rn as

an indicator of nonaqueous phase liquid contamination in groundwater. - *Health Phys.*, 70/6 Suppl., S36.

Cathomas-Stoffel, J.B. (1908): Ueber das Radium in den Mineralquellen und dessen Wirkungen. - Der "Disentiser Eisensäuerling" die stärkste Radiumquelle der Schweiz. - Manatschal Ebner & Cie, Chur.

Curie, P., Curie, M. (1899): Sur la radioactivité provoquée par les rayons de Becquerel. - *Compt. Rend.*, 129/19, 714-716.

Davis, N.M., Hon, R., Dillon, P. (1987): Determination of Bulk Radon Emanation Rates by High Resolution Gamma-Ray Spectroscopy. - In: Graves, B. (ed.): Radon[, Radium, and Other Radioactivity] in Ground Water, 111-129. - Lewis Publishers.

Dorn, E. (1900): Versuche über Sekundärstrahlen und Radiumstrahlen. - *Abh. Natf. Ges. Halle*, 22, 37-43.

Ebert, M., Kessler, W. (1991): Schlemas Wässer wirkten Wunder - Radiumbad Oberschlema. - Hrsg. Gemeindeverwaltung Schlema. - Auer Druck und Verlag P. Selbmann.

Eisenlohr, L., Surbeck, H. (1995): Radon as a natural tracer to study transport processes in a karst system. An example in the Swiss Jura. - *C. R. Acad. Sci. Paris*, 321, IIa, 761-767.

Genereux, D. P., Hemond, H. F., Mulholland, P. J. (1993): Use of radon-222 and calcium as tracers in a three-end-member mixing model for streamflow generation on the West Fork of Walker Branch Watershed. - *J. Hydrol.*, 142/1-4, 167-211.

Gockel, A. (1904): Über die in Thermalquellen enthaltene radioaktive Emanation. - *Phys. Ztschr.*, 4/19, 594.

Hoehn, E., von Gunten, H.R. (1989): Radon in Groundwater: A Tool to Assess Infiltration From Surface Waters to Aquifers. - *Water Resour. Res.*, 25/8, 1795-1803.

Hoehn, E., Höhener, P., Hunkeler, D., Zeyer, J., Zweifel, H.-R. (1994): Eignet sich Radon als

- Tracer für organische Verunreinigungen im Untergrund. - Jber. EAWAG, 1994, 35.
- Hoehn, E., Gonser, T., Hohmann, D., Stierli, R. (2001): Unterscheidung von Grundwasser-Lebensräumen mit Radon als Tracer. - EAWAG news, 52d, 18-19.
- Högl, O. (1980): Die Mineral- und Heilquellen der Schweiz. - Haupt, Bern.
- Kafri, U. (2001): Radon in groundwater as a tracer to assess flow velocities: two test cases from Israel. - Environ. Geol., 40/3, 392-398.
- Kotrappa, P., Jester, W.A. (1993): Electret ion chamber radon monitors measure dissolved ^{222}Rn in water. - Health Phys., 64/4, 397-405.
- Lawrence, E. P., Poeter, E., Wanty, R. B. (1991): Geohydrologic, geochemical, and geologic controls on the occurrence of radon in ground water near Conifer, Colorado, USA. - J. Hydrol., 127, 367-386.
- Lee, R.W., Hollyday, E.F. (1987): Radon Measurement in Streams to Determine Location and Magnitude of Ground Water Seepage. - In: Graves, B. (ed.): Radon[, Radium, and Other Radioactivity] in Ground Water, 241-249. - Lewis Publishers.
- Lowry, J., Brandow, J.E. (1985): Removal of Radon from Water Supplies. - J. Environmental Engineering, 111/4, 511-527.
- National Research Council (1999): Health Effects of Exposure to Radon. - Committee on Health Risks of Exposure to Radon (BEIR VI); National Academy Press, Washington D.C.
- Nazaroff, W.W., Doyle, S. M., Nero, A.V., Sextro, R.G. (1988a): Radon Entry Via Potable Water. - In: Nazaroff, W.W. and Nero, A.V. (eds.): Radon and its Decay Products in Indoor Air. - John Wiley & Sons, New York; 131-157.
- Nazaroff, W.W., Moed, B.A., Sextro, R.G. (1988b): Soil as a Source of Indoor Radon: Generation, Migration, and Entry. - In: Nazaroff, W.W. and Nero, A.V. (eds.): Radon and its Decay Products in Indoor Air. - John Wiley & Sons, New York; 57-112.
- Nishizawa, S., Igarashi, G., Sano, Y., Shoto, E., Tasaka, S., Sasaki, Y. (1998): Radon, Cl- and SO_4^{2-} anomalies in hot spring water associated with the 1995 earthquake swarm off the east coast of the Izu Peninsula, central Japan. - Appl. Geochem., 13/1, 89-94.
- Nussberger, G. (1926): Beitrag zur Kenntnis der Radioaktivität von Quellsedimenten. - Jber. Natf. Ges. Graubünden, 64 (Jg. 1924-26), 27-49.
- Paulsen, R.T. (1991): Radionuclides in Ground Water, Rock and Soil, and Indoor Air of the Northeastern United States and Southeastern Canada - A Literature Review and Summary of Data. - In: Field Studies of Radon in Rocks, Soils, and Water. - U.S. Geol. Surv. Bull., 1971, 195-225.
- Paulus, L.R., Gesell, T.F., Brey, R.R. (1998): An evaluation of ^{222}Rn concentrations in Idaho groundwaters. - Health Phys., 74/2, 237-241.
- Payot, R. (1953): Distribution de la radioactivité en Suisse. - Thèse Univ. Neuchâtel.
- Rutherford, E. (1900): A Radio-active Substance emitted from Thorium Compounds. - Phil. Mag., 5/49/296, 1-14.
- Rutherford, E., Soddy, F. (1902/1903): - The Cause and Nature of Radioactivity. - Phil. Mag., 6/4, 370-396, 569-585; 7, 457ff.
- Schweitzer, A. (1909): Sur la radioactivité des sources minérales de la Suisse. - Arch. Sci. phys. nat. Genève, 27, 256-274.
- Schweitzer, A. (1910): Sur la radioactivité des sources minérales de la Suisse. - Arch. Sci. phys. nat. Genève, 30, 46-67 (2ème communication).
- Schweitzer, A. (1916): Radioaktivität der Heilquellen der Schweiz. - Ann. schweiz. Ges. Balneol. u. Klimatol., 11/12, 1-28.
- Semprini, L. (1987): Radon-222 Concentration of Groundwater from a Test Zone of a Shallow Alluvial Aquifer in the Santa Clara Valley, California. - In: Graves, B. (ed.): Radon[, Radium, and Other Radioactivity] in Ground Water, 111-129. - Lewis Publishers.

Surbeck, H. (1993): Radon Monitoring in Soils and Water. - Nucl. Tracks Radiat. Meas., 22/1-4, 463-468.

Surbeck, H. (1995): Natürliche Radionuklide im Wasser. - In: Bundesamt für Gesundheitswesen (BAG; Hrsg.): Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 1994, B.3.8.1-B.3.8.9. - BAG/SUeR, Fribourg.

Surbeck, H. (1997): Natürliche Radionuklide im Wasser. - In: Bundesamt für Gesundheit (BAG; Hrsg.): Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 1996. - B.4.3.1-B.4.3.6; BAG/SUeR, Bern/Fribourg.

von Sury, J. (1906/1907): Über die Radioaktivität einiger schweizerischer Mineralquellen. - Mém. Soc. Sci. Nat., Fribourg - Chemie, 2/4, 228-235.

Szabo, Z., Zapecza O.S. (1987): Relation Between Natural Radionuclide Activities and Chemical Constituents in Ground Water of the Newark Basin, New Jersey. - In: Graves, B. (ed.): Radon, Radium, and Other Radioactivity] in Ground Water, 283-308. - Lewis Publishers.

Thomson, J. J. (1902): Experiments on Induced-Radioactivity in Air, and on the Electrical Conductivity produced in Gases when they pass through Water. - Phil. Mag., 6/4/21, 352-367.

Walker, H.-S. (1998): Radon-222 dans les eaux souterraines du canton de Fribourg. - Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg., 89/6, 700-704.

Wanty, R.B., Briggs, P.H., Gundersen, L.C.S. (1991): Geochemistry of Ground Water and Radionuclide Mobility in Two Areas of the Reading Prong, Eastern Pennsylvania. - In: Field Studies of Radon in Rocks, Soils, and Water. - U.S. Geol. Surv. Bull., 1971, 289-296.

Wanty, R.B., Schoen, R. (1991): A Review of the Chemical Processes Affecting the Mobility of Radionuclides in Natural Waters, with Applications. - In: Field Studies of Radon in Rocks, Soils, and Water. - U.S. Geol. Surv. Bull., 1971, 183-194.

Anhang 1:

Radondaten aus Bündner Quellen, Grund- und Oberflächenwässern sowie Trinkwasserversorgungen

Legende Messmethode/Quelle:

E: Elektretmethode

R: Rad7-Methode

B: Quelle BAG/SUEr

H: Högl 1980

N: Nussberger 1926

S: Schweitzer 1909/1910/1916

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		
Almens	Brunnen	2002	4.2 ±0.5	R	
Almens	Brunnen	2002	10.1 ±2.3	R	
Alvaneu	Mineralquelle unten	1904	50.9	S	
Alvaneu	Mineralquelle oben	1904	25.0	S	
Alvaneu	Sandböden	1996	5.2	R	
Alvaneu	Tealf	1996	9.6	R	
Alvaschein	Mistail	2002	3.8 ±2.3	R	
Alvaschein	Pargnung	2002	2.2 ±0.6	R	
Andeer	GW-Austritt Andeer	1992	18.3 ±0.9	B	
Andeer	Trinkwasser (3x)	1992	2.6 ±0.5	B	
Andeer	Trinkwasser (5x)	1992	28.1 ±1.0	B	
Andeer	Dorfbrunnen	1992	23.5 ±1.0	B	
Andeer	Alp Nursera	1993	52.1 ±2.0	R	
Andeer	Tranter				
Andeer	Tschainghels	1994	0.0	E	
Andeer	Pro Larm	1996	11.5	E	
Andeer	Brunnen	2002	44.9 ±4.2	R	
Andiast	Plattadiras	1995	38.5	E	
Andiast	Brunnen S. Antoni	1997	7.6 ±0.7	R	
Andiast	Vitg	1997	30.8 ±1.2	R	
Andiast	Vitg	1997	17.7 ±0.5	R	
Ardez	Pradasura	2000	5.5 ±0.4	R	
Ardez	Murtera	2000	7.9 ±0.5	R	
Ardez	Chamanna Cler	2000	17.1 ±0.7	R	
Ardez	Brunnen	2002	6.1 ±2.6	R	
Ardez	Brunnen Bos-cha	2002	1.5 ±0.8	R	
Arosa	Ochsenalp	1994	8.5	E	
Arosa	Älpli	1996	18.8	E	
Arosa	Schmalz	1996	2.2	E	
Arosa	Maran	1997	20.6 ±0.5	R	
Arosa	Gadenstatt	1997	13.6 ±1.6	R	
Arosa	Hörnli	1998	1.0 ±0.6	R	
Arosa	Arlenwald	2002	<1.0	R	
Arvigo	Brunnen	1998	6.6 ±1.1	R	
Ausserferrera	Trinkwasser (3x)	1992	103.0 ±2.0	B	
Ausserferrera	Hangwasseraustritt	1992	22.7 ±0.9	B	
Ausserferrera	Tgavgia	1993	3.8 ±1.1	B	
Ausserferrera	Dorfbrunnen	1993	96.2 ±2.6	B	
Ausserferrera	Hangwasseraustritt	1998	89.8 ±5.4	R	
Ausserferrera	Hangwasseraustritt	1998	44.4 ±3.5	R	
Ausserferrera	Punt Martegn	1998	9.8 ±1.5	R	
Avers	Kupferquelle	1994	5.1	E	
Avers	Jufer Alp	1995	12.8	E	
Avers	Gandabüel	1995	3.4	E	
Avers	Gandabüel	1995	175.2	E	
Avers	Staller Berg	1995	4.1	E	
Bergün/Bravuogn	Mineralquelle	1916	31.1	S	
Bergün/Bravuogn	Uglix	1994	8.1	E	
Bergün/Bravuogn	Funtana Fregda	1994	11.0	E	
Bergün/Bravuogn	Naz	1994	0.0	E	
Bergün/Bravuogn	Punt Ota	1996	11.8 ±1.6	R	
Bergün/Bravuogn	Dorfbrunnen	1996	4.7 ±0.8	R	
Bergün/Bravuogn	Salect	1997	3.7	R	
Bergün/Bravuogn	God da Streda	1999	3.6 ±0.6	R	
Bergün/Bravuogn	Blockgletscher	2002	0.0	R	
Bergün/Bravuogn	Muchetta-Im Berg ob.	2002	22.6 ±0.9	R	
Bergün/Bravuogn	Muchetta-Im Berg unt.	2002	79.3 ±3.4	R	
Bever	Grundwasser 4	1998	43.4 ±2.3	R	
Bever	Grundwasser 4	1999	38.0 ±1.9	R	
Bever	Grundwasser 4	2001	59.5 ±1.9	R	
Bever	Grundwasser 5	1998	36.6 ±3.0	R	
Bever	Grundwasser 5	1999	37.8 ±1.5	R	
Bever	Grundwasser 5	2001	29.5 ±1.4	R	
Bever	Grundwasser 6	1999	54.8 ±0.7	R	
Bever	Grundwasser 8A	2001	59.4 ±3.2	R	
Bever	Grundwasser 15A	1999	41.3 ±1.5	R	
Bever	Grundwasser 17B	1999	40.8 ±1.5	R	
Bever	Grundwasser 18A	1999	85.3 ±1.9	R	
Bever	Grundwasser 19A	1999	57.1 ±1.5	R	
Bever	Grundwasser 19B	1999	51.7 ±1.1	R	
Bever	Grundwasser 19A	2001	71.8 ±2.4	R	
Bever	Grundwasser 24	2001	51.8 ±3.7	R	
Bever	Grundwasser 27	2001	80.5 ±2.2	R	
Bever	Grundwasser 28	1997	27.7 ±3.1	R	
Bivio	La Motta	1999	13.0 ±0.8	R	
Bivio	Alp da Sett	1999	5.0 ±0.5	R	
Bivio	Steinbrücke	1999	39.3 ±1.8	R	
Bivio	Alp Tgavretga	2002	60.7 ±3.6	R	
Bivio	Alp da Sett	2002	29.4 ±3.8	R	
Bonaduz	Versamer Strasse	1997	1.9 ±0.8	R	
Bonaduz	Grundwasser 1	1998	43.2 ±2.4	R	
Bonaduz	Grundwasser 1	1999	51.2 ±1.1	R	
Bonaduz	Grundwasser 1	2000	44.4 ±0.5	R	
Bonaduz	Grundwasser 1	2002	32.3 ±3.7	R	
Bonaduz	Grundwasser 2	1998	6.8 ±1.6	R	
Bonaduz	Grundwasser 2	1999	8.2 ±0.8	R	
Bonaduz	Grundwasser 16	2002	21.1 ±1.6	R	
Bonaduz	Grundwasser 17	1998	29.9 ±1.5	R	
Bonaduz	Grundwasser 17	2002	30.1 ±3.2	R	
Bondo	Motta	2002	29.9 ±3.7	R	
Bondo	Prä	2002	16.8 ±1.3	R	
Bondo	Lera	2002	47.7 ±4.6	R	
Bondo	Padela	2002	2.4 ±0.2	R	
Bondo	Laret	2002	38.8 ±3.4	R	
Bondo	Padela	2002	2.4 ±0.3	R	
Bondo	Brunnen Promontogno	1995	11.9	E	
Bondo	Brunnen Promontogno	1999	6.4 ±1.8	R	
Bondo	Brunnen Bondo	1995	6.0	E	
Bondo	Brunnen Bondo	1995	5.0	E	
Braggio	Miaddi	2001	1.6 ±1.1	R	
Braggio	Mondent	2001	9.3 ±0.5	R	
Braggio	Val Meira	2001	10.8 ±1.8	R	
Braggio	Alp di Fora	2001	2.5 ±2.5	R	
Breil/Brigels	Ignius da Cape-der	1994	1.1	E	
Breil/Brigels	Tavanasa	1995	16.9	E	
Breil/Brigels	Danis	1995	6.0	E	
Breil/Brigels	Brunnen Foppa	1995	37.6	E	
Breil/Brigels	Planezzas	1995	29.4	B	
Breil/Brigels	Plaun las Steilas	1995	54.9	B	
Breil/Brigels	Patnasa	1995	9.5	B	
Breil/Brigels	Grundwasser Dorf	1995	5.0	B	

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Breil/Brigels	Mutteins	1995	70.5	B	Celerina/Schlarigna	KW Islas	1995	8.7	E
Breil/Brigels	Acla da Capaul	1995	104.8	B	Celerina/Schlarigna	Staz	1995	2.4	E
Breil/Brigels	Valletta Schetga	1995	15.8	B	Celerina/Schlarigna	Val Saluver	2000	7.6 ±0.7	E
Breil/Brigels	Sogn Martin	1995	26.4	B	Celerina/Schlarigna	Marguns	2000	2.1 ±0.2	E
Breil/Brigels	Sontga Clau	1995	28.4	B	Celerina/Schlarigna	Corviglia	2000	27.9 ±0.7	E
Breil/Brigels	Sontga Clau	1995	27.4	B	Chur	Mittenberg	1925	3.8	N
Breil/Brigels	Fontaniala	1995	6.9	B	Chur	Schönegg	1925	4.6	N
Breil/Brigels	Fontana freida	1995	60.3	B	Chur	Pizoggel	1925	5.7	N
Breil/Brigels	Pardiala	1995	38.9	B	Chur	Araschgen	1925	3.8	N
Breil/Brigels	Casu	1995	29.3	B	Chur	Gross Kehr	2000	5.1 ±1.2	R
Breil/Brigels	Dorfbrunnen Breil	1995	22.7	B	Chur	Trinkwasser	1996	3.2 ±0.4	R
Breil/Brigels	Dorfbrunnen Ta-				Chur	Trinkwasser	1997	5.1 ±0.9	R
	vanasa	1995	16.8	B	Chur	Trinkwasser	1997	5.9 ±0.6	R
Breil/Brigels	Casut	1995	53.9	B	Chur	Trinkwasser	2000	7.2 ±0.4	R
Breil/Brigels	D'Acia	1995	27.7	B	Chur	Trinkwasser (PW)	2000	26.7 ±0.7	R
Breil/Brigels	D'Acia	1995	17.0	B	Chur	Grundwasser 8A	2002	23.0 ±3.7	R
Breil/Brigels	Dorfbrunnen Ca-				Chur	Grundwasser 8F	2000	9.5 ±1.1	R
	paul	1995	7.1	B	Chur	Grundwasser 11	2000	34.6 ±1.2	R
Breil/Brigels	Punteglias	1995	23.2	E	Churwalden	Passugg-Ulricus	1909	11.3	S
Breil/Brigels	Valtregia	1995	67.3	E	Churwalden	Passugg-			
Breil/Brigels	Platta	1995	144.3	E		Fortunatus	1909	9.2	S
Breil/Brigels	Run Carpet	1995	11.3	E	Churwalden	Passugg-Helene	1909	7.4	S
Breil/Brigels	Capaul	1995	24.2	E	Churwalden	Passugg-			
Breil/Brigels	Sorts	1995	83.3	E		Churwalden	1909	17.7	S
Breil/Brigels	Plaun Salter	1995	35.6	E	Churwalden	Passugg-Helene	1925	6.1	N
Breil/Brigels	Dorfbrunnen Da-				Churwalden	Passugg-Ulricus	1925	6.6	N
	nis	1998	8.5 ±1.3	R	Churwalden	Brunnen Foppa	1998	1.0 ±0.6	R
Breil/Brigels	Munsaus	2000	38.8 ±1.2	R	Churwalden	Lax	1999	2.8 ±0.3	R
Breil/Brigels	Run Sura	2000	34.9 ±0.8	R	Churwalden	Brunnen Egga	2002	4.5 ±0.9	R
Brien/Brinzauls	B2	1994	4.1	E	Churwalden	Zugbächli	2002	0.9 ±0.2	R
Brusio	Golbia	1995	4.4	E	Churwalden	Brunnen Ober			
Brusio	Stavel	1995	2.4	E		Grida	2002	5.4 ±2.0	R
Brusio	Brunnen	1995	11.1	E	Churwalden	Brunnen Unter			
Brusio	San Romerio	1995	30.1	E		Grida	2002	6.3 ±1.6	R
Brusio	Dorfbrunnen	1998	39.4 ±1.7	R	Clugin	Dorfbrunnen	1996	3.3	E
Brusio	Brunnen Müreda	1998	17.6 ±1.2	R	Clugin	Clugin	1996	15.1	E
Brusio	Brunnen Campa-				Conters i.P.	Chessi	1993	12.1	E
	scio	1999	51.0 ±2.1	R	Conters i.P.	Tug	1993	10.1	E
Brusio	Brunnen Li Geri	1999	73.7 ±2.1	R	Conters i.P.	Grosswiti	1993	6.6	E
Buseno	Rangivol	2002	1.6 ±0.2	R	Conters i.P.	Grosswiti	1993	1.9	E
Buseno	Fontana	2002	4.2 ±1.7	R	Conters i.P.	Schindelboden	1993	4.0	E
Buseno	Mazzucan	2002	7.5 ±1.3	R	Conters i.P.	Fuosstaus	1993	5.7	E
Calfreisen	Castieler Tobel	2002	2.2 ±0.7	R	Conters i.P.	Schattau	1993	2.6	E
Calfreisen	Dorfbrunnen	2002	0.0	R	Cumbel	Quadras	1999	2.6 ±0.8	R
Calfreisen	Brunnen	2002	1.2 ±0.8	R	Cumbel	Brunnen Resgia	1999	3.5 ±1.3	R
Cama	Roalta	1995	43.5	E	Cunter	Val Bunga	2001	3.4 ±0.6	R
Cama	Roalta	1995	36.0	E	Cunter	Val Bunga	2001	5.3 ±1.6	R
Castaneda	Castaneda	1994	73.3	E	Cunter	Val Bunga	2001	6.5 ±1.1	R
Castasegna	Quelle	1999	42.6 ±1.8	R	Cunter	Promastgel	2001	7.1 ±1.4	R
Castasegna	Dorfbrunnen	1999	6.5 ±1.2	R	Cunter	Uigls	2001	19.6 ±0.7	R
Castiel	Stellitobel	1994	3.9	E	Davos	Spinabad I	1908	6.8	S
Casti-Wergenstein	Dumagns	2001	8.3 ±1.1	R	Davos	Spinabad II	1916	5.4	S
Casti-Wergenstein	Clops	2001	3.5 ±1.5	R	Davos	Clavadel	1916	24.3	S
Casti-Wergenstein	Nera	2001	15.0 ±1.3	R	Davos	Clavadel	1994	54.3	E
Castrisch	Grundwasser 9	1998	22.3 ±3.0	R	Davos	Spinnelen	1994	16.8	E
Castrisch	Grundwasser 10	1998	9.3 ±1.6	R	Davos	Spinnelenwald	1994	35.3	E
Castrisch	Brunnen	1998	5.9 ±0.8	R	Davos	Sertigbach Eggeli	1995	0.0	E
Castrisch	Brunnen	2000	3.5 ±0.3	R	Davos	Tristel	1995	96.8	E
Castrisch	Dorfbrunnen	1998	6.6 ±1.5	R	Davos	Witi	1995	31.9	E
Castrisch	Grava	1998	10.1 ±1.6	R	Davos	Stadel 20	1995	32.7	E
Cauco	Brunnen Cauco	1998	7.8 ±0.6	R	Davos	Witi/Waldrand	1995	35.4	E
Cauco	Brunnen Bodio	1998	0.7 ±0.3	R	Davos	Witi/Blockschutt	1995	25.4	E
Cazis	Realtawald	1995	0.7	E	Davos	Drussetscha	1996	13.4	E
Cazis	Tuf	1995	0.0	E	Davos	Tschuggen	2002	1.4 ±1.0	R
Cazis	Grundwasser 1	1999	30.1 ±1.5	R	Davos	Waldjiwald	2002	8.0 ±1.6	R
Cazis	Grundwasser 2	1995	22.5	E	Davos	Grundwasser 1	1994	19.9	E
Cazis	Grundwasser 2	2001	35.8 ±4.1	R	Davos	Grundwasser 1	1997	5.6 ±0.3	R
Cazis	Grundwasser 4	1999	29.4 ±1.0	R	Davos	Grundwasser 1	1997	5.2 ±0.4	R
Cazis	Grundwasser 4	2001	35.2 ±4.0	R	Davos	Grundwasser 1	2000	11.2 ±0.7	R
Cazis	Grundwasser 3A	2001	16.5 ±0.5	R	Davos	Grundwasser 2	1997	36.2 ±2.1	R
Cazis	Grundwasser 4A	2001	19.4 ±1.1	R	Davos	Grundwasser 2	1997	31.9 ±2.5	R
Cazis	Grundwasser 5B	2001	16.4 ±0.9	R	Davos	Grundwasser 3	2000	3.0 ±0.5	R
Cazis	Grundwasser 9A	2001	16.2 ±0.3	R	Davos	Grundwasser 4	2000	2.4 ±0.3	R
Cazis	Summaprada	2001	11.7 ±0.3	R	Davos	Grundwasser 8	1997	37.6 ±2.2	R
Celerina/Schlarigna	Trinkwasser (4x)	1992	1.8 ±0.5	B	Davos	Grundwasser 8	1997	31.2 ±1.9	R
Celerina/Schlarigna	Bach Crasta	1992	10.3 ±0.7	B	Davos	Grundwasser 8	2000	33.5 ±1.1	R

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Davos	Grundwasser 10	1997	26.7 ±1.0	R	Falera	Dorfbrunnen	1999	2.2 ±0.4	R
Davos	Grundwasser 10	1997	26.2 ±1.6	R	Falera	Erbrun	1999	10.6 ±0.7	R
Davos	Grundwasser 10	1997	27.5 ±1.7	R	Fanas	Augstenberg	1993	2.2 ±0.6	B
Davos	Grundwasser 10	2000	19.6 ±0.5	R	Fanas	Augstenberg	1993	8.5 ±0.7	B
Davos	Grundwasser 11	1994	21.0	E	Fanas	Augstenberg	1993	1.0 ±0.5	B
Davos	Grundwasser 11	1997	29.9 ±2.8	R	Fanas	Planstorna	1993	0.5 ±0.6	B
Davos	Grundwasser 11	1997	25.6 ±2.0	R	Fanas	Plandadain	1993	5.3 ±0.7	B
Davos	Grundwasser 11	1997	24.9 ±2.1	R	Fanas	Janeidas	1993	5.6 ±0.7	B
Davos	Grundwasser 11	1997	25.2 ±1.7	R	Fanas	Carjau	1993	6.9 ±0.7	B
Davos	Grundwasser 11	2000	17.3 ±0.8	R	Fanas	Gaua	1993	3.0 ±0.6	B
Davos	Grundwasser 11	2001	39.3 ±2.6	R	Fanas	Gaua	1995	3.6	E
Davos	Grundwasser 13	1997	34.4 ±3.5	R	Fanas	Pardiel	1997	6.4 ±1.2	R
Davos	Grundwasser 13	1997	36.5 ±3.1	R	Fanas	Ruofa	2001	5.0 ±0.8	R
Davos	Grundwasser 13	2001	43.8 ±2.9	R	Feldis/Veulden	Dorfbrunnen	1995	13.9	E
Davos	Grundwasser 13A	2001	34.2 ±3.4	R	Felsberg	Dorfbrunnen	1996	9.4	E
Davos	Grundwasser PW	1994	18.5	E	Felsberg	Dorfbrunnen	2000	0.3 ±0.2	R
Davos	Grundwasser PW	1997	20.3 ±1.3	R	Felsberg	Grundwasser 3A	1999	33.7 ±0.3	R
Davos	Grundwasser TBA1	1997	206.0 ±7	R	Felsberg	Grundwasser 3A	2000	54.3 ±1.0	R
Davos	Grundwasser TBA2	1997	395.0 ±11	R	Felsberg	Grundwasser 3/A	2000	25.8 ±0.9	R
Davos	Grundwasser TBA2	1997	354.0 ±14	R	Fideris	Grundwasser 4A	2000	36.2 ±0.8	R
Davos	Grundwasser TBA2	2000	270.0 ±5	R	Fideris	Fideris	1909	(2.3)	S
Degen	Rampa/Rumein	1999	2.7 ±0.3	R	Fideris	Fideris	1916	8.1	S
Degen	Dorfbrunnen	1999	5.3 ±0.3	R	Fideris	Trinkquelle	1916	9.5	S
Disentis/Mustér	S. Placi unten	1909	630.0	S	Fideris	Fideris Bade- quelle	1916	9.5	S
Disentis/Mustér	S. Placi oben	1909	644.0	S	Fideris	Fideris	1994	1.4	E
Disentis/Mustér	S. Placi	1913	676.0	H	Fideris	Grundwasser 40	1999	23.5 ±0.4	R
Disentis/Mustér	S. Placi	1913	645.0	H	Fideris	Grundwasser 40	2000	22.6 ±1.3	R
Disentis/Mustér	S. Placi	1938	641.0	H	Filisur	Dorfbrunnen	1993	0.4 ±0.4	R
Disentis/Mustér	S. Placi	1945	707.0	H	Filisur	Dorfbrunnen	1997	0.6 ±0.3	R
Disentis/Mustér	S. Placi	1973	715.0	H	Filisur	Jenisberg	1997	0.8 ±0.2	R
Disentis/Mustér	S. Placi	2002	486.0 ±21	R	Filisur	La sorts	1998	23.1 ±1.9	R
Disentis/Mustér	Lumgegna	1916	124.0	S	Filisur	Elahütte	2001	17.3 ±1.4	R
Disentis/Mustér	Dorfbrunnen	1993	21.6 ±1.3	B	Filisur	Selabrücke	2001	4.7 ±0.9	R
Disentis/Mustér	Bach Sogn Placi	1993	0.5 ±0.5	B	Filisur	Plaun Grond	2001	29.9 ±1.8	R
Disentis/Mustér	Val Sogn Placi	1993	155.8 ±3.0	B	Filisur	Cruschetta	2001	2.4 ±1.9	R
Disentis/Mustér	Val Sogn Placi	1993	149.5 ±3.0	B	Filisur	Kalberhütte unten	2002	11.4 ±0.5	R
Disentis/Mustér	Br. Mompé Medel	1996	136.0	E	Filisur	Chüetobel oben	2002	7.1 ±1.2	R
Disentis/Mustér	Lumpegna	1997	0.5 ±0.3	R	Filisur	Chüetobel unten	2002	9.5 ±1.4	R
Disentis/Mustér	Brunnen	1997	12.5 ±1.0	R	Filisur	Frevgias links	2002	21.4 ±1.1	R
Domat/Ems	Plong dil Pre	1995	5.7	E	Filisur	Frevgias rechts	2002	22.9 ±3.1	R
Domat/Ems	Grundwasser 1C	1999	0.9 ±0.6	R	Fläsch	Fluss	2002	2.3 ±0.7	R
Domat/Ems	Grundwasser 1C	2000	1.7 ±0.2	R	Fläsch	Fläsch	2002	5.5 ±1.3	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/la	1998	4.4 ±0.9	R	Fläsch	Grundwasser 34A	2002	10.0 ±0.6	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/la	1999	4.2 ±0.2	R	Fläsch	Grundwasser 35	2002	20.7 ±3.6	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/la	2000	7.7 ±0.4	R	Flerden	Grundwasser 36	2002	5.1 ±1.6	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/la	2002	3.3 ±0.5	R	Flerden	Dorfbrunnen	2001	5.6 ±0.4	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/lb	2000	10.7 ±0.4	R	Fliems	Planezias	2001	7.4 ±0.9	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/IC	1999	6.9 ±0.2	R	Fliems	Grundwasser 23	1997	2.2 ±0.3	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/IC	2000	8.4 ±0.5	R	Fliems	Grundwasser 23	1998	2.8 ±0.3	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/ID	1994	8.5	E	Fliems	Grundwasser 23	2001	2.2 ±0.6	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/ID	1999	13.5 ±0.3	R	Fliems	Grundwasser 24	1997	5.0 ±1.0	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/ID	2000	13.5 ±0.7	R	Fliems	Grundwasser 24	1997	5.4 ±0.4	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/IIC	1998	6.1 ±1.2	R	Fliems	Grundwasser 24	1998	8.8 ±0.6	R
Domat/Ems	Grundwasser 1/IIC	2002	3.6 ±1.1 ±0.2	R	Fliems	Grundwasser 24	1999	4.4 ±1.2	R
Domat/Ems	Grundwasser 4E	2002	0.3 5	R	Fliems	Grundwasser 25	1997	6.3 ±0.4	R
Donat	Dorfbrunnen	2000	3.6 ±0.5	R	Fliems	Grundwasser 25	1998	3.7 ±0.5	R
Donat	Plans	1996	3.0	E	Fliems	Vallorca 1	1998	6.6 ±0.8	R
Donat	Dorfbrunnen Do- nat	1996	5.4	E	Fliems	Vallorca 1	2001	8.7 ±1.1	R
Donat	Brunnen Patzen	1996	8.6	E	Fliems	Vallorca 2	1998	3.9 ±1.0	R
Donat	Strassenkurve	2002	2.7 ±1.7	R	Fliems	Vallorca 2	2001	27.9 ±1.3	R
Donat	Ual da Mulin	2002	3.3 ±0.8	R	Fliems	Vallorca 3	1998	3.6 ±0.8	R
Duvin	Dorfbrunnen	1999	1.4 ±0.4	R	Fliems	Gurk	1999	14.5 ±0.8	R
					Fliems	Il Bord	2001	2.1 ±0.7	R
					Fliems	Palius Sut Spe- scha	1994	18.6	E
					Fliems	Baraigla	1916	1.4	S
					Ftan	Fless	2002	7.9 ±1.7	R
					Ftan	Dorfbrunnen	2002	4.0 ±1.7	R
					Ftan	Stavel da la Be- scha	2002	13.6 ±2.6	R
					Fuldera	Grundwasser 3	1995	12.5	E
					Fuldera	Grundwasser 3	2001	18.4 ±1.7	R
					Fuldera	Grundwasser 4	1995	5.0	E

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Furna	Hinterberg	2002	6.7 ±2.8	R	Innerferrera	Hangwasseraustritt	1992	2.3 ±0.5	R
Furna	Schärmen	2002	7.2 ±1.4	R	Innerferrera	Trinkwasser (4x)	1992	5.8 ±0.6	B
Furna	Schlüechtjittöbeli	2002	0.9 ±0.6	R	Innerferrera	Dorfbrunnen	1992	6.9 ±0.7	R
Fürstenua	Cresta	2002	23.6 ±2.5	R	Innerferrera	Niemet	2000	24.7 ±0.6	R
Fürstenua	Padreins	2002	8.3 ±2.7	R	Innerferrera	Cuort Viglia	2000	32.5 ±0.7	R
Grono	Reservoir	1994	39.2	E	Innerferrera	Alp Niemet	2000	32.3 ±1.5	R
Grüsch	Grundwasser 58	1999	17.1 ±0.7	R	Innerferrera	Bad Jenaz	1994	3.6	E
Grüsch	Grundwasser 59	1999	19.7 ±1.9	R	Jenaz	Bad Jenaz	1994	5.8	E
Grüsch	Grundwasser 60	1999	11.6 ±1.3	R	Jenaz	Im Bad	1994	7.4	E
Grüsch	Grundwasser 60	2000	11.4 ±0.2	R	Jenaz	Grundwasser 43	1999	24.3 ±2.1	R
Grüsch	Grundwasser 61	1999	15.1 ±0.9	R	Jenaz	Grundwasser 43	2000	29.2 ±0.7	R
Grüsch	Grundwasser 61	2000	12.7 ±0.3	R	Jenaz	Grundwasser 46	1999	18.9 ±0.9	R
Grüsch	Halde	2001	1.0 ±0.3	R	Jenaz	Grundwasser 46	2000	20.7 ±0.7	R
Guarda	Trinkwasser (5x)	1992	12.2 ±0.8	R	Jenaz	Grundwasser 48	1999	32.6 ±0.5	R
Haldenstein	Dorfbrunnen	1996	1.1	E	Jenaz	Grundwasser 48	2000	27.2 ±1.1	R
Haldenstein	Langboden	1996	0.0	E	Jenaz	Grundwasser 49	1999	37.8 ±2.2	R
Haldenstein	Grundwasser 10/IA	2002	4.5 ±0.9	R	Jenaz	Grundwasser 49	2000	51.2 ±1.2	R
Haldenstein	Grundwasser 11a	2002	21.0 ±1.9	R	Jenins	Dorfbrunnen	2002	1.6 ±0.5	R
Haldenstein	Grundwasser 14A	2002	13.9 ±0.8	R	Klosters-Serneus	Mineralquelle Serneus	1916	14.9	S
Haldenstein	Grundwasser 14B	1998	8.1 ±1.2	R	Klosters-Serneus	Dorfbrunnen	1993	3.7 ±0.4	B
Haldenstein	Grundwasser 14B	2002	8.1 ±1.3	R	Klosters-Serneus	Süser Tal	1996	31.2	E
Haldenstein	Zapport	1998	4.0 ±0.4	R	Klosters-Serneus	Stutzalp	1996	53.0	E
Haldenstein	Höll 1	1998	3.7 ±0.5	R	Klosters-Serneus	Trinkwasser	1996	10.5	E
Haldenstein	Höll 2	1998	3.5 ±0.9	R	Klosters-Serneus	Ried	1996	3.7	E
Haldenstein	Piänetsch	2000	22.5 ±0.4	R	Klosters-Serneus	Parzelveabach	1998	10.0 ±1.7	R
Haldenstein	Brunnen	1996	12.0	E	Klosters-Serneus	Brunnen Parzelvea	1998	3.6 ±0.9	R
Igis	Grundwasser 21/ID	2001	21.5 ±1.1	R	Klosters-Serneus	Dorfbrunnen Serneus	1998	13.3 ±2.0	R
Igis	Grundwasser 21/IE	2001	16.2 ±1.2	R	Klosters-Serneus	Cavadürli	2000	3.3 ±0.5	R
Igis	Grundwasser 21/IG	1999	18.0 ±1.4	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 12	1999	42.6 ±3.7	R
Igis	Grundwasser 21/IG	2001	21.2 ±1.4	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 12	2000	37.7 ±0.6	R
Igis	Grundwasser 22H	1999	21.7 ±0.8	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 12A	1998	49.2 ±4.1	R
Igis	Grundwasser 22H	2001	37.8 ±1.5	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 12A	1999	55.5 ±5.5	R
Igis	Grundwasser 22J	1998	20.6 ±2.0	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 13	1999	29.0 ±1.1	R
Igis	Grundwasser 22J	1999	10.3 ±1.5	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 13	2000	47.2 ±1.7	R
Igis	Grundwasser 22J	2001	18.5 ±1.3	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 17	1999	32.4 ±4.8	R
Igis	Grundwasser 22K	1999	15.5 ±1.0	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 17	2000	47.6 ±0.8	R
Igis	Grundwasser 22K	2001	22.4 ±1.5	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 20	1999	61.9 ±2.4	R
Igis	Grundwasser 23D	2001	41.0 ±1.6	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 23	1999	28.7 ±3.8	R
Igis	Grundwasser 23F	1999	22.1 ±2.4	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 23	2000	28.1 ±0.9	R
Igis	Grundwasser 23/la	1998	24.5 ±1.7	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 25	1998	46.4 ±5.5	R
Igis	Grundwasser 23/la	2001	19.2 ±0.8	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 25	1999	28.4 ±2.8	R
Igis	Grundwasser 23/IC	1999	9.4 ±0.7	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 25	2000	28.5 ±1.1	R
Igis	Grundwasser 23/IC	2001	10.2 ±0.7	R	Klosters-Serneus	Grundwasser 28	1999	16.3 ±1.1	R
Ilanz	Grundwasser B	1994	0.0	E	Klosters-Serneus	Grundwasser 28	2000	29.0 ±1.7	R
Ilanz	Grundwasser B	1995	4.8	E	Küblis	Grundwasser 31	1996	1.9	E
Ilanz	Grundwasser C	1995	31.1	E	Küblis	Grundwasser 31	1999	39.6 ±1.5	R
Ilanz	Grundwasser C	2000	37.2 ±2.7	R	Küblis	Grundwasser 31	2000	42.2 ±2.4	R
Ilanz	Grundwasser H	1994	41.3	E	Laax	Dorfbrunnen	1999	8.6 ±1.6	R
Ilanz	Grundwasser H	2000	91.5 ±2.3	R	Laax	Salums	1999	12.3 ±0.4	R
Ilanz	Grundwasser K	1994	61.4	E	Laax	Uaul Grond	1999	1.7 ±0.3	R
Ilanz	Grundwasser K	1996	37.0 ±0.9	R	Ladir	Con da Cauras	1994	19.0	E
Ilanz	Grundwasser K	2000	161.0 ±4	R	Ladir	Resgia Veglia	1999	2.8 ±0.4	R
Ilanz	Grundwasser 8	1998	8.9 ±1.2	R	Langwies	Langwiesner Viadukt	2000	4.1 ±0.5	R
Ilanz	Strada	1998	0.6 ±0.4	R	Langwies	Rongg	2000	6.7 ±0.3	R
Ilanz	Ogna	1998	15.1 ±2.1	R	Langwies	Grüstiwald	2002	0.9 ±0.3	R
Ilanz	St. Martin	1998	14.9 ±1.5	R	Langwies	Eggen	2002	2.5 ±1.1	R
Ilanz	Dorfbrunnen Strada	1999	1.9 ±0.6	R	Langwies	Ober Wies	2002	2.7 ±0.7	R
					Langwies	Tritttole	2002	3.0 ±0.9	R
					Langwies	Würza	2002	0.8 ±0.6	R
					Lantsch/Lenz	Quelle 1	1994	13.9	E
					Lantsch/Lenz	Quelle 4	1994	8.5	E
					Lantsch/Lenz	Quelle 5	1994	24.1	E
					Lantsch/Lenz	Pro Setg	1997	4.0 ±1.5	R
					Lantsch/Lenz	Ava Fraida	1997	6.2 ±1.5	R
					Lantsch/Lenz	Plang las Fun- targas 1	1997	7.5 ±0.7	R
					Lantsch/Lenz	Plang las Fun- targas 2	1997	4.7 ±1.0	R
					Lantsch/Lenz	Plang las Fun- targas 4	1997	6.9 ±1.0	R

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Lantsch/Lenz	Cresta Stgoira	1997	5.9 ±0.8	R	Luzern	Gadenstätt	2002	1.6 ±0.5	R
Lantsch/Lenz	Cresta Stgoira 1	1997	4.3 ±1.2	R	Luzern	Grundwasser 34	1999	31.9 ±2.7	R
Lantsch/Lenz	Cresta Stgoira 2	1997	11.7 ±1.8	R	Luzern	Grundwasser 34	2000	28.0 ±0.8	R
Lantsch/Lenz	Zarnos	1997	14.8 ±2.2	R	Madulain	Via Segantini	1999	28.2 ±0.3	R
Lantsch/Lenz	Ava Fraida	1997	6.7 ±1.2	R	Madulain	Urtatsch	1999	5.0 ±0.4	R
Lantsch/Lenz	Sozas	1997	13.9 ±1.5	R	Maienfeld	Wissmürli	1998	2.0 ±0.6	R
Lantsch/Lenz	Dorfbrunnen	1997	1.4 ±0.5	R	Maienfeld	Hof	1998	1.7 ±0.7	R
Lantsch/Lenz	Golfplatz	1997	4.9 ±0.6	R	Maienfeld	Hof	2002	2.4 ±1.3	R
Lantsch/Lenz	Vasternos	1997	2.9 ±0.3	R	Maienfeld	Magutters	1998	6.5 ±1.0	R
Lantsch/Lenz	Ava Fraida	1997	3.7 ±0.2	R	Maienfeld	Magutters 4+5	2000	2.6 ±0.5	R
La Punt-Chamuesch					Maienfeld	Magutters 1D	2000	2.6 ±0.3	R
La Punt-Chamuesch	Funtauna Merla	1993	14.4 ±0.8	R	Maienfeld	Magutters	2002	2.6 ±1.1	R
La Punt-Chamuesch	La Punt	1994	17.4	E	Maienfeld	Ochsenberg/Kurve	2000	2.3 ±0.5	R
La Punt-Chamuesch	Albulastrasse	1994	4.8	E	Maienfeld	Hölzli	2000	3.5 ±0.4	R
La Punt-Chamuesch					Maienfeld	Poi	2002	0.5 ±0.2	R
La Punt-Chamuesch	Dorfbrunnen	1998	5.3 ±0.3	R	Maienfeld	Grundwasser 24a	2002	10.7 ±3.1	R
La Punt-Chamuesch	Alp Alesch	2002	1.3 ±0.7	R	Maienfeld	Grundwasser 25B	2002	12.1 ±0.4	R
Lavin	Macun	1995	12.1	E	Maienfeld	Grundwasser 26B	2002	12.3 ±1.3	R
Leggia	Monda	1995	25.4	E	Maienfeld	Grundwasser 29A	2002	7.4 ±2.3	R
Lohn	Waldweg	2002	2.3 ±0.9	R	Maienfeld	Grundwasser 29/IA	1998	10.9 ±1.6	R
Lohn	Dorfbrunnen	2002	2.4 ±1.0	R	Maienfeld	Grundwasser 30A	2002	10.5 ±2.0	R
Lostallo	Grundwasser 4	1996	66.2	E	Maienfeld	Grundwasser 30C/2	2002	9.4 ±0.6	R
Lostallo	Grundwasser 4	1999	87.0 ±3	R	Maienfeld	Grundwasser 31A	2002	7.4 ±0.9	R
Lostallo	Grundwasser 4	2001	62.6 ±4.7	R	Maienfeld	Grundwasser 31B	2002	15.5 ±1.4	R
Lostallo	Grundwasser 19	1996	18.8	E	Maladers	Bir Müli	2002	1.7 ±1.3	R
Lostallo	Grundwasser 19	1999	25.3 ±1.1	R	Maladers	Arwinis	2002	4.3 ±1.7	R
Lostallo	Grundwasser 51	1996	24.9	E	Maladers	Cholplatz	2002	1.1 ±0.4	R
Lostallo	Grundwasser 51	1999	28.6 ±0.6	R	Malans	Grundwasser 24B	1999	13.5 ±1.9	R
Lostallo	Grundwasser 51	2001	31.6 ±4.9	R	Malans	Grundwasser 24B	2002	9.8 ±1.4	R
Lostallo	Grundwasser 52	1996	50.4	E	Malans	Grundwasser 24D	2002	18.1 ±3.0	R
Lostallo	Grundwasser 52	1998	69.7 ±5.0	R	Malans	Grundwasser 24E	2002	15.4 ±4.0	R
Lostallo	Grundwasser 52	1999	59.0 ±1.3	R	Malans	Grundwasser 24/IA	1998	20.9 ±1.5	R
Lostallo	Grundwasser 53	1998	65.1	E	Malans	Grundwasser 24/IA	2002	16.8 ±1.5	R
Lostallo	Grundwasser 53	1999	97.0 ±5	R	Malix	Belvedra alte Quelle	1909	8.9	S
Lostallo	Grundwasser 53	2000	83.7 ±1.0	R	Malix	Belvedra neue Quelle	1909	10.8	S
Lostallo	Grundwasser 53	2001	108.0 ±7	R	Malix	Passugg-Theophil	1909	9.9	S
Lostallo	Grundwasser 54	1998	257.0 ±5	R	Malix	PassuggMittelbelvedra	1925	6.3	N
Lostallo	Grundwasser 54	1999	249.0 ±1	R	Malix	Laschier	1995	24.1	E
Lostallo	Grundwasser 54	2000	247.0 ±6	R	Malix	Glatten Böden	2001	5.2 ±0.5	R
Lostallo	Grundw. Rosera SE	1997	31.0 ±0.6	R	Malix	Rabiosabrücke	2002	0.9 ±0.3	R
Lostallo	Grundw. Rosera SW	1997	22.5 ±1.4	R	Marmorera	Pra Miez 1	1999	0.8 ±0.1	R
Lü	Trinkwasser Lüsai (2x)	1992	42.2 ±1.3	B	Marmorera	Pra Miez 2	1999	2.0 ±0.2	R
Lü	Trinkwasser Lüsai	1992	62.0 ±1.6	B	Marmorera	Pro Sot	1999	0.2 ±0.1	R
Lü	Lüsai	1992	112.1 ±2.4	B	Marmorera	Staudamm	1999	4.3 ±0.4	R
Lü	Trinkwasser Lü (2x)	1992	6.5 ±0.7	B	Masein	Dorfbrunnen	2001	3.4 ±0.2	R
Lü	Dorfbrunnen Lü	1992	6.9 ±0.7	B	Masein	Mülibach rechts	2001	3.3 ±0.2	R
Lü	Schulhaus	1992	19.8 ±1.0	B	Masein	Mülibach links	2001	3.5 ±0.1	R
Lüen	Galgenwald	1997	8.5 ±0.3	R	Mastrils	Wisstannenwald	1993	0.4	E
Lüen	Zamal	2000	9.5 ±0.6	R	Mastrils	Präschenal	1993	1.7	E
Lüen	Tschartschällis	2000	3.1 ±0.5	R	Mastrils	Spiger Weg	1993	0.4	E
Lüen	Ob Nos	2000	4.6 ±0.7	R	Mastrils	Spiger Weg	1998	2.9 ±0.4	R
Lüen	Under Tschartschällis	2000	3.6 ±0.7	R	Mastrils	Valsrank	1993	4.2	E
Lüen	Räckholderen	2000	13.5 ±1.0	R	Mastrils	Spritzbuche	1993	0.4	E
Lumbrein	Br. Prustg Daddens	2000	0.4 ±0.1	R	Mastrils	Allmend	1993	0.4	E
Lumbrein	Br. Prustg Dado	2000	1.9 ±0.2	R	Mastrils	Valzauda	1998	11.2 ±1.0	R
Lumbrein	Brunnen Silgin	2000	1.4 ±0.2	R	Mastrils	Grundwasser 3	2002	7.1 ±1.1	R
Lumbrein	Brunnen	2000	0.8 ±0.1	R	Mathon	Daluz 1	1996	12.3	E
Lumbrein	Brunnen Nussaus	2002	9.0 ±1.3	R					
Lüven	Dorfbrunnen	1998	3.6 ±0.8	R					
Luzern	Gadenstätt	1916	13.5	S					
Luzern	Brunnen Buchen	1997	4.8 ±1.1	R					
Luzern	Wätterlöcher	1998	6.5 ±1.0	R					
Luzern	Boden	1998	2.4 ±0.7	R					
Luzern	Alpanova	2000	4.9 ±0.3	R					
Luzern	Bova	2000	5.6 ±0.4	R					

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Mathon	Daluz 2	1996	8.2	E	Obersaxen	Bellaua 1	1997	61.7 ±2.0	R
Mathon	Palis	1996	7.0	E	Obersaxen	Brunnen Markal	1997	10.2 ±0.3	R
Medel (Lucmagn)	Dorfbrunnen				Obersaxen	Brunnen Chriegli	1998	55.9 ±2.8	R
	Curaglia	1996	9.3	E	Obersaxen	Brunnen Axastal	1998	37.2 ±1.5	R
Medel (Lucmagn)	Dorfbrunnen				Pagig	Bleis	1994	5.0	E
	Curaglia	1997	2.1 ±0.3	R	Pagig	Avaditsch	1994	10.5	E
Medel (Lucmagn)	Vergera	1996	34.7	E	Pagig	Goldgruoben	1994	2.9	E
Medel (Lucmagn)	Mutschnengia	1996	3.0	E	Pagig	Lages	1994	13.5	E
Medel (Lucmagn)	Mutschnengia	1997	3.3 ±0.3	R	Pagig	Tiejiser Waldji	1994	7.7	E
Medel (Lucmagn)	Soliva	1997	2.3 ±0.7	R	Pagig	Matroz	1994	3.1	E
Medel (Lucmagn)	Brunnen Drual	1997	5.2 ±0.4	R	Parpan	Parpaner Leitung	1925	4.9	N
Medel (Lucmagn)	Brunnen Fuorns	1997	2.5 ±0.4	R	Parpan	Parpaner Leitung	1925	5.2	N
Medel (Lucmagn)	Brunnen Baselgia	1998	3.3 ±0.6	R	Parpan	Parpaner Leitung	1925	5.3	N
Medels	Dorfbrunnen	1998	2.7 ±0.1	R	Parpan	Parpaner Leitung	1925	4.6	N
Medels	Luzis Höckli	2002	4.6 ±0.7	R	Parpan	Heimberg Äpliweg			
Mesocco	San Bernardino	1916	78.3	S			1994	6.1	E
Mesocco	San Bernardino	2001	32.1 ±1.9	R	Parpan	Heimberg P2	1994	5.7	E
Mesocco	San Bernardino	2002	32.3 ±2.6	R	Parpan	Grundwasser			
Mesocco	Br. San Bernardino	1996	2.2	E	Parpan	Gruoben	1994	29.5	E
Mesocco	Brunnen Cebbia	2001	7.2 ±1.3	R	Parpan	Hinterer Winkel	1995	70.0	E
Mesocco	Dorfbrunnen				Parpan	Müli-Winkel	1995	25.7	E
	Mesocco	1996	8.2	E	Parpan	Kutleta	1995	8.2	E
Mesocco	Ri de Confin	1994	144.2	E	Parpan	Geissboden	1995	366.5	E
Mesocco	Fopela	1994	25.1	E	Parpan	Geissboden	1995	51.1	E
Mesocco	Vignun	1995	8.2	E	Parpan	Geissboden	1995	35.7	E
Mesocco	Motela	1996	5.5	E	Parpan	Geissboden 2	1995	37.9	E
Mesocco	Foss N	1996	3.3	E	Parpan	Plantahof	1995	25.7	E
Mesocco	Foss S	1999	5.8	E	Parpan	Brunnen Plantahof	2001	9.4 ±1.0	R
Mesocco	Alp d'Arbeola	2000	22.8 ±1.5	R	Parpan	Brunnen Innerberg	2001	1.1 ±0.3	R
Mesocco	Val d'Anzon	2000	18.4 ±2.0	R					
Mesocco	Trescolmen	2000	28.9 ±2.2	R	Parpan	Stettli	1995	8.5	E
Mesocco	Corina	2000	17.6 ±1.6	R	Paspels	Almenser Tobel	1994	11.0	E
Mesocco	Cebbia	2001	2.2 ±0.6	R	Paspels	Grundwasser 9C	2001	21.0 ±1.1	R
Mesocco	Darba	2001	2.8 ±0.7	R	Paspels	Grundwasser			
Molinis	Ochsenalp	1997	23.1 ±1.2	R		10C	2001	28.8 ±1.0	R
Molinis	Ochsenalp unten	1997	8.7	E	Peist	Schützenhaus	1998	5.7 ±0.7	R
Molinis	Ochsenalp unten	1997	9.6 ±1.4	R	Peist	Alpweg	1998	18.4 ±1.4	R
Molinis	Stockläger	2000	3.3 ±0.7	R	Peist	Uf Prättsch	2000	6.5 ±0.5	R
Molinis	Rüfinal	1997	2.1	E	Peist	Ruebegg	2002	3.8 ±0.8	R
Molinis	Rüfinal	1997	3.3 ±0.4	R	Peist	Geisseggen	2002	2.6 ±0.7	R
Molinis	Quadra	2002	3.8 ±1.5	R	Pignia	Andeer/Pignia	1909	(6.9)	S
Molinis	Bim Gatter	2002	0.4 ±0.3	R	Pignia	Andeer/Pignia	1916	44.6	S
Mon	Sanagn	2000	3.9 ±0.2	R	Pignia	Andeer/Pignia	1992	5.4 ±0.6	B
Morissen	Dorfbrunnen	1999	3.1 ±0.5	R	Pignia	Brunnen Kirche	2002	1.1 ±0.4	R
Mulegns	Dorfbrunnen	1999	4.3 ±0.4	R	Pignia	Dorfbrunnen	2002	1.5 ±0.4	R
Müstair	Dorfbrunnen	1997	11.6 ±1.5	R	Pigniu	Dorfbrunnen	1998	1.8 ±0.4	R
Müstair	Grundwasser 1	1995	121.9	E	Pitasch	Dorfbrunnen	1999	0.8 ±0.1	R
Müstair	Grundwasser 1	1998	121.0 ±3	R	Pitasch	Uaul da Cavalera	1999	0.7 ±0.2	R
Müstair	Grundwasser 1	1999	89.0 ±2	R	Pitasch	Mulin da Pitasch	1999	5.4 ±0.5	R
Müstair	Grundwasser 1	2000	99.0 ±1	R	Pontresina	Sur ils Lejs	1999	53.6 ±1.4	R
Müstair	Grundwasser 2	2001	171.0 ±16	R	Pontresina	God Chapütschöl	2002	50.9 ±5.8	R
Müstair	Grundwasser 3	1995	137.2	E	Pontresina	Sur Semda	2002	76.6 ±4.0	R
Müstair	Grundwasser 5	1995	77.9	E	Pontresina	Choma	2002	17.0 ±1.5	R
Müstair	Grundwasser 5	2002	117.0 ±5	R	Pontresina	Röntgen-Denkmal	2002	8.1 ±1.2	R
Müstair	Grundwasser 6	1995	75.4	E					
Müstair	Grundwasser 7	1995	64.6	E	Portein	Porteiner Alp 4	1997	11.6 ±1.3	R
Müstair	Grundwasser 7	2001	106.0 ±3	R	Portein	Porteiner Alp 4	1997	8.5	E
Müstair	Grundwasser 7	2002	74.6 ±4.5	R	Portein	Zarnos	1998	15.1 ±2.0	R
Müstair	Grundwasser 8	1995	87.3	E	Portein	Portein 2	1998	7.6 ±0.9	R
Müstair	Grundwasser 8	1999	107.0 ±3	R	Portein	Portein 5	1998	12.7 ±2.0	R
Müstair	Grundwasser 8	2000	113.0 ±1	R	Portein	Salignas	1998	16.4 ±2.0	R
Mutten	Brunnen Obermütten	1998	7.4 ±1.9	R	Poschiavo	Trinkw. S.Carlo (5x)	1992	8.5 ±0.7	B
Mutten	Muttner Alp	1998	7.3 ±2.3	R	Poschiavo	Trinkw. S.Carlo (2x)	1992	12.8 ±0.8	B
Mutten	Brunnen Untermütten	2001	3.1 ±0.4	R	Poschiavo	Trinkw. Li Curt (2x)	1992	0.8 ±0.6	B
Mutten	Untermütten	2001	2.6 ±0.3	R					
Nufenen	Dorfbrunnen	2002	1.4 ±0.7	R	Poschiavo	Trinkw. Borgo (2x)	1992	0.9 ±0.6	B
Nufenen	Boden	2002	6.0 ±1.5	R					
Obersaxen	Meierhof	1997	28.5 ±1.4	R	Poschiavo	Pozzolascio	1999	21.6 ±1.5	R
Obersaxen	Brunnen St. Joseph	1997	18.3 ±1.1	R	Poschiavo	Brunnen			
Obersaxen	Brunnen St. Martin	1997	10.8 ±0.6	R	Poschiavo	Privilasco	1998	19.8 ±2.0	R
Obersaxen	Bellaua 2	1997	21.3 ±3.7	R	Poschiavo	Brunnen Borgo	1998	3.9 ±0.5	R
					Poschiavo	Brunnen Li Curt	1998	3.7 ±0.7	R
					Poschiavo	Prada	1998	73.1 ±2.8	R

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Poschiavo	Prada	1999	3.8 ±0.4	R	Rothenbrunnen	Fontana Rossa	2001	7.8 ±0.8	R
Poschiavo	Prada	1999	7.0	E	Rothenbrunnen	Dorfbrunnen	2001	2.9 ±0.2	R
Poschiavo	Prada Alto	1999	130.0 ±2	R	Rothenbrunnen	Bot Alv	2001	8.0 ±0.6	R
Poschiavo	Brunnen Cantone	1995	3.3	E	Rothenbrunnen	Grundwasser 13	2001	24.3 ±1.5	R
Poschiavo	Brunnen Miralago	1995	39.5	E	Roveredo	Giardinetto	1995	2.9	E
Poschiavo	Brunnen Le Prese	1995	7.8	E	Rueun	Plaun Grond	1994	24.7	E
Poschiavo	Pedemonte 1	2000	40.2 ±1.5	R	Rueun	Sareins	1995	106.0	E
Poschiavo	Pedemonte 2	1999	61.3 ±1.3	R	Rueun	Sareins Sut	1997	3.7 ±1.1	R
Poschiavo	Pedemonte 2	2000	54.3 ±2.3	R	Rueun	Chiglina	1997	174 ±7	R
Poschiavo	Pedemonte 2	2001	53.5 ±2.8	R	Rueun	Brunnen S. Clau	1995	59.9	E
Poschiavo	Sfazù	1999	5.5 ±0.5	R	Rueun	Dorfbrunnen	1997	70.0 ±3.9	R
Poschiavo	Permunt	1999	120.0 ±1	R	Rueun	Dorfbrunnen	1998	179 ±6	R
Poschiavo	L'Abrüsù	1999	26.2 ±1.2	R	Rueun	Dorfbrunnen	1998	139 ±3	R
Poschiavo	Alt-Prada	2000	104.0 ±3	R	Rueun	Dorfbrunnen	2000	35.9 ±1.7	R
Poschiavo	La Motta	2000	14.8 ±1.0	R	Rueun	Brunnen Dacla	1998	1.0 ±0.4	R
Poschiavo	Grundwasser 2	1995	43.7	E	Rueun	Grundwasser M	1996	72.7 ±3.2	R
Poschiavo	Grundwasser 7	1999	21.6 ±1.0	R	Rueun	Grundwasser M	2000	92.7 ±2.7	R
Poschiavo	Grundwasser 8	1995	29.2	E	Rueun	Grundwasser N	1996	40.0 ±2.2	R
Poschiavo	Grundwasser 9	1992	50.4 ±1.3	B	Rueun	Grundwasser N	2000	49.7 ±2.1	R
Poschiavo	Grundwasser 12	1992	35.5 ±1.2	B	Rueun	Grundwasser Q	2000	6.9 ±0.6	R
Poschiavo	Grundwasser 12	1995	39.5	E	Ruschein	Ruschein	1994	14.5	E
Poschiavo	Grundwasser 13	1995	47.1	E	Ruschein	Grotta	1994	21.8	E
Poschiavo	Grundwasser P1	1999	30.4 ±0.4	R	Ruschein	Uaul da Schnaus	1994	1.8	E
Poschiavo	Grundwasser P1	2000	39.4 ±1.6	R	Ruschein	Uaul da Schnaus	1996	5.4	E
Poschiavo	Grundwasser P1	2001	36.0 ±1.3	R	Ruschein	Dorfbrunnen	1996	4.7	E
Poschiavo	Grundwasser P2	1999	46.0 ±1.7	R	Ruschein	Dorfbrunnen	1998	4.5 ±0.8	R
Poschiavo	Grundwasser P2	2000	68.9 ±1.5	R	St. Antönien	Soppen	1997	1.8 ±0.6	R
Poschiavo	Grundwasser P2	2001	39.6 ±1.6	R	St. Ant. Ascharina	Bellawiese	2002	1.6 ±0.7	R
Poschiavo	Grundwasser P3	1999	130.0 ±3	R	St. Ant. Ascharina	Alpbach	2002	4.3 ±0.3	R
Poschiavo	Grundwasser P3	2000	145.1 ±4.6	R	Sta. Maria i.C.	Nadi	2001	2.2 ±0.9	R
Poschiavo	Grundwasser P3	2001	116.0 ±2	R	Sta. Maria V.M.	Grundwasser 11	1993	109.0 ±1.2	R
Praden	Joch	1998	19.2 ±2.2	R	Sta. Maria V.M.	Dorfbrunnen	1993	31.6 ±0.7	R
Praden	Sagentobel	2001	1.3 ±0.4	R	Sta. Maria V.M.	Dorfbrunnen	2001	75.1 ±5.5	R
Praden	Surwasser	2001	1.0 ±0.6	R	St. Martin	Gadenstatt	1999	0.6 ±0.1	R
Pratval	Grundwasser 5C	2001	16.4 ±1.0	R	St. Martin	Mariaga 1	1999	11.3 ±0.2	R
Pratval	Ried	2002	7.3 ±1.9	R	St. Martin	Mariaga 2	1999	9.5 ±0.8	R
Prüz	Barias	1995	3.5	E	St. Moritz	Surpunt	1887	20.5	S
Prüz	Baria dil Pusch	1995	8.5	E	St. Moritz	St. Moritz-Bad	1912	15.3	S
Prüz	Santagnóns	1997	15.6 ±1.5	R	St. Moritz	Paracelsus	1912	19.0	S
Prüz	Baria Sura	1997	9.7 ±1.8	R	St. Moritz	St. Moritz-Bad	1972	30.5	H
Prüz	Brunnen Dalin	2001	5.9 ±0.3	R	St. Moritz	St. Moritz-Bad	1992	20.0 ±0.9	B
Prüz	Raschlinas	2001	8.9 ±0.5	R	St. Moritz	Ova da Suvretta	2002	13.1 ±2.8	R
Ramosch	Lias-ch	1996	12.5	E	St. Peter	Brunnen Bahnhof	1997	1.8 ±0.5	R
Ramosch	Grundwasser 17	1999	29.8 ±2.0	R	St. Peter	Gontiaur	2002	2.6 ±0.7	R
Ramosch	God Chavradura	2000	2.3 ±0.2	R	St. Peter	Herti	2002	12.2 ±1.6	R
Rhätzüns	Rhätzüns	1916	12.2	S	San Vittore	Grundwasser 1	1996	48.8	E
Rhätzüns	Dorfbrunnen	1995	2.6	E	San Vittore	Grundwasser 2	1996	32.8	E
Rhätzüns	Obermühle	2001	2.5 ±0.3	R	San Vittore	Grundwasser 3	1996	40.1	E
Riein	Dorfbrunnen	1999	66.3 ±1.7	R	San Vittore	Guald	2002	12.0 ±2.1	R
Riein	Crap Pign	1999	39.4 ±0.9	R	Saas	Prepiantò alt	2002	6.9 ±1.4	R
Riein	Bual Weidetränke	2000	52.2 ±2.1	R	Saas	Albeina	1999	35.7 ±2.9	R
Riein	Bual Spalte	2000	55.7 ±1.3	R	Saas	Äpli	1999	98.0 ±2	R
Riein	Fitganellas	2000	10.9 ±0.6	R	Safien	Schlappiner Joch	1999	156.0 ±7	R
Riom-Parsonz	Radons	2000	11.2 ±0.4	R	Safien	Pürähütte	2000	1.1 ±0.3	R
Riom-Parsonz	Berghaus Radons	2000	9.6 ±0.7	R	Safien	Äpli Tomül	2000	5.5 ±0.8	R
Riom-Parsonz	Pro Barlegn	2001	14.4 ±0.7	R	Safien	Laubliger	2001	16.4 ±0.7	R
Riom-Parsonz	Plangs E	2002	7.7 ±2.2	R	Safien	Im Gufer	2001	2.3 ±0.5	R
Rodels	Grundwasser 8C	2001	18.0 ±1.1	R	Safien	Turrahus	2001	6.3 ±0.7	R
Rodels	Grundwasser 9B	2001	16.5 ±0.2	R	Safien	Egga	2001	3.8 ±0.6	R
Rodels	Nueins	2002	6.5 ±0.2	R	Safien	Tristel 2	2001	1.3 ±0.2	R
Rodels	Brunnen Unterdorf	2002	6.8 ±1.2	R	Safien	Tristel 3	2001	0.7 ±0.2	R
Rongellen	Unterrongellen-Trögli	2001	1.6 ±1.6	R	Safien	Bäch	2000	6.3 ±0.4	R
Rongellen	Aclatobel 1	2001	1.0 ±0.8	R	Safien	Bächer Tobel	2001	17.4 ±0.4	R
Rongellen	Aclatobel 2	2001	2.1 ±0.4	R	Safien	Bodagada	2001	6.6 ±1.0	R
Rossa	Santa Domenica	2002	3.1 ±0.6	R	Safien	Am Wald,			
Rossa	Ronch	2002	28.2 ±2.9	R	Safien	Inn. Camana	2000	3.9 ±0.5	R
Rossa	Augio Wäschhaus	2002	5.9 ±1.0	R	Safien	Püscha	2001	3.6 ±0.3	R
Rossa	Rossa 1	2002	3.1 ±0.7	R	Safien	Ausser Camana	2001	9.1 ±0.5	R
Rossa	Rossa 2	2002	3.4 ±0.7	R	Safien	Am Wald	2001	7.8 ±0.5	R
Rossa	La Fontana	2002	11.0 ±2.5	R	Safien	Mura 1	2001	7.7 ±0.4	R
Rothenbrunnen	Fontana Rossa	1909	10.9	S	Safien	Mura 2	2001	5.9 ±0.2	R
					Safien	Halde	2001	16.5 ±1.1	R
					Safien	Brunna	2001	7.5 ±0.3	R
					Safien	Bruschgalätsch	2000	1.9 ±0.4	R
					Safien	Brüch 0	2001	6.2 ±0.7	R
					Safien	Brüch 2	2001	4.3 ±0.2	R

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Safien	Brüch 6	2001	11.8 ±0.7	R	Scheid	Plazza	2001	6.9 ±0.2	R
Safien	Dorfbrunnen				Scheid	Alte Post	2001	6.7 ±0.4	R
	Platz	1995	4.8	E	Scheid	Brunnen Ober-			
Safien	Inner Zalön	1997	5.2 ±0.8	R		scheid	2001	12.2 ±0.6	R
Safien	Neuställi	2001	12.3 ±0.5	R	Scheid	Brunnen Unter-			
Safien	Halta	2001	9.2 ±0.8	R		scheid	2001	3.3 ±0.3	R
Safien	Treuschböden	2001	8.3 ±0.4	R	Schiers	Stels	1998	9.7 ±0.6	R
Safien	Rüegschboden	2001	8.3 ±0.4	R	Schiers	Grundwasser 52	1999	16.2 ±0.5	R
Safien	Bärenboden	2001	9.3 ±0.6	R	Schiers	Grundwasser 55	1999	27.6 ±0.1	R
Safien	Bleikta/Neukirch	1994	1.2	E	Schlans	Uaul sur Seivs	1994	101.4	E
Safien	Rüti	1995	11.0	E	Schlans	Muglin	1997	3.9 ±0.8	R
Sagogn	Pastiras	1999	3.5 ±0.5	R	Schlans	Cavilan	1997	10.0 ±1.2	R
Sagogn	Pigniel	1999	8.6 ±1.2	R	Schluein	Grundwasser 11	1998	23.7 ±0.5	R
Sagogn	Dorfbrunnen	1999	1.2 ±0.8	R	Schluein	Valwedra	1998	4.0 ±0.3	R
Sagogn	Dorfbrunnen	1999	2.1 ±0.3	R	Schluein	Buortga 1	1998	15.6 ±1.6	R
Salouf	Pitgogna	2002	30.5 ±4.8	R	Schluein	Buortga 2	1998	4.6 ±0.2	R
Salouf	Furcla	2002	5.1 ±1.7	R	Schluein	Brunnen Plaz	1998	4.3 ±0.6	R
Salouf	Munter	2002	6.5 ±1.9	R	Schluein	Brunnen Quadras	1999	0.6 ±0.1	R
Samedan	Roseg	1994	8.9	E	Schmitten	Dorfbrunnen	2002	6.0 ±1.1	R
Samedan	Plaun God	1995	78.8	E	Schnaus	Brunnen Kirche	1998	4.2 ±0.8	R
Samedan	Dorfbrunnen	1995	4.6	E	Schnaus	Br. Gemeinde-			
Samedan	Sur Plaun God	2002	18.1 ±2.8	R		haus	1998	8.0 ±0.8	R
Samedan	God da Bever	2002	8.1 ±2.7	R	Schnaus	Brunnen Mühle	1999	12.5 ±0.8	R
Samedan	Ils Sagls	2002	0.7 ±0.6	R	Scuol	Vih	1970	10.8	R
Samedan	Val Muragl	2002	9.8 ±1.5	R	Scuol	Sotsass	1970	13.5	S
Samnaun	Grundw. Ra-				Scuol	Sotsass	2002	4.5 ±1.3	R
	vaisch	1995	2.9	E	Scuol	Chialzina	1993	10.6 ±0.5	B
Samnaun	Schergenbach	2002	0.2 ±0.18	R	Scuol	Lischana	1993	1.3 ±0.3	B
Samnaun	Cundeas 1	2002	9.0 ±1.4	R	Scuol	Lischana	1998	2.5 ±0.2	R
Samnaun	Cundeas 2	2001	12.0 ±1.4	R	Scuol	Era Champatsch	2000	3.3 ±0.3	R
Samnaun	Cundeas 2	2002	10.1 ±1.5	R	Scuol	Fuorcla Cham-			
Samnaun	Foppazin 13	2001	2.6 ±1.2	R		patsch	2002	0.7 ±0.5	R
Samnaun	Tschischanader 1	2002	1.9 ±0.5	R	Scuol	Rablönch	2002	11.8 ±2.2	R
Samnaun	Tschischanader 2	2002	4.2 ±0.7	R	Scuol	Funtana da			
Samnaun	Surplatta	2002	4.3 ±0.7	R		Scharl	2002	12.6 ±1.0	R
Samnaun	Planer Pflanzgar-				Scuol	God Tamangur	2002	34.7 ±1.3	R
	ten	1995	3.6	E	Scuol	Tamangur Dado-			
Samnaun	Jazun 0	1995	0.0	E		ra	2002	9.7 ±1.4	R
Samnaun	Jazun 0	1995	1.3	E	Scuol	Grundwasser			
Samnaun	Jazun 1	1996	10.1	E		12/3	1998	26.8 ±0.8	R
Samnaun	Jazun 1	1996	3.8 ±1.5	R	Scuol	Grundwasser			
Samnaun	Jazun 1	1996	6.5	R		12/3	2000	27.1 ±1.1	R
Samnaun	Jazun 2	1996	8.3	E	Seewis i.P.	Zur Mur	1999	2.8 ±0.4	R
Samnaun	Jazun 2	1996	4.3 ±1.8	R	Seewis i.P.	Fadära	1999	1.0 ±0.2	R
Samnaun	Jazun 4	1997	1.0 ±0.3	R	Seewis i.P.	Grundwasser 67	1995	8.8	E
Samnaun	Jazun 5	1997	3.4 ±0.4	R	Selma	Dorfbrunnen	1998	5.8 ±0.6	R
Samnaun	Jazun 5	1997	3.4 ±0.9	R	Sent	Val Sinestra			
Samnaun	Jazun 5	1997	5.0 ±0.7	R		Thomas	1916	8.1	S
Samnaun	Jazun 5	1997	1.3 ±0.4	R	Sent	Val Sinestra			
Samnaun	Jazun 6	1997	3.2 ±1.1	R		Conradin	1916	8.1	S
Samnaun	Jazun 6	1997	2.4 ±0.5	R	Sent	Val Sinestra			
Samnaun	Jazun 7	1997	4.3 ±1.0	R		Johannes	1916	6.8	S
Samnaun	Jazun 7	1997	0.7 ±0.3	R	Sent	Val Sinestra Ul-			
Sarn	Parkplatz	1997	18.6 ±1.2	R		rich	1916	12.2	S
Sarn	Parkplatz	1997	18.6	R	Sent	Val Sinestra Ul-			
Sarn	Sarner Alp 1	1997	23.1 ±2.5	R		rica	1916	13.5	S
Sarn	Sarner Alp 2	1997	33.7 ±0.9	R	Sent	Val Sinestra alte			
Sarn	Porteiner Alp 3	1997	13.3 ±1.2	R		Q.	1916	8.1	S
Sarn	Parsiras 5a	1997	11.1 ±1.0	R	Sent	Val Sinestra:			
Sarn	Parsiras 6	1997	11.1 ±1.5	R		Ulrich	1925	8.0	N
Sarn	Combras 7	1997	13.7 ±0.6	R	Sent	Val Sinestra:			
Savognin	Plang Begls	1994	0.0	E		Eduard	1925	8.3	N
Savognin	Glüung	2001	9.1 ±0.3	R	Sent	Val Sinestra:			
Says	Grosstobel	1993	3.0 ±0.4	R		Badw.	1925	7.9	N
Says	Zanutsch 1.1	1993	1.3 ±0.4	R	Sent	Val Sinestra	2002	2.2 ±0.5	R
Says	Zanutsch 5+8.1	1993	0.8 ±0.4	R	Sent	Stron	1925	3.5	N
Says	Chremeri	1993	1.6 ±0.4	R	Sent	Trinkwasser	1925	4.9	N
Says	Chremeriböden 2	1993	5.2 ±0.5	R	Sent	Brunnen Crusch	1996	1.3 ±0.3	R
Says	Chremeriböden				Sent	Brunnen Sent	1996	14.4 ±1.2	R
	5+7	1993	7.0 ±0.5	R	Sent	Las Ischlas	1998	17.0 ±0.8	R
Says	Leggplatten	1993	1.2 ±0.4	R	Sent	Las Ischlas	1999	23.7 ±0.4	R
S-chanf	Dorfbrunnen	1995	11.8	E	Sent	Tiral	2000	1.6 ±0.3	R
S-chanf	Murtel Tagliöl	1997	37.0 ±1.6	R	Sent	Tiral	2002	6.9 ±0.6	R
Scharans	Fontaniblas	2002	3.1 ±0.7	R	Sevgein	Curschetta	1999	19.6 ±1.3	R
Scharans	Cadafet	2002	5.4 ±1.9	R	Sevgein	Dorfbrunnen	1999	3.4 ±0.4	R
Scharans	Halda	2002	10.0 ±1.2	R	Siat	Uaul Cavriu	1996	85.5	E

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Siat	Ils Fopps 1	1996	198.5	E	Suraua	Dorfbrunnen Sur-			
Siat	Ils Fopps 2	1996	7.2	E		casti	2000	2.0 ±0.3	R
Siat	Uaul Cavriu 2	1996	30.0	E	Suraua	Sogn Luregn	1999	28.3 ±1.1	R
Siat	Uaul Cavriu 3	1996	16.8	E	Suraua	Camuns	1999	3.4 ±0.5	R
Siat	Termun	1999	61.7 ±1.1	R	Suraua	Brunnen Runs	1999	1.3 ±0.3	R
Siat	Uaul Cavriu 4	1999	8.6 ±0.9	R	Suraua	Brunnen Uors	2000	4.2 ±0.3	R
Siat	Dorfbrunnnen	1999	25.0 ±1.0	R	Suraua	Sum Fistatg	2000	5.9 ±1.3	R
Sils i.D.	Carschenna un-				Suraua	Arlion	2000	1.8 ±0.7	R
	ten	1998	10.2 ±1.0	R	Suraua	Brunnen Ters-			
Sils i.D.	Carschenna oben	1998	13.2 ±0.5	R		naus	2001	1.9 ±0.3	R
Sils i.D.	Grundwasser 1B	2001	44.2 ±1.8	R	Suraua	Cugns	2001	0.8 ±0.3	R
Sils i.D.	Grundwasser 2B	1998	22.4 ±3.5	R	Suraua	Trestel	2001	4.1 ±0.4	R
Sils i.D.	Grundwasser 2B	2001	16.7 ±0.4	R	Surava	Surava	1994	18.3	E
Sils i.D.	Brunnen Campi	2002	0.5 ±0.4	R	Surava	Ava Forta	1994	25.0	E
Sils i.D.	Quelle Dorf	2002	2.3 ±0.5	R	Surcuolm	Brunnen Cavegn			
Sils i.E./Segl	Dorfbrunnen	1998	14.0 ±1.5	R		1	1998	4.6 ±0.7	R
Sils i.E./Segl	Fiuors	1999	60.8 ±3.0	R	Surcuolm	Brunnen Cavegn			
Sils i.E./Segl	Plaun da Lej	1999	38.5 ±1.9	R		2	1998	1.4 ±0.3	R
Silvaplana	Surlej	1873	20.1	S	Surcuolm	Sansandrisch	2002	0.8 ±0.2	R
Silvaplana	Crap Alv	1994	6.3	E	Surcuolm	Dorfbrunnen	2002	5.1 ±0.5	R
Silvaplana	Grundwasser				Susch	Röven 1	1996	66.3	E
	Surlej	1997	30.4 ±1.6	R	Susch	Röven 2	1996	60.1	E
Silvaplana	Wegerhaus	2002	22.5 ±0.8	R	Susch	Dorfbrunnen	1996	4.9 ±0.9	R
Silvaplana	Dschember	2002	20.0 ±1.7	R	Susch	Radönt	1999	34.7 ±1.0	R
Soazza	Dorfbrunnen	1996	73.9	E	Susch	Sagliains	2000	3.7 ±0.3	R
Soazza	Portueira	1996	12.7	E	Susch	Trinkwasser (5x)	1992	6.2 ±0.6	B
Soglio	Brunnen				Tamins	Dorfbrunnen	1998	7.3 ±0.9	R
	Sottoponte	1999	9.3 ±0.7	R	Tamins	Ried 1	2000	5.6 ±0.3	R
Soglio	Dorfbrunnen	2002	11.1 ±1.8	R	Tamins	Ried 2	2000	3.5 ±0.1	R
Soglio	Soglio 1	2002	1.2 ±0.7	R	Tamins	Grundwasser 0A	1999	14.8 ±0.9	R
Soglio	Soglio 2	2002	0.6 ±0.4	R	Tamins	Grundwasser 0A	2000	11.6 ±0.4	R
Splügen	Grossboden	1994	40.8	E	Tamins	Grundwasser 0A	2002	32.9 ±1.8	R
Splügen	Splügenberg	1994	34.3	E	Tarasp	Luzius	1970	13.5	S
Splügen	Scabürwald	1995	2.4	E	Tarasp	Emerita	1970	12.2	S
Splügen	Dorfbrunnen	1995	9.0	E	Tarasp	Bonifazius	1970	2.7	S
Stampa	Bosch da Cavril	1996	21.0	E	Tarasp	Carola	1973	14.9	S
Stampa	Kulm	1998	30.5 ±2.7	R	Tarasp	Alp Plavna	2001	1.2 ±0.3	R
Stampa	Cranch da Sett	1999	4.3 ±0.5	R	Tarasp	Aua da Plavna	2001	10.9 ±1.3	R
Stampa	Pass Lunghin	2002	4.1 ±1.3	R	Tartar	Montanus	1997	16.5 ±1.7	R
Stampa	Lägh dal Lunghin	2002	0.9 ±0.4	R	Tartar	Dorfbrunnen	1997	5.5 ±1.5	R
Stampa	Bosch da				Tartar	Brunnen Kirche	2001	12.9 ±0.6	R
	Durbegia	2002	1.3 ±0.3	R	Tartar	Quelle Tartar	2001	12.0 ±0.4	R
Stampa	Caccior	2002	13.9 ±1.0	R	Tenna	Höhturra	1994	5.8	E
Stampa	Brunnen				Tenna	Trinkwasser	2000	2.6 ±0.2	R
	Borgonovo	2002	7.6 ±0.8	R	Tenna	Tenna 1	2000	1.4 ±0.2	R
Stampa	Plan Canin	2002	1.4 ±0.7	R	Tenna	Usserbärg	2000	6.6 ±0.6	R
Stampa	Bosch da la				Tenna	Mitti	2000	3.0 ±0.1	R
	Furcella	2002	13.0 ±3.3	R	Tenna	Brennli	2001	5.1 ±0.5	R
Stierva	Curegnas	2000	3.9 ±0.4	R	Tenna	Gadastatt	2001	14.3 ±1.7	R
Sufers	Dorfbrunnen	1995	4.1	E	Thusis	Dorfbrunnen	2001	4.2 ±0.4	R
Sufers	Usser Schmelzi	2002	11.7 ±2.2	R	Tiefencastel	Tiefencastel	1878	36.2	S
Sufers	Usser Schmelzi	2002	16.7 ±1.6	R	Tiefencastel	Trinkwasser	1998	1.9 ±0.6	R
Sufers	Traversa	2002	9.2 ±0.9	R	Tiefencastel	Tgavrouls	1999	4.0 ±0.2	R
Sufers	Hinterrhein	2002	1.5 ±0.7	R	Tiefencastel	Crap Ses	2001	2.4	R
Sumvitg	Clavadi	1916	13.5	S	Tinizong-Rona	Balzer links	1995	2.1	E
Sumvitg	Tödiquelle	1916	85.1	S	Tinizong-Rona	Balzer links	1995	4.2	E
Sumvitg	Tenigerbad	1907	30.0	S	Tinizong-Rona	Balzer rechts	1995	3.4	E
Sumvitg	Tenigerb. Wald-				Tinizong-Rona	Balzer rechts	1995	5.6	E
	häuser	1907	27.7	S	Tinizong-Rona	Plaz	1995	3.1	E
Sumvitg	Tenigerbad	1993	9.2 ±1.1	B	Tinizong-Rona	Plaz	1995	6.7	E
Sumvitg	Palius/Laus	1993	19.4	E	Tinizong-Rona	Ava Salva Süd	1995	1.5	E
Sumvitg	Brunnen Rabius	1997	58.0 ±1.8	R	Tinizong-Rona	Ava Salva Nord	1995	0.6	E
Sumvitg	Brunnen S. Be-				Tinizong-Rona	Palecs	1995	18.7	E
	nedetg	1997	12.4 ±1.6	R	Tinizong-Rona	Tinizong	2001	14.0 ±1.7	R
Sumvitg	Canariel	1997	2.3 ±1.0	R	Tinizong-Rona	Sot Sarons	2001	2.6 ±0.6	R
Sur	Dorfbrunnen	1996	6.2 ±0.6	R	Trans	Caltgera	1994	0.0	E
Sur	Paleis	1996	8.4 ±0.9	R	Trans	Pala Beala	1994	7.3	E
Sur	Spliatsch	2002	2.0 ±0.1	R	Trans	Summa Plazza	1994	9.2	E
Suraua	Peiden-Luzius	1894	33.5	S	Trans	Plattas	1994	0.9	E
Suraua	Peiden-				Trans	Nurseala	1994	1.0	E
	Badequelle	1906	8.0	S	Trans	Bles Aulta	1994	0.0	E
Suraua	Peiden-				Trans	Pro dil Begl	1994	17.3	E
	Frauenquelle	1906	8.5	S	Trans	Brunnen Acla	2001	26.9 ±0.6	R
Suraua	Surcasti S	1999	45.4 ±3.1	R	Trans	Meunt	2001	12.5 ±0.5	R
Suraua	Dorfbrunnen				Trimmis	Grundwasser			
	Surcasti	1999	0.7 ±0.2	R		15A	2002	10.8 ±1.0	R

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn		Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Trimmis	Grundwasser				Urmein	Dorfbrunnen	2000	8.5 ±0.7	R
	15C	2002	8.5 ±0.9	R	Urmein	Urmein	2000	4.3 ±0.4	R
Trimmis	Grundwasser				Valchava	Chaunt	1997	(543) ±19	R
	16B	2002	10.2 ±1.2	R	Valchava	Chaunt	1997	595 ±13	R
Trimmis	Grundwasser				Valchava	Chaunt	1997	664 ±19	R
	16C	2002	11.6 ±1.5	R	Valchava	Chaunt	1997	741 ±16	R
Trimmis	Grundwasser				Valchava	Chaunt	1997	614 ±16	R
	17B	1995	12.7	E	Valchava	Chaunt	1997	710 ±22	R
Trimmis	Grundwasser				Valchava	Chaunt	1997	741 ±16	R
	17B	2002	9.1 ±0.6	R	Valchava	Chaunt	2000	652 ±6	R
Trin	Felsbach	1997	0.7 ±0.4	R	Valchava	Chaunt 2	2000	7.7 ±0.7	R
Trin	Dorfbrunnen	2000	10.1 ±0.4	R	Valendas	Dorfbrunnen	1998	5.4 ±0.7	R
Trin	Brunnen Mulin	2000	1.1 ±0.3	R	Valendas	Dutjer Strasse	1998	6.9 ±0.8	R
Trun	Brunnen				Valendas	Ober Dutjen:			
	Cartatscha	1997	18.0 ±1.2	R		Trinkw.	1998	3.8 ±1.0	R
Trun	Runget	1997	2.6 ±0.7	R	Valendas	Ober Dutjen:			
Trun	Crusch	1997	56.9 ±5.3	R		Brunnen	1998	31.2 ±1.8	R
Trun	Nossad. dalla				Vals	Mineralquelle	1899	8.1	S
	glisch	1997	1.2 ±0.3	R	Vals	St. Petersquelle	1973	12.0	H
Trun	Brunnen				Vals	Treua	1999	1.5 ±0.3	R
	Campliun	1997	23.3 ±2.1	R	Vals	Dorfbrunnen	1999	23.4 ±0.6	R
Trun	Brunnen Vricla	1997	5.3 ±1.2	R	Vals	Tomül 1	2000	0.5 ±0.3	R
Trun	Brunnen Trun	1997	5.0 ±0.9	R	Vals	Teuftobel	2000	31.1 ±0.9	R
Tschappina	Glaspas	2001	5.9 ±0.3	R	Vals	Walletsch-			
Tschappina	Inner Glas	2001	0.7 ±0.1	R		Stockberge	2000	55.4 ±1.3	R
Tschierschen	Urdensee	1999	10.6 ±0.6	R	Vals	Zervreilasee	2002	10.5 ±2.1	R
Tschierschen	Oberdorf	2001	6.2 ±0.8	R	Vals	Lampertsch Alp	2002	18.8 ±1.1	R
Tschierschen	Brunnen Runcs	2001	17.0 ±3.2	R	Vals	Zervreila	2002	1.0 ±0.7	R
Tschieriv	Rombachquelle	1993	8.7 ±0.5	R	Valzeina	Eggen	2002	5.4 ±0.7	R
Tschieriv	Muglin 1	1997	11.7 ±1.2	R	Vaz/Obervaz	Solis	1878	110.0	S
Tschieriv	Muglin 2	1997	7.4 ±1.1	R	Vaz/Obervaz	Heimberg 1	1994	7.4	E
Tschieriv	Buffalora	2002	15.7 ±3.1	R	Vaz/Obervaz	Heimberg 4	1994	6.3	E
Tschieriv	Alp Buffalora	2002	9.8 ±1.5	R	Vaz/Obervaz	Valbella	1995	26.9	E
Tschlin	Val Funtana				Vaz/Obervaz	EWS Lenzerhei-			
	Dadora	1994	0.5	E		de	1995	1.0	E
Tschlin	Brunnen Strada	1996	2.5 ±0.6	R	Vaz/Obervaz	Val Schameala	2001	12.7 ±2.3	R
Tschlin	Brunnen San Nic-				Vaz/Obervaz	Nivagl rechts	2002	14.4 ±1.9	R
	là	1998	2.3 ±0.6	R	Vella	Brunnen Cador-			
Tschlin	Grundwasser 1	1996	4.9	E		cat	2000	3.4 ±0.4	R
Tschlin	Grundwasser 2	1995	74.3	E	Vella	Dorfbrunnen	2000	6.8 ±0.1	R
Tschlin	Grundwasser 2	1996	4.2	E	Verdabbio	Valletta	1994	2.9	E
Tschlin	Grundwasser 2	1999	4.4 ±0.7	R	Versam	Reservoir Arezen	1998	1.9 ±0.4	R
Tschlin	Grundwasser 2	2000	4.5 ±0.3	R	Versam	Alt. Schulhaus			
Tschlin	Grundwasser 4	1995	36.9	E		Arezen	1998	16.1 ±2.0	R
Tschlin	Grundwasser 4	1996	13.9	E	Versam	Dorfbrunnen Ver-			
Tschlin	Grundwasser 4	1999	6.5 ±0.4	R		sam	1998	2.3 ±0.8	R
Tschlin	Grundwasser 4	2000	10.1 ±0.6	R	Versam	Arezen-Foppa	1998	15.2 ±2.2	R
Tujetsch	Bach Bugnei	1993	0.5 ±0.5	R	Versam	Dorfbrunnen Ver-			
Tujetsch	Brunnen Dieni	1996	1.6 ±0.4	R		sam	1998	9.4 ±1.1	R
Tujetsch	Brunnen Foppas	1998	9.5 ±0.8	R	Versam	Br. Sculms-			
Tujetsch	Brunnen Cavor-					Vorderhof	1999	1.2 ±0.5	R
	gia	1998	3.3 ±0.4	R	Versam	Br. Sculms-			
Tujetsch	Brunnen Cami-					Schulhaus	1999	5.2 ±0.5	R
	scholas	1998	7.8 ±1.7	R	Versam	Br. Sculms-			
Tujetsch	Brunnen Rueras	1998	9.4 ±1.2	R		Mittelhof	1999	5.7 ±1.2	R
Tujetsch	Brunnen Sedrun	1993	33.9 ±1.6	R	Vicosoprano	Plan dal Mot 1	1996	34.3	E
Tujetsch	Bohrung NEAT	1994	17.2	E	Vicosoprano	Plan dal Mot 2	1996	23.7	E
Tujetsch	Alp Tiarms	1994	14.7	E	Vicosoprano	Sponda	1996	39.3	E
Tujetsch	Lais da Maighels	1996	21.9	E	Vicosoprano	Ca d' Faret	1996	10.3	E
Tujetsch	Tschamut 1	1996	32.3 ±1.5	R	Vicosoprano	Dorfbrunnen Ca-			
Tujetsch	Tschamut 2	1996	1.0 ±0.3	R		saccia	1996	21.9	E
Tujetsch	NEAT Schacht-				Vicosoprano	Lavignetta	1996	81.3	E
	kopf	2000	34.8 ±0.9	R	Vicosoprano	Lavignetta	1999	71.7 ±5.2	R
Tujetsch	NEAT Stollen	2000	8.3 ±0.6	R	Vicosoprano	Lavignetta	1999	63.9 ±1.3	R
Tumegl/Tomils	Tomilser Tobel	1906	4.7	S	Vicosoprano	Lavignetta	1999	50.0 ±1.2	R
Tumegl/Tomils	Sur Mos	1994	6.5	E	Vicosoprano	Sponda	1999	39.5 ±2.3	R
Tumegl/Tomils	Rofna 1	2001	8.6 ±0.4	R	Vicosoprano	Sponda	1999	44.4 ±0.6	R
Tumegl/Tomils	Rofna 2	2001	1.9 ±0.2	R	Vicosoprano	Fopet	1999	49.8 ±3.6	R
Untervaz	Grundwasser 20?	1994	114.0	E	Vicosoprano	Fopet	1999	30.0 ±1.7	R
Untervaz	Grundwasser				Vicosoprano	Löbbia	1996	8.8	E
	20B	1999	12.6 ±1.0	R	Vicosoprano	Ravia	2002	0.3 ±0.3	R
Untervaz	Grundwasser 205	1999	18.7 ±2.3	R	Vignogn	Dorfbrunnen	2000	2.4 ±0.3	R
Untervaz	Grundwasser				Vrin	Brunnen Sogn			
	20/IA	2002	12.1 ±0.7	R		Giusep	1999	30.4 ±0.7	R
Untervaz	Grundwasser				Vrin	Brunnen Cons	1999	8.1 ±0.5	R
	20/IB	2002	12.6 ±0.9	R	Vrin	Brunnen Vrin	1999	0.7 ±0.2	R

Gemeinde	Probe	Jahr	²²² Rn	
Vrin	Weidebr. Puz- zatsch	2002	15,5 ±1.1	R
Waltensburg/Vuorz	Dorfbrunnen	1997	26.3 ±1.1	R
Waltensburg/Vuorz	Grundwasser 3	2002	20.7 ±1.6	R
Waltensburg/Vuorz	Grundwasser 4	1998	31.8 ±2.1	R
Wiesen	Wiesner Alp	1998	17.7 ±1.1	R
Wiesen	Chalten Brunnen 1	1998	9.2 ±0.7	R
Wiesen	Chalten Brunnen 2	1998	29.5 ±1.7	R
Zernez	Dorfbrunnen	1997	12.7 ±1.5	R
Zernez	Brail Brunnen	1999	5.4 ±0.4	R
Zernez	Val da Barcli	2001	206.0 ±11	R
Zernez	Bügliets	2002	19.0 ±1.9	R
Zernez	Laviner Lad	2002	10.6 ±1.9	R
Zernez	Alp la Schera	2002	27.9 ±4.9	R
Zillis-Reischen	Ava Forta	2002	4.8 ±0.8	R
Zillis-Reischen	Brunnen Hasen- stein	2002	2.9 ±0.5	R
Zizers	Grundwasser 21D	1995	14.5	E
Zizers	Grundwasser 21D	1998	16.7 ±2.1	R
Zizers	Grundwasser 21D	2001	16.0 ±0.4	R
Zizers	Grundwasser 21/IC	1998	12.7 ±0.9	R
Zizers	Grundwasser 21/IC	1998	17.5 ±0.9	R
Zizers	Grundwasser 21/IC	1998	14.7 ±1.6	R
Zizers	Grundwasser 21/IC	2001	17.3 ±0.8	R
Zizers	Grundwasser 22B	1999	31.1 ±1.5	R
Zizers	Grundwasser 22B	2000	14.1 ±0.6	R
Zizers	Grundwasser 22F	1999	20.0 ±2.5	R
Zizers	Grundwasser 22F	2000	12.9 ±0.4	R
Zizers	Grundwasser 23A	1995	8.8	E
Zizers	Grundwasser 23A	2001	11.5 ±0.4	R
Zizers	Grundwasser 23B	1998	16.7 ±3.3	R
Zizers	Grundwasser 23B	2001	12.1 ±0.6	R
Zizers	Grundwasser 23/IA	2001	13.0 ±1.2	R
Zuoz	Val d'Urezza	1909	12.6	S
Zuoz	Bos-chetta	1999	3.7 ±0.3	R
Zuoz	God Averts	2000	9.4 ±0.9	R
Zuoz	Nüd N	2000	35.5 ±1.0	R
Zuoz	Nüd S	2000	23.1 ±0.7	R
Zuoz	Val Arpiglia	2000	24.4 ±1.3	R
Zuoz	Golfplatz	2000	25.8 ±0.9	R