

Die Pegelbeobachtung in Südtirol

L'osservazione idrometrica in Alto Adige





Geschichtliches Cenni storici

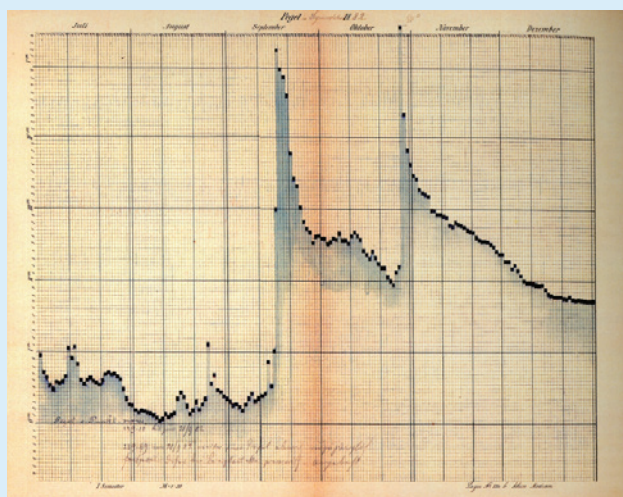
Am 14. Oktober 1893 wurde nach längeren Vorbereitungen in Wien das **K.K. Hydrographische Central Bureau** errichtet. Aufgabe war die Sammlung und systematische Auswertung der Wasserstände der wichtigsten Gewässer.

Zugleich sollten die Ursachen der Schwankungen der Wasserstände ermittelt werden. Dazu wurden Niederschlags- und Temperaturdaten erhoben. Im Jahrbuch 1893 scheinen 27 Pegel- und 21 Wetterstationen für das südliche Tirol auf. An der Etsch von Meran bis Salurn waren bereits 11 Pegelstellen in Betrieb.

Nach dem 1. Weltkrieg kam Südtirol an das Königreich Italien. Die hydrographischen Zuständigkeiten übernahm das **Wassermagistrat Venedig**. Im Jahrbuch 1923 scheinen in Südtirol 26 Pegelstellen und 85 Wetterstationen auf.

Mit Landesgesetz Nr. 18 vom 26. Mai 1976 wurde das **Hydrographische Amt der autonomen Provinz Bozen** eingerichtet und seitdem hat dieses die Aufgabe alle hydrographischen und meteorologischen Beobachtungen an Wasserläufen, Gletschern und schneebedeckten Flächen in Südtirol zu koordinieren.

Das Pegelmessnetz besteht heute aus 46 Pegelstationen, die, je nach Wichtigkeit, 3 Kategorien (A, B, C) zugeordnet sind.



Schon im Herbst 1882 registrierte ein Schreibpegel in Sigmondskron das katastrophale Hochwasser an der Etsch.

Già nell'autunno 1882 un idrometrografo posto a Ponte Adige registrò la piena catastrofica dell'Adige.

Dopo lunga attività preparatoria, il 14 ottobre 1893 fu inaugurato a Vienna l'**Ufficio idrografico centrale** con il compito di misurare, archiviare ed analizzare i livelli dei principali corsi d'acqua dell'impero austro-ungarico.

Per stabilire le cause delle variazioni di portata vennero da subito rilevate anche le precipitazioni e le temperature. Nella sezione del Tirolo del sud dell'Annale del 1893 figurano 27 stazioni idrometriche e 21 stazioni meteorologiche. Sull'Adige tra Merano e Salorno erano in servizio 11 idometri.

Dopo la Prima Guerra Mondiale con l'annessione del Sudtirolo al Regno d'Italia, le competenze in materia di idrografia per tale territorio sono passate al **Magistrato alle acque di Venezia**. Nell'Annale 1923 in Alto Adige risultano 26 stazioni idrometriche ed 85 stazioni meteorologiche.

Con legge provinciale n. 18 del 26 maggio 1976 è stato istituito l'**Ufficio idrografico della Provincia autonoma di Bolzano** e da tale momento è questo l'ente competente in Alto Adige per la raccolta ed il coordinamento di tutte le osservazioni idrografiche, meteorologiche ed inerenti ai ghiacciai ed al manto nevoso.

La rete di monitoraggio idrometrico consta attualmente di 46 stazioni di misura suddivise in tre categorie (A, B, C), a seconda della loro importanza.



Das um ca. 1930 abgebildete Foto zeigt eine Abflussmessung an der Etsch in Töll.

La fotografia risalente al 1930 circa documenta una misura di portata sull'Adige a Tel.

Pegelstationen

Stazioni idrometriche



Auch in Südtirol werden die Wasserstände und Abflüsse an repräsentativen Stellen des Gewässernetzes beobachtet. An diesen markanten Stellen betreibt das Hydrografische Amt sogenannte Pegelstationen. Die gemessenen und beobachteten Daten sind wichtig für Entscheidungen im Falle eines Hochwassers und für eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Raumplanung.

Il monitoraggio dei livelli e delle portate dei corsi d'acqua avviene, anche in Alto Adige, in punti rappresentativi del reticolo idrografico. In tali posizioni l'Ufficio idrografico installa e gestisce le cosiddette stazioni idrometriche. I dati così rilevati e calcolati sono di utilità fondamentale per la gestione delle emergenze idrogeologiche e per la pianificazione sostenibile delle risorse idriche e del territorio.

Messeinrichtungen

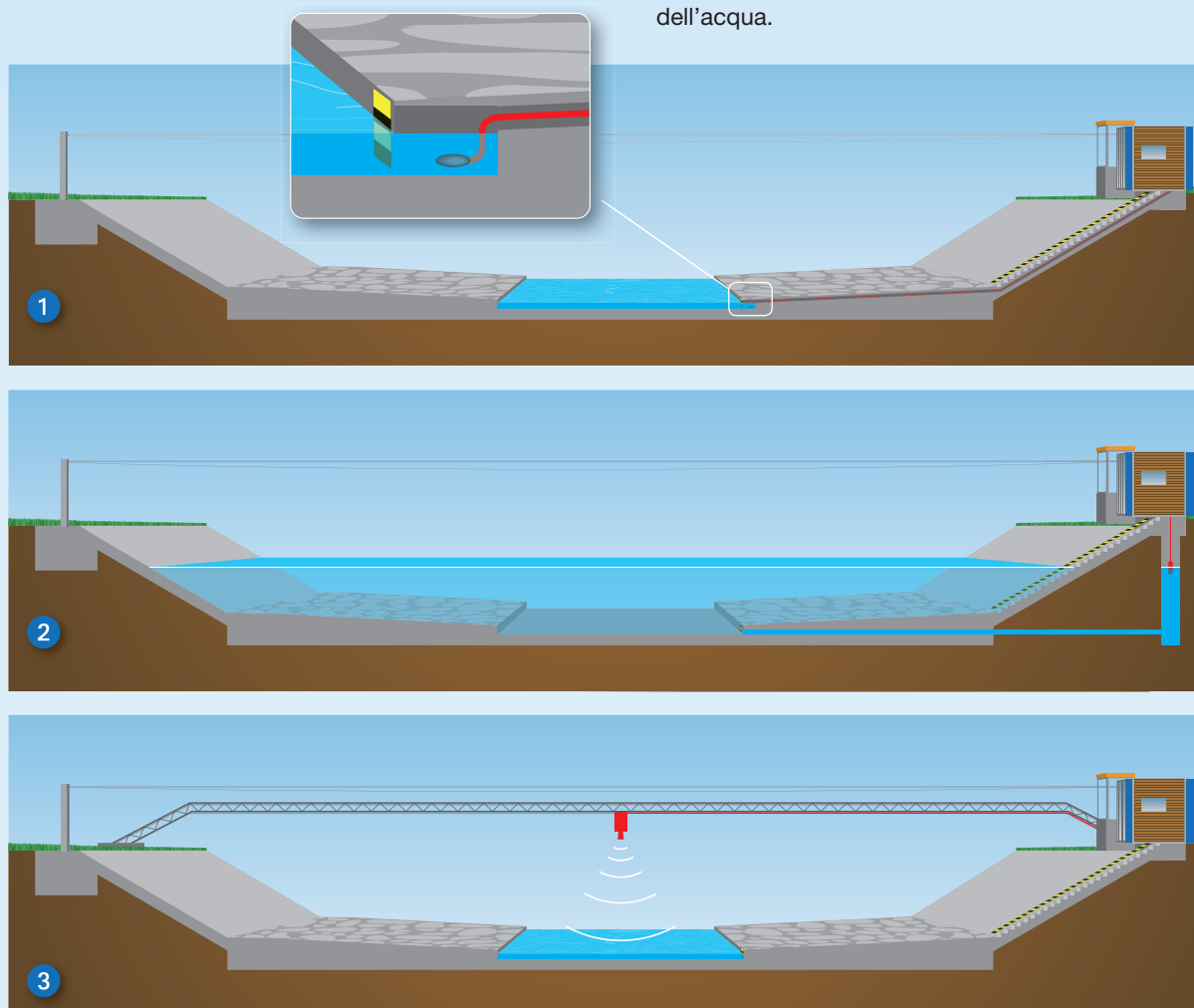
Die Pegelstationen unterscheiden sich vor allem durch das angewandte Messprinzip und der dadurch verwendeten Messgeräte:

- 1 **Druckluftpegel** - die unter Wasser angebrachte Ausperldüse bzw. Sonde misst den Wasserdruck, welcher in cm Wasserstand umgewandelt wird;
- 2 **Schwimmerpegel** - auf der Wasseroberfläche liegt ein Schwimmkörper, dieser folgt den Veränderungen der Wasserhöhe, die dann über mechanische Vorrichtungen aufgezeichnet werden;
- 3 **Ultraschall- und Radarsensoren** - das Gerät misst die Zeit, die der ausgesendete Impuls für die Strecke vom Gerät zur Wasseroberfläche benötigt.

Strumentazione di misura

Le stazioni idrometriche si distinguono in primo luogo per il principio di funzionamento degli strumenti di misura del livello (idrometrografi) installati:

- 1 **A pressione** - un ugello o sonda posto al di sotto del pelo libero misura la pressione esercitata dalla colonna d'acqua sovrastante e la converte in altezza idrometrica;
- 2 **A galleggiante e contrappeso** - un corpo galleggiante posto sulla superficie dell'acqua ne segue le variazioni di livello e le trasmette ai dispositivi meccanici di registrazione;
- 3 **Sensori radar e ad ultrasuoni** - misurano il tempo impiegato da un impulso radar/ultrasonico a coprire la distanza esistente tra lo strumento e la superficie dell'acqua.





Die Pegelstationen in Südtirol Le stazioni idrometriche in Alto Adige

Stand - Situazione 2012

* diese Messstelle ist Eigentum der Betriebsgesellschaft des E-Werks Pfritsch
questa stazione è proprietà della società di gestione dell'impianto idroelettrico di Vizze

Oberer Eisack		Alto Isarco	
1	Mareiterbach - Sterzing	rio Ridanna - Vipiteno	A
2	Eisack - Freienfeld	Isarco - Campo di Trens	A
3	Pflerscherbach - Gossensaß	rio Fleres - Colle Isarco	B
4	Eisack - Sterzing	Isarco - Vipiteno	B
5	Pfritscherbach - Ried*	rio Vizze - Novale*	B
6	Ratschingserbach - Stange	rio Racines - Stanghe	C
7	Jaufentalerbach - Gasteig	rio Giovo - Casateia	C
8	Bodenalmbach - Grohmannhütte	rio Piana - rifugio Vedretta Piana	C

Obere Etsch		Adige Alto	
29	Etsch - Spondinig	Adige - Spondigna	A
30	Etsch - Töll	Adige - Tel	A
31	Saldurbach - Matsch	rio Saldura - Mazia	B
32	Rambach - Laatsch	rio Ram - Laudes	B
33	Etsch - Laas	Adige - Lasa	C

Passer		Passirio	
40	Passer - Meran	Passirio - Merano	A
41	Pfeldererbach - Eschbaum	rio Plan - Eschbaum	B
42	Passer - Saltaus	Passirio - Saltusio	B

Falschauer		Valsura	
43	Falschauer - Lana	Valsura - Lana	A

Talfer		Talvera	
28	Talfer - Bozen	Talvera - Bolzano	

Kalterer Graben		Fossa di Caldaro	
46	Fossa di Caldaro - Roveré della Luna (TN)**		A

Untere Etsch			
34	Etsch - Sigmundskron		
35	Etsch - Branzoll		
36	Grosser Branzoller		
37	Etsch - Marling		
38	Etsch - Neumarkt		
39	Schwarzenbach - K...		

** diese Messstelle wird vom Amt für Stauanlagen der autonomen Provinz Trient betrieben
questa stazione di misura viene gestita dall'Ufficio dighe della Provincia autonoma di Trento

Stationen vom Typ A sind Hauptpegel, die sich an einem wichtigen hydraulischen Knoten befinden. Ebenso zählen jene mit langjähriger signifikanter Messreihe und Pegel für die Hochwasseralarmierung dazu. Die im Wassernutzungsplan definierten Einzugsgebiete sind auch durch einen Hauptpegel abgegrenzt.

Stationen vom Typ B sind jene die auch ein Einzugsgebiet größer als 40 km² haben, aber nicht zum Typ A gehören.

Stationen vom Typ C haben keine Ganzjahresbeobachtung oder sind für spezielle Projekte mit begrenzter Dauer eingerichtet.





Ahr	Aurino	
14 Ahr - St. Georgen	Aurino - S. Giorgio	A
15 Ahr - Steinhaus	Aurino - Cadipietra	B
16 Reinbach - Kematen	rio Riva - Caminata	B
17 Ahr - Kematen	Aurino - Caminata	B

Rienz	Rienza	
21 Rienz - Welsberg	Rienza - Monguelfo	A
22 Rienz - Stegen	Rienza - Stegona	A
23 Rienz - Vintl	Rienza - Vandoies	A
24 Pragserbach - Ausserprags	rio Braies - Braies di Fuori	B
25 Gsieserbach - Pichl Gsies	rio Casies - Colle Casies	B
26 Antholzerbach - Salomonsbrunnen	rio Anterselva - Bagni di Salomone	B

Drau	Drava	
44 Drau - Vierschach	Drava - Versciaco	A
45 Sextnerbach - Sexten	rio Sesto - Sesto Pusteria	B

Gader	Gadera	
18 Gader - Montal	Gadera - Mantana	A
19 Gader - Pedratsches	Gadera - Pedraces	B
20 St. Vigilerbach - Zwischenwasser	rio S. Vigilio - Longega	B

Grödnerbach	rio Gardena	
27 Grödnerbach - Pontives	rio Gardena - Pontives	A

Unterer Eisack	Basso Isarco	
9 Eisack - Brixen	Isarco - Bressanone	A
10 Eisack - Bozen Süd	Isarco - Bolzano sud	A
11 Villnösserbach - St. Peter	rio Funes - S. Pietro	B
12 Eggentalerbach - Kardaun	rio Ega - Cardano	B
13 Eisack - Kampill	Isarco - Campiglio	C

Adige Basso		
Adige - Ponte Adige		A
Adige - Bronzolo		A
Fossa Grande di Bronzolo - Ora		B
Adige - Marleno		B
Adige - Egna		B
rio Nero - Fontanefredde		C

Stazioni di categoria A sono quelle strategiche, ubicate in corrispondenza dei nodi idraulici principali, di riferimento per la gestione degli eventi estremi oppure che vantano una serie storica particolarmente significativa. Per ogni bacino idrografico di cui al Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche è definita almeno una stazione di categoria A, che può quindi anche non soddisfare ai criteri sopra descritti.

Stazioni di categoria B sono quelle che drenano un bacino idrografico naturale con superficie maggiore di 40 km² e non ricadono nella categoria A.

Stazioni di categoria C hanno funzionamento stagionale, o dedicato a specifici progetti a carattere temporaneamente limitato. Esse prescindono dalla dimensione del bacino drenato e dal fatto che questo sia naturale o meno.





Klimazonen Südtirols

Zone climatiche dell'Alto Adige

Die abgeschirmte Lage am Südrand der Ostalpen und das Höhenprofil von 250 bis 3900 m ü.d.M. bedingen eine große klimatische Vielfalt in Südtirol.

An den Wetterstationen des hydrographischen Amtes werden Niederschlag und Temperatur teilweise seit Jahrzehnten gemessen. Zur klimatischen Einordnung sind Diagramme nach *Walter-Lieth* sehr geeignet. Dabei werden links die mittleren Temperaturen und rechts die mittleren Niederschläge Monat für Monat in einem geeigneten Maßstab aufgetragen.

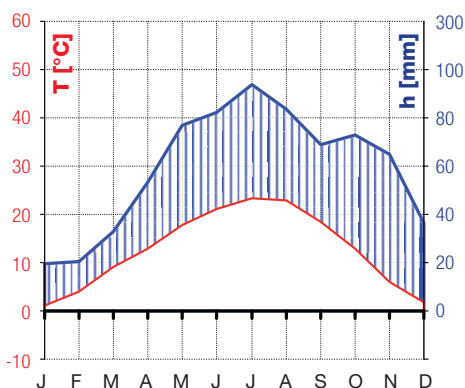
Am Beispiel dreier Stationen in verschiedener Lage werden die Unterschiede in den Diagrammen sichtbar.

La collocazione geografica all'estremità meridionale delle Alpi orientali ed il notevole sviluppo altitudinale da 250 fino a 3900 m s.l.m. determinano la varietà climatica dell'Alto Adige.

Le stazioni meteorologiche dell'Ufficio idrografico misurano da decenni precipitazioni e temperature. I diagrammi di *Walter-Lieth* bene si prestano alla classificazione dei climi sulla base di tali dati. Essi rappresentano le temperature e le precipitazioni cumulate medie mensili nelle scale riportate sugli assi verticali rispettivamente sinistro e destro.

I seguenti diagrammi, relativi a 3 stazioni meteorologiche poste a quote ed in zone diverse, evidenziano le differenze descritte.

Bozen - Bolzano (254 m) *12,6°C - 705 mm



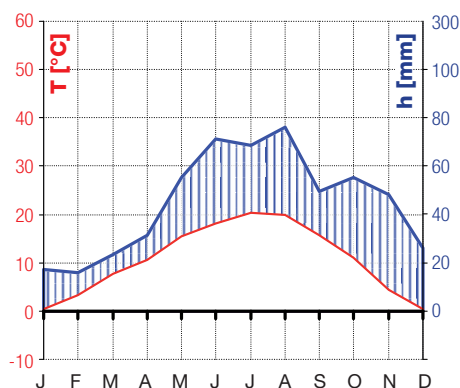
In der Klassifikation nach Köppen hat Bozen ein warmgemäßigtes Klima vom **Typ Cf**.

Das „C“ bedeutet dabei, dass die mittlere Temperatur des wärmsten Monats über 10°C liegt und jene des kältesten Monats über -3°C. Das „f“ bedeutet, dass sich die Niederschläge auf das ganze Jahr verteilen.

Secondo l'analisi di Köppen il clima di Bolzano è di tipo temperato caldo umido (Cf).

La „C“ indica una temperatura media del mese più caldo superiore a 10°C e quella del mese più freddo superiore a -3°C. La „f“ testimonia precipitazioni distribuite durante il corso di tutto l'anno.

Schlanders - Silandro (718 m) *10,6°C - 538 mm

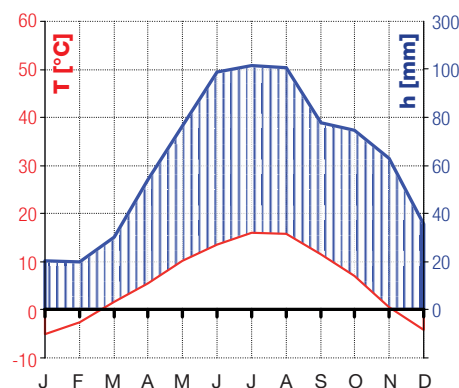


Das Klima in Schlanders kann fast als trockenes Steppenklimate vom **Typ BS** bezeichnet werden.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag von 538 mm liegt nur wenig über dem Schwellenwert von $(20 \times T_M + 280) = 492$ mm

Il clima di Silandro si avvicina al tipo arido della steppa (BS), poiché la precipitazione media annua supera solo di poco il valore di soglia di $(20 \times T_M + 280) = 492$ mm

Toblach - Dobbiaco (1250 m) *5,9°C - 775 mm



Das 1250 m ü.d.M. hoch gelegene Toblach hat ein kaltgemäßigtes Klima vom **Typ Df**.

Das „D“ steht für eine mittlere Monatstemperatur von weniger als -3°C im kältesten Monat und von mehr als 10°C im wärmsten Monat. Das „f“ bedeutet, dass sich die Niederschläge auf das ganze Jahr verteilen.

Dobbiaco, con i suoi 1250 m s.l.m., ha un clima di tipo boreale (Df). La „D“ indica una temperatura media inferiore a -3°C nel mese più freddo e superiore a 10°C in quello più caldo. La „f“ testimonia precipitazioni distribuite durante il corso di tutto l'anno.

* Mittlere Jahrestemperatur - mittlerer Jahresniederschlag | Temperatura media annua - precipitazione media annua

In ganz Südtirol ist der durchschnittliche Niederschlag nicht besonders hoch. Während im Alpenvorland bis zu 3000 mm gemessen werden, überschreiten nur wenige Orte in Südtirol die 1000 mm Marke. Kennzeichen sind relativ trockene Winter und niederschlagsreiche Sommer.

Der Temperaturverlauf in Südtirol weist bereits kontinentale Merkmale auf: Gegen Sommerende kommt es zu einem rapiden Abfall der Temperaturen in Folge der Entfernung zum Meer.

Le precipitazioni medie annue misurate in Alto Adige sono ovunque relativamente basse. A differenza delle zone prealpine, che fanno registrare valori fino a 3000 mm, in provincia di Bolzano solo in poche località si supera la soglia dei 1000 mm. Caratteristici sono gli inverni piuttosto asciutti e le estati piovose.

L'andamento delle temperature è di stampo tipicamente continentale con netto calo dei valori termici al termine dell'estate, a causa della distanza dal mare.

Abflussverhalten

Caratteristiche di deflusso



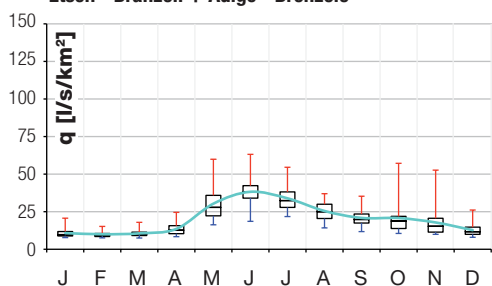
Die Bäche und Flüsse Südtirols haben zu den verschiedenen Jahreszeiten sehr unterschiedliche Wasserführungen. Auf eine markante Niederwasserperiode im Winter folgt mit der Schneeschmelze im späten Frühjahr ein hoher Abfluss.

Die geografischen, geomorphologischen und klimatischen Besonderheiten der entwässerten Einzugsgebiete charakterisieren den Wasserhaushalt der einzelnen Flüsse und Bäche. Diese Eigenschaften bedingen zum Beispiel die Dauer der frühsummerlichen Mittelwasserperiode und auch das Aufeinanderfolgen von herbstlichen Mittelwasser- auf spätsommerliche Niederwasserführungen.

I corsi d'acqua dell'Alto Adige denotano, in generale, deflussi molto eterogenei nel corso dell'anno con una marcata magra invernale ed una consistente morbida tardo - primaverile, in corrispondenza dello scioglimento delle nevi in montagna.

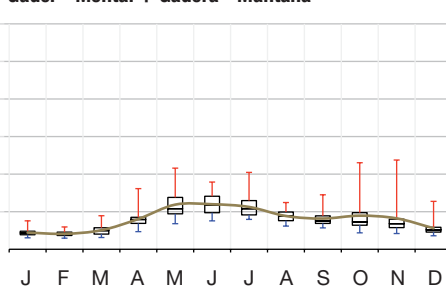
Le peculiarità geografiche, geomorfologiche e climatiche dei bacini idrografici drenati caratterizzano tuttavia il bilancio idrico dei singoli fiumi, torrenti e rii. Da queste proprietà possono ad esempio dipendere il perdurare delle morbide primaverili fino ad inizio estate, oppure il subentrare di modeste magre tardo-estive e di morbide autunnali.

Etsch - Branzoll | Adige - Bronzolo



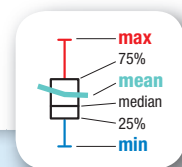
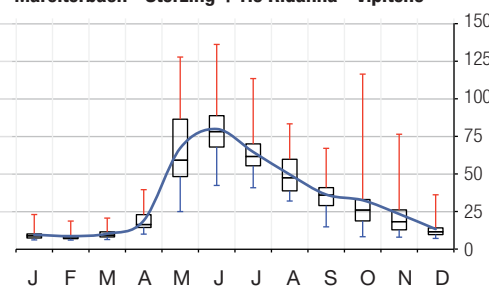
Statistische Verteilung der mittleren Monatsabflusspenden (Abfluss pro Flächeneinheit) der hydrologischen Jahre 1981-2010. Die kontinuierliche Linie zeigt die mittlere Spende. Das jeweilige Ende der roten bzw. blauen Balken zeigen den höchsten und niedersten Wert des entsprechenden Monats der Periode.

Gader - Montal | Gadera - Mantana



Distribuzione statistica delle portate specifiche (portata per unità di superficie) medie mensili misurate negli anni idrologici 1981-2010. Si notino in particolare il valore medio (linea continua) ed i valori minimi e massimi del periodo, agli estremi delle aste rispettivamente in blu e rosso.

Mareiterbach - Sterzing | rio Ridanna - Vipiteno

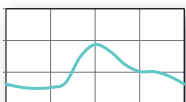


Im Jahresablauf ändern sich die Abflüsse eines Fließgewässers. Dies wird durch die unterschiedlichen **Abflussregime** beschrieben.

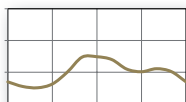
- Ein **nivales** Abflussregime weist ein Verhältnis von mindestens 3, zwischen den höchsten und geringsten mittleren monatlichen Abflusswerten auf. Dies ist z.B. an der für das gesamte Land repräsentativen Pegelstation Etsch Branzoll der Fall.
- Ein **nivo-glaziales** Abflussregime ist am Mareiterbach zu beobachten, wo die Unterschiede zwischen der geringen Abflussmenge in den Wintermonaten und jener während der Schnee- und Gletscherschmelze noch deutlicher ist. Voraussetzung dafür ist, dass das erfasste Einzugsgebiet zu mindestens 4% von Gletschern bedeckt ist.
- Bei einem **nivo-pluvialen** Abflussregime gibt es weniger stark ausgeprägte Unterschiede zwischen saisonalem Nieder- und Mittelwasser (Verhältnis höchste und geringste monatliche Abflusswerte < 3). Letzteres ist auch oft im Herbst zu verzeichnen. Das Klima, aber vor allem die Geologie, spielt dabei eine wesentliche Rolle, wie im Fall der Gader in Montal.

La variabilità temporale delle portate di un corso d'acqua ne definisce il cosiddetto **regime di deflusso**.

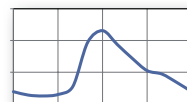
- Un regime di deflusso viene definito **nivale** quando il rapporto tra i valori massimi e minimi di portata media mensile è almeno pari a 3. Questo è il caso dell'Adige a Bronzolo, stazione idrometrica rappresentativa di tutto l'alto bacino dell'Adige.
- Viene definito **nivo-glaziale** un regime di deflusso caratterizzato da una differenza ancora più marcata tra le portate medie mensili dei periodi di magra e quelle registrate nei periodi di scioglimento nivale e glaciale. Condizione necessaria a tal fine è un bacino ricoperto da apparati glaciali almeno per il 4%, come è il caso del rio Ridanna chiuso a Vipiteno.
- Nel regime **nivo-pluviale** sono meno marcate le differenze tra le portate medie dei mesi di massimo e minimo deflusso ed è più evidente la morbida autunnale (rapporto tra valori di portata media mensile massimi e minimi < 3). Il clima, ed ancor più la geologia, come nel caso dell'idrometro Gadera-Mantana, giocano in tal senso un ruolo fondamentale.



NIVAL
NIVALE



NIVO-PLUVIAL
NIVO-PLUVIALE



NIVO-GLAZIAL
NIVO-GLACIALE

Schematische Darstellung der wichtigsten Südtiroler Abflussregimen durch den Pardé-Koeffizient. Er ist der Quotient aus den langjährigen mittleren Monatsabflüssen und dem (langjährigen) mittleren Jahresabfluss.

Rappresentazione schematica dei principali regimi di deflusso altoatesini in termini di coefficiente di Pardé. Si tratta del rapporto tra le portate medie mensili e quella media annua (climatologiche).



Abflussmessungen Misure di portata

Der Abfluss eines Wasserlaufs ist durch das Wasservolumen, welches pro Zeiteinheit durch einen Flussquerschnitt fließt, definiert.

An den Pegelstationen werden Abflussmessungen durchgeführt um das Verhältnis zwischen Wasserstand und Abfluss (Schlüsselkurve) zu bestimmen.

Die am häufigsten angewandten **Messmethoden** sind:

Der **Messflügel** errechnet die Fließgeschwindigkeit eines Gewässers aus der Anzahl der Umdrehungen einer im Wasser eingetauchten Schaufel. Von Fall zu Fall erfolgen die Flügelmessungen mit Stiefeln im Wasser, vom Boot aus oder von einer Seilkrananlage aus.

Der Abfluss resultiert aus der Integration der Geschwindigkeitsprofile.

Das **Tracer-Verdünnungsverfahren** wird hauptsächlich in turbulenten Gewässern angewandt und besteht darin, dem Wasserlauf einen Markierungsstoff (Salz, Fluoreszenzsubstanzen) zuzufügen und dessen Konzentration nach ausreichender Durchmischung zu messen. Abhängig von der zugegebenen Menge und ihrer Konzentration ist es möglich, den Abfluss des Wasserlaufs zu messen.

Akustische Doppler Durchfluss- und Strömungsmessgeräte sind relativ neue Messinstrumente.

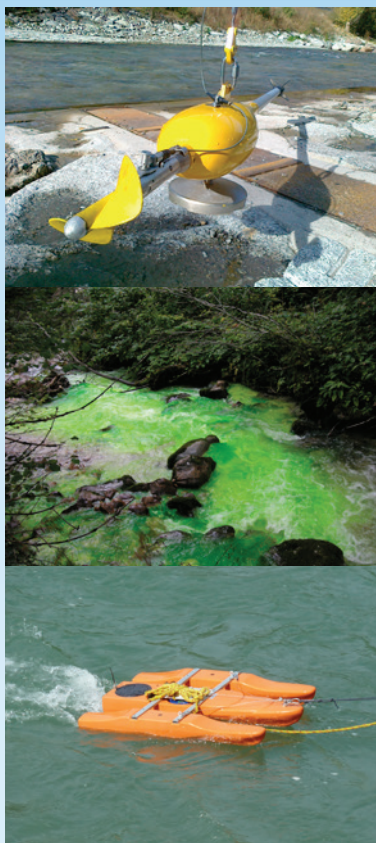
Durch das Dopplerprinzip der Schallwellen (Änderung der beobachteten Frequenz je nach relativer Bewegung von Sender und Empfänger) wird die Geschwindigkeit eines Gewässers ermittelt.

Der Abfluss ergibt sich wiederum aus der Integration der gemessenen Geschwindigkeiten auf den Messquerschnitt.

La portata di un corso d'acqua è definita come il volume idrico che fluisce attraverso una sezione fluviale nell'unità di tempo.

In corrispondenza delle stazioni idrometriche si effettuano misure per definire la relazione tra livello e portata (curva di portata).

I **metodi di misura** usati più di frequente sono:



Il **mulinello idrometrico** consente di calcolare la velocità di una corrente liquida per conversione del numero di rivoluzioni di un elica immersa in acqua.

A seconda dei casi le misure con il mulinello idrometrico sono eseguite a guado, con teleferica o da barca.

La portata risulta dalla integrazione dei profili di velocità.

La misura di portata per **diluizione di traccianti** viene generalmente utilizzata in condizioni turbolente e consiste nella immissione di un tracciante (sale, sostanze fluorescenti) in un corso d'acqua per poi rilevarne la concentrazione dopo adeguato miscelamento.

In funzione della quantità di tracciante immessa e della concentrazione misurata è possibile determinare la portata fluente.

Profilatori e correntometri acustici Doppler sono strumenti di concezione relativamente recente che utilizzano l'effetto

Doppler delle onde acustiche (cambiamento apparente di frequenza in funzione del moto relativo tra emettitore e ricevitore) per determinare la velocità della corrente idrica. La portata risulta, anche in questo caso, per integrazione delle velocità sulla sezione di misura.

Operationalles Programm
„Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung
EFRE 2007-2013“
der Autonomen Provinz Bozen - Südtirol

Achse 3.a
Vermeidung naturbedingter Risiken
Realisierung eines Informations-
und Monitoringsystems für die Gewässer



Programma operativo
„Competitività regionale ed occupazione
FESR 2007-2013“
della Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige

Asse 3.a
Prevenzione dei rischi naturali
Realizzazione di un sistema informativo
e di monitoraggio dei sistemi idraulici