

# Conseguenze dei cambiamenti climatici sulla protezione contro le piene in Svizzera

Una presa di posizione della Commissione sulla Protezione contro le Piene dell'Associazione svizzera di economia delle acque (KOHS)

■ KOHS

## Riassunto

L'influsso esercitato dai cambiamenti climatici sulle piene, può essere oggi pronosticato solo a livello tendenziale. In futuro gli esperti si attendono una maggiore frequenza di tali eventi con un aumento dei valori estremi.

I principi attuali concernenti la protezione contro le piene, alla luce dei probabili effetti dei cambiamenti climatici restano adeguati. Mantengono quindi la loro validità e devono essere attuati in maniera razionale e sistematica.

I parametri di dimensionamento (portata, portata cumulata, trasporto solido) devono essere scelti prudenzialmente nella fascia superiore dei valori possibili.

La funzione di protezione svolta dagli impianti esistenti e i potenziali pericoli devono fare oggetto di controlli periodici. I miglioramenti necessari saranno quindi da prevedere.

I nuovi progetti e le opere esistenti devono essere oggetto di verifica in base al caso di sovraccarico.

Occorre attirare l'attenzione dei decisori e degli attori coinvolti sulla necessità di agire. I mezzi necessari devono essere messi a disposizione.

## 2.3 Come possiamo proteggerci?

La convivenza con le forze della natura esige una gestione dei rischi integrale. Questa si basa su una vasta gamma di provvedimenti. Tra questi la capacità di escludere le zone a rischio mediante provvedimenti di pianificazione territoriale, un'adeguata manutenzione dei corsi d'acqua, le misure tecniche di protezione delle opere, i sistemi d'allarme e l'evacuazione, nonché le assicurazioni.

La progettazione delle misure di protezione persegue lo scopo di applicare provvedimenti atti a superare indenni un evento di una determinata dimensione, il cosiddetto evento di dimensionamento. La progettazione si basa quindi su parametri di calcolo, come ad esempio la portata di piena. La determinazione di questi parametri di calcolo si basa tra l'altro su valutazioni statistiche delle osservazioni. Uno dei problemi principali è che le serie di misurazioni disponibili sono quasi sempre insufficienti per permettere di fare affermazioni affidabili su eventi estremi. Le piene sono accompagnate sempre da erosioni, trasporto di sedimenti e legname alluvionale. Questi processi si manifestano in varie combinazioni, in parte casuali, in cui la fase preliminare svolge un ruolo determinante. Per esempio la saturazione del terreno causata dalle precedenti piogge svolge un influsso determinante sulla formazione di una piena. Durante la progettazione dei provvedimenti si può tenere solo limitatamente conto della variabilità dei processi naturali. Per questo motivo alla base della progettazione si colloca una selezione rappresentativa di processi combinati, i cosiddetti scenari.

## 2.4 Come minimizzare i rischi residui?

Una protezione totale contro le piene non è possibile. Eventi estremi rari conducono ad un sovraccarico dei provvedimenti tecnici, concepiti in funzione di un determi-

## 1. Introduzione

Gli ultimi tre decenni sono stati contrassegnati da un gran numero di eventi con piene che hanno causato notevoli danni. Nello stesso periodo è stato registrato un notevole aumento della densità degli insediamenti e una concentrazione di valori materiali lungo i corsi d'acqua.

Le piene provocano danni in seguito a inondazioni, erosioni, deposito di sedimenti, flussi detritici e intasamenti di passaggi stretti (ad es. ponti e passaggi) causati da legname alluvionale. A scopo di protezione contro le piene è importante conoscere l'influsso esercitato dai cambiamenti climatici su questi processi.

È aperta la questione a sapere se i principi della protezione contro le piene sono sufficienti, in considerazione del cambiamento climatico o se si rendono necessari adattamenti.

## 2. Principi della protezione contro le piene

La protezione contro le piene si indirizza al principio della sostenibilità.

L'obiettivo consiste nella protezione delle vite umane, nel mantenimento

delle condizioni di base per la vita e nella protezione dei valori materiali considerabili, con un impegno economicamente sostenibile.

Il modo di comportarsi in presenza di piene si basa sulla risposta alle seguenti domande:

- Cosa può accadere?
- Cosa può essere accettato?
- Come possiamo proteggerci?
- Come minimizzare i rischi residui?

### 2.1 Cosa può accadere?

La base per la valutazione del pericolo è, tra l'altro, la documentazione e l'analisi degli avvenimenti passati. La carta dei pericoli (piano delle zone di pericolo) mostra le superfici minacciate da pericoli naturali e relativa intensità. Essa serve da base per più ampie analisi dei rischi.

### 2.2 Cosa può essere accettato?

Alla domanda su cosa può essere accettato in caso di evento si può rispondere con l'aiuto di analisi del rischio, consideranti aspetti politico-sociali, ecologici ed economici.

nato obiettivo di protezione. I rischi residui collegati ad essi devono potere essere individuati e minimizzati mediante adeguati provvedimenti. Allarme ed evacuazione, protezione di oggetti singoli nonché assicurazioni a copertura dei danni, sono alla base della gestione dei rischi residui.

I provvedimenti costruttivi di protezione contro le piene devono essere robusti e capaci di sopportare sovraccarichi. Si intende così assicurare che non cedano improvvisamente, con conseguente repentino aumento dei danni. Nell'ambito della progettazione si valuta inoltre il loro comportamento durante un sovraccarico di misura. La determinazione delle zone colpite in caso di sovraccarico costituisce la base per la valutazione dei rischi residui.

### 3. Basi e fatti sul cambiamento climatico ed eventi estremi di piena

Le affermazioni relative ai possibili effetti idrologici causati dai cambiamenti climatici in Svizzera nel corso dei prossimi 50 anni, in particolare inerenti lo sviluppo delle piene, si basano su stime di esperti rilasciate in base all'attuale livello di cono-

scenza. La presentazione dettagliata di questa stima è stata riportata in appendice a questo documento.

#### 3.1 Il regime di deflusso

I volumi annuali delle precipitazioni meteoriche si riducono di circa il 7%. Nel semestre estivo ci si aspetta una riduzione, mentre in inverno dovrebbero verificarsi precipitazioni di volume tendenzialmente maggiore. Considerando l'ulteriore aumento dell'evaporazione, il volume del deflusso medio annuale dovrebbe ridursi di circa il 10%. Lo scioglimento delle nevi inizia più presto nella stagione. A media e bassa quota, visto l'innalzamento previsto del limite della neve, esso è meno importante. Le magre in estate e in autunno saranno più accentuate.

#### 3.2 Piene

*Zone a quote inferiori a 1500 m:* In inverno, in seguito alla maggiore saturazione dei terreni (aumento delle precipitazioni) e all'aumentata intensità delle precipitazioni sono attese punte di piena maggiori. Nonostante il riscaldamento, anche nel Mittelland si attende saltuariamente la formazione di un manto nevoso e una combinazione di eventi di scioglimento delle nevi e precipitazioni piovose. L'influsso degli eventi causati dallo scioglimento aumenta con l'altitudine dei bacini imbriferi. Possono estendersi fino a primavera. In queste zone situate a maggiori altitudini, in inverno o primavera si formano già oggi piene annuali. Questi deflussi massimi aumentano di conseguenza.

In estate, le piene risulteranno inferiori particolarmente a bassa quota, perché la disposizione al deflusso dei terreni risulta chiaramente ridotta in seguito alle minori precipitazioni meteoriche e alla maggiore evaporazione. Occorre però considerare

che in estate non si possono mai escludere temporali (forti precipitazioni convettive) che possono causare delle piene specie in piccoli bacini imbriferi.

*Zone a nord delle Alpi, a quote superiori ai 1500 m:* In inverno, saltuarie nevicate causano un lieve aumento dei deflussi. In primavera si verificano piccole piene da disgelo, le punte massime sono però superiori a quelle odierne. Le piene annuali continueranno a verificarsi come oggi in estate, e prevedibilmente non saranno maggiori. In autunno non si attendono cambiamenti di rilievo. Le zone alpine interne (Vallese, Engadina), colpite dalla propagazione delle piogge provenienti da sud, si comportano analogamente alle zone a sud delle Alpi.

*Zone a sud delle Alpi:* A sud delle Alpi, in mancanza di possibilità di differenziazione, non si fanno distinzioni di altitudine. In inverno e in primavera, in seguito ai maggiori volumi e intensità delle precipitazioni, si verificheranno piene di maggiore importanza. In estate, in seguito alla riduzione dei volumi delle precipitazioni, si attendono punte di deflusso inferiori. Determinante per le piene annuali saranno le piene che si verificano in autunno; queste saranno verosimilmente ancora maggiori.

#### 3.3 Trasporto di materiale solido

Il volume di materiale solido esposto al pericolo d'erosione in altitudine nelle Alpi aumenta chiaramente. I motivi sono il ritiro dei ghiacciai e lo scioglimento del permafrost nelle zone situate a quote comprese fra 2300 e 2800 m. Considerato che aumenteranno le precipitazioni meteoriche sotto forma di pioggia invece che di neve e vista la tendenziale maggiore intensità delle stesse, ci si attende un aumento del trasporto solido.



Immagine 1. La Töss in piena.



Immagine 2. Intervento dei pompieri di Lufingen.



Immagine 3. Piena in città di Zurigo, 1878, Seefeldstrasse.

### 3.4 Smottamenti

Nelle prealpi, in inverno il volume e l'intensità delle precipitazioni sotto forma di pioggia aumenta, l'estensione del manto nevoso invece diminuisce. In inverno e in primavera nelle prealpi il terreno può quindi risultare per lungo tempo saturo. Con precipitazioni intense aumenta il pericolo di smottamenti e flussi detritici. Aumenta di conseguenza il contenuto di materiale solido nelle acque.

## 4. Valutazione dell'attuale strategia per la protezione contro le piene in considerazione degli effetti del cambiamento climatico.

Sulla base delle stime menzionate in precedenza, è lecito affermare che in Svizzera sono in atto cambiamenti della frequenza e dell'entità delle piene. Sono da attendere differenze regionali e stagionali importanti. In generale vi è da aspettarsi un aumento delle punte massime e dei volumi delle piene, soprattutto nel semestre invernale. Il trasporto solido complessivo aumenterà. Maggiori deflussi di piena e maggiori carichi di sedimenti stagionali impongono adeguate sezioni di deflusso e spazi per i depositi. Ne risulta una maggiore esigenza di spazio per i corsi d'acqua rispetto ad oggi.

Attualmente mancano in Svizzera basi affidabili per permettere una considerazione quantitativa delle conseguenze dei cambiamenti climatici per il dimensionamento dei provvedimenti contro le piene.

I principi della protezione contro le piene in uso, anche se non propriamente creati in vista dei cambiamenti climatici, presentano una grande flessibilità. Permettono, tenuto conto di rispettivi scenari, di adattarsi ai cambiamenti. In questo procedimento prettamente qualitativo, la presa in considerazione di scenari di sovraccarico con superamenti sensibili dei parametri di dimensionamento riveste grande significato. I principi della Confederazione e dei Cantoni menzionati sono indirizzati al futuro, ma applicati per ora solo in relativamente pochi casi. La piena di agosto 2005 ha dimostrato come, ove siano stati realizzati progetti conformi ai principi della moderna protezione contro le piene, sia stato possibile evitare danni altrimenti notevolmente maggiori.

La necessità di azione nel campo della protezione contro le piene è tuttavia grande. Esistono ancora troppe opere di protezione inadeguate alle esigenze crescenti. Tali misure risultano spesso inadatte al sovraccarico. Un loro adattamento

al crescente pericolo di piena e alle conseguenti nuove esigenze richiede un grosso impegno. Ulteriori insufficienze verranno evidenziate con la preparazione delle carte di pericolo ancora in programma.

La protezione contro le piene è un compito continuo e a lungo termine; la realizzazione dell'attuale strategia di protezione contro le piene esige un adeguato impiego di tempo e di risorse.

## 5. Raccomandazioni della KOHS

Una protezione contro le piene sostenibile esige una realizzazione conseguente della gestione del rischio integrale.

- Per la progettazione dei provvedimenti, gli effetti del cambiamento climatico devono essere valutati sulla base di appositi scenari.
- Devono essere considerati i peggiori scenari pensabili e immaginabili, per stabilire il fabbisogno di spazio dei corsi d'acqua necessario al deflusso di eventi estremi; questo spazio dev'essere assicurato.
- Le misure di protezione tecnico-costruttive devono essere concepite in modo da poter essere applicate con un impegno sopportabile. I provvedimenti costruttivi di protezione contro le piene devono essere robusti e capaci di sopportare sovraccarichi.
- Nel considerare il caso di sovraccarico, durante la progettazione e la realizzazione dei provvedimenti occorre dare una maggiore importanza al fattore del cambiamento climatico.
- I rischi residui non potranno mai essere evitati, possono però essere minimizzati mediante misure secondarie (protezione delle opere) e provvedimenti organizzativi (programmazione e concetti per i casi d'emergenza).

Colmare le attuali lacune della conoscenza è d'importanza centrale; ampie basi conoscitive sono una premessa importante per la convivenza con i rischi impliciti ai pericoli naturali.

- Per quantificare gli effetti idrologici degli scenari climatici attuali sono necessari modelli idraulici ed idrologici ad alta risoluzione temporale e spaziale. Questo implica una densificazione delle reti di misurazione idrologiche.
- Il lavoro di pianificazione con scenari implica una approfondita conoscenza dei processi nonché dei modi in cui agiscono i provvedimenti. L'analisi approfondita di eventi è la premessa per l'ampliamento delle conoscenze e per contenere le incertezze.

L'opinione pubblica dovrà essere maggiormente sensibilizzata; ciò permette la divulgazione delle conoscenze di base sui pericoli derivanti dalle piene e la presa di coscienza delle responsabilità individuali.

- Semplici adattamenti a edifici e impianti permettono di ridurre i danni causati da eventi estremi. Le rispettive conoscenze devono essere trasmesse ai committenti, architetti e progettisti mediante informazioni pubbliche e nell'ambito dell'istruzione.
- Il coinvolgimento delle assicurazioni immobiliari nella promozione della responsabilizzazione individuale avviene mediante appropriata informazione e una definizione adeguata dei premi.

I mezzi disponibili per la protezione contro le piene sono limitati. I provvedimenti attualmente necessari non possono essere realizzati tutti contemporaneamente. Ovunque non sia possibile realizzare subito i progetti per la protezione contro le piene, i rischi esistenti possono spesso essere ridotti in maniera significativa. Vanno applicati provvedimenti economici, derivanti da altri settori della gestione integrale del rischio quali la messa a disposizione dello spazio per i corsi d'acqua, la protezione puntuale delle opere e la pianificazione delle misure per i casi d'emergenza.

## 6. Osservazioni finali

La lotta tempestiva e conseguente contro le cause del cambiamento climatico è viepiù un compito prioritario della nostra società. Con provvedimenti di protezione contro le piene possiamo in ultima analisi solo contrapporci a singoli sintomi del cambiamento climatico.

Questo documento di base «Cambiamento climatico e protezione contro le piene» è stato elaborato dalla KOHS in occasione di un workshop del 12-14 novembre 2006 e approvato a Zurigo nella seduta del 18 gennaio 2007.

# Dati di base per il clima

■ Bruno Schädler, Christoph Frei, Dietmar Grebner, Hans Peter Willi

## 1. Clima e precipitazioni intense

### 1.1 Documenti di base

Gli scenari qui descritti si basano su ampie simulazioni eseguite su modelli climatici globali e regionali concernenti progetti europei di ricerca sul clima (PRUDENCE: Christensen et al., 2007; STARDEX: Goodess, 2003), e sulla loro valutazione specifica per la zona alpina (Frei, 2006, Frei et al., 2006, Schmidli et al., 2007). Gli scenari rispecchiano l'attuale stato della conoscenza (inizio 2007). La presa in considerazione di diverse stime delle future emissioni di gas a effetto serra permette una descrizione quantitativa delle incertezze implicate. Gli scenari descrivono i cambiamenti attesi fino a metà del 21° secolo (2050) in confronto allo stato alla fine del 20° secolo (1990).

### 1.2 Sviluppo medio del clima

**Temperatura:** attualmente, in Svizzera si prevede un aumento della temperatura da 1 a 3,5 °C. I decenni si differenziano in modo minimo e le differenze regionali del riscaldamento sono inferiori rispetto al margine di incertezza stimato (fig. 1).

**Limite delle nevicate e del permafrost:** come conseguenza del riscalda-

mento si verifica uno spostamento della struttura verticale delle temperature nell'atmosfera. Di conseguenza si prevede un innalzamento del limite medio della neve e permafrost di 150 fino a 600 m.

**Precipitazioni:** contrariamente alla temperatura, il decorso annuale medio dei volumi delle precipitazioni subisce un notevole cambiamento, con aumenti da 0–20% in inverno (dicembre–febbraio) e riduzioni di 5–30% in estate (giugno–agosto). In primavera e in autunno i cambiamenti si situano tra questi valori. Il passaggio a estati più asciutte risulta dominante per il cambiamento dei volumi delle precipitazioni annuali, per i quali si stima una riduzione di 5–10% (fig. 1).

### 1.3 Sviluppo delle forti precipitazioni

Le valutazioni delle simulazioni climatiche permettono una quantificazione approssimativa dei valori estremi delle precipitazioni durante periodi tra 5 e 50 anni. Emergono solo piccole differenze concernenti le precipitazioni estreme, con una durata tra 1 e 5 giorni. I cambiamenti stagionali e regionali risultano essere i seguenti:

**Autunno, inverno, primavera:** in autunno si prevede un aumento dei valori estremi fino a 10% a nord delle Alpi, rispettivamente di

20% a sud delle Alpi. In inverno e in primavera l'aumento sui due versanti delle Alpi si situa tra 0 e 20%. Nel caso più sfavorevole, un evento considerato oggi secolare in futuro potrà verificarsi ogni 20 anni (Frei et al. 2006). In inverno e in primavera si prevede un aumento del volume delle precipitazioni, come conseguenza della combinazione tra punte massime più elevate e maggiori durate.

**Estate:** per l'estate, la grande variabilità dei risultati e la limitata affidabilità nelle simulazioni in base ai modelli non permettono di formulare previsioni attendibili. Si individuano tuttavia tendenze ad un aumento a nord delle Alpi e una riduzione a sud.

### 1.4 Confronto sulla base di cambiamenti osservati

Gli scenari descritti per il futuro sono qualitativamente consistenti con i cambiamenti climatici osservati nella regione alpina nel corso del 20° secolo. Essi prevedono un aumento della temperatura media, delle precipitazioni invernali e della frequenza delle precipitazioni intense.

## 2. Idrologia

### 2.1 Documenti di base

Le affermazioni relative alle conseguenze idrologiche, in particolare l'evoluzione delle piene, poggiano su valutazioni qualitative in base allo stato delle conoscenze attuali. Dovranno essere quantificate in futuro.

Le successive stime esprimono uno sviluppo medio. Singoli eventi estremi non si lasciano ancora raffigurare, a causa della mancanza di informazioni essenziali. Tra di esse il futuro decorso delle precipitazioni durante eventi ed episodi, l'evoluzione della pioggia precedente, del contenuto d'acqua nel terreno, dei livelli della falda freatica e lo sviluppo del manto nevoso (costituzione e scioglimento), nonché la combinazione di questi influssi (UFAEG, 2000; e fig. 2). Il solo aumento dell'intensità delle precipitazioni non significa automaticamente maggiori punte di deflusso (UFAEG, 2000). Inoltre, i processi complessi nei bacini imbriferi, ad es. l'influsso

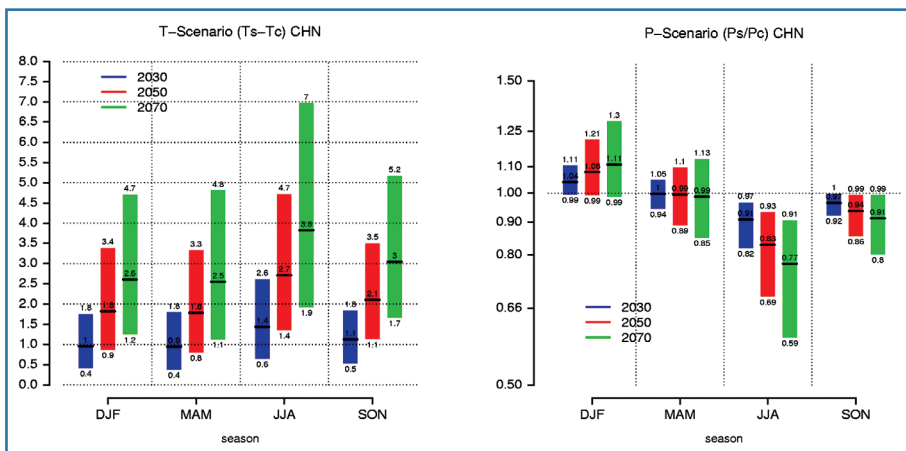


Fig. 1. I cambiamenti della temperatura media (sinistra, in gradi) e delle precipitazioni medie (destra, rapporto situazione futura/attuale) nelle quattro stagioni per la Svizzera settentrionale. Le colonne indicano le incertezze e le linee la rispettiva migliore stima del cambiamento. I cambiamenti sono raffigurati per i periodi 2020–2040 (blu), 2040–2060 (rosso), 2060–2080 (verde) rispetto al periodo 1980–2000. (Da Frei, 2006).

esercitato dai laghi e il loro sfruttamento, sono difficilmente stimabili.

## 2.2 Sviluppo medio del deflusso

*I regimi di deflusso:* i regimi cambiano di 1-2 classi in direzione nivale e pluviale. Modelli di calcolo di Horton et al. (2006) sostengono questa affermazione. Lo scioglimento delle nevi inizia prima e ad altitudini medie e basse è d'importanza decrescente. In estate e autunno, le magre si accentuano.

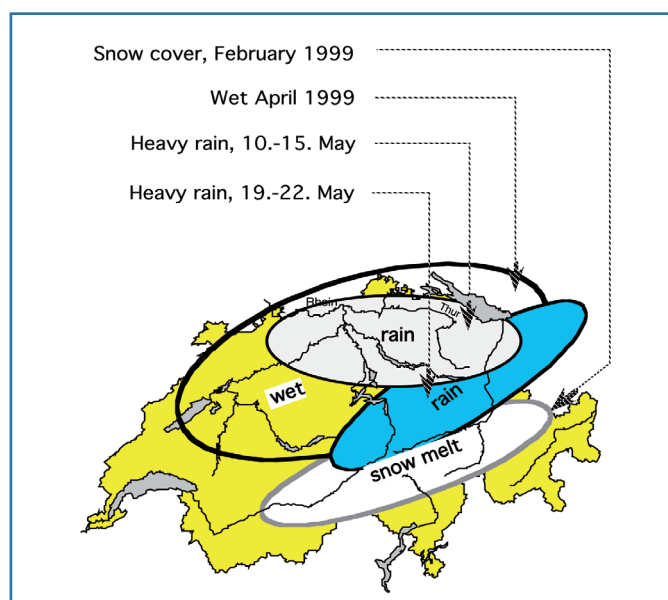
*Volumi di deflusso:* i volumi annuali delle precipitazioni meteoriche si riducono dal 5 al 10% circa. Considerando l'aumento dell'evaporazione, il volume annuale dei deflussi dovrebbe ridursi dal 7 al 12%. I contributi dell'acqua di disgelo dei ghiacciai ammontano a meno dell'1% del deflusso dei grandi fiumi. Sono proporzionalmente piccoli e non possono compensare nemmeno temporaneamente la riduzione delle precipitazioni.

## 2.3 Sviluppo delle piene

Le affermazioni relative allo sviluppo dei deflussi delle piene devono essere considerate in modo differenziato tenuto conto della stagione e della regione, nonché delle dimensioni dei bacini imbriferi.

*Pienu nelle zone a nord delle Alpi a quote inferiori ai 1500 m:* in inverno, in seguito al maggiore contenuto d'acqua del terreno e alle maggiori precipitazioni, si attendono piene con punte massime più elevate. Nonostante il surriscaldamento, nel Mittel-land continuano ad essere possibili manti nevosi e quindi eventi di disgelo/pioggia combinati (ad es. UFAEG, 2000). L'influsso degli eventi causati dal disgelo aumenta con l'altitudine dei bacini imbriferi, alle quote considerate. In queste zone, in inverno e primavera si verificano già oggi le piene annuali. Anche in futuro le stesse potranno verificarsi fino a primavera e, tenuto conto del clima, saranno più importanti.

In estate, le piene risulteranno inferiori, particolarmente a basse quote,



**Fig. 2. Schema della sequenza cronologica e della distribuzione spaziale dei contributi ai deflussi durante il periodo della piena maggio e giugno 1999. Grande ellisse: Zona della piena. (Grebner e Gurtz, 2003).**

siccome la predisposizione al deflusso dei terreni risulta chiaramente ridotta in seguito alle minori precipitazioni meteoriche e alla maggiore evaporazione. Occorre però osservare che, in estate, sono sempre possibili forti precipitazioni convettive che, particolarmente in bacini imbriferi di dimensione ridotta, possono causare delle piene.

*Pienu nelle regioni a nord e interne delle Alpi a quote superiori ai 1500 m:* i regimi nelle Alpi passano dal carattere glaciale a quello nivale. In inverno i deflussi aumentano leggermente in seguito a saltuarie precipitazioni piovose. Da esse non risultano però vere e proprie piene. In primavera si verificano piccole piene da disgelo, le punte saranno superiori a quelle attuali. Le piene annuali continueranno a verificarsi come oggi in estate e presumibilmente senza aumentare. In autunno non si attendono praticamente cambiamenti. - Osservazione: le zone alpine interne, influenzate dalla propagazione delle precipitazioni provenienti da sud si comportano analogamente alle regioni a sud delle Alpi.

*Versante sud delle Alpi:* In mancanza di

possibilità di differenziazione in questa regione, non si distinguono differenze di altitudine. In inverno e in primavera le precipitazioni sempre più crescenti fanno presumere anche un rispettivo aumento delle piene. In estate, la riduzione delle piogge indica punte massime inferiori delle piene. Le condizioni idrometeorologiche in autunno rimangono determinanti per le piene annuali. Le maggiori intensità delle precipitazioni fanno presumere un aumento delle piene.

*Trasporto solido:* in seguito al ritiro dei ghiacciai e al disgelo del permafrost, nelle zone situate ad altitudini tra ca. 2300 e 2800 m, la disponibilità di materiale solido aumenta sensibilmente. Precipitazioni sottoforma di pioggia più intense contribuiscono ad aumentare il potenziale per il trasporto solido.

*Smottamenti:* nelle prealpi, le future condizioni idrometeorologiche invernali e primaverili menzionate (precipitazioni, manto nevoso, evaporazione) lasciano presumere suoli saturi d'acqua per lunghi periodi. Ne risulta un accresciuto pericolo di smottamenti e un aumento del trasporto solido.

Kommissionsmitglieder und Klima-Experten, die am Workshop vom 12.–14. November 2006 teilgenommen respektive an diesem Dokument mitgearbeitet haben:

Membres de la commission et experts en climat qui ont participé à l'atelier du 12 au 14 novembre 2006 ou qui ont collaboré à ce document:

Membri della commissione e esperti per fenomeni climatici, che hanno partecipato al workshop del 12–14 novembre 2006, rispettivamente che hanno collaborato alla redazione di questo documento:

Members of the Commission and climate experts who participated in the workshop from November 12 to 14, 2006 and/or who contributed to this document:

Prof. Dr. *Anton Schleiss*, Präsident der Kommission, Laboratoire de constructions hydrauliques ETH Lausanne.

Prof. Dr. *Walter Meier*, a. Direktor Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik in Tänikon (Moderation Workshop).

Dr. *Gian Reto Bezzola*, BAFU Bundesamt für Umwelt, Abteilung Gefahrenprävention (Redaktionsteam).

Dr. *Dominique Bérod*, Service des routes et des cours d'eau, Kanton Wallis.

*Andri Bischoff*, Tiefbauamt des Kantons Graubünden, Chef Abteilung Wasserbau.

*Laurent Filippini*, Ufficio dei corsi d'acqua, Cantone Ticino.

Dr. *Christoph Frei*, MeteoSchweiz, Zürich.

*Christian Göldi*, vorm. Abteilung Wasserbau Kanton Zürich (Redaktionsteam).

Dr. *Dietmar Grebner*, Institut für Atmosphäre und Klima ETH Zürich (Redaktionsteam).

*Urs Gunzenreiner*, Tiefbauamt des Kantons St. Gallen, Abteilung Gewässer, St. Gallen.

Dr. *Walter Hauenstein*, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Baden.

Dr. *Christoph Hegg*, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.

*Wolfgang Hennegriff*, LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

PD Dr. *Martin Jäggi*, Beratender Ingenieur für Flussbau und Flussmorphologie, Ebmatingen  
Prof. Dr. *Hans Kienholz*, Geografisches Institut Universität Bern.

Prof. Dr. *Erwin Minor*, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich.

Dr. *Dieter Müller*, Colenco Power Engineering AG, Abteilung Wasserbau und Umwelt, Baden.

Dr. *Matthias Oplatka*, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Abteilung Wasserbau, Zürich.

Dr. *Hans Romang*, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos.

Dr. *Bruno Schädler*, BAFU Bundesamt für Umwelt, Abteilung Hydrologie, Bern.

*Rolf Studer*, Direction de l'aménagement de l'environnement et des constructions, Kanton Freiburg.

Dr. *Heinz Willi Weiss*, Basler & Hofmann Ingenieure und Planer AG, Zürich.

*Hans Peter Willi*, BAFU Bundesamt für Umwelt, Abteilung Gefahrenprävention, Bern.

Dr. *Benno Zarn*, Hunziker, Zarn + Partner AG, Domat/Ems.

Literatur/Bibliographie/Letteratura

BWG, 2000: Hochwasser 1999 – Analyse der Ereignisse. Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, Studienbericht Nr. 10.

*Christensen, J.H., T.R. Carter, und M. Rum-*

*mukainen*, 2007: Evaluating the performance and utility of regional climate models: The PRUDENCE project. *Clim. Change*, (in press).

*Frei, C.*, 2006: Die Klimazukunft der Schweiz – Eine probabilistische Projektion. Erhältlich unter [http://www.occc.ch/Products/CH2050/ch2050\\_scenario\\_d.html](http://www.occc.ch/Products/CH2050/ch2050_scenario_d.html), und <http://www.meteoschweiz.ch>.

*Frei, C., R. Schöll, S. Fukutome, J. Schmidli, und P.L. Vidale*, 2006: Future change of precipitation extremes in Europe: Intercomparison of scenarios from regional climate models. *J. Geophys. Res.*, 111, D06105, doi:10.1029/2005JD005965.

*Grebner, D. und A. Gurtz*, 2003: Hochwasser als Phänomen – Wahrnehmung und Differenzierung. *Bulletin – Magazin der Eidgenössischen Hochschule Zürich*, Nummer 289, 22–25.

*Goodess, C. M.*, 2003: Statistical and regional dynamical downscaling of extremes for European regions: STARDEX, EGG5, 6.

*Horton, P., B. Schaeffli, A. Mezghani, B. Hingray und A. Musy*, 2006: Assessment of climate-change impacts on alpine discharge regimes with climate model uncertainty. *Hydrol. Process.* 20, 2091–2109.

PRUDENCE: Prediction of regional scenarios and uncertainties for defining European climate change risks and effects. Forschungsprojekt der Europäischen Union. <http://prudence.dmi.dk/>.

*Schmidli, J., C. M. Goodess, C. Frei, M. R. Haylock, Y. Hundecha, J. Ribalaygua, und T. Smith*, 2007: Statistical and dynamical downscaling of precipitation: An evaluation and comparison of scenarios for the European Alps. *J. Geophys. Res.*, 112, (in press).

STARDEX: Statistical and Regional dynamical Downscaling of Extremes for European regions. Forschungsprojekt der Europäischen Union. <http://www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex/>.