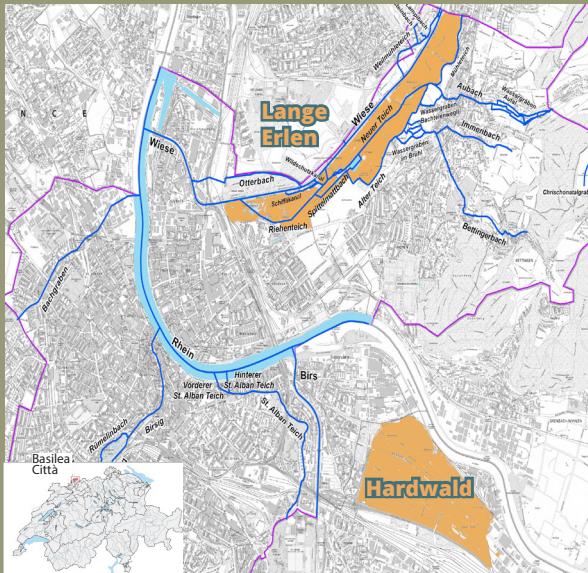


## Cambiamento climatico Svizzera

# Impatti dei rischi climatici combinati sui sistemi urbani



## FAST FACTS



120 anni di misurazioni



18 modelli climatici



11 interviste



8 esperti



2 sistemi



1 città



## Di cosa si tratta

È possibile che anni consecutivi con periodi prolungati di caldo e siccità possano, in casi estremi, portare al limite sia la salute umana che l'approvvigionamento idrico, energetico e altri importanti sottosistemi (o settori) di una città?

Per rispondere a questa domanda, sono state analizzate le catene di processo associate a questi eventi estremi meteorologici combinati, utilizzando l'esempio della città di Basilea. I sistemi urbani sono particolarmente esposti al rischio di eventi estremi perché un gran numero di persone, infrastrutture e sistemi critici (di approvvigionamento) sono concentrati in un'area molto piccola. Gli eventi estremi possono quindi innescare o intensificare le reazioni a catena. L'approvvigionamento idrico è un elemento chiave in un periodo di caldo eccessivo e siccità e vi è anche un forte legame con altri sistemi come l'energia, i trasporti e l'industria. Pertanto, gli impatti più plausibili sono qui esemplificati per i sistemi fortemente interagenti dell'acqua e dell'energia.

La modellazione quantitativa di eventi estremi senza precedenti e combinati e dei loro impatti è caratterizzata da grandi incertezze. Con l'obiettivo di identificare le interazioni critiche di sistemi importanti e i possibili „punti oscuri“, le informazioni quantitative provenienti dai modelli climatici sono state combinate con interviste semi-strutturate con esperti dell'amministrazione e della scienza per sviluppare scenari plausibili e catene di eventi per questo caso di studio. I risultati principali sono presentati e spiegati di seguito.



## Scenari climatici e idrici

Questo studio ha analizzato i possibili impatti futuri di diversi periodi consecutivi di caldo e siccità che sono plausibili sulla base degli scenari climatici svizzeri CH2018: Temperature estive di +5°C rispetto al periodo di riferimento 1981-2010 e precipitazioni inferiori del 40%. Di conseguenza, per il deflusso del Reno sono stati calcolati tassi di circa il 55% rispetto alla norma (Tabella 1).



## Acqua potabile

**Quantità:** grazie all'infiltrazione delle acque sotterranee del Reno e dei boschi nell'Hardwald e nel Lange Erlen, la città di Basilea dispone di un sistema sicuro da molti anni (Fig. 1). Il prelievo di 3,4-5,2 m<sup>3</sup>/s corrisponde a molto meno dell'1% della portata media del Reno (1061 m<sup>3</sup>/s). La tabella 1 mostra le restanti quantità di deflusso del Reno nello scenario di estrema siccità. Queste basse quantità di deflusso sono ancora molto al di sopra delle quantità richieste per il prelievo. Anche in caso di livelli d'acqua nei fiumi estremamente bassi, l'approvvigionamento di acqua potabile è garantito malgrado una forte diminuzione dell'acqua di scioglimento dei ghiacciai in futuro. Poiché viene utilizzata esclusivamente l'acqua di falda, la capacità del serbatoio del sistema di approvvigionamento è relativamente bassa e ammonta solo a circa 8 ore. La capacità delle pompe per le acque sotterranee deve quindi essere sufficientemente grande da coprire i picchi di domanda.

**Temperatura:** mentre oggi le temperature dell'acqua del Reno superiori a 25°C sono molto rare (11 giorni nell'anno estremo 2018), si potrebbero avere 30-50 giorni all'anno in caso di eventi estremi futuri. Ciò comporterebbe picchi di domanda significativamente più elevati, in quanto il prelievo di acqua del Reno per il raffreddamento non è più consentito a queste temperature, il che significa che alcuni impianti industriali dovranno ricorrere all'acqua potabile per il raffreddamento. Il cambiamento climatico potrebbe persino avere un effetto di raffreddamento sulle acque sotterranee, a causa dei cambiamenti stagionali delle precipitazioni e dell'aumento delle acque di disgelo. Anche questo è un elemento che impedisce che l'aumento della temperatura dell'acqua rappresenti un problema per l'approvvigionamento idrico della città di Basilea.

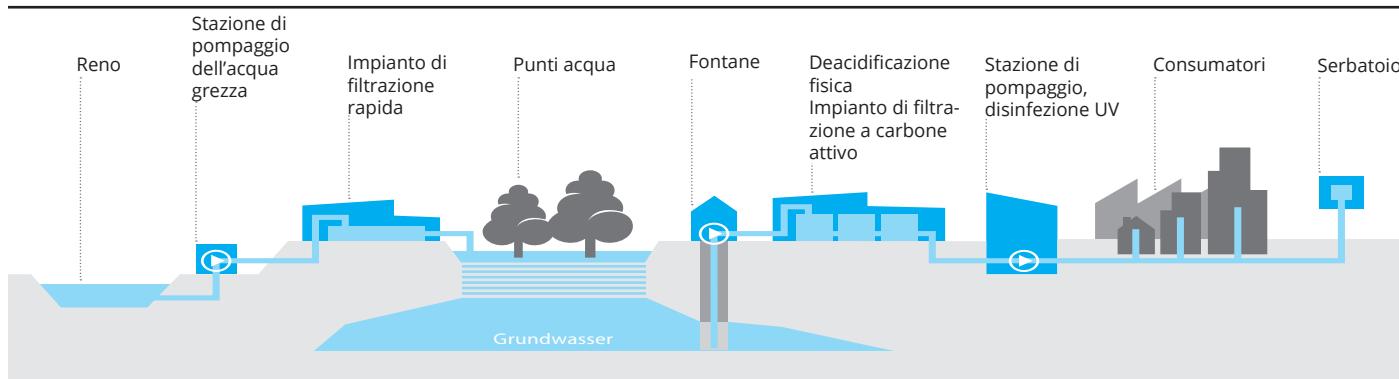


Figura 1: Il sistema di acqua potabile della città di Basilea con l'infiltrazione dell'acqua del Reno nelle acque sotterranee.  
Fonte: IWB

**Inquinamento:** in caso di bassi livelli idrici, il rischio di inquinamento delle acque aumenta perché la diluizione degli agenti inquinanti è minore. In caso di forte inquinamento, il prelievo d'acqua per l'infiltrazione deve essere temporaneamente sospeso. Tuttavia, per un corso d'acqua come il Reno un inquinamento prolungato risulterebbe improbabile. Un problema di approvvigionamento idrico si potrebbe verificare solo nel caso che la fonte d'inquinamento non potesse essere identificata per un periodo prolungato o in presenza di numerose fonti d'inquinamento piccole.

Nello scenario esaminato, con livelli d'acqua estremamente bassi del Reno e del Wiese (o eventualmente con il prosciugamento del Wiese), l'approvvigionamento idrico potrebbe presumibilmente essere messo a rischio solo dalle seguenti condizioni eccezionali aggiuntive (vedere lo scenario Worst case 1-3 nella Figura 2):

- Worst case 1: Inquinamento prolungato del Reno e delle acque sotterranee.
- Worst case 2: Inquinamento del Reno e grandi picchi di domanda (la domanda aggiuntiva non può essere soddisfatta dal prelievo di emergenza dell'acqua del fiume).
- Worst case 3: interruzione della fornitura di energia per le pompe (capacità del serbatoio di alcune ore), soprattutto in corrispondenza dei picchi di domanda.

Ecologia e trasporto

Le maggiori conseguenze negative in seguito all'evento estremo interesserebbero l'ecologia terrestre e acquatica. I bassi volumi d'acqua, combinati alle alte temperature, avrebbero gravi ripercussioni sulla popolazione ittica e sugli altri organismi acquatici. L'Hardwald ha già dovuto essere chiuso durante l'evento del 2018 e sarebbe ad alto rischio, ma l'approvvigionamento idrico ne risentirebbe poco. Nel Lange Erlen, una popolazione arborea intatta è più importante per l'infiltrazione, ma la vegetazione è anche più resistente alla siccità.

Anche il settore dei trasporti ne risentirebbe fortemente. Nel caso dell'evento in esame, si prospettano limitazioni o interruzioni della navigazione sul Reno anche in presenza di un canale fluviale più profondo.

Tabella 1: Portata del Reno: valori presenti e proiezioni

Portata del Reno (m <sup>3</sup> /s)	Valori medi misurati dal 1981 al 2010	Portata del Reno durante la primavera/estate 2018	Anni di siccità 2021-2100
Agosto	1130	622	486
Ottobre	894	465	500
Novembre	848	407	620

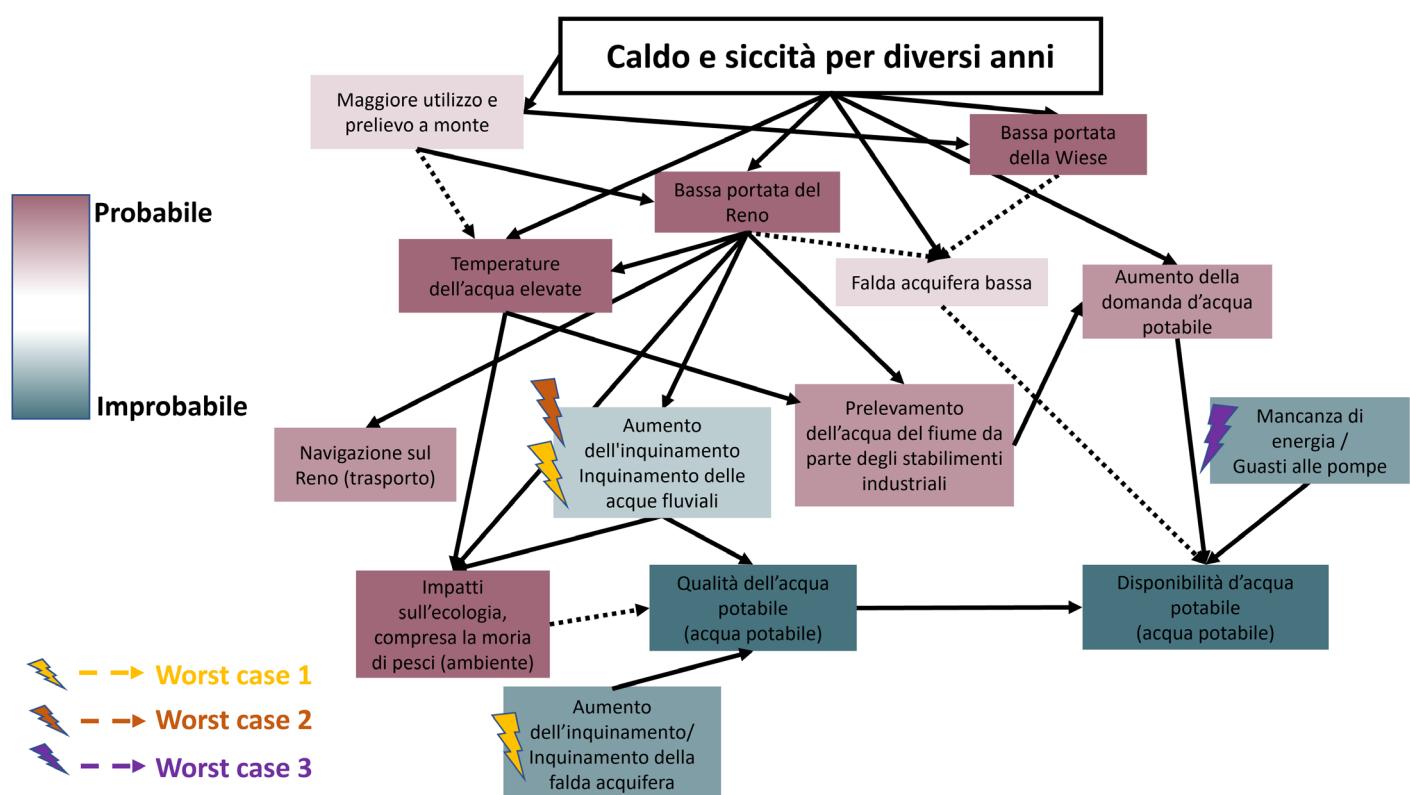


Figura 2: Possibili eventi a cascata nel sistema idrico durante un evento pluriennale di caldo e siccità. I colori dei processi indicano la probabilità stimata di occorrenza. I casi peggiori (Worst case) menzionati nel testo sono contrassegnati da fulmini. Le frecce tratteggiate indicano effetti deboli, incerti o secondari.

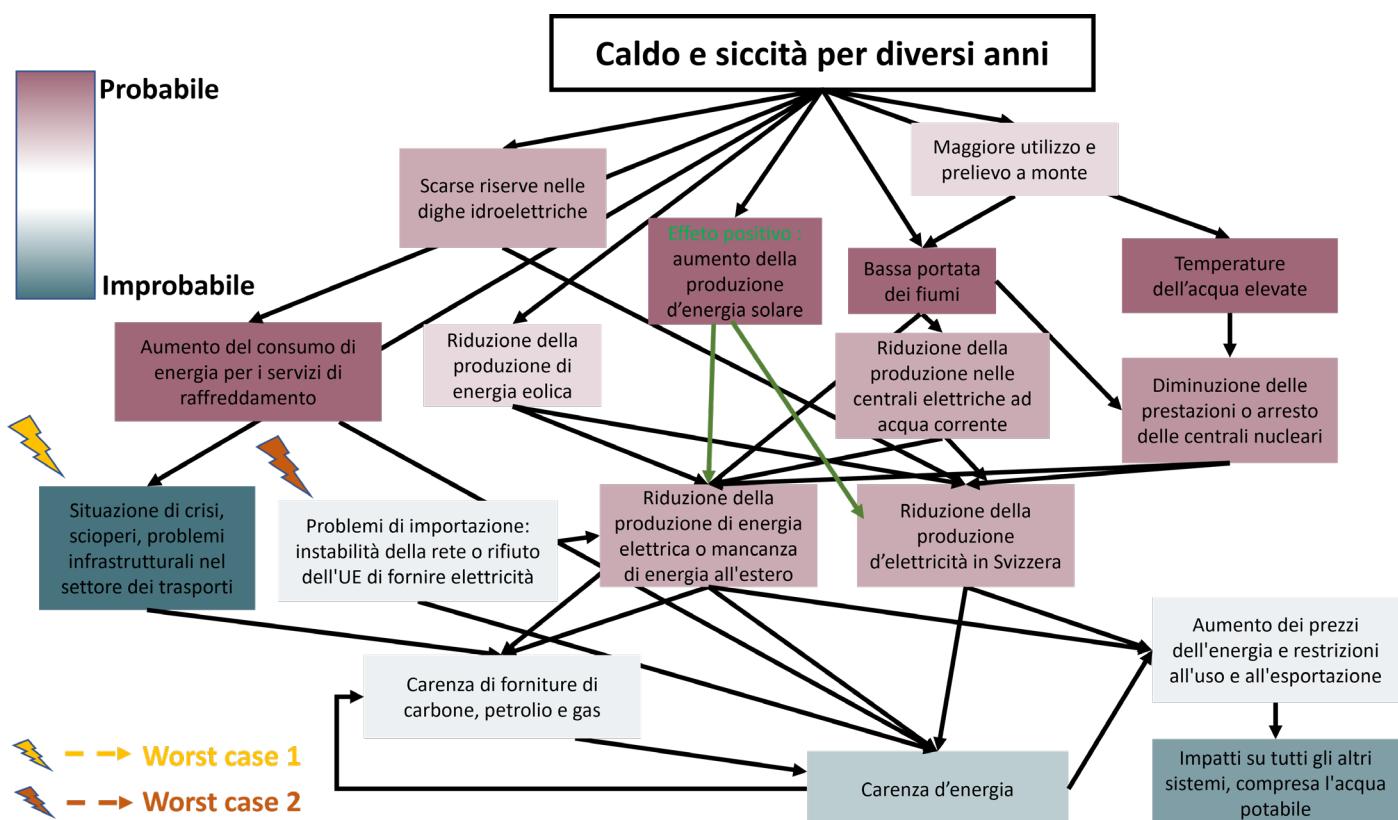


Figura 3: Possibili eventi a cascata nel sistema energetico durante un evento pluriennale di caldo e siccità. I colori dei processi indicano la probabilità stimata di accadimento. I casi peggiori (Worst case) menzionati nel testo sono contrassegnati da fulmini.



## Fornitura energetica

Un evento combinato di calore estremo e di siccità potrebbe influenzare il settore energetico attraverso diverse catene di processo (Figura 3). A causa delle forti interconnessioni e delle fluttuazioni stagionali, carenze nel settore energetico sono più probabili rispetto all'approvvigionamento idrico. Poiché il caldo e la siccità si manifestano su vaste aree, le carenze riguarderebbero quasi certamente l'intera Svizzera. Tuttavia, le carenze infrastrutturali regionali potrebbero aggravare il problema. In combinazione con eventi indipendenti (si veda il Worst case 1 e 2 nella Figura 3), l'approvvigionamento di combustibili fossili e le importazioni di elettricità potrebbero essere a rischio. I possibili eventi indipendenti sono:

- Worst case 1: situazione di crisi, scioperi, problemi infrastrutturali nel settore dei trasporti.
- Worst case 2: problemi di importazione: Instabilità della rete o rifiuto di fornire elettricità da parte dell'UE.

Poiché il sistema energetico è fortemente legato ad altri sistemi, in caso di carenza di energia si prevederebbe una grave compromissione di molte aree. In questo caso estremo, una carenza simultanea di acqua potabile potrebbe verificarsi a causa della scarsa capacità dei serbatoi di Basilea (vedi sopra).

## Misure di adattamento

### Acqua potabile

L'analisi ha dimostrato che l'attuale sistema di approvvigionamento di acqua potabile con infiltrazione di acqua fluviale rappresenta già una misura di adattamento per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento, anche in caso di periodi prolungati di caldo e siccità.

Tuttavia, sono state identificate alcune vulnerabilità nel sistema, che potrebbero portare risultare in scenari Worst case. Tuttavia, sono state identificate alcune vulnerabilità nel sistema, che potrebbero portare a scenari peggiori in caso di eventi combinati. In previsione di queste potenziali vulnerabilità, sono state proposte le seguenti misure di adattamento e di emergenza:

- Introdurre preventivamente tariffe di picco più elevate
- Prelievo dell'acqua direttamente dal Reno
- Coordinamento dell'acqua potabile e delle acque sotterranee (le singole aziende utilizzano già adesso i propri serbatoi di acqua potabile a scopo di raffreddamento)
- Tariffe idriche flessibili e inviti al risparmio idrico
- Miglioramento della filtrazione del carbonio e individuazione precoce delle fonti inquinanti

### Ecologia e trasporto

I settori della navigazione e dell'ecologia sono già stati colpiti dal caldo e dalla siccità degli ultimi anni. Anche per questi settori sono state proposte misure di adattamento:

- Selezione delle specie arboree e promozione della rigenerazione forestale
- Identificazione di substrati arborei adatti
- Protezione delle zone a scorrimento più freddo attraverso l'approvvigionamento di acque sotterranee.
- Ritenzione dell'acqua di disgelo per bilanciare i flussi d'acqua
- Utilizzo di imbarcazioni più leggere in caso di maggiore diminuzione del livello dei fiumi bassa marea
- Ulteriore approfondimento del canale per la navigazione

### Energia

Nel campo dell'energia, le possibili misure di adattamento sono di più ampia portata e dovrebbero essere attuate non solo a livello della città di Basilea, ma su scala più ampia. I piani corrispondenti dovranno essere elaborati da tutti i fornitori di energia in Svizzera:

- Appelli alla popolazione per il risparmio di energia elettrica (alcuni di questi sono già stati fatti)
- Restrizioni sulle quote di consumo, ad esempio si può utilizzare solo il 70% della quantità abituale di elettricità
- Disattivare le linee elettriche. Ad esempio, in un ritmo 4h (off) / 8h (on).
- A Basilea Città, le misure previste per migliorare le infrastrutture sono ancora in fase di sviluppo.

## Take home messages:

- I trasporti e l'ecologia sono i settori più colpiti dalle magre.
- L'approvvigionamento di acqua potabile è garantito anche in periodi di estrema scarsità d'acqua e di picchi di consumo, almeno finché non si verificano altre condizioni esterne al sistema.
- Gli scenari peggiori che interessano diversi sistemi possono tuttavia avere un impatto negativo sull'approvvigionamento idrico, come un inquinamento prolungato e picchi di consumo elevati o interruzioni nella fornitura di energia.
- Nel settore energetico sono particolarmente rilevanti le interazioni con fattori esterni al Cantone, come ad esempio i problemi di importazione e le situazioni di crisi.

## Informazioni sugli autori/contatti:

### Veruska Muccione

Responsabile del caso di studio, Istituto di Geografia, Università di Zurigo, veruska.muccione@geo.uzh.ch

### Raphael Neukom

Università di Friburgo e Università di Zurigo

### Nadine Salzmann

Università di Friburgo e WSL - SLF / Centro di ricerca CERC, Davos

### Christian Huggel, Saied Ashraf Vaghefi e Esther

### Gerber

Università di Zurigo

### Carl Love Mikael Raman Vinna

Istituto federale di scienze e tecnologie acquisite Eawag

### Sabine Kleppak

Città di Baden

### Vincent Roth

Divisione Clima, UFAM