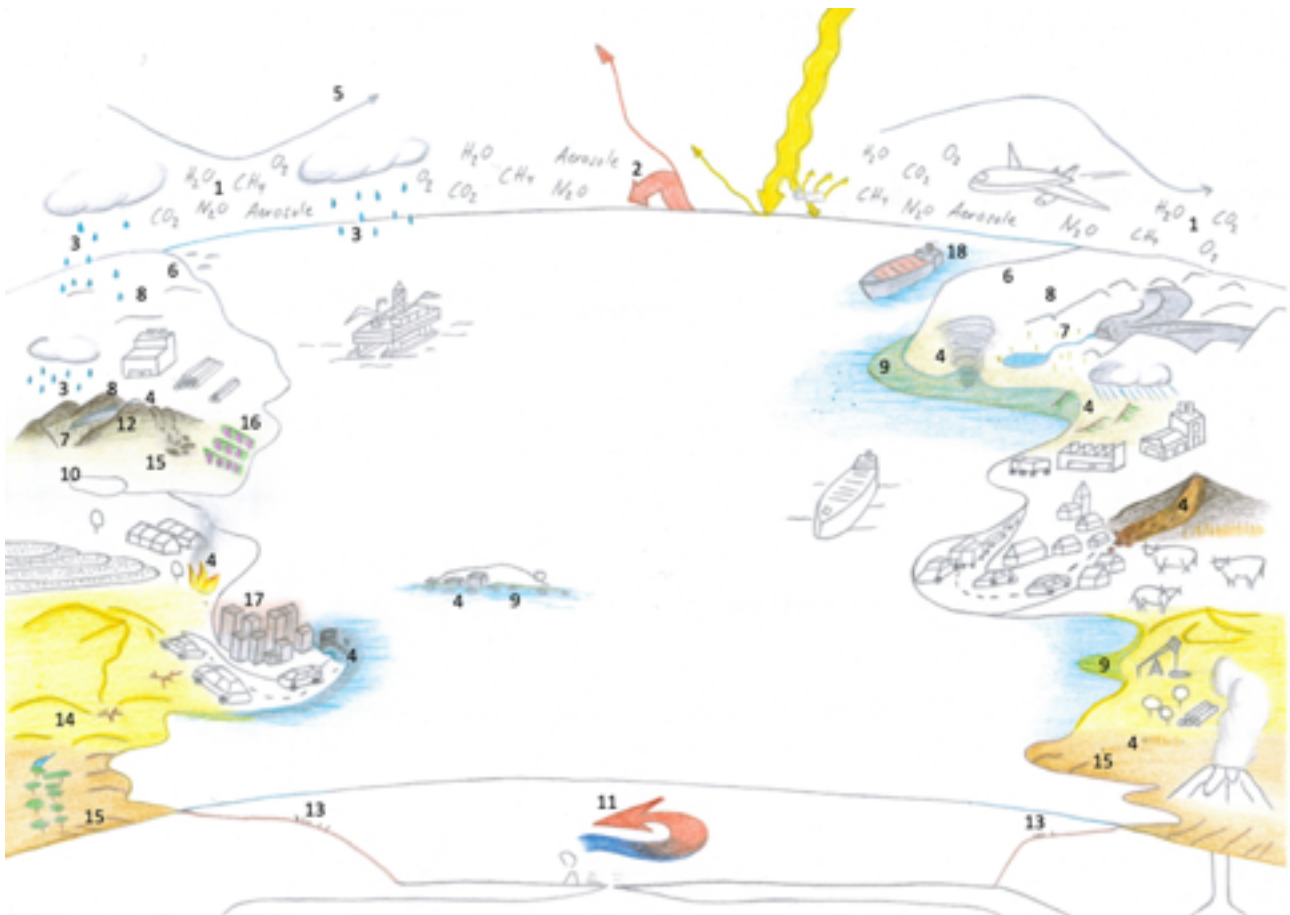


## Conseguenze del cambiamento climatico

### Conseguenze del cambiamento climatico e catena degli impatti

Il cambiamento climatico attuale di origine antropogenica ha conseguenze multiple, diversificate e di ampio raggio, sia per la natura, sia per gli esseri umani. Queste conseguenze possono essere ordinate in una catena di effetti in tre fasi: dapprima sono le parti fisiche del sistema a essere toccate; poi i sistemi di vita naturali; e infine i sistemi di sfruttamento messi in atto dagli esseri umani.

Per esempio, in una determinata regione, il cambiamento climatico può portare a un aumento delle temperature, una riduzione delle precipitazioni e all'inaridimento dei suoli (sistema fisico). I periodi di siccità riducono la crescita vegetativa (sistema di vita naturale). Questo può portare a diminuzioni sensibili del raccolto e alla fame (sistema umano). Accanto a queste catene di impatti negative vi sono pure degli effetti positivi. Per esempio il cambiamento climatico può provocare uno spostamento delle zone climatiche e dei biomi. Certi specie vegetali possono allora crescere ad altitudini o a latitudini maggiori. Di conseguenza anche alcune specie sfruttate nell'agricoltura, come la vite, il frumento o le patate sono ora coltivabili in altri posti.



**FIGURA 1:** CONSEGUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO (FONTE: REALIZZAZIONE INTERNA AL PROGETTO CCESO II, DISEGNO DI MICHELLE WALZ 2019)

<p><b>Atmosfera</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incremento dei gas a effetto serra (aumento del CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, ecc.)</li> <li>2. Incremento dell'irradiazione a onda lunga riflessa (irradiazione di calore)</li> <li>3. Cambiamenti delle precipitazioni</li> <li>4. Incremento di eventi estremi (tempeste, ondate di canicola)</li> <li>5. Cambiamento del sistema dei venti, dei jet streams</li> </ol> <p>Aumento del tasso d'ozono vicino al suolo<sup>1</sup></p> <p><b>Idrosfera e criosfera</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Fusione del ghiaccio (banchisa e inlandsis)</li> <li>7. Fusione dei ghiacciai</li> <li>8. Disgelo del permafrost</li> <li>9. Innalzamento del livello del mare</li> <li>10. Cambiamento del deflusso</li> <li>11. Cambiamenti delle correnti marine</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Incremento di eventi estremi (inondazioni, colate detritiche, frane, smottamenti, siccità)</li> </ol> <p><b>Biosfera</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>12. Cambiamento dei limiti superiori (limite vegetativo, diminuzione di neve e ghiaccio)</li> <li>13. Sbiancamento dei coralli, acidificazione degli oceani. Diminuzione della biodiversità<sup>1</sup></li> </ol> <p>Cambiamento delle zone vegetative<sup>1</sup></p> <p><b>Pedosfera</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>14. Desertificazione</li> <li>15. Erosione del suolo</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Incremento di eventi estremi (smottamenti)</li> </ol> <p><b>Litosfera</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Incremento di eventi estremi (frane)</li> </ol>	<p><b>Antroposfera</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>16. Spostamento delle aree colturali (p. es vigna), nuove colture</li> <li>17. Aumento della calura nelle città</li> <li>18. Nuove rotte marittime (passaggio a nord-ovest, rotta settentrionale)</li> </ol> <p>Conseguenze per la salute (p. es. stress da calore, malattie, iponutrizione)<sup>1</sup></p> <p>Migrazione, conflitti<sup>1</sup></p> <p>Conseguenze economiche (p. es. turismo, cattivi raccolti, nuove opportunità per lo sfruttamento delle materie prime nell'Artico<sup>1</sup>)</p> <p> </p> <p>1 Misura che non si può raffigurare</p>
--	--	---

Un aspetto particolare è rappresentato dagli eventi estremi (catastrofi naturali). La loro intensità e la loro frequenza potrebbero variare; questo generalmente con conseguenze negative.

In questa scheda informativa non è possibile fornire una visione ampia delle svariate conseguenze del cambiamento climatico e dei suoi impatti. Ci si limita unicamente a descrivere brevemente alcune situazioni basilari ed esemplari nelle diverse sfere, tenendo presente il susseguirsi degli impatti.

### L'atmosfera

Una delle conseguenze più citate dell'attuale cambiamento climatico è l'aumento globale della temperatura media annuale. Dall'industrializzazione (circa dal 1820) questa è cresciuta di circa 1,2°C<sup>1</sup>. Questo valore medio quantifica concretamente l'impatto climatico effettivo. Un grosso svantaggio è che questo valore non è direttamente percettibile dagli individui, e può essere persino inteso in modo errato - a chi non piace un po' più di caldo? L'impatto di questo aumento di temperatura risulta però più evidente se si considerano nel concreto le conseguenze del cambiamento climatico a scala regionale o si prendono in considerazione eventi climatici estremi. Temperature rigide estreme diventano più rare, mentre temperature elevate sono più frequenti<sup>2</sup>. Le canicole sono aumentate in molte regioni dell'Europa, dell'Asia e dell'Australia<sup>3</sup>. Queste in futuro saranno più frequenti, più intensive e dureranno più a lungo<sup>4</sup>.

Accanto a un aumento della temperatura, il cambiamento climatico porta a una variazione del regime delle precipitazioni. Globalmente, nell'emisfero nord le precipitazioni sono aumentate<sup>5</sup>, questo a seguito dell'aumento di evaporazione dell'acqua causato dalle temperature più alte e dalla conseguente maggiore presenza di vapore acqueo nell'aria. Nelle regioni secche a latitudini medie

---

1. Brönnimann, 2018, S. 11  
 2. IPCC, 2014, S.7  
 3. IPCC, 2014, S.8  
 4. IPCC, 2014, S.10  
 5. IPCC, 2014, S.4

e in quelle subtropicali le precipitazioni diminuiscono<sup>6</sup>. Si pronostica un aumento di episodi piovosi estremi a latitudini medie e nelle regioni tropicali<sup>7</sup>.

## Idrosfera e criosfera (acqua e ghiaccio)

Anche gli oceani si sono riscaldati e assorbono molta più energia dell'atmosfera. Il 90% dell'aumento aggiuntivo di energia immagazzinata dal sistema climatico è connesso con il riscaldamento degli oceani; soprattutto in superficie, con la conseguenza di un aumento delle canicole marittime. Il livello del mare è aumentato, innanzitutto in seguito alla dilatazione termica degli oceani, causata dal riscaldamento, in secondo luogo per l'acqua proveniente dallo scioglimento dei ghiacciai in Europa, Asia, Nord e Sud America e delle calotte in Groenlandia e nell'Antartico<sup>8</sup>.

### **Dilatazione termica**

La densità dell'acqua è massima a +4°C. A temperature maggiori o minori la densità diminuisce, e il volume occupato da una certa massa d'acqua aumenta. Questo fenomeno è chiamato dilatazione termica.

L'oceano assorbe, inoltre, molto CO<sub>2</sub> dall'atmosfera (vedi ciclo del carbonio nella scheda informativa 1). Il CO<sub>2</sub> è solubile nell'acqua. Un incremento del CO<sub>2</sub> provoca una crescita degli atomi di ossigeno; l'acqua dei mari diventa più acida<sup>9</sup>. Questa acidificazione degli oceani intacca, tra l'altro, il guscio calcareo degli organismi viventi marini (vedi la parte sulla biodiversità).

Pure le masse nevose e glaciali diminuiscono in tutto il mondo. I ghiacciai rappresentano degli indicatori affidabili delle variazioni termiche, benché reagiscano con un certo sfasamento nel tempo. Quasi ovunque nel mondo le masse glaciali si stanno sciogliendo, e nell'emisfero nord è diminuita l'estensione della copertura nevosa in primavera<sup>10</sup>. Di conseguenza nelle regioni artiche e in quelle alpine il riscaldamento è il doppio della media globale<sup>11</sup>.

A causa dello scioglimento dei ghiacci e delle nevi diminuisce la riflessione di radiazione solare luminosa a onda corta, aumenta, invece, la radiazione assorbita in superficie e trasformata in radiazione termica a onda lunga (vedi scheda informativa 2 sul bilancio delle radiazioni e sull'effetto serra naturale).

Lo scioglimento dei ghiacciai ha pure effetti sui deflussi e sulle risorse idriche<sup>12</sup>. A causa delle temperature più elevate e della diminuzione della copertura nivale il permafrost si disgela a latitudini e ad altitudini maggiori<sup>13</sup>, come nelle Alpi. Questo porta a una destabilizzazione del sottosuolo con relativi pericoli naturali (p. es. smottamenti o frane). I villaggi di montagna e le infrastrutture ad alta quota si trovano di conseguenza in una situazione di pericolo<sup>14</sup>.

6. IPCC, 2014, S.11

7. IPCC, 2014, S.8 & 11

8. IPCC, 2014, S.44

9. IPCC, 2014, S.4 & 40f

10. IPCC, 2014, S.4

11. IPCC, 2014, S.10, 42 & 50

12. IPCC, 2014, S.50

13. IPCC, 2014, S.4 & 50

14. Akademien der Wissenschaften Schweiz (2016) Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Physikalische Grundlagen. S. 23



**FIGURA 2:** IL GHIACCIAIO DELL'ALETSCHE NEL 1856 E OGGI (© HANS-PETER HOLZHAUSER)

## Pericoli e catastrofi naturali

Il surriscaldamento, lo scioglimento dei ghiacciai, l'aumento del limite delle nevi, e altro provocano un aumento dell'umidità dell'aria, poiché l'aria a temperature maggiori può contenere più vapore acqueo (effetto Tumbler). Questa umidità dell'aria supplementare e l'alto contenuto energetico possono portare a un intensificarsi delle precipitazioni forti e delle inondazioni. D'altro lato le mutazioni dei sistemi di circolazione regionali possono portare a periodi più lunghi senza precipitazioni (confronta p. es. la situazione in Svizzera nell'estate 2018).

Disfunzioni negli ecosistemi come siccità, tempeste, incendi di boschi, arbusti o praterie, allagamenti, infestazioni di parassiti in molte parti del mondo sono aumentate in frequenza e in intensità<sup>15</sup>. In ogni modo non è ancora possibile di ricondurre in modo inoppugnabile questi eventi al cambiamento climatico. Questo, tra l'altro, a causa, da un lato, della mancanza di registrazioni a lungo termine o di osservazioni dirette, dall'altro a causa della possibilità di attribuire questi eventi ad altri fattori, come le attività umane (per esempio la deforestazione o l'insediamento in zone a rischio naturale)<sup>16</sup>.

---

15. IPCC, 2014, S.53

16. IPCC, 2014, S.54

## La biosfera (il mondo vegetale e animale)

Molti animali e piante - terrestri e acquatici - reagiscono al cambiamento climatico e modificano la zona di diffusione, le attività stagionali, i modelli migratori, le dimensioni della popolazione e le interazioni con altre specie<sup>17</sup>. Molte specie sono minacciate da un rischio d'estinzione maggiore. Ecosistemi marittimi, come le barriere coralline o gli ecosistemi polari sono minacciati da un abbassamento progressivo del tenore in ossigeno, dall'acidificazione degli oceani e dalla crescita delle temperature degli oceani<sup>18</sup>.

In Svizzera il riscaldamento provoca un innalzamento dei limiti vegetativi. Per questo, la zona dei pascoli alpini, spazio vitale per molte specie, diventa sempre più piccola. Di conseguenza si assiste a diversi spostamenti, p. es. la presenza di certe piante ad altitudini maggiori o un anticipo del periodo di fioritura delle piante, ciò che ha effetti sullo stile di vita di insetti e uccelli<sup>19</sup>.

## Sistemi di produzione umani

Il cambiamento climatico ha un effetto negativo sulla sicurezza alimentare. I cambiamenti prima descritti delle specie viventi in acqua dolce e salata rappresentano per esempio una sfida per la pesca. Il cambiamento climatico nelle regioni tropicali e in quelle temperate agisce negativamente sulla produzione di frumento, riso e mais<sup>20</sup>. In alcune regioni la combinazione di alte temperature e di umidità elevata limita le attività umane e il lavoro all'aperto, tra l'altro la coltivazione di prodotti per l'alimentazione<sup>21</sup>. Le superficie rinnovabili e le risorse di acqua di falda diminuiscono nelle regioni aride e in quelle subtropicali a causa del cambiamento climatico, questo può portare all'accrescersi di conflitti per la gestione dell'acqua<sup>22</sup>.

Alcune regioni isolate possono approfittare dell'aumento delle temperature<sup>23</sup>. Degli studi menzionano conseguenze positive del cambiamento climatico principalmente per le regioni situate a latitudini alte, per esempio la possibilità di coltivare di nuove specie vinicole. Ancora non è chiaro se in questi luoghi saranno gli effetti positivi o quelli negativi a predominare<sup>24</sup>.

Il cambiamento climatico porta, innanzitutto nelle regioni in via di sviluppo, con deficienze strutturali e nei servizi, così come in regioni appartate a un aumento dei problemi di salute<sup>25</sup> con, per esempio, l'estensione delle aree di distribuzione delle malattie contagiose<sup>26</sup>. Nel Nordamerica e in Euro-

---

17. IPCC, 2014, S.6

18. IPCC, 2014, S.13

19. Akademien der Wissenschaften Schweiz (2016) Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Folgen und Anpassungen. S. 96 u.a.

20. IPCC, 2014, S.73

21. IPCC, 2014, S.16

22. IPCC, 2014, S.53

23. IPCC, 2014, S.13

24. IPCC, 2014, S.53

25. IPCC, 2014, S.15

26. Akademien der Wissenschaften Schweiz (2016) Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Folgen und Anpassung. S. 132

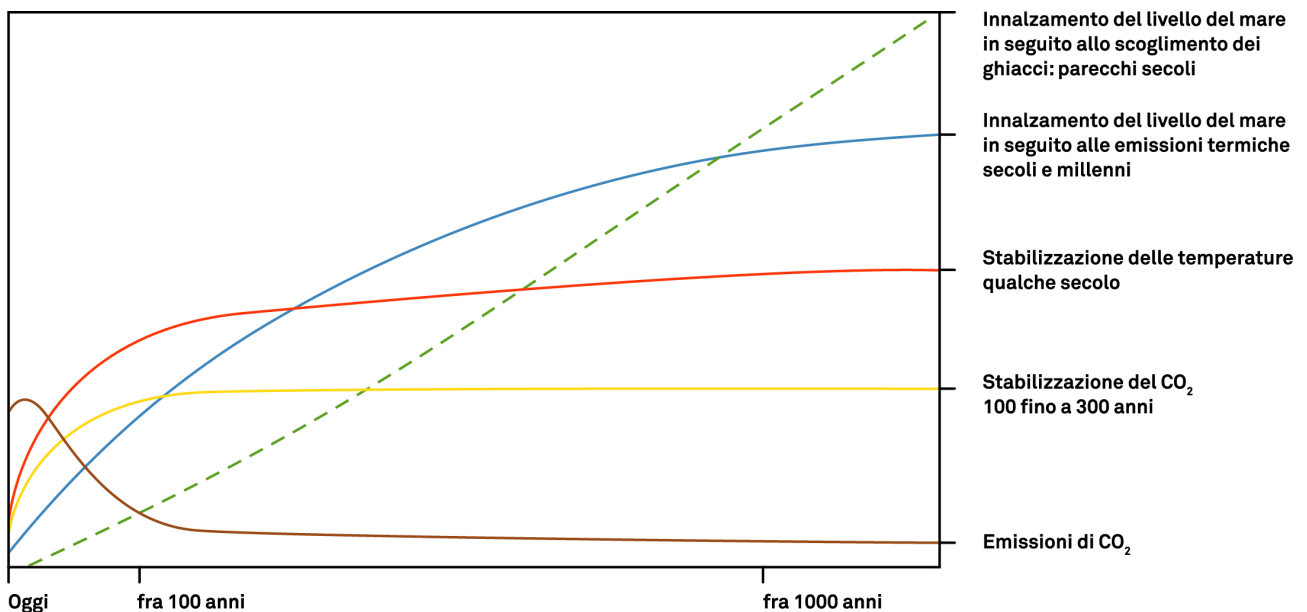


pa le canicole estreme possono portare a un aumento delle malattie e dei decessi<sup>27</sup>.

Accanto a conflitti, forme di governo instabile, indigenza economica e catastrofi naturali non meteorologiche anche il cambiamento climatico può contribuire a un aumento della pressione migratoria. Aumenterà l'afflusso di persone in fuga da regioni colpite in modo particolare dalle conseguenze negative del cambiamento climatico sul rifornimento idrico, la sicurezza alimentare, l'economia ecc... Contemporaneamente, le persone più colpite sono quelle che vivono nei paesi in via di sviluppo, con un reddito ridotto e di conseguenza mezzi per adattarsi alla nuova situazione, ma anche per partire, più limitati. Indirettamente il cambiamento climatico aumenta i rischi di conflitti violenti, in cui sono rafforzati problemi già noti come la povertà<sup>28</sup>.

Anche nel turismo si ripercuoterà quello che nel turismo invernale in Svizzera già avviene. La sicurezza dell'innnevamento per le stazioni situate sotto i 2'000 m s.l.m. diminuirà in modo marcante<sup>29</sup>.

## Prospettiva a lungo termine



**FIGURA 3: INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE (FONTE. REALIZZAZIONE INOTER NA AL PROGETTO CCESO II)**

Anche se si dovesse interrompere immediatamente e completamente le emissioni antropogeniche di CO<sub>2</sub>, per un lungo periodo le temperature rimarranno elevate. Inoltre non va dimenticato che una stabilizzazione delle temperature medie annuali non significa una stabilizzazione del sistema climatico. Il cambiamento climatico antropogenico e i suoi effetti sul sistema climatico, come sulle persone e i loro sistemi di produzione sono irreversibili per i prossimi secoli, se non millenni, a meno che non si riesca con misure eccezionali a catturare il CO<sub>2</sub> atmosferico (vedi scheda infor-

27. IPCC, 2014, S.53

28. IPCC, 2014, S.16

29. Akademien der Wissenschaften Schweiz (2016) Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Folgen und Anpassung. S. 117

mativa 5)<sup>30</sup>. Con un proseguimento del riscaldamento attuale cresce in modo marcante il rischio di cambiamenti irreversibili del sistema climatico<sup>31</sup>.

Il documento “Scenari climatici-CH2018” mostra, per la Svizzera, possibili evoluzioni del sistema climatico per i prossimi 40 anni. In questo ambito si prendono particolarmente in considerazione i possibili scenari di un aumento delle temperature medie annuali (temperature estive +2,5°C fino a +4,5°C in inverno), l'aumento delle precipitazioni forti e delle ondate di canicola in estate, così come gli inverni senza neve (aumento fra 400m e 600m del limite di zero gradi).

## Bibliografia

Akademien der Wissenschaften Schweiz (2016). *Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven*. Swiss Academies Reports 11 (5). Bern: Akademien der Wissenschaften.

Brönnimann, S. (2018). *Klimatologie*. Bern: Haupt Verlag.

IPCC (2014): *Klimaänderung 2014: Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)* Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2016.

NCCS, Schweizerische Eidgenossenschaft, National Centre for Climate Services (2018). *CH2018 – Klimaszenarien für die Schweiz*. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html>

Spandau, L., & Wilde, P. (2008). *Klima - Basiswissen, Klimawandel, Zukunft*. Stuttgart: Eugen Ulmer.

---

30. IPCC, 2014, S.16

31. IPCC, 2014, S.76