

Sind die Gletscher in den Alpen bis 2100 eisfrei?

Die Entwicklung der Alpengletscher bis 2100

Die Alpen erstrecken sich über die Schweiz, Deutschland, Slowenien, Italien, Lichtenstein, Österreich und Frankreich mit einer Länge von 1200 km. Zurzeit besitzen die Alpen ca. 5000 Gletscher, die aber durch den Klimawandel stark vom Abschmelzen bedroht sind. Die Gletscheroberfläche hat sich innerhalb von 40 Jahren über 1000 km² reduziert (1970er von 2900 km², bis 2010 auf 1800 km²)⁽⁶⁾. In Österreich haben die Gletscher heute im Vergleich zur kleinen Eiszeit von 1850, 50% ihrer Fläche verloren⁽⁴⁾. Generell sind die Alpen von der globalen Klimaerwärmung sehr stark betroffen. Sie besitzen eine dreimal so hohe Erwärmung, wie der globale Durchschnitt. Doch wie entwickeln sich die Alpengletscher in der Zukunft? Wird es 2100 noch Gletscher im Alpenraum geben?

Tipping Points:

beschreiben Kippunkte eines Systems und werden als Auslöser von grundlegenden Systemveränderungen betrachtet.

- abrupte Klimaänderung
- unumkehrbare Prozesse
- langfristige, starke Klimaänderung⁽¹⁾

Anstieg treibhauswirksamen Gasen wie CO₂ und CH₄ für den der Mensch verantwortlich ist

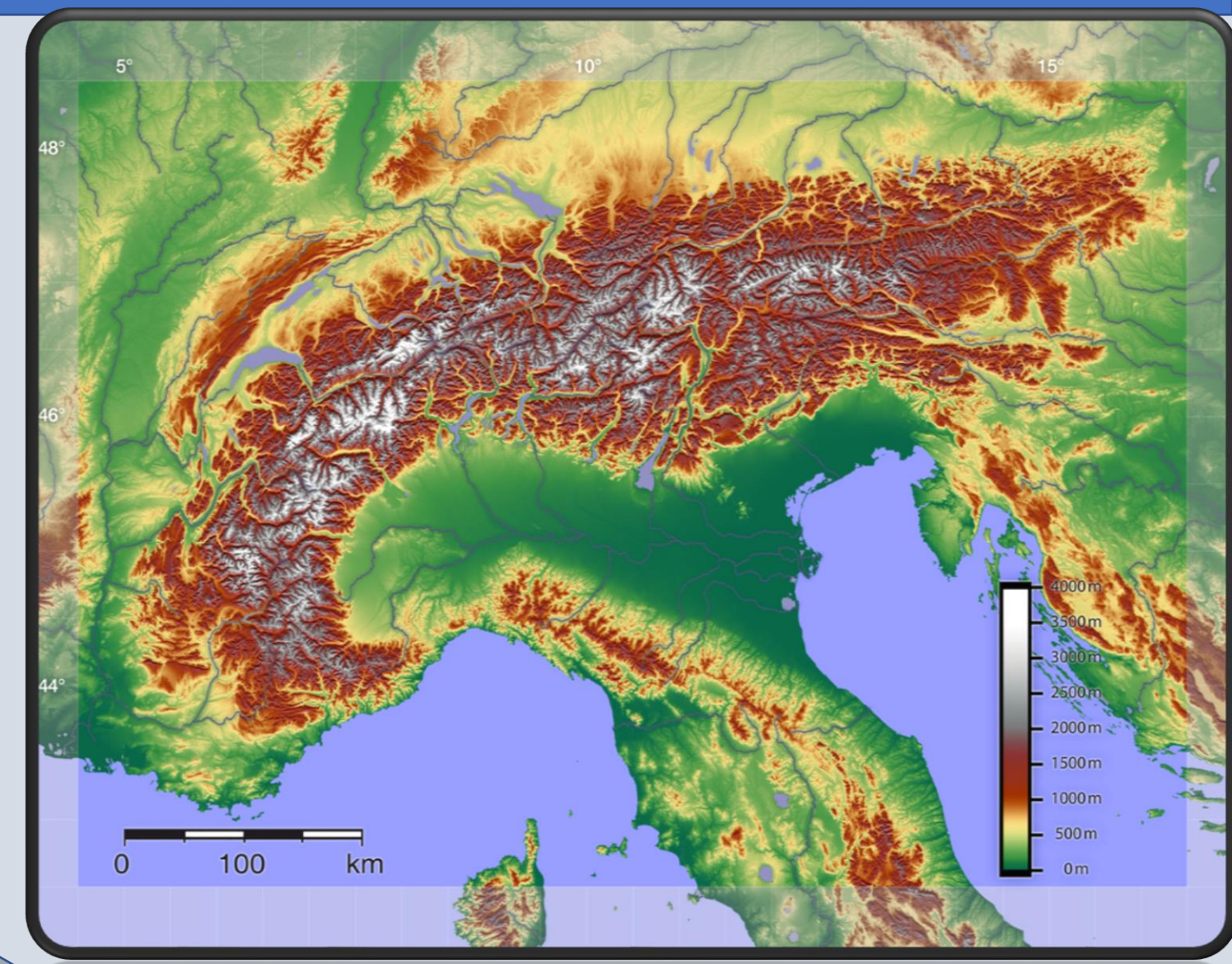
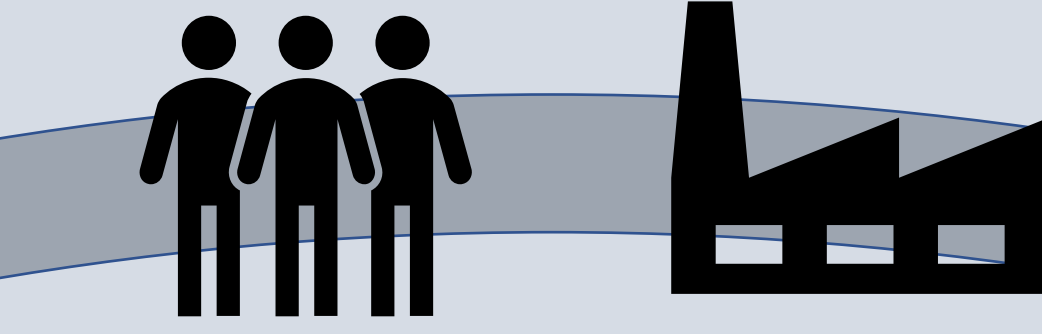


Abb. 1

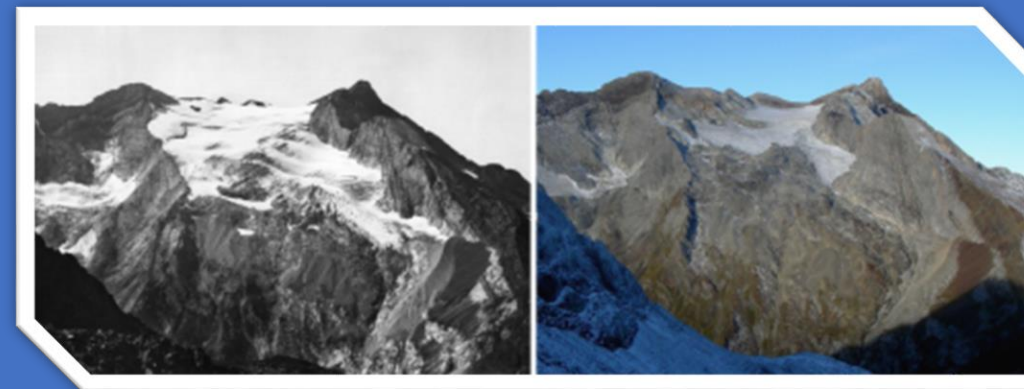


Abb. 2

Alpengletscher Heute:

- ❖ Das jetzige Gletschervolumen liegt bei einem Drittel des ursprünglichen Volumens von 1850
- ❖ Ein Eisdeckenverlust von 0,5-0,9 Meter pro Jahr
- ❖ Ungefähr 17 Prozent des gesamten Eisvolumens der Alpen gingen seit der Jahrtausendwende verloren
- ❖ stärkster Gletscherrückgang zeigt sich in den Schweizer Alpen (Glarus und Lepontine) 1,03 Metern pro Jahr⁽²⁾

Klimaszenario	Volumen in km ³ (im Vergleich zu 2017)	Fläche in km ² (im Vergleich zu 2017)
RCP2.6	-47%	-43,9%
RCP4.5	-48,8%	-45,6%
RCP8.5	-51,8%	48,8%

Abb. 3

Alpengletscher 2050:

- ❖ Von 2017 - 2050 sollen **50%** des Gletschervolumens und **45%** von der Gletscherfläche im Vergleich zu 2017 verschwunden sein.
- ❖ Abnahme der Massenbilanz von **-1,3 m w.e./Jahr**⁽³⁾

Klimaszenario	Volumen in km ³ (im Vergleich zu 2017)	Fläche in km ² (im Vergleich zu 2017)
RCP2.6	-63,2%	-62,1%
RCP4.5	-78,8%	-74,9%
RCP8.5	-94,4%	-91,1%

Abb. 4

Alpengletscher 2100:

- ❖ Nur von den größten bleiben **Reste**
- ❖ Die kleinen und mittleren Gletscher werden bis Ende des 21. Jahrhunderts **verschwunden** sein.
- ❖ Ca. **83%** der Gletscherfläche geht verloren.
- ❖ Die Schweizer Gletscher erweisen sich am stabilsten, gefolgt von den italienischen, französischen, österreichischen und deutschen⁽⁴⁾

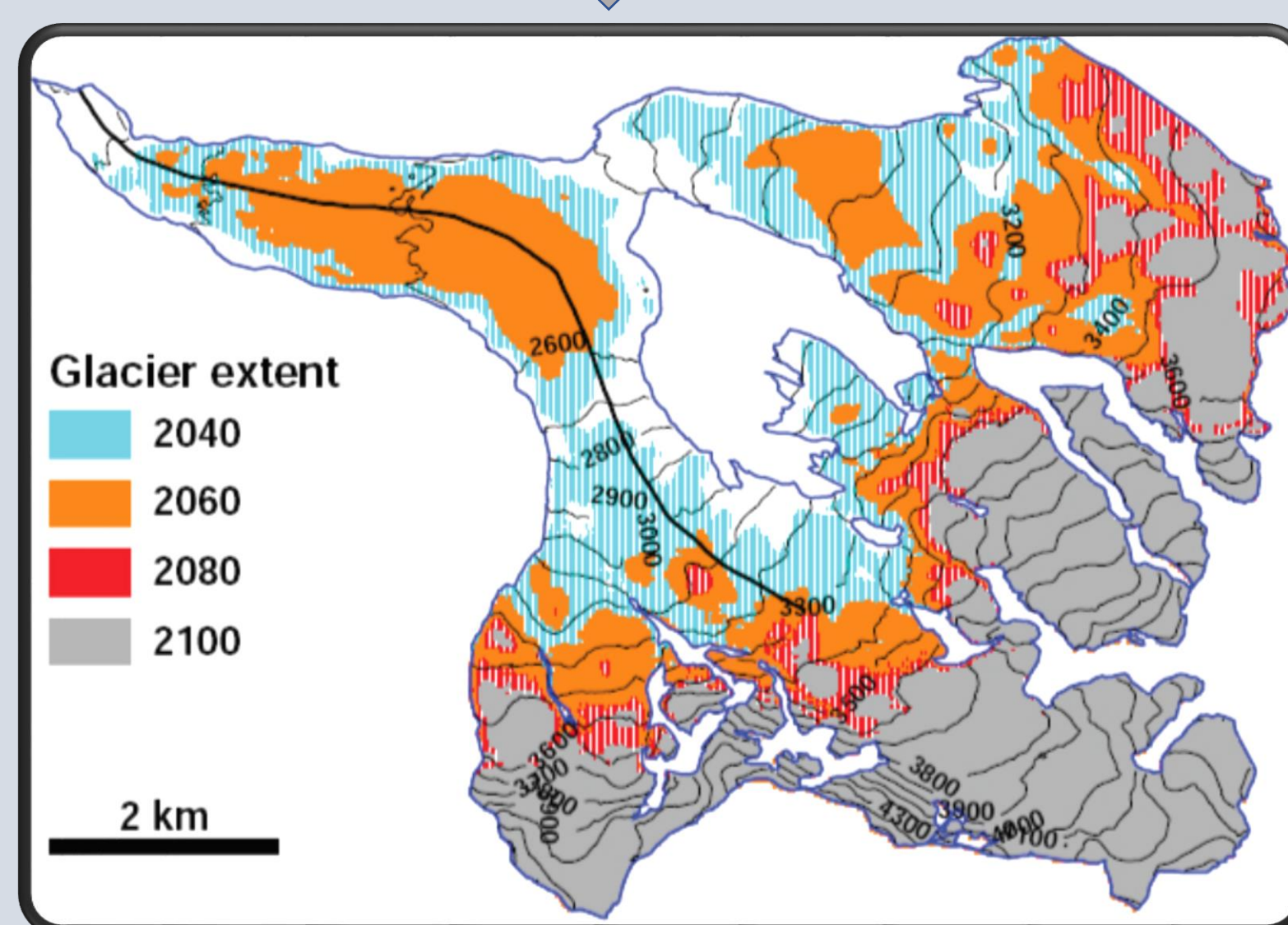


Abb. 5: Gletscherausdehnung des Gornergletschers in der südwestlichen Schweiz nach dem Szenario RCP6.0 bis 2100

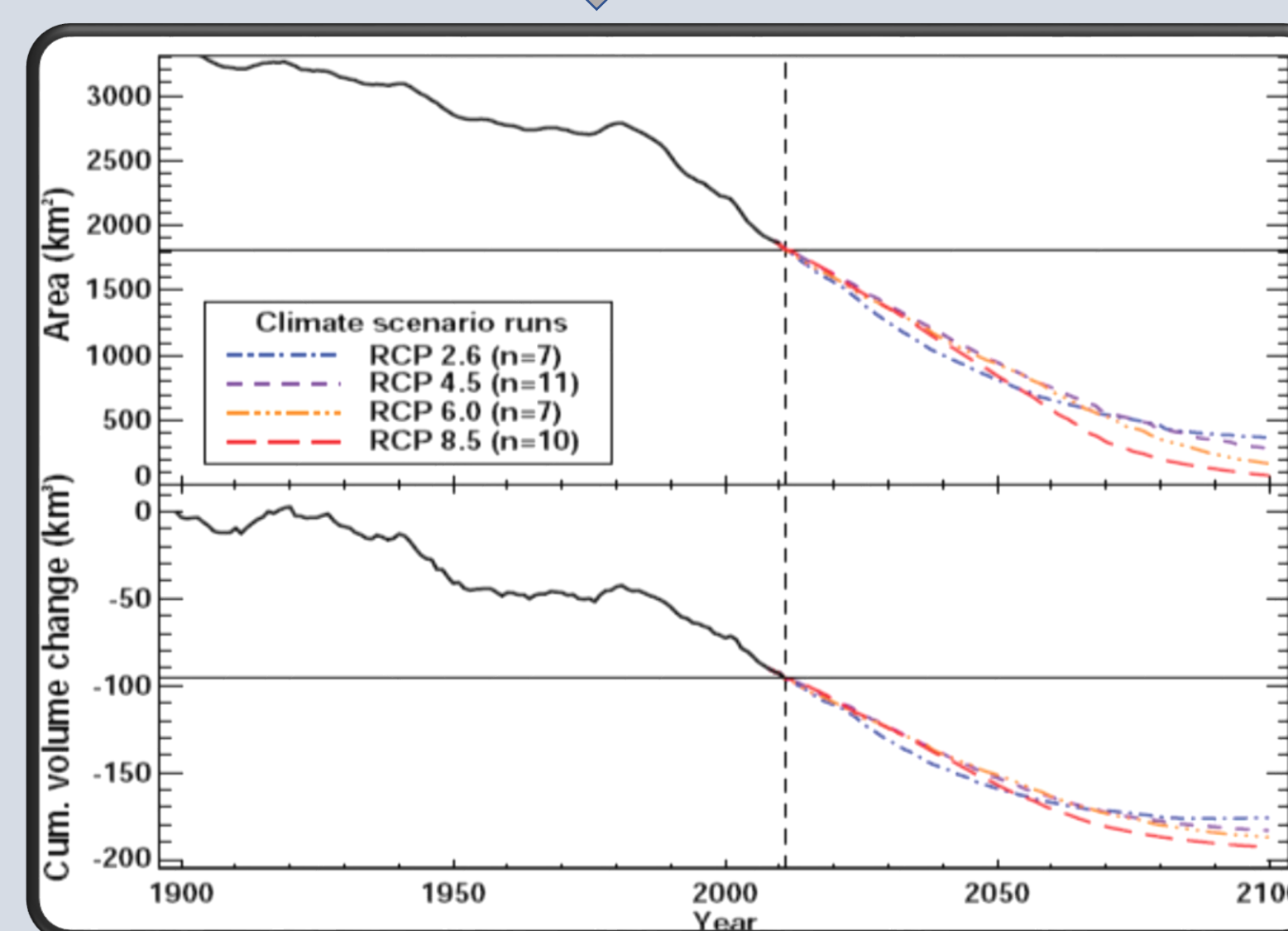


Abb. 6: Veränderung der Gletscherfläche und Gletschervolumen bis 2100

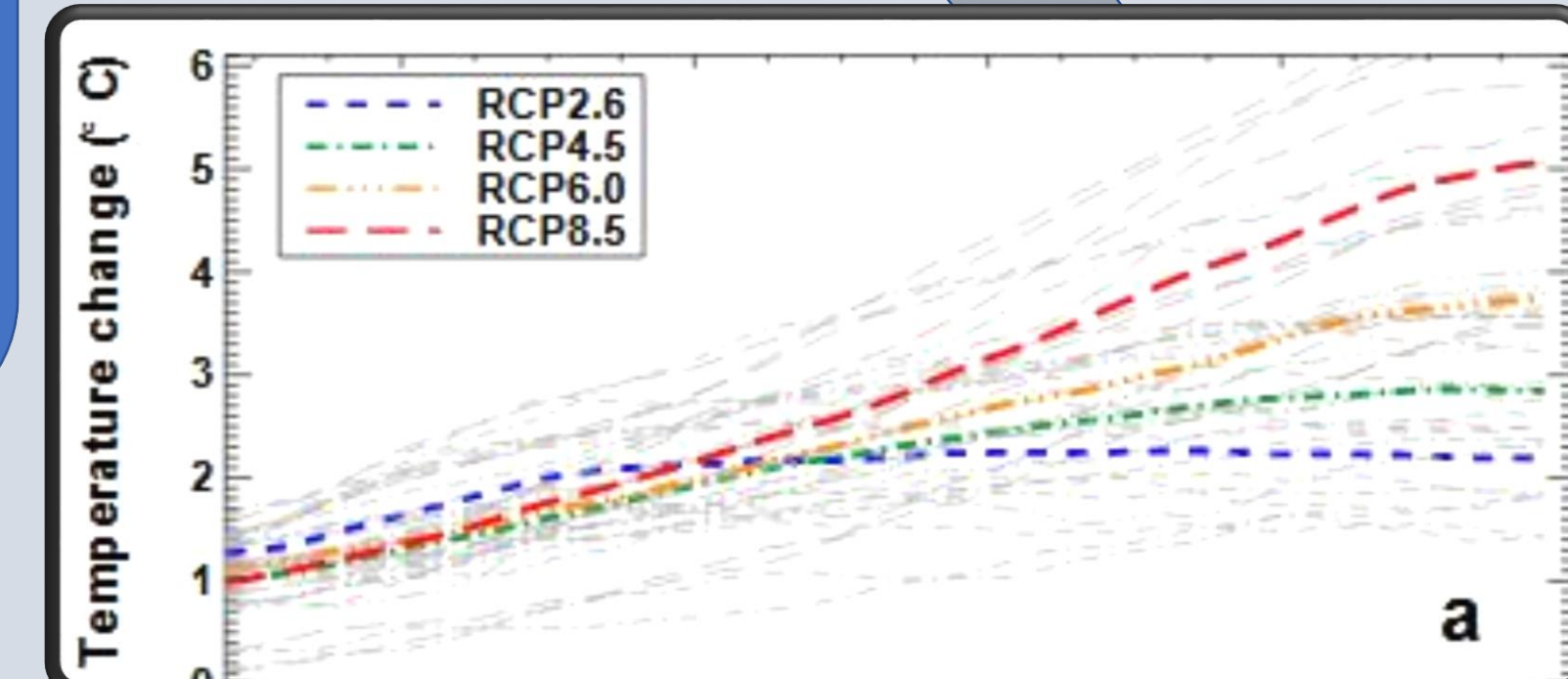


Abb. 7: Temperaturerhöhung von 2000 bis 2100. Abhängig von den unterschiedlichen Klimaszenarien



Abb. 8

Höhere Temperaturen werden die Schneefallgrenze um ca. 150 m pro Grad Erwärmung anheben; auch die saisonale Verteilung des Schnees wird sich möglicherweise verändern⁽⁵⁾.



Topographische Gegebenheiten haben Einfluss auf das Abschmelzverhalten

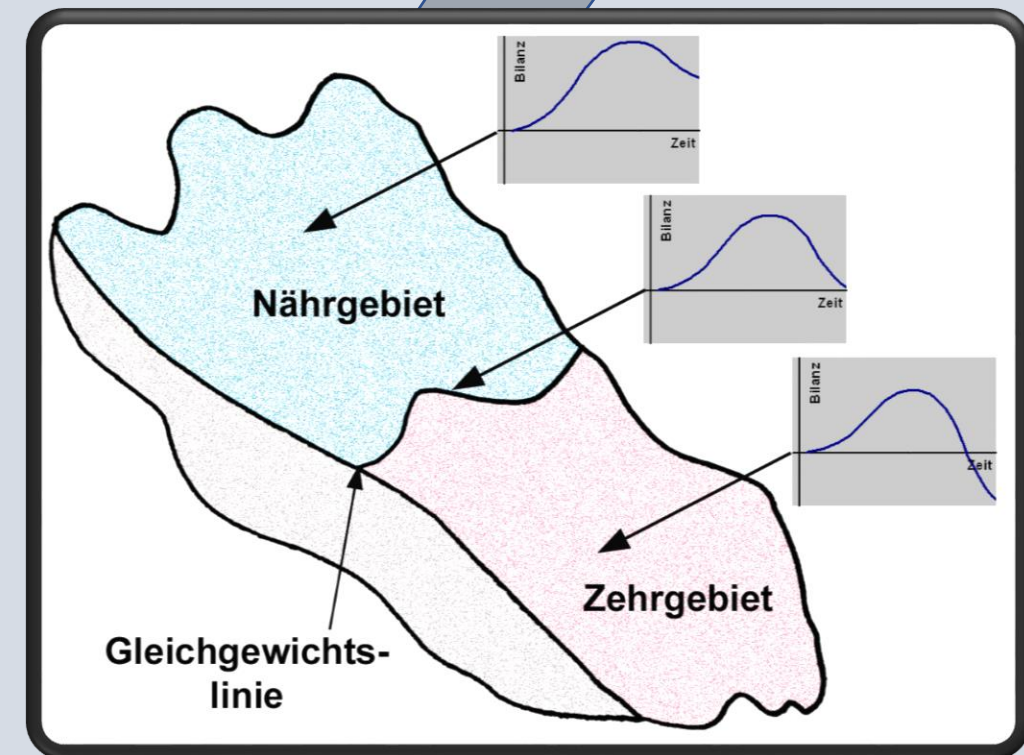


Abb. 10: Negative Massenbilanz der Gletscher



Abb. 9: Abnehmende Albedo durch dunkle Partikel, wie z.B. Rußpartikel

Umso niedriger die Gletscher liegen, desto stärker sind sie vom abschmelzen bedroht

Wenn die Schneefallgrenze steigt, kommt der Niederschlag vermehrt als Regen an

Folgen

kurzfristige Folgen

- Überschwemmungen/Hochwasser
- Murgänge
- Abrupte Gletscheränderungen
- Eisstürze und Eislawinen

- Ausbruch Gletscherseen

langfristige Folgen

- Trockenheit
- Trockenfallen der Gebirgsflüsse
- Wirtschaftliche- und touristische Einbußen

Literaturquellen:
1: Umweltbundesamt (2008). Kipp-Punkte im Klimasystem. Welche Gefahren drohen? Verfügbar unter: <https://www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/kippunkte100.pdf> (letzter Zugriff am 05.03.2021)
2: Sommer, C., Maltz, P., Seeber, T.C. et al. Rapid glacier retreat and downwasting throughout the European Alps in the early 21st century. *Not Commun* 11, 3209 (2020) <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16818-0> (letzter Zugriff am 05.03.2021)
3: Zekollari, H., Huss, M., Farnotti, D. (2019). Modelling the future evolution of glaciers in the European Alps under the EURO-CORDEX RCM ensemble. Verfügbar unter: <https://tc.copernicus.org/articles/13/1125/2019/> (letzter Zugriff am 05.03.2021)
4: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (o.J.) Zukunft. Verfügbar unter: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimafolgen/gebirgsgletscher/zukunft> (letzter Zugriff am 02.03.2021)
5: IPCC (Hrsg.) (1997). The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. Cambridge University Press.
6: Hamburger Bildungsserver (2020). Gletscher in den Alpen. Verfügbar unter: https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Gletscher_in_den_Alpen#Zuk.C3.BCnftige_Entwicklung (letzter Zugriff am 05.03.2021).

Abbildungen:
1: Based on SRTM-Data Wikipedia. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Alpenrelief_01.jpg (letzter Zugriff am 05.03.2021)
2: Martin Beniston et al. The European mountain cryosphere: a review of its current state, trends, and future challenges, Figure 2. In: *The Cryosphere*, 12, 759-794, 2018 (<https://doi.org/10.5194/tc-12-759-2018>) aus Wikipedia (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/EvolutionOfOssoueGlacier_MartinetTheCryosphere_2015.png)
3: <https://tc.copernicus.org/articles/13/1125/2019/> eigene Darstellung
4: <https://tc.copernicus.org/articles/13/1125/2019/> eigene Darstellung
5: Huss, M. (2012). Extrapolating glacier mass balance to the mountain-range scale: the European Alps 1900–2100. *The Cryosphere*, 6, 713–727. doi:10.5194/tc-6-713-2012. Lizenz: CC BY
6: Huss, M. (2012). Extrapolating glacier mass balance to the mountain-range scale: the European Alps 1900–2100. *The Cryosphere*, 6, 713–727. doi:10.5194/tc-6-713-2012. Lizenz: CC BY
7: Huss, M. (2012). Extrapolating glacier mass balance to the mountain-range scale: the European Alps 1900–2100. *The Cryosphere*, 6, 713–727. doi:10.5194/tc-6-713-2012. Lizenz: CC BY
8: Galahad* 27 March 2006 Wikipedia https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boehlen_Schneeschmelze1.JPG
9: Pixabay: <https://pixabay.com/de/photos/gletscher-eis-gefroren-schnee-983915/> (letzter Zugriff am 05.03.2021)
10: Kurt M. Giffey, W. S. S. Paterson: *The Physics of Glaciers, Fourth Edition* Butterworth-Heinemann, Burlington 2010. ISBN 0-12-369461-2, p. 103 von Wikipedia (<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/77/MassBalanceEla.png/800px-MassBalanceEla.png>)