

# Sind die Höhenlagen der Alpen bis 2100 eisfrei?

## Die Entwicklung der Alpengletscher bis 2100

Die Alpen besitzen ca. 5000 Gletscher, die stark vom Abschmelzen bedroht sind. Die Gletscheroberfläche hat sich innerhalb von 40 Jahren über 1000 km<sup>2</sup> reduziert (1970er von 2900 km<sup>2</sup>, bis 2010 auf 1800 km<sup>2</sup>)<sup>(6)</sup>. In Österreich haben die Gletscher im Vergleich zu 1850, 50% ihrer Fläche verloren<sup>(4)</sup>. Generell sind die Alpen von der globalen Klimaerwärmung sehr stark betroffen. Wird es daher 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<sup>(1)</sup>

Anstieg der treibhauswirksamen Gase, wie CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> für den der Mensch verantwortlich ist

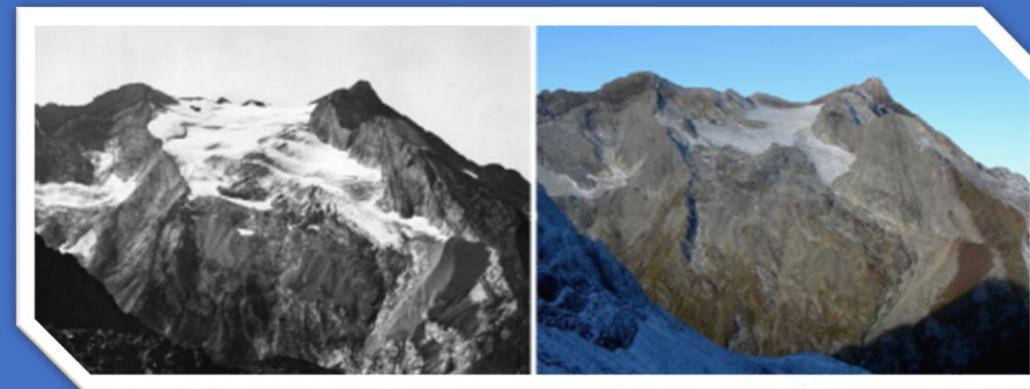
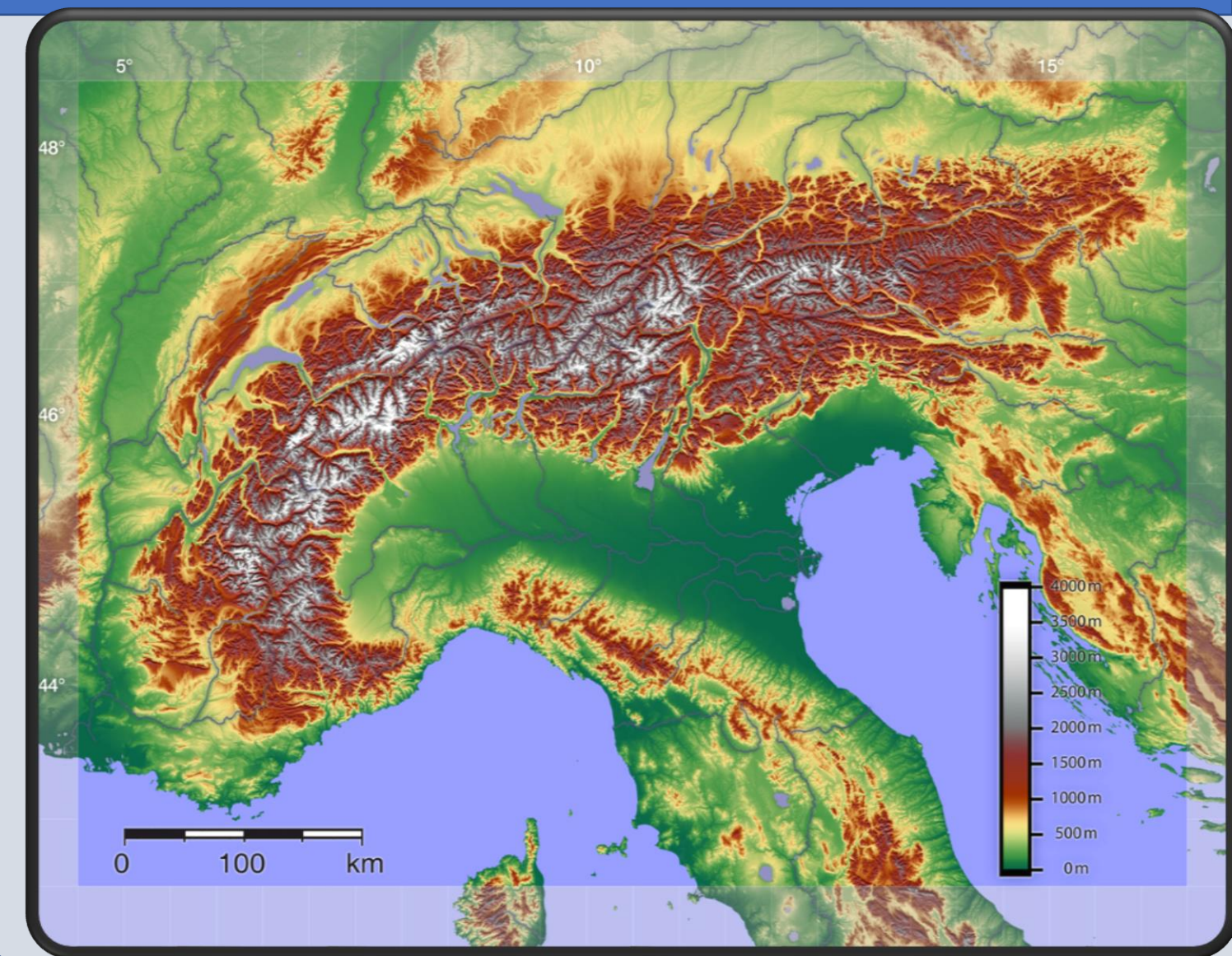
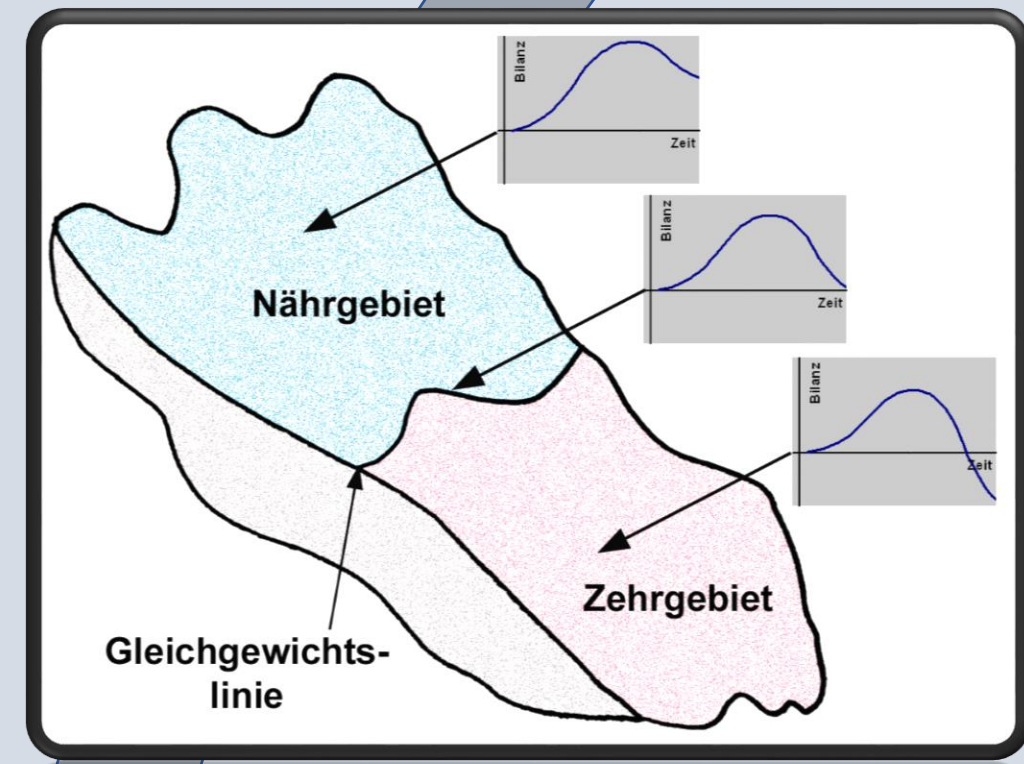


Abb. 2: Der Ossoue Gletscher im Vergleich 1911 und 2011

### 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<sup>(2)</sup>

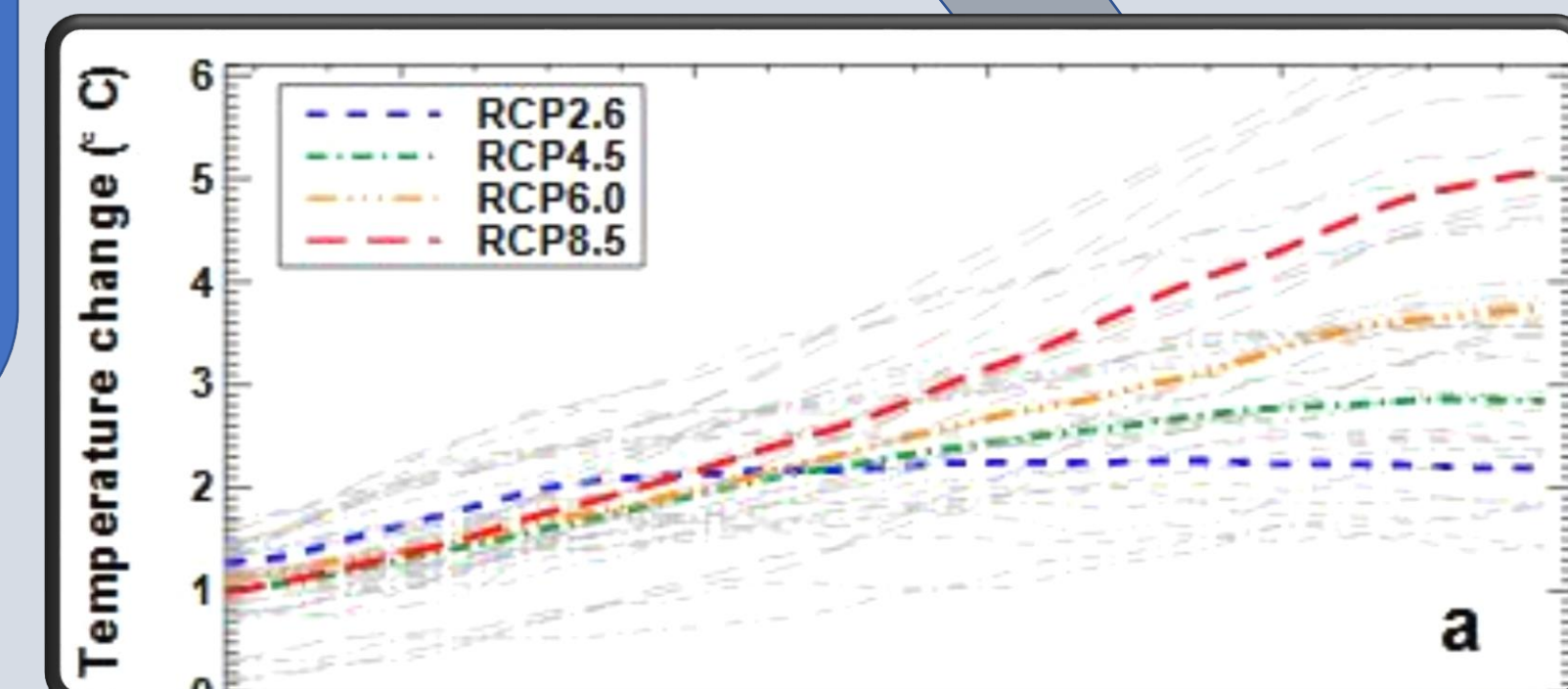


Tab. 1: Veränderung der Gletscher bis 2050

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

### 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**<sup>(3)</sup>



Tab. 2: Veränderung der Gletscher bis 2100

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

### Alpengletscher 2100:

- ❖ Nur von den größten Gletschern 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<sup>(4)</sup>



Abb. 7: Abnehmende Albedo durch dunkle Partikel, wie z.B. Rußpartikel

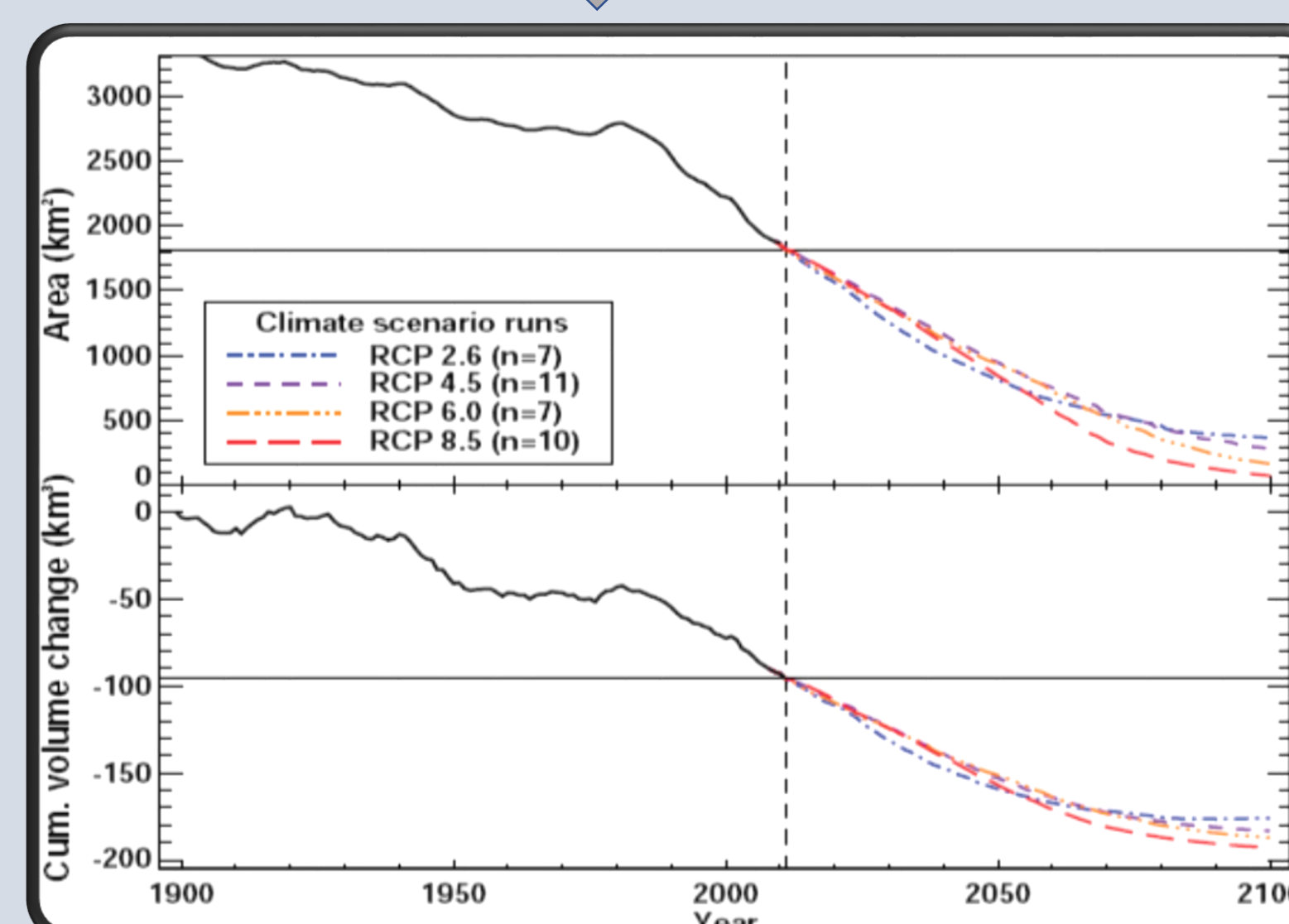
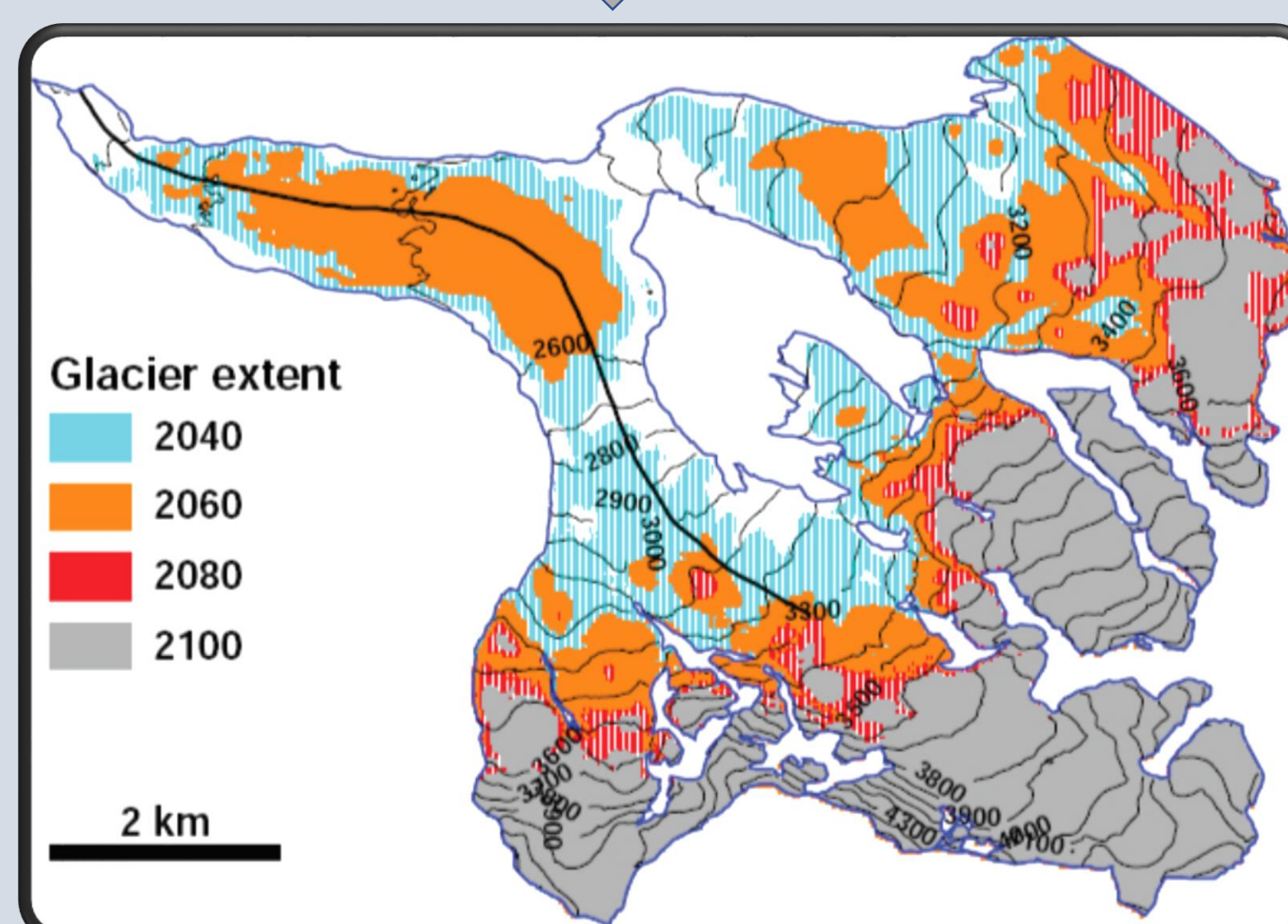


Abb. 6: Schneeschmelze

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

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

Topographische Gegebenheiten haben Einfluss auf das Abschmelzverhalten

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

### Folgen

#### kurzfristige Folgen

- Überschwemmungen/Hochwasser
- Murgänge
- Abrupte Gletscherveränderungen
- 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., Farinotti, 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](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 SRM-Data Wikipedia. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Alpenrelief\\_01.jpg](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/0/0b/EvolutionOssoueGletscher\\_MartinEAL\\_TheCryosphere\\_2015.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/EvolutionOssoueGletscher_MartinEAL_TheCryosphere_2015.png))  
3: 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  
4: 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  
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: Galahad® 27 March 2006 Wikipedia [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boehlen\\_Schneeschmelze1.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boehlen_Schneeschmelze1.JPG)  
7: Pixabay <https://pixabay.com/de/photos/gletscher-eis-gefroren-schnee-983915/> (letzter Zugriff am 05.03.2021)  
8: Kurt M. Cuffey, W. S. B. 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/MassBalanceCa.png/800px-MassBalanceCa.png>)  
Tabellen:  
1: <https://tc.copernicus.org/articles/13/1125/2019/> eigene Darstellung