

STATE AND FATE OF THE TROPICAL GLACIERS

[a]

23,5°

KLIMATISCHE FAKTOREN

📍 **Lufttemperatur:**
Tageszeitenklima
❄️ **Niederschlag:**
Einflussbereich der ITC
🏠 **Südamerika**

INNERE TROPEN

Ganzjährig gleichbleibend
Ganzjährig Niederschlag
Venezuela, Kolumbien, Ecuador

ÄUßERE TROPEN

Jahreszeitliche Schwankungen
Niederschlag während der Regenzeit
Peru, Bolivien

MERKMALE TROPISCHER GLETSCHER

Vorkommen auf Berggipfeln von 4.200m ü. NN und höher
Ausprägungen: Eiskappen auf Vulkanen, kleinere Hang-, Kar- und Talgletscher

INNERE TROPEN

Ablation ganzjährig

Akkumulation ganzjährig

ÄUßERE TROPEN

Aufgrund der höheren Temperaturen in der Regenzeit höher

Während der Regenzeit

Äquator

Antizana

Cayambo

Cotopaxi

Cordillera Occidental

Cordillera blanca

Vilcabamba

Vilcanota

Ancohuma

Zongo

Ruwenzori

Mount Kenia

Kilimanjaro

Puncak Jaya

23,5°

AUSWIRKUNGEN VON EL NINO

🏠 TROPISCHE ANDEN

Geringerer & späterer Schneefall in der Regenzeit
Höhere Temperaturen
➡️ stark negative Massenbilanzen

↔️ LA NINA

Höhere Niederschläge in der Regenzeit
Niedrigere Temperaturen
➡️ ausgeglichene / leicht positive Massenbilanzen

BISHERIGE KLIMAERWÄRMUNG

📖 TROPISCHE ANDEN

📍 Erwärmung um 0,1°C pro Jahrzehnt im zentralen Andenraum

🕒 Beschleunigter Anstieg um 0,3°C in den letzten beiden Jahrzehnten

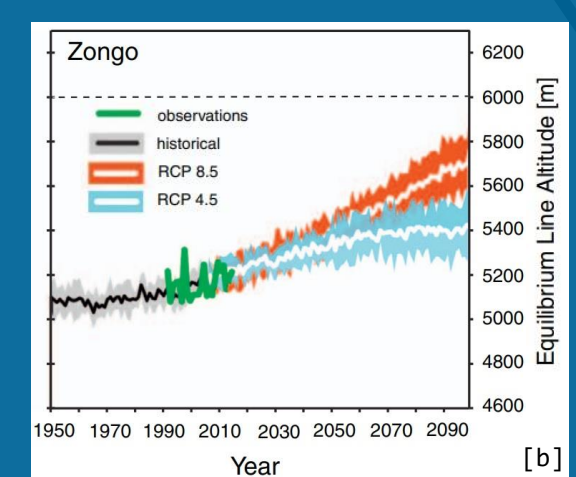
🏔️ Stärkere Erwärmung in größerer Höhe als im globalen Durchschnitt

+1,1°C
Erwärmung im 20. Jh.

GLEICHGEWICHTSLINIE

🏠 ZONGO-GLETSCHER

steigt um 150 ± 30m pro °C Erwärmung



GLETSCHERSCHMELZE

📖 TROPISCHE ANDEN

Stark absinkende Oberfläche, Länge und Volumen

➡️ Kontinuierlich negative Massenbilanzen insbesondere seit 1970

Großräumiger, beschleunigter Rückzug in den letzten Jahrzehnten

1970

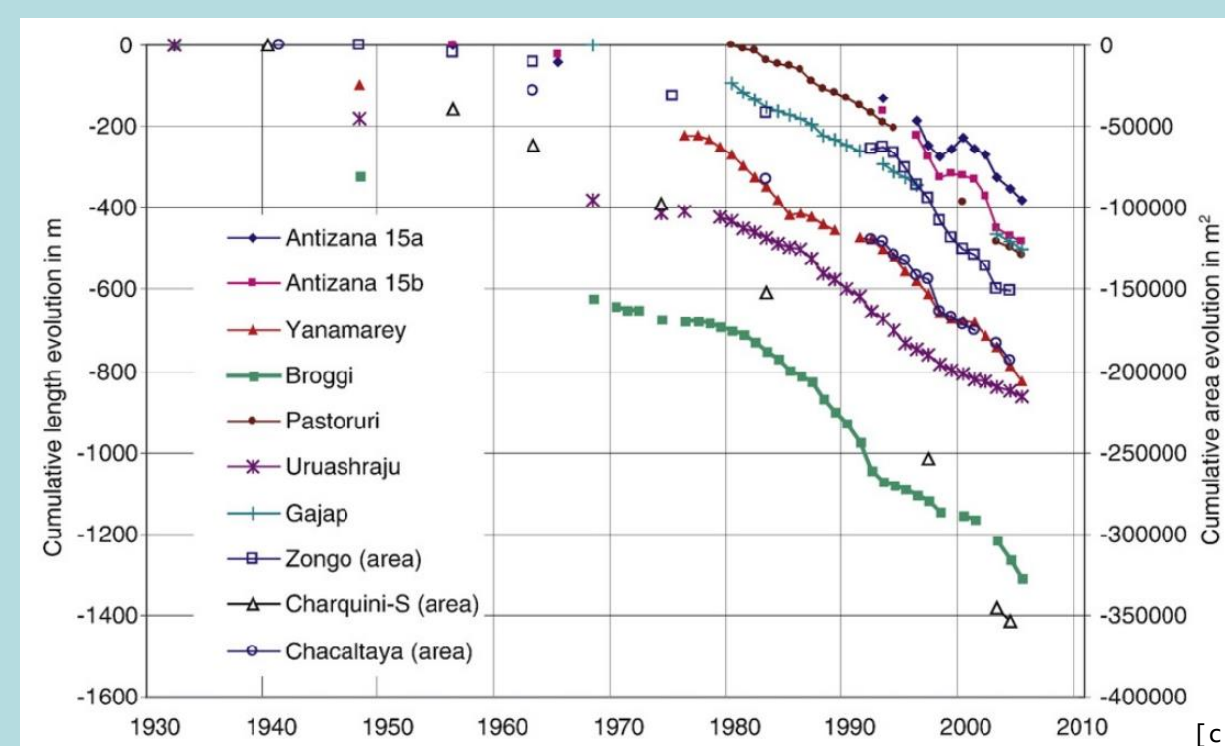
2.750 km²

2006

1.920 km²

2015

1.600 km²



Grafik:

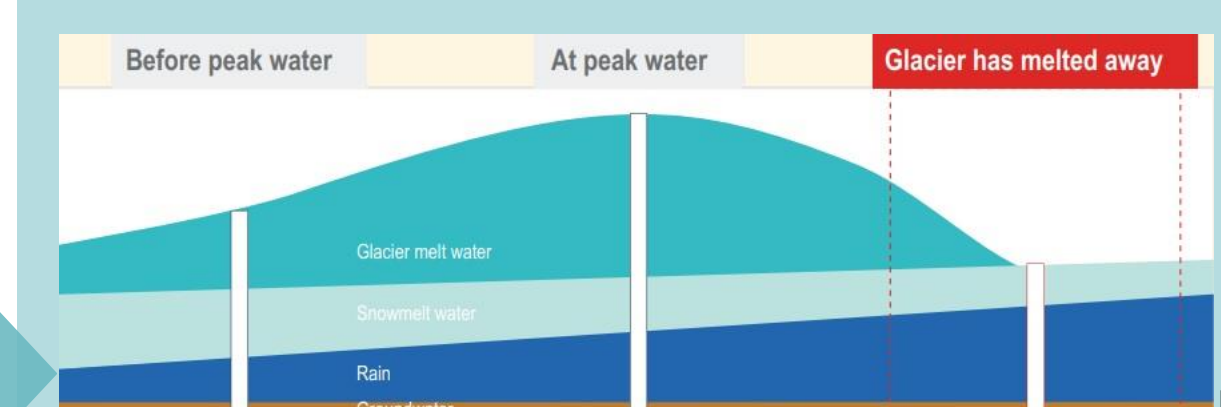
Änderungen von Länge und Oberfläche von 10 tropischen Gletschern in Ecuador (Antizana 15a und 15b) Peru (Yanamarey, Broggi, Pastoruri, Uruashraju, Gajap) Bolivien (Zongo, Charquini, Chacaltaya) zwischen 1930 und 2005.

ABFLUSS-VERÄNDERUNGEN

🏠 ZONGO-GLETSCHER

Jährlicher Abfluss: 2050: - 4% 2100: - 24%
Abfluss zur Trockenzeit: 2050: - 27% 2100: - 57%

VERÄNDERTE ABFLUSSRATEN



Abschmelzvorgang

➡️ Wasser wird aus langfristigem Speicher entnommen
Zunächst: Anstieg des Schmelzwasserabflusses bis zu einem Umkehrpunkt = **peak water** 🏔️
➡️ Abflussraten am peak water bis zu 50% höher als zum Anfangszustand

Veränderung saisonaler Wasserverfügbarkeit:

- Normalerweise größter Abfluss zur Trockenzeit nach der Schneeschmelze
➡️ Gletscher als wichtiger Wasserspeicher
- Nach peak water: Erhöhter Abfluss zur Regenzeit durch schnellere Schneeschmelze und höher gelegene Schneefallgrenze
- Langfristig verminderter Abfluss in der Trockenzeit, höchste Abnahme im August

PROGNOSEN VOLUMENVERLUSTE

BIS 2100

RCP2.6: -40%

RCP6.0: -69%

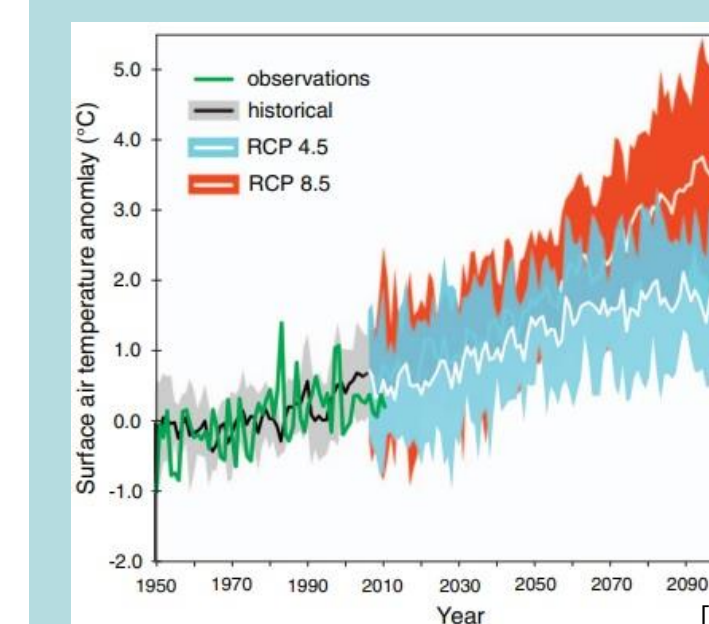
RCP8.5: -89%

🏠 ZONGO-GLETSCHER

PROGNOSEN

📖 TROPISCHE ANDEN

Temperatur:



Anstieg der Lufttemperatur um bis zu 5°C bis 2100

Warme Nächte und Hitzewellen: häufiger

El Niño und La Niña-Ereignisse: häufiger

Frostnächte: seltener

Niederschlag:

➡️ Stärkere Saisonalität der Niederschläge
➡️ Mehr Niederschläge in der Regenzeit, weniger Niederschläge in der Trockenzeit

Äußere Tropen: **Abnahme** des Niederschlags um 10-30% bis 2100

Innere Tropen: keine klare Prognose möglich

Zukunft der Gletscher in den tropischen Anden

- ➡️ Anstieg der Gleichgewichtslinie, der Frostgrenze und der Schneefallgrenze
- ➡️ Bei einer Erwärmung um 5°C wird 2100 der größte Teil der tropischen Gletscher verschwunden sein

FOLGEN DER GLETSCHER SCHMELZE



Probleme in der Wasserversorgung von Städten, bspw. La Paz

Zunehmendes Risiko von Gletscherseeausbrüchen

Wassermangel in der Landwirtschaft

Hochandine Feuchtgebiete sind auf Gletscherwasser angewiesen

Wassermangel in der Landwirtschaft

Wassermangel in der Landwirtschaft

QUELLEN

- [1] Franks, Chris; Istanbuloglu, Erkan; Lettenmaier, Dennis P. et al. (2015): Predicting glacio-hydrologic change in the headwaters of the Zongo River, Cordillera Real, Bolivia. In: Water Resources Research 51 (11), S. 9029-9052. DOI: 10.1002/2014WR017278.
- [2] Hoffmann, Dirk (2015): Die Auswirkungen des Klimawandels auf die tropischen Gletscher Boliviens. In: Löffel, J.A., Grassl, H., Kasang, D., Notz, B., Escher-Vetter, H.G.: Wissenschaftliche Auswertungen, S. 175-182.
- [3] IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (H.-O. Portner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Meyer (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.
- [4] Losco, José L.; Kasang, Dieter (2015): Gletscher Südamerikas. In: Losco, J.L., Grassl, H., Kasang, D., Notz, B., Escher-Vetter, H.G.: Wissenschaftliche Auswertungen, S. 164-174.
- [5] Soruco, Alvaro; Vincent, Christian; Rabatel, Antoine et al. (2015): Contribution of glacier melt to water resources of La Paz city, Bolivia (10° S). In: Ann. Glaciol. 56 (70), S. 147-154. DOI: 10.3189/2015AGU00001.
- [6] Vuille, Mathias; Francou, Bernard; Wagnon, Patrick et al. (2008): Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. In: Earth-Science Reviews 89 (3-4), S. 79-96. DOI: 10.1016/j.earscirev.2008.04.002.
- [7] Vuille, Mathias; Carey, Mark; Huggel, Christian et al. (2018): Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes - Impacts, uncertainties and challenges ahead. In: Earth-Science Reviews 176, S. 195-223. DOI: 10.1016/j.earscirev.2017.09.019.

GRAFIK- UND BILDQUELLEN

- [a] Eigene Aufnahmen und Abbildungen.
- [b] Vuille, Mathias; Carey, Mark; Huggel, Christian et al. (2018): Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes - Impacts, uncertainties and challenges ahead. In: Earth-Science Reviews 176, S. 195-223. DOI: 10.1016/j.earscirev.2017.09.019.
- [c] Vuille, Mathias; Francou, Bernard; Wagnon, Patrick et al. (2008): Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. In: Earth-Science Reviews 89 (3-4), S. 79-96. DOI: 10.1016/j.earscirev.2008.04.002.
- [d] IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (H.-O. Portner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Meyer (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.
- [e] Online unter: <https://www.visitor.com/de/de/tours/La-Paz/La-Paz-Walking-City-Tour/d5027-2031093>.
- [f] Online unter: <https://www.suedwind-magazin.at/quinoa-in-aller-munde/>.
- [g] Online unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Quinoa#/media/Datei:Quinoa_in_der_Anden.jpg.
- [h] Icons: Microsoft PowerPoint

Ella Schott | Universität Freiburg | Globaler Wandel – ein neues Gesicht der Erde? | März 2023