

# Was passiert, wenn das Dach der Welt schmilzt?

## „Killerseen“ und das große Tauen

Das ewige Eis des höchsten Gebirgszugs der Welt **schmilzt**. Eine *kurzfristige Auswirkung* des vermehrten Wasserzuflusses durch Gletscher-schmelzwasser ist die Entstehung und weitere Ausbreitung von **Gletscherseen**. Dazu kommen Extremereignisse wie Überschwemmungen in Folge starker Regenfälle oder Lawinen (Abb. 1). Zu den größten Naturgefahren im Himalaya zählen sogenannte **Gletscherseeausbrüche**, welche wegen ihres Zerstörungspotentials besonders gefürchtet werden (Horstmann 2004: 3; Maharjan et al. 2018: 65).



Abb. 1: Wirkungsgefüge (Quelle: eigene Darstellung)

### Gletscherseen ...

... bilden sich aufgrund zurückgehender Gletscher durch das Ansammeln von Schmelzwasser (Maharjan et al. 2018: 1).

- ... gibt es **25.614** Stück
- ... liegen auf einer Höhe von **2.200 bis 6.200 Meter ü. NN**
- ... bedecken eine Fläche von **1.444 km²**
- ... sind in der **östlichen HKH-Region häufiger, größer und wachsen schneller**

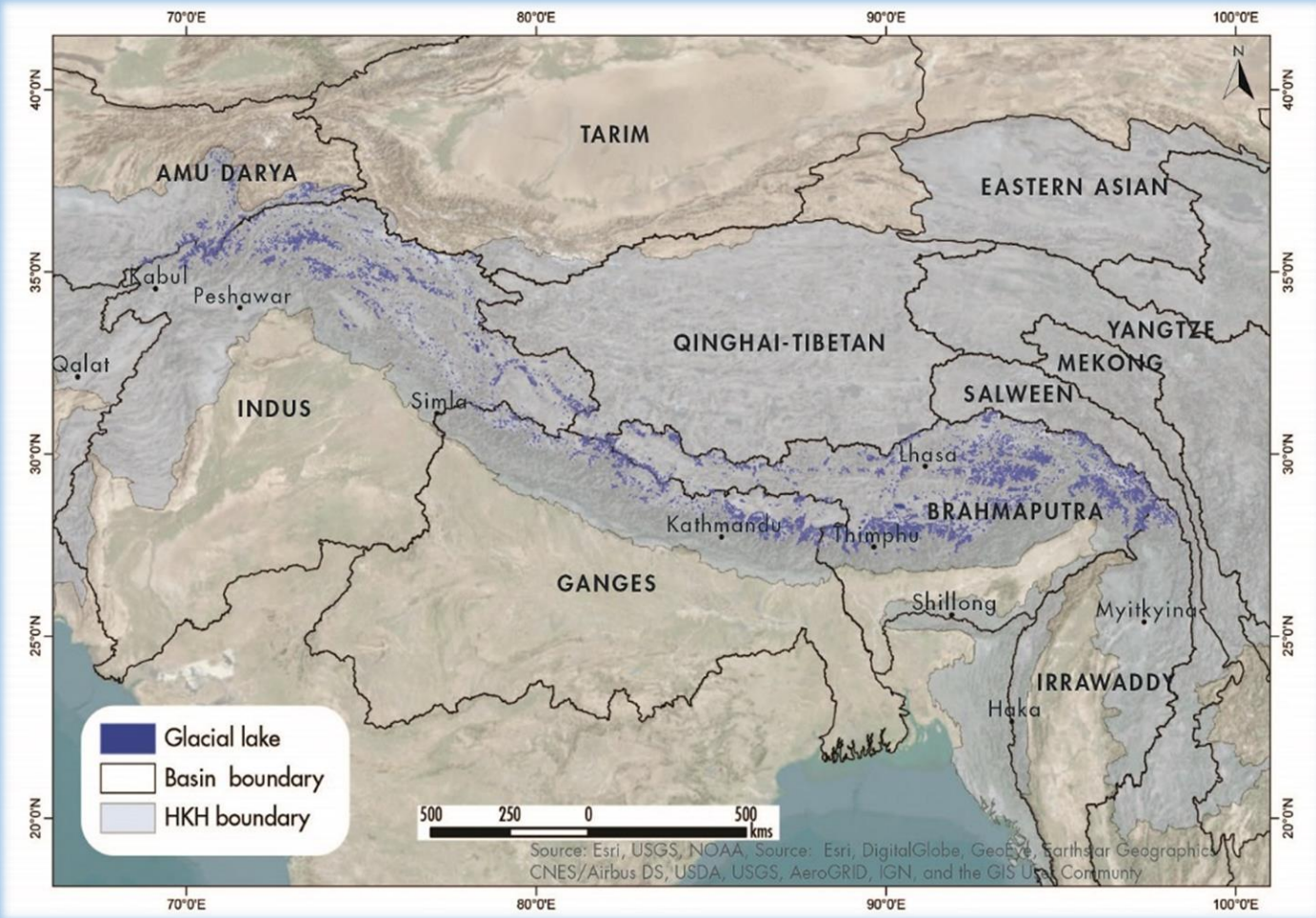


Abb. 2: Gletscherseen und deren Verbreitung in der HKH-Region (Quelle: Maharjan et al. 2018: 10)

### Typisierung

... nach Art des *Damms*

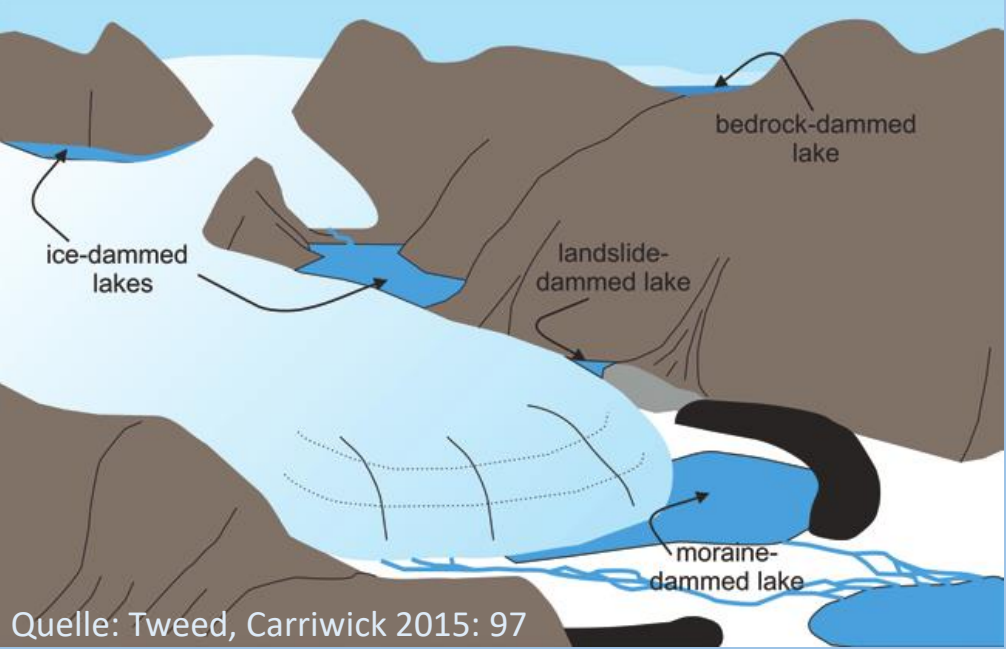


Abb. 3: Gletscherseen mit verschiedenartigen Dämmen: aufgestaut durch Eis, Moränen, Gestein und Lawinen

... nach Art der *Entstehung*

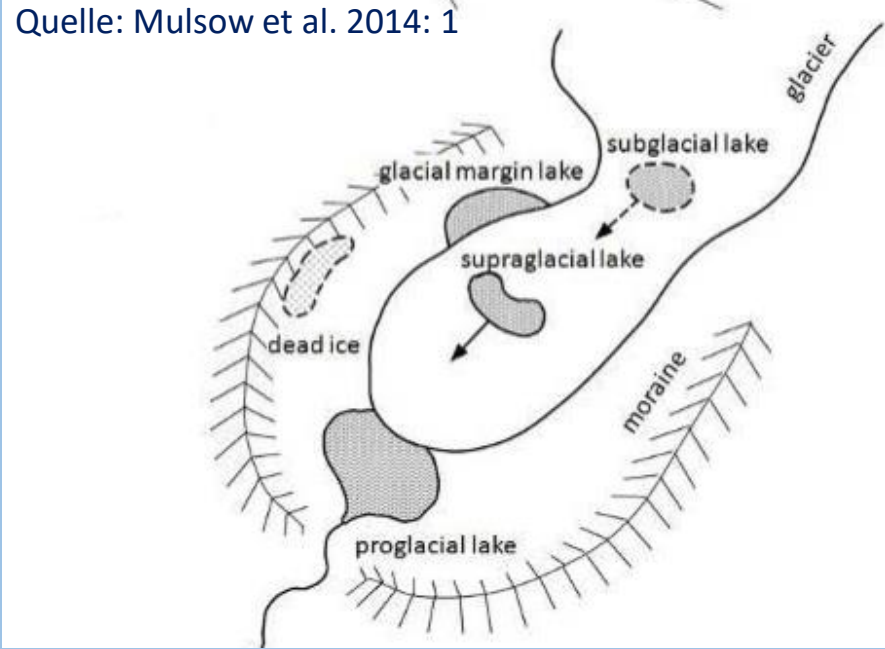


Abb. 4: verschiedenartige Gewässer am Gletscher: sub-, supra- und (proglazialer) Gletscherrandsee

### Entwicklung

- ▲ **Himalaya-Gletscher transportieren viel Geröll**  
→ Geröll auf dem Gletscher dient als **Puffer** zwischen Gletscher und Auswirkungen des Klimawandels  
→ Gletscherseen überwiegend durch **Moränen** gestaut
- ▲ **östliche HKH-Region: proglaziale Gletscherseen mit Eis-kontakt** breiten sich am schnellsten aus (Abb. 5)
- ▲ **westliche HKH-Region: mehr Gletscherseen mit Eisdamm**, die sich oft selbst entleeren und wieder füllen
- ▲ **zukünftig entstehen tausende neue Gletscherseen** zwischen Moränen und zurückgehenden Gletschern

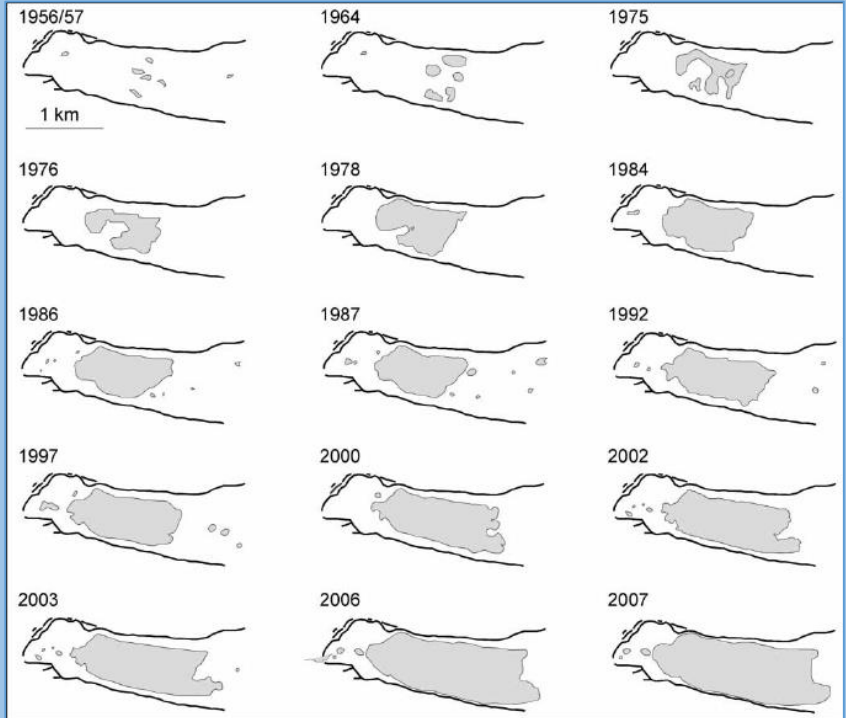


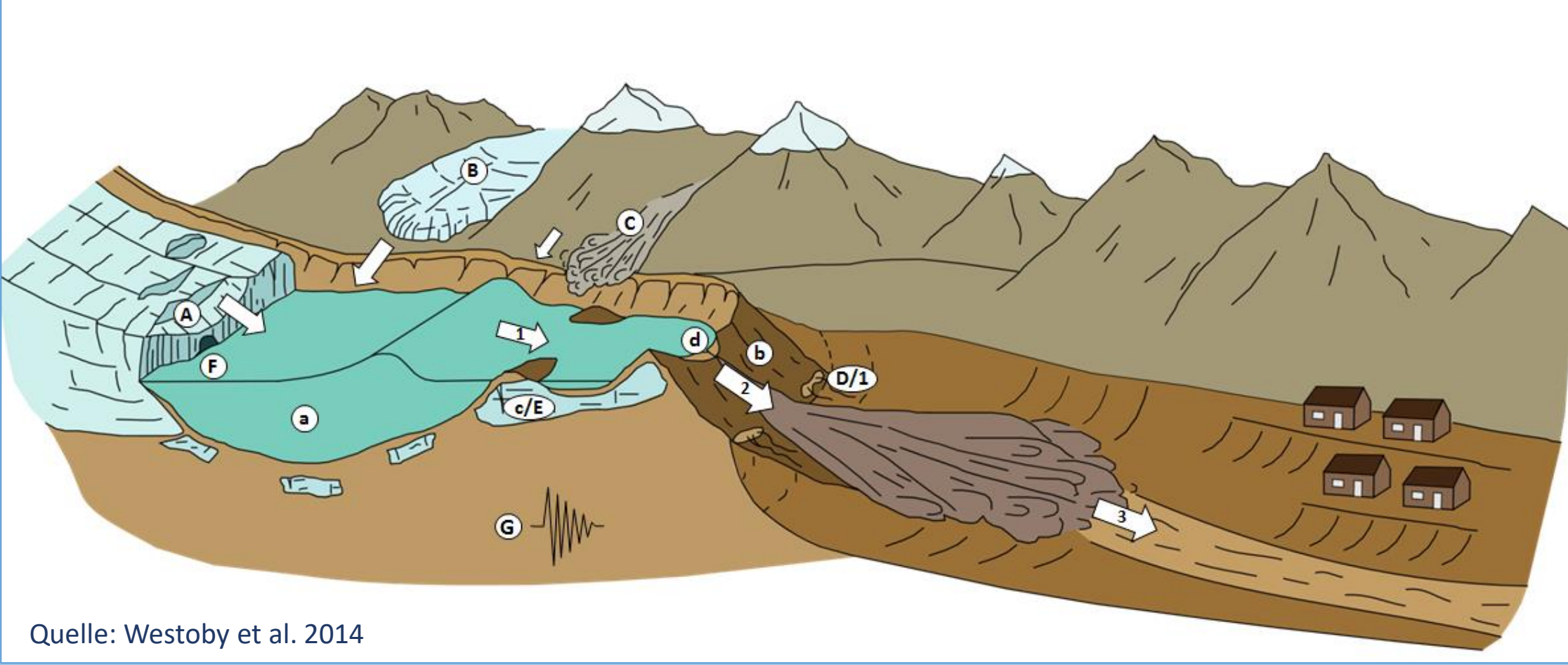
Abb. 5: Entwicklung des Imja Tsho von 1956/57-2007 (Quelle: Watanabe et al. 2009: 258)

2002 > 2012  
Tiefe 98 Meter > ~ 120 Meter  
Volumen > fast verdoppelt

Bajracharya und Mool 2009: 81; Ghimire 2005: 50; Hewitt 2014: 250f.; Maharjan et al. 2018: viii, 1, 4f, 65; Khadka et al. 2018: 1; Sakai 2012: 26; Somos-Valenzuela et al. 2014: 1670

### Gletscherseeausbrüche

Ein **Gletscherseeausbruch**, besser bekannt als *glacial lake outburst flood (GLOF)* meint das Freisetzen von Schmelzwasser aus einem Gletschersee aufgrund seines Dammversagens. *GLOFs* resultieren oft in katastrophalen Überschwemmungen mit erheblichen geomorphologischen und sozioökonomischen Folgen im Einzugsgebiet (Bendle 2018).



Quelle: Westoby et al. 2014

Abb. 7: Darstellung eines gefährlichen Gletschersees mit möglichen Auslösemechanismen, Umweltbedingungen und Phasen eines GLOFs



Abb. 8: Erosionsnarbe in der Landschaft nach GLOF 2017 in Nepal

### Potenzielle Ursachen

*GLOFs* sind hauptsächlich von zwei Risikofaktoren abhängig: **Art des Auslösemechanismus** und **Stabilität des Damms**

- ▲ (A) Gletscherkalben
- ▲ (B) Gletscherlawine
- ▲ (C) Schnee-, Eis- oder Steinlawine → steigende Wahrscheinlichkeit durch abtauenden Permafrost
- ▲ (D) Unterspülen des Damms (*piping*)
- ▲ (E/c) Schmelzen des Moräneneiskerns
- ▲ (F) rasche Zufuhr von supra-/subglazialen Wasser
- ▲ (G) Erdbeben
- ▲ (a) zunehmendes Seevolumen
- ▲ (b) Verhältnis der Dammbreite zur Dammhöhe
- ▲ (d) begrenztes Dammfreibord

### (1) Flutwelle (2) Dambruch

### Auswirkungen talabwärts

#### (3) Ausbreitung einer Flutwelle

- meist mit hoher Viskosität aufgrund mitgerissener **Sedimente** aus erodiertem Damm und ausgewaschenen Materials aus den **Überschwemmungsgebieten**
- ▲ Reichweite: lokal, regional und international
- ▲ großräumiger Landschaftswandel  
→ z.B. Vegetationsnarben (Abb. 8)
- ▲ Zerstörung von Infrastruktur
- ▲ Gefahr für Menschen, Besitz und Lebensgrundlagen  
→ z.B. Zerstörung von Ackerflächen/Tierbeständen

- **Annahme:** zukünftig häufigere *GLOFs* aufgrund des Temperaturanstiegs
- **Risiko- und Katastrophenmanagement notwendig**  
→ z.B. Gefahreneinstufung potentiell gefährlicher Gletscherseen

Azam et al. 2019: 233; Bendle 2018; Ghimire 2005: 49f.; Hewitt 2014: 263; o.A. 2007; Westoby et al. 2014: 138ff.

### Der wohl bekannteste Fall ...

... **4. August 1985, 4.365 Metern ü. NN, nahe des Mount Everest:** „Gegen drei Uhr nachmittags stürzt eine gewaltige Eislawine mit lautem Getöse den Hang hinab. Sie trifft mit gewaltiger Wucht auf das Gewässer und verursacht einen „Tsunami“ von fünf Metern Höhe, der sich blitzartig über den 1,5 Kilometer langen Dig Tsho ausbreitet – und auch über den natürlichen Damm aus Schutt- und Geröllmassen schwappt“ (o.A. 2007), der schließlich bricht.

- ⌚ nach **4-6 Stunden:** See fast vollständig entleert
- 🌊 **10 Millionen m³ Wasser mit Schutt** → 90 km flussabwärts

o.A. 2007

### ... und seine Folgen

- 👥 4-5 tote Menschen
- 🏠 Lebensgrundlagen ausgelöscht: Äcker, Wälder, Vieh
- 🏠 30 zerstörte Häuser
- 🌿 Erosionsnarben entlang der Flut
- 🏗️ zerstörte Straßen und Brücken
- ⚡ neues Wasserkraftwerk demoliert
- 💰 Kosten: viele Millionen Dollar

„Danach stand meine Familie vor dem Nichts. (...) Wir hatten kein Zuhause mehr und kein Land“ (o.A. 2007).



Abb. 8: GLOF am Dig Tsho 1985



Abb. 9: Sturzflut am neuen Namche Small Hydro Plant