

Energie und Industrie zusätzliche Emissionen einsparen lassen.

„Die Modellrechnung zeigt deutlich: Wir haben in einigen Sektoren großen Nachholbedarf“, sagte UBA-Präsident Dirk Messner. „Wir brauchen jetzt dringend einen konstruktiven Dialog darüber, wo sich Emissionen reduzieren lassen, sonst verfehlen wir die gesetzlichen Einsparziele. Wir müssen auch ehrlich darüber reden, wie wir finanzielle Belastungen für einkommensschwächere Gruppen abfangen und gerechter verteilen.“

Das aktuelle deutsche Klimaschutzgesetz (KSG) sieht vor, klimaschädliche Emissionen bis 2030 um 65 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Bis 2040 sollen die Emissionen um 88 Prozent sinken und im Jahr 2045 Netto-Treibhausgasneutralität erreicht werden. Hierzu legt das KSG jährliche Reduktionsziele bis 2030 für die einzelnen Sektoren fest. Der letzte Projektionsbericht des UBA aus dem Jahr 2021 hat gezeigt, dass mit den derzeit geplanten Klimaschutzinstrumenten sowohl die Klimaziele im Jahr 2030 als auch die jährlichen Einsparziele verfehlt werden.

Das sektorübergreifende KIS-2030 des UBA zeigt nun auf, mit welchen konkreten Instrumenten die einzelnen Sektoren ihre jährlichen Einsparziele bis zum Jahr 2030 doch noch erreichen können. Mit Preisinstrumenten, Förderprogrammen sowie neuen und verschärften gesetzlichen Regelungen können demnach frühzeitig die Weichen gestellt werden, um die gesetzlich vorgeschriebenen Einsparungen zu erzielen.

So sind etwa im Verkehrs- und Gebäudesektor künftig deutlich größere Anstrengungen nötig, um die Treibhausgasemissionen in den kommenden Jahren zu reduzieren. Die in der Modellrechnung zugrunde gelegten Klimaschutzinstrumente in diesen Sektoren erfüllen dabei lediglich die Mindestanforderungen. **Beim Verkehr und bei Gebäuden werden die vorgeschriebenen Ziele selbst mit einem Mix aus sehr ambitionierten Instrumenten und Maßnahmen wohl verfehlt werden.** Um die Zwischenziele auf dem Weg bis 2030 zu erreichen, wären

demnach zusätzliche, kurzfristig wirksame Instrumente notwendig.

Das KIS-2030 zeigt zugleich konkrete Handlungsoptionen auf, mit denen die sektoralen Klimaziele doch noch erreicht werden können: Die im Szenario modellierten überwiegend ökonomischen Instrumente im Verkehr sollten durch einen **umfassenden Ausbau des Schienenverkehrs** und der **Stärkung des Umweltverbunds** aus vor allem Bussen und Bahnen flankiert werden.

Das 462-seitige Klimaschutzinstrumente-Szenario 2030 zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030 kann von der Internetseite des Umweltbundesamts heruntergeladen werden.



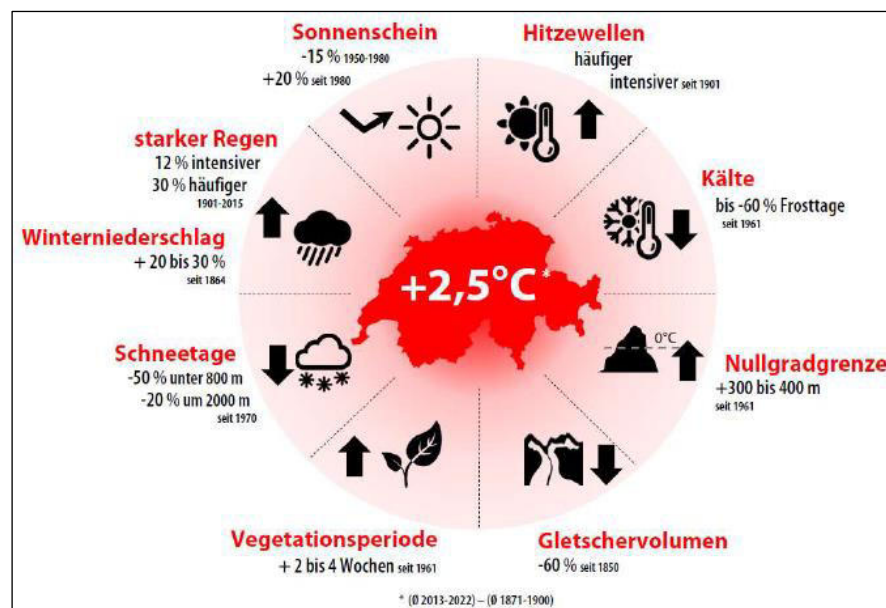
Klimawandel und Naturgewalten in den Alpen: Schutz und Krisenmanagement der Bahnen

Am Dienstag, dem 19. September 2023 begann in Spiez eine von Kurt Metz hervorragend organisierte zweitägige Exkursion der Schweizer Bahnjournalisten (BJS), um die Anstrengungen von vier Bahnen bei Klimaschutz / Klimaanpassung zu studieren. Die Vortragenden aller vier Bahnen waren sich einig: Der Klimawandel ist in vollem Gange, und wird die in den Alpen schon immer vorhandenen Naturgewalten deutlich verstärken.

Zunächst gab aber **Dr. Regula Mülchi**, Projektleiterin Klima beim Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (Meteo Schweiz) eine exzellente Einführung in die **aktuellen und zukünftigen klimatischen Herausforderungen im Alpenraum**. Der Klimawandel hat laut Mülchi die Durchschnittstemperatur der Schweiz bereits um 2,5 Grad Celsius steigen lassen, mit den in der Grafik unten beschriebenen Konsequenzen. Durch Klimaszenarien, basierend auf physikalischen, komplexen und rechenintensiven Modellen, könnten die weiteren Veränderungen des Klimas prognostiziert werden. Auf der Basis von Emissionsszenarien ließen sich zunächst globale und danach regionale Klimamodelle entwickeln mit zuletzt lokalen Klimaszenarien. Als Folgen der Klimaveränderungen für die Schweiz nannte die Referentin:

- Weniger Sommerniederschlag — mehr Verdunstung — trockenere Böden
- Starkniederschläge werden intensiver und häufiger
- Anstieg der Nullgradgrenze und weniger Schnee, sowie
- Hitzeextreme werden intensiver und häufiger, häufigere Tropennächte.

Um den Temperaturanstieg durch den Klimawandel abzuschwächen, plädierte Mülchi für einen konsequenten,



Die Durchschnittstemperatur ist in der Schweiz bereits um 2,5 Grad Celsius gestiegen, mit massiven Auswirkungen; Quelle und Grafik: Meteo Schweiz.

weltweiten Klimaschutz, der bisher aber noch nicht in Sicht sei (*siehe Grafik*).

Weitere Informationen unter: www.klimaszenarien.ch.

Anpassung an den Klimawandel bei der Berner Alpenbahn BLS

Nach dem Vortrag von Frau Mülchi informierten **Nicole Viguier**, Fachspezialistin Naturgefahrenprävention und **Hannes Kobel**, Leiter Naturgefahren der BLS, über die Anpassung an den Klimawandel mit Schwerpunkt auf klimaangepasste Baumarten im Schutzwald der Löttschberg-Südrampe. Diese wurde 1906 bis 1912 zusammen mit dem Löttschberg-Scheiteltunnel gebaut, als Teil der Strecke von (Bern –) Thun über Spiez, Kandersteg, und Goppenstein nach Brig im Rhonetal. Von Anfang an hatte man mit Betriebsunterbrechungen wegen Steinschlag, Rutschungen und Lawinen zu kämpfen. Im Jahr 1913 wurde dann das Schutzdefizit behoben, und rund 1200 Schutzmauern und Lawinenschutzbauten aus Stein, Eisen und Holz gebaut. Ab 1920 folgte eine **großflächige Aufforstung**: Bis 1936 wurden insgesamt zehn Millionen Jungbäume gepflanzt und mit einer ausgeklügelten Berieselungsanlage ausgestattet. Ohne Bewässerung wäre die Südrampe eine trockene Felsensteppe mit Wacholder, Flaumeiche, Schwarzdorn und Mehlbeeren, die für den Schutz der Strecke ungenügend wären.

Wegen des Klimawandels ist der Schutzwald in Gefahr. Die BLS hat daher ein Klimaprojekt gestartet, mit dem Ziel, klimaangepasste Baumarten zu finden, um die Nachhaltigkeit des

Schutzwaldes zu garantieren. Dieses Projekt gehört zu dem „Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel“ des Bundes. Im bewässerten Bereich der Südrampe stehen bisher keine angepassten Baumarten, und die Klimaerwärmung geht so schnell voran, dass sich die Natur nicht selbst anpassen kann. Gesucht werden daher Arten, die mit weniger Wasser auskommen und auch mit Trockenstress gut umgehen können.



Förster Ferdinand Pfammatter erläuterte am 19. September 2023 in Hochtenn an der Löttschberg-Südrampe die Herausforderungen für den Schutzwald durch die steigenden Temperaturen; Foto: Gunther Ellwanger.

Mit einer Schutzwaldbewirtschaftung sollen neue Bäume in den vorhandenen Schutzwald integriert werden, dessen Bewässerung reduziert werden soll. Die große Herausforderung besteht darin, die Schutzfunktion während des Anpassungsprozesses an einen **klimaangepassten Wald** zu erhalten. Ein Zwischenhalt an der Löttschberg-Südrampe in Hochtenn ermöglichte einen Eindruck von der Örtlichkeit. Erläuterungen durch Förster **Ferdinand**

Pfammatter, Leiter Team Süd der BLS, zur Schutzwaldpflege und der Waldbrandvermeidung vertieften das Thema.

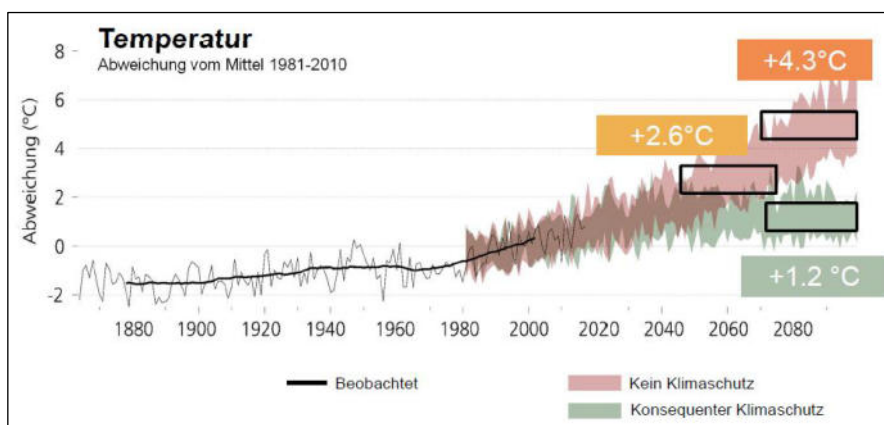
Klimaschutz bei der Matterhorn-Gotthard-Bahn (MGB)

Das Netz der MGB ist 144 Kilometer lang und besteht aus 170 Brücken sowie 47 Tunnel. Aktuell sind 18 Kilometer Schutzverbauungen vorhanden. Auf der Fahrt von Brig nach Sankt Niklaus (– Zermatt) informierte **Daniel Siegen**, Anlagenmanager Kunstbauten / Naturgefahren über den Schutz der Bahnstrecken vor Naturgefahren durch Dämme, Rückhaltebecken, Steinschlagnetze und Detektoren. Als wichtig betonte er ein systematisches Vorgehen durch Korridorplanung unter Einbindung von externen Experten wie Geologen, Umwelt- und Bauingenieuren.

In der Schweiz gab es einen Paradigmenwechsel mit dem Übergang von der Gefahrenabwehr zu einem **Integrierten Risikomanagement (IRM)**. Dabei werden sämtliche Naturgefahren betrachtet und bewertet; für das IRM gibt es Vorgaben des BAFU (Bundesamt für Umwelt). Die Anwendung von IRM bedeutet:

- Agieren statt reagieren
- Ressourcen da einsetzen wo der Nutzen am höchsten ist
- Investieren in die Grundlagen
- Vorausschauend Planen
- Risikodialog: welches Risiko sind wir bereit zu tragen?
- IRM ist eine Daueraufgabe und eine Verbundaufgabe.

In Sankt Niklaus erläuterte **Aline Fetzner**, Rovina und Partner AG, Büro für Ingenieurgeologie, die örtlichen Gefahren durch **Felssturz**. Beim Felssturz am 21. November 2002 waren hier 70 000 Kubikmeter Fels zu Tal gestürzt, darunter auch ein Großblock mit 1500 Kubikmetern, der aber durch den neuen Damm hoch über Sankt Niklaus aufgehalten wurde. Der Zeitpunkt des Felssturzes konnte mittels der installierten Überwachung genau prognostiziert werden, und 20 Stunden vor dem Ereignis wurde das Gebiet evakuiert. Es sind keine Personen zu Schaden gekommen, und auch an Gebäuden und Infrastruktur entstanden keine Schäden. >>



Wie wird sich das Schweizer Klima verändern? Quelle und Grafik: Meteo Schweiz.

René Hildbrand, Projektleiter Bahnhof Andermatt, präsentierte die **Aktivitäten zum Hochwasserschutz im Urserental**. Nach einem starken Hochwasser 1987 wurden an der Unteralp-reuss (durch Andermatt fließender Nebenfluss der Reuss) insbesondere folgende Maßnahmen getroffen:

- Neuer Geschiebesammler
- Flusssohle im Dorf gegen Erosion geschützt
- In Teilabschnitten die Dämme erhöht

Im Bereich Andermatt sind zwei Eisenbahn- und zwei Straßenbrücken durch Hochwasser gefährdet. Für ihren wirksamen Schutz wurde an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich ein hydraulisches Modell im Maßstab 1 zu 30 erstellt, das mit den Werten der Hochwasser 2019 und 2022 kalibriert werden konnte, und auch die Simulation einer neuen „Druckbrücke“ ermöglichte. Beim Modellversuch sind alle Untersuchungen zum Hochwasserschutz positiv ausgefallen: Sogar für das sehr seltene, nur alle 300 Jahre zu erwartende Hochwasser (HQ 300) konnte die Hochwasserschutztechnische Machbarkeit der vorhandenen und geplanten Maßnahmen nachgewiesen werden.

Zum Abschluss der MGB-Präsentationen erläuterte **Damian Steffen**, Geoformer igp, die geplanten zusätzlichen Lawinerverbauungen und Sprengeinrichtungen der MGB am Oberalppass. Nach einer Risikoanalyse und Risikobewertung wurden Maßnahmen vorgeschlagen und bewertet. Dies führte zu einer Maßnahmenkombination, die 2019 bis 2022 realisiert wurde. Insgesamt wurden 2670 Meter Stahlschneebrücken und 333 Meter Schneenetze gebaut, sowie vier Sprengmasten errichtet. Vor Winterbeginn werden diese per Hubschrauber mit ausreichend vielen Sprengkapseln bestückt, die dann bei Gefahr per Funk ausgelöst werden.

Klimaschutz bei den SBB

Heinz Müller und **Marc Hauser**, Leiter Naturgefahren der SBB, informierten über „Risikobasiertes Naturgefahrenmanagement im Spannungsfeld des Klimawandels“. Dank moderner Technologien sollen Gefahren antizipiert werden. Dazu gehört auch

die Überwachung aus der Luft mit Hubschraubern oder Drohnen, und stationär mit Schneemesstationen. Noch bis 2024 läuft mit externer und wissenschaftlicher Unterstützung das Forschungsprojekt „From hazard to risk — Alpine Mass Movements and Flooding“ („von der Gefahrenabwehr zum Risikomanagement — Alpine Massenbewegungen / Felsstürze und Überschwemmungen“). Dazu gehört auch eine Modellierung des 300-jährlichen Hochwassers.

Vom 2724 Kilometer langen Streckennetz der SBB gelten 1370 Kilometer als gefahrenexponiert, davon entfällt der Löwenanteil mit 821 Kilometer auf mögliche Überschwemmungen. Die weiteren Gefahren sind: Lawinen, Felssturz, Felsrutsch und Murgang. Um die Risiken zu reduzieren, investieren die SBB jährlich rund 15 Millionen Franken in Schutzbauten und setzen modernste Warnsysteme ein, teilweise mit direktem Eingriff in den Bahnbetrieb. Der Überwachung von Gefahren-Schwerpunkten dienen:

- Geodäsie-Laserscann
- Georadar
- Satellitendaten
- Alarm- und Warnanlagen.

Eine wichtige Unterstützung erhält das Naturgefahrenmanagement durch den **Einsatz von Drohnen**:

- Inspektion in unzugänglichem Gelände, womit das „Arbeiten am hängenden Seil“ beispielsweise in der Felswand, vermieden werden kann
- nach einem Ereignis (wie beispielsweise einem Felssturz) zur Einschätzung der Lage
- Arbeitsplanung für Baustellen.

Einen Höhepunkt der Exkursion bildete die Vorführung einer Drohne nahe dem Bahnhof Andermatt.

Klimaschutz bei der Rhätischen Bahn (RhB)

Als Gebirgsbahn ist die RhB Naturgefahren stärker ausgesetzt als eine Bahn im Flachland. 30 Prozent des Streckennetzes befinden sich über 1500 Meter über dem Meer. Dank 130 Jahren Erfahrung im Umgang mit Naturgefahren und einem ausgeprägten Risikomanagement kann die RhB den Herausforderungen von Natur und Gebirgsbahn gerecht werden.

Gilbert Zimmermann, Leiter Bahndienst Nord und **Markus Kunz**, Projektleiter Galerie Aulta, wiesen darauf hin, dass der Ausbaustandard bei den Verbauungen und somit der Schutz der RhB vor solchen Gefahren heute bereits sehr hoch ist. Wenn alle bestehenden Verbauungen wie beispielsweise Mauern, Schutznetze oder Lawinenrechen aneinandergereiht würden, käme man auf rund 62 Kilometer Schutzwerke, welche meist weit oberhalb der Bahnlinie stehen und daher für die Reisenden gar nicht sichtbar sind.

Eine zusätzliche und sehr wirksame Gefahrenabwehr bildet der **Schutzwald**, welcher sich vielerorts ab der Bahnlinie bis zur Waldgrenze erstreckt. Trotz des hohen Verbauungsgrades bestehen aber noch Schutzlücken mit kleinerem Risiko. In den Unterhalt der Schutzbauten und die Schließung der letzten Schutzlücken werden jährlich rund 7,5 Millionen Schweizer Franken investiert. Um diese Mittel optimal einsetzen zu können, hat die RhB ein ausgeprägtes Risikomanagement aufgebaut.

Zum Sicherheitsdispositiv der RhB gehören neben den Schutzbauten weitere Maßnahmen. So werden die Strecken wöchentlich durch Bahnbedienstete zu Fuß, und regelmäßig mit Kontrollfahrten überprüft. Auf Streckenabschnitten mit möglichem Gefahrenpotenzial erfolgt zudem die erste Fahrt des Tages auf Sicht. Bei außergewöhnlichen Wettersituationen, wie beispielsweise langanhaltendem Regen oder starken Schneefällen, werden die Kontrollfahrten und -gänge an Gefahrenabschnitten intensiviert. Wird die Situation als kritisch eingestuft, werden Streckenabschnitte auch gesperrt, so beispielsweise bei hoher Lawinen- oder Steinschlaggefahr.

Globale Bestandsaufnahme der Vereinten Nationen

Vor der 28. Konferenz der Vertragsparteien der UN-Klimarahmenkonvention (COP 28: 30. November bis 12. Dezember 2023) in Dubai hat das Klimasekretariat der Vereinten Nationen in einer Globalen Bestandsaufnahme (Global Stocktake) deutlich gemacht, dass die bisherigen nationalen Klimaschutzbeiträge ungenügend