

ON THE TOP

HOCHALPINE FORSCHUNGSSTATION
JUNGFRAUJOCH





INHALT

- 02/03 Trägerschaft
- 04/05 Geschichte
- 06/07 Forscheralltag
- 08/09 Meteorologie
- 10/11 Medizin
- 12/13 Glaziologie und Permafrost
- 14/15 Gase
- 16/17 Vertikalprofile
- 18/19 Aerosole
- 20/21 Biologie

INTERNATIONAL AUSGERICHTET

.....

Die Forschung auf dem Jungfrauoch, so sahen es die Initianten der Forschungsstation vor, sollte allen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern offenstehen. Und: Sie sollte international ausgerichtet sein. Seit ihrer Gründung 1930 gehören der Internationalen Stiftung Hochalpine Forschungsstation Jungfrauoch neben Institutionen aus der Schweiz auch solche aus Belgien, Deutschland, Grossbritannien und Österreich an. Vor rund 50 Jahren kam eine zweite, kleinere Station auf dem Gornergrat zur Stiftung dazu. Die HFSJG betreibt die Forschungsstationen im Auftrag ihrer Mitglieder, die diese mit ihren Beiträgen mitfinanzieren. Die ausländischen Partner sind durch Wissenschaftsorganisationen vertreten. Die Schweizer Vertretung besteht aus der Akademie der Wissenschaften, der Universität Bern – sie stellt die Führung der Stiftung –, der Burgergemeinde Zermatt, der Gornergratbahn und der Jungfraubahn AG. Die Beteiligung des Bahnunternehmens hat auch historische Gründe: Die Vergabe der Konzession für den Bau einer Bahn in die unberührte Alpenwelt wurde 1894 vom Bundesrat mit der Verpflichtung verknüpft, eine Forschungsstation zu unterstützen.

.....

Einweihungsfeier der Forschungsstation am 4. Juli 1931.





FORSCHUNGSLABORS IM EWIGEN EIS

.....

Geforscht wurde auf dem Jungfrauoch schon lange vor dem Bau der Hochalpinen Forschungsstation. Doch als die Jungfraubahn 1912 ihren Betrieb aufnahm, waren keine wagemutigen Expeditionen mehr nötig. Treibende Kraft hinter der Idee, eine eigentliche Forschungsstation mit Labors und fest installierten Beobachtungsgeräten zu bauen, war der Geophysiker Alfred de Quervain. Er konnte die Schweizer Naturforschende Gesellschaft für sein Projekt gewinnen und rief 1922 die Jungfrauoch-Kommission ins Leben. Das Vorhaben stiess bei Forschenden im In- und Ausland auf grosses Interesse – nicht zuletzt bei den Medizinern und Astronomen. Die 1931 eröffnete Station verfügte sogar über einen Stall für Hochgebirgsexperimente mit Tieren. Wenige Jahre später wurde speziell für die Meteorologen und Strahlungsforscher ein Observatorium auf dem Sphinxfelsen gebaut. Es ist heute das Wahrzeichen des Jungfrauochs. Die Hochalpine Forschungsstation ist auf 3454 m ü. M. die höchstgelegene in Europa und weltweit die einzige auf dieser Höhe, die sich mit einer Bergbahn erreichen lässt.

.....

Die Geschichte der Hochalpinen Forschungsstation ist eng mit jener der Jungfraubahn verknüpft. Die Station verdankt ihren Erfolg nicht zuletzt der Tatsache, dass während des ganzen Jahres ein effizienter Transport von Forschenden und hochentwickelten Messgeräten möglich ist.

MESSEN, BEOBACHTEN UND KOCHEN

.....

Die Zeiten, als Wissenschaftler im Jungfraugebiet nur in Eishöhlen Unterkunft fanden, sind längst vorbei. Trotzdem schläft hier in der ersten Nacht kaum jemand gut. Zudem müssen Forscherinnen und Forscher immer noch mit den oft harten Wetterbedingungen und den Folgen der Höhenluft fertigwerden. Das Leben in der Forschungsstation gleicht einer kleinen Zeitreise: Hier der Charme einer elegant in die Natur eingebetteten Forschungsstation mit historischem Charakter, dort die topmoderne Infrastruktur – inklusive Datentransfer durch einen leistungsstarken Internetanschluss. Die Physiker, Mediziner, Glaziologen und viele andere Forschende verbringen für ihre Projekte jährlich mehr als 1000 Arbeitstage auf dem Jungfraujoch. Dort werden sie von den Betriebswarten betreut. Die zwei sich abwechselnden Paare kümmern sich auch um die Messgeräte, wenn die Forscherinnen und Forscher längst wieder abgereist sind – Kochen allerdings müssen die Gäste selbst. Für einen Platz in der Hochalpinen Forschungsstation können sich alle Wissenschaftler bewerben, für deren Arbeit Beobachtungen und Messungen in grosser Höhe wichtig sind.

.....

Je nach Projekt verbringen die Wissenschaftler einige Tage oder gar mehrere Wochen in der Station. Deshalb schätzen sie neben der erstklassigen Forschungsinfrastruktur auch den gemütlichen Aufenthaltsraum.





UNVERZICHTBARE DATENGRUNDLAGE

.....

Messungen und Beobachtungen zum Wettergeschehen begründeten die Forschung auf dem Jungfraujoch. Bereits 1925 wurde – damals noch auf dem Gletscher – ein erster meteorologischer Pavillon gebaut. Seit 1980 werden die Daten von der Sphinx aus mit standardisierten Messgeräten vollautomatisch erfasst und versandt. Die Wetterstation ist zudem dauernd bemannt, und zwar als höchste Station in Europa. Der Grund: Für die Arbeit der Meteorologen sind nicht nur Messungen wichtig, sondern auch Wetterbeobachtungen von Auge. Deshalb übermitteln die Betriebswarte der Forschungsstation mehrmals täglich ihre Wahrnehmungen wie etwa Wolkentyp, Höhe der Wolken oder Sichtweite an die MeteoSchweiz-Zentrale. Die Daten vom Jungfraujoch sind aber nicht nur für gute Wetterprognosen wichtig. Lange Messreihen zu Temperatur sowie Windrichtung und -geschwindigkeit stellen auch eine Grundlage für die Umwelt- und Klimaforschung dar, die in der Forschungsstation eine immer wichtigere Rolle spielt. Die ermittelten Trends sind von grosser Bedeutung, da sich die Folgen des Klimawandels im alpinen Raum besonders ausgeprägt zeigen.

.....

Obwohl die Messstation auf dem Jungfraujoch als eine der ersten in der Schweiz automatisiert wurde, ist die Betreuung durch qualifiziertes Personal wichtig. Unter anderem müssen die Instrumente gewartet werden.

GESUNDHEIT IM HOCHGEBIRGE

.....

Die Auswirkungen eines Aufenthalts im Hochgebirge auf den menschlichen Körper interessieren die Forschenden seit Langem. Das Thema zählte denn auch zu den ersten, die in der Hochalpinen Forschungsstation untersucht wurden. Durch ihre Lage auf rund 3500 m Höhe ist sie für medizinische Untersuchungen dieser Art prädestiniert. Kommt dazu, dass die Station dank der Jungfraubahn auch für nicht berggängige Versuchspersonen problemlos erreichbar ist. Verschiedene Forschungsgruppen befassten sich in jüngster Zeit beispielsweise mit der Frage, unter welchen Bedingungen sich Menschen mit geschwächtem Organismus in der Höhe aufhalten dürfen. Forscher des Berner Inselspitals etwa wollten wissen, ob Herzpatienten eine Höhe von über 3000 m ü. M. zumutbar ist. Wissenschaftler der Universität Zürich untersuchten, wie sich das Herzkreislauf-System von acht Testpersonen anpasste, die 28 Tage in der Forschungsstation verbrachten. Und Mediziner der Ludwig-Maximilians-Universität München suchten nach Korrelationen zwischen Blutgaswerten und Symptomen akuter Höhenkrankheit.

.....

Das Jungfraujoch bietet einzigartige Bedingungen für medizinische Experimente. Zum Beispiel für Versuche, die zeigen sollten, wie sich das Herzkreislauf-System bei einem verlängerten Aufenthalt an die Höhe anpasst.





WISSENSCHAFT IN SCHNEE UND EIS

.....

Der Grosse Aletschgletscher, an dessen Ursprung das Jungfraujoch liegt, ist der längste Gletscher der Alpen. Die Hochalpine Forschungsstation bietet deshalb ein ideales Umfeld für wissenschaftliches Arbeiten in Schnee und Eis. Dank der ausgezeichneten Infrastruktur und dem einfachen Zugang ist der Grosse Aletschgletscher einer der am besten erforschten überhaupt. Die Langzeitmessreihen der ETH Zürich zu Längenänderung, Massenhaushalt und Volumenänderungen dokumentieren nicht zuletzt den fortschreitenden Klimawandel. Zunehmend spielt auf dem Jungfraujoch auch die Erforschung des Permafrosts eine wichtige Rolle. Diese Aktivitäten sind im Schweizer Monitoring Netzwerk PERMOS zusammengefasst. Dabei werden beispielsweise die Temperaturen an der Oberfläche und im Innern von steilen Felswänden gemessen. Und das Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) untersucht, welche Rolle die Schneebedeckung für den Wärmehaushalt und die Stabilität von Felswänden spielt. Es arbeitet dazu unter anderem mit der Universität Bonn zusammen.

.....

Bei der Beobachtung des Grossen Aletschgletschers werden sowohl moderne Fernerkundungstechnologie wie direkte Feldmessungen eingesetzt.

DEN KLIMAWANDEL DOKUMENTIEREN

.....

Die Hochalpine Forschungsstation ist besonders geeignet, um die Zusammensetzung der Erdatmosphäre zu messen, da sie geringer Luftverschmutzung ausgesetzt ist. Spezielle Bedeutung hat dabei die Konzentration des Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) erlangt. So misst die Universität Heidelberg seit 1986 ohne Unterbruch den Radiokohlenstoff im atmosphärischen CO_2 . Mit diesen Referenzmessungen lässt sich ermitteln, wie viel CO_2 durch das Verbrennen von fossilen Brennstoffen in die Atmosphäre gelangt. Das Oeschger-Zentrum für Klimaforschung der Universität Bern bestimmt kontinuierlich die Konzentration von CO_2 und O_2 (Sauerstoff). Die Forscher wollen mit diesen hochpräzisen Messungen in Erfahrung bringen, wie sich das durch den Menschen produzierte Treibhausgas CO_2 auf Atmosphäre, Biosphäre und die Ozeane verteilt. Zusammen mit den rund 100 verschiedenen Gasen, mit deren Messung die Forschungsinstitution Empa bereits 1972 begann, ermöglicht dies neue Erkenntnisse zur Luftqualität, zu Quellen von Luftfremdstoffen und zum Klimawandel.

.....

Das Jungfraujoch ist eine der Stationen im Nationalen Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL), das durch die Empa und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) betrieben wird. Das Bild zeigt das Lufteinlasssystem der Messstation.





DIE ATMOSPHERE ÜBERWACHEN

.....

Die sehr trockene alpine Luft auf dem Jungfraujoch eignet sich besonders für diverse atmosphärische Untersuchungen. So hat sich zum Beispiel die Universität Lüttich (Belgien) auf die Arbeit mit Infrarot-Spektrometern spezialisiert. Im Gegensatz zu den In-situ-Messungen lassen sich dadurch die sogenannten Säulenkonzentrationen oder Vertikalprofile bestimmen. Sie geben darüber Auskunft, wie die Atmosphäre über dem Jungfraujoch gesamthaft zusammengesetzt ist. Dies ermöglicht unter anderem, die Entwicklung von mehr als 20 Atmosphärgasen zu verfolgen, die mit der Zerstörung der Ozonschicht zusammenhängen oder als Treibhausgas wirken. Diese Messungen sind von zentraler Bedeutung für die Überwachung des Montreal- und des Kyoto-Protokolls. Diese internationalen Abkommen schützen die Ozonschicht und begrenzen den Ausstoß von Treibhausgasen.

.....

Die wissenschaftliche Ausrichtung der Hochalpinen Forschungsstation hat sich über die Jahrzehnte verändert. Standen zuerst Themen wie Astronomie und Strahlenforschung im Vordergrund, gilt das Interesse heute schweremotig der Umwelt- und Klimaforschung. Gefragt sind unter anderem Informationen über den Zustand der Atmosphäre.

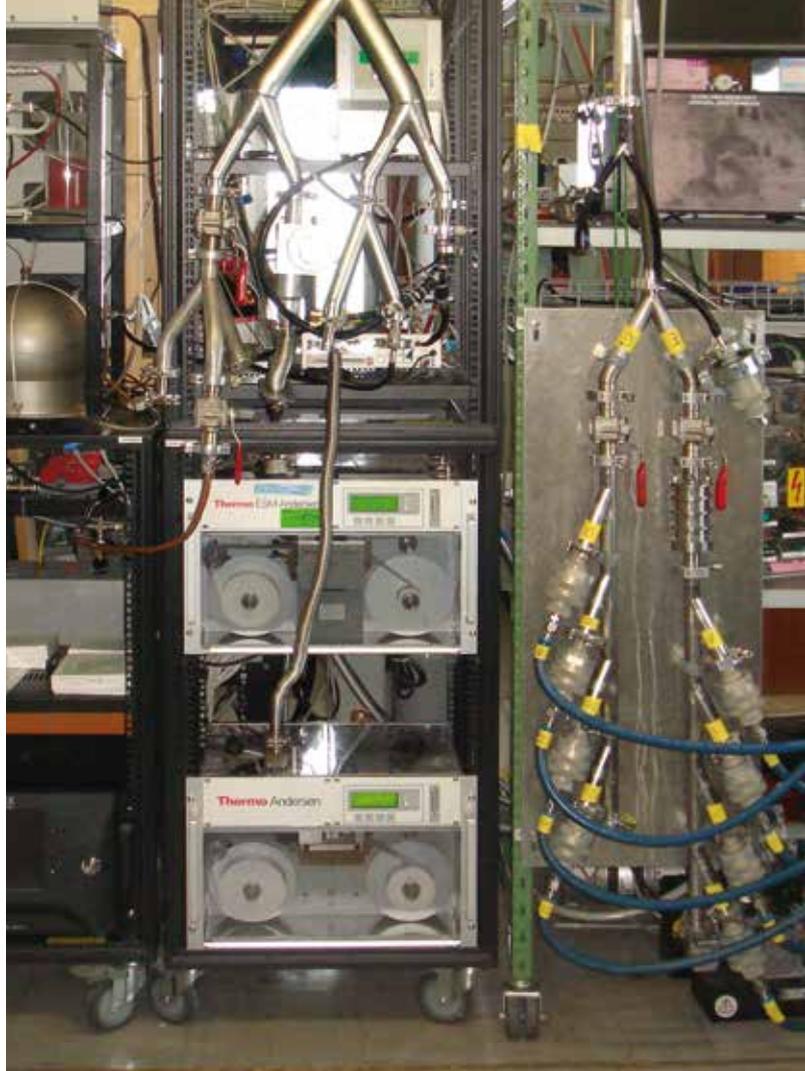
DAS ENTSTEHEN VON WOLKEN BEGREIFEN

.....

Auf dem Jungfraujoch werden seit über 20 Jahren kontinuierlich Aerosolmessungen durchgeführt. Das Paul Scherrer Institut (PSI) und die Empa wollen so die Wirkung feiner Schwebepartikel auf das Klima besser verstehen. Die Hochalpine Forschungsstation ist deshalb Teil des globalen Monitoringnetzwerks Global Atmosphere Watch unter Federführung der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) mit insgesamt 30 Stationen. Da es ab und zu in den Wolken steckt, ist das Jungfraujoch auch ein idealer Ort, um die Interaktion zwischen Aerosolen und Wolken zu erforschen. Unter der Bezeichnung CLACE (Cloud and Aerosol Characterization Experiment) finden immer wieder grossangelegte Messkampagnen mit internationaler Beteiligung statt. Dazu untersucht die Wissenschaft, wie die Aerosolpartikel in Abhängigkeit ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften die Wolken verändern. Die Messungen werden durch Fernerkundungsmethoden ergänzt. MeteoSchweiz untersucht damit die vertikale Verteilung der Aerosole, und die ETH Zürich erforscht die Rolle von Aerosolen bei der Bildung von Eis in den hochgelegenen Zirruswolken.

.....

Die auf dem Jungfraujoch gemessenen Daten werden meist direkt in die Heiminstitutionen der Forschenden übermittelt. In rund 50 Projekten werden über 100 Variablen gemessen.





20/21

Forschung: Biologie

EINMALIGE BEDINGUNGEN FÜR EXPERIMENTE

.....

Auch Biologen bietet das Jungfraujoch besondere Bedingungen für Experimente und Beobachtungen. Dabei spielt nicht nur die Höhe eine Rolle, sondern auch die exponierte Lage im Alpenbogen, dank der sich auch Saharastaub ablagert. In einem gemeinsamen Projekt gingen die Universität Bern und die Freie Universität Berlin der Frage nach, ob im Wüstenstaub Mikroorganismen transportiert werden. Zudem wollten die Forschenden wissen, wie gut diese Kleinlebewesen, die in der Wüste Boden und Felsen besiedeln, den Transport in die Hochalpen überleben. Forscherinnen und Forscher der Universitäten Zürich und Freiburg befassten sich mit Strategien, die darauf abzielen, Gedächtnisstörungen infolge Sauerstoffmangels in der Höhe zu begegnen. Sie untersuchten dazu das Verhalten von zwei Gruppen von Long-Evans-Ratten: Die eine wurde unter normalen Laborbedingungen gehalten, die andere in Käfigen mit einer speziell anregenden Einrichtung. Alle Experimente an Mensch und Tier unterliegen der Bewilligungspflicht der Nationalen Ethikkommission.

.....

Bereits seit den Anfängen wird auf dem Jungfraujoch auch mit Tieren geforscht. Früher gab es in der Forschungsstation sogar einen Stall. Heute wird zum Beispiel untersucht, wie Ratten mit durch die Höhe verursachten Gedächtnisstörungen umgehen.

Kontakt

Hochalpine Forschungsstationen Jungfrauoch und Gornergrat HFSJG
Sidlerstrasse 5
3012 Bern
Schweiz
info@hfsjg.ch
Tel. +41 31 631 40 52
www.hfsjg.ch

Impressum

Herausgeber: Hochalpine Forschungsstationen Jungfrauoch
und Gornergrat HFSJG
Konzept und Redaktion: Kaspar Meuli, Oeschger-Zentrum für
Klimaforschung, Universität Bern
Gestaltung: Barbara Ehrbar, www.superbuero.com
Fotos: zvg

© HFSJG 2016

HFSJG

Hochalpine Forschungsstationen
Jungfrauoch & Gornergrat

sc | nat ³

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaftler
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles

u^b

UNIVERSITÄT
BERN

OESCHGER CENTRE
CLIMATE CHANGE RESEARCH

ÖAW

ÖSTERREICHISCHE
AKADEMIE DER
WISSENSCHAFTEN



THE ROYAL
SOCIETY

fnrs
LA LIBERTÉ DE CHERCHER



MAX PLANCK GESELLSCHAFT

JUNGFRAU
TOP OF EUROPE

gornergrat  bahn
the matterhorn railway



BURGERGEMEINDE
ZERMATT