

Zeitschrift: Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern
Band: 62 (2007)

Artikel: Wissenschaft : die Hochalpine Forschungsstation Jungfraujoeh
Autor: Flückiger, Erwin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-960382>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 21.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wissenschaft – Die Hochalpine Forschungs- station Jungfraujoch

Erwin Flückiger





Einführung

8

Auf dem Jungfrauojch befindet sich seit 1931 die höchstgelegene Forschungsstätte in Europa. Dank des einzigartigen Standortes in einer beinahe unberührten Hochgebirgslandschaft auf über 3500 m ü.M., der ganzjährigen Erschliessung durch die Jungfraubahn und der ausgezeichneten Infrastruktur spielt die Forschungsstation Jungfrauojch in der nationalen und internationalen Umweltforschung eine wichtige Rolle. Das Jungfrauojch ist grossräumig der einzige erschlossene Beobachtungsstandort, der während eines grossen Teils der Zeit in die freie Troposphäre reicht. Die Hochalpine Forschungsstation Jungfrauojch ist somit als Referenzstation für Bodenbeobachtungen der freien Troposphäre durch Atmosphärenphysiker und Umweltwissenschaftler von grösster Wichtigkeit.

Die Hochalpine Forschungsstation Jungfrauojch

Trägerschaft

Die Hochalpine Forschungsstation Jungfrauojch besteht seit 1931. Sie wird betrieben von der «Internationalen Stiftung Hochalpine Forschungsstationen Jungfrauojch und Gornergrat (HFSJG)». Die Stiftung HFSJG ist eine Stiftung gemäss Art. 80 ff. des Schweizerischen Zivilgesetzbuches (ZGB), hat ihren Sitz in Bern und ist der Aufsicht des Bundes unterstellt.

Land	vertreten durch
Belgien	Fonds National de la Recherche Scientifique
Deutschland	Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften
England	The Royal Society
Italien	Istituto Nazionale di Astrofisica
Österreich	Österreichische Akademie der Wissenschaften
Schweiz	Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (scnat) Jungfraubahn-Gesellschaft Gornergratbahn-Gesellschaft Bürgergemeinde Zermatt

Tabelle 1: Mitglieder der Internationalen Stiftung Hochalpine Forschungsstationen Jungfrauojch und Gornergrat (HFSJG)

Die Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (scnat) vertritt die Interessen der Schweizer Forschung. Der Schweizerische Nationalfonds (SNF) leistet seit 1965 den schweizerischen Beitrag an den Betrieb und Unterhalt der Forschungsstationen.

Zweck

Der Zweck der Stiftung ist, wissenschaftliche Untersuchungen auf internationalem Niveau zu ermöglichen und zu unterstützen, für die eine Höhe von 3000–3500 m ü.M. und/oder hochalpines Klima Voraussetzung sind. Dazu werden auf dem Jungfrauojoch die Forschungsstation und das Sphinxlaboratorium sowie auf dem Gornergrat zwei astronomische Observatorien betrieben. Die Stiftung stellt damit Forschenden des In- und Auslandes die für wissenschaftliche Experimente im Hochgebirge notwendige Infrastruktur zur Verfügung. Die Stiftung selber betreibt keine Forschung.

Infrastruktur

Das Gebäude der Forschungsstation umfasst vier Laborräume, einen Pavillon für Untersuchungen der kosmischen Strahlung, eine mechanische Werkstätte, eine Bibliothek, eine Küche, einen Aufenthaltsraum, zehn Schlafzimmer mit total 12 Betten sowie die Wohnräume für die Betriebsleiter. Die Einrichtung umfasst u.a. auch eine Anlage zur Herstellung von flüssiger Luft. Die Infrastruktur wurde stets den wachsenden Bedürfnissen der Wissenschaftler angepasst (Elektrizität, Wasser, Telefon, Fax, Internet, Labors für chemische und medizinische Arbeiten, flüssiger Stickstoff für Kühlzwecke).

Das wissenschaftliche Observatorium Sphinx enthält zwei Grosslabors, eine Wetterstation, eine kleine mechanische Werkstätte, zwei Terrassen für wissenschaftliche Freiluftexperimente, sowie eine astronomische und eine meteorologische Kuppel. Die astronomische Kuppel ist mit einem 76cm Cassegrain-Coudé-Teleskop ausgerüstet.

Zwei Betriebsleiter-Ehepaare betreuen die Infrastruktur in abwechselnden Missionen rund um die Uhr während des ganzen Jahres. Sie unterstützen die Forschenden beim Aufbau und Betrieb ihrer Experimente und nehmen an automatischen Messapparaturen zahlreiche Überwachungs- und Wartungsaufgaben wahr. Zudem sind sie verantwortlich für die täglichen Wetterbeobachtungen zu Gunsten von MeteoSchweiz.

Wissenschaftliche Arbeiten

In der Vergangenheit hat die Forschungstätigkeit auf dem Jungfrauojoch zu mehreren epochalen Ergebnissen geführt:

- Bereits 1925/26, also vor Bestehen der Forschungsstation, haben Kolhörster und von Salis wegweisende Untersuchungen der kosmischen Strahlung vorgenommen.
- Kurz danach hat Chalonge, der französische Pionier der Astrophysik und Mitbegründer des «Institut d'Astrophysique de Paris», erste Ozon-Messungen durchgeführt.
- Die 1950 durch die Université de Liège aufgenommenen spektrometrischen Untersuchungen des Sonnenlichts resultierten im ersten Atlas des Sonnenspektrums im Wellen-

längenbereich zwischen 2.8–23.7 μm von Migeotte, Neven und Swensson (1956). Dieser Atlas bildet zusammen mit den späteren Ergänzungen für Wellenlängen 0.3–1 μm von Delbouille, Roland und Neven (1988) noch heute das weltweit anerkannte Referenzwerk für das Spektrum des Sonnenlichts und ist damit ein Fundament der gesamten astronomischen und theoretischen Spektroskopie.

- Die Untersuchungen der kosmischen Strahlung durch Blackett und Wilson lieferten grundlegende Ergebnisse im Umfeld von zwei Nobelpreisen in Physik (Blackett 1948; Powell 1950). Die durch die beiden Briten 1951 im Sphinx-Observatorium aufgebaute grosse Wilson-Kammer wurde später durch das CERN (European Organization for Nuclear Research) übernommen und weiterbetrieben und sie hat dort die Ära der modernen Hochenergie-Experimente eingeleitet.
- Die hervorragende Transparenz der Atmosphäre oberhalb des Jungfrauojchs hat 1962 den beiden deutschen Physikern Labs und Neckel (1962) erste Absolutmessungen der Solarkonstanten ermöglicht.
- Die 1963 vom Genfer Astronomen Golay entwickelte 7-Farben-Photometrie für die Klassifikation von Sternen hat zu einem einzigartigen Katalog mit bislang über 40 000 Sternen geführt (Cramer 2004a, 2004b, 2005).
- Nach der solaren Eruption vom 3. Juni 1982 konnte mit Messapparaturen des Physikalischen Instituts der Universität Bern erstmals der Einfall hochenergetischer solarer Neutronen in die Erdatmosphäre nachgewiesen werden (Chupp et al. 1987).
- Weltweit für Aufsehen gesorgt haben 1990 die Österreicher Blumthaler und Ambach (1990), als sie zum ersten Mal den Anstieg der UV-Strahlung auf dem Erdboden direkt messen konnten.

Die Übersicht über die bedeutendsten wissenschaftlichen Arbeiten der Vergangenheit zeigt, dass seit Bestehen der Forschungsstation Jungfrauojch mehrfach Wechsel der Forschungsschwerpunkte stattgefunden haben (Glaziologie/Medizin → kosmische Strahlung/Astrophysik → Astronomie). In neuerer Zeit sind besonders die Umweltwissenschaften verstärkt hervorgetreten. Zurzeit machen sie über 50% aller Experimente aus. In vermehrtem Masse werden heute auch Langzeitexperimente durchgeführt, deren wissenschaftliche Früchte nicht kurzfristig evaluiert werden können. Was die Zukunft anbelangt, darf vermutet werden, dass die Forschungsstation auf dem Jungfrauojch auch für die Materialwissenschaften an Bedeutung gewinnen wird.

Die Tradition international anerkannter Spitzenforschung wird auch in der Gegenwart weitergeführt:

- Die Aerosolforschung des Paul Scherrer Instituts, Laboratorium für Atmosphärenchemie, auf dem Jungfrauojch gehört zu den modernsten und umfassendsten weltweit (Baltensperger et al. 2004).

- Im Gebiet des Welterbes Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn, insbesondere am Fieschergletscher, extrahieren Forschende der Universität Bern und des Paul Scherrer Instituts mit raffinierten physikalischen und chemischen Methoden bedeutende Klima- und Umweltdaten aus dem Archiv des Gletschereises (z. B. Gäggeler et al. 2004).
- Die Untersuchungen des alpinen Permafrosts (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zentrum) liefern äusserst wertvolle Informationen über die Auswirkungen der globalen Erwärmung im Alpenraum (z. B. Sueyoshi und Funk 2004)
- Schliesslich bestehen aus Messungen verschiedener in- und ausländischer Forschergruppen langjährige Zeitreihen von rund 25 umwelt- und klimarelevanten Luftschadstoffen, deren Bedeutung für die Zukunft nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Diese Messungen sind insbesondere geeignet, um die Auswirkungen internationaler Umweltprotokolle (z. B. Kyoto Protokoll) zu bewerten.

Einen Überblick über die vielseitige Forschungsaktivität in der Hochalpinen Forschungsstation Jungfraujoch liefern die Jahresberichte der Stiftung HFSJG (<http://www.ifjungo.ch/>). Im Durchschnitt leisten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von über 25 in- und ausländischen Forschungsgruppen jedes Jahr ca. 1000 Arbeitstage auf dem Jungfraujoch. Die meisten Forschenden stammen aus der Schweiz, Belgien, Grossbritannien, Österreich und Deutschland (siehe Abb. 1). Über 16 automatische Messstationen sind rund um die Uhr in Betrieb. Pro Jahr werden im Mittel ca. 100 wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht, die auf Forschungsarbeiten auf dem Jungfraujoch beruhen.

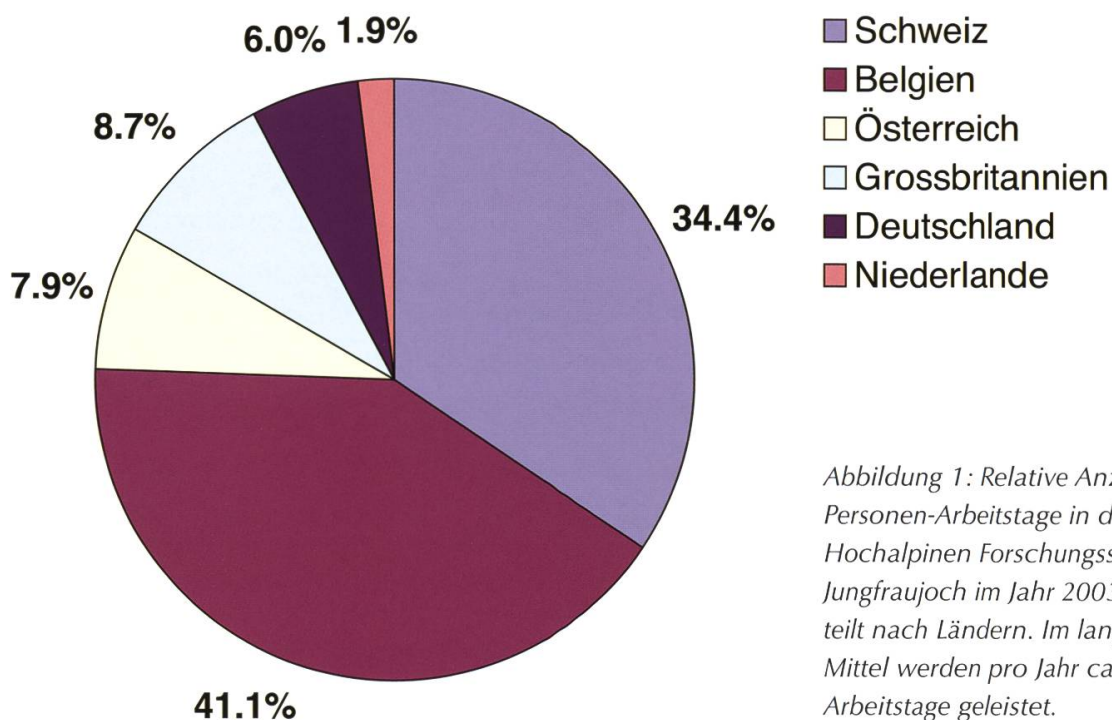


Abbildung 1: Relative Anzahl Personen-Arbeitstage in der Hochalpinen Forschungsstation Jungfraujoch im Jahr 2003, aufgeteilt nach Ländern. Im langjährigen Mittel werden pro Jahr ca. 1000 Arbeitstage geleistet.

■ **Aerosole** sind jene flüssigen oder festen Teilchen in unserer Luft, die wenige millionstel bis mehrere tausendstel Millimeter gross sind. Typische Aerosolpartikel sind Russpartikel oder Pollen. Trotz ihrer «Winzigkeit» sind Aerosole von grosser Bedeutung für unsere Gesundheit und unser Klima. Weil sie so klein sind, können Aerosole die Atemweg-Filtersysteme des Menschen ungehindert passieren. Über die Bronchien dringen sie je nach Grösse bis tief in die Lunge ein und gelangen von da teilweise auch in den Blutkreislauf. Indem sie in der Atmosphäre einerseits Sonnenlicht zurück in den Weltraum streuen und andererseits dazu beitragen, dass sich Wolken bilden, wirken sie tendenziell abkühlend auf unsere Erde. Wie gross diese beiden Effekte sind, darüber herrscht noch Unklarheit. Das Jungfraujoch ist ein idealer Standort für die Untersuchung des Einflusses von Aerosolen auf die Wolkenbildung. Quelle: Webseite des Paul Scherrer Instituts, PSI, Labor für Atmosphärenchemie, LAC, http://aerosolforschung.web.psi.ch/Was_Page/Was_Page.htm, November 2003.



Abbildung 2: Das Einlass-System für die Aerosolmessungen. Es ist so konzipiert, dass auch die in Wolkentropfchen enthaltenen Aerosolpartikel mit erfasst werden.

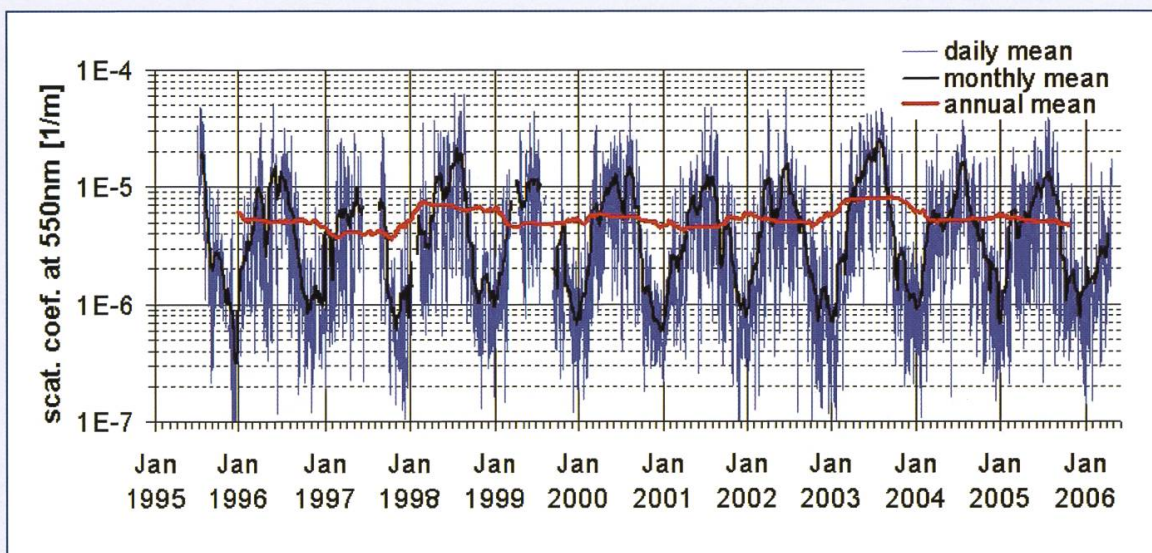


Abbildung 3: Der Verlauf des Lichtstreuungskoeffizienten in den letzten 10 Jahren. Der starke Jahresgang mit hohen Werten im Sommer und tiefen Werten im Winter ist bedingt durch den unterschiedlichen Vertikaltransport der Aerosolpartikel, der durch erhöhte thermische Konvektion im Sommer erzeugt wird.

- Kyoto-Protokoll.** 1997 verpflichteten sich die Industriestaaten auf der UN-Klimakonferenz im japanischen Kyoto in einem Protokoll zur Reduzierung von sechs Treibhausgasen. Bis 2012 soll z. B. der Kohlendioxid-Ausstoß um 5,2 Prozent im Vergleich zu 1990 gesenkt werden. Die Messungen auf dem Jungfraujoch erlauben eine Überwachung der Konzentration dieser Treibhausgase in der Atmosphäre. Die Empfindlichkeit der Messgeräte ist so gross, dass selbst das «Ausgasen» von Skischuhen der Touristen nachgewiesen werden kann!

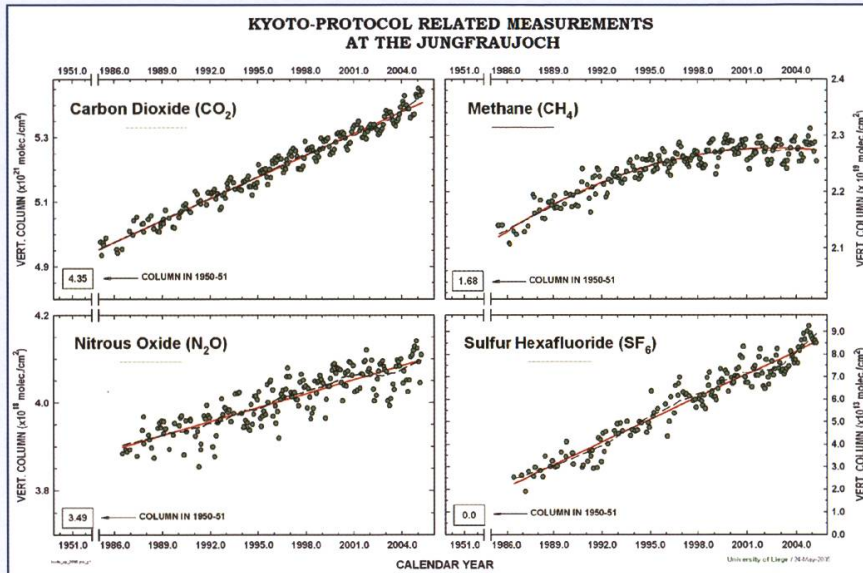


Abbildung 4: Messung von Kyoto-Protokoll-relevanten Luftschadstoffen auf dem Jungfraujoch durch das Institut d'Astrophysique et de Géophysique de l'Université de Liège, das Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique, und das Observatoire Royal de Belgique (Quelle: HFSJG Activity Report 2005).

Nationale und internationale Vernetzung

Wegen seiner besonderen Lage im Alpenraum nimmt das Jungfrauoch eine Schlüsselstellung in mehr als 14 nationalen und internationalen Forschungs- und Messprogrammen ein, insbesondere im Bereich der Umweltwissenschaften.

Nationale Messnetze		
u.a.	ANETZ	Automatisches Messnetz für meteorologische Daten von MeteoSchweiz
	CHARM	Swiss Atmospheric Radiation Monitoring Program (Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos, MeteoSchweiz, Institut für Atmosphäre und Klima, ETHZ)
	RADAIR	Automatisches Messnetz der Sektion Überwachung der Radioaktivität (SUEr) im Bundesamt für Gesundheit (BAG) für die grossräumige Überwachung der Radioaktivität in der Luft
	NADAM	Messnetz der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) für die automatische Dosisalarmierung und -messung.
	NABEL	Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe, betrieben von der EMPA (Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik) im Auftrag des BAFU (Bundesamt für Umwelt)
	AGNES	Automatisches GPS Netz Schweiz (swisstopo, Bundesamt für Landestopografie)
Internationale Messnetze		
u.a.	NDSC	Network for the Detection of Stratospheric Change; Jungfrauoch ist ein «Primary Site»
	GAW	Global Atmosphere Watch, Jungfrauoch ist eine «Global Station»
	GAW-DACH	Europäische Basisstation, zusammen mit Zugspitze/Hohenpeissenberg (2962 m, D) und Sonnblick (3106 m, A)
	SOGE	System for Observation of Halogenated Greenhouse Gases in Europe
	EARLINET	European Aerosol Research Lidar Network
	ASRB	Alpine Surface Radiation Budget Network

Vernetzung mit anderen Forschungsstationen

Durch die zahlreichen internationalen Forschungs- und Messprogramme ist die Hochalpine Forschungsstation Jungfrauoch mit anderen Forschungsstationen in Europa vernetzt. Dadurch können namentlich klimarelevante Prozesse im europäischen Raum entlang der drei Achsen Nord-Süd, Ost-West und Höhe über Meer koordiniert untersucht werden. Im Sinne einer Benchmark werden in Tabelle 2 die auf dem Jungfrauoch vertretenen Forschungsdisziplinen mit den Aktivitäten an anderen Standorten verglichen.

Bedeutung

Die Hochalpine Forschungsstation Jungfrauoch nimmt innerhalb der Welterbe-Region Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn und im europäischen Grossraum eine einzigartige und bedeutungs-

	Jungfrauoch CH	Zugspitze D	Gornergrat CH	Testa Grigia I	Monte Cimone I	Pic du Midi F	Sonnblick A	Lomnický Štít SK	BEO Moussala BG	ASEC ARM	Nor- Ambered ARM	Terskol Peak RUS	TUBITAK National Observatory TR
Atmosphären- physik													
Atmosphären- Chemie													
Klima- Veränderungen													
Klimaeffekte													
Glaziologie													
UV - B Strahlung													
Fernerkundung													
Solartechnologie													
Sensor- technologie													
Höhenmedizin													
Astronomie & Astrophysik													
Andere													

Forschungsbereiche

Tabelle 2: Forschungsdisziplinen auf dem Jungfrauoch und Vergleich mit weiteren europäischen Höhenstationen

volle Stellung ein. Einmal hat die Forschungsstation seit ihrer Eröffnung als Basis für breite glaziologische Felduntersuchungen im Alpenraum gedient, deren Ergebnisse von unschätzbarem Wert für das Verständnis des Naturraumes des Welterbes sind. Dann bildet die Popularisierung der Forschungsaktivität, wie sie z. B. heute bereits mit der wissenschaftlichen Ausstellung auf dem Jungfrauoch und den von der Jungfrauobahn für die Touristen herausgegebenen Informationsbroschüren erfolgt, eine beliebte Attraktion der Ausflugsdestination Top of Europe. Weiter tragen die Aktivitäten der zahlreichen internationalen Forschungsteams, der Standort Jungfrauoch als Referenzstation in global koordinierten Umweltmessprogrammen, wie auch die Eindrücke von Besuchern aus aller Welt wesentlich dazu bei, für das Berner Oberland und den einzigartigen Forschungsstandort Jungfrauoch im In- und Ausland allerbeste Reklame zu machen. Und letztlich bietet das Nebeneinander von Tourismus und Wissenschaft mit oft gegensätzlichen Bedürfnissen die einmalige Gelegenheit, in modellhafter Art Lösungen für eine nachhaltige Entwicklung eines der markantesten Teile der Region zu erarbeiten und wissenschaftlich begleitet zu erproben.

■ NABEL (Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe)

Auf dem Jungfrauoch befindet sich eine der 16 Messstationen des NABEL. Die NABEL Stationen sind über die ganze Schweiz verteilt und messen die Schadstoffbelastung an Standorten, welche alle Belastungsstufen von sehr niedrig bis sehr hoch repräsentieren. Die Messungen umfassen z. B. Feinstaub, Stickoxide, Kohlenwasserstoffe, Schwefeldioxid und Ozon.

Das Jungfrauoch ist ein sehr schwach belasteter Standort im Hochgebirge (Abb. 6) und für das NABEL von grosser Bedeutung. Die hier gemessenen Konzentrationen sind häufig repräsentativ für die von lokalen Emissionen unbeeinflusste Atmosphäre. Das Jungfrauoch ist hervorragend geeignet um die langfristigen Veränderungen der Zusammensetzung unserer Atmosphäre zu beobachten (nach Hüglin 2004).

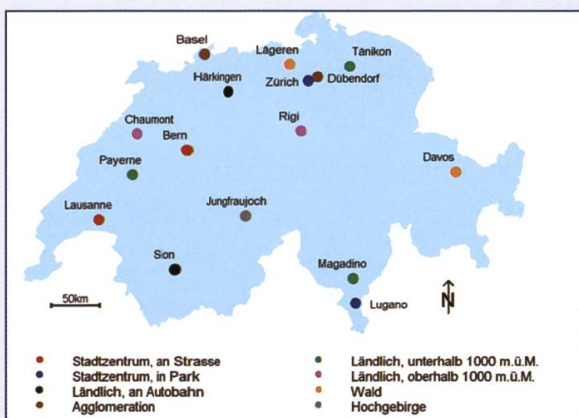


Abbildung 5: Messstationen des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (Hüglin 2004).

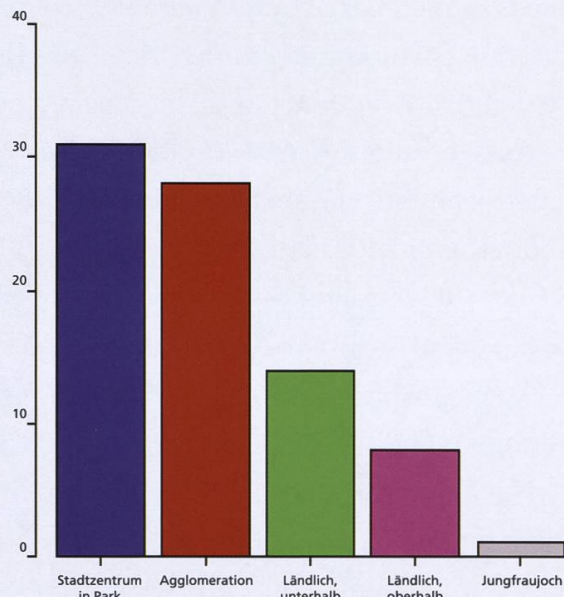


Abbildung 6: Mittlere Jahreskonzentration von Stickstoffdioxid (NO₂) auf dem Jungfrauoch im Vergleich zu anderen NABEL Stationen (Hüglin 2004).

Herausforderungen für die Zukunft

Im Rahmen einer Langzeitstrategie für die Zukunft der Forschungsstation Jungfrauoch hat die Stiftung HFSJG folgende Prioritätsbereiche definiert:

Umwelt: Die Erhaltung der natürlichen Umwelt der Forschungsstation ist eine ständige Herausforderung. Nur dank der ungestörten Atmosphäre konnte der Messplatz Jungfrauoch und damit die Schweiz bisher eine wichtige Rolle im Rahmen der internationalen Abkommen über Luftschadstoffe übernehmen. Ebenso war ungestörte Umwelt Voraussetzung für die erfolgreiche wissenschaftliche Tätigkeit der Forschungsstationen, u.a. innerhalb weltumspannender Projekte zum «System Erde» wie «Global Atmosphere Watch». Ohne den kontinuierlichen Dialog der HFSJG mit den andern auf dem Jungfrauoch tätigen Institutionen (Bahnen, Restaurants, usw.) über das zunehmende Spannungsfeld zwischen den unterschiedlichen Interessen und Anliegen der wissenschaftlichen Forschung einerseits und dem Tourismus

andererseits wäre die Forschungsstation für umweltbezogene Messungen schon wertlos geworden. Die intensive Auseinandersetzung mit diesen Problemen ist eine der wichtigsten Herausforderungen für die Zukunft.

Flexibilität der Infrastruktur: Der Anpassungsfähigkeit der Infrastruktur der Forschungsstation ist grösste Aufmerksamkeit zu schenken. In der Vergangenheit haben die Forschungsschwerpunkte mehrfach gewechselt. Beim heutigen Rhythmus der Forschung sind auch für die Zukunft relativ schnelle Umlagerungen zu erwarten. So zeichnet sich zum Beispiel bereits heute ab, dass die Materialwissenschaften vermehrt Ansprüche stellen werden. Die Forschungsstation muss in der Lage sein, diesen sich ändernden Anforderungen gerecht zu werden (Platz, Informationstechnologie, Unterstützung langer Messreihen).

Auswertung der wissenschaftlichen Ergebnisse: Die Forschungsergebnisse sollen vermehrt evaluiert, zusammengefasst und verbreitet werden. Die Beurteilung einzelner Forschungsbereiche durch externe Experten soll den hohen Standard der Arbeiten gewährleisten. Mit der Organisation von wissenschaftlichen Tagungen soll insbesondere der interdisziplinäre Gedankenaustausch gefördert werden. Die Verbreitung der Forschungsergebnisse z. B. in Datenbanken soll ausgebaut werden. Öffentlichkeitsarbeit und Popularisierung der Forschungsergebnisse müssen einen hohen Stellenwert einnehmen.

Nachwuchsförderung: Angehende und junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sollen ermuntert und unterstützt werden, an Forschungsprojekten auf dem Jungfraujoch und in der Welterbe-Region mitzuwirken und aktiv an entsprechenden wissenschaftlichen Tagungen teilzunehmen.

Netzwerke von Forschungsinfrastrukturen in Europa: Die Stiftung HFSJG muss ihre Rolle und die Zusammenarbeit mit anderen Forschungsstationen in Europa im Zuge der zunehmenden Vernetzung laufend evaluieren und gegebenenfalls anpassen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Forschungsstation auf dem Jungfraujoch hat sich in den 75 Jahren ihres Bestehens von einem astronomischen Observatorium und einer Station für die Erforschung von Höhenkrankheiten in eines der namhaftesten europäischen Umweltforschungszentren entwickelt. Die einzigartige Lage, die ganzjährige Erschliessung durch die Jungfraubahn und die ausgezeichnete Infrastruktur ermöglichen vielfältigste wissenschaftliche Untersuchungen von höchstem Niveau. Die anhaltend rege Benutzung durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem In- und Ausland bekräftigt eindrücklich, dass die Hochalpine Forschungsstation Jungfraujoch auch im Satellitenzeitalter einem ungebrochenen Bedürfnis entspricht und einer vielversprechenden Zukunft entgegengeht.

■ Ausgewählte weiterführende Literatur

- Baltensperger, U., Weingartner, E., Corrigan, C., van Ekeren, St., Gysel, M., Nessler, R., Collaud Coen, M., 2003: The Global Atmosphere Watch Aerosol Program at the Jungfrauojoch. In: International Foundation High Altitude Research Stations Jungfrauojoch and Gornergrat, Activity Report 2003, HFSJG Bern: 35-42.
- Blumthaler, M., Ambach, W. 1990: Indication of increasing solar Ultraviolet-B radiation flux in alpine regions. *Science* 248 (4952):206–208.
- Chupp, E.L., Debrunner, H., Flückiger, E., Forrest, D.J., Golliez, F., Kanbach, G., Vestrand, W.T., Cooper, J., Share, G. 1987: Solar neutron emissivity during the large flare on 1982 June 3. *Astrophysical Journal* 318/2 Part 1: 913–925.
- Cramer, N. 2004a: Aspects of Geneva Photometry, Part 1. *Orion* 324/5: 4–10.
- Cramer, N. 2004b: Aspects of Geneva Photometry, Part 2. *Orion* 325/6: 4–10.
- Cramer, N. 2005: Aspects of Geneva Photometry, Part 3. *Orion* 326/1: 4–12.
- Delbouille, L., Neven, L., Roland, G. 1988: Photometric Atlas of the Solar Spectrum from λ 3000 to λ 10000. Institut d'Astrophysique de l'Université de Liège.
- Gäggeler, H.W., Schwikowski, M., Palmer, A.S., Jenk, Th., Schotterer, U. 2003: VITA Varves, Ice cores, and Tree Rings – Archives with annual resolution. In: International Foundation High Altitude Research Stations Jungfrauojoch and Gornergrat, Activity Report 2003, HFSJG Bern: 87–90.
- Hügli, C. 2004: Informationsbroschüre über die wissenschaftliche Forschung auf Jungfrauojoch, im Druck.
- Labs, D., Neckel, H. 1962: Absolute intensities in visible part of solar spectrum. *Astrophysical Journal* 135 (3): 969–70.
- Migeotte, M., Neven, L., Swensson, J. 1956: The Solar Spectrum from 2.8 to 23.7 microns. *Mem. Soc. Roy. Sc. de Liège, Special Volume n°1*.
- Sueyoshi, T., Funk, M. 2004: Permafrost temperature monitoring in alpine rock walls, In: International Foundation High Altitude Research Stations Jungfrauojoch and Gornergrat, Activity Report 2003, HFSJG Bern: 61–64.

Verdankung

Der Betrieb und Unterhalt einer Forschungsstation im Hochgebirge ist nur möglich dank zahlreichen Institutionen, welche die Stiftung HFSJG seit Jahren materiell und ideell unterstützen. Namentlich seien an dieser Stelle der Schweizerische Nationalfonds und die Jungfrauobahn AG genannt. Anerkennung verdient weiter der engagierte Einsatz der Mitarbeitenden vor Ort und in der Administration. Ein ganz besonderer Dank geht schliesslich an die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die mit ihren Arbeiten den Erfolg der Forschungsstation auf dem Jungfrauojoch letztlich begründen.

Adresse des Autors

Prof. Dr. Erwin Flückiger, Hochalpine Forschungsstationen Jungfrauojoch und Gornergrat, Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern, erwin.flückiger@phim.unibe.ch

