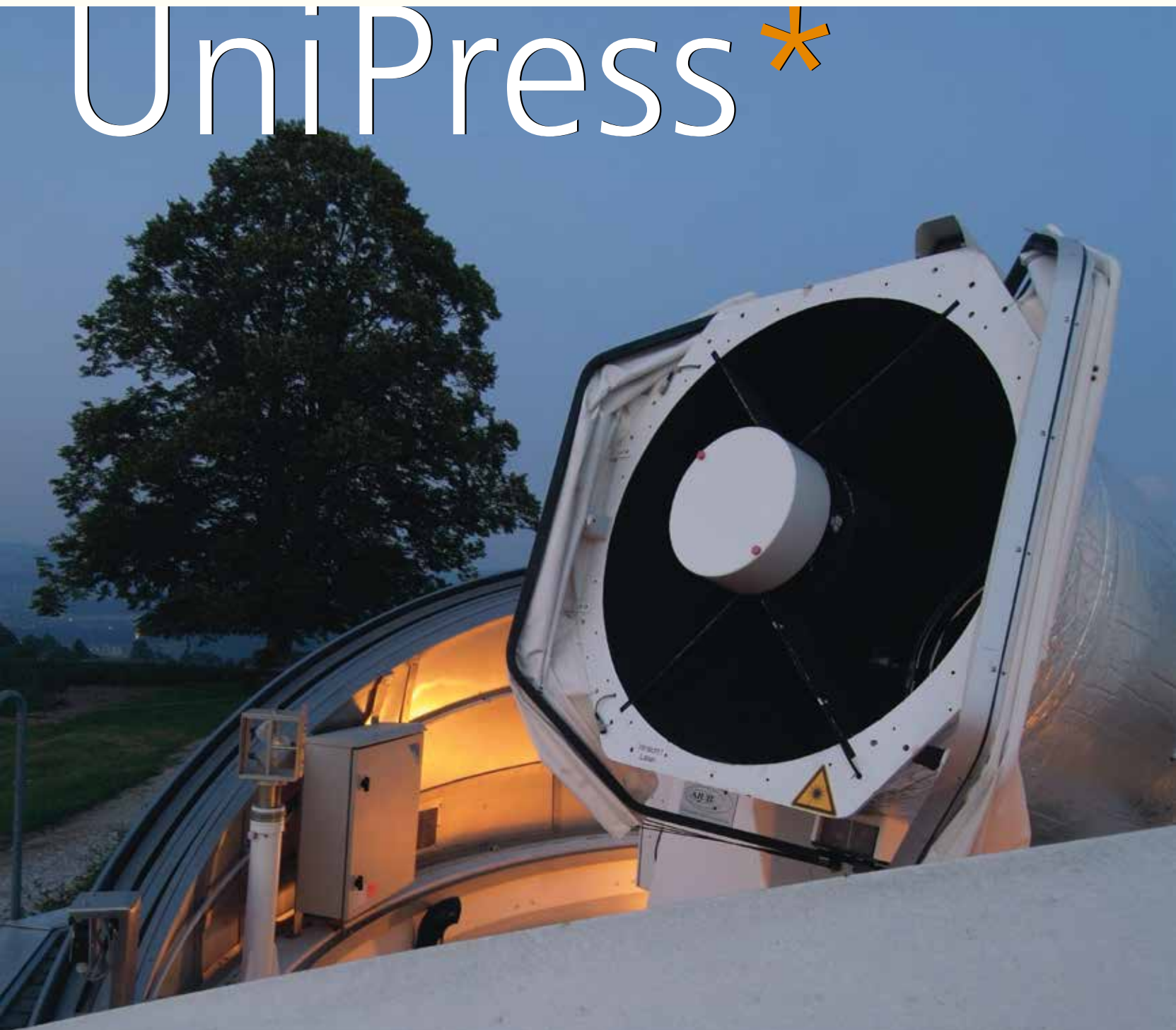


- * **Gespräch** – 30 Jahre UniPress 33
- * **Begegnung** – Brigitta Ammann hört gut zu 37
- * **Forschung** – Verstärkter Druck 30

September 2006

130

UniPress*



warum
das Wasser
auch uns
heilig ist.

Nein, wir wollen Sie jetzt nicht bekehren. Vielmehr für unser Eco-Label begeistern. Das blaue Qualitätszeichen der Migros kennzeichnet und wahrt seit 10 Jahren die ökologische Produktion von Kleidern und Heimtextilien. Das heisst, dass bei der Faserproduktion, beim Spinnen, Weben, Drucken, Färben sowie Ausrüsten umweltverträgliche Stoffe eingesetzt und die natürlichen Ressourcen Wasser und Luft geschont werden. Beispielsweise wird aus

Rücksicht auf die Gewässer auf Chlorbleiche verzichtet. Damit auch in Zukunft die Eco-Richtlinien eingehalten werden, überprüft die Migros zusammen mit dem unabhängigen Institut gsm, Global Sustainable Management GmbH in Köln, weltweit jeden Arbeitsschritt der Produktion. So tragen rund 70% aller Kleider und Heimtextilien der Migros das blaue Eco-Label – vom Kinderpyjama bis zum Strandtuch.



MIGROS
SO ODER SO

50 JAHRE STERNWARTE ZIMMERWALD 30 JAHRE UNIPRESS

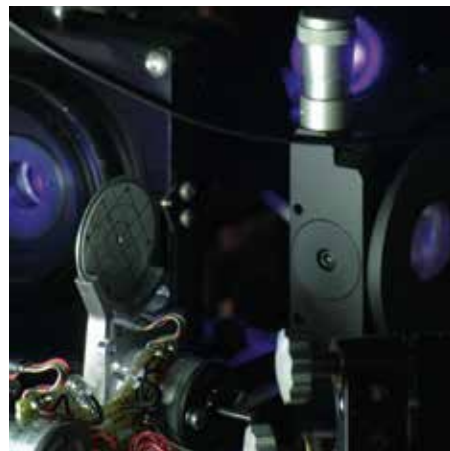
«Quidquid nitet notandum» - Alles was leuchtet, ist zu beobachten. Dem Motto aller Sterngucker genügte die alte Sternwarte an der Muesmattstrasse 25 in Bern in den frühen 1950er Jahren nicht mehr. Grund: die städtische Lichtverschmutzung. Ein anderer Ort wurde gesucht, gefunden und die neue Sternwarte 1956 in Zimmerwald auf dem Längenberg in Betrieb genommen. Bereits kurze Zeit später konnte Professor Max Schürer, Direktor des Astronomischen Instituts der Universität Bern (AIUB) und treibende Kraft hinter dem Neubau, seine ersten fotografischen Beobachtungen des Himmels vom neuen Standort aus machen. Am 2. Oktober 1957 entdeckte der damalige Assistent und spätere Professor Paul Wild den Kometen 1957f. Seither wurden in Zimmerwald 49 Supernovae, 3 Novae, 7 Kometen sowie mehr als 100 Kleinplaneten entdeckt. Ab 1971 wurden zusammen mit dem Institut für Angewandte Physik IAP erste Versuche mit Lasern unternommen, die auf das astronomische Teleskop montiert wurden. Die damals neue Art zur Distanz- und Positionsbestimmung hat sich rasch etabliert. 1997 konnte ZIMLAT («Zimmerwald Laser and Astrometry Telescope»), ein 1-Meter-Teleskop für astrometrische und Laser-Beobachtungen eingeweiht werden. Die Zukunftsaussichten sind nach Aussagen von Professor Werner Gurtner, dem heutigen Leiter des Observatoriums, vielversprechend: Im nächsten Jahr soll ein neues, moderneres und genaueres Lasersystem zur Beobachtung angeschafft werden können. 50 Jahre Sterngucker in Zimmerwald. Unser Schwerpunkt. Ab S. 5.

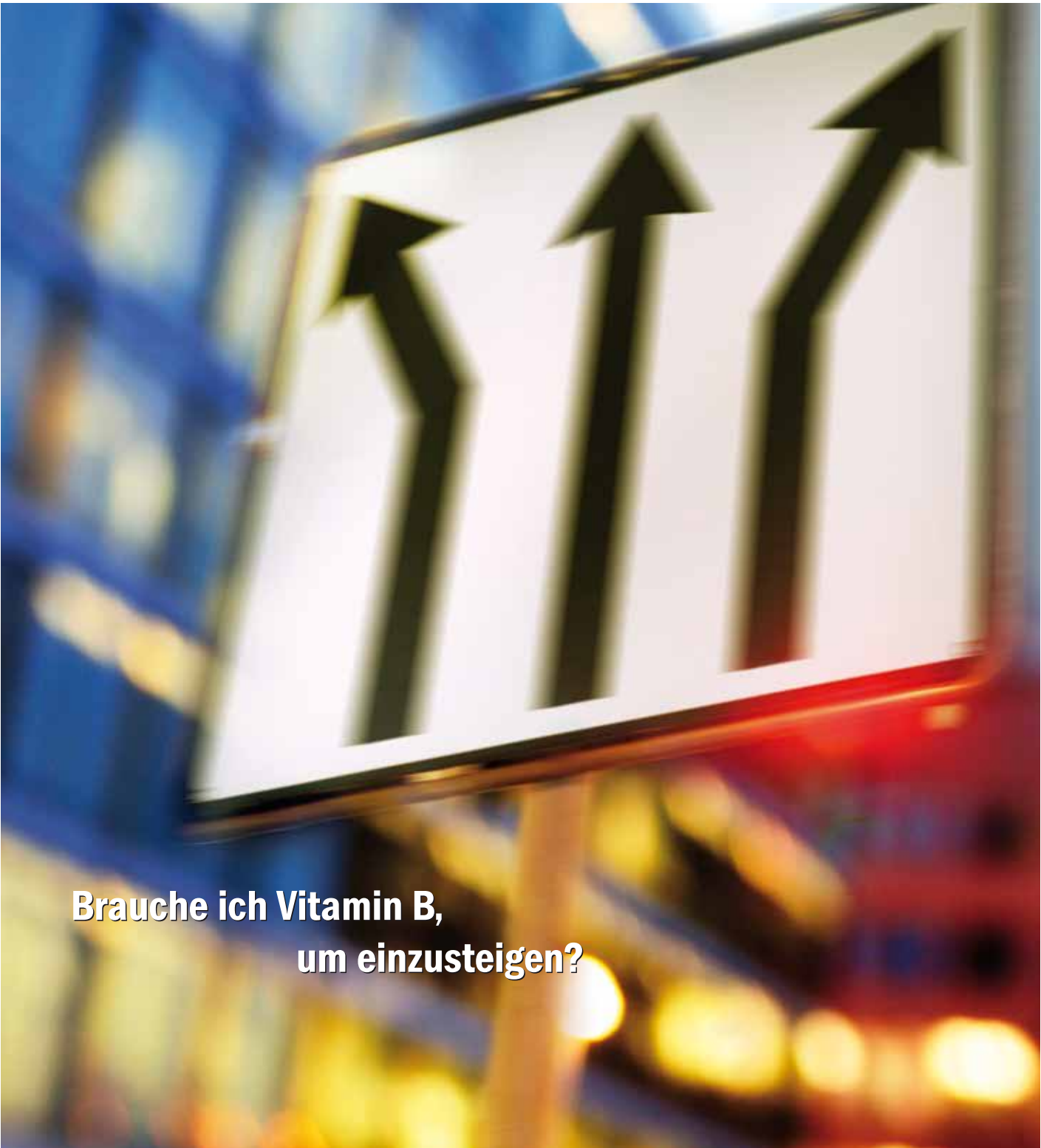
«Eine moderne Universität ist kein Luxus, ist auch keine Prestigeangelegenheit, sondern für alle Schichten unserer Bevölkerung eine Notwendigkeit. Dieses Bewusstsein in weiten Kreisen zu verbreiten, Imagepflege zu betreiben, gehört mit zu den wichtigen Aufgaben der Universität. Das neue Konzept der UniPress läuft denn auch darauf hinaus, vermehrt über die grosse, meistens im Stillen geleistete Arbeit zu berichten.»

Diese Sätze stammen aus dem ersten Editorial von «UniPress», erschienen im Januar 1976, geschrieben vom damaligen Leiter der «Pressestelle der Universität Bern», Andreas M. Sommer. Die Lage hat sich in 30 Jahren kaum verändert: Die Universität Bern ist nach wie vor kein Luxus – steht aber dennoch unter Druck. Damit andernorts nachvollzogen werden kann, was hier geleistet wird, und die Universität die ihr gebührende Legitimation behält, ist es wichtig, immer neu und verständlich über die aktuelle Arbeit zu berichten. Zum Beispiel hier in «UniPress», das in 30 Jahren vier Mal überarbeitet wurde. UniPress-Gründer Andreas M. Sommer im Gespräch mit dem jetzigen Chefredaktor. Rubrik Gespräch, ab Seite 33.

Wir wünschen eine ergiebige Lektüre.

Marcus Moser





**Brauche ich Vitamin B,
um einzusteigen?**

www.ey.com/ch

 **ERNST & YOUNG**
Quality In Everything We Do

Take charge of your career. Now.

Weitere Informationen finden Sie unter www.ey.com/ch/careers
careers@ch.ey.com

Audit. Tax. Legal. Risk. Transaction. Accounting.

Inhalt



FORSCHUNG UND RUBRIKEN

Forschung

- 26 **Gletscherforschung:** Wie der Heiliggeistpfarrer seine Schwäche fürs ewige Eis pflegte.
Von Kaspar Meuli
- 28 **Archäologie:** Der geplatzte Traum von der perfekten Kugel.
Von Astrid Tomczak-Plewka
- 30 **Technik:** Wundersame Druckvermehrung.
Von Marcus Moser

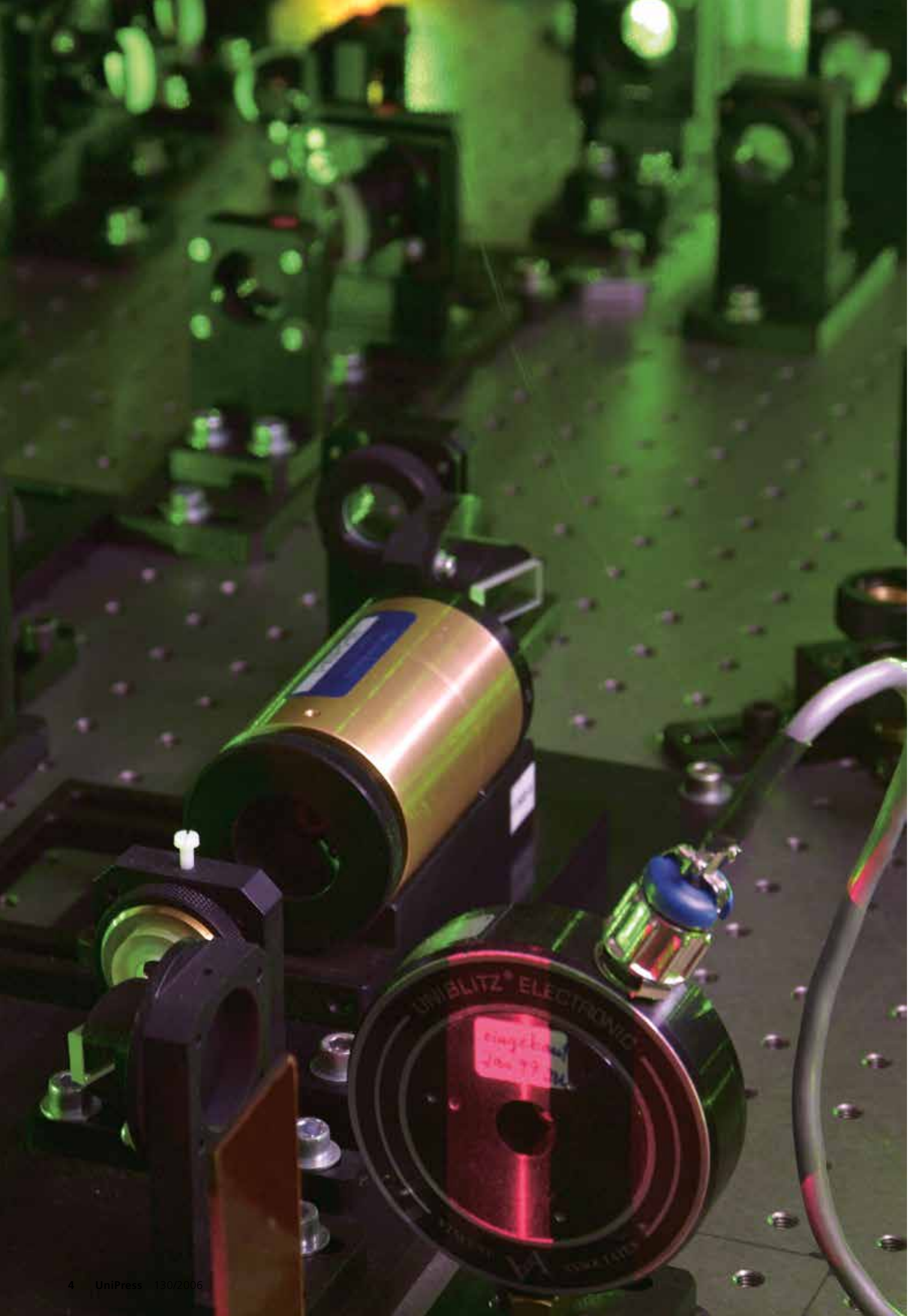
Rubriken

- 1 **Editorial**
- 33 **Gespräch**
Andreas Sommer und Marcus Moser – UniPress wird sogar in Kamerun gelesen.
Von Astrid Tomczak-Plewka
- 37 **Begegnung**
Brigitta Ammann – Sie ist tief in Bern verwurzelt.
Von Astrid Tomczak-Plewka
- 39 **Meinung**
Celina – Lieber an die Uni als zur Schule.
Von Kathrina von Wartburg
- 40 **Bücher**
- 41 **Impressum**

THEMA STERNWARTE ZIMMERWALD

- 5 Zwei Jahrhunderte zwischen Himmel und Erde.
Von Andreas Verdun
- 8 Sternstunden in Zimmerwald.
Von Gerhard Beutler
- 12 Die millimetergenaue Vermessung der Welt.
Von Elmar Brockmann
- 14 Ein Massstab für die Erde.
Von Werner Gurtner
- 17 Ein Satellitendeckel und jede Menge Schrott.
Von Thomas Schildknecht und Tim Flohrer
- 20 Und sie bewegt sich doch: Was man mit Satelliten sieht.
Von Rolf Dach
- 23 Klimaforschung mit Mikrowellen.
Von Niklaus Kämpfer
- 24 Der Himmel über Zimmerwald.
Von Bettina Jakob

Bilder zum Thema: *Christine Blaser*



Zwei Jahrhunderte zwischen Himmel und Erde

Die erste Sternwarte Berns wurde 1812 auf der Grossen Schanze errichtet und hatte eine grosse Bedeutung für die Landesvermessung der Schweiz. Ein Streifzug durch die Geschichte der Astronomie in Bern zeigt, dass der Blick in die Sterne nicht immer selbstverständlich war.

Von *Andreas Verdun*

Im Jahre 1785 übernahm Johann Georg Tralles (1763–1822) von Hamburg die Professur der mathematischen, physikalischen und astronomischen Wissenschaften an der Berner Akademie. Ihm wurde ein Kabinett auf dem Kirchhof des grossen Münsters für astronomische Beobachtungen zur Verfügung gestellt. Offenbar gab es auch einen Gartenpavillon, «Pavillon Küpfer» genannt, der sich auf dem Areal «Engehof» an der Reichenbachstrasse 8 (heutiges Rossfeld-Quartier) befand und der bereits im Stadtplan von 1797 eingezeichnet ist. Er wurde auf den Plänen allgemein mit «Sternwarte» bezeichnet und für Vermessungszwecke als trigonometrischer Punkt verwendet. Ab 1792 begann Tralles mit seinen Vorbereitungen zu einer genauen und umfassenden Vermessung des Kantons Bern. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass Tralles im Zuge seiner trigonometrischen Vermessungen bereits an eine astronomisch-geodätische Landesvermessung der Schweiz dachte. 1798/99 nahm Tralles im Auftrag der helvetischen Regierung an der internationalen Meterkonferenz in Paris teil. Reibereien mit den Behörden führten Tralles schliesslich zur Einsicht, dass er in Bern nicht die seinen Fähigkeiten und Plänen entsprechende Anerkennung und Zustimmung fand. Er verliess Bern 1803 voller Verbitterung.

Als 1805 die Bernische Akademie neu eingerichtet wurde, erhielt Johann Friedrich Trechsel (1776–1849) von Burgdorf den Lehrstuhl für Mathematik, wozu 1812 noch jener für Physik hinzu kam. Trechsel hatte bei Tralles studiert und wurde am 22. Mai 1798 ordiniert. Er leitete zwischen 1812 und 1819 das Nivellement für die Jura-gewässer-Korrektion. Eine der bedeu-

tendsten geodätischen Arbeiten Trechselfs betrifft ebenfalls die trigonometrische Vermessung (so genannte Triangulation) des Kantons Bern. Diese und jene von den französischen Ingenieurgeographen durchgeführten topographischen Arbeiten zeigten Trechsel die Notwendigkeit eines zentralen astronomischen Observatoriums. Am 29. August 1812 berichtete er, dass sich der höchste Punkt auf der Schanze gut für ein Observatorium eignen würde. Noch im selben Jahr wurde an diesem Ort, auf der so genannten Bastion Hohliebi, ein provisorisches «Observatorium» gebaut. In der hölzernen Baracke wurde ein grosser Theodolit (Winkelmessinstrument) als Passageninstrument aufgestellt. Sämtliche darauffolgenden astronomisch-geodätischen Messungen bezogen sich auf diesen Punkt, der während der weiteren Ausbauphasen der Sternwarte stets beibehalten wurde. Die Gründung der «alten Sternwarte Bern» geht somit auf das Jahr 1812 zurück und entsprang der Initiative Trechselfs.

Die alte Sternwarte Bern

Am 10. Juni 1820 beantragte Trechsel bei der Regierung den Bau eines festen Observatoriums, das am 10. Juli 1822 eröffnet werden konnte. Das Gebäude wurde am Ort des Provisoriums errichtet, wobei darauf geachtet wurde, dass der Referenzpunkt von 1812 erhalten blieb. Anlässlich der Demolierung der «Schanze» sollte auch die Bastion fallen, auf der sich die Sternwarte befand. Wilhelm Heinrich Dufour (1787–1875), der die Berner Sternwarte als Nullpunkt der schweizerischen Triangulation gewählt hatte, wehrte sich vehement gegen diese Absicht und erhielt von der Berner Regierung die Zusicherung, dass das

Observatorium möglichst erhalten bleiben sollte. Der Sternwarten-Hügel wurde 1841 aufgrund der Intervention von Trechsel neu angelegt und bepflanzt.

Am 25. April 1847 wurde Johann Rudolf Wolf (1816–1893) aus Fällanden (ZH) Direktor der Sternwarte. Als er diese übernahm, war er bestrebt, eine zweckmässigere Einrichtung zu erreichen, was ihm trotz Widerstand der Behörde gelang. Schon bald nach ersten, kleineren baulichen Erweiterungen wurde 1853/54 eine grössere nötig, ausgelöst durch die Einrichtung des schweizerischen Telegraphennetzes. Die Sternwarte Bern wurde dazu ausersehen, die Normalzeit für sämtliche Telegraphenstationen der Schweiz herauszugeben. Zur Sendung und zum Empfang von Telegrammen mit genauen Zeitangaben waren präzise (astronomische) Zeitbestimmungen nötig. Um das zu diesem Zweck angekaufte Meridian-Instrument unterbringen zu können, musste das Gebäude vergrössert werden. Im Frühjahr 1854 wurde das Instrument aufgestellt. Die Sternwarte erhielt seitlich am Gebäude einen Turm mit Drehkuppel, bestückt mit einem Fraunhofer-Teleskop mit 78 mm Linsendurchmesser. Mit Wolf erhielt die Sternwarte Bern internationale Bedeutung.

Nach dem Abgang von Wolf 1855 wechselte die Sternwarte mehrmals die Leitung und wurde sukzessive in eine meteorologische Zentralanstalt umfunktioniert, insbesondere durch Initiative von Heinrich Wild (1833–1902), Professor für Physik und Astronomie. Unter ihm erfuhr die Sternwarte 1861 ihre dritte und grösste bauliche Erweiterung, damit Wild seine selbstregistrierenden meteorologischen und geophysikalischen Instrumente aufstellen



Alte Sternwarte Bern um 1868.



Tellurisches Observatorium um 1877.

konnte. Damit schaffte er die Grundlage zu dem 1863 realisierten meteorologischen Beobachtungsnetz der Schweiz. Als Direktor der eidgenössischen Normaleichstätte führte er bis 1867 die Reform der schweizerischen Ur-Masse durch. 1868 wurde er als Direktor des physikalischen Zentral-Observatoriums nach St. Petersburg berufen.

Dies bedeutete das Ende der «alten Sternwarte» als astronomisches Observatorium. Sie diente bloss noch der meteorologischen Beobachtung und wurde schliesslich unter der Direktion des Professors für Physik, Aimé Forster, in ein geophysikalisches Observatorium umgewandelt. Die «alte Sternwarte» wurde 1876 auf Veranlassung Forsters abgerissen und an ihrer Stelle ein tellurisches Observatorium erstellt. Äusserst bemerkenswert ist die Tatsache, dass Wolf von Zürich aus dafür sorgte, dass beim Abriss und Neuaufbau wenigstens der ursprüngliche Nullpunkt erhalten und gesichert wurde.

Das tellurische Observatorium

Im tellurischen Observatorium wurde der Astronomie nur noch ein Nebenplatz eingeräumt. Das tellurische Observatorium hat in der Folge als geophysikalisches Institut nie eine bedeutende Rolle gespielt, da die für ein Forschungsprogramm notwendigen seismographischen und erdmagnetischen Messungen wegen der ungeeigneten, verkehrsreichen Lage langfristig nicht zufriedenstellend durchgeführt werden konnten. Forster leitete das Observatorium dennoch bis zu seinem Tode 1926. Die beobachtende Astronomie war von 1876 an für mehr als vier Jahrzehnte nicht mehr

als eigenständiges Forschungs- und Lehrfach an der Hochschule vertreten, wurde der Mathematik unterstellt und zwischen 1880 und 1921 «nur» noch als theoretische Disziplin von Georg Joseph Sidler und Gottlieb Huber gelehrt. Diese gaben aber mit ihren Vorlesungen über Himmelsmechanik, Störungstheorie und Bahnbestimmung während dieser rein theoretischen Epoche der Astronomie in Bern einen wegweisenden neuen Impuls.

Der desolate Zustand der Astronomie im tellurischen Observatorium sowie Platznot und das Bedürfnis, sämtliche exakten Wissenschaften in einem einzigen Gebäude zu vereinen, führten zum Entschluss, das hübsche Gebäude 1958 abzureissen und ein neues, modernes Institutsgebäude zu errichten, das im Sommer 1961 bezugsbereit war und in dem auch das Astronomische Institut seinen heutigen Platz fand. Das tellurische Observatorium wurde im Volksmund noch lange Zeit (irrtümlich) als «alte Sternwarte» bezeichnet.

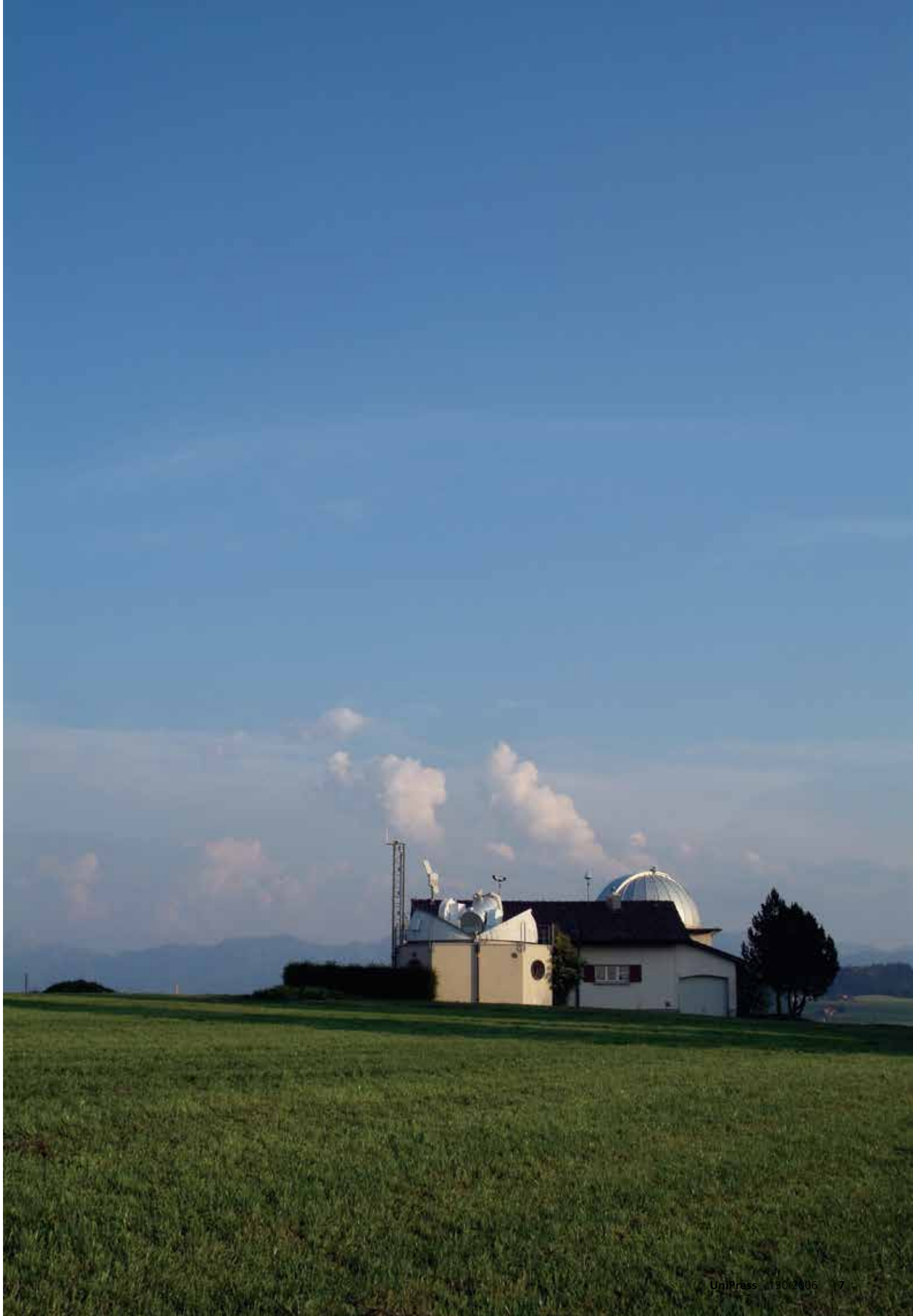
Das Astronomische Institut

Seit 1910 bemühte sich Sigmund Mauderli (1876–1962) um den Bau einer neuen Berner Sternwarte, die auch ein eigenes Astronomisches Institut beherbergen sollte, denn er war bestrebt, die beobachtende Astronomie in Bern wieder einzuführen. Im Jahre 1918 wurde er ausserordentlicher, 1921 ordentlicher Professor für Astronomie. Am 25. November 1922 hatte er endlich sein Ziel erreicht. Es ist dies das «Geburtsdatum» des Astronomischen Instituts der Universität Bern, dessen «Wiege» sich in einer nach Mauderlis Vorstellungen

und Plänen errichteten Sternwarte an der Muesmattstrasse 25 befand. Das Gebäude wird heute noch als öffentliche Sternwarte genutzt. Zu Beginn der 1930er Jahre konzentrierte sich die Arbeit immer mehr auf die Bahnbestimmung von Kleinplaneten. Ein Gross-Ereignis und Höhepunkt in der Karriere Mauderlis war sicher die vom 23. bis 27. Juli 1935 in Bern durchgeführte Versammlung der Internationalen Astronomischen Gesellschaft IAU. Mauderli trat 1946 in den Ruhestand.

Im Wintersemester 1937/38 wurde Max Schürer (1910–1997) von Wien nach seinen Studien in Bern und Berlin zum ordentlichen Assistenten ernannt. Er übernahm 1946 als ordentlicher Professor die Leitung des Astronomischen Instituts. Seine Pionierarbeit beruhte auf der frühen Erkenntnis, dass künstliche Erdsatelliten für die Erdvermessung und Erdpotentialbestimmung eine wichtige Rolle spielen würden. Er erkannte die Notwendigkeit einer astronomischen Beobachtungsstation ausserhalb der Stadt, da die Lichtverschmutzung schon damals kaum mehr Beobachtungen zu Forschungszwecken in der Stadt zulies. Er plante und verwirklichte die neue Sternwarte in Zimmerwald, rund 10 Kilometer südlich von Bern auf dem Längenberg in einer Höhe von etwa 900 Metern ü.M. Sie wurde 1955/56 erbaut, und im Frühjahr 1956 konnten bereits die ersten fotografischen Beobachtungen gemacht werden.

Kontakt: Dr. Andreas Verdun, Astronomisches Institut, andreas.verdun@aiub.unibe.ch



Sternstunden in Zimmerwald

Zimmerwald ist der Nabel der Schweiz: Hier liegt der Ursprung der neuen Landesvermessung. In den 50 Jahren ihrer Geschichte hat die Sternwarte Zimmerwald aber auch einen internationalen Spitzenplatz erobert – etwa im Bereich Laserdistanzmessungen.

Von Gerhard Beutler

Bedingt durch den Forschungsschwerpunkt Fundamentalastronomie des Astronomischen Instituts der Universität Bern (AIUB) besitzt die Universität Bern heute mit dem 1-Meter-Spiegelteleskop in Zimmerwald das grösste für wissenschaftliche Zwecke genutzte optische Teleskop der Schweiz. In Zimmerwald können drei Teleskope in zwei Kuppeln, der astronomischen und der satellitengeodätischen, zur Himmelsbeobachtung genutzt werden: Ein Schmidt-Spiegel dient(e) der Überwachung, ein Cassegrain-Instrument den Detailstudien des Himmels. Das 1-Meter-Teleskop in der satellitengeodätischen Kuppel wird für optische Richtungsbeobachtungen und für Laserdistanzmessungen genutzt. Zudem verfügt Zimmerwald über hochgenaue Empfänger für das amerikanische GPS («Global Positioning System») und das russische GLONASS (Globales Navigations-Satelliten-System). Zimmerwald ist heute eine der weltweit führenden fundamentalastronomischen Beobachtungsstationen – und der Ursprung der neuen Landesvermessung.

Supernova- und Kleinplanetensuche (1957–1991)

Die astronomische Kuppel des Observatoriums Zimmerwald und ein bescheidenes Wohnhaus wurden Ende 1955/Anfang

1956 erbaut. Die Realisierung der Sternwarte Zimmerwald ist der Initiative und der Beharrlichkeit von Professor Max Schürer, Direktor des AIUB 1946–1980, zu verdanken. In den Jahren 1956–1958 konnte mit einer kleinen Schmidt-Kamera (25 cm Öffnung, 104 cm Brennweite) beobachtet werden. Seit 1959 standen die grosse Schmidt-Kamera (40 cm Öffnung, 104 cm Brennweite) sowie ein Cassegrain-Instrument (60 cm Öffnung, 13 m Brennweite) zur Verfügung. Die Optiken beider Instrumente wurden von Schürer gerechnet, in der institutseigenen Werkstatt geschliffen und mit den von Schürer entwickelten Verfahren geprüft. Die Konstruktion nahm Jahre in Anspruch. Der grösste Teil der wissenschaftlichen Arbeit erfolgte dann mit der Schmidt-Kamera, welche sich dank des Gesichtsfeldes von 6 Grad (12 Vollmond- oder Sonnendurchmesser) für Himmelsüberwachungen bestens eignet(e).

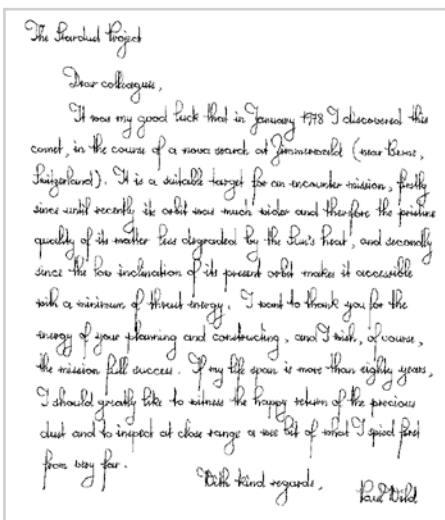
Das Forschungsprogramm bestand anfänglich aus der Suche nach Supernovae (explodierende Sterne), Novae (Sterne mit explodierenden Hüllen) und anderen veränderlichen Sternen. Als Nebenprodukt wurden in Zimmerwald zahlreiche Kleinplaneten und Kometen entdeckt. Die erste Supernova wurde von Schürer am 2. März

1957 in der Galaxie NGC2841 gefunden. Die Entdeckung war ein Glücksfall und musste wohl von Schürer als verdienter Lohn der Muse Urania für die jahrelange Fronarbeit empfunden werden. Am 2. Oktober 1957 entdeckte Paul Wild, damals Assistent am AIUB, den Kometen 1957f, die erste von seinen vielen Entdeckungen in Zimmerwald. Seither wurden in Zimmerwald in einem Zeitraum von etwa vierzig Jahren 49 Supernovae, 3 Novae, 7 Kometen (wovon 4 periodische) sowie mehr als 100 Kleinplaneten entdeckt.

Supernovae sind von grosser Bedeutung für die chemische Entwicklung von Galaxien, wird doch bei ihrer Explosion sehr viel komplexe Materie (höhere Elemente als

Fundamentalastronomie

In diesem wohl ältesten Zweig der Astronomie werden die bestmöglichen Bezugssysteme am Himmel und auf der Erde definiert und realisiert. Ebenso werden die Transformationsparameter zwischen den Systemen ständig überwacht. Auch wird die Bewegung von Kleinplaneten, Kometen, Erdsatelliten (und Satellitentrümmern) in diesen Systemen beschrieben.



Empfehlungsbrief von Paul Wild.

Professor Paul Wild, Assistent und Oberassistent des AIUB (1955–1980), Direktor des AIUB (1980–1991)

Beobachtender Astronom aus Überzeugung und Leidenschaft.

Sein Lebensmotto ist das der britischen Royal Astronomical Society: «Quidquid nitet notandum» (alles was leuchtet, ist zu beobachten).

Dem Motto hat Paul Wild in seiner Beobachter-Tätigkeit erst an der eidgenössischen Sternwarte in Zürich, dann am Mt. Palomar Observatorium, oberhalb von Pasadena, California, USA, als Assistent «des anderen bekannten Glarner» Prof. Fritz Zwicky, anschliessend in Südafrika und schliesslich während etwa vierzig Jahren in Zimmerwald, nachgelebt.

Diesem Motto (er verwendet in seinem Begleitbrief für die Stardust-Mission den Ausdruck «Spionage» für seine Beobachter-Tätigkeit) verdankt er es (und die NASA hat es Paul Wild zu verdanken), dass er im Januar 1978 auch den Kometen Wild-2, Ziel der NASA Stardust-Mission, fand.

Wasserstoff und Helium) in den interstellaren Raum abgegeben. Sterne, die sich aus der schon verunreinigten Materie bilden, haben eine leicht andere initiale Zusammensetzung als die älteren Sterne. Eine gewisse Klasse von Supernovae sind wichtig für die Festlegung der kosmischen Distanzen, da diese im Maximum (während einigen Tagen) extrem hell werden. Da die Supernovae dieser Klasse absolut immer etwa gleich hell sind, kann aus ihrer scheinbaren Helligkeit auf die Entfernung der Muttergalaxie geschlossen werden.

Eidgenossen im Himmel

Kleinplaneten dürfen vom Entdecker benannt werden. Dank Wild ist die Schweizer Geographie (in Form von Kleinplanetennamen) am Himmel gut vertreten. So sind die Kleinplaneten Glarona und Zimmerwald nach Wild's Heimatkanton respektive Arbeitsort benannt. Wilds Mutterwitz und Sprachgefühl findet man beispielsweise durch den Kleinplanetennamen Silentium bestätigt: Unmittelbar nach einem Appell der IAU («International Astronomical Union»), doch bitte die Namenserklärungen möglichst kurz zu halten, hat er den Kleinplanetennamen Silentium mit einem einzigen Wort, Silence,

begründet. Der Witz wurde verstanden. Allerdings ist die IAU ihrer eigenen Anforderung untreu geworden, indem sie im «Dictionary of Minor Planet Names» der Begründung den Satz «This is by far the shortest official naming citation ever published» beifügte.

Erwähnenswert ist auch der im Jahre 1978 entdeckte Komet Wild-2 (periodische Kometen werden nach ihrem Entdecker benannt). Am 2. Januar 2004 flog bekanntlich die NASA-Raumsonde Stardust durch den Schweif des Kometen Wild-2 und brachte Kometenstaub erfolgreich auf die Erde zurück. Die Raumsonde hatte einen handgeschriebenen «Empfehlungsbrief» (siehe Abbildung) von Professor Paul Wild an Bord.

Beobachtung künstlicher Erdsatelliten

Ab etwa 1965 beteiligte sich das AIUB auf Initiative von Max Schürer an den weltweit koordinierten optischen Beobachtungskampagnen aktiver und passiver geodätischer Satelliten zur Erdvermessung. Insbesondere wurden die Satelliten GEOS, Explorer, Pageos und Echo (die beiden letzteren waren sogar von blossen Auge sichtbar) mit der Zimmerwalder Schmidt-Kamera beobachtet. Als Resultat erschien

Zimmerwald erstmals als Station in einem globalen Netz geodätischer Beobachtungsstationen. Die Genauigkeit der aus den Beobachtungen ermittelten Stationskoordinaten betrug damals stolze 5 Meter (heute ist die Position von Zimmerwald bezüglich des Schwerpunktes der Erde auf etwa 5 mm genau bekannt).

Ab etwa Mitte der siebziger Jahre gerieten die Richtungsbeobachtungen mehr und mehr in Vergessenheit. Grund dafür war, dass die Reduktion fotografischer Beobachtungen äusserst arbeitsintensiv war (fotografieren, Bilder entwickeln, Satelliten und Sterne auf den Aufnahmen identifizieren und gegeneinander ausmessen) und die Beobachtungsgenauigkeit wegen der beschränkten Qualität der Sternkataloge den modernen Genauigkeitsanforderungen nicht mehr genügte.

1971–1972 fanden in Zimmerwald erste Versuche mit einem vom Institut für Angewandte Physik (IAP) der Universität Bern gebauten Laser statt, der auf das astronomische Teleskop montiert wurde. Wertvolle Erfahrungen wurden gesammelt, die Erfolge waren jedoch kaum nennenswert. Professor Ivo Bauersima, damals Assistent in Zimmerwald, schwört noch heute, dass in den neun Monaten einer intensiven Beobachtungs-Kampagne mindestens ebenso

viele Treffer erzielt wurden. Man muss sich vor Augen führen, dass man damals das Teleskop den Satelliten nicht nachführen konnte. Man musste es an eine vorausgerechnete Position am Himmel richten und den Laserpuls genau dann auslösen, wenn der Satellit im Gesichtsfeld des Teleskops auftauchte – mit Glück traf man ihn dann... 1974–1976 wurde die Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald (satellitengeodätische Kuppel) in Zusammenarbeit mit dem IAP aufgebaut. 1976–1979 erfolgten erste Testmessungen zu Satelliten mit einer Genauigkeit von etwa 80 cm mit einem am IAP entwickelten Rubinlaser. 1981–1984 konnte ein Nd:YAG-Laser angeschafft werden; Optik, Elektronik und Software wurden wesentlich verbessert. Alle geodätischen Satelliten mit Laser-Reflektoren wurden mit einer Genauigkeit von etwa 8 cm vermessen. 1987 wurde Professor Werner Gurtner Leiter des Observatoriums Zimmerwald. Seit dieser Zeit arbeitet die Satellitenbeobachtungsstation operationell und beteiligt sich an allen wesentlichen internationalen Kampagnen, insbesondere an

- MERIT, einem 1983/1984 durchgeführten Projekt von 14 Monaten unter Einschluss sämtlicher damals verfügbaren geodätischen Raumverfahren,
- Wegener Medias zur Erforschung der Geotektonik des Mittelmeerraumes,
- «Crustal Dynamics Project» (CDP) der NASA mit Fragestellungen zur globalen und regionalen Geodynamik,
- «International Earth Rotation» and «Reference Systems Service» (IERS), entstanden aus MERIT.

Das Observatorium wird zur Fundamentalstation

1990 wurde die Station ans Internet angeschlossen und es wurden astrometrische Beobachtungen (Messung und Berechnung von Gestirns- und Satellitenpositionen) mit der neuen CCD- («Charge Coupled Device») Technologie durchgeführt. Zudem wurde 1992 in Zimmerwald eine GPS-Permanent-Station eingerichtet. Damit sind in Zimmerwald – mit der Ausnahme der radioastronomischen – alle Beobachtungstechniken der Fundamentalastronomie vertreten. 1992 markiert eine Intensivierung der Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landestopographie (heute swisstopo) in Form eines Basisvertrages. Das Bundesamt beteiligt sich von nun an auch an den Laserbeobachtungen und betreibt die permanente GPS-Station. Seit 1995 beteiligt sich auch die ETH Zürich durch Bau und Betrieb einer Erdzeiten-Gravimeterstation am Observatorium.

1997 ist ein herausragendes Jahr: ZIMLAT («Zimmerwald Laser and Astrometry Telescope»), das neue 1-Meter-Teleskop für astrometrische und Laser-Beobachtungen, konnte eingeweiht werden. Zimmerwald entwickelt sich nun zu einer Top-Station des «International Laser Ranging Service» (ILRS). Dass das Teleskop daneben auch für präzise Astrometrie (einschliesslich Photometrie, d. h. Bestimmung der Helligkeit der beobachteten Objekte als Funktion der Zeit) verwendet werden kann, ist weltweit einzigartig. Diese Option erlaubt es dem AIUB, in Zusammenarbeit mit der ESA («European Space Agency») eine weltweit führende Rolle bei der optischen Überwachung aktiver und deaktivierter Satelliten (oder von deren Fragmenten) zu spielen.

2007: Ein neues Lasersystem

Nach fünfzig Jahren intensiver Himmelsbeobachtung markiert das Jahr 2006 einen gewichtigen Meilenstein in der Geschichte des Observatoriums. Stolz darf man zurückblicken auf die geleisteten Beiträge zur Erforschung des Planetensystems, des erdnahen Raumes und der Erde selber. Zimmerwald hat auch eine herausragende Bedeutung für das AIUB als Ganzes, ist es doch wenigstens in diesem Rahmen möglich, Theorie und Beobachtung in Einklang zu bringen. Die Station ist «gesund» und hat – jedenfalls mittelfristig – gute Zukunftsperspektiven:

Das 1996 angeschaffte Lasersystem kann 2007 in einem finanziellen Kraftakt, getragen von swisstopo, dem Schweizerischen Nationalfonds und vom Kanton Bern, durch ein moderneres und genaueres System ersetzt werden. Dieses neue System wird – wiederum für mindestens zehn Jahre – alle Aufgaben des alten Systems wahrnehmen. Zudem ist das neue System geeignet, Distanzen zum Mond und zu Nachbarplaneten zu messen, falls auf diesen Himmelskörpern sogenannte Transponder ausgesetzt werden.

Mit Befriedigung darf festgestellt werden, dass auch die Zusammenarbeit mit dem IAP intensiviert werden konnte. Für das IAP wurde im Jubiläumsjahr ein Neubau errichtet, der Experimente für die Erforschung der Atmosphäre aufnimmt. Das AIUB nutzte die Gunst der Stunde, um auf dem Neubau ein robotisches Teleskop für optische Satelliten- und NEO-Beobachtungen («Near Earth Objects», der Erdbahn nahe kommende Kleinplaneten) einzurichten.

Kontakt: Prof. Dr. Gerhard Beutler,
Astronomisches Institut,
gerhard.beutler@aiub.unibe.ch



Die millimetergenaue Vermessung der Welt

In der Schule lernt man: Der Ursprung der schweizerischen Landeskoordinaten befindet sich am Ort der ehemaligen Alten Sternwarte in Bern und er hat die Koordinatenwerte $Y = 600\,000\text{ m}$ und $X = 200\,000\text{ m}$. Dies stimmt heute nicht mehr ganz. Der aktuelle Referenzpunkt der modernen Landesvermessung wird durch die Fundamentalstation Zimmerwald festgelegt.

Von Elmar Brockmann

Die auch im Ausland so viel gerühmten schweizerischen topografischen Karten basieren auf einem Koordinatensystem, welches 1903 festgelegt wurde. Der Koordinaten-Ursprung wurde durch astronomische Messungen von der Alten Sternwarte Bern festgelegt. Sie wurde 1812 gegründet und legte auch schon für die vormaligen Landeskarten, wie etwa die Dufour-Karte, den Ursprung fest, indem man ihre Position auf der Erde durch Messungen zu Sternen bestimmte. Noch heute erinnert ein Gedenkstein, der sich im Innenhof des Universitätsgebäudes der Exakten Wissenschaften befindet, an diesen Ort. Das Koordinatensystem wurde ausgehend von diesem Ursprung durch meist auf Bergkuppen gelegenen Triangulationspunkte festgelegt. Auf diesen Punkten wurden Pyramiden errichtet, die heute nur noch einen touristischen Aspekt erfüllen. Früher wurden sie verwendet, um zwischen den Punkten Winkelmessungen auszuführen. Mit dieser Triangulation konnte man die Geometrie der Schweiz auf einige Meter genau festlegen.

Flucht vor der Helligkeit

Die Landesvermessung beschränkte sich während dieser Zeit auf das Hoheitsgebiet der Schweiz. Mit dem Einsatz der künstlichen Erdsatelliten und vor allem durch das «Global Positioning System» (GPS) wurde es ab 1987 möglich, die Vermessung mit hoher Genauigkeit weltweit auszuführen.

Um der zunehmenden nächtlichen Erleuchtung der Stadt zu weichen, errichtete die Universität Bern 1956 in Zimmerwald, etwa 15 Kilometer südlich von Bern, eine neue Sternwarte. Von hier aus wurden Mitte der 70er Jahre Laserdistanzmessungen («Satellite Laser Ranging» oder abgekürzt SLR) zu künstlichen Erdsatelliten ausgeführt, die es erlaubten, Koordinaten in einem globalen Bezugssystem mit Metergenauigkeit zu bestimmen. Die SLR-Technik hat sich seit dieser Zeit weiter verfeinert. Heute messen weltweit rund 40 Beobachtungsstationen Distanzen zu schnell fliegenden Satelliten mehrmals pro Sekunde – und dies mit einer Genauigkeit von weniger als 1 cm. Da die SLR-Technik hochkomplex ist und zudem von guten Wetterbedingungen abhängt, lässt sich diese Methode nicht praktikabel für die Alltagsvermessung einsetzen.

Dies ist nicht der Fall für die Satellitenvermessung mit GPS, die auf Mikrowellenentfernungsmessung basiert und daher wetterunabhängig ist. Das globale GPS-System besteht aus derzeit zirka 30 Navigationsatelliten, welche in einer Höhe von 20 000 Kilometern um die Erde kreisen. In Zimmerwald wurde 1992 eine permanente GPS-Station eingerichtet, die seitdem Beobachtungsdaten in ein internationales Netz von heute mehr als 250 Stationen einspeist. Ein Resultat der internationalen Zusammenarbeit, die vom IGS («International GNSS Service») koordiniert wird, ist

die Bestimmung globaler Koordinaten für Zimmerwald, welche mit einer Genauigkeit von wenigen Millimetern bestimmt werden können.

Die neue Landesvermessung

Die GPS-Technik hat die Landesvermessung revolutioniert. In den Jahren 1988 bis 1994 hat das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) in der Schweiz ein neues Netz von rund 200 tektonisch möglichst stabilen Punkten aufgebaut. Auf gegenseitige Sichtbarkeit konnte verzichtet werden – einzig der unverbaute Horizont war wichtig, um die «Sichtbarkeit» zu den Satelliten zu gewährleisten. Diese Punkte, die eine Genauigkeit von rund 1 cm in der Lage (horizontale Richtung) und 3 cm in der Höhe aufweisen und in speziellen Kampagnen mit mehrtägigen Beobachtungen bestimmt wurden, realisieren das neu definierte Bezugssystem der Landesvermessung LV95. Durch den Anschluss der in das LV95-Netz integrierten Station Zimmerwald, welche sowohl durch GPS- als auch durch SLR-Messungen in die internationalen Netze eingebunden ist, konnte man sicherstellen, dass dieses neue Referenzsystem kompatibel mit den internationalen und europäischen Referenznetzen ist. Daher ist die Fundamentalstation Zimmerwald, die den Anker der schweizerischen Landesvermessung zur globalen Vermessung bildet, sozusagen der neue Referenzpunkt der Landesvermessung.

Wie die Schweiz 3 Meter grösser wurde

Durch die Umstellung der Messtechnik auf die moderne Satellitenvermessung hat sich gezeigt, dass die vor rund 100 Jahren bestimmten Koordinaten eine für die damaligen Verhältnisse hohe Genauigkeit aufwiesen, das alte Netz jedoch durch Messfehler systematisch verzerrt war. Durch den Wechsel auf das neue System ist die Schweiz etwa 3 Meter grösser geworden; eine Tatsache, die in den Medien vor einigen Jahren viele amüsante Reaktionen verursachte.

Damit man die Koordinatenwerte von altem und neuem System nicht verwechselt, wurde der Projektionskoordinatenursprung

im neuen System um 2 Mio. Meter (West) resp. 1 Mio. Meter (Süd) verschoben. Die gebräuchlichen Koordinaten der alten Sternwarte in Bern mit $Y = 600\,000$ m und $X = 200\,000$ m lauten somit im neuen Bezugssystem $E = 2\,600\,000$ m und $N = 1\,200\,000$ m.

Die Umstellung der Koordinatensysteme ist seit einigen Jahren in vollem Gang. Die Landkartenproduktion ist dabei nur minimal betroffen, da auch schon das alte Koordinatensystem für die kartografische Gestaltung, bei der aufgrund der besseren Lesbarkeit einige Kartenobjekte leicht verschoben dargestellt werden, eine ausreichende Genauigkeit aufwies. Die Koordinatenlinien eines globalen Bezugssystems (WGS84) wurden zur Karte hinzugefügt, da die vielen privaten Benutzer der Satellitentechnik (Autonavagation) direkt Zugang zu diesem globalen System haben. Von der Umstellung besonders betroffen sind aber tausende von Vermessungs- und Grenzpunkten, die für die Katastervermessung verwendet werden und die für jeden Bürger eine rechtsverbindliche Wirkung haben. Zurzeit sind die Kantone der Schweiz daran, bis zum Ende des Jahres die Grundlagen dafür zu schaffen, dass das neue System als offiziell verbindliches Koordinatensystem in der amtlichen Vermessung festgelegt werden kann.

Permanentnetz AGNES

Der Erfolg, den man durch den Betrieb des permanenten GPS-Gerätes in Zimmerwald erzielt hat, wurde Ende 2001 mit der Installation des Automatischen GPS-Netz Schweiz (AGNES) weitergeführt. Das AGNES-Netz, welches heute aus 30 permanenten Stationen besteht, steht als multifunktionales Referenznetz für verschiedene Anwendungen zur Verfügung. Zum einen werden die Daten beim Bundesamt für Landestopografie zusammen mit den Daten einiger weiterer Referenzstationen in Europa mit der am Astronomischen Institut der Universität Bern (AIUB) entwickelten «Berner GPS Software» ausgewertet, um hochgenaue Koordinaten aller beteiligten Stationen daraus abzuleiten. Die Analyse von zeitlich aufeinander folgenden Koordinatenwerten erlaubt es, mögliche tektoni-

sche Bewegungen von Punkten mit einer Genauigkeit von weniger als 1 mm pro Jahr zu bestimmen. Die bisherigen Auswertungen der GPS-Messungen des letzten Jahrzehnts zeigen, dass die Bewegungen auf dem Gebiet der Schweiz weniger als 1–2 mm pro Jahr betragen. Analoge Auswertungen werden vom AIUB auf globalem Niveau wahrgenommen. Die Bewegungen aufgrund der Plattentektonik der Kontinente betragen mehrere cm pro Jahr. Zimmerwald bewegt sich in diesem globalen System übrigens mit ca. 2,5 cm pro Jahr in nordöstliche Richtung.

Das AGNES-Netz wird seit einigen Jahren zudem auf stündlicher Basis ausgewertet. Da die Ausbreitung der GPS-Signale in der Erdatmosphäre durch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft verändert wird, lassen sich durch die Analyse der Messungen auch Rückschlüsse auf die atmosphärischen Bedingungen ableiten, die man in Zukunft für die Wettervorhersage verwenden will.

Der Datenfluss im AGNES-Netz ist von Anfang an für den Echtzeitbetrieb ausgelegt worden. Mit dem Positionierungsdienst swipos® steht den Vermessungsfachleuten in der Schweiz ein kommerzieller Dienst zur Verfügung, mit dem mit mobilen GPS-Geräten im Feld in Echtzeit Koordinaten mit einer Genauigkeit von wenigen Zentimetern erhalten werden – alles in einem verzerrungsfreien Bezugssystem,



Der Koordinaten-Ursprung der Schweizerischen Landeskoordinaten.

welches durch die Fundamentalstation Zimmerwald mit den globalen Referenzsystemen verknüpft ist.

Bald mehr als 80 Satelliten

Die Satellitentechnik, die bisher stark auf das GPS-Navigationssystem fokussiert war, wird heute durch das russische GLONASS-System ergänzt, das momentan aus 14 Satelliten besteht und bis 2011 auf 24 Satelliten ausgebaut werden soll. Bis zu diesem Zeitpunkt wird, nach Planung, auch das Europäische Satellitennavigationssystem Galileo operationell, welches ebenfalls aus rund 30 Satelliten bestehen wird. Der Vermessung werden somit insgesamt mehr als 80 Satelliten zur Verfügung stehen, was die Verbreitung dieser Technik massiv fördern wird.

Kontakt: Dr. Elmar Brockmann,
Bundesamt für Landestopografie (swisstopo),
Seftigenstr. 264, 3084 Wabern.
elmar.brockmann@swisstopo.ch

Ein Massstab für die Erde

Hitzesommer, Wirbelstürme, Flutwellen: Der Klimawandel macht sich drastisch bemerkbar. Um zu bestimmen, ob der Meeresspiegel tatsächlich steigt, tasten Satelliten die Wasseroberfläche mit hochpräzisen Radars ab. Die Sternwarte Zimmerwald unterstützt diese Beobachtungen – als eine von rund 40 Stationen weltweit.

Von Werner Gurtner

Die von der Anschaulichkeit her einfachste Beobachtungsmethode der Satellitengeodäsie (Erdvermessung mit Hilfe von Satelliten) ist die direkte und wiederholte Messung der Entfernungen eines Satelliten während seines Überfluges über einer Messstation: Ein kurzer, auf der Station erzeugter Lichtblitz wird mit Hilfe eines Teleskops zu einem Satelliten geschickt, an ihm reflektiert und wieder aufgefangen. Die gemessene Laufzeit ergibt, multipliziert mit der bekannten Lichtgeschwindigkeit, die Länge der Strecke, die der Lichtblitz zurückgelegt hat, also die doppelte Entfernung des Satelliten zur Messstation im Moment der Beobachtung. Sehr einfach – vom Prinzip her. Die Realisierung allerdings ist eine recht aufwendige Angelegenheit, die weltweit weniger als 40 Stationen beherrschen – darunter die Beobachtungsstation Zimmerwald.

Zehn Pulse pro Sekunde

Die Schwierigkeiten sind einerseits durch die geforderte Genauigkeit der Messung gegeben – Zentimeter bis Millimeter in der Distanz bzw. unter 100 Picosekunden (1/10 Milliardstelsekunde) in der Laufzeit sind gefragt – andererseits durch die grosse Entfernung der Satelliten mit den entsprechend hohen Verlusten an Lichtenergie. Eine Genauigkeit von einem Zentimeter kann heute mit kommerziell erhältlichen Zählern («Stopp-Uhren») und Massnahmen zur Vermeidung von systematischen Fehlern erreicht werden. Empfänger, die noch einzelne eintreffende Photonen des Lichtblitzes detektieren und daraus einen verwertbaren elektrischen (Stopp-)Puls erzeugen können, existieren ebenfalls.

Zur Erzeugung der Lichtblitze werden meistens Festkörperlaser verwendet, die pro Sekunde 10 Pulse von einigen 10 bis

100 Picosekunden (3–30 mm Länge) im sichtbaren Bereich des Spektrums mit einer Energie von einigen zehn Millijoules erzeugen.

Damit genügend Lichtenergie reflektiert wird, sind die zu beobachtenden Satelliten mit speziellen Reflektoren ausgerüstet, die das Licht exakt in die Herkunftsrichtung zurückwerfen: Prismen mit drei aufeinander senkrecht stehenden reflektierenden Flächen, eine relativ kostengünstige Ausrüstung (siehe Abbildung). Je nach Entfernung des Satelliten genügt ein Prisma von einigen Zentimetern, oder es müssen Gruppen von mehreren bis zu einigen hundert Prismen montiert werden.

Alle für wissenschaftliche Anwendungen konzipierten Beobachtungsstationen für die Laser-Distanzmessung sind im «International Laser Ranging Service» (ILRS) zusammengeschlossen, einem Dienst der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG), dem auch Institutionen angehören, die für die Speicherung und Weitergabe oder für die Verarbeitung der Messdaten zuständig sind. Unter den Mitgliedern sind vor allem Universitäten, Forschungseinrichtungen, Landesvermessungsämter und Raumfahrtorganisationen zu finden. Die Beobachtungsstationen verfolgen etwa 25 Satelliten, koordiniert durch den ILRS, der den Satelliten Messprioritäten zuordnet, die Daten zentral sammelt und den Auswertezentren zur Verfügung stellt. Weitere Informationen über ILRS findet man auf dessen Webseite <http://ilrs.gsfc.nasa.gov>.

Rund um die Uhr im Einsatz

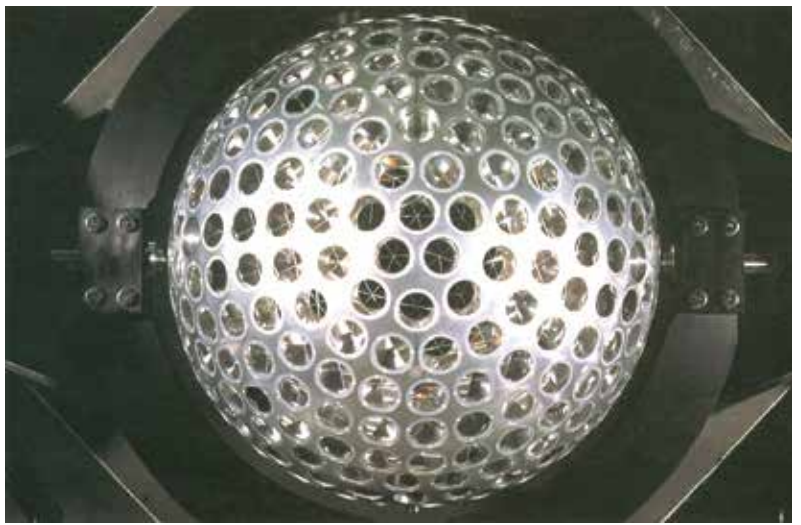
Nach ersten Versuchen anfangs der siebziger Jahre wurde ab 1976 ein speziell für die Laser-Distanzmessungen konzipiertes Teleskop aufgebaut und, zunächst mit einem vom Institut für angewandte Physik

gebauten Rubinlaser, dann, ab 1984 mit einem kommerziellen Neodym:YAG-Laser, regelmässig Distanzmessungen durchgeführt. Die damalige Ausrüstung erlaubte noch keine Messungen bei Tageslicht, die Messgenauigkeit lag 1995 knapp unter 10 Zentimeter. 1997 konnte dann ZIMLAT, ein neues Teleskop für Laser-Distanzmessungen und astrometrische Beobachtungen, zusammen mit einem neuen Titanium-Saphir-Laser, in Betrieb genommen werden.

Die Finanzierung erfolgte über Beiträge von Universität und Kanton Bern, des Bundesamtes für Landestopografie, des Schweizerischen Nationalfonds und der Forschungsförderung des Bundes. In den

Die Nadel im Heuhaufen

Wegen der extrem schwachen Echopulse müssen Empfänger in der Lage sein, einzelne Lichtteilchen (Photonen) zu detektieren. Wie aber findet man das «richtige» Photon, prasselt doch bei Tageslicht eine ununterbrochene Folge von Photonen des hellen Himmelshintergrundes auf den Empfänger? Jedes dieser Photonen könnte ja sofort einen Stopp-Puls auslösen. Das Problem wird mit dem Einbau verschiedener Filter gelöst: Ein spektrales Filter lässt nur Licht mit genau der Wellenlänge des Lichtblitzes durch; ein räumliches Filter begrenzt das Gesichtsfeld des Empfängers auf wenige Bogensekunden (1/100 des Vollmond-durchmessers); ein zeitliches Filter akzeptiert nur dann Empfangspulse, wenn sie auf Bruchteile von Millionstelsekunden zur vorausberechneten Zeit eintreffen; ein rechnerisches Filter eliminiert anschliessend alle «unpassenden» Laufzeitmessungen.



Satellit Lageos (Durchmesser 60 cm).

vergangenen knapp zehn Jahren wurde das System kontinuierlich verbessert bezüglich Messgenauigkeit, Bedienerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Automatisierungsgrad.

Heute ist das System, schönes Wetter vorausgesetzt, jeden Tag rund um die Uhr im Einsatz. Die Messgenauigkeit beträgt – der Laser misst als bisher einziges System routinemässig in zwei Wellenlängen – im Blau etwa 1 cm, im Infrarot etwa 2 cm pro Einzelmessung. 1997, nach Inbetriebnahme des neuen Systems, wurden total etwa 500 Satellitendurchgänge gemessen. Nun sind es pro Jahr gegen 8000 Durchgänge mit mehreren Millionen Einzelbeobachtungen.

Das Observatorium Zimmerwald hat sich in den letzten Jahren betreffend Datenausbeute einen Platz unter den besten der etwa 40 Stationen des ILRS erarbeitet. Dies ist auf die hohe Verfügbarkeit der Station, den ausserordentlichen Einsatz der Beobachter und den beträchtlichen Automatisierungsgrad des Systems zurückzuführen.

Mit dem für 2007 geplanten Ersatz des Lasers wird die Station Zimmerwald für die Zukunft gerüstet sein: Die Messgenauigkeit wird vor allem durch den Einsatz von kürzeren Pulsen noch einmal signifikant verbessert, und die Station wird auch bereit sein, an Distanzmess-Experimenten zu mit optischen Transpondern ausgerüsteten Mond- oder interplanetaren Raumsonden teilzunehmen, eine für die Untersuchung der Dynamik des Sonnensystems hochinteressante Entwicklung.

Wie der Meeresspiegel steigt

Laserdistanzen zu Satelliten sind hochgenaue, direkte und von systematischen Fehlern weitgehend freie Messgrössen, aus denen die Bahnen von Satelliten relativ einfach bestimmt werden können.

Altimeter-Satelliten messen mit einem senkrecht nach unten ausgerichteten Radar die Distanzen zu den Oberflächen von Meeren. Daraus kann die tatsächliche Gestalt der Oberflächen berechnet werden, die sich vor allem wegen Strömungen von der rein durch die Schwerkraft bestimmten Gleichgewichtsfigur unterscheidet. Allerdings braucht es dazu natürlich die Ausgangspunkte dieser Altimetermessungen, also die Positionen der Satelliten. Sie werden entweder durch Mikrowellennavigation oder mit Laserdistanzmessungen von Bodenstationen aus bestimmt, im Idealfall aus einer Kombination der beiden Methoden. Will man aus den Altimetermessungen Änderungen der Meeresspiegel (von vielleicht einem Millimeter pro Jahr) bestimmen, müssen die Positionen der Beobachtungsstationen über Jahre mit hoher Genauigkeit bekannt sein.

Aus einem globalen Datensatz von Distanzmessungen zu kugelförmigen Satelliten, deren Bahnen im Kräftefeld der Anziehungskraft von Erde, Mond und Sonne, des Strahlungsdruckes der Sonne und des Restluftwiderstandes der Atmosphäre nicht allzu kompliziert sind, können, zusammen mit den Bahnen, auch die momentanen Positionen der Beobachtungsstationen in einem einheitlichen globalen Koordinatensystem bestimmt werden. Ihre Bahnen, und damit auch die Stationspositionen, beziehen sich auf den Schwerpunkt der Erde. Die Laser-Distanzmessung ist bis jetzt die einzige Beobachtungsmethode der Satellitengeodäsie, die Positions- und Bahnbestimmungen direkt und zentimetergenau mit dem Schwerpunkt der Erde – dem «natürlichen» Ursprung eines globalen erdfesten Referenznetzes – in Beziehung bringen kann: Einer der Gründe für die Beteiligung des

Bundesamtes für Landestopografie an der Beobachtungsstation.

Die wiederholte Bestimmung der Stationspositionen zeigt natürlich auch die Bewegungen der Stationen, die sie relativ zu den anderen Stationen, bzw. absolut in einem durch sie definierten Bezugssystem, durchführen: Die Verschiebungen der tektonischen Platten, in die die feste Erdkruste aufgeteilt ist, sind die Ursache der grössten Erdbeben.

Insbesondere für die Bestimmung vertikaler Änderungen der Meeresoberfläche oder der Erdkruste ist der Massstab des Referenzsystems von grösster Bedeutung. Ein Massstabsfehler von 10⁻⁹ bewirkt einen Fehler von 6 mm in der Höhe: bei der Grössenordnung der vermuteten Bewegungen ein nicht tolerierbarer Wert. Hier spielt die Laserdistanzmessung eine zentrale Rolle.

Jede der satellitengeodätischen Messmethoden (Laserdistanzen, Mikrowellen-Distanzdifferenzen oder -geschwindigkeiten, radiometrische Interferometrie zu Quasaren) hat ihre Stärken und Schwächen. In ihrer Kombination entwickeln sie ihre volle Kraft, weshalb man versucht, auf einer fundamentalen Referenzstation möglichst mehrere Messmethoden anzusiedeln.

Kontakt: Prof. Dr. Werner Gurtner,
Astronomisches Institut, werner.gurtner@aiub.unibe.ch



Ein Satellitendeckel und jede Menge Schrott

Weltraumschrott ist heute eine reale Gefahr für die Raumfahrt. Das Astronomische Institut beobachtet von der Sternwarte Zimmerwald aus seit Jahren Weltraumschrottteile. Die Beobachtungen ermöglichen den Aufbau eines Kataloges der grösseren Objekte. Ziel ist die Minimierung der Kollisionsrisiken in Erdumlaufbahnen.

Von Thomas Schildknecht und Tim Flohrer

Das Weltraumzeitalter begann 1957 mit dem Start des ersten künstlichen Erdsatelliten «Sputnik-1». Ein grosser Teil der damaligen Hoffnungen, die in die neuen technischen Möglichkeiten gesetzt wurden, ist heute realisiert. Wir alle nutzen täglich – meistens unbewusst – weltraumgestützte Technologien: Durch eine Fernsehübertragung eines Spiels der Schweizer Fussballnationalmannschaft sind wir «live» dabei, wenn ein Tor fällt, wir telefonieren selbstverständlich via Satellit mit der Tante in Australien, wir verlassen uns auf die satellitengestützte Navigation in unserem Auto, während wir in einer uns fremden Stadt einen Parkplatz suchen und wir vertrauen manchmal sogar dem Wetterbericht, der mit Satellitenbildern illustriert wird. Neben diesen eher unkritischen Anwendungen gibt es bereits eine Vielzahl von Diensten, die eine permanente Verfügbarkeit der Satelliten erfordern.

Weltraumschrott

Leider produziert die Raumfahrt auch Abfall im Weltall, den man oft auch als Raumschrott (engl. «space debris» oder auch «orbital debris») bezeichnet. Bei jedem Raketenstart ist letztendlich nur ein kleiner Bruchteil der in den Raum beförderten Masse die eigentliche Nutzlast. Der weitaus grösste Teil der Masse wird schon nach wenigen Minuten zu Raumschrott, mensch-gemachten Objekten in Erdumlaufbahnen, die keine Funktion haben. Solche Objekte sind nicht selten und existieren in einigen Variationen. Zuerst hinterlassen die heute gebräuchlichen «Wegwerf-Trägerraketen» meist ihre Oberstufen, Nutzlastverkleidungen, Adapterringe, etc. in einer Erdumlaufbahn. Auch die eigentliche Nutzlast wird nach Erfüllung ihrer

Mission zu Raumschrott. Neue, kleinere Schrottteile entstehen durch Explosionen und Kollisionen im Weltraum, heute glücklicherweise seltener als in den Anfangsjahren der Raumfahrt. Weiterhin tragen unter anderem Verbrennungsrückstände aus Feststoffmotoren, leckende Kühlkreisläufe oder auch abblätternde Farbe und Folien von Oberflächen zu einer wachsenden Raumschrottpopulation bei. Gar nicht erstaunlich ist es daher, dass die heute knapp 600 aktiven Satelliten nur 5 Prozent der bekannten künstlichen Objekte, die grösser als 10 bis 20 Zentimeter sind, ausmachen.

Die Frage nach der verantwortungsbewussten und nachhaltigen Nutzung der Ressource «Weltraum» ist sicher berechtigt, stellt die wachsende Anzahl der Weltraumschrottteile doch eine reale Bedrohung für die bemannte und unbemannte Raumfahrt dar. Sie ist nicht nur ein Sicherheitsrisiko, sondern auch zunehmend ein finanzielles Risiko im Rahmen der kommerziellen Nutzung des Weltraums. Jeder Satellitenbetreiber ist an einem möglichst langen, kostengünstigen und sicheren «Satellitenleben» interessiert.

Modelle und Kataloge

Die Weltraumnationen nehmen das Problem ernst und seit einigen Jahren unternimmt man einige Anstrengungen, ein genaues Bild der Weltraumschrottpopulation zu erstellen. Beobachtungsdaten, die man aus Suchkampagnen mit Teleskopen und Radars gewinnt, erlauben das Erstellen immer besserer Modelle der aktuellen und zukünftigen Weltraumschrottpopulationen und schliesslich zuverlässiger Risikoabschätzungen. Ebenso wichtig ist die Katalogisierung aller grösseren Schrottteile und die Berechnung von Kollisionswahr-

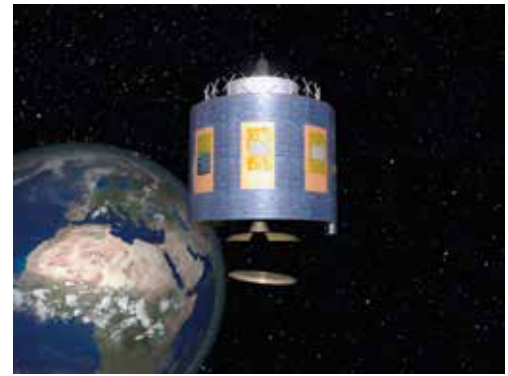
scheinlichkeiten mit aktiven Satelliten, um allenfalls Ausweichmanöver zu initiieren. Zur Zeit existiert kein System zur Katalogisierung des Weltraumschrotts unter ziviler Kontrolle. Studien zum Aufbau eines europäischen Systems werden aber bereits durchgeführt, unter starker Beteiligung des Astronomischen Instituts der Universität Bern (AIUB).

Einer Region im Weltraum kommt besondere Bedeutung zu, der geostationären Umlaufbahn (GEO). Diese Umlaufbahn in ca. 36 000 km Höhe über der Erdoberfläche wird geostationär genannt, weil dort Satelliten «fest» über einem Punkt des Äquators stehen und eine kontinuierliche Beobachtung eines Gebietes auf der Erde erlauben. Sie ist deshalb in dieser Weise einzigartig und besonders begehrt für wissenschaftliche und kommerzielle Satellitenmissionen. Ein prominentes Beispiel sind die Meteosat Wettersatelliten der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT), die über dem Äquator platziert sind.

Teneriffa und Zimmerwald

Das AIUB beschäftigt sich seit Mitte der 1990er Jahre intensiv mit der Beobachtung, Bahnbestimmung und Katalogisierung von Weltraumschrottobjekten. Diese Arbeiten werden zum Teil im Auftrag der Europäischen Weltraumagentur ESA ausgeführt und vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt. Das AIUB betreut, verarbeitet und koordiniert Beobachtungskampagnen, die das 1-Meter-Teleskop der ESA auf der Kanareninsel Teneriffa nutzen. In rund 100 Nächten pro Jahr wird mit diesem Teleskop ausschliesslich nach Weltraumschrott gesucht. Die Techniken und Methoden, die am AIUB entwickelt wurden, sind weltweit anerkannt. Das AIUB nimmt auf dem Gebiet der optischen Beobachtung von Weltraumschrott eine weltweite Spitzenposition ein (siehe Kasten, «Weltraumschrottbeobachtungen des AIUB in Teneriffa» auf Seite 18).

Ein grosser Teil dieser Arbeiten des AIUB konzentriert sich auf Bahnen in grosser Höhe wie die in der GEO-Region. Das AIUB ist in der glücklichen Lage, mit dem 1-Meter-Teleskop in Zimmerwald (ZIMLAT) über ein sehr leistungsfähiges Instrument zu verfügen, mit dem Strategien für optische



«Artist View» vom Wegsprengen des Radiatoren-
deckels.

Beobachtungen und Datenverarbeitungskonzepte entwickelt und erprobt werden können. Heute wird ZIMLAT aber nicht nur dazu eingesetzt, sondern die langjährige Erfahrung ermöglicht auch eine «routine-mässige» Beobachtung von Objekten in der GEO-Region. Das heisst: Wird auf Teneriffa Weltraumschrott entdeckt, kann er von Zimmerwald aus gründlicher inspiziert werden. Ein anschauliches Beispiel dafür ist die Beobachtung des Abwurfs eines Radiatorendeckels des Meteosat Satelliten MSG-2 (siehe Abbildung).

Ein wertvoller Deckel

MSG-2 ist der zweite Satellit einer neuen europäischen Wettersatellitengeneration. Gestartet am 21. Dezember 2005 von Kourou in Französisch-Guayana mit einer Ariane-Trägerrakete, wurde MSG-2 kurz danach in eine geostationäre Bahn manövriert. Der empfindliche Radiator des Satelliten, eine Art Kühler, ist mit einem

Deckel vor Beschädigungen während des Starts geschützt. Kurz vor dem Erreichen der Zielumlaufbahn wird diese Abdeckung abgesprengt. Dieser Deckel von ca. 1,5 m Durchmesser ist nun ein neues Stück Weltraumschrott. Zu dieser Vorgehensweise gibt es zur Zeit keine wirtschaftliche Alternative. EUMETSAT achtet darauf, den Deckel in eine ungefährliche, vom GEO entfernte Bahn zu bringen und folgt damit internationalen Übereinkünften. Das AIUB wurde von EUMETSAT gebeten, dieses heikle Manöver bei MSG-2 zu beobachten. Die zur Verfügung gestellten Bahnprognosen waren sehr gut, so dass am 29. Dezember 2005 um 22:40 Uhr, 17 Stunden nach der Freisetzung des Deckels, die ersten Beobachtungen gelangen und die Bahn des Deckels bestimmt werden konnte. Der Deckel befindet sich ausserhalb des GEO, es geht daher von diesem Stück Weltraumschrott keine unmittelbare Gefahr aus.

Dieser Deckel bildet ein hervorragendes Studienobjekt, um die Methoden der Katalogisierung (und die der Katalogpflege) zu testen und zu verbessern. Das Objekt driftet mit einer Rate von rund drei Grad pro Tag ostwärts und kann damit nicht immer von Zimmerwald aus beobachtet werden. Gelegentliche Kontrollbeobachtungen sind aber nötig und werden im Rahmen von Zusammenarbeiten mit russischen («Keldysh Institute for Applied Mathematics», KIAM), japanischen («Japan Aerospace Exploration Agency», JAXA) und amerikanischen («National Aeronautics and Space Administration», NASA) Institutionen gewonnen.

Teleskop, Software und Kollegen

Dieses vergleichsweise einfache Experiment illustriert die tägliche Forschungsarbeit. Ein einzigartiges Messsystem steht unweit von Bern jederzeit zur Verfügung. Anspruchsvolle, flexible, aber vor allem zuverlässige Software zur Planung, Datenerfassung und Datenverarbeitung wurde in jahrelanger Arbeit eingerichtet, getestet und wird laufend weiterentwickelt. Eine Reihe von theoretischen Studien führte zu Beobachungskonzepten, die mit den verfügbaren Mitteln schnell umgesetzt werden können. Die unverzichtbaren internationalen Kooperationen sind etabliert.

Eines ist am Ende noch bemerkenswert: Selbstverständlich findet sich auch während den Weihnachtstagen ein engagierter Beobachter, der die nötigen Messungen in der Nacht anfertigt und auswertet. Dieser einsame Forscher vor seinem Computerbildschirm, der ab und zu auch noch aufs Dach der Sternwarte klettert, entspricht der modernen Version des klassischen «Stern-guckers».

Kontakt: PD Dr. Thomas Schildknecht, Astronomisches Institut, thomas.schildknecht@aiub.unibe.ch

«Weltraumschrottbeobachtungen des AIUB in Teneriffa»

Die Gruppe für optische Astronomie des AIUB führt seit 1999 im Auftrag der ESA optische Beobachtungen zur Suche nach Raumschrott durch. Diese Beobachtungen werden mit dem 1-Meter-Teleskop der ESA in Teneriffa durchgeführt. Dabei wurde im geostationären Ring auf 36 000 Kilometer Höhe eine bis anhin unbekannte, aber bedeutende Population von Schrottteilen mit Durchmessern von 10 cm bis 1 m gefunden. Ein guter Teil dieses Raumschrotts stammt wahrscheinlich von unbemerkten Explosionen ausgedienter Raketenoberstufen oder ausgedienter Satelliten. Im Weiteren wurde eine völlig unerwartete Population von extrem leichten Teilen im selben Grössenbereich gefunden. Diese Teile sind möglicherweise Stücke der zur thermischen Isolation der

Satelliten verwendeten Folien. Im geostationären Ring verbleibt Raumschrott «ewig», er «fällt nicht herunter». Auch ist auf absehbare Zeit kein technisches Verfahren in Sicht, um Raumschrott einzusammeln und auf die Erde zurückzubringen. Die einzige Chance, den wertvollen geostationären Ring auch in Zukunft für die Weltraumfahrt zu erhalten, besteht darin, ihn zu schützen und die Produktion von Raumschrott möglichst zu verhindern. Es gibt technische Möglichkeiten, um die Produktion massiv zu verkleinern, aber sie kosten etwas – wie immer, wenn es um Umweltschutz geht. Letztlich geht es darum, die Betreiber der Satelliten zu überzeugen, dass in diesem Fall Umweltschutz in ihrem ureigensten Interesse ist. Die von uns gefundene «Verschmutzung» ist zwar noch nicht verheerend, aber doch zumindest alarmierend.



Und sie bewegt sich doch: Was man mit Satelliten sieht

Globale Satellitennavigationssysteme sind heute zu einem wichtigen Hilfsmittel in der Geodynamik (Bewegungen im Erdinnern respektive auf der Erdoberfläche) geworden. Sie ermöglichen die genaue Bestimmung von Koordinaten und Geschwindigkeiten der Beobachtungsstationen. Auch die Sternwarte Zimmerwald ist ins weltweite System dieser Stationen eingebunden.

Von Rolf Dach

Alfred Wegener gilt heute als Vater der Theorie von der Plattentektonik. Er war mit der Veröffentlichung seines Buches «Die Entstehung der Kontinente und Ozeane» im Jahre 1915 nicht der Erste, dem die geometrische Ähnlichkeit der Küstenlinien der Kontinente zu beiden Seiten des Atlantischen Ozeans aufgefallen war. Wegener suchte jedoch nach weiteren geowissenschaftlichen Argumenten für seine Hypothese. Er konnte aber – wie alle seine Zeitgenossen – weder eine schlüssige Erklärung für den Antrieb der Kontinentalverschiebung liefern noch die gegenseitige Bewegung der Kontinente messen.

Der Wettkampf der Navigationssysteme

Heute können die Koordinaten einer grossen Anzahl global verteilter Beobachtungsstationen täglich auf wenige Millimeter genau bestimmt werden. Grundlage dafür sind globale Satellitennavigationssysteme (GNSS). Das wohl bekannteste ist das amerikanische «Global Positioning System» (GPS). Es besteht aus knapp 30 Satelliten in 6 Bahnebenen. Sie fliegen etwa 20 000 km über der Erdoberfläche und haben eine Umlaufzeit von 11 Stunden und 58 Minuten.

Das russische Globale Satellitennavigationssystem (GLONASS) besteht nominell aus 24 Satelliten auf drei Bahnebenen. Zur Zeit sind 16 Satelliten in zwei Bahnebenen aktiv; weitere Starts sind noch für dieses Jahr angekündigt. Die GLONASS Satelliten fliegen etwa 1000 km tiefer als die GPS Satelliten, was zu einer etwas kürzeren Umlaufzeit von 11 Stunden und 16 Minuten führt.

Das europäische GALILEO befindet sich noch im Aufbau. Am 28. Dezember 2005 wurde der erste Testsatellit gestartet. In seiner operationellen Phase wird es aus 30 Satelliten in 3 Bahnebenen bestehen. Im Gegensatz zu den beiden anderen Systemen wird GALILEO kein vom Militär betriebenes System sein.

GNSS Satelliten senden Signale auf zwei Frequenzen aus, die vom Nutzer empfangen werden. Auf Trägerwellen werden die Informationen kodiert, die zur Navigation nötig sind (Kodemessung). Für hochgenaue Anwendungen wird die Trägerwelle selbst gemessen. Die verwendeten Frequenzen liegen im Mikrowellenbereich, weshalb der Empfang der Signale jederzeit, unabhängig vom Wetter möglich ist. Bei der Messung selbst handelt es sich um Laufzeitmessungen, weshalb die Satelliten- und Empfängeruhr eine zentrale Rolle in der Auswertung spielen. Ferner erhalten die Signale eine Laufzeitverzögerung in der Atmosphäre. Im unteren Bereich (Troposphäre, etwa bis 20 km über der Erdoberfläche) hängt die Laufzeitverzögerung hauptsächlich von Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit ab. Die Laufzeitverzögerung im oberen Bereich (Ionosphäre, zwischen 70 und 1000 km) ist von der Frequenz des Signals abhängig und wird hauptsächlich von frei beweglichen geladenen Teilchen beeinflusst.

Weltweit 350 Beobachtungsstationen

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von GNSS für hochgenaue Anwendungen, z. B. in der Landesvermessung, ist die

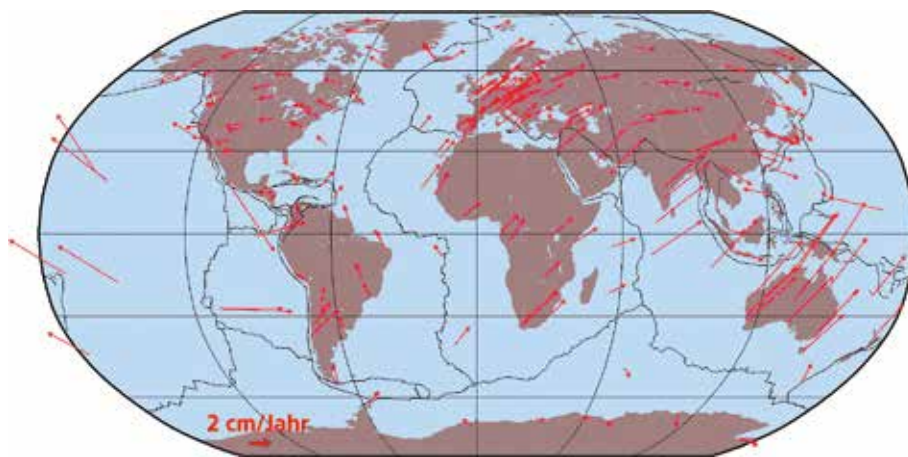
genaue Kenntnis der Satellitenbahnen. In diesem Sinne sind selbst regionale Vermessungsaufgaben auf globale Grundlagen angewiesen.

Der Internationale GNSS Service (IGS) wurde aus diesem Grunde ins Leben gerufen und nahm am 1. Januar 1994 seine Arbeit auf. Heute tragen insgesamt über 200 Organisationen weltweit zu den Aktivitäten des IGS bei.

Im Rahmen des IGS wird ein Netz von 350 global verteilten Beobachtungsstationen betrieben. Die Daten werden meist stündlich zu regionalen beziehungsweise globalen Datenzentren übertragen, wo sie archiviert und der Nutzergemeinschaft verfügbar gemacht werden.

Zwölf Rechenzentren werten die Daten regelmässig aus. Die Beiträge der einzelnen Auswertezentren werden von einem Analysezentrumskordinator anschliessend verglichen und zu einem IGS-Produkt kombiniert. Der Vergleich der Lösungen legt die Qualität der Beiträge der Rechenzentren offen. Dadurch werden die Auswertezentren angespornt, ihre Lösungen immer weiter zu verbessern.

Neben den Bahnen der GPS und GLONASS Satelliten werden durch den IGS die Parameter der Polbewegung, die Koordinaten und Geschwindigkeiten der Stationen des IGS Beobachtungsnetzes, Satelliten- und Empfängeruhren, Troposphärenparameter sowie globale Ionosphärenmodelle bestimmt. Diese Liste lässt erahnen, dass die Nutzer von IGS-Produkten inzwischen aus verschiedenen Disziplinen kommen: Die Troposphärenparameter werden in der Meteorologie zur Verfeinerung der Wettermodelle eingesetzt.



Die Bewegungen der weltweiten Beobachtungsstationen in den Jahren 2002 bis 2006.

Die Ergebnisse der Empfängeruhrbestimmung werden zum Vergleich von Atomuhren zwischen nationalen Zeitlabors (wie z. B. das METAS in der Schweiz) verwendet. Diese Liste kann beliebig fortgesetzt werden.

Die Schweiz trägt zum IGS mit zwei Beobachtungsstationen in Zimmerwald bei, die durch die Verbindung zur Laserstation sehr wertvoll zur gegenseitigen Validierung der Messungen und Ergebnisse der beiden raumgeodätischen Methoden sind. Eine weitere IGS-Station ist am Bundesamt für Metrologie (METAS) in Wabern installiert.

Ein weiterer wichtiger Beitrag zum IGS sind die Aktivitäten am Rechenzentrum CODE («Center for Orbit Determination in Europe»). Es handelt sich dabei um eine Zusammenarbeit zwischen dem Astronomischen Institut der Universität Bern (AIUB), Bundesamt für Landestopografie (swisstopo), dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (Deutschland) und dem Institut Géographique National (Frankreich). Die Rechnungen erfolgen am Astronomischen Institut der Universität Bern.

Auswertungen am Rechenzentrum CODE

Täglich werden am Rechenzentrum CODE die Bahnen der GPS und GLONASS Satelliten in einer kombinierten Auswertung berechnet. Dabei werden ferner auch die Koordinaten der Beobachtungsstationen mitbestimmt. Es ergeben sich somit lange Zeitreihen von täglichen Koordinaten für die IGS-Stationen. Für Zimmerwald lässt sich beispielsweise fürs Jahr 2002 eine lineare Bewegung der Station von 17 mm

in Richtung Nord und 19 mm in Richtung Ost schliessen. Das entspricht einer Bewegung von 25 mm mit einem Azimutwinkel von 48,6 Grad.

Solche Stationsbewegungen können auch für die anderen GNSS Beobachtungsstationen abgeleitet werden, die am Rechenzentrum CODE regelmässig über einen längeren Zeitraum ausgewertet werden. Stellt man diese Stationsbewegungen in einer Karte zusammen, so erhält man obige Abbildung. Es sind deutlich systematische Zusammenhänge zwischen den Bewegungen benachbarter Stationen zu erkennen (z. B. in Nordamerika oder Eurasien). Der Verlauf der gemessenen Stationsbewegungen zeigt, dass die Bewegungen der tektonischen Platten durch Rotationen beschrieben werden können. Es gibt aber auch Fälle, wo die Vektoren in unterschiedliche Richtung zeigen (z. B. Südamerika). Dort handelt es sich um lokale Bewegungen, die z. B. durch die nahe gelegene Plattengrenze verursacht werden.

In diesem Fall wurden lange Zeitreihen über mehrere Jahre ausgewertet. Es besteht aber auch die Möglichkeit, Koordinatenlösungen für jede Epoche (hier alle 30 Sekunden) zu berechnen. Für die präzise Navigation ist dies nötig; jedoch kann diese Art der Lösung auch für fix montierte Stationen interessante Ergebnisse liefern. Während des Erdbebens am 28. März 2005 in Sumatra wurden die Koordinaten der 750 Kilometer entfernt liegenden IGS Station Singapur alle 30 Sekunden bestimmt. Aus den Aufzeichnungen erkennt man deutlich, dass die Auswirkungen des Erdbebens auf die GPS-

Antenne mit etwa 4 Minuten Verzögerung eintritt, was einer Ausbreitungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen von ca. 3 km/s entspricht.

Die Verschiebung der Erdachse

Neben den geometrischen Bewegungen der GNSS Beobachtungsstationen kann man auch globale Parameter bestimmen, wie beispielsweise die Parameter der Orientierung der Erdachse. Betrachtet man die Durchstosspunkte der Erdachse durch die Erdoberfläche über einen Zeitraum von 12 Jahren, so weist die Variation einen Durchmesser von bis zu 15 Metern auf. Ihre Position und die Geschwindigkeit der Erdrotation lassen Rückschlüsse auf die Masseverteilung in und auf der Erde zu. Damit können Erdmodelle verifiziert beziehungsweise verbessert werden.

Wenn mit dem vollständigen Ausbau von GLONASS und der vollen Verfügbarkeit von Galileo die Anzahl der aktiven GNSS Satelliten auf nahezu 80 steigen wird, kann die Genauigkeit der Resultate allein dadurch verbessert werden. Die gemeinsame Analyse von Daten verschiedener GNSS wird die Ergebnisse robuster gegenüber systemspezifischen Einflüssen werden lassen.

Kontakt: Dr. Rolf Dach, Astronomisches Institut. rolf.dach@aiub.unibe.ch



Klimaforschung mit Mikrowellen

Flüssigwasser, Wasserdampf und Eispartikel spielen in vielen atmosphärischen Prozessen eine Schlüsselrolle. Mikrowellen können helfen, die Verteilung von Wasser in seinen verschiedenen Aggregatzuständen zu bestimmen. Zimmerwald ist ein idealer Standort zur Messung der Erdatmosphäre.

Von Niklaus Kämpfer

In der Debatte um die Klimaänderung steht meistens Kohlendioxid (CO₂) im Zentrum. CO₂ wird durch den Menschen verursacht und entsteht zum Beispiel bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (Gas, Öl). Wegen seiner Fähigkeit Wärmestrahlung der Erde zu absorbieren und zurück zur Erde zu senden, wirkt es als Treibhausgas. Nebst CO₂ gibt es andere vom Menschen verursachte Treibhausgase wie etwa Methan. CO₂ und Methan tragen zum so genannten künstlichen oder durch den Menschen verursachten Treibhauseffekt bei. Daneben gibt es auch den natürlichen Treibhauseffekt, wobei Wasserdampf, also Wasser in der gasförmigen Form, das wichtigste Treibhausgas ist. Mit rund 60 % trägt es zum gesamten Treibhauseffekt bei. Verändert sich der Gehalt an Wasserdampf, so ändert sich das Klima.

Wichtigstes Treibhausgas: Wasserdampf

Warum sollte sich aber die Wasserdampf-Menge ändern? Durch eine Zunahme von CO₂ wird es wärmer, was zur Folge hat, dass mehr Wasser verdunsten kann. Dadurch nimmt die Wasserdampf-Menge zu, was wiederum zu einer Erhöhung der Temperatur führen kann. Andererseits können aber auch mehr Wolken gebildet werden, welche Sonnenlicht reflektieren, was zu einer Abkühlung führen könnte. Wie die Nettobilanz bei einer Zunahme des Wasserdampfes aussehen würde, ist momentan nicht klar. Man weiss nicht einmal, ob diese Rückkopplung eher negativ oder positiv ist. Wasserdampf spielt aber nicht nur eine wesentliche Rolle in der Treibhaus-Problematik, sondern auch im anderen grossen atmosphärischen Problemkreis, dem Abbau der Ozonschicht. Gelangt nämlich Wasserdampf beispielsweise in riesigen Wolken in den Tropen bis auf rund 20 bis 30 Kilometer Höhe, so kann er chemische Prozesse eingehen, die Ozon abbauen. Mehr Wasserdampf in

diesen Höhen kann unter sehr kalten Bedingungen zur Bildung von stratosphärischen Wolken führen. Diese Wolken stellen die Ausgangslage für die Ozonerstörung dar, wie sie in arktischen Regionen während der Ausbildung des Ozonlochs auftritt. Wasserdampf wird in der Stratosphäre auch durch die Oxidation von Methan gebildet. Auch hier besteht eine Verbindung zu einem wichtigen Treibhausgas, dessen Zunahme sich in einer Zunahme von Wasserdampf bemerkbar machen kann.

Obschon Wasserdampf in wichtigen atmosphärischen Prozessen eine Rolle spielt, kennt man relativ wenig über seine Verteilung, da diese schwierig zu messen ist. Das liegt vor allem daran, dass Wasserdampf mit der Höhe über mehrere Grössenordnungen abnimmt. In den ersten paar Kilometern liegt der meiste Wasserdampf. Er ist primär am Wettergeschehen beteiligt. Oberhalb von etwa 10 km Höhe kommt er nur noch als Spurengas vor, mit einer Verdünnung von rund 5 Wasserdampf-Molekülen auf 1 Mio. Luftteilchen, was aber nicht heisst, dass diese «paar» Teilchen nicht wichtige Prozesse auslösen könnten. In den untersten Luftschichten ist Wasserdampf vor allem in Prozesse des täglichen Wetters involviert und wird mit Sensoren an Wetterballonen gemessen, welche zuverlässige Daten bis etwa 8 km Höhe liefern, weiter oben herrscht Datenmangel.

Messung bis auf 70 km Höhe

Am Institut für Angewandte Physik der Uni Bern, in der Abteilung Mikrowellenphysik, wurde unter der Leitung von Professor Niklaus Kämpfer eine Methode entwickelt, die es erlaubt, die Menge von Wasserdampf oder Ozon bis in eine Höhe von rund 70 km nachzuweisen – und das vom Erdboden aus. Bei dieser Fernerkundungsmessmethode wird ein Effekt der Natur ausgenutzt: Viele atmosphärische Teilchen, wie eben Wasserdampf, wirken als kleine

Sender von Mikrowellen-Strahlung. Mit einem äusserst empfindlichen Sensor ist es möglich, diese Strahlung der Atmosphäre zu messen. Es ist dann möglich, aus dem detektierten Signal die Höhenverteilung dieser Spurengase zu bestimmen. Instrumente des IAP gehören zum weltweiten «network for the detection of atmospheric composition change», NDACC, einem internationalen Netzwerk von Instrumenten mit hoher Qualität zur Überwachung der Atmosphäre. Die Aktivitäten tragen auch zum universitären Schwerpunkt NCCR-Klima bei.

Bisher wurden Messungen primär vom Dach des Gebäudes «Exakte Wissenschaften» der Uni Bern ausgeführt. Für die Messung der Verteilung von Wasserdampf in der mittleren Atmosphäre (20–70 km Höhe) bedeutet ein Beobachtungsort in grösserer Höhe eine Verbesserung der Datenqualität. Da der meiste Wasserdampf in den untersten Schichten der Atmosphäre liegt, übertönt er gewissermassen das Signal aus höheren Schichten. Leider werden in einer städtischen Umgebung auch je länger je mehr die empfindlichen Messgeräte durch Signale von Handy-Antennen und anderen industriellen Nutzern gestört. In einer ländlichen Umgebung wäre die Belastung durch elektromagnetische Störsignale geringer. Auf dem Dach der Uni ist zudem auch das Gesichtsfeld der Instrumente eingeschränkt, wie etwa durch Gebäude, Bäume oder Baukrane. Ideal wäre deshalb ein Standort auf dem Land in etwas grösserer Höhe.

Optimaler Standort – Zimmerwald

Diese Wünsche nach einem verbesserten Standort gehen jetzt in Erfüllung. Dank der jahrelangen guten Zusammenarbeit des IAP und des Astronomischen Instituts sowie der Unterstützung durch den Kanton Bern konnte bei der Sternwarte Zimmerwald ein Annex für das IAP realisiert werden, wo mehrere Instrumente zur Erforschung der Atmosphäre installiert werden, mit Schwerpunkt der Erforschung von Wasserdampf. Auf diese Weise entsteht eine Schlüsselstation von internationaler Wichtigkeit bei der Erforschung der Atmosphäre.

Der Neubau besteht aus zwei Einheiten: Die eine dient zur Aufnahme der Messeinrichtungen, wie sie momentan in Bern betrieben werden, und die andere bietet einige wenige Arbeitsplätze sowie die Möglichkeit für die Durchführung von Seminaren, Blockkursen und Workshops durch das IAP und das Astronomische Institut.

Kontakt: Prof. Dr. Niklaus Kämpfer, Institut für Angewandte Physik, niklaus.kaempfer@mw.iap.unibe.ch

Der Himmel über Zimmerwald

Die Sternwarte Zimmerwald gehört weltweit zu den Top-Stationen. Die Astronomen und Geodäsisten der Universität Bern vermessen mittels Teleskop und Laser die Erde – auf den Zentimeter genau. Ein spätabendlicher Besuch zwischen High-tech und Himmel.

Von Bettina Jakob

Die Nacht ist schwarz, aber sternklar. Perfekt für das Rendez-vous auf dem lauschigen Hügel ob Zimmerwald. «Stella» will vorbeikommen, auch «Jason» wird erwartet und mit ihnen noch 20 andere. Gerade eben meldet sich «Beacon-C» an. Von lautem Piepen begleitet hüpfert er als gelber Punkt über den Bildschirm. «Dieser Satellit ist ein altes Kaliber aus dem Jahre 1965», sagt Werner Gurtner, Professor am Astronomischen Institut der Universität Bern. Einst hatten die Amerikaner «Beacon-C» für Experimente ins All geschickt, nun dient der Ausrangierte noch der Distanzmessung. Somit ist er ein gern gesehener Gast am Himmel über der Sternwarte Zimmerwald. Die Berner Astronomen haben sich nämlich auf Satellitenvermessungen spezialisiert. «Mit unserem Teleskop bringen wir präziseste Zahlen hin», erklärt Gurtner und wendet den Blick kurz vom Monitor – im engen Raum unter der Teleskop-Kuppel stehen deren acht, auf einigen flimmern wilde Zahlenreihen, einige sind schwarz wie die Nacht. Hier, im ländlichen Vorort von Bern wird gemessen, wie viele Zentimeter sich zum Beispiel Afrika gegen Europa verschiebt.

Ein Zentimeter auf 20 000 Kilometer

Satellitengeodäsie nennt sich die Mess-Methode und funktioniert bestechend einfach – wenn erst einmal die Infrastruktur steht: Mittels Teleskop verfolgt der Beobachter einen Satelliten, der über Zimmerwald auftaucht, gleichzeitig schickt ein Speziallaser zehn Impulse pro Sekunde in den Himmel, der Satellit reflektiert das Licht und schickt es zurück zum Ausgangsort. Eine genaue Stoppuhr misst die Flugzeit des Lichts – es sind Millisekunden –, und bietet damit den Geodäsisten die Grundlage, um die genaue Distanz zwischen Sternwarte, knapp 900 Meter über Meer, und Satellit, oftmals bis in 20 000 Kilometer Höhe, zu

berechnen. «Ob 200 oder 20 000 Kilometer Höhe – die Messgenauigkeit beträgt etwa einen Zentimeter», sagt Werner Gurtner. «Verbindet man die Daten aller Messstationen rund um den Globus, kann die Grösse und Form der Erde haarscharf bestimmt werden.» Ein Präzisionsprodukt, das mit klassischen Messmitteln niemals erhältlich war, früher, als die Vermesser noch mit Messband, Fernrohr und sehr viel Pythagoras-Berechnungen über die Erde zogen. «Das war noch etwas ganz anderes», sagt Werner Gurtner lachend. Es ist kurz nach 22 Uhr.

Gurtner steigt die schmale Treppe hoch, die steil hinauf in die geöffnete Kuppel führt.

Ein bisschen Sciene-Fiction

Auf der Plattform weht ein rauer Wind, im Westen verblasst das letzte Quäntchen Abendrot, über dem Thunersee, auf dem Stockhorn und dem Eiger leuchten die Höhenlichter auf. Und über allem wölben sich 360 Grad Himmel, besprenkelt mit unzähligen flackernden Sternen. Plötzlich, wie von Geisterhand, schwingt das weisse Teleskop nach rechts, das Fernrohr richtet sich auf. Mit seinem 1-Meter-Spiegel sieht das moderne über zwei Millionen Franken schwere «ZIMLAT» viel besser als das menschliche Auge. Unweigerlich umgibt einen ein Hauch Sciene-Fiction, und ein wenig kribbelt es in der Magengrube, wenn der Laser aufblitzt und eine helle Lichtsäule ins All wirft. Der Strahl verfolgt ein unsichtbares Objekt über das Himmelszelt, mit dem Kopf im Nacken bleibt nur ein Staunen und das eigenartig euphorische Gefühl, wirklich «klein» zu sein, hier in der geöffneten Kuppel der Sternwarte Zimmerwald. «Das Roboter-Teleskop anvisiert, durch eine Software gesteuert, automatisch die Bahn des Satelliten», erklärt Werner Gurtner, «die Bildgebung erfolgt digital



Prof. Werner Gurtner bei der Arbeit.

auf dem Bildschirm unten im Computerraum.» Die Zeiten des romantischen Sternguckens durchs Fernrohr sind vorbei. Zwar gibt es auf der Sternwarte noch ein klassisches Teleskop zum Durchsehen, aber seine Kuppel bleibt meist geschlossen. In der Unendlichkeit suchen die Berner Astronomen auch nicht mehr nach Supernovae, Kleinplaneten und Kometen, wie es vor 50 Jahren der erste Sternwarten-Leiter Max Schürer getan hat. Dafür hat sich das kleine Zimmerwald in der Satellitengeodäsie einen internationalen Namen gemacht: Es rangiert unter den Topstationen des «International Laser Ranging Service».

Dem Beobachter gehört die Nacht

Die Glastür neben der Treppe öffnet sich. Sie grenzt High-Tech von der Gemütlichkeit der Stube ab, sichert die Temperatur im Computerraum; der blaue Laser hat sogar seine eigene Klimakammer. Hereinspaziert kommt der nächtliche «Beobachter». Bis sechs Uhr morgens sitzt der Beobachter, heute ein Student, der etwas Geld verdienen kann, vor den Monitoren, stellt sicher, dass der Laser richtig zwischen den einzelnen Satelliten wechselt, es kann nämlich sein dass zwei, drei zusammen aufkreuzen. Auch das Umschalten von Laser auf Kamera muss beobachtet werden, das Teleskop kann zusätzlich fotografieren und die Helligkeit von Objekten bestimmen. Während die Welt schläft, verfolgt der Beobachter die Punkte, die Zahlenreihen und Codes auf den Monitoren. Schliessen darf er aber die Augen schon mal, wenn alles reibungslos läuft und keine Wolken auftauchen. «Ein Stündchen Schlaf liegt drin», meint Professor Gurtner. Ansonsten gehört man hier oben, alleine unter den Galaxien, ganz der Nacht. Oder die Nacht gehört einem, wenn man beim heissen Tee vor dem Haus, in die Unendlichkeit horcht, wo «Beacon-C» seine Runden dreht.



Wie der Heiliggeistpfarrer seine Schwäche fürs ewige Eis pflegte

Heute ist das Interesse an Gletschern gross, weil sie schwinden. Vor 200 Jahren war es umgekehrt: Vorstossende Gletscher sorgten erstmals für wissenschaftliches Interesse. Berner Forscher spielten dabei eine Schlüsselrolle.

Von Kaspar Meuli

Der Startschuss für das erste Gletscherforschungsprojekt der Welt fiel in der Berner Heiliggeistkirche. Und zwar vor genau 225 Jahren. Samuel Wytttenbach, der Pfarrer der Kirche, der seiner breiten Interessen wegen als einer der führenden Gelehrten in Bern galt, war von der Gletscherwelt fasziniert. Auf zahlreichen Exkursionen hatte er selbst Gletscher besucht – im 18. Jahrhundert alles andere als eine Selbstverständlichkeit. Wytttenbach, der sich seinen Porträtisten gerne in der Pose des Universalgelehrten präsentierte, gründete in Bern mit fünf Gleichgesinnten die Naturforschende Gesellschaft und auch in der Ökonomischen Gesellschaft gab er den Ton an.

20 Dukaten Preisgeld

Diese Gesellschaft, zu deren Mitgliedern viele Patrizier gehörten, betrieb Forschungsförderung nach dem Wettbewerbsprinzip: Sie schrieb öffentlich Preisfragen aus und setzte für die Beantwortung dieser wissenschaftlichen Knacknüsse einen ansehnlichen Bargeldgewinn aus. 1781 machte Wytttenbach sein Faible für Gletscher zum Thema eines solchen Forschungswettbewerbs. Die Ökonomische Gesellschaft von Bern versprach 20 Dukaten für die Rekonstruktion der unterschiedlichen Ausdehnung der alpinen Gletscher in der Vergangenheit anhand von historischen Urkunden. «Diese Aufgabe war sehr wahrscheinlich das erste quasi offizielle glaziologische Forschungsprojekt», schreibt der Berner Historiker Tobias Krüger. «Den Anstoss für die Fragestellung gaben vermutlich die Gletschervorstösse der 1770er Jahre.»

Die Geschichte um den Berner Geistlichen Samuel Wytttenbach und seine naturwissenschaftlichen Interessen ist nur ein Seitenast von Tobias Krügers Forschung. In seiner soeben vorgelegten Dissertation geht er den grossen Fragen rund um die Gletscher nach: Die Arbeit behandelt die Entdeckung der Eiszeiten und das Auf und Ab in der europäischen Forscherszene, das schliesslich zu ihrer allgemeinen Anerkennung führte. Die Entdeckung der Eiszeiten ist eine der grossen wissenschaftlichen Leistungen des 19. Jahrhunderts. Doch oft, so Krüger, stehe sie etwas im Schatten anderer Durchbrüche jener Zeit wie der Begründung der organischen Chemie, der Entstehung der modernen Geisteswissenschaften oder der Evolutionstheorie. Wohl deshalb fehlte bis heute eine umfassende, länderübergreifende Darstellung der Eiszeitforschung.

Diese Lücke in der Wissenschaftsgeschichte hat Tobias Krüger mit seiner breit angelegten Untersuchung nun geschlossen. Entstanden ist sie im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunkts Klima (NFS Klima), mit Sitz an der Universität Bern. Die Aktualität seiner Arbeit unterstreicht der junge Historiker so: «Nicht zuletzt lässt sich von der Entdeckung der Glazialzeiten und den damit verbundenen Einsichten in die Funktionsweise des Klimas eine Brücke schlagen zu den gegenwärtigen Diskussionen um einen sich abzeichnenden Klimawandel.»

Bevor wir uns dem Siegeszug der Eiszeittheorie zuwenden ein weiterer Abstecher zu Pfarrer Wytttenbach und seiner Preisfrage: Die Ausschreibung stachelte den

Berner Forschergeist offenbar nicht im erhofften Masse an. Auf die Frage nach der Ausdehnung der Gletscher in der Vergangenheit traf bei der Ökonomischen Gesellschaft keine einzige Antwort ein. Tobias Krüger erklärt sich diesen Misserfolg unter anderem durch die Schwierigkeiten bei der Arbeit mit historischen Dokumenten: «Zuerst muss man wissen, wo entsprechende Urkunden zu finden sind, und dann muss man daraus auch noch schlau werden. Die Texte sind oft in schlechtem Latein geschrieben und geben mitunter nur indirekt Auskunft über Fragen wie die Länge eines Gletschers.» Eine Methode, um qualitative Angaben zur Klimaentwicklung in quantitative Daten überzuführen, hat übrigens der Berner Umwelthistoriker Christian Pfister entwickelt, in dessen Gruppe Krüger forschte.

Woher kommen die Findlinge?

Den Ausgangspunkt für die Eiszeitforschung bildeten die zahlreichen, über die Landschaften Nordeuropas und des Alpenraums verstreuten Findlinge. Für ihre Existenz gab es bis ins Mittelalter nur mythische Erklärungen. Erst im Laufe des 18. Jahrhunderts tauchten naturwissenschaftliche Erklärungsversuche auf. Die Hypothesen reichten vom Transport der Felsblöcke durch die Sintflut oder durch Geröll- und Schlammfluten, über ihre Verfrachtung auf Eisschollen, bis hin zur Vermutung, bei den Findlingen handle es sich um vulkanisches Auswurfmaterial.

Um 1750 wagte eine Reisebeschreibung aus Chamonix erstmals die These vom Gletschertransport der Findlinge. Allerdings



Stich der Forschungsstation von Louis Agassiz auf dem Unteraargletscher.

stellte zu diesem Zeitpunkt noch niemand eine Beziehung zwischen den Bewegungen der Gletscher und den Schwankungen des Klimas her.

Eigentliche Eiszeittheorien wurden zwischen 1818 und 1837 entwickelt. Und zwar praktisch zeitgleich in Norwegen und in der Schweiz. Wichtigster Ansatzpunkt war dabei die Vermutung, eine globale Abkühlung habe einst zu grossflächigen Vergletscherungen geführt. «Das grosse Problem der Eiszeitforscher war jedoch», so schreibt Tobias Krüger, «dass sie nicht anzugeben vermochten, wie es zu einer solchen weltweiten Temperaturverringerung gekommen sein sollte. Sie waren deshalb gezwungen, auf zukünftige Forschungen zu verweisen.»

Die ersten Verfechter der Eiszeit sahen sich noch mit weit grundlegenden Schwierigkeiten konfrontiert: Sie waren ihrer Zeit um Längen voraus. So erschienen zeitgenössischen Forschern gigantische Gletscher, wie sie die Glazialtheorie implizierte, als schlicht unvorstellbar. Erst Berichte von Polarexpeditionen liessen solche Annahmen als plausibel erscheinen. Und schlimmer noch: Die Vorstellung einer von langen Kältephasen geprägten Erde stellte die gesamte Klimaforschung der vergangenen Jahrzehnte in Frage. Hatten nicht führende Gelehrte eben erst für Frankreich und sogar für Skandinavien ein ehemals tropisches Klima nachgewiesen?

Die Erfindung der Eiszeit

Bevor sich eine revolutionäre Idee wie die Eiszeittheorie durchsetzen konnte, mussten also zuerst die Köpfe frei werden.

Wie Tobias Krüger nachweist, dauerte es rund 50 Jahre, bis die Erkenntnis einer Glazialzeit in der Wissenschaft als Faktum anerkannt war. Eine entscheidende Rolle auf diesem Weg spielte die Erfindung des Begriffs «Eiszeit». Diese «wirkungsmächtige Metapher», so Krüger, habe für die Verbreitung der neuen Theorie eine «kaum zu unterschätzende Bedeutung» gehabt. Metaphern, so zeigen linguistische Untersuchungen, erfüllen bei der Erschliessung neuer Bedeutungsfelder eine Schlüsselfunktion – sie ermöglichen, eine neue Realität von einer bekannten her zu verstehen.

Zu verdanken ist die griffige Umschreibung «Eiszeit» dem deutschen Biologen Karl Friederich Schimper. Er machte seine Wortschöpfung 1837 durch ein Gedicht zum Geburtstag von Galileo Galilei öffentlich. Kurze Zeit später übernahm der Zoologe Louis Agassiz den Begriff in einer Ansprache vor der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, die Wissenschaftsgeschichte schreiben sollte. Der Neuenburger Forscher lancierte die These, die Findlinge seien nach dem Rückzug der Gletscher im Schweizer Mittelland liegen geblieben.

Schimper und Agassiz waren Studienfreunde und betrieben – bis sie sich zerstritten – auch gemeinsam glaziologische Studien. Zu ihrem Kreis zählte auch der Walliser Kantonsingenieur Ignatz Venetz, der als Autodidakt zur Gletscherforschung gekommen war. Er führte das aktuell beobachtete verstärkte Gletscherwachstum auf ein kühleres Klima zurück. Als Ursache zog er – als einer der ersten – astronomische Gründe in Betracht. Ein Gedanke, den er

aber rasch wieder verwarf, weil er sich mathematisch nicht erhärten liess. Keiner dieser drei Forscher kann laut Tobias Krüger als Erfinder der Eiszeit gelten. Als Vater der heutigen Theorie sieht der Historiker den dänisch-norwegischen Geologen Jens Esmark. Doch Louis Agassiz übernahm den Part des «Gletscher-Evangelisten», der die neuen Ideen auf dem internationalen Wissenschaftsparkett bekannt machte.

Erkenntnisse des Pfarrerssohns

Tobias Krüger beschreibt Agassiz' Bedeutung als die eines «intellektuellen Katalysators» und nicht eines bahnbrechenden Forschers. Der Historiker rückt auch die Rolle eines Schweizer Gelehrten ins richtige Licht, der bereits 40 Jahre vor Agassiz und seinen Mitstreitern pionierhafte Gletscherforschung betrieb: Bernhard Friederich Kuhn. Er war der Sohn des Pfarrers von Grindelwald und legte während seines Jurastudiums in Bern 1787 die erste wissenschaftliche Untersuchung über den Transport von Felsmaterial durch Gletscher vor. Der Gedanke einer Eiszeit allerdings, so Krüger, sei diesem fremd gewesen. Und genauso falsch sei die in der wissenschaftsgeschichtlichen Literatur weit verbreitete Auffassung, bereits Kuhn habe die Existenz von Findlingen im Seeland auf den Transport durch Gletscher zurückgeführt.

Nichtsdestotrotz fanden die Beobachtungen des jungen Juristen am Oberen und Unteren Grindelwaldgletscher noch Jahrzehnte nach ihrer Veröffentlichung höchste Anerkennung führender Gletscherforscher. Bernhard Kuhn gehörte übrigens auch zu den Gründern der Berner Naturforschenden Gesellschaft – Seite an Seite mit Samuel Wytenbach, dem Pfarrer der Heiliggeistkirche. Ganz im Gegensatz zu Wytenbach liess Kuhns Begeisterung für die geheimnisvolle Gletscherwelt aber bald nach. Er wandte sich anderen Gebieten zu. Der Grindelwaldner wurde Rechtsanwalt, Professor und erfolgreicher Politiker. Er brachte es zum Polizei- und Justizminister und schliesslich gar zum Präsidenten der Helvetischen Republik. Gestorben ist er in der Irrenanstalt von Avenches – nur kurz bevor unter dem Begriff «Eiszeit» ein wissenschaftlicher Quantensprung seinen langwierigen Siegeszug antrat.

Kontakt: Tobias Krüger, tobias.krueger@hist.unibe.ch

Die Dissertation «Die Entdeckung der Eiszeiten und deren Rezeption» von Tobias Krüger erscheint im Frühling 2007 als Buch im Schwabe Verlag, Basel.

Der geplatzte Traum von der perfekten Kugel

Das Pantheon in Rom ist ein Bau der Superlative: Der Koloss mit der grössten unverstärkten Betonkuppel der Welt hat so viele Historikerinnen, Architekten und Archäologen in seinen Bann gezogen wie kaum ein anderes Bauwerk. Ein Berner Forschungsteam hat jetzt erstmals das ganze Pantheon digital aufgenommen – und mit einem Mythos aufgeräumt.

Von Astrid Tomczak-Plewka

Es ist kalt an diesem Dezembertag im Jahr 2005. Eiskalt. Eine vermummte Gestalt, bei der man nur vermuten kann, dass es sich um einen Menschen handelt, steht auf einem Dach in Rom hinter einem Gerät, das ziemlich schwer und kostbar aussieht. Tatsächlich handelt es sich dabei um einen Laserscanner, Kostenpunkt eine viertel Million Franken. Die Gestalt hinter dem Gerät ist Nikolaos Theocharis. Seine Mission: Die digitale Vermessung des Pantheons. Von insgesamt zwanzig Standorten ausserhalb und innerhalb des Pantheons «tasten» der Bauingenieur Theocharis und die beiden Archäologen Ralph Rosenbauer und Oskar Kaehlin mittels des technischen Wundergeräts das Bauwerk ab. Aus dieser Arbeit des Berner Teams der Institute für Wissenschaftsgeschichte und Archäologie ergibt sich eine Datenmenge von über 500 Millionen Messpunkten, mindestens alle zwei Zentimeter einer.

Das Problem der Flächenrückführung

Zurück in der Wärme seines Büros im Karman Center (siehe Kasten) der Universität Bern, fängt für Theocharis die eigentliche Arbeit erst an: Die Millionen von Punkten werden mit Hilfe eines speziellen Computerprogramms zu Flächen und diese wiederum zu einem dreidimensionalen digitalen Modell zusammengesetzt. Klingt ganz einfach, ist aber hoch komplex. Die so genannte Flächenrückführung stösst bei solch grossen Objekten wie dem Pantheon an ihre Grenzen. Damit Punkte tatsächlich eine realitätsgetreue Fläche bilden, müssten sie extrem eng nebeneinander liegen, also ein sehr feines Raster bilden. Für kleinere Objekte – beispielsweise ein Auto oder ein menschliches Gesicht – geht dies relativ gut. Eine millimeterfeine Rasterung des Pantheons würde jedoch die Rechnerkapazität sprengen: Je grösser die Datenmenge,

umso genauer ist zwar die Rekonstruktion, aber umso langwieriger wird auch die Verarbeitung. «Man muss einen Mittelweg zwischen möglichst hoher Präzision und Machbarkeit finden», sagt Theocharis. Die Lücken zwischen den einzelnen Punkten werden mittels komplizierter Berechnungen gefüllt. Das ist ein sehr zeitaufwendiges Unterfangen. Doch ein halbes Jahr später liegt das Resultat dieser Fleissarbeit vor. Einige Bereiche des Pantheons – zum Beispiel die Innenschale der Kuppe – wurden bereits vollständig berechnet.

«Wir haben weltweit das grösste digitale Architekturmodell eines Bauwerks, und zwar innen und aussen», sagt der Wissenschaftstheoretiker Gerd Grasshoff, der das Projekt zusammen mit seinen Kollegen vom Institut für Archäologie, Michael Heinzelmann und Markus Wäfler leitet. Dafür hat sich der Aufwand gelohnt – etwa die Grippe-Erkrankungen, die sich die Berner Forscher im kalten römischen Winter geholt haben, oder die unzähligen Bewilligungen, die für die Laseroperation am Patienten Pantheon eingeholt werden mussten. Ja, sogar auf den Segen des Vatikans mussten die Forscher warten. Und da das Pantheon in unmittelbarer Nähe zum Parlament liegt, hatten sie sich auch des Verdachts zu erwehren, eine getarnte Terroristenaktion im Schild zu führen. Oft arbeiteten Nikolaos Theocharis und seine Kollegen in der Dunkelheit – dann, wenn keine Touristen im Weg standen. Immerhin: «Dank der neuen Technologie können zwei Personen in zwei Wochen die wichtigsten Daten erheben», so Theocharis. «Früher hätte man für die gleiche Arbeit 20 Jahre gebraucht.»

Erfahrungen aus Istanbul

Für Nikolaos Theocharis ist die Arbeit am Pantheon die logische Fortsetzung seiner früheren Beschäftigung. Während vier

Jahren hat er sich mit der Geometrie des «achten Weltwunders», der Hagia Sophia in Istanbul auseinandergesetzt. Zusammen mit dem Berner Kunsthistoriker Volker Hoffmann gelang es, den Bauplan der Kirche herzuleiten (vgl. UniPress 124). Dabei wurde die gleiche Lasertechnik eingesetzt wie nun beim Pantheon in Rom. Das Laser-scanning des Pantheons, ist jedoch eine Nummer grösser, da es sich dabei um eine Gesamtaufnahme handelt, anders als in der Hagia Sophia, wo nur ein Teil des Innenraums gescannt wurde.

Die Kuppel hat einen Durchmesser von über 40 Metern – zum Vergleich: Die Kuppel des Petersdoms war ursprünglich grösser als die des heidnischen Vorbilds geplant. Doch die Architekten mussten vor dieser Forderung kapitulieren und so ist der Kuppeldurchmesser des Petersdoms um 1,40 Meter kleiner als der des Pantheons.

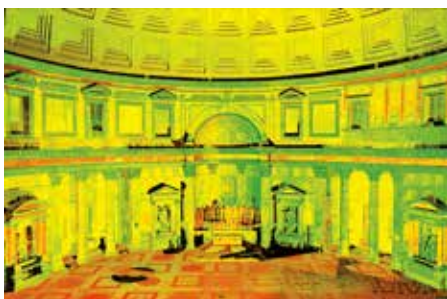
Die Kugel hat keinen Platz

Bis jetzt ist man davon ausgegangen, dass der Kuppeldurchmesser des Pantheons genau der Distanz vom Fussboden bis zur Öffnung im Kuppeldach entspricht – was also bedeuten würde, dass die Kuppelwölbung die Hälfte einer idealen Kugel bildet. Oder anders gesagt: Führt man die Kuppelkonstruktion nach unten weiter, müsste die so entstehende Kugel den Boden tangieren. «Falsch», sagt Nikolaos Theocharis. «Aufgrund unserer Datenanalyse haben wir die Erkenntnis gewonnen, dass die Kugel fast einen halben Meter unter dem Boden hindurch führen würde.»

Eine weitere Erkenntnis ist die, dass die Gebäudehülle Deformationen aufweist. Zu diesem Schluss gerät man, wenn man die einzelnen Messpunkte am Computer auf eine ideale Kugel «legt». Damit ist zurzeit ein Student beschäftigt. Und ein Blick auf den Bildschirm zeigt: Viele Punkte finden sich nicht auf, sondern Millimeter



Das Pantheon wird vermessen...



...und später digitalisiert.

oder Zentimeter neben der Kugeloberfläche – Unregelmässigkeiten, die mit den herkömmlichen Messmethoden kaum feststellbar sind, geschweige denn mit blossen Auge. Theocharis weist auch darauf hin, dass es sich beim digitalen Berner Modell um eine Momentaufnahme vom Dezember 2005 handelt. «Theoretisch könnte es sein, dass sich in der Zukunft weitere Verformungen ergeben», sagt der Ingenieur. Ein späterer Vergleich durch eine erneute Laseraufnahme könnte wichtige Aufschlüsse liefern. Die Forscher gehen davon aus,

dass die Deformationen aufgrund klar definierter, äusserer Einflüsse – wie beispielsweise Erdbeben – entstanden sind. Denkbar ist auch, dass die Umweltverschmutzung Einfluss auf die Gebäudehülle hat. Solche Fragen sollen dank der Forschung am Berner Modell beantwortet werden können. Die Berner Projektgruppe erhofft sich von der neuen Arbeit aber auch Aufschluss über das grösste ungelöste Rätsel, welches das kolossale Bauwerk umgibt. «Im Zentrum steht sicher die ganz banale Frage: Warum steht die Kuppel eigentlich immer noch?»,

Eine Kaderschmiede für Geisteswissenschaftler

Das digitale Pantheon dient als Pilotprojekt des neu geschaffenen Karman Center, das am 1. Oktober 2006 offiziell seine Pforten öffnet. Das Karman Center ist ein Institut der philosophisch-historischen Fakultät der Universität Bern und funktioniert als eine Art Graduiertenkolleg. Der geisteswissenschaftliche Nachwuchs soll hier die Möglichkeit erhalten, in interdisziplinären Projekten auf internationalem Spitzenniveau zu forschen.

«Bis jetzt herrscht in den Geisteswissenschaften eine Monokultur. Die Forscher entwickeln irgendwelche Themen und sitzen auf ihren Daten, bis sie sterben», sagt der verantwortliche Planer Gerd Grasshoff. «Die Zukunft der Geisteswissenschaften liegt aber in einer Arbeitsteilung.» Im Gegensatz zur bisher gängigen Praxis in den Geisteswissenschaften reichen Doktoranden ihre Dissertationsthemen nicht beim Karman Center ein – es läuft umgekehrt: Das Karman Center schreibt Dissertationsthemen aus, für die sich Doktoranden bewerben können. Die Besonderheit dabei: Es gibt keine Einzelkämpfer. Bei jedem Projekt müssen

mindestens zwei Forschende aus verschiedenen Fächern beteiligt sein.

Zudem müssen die Dissertationen nach zwei Jahren abgeschlossen sein. Da die Doktoranden im Karman Center arbeiten, ist auch eine optimale Betreuung garantiert. «Dadurch wächst auch das Engagement der Betreuer», so Grasshoff. «Sie sitzen mit den Doktoranden im gleichen Boot und sind deshalb intensiver auf Erfolg ausgerichtet.»

Fürs kommende Wintersemester sind 6 Dissertationsgebiete (darunter das Pantheon) für insgesamt 14 Doktoranden ausgeschrieben. Die Projekte werden mit Forschungsstipendien von 32 000 Franken jährlich pro Doktorand unterstützt. Finanziert werden die Projekte zum Teil durch die Fakultät, zum Teil durch die Josephine de Kármán Stiftung. Diese wurde vom ungarischen Raumfahrtpionier Theodor von Kármán gegründet. Als erster Direktor des neuen Instituts hat die Fakultät Alt-Rektor Christoph Schäublin gewählt. Das Karman Center hat seinen Sitz am Falkenplatz, in einem Gebäude, das der Kanton zur Verfügung stellt. Der Kanton hat auch die Anschubfinanzierung (Infrastruktur etc.) des Centers sichergestellt.

so Gerd Grasshoff. Eine Frage, welche seit Jahrhunderten Heerscharen von Baufachleuten, Archäologen und Kunsthistorikern umtreibt. Schliesslich ist das Pantheon (Baujahr ca. 125 nach Christus) mit seinen enormen Ausmassen das grösste vollständig erhaltene Relikt aus jener Zeit. Andere Kuppeln – wie eben die der Hagia Sophia – sind zwischenzeitlich eingestürzt.

Ein Zentrum der Pantheonforschung

Mit dem dreidimensionalen Modell verfolgen die Berner ehrgeizige Ziele: «Das digitale Pantheon soll zum Kernprojekt der internationalen Pantheon-Forschung werden», so Grasshoff. Um dies zu erreichen, werden im Pantheon-Projekt erstmals Prinzipien angewandt, wie sie bis jetzt vor allem aus Naturwissenschaften bekannt sind: Nicht nur die Forschungsergebnisse, sondern auch die Grundlagen-Daten sollen via Web der internationalen Forschergemeinde zur Verfügung gestellt werden. Umgekehrt sollen internationale Forscher ihre Erkenntnisse und Rohdaten wiederum ins Projekt einspeisen. Ein Anfang ist gemacht: Auf der Website des Karman-Centers können schon spezifische Daten geladen werden – beispielsweise Quer- oder Längsschnitte durchs Pantheon. Sämtliche Daten verfügbar zu machen, ist aber aufgrund der Menge nicht möglich. Die 500 Millionen per Laser ermittelten Punkte entsprechen einer Datenmenge von 10 Gigabyte. Zum Vergleich: Der zweiseitige Text, den Sie gerade lesen, umfasst rund 40 Kilobyte. Die Datenmenge des Pantheons würde also rund 500 000 Textseiten entsprechen... Solche technischen Einschränkungen tun der Anziehungskraft des Projekts keinen Abbruch. Im November findet in der Bundesstadt ein «Gipfeltreffen der Pantheonforschung» statt, wie Grasshoff stolz erklärt. Die Elite der internationalen Pantheon-Forschung hat sich für diesen Anlass angemeldet. Es führen eben doch nicht alle Wege nach Rom – oder höchstens auf der digitalen Autobahn: Oder wie Nikolaos Theocharis augenzwinkernd festhält: «Künftig braucht man gar nicht mehr nach Rom zu reisen, um das Pantheon zu sehen. Man muss sich nur noch vor den Computer setzen.»

*Kontakt: Prof. Dr. Gerd Grasshoff,
gerd.grasshoff@philo.unibe.ch
Dipl. Ing. Nikolaos Theocharis, theocharis@ikg.unibe.ch
www.karmancenter.unibe.ch*

Wundersame Druckvermehrung

Geplant waren Untersuchungen zum Fließverhalten des Blutes. Entstanden ist aus jahrelanger Grundlagenforschung ein mechanischer Druckverstärker, der einfache Pumpen auf Hochdruckleistung tunt. Zugrunde liegt eine Theorie der Strömung unter extremen mechanischen Bedingungen, die an der Akademie bisher keine Beachtung fand.

Von Marcus Moser

John Stark empfängt in einer hellen, mit blauer und gelber Farbe akzentuierten Werkhalle in Thun. Schwere Drehbänke, Bohr- und Schleifmaschinen stehen da, dazwischen zwei hellgraue, computergesteuerte Exemplare. Hier wird Präzisionsmechanik betrieben, wovon die überall herumstehenden, glänzenden Metallstücke in verschiedenen Formen und Grössen zeugen. Der Prospekt der hier ansässigen «Double-Cone Technology AG» (DCT) hat die Neugierde geweckt: Im Zentrum steht ein mechanischer Druckverstärker, der einfache Pumpen auf Hochdruck trimmen soll.

Ein Modell mit der neuen Technologie hat auf einem Küchentisch Platz. Eine Niederdruckpumpe mit 4 bar Druckleistung treibt einen Wasserkreislauf an. Damit könnte die Pumpe Wasser von 0 bar (Umgebungsdruck) auf 4 bar Druck fördern. Dr. John Stark, technischer Direktor der DCT AG, schaltet den Druckverstärker zu: Der Systemdruck steigt an und stabilisiert sich bei einem Plus von 11 bar. Die Druckleistung der Pumpe beträgt nach wie vor 4 bar, nur dass Dank der Druckverstärkung nach der Pumpe nun 15 bar zur Verfügung stehen und somit Wasser von Umgebungsdruck bis auf 15 bar Druck gefördert werden könnte. Ein Grund für die Druckvermehrung ist auf den ersten Blick nicht erkennbar.

Geheimnisvoller Doppelkonus

Stark ist sich die Verwunderung der Besucher gewohnt, wenn er das Modell demonstriert. Nur wer sich bückt und den Wasserzylinder des Systems genauer

inspiziert, sieht den vermeintlichen Grund für die wundersame Druckvermehrung. Da steckt das etwa 20 cm lange, in den Wasserkreislauf integrierte Metallstück von vielleicht zwei Zentimetern Durchmesser mit dem «besonderen» Innenleben. Doppelkonus nennt der Erfinder die Technologie zur Druckverstärkung; abgeleitet von der spezifischen Geometrie, die das Innere des Röhrchens ausmacht: zwei konusförmige Verengungen mit jeweils unterschiedlichen Winkeln, die mit den engen Enden gegeneinander stehen (siehe Abbildung). Soweit jedenfalls unterstützt auch der Firmenprospekt die Mutmassung. Wichtig nun: Dort, wo die beiden Koni sich im Rohrrinnern treffen, sind rechtwinklig Löcher eingebohrt. Ist der Doppelkonus angeschlossen und der Flüssigkeitskreislauf etabliert, werden durch diese Bohrungen umgebende Flüssigkeiten oder Gase angesogen und in den Kreislauf integriert. Daraus entsteht die Druckverstärkung.

Geschickt nutzt Stark die anhaltende Verwirrung und bittet in einen Nebenraum. Hier ist ein Prototyp für Filteranwendungen aufgebaut. Die Grundkonstruktion ähnelt dem Modell, nur dass hier nach dem in dieser Grösse unübersehbaren Druckverstärker ein Filterelement eingebaut ist. Diese Anlage dient zur Entmineralisierung von Leitungswasser. Durch den Einsaugstutzen des Doppelkonus wird Wasser angesogen und mit erhöhtem Druck einem Filterelement zugeführt und entkalkt. Analog zum Modell beträgt hier das Plus durch die Verwendung des Druckverstärkers 3 bar gegenüber der Druckerhöhung durch die Pumpe von 4 bar. Die Demine-

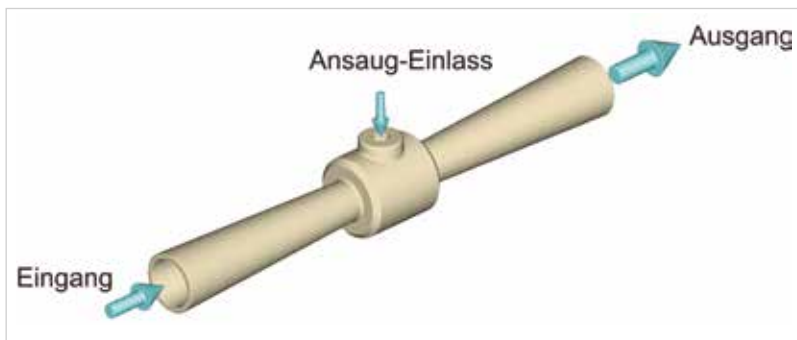
ralisierung in der Membrane findet also bei einem Systemdruck von 7 bar statt. Messinstrumente zeigen die Leitfähigkeit vor und nach der Filterung, welche in der beschriebenen Anlage von 400 auf beeindruckende 9 Mikrosiemens pro Zentimeter reduziert wird. Die Leitfähigkeit ist ein Mass für die Menge in Wasser gelöster Mineralien wie zum Beispiel Kalk (oder Salz in Meerwasser).

Alle Vorteile der neuartigen Konstruktion sind in dieser Anlage realisiert: Robuste und geräuscharme Niederdruck-, statt anfällige und lärmige Hochdruckpumpe für die Grundspeisung, keine beweglichen Teile im Doppelkonus, kompakte Baumasse der Gesamtanlage, insgesamt guter Wirkungsgrad und damit Energieeffizienz. Die Anlage ist zudem einfach zu bedienen und verlässlich im Betrieb. Logische Folge: Der gesamte Kreislauf ist patentiert. Mit ähnlichen, jeweils spezifisch aufgebauten Kreisläufen und Filterelementen kann verunreinigtes Wasser aufbereitet oder Meerwasser entsalzt werden.

20 Jahre Grundlagenforschung

Mittlerweile hat sich Werner Straub, emeritierter Professor für Innere Medizin der Universität Bern, hinzugesellt. Mit einer Hand weist er auf den Prototyp: «Wer hätte schon gedacht, dass eine derartige Maschine ein Ergebnis von über 20 Jahren Grundlagenforschung wird.» Straub erinnert sich und spricht von den Anfängen. Von seinem «Hobby», wie er es nennt – der Hämo-Rheologie, also der Erforschung der Fliesseigenschaften des Blutes.

«Das menschliche Gefässsystem hat eine Gesamtoberfläche von der Grösse eines Fussballfeldes», erläutert Straub. Und dennoch gelingt es dem schwachen Herzen, den zähen Saft Blut in die letzten Kapillaren zu pumpen. «Wenn man die üblichen Reibungsverluste an der Grenzschicht von fest zu flüssig unterstellt, würde die Pumpleistung des Herzens dafür nie und nimmer ausreichen. Ich wollte wissen, warum das dennoch geht.» Der damals junge Internist



Schematischer Aufbau des DCT Druckverstärkers.

stellte sich Fragen: Könnte es sein, dass das Blut durch seine spezifische Beschaffenheit oder andere Gründe gewissermassen reibungslos durch das Gefässsystem gelangt? Straub: «Was ich damals suchte, war eine Theorie des <Gleitens>.»

Rheologische Laboratorien, in denen das Strömungsverhalten von Flüssigkeiten untersucht wird, gab es in der Schweiz Mitte der 1970er Jahre kaum, Fachleute waren rar. Straub machte sich auf die Suche nach einem Spezialisten, den er in der Person des britischen Mathematikers John Stark schliesslich fand. Gemeinsam wurde in einem kleinen Raum in einem Untergeschoss des Inselspitals ein Labor eingerichtet: Das Abenteuer Grundlagenforschung konnte beginnen.

Bald schon war jedoch klar, dass das Fliessverhalten des Blutes mit seinen spezifischen Phänomenen mit den vorhandenen Theorien zu laminaren Strömungen nicht erklärt werden konnte. Es musste sich um turbulente Strömungen handeln, wofür es diesbezüglich keine funktionierenden Theorien gab. Stark experimentierte und rechnete, rechnete und experimentierte. Jahrelang. 1982 fand er eine Geometrie, die auf Flüssigkeiten unter bestimmten mechanischen Bedingungen druckverstärkend wirkte. Nur mit Blut funktionierte es nie. Stark: «Dem Blut passte einfach nicht, was wir mit ihm anstellten. Es verhielt sich immer anders, als wir angenommen hatten.» Erst mit dem Wechsel auf Wasser liessen sich die theoretischen Voraussagen im Experiment nachvollziehen.

Patentieren statt publizieren

Mitte der 1980er Jahre schliesslich war es so weit: John Stark hatte seine «Theorie der Strömung unter extremen mechanischen Bedingungen» entwickelt. Ein Durchbruch. Ein erster Doppelkonus, dessen Geometrie auf der neuen Theorie aufbaute, wurde zum Patent angemeldet. Auch mit der Theorie machte das Duo Stark / Straub vorwärts: Sie wurde den namhaftesten Koryphäen im Feld der Hydrodynamik zur

Kenntnis gebracht. Doch die Reaktion der Gelehrten war niederschmetternd. Werner Straub zitiert den Dichter Morgenstern, um das damals Unverständliche zwanzig Jahre später verständlich zu machen: «Und daraus schliesst er (der Herr Professor) messerscharf, dass nicht sein kann, was nicht sein darf.» Eine ernsthafte Auseinandersetzung mit der neuen Theorie fand damals nicht statt, die Reaktionen reichten den Schilderungen gemäss von Ignoranz bis hin zu Herablassung.

John Stark hat die damalige Kränkung überwunden und kommentiert das Verhalten heute lakonisch: «Die Professoren waren mit dem alten Wissen in ihre Stellungen gekommen. Offenbar hat die neue Betrachtungsweise sie zu sehr bedroht und war für sie nicht nachvollziehbar.» Publiziert ist die neue Theorie bis heute nicht, ihre Gültigkeit beweist Stark seither dafür regelmässig bei neuen Versuchen und bei der Berechnung neuer, inzwischen patentierter Anlagen.

Die ausbleibende Anerkennung der akademischen Welt hatte Folgen: «Einige Kollegen an der Fakultät spotteten, der Stark erfinde im Keller wohl das <Perpetuum Mobile>», erinnert sich Straub. «Mit meiner Emeritierung mussten wir für die Fortsetzung der Arbeiten neue Rahmenbedingungen finden. 1999 gründeten wir – auch mit Hilfe der Universität Bern – eine AG und fanden im Ruag-Areal in Thun geeignete Räume.» Erleichternd für die junge Firma: Die Ruag AG stellte die Werkhalle und einen ausgezeichneten Mechaniker drei Jahre lang gratis zur Verfügung. Inzwischen gehört er zum Team



DCT RO Entsalzungsanlage mit einer Kapazität von 170 Kubikmeter Trinkwasser pro Tag. Die Anlage misst 1,7 x 4,5 x 1,4 Meter (H x L x B). Der Test auf Gran Canaria läuft seit September 2005.

von fünf Leuten und ist nicht mehr wegzu-denken. Seit 1999 konnte die Technologie in verschiedenen Prototypen dank Geldern diverser Förderorganisationen weiter erprobt und verfeinert werden. Mit Erfolg: 2004 gewann die Firma DCT für ihre Innovationen den «Swiss Technology Award».

Die DCT-Technologie ist weltweit inzwischen durch rund 40 Patente und Patentanwendungen geschützt. Um so mehr ärgert es Werner Straub, dass keine Schweizer Firma als industrieller Partner gewonnen werden konnte. Mittlerweile sind aber verschiedene Investoren in die Bresche gesprungen, so dass die Finanzierung laut Straub bis auf weiteres gesichert ist. Seit Oktober 2005 läuft eine in Thun geplante und gebaute Entsalzungsanlage mit DCT-Technologie auf Gran Canaria (siehe Abbildung). «Die dortige Universität ist führend im Gebiet der Entsalzungsanlagen. Die Zusammenarbeit funktioniert gut, die Anlage läuft und die Rückmeldungen sind positiv.» Werner Straub ist optimistisch, dass der Marktdurchbruch der gereiften Früchte seines ursprünglichen «Hobbys» kurz bevorsteht. Gelingt es, wird vielleicht auch die akademische Welt der Doppelkonus-Technik die Referenz erweisen.

Kontakt: Dr. John Stark, Double-Cone Technology AG, j.stark@doublecontechology.com
Prof. Werner Straub, w.straub@bluewin.ch

Finanzierung / Förderung: Universität Bern; KTI/CTI Förderagentur für Innovation; Bundesamt für Energie BFE; Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft; Wasser- und Energiewirtschaftsamt WEA, Kanton Bern.



UniPress wird sogar in Kamerun gelesen

Vor 30 Jahren erschien die erste Nummer von UniPress, das damals noch Uni intern hiess. Andreas Sommer, der von 1976 bis 1988 die Informationsdienste der Universität Bern aufbaute, im Gespräch mit dem heutigen Kommunikationschef Marcus Moser.



Moderation: Astrid Tomczak-Plewka

Andreas Sommer, warum haben Sie vor 30 Jahren das UniPress gegründet?

Andreas Sommer: Das Unimagazin wurde zeitgleich mit der Pressestelle aufgebaut. Im Fahrwasser der 68er-Bewegung wurden viele Institutionen zur Selbstreflexion angeregt. Damit stieg auch das Bedürfnis dieser Institutionen, nach aussen zu kommunizieren, was sie tun. Weltweit wurden zuhauf Pressestellen geschaffen, und auch die Universität Bern schrieb die Stelle aus. Ich bekam den Job mit dem weitläufigen Auftrag vom Rektor, die 6000 Franken Jahresbudget sinnvoll einzusetzen.

Also keine inhaltlichen Vorgaben.

Andreas Sommer: Nein, ausser natürlich der, der Universität nicht zu schaden. Aber man ahnte, dass man jetzt transparenter werden sollte. Dazu ist auch zu sagen, dass die Pressestelle nicht dem Rektorat unterstellt war, sondern einer Senatskommission. Die trat einmal jährlich zusammen und hat mich einfach machen lassen. Es waren eben sieben Weise...

Die Kommunikation nach aussen als primäre Aufgabe von UniPress – ist das immer noch so?

Marcus Moser: Ja. Natürlich hat sich die Kommunikationsarbeit in all den Jahren differenziert; neue Produkte und Medien sind dazu gekommen. Neben «UniPress» gibt es heute die Webzeitung «uniaktuell» und unsere Mitarbeitendenzeitung «Unilink». Es geht um Kommunikation nach aussen und nach innen. Diese beiden Aufgaben hattest Du, Andreas, ja auch schon: Wenn ich genau hinsehe, gab es ja bereits wenig später im «UniPress» einige Seiten «UniPress intern» mit Informationen für die Mitarbeitenden.

Andreas Sommer: Ja, genau. Ich spreche hier von den ersten paar Monaten. Die 6000 Franken reichten knapp aus, um die ganze Pressearbeit erstmal anzustossen. Ich habe mich im Restaurant Mazot hingesetzt und einen Brief an den Rektor geschrieben, in

dem ich skizzierte, was jetzt eigentlich nötig wäre: ein Pressedienst mit Bulletins, eine interne Plattform zur Kommunikation, ein aussagekräftiger Jahresbericht, eine Agenda, ein Magazin, usw. Mein Hauptanliegen war es aber, den Kulturschatz der Universität zu zeigen – mittels Tagen der offenen Tür, mittels Ausstellungen und eben mittels eines populären Unimagazins. Die Aufbruchstimmung war toll, ich habe von der Universität sehr viel Unterstützung bekommen. Nach nur drei Jahren hatten wir bereits ein Lohn- und Sachbudget von 250 000 Franken...

Im Vergleich zu heute hatten Sie aber damals bescheidene technische und personelle Mittel...

Marcus Moser: Wenn ich an eure Produktionsbedingungen denke... Chapeau, eine tolle Leistung. Das war ja noch vor der Ära des Desktop Publishing.

Andreas Sommer: ... ja, das kam erst später. Wir haben die Offset-Vorlagen noch geklebt. Das hat aber auch Spass gemacht.

Welche Ansprüche hatten Sie denn an dieses Unimagazin?

Andreas Sommer: Dieses Magazin sollte primär ein kulturelles Schaufenster sein, weniger ein universitätspolitisches; für Leute, die Lust haben hinzuschauen, was ihre Universität mit ihrem Steuergeld macht. Wir wollten die Beziehung zur ideellen und materiellen Trägerschaft glaubwürdiger gestalten. Und wir wollten allgemein verständlich sein. Wir liessen uns von einer Umfrage leiten, laut der 34 Prozent der Deutschen sagten, Dosierung bedeute: In Dose verpackt. Mit diesem Zitat sind wir zu allen Professoren gegangen und haben um Popularisierung gekämpft. Wir wollten schon den gebildeten Bürger erreichen – aber der Notar in Spiez oder der Jurist und Grossrat in Biel etwa ist natürlich in Chemie, Theologie oder Astronomie auch ein Laie...



Die Aufbruchstimmung war toll, wir hatten viel Freiraum.

Andreas Sommer

Marcus Moser: Wenn ich auf die Geschichte zurückblicke, stelle ich fest: Wir stehen mit unserer Zielsetzung klar in euren Schuhen – lesbar und verständlich sein für ein Laienpublikum. Daneben gibt es auch in der Herstellungsweise Parallelen: Die Rubriken werden heute von Journalistinnen und Journalisten geschrieben, die Themenbeiträge von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Allerdings bestehe ich darauf, dass auch diese Artikel redigiert werden.

Andreas Sommer: Wir haben radikal Artikel überarbeitet. Wir hatten wenig Originaltext drin. Auch wenn ein Artikel von einem Wissenschaftler gezeichnet wurde, haben wir ihn stark redaktionell bearbeitet.

Marcus Moser: Und, wie beliebt hast Du dich damit gemacht?

Andreas Sommer: Viele schätzten diese Hilfe. Es gibt weiss Gott viele Wissenschaftler, die tolle Sachen zu bieten haben, aber ihren Stoff eben nicht auch dem Laien verständlich darstellen können. Wir haben deshalb vieles zusammen erarbeitet.

Marcus Moser: Eine andere Beobachtung: Viele Themen sind für die Universität über all die Jahre ähnlich geblieben. Jedenfalls ist dies mein Eindruck, nachdem ich mich quer durch alte Nummern gelesen habe. Da geht es immer wieder um die Legitimation des universitären Alltags und seiner Ergebnisse gegenüber den Steuerzahlenden, ums Ringen um – mit heutiger Terminologie gesprochen – neue Studiengänge, ums Verhältnis zum Kanton. Witzig fand ich eine Glosse, in der Du das professorale Klagelied über die vielen administrativen Nebenaufgaben und die dadurch mangelnde Zeit für Forschung karrierst. Das war 1978 – das Lied wird selbstverständlich heute noch gesungen. Der Chor ist inzwischen aber grösser geworden...

Andreas Sommer: Ich glaube aber wirklich, dass die Guten oft zu wenig Zeit haben und mit irgendwelchen mediokren Verpflichtungen zugedeckt sind. Deshalb haben wir oft Ghostwriting gemacht: Ich habe mir die Infos mit einem Interview geholt und einen Text geschrieben, der dann von dem entsprechenden Wissenschaftler gezeichnet wurde. Wenn ich von gewissen guten Leuten etwas haben will, muss ich ihnen helfen Zeit zu sparen, etwa indem ich für sie die Texte entwerfe.

Marcus Moser: Das wäre ein Argument für eine volljournalistische Version des UniPress. Ich habe mir tatsächlich überlegt, ob das wünschbar wäre. Allerdings geht dies aus finanziellen Gründen nicht; die Fachbeiträge von Uni-Angehörigen müssen wir ja nicht abgelden, journalistische Beiträge hingegen schon. Aber es macht meines Erachtens auch Sinn, wenn ein Teil der Beiträge von Uni-Angehörigen geschrieben wird. Das schafft eine Verbundenheit mit diesem Produkt, bringt Identifikation. Ausserdem muss ich Dir widersprechen: Ich habe auch schon festgestellt, dass gerade die sehr guten Leute, bei denen man das Gefühl hat, dass die bereits bis zur Grenze belastet sind, sich für UniPress Zeit nehmen. Das freut mich.

Wieviel Freiheit hatten Sie bei der Themenwahl?

Andreas Sommer: Wir sollten ja das UniPress entwickeln und fühlten uns dabei auch frei. Ein Beispiel dafür ist die Selbstironie vieler Titelbilder. Wir hatten relativ früh die Idee: Die Uni ist ein Elfenbeinturm, eine strenge Institution – wir wollten genau dieses Bild selbstironisch aufbrechen. Ein Beispiel dazu ist etwa die Geologie-Nummer: Die Protagonistin auf dem Titelbild trägt einen Nabholz-Trainer und auf dem Bild steht der Titel «Ich studiere Geologie, weil ich den Stein des Anstosses suche.» Wir haben sie extra in einen Nabholz-Trainer gesteckt, weil der Doyen der Geologen damals Professor Nabholz war. Dieses Titelbild ist für mich auch ein Beleg dafür, dass wir viel Freiraum hatten. Oder

Manchmal fehlt mir ein kleines Augenzwinkern.

Marcus Moser



beispielsweise verulkten wir in einer Nummer die viel geforderte Interdisziplinarität, die wir auf dem Titel als «Achter ohne Steuermann» zeigten. Heute staune ich, wenn ich das sehe und würde rückwirkend den Repräsentanten der Uni ein Lob aussprechen.

Marcus Moser: Diesem Lob schliesse ich mich an. Um verständlich zu machen, unter welchen Bedingungen wir heute arbeiten, muss man festhalten: Die Universitäten sehen sich meiner Wahrnehmung nach grösseren Belastungen ausgesetzt als vor 30 Jahren. Der Kostendruck in verschiedenen Bereichen steigt; Zusammenarbeit und gleichzeitige Konkurrenzpositionierung sind nicht einfach zu verbinden. Kurzum: Universitäten mit vollem Programm sind nicht mehr selbstverständlich. Ausserdem gibt es durch die Fachhochschulen neue Konkurrenz. Auch die Bologna-Reform verstärkt den Druck, sich als wettbewerbsfähige Institution zu positionieren. Aufs Ganze betrachtet habe ich den Eindruck, dass mehr Ernst ins System gekommen ist. Das färbt auf die Kommunikationsprodukte ab: Insgesamt mehr Ernsthaftigkeit. Manchmal fehlt mir ein kleines Augenzwinkern, ein Quäntchen Selbstironie...

Andreas Sommer: Diese Entwicklung spiegelt sich tatsächlich auch im UniPress. Für die Zielgruppe ist es aber entscheidend, dass ein solches Produkt nicht nur beeindruckt, sondern auch zum Lesen animiert und unterhält...

Marcus Moser: ...diesem Anspruch wollen wir natürlich auch Genüge leisten – ich erinnere beispielsweise an die Nummer 127 über «Virtuelle Welten». Die Bildstrecke entsprach dem Thema und war – sagen wir mal – für Universitätsverhältnisse doch recht wild...

Andreas Sommer: ... ja, grossartig. Überhaupt scheint mir, dass ihr alle Produkte, von der Agenda bis zum UniPress, klug und professionell weiter entwickelt habt.

Marcus Moser: Für mich ist UniPress auch nicht primär ein PR-Produkt; es soll offener sein und journalistischen Kriterien genügen. Der Jahresbericht ist für mich ein PR-Produkt. Da gibt es klare Spielregeln und Erwartungen. Als Unimagazin darf UniPress für mich überraschender sein, hinterfragend, vielleicht auch mal kontrovers.

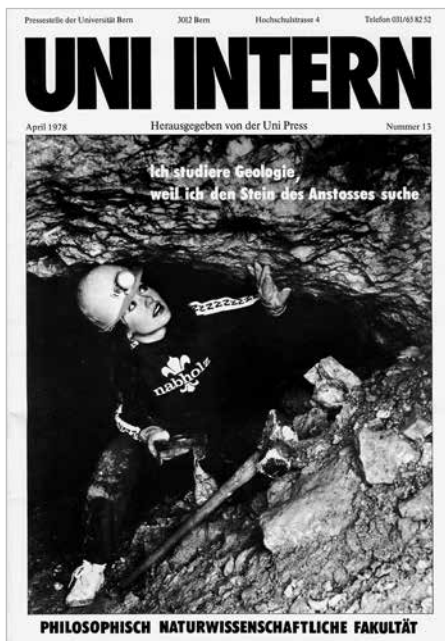
Wo liegen die Grenzen solcher Kontroversen?

Marcus Moser: Am konkreten Beispiel: Es ist spannend, dass an der medizinischen Fakultät neben der Schulmedizin auch Alternativmedizin unterrichtet wird. Das entspricht den Erwartungen vieler Patientinnen und Patienten. Ich hätte gerne über die damit verbundenen unterschiedlichen Welt- und Menschenbilder eine UniPress-Nummer gemacht. Gerade im letzten Jahr haben wir dieses Thema nicht aufgreifen können, weil gleichzeitig eine politische Debatte darüber lief. Da war es mir zu heikel, weil alle Lager richtiggehend auf irgendwelche Stellungnahmen warteten.

Andreas Sommer, Sie haben die Freiheit betont. Freiheit kann man nur haben, wenn man auch die finanziellen Mittel hat. Wie wichtig waren Inserate fürs UniPress?

Andreas Sommer: Wir hatten jeweils drei bis vier Inserateseiten pro Ausgabe. Wir haben aber nie einen Druck gespürt, Inserate zu akquirieren. Allerdings haben wir periodisch auch die Abonnenten angeschrieben – das UniPress war ja wie heute gratis zu beziehen – und um einen freiwilligen Beitrag gebeten. Da sind jeweils durchschnittlich 10 000 Franken zusammengekommen. Das war für uns auch ein bewusst eingesetzter Gradmesser für den Goodwill, den wir bei den Leuten hatten.

Marcus Moser: Bei den Inseraten spiegelt sich der Zeitgeist. Früher gabs im UniPress doch tatsächlich Zigaretten- und Bierwerbung. Beim Relaunch vor zwei Jahren habe ich bei der Inserateagentur bestimmte



Werbereiche ausgeschlossen. Es ist heute nicht mehr möglich, Tabak- oder Alkoholwerbung zu machen. Ich habe auch gesagt, dass ich keine Autowerbung will, weil sich das mit gewissen Inhalten «beissen» könnte. Viele Bereiche an der Uni beschäftigen sich mit Nachhaltigkeit. Wenn wir eine Nummer zum Thema «Ökologie» machen, wäre Autowerbung eher fehl am Platz. Aber immerhin können wir heute einen Viertel bis einen Drittel der Produktionskosten durch die Werbung decken.

Welche Nummer, die Sie selber verantwortet haben, gefällt Ihnen am besten?

Andreas Sommer: Für mich wars keine UniPress-Nummer. Das Beste, was wir in meiner Zeit gemacht haben, war die Wanderausstellung, mit der wir durch den Kanton Bern gezogen sind. Damit haben wir über 35 000 Besucher erreicht. Auch toll war etwa der Video-Bus mit selbstproduzierten Filmen, der nach dem Motto «Veni, vedi, video» über 50 Standorte bezogen hat. Ich habe keine Erinnerungen an eine spezifische UniPress-Nummer. Die Titelbilder zu gestalten hat allerdings schon grossen Spass gemacht. Irgendwann gabs für die Titelbilder sogar einen kantonalen Fotopreis.

Marcus Moser: Ich hatte Freude an der Nummer 126 zum Thema «Lebensalter». Offenbar konnten wir mit dieser Nummer das Thema in den Schweizer Medien lancieren – das habe ich zumindest von aussen gehört. Zwei Personen, die in dieser Nummer geschrieben haben, tauchten danach auffallend häufig in den Medien auf. Die Nummer wurde auch oft nachbestellt; neben dem Jugendlichkeitskult tritt heute eine neue Würdigung des Alters auf. Mit einem Forschungsbericht in dieser Nummer haben wir zudem schweizweit eine Diskussion über die Qualität von Biomilch ausgelöst. So

nebenbei: Sehr gefreut hat mich kürzlich eine Adress-änderung: Da ist ein Abonnent von Kamerun nach Südafrika umgezogen und hat gebeten, UniPress doch künftig auch dort zu erhalten. Tun wir!

Andreas Sommer: Also kein Grund, für UniPress schwarz zu sehen...

Welches Fazit ziehen Sie, Andreas Sommer, über die erste UniPress-Zeit?

Andreas Sommer: Das UniPress war das Produkt, das ich am meisten beherrschen konnte – also so machen, wie ich wirklich wollte. Extrem wichtig war es aber in meinem Arbeitsalltag nicht, ich habe dem UniPress nur rund 20 Prozent der Arbeitszeit gewidmet. Aber es macht natürlich Freude, so was zu machen. Was man erarbeitet hat, liegt nun dinglich in der Hand, frisch und wohlriechend aus der Druckerei.

Marcus Moser: Ja, es macht viel Spass, wenn das Heft endlich aus der Druckerei kommt. Bis man den ersten Druckfehler sieht...

Andreas Sommer: Einmal hatten wir einen ganz bösen, sogar auf der Frontpage. Glücklicherweise war es das Heft zur Theologie, und dort weiss man ja besonders gut um die Vergebung...

Kontakt: *Andreas Sommer, andi@andisommer.ch*
Marcus Moser, marcus.moser@kommunikation.unibe.ch

Sie ist tief in Bern verwurzelt

Fast ein halbes Jahrhundert hat die Pflanzenforscherin im Botanischen Garten verbracht. Jetzt nimmt sie Abschied von dieser Welt – und auch wieder nicht: Brigitta Ammann, die neue Ombudsperson der Universität Bern.



Von Astrid Tomczak-Plewka

«So, jetzt reichs.» Ganz so resolut wie der Satz wohl klingen sollte, kommt er nicht aus Brigitta Ammanns Mund. Etwas verlegen steht die emeritierte Professorin inmitten jener Pflanzen, die «fast ein halbes Jahrhundert» ihr Arbeitsumfeld bildeten. Genug hat sie nicht von ihrer Arbeit. Was sie ungeduldig werden lässt, ist vielmehr der Fototermin, den sie wohl oder übel über sich ergehen lassen muss. Obwohl: «Wehgetan hats nicht. Beim Zahnarzt ists schlimmer», sagt Brigitta Ammann mit diesem offenen Lachen, mit dem sie einen im Laufe des Gesprächs oft überrascht. Fast mädchenhaft wirkt die 65-Jährige, wie sie da im Bauerngarten des Botanischen Garten steht, versucht, sich für den Fotografen ins rechte Licht zu rücken – sie, die so gar nicht eitel wirkt. Sie trägt ihr graues, fast weisses Haar mit natürlicher Würde. Ungezwungen ist ihre ansteckende Begeisterung wenn sie auf die Rückenschwimmer zeigt, eine spezielle Insektenart, die sie im kleinen Weiher entdeckt hat. Mit sprudelnder Herzlichkeit begrüsst sie einen Kollegen, der mit seinen tschechischen Gästen durch den Garten geht.

«Ihr müsst unbedingt die Gletscher besuchen, solange es sie noch gibt», ruft Brigitta Ammann den Ausländern auf Englisch zu. Natürlich ist es ein Scherz; doch er hat einen ernsthaften Hintergrund: Die Pflanzenspezialistin, die sich intensiv mit der Klimaforschung auseinandersetzt, konnte Zeit ihres Forscherlebens beobachten, wie der Mensch der Natur immer mehr zu schaffen macht. «Die Erfüllung des Kyoto-Protokolls muss eines der höchsten Ziele der Politik sein», sagt Brigitta Ammann bestimmt. Wenn sie so spricht, ist ihr Blick sehr intensiv, zwingt zum Zuhören. Plötzlich verdrängt der wissenschaftliche Ernst die jugendliche Unbeschwertheit in ihrem Ausdruck. Sie, die sich mit Jahrhunderten, ja Jahrtausenden pflanzlicher Entwicklung beschäftigt

hat, bedauert «die Ignoranz der Politik für jahrhundertelange Prozesse». Doch die Natur schlägt zurück: «Die zunehmende Häufung von Naturereignissen à la Hurrikan Kathrina ist vielleicht für die Menschen eine verständlichere Sprache», sagt sie dann. Es klingt nüchtern, nicht resigniert. «Ich denke, das Wissen über die Notwendigkeit zur Veränderung ist vorhanden. Aber vielleicht wird die Einsicht nicht schnell genug umgesetzt», stellt sie fest.

Nicht schnell genug: Wer sieht, wie Brigitta Ammann rasch, mit wachen Sinnen aufnimmt, was in ihrer Umgebung vor sich geht – zum Beispiel beim Gang nach draussen, dass die Studierenden gerade eine Prüfung schreiben – realisiert: Vielleicht hat diese Frau, die sich als Berner «Aboriginal» bezeichnet («ich bin hier geboren, aufgewachsen, zur Schule gegangen»), eine ganz unbernische Eigenschaft – die Ungeduld. «Ja, das kann durchaus sein», sagt Brigitta Ammann. Aber das gehört ja auch zum Wesen einer Forscherin. «Man ist getrieben, neue Erkenntnisse zu gewinnen.»

Diese jugendlich wirkende Ungeduld ist nur eine Seite von Brigitta Ammann. Die andere ist ihre Fähigkeit, zuzuhören, Anteil zu nehmen. Man merkt dies, wenn sie durchs Institut geht, hier und dort jemanden grüsst, erzählt, wie die eine von einer schweren Krankheit wieder genesen ist. Wenn sie so durch ihr Revier wandert, hat sie etwas Mütterliches an sich. Das ist nicht zu verwechseln mit gluckenhaft. Gluckenhaft zu sein wollte sie sich auch bei ihrer eigenen Tochter nicht leisten. Wenn die Wissenschaftlerin berufsbedingt im Ausland war, musste der Nachwuchs eben auch mal ohne die Mutter auskommen. «Ich glaube, das hat ihr geholfen, selbständig zu sein», sagt Brigitta Ammann. Sie hat erwartet, dass ihre Tochter das schafft. Genau



so, wie sie erwartet, dass ihre Studierenden die Aufgaben bewältigen. «An wissenschaftliche Arbeiten habe ich hohe Ansprüche. «Quick and dirty» zählt da nicht», sagt sie. Aber ansonsten sei sie «wohl keine sehr strenge Chefin».

Sechs Wochen hat sich Brigitta Ammann Zeit gegeben, um ihr Büro zu räumen. Es ist voll gestopft mit Büchern, Aktenkartons, Bildern, Fotos, Karten. Auf dem Tisch steht – wie in all den Jahren – ein Blumenstrauß. Wehmut verspürt sie (noch) nicht. «Aber mein Forschungsteam werde ich schon vermissen.» Den Kontakt mit dem wissenschaftlichen Nachwuchs wird sie allerdings so schnell nicht verlieren. Mit dem Wintersemester tritt Brigitta Ammann ihr neues Amt als Ombudsperson der Universität Bern an. «Da kommt vieles auf mich zu, von dem ich keine Ahnung habe», sagt sie. «Aber ich denke, ein wichtiger Teil wird es sein, gut zuzuhören.» Wenn man so vor ihr sitzt, diesen wachen Blick auf sich spürt, kann man eigentlich nur zuversichtlich sein: Dieser Frau kann man vertrauen. Gerade weil sie beide Seiten kennt. «Vor Äonen war ich mal in der Mittelbauvereinigung», sagt sie. «Und ich habe dort ein paar Kolleginnen und Kollegen getroffen, die um eine neutrale Anlaufstelle froh gewesen wären.» So sieht sie sich denn auch in erster Linie als Ansprechpartnerin für den Mittelbau, der in einer Sandwichposition zwischen den Studierenden und den Professoren steht. «Diese Leute leisten hervorragende Arbeit und werden miserabel entlohnt», findet Brigitta Ammann.

Vom geistigen Ruhestand ist Brigitta Ammann also weit entfernt. Und sie wird jetzt mehr Zeit haben, um Vernachlässigtes nachzuholen. Was ist denn in den letzten Jahren zu kurz gekommen? «Ou, vieles», sagt sie lachend. «Ich bin unsportlich bis zum geht nicht

mehr.» Diesbezüglich werde sich allerdings nichts ändern. Auch der privaten Pflanzenzucht wird sie sich nicht mehr als bis anhin widmen. «Ich habe nur ein paar wilde Blümchen und Kräuter auf dem Balkon», sagt sie. «Ich fürchte, einen richtigen Garten würde ich vernachlässigen.» Dafür reichts eher mal wieder zu einem Konzertbesuch.

Brigitta Ammann lässt nochmals den Blick über den Botanischen Garten, hinunter zur Aare schweifen. «Ein wunderschöner Arbeitsplatz», sagt sie. Und dann, auf die Frage, welches denn ihre Lieblingspflanze sei, kommt wieder das herzhafteste Lachen. «Was, nur eine? Es gibt doch soooo viele!» Obwohl, eine gibt es schon. Es ist der Gingko. «Er ist», sagt sie, «ein gelungenes Wesen, bildschön». Ein versonnenes Lächeln spielt um ihre Lippen. «Im Herbst, wenn alles schon verblüht ist, ist er noch goldgelb.» Zudem stamme der Gingko aus der Vorzeit, sei damit eigentlich «ein lebendiges Fossil». Ein Fossil, welches auch Goethe faszinierte. Er hat ein Gedicht über den Gingko geschrieben. «Aber das sage ich jetzt nicht auf», sagt Brigitta Ammann mit jugendlichem Trotz.

Schliesslich tut sie's doch noch. «Dieses Baums Blatt/ der von Osten meinem Garten anvertraut/ Giebt geheimen Sinn zu kosten/ Wie's den Wissenden erbaut», lauten die ersten Worte. Brigitta Ammann rezipiert das ganze Gedicht. Und schliesst mit den Worten: «So, das war der alte Goethe.» Es sieht fast so aus, als ob eine gestandene Professorin bei einer mädchenhaften Schwärmerei ertappt worden wäre.

Celina Clavadetscher, ist fast zwölf Jahre alt, kommt aus Bern und geht in die sechste Klasse. Auch in diesem Jahr besucht sie wieder die Kinderuni.

Die Kinderuni ist für Kinder im Alter von acht bis zwölf Jahren offen. Sie können aus sechs Vorlesungen auswählen, die von Professoren der Universität Bern gehalten werden. In diesem Jahr standen unter anderem Mozart, Fussball, Biologie und das Tierspital auf dem Programm.

Die hier geäusserte Meinung muss nicht der Auffassung von Redaktion oder Universitätsleitung entsprechen.



Lieber an die Uni als zur Schule

Aufgezeichnet von Kathrina von Wartburg

Die Kinderuni gefällt mir sehr gut. Man lernt immer wieder etwas Neues. Und es ist spannend und interessant. Ich war schon letztes und vorletztes Jahr mit dabei. Vor drei Jahren gab es die erste Kinderuni, meine Mutter hat mir damals davon erzählt. Ich glaube, sie hat in der Zeitung davon gelesen. Seither gehe ich jedes Jahr hin. Ein paar Mädchen und Buben aus meiner Klasse kommen auch jedes Jahr.

Ich finde die Vorlesungen meistens sehr spannend. In der ersten Vorlesung erzählte der Professor zum Beispiel etwas über das Theater, wie das mit den Bildern im Hintergrund funktioniert und so. Da steht eine Person auf der Bühne, aber so, dass sie die Zuschauer nicht sehen können. Die stampft dann immer, wenn ein neues Bild im Hintergrund sein soll. Die alten Bilder werden dann mit Seilen so schnell wie möglich weggezogen. Dann erzählte der Professor auch noch etwas über Mozart: Wie der einmal seine eigene Oper angesehen hat und dann laut reingerufen hat, weil ihm etwas nicht gefallen hat. Ich glaube die Oper heisst irgendetwas mit «Entführung». Vorher wusste ich noch fast nichts über Mozart. Also ich wusste schon, dass er sehr berühmt ist und bekannte Musik gemacht hat; aber die Musik kannte ich nicht. Jetzt weiss ich auch noch, dass er klein war und jung gestorben ist. Ich höre meistens aufmerksam zu, aber ich schreibe nichts auf. Und zuhause lese ich dann auch keine Bücher über das Thema.

Die Vorlesung über das Theater war die erste der Kinderuni in diesem Jahr. Die Professoren müssen immer Hochdeutsch sprechen. Ich habe diesmal alles verstanden, der Professor hat nicht so kompliziert geredet. Die Professoren sind eigentlich sehr nett und lustig, aber manchmal reden sie schon ein bisschen kompliziert. Man muss sich dann sehr anstrengen beim Zuhören. Manchmal ist es auch ein bisschen langweilig.

In der Kinderuni ist es anders als in der Schule. Man braucht einen Ausweis um reinzukommen und die Zimmer sind viel grösser. Man hört nur zu und muss nicht zwischendurch noch Aufgaben lösen. Und wenn man etwas nicht verstanden hat, darf man am Schluss noch Fragen stellen. Mir gefällt das so. Ehrlich gesagt finde ich die Kinderuni besser als die Schule. Dorthin gehe ich nicht immer gern. Es hat auch immer viel mehr Kinder in der «Klasse», über hundert glaub' ich. Das finde ich gut so. Wenn es weniger hätte, könnte man natürlich mehr Fragen stellen, und der Professor hätte dann mehr Zeit diese zu beantworten. Das wäre auch gut.

Letztes Jahr war das Thema der Kinderuni glaube ich «Einstein». Aber ich erinnere mich vor allem an den Nachmittag zu Philip Maloney, der hat mir besonders gut gefallen. In diesem Jahr gehe ich nicht an alle Vorlesungen. Das Programm finde ich aber genauso gut wie im letzten Jahr, nur der Fussballnachmittag interessiert mich

nicht so, das ist eher etwas für Jungs. Dafür besuche ich noch eine Vorlesung über das Herz und eine über Tiermedizin. Der Herz-Professor ist glaub' ich noch berühmt. Aber besonders freue ich mich auf die Vorlesung über Tiere. Ein Tierarzt erzählt uns, was man tut, wenn sie verletzt sind und wie man sie behandelt. Im Begleitprogramm gehen wir dann ins Tierspital, das wird sicher sehr aufregend! Das Begleitprogramm gefällt mir sowieso noch etwas besser als die Vorlesungen. Dort können wir nicht nur zuhören, sondern dürfen auch selber etwas machen. Vielleicht dürfen wir dann einen verletzten Hund pflegen oder so...?

Es gibt eigentlich nichts, was mir an der Kinderuni nicht gefällt. Ich glaube, später werde ich auch mal an die Uni gehen. Ich weiss eigentlich auch schon welches Fach, ich weiss aber nicht genau wie man dem sagt. Etwas mit Krimi, Kriminal... Ich möchte nämlich gerne Detektivin werden, wie Philip Maloney. Ich denke das ist ein guter und spannender Beruf. Man kann Leute, die etwas Schlimmes getan haben, beobachten. Natürlich hat der Beruf auch Nachteile. Man muss zum Beispiel manchmal in der Nacht arbeiten. Mir würde das aber nichts ausmachen.

Nächstes Jahr bin ich fast dreizehn, ich glaube das ist zu alt für die Kinderuni. Dann muss ich wohl warten, bis ich an die richtige Uni gehen kann.

Kontakt: kavauwe@gmx.ch



Liebe und Tod

Sowohl über die Geschichte der Liebe wie über den Tod gibt es zahllose Forschungsbeiträge. Aber es fehlt ein Werk, das umfassend die gegenseitige Abhängigkeit und die Wechselwirkungen zwischen den Liebes- und Todesauffassungen vorstellte. Die vorliegenden Beiträge des Collegium generale der Universität Bern im Sommersemester 2004 enthalten Anregungen zu umfassenden Studien aus philosophischer, altphilologischer, theologischer, altgermanistischer, kunsthistorischer, literaturwissenschaftlicher, psychoanalytischer und sozialanthropologischer Perspektive.

Liebe und Tod

Berner Universitätschriften. Band 50. Gegensätze – Abhängigkeiten – Wechselwirkungen
Peter Rusterholz, Sara Margarita Zwahlen (Hrsg.) 2006 – kartoniert, 29 sw Abbildungen, 204 S., Haupt Verlag AG, CHF 48.–, ISBN 3-258-07062-8.



Minderheiten, Migranten und die Staatengemeinschaft

Wie lassen sich Rechte politischer Minderheiten rechtfertigen? Sind Minderheitsrechte Individual- oder Kollektivrechte? Wie weit geht das Recht auf Intervention? Ist Multikulturalismus eine Gefahr für die liberale Gleichheit? Haben Angehörige kultureller Minderheiten Sonderrechte? Und gibt es ein Recht auf Immigration? Zur Beantwortung dieser Fragen wurde von 1995 bis 1999 am Institut für Philosophie der Universität Bern ein Forschungsprojekt durchgeführt. Die Beiträge dieses Bandes gehen zum Teil auf dieses Projekt zurück und stammen zum anderen Teil von eingeladenen Autoren.

Minderheiten, Migranten und die Staatengemeinschaft

Wer hat welche Rechte?
Gerhard Seel (Hrsg.) 2006 – 224 S., Peter Lang Verlag Bern, CHF 62.–, ISBN 3-03910-647-3.



Lebensklug und kreativ

Noch nie in der Geschichte hat es so viele ältere Menschen gegeben – Grund genug, das Wissen und Können der älteren Generation darzustellen. Norbert Herschkowitz (Kinderarzt und Neurowissenschaftler, ehemaliger Leiter der Abteilung für kindliche Entwicklung an der Kinderklinik des Inselspitals) und Elinore Chapman Herschkowitz (Pädagogin) legen mit «Lebensklug und kreativ» einen Wegweiser für ein gutes Altern vor. Sie stützen sich dabei auf aktuelle Forschungsergebnisse der Gerontologie und der Neurowissenschaften. Ein Buch mit praktischen Anregungen für alle, «die das Potenzial ihrer reifen Jahre ausschöpfen wollen».

Lebensklug und kreativ

Was unser Gehirn leistet, wenn wir älter werden
Norbert Herschkowitz und Elinore Chapman Herschkowitz – 2006. 189 Seiten mit Abbildungen, gebunden, CHF 34.90, Herder Verlag Freiburg im Breisgau, ISBN 3-451-28654-8.



Apperzeption und Erfahrung

Gegen Kants Verfahren der transzendentalen Deduktion wurde wenige Jahre nach dem Erscheinen der zweiten Auflage der Kritik der reinen Vernunft viele Einwände erhoben. Martin Bondeli widmet sich diesem Abschnitt der frühen Kant-Rezeption. Zuerst werden die kantischen Lehrsätze, gegen die sich die Kritikansätze von Reinhold und Maimon richten, problematisiert. Dann folgt die Konfrontation der kantischen Ansichten mit den Einwänden.

Apperzeption und Erfahrung

Kants transzendente Deduktion im Spannungsfeld der frühen Rezeption und Kritik
Martin Bondeli – 2006. Schwabe Philosophica, Band X, 361 Seiten, gebunden, CHF 75.–, Schwabe Verlag Basel, ISBN 3-7965-2216-5.



Biographische Anthropologie

Was ist eine Biographie? Welche Grundlagen bestimmen das Bild, das sich Biographen von fremden Persönlichkeiten machen? Die vorliegende Berner Habilitationsschrift leistet einen Beitrag zur fehlenden Geschichte der biographischen Schreibformen und beschreibt diese im Kontext wechselnder, teils konkurrierender Menschenbilder der Moderne. Biographien werden als – häufig pädagogisch motivierte – anthropologische Fallgeschichten gelesen.

Biographische Anthropologie.

Menschenbilder in lebensgeschichtlicher Darstellung (1830–1940)
Christian von Zimmermann 2006 – VII, 555 S., gebunden, Verlag Walter de Gruyter Berlin u. New York, CHF 189.–, ISBN 3-11-018863-5.

Impressum

UniPress 130 September 2006
Forschung und Wissenschaft an der Universität Bern

Herausgeberin: Abteilung Kommunikation

Leitung: Marcus Moser (mm)

Redaktion: Marcus Moser (marcus.moser@kommunikation.unibe.ch); Astrid Tomczak-Plewka (astrid.tomczak-plewka@kommunikation.unibe.ch)

Mitarbeit: Bettina Jakob (bettina.jakob@kommunikation.unibe.ch);

Autorinnen und Autoren dieser Ausgabe:

Gerhard Beutler, (gerhard.beutler@aiub.unibe.ch);

Elmar Brockmann, (elmar.brockmann@swisstopo.ch);

Rolf Dach, (rolf.dach@aiub.unibe.ch);

Werner Gurtner, (werner.gurtner@aiub.unibe.ch);

Niklaus Kämpfer, (niklaus.kaempfer@mw.iap.unibe.ch);

Kaspar Meuli, (meuli@giub.unibe.ch); Thomas

Schildknecht, (thomas.schildknecht@aiub.unibe.ch);

Andreas Verdun (andreas.verdun@aiub.unibe.ch);

Kathrina von Wartburg, (kavauwe@gmx.ch)

Bildnachweise: Titelbild, Bilder Seiten 1, 3, 4, 7,

11, 16, 19, 22, 25 und 32: © Christine Blaser

Seite 6: Bild links: © Andreas Verdun

Seite 6: Bild rechts: © Bürgerbibliothek Bern, F.P.E. 554

Seite 9: © Universität Bern

Seite 13: © Bundesamt für Landestopografie/swisstopo

Seite 15: © ASI/ILRS

Seite 18: © ESA

Seite 21: © CODE Analysezentrum

Seite 24: © Bettina Jakob

Seite 27: © Alpines Museum

Seite 29: © Karman Center Bern

Seite 31: zvg © Double-Cone Technology AG

Seiten 33, 34, 35, 37 und 38: © Stefan Wermuth

Seite 39: © Stephan Blank

Seite 41: © bilderbox

Gestaltung: 2. stock süd, Biel

(mail@secondfloorsouth.com)

Layout: Patricia Maragno (patricia.maragno@kommunikation.unibe.ch)

Redaktionsadresse:

Abteilung Kommunikation der Universität Bern
Hochschulstrasse 4

CH-3012 Bern

Tel. 031 631 80 44

Fax 031 631 45 62

unipress@unibe.ch

Anzeigenverwaltung:

Go! Uni-Werbung AG

Rosenheimstrasse 12

CH-9008 St. Gallen

Tel. 071 244 10 10

Fax 071 244 14 14

info@go-uni.com

Druck: Stämpfli Publikationen AG, Bern

Auflage: 13500 Exemplare

Erscheint viermal jährlich,

nächste Ausgabe Dezember 2006

Abonnenten: «UniPress» kann kostenlos abonniert

werden bei unipress@unibe.ch

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck von Artikeln mit

Genehmigung der Redaktion.



Vorschau Heft 131

ALLES IN FARBE

.....
Weiss für die Unschuld, Rot für die Liebe, Schwarz für den Tod: Farben sind mehr als Sinneseindrücke – sie haben eine hohe Symbolkraft und machen die Welt um uns unverwechselbar und vielfältig. Farben scheiden aber auch die Geister – etwa Goethe und Newton. Farben sind unverzichtbarer Bestandteil von Kunst und Kultur, Religion und Politik. Und Farben prägen unseren Alltag: Von der Strassenampel in der Rushhour bis hin zum Abendrot am Himmel. Die ganze Welt der Farben: Das nächste UniPress schaut genau hin und versucht dem Geheimnis Farbe auf die Spur zu kommen. Dabei gibt's auch unbekannte Phänomene zu entdecken.

Senioren-Universität Bern

Programm Wintersemester: Oktober bis Dezember 2006

Wann und wo finden die Vorträge statt?

Dienstag 16.15–18.00: Hörsaal A6,
Institut für Exakte Wissenschaften (ExWi),
Sidlerstrasse 5, 3012 Bern.

Freitag 14.15–16.00: normalerweise
Hörsaal 110 (1. Stock), ausnahmsweise
Aula (2. Stock), Hauptgebäude der
Universität, Hochschulstrasse 4, 3012 Bern.

Das vollständige Programm kann bei unten-
stehender Adresse angefordert werden.

Dienstag, 24. Oktober, 16.15, ExWi
**Kommt es zu einem Krieg der Generati-
onen? – Plädoyer für eine Generationen-
politik**
Prof. Dr. rer. pol. Kurt Lüscher

Freitag, 27. Oktober, 14.15, Hauptgebäude
**Die Herzkranzgefässe, Schwachstelle
des menschlichen Körpers**
Dr. med. Bernhard Meier

Dienstag, 31. Oktober, 16.15, ExWi
**Hautkrebs – ein Problem der Älteren.
Neue und bessere Behandlungsmethoden**
Prof. Dr. med. Lasse R. Braathen

Freitag, 3. November, 14.15, Hauptgebäude
**Die Aufgaben der Schweizer Diplomatie
in Gegenwart und Zukunft**
Dr. rer. pol. Simon Geissbühler

Dienstag, 7. November, 16.15, ExWi
**Akupunktur und mehr – was die
chinesische Medizin zu bieten hat**
Dr. med. Brigitte Ausfeld-Hafter

Freitag, 10. November, 14.15, Hauptgebäude
Was wollen und was können Politiker?
Prof. Dr. rer. soz. Klaus Armingeon

Dienstag, 14. November, 16.15, ExWi
**Der Krieg als Vater musikalischer Dinge.
Fragen zur Militarisierung der Kunstmusik
in den Jahrzehnten um 1800**
Prof. Dr. phil. hist. Anselm Gerhard

Freitag, 17. November, 14.15, Hauptgebäude
**Asthma beim Menschen.
Atemwegsobstruktionen beim Pferd.
Gemeinsamkeiten und Unterschiede.**
Dr. med. vet. Cornelia Herholz

Dienstag, 21. November, 16.15, ExWi
**Aus Geometrie und Zahlentheorie:
Unerwartetes – Erstaunliches –
Ästhetisches**
Prof. Dr. phil. nat. Jürg Rätz

Freitag, 24. November, 14.15, Hauptgebäude
**Sigmund Freud und Paul Klee
– eine asymptotische Annäherung**
Dr. med. Hannelore Wildbolz

Dienstag, 28. November, 16.15, ExWi
**Gedächtnisfehleistungen und
Gedächtnistäuschungen**
Dr. phil. hist. Klemens Gutbrod

Freitag, 1. Dezember, 14.15, Hauptgebäude
**Geschichte und Gegenwart der Ukraine
zwischen Ost und West**
Dr. phil. Christophe von Werdt

Dienstag, 5. Dezember, 16.15, ExWi
**Erkrankungen der Bauchspeicheldrüse:
was tun?**
Prof. Dr. med. Daniel Candinas

Freitag, 8. Dezember, 14.15, Hauptgebäude
**Von der Caesar-Verschlüsselung zum
Online-Banking: Einführung in die
moderne Kryptographie**
Prof. Dr. phil. nat. Rolf Haenni

Dienstag, 12. Dezember, 16.15, ExWi
**Zahnfleischerkrankungen und Diabetes
mellitus**
Dr. med. dent. Giovanni Salvi

Freitag, 15. Dezember, 14.15, Hauptgebäude
**Zwischen Machtpolitik und unermessli-
chem Mitgefühl: Die Dalai Lamas**
Prof. Dr. phil. hist. Karénina Kollmar-
Paulenz

Dienstag, 19. Dezember, 16.15, ExWi
**Patientenverfügungen aus der Sicht des
Arztes**
Prof. Dr. med. Andreas Gerber

Freitag, 22. Dezember, 14.15, Aula,
Hauptgebäude
Konzert zum Jahresabschluss

Senioren-Universität Bern
Hochschulstrasse 4
3012 Bern
Tel.: 031 631 85 41
Fax: 031 631 83 36
mail: seniorenuni@lehre.unibe.ch
www.seniorenuni.unibe.ch

u^b

**b
UNIVERSITÄT
BERN**