

FESTVERANSTALTUNG

WELTRAUMFORSCHUNG GRAZ
- EINE ERFOLGSSTORY
WILLIBALD RIEDLER

Donnerstag, 26. 11. 2009, 11:00 Uhr s.t.
Technische Universität Graz, Aula
Rechbauerstraße 12, 1.OG

**Nachhaltige Entwicklungen
an der TU Graz und
ihre Initiatoren**

Inhalt

- 3 Bruno Besser**
Dipl.-Ing. Mag. Dr., Institut für Weltraumforschung der ÖAW
Österreichs Weg in den Weltraum bis 1968
- 6 Willibald Riedler**
em.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. DDr. Dr.-Ing.e.h., Institut f. Kommunikationsnetze und
Satellitenkommunikation der TU Graz
40 Jahre experimentelle Weltraumforschung Graz, persönliche Erinnerungen
- 34 Hans Sünkel**
o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn., Rektor der TU Graz
Der Beitrag der Geodäsie für die Weltraumforschung
- 38 Wolfgang Baumjohann**
Prof. Dr.rer.nat.habil., Institut für Weltraumforschung der ÖAW
Neue Entwicklungen in der Weltraumphysik
- 41 Otto Koudelka**
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn., Institut für Kommunikationsnetze und
Satellitenkommunikation der TU Graz
Vom Richtfunk zur interplanetaren Kommunikation

Bruno Besser

Dipl.-Ing. Mag. Dr., Institut für Weltraumforschung der ÖAW

Österreichs Weg in den Weltraum bis 1968

Österreichs Weg in den Weltraum bis 1968

Bruno Besser, Institut für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Die Weltraumforschung setzt ein breites Spektrum von Entwicklungen aus unterschiedlichsten Wissensgebieten voraus und konnte sich deshalb erst zur Mitte des 20. Jahrhunderts entfalten.

Aber bereits im 16. Jahrhundert hat ein aus Österreich stammender, in Hermannstadt wirkender, Büchsenmeister die Grundlagen für spätere Entwicklungen in der Raketentechnik geliefert, *Conrad Haas*. In einem Manuskript entwickelte er seine Ideen zum Bau von Kriegsraketen und konnte parallel dazu seine Ideen auch mit praktischen Versuchen untermauern. Ein weiterer wichtiger Schritt gelang dem in Österreich tätigen Astronomen *Johannes Kepler* mit seiner „Theorie der Bewegung von Himmelskörpern“, die das Tor zu detaillierteren himmelsmechanischen Arbeiten weit aufgestoßen hat.

Im beginnenden 20. Jahrhundert gelang *Victor Franz Hess* mit der Entdeckung und Erklärung der „kosmischen Strahlung“, die für die gemessene Strahlungszunahme mit steigender Höhe verantwortlich ist, ein weiterer Meilenstein in der sich gerade entwickelnden „kosmischen Physik“. Das darauffolgende Jahrzehnt der 20er Jahre wurde zur Geburtsstunde der „Raketentechnik für kosmische Zwecke“. Dabei entwickelten zahlreiche Österreicher wichtige zukunftsweisende Ideen: *Hermann Oberth* – Theorie des Weltraumraketenflugs; *Franz Ulinski* – Ionenrakete; *Max Valier* – Raketenentwicklungsprogramm; *Franz Hoeffft* – Weltraumflugzeug; *Guido Pirquet* – interplanetare Raumflugbahnen; *Herman Potočník*–(*Noordung*) – Weltraumstation; *Eugen Sänger* – Weltraumgleiter und Raketenbrennkammer; *Friedrich Schmiedl* – Postraketenexperimente; etc.

Nach dem 2. Weltkrieg wurden weitere Schritte in Richtung Weltraumforschung von *Otto Burkard* mit der Installation einer Ionosphärenstation an der Universität Graz im Jahr 1947 gesetzt. Auf institutioneller Ebene wurde durch die im Jahr 1949 erfolgte Gründung der „Österreichischen Gesellschaft für Weltraumforschung“ durch *Ferdinand Cap* und *Friedrich Hecht* und anschließender Mitbegründung der „Internationalen Astronautischen Föderation (IAF)“ ein wichtiger erster Schritt zur „Normalisierung“ der internationalen Wissenschaftsbeziehungen Österreichs getan. Die Aufnahme Österreichs in die UNO 1955 und der Einsatz sowohl beim Aufbau ihres Weltraumgremiums COPUOS (**Committee on the Peaceful Use of Outer Space** – Komitee zur friedlichen Nutzung des Weltraums), sowie im Internationalen Institut für Weltraumrecht (IISL – International Institute of Space Law) durch *Ernst Fasan*, unterstreichen Österreichs „Drang in den Weltraum“.

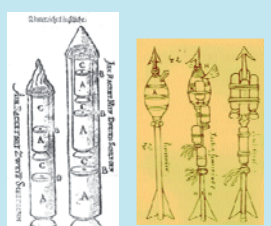
Die österreichische Wissenschaft beginnt im „Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/58“ mit dem Aufbau von Know-how in den „Weltraumwissenschaften“ und zu Beginn der 60er Jahre tritt dann Österreichs „Wissenschaftsgemeinde“ auch der COSPAR (**Committee on Space Research** – Komitee für Weltraumforschung) bei und kann damit ungehindert am Informationsfluss und Wissensaustausch der Weltraumwissenschaften teilnehmen. Ein Beitritt an der ebenfalls damals gegründeten europäischen Weltraumwissenschaftsorganisation ESRO (**European Space Research Organisation**), Vorläuferin der heutigen Europäischen Weltraumorganisation ESA (**European Space Agency**), scheidet an den nicht unwesentlichen Beitrittskosten.

In den 60er Jahren sind besonders das bereits erwähnte Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Graz unter *Otto Burkard* sowie der Institut für Geodäsie der Technischen Hochschule Graz unter *Karl Rinner* wesentliche Träger des „zarten Pflänzleins der österreichischen Weltraumforschung“. Eine wesentliche Erweiterung weltraumbezogener Aktivitäten ergibt sich erst mit der Berufung von *Willibald Riedler* an das neu zu gründende Institut für Nachrichtentechnik (und Wellenausbreitung) der Technischen Hochschule Graz im Jahre 1969.

IWF Raketen – Planeten


Conrad Haas
(ca. 1509 – 1569)
geboren in Dornbach (Wien)
ausgewandert nach Hermannstadt (Siebenbürgen)

Stufenrakete
Rakete mit „Stabilisierungsflossen“



Johannes Kepler
(1571–1630)
1594–1599: Graz
1600–1611: Prag
1612–1626: Linz

- Kepler'sche Gesetze



© OAW

IWF Entdeckung der Kosmischen Strahlung

Victor Franz Hess
(1883–1964)
geboren in Deutsch-Feistritz
Studium an Universität Graz
1910 Radiuminstitut, ÖAW
1920–30 Universität Graz
1921–22 US Radium Corp.
1931–36 Univ. Innsbruck
1937–38 Universität Graz
1938 Emigration in die USA



1911–1913: Ballonaufstiege bis ca. 5 km
„Abnahme der Strahlung nahe dem Boden gefolgt von Zunahme mit Höhe“
-> extraterrestrischer Ursprung

„Hess'sche Höhenstrahlung“
Kosmische Strahlung, cosmic rays

1936 Nobelpreis für Physik



© OAW

IWF Raketenrummel (1924–1932)

© Georg Deutsch

Franz Ulinski	Hermann Oberth	Max Valier	Franz Hoeffft
			
Guido Pirquet	Hermann Potočnik	Eugen Sänger	Friedrich Schmiedl
			

© OAW

IWF Kriegs-, Nachkriegszeit, 1960er Jahre

1938–1945: „Anschluß“; Emigration, „KZ Ebensee“

1945–1955: Besetzung durch die Alliierten

1947 Otto Burkard: **Ionosphärenstation**
Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Graz

1966 Karl Rinner: **Satellitenkameras am Lustbühel**
Institut für Geodäsie, Technische Hochschule Graz

Otto Burkard Siegfried J. Bauer Karl Rinner





© OAW

IWF Internationale Organisationen

1949 Ferdinand Cap: Inst. F. Theoretische Physik, Univ. Innsbruck
Friedrich Hecht: Chemisches Institut, Universität Wien

Gründung der „**Österreichischen Gesellschaft für Weltraumforschung**“

Friedrich Hecht



Ferdinand Cap





Österreich und die **Internationale Astronautische Föderation (IAF)**
1950/51 Gründungsmitglied: Österr. Ges. f. WRF
1954 5. Intern. Astronaut. Kongress in Innsbruck
(1972, 1986, 1993): IAC-Kongresse in Wien, Innsbruck, Graz

International Akademie für Astronautik (IAA)

© OAW

IWF Vereinte Nationen – COSPAR

COPUOS (Committee on the Peaceful Uses of Outer Space)
1958 International Institute of Space Law (IISL)
gegründet von IAF
Ernst Fasan, Peter Jankowitsch







Österreich und Committee on Space Research
gegründet 1958
1961 Florenz, Österreich eingeladen
1962 Unterkomitee für WRF eingerichtet
1963 Österreich tritt COSPAR bei
1966, (1978, 1984) Generalversammlungen in Wien, Innsbruck und Graz

© OAW

Willibald Riedler

em.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. DDr. Dr.-Ing.e.h.,
Institut f. Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation der TU Graz

40 Jahre experimentelle Weltraumforschung Graz, persönliche Erinnerungen



Arbeitsgemeinschaft für
Weltraumforschung und -technologie



Technische Universität Graz



Österreichische Akademie
der Wissenschaften



Technische Universität Graz



Institut für Weltraumforschung



Institut für Nachrichtentechnik
und Wellenausbreitung



Joanneum Research

40 Jahre experimentelle Weltraumforschung in Graz

Der 26. November 1969 und die Folgen, Persönliche Erinnerungen

Willibald Riedler

Die folgenden Ausführungen sollen einen Überblick geben, wie sich, ausgehend von kleinen Anfängen im Jahre 1969, die „Weltraumprojekte“ an der Technischen Universität Graz, später dann auch an der Akademie der Wissenschaften und bei Joanneum Research, entwickelt haben. Die Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern greift nur einige Meilensteine heraus, die mir wesentlich erschienen. Auch wurde auf die Nennung von Personennamen weitgehend verzichtet, um keine Ungerechtigkeiten entstehen zu lassen. Allen an der Entwicklung Beteiligten sei jedenfalls an dieser Stelle herzlich Dank gesagt.

Die Ausgangslage.

Das Jahr 1969 brachte außer einer Vielzahl wichtiger weltpolitischer Entscheidungen vor allem ein spektakuläres wissenschaftlich-technologisches Ereignis mit sich, das in seiner nicht zuletzt auch philosophischen Dimension einen Höhepunkt der menschlichen Entwicklung darstellt: die Mondlandung der NASA-Raumfähre Apollo 11 am 20. bzw. 21. Juli. Zum ersten Mal betrat der Mensch nach technologischen Vorarbeiten ohnegleichen einen außerirdischen Himmelskörper, nämlich den Mond. In Erinnerung bleibt der sensationelle Blick auf unseren Planeten Erde aus einer neuen Perspektive, der uns erst die Zerbrechlichkeit unseres Daseins bewusst macht.

Die Begriffe „Weltraumforschung“ und „Weltraumfahrt“ gewannen dadurch plötzlich eine neue Dimension, indem man praktisch vor sich sah, was auf diesem Gebiet bei Einsatz der nötigen finanziellen und personellen Mittel möglich ist. Zwar gab und gibt es kritische Stimmen in Bezug auf die hohen Kosten, insbesondere der bemannten Raumfahrt, doch stieg die Akzeptanz von auch teuren Weltraumprojekten, nicht zuletzt wegen des zweifellos hohen Innovationsschubes, der dadurch auch auf verwandten Gebieten erreicht wird man denke nur an die Nachrichten-, Navigations- oder meteorologischen Satelliten.

In vielen Staaten der Erde, insbesondere auch Europas, war man sich der Bedeutung der neuen Technologien durchaus bewusst und engagierte sich in kleineren oder größeren Programmen der Weltraumforschung und zwar sowohl auf nationaler als auch multinationaler Basis. Zu nennen sind hier vor allem ELDO (European Launcher Development Organisation) und ESRO (European Space Research Organisation), die in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich

wichtige Arbeiten leisteten. 1968 wurden dann aus Effizienzgründen ESRO und ELDO zur ESA (European Space Agency) zusammengeschlossen. Außer Staaten wie Frankreich, Großbritannien, Deutschland, etc. waren es durchaus auch kleinere Länder, die sich zusätzlich zu ihrer ELDO/ESRO Mitgliedschaft in eigenen Weltraumprogrammen engagierten. Zu nennen wären hier vor allem die Niederlande und die skandinavischen Staaten Norwegen, Schweden, Dänemark und Finnland, die sich ihre eigenen „Weltraumnischen“ suchten und dabei erfolgreich waren. So existierte in Skandinavien lange Jahre hindurch die SAR (Skandinavisk Arbetsgrupp för Rymdforskning), in deren Rahmen ein äusserst effizientes Raketenprogramm zur Erforschung der Erdionosphäre und des Nordlichts durchgeführt wurde. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, dass die Skandinavier hier den Heimvorteil des „Nordlichts¹ vor der Haustür“ hatten, was, auch in Bezug auf die zu schaffenden Raketenstartplätze, einen zusätzlichen Motivationsschub mit sich brachte. Letzteres Argument galt aber naturgemäß nicht für südlicher gelegene Staaten, wie die Schweiz, die Niederlande Deutschland, Italien, usw., die alle in den Sechzigerjahren Beteiligungen an Projekten der experimentellen Weltraumforschung in die Wege leiteten.

Lehrjahre in Schweden.

Mein eigener Werdegang führte mich von der Technischen Hochschule Wien, wo ich einige Jahre als Assistent am Institut für Hochfrequenztechnik tätig war und dort auch dissertierte², 1962 an das Geophysikalische Observatorium der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften (KGO) in Kiruna, der nördlichsten Stadt Schwedens. Auf die frei werdende Stelle hatte mich Hans Ortner³ aufmerksam gemacht, der seinerseits eben einen Posten bei COPERS, der Vorläuferorganisation der ESRO, antrat,.

Man lud mich ein, mich dort vorzustellen (damals noch eine Drei-Tages Zugreise) und vice versa, mir eine Meinung zu bilden. Die Gespräche mit Bengt Hultqvist⁴, dem langjährigen Vorstand des Instituts, verliefen sehr positiv und so kam es, daß wir nach langen interfamiliären Diskussionen im Frühjahr 1962 entgegen dem Rat so mancher wohlmeinender Freunde, unsere Zelte in Wien abbrechen und mit Sack und Pack in die Arktis (Kiruna liegt ca. 200 km nördlich des Polarkreises) übersiedelte. Ich habe dies nie bereut, obwohl der Unterschied Wien – Kiruna natürlich beträchtlich war. Auch meine Frau fühlte sich dort als geborene Finnin recht wohl, umso mehr als Kiruna zweisprachig, ja sogar dreisprachig ist (Schwedisch, Finnisch, Lappisch / Samisch).

¹ Die Erforschung des Polarlichts (Nord-, bzw. Südlicht) bildet den Schlüssel zum Verständnis des erdnahen Weltraums, der Magnetosphäre

² Dissertation: „Die Aufspaltung des elektrokinetischen Leistungstheorems“-

³ Prof. Johannes Ortner, langjähriger Geschäftsführer der Austrian Space Agency

⁴ Prof. Bengt Hultqvist, geb. 1927, einer der führenden europäischen Weltraumforscher, leitete das von ihm aufgebaute Forschungsinstitut in Kiruna von 1957 bis zu seiner Pensionierung.1994.

Von Anfang an war mein Aufgabengebiet sehr interessant und durchaus verantwortungsvoll. Schweden und somit das KGO begann sich eben mit experimenteller Weltraumforschung zu beschäftigen und es galt, sich die nötigen Grundlagen sowohl in physikalischer als auch technologischer Hinsicht zu erarbeiten und in praktische Projekte umzusetzen. Ich sollte die diesbezügliche Arbeitsgruppe leiten.

Das erste vollständig am KGO gebaute Messgerät für eine Raketennutzlast startete 1964. Ihm folgten eine größere Anzahl von Instrumenten mit verschiedenen Messaufgaben vorzugsweise für Starts von der neu errichteten ESRO-Raketenbasis Kiruna (ESRANGE, Eröffnung 1966) und der bereits vorhandenen Raketenbasis Andenes auf der norwegischen Insel Andøya. Meist fanden hierfür amerikanische, zweistufige Höhenforschungsraketen des Typs Nike-Tomahawk, Nike-Apache und ähnliche⁵ Verwendung die entsprechend der jeweiligen Messaufgabe Nutzlasten von typisch 20 bis 40 kg in etwa 100 bis 150 km Höhe bringen konnten.

Ich selbst war daneben auch als Konsulent für die ESRO tätig und im Rahmen dieses Vertrages für den aus geophysikalischen Gründen (z.B. bestimmte Formen des Nordlichts) richtigen Startzeitpunkt einer Reihe von ESRO - und anderen Raketen verantwortlich. Der Countdown auf ESRANGE dauerte oft die ganze Nacht hindurch und musste dann doch auf Grund fehlender Startbedingungen erfolglos abgebrochen, und in der nächsten Nacht wiederholt werden. Insgesamt also eine anstrengende aber sehr interessante Angelegenheit. Manchmal wurden mehrere, auch größere Raketen im Rahmen so genannter „Kampagnen“ mit genau aufeinander abgestimmter Startsequenz gestartet. Die umfangreichste, mit großen Anforderungen an die Logistik verbundene Kampagne dieser Art fand Februar/März 1969 statt mit rund einem Dutzend teilweise gleichzeitiger Starts von Kiruna und Andenes. Das Ziel, welches auch weitgehend erreicht wurde, war die nähere Erforschung eines PCA – Ereignisses.⁶

Mein Hauptprojekt war aber, mit einer kleinen Arbeitsgruppe das erste schwedische Satellitenmessgerät für den ersten ESRO – Satelliten zu entwickeln, das uns einige Jahre voll in Anspruch nahm. Es handelte sich dabei um die Messung niederenergetischer Elektronen und Protonen mit einer damals neuen Technologie, so genannten Channeltrons. Es war dies wissenschaftliches Neuland und daher sehr anspruchsvoll, aber gerade dadurch auch sehr befriedigend. Alles ging gut und der Satellit ESRO 1A (Aurorae) wurde am 3. Okt. 1968 an Bord einer amerikanischen Scout Rakete vom Western Test Range der NASA in Lompoc, Kalifornien, erfolgreich gestartet und lieferte jahrelang wertvollste Daten. Im darauf folgenden Jahr wurde dann auch ein nahezu

⁵ Vor allem waren dies US-amerikanische Surplus- Raketen

⁶ PCA: „Polar Cap Absorption“ : vollständiger Ausfall der Funkverbindungen über der Nordkalotte, hervorgerufen durch den Einfall hochenergetischer solarer kosmischer Strahlung

baugleicher Satellit mit der Bezeichnung ESRO 1B (Boreas) erfolgreich in seine Umlaufbahn gebracht (1.Okt. 1969) und Vorarbeiten für weitere Satelliten begonnen.

Wo bleibt Österreich ?

Anlässlich einer Reihe internationaler Konferenzen traf ich im Lauf der Jahre laufend österreichische Wissenschaftler, die ich unter anderem mit der Frage konfrontierte, warum sich Österreich nicht auch mit eigener Hardware im Weltraum engagierte und überhaupt der ESRO beitrete. Die Antwort war stets, man würde ja gerne, sei sich auch der zukunftsweisenden Bedeutung bewusst, aber dafür sei einfach kein Geld vorhanden. Dieser eher blamable Zustand erschien mir nicht stichhaltig. Was in anderen kleinen Staaten, wie z.B. eben Schweden möglich ist, ließe sich doch sicher auch in Österreich realisieren. Ein solches Engagement käme ja nicht „nur“ der Wissenschaft, sondern vor allem auch der Industrie zugute. Der Wissenschaft käme aber wie in anderen Ländern wohl eine Vorreiterrolle zu.

In dieser Situation erreichte mich am 3. April 1967 vollkommen unerwartet ein Brief der Technischen Hochschule Graz, ob, bzw. unter welchen Bedingungen ich bereit wäre, eine neu einzurichtende Professur für Nachrichtentechnik mit gleich lautendem Institut anzunehmen. Ich war dafür, wie sich später herausstellte, von meinen ehemaligen Lehrern der Technischen Universität Wien⁷ vorgeschlagen worden. (1966 hatte ich übrigens bei Prof. Ferdinand Steinhauser an der Universität Wien ein Zweitstudium aus Geophysik und Meteorologie mit einer zweiten Dissertation⁸ beendet, das - für mich als Nachrichtentechniker - auch eine gewisse Legitimation für meine zukünftigen Tätigkeiten auf dem Gebiet der Weltraumforschung darstellte).

Guter Rat war nun teuer: Ich war ja voll in eine große Zahl von Projekten eingebunden, die ich nicht einfach im Stich lassen konnte. Ich suchte auch nicht nach einer passenden „Absprungeolegenheit“. Andererseits war ja die Aussicht, als Ordinarius zurückzukehren nicht die schlechteste aller Möglichkeiten. Wieder folgten lange Diskussionen und nach Abwägung aller Für und Wider entschloss ich mich, der Sache näher zu treten. Man lud mich zu einem Besuch in Graz ein, ich hielt auch einen Vortrag und hörte dann lange Zeit nichts mehr, da das Ministerium, wie ich nachher erfuhr, die neue Stelle doch nicht einrichten wollte. Nach langem Hin und Her nahm man aber diese Entscheidung wieder zurück und schließlich überreichte mir der damalige Rektor Anton Pischinger am 7. Nov. 1968 das Ernennungsdekret.

⁷ insbesondere Prof. Herbert W.König, mein ehemaliger Chef an der TH Wien.

⁸ „Messung der Energiespektren und Winkelverteilungen von Elektronen im Nordlicht“.

An einen sofortigen Dienstantritt war wegen der laufenden Weltraumprojekte in Schweden und bei der ESA nicht zu denken. Dieser erfolgte dann Ende März 1969. Am 24. Oktober.1969 fand dann noch meine nachträgliche Angelobung durch Bundesminister Alois Mock in Wien statt, bei der ich auch Gelegenheit hatte, ihn über meine „Weltraumpläne“ zu unterrichten.

Beginn der experimentellen Weltraumforschung an der TH / TU Graz.

Der Abschied vom KGO, aus Kiruna und aus Schweden fiel mir und meiner Familie sehr schwer. Es gab ein Abschiedsfest im (damals neuen) Hotel Ferrum und ganz zufällig traf ich dort ein österreichisches Fernseheteam, das eine Fernsehreportage mit dem provokanten Titel „Falsch geplant und fehl gestartet“ an verschiedenen „Weltraumorten“ Europas drehte, u.a., wegen der Existenz von ESRANGE auch in Kiruna. Der Bericht hatte zum Ziel, die Weltraumpolitik Europas und Österreichs kritisch zu durchleuchten. Es kam dann natürlich zu einem Interview, in dem ich Gelegenheit hatte, meinen Standpunkt in Bezug auf die wissenschaftliche Weltraumforschung darzulegen und die Erfahrungen, die ich in meiner schwedischen Zeit machen konnte, mit einzubeziehen. Der etwa einstündige Film wurde dann am 8. Aug.1969 gesendet.

Auf Grund meiner langjährigen guten Kontakte mit Zusammenarbeitspartnern in Skandinavien, Deutschland und der Sowjetunion war es möglich, nach meinem Dienstantritt im März 1969 unverzüglich mit einem (kleinen) Weltraumprojekt zu beginnen.

Ich hatte aus Kiruna eine Einladung des Kgl. Norwegischen Forschungsrates mitgebracht, ein Messgerät zur Bestimmung der Elektronendichte in der Ionosphäre (ca. 80 bis 140 km) kostenlos auf einer im Oktober oder November 1969 von Andøya zu startenden Rakete mitzuflogen, wenn wir die Entwicklung und den Bau dieses Gerätes in dem knappen Zeitrahmen schafften. Als eine gewisse Gegenleistung sollte auch laufend der Abstand Startpunkt – Rakete bestimmt werden, sozusagen als Eichung der normalen Radarmessung. Mir war klar, dass dies eine einmalige Chance bedeutete und sagte trotz der Risiken zu. In Graz stand mir zu diesem Zeitpunkt ja nicht einmal ein Mitarbeiter; geschweige denn geeignete Laborräume zur Verfügung. Darüber hinaus bekam ich anstatt der vom Ministerium zugesagten fünf Assistenten zunächst nur zwei, die sich aber mit Feuereifer an die Arbeit machten.

Im Zuge dieser Arbeiten trat eine unerwartete Schwierigkeit auf: Gewisse Funktionstests bzw. Kalibrierungen an dem halbfertigen Gerät mussten aus Zeit- und Kompatibilitätsgründen unbedingt in Andøya oder Kiruna durchgeführt werden, wo die dafür nötige Bodenausrüstung für den späteren Flug zur Verfügung stand. So unglaublich dies heute klingt: Es war mir trotz größter

Bemühungen unmöglich, das dafür benötigte Geld für die Zugreise Graz-Kiruna-Graz eines Assistenten aufzutreiben (an einen Flug war sowieso nicht zu denken). Eine Dienstreise in die Arktis klang doch wohl ein wenig zu suspekt, auch in dienstrechtlicher Hinsicht...

Dem dafür ausersehenen Assistenten, Martin Friedrich, wurde das Hin und Her nach einiger Zeit zu bunt. Er erbot sich, mit dem Fahrrad (!!) nach Kiruna zu fahren und bestand auch darauf, wobei natürlich ein ausgeprägter sportlicher Ehrgeiz mitspielte.

Und so kam es zu einer mehr als skurrilen Situation : Die Amerikaner landen am Mond und etwa zeitgleich strampelt sich ein angehender österreichischer Weltraumforscher mit dem halbfertigen Messgerät im Gepäck über tausende km ab, um den Einstieg Österreichs in ein neues Technologiezeitalter zu ermöglichen. Die Tests verliefen jedenfalls erfolgreich und so sahen wir mit Zuversicht dem Start im Herbst entgegen.

Davor fand aber noch das internationale Großereignis „Mondlandung“ mit Start der Raumfähre Apollo 11 am 16. Juli, Landung auf dem Mond am 20. um 21:17 MEZ und schließlich dem Ausstieg Neil Armstrongs am 21. um 3:26 MEZ statt. Der ORF hatte eine Anzahl von Fachleuten eingeladen, in der „Mondnacht“ im Radioprogramm über dieses Ereignis zu diskutieren, um die Zeit von der Landung bis zum Ausstieg Neil Armstrongs zu überbrücken, wobei ein Publikum auch Fragen stellen konnte. Mich hatte man aus Kiruna eingeflogen, da ich dort noch einige Verpflichtungen hatte. In der Sendung erhielt ich prompt die Frage, was sich denn im Vergleich mit anderen Staaten in Österreich auf dem Weltraumgebiet tut. Ich konnte nicht umhin, die Fahrradgeschichte zu erzählen, was vor allem in einer Fernsehdiskussion am nächsten Tag doch einiges Aufsehen erregte. Aus welchen Gründen immer: Wir erhielten ab dieser Zeit ein kleines Budget für Weltraumzwecke und konnten z.B. zum Start unseres Gerätes nach Andenes fliegen und mussten nicht mehr mit dem Fahrrad fahren...

Andøya ist eine kleine, oft sturmumtoste Insel der Vesterålengruppe in der Nähe von Narvik und Tromsø mit bisweilen stark wechselnden Wetterverhältnissen. So kommt es manchmal zu langen Verzögerungen für einen möglichen bzw. akzeptablen Startzeitpunkt. Wir hatten aber Glück und schon nach wenigen Tagen ließ der Wind nach, am **26. November 1969** gaben die Wolken die Sicht auf das vorausgesagte Nordlicht frei, der Countdown verlief reibungslos und die Nike-Cajun Rakete F21 mit unserem Gerät an Bord wurde um **01:38:37 MEZ** gestartet. Die von der Rakete übermittelten Daten waren einwandfrei und der erste Flug eines österreichischen Messgeräts in den Weltraum war damit bis auf die darauf folgende physikalische Datenauswertung in Graz erfolgreich abgeschlossen.

Eine besondere Note erhielt dieses Ereignis durch die Tatsache, daß am 26. November ja der Gründungstag (1811 durch Erzherzog Johann) der Technischen Hochschule Graz bzw. ihrer Vorläufer gefeiert wird – Zufall oder Fügung? Der Starttag und der genauere Zeitpunkt waren ja nicht frei wählbar, sondern in erster Linie durch die geophysikalischen, technischen und meteorologischen Gegebenheiten bestimmt.

Noch ein Zufall führte in den weiteren Entwicklungen Regie. Auf dem Rückflug von Andenes befand sich von Kopenhagen nach Wien im selben Flugzeug der damalige Außenminister Kurt Waldheim, wie mir bekannt war, über längere Zeit auch Vorsitzender des UN Weltraumkomitees. In dieser Eigenschaft setzte ich sein Interesse an dem knapp vorher stattgefundenen Erstflug eines österreichischen Gerätes an Bord einer Höhenforschungsrakete voraus und berichtete ihm über deren vollen Erfolg und meine weiteren Pläne, insbesondere in Bezug auf die Gründung eines Institut für Weltraumforschung. Er versprach, mit dem zuständigen Unterrichtsminister Alois Mock darüber zu sprechen, hielt auch Wort, so daß es bald danach anlässlich eines Besuches von Minister Mock in Graz zu einem längeren Gedankenaustausch kam.

Die weiteren, zwar äußerst langwierigen aber letztlich doch fruchtbaren Entwicklungen in Bezug auf ein Weltrauminstitut sind an anderer Stelle nachzulesen.⁹ Der lange geplante Institutsbau konnte leider erst im Jahre 2000 verwirklicht werden. Ab 2009 trägt er nach dem Entdecker der Kosmischen („Höhen“-) Strahlung 1912 den Namen Victor Franz Hess Forschungszentrum¹⁰

Graz als Zentrum der experimentellen Weltraumforschung

Die erfolgreiche Beteiligung der TH Graz an einem Weltraumprojekt mit eigener Hardware vom 26. November rief in den österreichischen Medien, in der Presse sowohl als auch im Rundfunk, ein großes, durchwegs positives Echo hervor. Der Bann war offensichtlich gebrochen und auch die nötige Finanzierung konnte in bescheidenem Rahmen gesichert werden.

Bereits am 19. November hatten wir (die Professoren O.Burkard, P.Gilli, H.List, W.Riedler, K. Rinner) nach etlichen Besprechungen über die Möglichkeiten interfakultärer Zusammenarbeit vorsorglich die „Arbeitsgemeinschaft für Weltraumforschung“ gegründet, die in Zukunft eine willkommene Plattform darstellte, um gemeinsame Anliegen voranzutreiben.

Die Frage war nun, in welcher Richtung man weiterforschen sollte. An eigene Großprojekte war natürlich aus finanziellen Gründen nicht zu denken. Die

⁹ Bruno P. Besser, Österreichs Weg in den Weltraum, Beauchesne, Paris 2009, 326 S.

¹⁰ Victor Franz Hess (1883-1964), Forschungen in Graz, Innsbruck, Wien, USA; Nobelpreis 1936.

Elektronendichtemessungen von F 21 konnten aber in modifizierter Form (und zwar bis heute), fortgesetzt werden ¹¹, außerdem lagen Einladungen für weitere Projekte vor.

Relativ schnell konnten wir den Einstieg in Forschungen mit Stratosphären-Ballonen schaffen, mit denen ich mich schon in meiner schwedischen Zeit viel beschäftigte. Es handelt sich dabei um Ballone mit rund 10000 m³ Volumen, die Messgeräte, z.B. für Spektren sekundärer Röntgenstrahlung und elektrische Feldstärken mit einem Gesamtgewicht von etwa 15 kg in rund 35 km Höhe tragen, dort für einige Tage einschweben. Besondere Vorteile bieten Mehrfachstarts von verschiedenen Orten, da dadurch große Gebiete überdeckt werden können und wichtige Rückschlüsse auf die zugrunde liegenden dynamischen Vorgänge in der Erdmagnetosphäre gezogen werden können. Derartigen „Kampagnen“ wurden meist im Rahmen von SBARMO (Scientific Ballooning and Radiation Monitoring Organisation) durchgeführt, einer internationalen Vereinigung, deren Vorsitzender ich damals war. Der laufende Datenempfang wurde mit Hilfe von Telemetriestationen in Kiruna, Andenes, Tromsø, Raufarhöfn auf Island u.a. durchgeführt. Im Sommer war es wegen der stabil westwärts gerichteten Windrichtung in derartigen Höhen nicht schwierig, die nötigen Bewilligungen Schwedens, Norwegens, Finnlands und Islands zu erhalten, im Winter jedoch musste sowjetisches Territorium überflogen werden, was zunächst unmöglich schien. Auf Grund der Teilnahme auch sowjetischer Wissenschaftler konnte aber auch dieses Hindernis überwunden werden.

Neben den im Ballonprogramm gewonnenen wertvollen wissenschaftlichen Ergebnissen waren es vor allem diese engen Kontakte mit sowjetischen (russischen) Wissenschaftlern, die sich als äußerst fruchtbringend erweisen sollten. Man gewann gegenseitiges Vertrauen, sowohl in persönlicher als auch technischer Hinsicht, und so kam es, dass wir nach einem Besuch von Prof. Roald Sagdeev¹² in Graz, bei dem er sich von der Qualität unserer Messgeräte¹³ überzeugt hatte, bei einem denkwürdigen Gespräch anlässlich der COSPAR Tagung in Innsbruck die Einladung erhielten, auf den Sonden Venera 13 und Venera 14 1981/1982 zum Planeten Venus je ein Magnetometer mitzufliiegen und zwar auf einer no-exchange-of-funds Basis, d.h. ohne finanziellen Beitrag weder zu den Sonden selbst noch zu den Startkosten.

Mit einem Male befanden wir uns mitten in einem internationalen Großprojekt, von dem wir zu diesem Zeitpunkt nicht einmal zu träumen gewagt hätten. Roald Sagdeev nahm dabei eine großes persönliches Risiko auf sich, denn einerseits

¹¹ Martin Friedrich, Erforschung der Ionosphären D-Schicht. Bis heute rund 100 (!) Beteiligungen an derartigen Raketenanstiegen.

¹² Akademiemitglied Prof. Roald Z. Sagdeev, langjähriger Direktor des Instituts für Weltraumforschung (IKI) der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften in Moskau.

¹³ Wir hatten zu dieser Zeit ähnliche Geräte für das europäische SPACELAB 1 in Entwicklung.

war Österreich nicht Mitglied von INTERKOSMOS, dem östlichen Pendant zur ESA und andererseits konnten wir ja auf keine Erfahrungen mit interplanetaren Flügen hinweisen. Sagdeev wurde für seine Entscheidung in der Sowjetunion auch stark angefeindet, aber alles funktionierte perfekt und wir konnten das große in uns gesetzte Vertrauen rechtfertigen.

Darauf hin ging es Schlag auf Schlag. Auf Grund des Erfolges wurden wir zur Teilnahme an weiteren interplanetaren Projekten eingeladen: VEGA 1 und VEGA 2 zur Venus und zum Kometen Halley (1984/1986), PHOBOS 1 und PHOBOS 2 zum Mars (1988/1989), INTERBALL (interplanetarer Raum, 1995/2000) und andere.

Selbstverständlich waren wir auch laufend in „westliche“ Projekte eingebunden wie SPACELAB (1983, noch vor der ESA Mitgliedschaft Österreichs), die vier CLUSTER-Satelliten (1996, nach einem Fehlstart der Trägerrakete Ariane 5 2000-), CASSINI - HUYGENS (mit erstmaliger Landung auf dem bis dahin unerforschten Saturnmond Titan am 15. Jan 2005, ROSETTA (2003-2014) uva. Auch eine Zusammenarbeit mit China konnte bereits 1977 eingeleitet werden und gipfelte bisher in der Beteiligung am Satellitenprojekt DOUBLESTAR (2003-, 2004-). Eine große Zahl weiterer Projekte ist in Bearbeitung.

Einen Höhepunkt der österreichischen (Grazer) Weltraumprojekte stellt zweifellos AUSTROMIR dar, der einwöchige Flug des österreichischen Kosmonauten Franz Viehböck¹⁴ in der sowjetischen Raumstation MIR (2. bis 10. Oktober 1991). Auf Grund der in Graz vorhandenen Weltraumexpertise wurde die gesamte Projektleitung an das Joanneum Research in Graz vergeben. Mir selbst wurde die wissenschaftliche Leitung übertragen. 15 Experimente, vor allem medizinischer Natur konnten erfolgreich durchgeführt werden. Das Medienecho war enorm, sodass auch diesbezüglich neue Maßstäbe gesetzt wurden. Leider fand diese Forschungsrichtung in Österreich keine Fortsetzung.

Für mich brachte AUSTROMIR außer dem wissenschaftlichen Erfolg noch einen persönlichen Höhepunkt mit sich: Ich konnte erreichen, dass beim Einschweben unseres Kosmonauten in die Raumstation MIR eine bereits vorher an Bord gebrachte Tonbandkassette abgespielt und auch zur Erde übertragen wurde. Es war dies der Donauwalzer von Johann Strauß, gespielt von den Wiener Philharmonikern unter Leitung meines Onkels Willi Boskovsky¹⁵, der noch dazu knapp vorher verstorben war. Man kann sich vorstellen, dass dies für mich ein großes emotionales Erlebnis bedeutete.

¹⁴ Dipl.-Ing. Franz Viehböck (geb. 1960), qualifizierte sich aus 198 Kandidaten, Kosmonautenausbildung gemeinsam mit Dr. Clemens Lothaller (Reservekandidat) in Zvesdny Gorodok (Sternenstädtchen) bei Moskau..

¹⁵ Willi Boskovsky (1909 – 1991), Violinsolist und Kammermusiker, langjähriger Konzertmeister und Dirigent der Wiener Philharmoniker, populär vor allem durch das jährliche „Neujahrskonzert“.

Nachrichtentechnik und Satellitenkommunikation

Über all den erfolgreichen Projekten auf dem Gebiet der physikalischen Weltraumforschung darf nicht vergessen werden, dass von Anfang an das Institut für Nachrichtentechnik der Technischen Hochschule Graz im Mittelpunkt der Aktivitäten stand. Erst, nachdem die Projekte zu umfangreich wurden und administratorisch nicht mehr leicht zu handhaben waren, wurden in steigendem Ausmaß Tätigkeiten in das inzwischen entstandene Institut für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und in das Institut für angewandte Systemtechnik des Forschungszentrums Graz (heute Joanneum Research) „ausgelagert“, das zu diesem Zweck gegründet worden war. Die gegenseitigen Synergieeffekte waren dabei von unschätzbarem Wert.

Bereits bei meinem Dienstantritt 1969 war mir klar, dass die Verbindung von Nachrichtentechnik und Weltraumforschung aus verschiedenen Gründen auch im Forschungsbereich verstärkt wahrgenommen werden musste. Hier bot sich an, den Einfluß der Atmosphäre auf Satellitenverbindungen näher zu untersuchen. Aus diesem Grund änderte ich auch den Institutsnamen mit Einverständnis der Fakultät für Elektrotechnik von „Nachrichtentechnik“ in „Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung“ (INW), sozusagen um hier einen Claim abzustecken. Dies erwies sich als zweckdienlich und „Nachrichtensatelliten“ bildeten fortan eines unserer Hauptforschungsgebiete auf dem Nachrichtensektor¹⁶.

Die ESA stellte uns über Vermittlung von Wolfgang Lothaller¹⁷ ein sogenanntes Radiometer zur Verfügung, mit dem die Dämpfungswerte von Nachrichtenverbindungen zu Satelliten zufolge meteorologischer Einflüsse laufend bestimmt werden konnten. Diese Einpunktmessung wurde später zu einem Netzwerk im Großraum Graz erweitert, das zur Untersuchung von Regenzellen verschiedener Stärke und Form und damit als wichtige Planungsgrundlage für spätere Nachrichten-Satellitensysteme diente.

Im Auftrag der ESA wurde in der Folge als mehrjähriges Großprojekt ein neuartiges frequenzagiles, doppel polarisierendes Wetterradar entwickelt¹⁸, mit dem das Wettergeschehen bis zur österreichischen Grenze und in beliebiger Höhe untersucht und in Beziehung zu bestehenden oder fiktiven Satellitenverbindungen gesetzt werden konnte. Als Standort wurde die Hilmwarte in Graz ausersehen und das Projekt in Zusammenwirken mit der Stadt Graz realisiert. Seither bildet die ausgebaute Hilmwarte ein weiteres Wahrzeichen der Landeshauptstadt.

¹⁶ Abteilungsleiter über viele Jahre Otto Koudelka, heute Univ-Prof. und Vorstand des Nachfolgeinstituts.

¹⁷ Wolfgang Lothaller, österreichischer ESA-Experte in der Abteilung für „Communication“.

¹⁸ Walter Randeu, langjähriger Mitarbeiter am INW

Eine wesentliche Erweiterung erfuhren die Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet durch die Errichtung einer eigenen Satelliten – Bodenstation auf dem Lustbühel in Graz. Dort befand sich seit einiger Zeit eine von Prof. Karl Rinner¹⁹ betriebene Messstation für geodätische Zwecke. Dies konnte in einer Kooperation Universität/Technische Universität großzügig ausgebaut werden und stand dann insbesondere auch dem nachrichtentechnischen Institut für Forschungen auf dem Gebiet der Satelliten - Kommunikation zur Verfügung (INW und Joanneum Research).

Ein wichtiges Arbeitsgebiet waren über lange Jahre hinweg der Betrieb einer Zeitstation²⁰ („die genaueste Zeit Österreichs“) mit grundlegenden Untersuchungen über Methoden der Zeithaltung und des Zeittransfers.

Die offizielle Eröffnung der Forschungsstation Lustbühel fand am 20. Dez. 1976 im Beisein von Landeshauptmann Friedrich Niederl durch Frau Bundesminister Hertha Firnberg statt.

Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen

Viele dieser Forschungsprojekte fanden in enger Zusammenarbeit mit der ESA, CERN und viele Jahre hindurch mit COST (Cooperation in Science and Technology in Europe) statt. Eines der Hauptziele war die Nutzbarmachung höherer Frequenzen (11/14, 20/30 GHz) als die damals aktuellen Bereiche 4/6 GHz. Immer mehr rückte dann auch die Problematik effizienter Übertragungsprotokolle in den Vordergrund, die auch heute noch ein Hauptarbeitsgebiet darstellt.

Eine weiteres Projekt mit nachhaltiger Wirkung sei hier noch erwähnt: Viele Jahre hindurch konnten wir enge Arbeitskontakte mit den Vereinten Nationen aufrechterhalten, insbesondere seit der Übersiedlung des Office of Outer Space Affairs (OOSA) von New York nach Wien 1993. Im Anschluß an die Empfehlungen der UNO – Konferenz UNISPACE III und durch die finanzielle Unterstützung des österreichischen Außenministeriums, der Stadt Graz , des Landes Steiermark und anderen war es möglich, nun schon 16 mal hintereinander jährliche („UN/A/ESA“-)Symposien in Graz abzuhalten, mit dem hauptsächlichen Ziel, Entwicklungsländer mit den Möglichkeiten und dem Nutzen des Einsatzes von Weltraum- (Satelliten) Methoden zur Lösung oder wenigstens Verbesserung von Problemen wie großflächigen Hochwasser-, Dürre-, und ähnlichen Katastrophen vertraut zu machen. Diese Symposien erfreuen sich weltweit großer Anerkennung und begründeten somit einmal mehr den Ruf von Graz als „Weltraumhauptstadt“ Österreichs.

¹⁹ Karl Rinner (1912 – 1991), Prof. für Geodäsie an der TH/TU Graz, Wegbereiter der Satellitengeodäsie

²⁰ Dieter Kirchner, langjähriger Mitarbeiter am INW

In diesem Zusammenhang muß man auch die Generalversammlung von COSPAR (Committee on Space Research) 1984 in Graz und den Internationalen Astronautischen Kongress der IAA (International Astronautical Federation (IAF) 1993, jeweils mit weit mehr als tausend Teilnehmern nennen. Letzterer wurde übrigens „stillecht“ durch Bundespräsident Thomas Klestil von seinem Amtszimmer in der Wiener Hofburg aus eröffnet. Die Videoübertragung in den Grazer Congress erfolgte über ein anlässlich des Projekts AUSTROMIR entwickeltes neuartiges Videokonferenzsystem.

Ehrenpromotionen am 26. November 1984

Vor genau 25 Jahren fand an diesem Tag ein Festakt statt, in dessen Rahmen zwei herausragenden Persönlichkeiten für ihre Verdienste um die Weltraumforschung das Ehrendoktorat der Technischen Universität Graz zuerkannt wurde. Es sind dies Hermann Oberth und Roald S. Sagdeev.

Hermann Oberth (1894 – 1989)²¹ war einer der weltweit anerkannten und fachlich unumstrittenen Pioniere der internationalen Weltraum-, bzw. Raketentechnik und gilt weithin als „Vater der Weltraumfahrt“.

Geboren in Hermannstadt, Siebenbürgen, widmete er sich früh Problemen der Raketentechnik. Nach einigen Studienjahren im Ausland kehrte er nach Siebenbürgen zurück und war bis 1928 als Mittelschullehrer tätig. 1923 erschien sein Buch „Die Rakete zu den Planetenräumen“, fortan die wissenschaftliche Grundlage der damals entstehenden Weltraumbegeisterung in Europa. Sein weiterer Lebensweg führte ihn über Berlin, Wien und Dresden nach Peenemünde, wo er in der Arbeitsgruppe Wernher von Brauns tätig war.

Mit dem INW der Technischen Universität und dem Forschungszentrum Graz war er insbesondere über seine Ideen zu einem Höhenwindkraftwerk verbunden.

Roald Sinnurowitsch Sagdeev, geb. 1932 in Kasan, Sowjetunion, als Sohn tatarischer Eltern. Er studierte in Kasan und Moskau und beschäftigte sich in Akademgorodok, einer Elite – Forschungsanlage in Novosibirsk mit Problemen der kosmischen Plasmaphysik und Kernphysik. Er stieg damit zu einem der weltweit führenden sowjetischen Wissenschaftler auf diesen Gebieten auf und wurde in der Folge auch zum Akademiemitglied gewählt.

1973 wurde er zum Direktor des Instituts für Weltraumforschung der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften (IKI) ernannt, das unter seiner Leitung (bis 1988) absolute Weltgeltung erlangte. Es gelang ihm auch, die bis dahin für Außenstehende nicht zugänglichen sowjetischen Weltraumprojekte großen Stils (Flüge zu Planeten, Kometen etc.) für die internationale Wissenschaft zu öffnen.

²¹ Näheres siehe Bruno P.Besser , op cit.

Sagdeev war eine Zeit Mitglied des Obersten Sowjets und mit Susan Eisenhower, einer Enkelin des verstorbenen amerikanischen Präsidenten Dwight D. Eisenhower verheiratet. Er lebt in Maryland, USA, und arbeitet an der dortigen Universität.²² Die Grazer Weltraumforschung hätte sich, wie oben beschrieben, ohne ihn nicht zu dem heutigen Stand entwickeln können, jedenfalls nicht im aktuellen Zeitrahmen.

Epilog

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich nach dem erstmaligen Flug eines österreichischen Messgerätes in einer Höhenforschungsrakete am 26. November 1969, initiiert an der Technischen Hochschule Graz und später weit darüber hinaus, eine Vielzahl weltraumrelevanter Projekte entwickelt hat, die entscheidend zu dem Ruf der Stadt Graz als „Weltraumhauptstadt“ Österreichs beigetragen hat. Zwar waren es keine sensationellen wissenschaftlichen Erkenntnisse, die an diesem 26. November gewonnen wurden, aber es wurde eine Keimzelle für spätere nachhaltige Entwicklungen gelegt, die in der Folge reiche Früchte trug. Es bedurfte in Österreich offenbar eines Anstoßes, um in der Fachsprache zu bleiben einer Initialzündung, dass dies geschah. Das Prinzip „learning by doing“ war dabei eine wichtige Leitlinie.

Die Tatsache, dass wir gerade heute am 26. November im Bewusstsein der offenkundigen Nachhaltigkeit des damals gelegten Grundsteins zu den Grazer Entwicklungen auf dem Gebiet der experimentellen Weltraumforschung nicht nur den vierzigsten Jahrestag dieses Ereignisses feiern können, sondern gleichzeitig auch den Gründungstag des Joanneums, des Vorläufers der Technischen Universität Graz, gewinnt im **Erzherzog-Johann Gedenkjahr 2009** zusätzliche Symbolkraft. Diese Koinzidenz lässt uns mit Recht auch der Leistungen dieses großen Innovators, des „Steirischen Prinzen“ Erzherzog Johann, gedenken. Aus meiner Sicht trifft dies umso mehr zu, als die Technische Universität Graz seit 1976 über meinen seinerzeitigen Vorschlag als Rektor ja mit Stolz offiziell den Beinamen „Erzherzog-Johann Universität“ führt.

Rückschauend ist es mir jedenfalls nicht zuletzt durch diese Querverbindung eine hohe Ehre und gleichzeitig große Befriedigung, zum Aufbau dieser Forschungsrichtung in Graz und darüber hinaus in ganz Österreich maßgebend beigetragen zu haben. Mein Dank gebührt alljenen, die an diesem Erfolg in der einen oder anderen Weise so wesentlich beteiligt waren. Es war jedenfalls für uns alle eine in jeder Beziehung fruchtbringende und interessante Zeit.

²² Interessante Einblicke in das sowjetische Wissenschaftssystem sind zu finden in: Roald S. Sagdeev, The Making of a Soviet Scientist, John Wiley & Sons, New York 1994, 339 S.

Anhang

Drei Anekdoten aus meiner „schwedischen Zeit“, zitiert aus:

„50 Jahre /50 år KGO“, Minnen från rymdforskningens första tid i Kiruna, Beiheft zu A. Theander, Mellan himmel och jord, Institutet för rymdfysik, Kiruna 2007, 160 S. (in Schwedisch).

A1: „Reiseabenteuer“ in Lappland

1962, als ich zum ersten Mal von einer freien Stelle am KGO¹ hörte, war mir der wirklich „Hohe“ Norden trotz meiner finnischen Frau kein Begriff. Meine Ortskenntnisse reichten etwa bis Stockholm oder Uppsala, darüber hinaus war alles *Terra Incognita*. Kiruna und Gällivare kannte ich zwar vom Hörensagen, aber Näheres wusste ich natürlich nicht.

Einen guten Eindruck von den unendlichen Weiten Lapplands mit seiner wilden, unberührten Natur erhielt ich auf meiner ersten Reise nach Kiruna im April dieses Jahres. Ich war von Bengt Hultqvist eingeladen worden, mir die Verhältnisse an Ort und Stelle anzusehen bzw. wollte er sich eine persönliche Meinung über mich bilden können. Die (Zug-) Reise dauerte lange, nämlich drei Tage, mit Umsteigen in Hamburg, Kopenhagen und Stockholm und teilweise langen Wartezeiten auf den jeweiligen Anschluss. Den letzten Teil bildete natürlich die Strecke Stockholm – Kiruna, auf der der internationale Expresszug „*Nordpilen*“ Stockholm – Narvik verkehrte. Im tiefsten Lappland, irgendwo zwischen Murjek und Nattavaara, bremste der Zug plötzlich scharf ab, blieb stehen und fuhr sogar ein Stück zurück. Ich konnte mir das nicht erklären, doch sah ich dann, wie der Schaffner mit einer Axt bewaffnet einem offenbar verletzten Rentier nachlief, dieses erschlug und ihm auch ein Ohr abschnitt. Ich verstand erst später, dass sich in Ermangelung durchgehender Wildzäune Rentiere manchmal auf die Geleise verließen und wegen Klärung der Eigentumsverhältnisse eben ein (markiertes) Ohr abgeschnitten werden musste. Jedenfalls war dies eine archaische Szene: Auf der einen Seite die moderne Technik, der *Nordpilen*, auf der anderen Seite eine Jagd im Tiefschnee wie in Urzeiten. Ein typisch lappländisches Erlebnis !

Eine Begebenheit anderer Art ist mir in Erinnerung. Am 13. Januar 1964 sollte ich wieder einmal nach Paris fliegen um bei COPERS an einer wirklich wichtigen Besprechung wegen eines geplanten Satelliten (später ESRO-1 genannt) teilzunehmen. Um 1 Uhr nachts rief mich die SAS mit der Mitteilung an, dass das Abendflugzeug wegen technischer Probleme in Luleå stehen geblieben war und daher die Morgenverbindung ausfallen müsse. Nach (leider zu) langer Überlegung entschied ich mich, mit dem Auto nach Luleå zu fahren, immerhin fast 400 km, um dort den Morgenflieger zu erreichen. Also packten wir, meine Frau Lilli (das Auto musste ja irgendwie wieder nach Kiruna kommen), unsere Tochter Karin (4 Jahre) und ich alles Nötige zusammen und wollten starten. Da zeigte sich, dass wir für diese Reise zu wenig Benzin im Tank hatten. Ich versuchte also, bei irgendeiner Tankstelle Benzin zu bekommen, aber ohne Erfolg. Ich versuchte es dann bei der Polizei und bekam freundlicherweise tatsächlich 20 l, allerdings zu wenig bis Luleå. Der Polizist meinte, irgendwo auf der Strecke, in Svappavaara, Gällivare oder Lansjärv, würde es schon klappen. Inzwischen war es schon 3 Uhr geworden und wir fuhren los. Die Straßenverhältnisse waren schlecht, inklusive mehrerer Elche am Weg und Benzin gab es nirgends, außer dann in Morjärv, also erst knapp vor Luleå. Leider gab es ja noch keine Mobiltelefone, doch rief ich von einer öffentlichen Telephonzelle am Flugplatz an und man versprach mir, eventuell den Abflug ein wenig zu verzögern. Dies geschah auch, doch als ich zum Flughafengebäude kam, war das Flugzeug schon auf der Rollbahn und gerade im Begriff zu starten. *Eine* Minute früher hätte gereicht, um rechtzeitig nach Stockholm und in der Folge nach Paris zu kommen...

¹ Kiruna Geofysiska Observatorium

Ein drittes Erlebnis ist schnell erzählt: Im Winter 1966/67 hatte ich einmal dringend auf ESRANGE zu tun, da es Probleme mit einer Raketennutzlast gab. Es war eine extrem kalte Nacht und plötzlich streikte der Motor meines Autos. Er war auch nicht mehr zu starten und ich stand bei etwa -30° ratlos irgendwo im Urwald, etwa auf halbem Weg zwischen Paksuniemi und ESRANGE, und wusste, zu Fuß wäre ich chancenlos. Wider Erwarten kam nach einigen Stunden doch jemand vorbei, der mich halb erfroren mitnahm. Sehr bald nach dieser Begebenheit installierte man dann Nottelefone entlang der damals neuen Straße nach ESRANGE, erfrorene Techniker und Wissenschaftler wollte man doch nicht riskieren.

A2: Einige Erfahrungen mit Raketen und Satelliten am KGO

Zum Verständnis der plasmaphysikalischen Vorgänge im erdnahen Weltraum, der Magnetosphäre, sowie deren Zusammenhänge mit dem Sonnenwind, ist neben theoretischen Untersuchungen die Messung verschiedener Parameter in Höhenbereichen über ca. 100 km ein vordringliches Anliegen. Vor allem sind es elektrisch geladene Partikel, vorzugsweise Elektronen und Protonen, deren Energiespektren und Winkelverteilungen in bezug auf das Erdmagnetfeld, die hier von besonderem Interesse sind. In diesen Höhenbereichen ist man auf die Verwendung von Höhenforschungsraketen („Sounding rockets“) angewiesen, die geeignete Messgeräte tragen und deren Eigenrotation für die Messung der „pitch“-Winkel herangezogen werden kann.

Das KGO beteiligte sich auf Initiative von Bengt Hultqvist ab 1961 an solchen Raketenstarts von Kronogård bei Kåbdalis aus, ich sollte mich ab 1962, dem Jahr meines Dienstantritts, als Nachfolger Hans Ortner damit intensiv befassen. Die erste erfolgreiche Rakete (eine Nike–Apache) mit einem am KGO entwickelten Messgerät bestehend aus Halbleiterdetektoren und zugehöriger Elektronik an Bord, startete nach einem Telemetrieversagen einer Nike–Cajun am 1. September 1963 sowie auf Grund weiterer Verzögerungen erst am 12. März 1964 im Rahmen einer Zusammenarbeit mit dem Norwegischen Forschungsrat von Andenes auf der zu den Vesterålen gehörigen Insel Andøya aus.

Messtechnisch gesehen, kann man für Teilchen ab etwa 10 keV robuste Halbleiterdetektoren verwenden, die den Anforderungen eines Raketenstarts ohne weiteres gewachsen sind. Für niedrigere Energiebereiche, die in diesem Zusammenhang aber von ganz besonderem Interesse sind, standen zu dieser Zeit kaum geeignete Detektoren zur Verfügung. Während eines USA – Aufenthaltes erfuhr Bengt Hultqvist von einer dort entwickelten neuen Art von Elektronenvervielfachern, die für unsere Zwecke geeignet schien, vor allem in Hinblick auf den geplanten Einsatz im ersten ESRO – Satelliten ESRO-1. Um hier Näheres zu erfahren und entsprechende Kontakte zu knüpfen, entsandte er mich auf eine längere Dienstreise in die USA, in deren Rahmen ich eine Reihe von Laboratorien, Instituten und Firmen besuchte und so einen guten Einblick in diese Neuentwicklung bekam. Diese filigranen Bauteile waren später unter dem Namen „Channeltron“ bekannt, wurden auch in Europa (UK) erzeugt und bildeten sozusagen das Rückgrat für unsere doch recht erfolgreichen Messgeräte auf Raketen, ESRO-1 und anderen Satelliten.

Bis dahin war aber noch ein weiter Weg zurückzulegen. Die genaueren Eigenschaften der Channeltrons, vor allem deren Schüttelfestigkeit und Langzeitverhalten, waren unbekannt. So begannen wir, meine Arbeitsgruppe und ich, mit umfangreichen Versuchsreihen und Laboratoriumstests, die schließlich zum gewünschten Ziel führten: der einwandfreien Funktion im Satelliten ESRO-1. Eine Anzahl von Kollegen am KGO waren daran beteiligt, doch einer verdient hier besonders hervorgehoben zu werden: Sven Olsen, ohne dessen Arbeitseinsatz und Fachkenntnisse die teilweise schwierigen Entwicklungsarbeiten nicht bewältigt hätten werden können. Gerne erinnere ich mich auch an die abschließende „Launch campaign“, die wir gemeinsam am Western Test Range der NASA in Lompoc, Kalifornien verbrachten – mit dem Höhepunkt des erfolgreichen Starts von ESRO-1 am 3. Oktober 1968.

In der Zwischenzeit und natürlich danach fand eine größere Anzahl von Raketenstarts mit KGO-Beteiligung statt, meist von Andøya aus. Die Koordination dieser Aufstiege geschah in der SAR

(Skandinavisk Arbetsgrupp för Rymdforskning). Verwendet wurden meist zweistufige Raketen vom Typ Nike-Cajun, wenn ich mich recht erinnere war dies Surplus-Material der USA. Manche dieser Starts waren erfolgreich, manche verliefen wegen Raketen- oder Instrumentenfehlern, wie Telemetrie etc. weniger gut. Frustrierend waren oft die langen Wartezeiten von Tagen bis hin zu Wochen wegen schlechter Wetterverhältnisse oder fehlender Nordlichtaktivität.

Ein positiver Einschnitt in diesen Aktivitäten war natürlich die Eröffnung von ESRANGE am 24. September 1966. Es ist das historische Verdienst von Bengt Hultqvist, dass diese Einrichtung überhaupt zustande kam und dadurch neue Möglichkeiten für die europäische Weltraumforschung schuf, die von den ESRO-, später ESA- Mitgliedsstaaten auch fleißig benutzt wurde.

Viele dieser Starts mussten aus physikalischen Gründen nachts vorgenommen werden, wobei der genaue Zeitpunkt eben von der Physik bestimmt wurde. Der Countdown musste in jedem Fall bis knapp vor dem geplanten Start durchgezogen werden – aber dann begann das oft lange Warten auf besseres Wetter, bestimmte Nordlichtformen oder Ähnliches. Von ESRO wurde ich gefragt, ob ich als Ortsansässiger nicht die Aufgabe übernehmen könnte, auf Grund der jeweiligen geophysikalischen Verhältnisse den exakten Startzeitpunkt zu entscheiden. Ich sagte zu und verbrachte dann so manche Nacht auf ESRANGE.

Eine umfangreiche Raketenkampagne im Februar 1969 ist mir noch gut in Erinnerung. Dabei sollten eine größere Anzahl von Raketen verschiedenen Typs mit Messgeräten aus verschiedenen Instituten während eines PCA- (Polar Cap Absorption) Events koordiniert von ESRANGE und von Andøya aus gestartet werden. Vor allem sollte die Anfangsphase des Ereignisses durch eine gewisse Startsequenz bzw. Simultanstarts näher untersucht werden. Die Gesamtkoordination für den Ablauf des Unternehmens wurde von ESRO mir übertragen - in Anbetracht der involvierten hohen Kosten eine spannende Sache. Aber alles ging gut und die gewünschten Daten wurden erhalten.

Eine besondere Situation ergab sich daraus auch für die österreichische Weltraumforschung. Ich sollte Mitte 1969 meinen Dienst als Professor für Nachrichtentechnik an der Technischen Hochschule (ab 1975 Technische Universität) in Graz antreten und hatte mir ausbedungen, auch an Weltraumprojekten arbeiten zu können. Finanzielle Zusagen erhielt ich dafür allerdings keine, die Weltraumforschung war damals in Österreich noch nicht etabliert. Da kam der Zufall zu Hilfe: Der Abschied vom KGO, aus Kiruna und aus Schweden fiel mir und meiner Familie sehr schwer. Es gab ein schönes Abschiedsfest im (damals neuen) Hotel Ferrum und ganz zufällig traf ich dort ein österreichisches Fernseheteam, das eine Fernsehreportage mit dem provokanten Titel „Falsch geplant und fehl gestartet“ an verschiedenen „Weltraumorten“ Europas, u.a. eben in Kiruna, drehte, die zum Ziel hatte, die Weltraumpolitik Österreichs kritisch zu durchleuchten. Es kam dann natürlich zu einem längeren Interview, in dem ich Gelegenheit hatte, meinen Standpunkt in bezug auf die wissenschaftliche Weltraumforschung darzulegen und die Erfahrungen, die ich in meiner KGO-Zeit machen konnte, mit einzubeziehen: In späterer Folge gelang es dann tatsächlich, an der TU Graz einen Weltraum-Forschungsschwerpunkt einzurichten, der mit einigen Verzögerungen schließlich auch zur Gründung eines „Instituts für Weltraumforschung“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Graz führte, das bis heute erfolgreich tätig ist.

A3: Forschung mit Stratosphärenballonen – nicht immer einfach !

Die Rede ist hier nicht von den kleinen, etwa metergroßen Ballonen, die man für meteorologische Zwecke in großer Zahl und ohne technische Schwierigkeiten auf der ganzen Welt routinemäßig täglich startet. Standardisierte Messgeräte liefern Höhenprofile wertvoller Daten, die man u.a. für zuverlässige Wettervorhersagen benötigt.

Im Gegensatz dazu muss man für Messungen der kosmischen Strahlung und deren Sekundärprodukte, sowie der über Nordskandinavien eine gewisse Zeit nach Sonneneruptionen gemeinsam mit Nordlicht

auftretenden „weichen“ Röntgenstrahlung relativ große Ballone mit einem Volumen von etwa 8000 m³ verwenden. Diese tragen Nutzlasten von 10 – 15 kg bis zu rund 35 km Höhe und driften dort im Sommer langsam nach Westen, im Winter nach Osten. Einige Tage kann man dann den Ballonflug über eigene Empfangsstationen verfolgen und laufend Daten gewinnen. Um den Flugverkehr während des Aufstiegs nicht zu gefährden, befindet sich in Absprache mit den Behörden eine Anordnung an Bord, die es gestattet, bei Fehlfunktion das Seil Ballon – Nutzlast vorzeitig zu kappen.

1962, dem Jahr meines Dienstantrittes am KGO in Kiruna, war das Max-Planck Institut für Aeronomie (MPAe) in Lindau/Harz, Deutschland, eines der führenden Institute, das sich mit derartigen Forschungen beschäftigte. Es war geplant, in einer engen Kooperation MPI/KGO gemeinsame Ballonaufstiege von Kiruna aus durchzuführen, was nicht zuletzt für das MPI wegen der in Kiruna vorhandenen Infrastruktur von Vorteil war. Am KGO bestanden bis dahin keine einschlägigen Erfahrungen. Aus diesem Grunde sollte ich anlässlich meiner Übersiedlung Wien – Kiruna am MPAe Halt machen und mich in die „Geheimnisse“ der Ballon-Aufstiegstechnik einweihen zu lassen. So machten wir, meine Frau Lilli, unsere damals einzige Tochter Karin (3) und ich einige Tage Station in Lindau und ich bekam „Ballonunterricht“. Im Prinzip ist alles ganz einfach: Man füllt den Ballon mit der notwendigen (großen) Menge Helium- oder Wasserstoffgas (Wasserstoff ist billiger, aber gefährlicher), testet die Messgeräte ein letztes Mal und lässt ihn frei. In der Praxis sieht es dann ein wenig anders aus. Schon der geringste Windstoß treibt das viele Meter lange Ballongespann seitlich weg mit der Gefahr der Kollision mit umstehenden Objekten, Bäumen, etc. Nicht nur einmal war auch der eine oder andere Helfer in Gefahr, mitgerissen zu werden.

Am Anfang ging alles gut. Wir erhielten gute Daten und alle waren zufrieden. Doch plötzlich änderte sich die Situation: Die Ballone stiegen zunächst normal bis ca. 20 km, doch stürzten sie dann aus unerklärlichen Gründen ab. Guter Rat war teuer. Aus Lindau kamen „Experten“, um „den Schweden“ zu zeigen, wie man Ballone richtig startet. Ein solcher Start unter deutscher Aufsicht ist mir gut in Erinnerung. Alles ging zunächst wie üblich gut, der Ballon stieg in etwa 1½ Stunden auf rund 30 km und „wir Schweden“ erhielten eben eine strenge Lektion über die Fehler, die wir offenbar bisher immer gemacht hatten – doch plötzlich machte es im Telemetriesignal „plopp“ und der Ballon fiel, wie schon des Öfteren, unverrichteter Dinge herunter.

Was war die Ursache? Die naheliegendste Vermutung war, dass große elektrostatische Aufladungen am Boden letztlich zu Überschlägen führten. Um hier Klarheit zu schaffen, unternahmen wir eine „Ballonexpedition“ nach Tromsø, wo aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit dieser Fehler nicht auftreten sollte. Damals gab es ja noch keine Straßenverbindung nach Narvik, sodass die Logistik mit mehrmaligem Umladen der Gasflaschen und der Ballonpakete ziemlich aufwendig war. Die Aufstiege gingen zwar relativ gut, doch wirklich schlüssig waren die Ergebnisse nicht.

Im Rahmen der damals existierenden Organisation SPARMO (Solar Particles and Radiation Monitoring Organisation) wurde die Lösung des Problems dann auf internationaler Basis in Angriff genommen. Nicht zuletzt durch umfangreiche Laboruntersuchungen zeigte sich, dass das von den Herstellerfirmen in Frankreich und USA verwendete Ballonmaterial bei etwa -60° spröde („brittle“) wird und dem Innendruck bei den damals herrschenden Stratosphärentemperaturen nicht standhielt. In der Folge konnte dies korrigiert werden und es gab keine diesbezüglichen Probleme mehr, mit oder ohne deutscher Aufsicht.

Eine besondere Problematik beim „Scientific Ballooning“ besteht darin, rechtzeitig die nötigen Bewilligungen verschiedener Behörden, wie Flugsicherung, Militär usw. einzuholen. Schließlich bewegt sich ein Ballon während seiner Aufstiegsphase ca. 1 Stunde im auch vom Flugverkehr benutzten Luftraum. Später, in der Driftphase bildet er ja auf Grund seiner großen Flughöhe keine Gefahr mehr. Für Ballonaufstiege von Kiruna aus bestand darüber eine Schwierigkeit darin, die zu erwartende Flugbahn auf Grund der herrschenden Windsituation, auch in großen Höhen möglichst genau vorhersagen zu müssen, da die finnisch – sowjetische Grenze ja nicht allzu weit entfernt ist. Mit den Außenministerien von Finnland und Norwegen gab es keine Probleme, aber Überflugsgenehmigungen von der Sowjetunion zu

erhalten war zu dieser Zeit (ab 1962) noch undenkbar. Man musste einfach sicher gehen, dass kein Ballon unabsichtlich eine Grenzverletzung beging.

Im August 1965 war es wieder einmal so weit. Im Rahmen einer größeren von SPARMO organisierten Ballonkampagne mit Aufstiegen auch in Sodankylä und Ivalo, Finnland, wurde, gemeinsam mit dem MP Ae am 20. August spät abends unter schwierigen Verhältnissen ein Ballon gestartet. Die Telemetrie funktionierte einwandfrei, es gab keinen Grund zur Annahme, dass nicht alles glatt gehen würde. Es war jedoch vereinbart, dass ich im Falle eventuell auftretender Probleme zu Hause angerufen werden sollte. Um 4 Uhr morgens läutete tatsächlich das Telefon und mir war klar, dass irgendetwas passiert sein musste. Ich lief schlaftrunken die Treppe hinunter, stolperte und brach mir 7-fach (!) den Fuß. In der Folge wurde ich dann von Dr. Wilhelm vom MP Ae ins Krankenhaus gebracht, dort operiert usw.

Interessant waren aber die Folgeerscheinungen dieses Ballonaufstieges und einiger nachfolgender: Zeitungen, wie *Dagens Nyheter*, *Svenska Dagbladet* u.a. wussten von mystischen Flugobjekten zu berichten, daher auf Grund der einlaufenden Meldungen auch der nächtliche Telefonanruf. Im *Norrländska Socialdemokraten* konnte man, nachdem es einige Tage später in der Bevölkerung neuerlich Aufregung wegen eines UFOs (Unidentified Flying Objects) gab, ein ausführliches Interview mit einem Kapten Å. vom Luftwaffenstützpunkt in Luleå lesen, der argumentierte, es handle sich um ein nicht identifizierbares Objekt, eben ein UFO. Denn vor allem war die Flugbahn so hoch (angeblich gemessene 50 km, in Wahrheit ca. 35 km), dass es kein Flugzeug sein konnte und sich außerdem sehr langsam bewegte. Die schwedischen Abfangjäger hatten sich vergeblich bemüht, das Objekt zu stoppen, konnten es aber wenigstens aus 12000 m Höhe photographieren, wenn auch sehr unscharf. Ballon konnte es auch keiner sein, denn Ballone sind bekanntlich rund und dieses Objekt war dreieckförmig, schillerte metallisch in mehreren Farben und änderte zum Überfluss dauernd seine Gestalt. Ein Rätsel !

In Wahrheit war alles einfach zu erklären. Wir hatten vor kurzem einen neuen Ballontyp in Tetraederform zum Einsatz gebracht, ähnlich überdimensionalen Milchverpackungen, wie sei damals modern waren und Tetraeder sind ja, von mehreren Seiten gesehen, dreieckig. Die langsame Bewegung sowie die nicht gleichbleibende Form waren dadurch natürlich erklärt und das metallische Leuchten war nichts anderes als die wechselnde Reflexion des Sonnenlichts an der Kunststoffolie. Vom Krankenhausbett aus konnte ich dann telephonisch bei der Presse und auch in einem Gespräch mit Kapten Å. die Dinge berichtigen. Seitdem gab es kaum noch Besuche Außerirdischer in oder über Kiruna.

Wissenschaftlich gesehen, lieferten ballongetragene Messgeräte wertvolle Daten zum Verständnis der damals noch wenig erforschten Teilstürme, d.h. zu den dynamischen Vorgängen in der Erdmagnetosphäre, dem erdnahen Weltraum. Es besteht die Möglichkeit, mehrere Ballone an verschiedenen Stellen gleichzeitig zu starten, die dann - eventuell mit weiteren Ballonen - in einer Art Formationsflug ein Messnetz in 35 km Höhe aufspannen. Dieses erwies sich als äußerst wertvoll zum Studium der Morphologie solcher Teilstürme und gewann vor allem auch deshalb an Bedeutung, da sich später auch Wissenschaftler der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften und der Universität Leningrad mit den entsprechenden Überflugsgenehmigungen beteiligen konnten, was der Zusammenarbeit im Rahmen von SBARMO ganz neue Perspektiven gab. (SPARMO hatte sich inzwischen auf Scientific Ballooning and Radiation Monitoring Organisation umgetauft).

Alles in allem erinnere ich mich gerne an meine interessante Tätigkeit im Rahmen vieler Ballonkampagnen am KGO. Die gesammelten Erfahrungen konnte ich nutzbringend auch nach meiner Übersiedlung an die Technische Universität Graz 1969 anwenden. In Kooperation mit SBARMO, deren Vorsitzender ich später auch mehrere Jahre war, vor allem aber mit dem KGO war es möglich, „Scientific Ballooning“ auch in Österreich als wichtigen Forschungszweig zu etablieren.

Lebenslauf

Willibald R i e d l e r, geboren am 1. September 1932 in Wien

Eltern: Karl Riedler, Beamter

Augustine Riedler, geb. Boskovsky

Gattin: Lilli Riedler, geb. Ristola

Kinder: Karin (1959), Birgit (1967), Peter (1969)

Ausbildung:

1938 - 1950	Volks- und Mittelschule in Wien, Matura 1950
1950 - 1956	Studium an der Technischen Hochschule Wien, Fachrichtung Nachrichtentechnik, Dipl.-Ing. mit „sehr gut“
1961	Promotion zum Dr. techn. „mit Auszeichnung“
1966	Promotion zum Dr. phil. (Meteorologie und Geophysik) „mit Auszeichnung“

Tätigkeiten:

1956 - 1962	Hochschulassistent an der Technischen Hochschule Wien.
1962 - 1969	Wissenschaftliche Tätigkeit am Geophysikalischen Observatorium Kiruna der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften. Gleichzeitig Konsulent der Europäischen Weltraumorganisation (European Space Research Organization ESRO)
1966 - 1969	„Scientific Director“ eines Großteils der von ESRANGE (Kiruna) durchgeführten Raketenkampagnen.
1968 - 2000	Ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule Graz, Vorstand des Instituts für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung.
1981 - 1984	stellvertretender Direktor,
1984 - 2001	Geschäftsführender Direktor des Instituts für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
1978 - 2002	Leiter des Instituts für Angewandte Systemtechnik der Forschungsgesellschaft Joanneum
1969 -	Obmann der Arbeitsgemeinschaft für Weltraumforschung, Graz
1973 - 1975	<u>Dekan</u> der Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik
1975 - 1977	<u>Rektor</u> der Technischen Universität Graz (1975/76 und 1976/77)
1975 - 1978	Mitglied des Präsidialausschusses der Österreichischen Rektorenkonferenz
1975 - 2005	Vertreter Österreichs in Technical Committee on Telecommunications (TCT) der technisch-wissenschaftlichen Zusammenarbeitsaktionen der Europäischen Gemeinschaften (COST)
1977 - 1978	<u>Prorektor</u> der T.U. Graz
1987 - 2002	Vertreter Österreichs im Science Programme Committee (SPC) der ESA (European Space Agency)
1988 - 1992	Wissenschaftlicher Leiter des Projektes AUSTROMIR (österreichischer Kosmonaut).
1987 - 2001	Aufsichtsrat, Austrian Space Agency (entsendet durch Joanneum Research)
2001 - 2005	Aufsichtsrat, Austrian Space Agency (entsendet durch die Stadt Graz)
1970 -	Lions Club Graz Joanneum

1979 - 2006	Präsident, 2006 - Ehrenpräsident der Österreichisch-Finnischen Gesellschaft für Steiermark
1986 - 1992	Vizepräsident der Österreichisch-Sowjetischen Gesellschaft für Steiermark
1992 - 2002	Vizepräsident der Österreichisch-Russischen Gesellschaft für Steiermark

Ehrungen:

1978	Kardinal Innitzer-Forschungswürdigungspreis
1978	Goldenes Ehrenzeichen am Band der Technischen Universität Graz
1979	Korrespondierendes Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
1981	Komturkreuz des Finnischen Löwenordens
1982	Ehrenkreuz für Wissenschaft und Kunst 1. Klasse
1982	Großes Goldenes Ehrenzeichen des Landes Steiermark
1984, 1986	Yuri Gagarin Medaille für Verdienste um die Weltraumforschung (zweifach)
1985	Mitglied der Internationalen Akademie für Astronautik, Paris
1986	Sowjetischer Orden „Druschba narodov“ (Orden der Völkerfreundschaft)
1987	Ehrenring der Stadt Graz
1990	Österreichischer Staatspreis für besondere Leistungen in Wissenschaft und Technik
1990	Promotion zum Dr.-Ing. e.h. an der Technischen Hochschule Ilmenau, BRD
1990	Kaplan-Medaille für besondere innovative Leistungen auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik und Weltraumforschung
1991	Erwin-Schrödinger-Preis der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
1991	Großes Goldenes Ehrenzeichen des Landes Steiermark mit dem Stern
1992	Wilhelm-Exner-Medaille des Österr. Gewerbevereins
1992	Verdienstorden der Republik Ungarn
1993	Großer Josef-Krainer-Preis
1993	Wirkliches Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
1996	Ehrenprofessor am Center for Space and Applied Research der Chinesischen Akademie der Wissenschaften
2000	Großes Goldenes Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich
2005	Großer Kardinal Innitzer – Forschungspreis
2009	Ehrenring des Landes Steiermark

Sonstiges : (einige Meilensteine, „ Highlights“)

- Aufbau des Studiums „Nachrichtentechnik“ an der Technischen Hochschule Graz (ab 1969)
- erstmaliger Flug österreichischer wissenschaftlicher Geräte in den Weltraum mit Höhenforschungsraketen (1969)
- erstmaliger Flug österreichischer Meßgeräte an Bord von Stratosphärenballonen (1971)
- Aufbau der Forschungssatellitenbodenstation Lustbühel in Graz, (Inbetriebnahme 1976)
- Aufbau der Forschungs-Radarstation „Hilmwarte“ in Graz,
- Einrichtung der Zeitstation Lustbühel (genaueste Zeit Österreichs) für Zeithaltung und Zeitvergleich
- Aufbau des Studiums „Toningenieur“ gemeinsam mit der Hochschule für Musik und darstellende Kunst sowie des zugehörigen Lehr-Tonstudios.
- erstmaliger Flug österreichischer Meßgeräte in den interplanetaren Raum (Projekt Venera 13/14, 1981/82)
- erstmaliger Flug österreichischer Meßgeräte an Bord eines bemannten Raumfahrzeuges (Spacelab-1, 1983)
- erstmalige Messung der magnetischen Wechselwirkung eines Kometen (Halley'scher Komet) mit dem interplanetaren Medium (Projekt VEGA-1/VEGA-2, 6. bzw. 9. März 1986)
- Gesamtverantwortung für den wissenschaftlichen Teil des österr.-sowjet. Projektes AUSTROMIR, (Österreichischer Kosmonaut zur Raumstation MIR, 1991).
- Erforschung des Planeten Mars sowie des Marsmondes Phobos (Projekt PHOBOS 2, 1988/89)
- Beteiligung Österreichs an verschiedenen Weltraumprojekten der ESA (u.a. P.I. für Experiment ASPOC, Co.-I. für Magnetometer im Projekt CLUSTER, P.I. für Experiment MIDAS der Kometenmission Rosetta, Co.-I. für Saturn/Titan-Experiment ACP), Landung am Saturnmond Titan am 14.1.2005

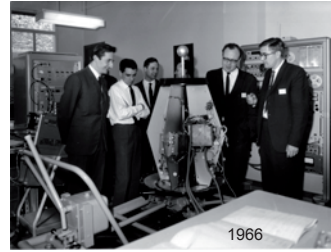
Verfasser bzw. Mitverfasser von über 320 wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Raumschiff Erde



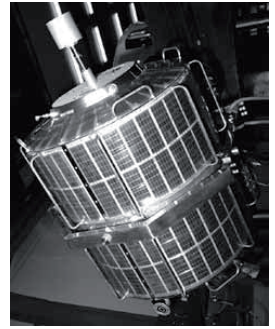
W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Planungsphase der Satelliten ESRO I (A und B)



1966

Besprechung bei CONTRAVES, Zürich
J. Ortner (li), W. Riedler (Mitte re)
D. Mullinger, Projektmanager (hinten)



Start Esro1 A am 3.10. 1968,
Western Test Range, Lompoc, CA
Rakete : Scout

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

„Falsch geplant und fehl gestartet“ (ORF 8.8.1969)



ORF-Interview in Kiruna, März 1969

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Das „Weltraumfahrrad“ am Polarkreis



Photo: Martin Friedrich

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Höhenforschungsraketen



Andøya
Norwegen

26.11.1969

Erster Start einer Forschungsrakete
mit österreichischer Beteiligung

Messung der Elektronendichte in der Ionosphäre
mit Hilfe der Faradaydrehung linear polarisierter
elektromagnetischer Wellen



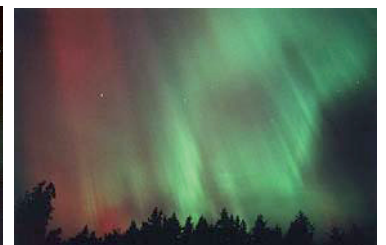
Einer der vielen
folgenden
Raketenstarts
mit Grazer
Beteiligung



El Arenosillo (Huelva), Spanien

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

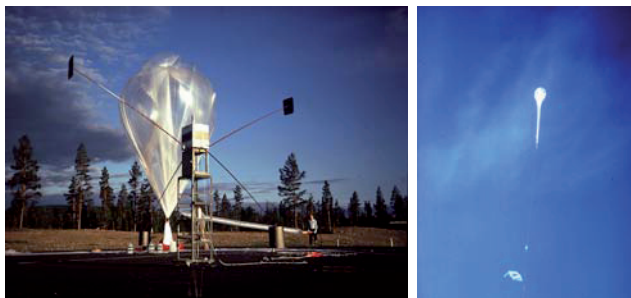
Polarlichterscheinungen



Spiegelbild dynamischer Vorgänge
in der Magnetosphäre,

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Stratosphärenballone, Kiruna, Nordschweden

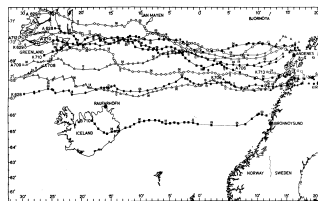


Messung der Spektren sekundärer Röntgenstrahlung sowie deren zeitlichen Veränderungen

$V \approx 10.000 \text{ m}^3$
ca. 15 kg Nutzlast
 $H \approx 35.000 \text{ m}$

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Ballonflugbahnen in ca. 35000 m Höhe



Sommer

Drift nach Westen,
Simultanaufstiege
von verschiedenen Startplätzen,
Markierungen in Stundenabständen



Winter

Drift nach Osten,
Notwendigkeit von
Telemetriestationen im Osten

Zusammenarbeit mit der Sowjetunion

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Zusammenarbeit mit der Sowjetunion



TU Graz, Österr. Akademie der Wissenschaften / Академия Наук СССР)

Partner: ИЗМИРАН / IZMIRAN (Troitsk, Bezirk Moskau)
ПИИ / PGI (Apatity, Bezirk Murmansk)
Magnetosphärenphysik; Ballone
ИКИ / IKI (Moskau)
Interplanetare Physik, Sonnenwind,
Planeten, Kometen;
Raketen, Satelliten, interplanetare Sonden



Roald Z. Sagdeev



Hauptgebäude IKI

Roald Z. Sagdeev

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Venera 13/14



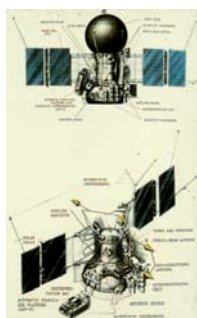
VENERA 13: Start 30.10.1981,
Vorbeiflug Venus 1.3.1982
VENERA 14: Start 4.11.1981,
Vorbeiflug Venus 5.3.1982



Flugbahnen zur Venus

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Венера-Галлей (Vega/Vega) zum Planeten Venus und zum Kometen Halley



VEGA-Sonden vor

bzw.

nach
Venus-Vorbeiflug

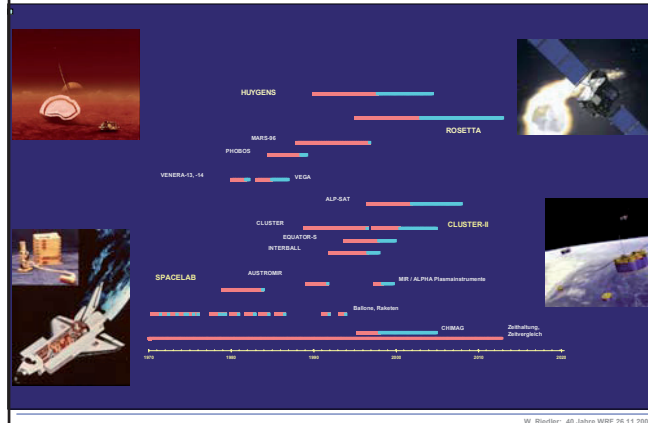
Flugbahnen
von VEGA1/2



VEGA 1: Start 15.12.84, Venus 11.6.85, Halley-Rendezvous 6.3.86
VEGA 2: Start 21.12.84, Venus 15.6.85, Halley-Rendezvous 9.3.86

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Osterreichische Akademie der Wissenschaften Institut für Weltraumforschung Abteilung für Experimentelle Weltraumforschung



W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Trägerrakete ARIANE-5



- 1 Nutzlastverkleidung
- 2 Gerätestufe
- 3 Oberstufe mit lagerfähigen Treibstoffen
- 4 Feststoff-Zusatzraketen
- 5 Feststoffmotor
- 6 Kryotechnische Hauptstufe
- 7 Kryotechnischer Antrieb
- 8 Nutzlast: vier CLUSTER-Satelliten



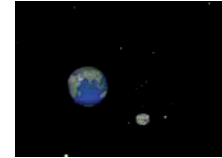
Erstflug 4. Juni 1996 Fehlstart !

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

CLUSTER II, Start von Baikonur

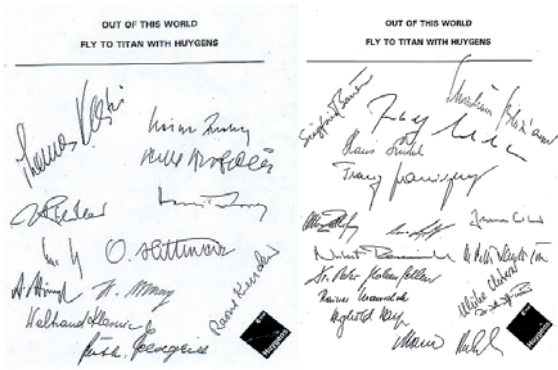


- Kosmodrom Baikonur, Kasachstan
- 2 Raketen Soyuz
- Erster Start:
16. Juli 2000
2 Satelliten: Salsa, Samba
- Zweiter Start:
14. August 2000
2 Satelliten: Rumba, Tango



W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Autogramme für den Flug zum Saturnmond Titan



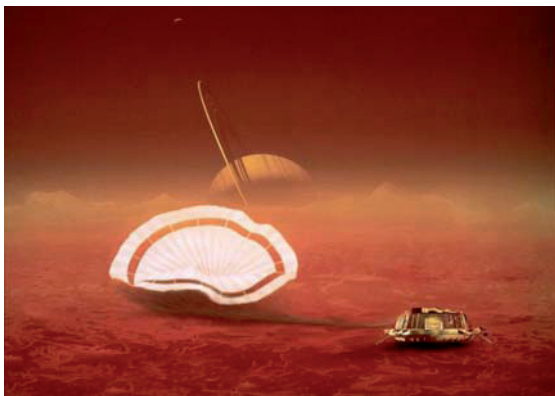
W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Autogramme für Titan



W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

15. Januar 2005: Huygens auf Titan



W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Mars 96



Magnetfeldmeßgerät MAREMF für die Sonde MARS 96

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Österreichischer Kosmonaut auf MIR



„Visionen“ und Diskussionen
in Österreich



Verhandlungen in Moskau

W. Radtler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Die beiden österreichischen Kosmonauten



Franz Viehböck
geb. 24. Aug. 1960

Flug: 2.-10. Okt. 1991

Clemens Lothaller
geb. 8. Mai 1963

W. Radtler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

MIR - 10. Flugmannschaft Baikonur, 2. Oktober 1991 (A. Wolkow, F. Viehböck, T. Aubakirov)



Projekt AUSTROMIR
2. - 10. Oktober 1991

W. Radtler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Willi Boskovsky / Wiener Philharmoniker



W. Radtler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

AUSTROMIR, Alltag an Bord



Austromir Crew:
T. Aubakirov,
F. Viehböck,
A. Arzebarskij,
A. Volkov,
S. Kriklajov

Viehböck am
Massenspektrometer
MIGMAS A



W. Radtler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Forschungsstation Lustbühel (Graz)



W. Radtler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Lustbühel (Graz)



Eröffnung der Forschungsstation
Lustbühel
nach dem Ausbau
durch Bundesminister Firnberg und
Landeshauptmann Niederl
am 20. 12. 1976

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Technische Universität Graz
Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung (INW)
&
JOANNEUM RESEARCH (Institut für Angewandte Systemtechnik (IAS))



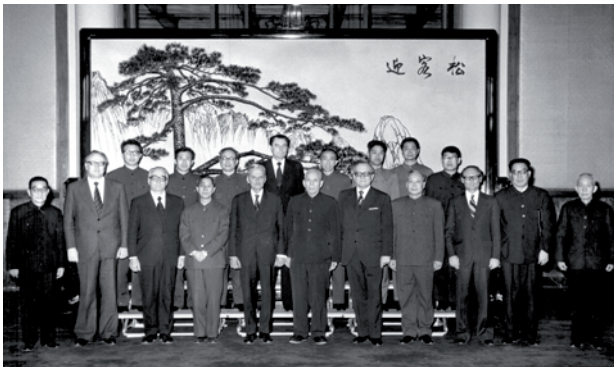
Bodenstation Lustbühel



Hilmwarte (Wetterradar u.a.)

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

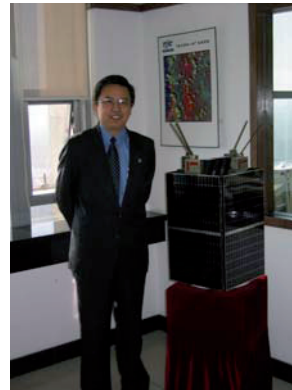
Erster Besuch
einer österreichischen Wissenschaftsdelegation in der VR China



Empfang durch Stv.Ministerprärs. Wang Chen in der Großen Halle des Volkes

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Prof. Gong Ke, Präsident der Universität Tianjin



geb. 1955 Beijing
ab 1982 Studium in Graz
Dipl.-Ing.,
Dr. techn. 1986

1999 Vizerektor der
Tsing Hua Universität
Beijing

Seit 2006 Präsident
der Universität Tianjin

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

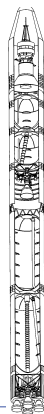
Starts von Double Star



Raketen:
Chang Zheng (Langer Marsch) 2C
2 Stufen, l=40 m, Ø=3,35 m

Start TC-1: Xichang (Sichuan)
30. Dezember 2003
03.06.18 (chin. Zeit)
75. Start einer Chang Zheng

Start TC-2: Taiyuan (Shanxi)
Juli 2004



TC-1 30.12.2003

2009

Kontrollzentrum Xichang



Prof. R. Bonnet,
Prof. D. Southwood,
Wissenschafts-
direktoren der ESA

Prof. W. Riedler,
IWF (ÖAW) Graz



瑞德勒
Mr. Riedler

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Abgeschlossene Missionen 1997



Mission	Land/Agentur	Ziel	Start
•Venera 13/14	SU	Venus	1981
•Spacelab	ESA	Physik/Technologie	1983
•Vega 1/2	SU	Venus, Komet Halley	1984
•Phobos 1/2	SU	Mars	1988
•Austromir	SU	Physik/Techn./Medizin	1991
•Mars 96	SU	Mars	1996
•Interball	SU	Erdmagnetosphäre	1996
•Global Surveyor	USA	Mars	1996
•Equator-S	BRD	Erdmagnetosphäre	1997

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Roald Zinnurowich Sagdeev



Geb. 1932 Kasan
Tatarische Sowjetrepublik

Studium in Kasan und Moskau
Arbeiten in Akademgorodok:
Weltraum-Plasmaphysik, Kernphysik

Direktor
Institut für Weltraumforschung (IKI),
Sowj. Akademie der Wissenschaften
1973 - 1988

Dr. techn. h.c.
Technische Universität Graz
26. November 1984

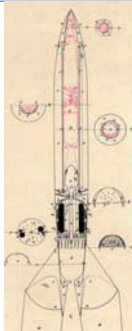


W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Hermann Oberth



(1923)



Geb. 25.6.1894, Hermannstadt, Öst.-Ung.

Gest. 28.12.1989, Feucht, Deutschland

Ehrendoktor der Technischen Universität Graz: **26.11.1984**

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Ehrendoktorat der TUG an Hermann Oberth



26.11.1984

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Institut für Weltraumforschung (IWF) Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW)



1.7.1984 - 31.12.2000

- Direktor: Prof. Willibald Riedler
- Stellvertreter: Prof. Siegfried Bauer,
Prof. Hans Sünkel (ab 1999)

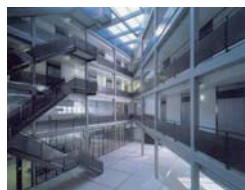


1.1.2001 - 31.3.2004

- Direktor: Prof. Hans Sünkel
- Stellvertreter: Prof. Helmut O. Rucker

1.4.2004 - 31.3.2007

- Direktor: Prof. Wolfgang Baumjohann
- Stellvertreter: Prof. Hans Sünkel



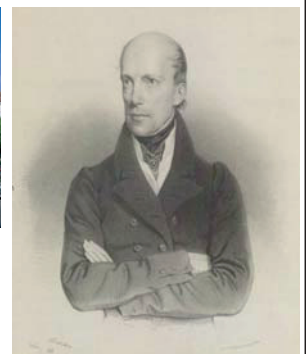
- ÖAW-Forschungszentrum Graz
Schmiedstraße 6

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Erzherzog Johann von Österreich



26. November 1811:
Schenkung seiner Sammlungen
an das „Joanneum“
als technische Lehranstalt.
Vorläufer der
**Technischen Universität /
Erzherzog Johann Universität**



(1782 - 1859)

W. Riedler: 40 Jahre WRF 26.11.2009

Hans Sünkel

o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn., Rektor der TU Graz

Der Beitrag der Geodäsie für die Weltraumforschung

Der Beitrag der Geodäsie für die Weltraumforschung

Es ist mittlerweile nahezu viereinhalb Jahrhunderte her, als Galileo Galilei aus seinem berühmt gewordenen Fallversuch in Pisa einen Zusammenhang herstellte, der wohl zu den schönsten der Naturwissenschaften zählt: jenen zwischen Raum, Zeit und Schwere. Und eben diese drei Elemente sind es, die den Kern der Satellitengeodäsie ausmachen und so auch den Beitrag der Geodäsie zur Weltraumforschung auf das Wesentliche reduziert beschreiben.

Die Grundlage aller Weltraummissionen ist ein geozentrisches Bezugssystem mit höchster Präzision und Langzeitstabilität. Ein dieses Ansprüchen genügendes Bezugssystem ist nur durch ein System künstlicher Satelliten und interferometrischer Raummethoden realisierbar.

Die Anomalien des Gravitationsfeldes der Erde bilden sich in solchen der Satellitenbahnen ab. Stehen daher Raumverfahren zur Realisierung eines Bezugssystems sowie Positionierungs- und Navigationsaufgaben im Vordergrund, so ist man gut beraten, künstliche Satelliten in möglichst erdferne Bahnen zu bringen.

Die ersten Schritte erfolgten etwa ein Jahrzehnt nach dem Start von Sputnik I mit dem Ballonsatelliten Pageos (Passive Geodetic Earth Orbiting Satellite), der in einer Bahnhöhe von etwa 4000 km auf der Basis der Stellartriangulation die Grundlage für die Schaffung eines weltumspannenden Netzes von 46 Observatorien war, die so mit einer Genauigkeit von etwa 5 Meter lokalisiert werden konnten.

Ein Jahrzehnt danach wurde die Richtungsbestimmung der Stellartriangulation durch die Laser-Entfernungsmessung (Satellite Laser Ranging, SLR) zu Lageos (Laser Geodynamics Satellite) in einer Bahnhöhe von etwa 6000 km abgelöst. Mit Hilfe des Lageos-Systems, unterstützt durch ein globales VLBI-Netzwerk (Very Long Baseline Interferometry), konnte ein langzeitstabiles globales geozentrisches Referenzsystem mit Millimetergenauigkeit realisiert werden. SLR dient aber nicht nur zur Realisierung eines globalen Referenzsystems, sondern in hohem Maße auch der Bahnbestimmung von zahlreichen mit Laser-Retroreflektoren ausgestatteten Satelliten. Die Messgenauigkeit eines Hochleistungs-SLR-Systems wie jenes des Observatoriums Graz-Lustbühel liefert dabei Distanzen zu Satelliten bis zu 2000 mal pro Sekunde mit einer Genauigkeit von wenigen Millimetern, aus welchen letztlich die Bahn von Satelliten abgeleitet wird.

Heute sind es die Globalen Positionierungs- und Navigations-Satellitensysteme (GPS, GLONASS, GALILEO et al.), die globale Positionierung mit Millimeter-Genauigkeit ermöglichen. Das Observatorium Graz-Lustbühel hat diese technologische Entwicklung von Anfang an mitgestaltet und verfügt derzeit über eines der weltweit leistungsfähigsten SLR-Systeme sowie über eine Permanent-Station für GPS und GLONASS.

Wiederum etwa zehn Jahre danach war der Beginn der Ära der Fernerkundung mit Hilfe von Satelliten in Bahnhöhen von etwa 800 km und Bahnspuren, die sich im Rhythmus von 35 bis 160 Tagen wiederholen und so Zeitreihen über Veränderungen des Erdkörpers liefern. Eines von zahlreichen Messsystemen an Bord aller Fernerkundungsmissionen wie etwa ERS-1/2 oder ENVISAT ist ein Radar-Altimeter, das den Abstand des Satelliten von der aktuellen Meeresoberfläche mit einer Genauigkeit von wenigen Zentimetern misst und folglich bei bekannter Satellitenbahn erlaubt, die jeweilige Raumposition der Meeresoberfläche zu

bestimmen. Diese Abtastung der Meeresoberfläche im Rahmen einer solchen Mission liefert ein Bild der geometrischen Veränderung der Meeresoberfläche. Eine exakte Ableitung der Meeresströmungen braucht aber noch zusätzlich die Information Gravitationsfeld.

Die Kalibrierung dieser Altimetersysteme erfolgt unter anderem mit Hilfe eines Altimeter-Transponders in Form einer simulierten Meeresoberfläche mit aktivem Transponder. Das Grazer Altimeter-Transponder-System wird so zur Kalibrierung diverser Radar-Altimeter auf der griechischen Insel Gavdos erfolgreich eingesetzt.

Im Gegensatz zur Aufgabe der Positionierungssysteme erfordert die globale Erforschung des Gravitationsfeldes der Erde mit hoher Auflösung und höchster Genauigkeit den Einsatz dedizierter Satellitenmissionen in Bahnen, die dem Erdkörper möglichst nahe kommen. Nach jahrzehntelangen Vorarbeiten konnten schließlich drei Satellitenmissionen realisiert werden: CHAMP (2000), GRACE (2002) und GOCE (2009). Alle drei Missionen teilen sich die Eigenschaft, in niedrigen Bahnhöhen zwischen etwa 250 und 450 km zu operieren und ihre Bahnen mit einer Genauigkeit von jeweils wenigen Zentimetern mit Hilfe des GPS-Systems bestimmen zu können. Gleichsam aus der Inversion der Bahndaten werden die langwelligeren Strukturen des Gravitationsfeldes abgeleitet. Das Tandem-System GRACE verfügt zusätzlich über ein Mikrowellen-Messsystem, das laufend die gegenseitige Entfernung der beiden Satelliten mit hoher Genauigkeit bestimmt und aus diesen Daten einerseits höhere Auflösungen des Gravitationsfeldes erzielt und andererseits dessen zeitliche Änderungen erfasst. Die GOCE-Mission verfügt über ein System von dreidimensionalen Beschleunigungsmessern (als Gradiometer bezeichnet) symmetrisch zum Massenzentrum des Satelliten angeordnet, sowie über ein Ionenstrahl-Triebwerk, das die Summe aller am Satelliten wirkenden nichtkonservativen Kräfte wie Luftwiderstand, Strahlungsdruck der Sonne und Albedo-Effekt der Erde kompensiert und dafür sorgt, dass sich der Satellit auch in einer Bahnhöhe von nur 250 km noch im freien Fall bewegt. Die erwarteten mehrere hundert Millionen Gradiometerdaten werden in Verbindung mit den Bahndaten das globale Gravitationsfeld der Erde mit höchster Genauigkeit und einem Detailreichtum, der durch etwa 70.000 Parameter beschrieben ist, abbilden.

Der Bereich der Theoretischen Geodäsie der TU Graz, unterstützt durch jenen der Abteilung für Satellitengeodäsie des Instituts für Weltraumforschung der ÖAW ist im Rahmen der GOCE-Mission nicht nur in ein internationales europäisches Konsortium eingebettet, sondern wird auch die weltweit erste Lösung des Gravitationsfeldes aus GOCE-Daten liefern. Die Information Gravitationsfeld wird die Bahnprädiktion von Satellitenmissionen erheblich verbessern, die Realisierung eines globalen Höhensystems ermöglichen, durch Kombination mit Laufzeiten der elastischen Erdbebenwellen geotomografische Einblicke ins Erdinnere erlauben, und durch Kombination mit Satelliten-Altimeterdaten das Muster der Ozeanströmungen mit höchster Genauigkeit bestimmen.

So leistet die Geodäsie im Allgemeinen und die Satellitengeodäsie im Besonderen zwei sehr wesentliche Beiträge zur Weltraumforschung: sie liefert durch ein stabiles Referenzsystem höchster Genauigkeit die Grundlage für die räumliche Einbettung aller Weltraummissionen, und ermöglicht mittels dedizierter Satellitenmissionen die detaillierte Erforschung unseres Heimatplaneten Erde.



Ballonsatellit Pageos (1966)



ESA-Fernerkundungs-Satellit ERS-1 (1991)



Geodynamischer Satellit Lageos (1976)



ESA-Satellit GOCE (2009)

Wolfgang Baumjohann

Prof. Dr.rer.nat.habil., Institut für Weltraumforschung der ÖAW

Neue Entwicklungen in der Weltraumphysik

Altes und Neues in der Weltraumphysik

Wolfgang Baumjohann, Institut für Weltraumforschung der Österr. Akademie der Wissenschaften

Das Grazer Institut für Weltraumforschung (IWF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) beschäftigt sich mit der Erforschung des Sonnensystems und des erdnahen Weltraums und mit Satellitengeodäsie. Mit über 80 MitarbeiterInnen aus mehr als einem Dutzend Nationen ist es in den vergangenen 40 Jahren *das* österreichische Weltrauminstitut par excellence geworden.

Wissenschaftlich arbeitet das IWF in erster Linie auf den Gebieten der Weltraumplasmaphysik, der Planetenphysik und des Erdschwerefelds. Die Schwerpunkte in der Entwicklung von Instrumenten sind der Bau von Magnetometern, die Satellitenpotentialregelung, die Antennenkalibrierung und die Laserdistanzmessung zu Satelliten. Der in langen Jahren erworbene international ausgezeichnete Ruf des Instituts ermöglicht instrumentelle und wissenschaftliche Beteiligungen an fast allen wichtigen Missionen in den erdnahen Weltraum und das Sonnensystem.

Das IWF ist derzeit an 14 internationalen Weltraummissionen aktiv beteiligt. Es kooperiert insbesondere mit der europäischen Weltraumorganisation ESA, nationalen Weltraumagenturen in Amerika (NASA), Frankreich (CNES), Japan (JAXA), China (CNSA) und Russland (IKI) sowie mit der österreichischen Weltraumindustrie und mehr als 100 Forschungsinstituten weltweit. Die Missionen reichen von der Bestimmung des Erdschwerefeldes (*GOCE*) und Satellitenflotten im erdnahen Weltraum (*Cluster*, *THEMIS*, *RBSP*, *MMS*, *Resonance*) über die Beobachtung der Sonne (*STEREO*) und Erforschung von Planeten wie Saturn (*Cassini*), Mars (*Yinghuo*, *ExoMars*), Venus (*Venus Express*), Merkur (*BepiColombo*) und sogar extrasolaren Planeten (*CoRoT*) bis zur Landung auf Kometen (*Rosetta*). Beispielhaft sind die folgenden vier Missionen kurz charakterisiert.

Die vier **Cluster**-Satelliten der ESA (Start: 2000) zur Erforschung der Erdmagnetosphäre liefern völlig neuartige Meßergebnisse aus vier Punkten im Raum. Das Institut hat Instrumente zur Potentialregelung der Satelliten und zur Messung der magnetischen und elektrischen Felder (mit-)gebaut und ist an zwei Teilchenspektrometern beteiligt. Die Neuartigkeit und die hohe Qualität der Messungen resultierten in bis dato über 100 Veröffentlichungen in internationalen Fachjournalen, an denen MitarbeiterInnen des IWF beteiligt waren.

Die ESA-Sonde **Rosetta** (Start: 2004) wird ab 2014 den Kometen Churyumov-Gerasimenko umkreisen und eine Landesonde auf seinem Kern absetzen. Unter der Leitung des IWF wurde ein Rasterkraftmikroskop gebaut, das Staubteilchen aus der Koma des Kometen auf millionstel Millimeter genau abtasten kann. Außerdem ist das IWF an einem Massenspektrometer, zwei Magnetometern und einem Instrument zur Messung der Temperaturleitfähigkeit und Festigkeit der Kometenoberfläche beteiligt. Die Rosetta-Mission ist ein echtes Langzeitprojekt: fast 30 Jahre werden von der Konzeption der Instrumente bis zum Abschluß der physikalischen Auswertung vergehen.

Ziel der ESA-Mission **Venus Express** (Start: 2005) ist die Erforschung der Atmosphäre und Ionosphäre unseres Nachbarplaneten. Unter der Federführung des IWF wurde ein Magnetometer gebaut; eine Rolle, für die das IWF prädestiniert ist: Bei vier von sechs Raumsonden, die in den letzten 25 Jahren zur Venus flogen, kamen die Magnetometer aus Graz. Darüber hinaus ist das IWF an einem Ionenspektrometer beteiligt.

Die Mission **BepiColombo** (Start: 2014) ist ein europäisch-japanisches Gemeinschaftsprojekt zur Erforschung des sonnennächsten Planeten Merkur. Es ist das erste Mal, daß zwei Raumsonden – japanischer und europäischer Orbiter – gleichzeitig zu diesem Planeten fliegen. Das Institut ist an den Magnetometern auf beiden Satelliten und an dem Massenspektrometer auf der europäischen Sonde beteiligt. Bei dem Magnetometer auf dem japanischen Orbiter hat das Institut die Federführung. Hier setzt sich die lange Tradition des Instituts im Bau von Weltraummagnetometern fort.

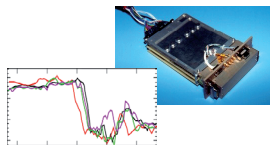
IWF Institut für Weltraumforschung

Seit fast 40 Jahren aktiv in der Erforschung des erdnahen Weltraums und Sonnensystems

83 MitarbeiterInnen aus 12 Nationen in 3 Abteilungen

Arbeitsgebiete:

- Instrumentenbau
- Erdschwerefeld
- Weltraumplasmaphysik
- Sonnensystemexploration



IWF 25 Missionen — 95 Instrumente

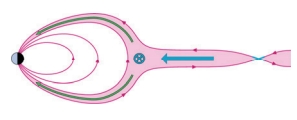
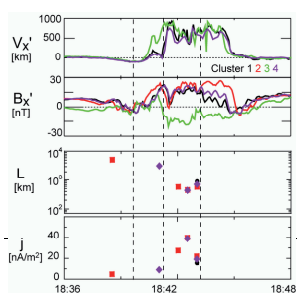
Satellitenmission	Agentur	Ziel	Start	Instrumente
Venera 13/14	IKI	Venus	1981	●●
Spacelab 1	ESA/NASA	Erdmagnetosphäre	1983	●●●
VEGA 1/2	IKI	Venus, Komet Halley	1984	●●●●
Phobos	IKI	Mars, Phobos	1988	●●●●●
AustroMIR	ASA/IKI	Erdmagnetosphäre	1991	●●●
Interball	IKI	Erdmagnetosphäre	1995	●●●
MIR	IKI	Erdmagnetosphäre	1997	●●●
Deep Space 1	NASA	Asteroid Braille, Komet Borrelly	1997	●●
Cassini/Huygens	NASA/ESA	Saturn	1997	●●●●●
Equator-S	DLR	Erdmagnetosphäre	1998	●●●●●
Cluster	ESA	Erdmagnetosphäre	2000	●●●●●
Mars Express	ESA	Mars	2003	●●●●●
DoubleStar	CNSA/ESA	Erdmagnetosphäre	2003	●●●●●
Rosetta	ESA	Komet Churyumov-Gerasimenko	2004	●●●●●
Venus Express	ESA	Venus	2005	●●●●●
COROT	CNES	Astronomie	2006	●●●●●
STEREO	NASA	Sonne	2006	●●●●●
THEMIS	NASA	Erdmagnetosphäre	2007	●●●●●
GOCE	ESA	Erdschwerefeld	2009	●●●●●
Yinghuo	CNSA	Mars	2011	●●●●●
Radiation Belt Storm Probes	NASA	Erdmagnetosphäre	2012	●●●●●
BepiColombo	ESA/JAXA	Merkur	2014	●●●●●
Magnetospheric MultiScale	NASA	Erdmagnetosphäre	2014	●●●●●
Resonance	IKI	Erdmagnetosphäre	2015	●●●●●
Solar Orbiter	ESA/NASA	Sonne	2017	●●●●●



IWF Cluster: die Ernte wird eingefahren

Die Cluster-Satelliten liefern erstmals Meßergebnisse an vier Punkten im Raum: mehr als 100 Veröffentlichungen

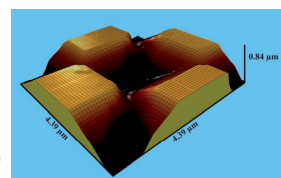
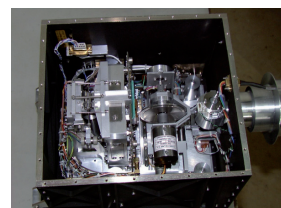
- Federführung bei Satelliten-Potenzialregelung
- Mitarbeit bei Entwicklung und Bau der Magnetometer
- Beteiligung an Elektronenstrahl-Experiment, Ionen- und Elektronenspektrometer
- Start: Sommer 2000 (ESA)
- Konzentration der Analyse auf Magnetosphärenschweif



IWF Erstes Rasterkraftmikroskop im All

Auf der Rosetta-Raumsonde der ESA sind zur Zeit 5 in Graz (mit-)gebaute Instrumente unterwegs zu einem Kometen (Ankunft 2014).

Neben zwei Magnetometern, einem Massenspektrometer und einem Penetrator, das erste für den Weltraum gebaute Rasterkraftmikroskop, das von 2014–2016 den Kometenstaub analysieren soll und 2006 die erste Rasterkraftaufnahme im Weltraum gemacht hat.



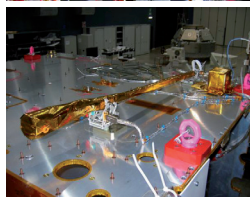
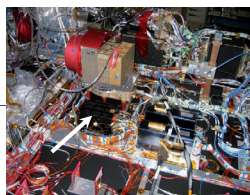
Rasterkraftaufnahme eines Testgitters



IWF Monopol bei Venusmagnetometern

Die Raumsonde Venus Express und ihre Instrumente wurden in nur drei Jahren fertig gestellt

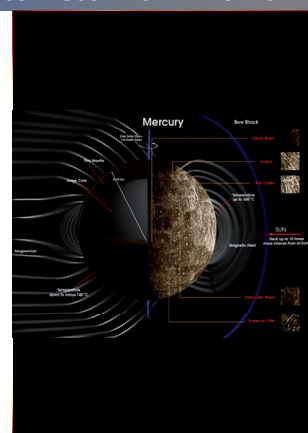
- Federführung Magnetometer
- Herausforderung: magnetisch unreine Raumsonde, kurzer Ausleger
- Beteiligung an Plasmadetektor
- Untersuchung des Verlusts von Venusatmosphäre an den Sonnenwind;
- mehrere Veröffentlichungen in Nature
- Start: November 2005 (ESA)



IWF Magnetometer zum Merkur

Die beiden BepiColombo-Raumsonden, MMO & MPO, untersuchen die Merkur-oberfläche, sein Inneres und seine Magnetosphäre

- Federführung bei Magnetometer auf japanischem MMO
- Federführung bei Ionen-Kamera auf europäischem MPO
- Mitarbeit bei Magnetometer auf europäischem MPO
- Start: 2014 (ESA/JAXA)



Otto Koudelka

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.,
Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation der TU Graz

Vom Richtfunk zur interplanetaren Kommunikation

Vom Richtfunk zur Interplanetaren Kommunikation

Otto Koudelka
Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation
TU Graz

Nachrichtensatelliten sind heute aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. In Österreich beziehen beispielsweise mehr als 50% der Fernsehteilnehmer ihre Programme via Satellit. Relativ neue Anwendungen wie „Internet via Satellit“ ermöglichen Breitbandnetzzugang auch in Gebieten mit schlechter terrestrischer Versorgung. Mobile multimediale Applikationen (TV, Internet, Sprache) werden durch Nachrichtensatelliten in Flugzeugen, Schiffen und Fahrzeugen an praktisch jedem Punkt der Erde möglich.

Mit der Gründung des Instituts für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung der TU Graz und des Instituts für Angewandte Systemtechnik der Joanneum Research durch Prof. Willibald Riedler konnte sich in Graz ein international anerkannter Schwerpunkt der Satellitennachrichtentechnik entwickeln. Ausgehend von Untersuchungen des Ausbreitungsverhaltens von Mikrowellen auf terrestrischen Richtfunkstrecken und den ersten Radiometermessungen bei Frequenzen oberhalb von 10 GHz (im Auftrag der europäischen Weltraumorganisation ESA) stellten die Errichtung der Satellitenbodenstation am Observatoriums Lustbühel und der Wetterradarstation Hilmwarte wichtige Meilensteine dar.

Anfang der 1980iger Jahre wurde das Institut eingeladen, am ersten europäischen Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungsexperiment STELLA teilzunehmen. Daraus entwickelte sich das internationale Projekt SATINE, das erstmalig multimediale Breitbandkommunikation über Satellit und Verbindung von weit entfernten Computernetzen ermöglichte. Damit wurde umfangreiches Know-how in den Bereichen Übertragungs- und Mikrowellentechnik, Fehlersicherungsverfahren und Kommunikationsprotokolle aufgebaut. Zahlreiche praktisch realisierte Systeme entstanden im Rahmen von zahlreichen ESA-, EU- und Industrieprojekten. Exemplarisch seien das Satellitenvideokonferenzsystem DICE erwähnt, das erfolgreich während der AUSTROMIR-, der deutschen MIR-92 und der ESA-Missionen EUROMIR-94 und -95 eingesetzt wurde sowie das Satellitenkommunikationssystem L*IP, das sich in Feldversuchen der EUTELSAT, der TELENOR und der TELEKOM AUSTRIA bestens bewährte.

Von Anfang an spielten Applikationen und die enge Einbeziehung von Nutzern eine wichtige Rolle. Satellitenkommunikationssysteme aus Graz werden in den Bereichen Telemedizin, Tele-Education und im Katastrophenschutz eingesetzt.

Seit 2002 heißt das Institut „Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation“ (IKS). Mit SIEMENS, der TU Graz und Joanneum Research konnte ein österreichischer Telekommunikationscluster etabliert werden, der innovative Lösungen für die Satellitennachrichtentechnik erarbeitet. Schwerpunkte sind Monitorsysteme für Netzbetreiber und Terminals zur Vernetzung von Firmenstandorten und zur Versorgung von infrastrukturschwachen Regionen mit Breitband- und Mobilfunkdiensten.

Ein spannendes Anwendungsfeld ist die Sicherheitsforschung. Mit dem österreichischen Flugzeughersteller Diamond wurde unlängst ein fluggestütztes System zur Erfassung von Katastrophenschäden aus der Luft erarbeitet, das 2008 und 2009 höchst erfolgreich bei der Brandbekämpfung und beim Hochwasserschutz zum Einsatz kam. Die Kommunikation in die Landeswarnzentralen erfolgt zuverlässig und unabhängig von jeglicher terrestrischer Infrastruktur via Satellit.

Aber auch interplanetare Distanzen können überbrückt werden. Im Auftrag der ESA wurde 2009 eine Studie über zukünftige Kommunikationssysteme zu Weltraumsonden erstellt. Mit Hilfe moderner Übertragungsverfahren, optischer Kommunikation und Höchsthochfrequenztechnik gelingt die Übermittlung sehr großer Datenmengen von Planetensonden innerhalb unseres Sonnensystems.

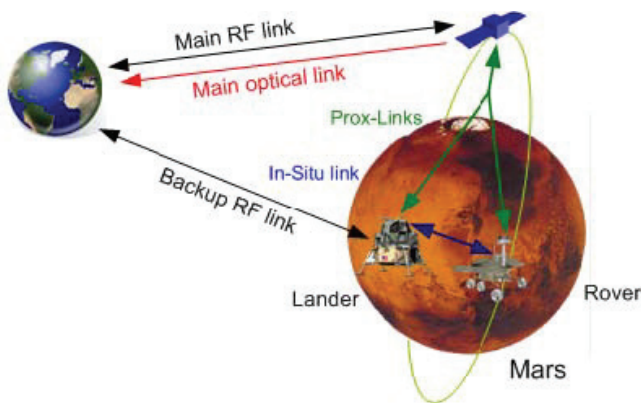
Ein Highlight wird der Anfang 2011 geplante Start des ersten österreichischen Nanosatelliten TUGSAT-1 sein, der derzeit am IKS gebaut und getestet wird. Er soll die Helligkeitsschwankungen von massereichen Sternen untersuchen und zur neu errichteten Boden- und Kontrollstation in Graz senden.



Mobile Satellitenkommunikationssysteme der TU Graz und Joaneum Research bei einem Einsatz während einer Katastrophenschutzübung 2008



Satellitenbodenstation am Observatorium Lustbühel für die Frequenzbereiche 11/12/14 GHz



Konzept eines zukünftigen Kommunikationssystems für interplanetare Missionen mit Mikrowellen- und optischer Übertragung



Bodenstation für TUGSAT-1 am Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation



Satelliterminal für Breitband-Internetzugang, Voice over IP und TV mit einer Antenne, die sich vollautomatisch zum Satelliten ausrichtet



TUGSAT-1/BRITE-AUSTRIA: der erste österreichische Nanosatellit

Zur Reihe „Nachhaltige Entwicklungen an der TU Graz und ihre Initiatoren“

Die Technische Universität Graz ist aus dem 1811 gestarteten Unterricht am Joanneum hervorgegangen, dessen Ziel es von Beginn an war, das Wissen der Gegenwart durch Anwendung in der Praxis in besonderer Weise für das Wohl der Menschen nutzbar zu machen. In dieser Veranstaltungsreihe aus Anlass des 200-jährigen Bestandes des eigenständigen technischen und naturwissenschaftlichen Unterrichtes in Graz werden ausgewählte Persönlichkeiten vorgestellt, die der Verwirklichung dieses Gründungsgedankens in herausragender Weise entsprochen haben.

eine Veranstaltungsreihe des Forums „Technik und Gesellschaft“
Kontakt: Josef Affenzeller, Kurt Friedrich, Wolfgang Wallner

gefördert von:

