

Immo Appenzeller



Immo Appenzeller

Immo Appenzeller wurde 1940 in Bad Urach, Württemberg, geboren. Er studierte Physik und Astronomie in Tübingen und Göttingen und promovierte dort 1966. Anschließend arbeitete er als Postdoc an der University of Chicago und als wissenschaftlicher Assistent in Göttingen. Dort habilitierte er sich 1970 mit einer theoretischen Arbeit aus dem Bereich der stellaren Astrophysik. Von 1975 bis zu seiner Emeritierung 2005 war er Ordinarius für Astronomie an der Universität Heidelberg und Leiter der Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl. Ab 1979 war er Auswärtiges Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Astronomie, das er 1998 bis 2000 kommissarisch leitete. Von 1994 bis 1997 war Appenzeller der Generalsekretär der Internationalen Astronomischen Union (IAU). Seit 2004 ist er Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Seine wissenschaftlichen Interessen umfassten insbesondere die Erforschung des interstellaren Magnetfelds, die Entstehung, den Aufbau und die zeitliche Entwicklung von Sternen, die kosmischen Röntgenquellen, aktive galaktische Kerne, Galaxien im frühen Universum sowie den Bau innovativer astronomischer Instrumente. Seine Arbeit wurde unter anderem mit dem französischen Gay-Lussac-Humboldt-Preis und der Karl-Schwarzschild-Medaille der Astronomischen Gesellschaft ausgezeichnet.

Immo Appenzeller

Astrophysik im Goldenen Zeitalter

Von einem "Goldenes Zeitalter" reden die Astronomen seit einem Artikel in der New York Times vom 8. Mai 1984. Dort wurde der amerikanische Astrophysiker Robert Charles Bless (1927 – 2015) mit den Worten zitiert: "There is no question that astronomers will look back on this period as a Golden Age". Der durchaus nachvollziehbare Grund für diese Bezeichnung ist der fundamentale Fortschritt unseres Wissens über den Kosmos in den letzten fünf Jahrzehnten. In diesem Zeitraum gelang es zum ersten Mal, den Bereich des Kosmos, von dem wir Licht empfangen können, räumlich und zeitlich vollständig zu überschauen. Außerdem gelang es, den gesamten Wellenlängenbereich der elektromagnetischen Strahlung, in dem Beobachtungen prinzipiell möglich sind, für die Astronomie nutzbar zu machen. Als Folge davon wurde eine Vielzahl neuer Objekte und Phänomene (wie die Schwarzen Löcher, Neutronensterne, Gravitationslinsen, die Dunkle Energie, der kosmische Mikrowellenhintergrund, Planeten außerhalb des Sonnensystems und die Gravitationswellen) entdeckt, und Spekulationen konnten durch Messungen ersetzt werden.

Mein erster Kontakt mit der Astrophysik fiel zufällig in den Beginn dieser Epoche. Das wusste ich damals aber nicht. Genauer gesagt, ich wusste überhaupt nichts von Astrophysik, und es war zunächst keineswegs meine Absicht, in diesem Arbeitsgebiet Karriere zu machen.

Wie ich zur Astrophysik kam

Begonnen hat alles mit dem Buch "Einstein und das Universum" von Lincoln Barnett, das mir etwa 1954 in die Hände fiel, als ich Schüler an einem Gymnasium in Frankfurt am Main war. Das englische Original "The Universe and Dr. Einstein" war 1949 erschienen, und Einstein selbst hatte noch das Vorwort dazu geschrieben. Ich war von Barnetts Buch fasziniert, verstand aber vieles nicht. Mit meinen offenen Fragen wandte ich mich an meinen Physiklehrer. Der erklärte mir, um Einstein zu verstehen, müsste ich zur Universität gehen und Physik studieren. Das tat ich dann auch, und zwar (nach dem Abitur in Stuttgart) zunächst in Tübingen. Damals war Kernphysik die große Mode. Nach dem Vordiplom ging ich daher nach Göttingen, um mich um eine Diplomarbeit bei der Gruppe von Arnold Flammersfeld (der dort einen kleinen Beschleuniger betrieb) zu bewerben. Leider hatten viele meiner Kommilitonen die gleiche Idee. Flammersfelds Institut war von Studenten überlaufen, und man sagte mir, dass ich mindestens einige Monate warten müsste, ehe ich mit einer Diplomarbeit beginnen könnte. Warten wollte ich aber nicht. Ich hatte im Krieg meinen Vater verloren und lebte von einer bescheidenen Waisenrente. Deshalb war ich sehr daran interessiert, das Studium zügig zu beenden, und ich fand, dass man in dem wenig beliebten Fach Astrophysik sofort mit einer Diplomarbeit beginnen konnte. Auf diese Weise landete ich 1962 statt in Flammersfelds Beschleuniger-Gruppe in der historischen (unter Carl Friedrich Gauß erbauten) Göttinger Sternwarte. Meine Absicht war dabei, möglichst schnell ein Diplom zu erwerben und dann zu "richtiger" Physik zurückzukehren.

Göttingen und Chicago (1962 – 1967)

Mein Betreuer an der Sternwarte war Alfred Behr (1913–2008), der für seine Beiträge zur astronomischen Technologie und zur Kosmologie bekannt war. Thema meiner Arbeit war die Bestimmung der Struktur des interstellaren Magnetfelds in der Sonnenumgebung mit Hilfe von Polarisationsmessungen des Lichtes von

Hintergrundsternen. Man benutzt dabei, dass Staubteilchen im interstellaren Raum durch das Magnetfeld partiell ausgerichtet werden. Licht, das durch interstellare Staubwolken geht, wird daher sowohl abgeschwächt als auch linear polarisiert. Aus dem Positionswinkel der Polarisation kann man die Projektion der Magnetfeldvektoren bestimmen, und aus dem Verhältnis von Abschwächung und Polarisation erhält man den Winkel zwischen dem Feld und dem Sehstrahl. Wenn man die Entfernung der Sterne kennt, kann man damit das Feld dreidimensional kartieren. Für die Arbeit standen mir ein kleines Teleskop auf dem Hainberg östlich von Göttingen und ein Sternpolarimeter zur Verfügung, das Behr entwickelt hatte und das damals weltweit das genaueste Gerät dieser Art war.

Dank Behrs vorzüglichem Instrument lieferten die Messungen interessante Ergebnisse. Aber der Fortschritt war langsam, denn, wie man in den Statistiken des deutschen Wetterdienstes nachlesen kann, gehört Göttingen zu den Orten mit dem geringsten Anteil an klarem Himmel in Deutschland. Nach einem Jahr Kampf mit den Wolken suchte ich nach Möglichkeiten, Behrs Polarimeter an einem günstigeren Standort zu betreiben, und ich erhielt ein entsprechendes Angebot von einer Sternwarte in Südfrankreich. Um mit dem Polarimeter dorthin umzuziehen, benötigte ich Behrs Genehmigung. Der war aber gerade in den USA. Daher schrieb ich ihm einen Luftpostbrief und erklärte meine Pläne. Behr schrieb zurück, dass er einen besseren Vorschlag hätte: Er hatte in den USA William Albert Hiltner (1914-1991) getroffen, der einer der Entdecker der interstellaren Polarisation war, und der damals das Yerkes-Observatorium der University of Chicago leitete. Hiltner hatte gerade ein neues, speziell für Polarisationsmessungen konstruiertes Teleskop installiert, und er suchte jemanden, der ihm bei der Inbetriebnahme half. Er bot mir dafür eine temporäre technische Stelle und soviel Beobachtungszeit an, wie ich brauchen würde, um mein Programm zu beenden.

Wie ich später erfuhr, war der Grund für Hiltners großzügiges Angebot, dass Behr ihm von einem Computerprogramm zur

Berechnung der Polarisation aus den Rohdaten berichtet hatte, das ich in Göttingen geschrieben hatte. In Göttingen waren diese Rechnungen vorher mit mechanischen Rechenmaschinen durchgeführt worden, während man in Chicago graphische Verfahren benutzte. Beides war aufwändig und nicht sehr genau. Software sollte für mich auch in der Folgezeit immer wieder eine wichtige Rolle spielen.

Nachdem ich mir die notwendigen Papiere und ein Reisestipendium für ein Flugticket beschafft hatte, traf ich im Sommer 1964 am Yerkes-Observatorium ein, das sich etwa 100 km nördlich des Zentrums von Chicago befindet und wo damals die Astronomie-Abteilung der University of Chicago residierte. Verbunden mit dem Yerkes-Observatorium war das McDonald-Observatorium im Westen von Texas, etwa 300 km östlich von El Paso. McDonald Observatory hat nichts mit Fast Food zu tun, sondern verdankt seine Existenz dem Vermächtnis eines texanischen Bankers gleichen Namens zum Bau eines Observatoriums für die University of Texas. Da diese noch keine Astronomieabteilung hatte, wurden die Kollegen in Chicago beauftragt, die Sternwarte zu gründen. Sie wurde deshalb während der ersten Jahrzehnte gemeinsam mit dem Yerkes-Observatorium betrieben.

Hiltners neues Polarimeter war noch genauer als Behrs Instrument. Die Messungen waren aber zeitaufwändig. In beiden Instrumenten wurde das einfallende Licht mit einem Wollaston-Prisma in zwei senkrecht zu einander polarisierte Komponenten aufgespalten. In Göttingen wurde zur Messung das Polarimeter um die optische Achse des Teleskops gedreht. Einfallendes linear polarisiertes Licht ergab dann eine periodische Modulation des Verhältnisses der beiden Komponenten. Aus der Amplitude der Modulation folgte der Polarisationsgrad, und aus der Phasenwinkel erhielt man den Positionswinkel der Polarisation. Um die Eigenpolarisation der Teleskopoptik zu eliminieren, wurde in Chicago nicht nur das Polarimeter, sondern der ganze Teleskoptrubus, samt Optik gedreht. Die Bewegung der schweren Teile und die Notwendigkeit, die Kollimation exakt zu erhalten, kosteten aber Zeit.

Deshalb schlug ich Hiltner vor, Teleskop und Polarimeter stationär zu halten und die Schwingungsrichtung des Lichts mit Hilfe einer achromatischen $\lambda/2$ -Platte zu rotieren. Hiltner fragte mich, ob ich ein solches Polarimeter für sein Institut bauen könnte. Das ging aber nicht sofort, denn ich war ja noch Student in Göttingen. Im Frühjahr 1965 kehrte ich daher zunächst nach Deutschland zurück, beendete mein Studium mit einer Promotion in Astronomie und war dann ein Jahr später wieder in Chicago (jetzt auf einer wissenschaftlichen Stelle) und baute das neue Polarimeter.

Das neue Instrument enthielt nicht nur die $\lambda/2$ -Platte, sondern auch eine verbesserte Elektronik und eine programmierbare automatische Steuerung. Es war um Faktoren zwischen fünf und zehn schneller (und noch genauer) als sein Vorgänger. Beobachtungen, die vorher eine Woche benötigten, konnte man nun in einer Nacht durchziehen. Das Instrument wurde schnell bekannt und an verschiedenen amerikanischen Forschungseinrichtungen (und später auch in Europa) nachgebaut. Ein Vorteil war auch, dass das neue Polarimeter transportabel war und an den größeren Teleskopen des McDonald-Observatoriums eingesetzt werden konnte. Dort erreichte man damit auch schwächere Objekte, insbesondere die neu entdeckten Quasare, die mich damals besonders interessierten.

Neben Polarisationsmessungen und Spektroskopie gehörte zu meinen Aktivitäten in Chicago auch etwas Sonnenphysik. Dazu war ich zweimal Gast am Sacramento-Peak-Sonnenobservatorium bei Alamogordo in New Mexico. Nach dort hatte mich Egon-Horst Schröter (der späterer Leiter des Kiepenheuer-Instituts für Sonnenphysik in Freiburg) eingeladen, mit dem ich damals an einer Analyse der turbulenten Bewegungen in der Sonnenatmosphäre arbeitete, die viel Rechenzeit benötigte. Sacramento Peak wurde von der amerikanischen Luftwaffe betrieben, war daher sehr gut ausgerüstet und besaß besonders leistungsfähige Rechner, mit denen die Arbeit wesentlich schneller ging als in Chicago oder Göttingen.

Theoretisches Intermezzo (1967–1975)

Trotz eines attraktiven Angebots der nationalen Kitt-Peak-Sternwarte in Tucson in Arizona (für die ich eine Kopie des Yerkes-Polarimeters gebaut hatte) kehrte ich in der zweiten Hälfte 1967 aus verschiedenen Gründen wieder nach Göttingen zurück, allerdings zu einer anderen Abteilung, nämlich in die Theoriegruppe von Rudolf Kippenhahn.

Kippenhahn war Anfang 1965 auf eine neue Professur für theoretische Astrophysik nach Göttingen berufen worden. Er hatte vorher in Erlangen, Bamberg, Berkeley und am Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik in München gearbeitet. Dort hatte er ein umfangreiches Computerprogramm zur Modellierung des Aufbaus und der zeitlichen Evolution von Sternen entwickelt. Ich lernte Kippenhahn und seine Gruppe kennen, als ich im Sommer 1965, um etwas Geld zu verdienen, für ihn Programmierarbeiten übernahm. Zu meiner Überraschung fragte mich Kippenhahn, ob ich nach meiner Promotion bei ihm als Assistent arbeiten wollte. Ich hatte aber bereits die Vereinbarung mit Hiltner. Kippenhahn hatte Verständnis dafür, dass ich Chicago vorzog, sagte mir aber, dass ich mich gerne wieder bei ihm melden könnte, falls ich nach Deutschland zurück käme und er noch oder wieder eine freie Stelle hätte. Dieser Fall trat dann 1967 ein.

Wie bereits erwähnt, interessierten mich damals ganz besonders die noch rätselhaften Quasare. Wir wissen heute, dass es sich dabei um massereiche Schwarze Löcher in den Zentren von Galaxien handelt, in deren Umgebung besonders effizient Masse in Strahlung umgesetzt wird. 1967 war lediglich klar, dass relativistische Effekte eine Rolle spielen mussten. William Alfred Fowler (der spätere Nobelpreisträger) hatte 1966 als Ursache des Quasarphänomens Relaxationsschwingungen von instabilen "Supersternen" mit mehr als 100 000 Sonnenmassen vorgeschlagen. Dieses Modell wollte ich mit Kippenhahns Code testen. Dazu musste allerdings die newtonsche hydrostatische Gleichung durch die sphärisch symmetrische, relativistische Bewegungsgleichung (die Misner-Sharp-Gleichung) ersetzt werden. Zusammen mit

meinem Kollegen Klaus Fricke gelang es, das entsprechende Programm zum Laufen zu bringen. Wir konnten damit aber lediglich nachweisen, dass Fowlers Idee nicht funktioniert. Je nach Masse kollabieren oder explodieren die Supersterne. Immerhin konnten wir einen Weg aufzeigen, wie man schwarze Löcher großer Masse erzeugen konnte.

Kippenhahn, von dem ich damals vieles lernte, hatte mir den guten Rat gegeben, in das Programm zuerst die einfachere newtonsche Bewegungsgleichung einzubauen, um den Übergang zum dynamischen Fall ohne die Komplikationen der relativistischen Terme studieren zu können. Ich erhielt daher als Nebenprodukt auch einen Code zur Lösung der newtonschen hydrodynamischen Sternaufbaugleichungen. Damit untersuchte ich zwei weitere damals aktuelle Fragen. Zum einen modellierte ich die Entwicklung von Sternen von über 100 Sonnenmassen mit zentralem Wasserstoffbrennen, von denen bekannt war, dass sie vibrationell instabil sind. Ich konnte dabei zeigen, dass nichtlineare Effekte das Anwachsen der durch die Instabilität getriebenen Schwingungen bei moderaten Amplituden stoppen, und dass solche Sterne daher nicht, wie vorher angenommen, durch die Instabilität zerstört werden. Die zweite Anwendung des newtonschen Programms war eine Modellierung der Sternentstehung durch den gravitativen Kollaps interstellarer Gaswolken. Diese Rechnungen führte ich zusammen mit Werner Tscharnuter durch, der dann später hier in Heidelberg am Institut für Theoretische Astrophysik tätig war.

In die Zeit in Kippenhahns Gruppe fiel auch mein erster Kontakt mit dem European Southern Observatory (ESO). Diese Organisation war 1962 von zunächst sechs europäischen Ländern gegründet worden und eröffnete 1969 auf dem Berg La Silla, etwa 500 km nördlich von Santiago de Chile, am Südrand der Atacama-Wüste, ihre erste (von inzwischen drei) Beobachtungsstationen. Mein erster Besuch dort erfolgte 1971 und diente Messungen, mit denen ich die Ergebnisse meiner theoretischen Rechnungen überprüfen wollte.

Diese Beobachtungen waren der Beginn einer langen und engen Zusammenarbeit mit ESO, die sich über meine Emeritierung hinaus fortsetzte. Die erste Reise nach La Silla war aber ein kleines Abenteuer – und eine gute Einführung in die Unwägbarkeiten und Überraschungen, die das Leben in Südamerika interessant machen. Bis Santiago ging die Reise nach Plan. Von dort sollte ich zusammen mit einem jungen Kollegen aus Bochum zur Provinzstadt La Serena fliegen, wo uns ein Auto abholen sollte. Am Regionalflugplatz von Santiago angekommen, mussten wir aber feststellen, dass alle Flüge nach Norden storniert waren. Chile hatte gerade Staatsbesuch von Fidel Castro aus Kuba, und zum Transport seiner Delegation waren kurzerhand die Flugzeuge der staatlichen Fluggesellschaft requiriert worden. Nach Rücksprache mit ESO fuhren wir daher mit einem Linienbus nach La Serena, wo wir nach neun Stunden am Abend ankamen. Das dortige ESO-Büro, wo wir uns melden sollten, hatte inzwischen geschlossen, und auf der Notfallnummer, die man uns gegeben hatte, meldete sich niemand. Wir fragten daher den Taxifahrer, der uns zum ESO-Büro gebracht hatte, ob er uns nach dem 160 km entfernten La Silla fahren könnte. Nachdem wir versprochen, ihn in US-Dollar zu bezahlen, war er bereit, das zu tun. Etwa um Mitternacht erreichten wir Camp Pelicano, das Bau- und Versorgungslager am Fuße von La Silla. Bauarbeiter, die bei Scheinwerferlicht noch Fußball spielten, öffneten uns das Tor. Der Taxifahrer musste aber umkehren. Natürlich wollten wir weiter auf den Berg. Die Arbeiter sagten uns, dass ihre Fahrer alle schon schlafen würden, dass wir aber, wenn wir einen Führerschein hätten, gerne ein Auto aus ihren Fuhrpark nehmen könnten. Autos hätten sie genug, und die Schlüssel würden stecken. Folglich fand ich mich für die letzten fünfzehn horizontalen (und zwei vertikalen) Kilometer am Steuer eines etwas sperrigen Vehikels auf einer nächtlichen Gebirgsstraße. Der interessanteste Moment kam am nächsten Morgen, als wir uns beim Berg-Chef vorstellten. Der sah uns an, als ob wir Geister wären, denn er hatte gerade am Telefon erfahren, dass wir uns noch in Santiago befinden würden.

Später legte ESO einen Landeplatz nahe Camp Pelicano an, der mit kleinen Chartermaschinen direkt von Santiago aus angefliegen werden konnte. Das machte den Zugang nach La Silla wesentlich komfortabler, aber auch da gab es manchmal interessante Zwischenfälle.

Ein anderer, längerer Abstecher aus Göttingen war 1972 ein Sommersemester als Gastdozent an der Universität Tokyo. Dieser Aufenthalt war der Beginn langjähriger Freundschaften mit japanischen Kollegen, und er half mir, nicht nur Japan schätzen zu lernen, sondern auch die Besonderheiten unsere europäischen Kultur und Denkweise besser zu verstehen. Von Vorteil erwies es sich dabei, dass wir unseren etwa ein Jahr alten Sohn dabei hatten. Ein Kleinkind mit blonden Haaren war damals in Japan noch recht ungewohnt und zog überall die Aufmerksamkeit auf sich. Das war sehr effizient, Kontakte mit den gegenüber Fremden sonst eher zurückhaltenden Japanern herzustellen. Wissenschaftlich beschäftigte ich mich auch in Japan weiter mit Theorie und Sonnenphysik.

Heidelberg (1975–2005)

Das theoretische Zwischenspiel endete, als ich 1975 die Heidelberger Professur für Astronomie und die Leitung der Landessternwarte (LSW) auf dem Königstuhl übernahm. Mein Vorgänger, Hans Elsässer (1929–2003), war 1968 zum ersten Direktor des neuen Max-Planck-Instituts für Astronomie (MPIA) ernannt worden. Dieses nahm 1969 seinen Betrieb in den Räumen der Landessternwarte auf und bezog im Juni 1975 die jetzigen Gebäude auf dem Königstuhl, südlich der LSW. Zum gleichen Zeitpunkt kam ich nach Heidelberg und übernahm Elsässers Schreibtisch in der Sternwarte.

Ein paar Worte zu diesem Institut: Formal war die LSW die Nachfolgeorganisation der kurfürstlich-pfälzischen (und später großherzoglich-badischen) Hofsternwarte, die 1898 auf den Königstuhl verlegt worden war. Bis zum Ersten Weltkrieg war das Institut unter Max Wolf eine sehr angesehene Forschungs-

einrichtung, die für die Entwicklung neuer Methoden und Instrumente weltweit bekannt war. Danach ging es aus verschiedenen Gründen bergab. In einem offiziellen Bericht vom 16.06.1954 beschrieb Hans Kienle (der die LSW 1950-1962 leitete) das Institut bei seiner Amtsübernahme als "ein auf dem Stand von 1932 (bei Max Wolfs Tod) stehen gebliebenes, schlecht gepflegtes Museum und eher eine Sozialversorgungsanstalt für beschäftigungslose Beamte und Angestellte als eine produktives Forschungsinstitut".

Als ich 1975 nach Heidelberg kam, war die Sternwarte kein Museum mehr. Kienle und Elsässer hatten die Infrastruktur des Instituts wieder aufgebaut und wieder wissenschaftliche Forschung etabliert. Ein "produktives Forschungsinstitut" war die Sternwarte aber immer noch nicht. Relativ zum Personalstand war der wissenschaftliche Ertrag nicht befriedigend. Hauptaufgabe war es daher zunächst, mit zeitgemäßen Hilfsmitteln (Computern, Bildverarbeitungssystemen und modernen Fokalinstrumenten), neuen Mitarbeitern mit zusätzlichem Fachwissen und einer Einbindung in internationale Kooperationen die Produktivität zu verbessern. Dass dies gelang, ist auch dem Heidelberger Umfeld mit der guten Zusammenarbeit der verschiedenen astronomischen Institute – unter anderem im Rahmen mehrerer gemeinsamer Sonderforschungsbereiche – zuzuschreiben.

Die wissenschaftlichen Themen, die wir an der LSW aufgriffen, waren zum Teil Fortsetzungen der Arbeit in Göttingen, wobei nun aber das Schwergewicht auf der Beobachtung lag. So halfen Claude Bertout, Bernhard Wolf, Joachim Krautter, Reinhard Mundt, Ulrich Bastian, Istvan Jankovics, Max Camenzind und andere mit Beobachtungen und theoretischen Studien das Modell für die Entstehung und frühe Entwicklung von sonnenähnlichen Sternen weiter zu entwickeln. Dieses Modell wurde dann von anderen Gruppen ausgebaut und ist heute ein Standardmodell. Die hellen Sterne großer Masse wurden von Bernhard Wolf, Otmar Stahl, Gerhard Klare, Franz-Josef Zickgraf und vielen anderen mit Beobachtungen vom UV bis zum Radiobereich sehr erfolgreich weiter untersucht. Hierbei spielten, neben ESO, der 1978 gestarteten

"International Ultraviolet Explorer" (IUE)-Satellit und später das Hubble Space Telescope wichtige Rollen. Das Problem der Quasare und der aktiven galaktischen Kerne bearbeiteten neben anderen Claus Möllenhoff, Max Camenzind, Stefan Wagner, Jochen Heidt und Mathias Dietrich sowohl mit Beobachtungen als auch mit neuen theoretischen Ansätzen.

Ein neues Thema waren die kosmischen Röntgenquellen und insbesondere die optische Identifikation von Röntgenquellen, die das Weltraumobservatorium ROSAT entdeckt hatte. ROSAT war am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching entwickelt worden und suchte ab 1990 den ganzen Himmel nach Emittlern von Röntgenstrahlung ab. Das Resultat waren Röntgenkoordinaten für mehr als 100 000 neue Quellen. Um die physikalische Natur dieser Quellen abzuleiten, führten wir für repräsentative Stichproben optische spektroskopische Nachbeobachtungen aller Objekte durch, die innerhalb der Fehlerkreise der Röntgenkoordinaten lagen. Dieses Programm, das Joachim Krautter koordinierte, war ein Gemeinschaftsunternehmen des MPE (das die Koordinaten und deren Fehlerbalken lieferte), des "Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica" (INAOE) in Puebla, Mexiko und der LSW. Das INAOE stellte für das Projekt den Großteil der Beobachtungszeit an einem 2,15-m-Teleskop bei Cananea in Nordmexiko zur Verfügung. Die Landessternwarte installierte dort das speziell für das Programm konzipierte Multiobjektspektrometer LFOSC. Die Beobachter kamen aus Mexiko und Heidelberg.

Nachdem bei ESO und anderswo zunehmend größere Teleskope verfügbar wurden, verlagerte sich der Forschungsschwerpunkt der Sternwarte zu fernen Galaxien. Claus Möllenhoff, Ralf Bender, Roberto Saglia, und Dörte Mehlert untersuchten, im Rahmen nationaler und internationaler Kooperationen, grundlegende Eigenschaften dieser Objekte. Später wurden dann (im Rahmen eines Sonderforschungsbereichs) die Galaxien im ganz frühen Universum das zentrale Thema.

Neben den erwähnten (und anderen) wissenschaftlichen Arbeiten gehörte – in der Tradition von Max Wolf – auch die Entwicklung innovativer Instrumente zu den Aktivitäten der Sternwarte. Als Beispiel habe ich bereits LFOSC genannt. Ein anderes internationales instrumentelles Projekt war das "Orbiting and Retrievable Far and Extreme Ultraviolet Spectrometer" (ORFEUS). Hinter dem komplizierten Namen verbirgt sich ein kleines, wieder verwendbares Satellitenobservatorium mit einem 1 m Teleskop und Spektrometern für den bis dahin wenig untersuchten Spektralbereich 39-140 nm. ORFEUS wurde im Rahmen einer Kooperation der Universität Tübingen, der UC Berkeley, der Princeton University und der LSW entwickelt und in zwei Missionen (1993 und 1996) mit dem Space Shuttle in eine Umlaufbahn gebracht und später wieder eingefangen. Die Hoffnung der beteiligten Weltraumagenturen, mit solchen wieder verwendbaren Satelliten Kosten zu sparen, erfüllte sich nicht, aber wissenschaftlich waren die beiden Flüge recht erfolgreich.

Die meisten Instrumente bauten wir für auswärtige Observatorien, wo wir im Gegenzug garantierte Beobachtungszeit für unsere Forschungsarbeit erhielten. Eine wichtige Rolle spielte auch hier wieder die ESO-Organisation und insbesondere unsere Beteiligung am "Very Large Telescope" (VLT), das ESO zwischen 1998 und 2000 in Betrieb nahm. Das VLT gehörte zu einer neuen Generation von optischen Teleskopen, die statt starrer Spiegel kontrolliert verformbare "aktive" Reflexionsoptiken verwenden. Mit dieser Technik können die optischen Flächen unabhängig von äußeren Einflüssen immer in der optimalen Form gehalten werden. Man erreicht damit nicht nur eine bessere Bildqualität, sondern man kann auch wesentlich größere Instrumente bauen. Außerdem spart man Kosten. So waren die Baukosten von ESOs erstem aktivem Teleskop (einem 3,5-m-Instrument, das 1989 fertig gestellt wurde) weniger als halb so hoch wie die des etwa gleich großen, konventionellen 3,6-m-Teleskops aus dem Jahre 1976.

Beim "Very Large Telescope" war ich hauptsächlich bei drei Teilspekten beteiligt: Zunächst half ich im Rahmen einer

Arbeitsgruppe das optisch-mechanische Konzept festzulegen. Dann war ich Mitglied mehrerer Expertenteams, die einen optimalen Standort für das neue Teleskop finden sollten. Und schließlich bauten wir in Heidelberg Fokalinstrumente für das VLT.

Entsprechend unserem Vorschlag wurde das VLT als ein System aus vier ortsfesten Teleskopen mit dünnen, aktiv kontrollierten Spiegeln von jeweils 8,2 m Durchmesser, sowie vier beweglichen, konventionellen Teleskopen von jeweils 1,8 m Öffnung realisiert. Die 8-m-Teleskope können einzeln oder mit einem gemeinsamen Fokus betrieben werden und haben zusammen die Lichtsammelleistung eines 16-m-Spiegels. Die kleinen Teleskope können auf Schienen über maximal 200 m verfahren werden. Sie können entweder zusammen mit den großen Teleskopen oder auch nur untereinander als Interferometer betrieben werden. In diesem Fall kann das VLT mit Hilfe der Technik der Apertursynthese Bilder mit einer Winkelauflösung bis herunter zu einer Millibogensekunde erzeugen.

Als Standort wurde zunächst die Umgebung von La Silla ins Auge gefasst, was die Mitnutzung der dort vorhandenen Infrastruktur ermöglicht hätte. Andererseits war bekannt, dass weiter im Norden von Chile, im völlig trockenen Zentrum der Atacamawüste, die Atmosphäre noch durchsichtiger und stabiler ist. Die Suche wurde daher auf den ganzen Norden ausgedehnt, einschließlich des Grenzgebiets zu Bolivien und Argentinien, wo inzwischen das ALMA-Observatorium für den Wellenlängenbereich 0,3 – 9 mm installiert wurde. Für das VLT zeigten sich aber Berge nahe der Pazifikküste, etwa 100 km südlich von Antofagasta (und rund 1000 km nördlich von Santiago) als besser geeignet. Unsere erste Wahl war der 3064 m hohe Berg Cerro Armazones. Wegen Problemen mit den Besitzverhältnissen wurde das Teleskop dann aber auf dem etwas niedrigeren Cerro Paranal (unserer zweiten Wahl) errichtet. (Inzwischen verfügt ESO auch über den Cerro Armazones, wo nun unter der Bezeichnung "ESO Extremely Large Telescope" (E-ELT) ein 39-m-Teleskop im Bau ist, das im

nächsten Jahrzehnt fertig werden soll.) Paranal erwies sich auch im praktischen Betrieb als ausgezeichnete Standort. (Sonst hätten sich die Mitglieder unseres Komitees auch nicht mehr bei ESO blicken lassen dürfen ...)

Am Bau von Fokalinstrumenten für das VLT beteiligten sich in Heidelberg sowohl das MPIA als auch die LSW. Ein wichtiges Instrument, das vom MPIA zusammen mit dem Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) und ESO realisiert wurde, war CONICA, eine Kamera-, Spektrometer-, Polarimeter-Kombination für den Wellenlängenbereich 1–5 μ . Zusammen mit einer adaptiven Optik ermöglicht CONICA beugungsbegrenzte Beobachtungen, die im genannten Spektralbereich ziemlich genau die gleiche Winkelauflösung besitzen, wie die visuellen Bilder des Hubble Space Telescope.

Mit CONICA hatte ich persönlich nur am Rande während meiner Tätigkeit am MPIA zu tun. Intensiver war ich bei den beiden Universalinstrumenten FORS1 und 2 für den Wellenlängenbereich 330 – 1100 nm involviert, die von der LSW in Zusammenarbeit mit den Universitätssternwarten in Göttingen und München für ESO gebaut wurden. Bei den ESO-Technikern erhielten sie wegen ihrer Form und ihrer gelben Lackierung die Bezeichnung "the Yellow Submarines". Sie wurden speziell für die Beobachtung extrem lichtschwacher Objekte ausgelegt. FORS1 wurde 1998 als erstes wissenschaftliches Fokalinstrument am VLT installiert; FORS2 folgte ein Jahr später. Für beide Instrumente war eine Nutzungsdauer von 10 Jahren geplant. FORS2 ist aber immer noch im Betrieb und nach wie vor das gefragteste und produktivste von inzwischen 16 VLT-Fokalinstrumenten. Zusammen führten die beiden FORS-Instrumente bis jetzt zu etwa 2000 Veröffentlichungen in unseren führenden Fachzeitschriften (einer Rate von etwa zwei pro Woche).

Das VLT war ein entscheidender Fortschritt für die europäische Astronomie. Es kann aber nur die Südhälfte des Himmels erfassen. Deshalb gab es in Europa ab 1980 auch Pläne für ein modernes Großteleskop auf der Nordhalbkugel. In Deutschland bildete sich

dazu 1985 ein Konsortium, das zusammen mit spanischen und englischen Instituten ein 12-m-Teleskop auf der Kanareninsel La Palma plante. Dieses Projekt musste aufgegeben werden, als nach der deutschen Wiedervereinigung die erhofften Bundesmittel für den Wiederaufbau im Osten benötigt wurden. Der Bedarf an Beobachtungszeit an einem großen Nordhimmelteleskop bestand aber weiterhin. Einige deutsche Institute schlossen sich daher bestehenden Teleskopprojekten (hauptsächlich) in den USA an. Aus Heidelberg beteiligten sich das MPIA und die LSW am "Large Binocular Telescope" (LBT) in Arizona, einem innovativen Teleskop mit zwei 8,4 m Spiegeln in einer gemeinsamen Montierung. Auch für das LBT bauten wir wieder Fokalinstrumente, darunter die beiden NIR-Universalinstrumente LUCI 1 & 2. Dieses Projekt, bei dem die LSW, das MPIA und das MPE zusammen arbeiteten, leitete mein Kollege Holger Mandel, der auch schon bei ORFEUS und anderen Spektrometerprojekten wichtige Funktionen hatte. Entscheidend für das Gelingen der LUCI-Instrumente war Walter Seifert, der (wie auch bereits bei FORS) das komplexe optische System entwickelte und realisierte.

Ein weiteres internationales Großprojekt, das hier erwähnt werden muss, ist das TeV Gamma-Observatorium H.E.S.S., das unter der Leitung unseres Kollegen Werner Hofmann vom MPI für Kernphysik in Namibia betrieben wird. Die LSW leistete auch hier einen Hardwarebeitrag und ist in diesem Projekt durch die Gruppe von Stefan Wagner vertreten.

IAU und MPIA

Wie wir alle, verbrachte auch ich einen signifikanten Teil meiner aktiven Zeit mit Nebentätigkeiten, die nicht unmittelbar mit meinen Dienstaufgaben zu tun hatten. Davon möchte ich hier nur kurz meine Arbeit für die Internationalen Astronomischen Union (IAU) und am Max-Planck-Institut für Astronomie erwähnen.

Bei der IAU, die die astronomische Forschung und insbesondere die internationale Zusammenarbeit global koordiniert, war ich neun Jahre Mitglied im Executive Committee, und drei Jahre war

ich Generalsekretär und damit Leiter des zentralen IAU Büros in Paris. Naturgemäß ging dies auf Kosten der Zeit, die mir für meine Aufgaben in Heidelberg zur Verfügung stand. Andererseits profitierte die deutsche – und die Heidelberger – Astronomie aber auch von den weltweiten Kontakten, die mit den IAU-Funktionen verbunden waren.

Beim MPIA war ich seit 1979 auswärtiges wissenschaftliches Mitglied, und zwei Jahre (1998-2000) leitete ich das Institut vorübergehend. Wie erwähnt, war ab 1968 Hans Elsässer Direktor des MPIA. Er baute das Institut auf und führte es bis 1994. Abgelöst wurde er von Steven Beckwith, der seit 1991 zweiter Direktor am Institut war. Beckwith brachte mit großem Elan neue Ideen und einen neuen Arbeitsstil an das MPIA. Aber bereits 1997 erhielt er den Ruf zum Leiter des "Space Telescope Science Institute" in Baltimore. Er verließ daher im März 1998 Heidelberg. Hans Elsässer war inzwischen emeritiert und schwer erkrankt. Für seine Nachfolge lief ein Berufungsverfahren, allerdings zunächst wenig erfolgreich. Das Institut war daher ohne regulären Direktor, und innerhalb der MPG wurde die Frage gestellt, ob es überhaupt weiter betrieben werden sollte. Dies insbesondere, weil der ursprüngliche Zweck des Instituts der Betrieb eines Observatoriums außerhalb Deutschlands gewesen war. Dieses war zwischen 1975 und 1984 in Zusammenarbeit mit spanischen Institutionen als "Deutsch-Spanisches Astronomisches Zentrum" (DSAZ) auf dem Berg Calar Alto in Südspanien in Betrieb gegangen. Für einige Zeit spielte diese Sternwarte eine wichtige Rolle für die deutsche und die spanische Astronomie. Insgesamt stand sie aber unter keinem glücklichen Stern. Ihre beiden wichtigsten Teleskope entsprachen bereits bei ihrer Installation nicht mehr dem Stand der Technik, und am gewählten Standort erwiesen sich weniger als die Hälfte der Nächte als astronomisch brauchbar. Das machte den Betrieb, so wie er ursprünglich organisiert war, unwirtschaftlich.

Zu meine Aufgaben gehörte es daher, das offene Berufungsverfahren zum Erfolg zu bringen, mit unseren spanischen Partnern einen neuen Vertrag auszuhandeln, der einen wissenschaftlich und

finanziell vertretbaren Weiterbetrieb des Calar-Alto-Observatoriums ermöglichte, und die MPG davon zu überzeugen, dass das MPIA auch unabhängig vom DSAZ eine für die deutsche und europäische Astronomie wichtige Forschungseinrichtung geworden war. Entscheidend für den Erfolg war, dass Ende 1998 Hans Walter Rix, der damals an der University of Arizona in Tucson arbeitete, den Ruf für die Nachfolge Elsässer annahm. Wie vorher Beckwith brachte Rix neue wissenschaftliche Impulse mit, und er übernahm dann im Sommer 2000 die Geschäftsleitung. Zusammen mit Hans Walter Rix gelang es auch, die zweite Direktorenstelle (Nachfolge Beckwith) durch die Berufung von Thomas Henning erfolgreich wieder zu besetzen und damit das Institut in ein ruhigeres Fahrwasser zurück zu bringen.

Lehre und wissenschaftlicher Nachwuchs

Mein primärer Auftrag in Heidelberg war die Leitung einer Forschungseinrichtung. Die akademische Lehre und die Arbeit mit Studenten waren für mich aber keineswegs weniger wichtig. Auch in den Jahren, in denen ich in Paris das IAU-Büro leitete, hielt ich regelmäßig in Heidelberg Vorlesungen, obwohl man mir angeboten hatte, mich für diese Zeit von akademischen Verpflichtungen frei zu stellen. Zu den besonderen "Highlights" gehörten für mich immer die erfolgreichen Promotionsprüfungen. Persönlich betreute ich im Laufe der Zeit etwa zwanzig Doktoranden, von denen (bis jetzt) etwa ein Drittel ebenfalls Hochschullehrer geworden sind und Doktoranden ausbildeten. Deshalb treffe ich immer häufiger junge Wissenschaftler, die sich mir als "akademische Nachfahren" vorstellen, weil sie bei meinen früheren Doktorandinnen oder Doktoranden (oder deren Schüler, usw.) promoviert haben. In diesem Zusammenhang erhielt ich kürzlich ein interessantes Foto. Es zeigt acht Kolleginnen und Kollegen, die sich im Oktober 2015 bei einer Tagung in den Niederlanden getroffen hatten und feststellten, dass sie – in dem genannten Sinne – alle zu meinen "akademischen Nachfahren" zählen. Sie machten daher das erwähnte Foto und schickten es mir mit freund-

lichen Grüßen. Die Aufnahme hatte zwei interessante Aspekte. Zunächst die Verteilung der Heimatinstitute der Gruppe: Drei arbeiteten in England, zwei in Frankreich, ein Kollege in Deutschland, und je eine Kollegin in Irland und in den Niederlanden. Es ist ein gutes Beispiel für die in der Astronomie besonders ausgeprägte internationale Verflechtung. Auch bemerkenswert – und erfreulich – fand ich, dass die Kolleginnen eine Mehrheit der Gruppe bildeten.

Das Foto erinnerte mich an einen oft zitierten Absatz einer Rede, die der 26. Präsident der USA, Theodore Roosevelt, 1910 in der ländlichen Kleinstadt Osawatomie in Kansas gehalten hat. Roosevelt bezeichnete damals solche Farmer als "gute Farmer", die, nachdem es ihnen gelang, sich von ihrem Land zu ernähren und für die Ausbildung ihrer Kinder zu sorgen, das Land ihnen in einem besseren Zustand hinterlassen, als sie es selbst vorgefunden haben. Er fügte hinzu, dass das sinngemäß auch für eine Nation gilt. Man kann den Satz offensichtlich auch auf die Wissenschaften übertragen. Die jungen Kollegen von heute, unsere akademischen Nachfahren, finden in Europa deutlich bessere Voraussetzungen vor, als wir vor 50 Jahren. Offensichtlich haben wir nicht alles falsch gemacht. Allerdings sollten wir daraus nicht schließen, dass wir besonders gute Forscher und Lehrer waren. Im Vergleich zu der Generation vor uns hatten wir einfach mehr Glück, insbesondere das Glück, dass es (vermutlich zum ersten Mal in der dokumentierten Geschichte) 70 Jahre lang keinen Krieg in Mitteleuropa gab. Und die Astronomen hatten zusätzlich das Glück, in einem Goldenen Zeitalter zu arbeiten.

Vortrag gehalten an der Fakultät für Physik und Astronomie der Universität Heidelberg am 19. Mai 2016.