

Roland Wielen



Roland Wielen

Roland Wielen wurde 1938 in Berlin geboren. Nach dem Schulbesuch in Oppeln (Oberschlesien) und Berlin studierte er Physik an der Freien Universität Berlin, wo er 1962 das Diplom in Physik erwarb. Anschließend arbeitete er als wissenschaftlicher Angestellter an der FU, wobei er unter anderem die Rechenanlage dieser Universität betreute. Im Jahr 1963 wechselte er an das Astronomische Rechen-Institut Heidelberg, wo er für die dortige Rechenanlage, die bis 1969 gleichzeitig das Rechenzentrum der Universität Heidelberg bildete, zuständig war. Nach der Promotion (1966) und der Habilitation (1969) im Fach Astronomie an der Universität Heidelberg arbeitete er hier als Privatdozent, apl. Professor und wissenschaftlicher Beamter. 1972 war er vorübergehend an der Sternwarte der Universität Nizza tätig, und im Wintersemester 1974/1975 vertrat er einen Lehrstuhl für Astronomie an der Universität Hamburg. Von 1978 bis 1985 wirkte Herr Wielen als Ordentlicher Professor für Astrophysik an der Technischen Universität Berlin und leitete dort das Institut für Astronomie und Astrophysik. 1985 kehrte er nach Heidelberg zurück, wo er bis zu seiner Emeritierung 2004 als Ordinarius für Theoretische Astronomie und Leiter des Astronomischen Rechen-Instituts tätig war. Zu den wissenschaftlichen Themen, zu denen Wielen wichtige Beiträge geleistet hat, gehören die Leuchtkraftentwicklung der Galaxien, die Dynamik der Sternhaufen und die Helligkeitsverteilung und die Diffusion der Sterne im Milchstraßen-System. Zwischen 1982 und 1985 war Wielen der Präsident der Kommission 33 (Galaktische Struktur und Dynamik) der Internationalen Astronomischen Union (IAU). Seine wissenschaftliche Arbeit wurde unter anderem durch die Benennung des Kleinplaneten 4548 "Wielen" geehrt.

Roland Wielen

Als Astronom in Berlin und Heidelberg, und das je zweimal

1. Einleitung

In diesem Beitrag möchte ich Ihnen im Wesentlichen über meinen astronomischen Berufsweg berichten: über meine Tätigkeiten, wo ich gearbeitet habe, und auch über einige Personen, die ich dabei kennengelernt habe.

Mein Leben als Astronom hat sich hauptsächlich in (nur) zwei Städten abgespielt: in Berlin und in Heidelberg. Zwischen diesen beiden Orten habe ich aber zweimal hin und her gewechselt. Ich bin 1938 in Berlin geboren worden, also noch vor dem Zweiten Weltkrieg. In Berlin habe ich studiert und dort auch bereits wissenschaftlich gearbeitet. 1963 bin ich nach Heidelberg gewechselt und war hier 15 Jahre lang als Astronom tätig. 1978 wurde ich als (ordentlicher) Professor nach Berlin berufen und habe dort sieben Jahre bis 1985 an der Technischen Universität und der Freien Universität gearbeitet. 1985 wurde ich dann nach Heidelberg berufen und kehrte hierher zurück. Sie sehen also, wie sich mein doppelter Wechsel zwischen Berlin und Heidelberg abgespielt hat. Auf Zwischenstationen, 1968 in den USA, 1972 in Nizza, und 1974/75 in Hamburg will ich hier nicht näher eingehen.

Meine "astronomische Karriere" begann als kleiner Junge (im Alter von ungefähr 10 Jahren) mit einem Omen oder Vorzeichen, das rückblickend ganz unwahrscheinlich erscheint. Ich wurde nämlich in den Jahren um 1948 zweimal in das Gebäude des Astronomischen Rechen-Instituts in Berlin-Dahlem, Altensteinstrasse 40 (Abbildung 1) zum Abendessen eingeladen. Wie kam es dazu? Das Astronomische Rechen-Institut war 1945 nach Heidel-

berg verlegt worden. Sein Domizil in Dahlem war von der amerikanischen Armee beschlagnahmt worden und wurde von ihr als Offiziers-Kasino genutzt. Nach Kriegsende hatte die amerikanische Regierung die Idee, die deutsche Bevölkerung müsse zur Demokratie und zu westlichen Werten umerzogen werden. Der Fachausdruck dafür war 're-education'. Dazu wurden im amerikanischen Sektor von Berlin u.a. sogenannte 'German Youth Clubs (GYC)' gegründet. In einen dieser Clubs war ich eingetreten. Neben Literatur, Vorträgen und sportlichen Aktivitäten wurden die Mitglieder des Clubs gelegentlich auch zu Abendessen eingeladen, meist in Kasernen, aber eben auch zweimal in das Offiziers-Kasino. Das war natürlich jedesmal eine Sensation für einen Jugendlichen, denn die Jahre von 1945 bis 1950 waren ja Hungerzeiten, insbesondere auch die Blockadezeit in Berlin 1948/49. Ich muß aber gestehen, daß ich den astronomischen Hintergrund des Offiziers-Kasinos damals gar nicht mitbekommen habe. Für mich war das ehemalige Gebäude des Astronomischen Rechen-Instituts kein Tempel der Astronomie, sondern einer der Gastronomie. Erst später, als ich am Astronomischen Rechen-Institut in Heidelberg arbeitete und rückwärts schaute, wurde mir klar, daß ich in dessen altem Gebäude in Dahlem schon gewesen war.



Abbildung 1. Gebäude des Astronomischen-Rechen-Instituts in Berlin-Dahlem, erbaut 1911/12. Aufnahme 1966.

Wie bin ich aber wirklich zur Astronomie gekommen? Bei mir wurde das Interesse an diesem Fach durch populär-wissenschaftliche Schriften geweckt. Meine Eltern hatten eine umfangreiche Bibliothek und ein Abonnement für die Zeitschrift "Der Kosmos". Am meisten beeindruckt hat mich das Buch von Bruno H. Bürgel: "Aus fernen Welten. Eine volkstümliche Himmelskunde.", von dem ich noch heute die Ausgabe von 1952 (und die Erstausgabe von 1910) besitze.

Schon als Schüler wurde ich 1954 Mitglied der Wilhelm-Foerster-Sternwarte in Berlin-Schöneberg. Dieser Verein hatte zwar als Hauptziel die Volksbildung. Aber jeden Mittwoch gab es einen Abend-Vortrag, dessen wissenschaftliches Niveau meist sehr hoch war. Der Grund für dieses Niveau war zum großen Teil, so komisch es klingt, "Westgeld". Der Verein konnte als Vortragshonorar bis zu 100 DM (West) bezahlen. Das war schon für einen West-Berliner eine ansehnliche Summe. Noch eindrucksvoller war das Honorar aber für Astronomen aus der DDR. Dort, am Stadtrand von Berlin, in Babelsberg und Potsdam, lagen zwei große Sternwarten. Die Astronomen aus der DDR waren daher sehr daran interessiert, in der Wilhelm-Foerster-Sternwarte einen Vortrag zu halten. Ihr Honorar konnten sie dann entweder für Einkäufe in West-Berlin ausgeben oder es zum Kurs von ca. 1:6 in einer Wechselstube in Ost-Mark umtauschen. Dann entsprach ihr Honorar oft mehr als ihrem ganzen Monatsgehalt in der DDR. Ich habe bei diesen Vorträgen viele Astronomen kennengelernt, u.a. Güntzel-Lingner (später Heidelberg), Jäger, Mattig (später Freiburg), Schröter (später Freiburg), Wempe, Wünschmann. Auch der Leiter des östlichen Teils des Astronomischen Rechen-Instituts, Kahrstedt, der in West-Berlin wohnte, aber in Babelsberg arbeitete und daher nur einen sehr kleinen Teil seines Gehalts in West-Mark erhielt, redete häufiger, z.B. 1956 über "Das Astronomische Recheninstitut -- Ein Stück Geschichte der Berliner Wissenschaft." oder 1957 über "Wenn der Astronom rechnet ... wie das Berliner Astronomische Jahrbuch entsteht". Aufgrund dieser Kontakte wurde ich ab 1956 mehrfach an das Astrophysikalische Obser-

vatorium Potsdam (AOP) eingeladen und erhielt sogar leihweise eine spezielle Platten-Kamera des AOP für Doppelsternaufnahmen. Auch unterstützten mich daher Mitarbeiter des AOP von 1956 bis 1960 bei meinen Bahnbestimmungen einiger visueller Doppelsterne durch Ratschläge und Beschaffung der erforderlichen Beobachtungsdaten aus der Literatur, die in West-Berlin zum großen Teil fehlte.

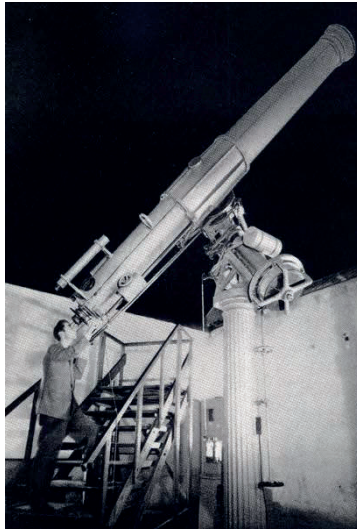


Abbildung 2. R.W. am Bamberg-Refraktor (12 Zoll / 31 cm Objektiv-Öffnung, 5 Meter Brennweite) der Wilhelm-Foerster-Sternwarte, damals noch in der Papestraße. Aufnahme um 1956/57

Da mich die meisten nur als Theoretiker kennen, möchte ich hier ein Bild einflechten, das mich in jungen Jahren am Fernrohr zeigt (Abbildung 2). Meine Spezialität waren zunächst Mikrometer-Messungen der Phasen des Merkur und dann photographische Beobachtungen von visuellen Doppelsternen nach der Methode von Hertzsprung (mit Objektivgitter und relativ engem Filter).

Als Schüler habe ich in der Prima des Gymnasiums eine "Jahresarbeit" (eine Art Mini-Diplomarbeit) über die Bahnberechnung visueller Doppelsterne geschrieben. Das war insbesondere für meine weiter unten geschilderte Zusammenarbeit mit Hertzprung eine gute Vorbereitung.



Abbildung 3. Teilnehmer der Tagung der Astronomischen Gesellschaft 1956 in Hannover. R.W. (grüner Pfeil) in der letzten Reihe. Dagegen in der ersten Reihe mit weißer Bluse U.B. (die spätere U.W., roter Pfeil). Neben ihr der Astrophysiker Unsöld aus Kiel (4.v.l.).

Während meiner Schulzeit durfte ich 1956 auch als Gast an der Tagung der Astronomischen Gesellschaft in Hannover teilnehmen, was für mich natürlich außerordentlich wichtig und wissenschaftlich interessant war. Für meine Mitschüler und Verwandten war es dabei allerdings am bemerkenswertesten, daß ich dazu eine Woche schulfrei erhielt. Auf dem Tagungsphoto von 1956 der Astronomischen Gesellschaft in Hannover (Abbildung 3) bin ich ganz zurückhaltend in der letzten Reihe zu sehen. Dagegen wurde das junge Mädchen Ute Bachmann, das damals an der Sternwarte Babelsberg arbeitete und später Ute Wielen wurde, wohl zur Auflockerung des Photos, in die erste Reihe plaziert.

2. Studium und erste Tätigkeit in Berlin bis 1963

Vom Sommersemester 1957 ab studierte ich an der Freien Universität Berlin, war aber gleichzeitig Gasthörer an der Technischen Universität. Eigentlich wollte ich ja Astronom werden, aber damals gab es in West-Berlin an den Universitäten kein astronomisches Institut (aber immerhin astronomische Vorlesungen von Hinderer an der FU und von Slevogt an der TU). Ich entschloß mich daher, Theoretische Physik zu wählen. Ordinarius für dieses Fach an der FU war damals Günther Ludwig (1918-2007). Ludwig arbeitete vor allem über die begrifflichen Grundlagen der Quantenmechanik (u.a. den quantenmechanischen Meßprozeß) und über die Grundlagen der Statistischen Mechanik. Ludwig hatte aber auch über die von Pascual Jordan entwickelte "Projektive Relativitätstheorie" gearbeitet. Diese Erweiterung der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie benutzt fünf Dimensionen und ein zusätzliches skalares Feld (in Form einer zeitlich variablen Gravitationskonstanten). An der FU hat diese Untersuchungen der Privat-Dozent und Wissenschaftliche Rat Kurt Just fortgesetzt. Dabei sollten vor allem kosmologische Studien helfen, die Ludwig und Just in einem Drittmittel-Projekt mit dem Titel 'Clustering of Galaxies' ausführten. An diesem Projekt durfte ich nach meinem Vordiplom 1959 mitarbeiten, und dabei auch meine Diplomarbeit über "Zeitliche Leuchtkraft-Änderungen von Galaxien und ihre kosmologische Bedeutung" schreiben.

Manche werden sich über den englischen Titel des Drittmittel-Projekts wundern. Grund war der Drittmittel-Geber, nämlich die U.S. Air Force. Die U.S. Air Force hatte natürlich keine Verwendung für Resultate über die Verteilung von Galaxien am Himmel und über die Struktur von Galaxien-Haufen. Mit derartigen Drittmittel-Projekten wurde aber die Arbeit der FU finanziell unterstützt, damit die FU schneller wissenschaftliches Prestige gewinnen konnte.

Von der Sache her war das Projekt aber auch sehr aktuell. Es waren nämlich gerade viele wichtige neue Daten zum Thema Galaxien-Haufen veröffentlicht worden. Wir benutzten vor allem

den vom Amerikaner George Abell 1957/58 veröffentlichten Katalog von 2712 reichen Galaxien-Haufen ('rich clusters of galaxies'), die er auf den Aufnahmen des Palomar Sky Surveys identifiziert hatte. Ferner standen uns die Galaxien-Zählungen auf der galaktischen Nordkappe zur Verfügung, die aus Aufnahmen des Lick-Observatoriums in kleinen Zähl-Feldern von 10×10 Bogenminuten gewonnen worden waren. Alle diese Daten wurden im Institut auf Korrelationen usw. untersucht. Dazu mußte das Material zunächst auf Lochstreifen bzw. Lochkarten digitalisiert und dann in elektronischen Rechenanlagen verarbeitet werden.

Die Arbeit an den Galaxien-Haufen war meine Hauptaufgabe, aber offensichtlich war ich damit nicht völlig ausgelastet. Denn ich benutzte die Computer, mit denen ich arbeiten durfte, zusätzlich für die Bahnbestimmung visueller Doppelsterne. Ich komme damit zu einem Punkt, auf den ich immer besonders stolz bin, nämlich auf meine umfangreiche Korrespondenz und Kooperation mit Ejnar Hertzsprung in den Jahren von 1960 bis 1963.

Hertzsprung (Abbildung 4) hatte ab 1905 das Hertzsprung-Russell-Diagramm entwickelt (Russell hat vor allem an der Daten-Verbesserung und der Deutung des Diagramms mitgearbeitet). In diesem Diagramm wird die Leuchtkraft der Sterne (in Form ihrer absoluten Helligkeit) als Funktion der Oberflächen-Temperatur ("Effektiv-Temperatur") der Sterne (charakterisiert durch ihren Spektral-Typ) aufgetragen. Man erkennt dort z.B. die relativ schmale "Hauptreihe" und bei den kühleren Sternen aufgrund ihrer sehr unterschiedlichen Radien die deutliche Trennung in lichtschwächere "Zwerg-Sterne" und hellere "Riesen-Sterne" (auf dem "Riesen-Ast"). Wer sich auch nur etwas mit Astronomie beschäftigt hat, weiß, daß die Astronomen das Hertzsprung-Russell-Diagramm über alles lieben, ähnlich wie die Kernphysiker die Nuklidkarte oder Chemiker das Periodensystem der Elemente.



Abbildung 4. Einar Hertzsprung (1873–1967).

Als ich 1960 in Kontakt mit Hertzsprung kam, war er bereits seit langem ein weltweit legendärer Astronom. Er war damals zwar bereits weit über 80 Jahre alt, aber doch noch sehr geistig rege und aktiv. Man fragt sich sicher nun, was kann einen solchen bedeutenden Mann dazu bewegen, mit einem jungen Studenten im 7. Semester wissenschaftlich zu korrespondieren und zu kooperieren. In der Physik wäre so etwas (damals und wohl auch heute) nur schwer vorstellbar. Der Hintergrund war folgender:

Hertzsprung, der Mitarbeiter von Karl Schwarzschild war, zunächst in Göttingen, ab 1909 in Potsdam, entwickelte am großen Refraktor des AOP eine neuartige Methode zur photographischen Beobachtung von visuellen Doppelsternen (siehe z.B.: "Photographische Messungen von Doppelsternen von 1914.0 bis 1919.4". Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, Nr. 75, 1920). Dabei wurden auf einer Photoplatte zahlreiche kurzbelichtete, leicht gegeneinander versetzte Aufnahmen eines Doppelsterns gemacht und später ausgemessen. Man

konnte so die Wirkung der Luftunruhe ("seeing") durch Mittelbildung stark vermindern und auch nur die qualitativ guten Bilder ausmessen. Zum Ausgleich der Helligkeitsunterschiede der Komponenten des Doppelsterns wurden verschiedene Objektiv-Gitter angewandt und enge Filter eingesetzt. Insgesamt erreichte man damit eine Meßgenauigkeit der Relativ-Positionen von einigen Millibogensekunden, was außerordentlich gut war und erst viel später, z.B. durch den HIPPARCOS-Satelliten, übertroffen wurde. Nach dieser Methode wurden an zahlreichen Sternwarten, die über große, langbrennweitige Refraktoren verfügten, viele Platten aufgenommen. Wegen des sehr hohen Aufwandes für die anschließende Ausmessung blieben sie aber oft unbearbeitet liegen.

Hertzprung, der seit 1935 Direktor der holländischen Sternwarte in Leiden gewesen war, ging nach seiner Emeritierung 1945 in sein Heimatland Dänemark zurück. In einem kleinen Ort bei Kopenhagen, Tølløse, wohnte er und gründete dort ein kleines Meßlabor, wobei ihn der Stiftungsfond der Carlsberg-Brauerei unterstützte. Zusammen mit Mitarbeitern hat er dort noch über zwanzig Jahre lang zahllose Aufnahmen von Doppelsternen vermessen, die ihm aus aller Welt zugeschickt wurden.

Die älteren Astronomen, die die Bahnrechnungen noch "von Hand" ausführten, konnten diese Flut von neuen Resultaten kaum bewältigen. Daher war Hertzprung froh, daß ich ihm anbot, mit den neuen elektronischen Rechenanlagen in kurzer Zeit viele Doppelstern-Bahnen unter Benutzung seiner Messungen zu berechnen. Außer den Bahnen erhielt Hertzprung von mir riesige Mengen von Computer-Ausdrucken mit "Residuen". d.h. den Abweichungen der einzelnen Beobachtungen von der Ausgleichsbahn. Daraus konnte Hertzprung z.B. schließen, wie gut die Aufnahmen verschiedener Sternwarten wirklich waren und welche die beste Meßmethode war.

Einen Auszug aus einem netten Brief von Hertzprung an mich zeigt Abbildung 5. Am Schluß dieses Briefes fragt er sich, ob ich eher Physiker oder eher Astronom sei. Die Doppelsterne gehörten

ja zur Astronomie, aber meine Anschrift lautete "Institut für Theoretische Physik". Auch wunderte er sich, wie ich in West-Berlin die notwendige Literatur auftrieb. Er wußte ja, daß die nahen Sternwarten in der DDR lagen und daß das Astronomische Rechen-Institut nach Heidelberg verlegt worden war.

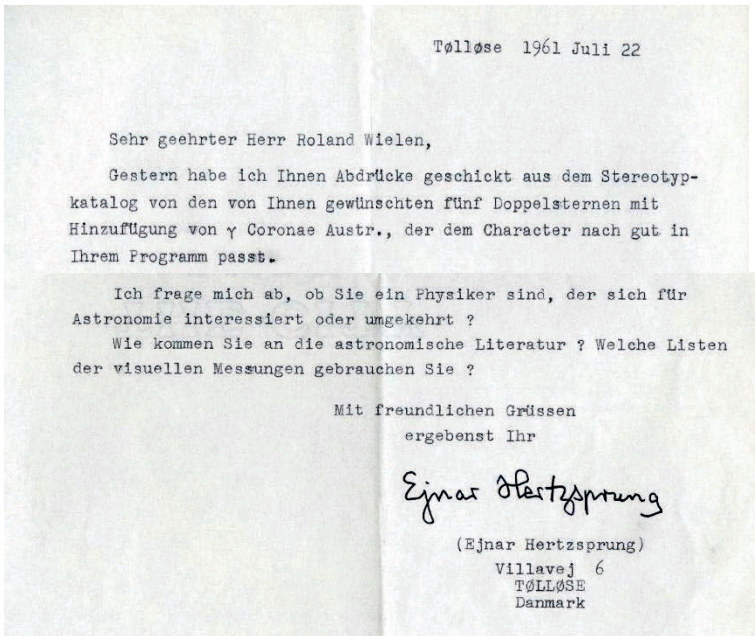


Abbildung 5. Anfang und Ende des Briefes vom 22. Juli 1961 von Hertzsprung an R.W.

Ich habe damals sehr viele Bahnen von Doppelsternen berechnet. Nur wenige davon konnte ich veröffentlichen. Besonders stolz war ich, daß meine bis dahin größte Publikation 1962 in der renommierten amerikanischen Zeitschrift 'Astronomical Journal', Volume 67, pages 599-607 erschienen ist. Sie trägt den Titel 'Automatic Orbit Computation for Visual Binaries'. Ich hatte sie noch als Student verfaßt.

Da ich sowohl im Galaxien-Haufen-Projekt als auch für meine Bahnrechnungen auf die Benutzung von Computern angewiesen war, wurde ich automatisch ein "EDV-Spezialist", denn man mußte die elektronischen Rechenanlagen nicht nur programmieren, sondern auch noch selbst bedienen. Die erste von mir benutzte Maschine war eine IBM 650, die noch mit Röhren arbeitete. Sie war die größte Berliner Rechenanlage und stand beim Finanzsenator am Fehrbelliner Platz in Wilmersdorf. Dort wurde sie tagsüber benutzt. Vom Abend bis zum nächsten Morgen und sonntags stand sie aber still. Ludwig kam daher auf die Idee, wir könnten sie doch in diesen Zeiten eigentlich gut verwenden. Der Berliner Senat stimmte zu. So kam es, daß ich als Diplomand, unterstützt von meiner späteren Frau, die seit 1959 auch im FU-Institut arbeitete, abends und nachts an der IBM 650 rechneten. Heute würde man so etwas kaum mehr erlauben (wegen Datenschutz, Sicherheit usw.).

1961 bekamen wir dann Zugang zu einer moderneren Maschine, der SIEMENS 2002, die bereits mit Transistoren arbeitete. Die SIEMENS 2002 stand im Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung (HMI) in Berlin-Wannsee. Neben dem HMI durften auch die Berliner Universitäten (FU und TU) die Rechenanlage benutzen. Weil es aber an der SIEMENS 2002 Kapazitätsengpässe gab, strebte Ludwig eine eigene Maschine für die FU an.

1962 bewilligte die Deutsche Forschungsgemeinschaft der FU die beantragte Rechenanlage ZUSE Z23. Die Maschine war zwar etwas langsamer als die SIEMENS 2002, aber als erste Zuse-Anlage auch mit Transistoren ausgestattet. Da es außer mir am Institut niemanden gab, der praktische Erfahrungen mit Rechenanlagen hatte, mußte ich als Diplomand (erfreulicherweise aber auch hier wieder zusammen mit meiner späteren Frau) die ZUSE Z23 in Bad Hersfeld, dem Sitz der Firma Zuse, offiziell abnehmen. Dort hat uns Konrad Zuse sehr freundlich betreut und selbst zum Abendessen eingeladen. Nach meiner Diplom-Prüfung im Juli 1962 wurde ich dann ab September als wissenschaftlicher Angestellter sozusagen "amtlich" mit der Aufstellung und Betriebsleitung der ZUSE Z23

der FU in Dahlem in der Ihnestrasse 53 betraut. Abbildung 6 zeigt mich dort vor einem der Schaltschränke der ZUSE Z23.

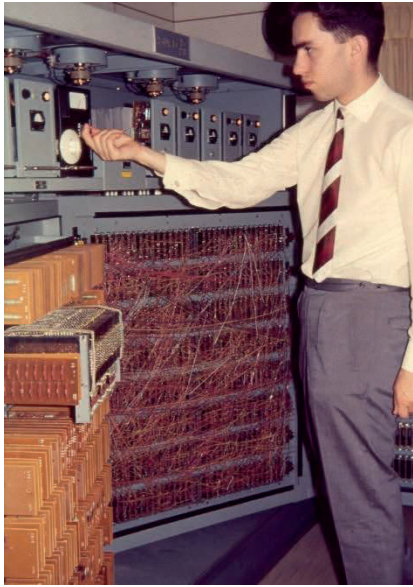


Abbildung 6. R.W. an der Rechenanlage ZUSE Z23 der FU in Dahlem. Der Einschub am linken Rand des Bildes, der etwas hervorsteht, enthält den Ferrit-Kern-Schnellspeicher der Maschine mit 256 Worten zu je 40 bit. Dazu gab es noch einen hier nicht gezeigten langsameren Magnettrommel-Speicher mit 8192 Worten. Photo von Anfang 1963.

Eigentlich wollte ich aber kein EDV-Spezialist, sondern ein "echter" Astronom werden. Ich schaute mich daher um, wo ich denn unmittelbarer in der Astronomie arbeiten könnte. Ich fand dann auch relativ schnell einen Arbeitsplatz am Astronomischen Rechen-Institut und zog Mitte 1963 nach Heidelberg um.

3. Tätigkeit in Heidelberg von 1963 bis 1978

3.1 Berufliche Entwicklung

Am 1. Juli 1963 begann ich mit meiner Tätigkeit als Wissenschaftlicher Angestellter am Astronomischen Rechen-Institut (ARI) in Heidelberg. Das ARI war bis 2004 ein Landesinstitut, das aber eng mit der Universität Heidelberg verbunden war. Der Direktor des Instituts war damals Walter Fricke (1915-1988), der zugleich Ordinarius der Universität war. Da ich in Berlin bereits eine unbefristete Stelle inne hatte, erhielt ich auch am ARI sofort eine Dauerstelle, obwohl ich erst 24 Jahre alt war. Das war damals schon ungewöhnlich und klingt heute natürlich paradiesisch. Später wurde man Beamter mit so schönen Amtsbezeichnungen wie Observator oder Oberobservator.

Bei meiner "Stellenbeschreibung" hatte ich darauf geachtet, daß mein Hauptaufgabengebiet auf die Forschung gerichtet war. Schwerpunkt war die Stelldynamik. Trotzdem habe ich über zehn Jahre lang den Betrieb der Rechananlage im ARI geleitet. Dabei trug ich den Titel "Leiter des Betriebes an der Rechananlage SIEMENS 2002 der Universität Heidelberg". Diese Maschine war die erste Rechananlage der Universität und die Keimzelle des späteren Universitätsrechenzentrums. Diese Aufgabe war vermutlich auch ein wesentlicher Grund für meine Anstellung am ARI, denn die beiden anderen Astronomen, die die Rechananlage im ARI bisher betreut hatten, Sebastian von Hoerner und Peter Stumpff, waren kurz vorher in die USA ausgewandert. Die anderen (meist sehr viel älteren) Kollegen wollten sich nicht im Detail mit der neuen Technik befassen und schon gar nicht für den Betrieb der Rechananlage verantwortlich sein. Insofern war es für Fricke sicher auch ein wichtiger Gesichtspunkt für meinen Start am ARI, daß ich bereits mehrjährige Erfahrung mit Rechananlagen besaß.

Im Februar 1966 promovierte ich mit einer Arbeit über die "Dynamische Entwicklung von Sternhaufen-Modellen". Bereits 1969 konnte ich mich an der Universität habilitieren. Dafür bin ich insbesondere dem Kollegen Soergel sehr dankbar, denn er hat als damaliger Dekan der Naturwissenschaftlich-Mathematischen

Fakultät durchgesetzt, daß ich, zusammen mit einer Reihe anderer Kollegen, 1969 noch schnell habilitieren konnte. Hintergrund waren die Umwälzungen im Zuge der 1968er-Bewegung, die auch an der Universität Heidelberg nicht spurlos vorübergingen. Für die Universität wurde die Einführung neuer Strukturen beschlossen. So sollte die bisherige Nat.-Math. Fakultät in mehrere kleinere Fakultäten aufgespalten werden (u.a. die Fakultät für Physik und Astronomie ab 1970). Dafür mußten aber neue Ordnungen ausgearbeitet werden, und es war unklar, ab wann man nach Ende 1969 wieder habilitieren konnte.

Noch eine Erinnerung an ein schwieriges logistisches Problem bei meiner Habilitation: Es war damals Usus, daß ein Habilitand jeden der ca. dreißig Ordinarien und Extraordinarien der gesamten Nat.-Math. Fakultät (also auch Chemiker, Biologen, Mineralogen usw.) zu einem persönlichen Gespräch von ungefähr einer halben Stunde Dauer aufsuchen mußte, damit sich diese vor der Abstimmung in der Fakultät einen Eindruck von ihm verschaffen konnten. Für mich war es wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit sehr schwer, bei allen kurzfristig einen Termin zu erhalten und die Termine auch noch so zu schachteln, daß sie nicht zu dicht aufeinander folgten, damit nicht der nächste Ordinarius schon völlig ungehalten war, wenn ich mich beim vorherigen Gespräch länger als vorgesehen aufhielt.

Aufgrund der neuen Universitätsstruktur konnte (mußte) man bereits als Privat-Dozent in vielen Gremien mitwirken. So war ich ab 1970 viele Jahre lang gewählter Vertreter der Astronomie-Dozenten in der Fakultätskonferenz, denn vor allem die älteren Kollegen wollten nur ungern an diesen oft überlangen und stürmischen Sitzungen teilnehmen. Es gab damals auch etwas, an das sich heute vermutlich nur noch wenige erinnern werden: Als Zwischenebene zwischen Fakultät und Institute waren "Fachgruppen" eingeschoben worden. Jeder Hochschullehrer gehörte der Fachgruppe seines Faches automatisch an. In den Jahren 1974 und 1975 wurde ich daher sogar Leiter der Fachgruppe Astronomie der Universität. 1974 wurde ich in Heidelberg zum Außerplan-

mäßigen Professor ernannt. Während des Wintersemesters 1974/75 hatte ich an der Sternwarte der Universität Hamburg eine Lehrstuhlvertretung in Astronomie inne, weil der Ordinarius Alfred Behr in dieser Zeit an die Europäische Südsternwarte (ESO) beurlaubt worden war, um die Aufstellung des ESO-Schmidt-Spiegels in Chile von Genf aus zu leiten.

3.2 Helligkeits-Änderungen von Galaxien und Kosmologie

Was habe ich nun in Heidelberg wissenschaftlich getan? Eine meiner ersten Tätigkeiten war die Aufarbeitung meiner Berliner Diplom-Arbeit. Dabei ging es um die Berechnung der Änderung der Leuchtkraft von Galaxien aufgrund der inneren Entwicklung ihrer Sterne, und um die Ermittlung der Auswirkung dieser Helligkeitsänderung auf die Herleitung kosmologischer Modelle aus der beobachteten Helligkeits-Rotverschiebungs-Relation von Galaxien.

Ich bin noch heute recht stolz darauf, als Student in erster Näherung eine überraschend einfache (Potenz-)Beziehung zwischen der Leuchtkraft und dem Alter einer elliptischen Galaxie abgeleitet zu haben und deren drastische Auswirkung auf kosmologische Weltmodelle gezeigt zu haben. Wie ich weiter unten beschreibe, wird diese Erkenntnis heute aber leider meist der Amerikanerin Tinsley zugeschrieben.

Als einfachsten Fall betrachten wir eine elliptische Galaxie und nehmen an, daß dort alle Sterne zum gleichen Zeitpunkt, vor ca. 10^{10} Jahren, entstanden sind. Für die Berechnung der gesamten Leuchtkraft $L(t)$ der Galaxie und ihrer Änderung mit dem Alter t benötigt man vor allem die Entwicklungswege der Sterne der verschiedenen Massen M_* , d.h. die stellare Leuchtkraft $l_*(M_*, t)$ und die Verteilungsfunktion der anfänglichen Stern-Massen, die sogenannte Initial Mass Function (IMF) $\xi(M_*)$. $L(t)$ ist dann das Integral über M_* des Produktes $l_*(M_*, t) \xi(M_*, t)$.

Zunächst hatte ich für die Entwicklungswege $l_*(M_*, t)$ numerische Daten benutzt. Es gab bereits einige theoretische Rechnungen

dazu, die allerdings die späten Phasen der Sternentwicklung kaum erfaßten. Vollständigere, empirische Entwicklungswege waren aus den Farben-Helligkeits-Diagrammen von Sternhaufen abgeleitet worden. Als IMF wurde damals allgemein die empirische "Salpeter-Funktion" $\xi(M_*) \propto M_*^{-\beta}$ mit $\beta = 2.35$ verwendet. Aus all diesen Daten habe ich dann zunächst die Leuchtkraft-Änderung $L(t)$ der Galaxie durch numerische Integration auf einer Rechenanlage bestimmt.

Das überraschende Ergebnis war, daß die Zeitabhängigkeit der Gesamt-Leuchtkraft $L(t)$ der Galaxie nahezu unabhängig von den verschiedenen hineingesteckten Entwicklungswegen $l_*(M_*, t)$ war und meist in guter Näherung einem Potenz-Gesetz folgte, $L(t) \propto t^\kappa$. Wie kann man das verstehen? Ich fand folgende Erklärung: Die Entwicklungswege $l_*(M_*, t)$ verhalten sich in erster Näherung "homolog", zumindest für den relativ kleinen Bereich der Sternmassen von 0.8 bis knapp 3 Sonnenmassen, den man für kosmologische Anwendungen benötigt. Massereichere Sterne haben sich bereits zu Objekten mit relativ vernachlässigbarer Helligkeit (z.B. zu Weißen Zwergen) entwickelt, während masseärmere Sterne sich noch kaum von der Hauptreihe weg entwickelt haben. Formelmäßig bedeutet die Homologie-Annahme, daß man annimmt, daß $l_*(M_*, t)$ die Form $l_{*,MS}(M_*) f(t/\tau_{MS}(M_*))$ besitzt. Dabei ist $l_{*,MS}(M_*)$ die Leuchtkraft des Sterns auf der Hauptreihe ('Main Sequence'). Diese kennt man empirisch als Masse-Leuchtkraft-Relation: $l_{*,MS}(M_*) \propto M_*^\lambda$ mit $\lambda \approx 4$. Die Funktion f beschreibt die eigentliche Entwicklung des Sterns. Die Zeit t soll aber hier nur in der skalierten Form als $t/\tau_{MS}(M_*)$ eingehen, wobei $\tau_{MS}(M_*)$ die Verweildauer des Sterns auf der Hauptreihe bezeichnet. Die Verweildauer $\tau_{MS}(M_*)$ ist proportional zu $M_*/l_{*,MS}$, denn die Masse M_* beschreibt den Energie-Vorrat des Sterns, während die Leuchtkraft $l_{*,MS}$ den zeitlichen Energie-Verbrauch des Sterns darstellt. Mit $\lambda = 4$ ergibt sich $\tau_{MS}(M_*) \propto M_*^{-3}$. Anschaulich bedeutet die Homologie-Annahme, daß die Entwicklungswege der Sterne verschiedener Masse im Hertzsprung-Russell-Diagramm nur parallel entlang der Hauptreihe verschoben sind, sonst aber ihre Form behalten, und

daß die Entwicklungsgeschwindigkeit eines Sterns überall umgekehrt proportional zu seiner Verweildauer τ_{MS} auf der Hauptreihe ist, d.h. proportional zur dritten Potenz seiner Masse. Ein Stern von zwei Sonnenmassen durchläuft seinen Entwicklungsweg also z.B. achtmal so schnell wie unsere Sonne.

Bei der Funktion $f(t/\tau_{MS}(M_*))$ ist wichtig, daß sie nach einer bestimmten Zeit (gemessen in Einheiten von $\tau_{MS}(M_*)$) nahezu auf Null abfällt. Dieses "Verlöschen" von Sternen (als Weißer Zwerg) in Abhängigkeit von ihrer Masse M_* bewirkt letztlich die Abnahme der Gesamt-Leuchtkraft $L(t)$ der Galaxie mit zunehmendem Alter t .

Wenn man die Homologie-Annahme für die Sternentwicklung und die Potenzgesetze für die stellare Leuchtkraft $l_{*,MS}$ und für die Initial Mass Function $\xi(M_*)$ benutzt, dann kann man die zeitliche Entwicklung der gesamten Leuchtkraft $L(t)$ der elliptischen Galaxie analytisch ausrechnen. Man findet

$$L(t) \propto t^{-\kappa} \text{ mit } \kappa = \frac{\lambda - \beta + 1}{\lambda - 1}.$$

Mit den oben genannten Zahlenwerten von $\lambda = 4$ und $\beta = 2.35$ erhält man $\kappa = 0.88$. Am obigen Resultat ist besonders bemerkenswert, daß die eigentliche Entwicklungsfunktion f im Endergebnis überhaupt nicht auftritt. Damit wurde verständlich, warum meine numerischen Berechnungen fast immer das gleiche Potenzgesetz ergeben hatten.

Der Astronom arbeitet in der Regel nicht mit der Leuchtkraft L eines Objektes, sondern mit dessen absoluter Helligkeit $M = -2.5 \log(L) + \text{const}$. Für kosmologische Anwendungen ist die zeitliche Ableitung \dot{M} von M wichtig, die die relative zeitliche Änderung der Leuchtkraft beschreibt:

$$\dot{M} = \frac{5 \log(e)}{2} \frac{\lambda - \beta + 1}{\lambda - 1} \cdot \frac{1}{t}.$$

In \dot{M} treten weder die Entwicklungsfunktion f noch die Proportionalitätskonstanten, die die absoluten Werte der Zeitskala $\tau_{MS}(M_*)$ beschreiben, auf. Auch die Gesamtmasse der elliptischen Galaxie hat keinen Einfluß auf \dot{M} . Man benötigt (neben λ und β)

nur das Alter t der Galaxie. Zum Beispiel sollte eine Galaxie im Alter von 10^{10} Jahren ihre absolute Helligkeit M um $+0^m.096$ pro 10^9 Jahre ändern. Diese relativ klein erscheinende Änderung hat aber sehr starke kosmologische Auswirkungen.

Kosmologische Weltmodelle wurden damals eindeutig durch die heutige Hubble-Konstante H_0 und durch den heutigen Abbremsungsparameter q_0 festgelegt, weil man die Kosmologische Konstante Λ von vornherein null setzte. Der Parameter q_0 ist definiert als $q_0 = -\ddot{R} R / \dot{R}^2$, wobei $R(t)$ der Weltradius ist. (Heute würde man statt q_0 eher den Dichteparameter $\Omega_0 = \rho_0 / \rho_{\text{crit},0} = 2q_0$ verwenden). Ein räumlich flaches Universum entspricht $q_0 = 1/2$ ($\Omega_0 = 1$). Größere Werte von q_0 bedeuten ein positiv gekrümmtes Weltall, kleinere Werte eine negative Raumkrümmung. Den Parameter q_0 kann man am direktesten aus der beobachteten Beziehung zwischen der scheinbaren Helligkeit m und der Rotverschiebung z von Galaxien bestimmen. Zunächst nahm man an, daß die hellsten Galaxien in Galaxienhaufen als eine Art "Standard-Kerzen" überall und immer die gleiche absolute Helligkeit besitzen würden. Die Auswertung der beobachteten Helligkeits-Rotverschiebungs-Relation durch W. A. Baum (1957 und 1962) ergab dann $q_0 = 1.0$, also ein positiv gekrümmtes, später in Kontraktion übergehendes Universum.

Wenn man aber die beobachteten Helligkeiten der Galaxien für den oben abgeleiteten zeitlichen Entwicklungseffekt \dot{M} korrigiert, ändert sich das Resultat drastisch. Aus einer Reihenentwicklung der Helligkeits-Rotverschiebungs-Relation um den heutigen Zeitpunkt t_0 kann man die entsprechende Korrektur von q_0 analytisch ableiten:

$$\Delta q_0 = q_0^{\text{korr}} - q_0^{\text{unkorr}} = -(2 / (5 \log(e))) \dot{M}(t_0) / H_0 = -\kappa / (t_0 H_0) \cdot$$

Wenn man als maximales Alter t_0 der Sterne der Galaxie die reziproke Hubblekonstante $1/H_0$ ansetzt (also $t_0 H_0 = 1$ annimmt), erhält man als minimale Korrektur $\Delta q_0 = -\kappa \approx -0.9$. Bringt man diese Korrektur an $q_0^{\text{unkorr}} = 1.0$ an, dann ergibt sich $q_0^{\text{korr}} = 0.1$. Die Berücksichtigung der Leuchtkraft-Änderung der Galaxien

lieferte also ein stark negativ gekrümmtes, nahezu ungebremst expandierendes Weltall.

Die obigen Resultate habe ich 1964 in der Zeitschrift für Astrophysik (ZfA), Band 59, Seite 129-135 veröffentlicht ("Zeitliche Helligkeitsänderungen von elliptischen Galaxien"). Leider konnte die Arbeit nur auf Deutsch erscheinen, weil Unsöld als Herausgeber der Zeitschrift darauf bestand, daß deutschsprachige Autoren dort nur auf Deutsch publizieren. Schon mein englisches Abstract wurde kritisch betrachtet. Dadurch wurde meine Arbeit natürlich weniger gelesen. Der "Papst" auf diesem Gebiet, der Amerikaner Alan Sandage, hat sie zwar zitiert, aber insgesamt blieb die Resonanz enttäuschend.

Umso erstaunter war ich, als 1972 im *Astrophysical Journal* (ApJ), Vol.173, p. L93-L97 eine Veröffentlichung von Beatrice M. Tinsley erschien, die in den USA arbeitete. Die Arbeit trug den Titel: 'A First Approximation to the Effect of Evolution on q_0 '. Darin wurde exakt meine schöne alte Potenz-Gleichung für $L(t)$ abgeleitet und naturgemäß eine sehr ähnliche Schlußfolgerung für den wahren Wert von q_0 gezogen. Tinsley hat sich nach dem Erscheinen ihrer Arbeit in einem Brief bei mir entschuldigt, weil sie meine Arbeit übersehen hatte. Sie hat dann zwar in ihren folgenden Arbeiten auf meine früheren Untersuchungen hingewiesen. Trotzdem wird heute in der Literatur meist die Arbeit von Tinsley zitiert, vermutlich weil die meisten eben besser Englisch als Deutsch verstehen. Natürlich war es enttäuschend, daß mein "großer Wurf" nicht die Resonanz fand, die ich mir erhofft hatte. Andererseits war es sehr ermutigend zu sehen, daß die Resultate meiner Diplomarbeit von 1962 und meiner ZfA Veröffentlichung von 1964 im Jahre 1972 (also ca. 10 Jahre später) indirekt für so aktuell und wichtig angesehen wurden, daß eine analoge Arbeit sogar in die bevorzugt erscheinenden 'Letters' des ApJ aufgenommen wurde.

Aufgrund der starken und natürlich auch recht unsicheren Entwicklungskorrektur, bei der man heute auch noch die Verschmelzung von Galaxien ('Merger') berücksichtigen muß, hat die Helligkeits-Rotverschiebungs-Relation für Galaxien heute ihre

kosmologische Aussagekraft weitgehend verloren. Für andere Objekte ist die Helligkeits-Rotverschiebungs-Relation aber wieder kosmologisch nutzbar geworden und ist eine wichtige Stütze des sogenannten Standard-Modells der Kosmologie. Dabei werden als "Standard-Kerzen" nicht Galaxien, sondern Supernovae vom Typ Ia verwendet.

3.3 Numerische N -Körper-Experimente und die Auflösungszeiten offener Sternhaufen

Mein Hauptarbeitsgebiet in Heidelberg war aber für viele Jahre die Untersuchung der Entwicklung von Sternhaufen. In sogenannten numerischen N -Körper-Experimenten verfolgt man auf dem Computer die zeitliche Entwicklung einer Ansammlung von N Massenpunkten, die Sterne darstellen sollen, durch die numerische Integration der einzelnen Sternbahnen. Für höhere Werte von N ist das sehr aufwendig in Bezug auf Rechenzeit, weil die Anzahl der gravitativen Wechselwirkungen mit N^2 anwächst. Man mußte daher spezielle Integrationsverfahren entwickeln, die u.a. zeitlich variable und von Stern zu Stern verschiedene ("individuelle") Integrations-Schrittweiten benutzen. Um die Experimente möglichst realistisch zu gestalten, werden z.T. auch weitere Effekte berücksichtigt: z.B. Massenspektrum der Sterne, Massenverlust der Sterne in späteren Entwicklungsstadien, Gezeitenfeld der Galaxis und Störungen durch vorbeifliegende interstellare Wolken. Als stationären Anfangszustand des Haufens benutzt man heute oft das "Plummer-Modell" (so wie ich es bereits ab 1963 tat).

Pionier auf dem Gebiet der N -Körper-Experimente war Sebastian von Hoerner, der bis Ende Oktober 1962 am ARI tätig war, dann aber in die USA übersiedelte. Er hatte um 1960 bis zu $N = 16$ Sterne verfolgen können, etwas später bis zu $N = 25$. Ich erreichte um 1965 bereits $N = 100$ und um 1972 $N = 500$. Heute erlaubt die verbesserte Computertechnik die direkte Simulation von Kugelsternhaufen mit über 10^5 Sternen.

Die Ergebnisse der N -Körper-Experimente kann man z.B. mit anderen theoretischen Vorhersagen vergleichen. Auf der Basis der Fokker-Planck-Gleichung für Zwei-Körper-Wechselwirkungen war dabei vorausgesagt worden, daß die zentrale Dichte eines Sternhaufens nach endlicher Zeit (wenigen Relaxationszeiten) unendlich groß wird und damit eine "gravothermische Katastrophe" eintreten würde. Von realen Sternhaufen wußte man zwar bereits, daß das so nicht stimmen kann. Aber erst die Experimente haben den Ausweg gezeigt: Es bilden sich im Zentrum des Haufens enge Doppelsterne, die erstens potentielle Energie speichern und zweitens durch Drei-Körper-Wechselwirkungen andere Sterne so stark beschleunigen, daß der restliche Sternhaufen sogar in Expansion übergeht. Ein Beispiel für einen Vergleich findet man in der Arbeit von S. Aarseth, M. Hénon und R. Wielen von 1974 ('A comparison of numerical methods for the study of star cluster dynamics', *Astronomy and Astrophysics* Vol. 37, p. 183).

Bei meinen Untersuchungen zur dynamischen Entwicklung von Sternhaufen kam ich in engeren Kontakt mit dem französischen Astronomen Michel Hénon (1931-2013), der am Observatoire de Nice arbeitete. Hénon war damals einer der führenden Stellardynamiker. Er hat aber auch auf dem Gebiet der Himmelsmechanik gearbeitet und kam von daher zur Chaos-Theorie. Heute ist er als Chaos-Forscher weit bekannter als als Astronom. Nach ihm sind z.B. der Hénon-Attraktor und das Hénon-Mapping benannt. Für seine Arbeiten zur Chaos-Theorie hat Hénon 1978 den Prix Jean Ricard der Französischen Physikalischen Gesellschaft erhalten.

Hénon hat mich 1972 zu einem halbjährigen Forschungsaufenthalt an das Observatoire de Nice eingeladen, der wissenschaftlich sehr erfolgreich war. Obwohl ich in Nizza ganz überwiegend vom Observatoire de Nice als französischer Beamter ("fonctionnaire") besoldet wurde, hat das für mich zuständige Ministerium meinen Wunsch auf unbezahlte Beurlaubung an die Côte d'Azur und insbesondere auf Anerkennung "des dienstlichen Interesses und der öffentlichen Belange" (wichtig für das Weiter-

laufen der Dienstzeit als Beamter) sehr kritisch hinterfragt und erst bewilligt, als ich zustimmte, davon wenigstens einen Monat als deutschen Erholungsurlaub gelten zu lassen. Wer die herrliche Lage der Sternwarte auf dem Mont Gros kennt, direkt oberhalb von Nizza, mit Blick auf die schneebedeckten See-Alpen einerseits und das Mittelmeer andererseits, kann dies wohl sogar nachvollziehen.



Abbildung 7. Michel Hénon 1972 in seinem Arbeitszimmer auf der Sternwarte in Nizza.

Die numerischen Experimente mit Sternhaufen können auch zur Deutung von Beobachtungen an realen Sternhaufen herangezogen werden. In meiner Habilitationsschrift von 1969 und in einer folgenden Publikation von 1971 hatte ich aus der beobachteten Altersverteilung offener Sternhaufen abgeleitet, daß sich die Hälfte aller dieser Sternhaufen in weniger als $2 \cdot 10^8$ Jahren auflösen. 10% der Haufen leben länger als $5 \cdot 10^8$ Jahre, und nur 2% länger als $1 \cdot 10^9$ Jahre. Diese gegenüber dem Alter der Milchstraße von über 10^{10} Jahren sehr kurzen Auflösungszeiten ("Verdampfungs"-Zeiten) offener Sternhaufen kann man mit Hilfe der in

den N -Körper-Experimenten beobachteten Ausreißer-Raten quantitativ erklären. Für den zusätzlichen Auflösungs-Effekt durch den Vorbeiflug interstellarer HI- und Molekül-Wolken muß man allerdings analytische Resultate hinzuziehen, weil der hochgradig stochastische Effekt der Wolken-Passagen sehr viele Experimente und damit sehr hohe Rechenzeiten erfordern würde.

3.4 Dichtewellen-Theorie der Spiralstruktur von Galaxien

Nachdem die Grundlagen der gravitativen Deutung der Spiralstruktur von Galaxien in Form der Dichtewellen-Theorie durch Lindblad, Lin (und seine Mitarbeiter), Toomre u.a. gelegt worden waren, habe ich mich seit 1968 bemüht, einige eigene Beiträge zur Anwendung dieser Theorie zu liefern. Vor allem aber habe ich 1970 einen ausführlichen Übersichtsartikel zu dieser Theorie auf Deutsch veröffentlicht. Der wurde zwar von vielen sehr gelobt, aber wegen seiner Sprache weltweit kaum gelesen. Erst als der Artikel dem amerikanischen Astronomen Ivan King besonders gut gefiel, erhielt ich die Einladung, eine neue Version in Englisch als 'Invited Review' in der vielgelesenen Zeitschrift "Publications of the Astronomical Society of the Pacific" (Vol. 86 (1974), p. 341) zu publizieren ("Density-Wave Theory of the Spiral Structure of Galaxies"). Danach kannten mich lange Zeit sehr viel mehr amerikanische Astronomen aufgrund dieses einzelnen Reviews als wegen aller meiner Originalarbeiten zusammen! Selbst auf einer Tagung im sibirischen Irkutsk 1976 wurde ich von sowjetischen Kollegen primär auf diesen Review angesprochen.

3.5 Leuchtkraft-Funktion sonnennaher Sterne

Das Astronomische Rechen-Institut war bereits damals weltweit das Zentrum für die Katalogisierung sonnennaher Sterne. Ein älterer Kollege, Wilhelm Gliese (1915-1993), sammelte sonnennahe Sterne und ihre Daten mit großer Leidenschaft. Da er aber mit Computern nicht vertraut war, mußte ich vieles für ihn berechnen, z.B. die Geschwindigkeits-Komponenten der Sterne in galaktischen

Koordinaten. Dadurch hatte ich guten Zugang zu den Daten und konnte sie mit als Erster auswerten.

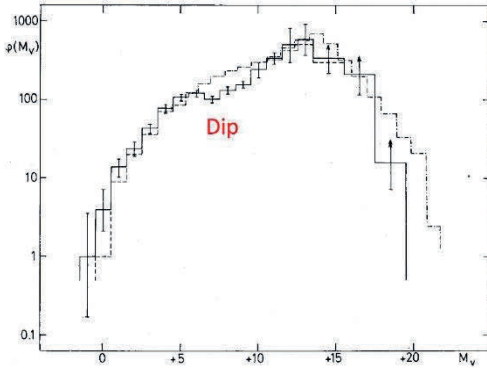


Fig. 1. Luminosity function $\varphi(M_V)$. Full line: total φ ; dashed line: φ for stars on or near the main sequence; dashed-dotted line: Luyten's φ (1968).

Abbildung 8. Die Leuchtkraft-Funktion der sonnennahen Sterne (aus Wielen (1974)).

Eines meiner Resultate betraf die Leuchtkraft-Funktion sonnennaher Sterne. Sie gibt die Anzahl der Sterne, z.B. innerhalb eines Radius von 20 parsec um die Sonne, als Funktion ihrer absoluten Helligkeiten M_V an (Abbildung 8). Nur in unmittelbarer Sonnennähe kann man die Leuchtkraft-Funktion bis hinab zu den lichtschwächsten Zwerg-Sternen nahezu vollständig bestimmen. Die sonnennahen Sterne, zumindest die mit Massen unter einer Sonnenmasse (d.h. mit absoluten Helligkeiten $M_V > +5^m$), sind eine sehr gute Mischung von Sternen der gesamten Galaxis, sozusagen ein "Fingerhut voll Milchstraße". Ihre Leuchtkraft-Funktion wird meist sogar auch für andere Galaxien als repräsentativ angesehen.

Während man früher glaubte, daß die Leuchtkraft-Funktion einen relativ glatten Verlauf aufweist, fand ich (Abbildung 8), daß für Sterne, die etwas schwächer als die Sonne sind (mit M_V zwischen ca. $+6^m$ und $+9^m$), eine leichte Senke auftritt. Im

Englischen heißt eine solche Senke ein 'Dip'. Ein amerikanischer Kollege, John N. Bahcall, der die Astrophysik-Abteilung des Institute for Advanced Study in Princeton leitete und vielen Physikern besonders durch seine Arbeiten zur Neutrino-Astrophysik bekannt ist, bezeichnete dieses Phänomen als 'Wielen Dip'. Als solches ist es sogar in Lexika aufgenommen worden (Abbildung 9). Manchmal muß ich aber Unkundige aufklären, daß der "Wielen-Dip" keine spezielle Grill-Soße ist!

The image shows a screenshot of the Oxford Index website. At the top, the logo 'Oxford Index' is displayed in blue, followed by the tagline 'A Search and Discovery Gateway'. To the right of the logo is a search input field. Below the header, there are two dropdown menus: 'Language' and 'My Co'. The main content area has a grey background and features the word 'OVERVIEW' in small letters above the title 'Wielen dip' in a larger, bold font. Below the title, there is a section labeled 'QUICK REFERENCE' containing a paragraph of text: 'A feature of the luminosity function of stars. Instead of rising steadily towards fainter absolute magnitudes, the number of stars increases little between absolute magnitudes 6 and 9. This feature may provide a clue to the formation of stars of different masses, but its full significance is not yet understood. It is named after its discoverer, the German astronomer Roland Wielen (1938-).'. At the bottom of the snippet, there is a line of text: 'From: Wielen dip in A Dictionary of Astronomy »'.

Abbildung 9. Der 'Wielen Dip' in einem Lexikon (© Oxford Dictionary of Astronomy)

3.6 Geschwindigkeits-Dispersion der Sterne, Diffusion der Sternbahnen und der Entstehungsort der Sonne

Eine geeignete, repräsentative Auswahl von sonnennahen Sternen und von Cepheiden erlaubte eine deutlich verbesserte Bestimmung der Geschwindigkeits-Dispersion $\sigma(\tau)$ der Sterne als Funktion des Alters τ der Sterne. Die Geschwindigkeits-Dispersion σ beschreibt im Wesentlichen, wie stark typischerweise die Raumgeschwindigkeit des Sterns einer Alters-Gruppe von der lokalen Kreisbahn-Geschwindigkeit in der Galaxis abweicht. Die ältesten Sterne weisen die höchsten Abweichungen, die jüngsten die

geringsten σ -Werte auf. In der Abbildung 10 ist σ als Funktion des Entstehungszeitpunktes t_f (time of formation, $t_f = 10^{10}$ Jahre $-\tau$) aufgetragen. Dann fällt besonders auf, daß $\sigma(t_f)$ sehr steil zum heutigen Zeitpunkt $t_f = 10^{10}$ Jahre bzw. $\tau = 0$ abfällt, während $\sigma(t_f)$ für die alten Sterne viel langsamer variiert.

Woher kommt dieser Effekt? Aus dem beobachteten Verlauf von $\sigma(t_f)$ habe ich geschlossen, daß $\sigma(t_f)$ nicht die Geschwindigkeits-Dispersion zum Entstehungszeitpunktes t_f der Sterne darstellt. Denn dann wäre heute ein bevorzugter Zeitpunkt, wo σ gerade gegen null konvergiert. Vielmehr entstehen die Sterne in der Scheibe der Milchstraße mit geringer Geschwindigkeits-Dispersion (d.h. mit einer Abweichung von wenigen km/s von der lokalen galaktischen Kreisbahn-Geschwindigkeit) aus dem interstellaren Gas, das vermutlich stets geringe σ -Werte aufgewiesen hat. Anschließend werden die Bahnen der Sterne ständig gravitativ gestört und ihre Geschwindigkeiten weichen dann im Durchschnitt mit zunehmendem Alter τ immer stärker von der Kreisbahn Geschwindigkeit ab, d.h. $\sigma(\tau)$ wächst mit τ an. Einen solchen Prozeß hatten bereits L. Spitzer und M. Schwarzschild 1951 und 1953 vorgeschlagen. Ich habe diesen Vorgang die "Diffusion von Sternbahnen (Diffusion of Stellar Orbits)" genannt.

Bis heute ist die genaue Ursache für die gravitativen Störungen der Sternbahnen nicht bekannt. Vermutet werden z.B. massive Molekülwolken-Komplexe, von ihnen oder durch Instabilitäten verursachte Dichtefluktuationen in der galaktischen Scheibe, aber auch Resonanzerscheinungen in der Scheibe. Weil man den genauen Stör-Mechanismus nicht kennt, erschien es mir sinnvoll, den Diffusions-Koeffizienten, der die Diffusion der Sternbahnen mathematisch beschreibt, empirisch aus der beobachteten $\sigma(\tau)$ -Relation zu bestimmen. Mit dem so bestimmten Diffusions-Koeffizienten kann man dann auch die Diffusion der Sterne und ihrer Bahnen im Ortsraum berechnen. Dabei ergibt sich insbesondere, daß sich der Abstand R eines Sterns vom galaktischen Zentrum im Laufe der Zeit durch die Diffusion deutlich ändern kann (radiale Migration der Sterne in unserer Milchstraße und

daher vermutlich auch in anderen Galaxien). Zum Beispiel konnte ich berechnen, daß der heutige R -Wert derjenigen Sterne, die so alt wie die Sonne sind, sich im (quadratischen) Mittel um ungefähr 2 kpc gegenüber ihrem galaktozentrischen Abstand bei ihrer Entstehung verändert hat.

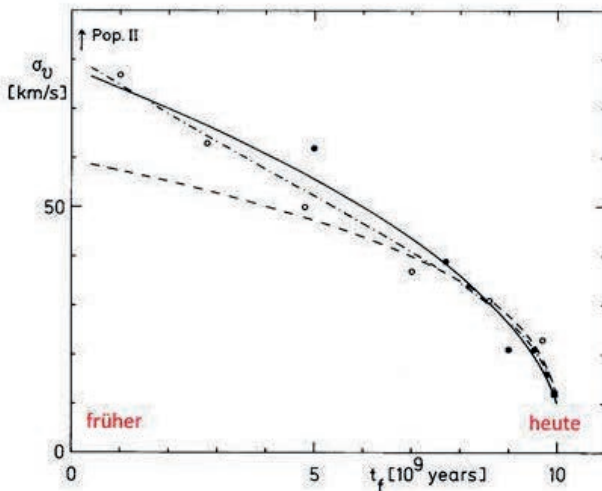


Fig. 1. Total velocity dispersion σ_v as a function of the time of formation t_f . Symbols: observed values. Curves: Theoretical fits based on different diffusion coefficients D . Full curve: constant D ; dashed curve: velocity-dependent D ; dash-dotted curve: velocity-time-dependent D .

Abbildung 10. Die galaktische Geschwindigkeits-Dispersion σ von Sternen als Funktion der Entstehungszeit t_f der Sterne (bzw. ihres Alters $\tau = 10^{10}$ Jahre - t_f). Aus Wielen (1977).

Die hier geschilderte Arbeit wurde 1977 veröffentlicht (R. Wielen: "The Diffusion of Stellar Orbits Derived from the Observed Age-Dependence of the Velocity Dispersion." Astronomy and Astrophysics, Vol. 60, p. 263). Von allen meinen Arbeiten wird sie am

häufigsten zitiert. Das bibliographische System ADS der NASA, das weltweit alle astronomischen Arbeiten enthält, verzeichnet bis heute weit über 500 Zitierungen. Das ist für eine Arbeit, die nichts mit großen Beobachtungsprojekten (wie Satelliten usw.) zu tun hat, recht viel. Ferner ist auffällig, daß die Zitier-Rate dieser Arbeit über fast 40 Jahre hinweg zeitlich nahezu konstant ist, während die Zitier-Rate von Arbeiten sonst meist im Verlauf einiger Jahre exponentiell abklingt. Das zeigt wohl, daß das Thema der "Migration von Sternen" immer wichtiger genommen wird.

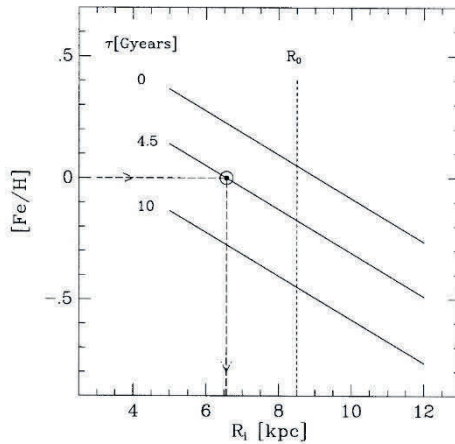


Abbildung 11. Die Bestimmung des galaktozentrischen Radius R_i eines Sterns bei seiner Entstehung aus seiner chemischen Zusammensetzung (charakterisiert durch den Index $[Fe/H]$) und aus seinem Alter τ (in Einheiten von Giga-Jahren (10^9 Jahren)). Aus Wielen et al. (1996).

Als Beispiel zur Untersuchung der Migration von Sternen will ich hier im Vorgriff eine Arbeit erwähnen, die ich mit meinen Mitarbeitern während meines zweiten Heidelberger Arbeitsperiode 1996 publiziert habe (R. Wielen, B. Fuchs, C. Dettbarn: "On the Birth-Place of the Sun and the Places of Formation of Other Nearby

Stars". *Astronomy and Astrophysics*, Vol. 314, p. 438). Zur Bestimmung des galaktozentrischen Radius R_i , bei dem der Stern entstanden ist ('initial' R), benutzen wir seine chemische Zusammensetzung, charakterisiert durch seine Eisenhäufigkeit relativ zu Wasserstoff (Index $[Fe/H]$), und sein Alter τ . Für einige hundert hellere Sterne standen damals erstmals besonders genaue Werte von $[Fe/H]$ und τ zur Verfügung. Zunächst muß man die Relation zwischen R_i und $[Fe/H]$ und τ eichen. Unsere Eichung ist schematisch in Abbildung 11 wiedergegeben.

Dort wird auch die Bestimmung von R_i für unsere Sonne demonstriert: Mit dem Wert für $[Fe/H]$ (hier 0, weil die Sonne als Bezugsobjekt benutzt wird) sucht man die Eichkurve für das Alter τ (Alter der Sonne: ca. $4.5 \cdot 10^9$ Jahre) auf und liest dann unten den Wert für R_i (Sonne: $R_i = 6.6$ kpc) ab. Die Sonne ist also nach unserer Meinung mehr im Inneren der Milchstraße entstanden und bis heute insgesamt fast 2 kpc nach außen diffundiert (heutiger Wert von R für die Sonne: $R_0 = 8.5$ kpc). Die Migration der Sonne (und der anderen Sterne) erfolgt aber nicht ständig in die gleiche Richtung, sondern diffusiv, also zufällig orientiert in einer Art 'Random Walk'-Prozeß. Quantitativ stimmt die typische Änderung von R als Funktion des Alters τ für die untersuchten Sterne gut mit meinen Vorhersagen von 1977 zur Bahn-Diffusion im Ortsraum überein. Durch die Diffusion der Sternbahnen steigt auch an jedem Ort die Streuung der chemischen Zusammensetzung der gerade dort befindlichen Sterne mit zunehmendem Alter der Sterne.

4. Tätigkeit in Berlin von 1978 bis 1985

Im Juni 1978 erhielt ich den Ruf auf die Professur für Astrophysik der Technischen Universität Berlin (TU). Ich folgte dem Ruf nach kurzen, relativ erfolgreichen Berufungsverhandlungen und trat die Stelle im September 1978 an. Es handelte sich noch um eine ordentliche Professur alter Art, die erst später in eine C4-Stelle umgewandelt wurde. Mit dem Lehrstuhl war die Position des Geschäftsführenden Direktors des Instituts für Astrophysik der TU verbunden. Das Institut besaß auch ein paritätisch besetztes

Direktorium. Dort war die Demokratie aber etwas ungewöhnlich geregelt: Als (einzig) Professor besaß ich zwei Stimmen, der Assistenten-Vertreter eine Stimme, und die Vertreter der Studenten und sonstigen Angestellten hatten nur eine beratende Stimme. Der Ausgang von Abstimmungen war also gut vorhersagbar! Erfreulicherweise gab es aber meist keine wirklich strittigen Punkte.

Als erstes widmete ich mich mit großem Elan dem Anschluß der Arbeitsgruppe Astronomie der Freien Universität Berlin (FU) an das TU-Institut. Hier hatte ich in zeitlicher Hinsicht doppeltes Glück. Erstens war der Professor an der FU, Fritz Hinderer (1912-1991), gerade pensioniert worden. Er war der frühere Chef meiner Frau an der Sternwarte Babelsberg und kannte mich auch sehr gut aus meiner Studienzeit an der FU. Insofern war er mir wohlgesonnen. Zweitens hatte der Senat von Berlin gerade beschlossen, die Profile von FU und TU zu schärfen und deswegen zumindest kleinere Fächer an jeweils nur einer Universität zusammenzufassen. Für die Astronomie und Astrophysik war die TU als Ziel auserkoren worden.

Der Zusammenschluß erforderte zahlreiche Verhandlungen mit FU-Vertretern. Wie es der Zufall so will, spielte hier wieder das alte Gebäude des Astronomischen Rechen-Instituts (ARI) (siehe Kapitel 1) in Dahlem eine zentrale Rolle. Denn in diesem Haus residierten damals sowohl der Präsident der FU, Eberhard Lämmert (er hatte von 1970 bis 1977 eine Professur an der Heidelberger Universität innegehabt), als auch der Kanzler der FU, Detlef Bormann. Die Verhandlungen mit ihnen verliefen aus meiner Sicht sehr positiv. Nur eines gelang mir nicht: die von mir (mehr im Scherz) geforderte Rückgabe des alten ARI-Gebäudes an die Astronomen wurde strikt abgelehnt.

Ende April 1979 wurde die Zusammenfassung von Astronomie und Astrophysik an der TU vertraglich vereinbart und kurz darauf vollzogen. Das Institut an der TU wurde in "Institut für Astronomie und Astrophysik" umbenannt (meine Professur entsprechend in eine solche für "Astronomie und Astrophysik"). Wir hatten nun

Lehrverpflichtungen sowohl an der TU als auch an der FU. An beiden Universitäten konnten (und mußten) wir nun Diplom- und Doktor-Arbeiten in Astronomie betreuen und entsprechende Prüfungen abnehmen.

Die von der FU übernommene C3-Professur wurde im Oktober 1980 mit Erwin Sedlmayr besetzt. Ich kannte ihn gut aus Heidelberg, wo er am Institut für Theoretische Astrophysik arbeitete. Er wurde später mein Nachfolger auf der Berliner C4-Stelle. 1980 war mit Klaus Beuermann ein weiterer C3 Professor an das Institut gekommen. Als die Pädagogische Hochschule in Berlin 1980 aufgelöst wurde, hatte er für unser TU-Institut optiert. Er war schon vorher dem Institut als Privat-Dozent verbunden gewesen. 1992 folgte er einem Ruf auf einen Lehrstuhl für Astrophysik nach Göttingen. Das Institut war nun personell mit einer C4-Stelle und zwei C3-Stellen deutlich besser aufgestellt, zumal sich Hinderer auch nach seiner Pensionierung noch sehr aktiv an der Lehre beteiligte. Im Laufe der Zeit habilitierten sich noch zwei Mitarbeiter, Burkhard Fuchs und Jürgen Materne.

Das Institut war lange Zeit im 20-stöckigen "Telefunken-Hochhaus" der TU am Ernst-Reuter-Platz untergebracht. Hinzu kamen ab 1979 einige zusätzliche Räume an der FU, die dort vor allem für Praktika und eine Zweigbibliothek genutzt wurden. Im Jahr 1985 zog das Institut dann in den gerade fertig gestellten Neubau für die Physikalischen Institute der TU (an der Hardenbergstraße) um (Abbildung 12). Dort befinden sich die meisten Räume des Instituts im obersten (achten) Stockwerk. Bereits von weitem grüßt die weiße Kuppel der Übungs-Sternwarte auf dem Dach des Gebäudes. Die bisherige Übungs-Sternwarte auf dem Dahlemer TU-Gelände wurde aber beibehalten, hauptsächlich wegen ihrer Nähe zur FU.

Natürlich habe ich damals in Berlin auch intensiv geforscht. Ich will hier aber darauf nur ganz kurz eingehen: Meine Hauptarbeitsgebiete waren im Rahmen der Stelldynamik sonnennahe Sterne, Sternhaufen, Galaxien und Galaxienhaufen. Auch an der Aufstellung des Beobachtungs-Programms des Astrometrie-

Satelliten HIPPARCOS der ESA (dem sogenannten 'HIPPARCOS Input Catalogue') habe ich mich beteiligt. Aus allen diesen Bereichen wurden zahlreiche Diplom-Arbeiten und einige Dissertationen angefertigt.



Abbildung 12. Der Neubau für die Physikalischen Institute der Technischen Universität Berlin an der Hardenbergstraße in Charlottenburg. Fertiggestellt 1985. Die Astronomie befindet sich zum größten Teil im obersten Stockwerk. Deutlich sichtbar die weiße Kuppel der Übungssternwarte auf dem Dach des Gebäudes.

5. Tätigkeit in Heidelberg seit 1985

5.1 Professor der Universität Heidelberg und Direktor des Astronomischen Rechen-Instituts

Im März 1985 erhielt ich den Ruf auf den Lehrstuhl für Theoretische Astronomie der Universität Heidelberg. Der Inhaber dieser Professur war zugleich Direktor des Astronomischen Rechen-Instituts (ARI) des Landes Baden-Württemberg. Die

Berufungsverhandlungen mußte ich daher praktisch ausschließlich mit dem für das ARI zuständigen Ministerium (und nicht mit der Universität) führen. Es gelang mir unter anderem, vom Land drei neue wissenschaftliche Dauerstellen für das ARI zu erhalten. Damit konnte ich auch Mitarbeiter, die auf meinen Arbeitsgebieten besonders qualifiziert waren, aus Berlin nach Heidelberg mitnehmen. Anfang Oktober 1985 trat ich meine Stelle in Heidelberg an.

5.2 Mitarbeit in der Fakultät für Physik und Astronomie der Universität

Als Ordinarius der Universität konnte ich am ARI viele Diplom-Arbeiten in Physik (mit astronomischer Thematik) und Doktor-Arbeiten (im Fach Astronomie) betreuen und an Prüfungen teilnehmen. Als Professor war man auch automatisch ständiges Mitglied der Fakultätskonferenz. In die engere Fakultätskonferenz wurde ich (abwechselnd mit dem Kollegen Appenzeller, der die Landessternwarte auf dem Königstuhl leitete) gewählt.

1989/90 war ich Dekan der Fakultät für Physik und Astronomie, 1990/91 ihr Prodekan. Allerdings wurde man damals nicht Dekan aufgrund besonderer geistiger Qualitäten oder organisatorischer Fähigkeiten. Es ging ausschließlich nach dem Datum der Ernennung zum Professor der Fakultät. Ferner wurde man als Dekan zwar für zwei Jahre gewählt, die Verabredung war aber, daß man nach einem Jahr zurücktrat und dann ein weiteres Jahr als Prodekan amtierte. Ob dieses System gut oder schlecht war, sei dahingestellt. Es betonte aber, daß der Dekan nur "Gleicher unter Gleichen" war und keine Ambitionen haben sollte, in Eigenregie große Umwälzungen einzuleiten. Nach meiner Emeritierung im Jahre 2004 bin ich noch Mitglied der Habilitationskonferenz der Fakultät.

5.3 Mitarbeit in der Internationalen Astronomischen Union

Neben der Tätigkeit als Hochschullehrer und Institutsdirektor nahm man auch noch zahlreiche andere Aufgaben wahr. Ich will

hier als Beispiel nur meine Mitarbeit in der Internationalen Astronomischen Union (IAU) nennen, an die ich besonders gerne zurückdenke.

Ich wurde 1970 auf der Tagung in Brighton Mitglied der IAU. Vorher hatte ich bereits 1964 in Hamburg und 1967 in Prag als 'Invited Participant' an den alle drei Jahre stattfindenden Tagungen der IAU teilgenommen. Die wissenschaftliche Arbeit der IAU erfolgte damals überwiegend in den sogenannten IAU-Kommissionen. Ich wurde im Laufe der Zeit Mitglied in den Kommissionen 4 (Ephemerides), 5 (Documentation and Astronomical Data), 8 (Astrometry), 28 (Galaxies), 33 (Structure and Dynamics of the Galactic System), 37 (Star Clusters), und 41 (History of Astronomy).

Mein Hauptbetätigungsfeld wurde die IAU Commission 33, die mein Lieblingsarbeitsgebiet betraf (Struktur und Dynamik der Milchstraße). Dort wurde ich 1976 zum Mitglied des Organisations-Komitees gewählt, 1979 zum Vize-Präsidenten und 1982 bis 1985 zum Präsidenten der Kommission. 1982 in Patras war ich 'Acting President', da der damalige Präsident, G. G. Kuzmin (UdSSR), nicht teilnehmen konnte. Im Dezember 1985 leitete ich als Präsident dann die Sitzungen der Kommission in New Delhi. Einer meiner Erfolge war eine neue Vereinbarung über die Standard-Werte der galaktischen Konstanten.

Besonders stolz bin ich auch, 1991 der erste 'National Representative' des gerade wiedervereinigten Deutschlands bei der IAU-Tagung in Buenos Aires gewesen zu sein. Das war allerdings eine teilweise sehr schwierige Aufgabe. Denn die anderen Mitglieds-Länder forderten, daß das wiedervereinigte Deutschland nun als IAU-Beitrag zusätzlich zum Beitrag der alten Bundesrepublik auch den wegfallenden Beitrag der DDR übernehmen sollte. Deutschland war aber bereits in der zweithöchsten Beitrags-Kategorie und fand es ungerecht, zusammen mit den USA in die höchste Kategorie eingestuft zu werden. Auch hatte mir das Bundesministerium, das den deutschen Beitrag finanziert, eindringlich klargemacht, keine gravierende Beitragserhöhung für

Deutschland zu akzeptieren. Durch den Wegfall des DDR-Beitrags trat aber bei der IAU ein Defizit auf, das durch eine (leichte) Erhöhung der Beitragszahlungen aller anderen Länder kompensiert werden sollte. Natürlich beschwerten sich diese aber lautstark, daß sie so de facto für die deutsche Wiedervereinigung zur Kasse gebeten würden.

1988 auf der IAU-Tagung in Baltimore hatte ich ein außergewöhnliches Erlebnis: ich wurde von der IAU offiziell für tot erklärt! Auf den Tagungen gedenkt die IAU jeweils zum Beginn der General-Versammlung (General Assembly (GA)) der in den letzten Jahren verstorbenen Mitglieder, und der General-Sekretär der IAU verliest dazu aus einer Liste deren Namen. Durch einen ungeklärten Fehler erschien dort mein Name und wurde feierlich vor mehreren Tausend Tagungsteilnehmern verlesen. General-Sekretär war damals der Belgier Jean-Pierre Swings. Er schildert dieses Ereignis aus seiner Sicht (ohne meinen Namen zu nennen) in seinen Erinnerungen (IAU Information Bulletin No. 100 (2007), p. 13) auf Seite 16: 'One mishap I cannot forget which happened in Baltimore GA was the following. ...'. Seine Aussage, ich wäre dann aufgestanden und hätte mich als lebend gemeldet, stimmt aber nicht, denn ich hätte niemals eine solche zeremonielle Handlung durch profanen Widerspruch gestört. Ich habe Swings erst später (nach dem Ende der GA) informiert. Meine Todeserklärung nahm ich mit Humor und erklärte meinen ob der ungewöhnlichen Situation verblüfften Kollegen (Mark Twain zitierend): 'The reports of my death have been greatly exaggerated'.

5.4 Geschichte und Arbeitsgebiete des Astronomischen Rechen-Instituts

Das Astronomische Rechen-Institut (ARI) ist aus der Berliner Sternwarte hervorgegangen. Diese wurde durch das Kalender-Edikt vom 10. Mai 1700 des Brandenburgischen Kurfürsten Friedrich III. gegründet, vor allem zur Kalender-Berechnung. Manche Kollegen werden sich noch erinnern, daß wir am 10. Mai 2000, also genau 300 Jahre später, eine Feierstunde zum Kalender-

Edikt in der Alten Aula der Heidelberger Universität ausgerichtet haben. 1874 wurde das ARI von der Sternwarte getrennt und erhielt einen Neubau in Berlin-Kreuzberg, direkt neben der Sternwarte. An das ARI angeschlossen war das "Seminar zur Ausbildung von Studierenden im wissenschaftlichen Rechnen" der Berliner Universität. 1896/97 wurde das ARI als "Königliches Astronomisches Rechen-Institut" völlig selbständig und bekam 1912 den in der Einleitung erwähnten Neubau in Berlin-Dahlem. 1944 wurde es der Kriegsmarine unterstellt und in das kleine Dorf Sermuth in Sachsen evakuiert. Von dort wurde das ARI im Juni 1945 auf Anordnung der amerikanischen Militärregierung nach Heidelberg verlagert. Hier war es bis Ende 2004 ein Landesinstitut, war aber bereits eng mit der Universität verbunden. 2005 wurde es als Teil des Zentrums für Astronomie in die Universität Heidelberg integriert.



Abbildung 13. Der berühmteste Doktorand des Astronomischen Rechen-Instituts: Alfred Wegener (1880–1930).

Hier möchte ich auf den berühmtesten Doktoranden des ARI hinweisen (Abbildung 13). Es ist Alfred Wegener, der heute für

seine Theorie der Kontinental-Drift und der Platten-Tektonik weltbekannt ist. Die Wenigsten wissen aber, daß er aus der Astronomie kam. Er promovierte 1905 in Berlin mit einer Arbeit über "Die Alfonsinischen Tafeln für den Gebrauch eines modernen Rechners". Mit "Rechner" war damals natürlich ein Mensch gemeint. Seine Dissertation wurde vom Direktor des ARI, Julius Bauschinger, betreut. Wegener wechselte dann zur Meteorologie, Geophysik und Polarforschung, auch weil er für sich selbst keine Chance hinsichtlich einer geeigneten Stelle in der Astronomie sah.

Die Arbeitsgebiete des Astronomischen Rechen-Instituts (ARI) sind oder waren folgende (in historischer Reihenfolge): (a) Berechnung der astronomischen Kalender-Daten ab Jahrgang 1701. Das ARI gibt bis heute jährlich die "Astronomischen Grundlagen für den Kalender" in Deutschland heraus. (b) Berechnung und Herausgabe von astronomischen Ephemeriden: "Berliner Astronomisches Jahrbuch" für 1776 bis 1959, ab 1960 "Apparent Places of Fundamental Stars". (c) Himmelsmechanik. Bis 1945 war das ARI die weltweite Zentrale für Kleine Planeten (heute ist dies das Minor Planet Center der IAU in den USA). (d) Astrometrie. Insbesondere Erstellung von Fundamental-Katalogen (FC bis FK6). Diese enthalten Sterne mit den genauesten Daten; sie dienten bis 1997 auch zur Definition des astronomischen Inertial-Systems. Ab ca. 1975 Mitarbeit an Astrometrie-Satelliten der ESA (HIPPARCOS, später GAIA). (e) Erarbeitung der weltweiten astronomischen Bibliographie (bis 1969 "Astronomischer Jahresbericht", von 1969 bis 2000 "Astronomy and Astrophysics Abstracts". Heute abgelöst durch die ADS-Datenbank der NASA. (f) Stelldynamik. Bereits ab 1925. Intensiver erst seit 1955. Später eines der Hauptarbeitsgebiete des ARI. Für numerische Simulationen insbesondere Einsatz von schnellen, aber relativ preiswerten Spezialrechnern für die Berechnung der gravitativen Wechselwirkungen (GRAPE Boards, FGPA, GPUs). (g) Theoretische Astrophysik (Sternaufbau, Sternatmosphären) ab 1925 bis 1932 direkt im ARI. Ab 1964 befand sich der Lehrstuhl für Theoretische Astrophysik der Universität Heidelberg in den Räumen des ARI. 1969 zog das Institut für Theoretische

Astrophysik aber in Universitätsräume um. (i) Seit der Berufung von Joachim Wambsganß (2004) und Eva Grebel (2007) hat das ARI zahlreiche neue Arbeitsfelder bekommen, z.B. Gravitationslinsen, Suche nach extrasolaren Planeten, Entwicklung von Galaxien, galaktische Archäologie, Zwerg-Galaxien, Sternhaufen, Nahfeld-Kosmologie, Galaxienhaufen.



Abbildung 14. Der Astrometrie-Satellit HIPPARCOS der ESA

Als Direktor des ARI war ich naturgemäß in viele der in meiner Dienstzeit aktuellen Arbeitsgebiete des Instituts sachlich und/oder organisatorisch eingebunden. Schwerpunkt war aber eindeutig die Satelliten-Astrometrie. Das ARI war vor allem an der Vorbereitung und der Daten-Reduktion des Satelliten HIPPARCOS der Europäischen Weltraum-Behörde ESA (Abbildung 14) in großem Umfange beteiligt. Das ARI gehörte dazu drei europäischen Konsortien (INCA, FAST, TYCHO) an. Der Satellit war 1989 gestartet worden und arbeitete bis 1993. Aus den Daten von HIPPARCOS wurden Positionen, Eigenbewegungen und Paral-

laxen von ungefähr 118 000 Sternen mit einer bis dahin unerreichten Genauigkeit im Bereich von einer Milli-Bogensekunde abgeleitet. Der entsprechende Katalog wurde 1997 veröffentlicht.

Die Mitarbeit an Großprojekten wie HIPPARCOS bedeutet leider in der Regel einen Verlust an "Sichtbarkeit (Visibility)" für das Institut und seine Mitarbeiter, weil die Erfolge eher der entsprechenden Organisation (hier der ESA) oder den Konsortien als Ganzem zugeschrieben werden. Dennoch konnten wir einige besondere Resultate erzielen. Viele davon betrafen die Entdeckung bisher unbekannter, enger Doppelsterne durch HIPPARCOS. Drei Beispiele: (1) Enge, unaufgelöste Doppelsterne, in denen eine Komponente ihre Helligkeit verändert, verraten sich dadurch, daß das beobachtete Photozentrum im Rhythmus der Lichtkurve schwankt. Ich habe diese Objekte "VIMs (Variability-Induced Movers)" getauft. Die lautsprachliche Ähnlichkeit von VIMs mit WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles), nach denen die Physiker intensiv suchen, weil sie sie für die möglichen Träger der Dunklen Materie im Kosmos halten, war (als kleiner Scherz: "Wir haben als Erste VIMs / WIMPs entdeckt! ") durchaus gewollt. (2) Zahlreiche enge, unaufgelöste Doppelsterne kann man daran erkennen, daß ihre "instantane" HIPPARCOS Eigenbewegung μ_{hip} , die ihre Bahnbewegung mit enthält, signifikant von der aus über sehr lange Zeiten aus Erdbeobachtungen abgeleiteten "mittleren" Eigenbewegung μ_{mitt} abweicht. Ich habe diese Objekte $\Delta\mu$ -Doppelsterne genannt. (3) Die Kombination von HIPPARCOS-Messungen mit vorhandenen erdgebundenen Messungen hat es uns erlaubt, eine genaue astrometrische Bahn des Photozentrums des Doppelsterns Polaris AP (α UMi AP) zu bestimmen. Dies ist besonders interessant, weil Polaris A ein Cepheid ist, und zwar der sonnennächste. Der lichtschwache Begleiter α UMi P des Cepheiden wurde erst 2005/2006 von amerikanischen Kollegen mit dem Hubble Space Telescope direkt beobachtet.

Das Nachfolge-Projekt für HIPPARCOS ist der Astrometrie-Satellit GAIA der ESA (Abbildung 15). Die Mitarbeit an diesem Satelliten ist heute das zentrale Astrometrie-Projekt des ARI. Die

Vorbereitungen für GAIA haben bereits 1994 begonnen. GAIA wurde im Dezember 2013 erfolgreich gestartet und wird hoffentlich mindestens 5 Jahre lang Daten liefern. Aus diesen Messungen kann man u.a. die Positionen, Eigenbewegungen und Parallaxen von ca. einer Milliarde Sternen mit einer Genauigkeit von bis zu 20 Mikro-Bogensekunden ableiten. GAIA liefert also insbesondere einen hervorragenden "Zensus" unserer Milchstraße. Die Daten des endgültigen GAIA-Katalogs sollen bald nach Missionsende veröffentlicht werden. Vorher werden aber in Abständen bereits Zwischenresultate zugänglich sein.

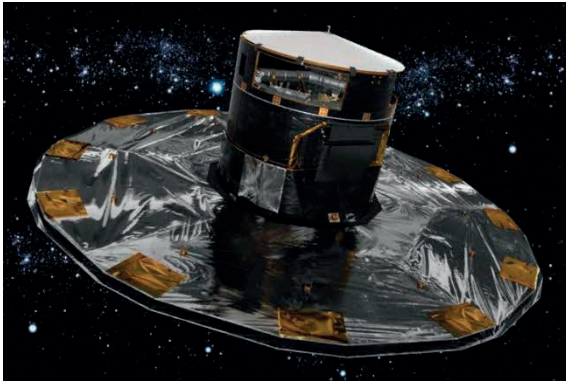


Abbildung 15. Der Astrometrie-Satellit GAIA der ESA.

5.5 Bücher zur Geschichte der Astronomie

Seit meiner Emeritierung im Jahre 2004 ist eine meiner Lieblingsbeschäftigungen das Schreiben von Büchern zur Astronomie-Geschichte. Dabei ist meine Frau Ute Mitautorin aller dieser Bücher.

Für unsere Bücher können wir erfreulicherweise auf Originalmaterial in Form von zahlreichen alten Dokumenten zurückgreifen, die sich erstaunlicherweise trotz aller Widernisse im Archiv des Astronomischen Rechen-Instituts (ARI) bis heute erhal-

ten haben. Darunter sind: ein Original-Druck des Kalender-Edikts von 1700; Schriftverkehr zum Kalender in Preußen; ein erst durch uns veröffentlichtes, handschriftliches Manuskript von Johann Elert Bode (1747-1826) über die Geschichte der Berliner Sternwarte, welches 1810 entstanden ist; Dokumente zur Trennung des ARI von der Sternwarte Ende des 19. Jahrhunderts; zwei Original-Briefe von Albert Einstein aus dem Jahre 1930 an August Kopff (damals Direktor des ARI); Schriftwechsel zur Evakuierung des ARI nach Sermuth und zur anschließenden Verlagerung nach Heidelberg; zahlreiche Dokumente zur außerordentlich erstaunlichen Kooperation des ARI mit Ephemeriden-Instituten in England und in den USA während des gesamten Zweiten Weltkriegs.

Als Beispiel will ich das Buch über August Kopff und die Relativitätstheorie anführen. Kopff (1882-1960) war von 1924 bis 1954 Direktor des ARI, zunächst in Berlin, dann in Heidelberg. Davor arbeitete er an der Landessternwarte in Heidelberg und war außerordentlicher Professor der Universität. Er veröffentlichte 1921 (und 1923) ein sehr erfolgreiches Lehrbuch zur Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie. Das Buch wurde in mehrere Sprachen übersetzt. Besonders bemerkenswert ist, daß Kopff von 1919 bis zu seinem Weggang 1924 nach Berlin in Heidelberg Vorlesungen zur Relativitätstheorie hielt. Er tat dies quasi "in der Höhle des Löwen", denn der hiesige Ordinarius für Physik war der leidenschaftliche Einstein-Gegner und Nobel-Preisträger Philipp Lenard.

Für ihre Arbeit an unseren Büchern und für ihre Tätigkeit in der Astronomie generell wurde meine Frau von der Internationalen Astronomischen Union dadurch geehrt, daß die IAU den Kleinen Planeten (48492) Utewielen nach ihr benannte. Wir sind nun eines der wenigen Ehepaare, bei denen beide Partner einen eigenen Kleinen Planeten "besitzen", denn (4548) Wielen gibt es auch noch.

Bisher sind mehr als zehn Bücher von uns in elektronischer Form auf der Open-Access-Plattform heIDOK der Universität Heidelberg veröffentlicht worden. Wir sind aber unermüdlich dabei, weitere Bücher zu verfassen. In einem Nachwort zu einem unserer Bücher zitieren wir dazu den italienischen Dichter Petrarca

(1304-1374). Er schrieb auch ein Essay mit dem Dialog "De Scriptorum fama (Vom Ruhm der Schriftsteller)". Dort heißt es u.a., daß das Schreiben von Büchern eine ansteckende und unheilbare Krankheit sei. Das können wir nur bestätigen. Ferner schreibt Petrarca, daß es im Wesentlichen zwei Arten von Irren gibt: die einen werfen mit Steinen, die anderen schreiben Bücher. Sie können froh sein, daß wir nur zur zweiten Sorte gehören.

Vortrag gehalten an der Fakultät für Physik und Astronomie der Universität Heidelberg am 22. Oktober 2015