

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Spiegel
<b>Herausgeber:</b>	Guggenbühl und Huber
<b>Band:</b>	44 (1968-1969)
<b>Heft:</b>	8
<b>Artikel:</b>	Moonwatch schliesst an : Erlebnisse in der Satellitenbeobachtung
<b>Autor:</b>	Epprecht, Hansruedi
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1079074">https://doi.org/10.5169/seals-1079074</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

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

# Moonwatch schliesst an

Erlebnisse in der Satellitenbeobachtung

Von Hansruedi Epprecht

In einem ersten Aufsatz hat dieser junge Autor kürzlich erzählt, wie er seinen höchst eigenen und eigenwilligen Weg zur Astronomie gefunden hat. Hier berichtet er nun, wie er sich in systematischer Arbeit in das internationale Satellitenbeobachtungsnetz Moonwatch eingeschaltet hat und wie kolossal befriedigend ein solches Hobby für einen Gymnasiasten sein kann. – Jetzt aber studiert Hansruedi Epprecht Medizin, und es ist kaum zu erwarten, daß er sich in absehbarer Zeit wieder seinen Sternen widmen wird.

B. H.

**S**ein ich mein selbstgebautes Teleskop hatte, stellte ich fast jede klare Nacht im Garten astronomische Beobachtungen an. Oft entdeckte ich bei dieser Gelegenheit zufälligerweise auch künstliche Erdsatelliten.

Diese hatten mich bis hierher nur gerade soweit interessiert, als sie eben jeden Sternfreund interessieren – abgesehen von der Zeitungsausschnitt-Sammlung, die seit dem Start von Sputnik I prächtig gediehen war. Ich achtete sorgfältig darauf, daß meine Eltern immer die für mich «wichtigen» Zeitungsblätter auf die Seite legten. Dann nahm ich sie in mein Zimmer und stapelte sie auf.

Zuerst hatten diese Papiere Schubladen gefüllt, als da kein Platz mehr war, begannen sie sich unter dem Tisch, vor dem Heizkörper, auf dem Kasten und überall sonst einzunisten. Es gibt infolgedessen nur noch ganz wenige Menschen außer mir, die meine Mansarde auch nur halbwegs erträglich finden...

Jeder Sternfreund kennt einige helle Satelliten. Vorwiegend in der Dämmerung kann man sie finden, wenn sie als sternähnliche Punkte innert einiger Minuten über den Himmel ziehen. Wie alle meine Beobachtungen notierte ich solche Begebenheiten stets möglichst exakt in einem Beobachtungsbuch.

Ende Februar 1964 erblickte ich an einem klaren Abend ein sehr helles Objekt, das ganz langsam dem West-

horizont entlang zog. Ich vermutete sofort, daß es sich um den am 25. Februar gestarteten US-Satelliten Echo 2 handeln müsse. Dieser Satellit ist ungewöhnlich groß: Er besteht aus einer hauchdünnen Mylar-Kunststoffkugel («Ballon») von über vierzig Metern Durchmesser! Da er mit einer Aluminiumschicht belegt ist, die das Sonnenlicht erstklassig zurückwirft, ist er trotz der gewaltigen Flughöhe von etwa 1200 Kilometern sehr gut sichtbar: er übertrifft fast alle Sterne und Planeten an Helligkeit.

Ein so auffälliges Objekt, sagte ich mir, läßt sich leicht von allen anderen Satelliten unterscheiden. Es müßte deshalb möglich sein, es über längere Zeit systematisch zu beobachten. So versuchte ich nun an den folgenden Abenden Echo 2 wieder aufzufinden und zeichnete dann jeweils die Daten, wie Zeit des Durchgangs, Himmelsrichtung und Höhenwinkel des scheinbar höchsten Bahnpunktes auf. Es war aber nicht gerade bequem, immer in den Himmel starren zu müssen, um den Satelliten ja nicht zu verpassen.

## Wie die Eisenbähnler

Über die Voraussage der Satellitenbewegung machte ich mir Gedanken, und begann mich immer mehr dafür zu interessieren. Meine Aufzeichnungen wurden häufiger und genauer. Ich fand heraus, daß sich die Erscheinungszeiten ungefähr berechnen lassen, wenn man frühere Erscheinungszeiten etwa in der Form eines grafischen Eisenbähnlerfahrplanes aufzeichnet. Verbindet man die Zeitpunkte früherer Beobachtungen mit einer Linie, so lassen sich zukünftige Durchgangszeiten abschätzen.

Diese «Flugpläne» hatten aber nur für etwa eine Woche Gültigkeit. Nach einigen Tagen wurden sie immer ungenauer, und ich konnte wieder von vorn beginnen. Nicht nur meine Beobachtungen waren recht unpräzis, so ein Satellit hat eben auch seine Eigenheiten!

Wenn man Erdsatelliten vorausberechnen will, geht man gedanklich

von einem Idealfall aus: Man nimmt an, daß sich der Satellit nach jenen Gesetzen bewege, die bereits Kepler (1571–1630) für die Bewegung der Planeten um die Sonne aufgestellt hat. Das ist aber eine recht grobe Annäherung, man muß bei den errechneten Größen stets Korrekturen anbringen. Der Astronom sagt, es wirken «Störungen» auf den Satelliten und ändern andauernd seine Bahn, zum Beispiel ist die Erdabplattung ein solcher Störenfried. In recht launischer Weise wirkt sich die (sehr geringe) Luftdichte auf die Satellitenbewegung aus. Der Luftdruck kann in solchen Höhen nämlich plötzlich um das Zehn- oder Hundertfache zunehmen oder wieder abfallen. Und so landeten meine sorgfältig erstellten Satelliten-Flugpläne dann oftmals im Papierkorb...

## Alles ganz anders

Da las ich eines Tages von einer Vereinigung, die sich SAFR (Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Rakenteknik) nennt. Diese SAFR hatte in vielen Zeitungen die Öffentlichkeit aufgerufen, Beobachtungen von Echo 2 zu melden. Meine Beobachtungen meldete ich sofort, in der Hoffnung, auf diesem Weg Gleichinteressierte kennenzulernen.

Nachdem ich einige Male Beobachtungen eingesandt hatte, bekam ich eine Antwort: man schrieb, meine Beobachtungen seien sehr genau und regelmäßig, und man fragte mich, ob ich nicht mit der SAFR näheren Kontakt aufnehmen wolle. Natürlich war ich begeistert, mußte aber korrekteweise richtigstellen, daß ich keineswegs Doktor, sondern bloß Kantonschüler sei.

Man bat mich, ich sollte mich am Donnerstag der nächsten Woche im Restaurant F. im Zentrum unserer Stadt einfinden. Endlich sollte ich also mit Fachleuten über meine Fragen, Beobachtungen und Probleme sprechen können!

Natürlich war ich viel zu früh dort und ging ungeduldig vor dem Haus auf und ab. – Jener Herr dort vor

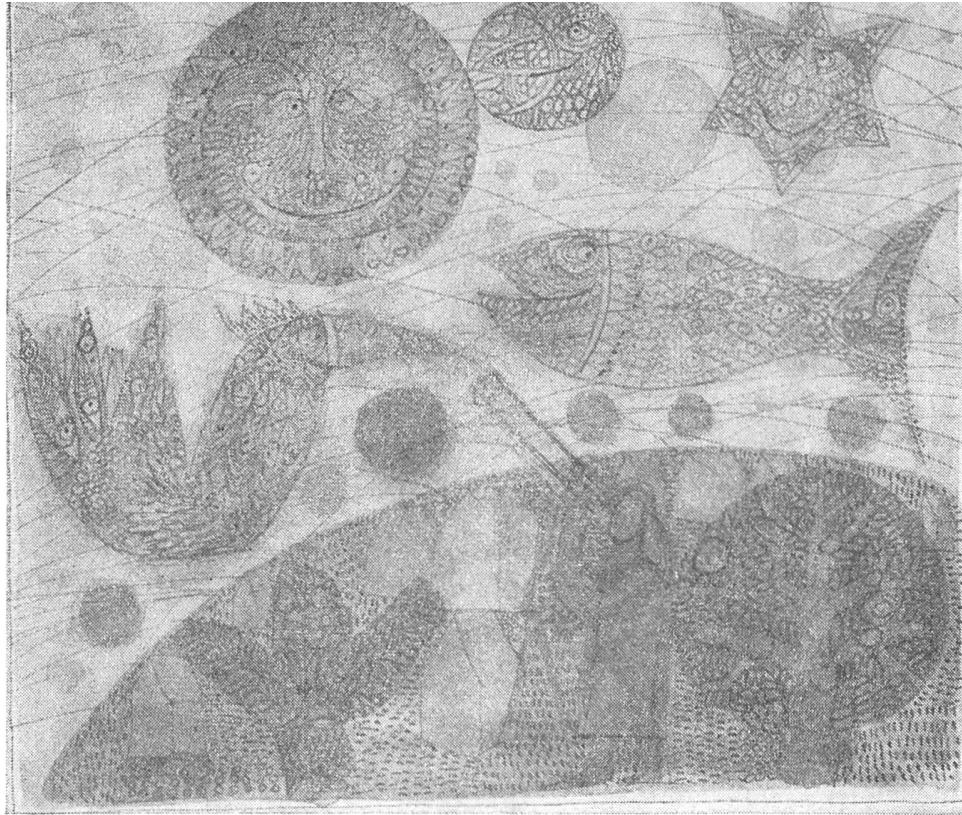


Illustration H. R. Strupler

der Tür... gehört er wohl zu den Weltraumfachleuten? Und die dicke Mappe, die eilig vom Auto in das Restaurant getragen worden ist... enthält sie wohl Satelliten-Bahn-elemente, diese paar Zahlen wie Umlaufzeit, Bahnneigung oder Bahnlage, die ich mit so viel Mühe zu ermitteln versuchte?

Endlich war es acht Uhr und ich wagte einzutreten. Ich erkundigte mich, niemand wußte etwas von der SAFR. Die Säle waren von anderen Vereinigungen besetzt. Nicht einmal die Bezeichnung war bekannt. Aber ich hatte ja den Brief in der Tasche, es konnte unmöglich ein Irrtum sein!

Einige Zeit stand ich herum und wußte nicht was tun. Schließlich entschloß ich mich, wieder nach Hause zu gehen. Da zupfte mich im letzten Moment ein jüngerer Herr am Ärmel: «Sind Sie vielleicht de Härr Epprecht?» Und schon ging er mit mir auf einige zusammengeschobene Tische zu. Da saßen etwa ein halbes Dutzend Leute, die meisten jung, einige mit ergrau-ten Haaren. Das waren also die Her-ren, die sich «Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Raketentechnik» nennen! Ich wußte nicht recht, was ich sagen sollte, besonders weil mich alle «Herr Epprecht» nannten und mit «Sie» anredeten. Dafür erklärte man mir, was die SAFR eigentlich sei: Das waren keine bezahlten Weltraum-spezialisten, die mit USA und Rußland

in engstem Kontakt standen und Schweizer Raketen planten. Auch verfügten sie über keine Elektronenrechner. Alles war ganz anders, als ich es mir vorgestellt hatte, aber je mehr sie mir erzählten, desto interessanter schien mir die Geschichte.

Die Idee war ausgegangen von einem jungen Luzerner Oekonomiestudenten. Zusammen mit einigen anderen Freizeit-Raketenbastlern hatte er die SAFR gegründet. Aufgabe dieses Vereins sollte es sein, die Bestrebungen und Mittel der einzelnen Bastler zusammenzufassen. Anhand von Modellen und Bodentests sollte ein Weg für den Selbstbau von kleineren Raketen gefunden werden. Außerdem hatte man sich vorgenommen, eine umfangreiche Dokumentation über Weltraumforschung anzulegen. Die Mitglieder sollten dauernd über den neuen Stand der Ereignisse informiert werden, und zwar in einer Form, die auch dem interessierten Laien zugänglich ist. Und irgend jemand ist dann auf die Idee gekommen, daß die SAFR Beobach-tungen des Echo 2 und anderer Satel-liten sammeln könnte...

So hat man alle die auf Zeitungs-aufrufe hin eingegangenen Beobach-tungen gesammelt und nach irgend jemandem Ausschau gehalten, der sie nach astronomischen Gesichtspunkten begutachten und ordnen könnte. Zu meinem Erstaunen eröff-nete man mir, ich sei hierzu der ge-eignete Mann...

Von Satelliten verstand ich zwar damals so gut wie überhaupt nichts, aber ich sagte nun einmal zu. Das gab viel Arbeit: Ich verwendete mehrere Ferienwochen darauf, wobei ich wäh-ren des Tages und eines großen Teils der Nacht arbeitete, bis schließlich alle Beobachtungen einigermaßen zuverlässig und geordnet in einem Be-richt zusammengefaßt waren.

Im Laufe dieser Betätigung hatte ich mir einige neue Kenntnisse angeeignet und ich merkte bald, daß den Beobachtungen da kein wissen-schaftlicher Wert zukam. Immerhin demonstrierte eine so umfangreiche Sammlung von Beobachtungen das Verhalten von Satellitenbahnen recht anschaulich.

Besonders wertvoll für den Stern-freund sind die Voraussagen für das Erscheinen von Satelliten. Darum ver-mehrte ich meine Satellitenbeobach-tungen dauernd. Mittels einfacher Me-thoden, die ich teilweise selbst ent-wickelt, teilweise von einem Stern-freund aus Arbon übernommen hatte, gelang es mir, immer genauere Pro-gnosen zu errechnen. Finanziert von der SAFR, schickte ich diese dann auch an etwa hundert andere Stern-freunde, Schulen und Volkssternwar-ten, die mir als Gegendienst hie und da eigene Beobachtungen mitteilten. Radio-Amateure berichteten hin und wieder von aufgefangenen Signalen.

#### Nicht zu gebrauchen

Fast alle gewöhnlichen Satellitenbe-obachtungen bestehen darin, daß man den genauen Ort des Satelliten am Himmel und die dazugehörende Zeit bestimmt. Mein Ziel war es nun, eine Beobachtungsgenauigkeit zu errei-chen, die meinen Messungen wissen-schaftlichen Wert gab. Die Position bestimme ich meistens so: Ich war-tete, bis der Satellit einen Stern (scheinbar) streifte oder sonstwie eine charakteristische Stellung innehatte, denn die Sternpositionen können jederzeit in Sternkarten und Sternkata-logen nachgeschlagen werden. Und für die Zeitbestimmung stand mir ein Wecker zur Verfügung, allerdings oh-

Moonwatch . . .

ne Sekundenzeiger. Die Beobachtungen hatten deshalb eine zeitliche Genauigkeit von vielleicht 10 Sekunden, was für meine Flugplanberechnung zwar genügte, nicht aber für wissenschaftlich auswertbare Beobachtungen. Diese sollten auf Sekundenbruchteile genau sein.

Es war ein sehr wichtiges Ereignis, als ich eine gute Armbanduhr mit Stopzähler bekam! Im allgemeinen lagen hier nun die Fehler in der Größenordnung einer Fünftelsekunde – besser gesagt: hätten da gelegen, falls ich die Stoppuhr unmittelbar vor oder nach «der Tat» mit dem telefonischen Zeitzeichen hätte verglichen können.

Damit die Genauigkeit der Positionsmessung mit derjenigen der Zeitmessung Schritt halten konnte – es ist ziemlich sinnlos, wenn bloß die eine der beiden Angaben stimmt – suchte ich nach Möglichkeiten, die Satelliten mit Instrumenten zu beobachten. Mein großes Teleskop kam dazu fast nicht in Frage, es war für diese Zwecke zu groß, es kann den schnellen Bewegungen der Satelliten nicht folgen, ganz abgesehen davon, daß das Gesichtsfeld wegen der hohen Vergrößerung so klein ist, daß ich die Satelliten rasch wieder «verloren» hätte.

Was mir als Wunschtraum vorschwebte, war ein Theodolit, also ein kleines Fernröhren, das in einer besonders genau gearbeiteten Montierung sitzt. An zwei genauen Skalen läßt sich die Position eines im Fadenkreuz eingestellten Objektes ablesen. Solche Theodoliten werden ja zum Beispiel für die Landesvermessung verwendet.

Zum Kaufen war mir so etwas viel zu teuer. Somit begann ich an allen möglichen Stellen und Instituten anzufragen, ob sich wohl irgendwo ein alter Theodolit finde. Und ich hatte Glück: An der ETH gab man mir so ein Instrument, das «man nicht mehr brauchen konnte».

Zuerst war es allerdings unbrauchbar. Ich mußte es in Ordnung bringen. Die Achsen schlossen unterein-

ander nicht den richtigen Winkel ein, die Skalen waren verschoben, vieles war etwas schief. – Aber am Schluß hatte ich ein Instrument, um das mich viele andere Satellitenbeobachter beneiden. Und etwas später habe ich auf dem Fernröhren des Theodoliten noch ein zweites «Teleskop» montiert, das sich für Satelliten besonders gut eignet.

#### Der Brief . . .

Weil die Positionsmessung nun sehr viel exakter geworden war, mußte ich mich wieder um die Messung der Zeit kümmern. Vorübergehend behalf ich mir damit, daß ich Rundfunksenden suchte, die jede Stunde ein genaues Zeitzeichen aussenden. Die Ergebnisse waren ordentlich. Im Februar 1965, also ein Jahr nach dem Beginn der ersten systematischen Satellitenbeobachtungen, bekam ich einen Brief aus Amerika. Vom SAO (Smithsonian Institution, Astrophysical Observatory, in Cambridge, Massachusetts) erhielt ich Bescheid, daß ich von nun an regelmäßig die Bahnelemente und andere Angaben für etwa ein Dutzend Satelliten erhalte . . . Ich hatte nicht einmal etwas zu zahlen dafür! Für meine Beobachtungen zeigte man sich sehr interessiert und fragte mich, ob ich mich nicht an das internationale MOONWATCH-Netz anschließen wolle. Dieses Netz werde vom SAO geführt und diene der Lösung von Spezialaufgaben. Alle darin tätigen Satellitenbeobachtungsstationen, es sind gegen 150, arbeiten mit visuellen Methoden, also mit Teleskopen. Die meisten Stationen würden von Amateuren geführt, schrieb man mir.

Da waren nun auf einmal eine ganze Reihe Wünsche in Erfüllung gegangen! Jetzt erst hatte die «richtige» Satellitenbeobachtung begonnen!

Jede Woche erhielt ich nun per Luftpost Zahlen, aus denen ich für meine Station die Zeiten und Positionen für das Erscheinen der Satelliten extrapolierte. Die Beobachtungen wurden auf besonderen Formularen festgehalten und nach USA spedit. Die

dabei berücksichtigten Angaben waren: Genaue Position des Satelliten, angegeben als Winkelhöhe über Horizont, sowie das Azimut, die Himmelsrichtung als Winkel von Norden über Osten gemessen. Dazu gehörte die genaue Zeitangabe, die Helligkeit des Satelliten und so weiter . . .

#### ... und das Telegramm

In Amerika werden die Beobachtungen aller Stationen auf einem Computer unverzüglich ausgewertet und durch Vergleich der Beobachtungen die genauen oder gar fehlerhaften Beobachtungen automatisch ausgeschieden. Von jedem Beobachter kennt der Computer die ungefähre Verlässlichkeit; er hat sie festgestellt, indem er sich jeweils die beim betreffenden Beobachter auftretenden Abweichungen gegenüber anderen Beobachtern «merkt». Die Beobachtungen der zuverlässigen Beobachter werden in vermehrtem Maße verwendet.

Der Computer errechnet neue Bahnelemente für den Satelliten; sie werden für wissenschaftliche Untersuchungen verwendet, man kann daraus zum Beispiel das Verhalten der Hochatmosphäre ermitteln oder Aufschlüsse über die Form und Größe unserer Erde gewinnen.

Sodann werden diese Bahnelemente so «vorgekauft», daß die Beobachter anhand von kleinen Tabellen genaue weitere Voraussagen machen können; diese Tabellen werden gedruckt und sofort allen Stationen zugestellt.

Und drittens meldet der Computer für jede einzelne Beobachtung, die ihm gefüttert wurde, den ungefähren Fehler; er hat ihn durch Vergleich der Beobachtung mit einem aus dem neuen Bahnelement errechneten Wert ermittelt.

Als ich zum ersten Mal solche Fehlermeldungen in den Händen hielt, da war ich sehr enttäuscht. Die Meßfehler meiner Beobachtungen waren viel größer, als ich es erwartet hatte, ja, sie waren so groß, daß ich mir zuerst gar nicht erklären konnte, wie sie entstanden waren.

An einem Abend, Ende Oktober

1965, saßen wir beim Nachtessen. Plötzlich klingelte die Hausglocke. Es war der Pöstler. Er hatte meinem Vater irgend etwas gebracht, und der Vater verschwand damit ins Nebenzimmer. Nach einer Weile kam er wieder. Da sei ein Telegramm... anscheinend für mich.

Ich war sehr erstaunt: Der Text bestand aus vielen Zahlen und einigen Buchstaben. Sofort merkte ich, daß es ein Telegramm aus Cambridge war, daß es sich um irgend einen besonderen Satelliten handeln müsse. Bisher hatte ich noch nie telegraphische Meldungen erhalten. Glücklicherweise war der Text nicht, wie sonst üblich, verschlüsselt, ich verstand ihn aber auch so nicht recht. Daher ab ich gemütlich weiter und versuchte gleichzeitig, dem Sinn der Meldung näherzukommen... Und dann plötzlich schaltete es, ich hatte begriffen, schaute auf die Uhr – nur noch zwei Minuten standen mir zur Verfügung... dann sollte ein glühender Satellit unseren Himmel überqueren, ein Satellit, der nur noch kurze Zeit existierte, weil er bereits in die Erdatmosphäre eingetaucht war und durch die Reibung auf unglaublich hohe Temperaturen erhitzt wurde!

Ich ließ das Besteck fallen, gab der Familie eine kurze Erklärung ab und hastete in mein Mansardenzimmer. Dort stellte ich noch einige Beobachtungsinstrumente auf und begann gespannt, den Himmel abzusuchen.

Hohe Wolkenbänke erhoben sich im Süden und Westen, und die Nordhälfte des Himmels konnte ich sowieso nicht sehen, weil das Fenster gegen Süden gerichtet ist. Durch meinen Kopf zogen die Erinnerungen an das, was ich über solche Satelliten-Rückeintritte gelesen hatte...

Da, plötzlich! Mit unheimlicher Geschwindigkeit raste ein kolossal heller Stern geräuschlos senkrecht aus der Wolkenwand empor! Sein Licht war gleichmäßig grünlich bis bläulich. Der Anblick war so überraschend, die Geschwindigkeit so groß, daß es mir nicht gelang, den Satelliten im Fernrohr zu finden... Von bloßem

Auge konnte ich aber einige wesentliche Beobachtungen anstellen. Dann verschwand der Satellit hinter dem Hausdach, und ich rannte auf die andre Seite des Hauses. Nach ein paar Sekunden war er lautlos hinter den Nachbarhäusern verschwunden. – Und das alles dauerte etwa dreißig Sekunden.

Andere Beobachter haben den Satelliten bis zu einem niedrigeren Horizont verfolgen können. Ihre zufälligen Beobachtungen sammelte ich mittels Aufrufen in den Zeitungen und am Fernsehen. Beim Annähern an den Horizont hat der Satellit einen immer länger werdenden Schweif entwickelt, der noch einige Zeit am Himmel stehen blieb. Die Station Bochum

beobachtete hingegen bereits einen Schweif, der zwei Drittel des Himmels überspannte und mehrere Minuten sichtbar blieb. Der Satellit hatte seine Farbe inzwischen auf gelb bis rot gewechselt. Andere Beobachtungen kamen aus Dänemark an die Moonwatch-Zentrale. Sie meldeten, daß sich der Satellit dort bereits in einzelne Bruchstücke aufzuteilen begann.

Alle diese Tatsachen waren mit Positions- und Zeitangaben ergänzt, die später eine aufschlußreiche Analyse der Bewegung möglich machten. Es war das allererste Mal, daß ein rückeintretender Satellit mit hoher Genauigkeit über eine längere Flugstrecke beobachtet werden konnte!

### Vexierbild von heute

von Henry Wydler



Woher droht den Tauchern Gefahr?

### Nächtelang

Und später erhielt ich wieder Telegramme, zu allen Tages- und Nachtzeiten, aber nie mehr erwischte ich einen Rückeintritt, entweder waren die Voraussagen ungenau, oder das Wetter war schlecht.

Von rund einem Dutzend Satelliten bekam ich regelmäßig Bahnelemente. Die Sternfreunde, die ich schon früher mit Satelliten-Daten versorgt hatte, waren auch jetzt noch an solchen «Flugplänen» interessiert, und auch für mich war es bequemer, eine Tabelle zu haben, die alle Durchgänge während etwa zwei Wochen enthielt, als jeden Abend mich an den Tisch setzen zu müssen, um die zu erwartenden Satelliten auszuknöbeln. Auch auf diese Weise aber hatte ich recht viel zu tun; nach Eintreffen der Bahnelemente rechnete ich oft nächtelang. Dann mußten die Daten vervielfältigt und so schnell wie möglich verschickt werden.

Das gab so viel Arbeit, daß ich mir überlegte, wie man die Berechnung vereinfachen könnte. Weil es ja stets dieselben Rechenoperationen waren, kam ich auf die Idee, ein kleines Rechengerät für diesen Zweck zu konstruieren. Zufälligerweise hatte ich kurz zuvor den Leiter des Rechenzentrums der ETH kennengelernt. Ich stellte ihm einige Fragen über die Konstruktion solcher Geräte. Er fand

Moonwatch...

aber, für meine Zwecke sei wohl ein großer Computer besser geeignet. Da konnte ich allerdings beistimmen, wie aber konnte ich eine solche Anlage benützen, wenn eine Stunde Rechenzeit über tausend Franken kostete? –

Aber auch hier kam man mir entgegen: ich dürfte den Computer kostenlos benützen – wenn ich zuerst programmieren lerne! So machte ich mich denn eifrig hinter das Studium der «Sprachen», mit welchen man einem Computer zu verstehen gibt, was er tun soll. Weil man dem Computer alles, aber auch wirklich alles ganz pedantisch genau darlegen muß und für alle besonderen Fälle vorzusorgen hat, ist das Erlernen des Programmierens eine sehr gute Übung, um exakt denken zu lernen.

Als ich das erste Mal vor dieser Maschine stand, kam ich aus dem Staunen nicht mehr heraus. Ein großer Raum voll von Apparaten und Papier. Lochkarten werden abgelesen, zwanzig Stück mit je 960 Löchern in jeder Sekunde. Ihre Informationen werden auf Magnetbändern gespeichert und nachher auf den eigentlichen Computer gegeben. Dieser macht pro Sekunde mehrere hunderttausend Rechenoperationen. Die Ergebnisse werden auf lange Papierstreifen ausgedruckt: 2400 Zeichen pro Sekunde. Ein an das Rechenwerk angeschlossener Lautsprecher gibt dauernd seltsame Töne von sich, an denen geübte Ohren oft erkennen können, ob die Rechnung richtig abläuft, oder ob das Programm irgendwo einen Fehler aufweist.

#### Sternchenhimmel auf Papier

Endlich hatte ich mein eigenes Programm geschrieben, das dem Computer sagen sollte, wie er Flugpläne für meine Erdsatelliten errechnen sollte. Als ich damit in der ETH er-

#### Vier Photos

Photographen: Bruno Kirchgraber,  
Candid Lang, Herb Spalinger

#### Thema: Paare

schien, schaute man mich recht mißtrauisch an, denn das Programm war sehr umfangreich für ein Erstlingswerk.

Und nun mußte ich das Programm auf Lochkarten lochen. Das geschieht auf einem Apparat, der ganz ähnlich zu bedienen ist, wie eine Schreibmaschine. Die Zeichen werden dabei aber nicht auf ein Papier geschrieben, sondern in Lochkombinationen übersetzt und auf Karten gestanzt. Über anderthalb Tausend Karten waren dazu notwendig. Und auf all diesen Karten durfte kein einziger Fehler sein: Wäre irgendwo beispielsweise anstelle eines Punkts ein Komma gestanden, so hätte dies bereits bewirkt, daß der Computer das Programm nicht oder falsch verstanden hätte...

Dann ließ ich klopfenden Herzens mein Werk dem Computer verfüttern, um zu sehen, was der zu sagen hat. Zuerst schrieb er das Programm auf ein Papier und bezeichnete dabei alle Stellen, die ihm unverständlich waren, mit Sternchen – ich bekam einen ganzen Sternenhimmel zurück! Nun mußte ich diese Fehler korrigieren, was mir einiges Kopfzerbrechen verursachte. Und so weiter. Nach unzähligen Stunden war es so weit, daß das Programm richtige Voraußagen lieferte, und diese waren nun viel genauer.

#### Bill ist überrascht

Eines schönen Tages kam wieder ein Brief. Bill, der Chef der Moonwatch-Organisation, schrieb, er werde demnächst einige Beobachter und Beobachterteams in Europa besuchen und auch ich sei unter den Auserwählten. Ich hatte natürlich einen Riesenstolz.

Am Morgen des Tages, an dem Bill in Kloten ankommen sollte, erreichte mich ein Brief seines Stellvertreters. Darin waren die Meßfehler meiner neuesten Beobachtungen aufgelistet. Diese waren nun endlich sehr niedrig geworden, denn ich hatte alle nur möglichen Fehlerquellen untersucht und soweit als möglich ausgeschaltet. Die Positionsmessungen hatten eine Genauigkeit von unter einer Bogen-

minute erreicht – das ist etwa der Winkel, unter dem man die Dicke eines Haars sieht, das man mit ausgestrecktem Arm vor sich hält. Die Zeitmessung war ungefähr auf eine Zwanzigstel-Sekunde genau, denn ich hatte jetzt einen alten Kurzwellenempfänger, der auf gewissen Wellenlängen tagaus, tagein ein spezielles Zeitzeichen brachte: Jede Sekunde ein kurzes Signal, bei der vollen Minute einen längeren Ton. Die Sekundenbruchteile schätzte ich.

Nun hatte ich den Erfolg meiner Bemühungen schwarz auf weiß in der Hand. Bill wußte noch nichts davon. Er hatte es mir nie recht geglaubt, wenn ich ihm schrieb, daß die Beobachtungen eines Tages genauer würden. – Voller Ungeduld fuhr ich auf den Flugplatz, die neuen Fehlermeldungen in der Tasche.

Wir hatten einige Erkennungszeichen abgemacht, und ich erkannte den gemütlichen älteren Mann mit der Pfeife im Mund sofort. Vor lauter Aufregung konnte ich kaum noch ein einigermaßen verständliches Englisch zusammenklauben. Beim Heimfahren zeigte ich Bill den Brief. Kritisch durchforschte er die Zahlenreihen. Dann blickte er mich kopfschüttelnd an und sagte: «You're a mad boy!» Als er aber bei mir zuhause die primitive Einrichtung sah, mit der ich diese Messungen gemacht hatte, war er noch mehr erstaunt.

#### Keineswegs hinter dem Mond

Im Frühling 1967 fand der erste Wettbewerb «Schweizer Jugend forscht» statt. Ich habe dazu eine Einführung in die Satellitenbeobachtung für Amateure verfaßt und dafür den zweiten Preis bekommen. Zum Preis gehörte eine Reise in die Vereinigten Staaten. Dabei konnte ich einen kleinen Abstecher machen und Bill den Besuch erwidern und all die anderen Leute der Moonwatch-Zentrale kennenlernen. Es war hochinteressant zu sehen, wie die vielen Beobachtungen aus der ganzen Welt ausgewertet wurden.

Ja, diese «Satellitenwirtschaft» hat

Moonwatch ...

viele Seiten: Die ersten Satelliten dienten hauptsächlich dazu, die höheren Schichten der Atmosphäre zu erforschen. Biologische Satelliten untersuchen die Wirkung der Weltraumstrahlung und der Schwerelosigkeit auf das Leben. Wieder andere beobachten Sterne, die Sonne, den Mond oder die Planeten, auch die Erde selbst.

Die Mehrzahl der Satelliten aber dient militärischen Zwecken. Es ist bekannt, daß wir über die russischen Weltraumprojekte nicht allzuviel wissen, was allerdings auch darauf zurückzuführen ist, daß vieles nur in russischer Sprache publiziert wird. Aber auch bei den Amerikanern werden etwa vier Fünftel der Satelliten für geheime Zwecke eingesetzt.

Von Satelliten aus lassen sich noch 30 Zentimeter große Objekte auf der Erde fotografieren, Infrarotkameras erlauben sogar gewisse Nachtbeobachtungen, das Feststellen von Raketenstarts, von Bombenversuchen und unterirdischen Bauten. Aus solchen Satelliten sind auch die Wettersatelliten hervorgegangen, die unsere Wetterprognosen verbessern helfen.

Empfindliche Detektoren messen den Stromverbrauch von Fabriken und Städten.

Riesige aufblasbare Spiegel aus Mylarfolie könnten jeden beliebigen Punkt auf der Nachtseite der Erde mit Sonnenlicht beleuchten. Dieses Projekt ist keine Utopie mehr. Und wenn wir heute in alle Welt hinaus telefonieren, dann gehen unsere Gespräche oftmals über diese fliegenden Relais. Und bald werden auch die Radio- und Fernsehprogramme wirklich international. – Was ich damit sagen möchte? – Daß die Raumfahrt keineswegs hinter dem Mond stattfindet!



# Brief aus

## Bern

### Besuche unter Grund

Liebe Leserinnen und Leser, während der Theatersaison begaben sich die Berner heute mindestens einmal in eines der Kellertheater. Diese haben sich eben in den Kellern unserer ehrwürdigen Altstadt eingerichtet und liegen bis zu zehn Meter unter dem Laubengpflaster. Das Faszinierendste an ihnen ist wohl die enge Tuchfühlung der Zuschauer untereinander und mit den Schauspielern. Es bedarf keines besonders gut durchtrainierten Körpers, um von den vordersten Sitzen aus die Füße auf der Bühne zu deponieren.

Dank einem glücklichen Zufall erhielten meine Frau und ich Eintrittskarten zur schweizerischen Erstaufführung des Stücks «Amerika Hurra» von Jean-Claude van Itallie in der «Rampe», Kramgasse 55. Nun, wir hatten uns zwischen parkierten Wagen zum schmalen Eingang des einzigen Theaters in Bern gezwängt, das nicht mit öffentlichen Mitteln subventioniert wird (so erzählt es der Leiter). Vorsichtig waren wir die beängstigend steile Treppe hinunter gestiegen, peinlich darauf bedacht, den Kopf nirgends anzuschlagen. Die Garderobe – ohne Garderobière, dafür mit allerlei altem Bühnengerümpel angefüllt – war bereits dermaßen verhängt, daß mir nichts übrigblieb, als unsere Mäntel über eine an die Seitenwand gelehnte wacklige Kulisse zu legen.

Noch einige Stufen tiefer standen wir endlich im Zuschauerraum – Decke und Wände dunkel getüncht, überall lose Kabel und Leitungen, ein-

zelne Spinnweben. Erhellt wird das Gewölbe von einem alten Kronleuchter, dessen Glas wohl ehemals weiß gewesen ist, sowie einer Deckenlampe aus Urgroßmutter's Stube. Links und geradeaus befinden sich die nach hinten ansteigenden Tribünen, die knapp hundert Personen Platz bieten. Die Bühne, aus einfachen Holzbrettern zusammengenagelt, nimmt fast ein Viertel des ganzen Raumes ein.

Nachdem wir auch unsere Plätze gefunden hatten, versuchten wir krampfhaft, es uns auf jede erdenklische Weise bequem zu machen, aber die Knie drückten unweigerlich gegen die harte Vorderbank. Dafür hatten wir erfreulich viel Zeit, unseren Blick in aller Muße über den gegenüberliegenden Teil des Publikums schweifen zu lassen, wo wir einige Bekannte entdeckten.

Das Stück, im Stil der Aufführung an das Living Theatre erinnernd, verblüffte durch die Einfachheit der Ausstattung. Die Schauspieler trugen gewöhnliche Straßekleidung, und das Bühnenbild bestand aus etwa dreißig weißgestrichenen Schemeln. Der Bühnenboden war als amerikanische Flagge angemalt. Das Stück schilderte das verflachte Leben des Durchschnittsamerikaners inmitten einer technisierten Umwelt, der gegenüber er zu apathisch geworden ist, um sie noch verstehen zu wollen. Er lebt, innerlich vereinsamt, mit dem Fernsehapparat in seinen vier Wänden.

Einen Abend ganz anderer Art verbrachten wir im modernsten und komfortabelsten Kellertheater Berns, dem «Theater am Käfigturm». Schon der Weg dahin ist bedeutend weniger abenteuerlich. Man braucht die schützende Laube nicht zu verlassen und schreitet direkt über moderne, breite Treppen in die Tiefe. Den Lift würde ich nicht empfehlen. Es entginge einem die Möglichkeit, die geschmackvoll dekorierten Schaufenstervitrinen der verschiedenen Geschäfte im Karl-Schenk-Haus zu bewundern. In ungefähr zehn Metern Tiefe findet man den verheißungsvollen Theatereingang. Im Vorraum stehen keine Ku-