

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft

**Band:** - (1957)

**Heft:** 58

**Artikel:** Radio-Beobachtung des ersten Erdsatelliten durch Amateur-Stationen in der Schweiz

**Autor:** Baumgartner, Rudolf

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-900379>

#### **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:** 25.01.2026

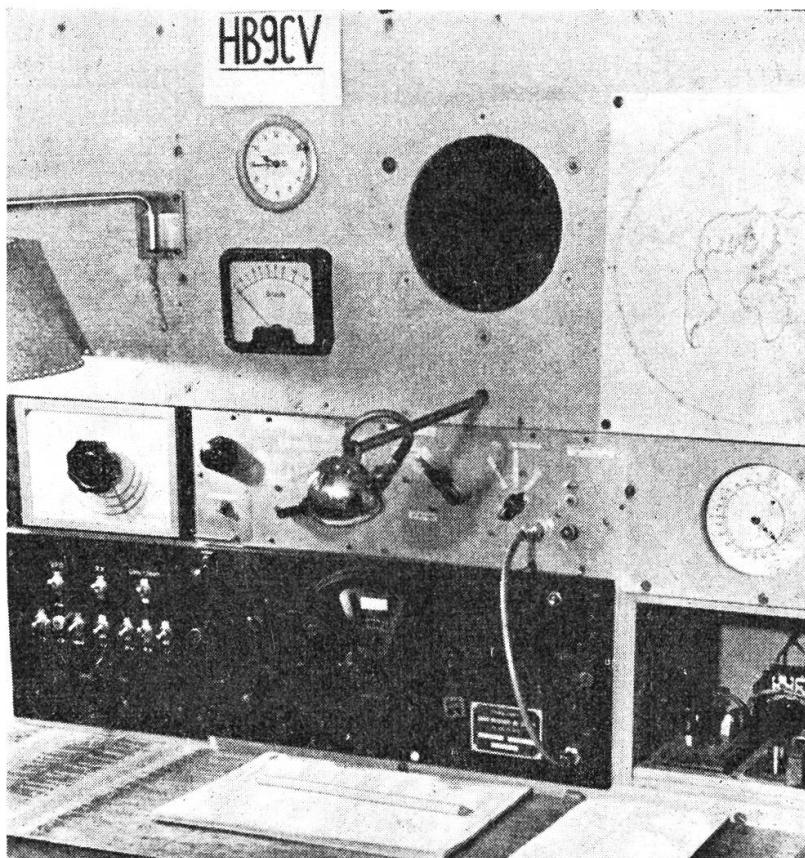
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Radio-Beobachtung des ersten Erdsatelliten durch Amateur-Stationen in der Schweiz

Von RUDOLF BAUMGARTNER, Bern

(Eingesandt am 18. Okt. 1957)

Nach dem Start des ersten Erdsatelliten konnte man in der Presse von der Beobachtung seiner Radiosignale durch Amateurstationen lesen. Es ist wenig bekannt, dass es über 100 000 solcher behördlich bewilligter Sende-Empfangsstationen in fast allen Ländern der Erde gibt. Es sind ihnen im Kurzwellenband schmale Bereiche bei 80, 40,



Arbeitsplatz der Amateurstation HB9CV. In der Mitte der Kurzwellen-Empfänger. Rechts unten die Morsetaste, darüber elektrischer Richtungsanzeiger der Antennen mit Azimutal-Weltkarte.

20, 15 und 10 m Wellenlänge zugewiesen, auf denen Tag und Nacht Hochbetrieb herrscht. Sie treten miteinander telegraphisch oder telephonisch selbst über Kontinente hinweg in Verbindung und pflegen freundschaftlichen Gedankenauftausch, hauptsächlich über ihre radiotechnische Liebhaberei. Jede Station führt ihr von der Behörde zugeteiltes Rufzeichen, an dem z. B. die Nationalität sofort erkennbar ist. In den allermeisten Ländern bestehen Amateur-Verbände, die in der Internationalen Amateur-Radio-Union (IARU) zusammengeschlossen sind. Es handelt sich um einen gut organisierten Weltverband.

Es ist sicher nicht reiner Zufall, dass die Russen die eine der beiden Sendewellen ihres Satelliten auf 15 m wählten, einer Welle, die nahe beim internationalen 15 m-Amateurband liegt. Infolgedessen war es zahlreichen Amateuren auf der ganzen Welt sofort möglich, die Satelliten-Signale zu hören.

Besonders diejenigen Amateure waren im Vorteil, die sich auf das 15 m-Band, welches sich besonders für interkontinentale Verbindungen eignet, spezialisiert hatten. In diesem glücklichen Fall waren wir mit unserer Amateurstation HB9CV in Bümpliz/Bern. Die Empfangsanlage war auf dieser Welle durch sogenannte Doppelüberlagerung auf höchste Empfindlichkeit gebracht worden. Die Skala des Empfängers war genau geeicht, sodass die Welle des Satelliten mit Sicherheit eingestellt werden konnte. Zudem verfügten wir über eine drehbare Richtstrahlantenne, welche die Leistung beim Empfang und Senden in der Strahlrichtung etwa verzehnfacht. Somit konnten wir erwarten, selbst sehr schwache Signale des Satelliten auffangen zu können, und hofften zudem, auch dessen Flugrichtung feststellen zu können.

Als wir an jenem aufregenden Samstagmorgen, dem 5. Oktober 1957, vom erfolgreichen Start am Vorabend hörten und im Laufe des Vormittags von der Sendefrequenz 20,005 Megahertz Kenntnis erhielten, waren uns die einzigartigen Möglichkeiten mit unserer Station sehr rasch klar. Man kann sich die Spannung vorstellen, mit welcher wir nach sehr kurzem Mittagessen unsere Radiobude betraten.

Wir brauchten nicht lange zu warten, denn kaum hatten wir die Welle eingestellt, so vernahmen wir um 12<sup>h</sup>47<sup>m</sup> leise aber deutlich das charakteristische Pip-pip-pip. Es wurde rasch schwächer und verschwand nach drei Minuten. Wir hatten gerade noch das Ende des Wegfluges erwischt. Um 14<sup>h</sup>13<sup>m</sup> tauchte das Signal plötzlich wieder auf, wurde 14<sup>h</sup>18<sup>m</sup> mittellaut bis laut und nahm bis 14<sup>h</sup>28<sup>m</sup> langsam wieder bis auf Null ab. Man konnte bereits die Richtung der Signale aus Nord bis Nordwest eindeutig feststellen. Im Laufe von zwei Tagen wurden dann 14 Durchflüge beobachtet. Durch Schwenken der Richtantenne wurde alle zwei bis drei Minuten die Richtung festgestellt. Die Veränderung des Winkels (Azimut) war immer regelmässig und es zeigte sich nach kurzer Uebung, dass die Genauigkeit der Richtungsbestimmung trotz des breiten Maximums der Antenne etwa  $\pm 10^\circ$  betrug. Die Beobachtungsdauer pro Durchflug lag zwischen 20 und 40 Minuten, was unerwartet lange ist. Bei einer Geschwindigkeit des Satelliten von 480 km/min entspricht die Beobachtungsdauer einer Flugstrecke von 9600 bis 19200 km. Für die durchschnittliche Beobachtungsdauer von 30 Minuten ist somit der Hörbarkeitsradius rund 7200 km. Wenn man auf dem Globus mit Zentrum Bern einen Kreis mit diesem Radius zieht, erkennt man, dass die resultierende Fläche einem Gebiet zwischen einem Drittel und der Hälfte der Erdoberfläche entspricht. Damit wird klar, dass man den Satelliten während aller Durchflüge hören

kann, weil er jedesmal näher oder weiter von uns entfernt einen Teil des Gebietes im Hörbarkeitsbereich überquert. Es ist sogar möglich, aus der Grösse des Winkelsectors, den der Satellit zwischen Auftauchen und Verschwinden der Radiosignale zurücklegt, auf die ungefähre Entfernung des Vorbeifluges zu schliessen. Am ersten Beobachtungstag (5. Okt.) war es nun sehr interessant zu beobachten, wie sich der Winkelsector bei jedem Vorbeiflug vergrösserte. Betrug er beim Durchflug von 15<sup>h</sup>42<sup>m</sup> bis 16<sup>h</sup>01<sup>m</sup> nur 60°, so stieg er beim folgenden auf 120° und beim Durchflug von 21<sup>h</sup>58<sup>m</sup> bis 22<sup>h</sup>21<sup>m</sup> bereits auf 145°, d. h. der Satellit tauchte bei 180° (Süd) auf und verschwand bei 35° (Nord-Nord-Ost). Die Flugbahn ging also jedesmal näher bei uns vorbei und es war zu erwarten, dass die nächste Passage gegen Mitternacht fast genau über die Schweiz führen musste. Es lohnt sich, die Einzelheiten dieses spannenden Ueberfluges zu beschreiben.

Um 23<sup>h</sup>33<sup>m</sup> tauchte das bekannte Pip-pip plötzlich mittellaut auf. Um 23<sup>h</sup>35<sup>m</sup> wurde die Anflugrichtung mit 210° (Süd-Süd-West) bestimmt. Bis 23<sup>h</sup>43<sup>m</sup> stieg die Lautstärke rasch bis zu sehr laut. Der Tastklick, d. h. das Knacken des Ein- und Ausschaltmechanismus im Satellitensender war sehr deutlich hörbar. Der Anflugwinkel blieb 210°, der Satellit kam offenbar direkt auf uns zu. Der spannende Moment des direkten Ueberfluges trat zwischen 23<sup>h</sup>46<sup>m</sup> und 23<sup>h</sup>47<sup>m</sup> ein. Bei grösster Lautstärke der Signale veränderte sich der Winkel um

23<sup>h</sup>45<sup>m</sup> auf 195°  
23<sup>h</sup>46<sup>m</sup> auf 180°  
23<sup>h</sup>47<sup>m</sup> auf 90° (Ost)  
23<sup>h</sup>49<sup>m</sup> auf 45°.

An der sehr schnellen Winkeländerung war erkennbar, dass der Satellit östlich von uns und nahezu im Zenit vorbeiflog, vermutlich über die Ostschweiz oder Vorarlberg. Schon um 23<sup>h</sup>51<sup>m</sup> sank die Signalstärke schnell auf sehr leise. Um 23<sup>h</sup>56<sup>m</sup> verschwand das letzte Zeichen in Richtung 40°.

Am Montag, den 7. Oktober um 23<sup>h</sup>38<sup>m</sup> setzte der Satellitensender auf der Welle 15 m erstmals plötzlich und vollständig aus. Im Verlaufe der folgenden Tage wurden die Zeichen wieder hörbar, jedoch unregelmässig und schwächer. Meist war statt der periodischen Unterbrechungen ein Dauersignal wahrnehmbar, das nur schwer von andern Sendern auf dieser Welle zu unterscheiden war. Schliesslich war mehrere Tage nichts mehr zu hören. Am 15. und 17. Oktober konnten wir die Signale überraschenderweise wieder mit mittlerer Lautstärke empfangen, immer als Dauerton.

Aus den zahlreichen Beobachtungen lassen sich vielerlei Erkenntnisse gewinnen. Die Umlaufszeit des Satelliten betrug ungefähr 96 Minuten. Er machte in 24 Stunden fast genau 15 Umläufe. Vom 5. bis 17. Oktober verfrühten sich diese Umläufe nur um eine Viertelstunde.

Der Einfluss der Erddrehung ist erkennbar, indem sich die Anflugrichtung des Satelliten im Lauf von 24 Stunden um  $360^{\circ}$  dreht, vom Beobachter aus gesehen im Uhrzeigersinn. Pro Tag erfolgten zwei Ueberflüge über unser Gebiet, nämlich kurz vor Mitternacht und morgens um 8 Uhr. Da die Flugbahn des Satelliten eine Neigung von  $65^{\circ}$  gegen den Aequator aufweist, kreuzt der Beobachter in der Schweiz infolge der Erddrehung die Flugbahn gegen Mitternacht auf der einen Seite und schon 8 Stunden später auf der anderen Seite. Es ist klar, dass der Durchflug auf der letzteren Seite zeitlich verschoben ist (20—30 Min.), da dann der Satellit ein anderes Stück seiner Bahn durchläuft.

Selbst Fachleuten der Hochfrequenztechnik erscheint die ausserordentliche Reichweite der Satellitensender erstaunlich. Zweifellos beträgt deren Leistung ein Vielfaches derjenigen des geplanten amerikanischen, welcher mit Fernsteuerung auf die Leistung von 50 oder 150 Milliwatt umgestellt werden kann. Nach vorsichtigen Schätzungen scheint die Leistung der russischen Satellitensender ungefähr von der Grössenordnung von 1 bis 10 Watt zu sein.

Es war zu erwarten, dass die 15 m-Welle des Satelliten an der Aussenseite der Ionosphäre grösstenteils abprallt und in den Raum hinaus reflektiert wird. (Unter Ionosphäre versteht man die äussersten Atmosphärenschichten, welche die Erde in 70 bis 250 km Höhe umhüllen und insbesondere die Kurzwellen mehr oder weniger gut reflektieren.) Der zirpende und oft rauhe Ton des Satellitensenders, der zudem in Tonhöhe und Lautstärke Schwankungen aufweist, lässt den Schluss zu, dass die Signale den weit entfernten Beobachter auf komplizierten Wegen erreichen. Viel spricht dafür, dass nur die steilste Strahlung gegen die Erde hinunter die Ionosphäre durchdringt, dann zwischen Erde und Ionosphäre gefangen bleibt und durch Mehrfachreflexion den entfernten Beobachter erreicht. Es wäre sonst kaum ersichtlich, wie man den Satelliten schon weit hinter dem Horizont hören könnte. Für diese These sprechen auch die unregelmässigen Lautstärkeschwankungen in Intervallen von weniger als einer Sekunde bis zu drei Minuten. Wenn der Satellit in Minutenspanne über Länder und Meere hinwegeilt, so werden die Wellen bald von Meerwasser (guter Reflektor), bald vom festen Boden (mehr oder weniger schlechter Reflektor) zurückgeworfen, was mit dem unregelmässigen Lautstärkewchsel übereinstimmen könnte.

Besonders interessant ist auch die Erscheinung des Dopplereffektes. Wenn der Satellit mit 8 km/sec auf uns zufliegt, ist seine Sendefrequenz um 530 Schwingungen pro Sekunde höher als im Stillstand, was im Radioempfänger als deutliche Veränderung der Tonhöhe feststellbar ist. Beim Wegflug tritt das Umgekehrte ein, indem die Frequenz um 530 Hz sinkt. Nun waren aber bereits während des Anfluges deutlich leichte Tonhöheschwankungen zu hören. Man kann diese Erscheinung auf zwei Arten erklären. Einmal können wir im Wechsel Wellen empfangen, die der Satellit in verschiedenen schrä-

gen Richtungen abstrahlt. Es ist aber auch aus Beobachtungen zwischen Erdstationen bekannt, dass besonders bei Mehrfachreflexionen an den Reflexionspunkten der Ionosphäre variable Verlangsamungen der Radiowellen entstehen, was ebenfalls als leichte Veränderung der Empfangsfrequenz in Erscheinung tritt. Diese Beobachtung erhärtet die Auffassung, dass uns die Satellitenwellen auf mehrfachen und komplizierten Wegen erreichen. Beim direkten Ueberflug, wo wir die direkte Welle mit grosser Lautstärke hören, tönt das Signal absolut rein und stabil.

Wie bei allen völlig neuen Dingen war in der Presse auch in diesem Fall Wahres und Unwahres fröhlich gemischt. Der Laie kann meistens kaum erkennen, was stimmt und was nicht. Jedoch können schon auf Grund von Erfahrungen und Beobachtungen weitgehende Schlüsse gezogen werden. Ganz sicher hatte der eine Satellitensender bestimmte Messwerte zu melden. Von ganz primärer und überragender Wichtigkeit ist die Temperaturmessung im Innern der Satellitenkugel, denn alle heute bekannten Stromquellen arbeiten nur in einem beschränkten Temperaturbereich von etwa  $-30^{\circ}$  bis  $+90^{\circ}$  C. Will man von einem Satelliten über längere Zeit Messwerte erhalten, so muss der temperaturempfindliche Teil der Sendeanlage innerhalb dieser Grenzen verbleiben. Das ist realisierbar, wenn man durch Gestaltung und Farbe der Satellitenkugel den Wärmehaushalt so bemessen kann, dass sich zwischen Sonnenerwärmung und Wärmeabstrahlung ein Gleichgewichtszustand einstellt, aus dem die erforderlichen Temperaturen resultieren. Für Satelliten sind deshalb Temperaturmessungen gerade von ausschlaggebender Bedeutung. Erst wenn das einwandfreie Arbeiten der Sendeanlage sichergestellt ist, kann man an den nächsten Schritt denken, mit ihr möglichst viele Messwerte zu übertragen. Mehrere führende Fachleute glauben heute, dass die Russen mit Hilfe eines möglichst starken Senders (grosses Gewicht) nur wenige, aber grundlegend wichtige Auskünfte erlangen wollten. Es hätte doch keinen Sinn, den allerersten Satelliten mit Messgeräten vollzustopfen, wenn man damit rechnen muss, dass das Uebermittlungssystem schon im ersten Moment versagen könnte.

Man hörte von codifizierten Messwerten oder sogar von Zahlengruppen, die der Satellit ausgestrahlt haben soll. Die Registrierung der Signale durch die Empfangsstation Riedern der Radio Schweiz A.G. zeigt jedoch, dass die den einzelnen Signalen überlagerten Impulse von Pip zu Pip völlig unregelmässig und die Folge von ausserordentlich kurzzeitigen Lautstärkeschwankungen waren. Jedoch kann die Länge der Zeichen, sowie die Anzahl Pipse pro Zeiteinheit ein Mass für einen zu übertragenden Messwert sein. Es wurde festgestellt, dass der Rhythmus im Lauf von zwei Tagen immer schneller wurde. Es wäre ein unsinniger Umweg, z. B. die Temperatur im Satelliten in Zahlen zu verwandeln und diese in Form von Morsezeichen auszusenden. Es gibt eine viel direktere Methode, die mit grosser Wahrscheinlichkeit benutzt wurde: Veränderung der Sendewelle

durch die Temperatur. Der Sender des Satelliten dürfte, wie die meisten Radiosender auf der Erde, quarzgesteuert sein. Das heisst, seine Frequenz wird durch ein genau geschliffenes Quarzplättchen bestimmt, das infolge seines piezoelektrischen Effektes zu mechanischen Schwingungen auf seiner Resonanzfrequenz angeregt wird. Aehnlich wie beim Pendel einer Präzisionsuhr wird hier die Sende-frequenz von 20,005 Megahertz oder 20 005 000 Schwingungen pro Sekunde konstant gehalten. Temperatureinflüsse verändern nun die Schwingungszahl des Quarzplättchens um einen geringen Betrag. Es kann vor dem Start genau gemessen werden, wie sich die Frequenz mit der Temperatur ändert. Wenn man diese sog. Temperaturcharakteristik einmal kennt, erhält man die Temperatur des Quarzes und damit diejenige der Sendeapparatur während des Fluges ganz einfach durch Messung der Sendewelle. Sehr genaue Wellenmessungen, und noch dazu von mehreren Beobachtungsstationen, sind ohne eine ganz genaue Vergleichswelle sehr schwierig. Das Bureau of Standards in Washington D. C. (unserem Amt für Mass und Gewicht entsprechend) betreibt Tag und Nacht mehrere Eichsender mit dem Rufzeichen WWV. Einer davon arbeitet auf genau 20,000 MHz oder 15 m Wellenlänge. Er ist in Europa oder Asien mindestens während 15 Stunden pro Tag hörbar. Er hält seine Wellenlänge mit der grössten heute erreichbaren Präzision ein. Indem nun die Russen die Sendefrequenz ihres Satelliten auf 20,005 MHz setzten, also ganz knapp neben dem Eichsender, erreichen sie zwei Ziele auf einmal. Erstens konnte jeder Beobachter den Satelliten sofort finden, indem er zuerst den starken und sofort erkennbaren Sender WWV einstellte und knapp daneben unfehlbar die Satellitensignale hören musste. Und zweitens war es auf einfache Weise möglich, durch Vergleich mit dem Sender WWV die Wellenlänge des Satelliten überall äusserst genau zu messen und sogar zu registrieren. Da die Sendewelle des Satelliten nur 5000 Schwingungen pro Sekunde höher gewählt wurde, ist es möglich, dass sich die Russen des genauesten überhaupt existierenden Messnormals amerikanischen Ursprungs bedienten.

Unsere obigen Folgerungen sind keineswegs Tatsachen gleichzusetzen, dürften aber auf Grund der Beobachtungen und nüchternen Ueberlegungen des Technikers mit grosser Wahrscheinlichkeit zu treffen. Hoffen wir, das bei künftigen Versuchen mehr Einzelheiten aus authentischen Quellen bekannt werden.

---