

## Versuche über drahtlose Telegraphie in den Alpen.

(Mit 5 Textfiguren.)

Von

E. Banderet.

---

Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen von den in der drahtlosen Telegraphie üblichen Wellenlängen im Gebirge ist nur ganz vereinzelt Gegenstand einer Publikation gewesen. Es sind als erste *Lecarmes*<sup>1)</sup> Versuche (1) am Mont Blanc anzuführen; auch *K. E. F. Schmidt* (2) gibt an, Versuche über Ausbreitung solcher Wellen über Firnfelder ausgeführt zu haben.

In der Schweiz sind seit einigen Jahren für militärische Zwecke transportable Stationen im Gebrauch. In den Jahren 1916 und 1917 sind Versuche über Benützbarkeit und Reichweite solcher Stationen angestellt worden; diese Versuche führten naturgemäss in die Alpen. Die benutzten Apparate mit Tonfunken waren von der Firma Telefunken gebaut. Der Generator lieferte ca. 4 kW. Die Schirmantenne war auf einen 25 m hohen Teleskopmast montiert. Ihre elektrischen Dimensionen sind mir nicht bekannt. Die Antennenstromstärke war bei den gebräuchlichen Wellen, von 600 m bis 2100 m, variabel, gewöhnlich 10—12 Ampère, doch wurden auch höhere Werte, bis 18 Ampère gemessen. Einzig Bern hatte im Jahr 1917 eine feste Station mit Knarrfunken und T-Antenne.

Zwischen einer nicht unbeträchtlichen Zahl von Stationsorten (ungefähr 40, in den Figuren 2 und 3 sind nicht alle eingezeichnet) wurden Wellenversuche angestellt, d. h. für verschiedene Wellenlängen die Empfangsintensität nach der Parallelrohrmethode bestimmt. Die Zahl der Ohm wurde nach dem Gehör geschätzt, nachdem die Telegraphisten auf das Schätzen eingeübt worden waren. Es ist sofort ersichtlich, dass diese Messungen, die ja keine wissenschaftlichen Zwecke verfolgten, mit schwerwiegenden Fehlern behaftet sind. Zu den Nachteilen der Parallelrohrmessung (2), wie

1) Vergl. Literaturverzeichnis am Schluss der Arbeit.

wechselnde Empfindlichkeit der Detektoren, subjektive Aufnahmen der verschiedenen Telegraphisten, Angaben, die nicht linear mit der Energie im Empfänger zusammenhängen, kommt noch die Unsicherheit des Schätzens. Wir können daher nur qualitative Regeln ableiten, keineswegs zahlenmässige Verhältnisse. Leider sind die Angaben über die Witterung sehr dürftig, die Senderenergie bei jeder Messung ist unbekannt, auch sind Strecken, die nicht überbrückt werden konnten, nicht angegeben<sup>2)</sup>.

Ein Einfluss der geologischen Beschaffenheit des Standortes konnte nicht nachgewiesen werden, der kaum zu erwarten ist, da die Dielektrizitätskonstante der Gesteine nicht stark mit der Zusammensetzung, mehr mit dem Nässegrad variiert (4); dieser ist aber unbekannt.

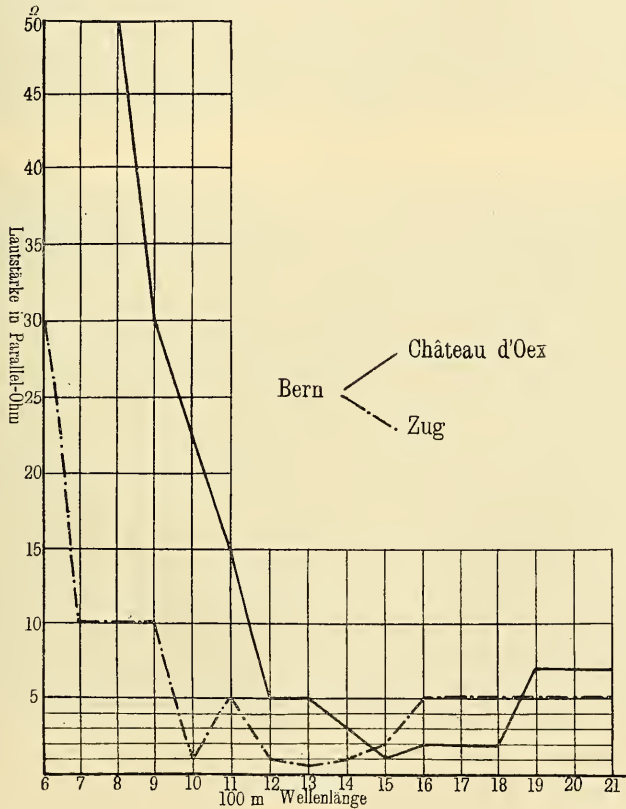


Fig. 1.

<sup>2)</sup> In den Fig. 1, 4, 5 sind Messungsreihen graphisch aufgezeichnet. Die einzelnen Punkte sind durch Geraden verbunden, nur um die Punkte einer Messreihe zu verbinden. Die Wellenlänge in 100 m ist Abszisse und die Lautstärke in Parallel-Ohm Ordinate.

In einigen Versuchen von 1916 sind Wellenemissionen einer Station gleichzeitig an 2 Orten aufgenommen worden. Figur 1 stellt einen solchen Wellenversuch dar. Die von Bern ausgesandten Zeichen wurden gleichzeitig in Zug und Château d'Oex (Z. und C. in Figur 2) mit gleichen Apparaten aufgenommen, sodass die in Betracht kommenden Dimensionen (besonders Selbstinduktion, Kapazität und Widerstand der Antennen) als ungefähr gleich angesehen werden dürfen. Analoge Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt mit Angabe der Welle mit maximalster Lautstärke bei jeder Empfangsstation.

Sendestation	1. Empfangsstation	maximale Welle	2. Empfangsstation	maximale Welle
Bern	Zug	1000—1300	Château d'Oex	1500
Zug	Bern	900—1800	"	1500
"	"	1000—1200	"	1500
Luzern	"	900—1600	Grimselpass	1700
"	"	900—1500	Linthal	1400

Nach den Empfangsstationen Château d'Oex, Grimsel und Linthal müssen die Wellen über bedeutende Höhenzüge, was bis zur entsprechenden Station 1 nicht der Fall ist. Die kleinen Wellen werden in den Stationen 2 schlecht empfangen.

Es ist an Hand der Resultate von 1916 möglich, den ungefähren Verlauf einer Fernwirkungscharakteristik in den Alpen für die Station Bern zu zeichnen, also die Orte zu verbinden, die mit unseren Apparaten Bern mit gleicher Lautstärke, hier 1 Ohm, hören (Figur 2). Deutlich tritt die hemmende Wirkung der Alpenketten hervor, noch deutlicher drängt sich aber die begünstigende Wirkung der Fluss- und Seetäler auf, wie es das Aare-, Reuss- und Limmat-Tal zeigen. Die längste nachts überbrückte Strecke in den Alpen längs der Ketten, St. Maurice-Julierpass = 205 km, wurde mit 1 Ohm empfangen (beste Wellen 600—900), quer zu den Ketten war die längste durchmessene Strecke Rigi-Julierpass von 116 km Länge und wurde bei  $\lambda = 1100$  m mit 10 Ohm empfangen<sup>3)</sup>.

Firngebiete wirken dagegen offenbar ungünstig auf die Fortpflanzung der Wellen ein. Standorte, deren Verbindungslinien über die Gletschergebiete des Tödi, der Urner Alpen und besonders

<sup>3)</sup> Die hemmende Wirkung der Juraketten haben neuerdings unter Leitung von Prof. Zickendraht angestellte Versuche von Basel aus gezeigt. In der Rheinlinie hörte man Basel (kleine Station mit 2,2 Amp. Antennenstrom) auf 116 km mit 1 Ohm, quer zum Jura auf dem Rigi mit 5 Ohm in 92 km.



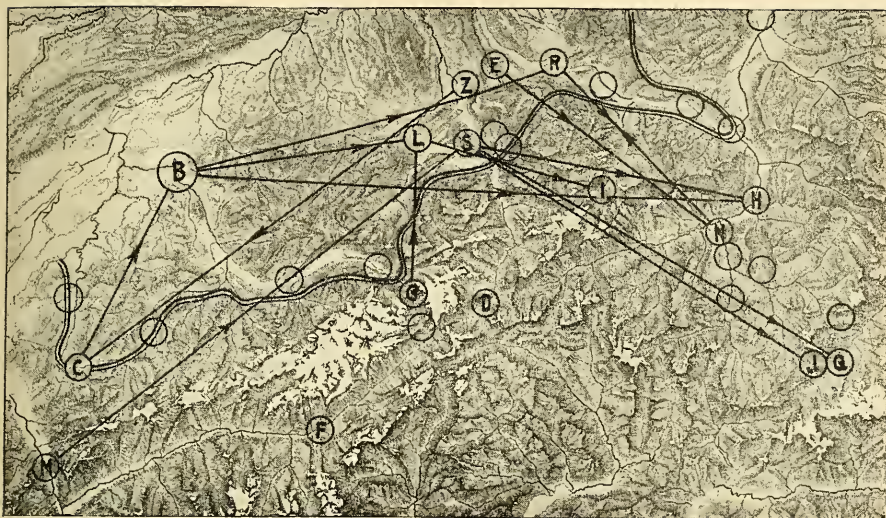


Fig. 2.

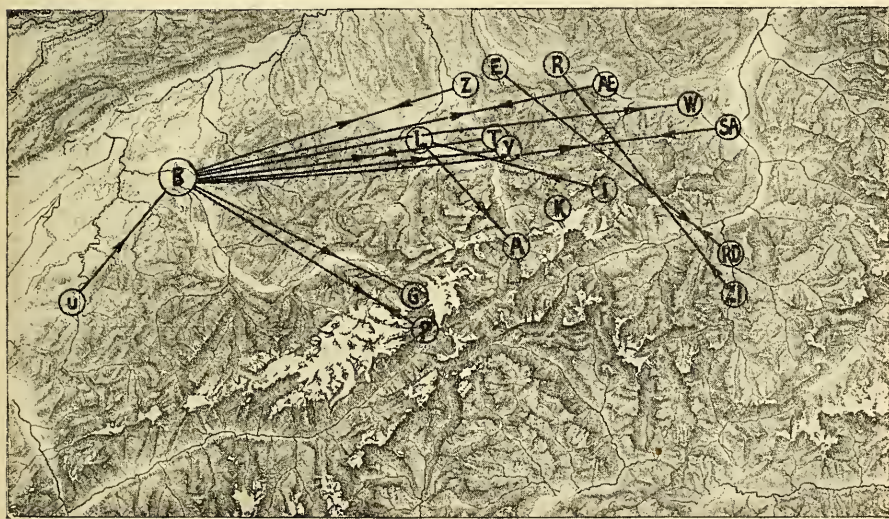


Fig. 3.

In den Karten sind einige Standorte durch Ringe angegeben. Es bedeuten: A Amsteg; AE Schännis; B Bern; C Château d'Oex; D Andermatt; E Hirzel; F Brig; G Guttannen; H Chur; I Linthal; J Julierpass; K Klausenpass; L Luzern; M St. Maurice; N Bonaduz; P Grimselpass; Q St. Moritz; R Rapperswil; RD Rodels; S Rigi-Scheidegg; SA Sargans; T Steinen; U Bulle; W Wallenstadt; Y Schwyz; Z Zug; ZI Zillis.

Die Geraden verbinden Standorte, deren Verkehr für unsere Frage berücksichtigt werden kann. Die Pfeile geben nur die Fortpflanzungsrichtung an. Die Doppellinie in Fig. 2 ist die Fernwirkungscharakteristik für Bern.

der Berner Alpen führten, konnten im allgemeinen nur bei Nacht oder gar nicht in Verkehr treten. Versuchstabellen sind freilich nur spärlich vorhanden; ich konnte durch mündliche Mitteilung u. a. in Erfahrung bringen, dass Andermatt D und Brig F nur nachts und schwer mit Bern sich in Verbindung setzten. In der Literatur fand ich nur die kurze Angabe von *Schmidt* (2).

Bei der Frage nach dem Unterschied zwischen Aufnahmen bei Tag und Nacht weisen unsere Versuchsreihen der Oberflächengliederung des durchlaufenen Geländes eine besondere Bedeutung zu. Die auftretenden Unterschiede sind bisweilen sehr stark. Ich habe mit Rücksicht auf die Unsicherheit der Methode nur solche vergleichbare Versuchsreihen berücksichtigt, bei denen starke (Figur 2) oder dann gar keine (Figur 3) Unterschiede in der Lautstärke verzeichnet waren.

Die Figuren zeigen wohl deutlich die Wirkung des Gebirges: Kann die Welle in einem Tal oder in der Ebene sich fortpflanzen, so ist der Unterschied unmerklich, vgl. dazu U-B (gegenüber C-B auf Karte 2), dann B-G und B-P im Aaretal, L-A im Reusstal, ebenso die Stationen im Limmattal AE, W und SA. Dagegen bewirken quer zur Bewegung liegende Ketten vorwiegend Unterschiede. Besonders stark werden diese, wenn die Empfangsstation im „Schatten einer Höhe“ steht (5). Der Verkehr vom Mittelland in die Alpen zeigt die Erscheinung stärker als umgekehrt, z. B. L-J gegenüber J-L auf Figur 3, weiterhin B-H, S-H, usw.; auch B-L ist so verständlich, da in Luzern die Empfangsstation hinter einem Hügel, von Bern aus, stand. Aus der Regel fallen dann freilich B-R auf Figur 2, und in Figur 3 E-RD und R-ZJ, wenn gleich bei diesen Strecken die Standorte nicht hart an einer Kette liegen. Ja sogar Umkehrungen sind beobachtet worden, besonders auffallend ist eine Doppelreihe L-G, wo die Tagesaufnahme als stärker aufgezeichnet ist.

Bei einigen Doppelreihen ist mir die durch die Kurven 4 und 5 dargestellte Erscheinung aufgefallen. Die (ausgezogene) Kurve der Tagesaufnahme zeigt ein Maximum der Lautstärke bei einer kleineren Welle als die (gestrichelte) Kurve der Nachtaufnahme. Drei andere Aufnahmen zeigten dasselbe Bild, während das Umgekehrte nicht auftritt. In Figur 5 scheint sogar eine allmähliche Verschiebung des Maximums vom Tag (8—1300 m) über Dämmerung (1300 m) zur Nacht (1500 m) gegen längere Wellen hin stattzufinden. Es ist zu berücksichtigen, dass gerade die Bestimmung der Maxima bei diesen Versuchen mit ziemlicher Sicherheit erfolgte. Andererseits sind die Fälle, die diese Erscheinung zeigen, zu wenig zahlreich, und die



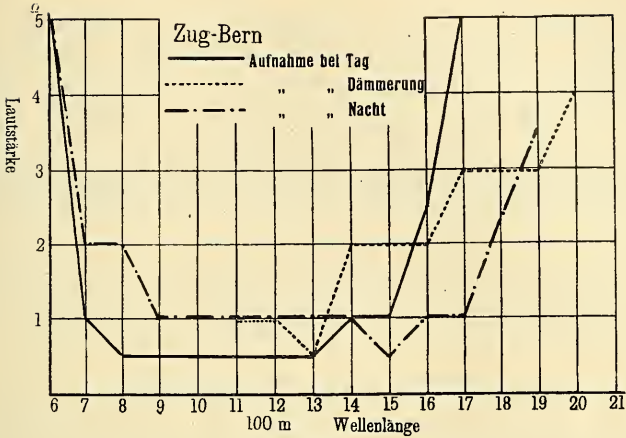


Fig. 4.

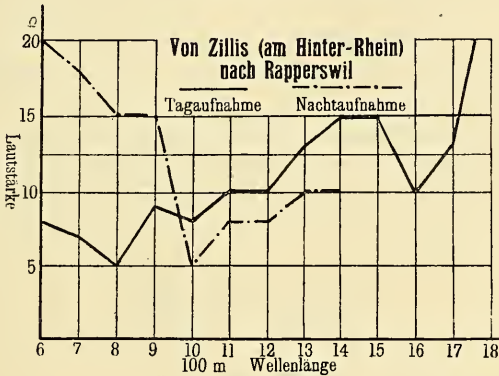


Fig. 5.

elektrischen Grössen des Senders und Empfängers in jedem Fall unbekannt.

Auch das Auftreten von freak-Verbindungen (5) haben wir beobachtet, d. h. schwankende Lautstärke in sehr kurzer Zeit von guter Hörbarkeit zu völligem Verschwinden und allmählichem Anwachsen zur guten Hörbarkeit; besonders stark zeigte dies K-B.

Wenn wir die etwas unsichere Beobachtung der Maximumverschiebung auch nicht berücksichtigen, so scheinen mir doch die angeführten Resultate dafür zu sprechen, dass der Raum zwischen Sender und Empfänger von grossem Einfluss auf die Zeichenübertragung in der drahtlosen Telegraphie ist. So dürfte wohl die Ursache für die starken Unterschiede zwischen Tag und Nacht nicht sowohl in den Antennen, in Streuungsverlusten, als vielmehr

darin zu suchen sein, dass die Atmosphäre eine andere Beschaffenheit aufweist. Gerade wenn die Wellen über hohe Ketten müssen, kommt derjenige Anteil der Raumwelle, der in die höheren Schichten dringt, beim Empfang in stärkerer Masse zur Geltung und diese Schichten werden durch das Sonnenlicht ionisiert (6) und absorbieren infolgedessen die eindringenden Wellen; bei Nacht fällt mit der Ursache auch die Wirkung weg. Ob bei Nacht noch eine Verstärkung durch Reflexion der Wellen an der hypothetischen stets ionisierten Heaviside-Schicht (7) in etwa 100 km Höhe mitwirkt, diese Frage lassen die vorliegenden Versuche offen. Einzig die Frea-Verbindungen lassen sich dadurch nach Eccles Theorie erklären.

Auch dass hochgelegene Firngebiete bei Tag besonders ungünstig wirken, kann aus der Luftionisation erklärt werden. Hat doch *Obolensky* (8) gezeigt, dass ultraviolettes Licht Luft über Eis ionisiert, und *Gockel* (9) im Gebiet des Aletschgläubers besonders hohe Ionisation nachgewiesen. Dieser Effekt könnte mit der Wirkung der ionisierten höheren Schichten wohl unsere Beobachtung erklären.

Zum weiteren Ausbau der theoretischen Seite der Frage handelt es sich aber zunächst darum, Erfahrungsmaterial zu erhalten und zu sammeln. Und diesem Zweck soll die vorliegende Veröffentlichung dienen.

---

### Literatur-Verzeichnis.

---

1. *J. et L. Lecarme.* C. R. 128, 1899, pg. 589.
2. Münch. Sitz.-Ber. 1912, pg. 399.
3. *Klages und Demmler.* Jahrb. d. drahtl. Tel., Bd. 8, 1914, pg. 212.
4. *J. Zenneck.* Ann. d. Phys. 23, 1907, pg. 858.
5. *Jackson.* Proc. Roy. Soc. 70, 1902, pg. 254.  
*De Groot.* Jahrb. d. drahtl. Tel. 12, 1917, pg. 15.
6. *Lenard.* Ann. d. Phys. 1, 1900, pg. 486.  
*Le Cadet.* C. R. 136, 1903, pg. 886.
7. *Eccles.* Jahrb. 8, 1914, pg. 253.  
*Marchant.* Jahrb. 12, 1917, pg. 56.
8. *Obolensky.* Meteor. Ztschr. 29, 1912, pg. 497.  
*Gockel.* Neue Denkschr. d. schw. nat.-forsch. Ges. Bd. 54, Abh. 1.

Manuskript eingegangen den 30. Januar 1919.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [30\\_1919](#)

Autor(en)/Author(s): Banderet Edmond

Artikel/Article: [Versuche über drahtlose Telegraphie in den Alpen 248-254](#)