

Möglichkeiten und Grenzen der Richtungsmessung mit Raumwellen

von
Wilhelm Crone

Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf reine Richtungsmesssysteme, Laufzeitmessungen sollen ausser Betracht bleiben.

Die natürliche Grenze, welche einer Richtungsbestimmung gesetzt ist, ist gegeben durch die Ungenauigkeit der Ausbreitung der Welle auf dem Wege vom Sender zum Empfänger. Diese Grenze zu kennen ist wesentlich, denn sie begrenzt den Aufwand, den man beim Bau der Messgeräte treiben wird. Es ist das Ziel aller Messverfahren, diese naturgegebene Grenze zu erreichen. Ich will im folgenden versuchen darzulegen, wie weit die bisher in Anwendung befindlichen Geräte diese Forderung erfüllen und durch welche Massnahmen eine Steigerung der Messgenauigkeit möglich ist. Es ist in der Tat gelungen, Messgeräte zu entwickeln, die in höherem Mass als bisher, allerdings bei erhöhtem Aufwand, frei sind von Gerätefehlern. Mit Hilfe einer derartigen Messeinrichtung haben wir in langzeitigen und systematischen Beobachtungsreihen umfangreiche Unterlagen gewonnen, so dass es heute möglich ist, über die Grösse der tatsächlichen Grosskreisausbrechungen von Kurzwellen, über deren Charakter sowie über deren täglichen und jahreszeitlichen Verlauf sich ein verhältnismässig klares Bild zu machen.

Ich möchte nun einmal die verschiedenen Faktoren betrachten, die bei der Richtungsbestimmung von Raumwellen eine Rolle spielen können. Die Kurzwellen sind bei ihrer Ausbreitung über die Ionosphäre einer Reihe von Einflüssen unterworfen, deren Vorhandensein sich einer exakten Richtungsbestimmung erschwerend entgegenstellt. Die wesentlichen Punkte sind Polarisierung, Erhebungswinkel sowie das Auftreten von Mehrfachwegen. Zu letzteren wollen wir auch die Streustrahlung von Energie aus der Umgebung des Messsystems rechnen.

Die Aufgabe des Messsystems ist es, eine Anzeige zu liefern, die möglichst genau mit der tatsächlichen Ausbreitungsrichtung der Wellen übereinstimmt und die möglichst unbeeinflusst von den geschilderten Erscheinungen ist. Der entscheidende Schritt auf dem

Wege zur

praktischen Nutzbarmachung von Raumwellen für die Funkpeilung war die Einführung des Adcock-Systems. Das von Adcock schon im Jahre 1918 angegebene Prinzip ist so grundlegender Art, dass selbst heute noch praktisch alle Peilverfahren sich seiner bedienen. Bekanntlich besteht der Adcock aus einer Anordnung von Vertikalantennen, deren Aufbau und Abgleich so getroffen ist, dass nur die Vertikal-Komponente der elektrischen Feldstärke aufgenommen wird. Ausserdem ist dafür Sorge getragen, dass sämtliche Einzelantennen und deren Zuführungsleitungen elektrisch möglichst übereinstimmen. Werden diese Forderungen erfüllt, so erhält man ein Peilsystem, welches frei ist von Erhebungswinkel- und Polarisationsfehlern. Es ist nur eine Frage der Sorgfalt, die man auf den Aufbau und den Abgleich des Systems anwendet, bis auf welchen Betrag der verbleibende Restfehler reduziert werden kann.

Trotz der ausserordentlichen Bemühungen, die man auf die Vervollkommnung der Adcock-Peiler aufgewendet hat, besteht kein Zweifel darüber, dass die Fehler des Adcock immer noch grösser sind als die natürlichen Schwankungen in der Ausbreitungsrichtung. Es fällt in diesem Zusammenhang auf, dass die mittlere Peilgenauigkeit einfacher Adcock-Anlagen, etwa transportabler Ausführungen, sich von derjenigen von stationären Spezialanlagen nur sehr wenig unterscheidet. Der technische Fortschritt, der ohne Zweifel erzielt worden ist, bezieht sich weniger auf eine Steigerung der Peilgenauigkeit, sondern mehr auf die Empfindlichkeit und den Frequenzbereich der Anlage sowie auf die Vervollkommnung der Anzeige. Das was offenbar bei den Adcock-Anlagen bisher wenig beachtet worden ist, ist der Einfluss von Mehrfachwegen und Rückstrahlern.

Wir wollen nunmehr betrachten, wie sich das Auftreten von zwei verschiedenen Ausbreitungswegen auf die Richtungsanzeige eines Phasen-Peilsystems auswirkt. Ich setze zunächst voraus, dass wir es mit einer Peilanlage zu tun haben, die frei von Erhebungswinkel- und Polarisationsfehlern sein möge.

Wir nehmen zwei Wellenzüge an, wo von der eine in der Grosskreisebene, der andere unter einem Winkel δ zu dieser eintreffen möge. Die Amplitude beider sei nicht sehr verschieden. Die beiden ersten bei

mit 1, die des zweiten mit 0,9 angenommen. In der Abbildung ist die Fehlweisung^a des Systems in Abhängigkeit von dem Winkel δ aufgetragen, den die beiden Wellenfronten miteinander bilden und zwar für die Grenzfälle, einmal für $\psi = 0$, also für den Fall, dass beide Wellenzüge in Phase sind, das andere mal $\psi = \pi$, also für die Gegenphase. Dieselbe Rechnung ist für zwei Antennensysteme ausgeführt, die sich nur dadurch unterscheiden, dass in dem einen Fall der Abstand der einzelnen Antennen kleiner als $\lambda/4$ sein soll, was dem normalen Adcock entspricht, während im anderen Fall der Abstand zwei Wellenlängen betragen soll.

Betrachten wir zunächst die kleine Basis. Für $\psi = 0$ nimmt die Fehlpeilung proportional dem Winkel δ zu, die Anzeige entspricht der Resultierenden der beiden Wellenfronten. Für $\psi = \pi$ liefert die Anzeige schon bei kleinem Winkel δ gänzlich verkehrte Werte. Die Fehler werden in diesem Bereich rasch grösser, sie erreichen einen maximalen Betrag von -65° , wenn die seitliche Einstrahlung einen Winkel von 20° mit der Grosskreisebene bildet.

Demgegenüber verhält sich das 2λ -System ganz anders. Die Kurve fällt zunächst bei kleinem δ mit der Kurve des Kleinbasis-Systems zusammen. Bei 30° gehen die Fehler aber rasch auf Null zurück und durchlaufen dann im negativen Bereich ein flaches Maximum, um gegen $\delta = 90^\circ$ allmählich ganz zu verschwinden. Grösser ist der Unterschied im Fall der Gegenphase. Hier werden auch schon bei kleinen Winkeln δ die Fehlanzeigen wesentlich kleiner als beim $\lambda/4$ -System, sie erreichen hier im ungünstigsten Fall -10° gegenüber -65° bei der kleinen Basis. Für beliebige Phasenwinkel ψ verlaufen die Fehlweiskurven in jedem Fall innerhalb der Grenzkurven $\psi = 0$ und $\psi = \pi$. Diese Kurven begrenzen also eine Fläche, deren Ausdehnung ein Mass darstellt für alle überhaupt möglichen Fehler. Die dem 2λ -System zugeordnete Fläche ist schraffiert dargestellt. Sie verläuft in jedem Fall innerhalb der Fehlerfläche des Kleinbasissystems. Ein Vergleich beider Flächen zeigt den Vorteil der grösseren Basis in überzeugender Weise.

Beim Vergleich beider Systeme darf man jedoch den Gang der Amplitude nicht übersehen. Wenn die Amplitude der beiden einfallenden Wellenzüge ungefähr gleich ist wie in dem hier vorliegenden Fall, so wird sich im Bereich der Gegenphasigkeit für kleine Winkel δ resultierend eine sehr kleine Amplitude ergeben. Praktisch

werden aber beim Peilen diejenigen Messwerte nicht abgelesen, die gerade mit einem Minimum der Feldstärke zusammenfallen. In der Abbildung sind daher die Kurven in dem Bereich punktiert gezeichnet, wo die resultierende Amplitude unter ein Drittel des Normalbetrages abgefallen ist. Beim Adcock geht dieser Bereich ungefähr von $\delta = 0^\circ$ bis $\delta = 20^\circ$, beim 2λ -System nur bis 5° . Der Nachteil, den der Adcock im Bereich kleiner δ -Werte gegenüber dem 2λ -System hat, ist demnach nur gering zu bewerten, wenn man bedenkt, dass die Werte kleiner Amplitude nicht berücksichtigt werden. Ein offensichtlicher Vorteil der grösseren Basis ist jedoch ohne Zweifel für grössere δ -Werte zu erwarten.

Es erhebt sich nun die Frage, mit welchen Werten von δ man es voraussichtlich zu tun haben wird. Nimmt man zunächst an, dass die Ausbreitung über die normalen Schichten erfolgt, so ist sicher, dass die Differenz der beiden Ausbreitungsrichtungen nicht sehr gross sein wird. Es sind zwar gelegentlich Beobachtungen¹⁾ gemacht worden, wonach zwischen Echos, die aus der E- und der F₂-Schicht stammen, Unterschiede von einigen Grad auftreten können. Auch zwischen Reflexionen erster und zweiter Ordnung oder solchen der ordentlichen und ausserordentlichen Komponente sind verschiedentlich Unterschiede bis zu 10° beobachtet worden. Diese Messungen stammen von Barfield u. Ross²⁾ und sind mit einem Vier-Rahmen-Adcock gemessen worden. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass es sich hier um ausserordentliche Fälle handelt und dass für gewöhnlich mindestens keine grösseren Unterschiede in der Ausbreitungsrichtung auftreten werden. Eine Ausnahme wird vielleicht gelegentlich die abnormale E-Schicht machen, bei der man wegen der örtlichen Verschiedenheit ihres Auftretens sich wohl vorstellen kann, dass Reflexionen auch aus grösseren seitlichen Winkeln eintreffen können.

Ausser den normalen Reflexionen liefert die Ionosphäre fast ständig gestreute Echos, deren Amplitude gewöhnlich um eine oder

1) Crone: Grundsätzliche Untersuchungen zu der Möglichkeit der Herstellung von Leitstrahl- und Drehfunkfeuern sowie von Peilanordnungen für Wellen, die sich über die Ionosphäre ausbreiten.
ZWB Forsch.Ber.Nr.1242
S.36 ff.

2) Barfield The measurement of the lateral deviation of radio-waves & by means of a spaced-loop direction-finder
Ross: Journal I.E.E.Bd.83(193
S. 98

zwei Groessenordnungen unter der Amplitude der normalen Echos liegt. Für deren Existenz spricht eine Reihe von Tatsachen.

- 1.) Die Möglichkeit des Empfangs innerhalb der toten Zone. Es ist eine bekannte Tatsache, dass man mit geregelten Empfängern häufig nicht unterscheiden kann, ob man sich ausserhalb oder innerhalb der toten Zone befindet. Der Empfang unterscheidet sich in solchen Fällen oft nur durch den Charakter der empfangenen Signale.
- 2.) Ionosphären-Registrierungen zeigen häufig ausser den normalen Echos sogenannte Streuechos, die in verschiedenen Höhen auftreten können, und die dadurch gekennzeichnet sind, dass sie in den Registrierungen nicht als geschlossene Linien aufgezeichnet werden, sondern als eine Anhäufung von einzelnen in Dauer und Höhe ständig schwankenden Flecken. Man beobachtet solche gestreuten Echos gleichzeitig mit anderen Schichten oder auch für sich allein. In diesem Bild ^{(2) 3.46} sind zwei Beispiele für derartige Streuechos wiedergegeben. Es handelt sich hier um eine Durchdrehaufnahme der Versuchsstation Herzogstand, bei welcher in der Abszisse die Frequenz (von rechts nach links) und in der Ordinate die scheinbare Höhe aufgezeichnet ist. Man sieht oberhalb der doppelten E-Reflexion flackernde Echos, deren Höhe mit wachsender Frequenz langsam zunimmt. Es fällt besonders auf, dass diese Streuechos auch noch weit oberhalb der Grenzfrequenz aller normalen Schichten existieren. Es handelt sich vermutlich um einzelne Ionen-Wolken in der Höhe der normalen E-Schicht, deren Trägerkonzentration jedoch so gering ist, dass bei senkrechtem Einfall keine Reflexion stattfindet. Die Tatsache, dass die Streureflexionen auch noch ausserhalb der Grenzfrequenz der normalen Schichten auftreten, ist nur so zu erklären, dass es sich um eine seitliche Streuung an den erwähnten Ionen-Wolken handelt, die auf dem Umweg über den Erdboden an den Empfangsort gelangt. Mit abnehmender Trägerkonzentration bzw. mit zunehmender Frequenz kann die Reflexion notwendigerweise nur zustande kommen, wenn der Rückstrahlwinkel entsprechend flacher wird. Das hat aber ein langsames Ansteigen der

Streuechos zur Folge, so wie es auf dem Bilde zu sehen ist. Ebenso ist das Zustandekommen zerstreuter Echos unter Mitwirkung der normalen Schichten zu erklären. Es ist also aus dem Mechanismus des Zustandekommens derartiger Echos ohne weiteres einzusehen, dass hier seitliche Einstrahlung der Normalfall sein wird. Mit Hilfe eines Doppel Rahmenpeilers sind von Eckersley verschiedentlich Peilungen an gestreuten Echos vorgenommen worden. Er hat häufig Azimute von 45° und 50° beobachtet.

Diese Streureflexionen aus grösseren Azimut-Winkeln sind nun vermutlich eine der Fehlerquellen, die sich beim Kleinbasissystem übel auswirken.

Abb. 3 J. 46

Wir wollen wieder die Fehlweisungskurven betrachten für den Fall, dass die Amplitude der seitlichen Einstrahlung viel kleiner ist als die der Haupteinstrahlung längs der Grosskreisebene. Es ist ein Amplitudenverhältnis von 1 : 10 angenommen. Trotz der geringen Amplitude der seitlichen Einstrahlung ist der Fehler beim Kleinbasissystem noch recht beachtlich. Er beträgt für $\delta = 45^\circ$ ungefähr 4° , bei $\delta = 90^\circ$ sogar 6° . Der Betrag des Fehlers ist für $\varphi = 0$ und $\psi = \pi$ ungefähr derselbe. Der Vergleich der Fehlerflächen spricht klar für grosse Basis. Die Vorteile werden etwa ab 20° merklich. Man beachte, dass gegenüber Abb. 1 der Masstab der Ordinate vergrössert worden ist.

Neben dieser Streustrahlung, die ihren Sitz in der Ionosphäre hat, muss notwendigerweise immer auch mit Rückstrahlung aus der Umgebung des Peilplatzes gerechnet werden. Auch in ausgesuchtem Gelände ist diese nie völlig zu vermeiden. Bezüglich der hierdurch verursachten Messfehler besteht gegenüber der Streustrahlung aus der Ionosphäre jedoch insofern ein Unterschied, als die Rückstrahlung aus der Umgebung in Bezug auf ihren Einstrahlwinkel und die Phasenlage verhältnismässig konstant sein wird. Infolge dessen wird der sich einstellende Fehler ebenfalls konstant sein. Man bezeichnet dies mit "Funkbeschickung". Die Einführung der Funkbeschickung in der praktischen Peilung soll den Zweck haben, derartige örtlich bedingte Fehlerquellen durch Anbringung eines Korrekturwertes zu berücksichtigen. Dies erscheint jedoch insofern fragwürdig, als die Funkbeschickung von der Entfernung und Frequenz abhängt und weil sie sich auch im Laufe der Zeit ändern kann. Denn die Amplitude und Phasenlage der Rückstrahlung setzt sich ja im

allgemeinen aus der Rückstrahlung der gesamten Umgebung zusammen und diese ändert sich eben zeitlich mit den wechselnden Bedingungen der einfallenden Strahlung. Mit dieser Vorstellung lässt sich gut erklären, weshalb die Adcock-Anlagen bisweilen länger anhaltende Fehlweisungen nach der einen oder anderen Seite zeigen. Die grössere Basis ist auch bezüglich dieser Fehler im Vorteil. Es hat sich gezeigt, dass man praktisch bei Grossbasisanlagen den Begriff Funkbeschickung nicht kennt. Mindestens bleibt sie in so kleinen Grenzen, dass auf ihre Einführung verzichtet werden kann.

Es erhebt sich nun die Frage wie weit man praktisch das Verhältnis d/λ vergrössern kann, denn rein rechnerisch müssten die Vorteile mit wachsendem Antennenabstand immer grösser werden. Wir haben die ersten Versuche mit Antennen von 12 Wellenlängen Abstand gemacht. Es hat sich aber im Laufe der Zeit herausgestellt, dass dieser Abstand zu gross war und wir haben den günstigsten Wert in der Gegend von 2λ gefunden. Die notwendige Voraussetzung für das richtige Arbeiten des Phasenmeßsystems ist ja die Bedingung, dass die Einstrahlung aus der Ionosphäre für alle wirksamen Antennenelemente in Bezug auf Phase und Amplitude übereinstimmt d.h., die Ionosphäre muss über grössere Gebiete homogen sein. Wenn wir einen extremen Fall betrachten, beispielsweise den, dass der Abstand der einzelnen Antennen viele Kilometer betragen soll, so ist es ganz klar, dass der Verlauf von Phase und Amplitude der Ströme, die in den beiden entfernt stehenden Antennen induziert werden, nichts mehr miteinander zu tun haben dürfte. Herr Professor Malsch wird in seinem Vortrag über Beobachtungen berichten, die in diesem Zusammenhang gemacht worden sind.

Ich möchte nun noch einige weitere Vorteile erwähnen, die zwangsläufig die Folge der Anwendung einer grossen Basis sind. Es ist wieder ein Meßsystem angenommen, welches an sich frei von Polarisationsfehlern sein soll. Dieses System stehe unter dem Einfluss eines Rückstrahlers, der bei $\delta = 90^\circ$ angenommen ist. Die Amplitude der Rückstrahlung betrage ein Zehntel der ordentlichen Einstrahlung. Der Rückstrahler selbst soll resultierend dargestellt sein durch einen Ersatzdipol beliebiger Lage. Das fehlerfreie System gerät dadurch wieder in die Abhängigkeit von der Polarisation. In der Abbildung ^{(4) S.46} ist die Fehlpeilung α als Funktion des Polarisationswinkels aufgetragen.

Beim Adcock bilden sich die bekannten tg-Kurven aus. Es ist nun wesentlich zu bemerken, dass der Mittelwert, welcher zur Peilung herangezogen wird, eine ständige Fehlweisung von 5° hat. Beim $\frac{2}{\lambda}$ -System ist dieser Fehler praktisch verschwunden. Das Mittel stimmt mit dem wahren Messwert überein, die Schwankungen sind viel geringer geworden. In Abb. 5 ^{S. 46} sind die bekannten Polarisationsfehler beim Adcock gezeigt, einmal gerechnet und einmal gemessen. Dasselbe zeigt Abb. 6 ^{S. 46} für ein Grossbasissystem, welches die Bezeichnung "Komet" hat. Der Einfluss der Polarisationsdrehungen ist zwar noch zu bemerken, jedoch sind die Fehler geringer. Auch in den Spitzen betragen sie nicht mehr als etwa $\pm 3^\circ$.

Ich möchte jetzt auf die sogenannten "inneren Fehler" von Feilsystemen zu sprechen kommen. Darunter versteht man solche, die durch mangelnden Abgleich der Antennen und Energieleitungen hervorgerufen sind. Die notwendige Bedingung zur Vermeidung der inneren Fehler ist die, dass alle Einzelantennen bezüglich ihrer Strahlungsdiagramme vollkommen gleich sein müssen. Es ist an sich gleichgültig, welcher Art die Antennen sind, sie müssen nur gleich sein. Die Größe der inneren Fehler lässt sich berechnen etwa für den Fall, dass eine der Antennen elektrisch schräg stehen soll. Für eine Schräglage von 2% ergibt sich beim Adcock dadurch eine Fehlweisung von 1° , wenn man annimmt, dass der Erhebungswinkel und der Polarisationswinkel 60° betragen. Auch diese Fehler vermindern sich bei Vergrößerungen der Basis und zwar sehr rasch solange es sich um kleine Winkel handelt. Hierbei sogar proportional dem Quadrat von d/λ . Soviel über die Vorzüge der großen Basis.

Ein weiterer Vorteil bezüglich der Vermeidung der inneren Fehler ergibt sich, wenn man vom gewöhnlichen Minimum-Verfahren zur Diagramm-Umtastung übergeht. Die Rechnung zeigt, daß bei Umtastung die Einzelantennen nicht mehr unbedingt gleich zu sein brauchen. Vernünftigerweise wird man zwar die Antennen nach wie vor versuchen, möglichst gleich zu machen, es ist nur die Anforderung an die Sorgfalt im Aufbau der Anlage weniger hoch. Ich darf hier erwähnen, dass die Grossbasis-Anlage, mit der die später geschilderten Messergebnisse gewonnen worden sind, auf einem in elektrischer Hinsicht ausserordentlich ungünstigen Gelände aufgebaut ist und dass auch die Antennen und Speiseleitungen nicht mit der Sorgfalt verlegt

sind, die man gewöhnlich bei Adcock-Anlagen aufwendet.

Weitere Möglichkeiten zur Erhöhung der Messgenauigkeit bieten sich, wenn man die unter steileren Winkeln einfallende Strahlung unterdrückt. Die steileren Ausbreitungswege, besonders Reflexionen höherer Ordnung sind notwendigerweise immer mit grösseren Fehlern behaftet. Eine Möglichkeit wäre hierzu die Anwendung einer vertikalen Bündelung des Strahlungsdiagramms oder die Anwendung der Impulspeilung in der Weise, dass nur das erste Signal, welches immer dem flachsten Erhebungswinkel entspricht, für die Messung verwendet wird.

Unter Beachtung der anfangs erwähnten Gesichtspunkte wurde eine Grossbasisanlage errichtet mit dem Zweck, über längere Zeiträume die Genauigkeit der Grosskreisausbreitung zu untersuchen. Die Wirkungsweise ist kurz folgende:

7 Ein 3-Strahlensystem, bestehend aus einer vertikalen Mittelantenne und zwei ebensolchen Aussenantennen, die im Abstand von je einer Wellenlänge von der Mittelantenne angeordnet sind, ist bezüglich der Antennenströme und deren Phase so gespeist, dass ein umlaufender Leitstrahl entsteht. Es handelt sich also um eine Senderanlage. Der Leitstrahl ist in bekannter Weise durch das Umtasten zweier Diagrammblätter erzeugt. Der Leitstrahl selbst ist gekennzeichnet durch das kurzzeitige Verschwinden der Umtastmodulation, welche zu 70 Hz gewählt wurde. Die Drehung des Leitstrahls erfolgt periodisch innerhalb von 5 sec. Dieses Antennensystem ist in einem begrenzten Sektor beidseits der Mittelsenkrechten zur Basis frei von Höhenwinkel Fehlern und damit für genaue Grosskreisuntersuchungen brauchbar. Zur genauen Überwachung der richtigen Arbeitsweise der Anlage ist eine Kontrollstelle vorgesehen, die sich in der Mittelsenkrechten zur Antennenbasis befindet. Zur Festlegung einer Bezugsrichtung wird in dem Augenblick eine Kennung gegeben, in dem der Leitstrahl die Richtung von $-1,5^{\circ}$ und $+1,5^{\circ}$ zur Normalen -
8 Richtung durchläuft.
97

Auf der Empfangsseite erscheint die Trägerfrequenz mit 70 Hz moduliert. Die Modulation verschwindet im Augenblick des Leitstrahl durchgangs, sowie bei Abgabe der Kennung. Zur Aufzeichnung der Richtungsmessung wurde ein Schreibverfahren angewendet, sodass eine

genaue Auswertung der Messungen möglich ist. Auf einem langsam transportierten Papierstreifen werden in dem Augenblick des Leitstrahldurchgangs bzw. der Kennungsgabe Markierungen aufgezeichnet, deren Abstand ein Maß für den räumlichen Winkel bildet. Diese Markierungen werden von unten nach oben quer zur Transportrichtung des Papiers Zeile neben Zeile geschrieben, sodass bei vollkommener Synchronisierung zwischen Leitstrahldrehung und Schreiberantrieb der Eindruck eines geschlossenen Schriebes entsteht. Abb. 9 zeigt einige Proben von Registrierstreifen aus dem Fernfeld. In der Abszisse ist die Zeit aufgetragen. Alle 15 Minuten wird eine Zeitmarke vom Sender gegeben, die als Querstrich auf dem Papier erscheint. In dieser Abbildung ist die Dauer jedes der Ausschnitte ca. 20 Minuten. In der Ordinate ist das Azimut abzulesen. Azimut Null liegt in der Mitte zwischen den beiden Kennungen, deren Abstand 3° entspricht, und stimmt mit dem Großkreis überein, der mit der Basisnormalen des Antennensystems zusammenfällt (oberster Probestreifen). An einem östlich von der Nullrichtung gelegenen Standort schreibt der Leitstrahl weiter oben (positives Azimut), an westlich gelegenen Empfangsorten liegt er tiefer. Dieser Fall entspricht dem zweiten der Probestreifen. Umgekehrt bedeutet bei festem Beobachtungsort, was in der Folge ausschliesslich der Fall war, eine Abweichung der Leitstrahlschrift nach oben eine Auswanderung des Leitstrahls nach Westen. Ein Beispiel für eine derartige langsam verlaufende Leitstrahlwanderung ist im dritten Probestreifen niedergegeben. Der vierte Streifen zeigt ein Beispiel einer Registrierung, bei welcher der Leitstrahl keine geschlossene Linie schreibt. Trotz der Streuung der Einzelwerte gestattet das Schreibverfahren, das Mittel über einige Minuten leicht abzulesen.

Die Anlage ist für eine nord-südliche Messtrecke aufgebaut. Der Sender befindet sich bei der Aussenstelle Ahlimbsmühle, ungefähr 70 km nördlich von Berlin gelegen. Die Empfangsorte wurden so gewählt, dass sie ungefähr mit der Mittelsenkrechten zusammenfallen. Der eine Hauptbeobachtungsort war Gaeta, etwa $0,3^{\circ}$ westlich der Nullrichtung gelegen, Entfernung 1300 km, der andere Hauptbeobachtungsort wurde in Palermo errichtet, $1,1^{\circ}$ westlich gelegen, Entfernung 1650 km. Zeitweilig wurde auch in Termini, $0,1^{\circ}$ östlich gelegen registriert. Als ein glücklicher Umstand erwies es sich, dass die Versuchsstation Herzogstand nicht allzuweit von der Mitte der

Strecke Ahlimbsmühle-Gaeta entfernt lag. Die dort laufenden Ionosphärenmessungen erleichterten die Deutung mancher Erscheinungen.

Ich zeige nun anhand einiger praktischer Vergleichsmessungen den Unterschied zwischen Klein- und Grossbasissystemen. Da in Italien und Sizilien kein Adcock vorhanden war, mit dem wir die eigene Ausstrahlung hätten peilen können, wurde umgekehrt von Dabendorf bei Berlin aus mit einem 6-Mast-Adcock, den uns die Fa. Lorenz freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat, die Ausstrahlung zweier Sender gepeilt, die sich in der Nähe unserer Empfangsorte befanden. Die Frequenz dieser Sender wurde so gewählt, dass sie dicht neben den Frequenzen unseres Funkfeuers lag. In Abb. 11 sind die Ergebnisse der Adcock-Peilungen den Registrierungen unserer Komet-Anlage gegenüber gestellt. Was bei den Adcock-Peilungen wesentlich ist, ist folgendes: Ausser den verhältnismässig schnell verlaufenden grösseren Schwankungen, die in dieser komprimierten Darstellung nicht zum Ausdruck kommen, treten verhältnismässig langsam verlaufende Wanderungen auf wie beispielsweise am 25. März, wo in der Zeit von 08.00 Uhr bis 09.00 Uhr die Peilungen von $+ 2^{\circ}$ nach $- 4^{\circ}$ abwandern. Besonders bemerkenswert ist, dass die Peilungen an den verschiedenen Tagen im Mittel ganz verschieden liegen, und zwar über lange Zeit. So liegt das Mittel am 25.3. um 2° zu tief, am 2.4. ungefähr richtig, am 14.4. dagegen $1\frac{1}{2}$ Std. lang um 6° zu hoch. Demgegenüber stimmen die Komet-Registrierungen in allen Fällen gut mit dem Soll überein und verlaufen im ganzen auch viel ruhiger.

Ein ähnliches Bild für die Nacht zeigt die nächste Abbildung. In der Nacht vom 25./26. Februar wurde ein besonders schönes Beispiel einer langsamen, über viele Stunden sich erstreckende Peilstrahlwanderung beobachtet. Abgesehen von den sich überlagernden Schwankungen steigt in der Zeit von 19.00 bis 01.00 Uhr die Anzeige gleichmässig von -2 bis $+ 6^{\circ}$ an, wenn man von der extremen Spitze um 01.15 Uhr absieht. Die Komet-Registrierung ist zwar auch nicht frei von Schwankungen, im Vergleich zum Adcock aber als ruhig zu bezeichnen. Es wurden in der damaligen Zeit in den Nachtstunden verschiedentlich Peilungen ähnlichen Charakters aufgenommen. Die Adcock-Peilungen wurden photographisch registriert und

gleichzeitig an der Sichtanzeige beobachtet.

Diesen Einzelbeobachtungen sollen in diesem Bild Vergleichsergebnisse über längere Dauer gegenübergestellt werden. Hier sind sämtliche Messungen, welche innerhalb eines gewissen Zeitraums gemacht wurden, zu einem Punktfeld vereinigt. Dabei stellt jeder Messpunkt das Mittel über einen Zeitraum von 5 min. der Originalregistrierung dar. Für beide Systeme, deren Eigenschaften wir hier vergleichen wollen, ist die Auswertung in genau derselben Weise durchgeführt worden. Oben sind die Tagesergebnisse für eine Entfernung von 1600 km einmal für den Adcock und einmal für den Komet aufgetragen, im unteren Bild entsprechend die Nachtwerte. Der Unterschied spricht sowohl bei Tag, wie auch bei Nacht in überzeugender Weise zu Gunsten der grösseren Basis. Abgesehen von der sehr viel grösseren Streuung der Adcock-Werte sieht man, dass die mittlere Lage des Adcock-Punktfeldes nicht gleich bleibt. Der Nachtanteil liegt im Mittel bei $+ 2^{\circ}$, der Taganteil etwa bei -1° , wogegen bei Komet die Tag- und Nachtwerte im Mittel gut mit dem Soll übereinstimmen.

Man wird vielleicht als störend empfinden, dass bei diesen Vergleichsmessungen weder Frequenz noch Entfernung für die beiden zu vergleichenden Systeme genau übereinstimmen. Leider hat sich dies bei den Italien-Messungen nicht verwirklichen lassen. Wir haben erst jetzt die Möglichkeit, die Leitstrahlendung aus Ahlimbsmühle direkt mit einem Adcock zu peilen und am selben Ort die Komet-Registrierungen durchzuführen. Hier ist ein Vergleich der Komet- und Adcock-Registrierungen aus Landsberg wiedergegeben (Entfernung 580 km).

Ich komme nunmehr zu den Messergebnissen, die mit der Grossbasisanlage Ahlimbsmühle auf der Italien-Messtrecke gewonnen wurden. Die Messungen erstreckten sich über einen Zeitraum von fast $3/4$ Jahren von Januar bis September 1943. In dieser Zeit wurde praktisch ohne Pause registriert und zwar möglichst auf allen Frequenzen gleichzeitig, soweit diese eine Übertragung lieferten. Den schnellsten Überblick über die Ergebnisse liefert wieder die Betrachtung der Punktfelder, die jeweils einen Zeitraum von 14 Tagen umfassen.

15 In dem Bilde sind die Punktfelder für jeden 2. Monat wiedergegeben. In der Abszisse ist die Uhrzeit, in der Ordinate die Abweichung vom Sollwert aufgetragen. In allen Punktfeldern, auch für diejenigen, die anderen Beobachtungsorten zugeordnet sind, liegt das Soll-Azimuth jeweils bei 0° . Ferner sind die mittleren Sonnenauf- und Untergänge für den betrachteten Zeitraum eingetragen, sie beziehen sich auf Kochel (Boden) also für die Mitte der Messtrecke Ahlimbsmühle - Gaeta.

Den Punktfeldern ist folgendes zu entnehmen:

1. Der tägliche- und jahreszeitliche Gang der Grosskreisfehler,
2. die erreichbare Genauigkeit aus der Streubreite des Punktfeldes,
3. die Zeiten verwertbarer Registrierungen aus der Punktfeld-dichte unter Berücksichtigung der Einschaltzeiten des Sende- und Empfangsgerätes.

Hier die Ergebnisse der 26 m - Welle für Gaeta. Man entnimmt folgendes:

1. Die Abweichung der Messpunkte vom Sollwert ist während der ganzen Übertragungszeit und auch in den einzelnen Monaten sehr gering.
2. In den Wintermonaten, im Januar und auch noch im März, weisen die Punktfelder in der Zeit zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang einen leichten Abfall nach rechts auf. Im Sommer ist die Neigung der Punktfelder geringer geworden, die Messwerte stimmen noch besser als im Winter mit dem Sollwert überein. Ab September macht sich wieder eine leicht rückläufige Tendenz bemerkbar.
3. Die Streuung der Einzelwerte ist im Januar am grössten und nimmt gegen den Sommer stetig ab. Die überwiegende Anzahl aller Messpunkte liegt im Januar innerhalb von $\pm 1^\circ$, im Mai innerhalb von $\pm \frac{1}{4}^\circ$. Auf die Betrachtung der Genauigkeit komme ich später noch einmal zurück.

Die entsprechenden Ergebnisse aus Palermo zeigt das nächste Bild. Die Übereinstimmung mit der vorigen Abbildung ist sehr gut, sowohl was den täglichen Gang anbelangt, als auch den Betrag der Streuung der einzelnen Punkte. Auch hier beobachten wir die grössere Neigung der Punktfelder zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang im

Winter. Im ganzen waren die Registrierungen in Palermo nicht so ergiebig wie in Gaeta z.T. wegen der im Sommer merklich geringeren Feldstärke, andererseits wegen der sehr viel stärkeren Störungen örtlicher und fremder Art.

Das nächste Bild zeigt die Punktfelder der 52 m -Welle für Gaeta. Diese Welle hat sich vorwiegend für die Übertragung in den Nachtstunden geeignet. Man beobachtet eine überraschende Gesetzmässigkeit im Tagesverlauf des Punktfeldes. In der Zeit von Mitternacht bis etwa 1 Std. vor Sonnenaufgang liegt die Mitte des Punktfeldes zwar etwas unter dem Soll, es ist aber keine besondere Erscheinung zu erkennen. Mit Sonnenaufgang in der Ionosphäre wandert das Punktfeld regelmässig und ziemlich unvermittelt bei gleichbleibender Streubreite nach oben und durchläuft ein Maximum, dessen Betrag etwa um $+ 2^{\circ}$ vom Soll abweicht. Tagsüber liefert die Welle keine Messpunkte. Nach Sonnenuntergang bis gegen Mitternacht erscheint das Punktfeld wieder, es liegt im Mittel etwas zu tief und man erkennt ein leichtes Ansteigen des Feldes bis Mitternacht.

Dasselbe zeigen die Ergebnisse aus Palermo. Auch hier ist derselbe Sonnenaufgangseffekt zu beobachten. In den Monaten Januar und Februar macht sich ein ähnlicher Effekt, jedoch mit umgekehrtem Vorzeichen bei Sonnenuntergang bemerkbar. Dieses abendliche Minimum verläuft jedoch erheblich flacher als es beim Morgen-Maximum der Fall ist. Die Nachtwerte liegen im Mittel wiederum $\frac{1}{2}^{\circ}$ zu tief. In den Wintermonaten Januar und Februar, wo gelegentlich die 52 m Welle auch bei Tag registrierfähig war, deutet sich, allerdings mit geringerer Punktfeldichte der Tagesverlauf des Punktfeldes an. Man sieht, dass dessen Neigung in der Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang denselben Sinn hat wie bei der 26 m Welle, im Betrag aber erheblich grösser ist als bei dieser. Die Streubreite des Punktfeldes ist an beiden Orten, in Gaeta und Palermo ungefähr dieselbe und auch jahreszeitlich ziemlich gleichbleibend. Die überwiegende Mehrzahl aller Punkte liegt innerhalb von $\pm 1^{\circ}$ von der Punktfeldmitte.

Hier die Ergebnisse der 36 m Welle. Sie lieferte in der Übergangszeit, teilweise auch in den Nachtstunden Messwerte. Der tägliche Gang ist auch hier zu erkennen, er ist aber nicht mehr so ausgeprägt wie bei der 52 m Welle. Man erkennt den Sonnenaufgangseffekt und auch

in den Abendstunden ein flaches Minimum. Der Nachtanteil des Punktfeldes liegt ebenfalls im Mittel um $0,7^\circ$ zu tief, die Tagwerte liegen, soweit vorhanden, ziemlich richtig in Bezug auf das Soll. Die Streuung der Messpunkte ist stärker als bei 26 m, jedoch geringer als bei 52 m.

20
351
links
Dieses Bild zeigt eine Gesamtdarstellung des täglichen- und jahreszeitlichen Verlaufs der Grosskreisfehler in stark schematisierter Darstellung gemeinsam für alle 3 Frequenzen. Beim Tagesverlauf wird hier besonders deutlich die Abnahme der Schräglage mit fortschreitender Jahreszeit zum Ausdruck gebracht. Ebenso erkennen wir wieder den klaren Zusammenhang zwischen der morgendlichen Störung und dem Sonnenaufgang. Was an dieser Darstellung besonders wichtig ist, ist die Feststellung, dass die einzelnen Frequenzen auf die Sonnenaufgangstörung ganz verschieden reagieren. Man betrachte etwa den Sonnenaufgang in den Monaten Mai oder Juli, in denen sich zu dieser Zeit alle 3 Frequenzen überlappen. Es ist hier bei der 26 m Welle überhaupt keine Andeutung einer Störung zu bemerken, trotzdem hier die längeren Wellen ganz ausgeprägte, regelmässige Abweichungen aufweisen. Den kürzeren Wellen ist danach unbedingt der Vorzug zu geben.

Der tägliche und jahreszeitliche Verlauf der Grosskreisfehler, wie er sich hier aus den Messungen ergeben hat, lässt sich mindestens qualitativ aus dem zeitlichen Auf- und Abbau der reflektierenden Schichten leicht einsehen. Betrachten wir etwa den Verlauf zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang. In diesem Intervall fällt das Punktfeld ziemlich gleichmässig von positiven Werten morgens, zu negativen Werten abends ab. Morgens ist aber, weil die Sonne im Osten steht, die Ionisierung der Schicht im Osten stärker als im Westen. Dementsprechend ist die Schicht am Vormittag schräg gelagert und zwar liegt sie im Osten tiefer, im Westen höher. Das Entgegengesetzte gilt für die Nachmittagsstunden. Setzt man dieses in Beziehung zu der Drehrichtung des Leitstrahls (von West über Süd nach Ost), so muss sich zwangsläufig das ergeben, was wir registriert haben.

Nimmt man als Masstab für den Auf- und Abbau der reflektierenden Schicht die Monatsmittel der Grenzfrequenz der F_2 -Schicht aus den

Registrierungen der Versuchsstation Herzogstand zu Hilfe, so lässt sich damit der tägliche Verlauf, wie ihn etwa die Punktfelder der 52 m Welle zeigen, in allen wesentlichen Zügen einschliesslich der SA- und SU-Störung recht gut erklären. Der obere Kurvenzug in 21 der Abbildung ist das Monatsmittel der Grenzfrequenz der F_2 -Schicht 25 für den Monat Januar in Abhängigkeit von der Zeit. Die maximale Trägerkonzentration der Schicht ist proportional dem Quadrat der Grenzfrequenz. Nun ist aber die Änderung der Trägerkonzentration mit der Ortszeit ein relatives Mass für den horizontalen Gradienten der Schicht quer zu unserer nord-südlichen Ausbreitungsrichtung und damit ein relatives Mass für die Schräglage der Schicht. Wir haben unter der Annahme einer parabolischen Verteilung der Trägerkonzentration mit der Höhe die Schräglage der Ionosphäre berechnet. Dies kann geschehen bis auf ein Proportionalitätsfaktor, der zunächst unbekannt ist und den wir daher den Messungen entnommen haben. Der so errechnete Tagesverlauf der Grosskreisabweichungen stimmt mit dem gemessenen Verlauf der 52 m Welle in den wesentlichen Zügen gut überein. Ich möchte bemerken, dass es sich hierbei zunächst nur um einen Versuch handelt, die beobachteten Grosskreisabweichungen in Beziehung zu setzen zu den Registrierungen der Ionosphäre-Stationen. Wir hoffen, dass weitere Arbeiten und Untersuchungen in dieser Richtung noch bessere und quantitativ richtigere Zusammenhänge aufdecken werden. Dies erscheint für die gesamte Raumwellen-Peiltechnik von besonderer Bedeutung zu sein, denn es ergeben sich daraus Möglichkeiten, eine Vorhersage von Peilkorrekturen anzugeben. Es ist zwar nicht zu erwarten, dass Grosskreisabweichungen momentaner Art auf diese Weise korrigiert werden können, es wird sich dies vielmehr beschränken auf die Erscheinungen, die regelmässig wiederkehrender Natur sind.

2 Ich komme nunmehr zu der Betrachtung der Genauigkeit. In dieser Übersicht sind als Säulen die Anzahl von Messpunkten aufgetragen, die innerhalb eines bestimmten Winkelbereichs liegen, bezogen auf die Gesamtzahl, und zwar ~~bedeutet~~ für die Winkelbereiche von $\pm 1/4^\circ$, $1/2^\circ$ und 1° . Die Prozentangaben bedeuten also die Wahrscheinlichkeit, mit der die Messpunkte innerhalb eines bestimmten Winkelbereiches liegen. Hier sind die Angaben für den Tag und für Gaeta.

Die Darstellung enthält ausser der Genauigkeitsangabe noch eine solche über die Anzahl der Messungen, die den einzelnen Säulen zugrunde liegen. Diejenigen Genauigkeitsangaben, die sich auf eine geringe Anzahl von Messpunkten stützen, sind schraffiert wiedergegeben. Wir sehen die Zunahme der Genauigkeit gegen den Sommer. Bei der 26 m Welle liegen im März über 70% aller Messpunkte innerhalb von $\pm \frac{1}{2}^\circ$, im Sommer liegen mehr als 70% aller Werte innerhalb von $\pm \frac{1}{4}^\circ$. Die 36 m Welle lieferte weniger genaue Ergebnisse.

Die Genauigkeitswerte für die Nacht sind allgemein etwas geringer als für den Tag. Trotzdem kann man damit rechnen, dass bei Wahl einer günstigen Übertragungsfrequenz mit mehr als 70% Wahrscheinlichkeit eine Genauigkeit von $\pm 1^\circ$ erreicht wird. Im Verlauf der Jahreszeit verschieben sich die Werte mit grossem Gewicht von 5.7 MHz im Winter über 8.3 MHz zu 11.4 MHz im Sommer.

Diese Genauigkeitsangaben bestimmen also etwa die Grenze der natürlichen Schwankungen in der Grosskreisausbreitung durch die Unregelmässigkeiten in der Ionosphäre.

Den Einfluss der Frequenz auf die Streubreite der Punktfelder zeigt das nächste Bild. Als Streubreite ist der Winkelbereich definiert, innerhalb dessen 70% aller Messpunkte liegen, bezogen auf die Mitte des Punktfeldes. Es ist jeweils das Ergebnis von Gaeta und Palermo für die drei zur Verfügung stehenden Frequenzen als Punkt eingetragen. Es ist offensichtlich, dass auch hier die hohen Frequenzen zu bevorzugen sind.

Die eben besprochene Genauigkeitsbetrachtung wurde nicht nur monatsweise, sondern auch tagweise durchgeführt. Hieraus haben sich bemerkenswerte Erkenntnisse ableiten lassen. Es sind hier jeweils die Mittelwerte der Genauigkeit von 7 aufeinanderfolgenden Tagen errechnet und als Prozentsatz der Gesamtpunktzahl aufgetragen für alle Messpunkte, die innerhalb von $\pm \frac{1}{4}^\circ$ liegen. Dies geschah aus dem Grunde, um das unterschiedliche Gewicht der Ergebnisse der einzelnen Tage auszugleichen. Man sieht, dass die Genauigkeit bis zur Jahresmitte langsam ansteigt. Dem gleichmässigen Anstieg überlagern sich periodische Schwankungen, die trotz des unruhigen Verlaufs der Kurve deutlich erkennbar sind. Es ergab sich so eine Periodendauer von 27 Tagen, was auf einen engen Zusammenhang mit der Tätigkeit der Sonne schliessen lässt. Auch bezüglich der einzelnen Tageskurven

lassen sich Unterschiede feststellen, welche im Zusammenhang mit der 27-tägigen Periode stehen. So ergab sich ferner, dass diejenigen Tageskurven, welche zu Zeiten geringer Sonnentätigkeit registriert wurden, im Mittel einen geringeren täglichen Gang, sowie auch kleinere kurzzeitige Schwankungen aufweisen, als solche Tageskurven, die zur Zeit der stärkeren Sonnentätigkeit aufgenommen worden sind. Es dürfte damit nachgewiesen sein, dass gewisse systematische Zusammenhänge zwischen der Tätigkeit der Sonne und dem Charakter und der Grösse der Grosskreisabweichungen der Raumwelle bestehen.

Ich komme jetzt auf die unregelmässigen, verhältnismässig kurzzeitigen echten Schwankungen in der Ausbreitungsrichtung zu sprechen. Die Punktfelddarstellungen geben nur über deren Grösse, nicht aber über den Verlauf Aufschluss. Für die praktische Peilung wäre es sehr vorteilhaft, wenn diese Schwankungen sehr schnell verlaufen würden, mindestens so schnell, dass sie sich innerhalb einer angemessenen Zeit, also etwa in einigen Minuten ausmitteln lassen könnten. Leider ist das nicht der Fall. Es hat sich gezeigt, dass ein erheblicher Teil der Schwankungen von längerer Dauer ist. Schwankungen von 15 und 30 min. Dauer sind keine Seltenheit. Wenn die Schwankungen von echten Schräglagen der Schicht hervorgerufen sind, so nimmt deren Grösse mit der Entfernung rasch ab. Bezeichnet man die Schräglage der Schicht mit ϵ , die Grosskreisabweichungen mit $\Delta\alpha$, so ist $\Delta\alpha = k \cdot \epsilon$, wobei k eine Funktion der Entfernung und Reflexionshöhe ist. Hier ist k für zwei verschiedene Schichthöhen als Funktion der Entfernung aufgetragen. Beträgt $\epsilon = 1^\circ$, so geben die Kurven direkt die Grösse der Grosskreisabweichungen in Abhängigkeit von der Entfernung an. Der Unterschied bei grösseren Entfernungen, also etwa zwischen Gaeta und Palermo ist nur gering, wie es ja auch die Ergebnisse gezeigt haben. In kleinen Entfernungen nehmen die Fehler sehr rasch zu, und es ist beispielsweise in Landsberg mit rund doppelt so grossen Fehlern zu rechnen wie in Gaeta bei gleicher Schräglage ϵ . Daraus kann man ersehen, dass bei kleinen Entfernungen die echten Grosskreisabweichungen immer mehr ins Gewicht fallen im Vergleich zu den Gerätefehlern, umgekehrt tritt in grossen Entfernungen der Gerätefehler immer mehr in den Vordergrund gegenüber den echten Abweichungen. Ferner kann man aus der Abbildung entnehmen, dass bei kleinen Entfernungen ein ziemlich krasser Unterschied zu erwarten

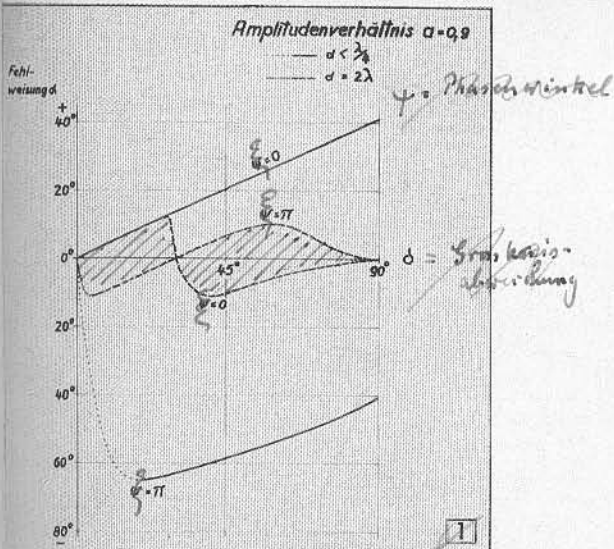
ist, wenn die Reflexion einmal in grossen Höhen, das andere mal in geringen Höhen stattfindet. Wir dürfen deshalb erwarten, dass in kleinen Entfernungen der Unterschied zwischen Sommer und Winter oder auch zwischen Tag und Nacht bedeutend sein wird. Das haben wir auch tatsächlich festgestellt. Der Unterschied zwischen den Registrierungen, die wir hier in Landsberg im Januar gemacht haben gegenüber denen im März ist sehr viel grösser als der entsprechende Unterschied zwischen den Januar- und März-Registrierungen in Italien.

7 "In diesem Bild bringe ich einige Beispiele über echte Gross-
35) kreiswanderungen. Da es sich hierbei um echte Abweichungen handelt, wurden sie sowohl vom Adcock wie von der Kommet-Registrierung übereinstimmend aufgezeichnet. Die Dauer der hier gezeigten Schwankung beträgt etwa 10 - 20 min. Diese Beobachtungen konnten häufig, im Dezember und Januar gemacht werden, zu einer Zeit also, wo entsprechend dem jahreszeitlichen Verlauf mit besonders grossen Ausbrechungen zu rechnen ist.

Zum Schluss möchte ich noch einige Beobachtungen erwähnen, die wir mitunter bei der gleichzeitigen Registrierung an zwei benachbarten Empfangsorten gemacht haben. Meist sind die Registrierungen an zwei verschiedenen Orten bezüglich der auftretenden Grosskreisschwankungen vollkommen in Übereinstimmung. Auch noch bei Ortsunterschieden von 30 km und einer Entfernung von rund 550 km vom Sender gleichen sich die Registrierungen fast bis in die Einzelheiten abgesehen von dem Anzeigeunterschied, welcher der Ortsdifferenz der beiden Beobachtungsstellen entspricht. Auch bei Entfernungen von 70 km haben wir noch Übereinstimmung gefunden mindestens in den wesentlichen Zügen. Man kann daraus Rückschlüsse machen auf die Ausdehnung der für die Reflexion massgeblichen Fläche in der reflektierenden Schicht.

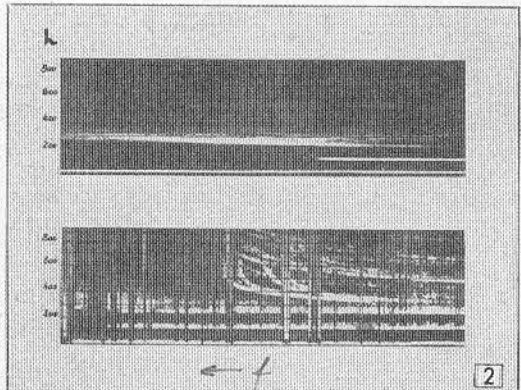
8 Gelegentlich haben wir jedoch Unterschiede festgestellt, im zeit-
35) lichen Ablauf der auftretenden Schwankungen. Hier ein Beispiel aus früheren Messungen. Der eine Beobachtungsort, Seewalchen bei Salzburg war von dem anderen (Wels) ungefähr 35 km quer zur Leitstrahlrichtung entfernt. Man sieht, dass die Schwankungen an dem einen Ort zeitlich gegenüber denen von Seewalchen um etwa 2 min. diffe-

rieren. Wir haben danach noch einen dritten Beobachtungsort eingerichtet, welcher ebenfalls in der gleichen Entfernung aber in Richtung auf den Sender zu gelegen war. Es zeigte sich, dass in den meisten Fällen der zeitliche Ablauf der Schwankungen an den in nord-südlicher Richtung liegenden Stationen in Übereinstimmung war, wogegen in Ost-West-Richtung wiederholt zeitliche Unterschiede gemessen wurden. Es liegt augenblicklich nicht genügend Material vor, um sichere Aussagen über das Zustandekommen dieser Erscheinung zu machen. Es ist zu vermuten, dass es sich hierbei um horizontale Strömungen in der reflektierenden Schicht handelt.



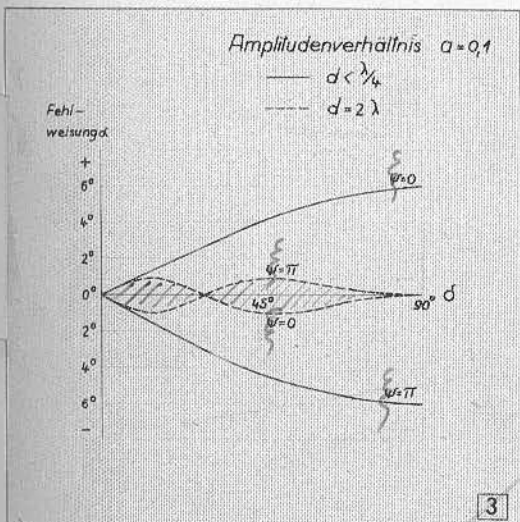
Protokolle für Hochfrequenzforschung Ferd. Braun-Jnst. **Zwei Ausbreitungswege Gross- u. Kleinbasissystem** 1943 D Bz 001/22

zu S. 28



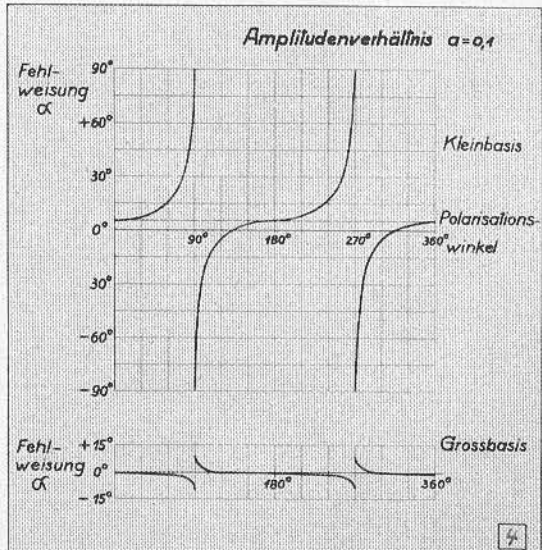
Protokolle für Hochfrequenzforschung Ferd. Braun-Jnst. **Registrierung von Streuechos** 1943 D Bz 001/17

zu S. 30



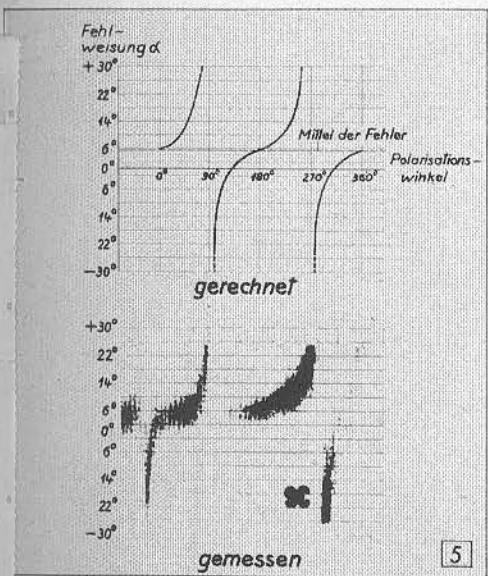
Protokolle für Hochfrequenzforschung Ferd. Braun-Jnst. **Zwei Ausbreitungswege Gross- u. Kleinbasissystem** 1943 D Bz 001/25

zu S. 34



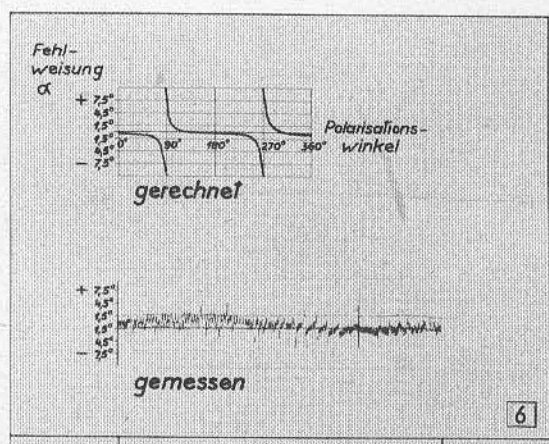
Protokolle für Hochfrequenzforschung Ferd. Braun-Jnst. **Fehlweigung in Abhängigkeit linear drehender Polarisation Rückstrahler bei $\delta=90^\circ$** 1943 D Bz 001/33

zu S. 32



Protokolle für Hochfrequenzforschung Ferd. Braun-Jnst. **Adcock-Fehler bei Drehung der linearen Polarisation** 1943 D Bz 001/27

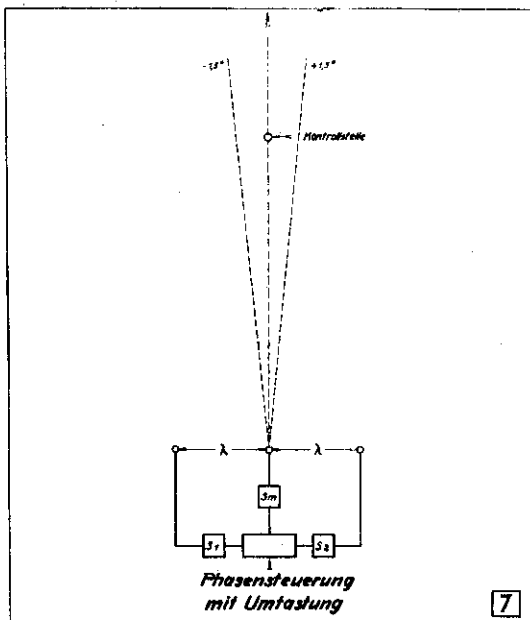
zu S. 33



Protokolle für Hochfrequenzforschung Ferd. Braun-Jnst. **Kamel-Fehler bei Drehung der linearen Polarisation** 1943 D Bz 001/34

zu S. 33

46

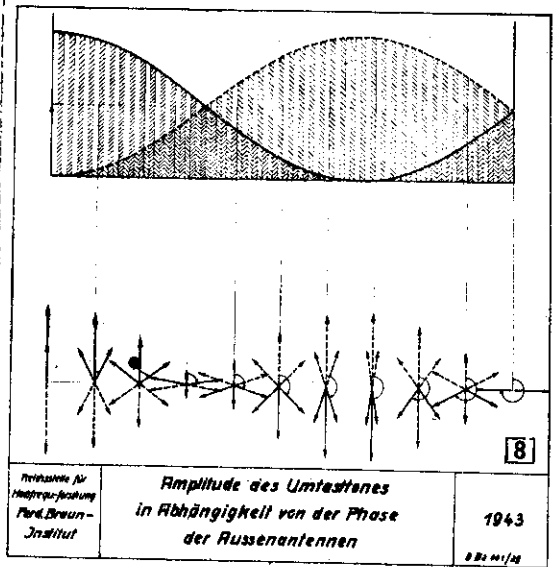


Reichsanstalt für
 Hochfrequenztechnik
 Ferd. Braun-
 Institut

Großbasisanlage Ahlimbsmühle
 Schematischer Aufbau

1943
 D. Bz. 001/08

7 zu S. 34

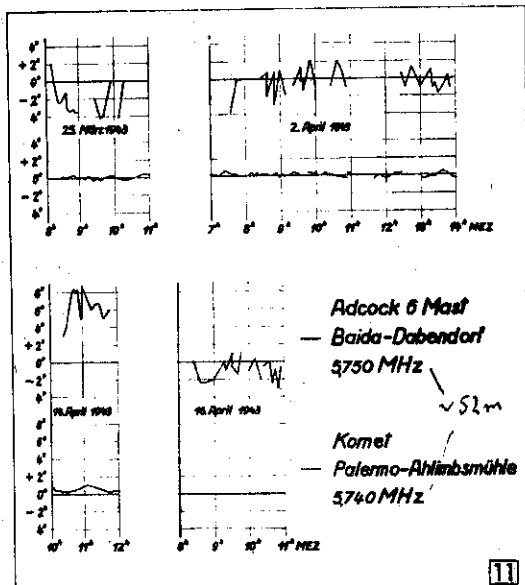


Reichsanstalt für
 Hochfrequenztechnik
 Ferd. Braun-
 Institut

**Amplitude des Umfassunges
 in Abhängigkeit von der Phase
 der Russenantennen**

1943
 D. Bz. 001/09

8 zu S. 34

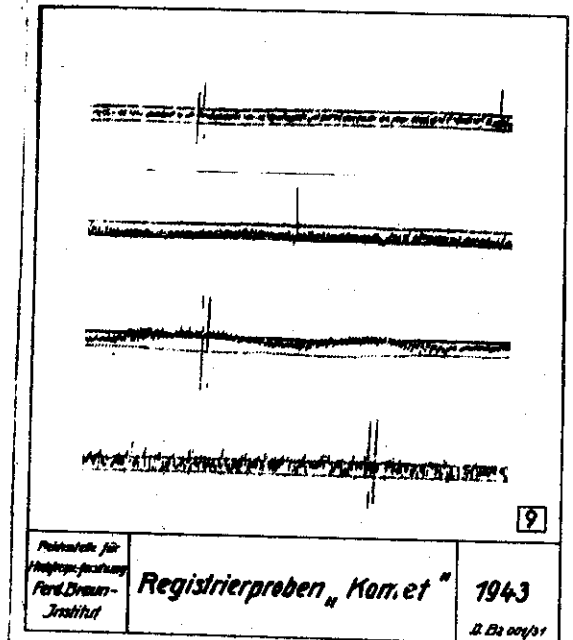


Reichsanstalt für
 Hochfrequenztechnik
 Ferd. Braun-Inst.
 Lindenberg Luft

Vergleich: Adcock-Komet

1943
 D. Bz. 001/17

11 zu S. 36

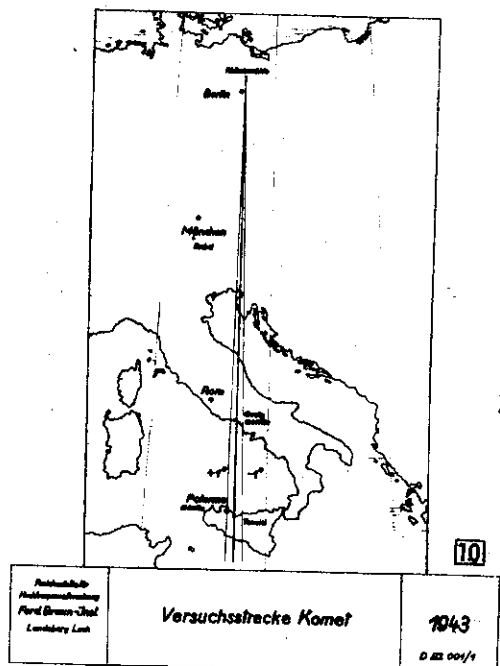


Reichsanstalt für
 Hochfrequenztechnik
 Ferd. Braun-
 Institut

Registrierproben „Komet“

1943
 D. Bz. 001/11

9 zu S. 35

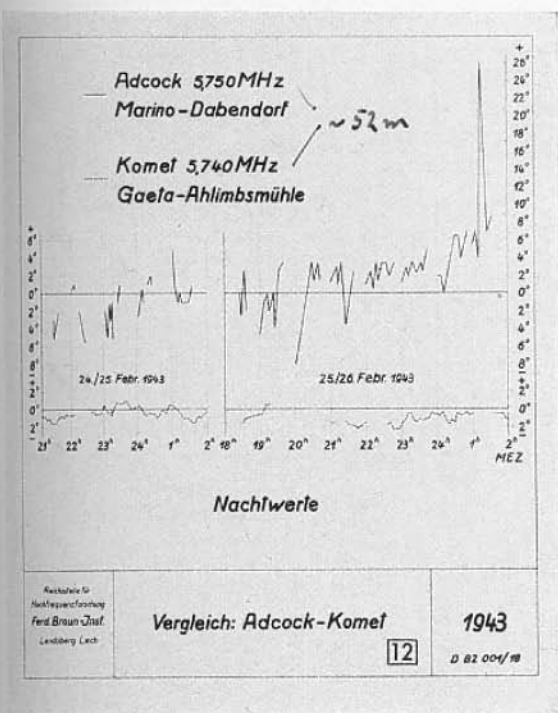


Reichsanstalt für
 Hochfrequenztechnik
 Ferd. Braun-Inst.
 Lindenberg Luft

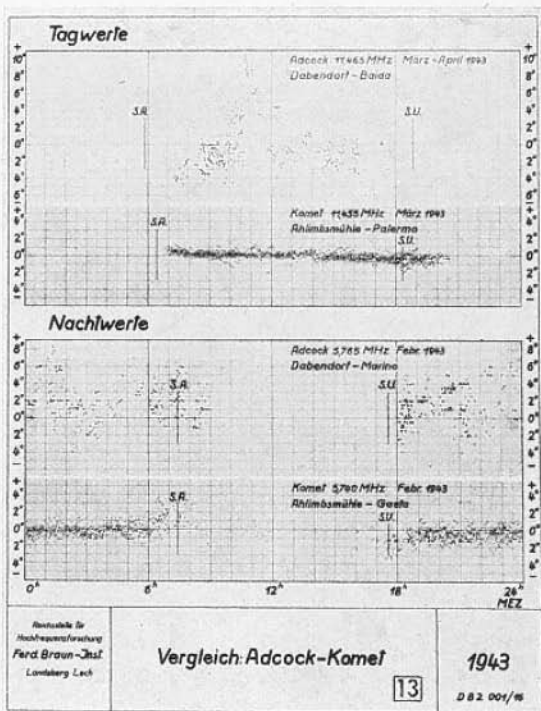
Versuchsstrecke Komet

1943
 D. Bz. 001/11

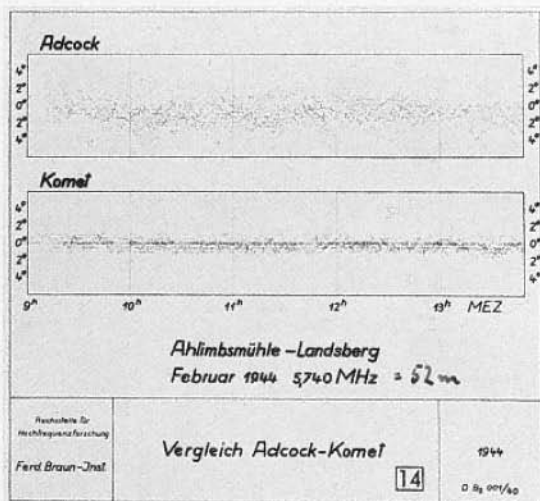
10 zu S. 35



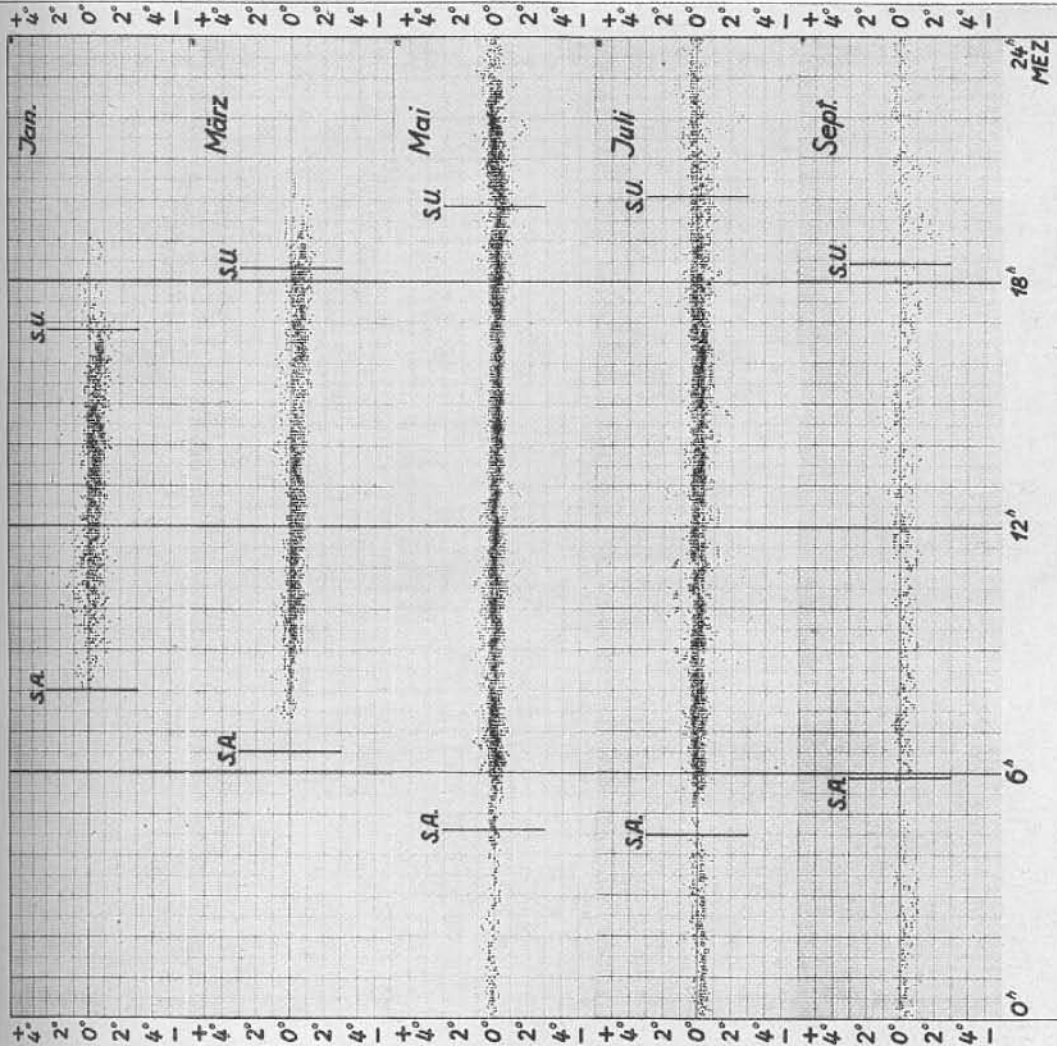
zu S.36



zu S.37



zu S.37

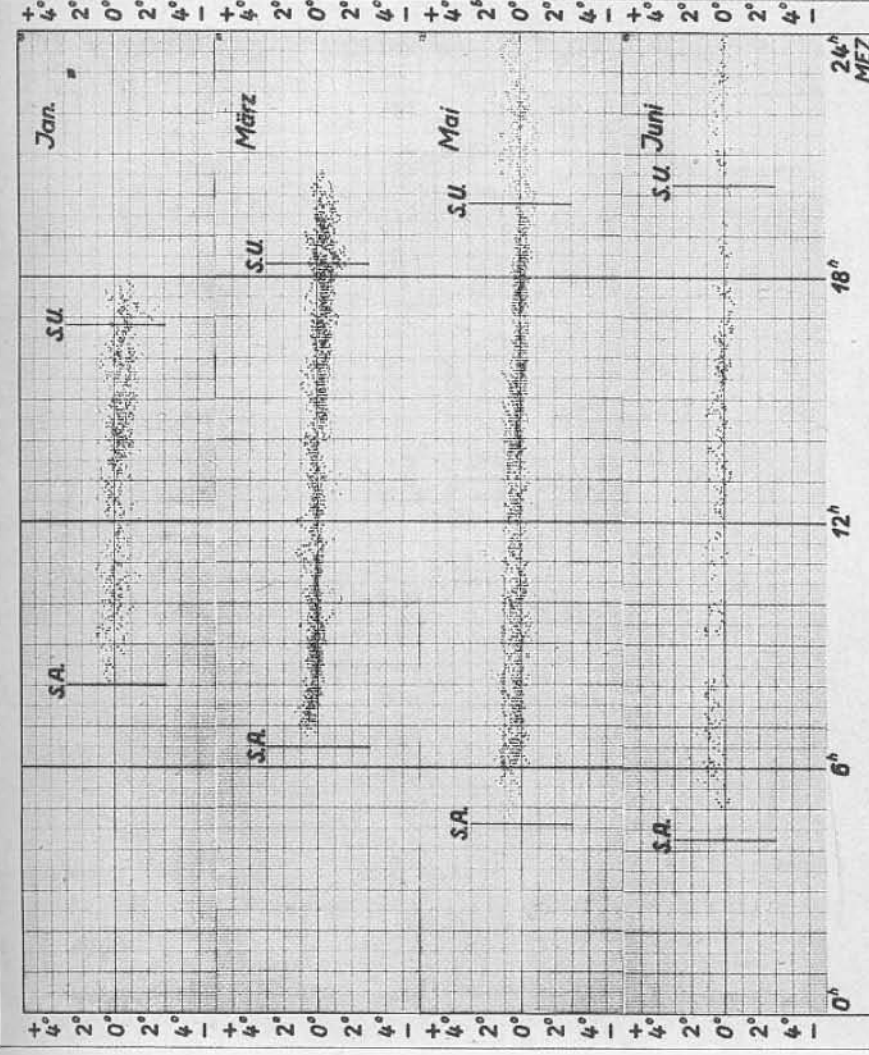


Reichsstelle für
 Hochfrequenzforschung
Ferdin. Braun - Inst.
 Landsberg Lech
 Fliegerhorst

Messwerte „Komet“
Ahlrbmsmühle - Gaefa
11,455 MHz = 26 m

1943

15



Reichsstelle für
 Hochfrequenzforschung
Ferd. Braun - Inst.
 Landsberg Lech
 Fliegerhorst

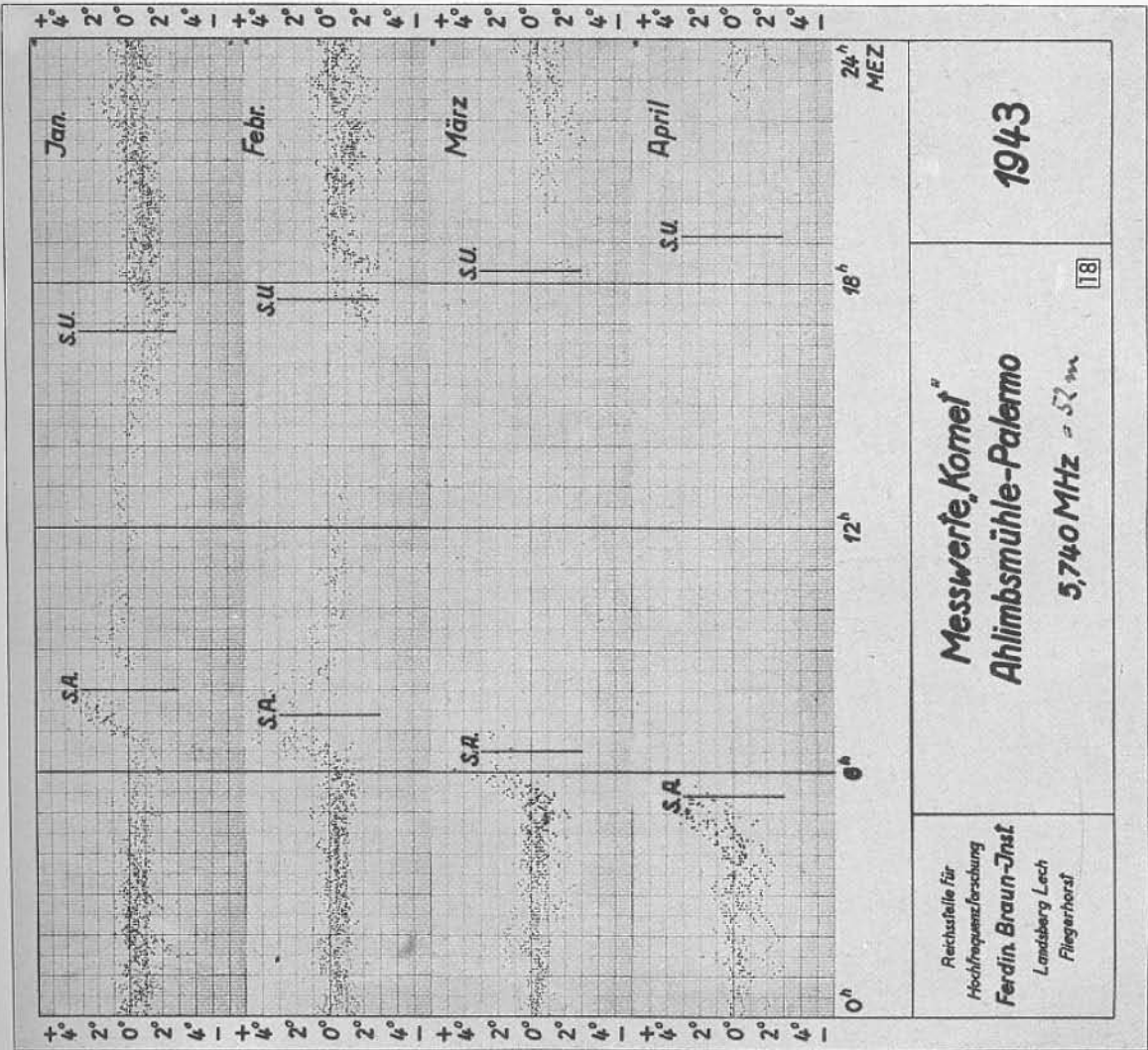
Messwerte „Komet“
Ahlrbmsmühle - Palermo
11,455 MHz = 26 m

1943

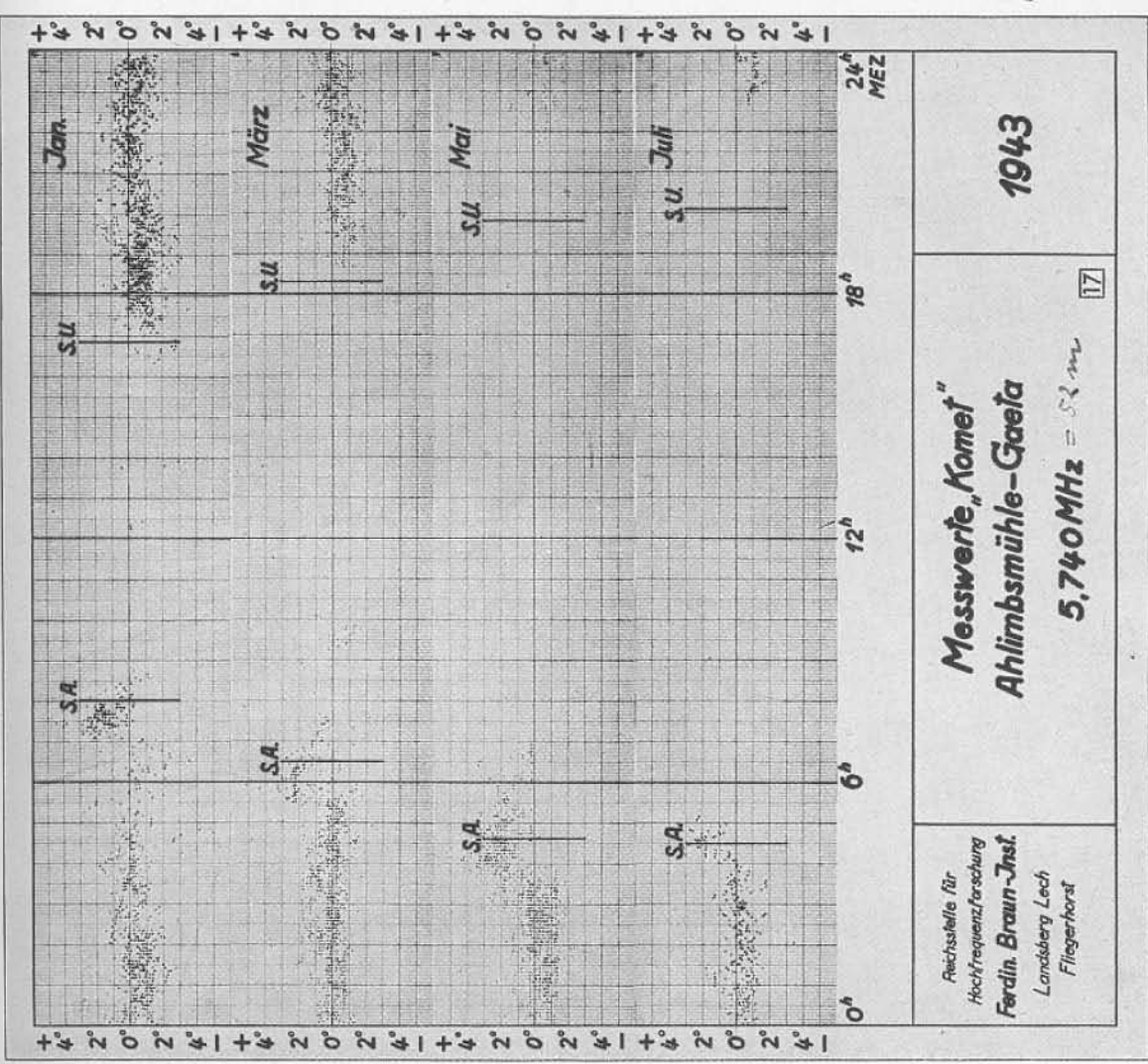
16

24 S. 38 m. h. v. m.

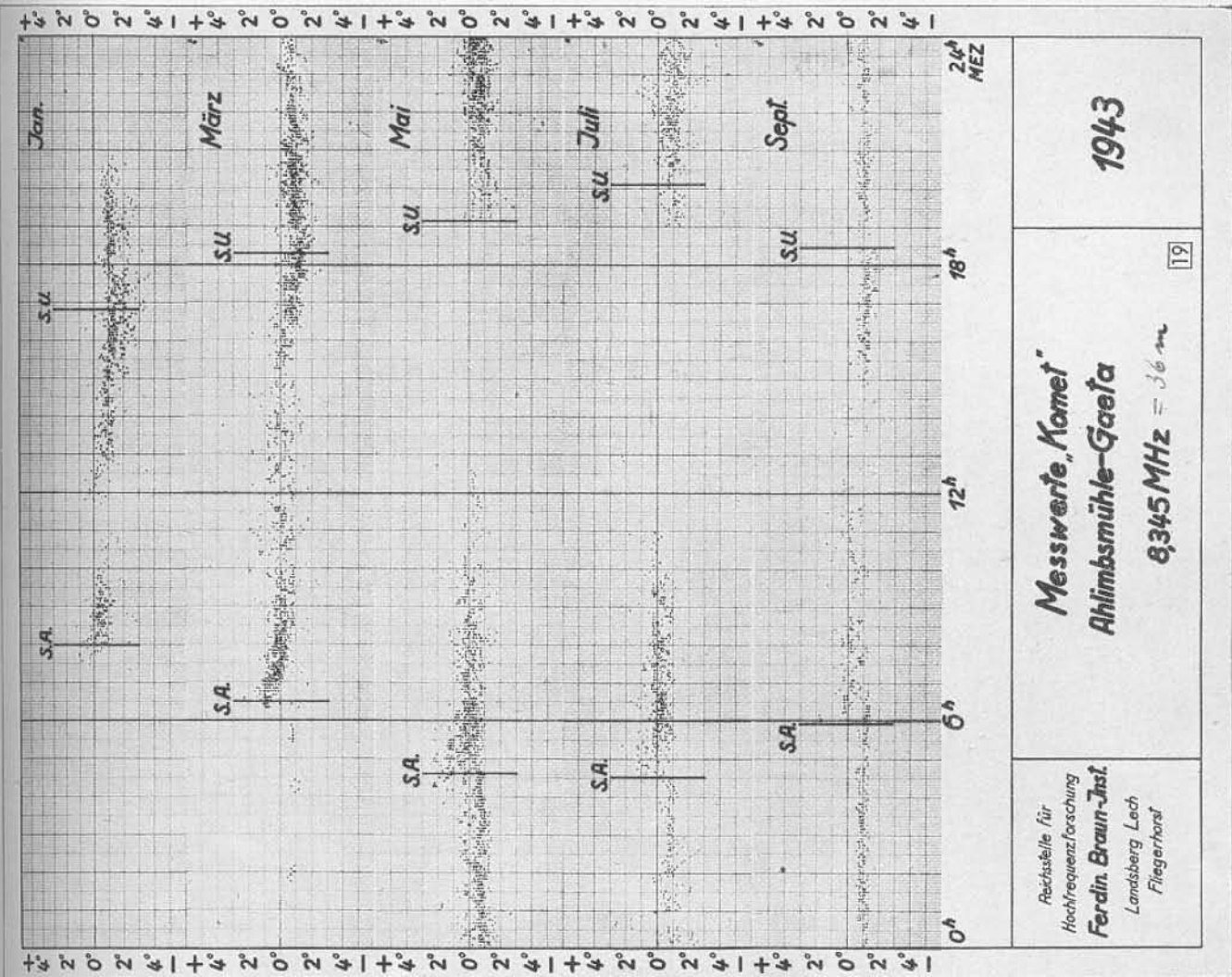
24 S. 38 m. h. v. m.



zu S. 39 Mitte



zu S. 39 oben



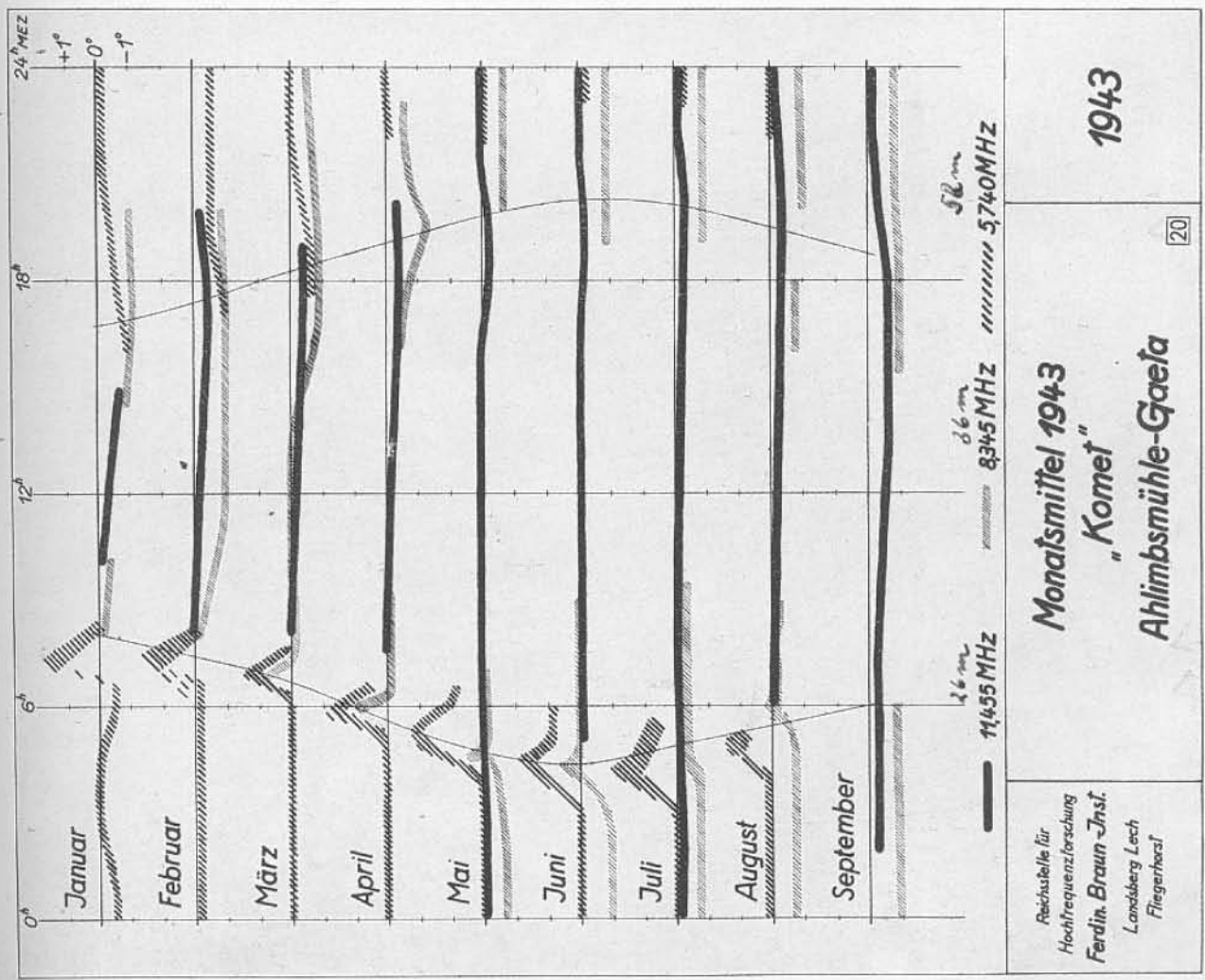
Rechsstelle für
 Hochfrequenzforschung
Ferdin. Braun-Inst.
 Landsberg Lech
 Fliegerhorst

Messwerte „Komet“
Ahlimbühle-Gaefa
 6345 MHz = 36 m

1943

24^h MEZ

24 S. 39 101.5 cm



Rechsstelle für
 Hochfrequenzforschung
Ferdin. Braun-Inst.
 Landsberg Lech
 Fliegerhorst

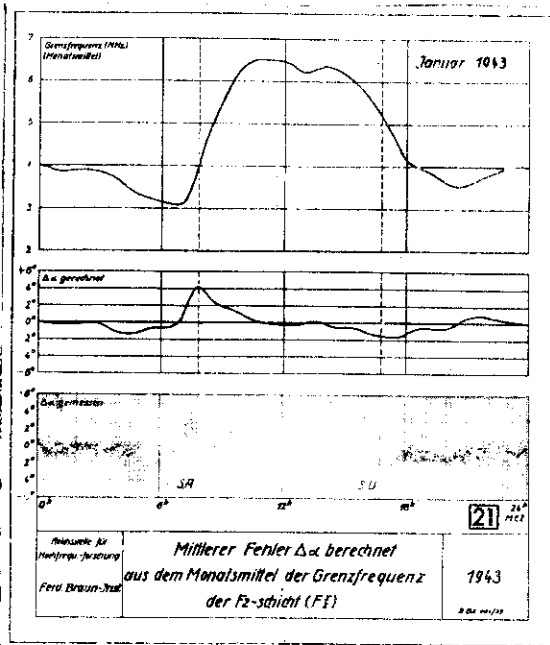
Monatsmittel 1943
„Komet“
Ahlimbühle-Gaefa

1943

24^h MEZ

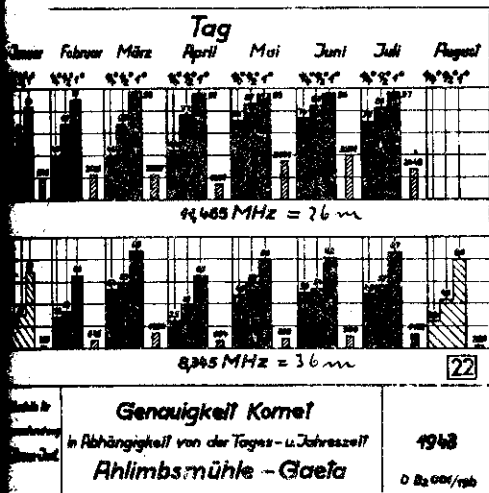
11455 MHz
 8345 MHz
 5740 MHz

24 S. 40



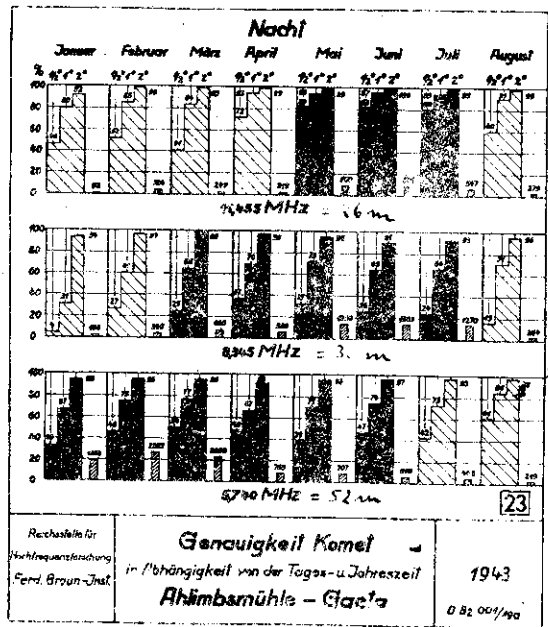
21

Zu S. 41

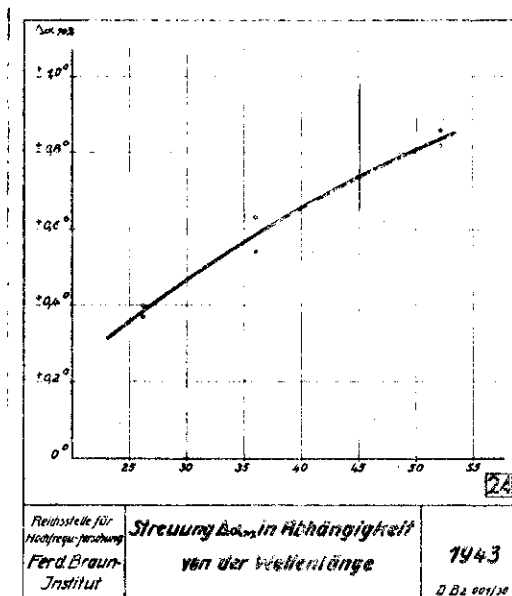


22

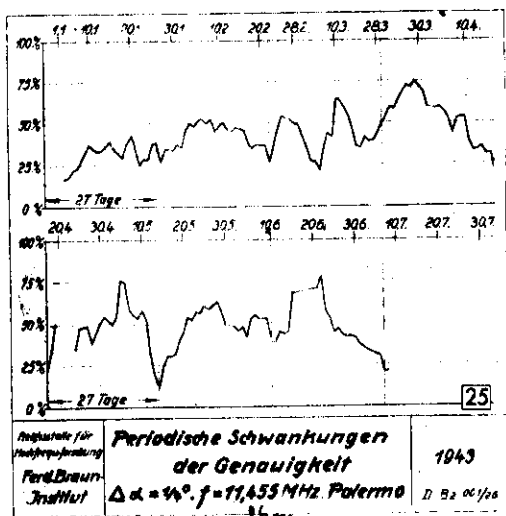
Zu S. 41



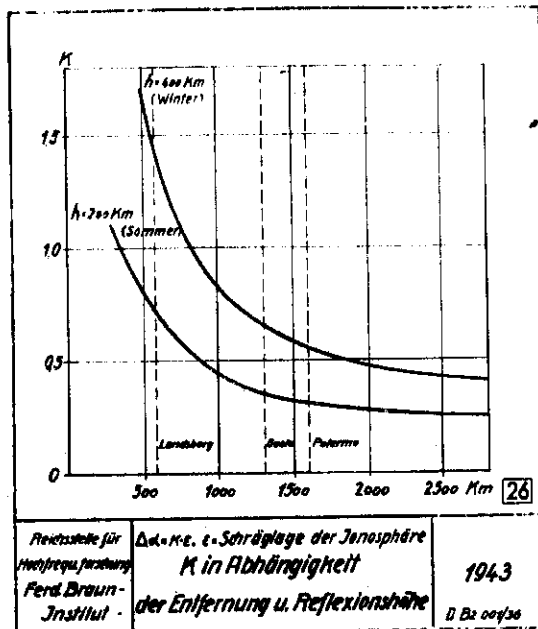
23 Zu S. 42



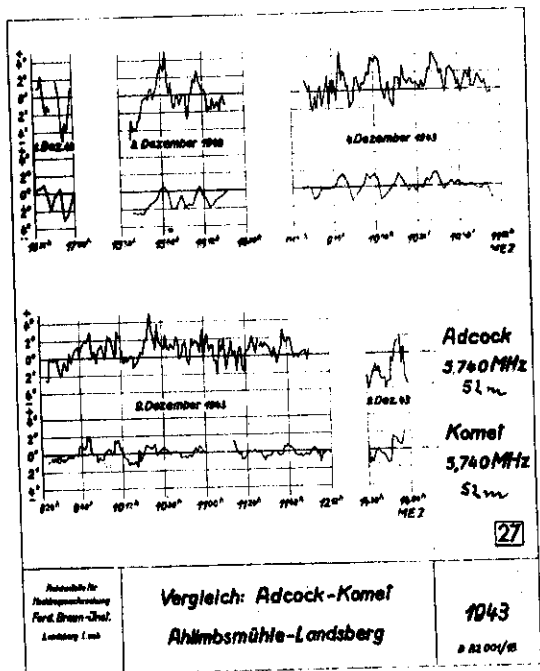
24 Zu S. 42.



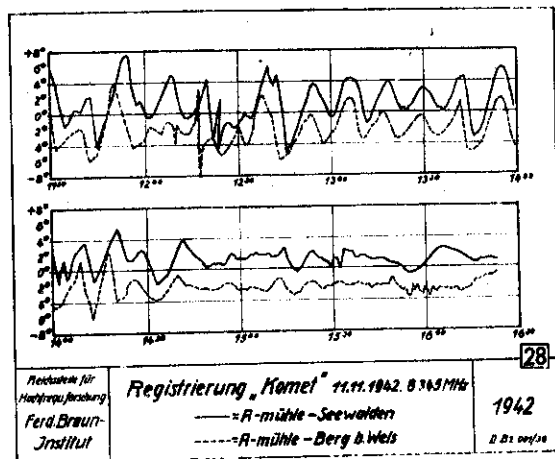
25 zu S. 42.



26 zu S. 43



27 zu S. 44



28 zu S. 44.