

Deutscher Wetterdienst in der US-Zone

Zentralamt Bad Kissingen

Leiter: Prof. Dr. Ludwig Weickmann

230380

Berichte
des
Deutschen Wetterdienstes
in der US-Zone

Nr. 26

**I. Die Peilung atmosphärischer Störungen zum Zwecke
der Wetterprognose**

von Dr. ing. H. Meinhold, Zürich

**II. Die Peilung von Luftstörungen der drahtlosen Telegraphie
zum Zwecke der Wettererkundung**

von F. Schindelhauer und H. Israël

(Nachdruck aus den Forschungs- und Erfahrungsberichten
des Reichswetterdienstes Reihe B, Nr. 18)



Bad Kissingen 1951

Bericht

Deutscher Wissenschaftler
in der USA

1954

Die deutsche Wissenschaftler in den USA
im Jahre 1954

Die deutsche Wissenschaftler in den USA
im Jahre 1954

1954

Deutscher Wissenschaftler
in der USA

I. Die Peilung atmosphärischer Störungen zum Zwecke der Wetterprognose

von Dr. ing. H. Meinhold, Zürich

Übersicht:

Nachdem die Peilung atmosphärischer Störungen für meteorologische Zwecke im Ausland immer mehr in Anwendung kommt, ist es nötig, sich einen Überblick über die Möglichkeiten, Anwendungen und die apparativen Erfordernisse zu verschaffen. Das Übergreifen der Methode auf mehrere Gebiete der Physik: Lufterlektrizität, Hochfrequenztechnik, Aerologie und allgemeine Meteorologie erschwert natürlich das Verständnis und macht es unmöglich, das Thema im Rahmen eines Aufsatzes erschöpfend zu behandeln.

1. Meteorologische Grundlagen.

Die enge Verkopplung der atmosphärischen Störungen mit der Meteorologie (1) hat dazu geführt, die Registrierung und vor allem die Peilung der atmosphärischen Störungen (im folgenden „AS“) für Synoptik und Prognose heranzuziehen. Da wir voraussetzen, daß AS ihren Ursprung in elektrischen Entladungen in der Troposphäre haben, also Blitzen entspringen, gestattet die Bestimmung der Einfallrichtung von AS die Peilung von Gebieten, in denen Blitze auftreten.

Der Blitz ist eine elektrische Entladung, die zum Zusammenbruch eines elektrischen Feldes führt, das durch meteorologische Vorgänge aufgebaut worden ist. Wetterlagen, die mit Blitzen oder deren Folgeerscheinung, dem Donner, verbunden sind, nennen wir im synoptischen Sinn Gewitter. Es sind jedoch nicht alle Entladungen sichtbar oder als Donner hörbar. Wir kennen Registrierungen von elektrischen Entladungen, die alle Eigenschaften der bekannten „Blitze“ haben, ohne daß hörbare oder bei Tag sichtbare Erscheinungen auftreten. Es gibt also Gewitter, die von den meteorologischen Bodenstationen nicht erfaßt werden (2).

Die Frage des Gewittermechanismus, d. h. der Elektrizitätsentstehung und des Feldaufbaues sind noch nicht endgültig geklärt, sie spielt bei unseren Betrachtungen keine entscheidende Rolle. Nach unseren heutigen Kenntnissen müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein, soll es zur Gewitterbildung kommen:

1. Es muß Feuchtlabilität bis in große Höhen vorhanden sein.
2. Es muß ein Auslösevorgang vorhanden sein, der die Luft bis zum Kondensationsniveau hebt.
3. Die entstehende Gewitterwolke muß sich über die Nullgradgrenze erstrecken.
4. Das Kondensationsniveau muß sich unterhalb der Nullgradgrenze befinden.

Die ersten beiden Bedingungen führen zur Vertikalbewegung und Quellwolken. Die dritte und vierte Bedingung ist bestimmend dafür, daß sowohl die Eis- als auch die Wasserphase in der Wolke vorhanden ist, denn wir müssen annehmen, daß das Nebeneinander bzw. Ineinanderübergehen beider Phasen maßgebend an der Ladungsentstehung beteiligt ist. Die Vertikalbewegung führt zur Ladungstrennung und zum Feldaufbau.

Damit sind diejenigen Wetterlagen bzw. Gebiete, die mittels der Peilung der AS erfaßt werden, eindeutig

festgelegt. Es sind Gebiete, in denen die Bedingungen für das Entstehen von Quellbewölkung vorhanden sind und deren Temperaturverteilung eine Gewitterbildung möglich macht. Wie bereits angeführt, sind in diesen Gebieten Gewitter im synoptischen Sinn nicht nötig.

Während für den Prognostiker bisher die Aufgabe bestand, aus der Wetterlage die Möglichkeit der Gewitterbildung vorauszusagen, stellt die Radiometeorologie die umgekehrte Aufgabe, aus dem Auftreten von Gewittern Schlüsse auf die Wetterlage und ihre Weiterentwicklung zu ziehen.

Für mitteleuropäische Verhältnisse trifft man gewöhnlich eine Einteilung der Gewitter in Front- und Wärmegewitter. Das Wärmegewitter erhält seine Auslöseenergie aus der Einstrahlung und Überhitzung am Boden, das Frontgewitter dagegen aus der kinetischen Energie der Luftmassen. In der Praxis ist diese Unterscheidung nicht immer möglich. Das Bjerknes'sche Zyklonenschema, so fruchtbar es auch gewesen ist, hat eine Erstarrung der Meteorologie gebracht, indem allzu häufig nur noch die Front als wetterwirksam angesehen wird. Demzufolge bemüht man sich, das Wettergeschehen Fronten zuzuordnen bzw. Fronten dem Wettergeschehen zuzuordnen, so daß die Fronten auf den Wetterkarten weit häufiger sind als in der Wirklichkeit. Es ist also verfehlt, wenn man versucht, Peilungen von AS und Fronten der Wetterkarte in Einklang zu bringen und aus der fehlenden Übereinstimmung auf die Unbrauchbarkeit der Methode zu schließen. Soweit innerhalb einer Zyklone eine Kaltfront vorhanden ist, kann sie auch eine Quelle von AS sein. Ob Störungen auftreten, hängt von der Jahreszeit, der geographischen Breite und dem Alter der Front ab, bestimmend sind die aufgeführten Bedingungen.

Von großer Bedeutung sind orographische Einflüsse. Man wird häufig Herde von AS finden, wo die Front bzw. die Luftmasse auf ein Hindernis, z. B. ein Gebirge oder eine Küste auftrifft. Die Wirkung von Gebirgen bei der Gewitterbildung ist ein zweifache, einmal wird die Luft durch das Hindernis zum Aufsteigen gezwungen, zum anderen bewirkt die Einstrahlung, daß auf einer Hochebene die Temperatur höher wird als die Temperatur dieses Niveaus in der freien Atmosphäre, d. h. die Auslösetemperatur wird leichter erreicht. Dagegen sind Fronten als Herd von AS über dem Atlantik seltener. Man kann, um die Möglichkeit des Vorhandenseins von AS abzuschätzen, die bekannten Gewitterstatistiken heranziehen. Abbildung 1 zeigt die relative

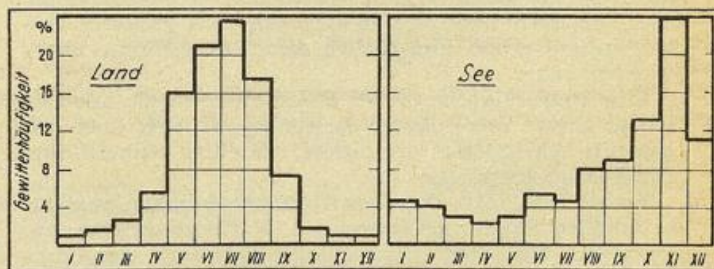


Abb. 1. Gewitterhäufigkeit über Land und See.

Gewitterhäufigkeit von Mitteleuropa und Atlantik. Vergleicht man die jahreszeitliche Verteilung von Land und See, so fällt auf, daß beide Kurven nahezu in Gegenphase sind. Hier drückt sich die Verschiedenheit der Auslöseursache aus. Über See ist die Auslösung vorwiegend durch Konvektion bedingt, kalte Luft strömt über die warme Meeresoberfläche, wird erwärmt und steigt auf. Dieser Vorgang ist am wirksamsten im Herbst. Über Land werden die unteren Luftschichten durch Einstrahlung erwärmt und zum Aufsteigen gezwungen. Dieser Vorgang ist am wirksamsten im Sommer. Der Einfluß orographischer Hindernisse kommt in der absoluten Gewitterstatistik zum Ausdruck: Potsdam hat im langjährigen Jahresmittel 26,5 Gewittertage, über dem Atlantik ist die Zahl kleiner als 5.

Die Front ist also nicht a priori ein Sender für atmosphärische Störungen, sondern sie birgt die Möglichkeit in sich, Gewitter zu entwickeln bzw. AS auszusenden. Die Front ist als solche radiometeorologisch gesehen da

zu erkennen, wo durch günstige Bedingungen die Auslösung des Gewitterstadiums erfolgt. Ist die Front sehr aktiv, also der Unterschied der potentiellen Energie beider beteiligter Luftmassen (die in kinetische Energie umgesetzt wird) sehr groß, so läßt sich die Front auf einem großen Teil ihrer Zugstraße verfolgen, sie ist ein kontinuierlicher Sender von AS. Weit häufiger sind jedoch die Fälle, wo ein Labilitätsgebiet im Verlauf des Vorüberziehens einer Depression als Sender von AS erscheint, mehrere Tage am gleichen Ort bestehen bleibt und danach erlischt. Dieses Gebiet kann vor oder hinter der Front oder ohne erkennbare Front auftreten, häufig finden sich solche Labilitätsgebiete dort, wo man Stau vermuten kann. Diese Tatsache bestätigt, daß nicht nur die Front der Sitz von Instabilitäten ist. Ein Beispiel für ein mehrtägiges Labilitätsgebiet, das man nicht einer Front zuschreiben kann, ist die Wetterlage vom Juli 1949. (Die Daten sind dem Wetterbericht der Schweizerischen MZA entnommen.)

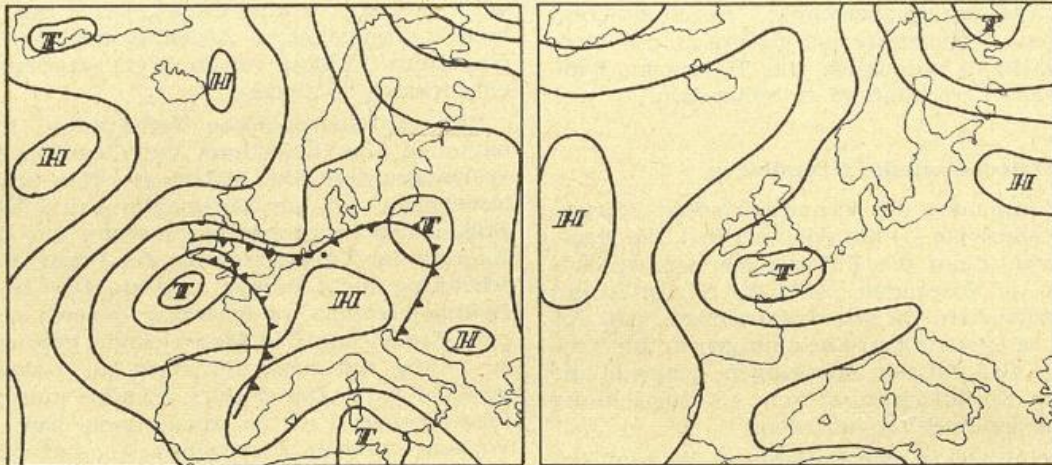


Abb. 2.

Wetterlage am 15. und 17. Juli 1949 (Wetterbulletin MZA Zürich)

Vom 14. bis 19. Juli werden im Gebiet der Alpen fast täglich Gewitter ausgelöst, die Druckverteilung zeigt (Abb. 2), daß die Alpen während dieser Zeit am Südrand eines zyklonalen Strömungssystems lagen. Der Temperaturverlauf (Abb. 3) zeigt, daß beständig Kaltluft eingeflossen ist und die Labilität eingeleitet hat. Wir sehen, daß Gewitter immer dann ausgelöst werden, wenn eine neue Kaltluftstaffel einfließt, was besonders gut in den Temperaturen vom Jungfraujoch zum Ausdruck kommt. Wir haben es also gar nicht mit einer Front im üblichen Sinn zu tun, sie ist in mehrere hintereinander liegende Fronten aufgelöst. Interessant ist der Vergleich mit der Höhenwindverteilung, aus der hervorgeht, daß die Gewitter dann bevorzugt auftreten, wenn der Bereich der Alpen in eine westliche bis südliche Strömung gerät, sowohl in der Periode vom 14. bis 20. als auch vom 29. bis 30. Juli. Das ist ein deutliches Ansprechen der Gewitterbildung auf einen Luftkörper bzw. dessen Grenze innerhalb eines Strömungssystems. Man bekommt, wie das angeführte Beispiel zeigt, eine Art dreidimensionale Messung, die zwar nicht die Genauigkeit der Radiosonde erreicht und sie nicht ersetzen kann, dafür aber ein weit größeres Gebiet grosso modo hinsichtlich seiner Luftkörper überwachen kann.

Eine Peilstation in großer Entfernung würde alle Gewitter dieses angeführten Beispiels, die sich über das gesamte Alpengebiet erstrecken, als einen einheitlichen Herd zusammenfassen.

Bisher hat man die Gewittererscheinungen nur als sekundäre Folgeerscheinung des Wettergeschehens betrachtet. Die Radiometeorologie verlangt den umgekehrten Weg. Eine statistische Bearbeitung in dieser Richtung ist leider bisher noch nicht erfolgt. Sie könnte

auch ohne Peilungen von meteorologischer Seite erfolgen, wenn man die Gewitterstatistiken und Kenntnisse über die Gewitterentstehung einmal unter dem Gesichtspunkt betrachten würde, daß man aus der Erscheinung die Ursache ableitet. Man muß sich darüber klar sein, daß man natürlich nicht das Gesamtwetter nur mit Hilfe von Gewitterpeilungen erfassen könnte und damit das Beobachter-Netz entbehrlich würde. Aber man bekommt eine wesentliche Bereicherung der Synoptik, da man in der Lage ist, das Verhalten von Labilitätsgebieten dauernd zu überwachen und aus dem Verhalten, sowohl Entstehen, Verlagerung oder Aufhören auf das großräumige Wettergeschehen und seine Stabilität zu schließen. Hierin liegt die Hauptbedeutung der Störungspeilung. Außer Frage steht der große Nutzen, den die Flugmeteorologie daraus ziehen kann. Die Peilung gibt einen sofortigen Hinweis auf Labilitätsgebiete, die von den Flugrouten umgangen werden müssen. Dieser Vorteil hat sowohl England und die USA und neuerdings auch Argentinien bewogen, diese Methode großzügig einzusetzen. So sind z. B. für Argentinien 2 Peilnetze mit je 3 Stationen vorgesehen, England betreibt 4 Stationen, mit denen die britischen Inseln, Westeuropa und ein Teil des Atlantiks überwacht werden kann. Für den allgemeinen Wetterdienst hat Frankreich und die Schweiz die Störungspeilung seit langem mit Erfolg eingesetzt. Dem Leiter der Meteorologischen Zentralanstalt der Schweiz, Herrn Prof. J. Lugeon, kommt das Verdienst zu, immer wieder auf die Vorteile und die Brauchbarkeit dieser Methode hingewiesen zu haben und wesentlichen Anteil an der apparativen und wissenschaftlichen Entwicklung genommen zu haben. Auch in Deutschland ist während des Krieges auf dem Gebiet der Störungspeilung ge-

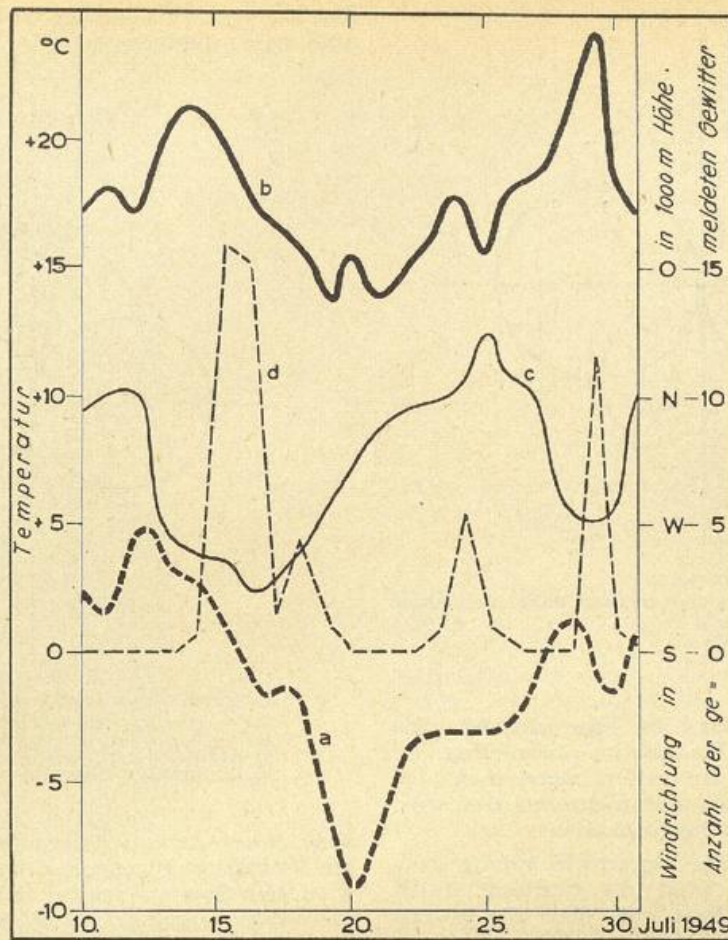


Abb. 3. Temperatur, Höhenwind und Zahl der Gewitter in der Schweiz im Juli 1949

- a) Temperatur Jungfrauoch
- b) Temperatur Interlaken
- c) Windrichtung in 1000 m Höhe
- d) Zahl der von 24 Stationen gemeldeten Gewitter

arbeitet worden. Leider haben weder die in Danzig (Reichsstelle für Hochfrequenzforschung) noch die in Potsdam (6) durchgeführten Untersuchungen wegen der Ungunst der äußeren Verhältnisse zum Einsatz für den Wetterdienst geführt. Diese Arbeiten sind bisher noch nicht wieder aufgenommen worden.

2. Apparative Grundlagen.

Als Empfangsfrequenz für AS und für die Peilung der Herde sind das 27-kHz- und das 10-kHz-Band in Anwendung. Das 10-kHz-Band hat den Vorteil, daß die Ausbreitungsverhältnisse konstant sind, während die Reichweite der AS im 27-kHz-Band abhängig ist vom Zustand der Ionosphäre, so daß sich zwischen Tag und Nacht sehr große Unterschiede ergeben. Andererseits können diese Unterschiede, die von Herd zu Herd, je nach Lage und Entfernung verschieden sind, zur Kennzeichnung der einzelnen Herde mit Vorteil verwendet werden.

Es sind zwei verschiedene Peilsysteme entwickelt worden und im Gebrauch: Der Kathodenstrahlpeiler und der Schmalsektorpeiler.

Der Kathodenstrahlpeiler wird in England (3) und den USA verwendet. Er benötigt als Aufnahmeorgan 2 gekreuzte Richtantennen, Abbildung 4. Jede der Antennenspannungen wird einem Verstärker zugeführt, verstärkt und steuert je ein Ablenkpaar eines Braunschen Rohres. Jede Störung wird durch einen Strich angegeben, dessen Lage der Einfallsrichtung der Störung entspricht. Die Charakteristik jeder Richtantenne ist ein Doppelkreis (Abb. 5). Die Ablenkspannungen des Braunschen Rohres werden den induzierten Antennenspan-

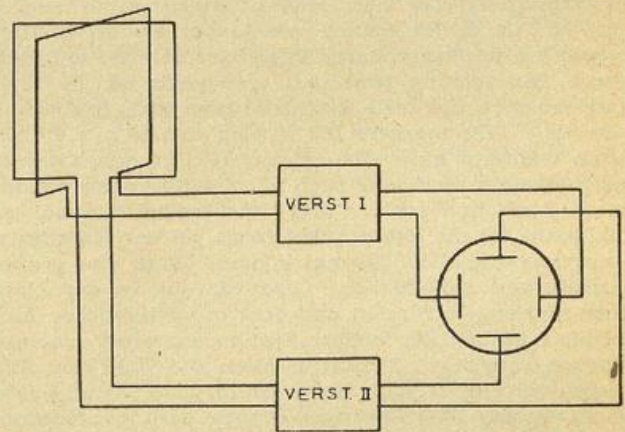


Abb. 4. Kathodenstrahlpeiler.

nungen proportional gemacht. Die Antennenspannungen betragen:

1. $U_1 = U \sin \alpha_1$
2. $U_2 = U \cos \alpha_1$

und es ist

$$\frac{U_1}{U_2} = \operatorname{tg} \alpha_1$$

Auf dem Schirmbild erscheint der abgelenkte Strahl unter dem Winkel α_2

$$\frac{k \cdot U_1}{k \cdot U_2} = \operatorname{tg} \alpha_2$$

Es ist $\alpha_1 = \alpha_2$

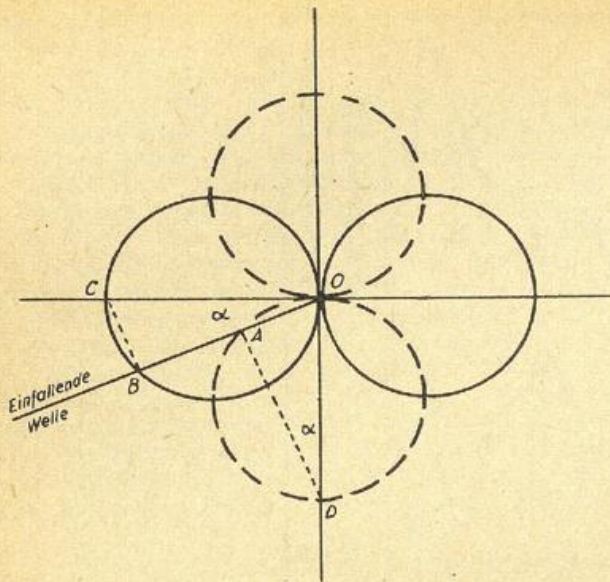


Abb. 5.

Richtungscharakteristik von 2 gekreuzten Rahmenantennen

$$\begin{aligned} OC &= OD = U \\ OA &= U \sin \alpha \\ OB &= U \cos \alpha \end{aligned}$$

Diese Methode der Peilung ist sehr elegant. Die Schwierigkeit liegt darin, die richtige Zuordnung der gepeilten Einzelindividuen zu treffen, wenn man eine Lokalisierung der Störungen mit mehreren Stationen anstrebt. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten:

Entweder man schafft eine Sprechverbindung zwischen den Stationen und mißt die Richtung durch Augenbeobachtung, indem man sich über die jeweils zu messende Störung durch Zuruf orientiert, oder man registriert photographisch und synchronisiert die Aufnahmen der verschiedenen Stationen mittel eines gemeinsamen Zeitzeichens. Beide Methoden lassen nur eine begrenzte Registrierzeit zu, im ersten Fall wegen der Ermüdung, der das Beobachtungspersonal ausgesetzt ist. In beiden Fällen würde bei Dauerregistrierungen ein unübersehbares Registriermaterial anfallen, dessen Auswertung praktisch unmöglich ist. In England, wo man die erste Methode anwendet, beobachtet man von 7 Uhr morgens bis 10 Uhr abends alle 90 Minuten während einer Dauer von 15 Minuten. Obwohl der Personalbedarf sehr hoch ist (die Stationen müssen dauernd mit Beobachtern und technischem Personal besetzt sein), ist die Fehlermöglichkeit bei der Koordinierung noch erheblich. Einmal können durch den großen Basisabstand (500 Meilen) Gewitter, die in der Nähe einer Station stattfinden und dort mit erheblicher Amplitude einfallen, die andere Station gar nicht oder nur schwach erreichen. Weiterhin kann die Zahl der Störungen sehr groß sein, denn ein Frontgewitter liefert bis zu einigen 1000 Störungen/Stunde, also jede Sekunde einen Blitz. Bei gleichzeitigem Vorhandensein mehrerer Gewitter, oft sind 10–20 Herde gleichzeitig vorhanden, ergibt das im Durchschnitt etwa 10 Blitze/sec. Eine falsche Koordinierung der Störungen ist also leicht möglich. Außerdem gestattet der unterbrochene Betrieb nicht die ständige Überwachung der Labilitätsgebiete.

Der Schmalsektorpeiler, zuerst von Watson-Watt angegeben (4), ist von Lugeon-Nobile (5) in der Schweiz zu hoher Vollkommenheit entwickelt worden.

Das Prinzip ist wie folgt:

Als Aufnahmeorgan werden zwei gekreuzte Rahmenantennen benutzt, die mit einer Umdrehung je Minute rotieren. Die Empfangscharakteristik jeder Antenne ist ein Doppelkreis. Durch Zufügung einer Spannung von einer richtungslosen Antenne (Hochantenne) zu einem

der Rahmen wird erreicht, daß die Empfangscharakteristik dieses Rahmens eine Kardioide wird (Abbildung 6).

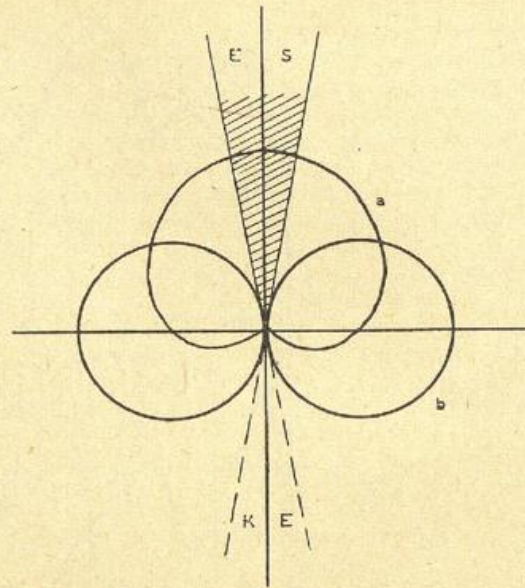


Abb. 6.

Antennencharakteristik des Schmalsektorpeilers.

- ES = Nichtblockiert, Empfangssektor
- KE = Nichtblockiert, kein Empfang
- a) Kardioiden-Charakteristik des Schreibempfängers
- b) Doppelkreis-Charakteristik des Sperrempfängers

Jede dieser Antennenspannungen wird einem getrennten Verstärker zugeführt. Die Doppelkreischarakteristik wird dem Sperrverstärker, die Kardioide dem Schreibverstärker zugeführt. Der Sperrverstärker blockiert den Schreibverstärker, sobald er eine Störung aufnimmt. Er blockiert nicht, wenn diese Störung in Richtung des Minimums seiner Empfangscharakteristik einfällt. Nur in diesem Fall kann der Schreibverstärker verstärken und schreiben. Da jedoch das Minimum der Empfangscharakteristik des Schreibverstärkers mit einem Minimum des Sperrverstärkers zusammenfällt, bleibt nur eine Möglichkeit der Verstärkung der einfallenden Störungen durch den Schreibverstärker im zweiten Minimum des Sperrverstärkers. Der Schreibverstärker kann also nur diejenigen Störungen aufnehmen, verstärken und schreiben, die in einem schmalen Sektor einfallen, der mit einem Minimum des Sperrverstärkers zusammenfällt. Die Sektoröffnung beträgt beim Lugeon-Nobile-Peiler etwa 10° , der Schwerpunkt eines Herdes, der als Punkthaufen aufgezeichnet wird, ist auf $\pm 1^\circ$ abzulesen. Die Sektoröffnung ist, infolge eleganter schaltungstechnischer Maßnahmen, unabhängig von der Feldstärke der einfallenden Störungen innerhalb eines Bereiches von 10^4 . Um eine Mischung der einzelnen Störungen zu vermeiden, muß das Auflösungsvermögen des Hochfrequenzteiles möglichst groß sein, es beträgt etwa 10^{-3} sec, d. h. es können 10^3 Störungen je Sekunde einfallen, ohne daß eine gegenseitige Beeinflussung stattfindet. Die Schreibfeder allerdings vermag bedeutend weniger Störungen aufzuzeichnen, doch ist die Eigenschaft des Hochfrequenzteiles entscheidend für das einwandfreie Arbeiten des Apparates. Die vom Schreibverstärker verstärkten Störungen werden in rechtwinkligen Koordinaten nach Zeit und Richtung aufgeschrieben. Ein Beispiel einer solchen Registrierung zeigt Abbildung 7.

Der Vorteil dieser Anlage besteht in der außerordentlich geringen Wartung, sie beschränkt sich auf den täglichen Diagrammwechsel, und in der kontinuierlichen Aufzeichnung der Störherde. Außerdem ist es möglich, Antennen und Verstärker an einem guten Empfangsort aufzustellen und das Registriergerät nach einem beliebigen Instrumentenzimmer durchzuschalten, wo es

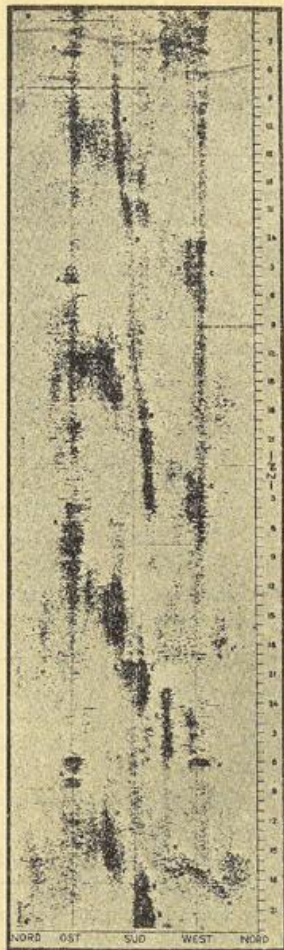


Abb. 7.

Peildiagramm des Lugeon-Nobile-Schmalsektorpeilers.

vom Meteorologen direkt beobachtet werden kann. Ja, es besteht die Möglichkeit, die Registriergeräte eines Peilnetzes an einem zentralen Ort zu vereinigen, so daß die Lokalisierung von Störherden in jedem Augenblick durchgeführt werden kann. Wenn die Methode in viele Länder Eingang gefunden hat, so ist es sicher diesen Vorteilen zu verdanken, wenn auch die letzte Möglichkeit der zentralen Aufstellung bisher noch nicht durchgeführt worden ist.

3. Die Aufstellung der Peilstationen.

Aus der Anwendung der Störungspeilung und aus den apparativen Forderungen ergibt sich die Aufstellung der Peilstationen. Es gibt 2 Möglichkeiten, um ein gegebenes Gebiet zu überwachen: Man kann die Stationen an der Peripherie des Gebietes aufstellen und nach „innen“ peilen, oder man kann die Stationen im Zentrum anordnen und nach „außen“ peilen. In jedem Fall sind mindestens 3 Stationen für die Lokalisierung der Störherde nötig. Im ersten Fall hat man den Vorteil einer großen Basis, man bekommt eine große Genauigkeit der Peilung auch bei kleiner Genauigkeit der einzelnen Stationen. Diese Art der Aufstellung der Geräte wird bisher vorwiegend angewendet, z. B. in England, Frankreich, USA. Natürlich hat man mit diesem System außerdem die Möglichkeit, nach „außen“ zu peilen. Abbildung 8 zeigt ein Beispiel einer Peilung des französischen Netzes. Die Basis wird in diesem Fall mit etwa 1000 km gewählt. Der Nachteil dieser Anordnung liegt darin, daß die Zuordnung der einzelnen Herde Schwierigkeiten macht. Peilt man das Einzelindividuum mit Hilfe des Kathodenstrahlpeilers, so ist es schwierig, wie bereits ausgeführt, bei einer großen

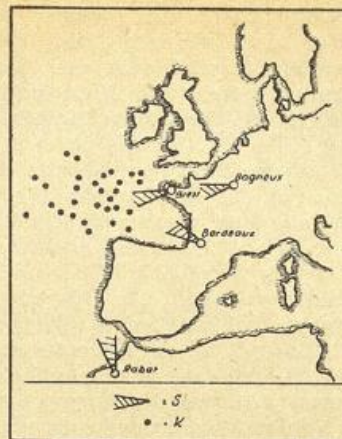


Abb. 8.

Peilung von atmosphärischen Störungen am 11. VI. 1942, 12 Uhr (Nach Perlat, l'onde électrique No. 251, 1948)

S = Anzeige des Schmalsektorpeilers
K = Mit Kathodenstrahlpeiler lokalisiert

Zahl von Störungen bzw. bei Anwesenheit vieler Herde richtig zu koordinieren. Bei Schmalsektorpeilung, die laufend die Zahl der einfallenden Störung ihrer Richtung nach aufschreibt, werden die Herde infolge der großen Entfernung durch den Einfluß der Ausbreitungserscheinungen an den einzelnen Stationen verschieden erscheinen, was die Zuordnung außerordentlich erschwert. Zur Bearbeitung müssen die Peilerggebnisse an eine zentrale Bearbeitungsstelle gegeben werden. Die Koordinierung der Herde, allein aus den übermittelten Richtungen, stellt jedoch bei vielen gleichzeitigen Herden ein unlösbares Problem dar. Es muß eine Beschreibung der Herde mitgegeben werden, welche die Übermittlung kompliziert und, wegen der angeführten Beeinflussung, kein eindeutiges Bild ergibt. Doch scheint bislang der Vorteil der großen Basis diese Nachteile zu überwiegen, da ausschließlich diese Methode angewendet wird. Wenn man annimmt, daß man etwa den fünffachen Basisabstand nach außen peilen kann, so ergibt sich bei einer Basis von 1000 km ein Durchmesser des zu überwachenden Gebietes von etwa 10 000 km.

Betreibt man zwei Stationen z. B. des Schmalsektorpeilers nach Lugeon-Nobile mit einer Basis von 100-200 km, so erhält man zwei völlig ähnliche Diagramme. D. h. Herde, die aus großer Entfernung kom-

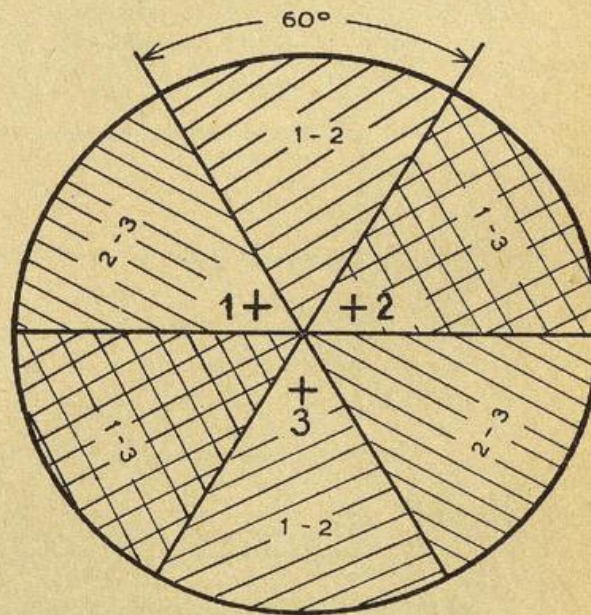


Abb. 9.

Aufteilung der Peilsektoren bei 3 Peilstationen

men, werden völlig gleich, mit gleicher Richtung und gleicher Struktur aufgezeichnet, Nahe Herde werden mit entsprechender Verschiebung der Richtung, aber gleicher Struktur aufgezeichnet. Stellt man 3 Stationen an die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks, so beträgt nach Abbildung 9 der Peilbereich je zweier Stationen 2 mal 60° . Bei einem Basisabstand von 100 km und einem Peilfehler von $\pm 1^\circ$ erhält man für eine Entfernung von 500 km eine maximale Unsicherheit von 45 km, ein Wert, der auf diese Entfernung gerade noch vertretbar ist, jedoch auf die Hälfte sinkt, wenn man den Basisabstand verdoppelt. Der Vorteil dieser Aufstellung liegt darin, daß man infolge der geringen Entfernung die Möglichkeit hat, die Diagramme zum Vergleich direkt an eine zentral gelegene Stelle in kürzester Zeit zu übermitteln, was die Auswertung ungemein erleichtert und Fehlkoordinierungen ausschließt. Es besteht in diesem Fall auch die Möglichkeit, alle 3 Registriergeräte über Telegrafleitungen oder Funkverbindung nach der Zentralstation durchzuschalten, wo jederzeit alle Peilungen gleichzeitig überwacht und ausgewertet werden können. Durch Verbindung mehrerer Netze mit kleiner Basis kann man ein neues Netz mit großer Basis schaffen, man gewinnt damit die Vorteile, die ein Netz mit großer Basis bietet. Stellt man z. B. zwei Peilnetze mit 200 km Basis mit einem Abstand untereinander von 1000 km auf, so kann man mit dem einzelnen Netz das Gebiet innerhalb dieser 1000 km überwachen, durch Kombination der Peilungen beider Netze das Gebiet innerhalb des fünffachen Basisabstandes, also einen Umkreis von nochmals 5000 km Radius.

Zusammenfassung:

Mit der Peilung atmosphärischer Störungen werden Gebiete erfaßt, in denen Gewitter auftreten bzw. Blitze vorhanden sind. Die Anwendung der Peilung für die

Meteorologie verlangt, daß von den gepeilten Labilitätsgebieten auf die Wetterlage bzw. deren Entwicklung geschlossen wird. An einem Beispiel wird das Ansprechen der Gewittertätigkeit auf Luftkörperwechsel dargestellt. Eine statistische Bearbeitung dieser Frage steht noch aus.

Für die Peilung der Störungen sind zwei Systeme entwickelt worden: Der Kathodenstrahlpeiler und der Schmalsektorpeiler. Die Arbeitsweise, Vor- und Nachteile werden erläutert. Zur Lokalisierung von Labilitätsgebieten sind mindestens 3 Stationen nötig, die man an der Peripherie des zu überwachenden Gebietes (große Basis) oder im Zentrum (kleine Basis) aufstellen kann. Vor- und Nachteile beider Aufstellungsarten werden diskutiert.

Literatur:

1. H. Meinhold: Die Erscheinungsformen der Funkstörung und ihre Beziehung zur Meteorologie. *Wetter und Klima* 1, 74 (1948).
2. H. Israel: Sprunghafte Änderungen des luftelektrischen Feldes und Gewitter. *Meteor. Z.* 61, 1 (1944).
3. C. Clarke, Meteorological direction finder. *Wireless World* 15, 12 (1949).
4. R. A. Watson Watt and J. F. Herd: An instantaneous direct reading goniometer. *J. Instn. Electr. Engrs.* 64, 611 (1926).
5. J. Lugeon: Über Gewitterregistrierung. *Bulletin des S. E. V.* 1943, 29.
6. F. Schindelhauser und H. Israel: Die Peilung von Luftstörungen der drahtlosen Telegraphie zum Zwecke der Wettererkundung. *Forsch. u. Erf. Ber. d. Reichswetterd. Reihe B*, Nr. 18, Berlin 1944 (s. Teil II dieses Berichts).

II. Die Peilung von Luftstörungen der drahtlosen Telegraphie zum Zwecke der Wettererkundung

von F. Schindelhauer und H. Israël

I. Arbeitsmethoden und bisherige Betriebserfahrungen

(Aus dem Meteorologischen Observatorium Potsdam des Reichsamtes für Wetterdienst)

I. Vorbemerkungen

In einer früheren Arbeit von F. Schindelhauer („Die Luftstörungen der drahtlosen Telegraphie“, Wiss. Abh. d. RfW., Bd. III, Nr. 5, 1937) wurde zusammenfassend über den damaligen Stand der Kenntnisse auf dem Gebiet der Luftstörungen („parasites atmosphériques“, „atmospherics“) unter besonderer Berücksichtigung der Potsdamer Arbeiten berichtet. Die allgemeine Erfahrung, daß Gewitterherde störungserzeugend wirken, hat schon frühzeitig zur Anwendung von Störungsuntersuchungen zu Wettererkundung und -vorhersage angeregt und diesem Gebiet namentlich in den letzten Jahren eine wesentliche Richtung vorgezeichnet.

Es soll hier nicht auf die in verschiedenen Ländern durchgeführten neueren Arbeiten dieser Art eingegangen werden, da dieses bei der augenblicklichen Lage mangels genügender Kenntnis der ausländischen Literatur doch nur lückenhaft möglich wäre. Wichtiger erscheint es heute, darüber Rechenschaft zu geben, was die Fortentwicklung der Potsdamer Arbeiten auf diesem Gebiet inzwischen an Ergebnissen hat erbringen können.

Die vorliegende Mitteilung soll einen kurzen Überblick über die zur Zeit eingesetzten Methoden geben und insbesondere die ersten Erfahrungen mit der „Kathodenstrahl-Peilung“ behandeln. Rein apparative Fragen sind dabei nur kurz angedeutet.

Im Vordergrund der ganzen Aufgabenstellung steht die Frage nach der Entstehungsursache solcher Luftstörungen. Als gesichert kann gelten, daß Blitze und blitzartige Entladungen solche elektromagnetischen Impulse aussenden; ob diese gewittrigen Entladungen allerdings die einzige Störungsursache sind oder ob sich noch andere schnell verlaufende elektrische Vorgänge in der Atmosphäre ähnlich äußern, diese Frage ist auch

heute noch nicht klar zu beantworten. Eine Entscheidung hierüber ist aus der Formbestimmung der einzelnen Störungen zu erwarten. Die Meßanlage dafür ist fertiggestellt. Auf vorläufig statistische Schlußfolgerungen zu diesem Punkt wird am Schluß eingegangen. Zur Häufigkeit „meteorologisch begründeter“ Störungen im Vergleich zu dem noch ungeklärten Anteil der Störungstätigkeit mag vorläufig folgende nach südafrikanischen Messungen gewonnene Angabe dienen: „Of the land sources 76 per cent were identified with thunderclouds and 18 per cent with nimbus cloud. Sources over the oceans were found to be closely associated with aries of low pressure, 89 per cent of such lows having associated sources.“ (B. F. J. Schönlund and D. B. Hodges: „Direction-finding of sources of atmospheric and south african meteorology“, Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 66, 23 (1940).

II. Die Kathodenstrahl-Peilung

a. Arbeitsweise.

Im Vordergrund der der Wettererkundung dienenden Arbeiten steht die geographische Lokalisierung der Störungsherde durch Doppelanschnitt ihrer Einfallsrichtung mittels kathodenstrahloszillographischer Richtungsbestimmung. Die Einfallsrichtung des Störimpulses wird aus der komponentenmäßigen Anregung zweier senkrecht zueinander orientierter Empfangsrahmen bestimmt; die angeregten Schwingungskomponenten werden, amplituden- und phasengleich verstärkt, den beiden Plattenpaaren eines Kathodenstrahlrohres zugeführt und markieren so auf dessen Schirm einen geradlinigen Ausschlag, dessen Lage direkt die Einfallsrichtung abzulesen gestattet. Die Empfangssysteme sind auf 27 kHz abgestimmt.

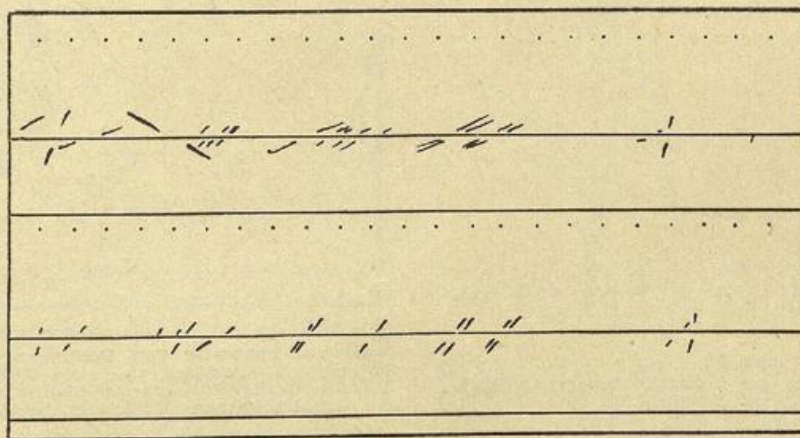


Abb. 1.

Ausschnitt aus synchronen Kathodenstrahl-Peilungen von Kreßbronn (oben) und Golm (unten) vom 15. 10. 1942, 14 Uhr, MESZ. An den durch Punkte markierten Stellen des Filmrandes ist ein drahtlos gegebenes Synchronisierungszeichen zu denken. Die Ruhelage des Kathodenstrahles ist ausgeblendet.

Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt aus zwei gleichzeitigen Aufnahmen von zwei Stationen aus übereinander.



Abb. 2.

Geographische Lokalisierung der in Abb. 1 dargestellten Aufnahmen (Punkte und Pfeile). (Gnomische Kartenprojektion)

In Abb. 2 sind für den 15. 10. 1942, 14 Uhr, die Schnittpunkte der so ermittelten Peilstrahlen eingetragen: Mit 4 Ausnahmen, von denen 3 keine Schnittpunkte im Kartenbereich ergeben („nl“-Störungen, durch Pfeile angedeutet), häufen sich die Störungsorte im Gebiet der unteren Adria. Die Wetterkarte zeigt zum gleichen Termin ein Teiltief über SW-Dalmatien.

b. Genauigkeit.

Besonderes Interesse verdient die Frage der so erzielbaren Peilgenauigkeit.

Die bisherige Erfahrung zeigt, daß bei sorgfältigstem Arbeiten im Durchschnitt eine Mindest-Unsicherheit von ± 1 Grad für jede Richtungsbestimmung zugelassen werden muß. Daraus leitet sich leicht die Lokalisierungsunsicherheit je nach Richtung und Entfernung des Störungsherdes relativ zur Basislänge und -lage ab.

Die Streubreiche der Lokalisierungen nehmen ellipsenartige Figuren an, die sich um so mehr in Peilrichtung strecken, je größer der Abstand des Herdes im Vergleich zur Basislänge wird (vgl. Abb. 3); die azimu-

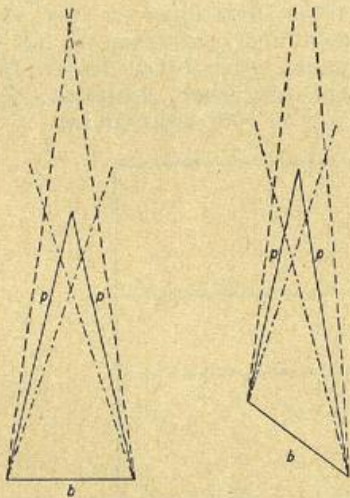


Abb. 3

Schematische Darstellung zur Lokalisierungsgenauigkeit. b: Peilbasis. pp: Peilstrahlen.

tale Unsicherheit tritt mit zunehmender Entfernung also immer mehr neben der radialen zurück. Aus diesem Grunde ist bei den folgenden Darstellungen, die sich auf die hier in erster Linie interessierenden gro-

ßen Peilentferungen („groß“ im Verhältnis zur Basislänge) beziehen, nur die radiale Unsicherheit schraffiert wiedergegeben.

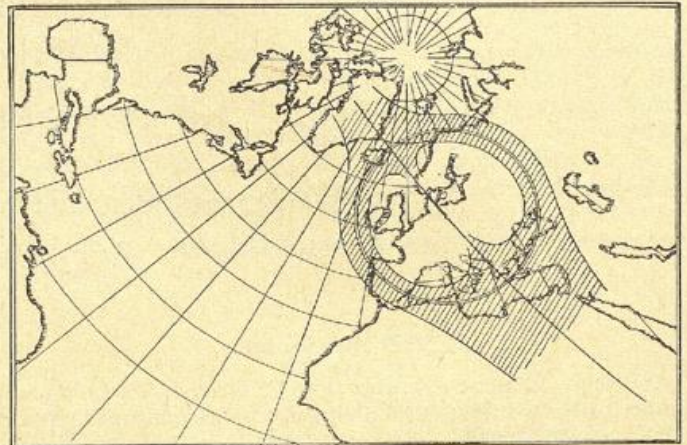


Abb. 4.

Radiale Streubreite von Peilungen mit ± 1 Grad Toleranz bei Herdentfernungen von etwa 2000 km (von Potsdam aus gerechnet) für die Stationskombination Klimmøller (Dänemark)-Golm (Potsdam). Basislänge 590 km.

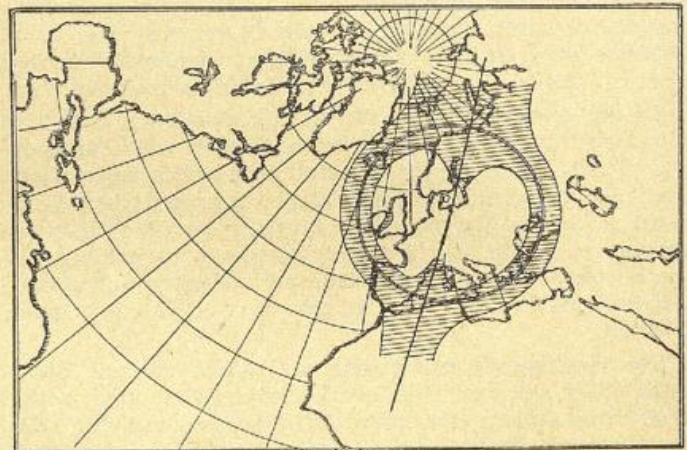


Abb. 5.

Radiale Streubreite von Peilungen mit ± 1 Grad Toleranz bei Herdentfernungen von etwa 2000 km (von Potsdam aus gerechnet) für die Stationskombination Golm (Potsdam)-Kreßbronn (Bodensee). Basislänge 580 km.

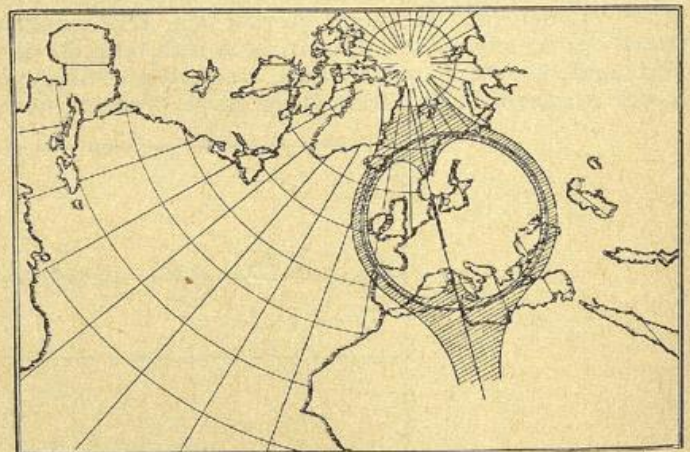


Abb. 6

Radiale Streubreite von Peilungen mit ± 1 Grad Toleranz bei Herdentfernungen von etwa 2000 km (von Potsdam aus gerechnet) für die Stationskombination Klimmøller (Dänemark)-Kreßbronn (Bodensee). Basislänge 1040 km.

In den Abb. 4—6 sind die radialen Streubreiten bei angenommener Herdentfernung von etwa 2000 km (von Potsdam aus gerechnet) für die drei z. Z. möglichen Stationskombinationen

Klitmøller (Dänemark)-Golm (Potsdam)	= 590 km,
Golm (Potsdam)-Kreßbronn (Bodensee)	= 580 km,
Klitmøller-Kreßbronn	= 1040 km

eingetragen. Die Mittellinien sind jeweils die Orthodromen (Größtkreise) in Stationsrichtung, auf denen die Basislage verstärkt markiert ist. Man sieht aus den Abbildungen sofort, daß in einem gewissen Winkelbereich um die Basisrichtung eine Peilsicherheit überhaupt nicht mehr besteht. Man ist also gezwungen — und infolge der aus diesem Grund getroffenen Wahl eines leider sehr flachen Stationsdreiecks auch in der Lage — je nach Herdrichtung die eine oder andere Stationskombination zu bevorzugen.

Mit zunehmender Entfernung nehmen diese Streubereiche rasch größere Breiten an, wie man für die bisher größte Basis Klitmøller-Kreßbronn (1040 km) bei Herdabständen von 4000 und 6000 km aus den Abb. 7 und 8 erkennt. Da nun das für die Wettererkundung

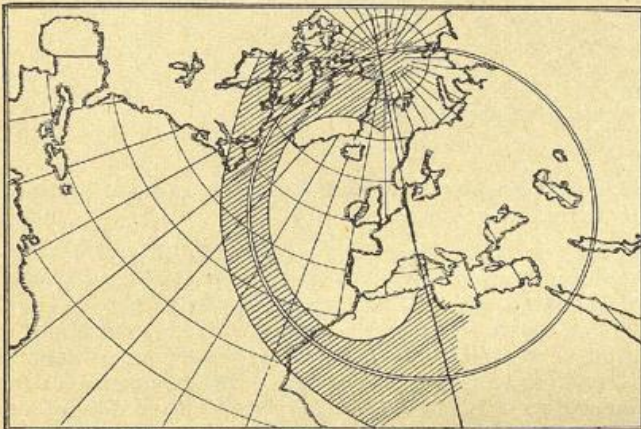


Abb. 7.

Radiale Streubreite bei Herdentfernungen von etwa 4000 km für die Stationskombination Klitmøller-Kreßbronn (1040 km).

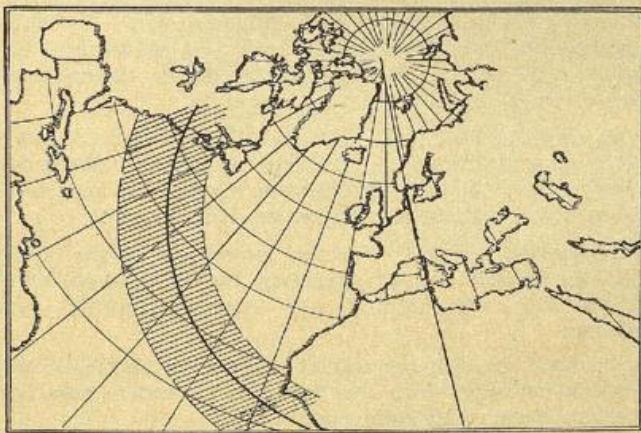


Abb. 8.

Radiale Streubreite bei Herdentfernungen von etwa 6000 km für die Stationskombination Klitmøller-Kreßbronn (1040 km).

besonders wichtige Atlantikgebiet zum größten Teil mehr als 2000 km von uns entfernt liegt, erhebt sich die Frage, ob sich Mittel und Wege zur besseren Sicherung der Ergebnisse bieten. Hier sind drei Wege möglich, wie an Hand von Beispielen gezeigt werden soll.

1. Die am nächsten liegende Möglichkeit ist natürlich die, die Basislänge zu vergrößern. Dies ist in Vorbereitung, konnte aber aus äußeren Gründen bisher nicht zur Ausführung kommen.

2. Eine andere bei der jetzigen Stationslage gebotene und angewandte Möglichkeit ist die der „Sicherung der

Ergebnisse in sich selbst“: Ist die Störungszahl je Aufnahme hoch genug, so findet die Lokalisierung eine Genauigkeitsverbesserung in sich selbst dadurch, daß sich die gewonnenen Störungsherde in einem bestimmten Gebiet häufen.

Als Beispiel dafür sind in den Ab. 9—11 die Ergebnisse der Peilaufnahmen vom 11. 9. 1942, 8 Uhr MESZ,

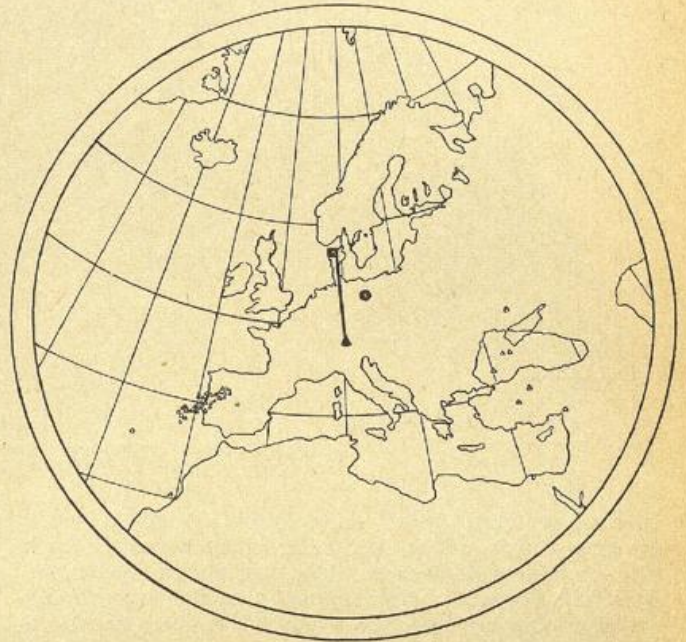


Abb. 9.

Ergebnis der Aufnahme vom 11. 9. 1942, 8 Uhr MESZ; Basis Klitmøller-Kreßbronn.



Abb. 10.

Ergebnis der Aufnahme vom 11. 9. 1942, 8 Uhr MESZ; Basis Klitmøller-Golm.

in allen drei Stationskombinationen zur Darstellung gebracht. Der Kartenuntergrund ist hier und bei allen folgenden Darstellungen in gnomischer Projektion (alle Großkreise gerade Linien) gezeichnet.

Neben dem deutlichen Einfluß der Basislänge und -länge erkennt man in allen drei Karten übereinstimmend, daß an der Westküste Spaniens ein stark aktives

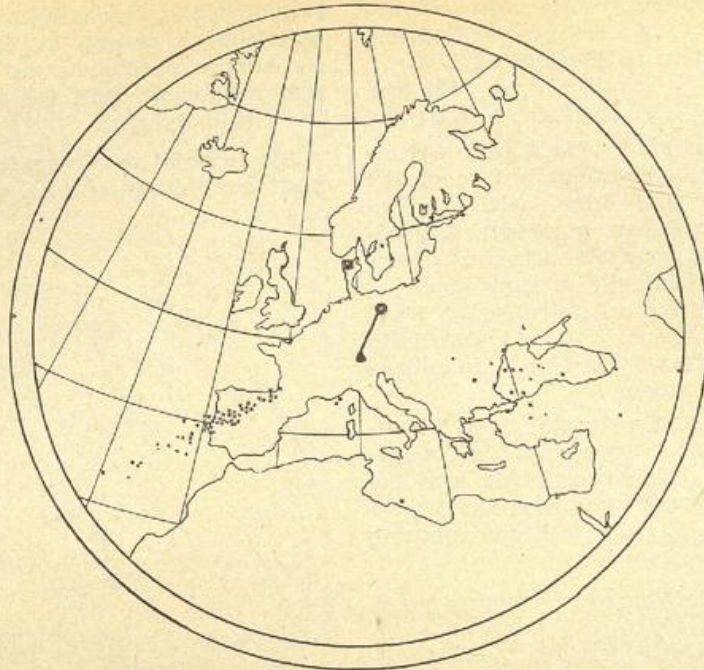


Abb. 11.
Ergebnis der Aufnahme vom 11. 9. 1942, 8 Uhr MESZ; Basis
Golm-Kreßbrunn.

Störungszentrum liegen muß. (Seine Realität wurde übrigens durch später dort auftretende Gewitter nachträglich meteorologisch bestätigt). In einem solchen Fall spielt die Frage der begrenzten Lokalisierungs-genauigkeit nur eine untergeordnete Rolle, da eben das Herdgebiet genügend dicht belegt ist.

Etwas schwieriger liegen die Verhältnisse schon bei den in den Abb. 12—14 dargestellten Kombinationen der Aufnahme vom 4. 10. 1942, 14 Uhr, MESZ. Abgesehen davon, daß die Kombination Klitmöller-Golm in diesem Falle überhaupt kein vernünftiges Bild zu geben vermag wegen ungünstiger Stationslage (vgl. Abb. 4), ist hier die Streuung über ein sehr großes Gebiet erstreckt.

Trotzdem ist auch hier die große Zahl von Peilungen als genügende Sicherung gewertet worden; ebenso wurden auch die — wenn auch nur in einer Stationskombination vorhandenen — auf Spanien entfallenden Störungen als genügend gesichert angesehen. Die Richtigkeit für Beides ergab sich in der Tat durch die Wetteranalyse: „Wetterverschlechterung im Ostteil des Mittelmeerraumes im Bereich der von NE eingeströmten Kaltluft“ und später „im östlichen Mittelmeer und in den anschließenden Küstengebieten Nordafrikas immer noch teils gewittrige Schauer“ (Seewartenkarte vom 4./5. 10. 1942); außerdem werden in „Spanien in den Abendstunden des 4. 10. 1942 verbreitet Gewitter“ gemeldet.

3. Am schwierigsten ist die Sicherung der Peilergebnisse, wenn nur wenig Störungen während der Aufnahme erfaßt werden, da dann die „Sicherung in sich selbst“ versagt. In diesem Fall ist als Ausweg noch folgendes möglich:

Bezüglich der Bewertung von Peilergebnissen erscheint folgende Methode zweckmäßig: Zur Ausschaltung von „Zufallsergebnissen“ — wie sie beispielsweise durch Zusammenfassung nicht synchroner Störungsimpulse auf beiden Stationen zustandekommen können — wird eine in einem weiten Gebiet („weit“ im Vergleich zum Streubereich in diesem Gebiet) vereinzelt Lokalisierung gar nicht gewertet; 2 benachbarte Schnittstellen werden als wahrscheinlich und erst 3 und mehr als gesichert angesehen. Ist nun die Störungszahl je Aufnahme hierfür zu gering, so wird auch ein Einzelpunkt als genügend gesichert angesehen, wenn er durch

alle drei Basiskombinationen mit entsprechend geringer Streuung belegt wird.

Beispiele dafür sind die in den Abb. 15 und 16 dargestellten Aufnahmen vom 14. 10. 1942, 14 Uhr und vom 19. 10. 1942, 8 Uhr MESZ. Im ersten Fall (Abb. 15) sind die Peilungen 1, 2, 7 und 8 als gesichert anzusehen; 3, 4 und auch annähernd noch 5 und 6 sind wenigstens in 2 Kombinationen leidlich sicher — das Herausfallen der zugehörigen Schnittstellen der Kombination Klitmöller-Golm ist bei 3, 4 und 5 durch die Peillage relativ zur Basis zu erklären (vgl. Abb. 4) —. Die 3 Striche am unteren Bildrand deuten auf eine Störung außerhalb des Kartenbereiches hin. Die Lokalisierungen sind meteorologisch belegt durch ein Tief über dem nördlichen Griechenland mit einer Warmfront bis ins Kaukasusgebiet und einer stellenweise von Gewittern begleiteten Kaltfront in Richtung der Syrte (Seewartenkarte vom 15. 10. 1942).

Im zweiten Fall (Abb. 16) sind 1 als voll, 2, 3 und 4 durch ihre Häufung als gesichert anzusehen. Nach der Seewartenkarte verläuft eine von Gewittern begleitete Front etwa in Richtung Rumänien-Kubangebiet.

Zweckmäßigerweise werden natürlich solche Fälle wie die beiden zuletzt gezeigten durch entsprechende Empfindlichkeitserhöhung der Aufnahmegerate vermieden.

Erwähnt sei, daß der zuletzt skizzierten „Methode der Dreieckspeilung“ noch aus anderen Gründen eine besondere Bedeutung zukommt:

Bisher ist stillschweigend vorausgesetzt, daß die aufgenommenen Einfallrichtungen der Störungen auch wirklich der Verbindungslinie Störungsherd-Empfangsort entsprechen, daß m. a. W. keine durch Ionosphären-einfluß auf die Wellenausbreitung entstehenden Mißweisungen auftreten. Die Erfahrung zeigt, daß diese Voraussetzung bei Tage zutrifft, daß aber nachts nicht unerhebliche Mißweisungsbeträge möglich sind, die auf größere Entfernung die Peilsicherheit wesentlich gefährden. Hier erweist sich die Anwendung der „Dreieckspeilung“ als gutes Kriterium zur Trennung mißweisungsbehafteter und mißweisungsfreier Störungspeilungen. — Im einzelnen wird über diese Dinge in anderem Zusammenhang später ausführlich berichtet werden.

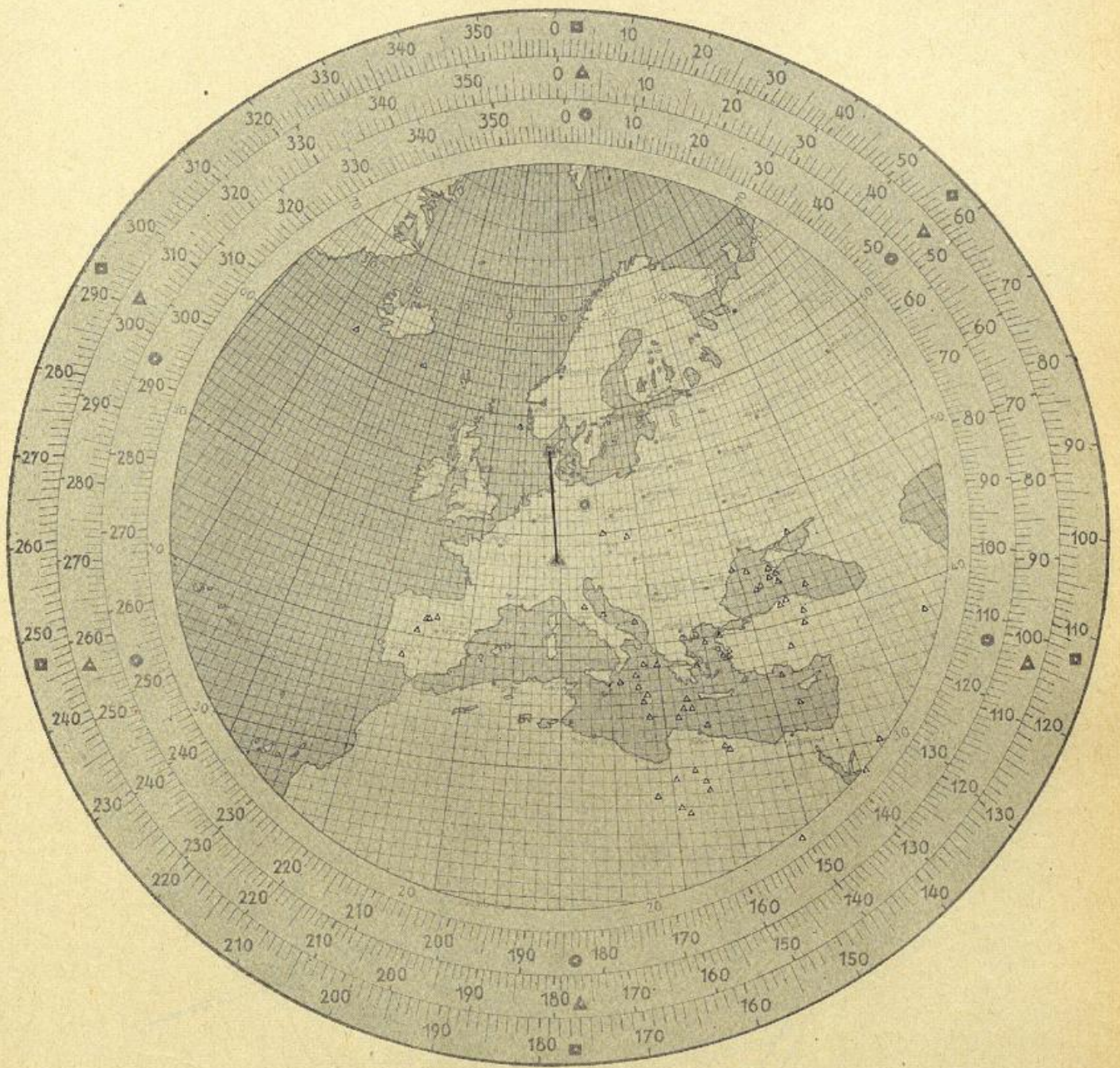


Abb. 12.

Ergebnis der Aufnahme vom 4. 10. 1942, 14 Uhr MESZ; Basis Klitmöller-Kreßbronn.

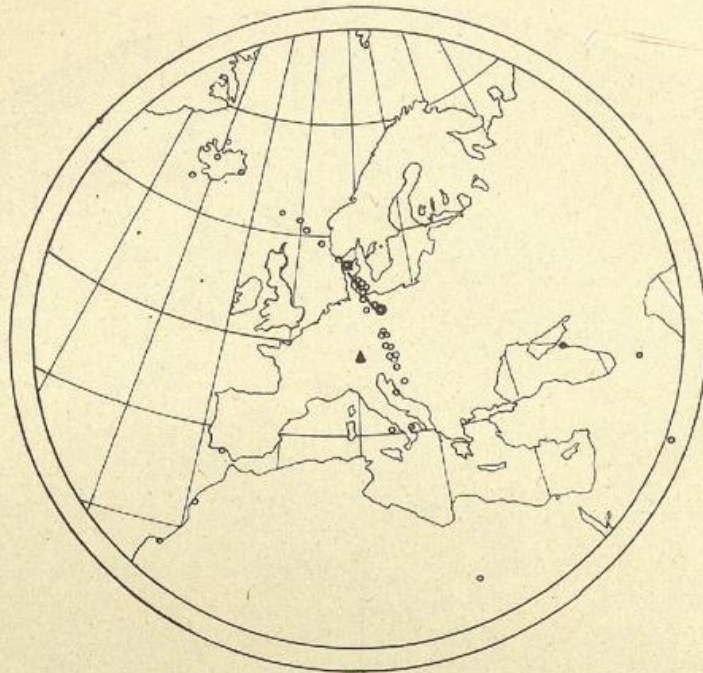


Abb. 13.
Ergebnis der Aufnahme vom 4. 10. 1942, 14 Uhr MESZ; Basis Klitmöller-Golm.

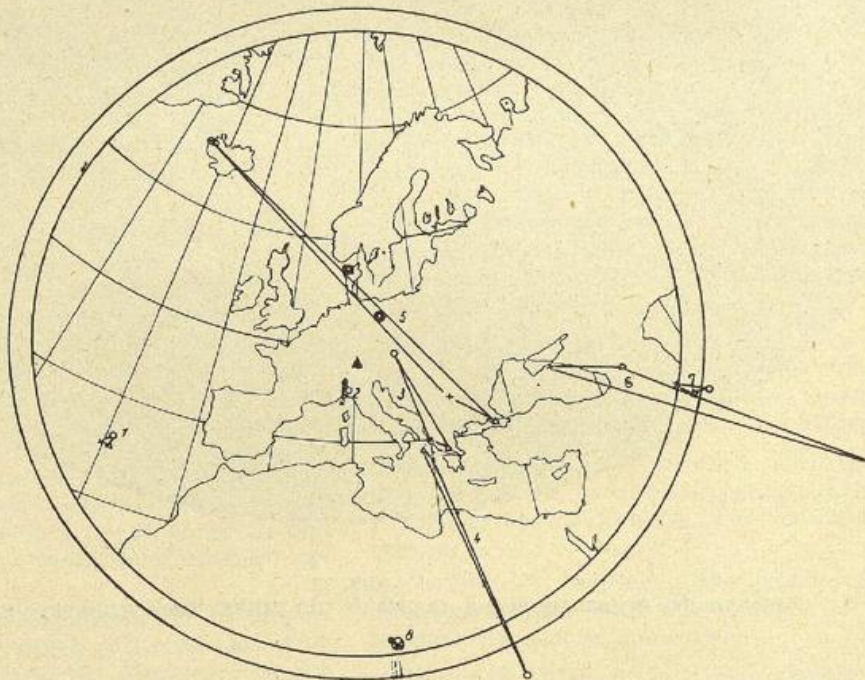


Abb. 15.
Ergebnis der Aufnahme vom 14. 10. 1942, 14 Uhr MESZ. Zusammengehörende Werte sind zu Dreiecken verbunden.
Basis Klitmöller-Kreßbronn: Dreiecksform; Basis Klitmöller-Golm: Kreisform; Basis Golm-Kreßbronn; Sternform.

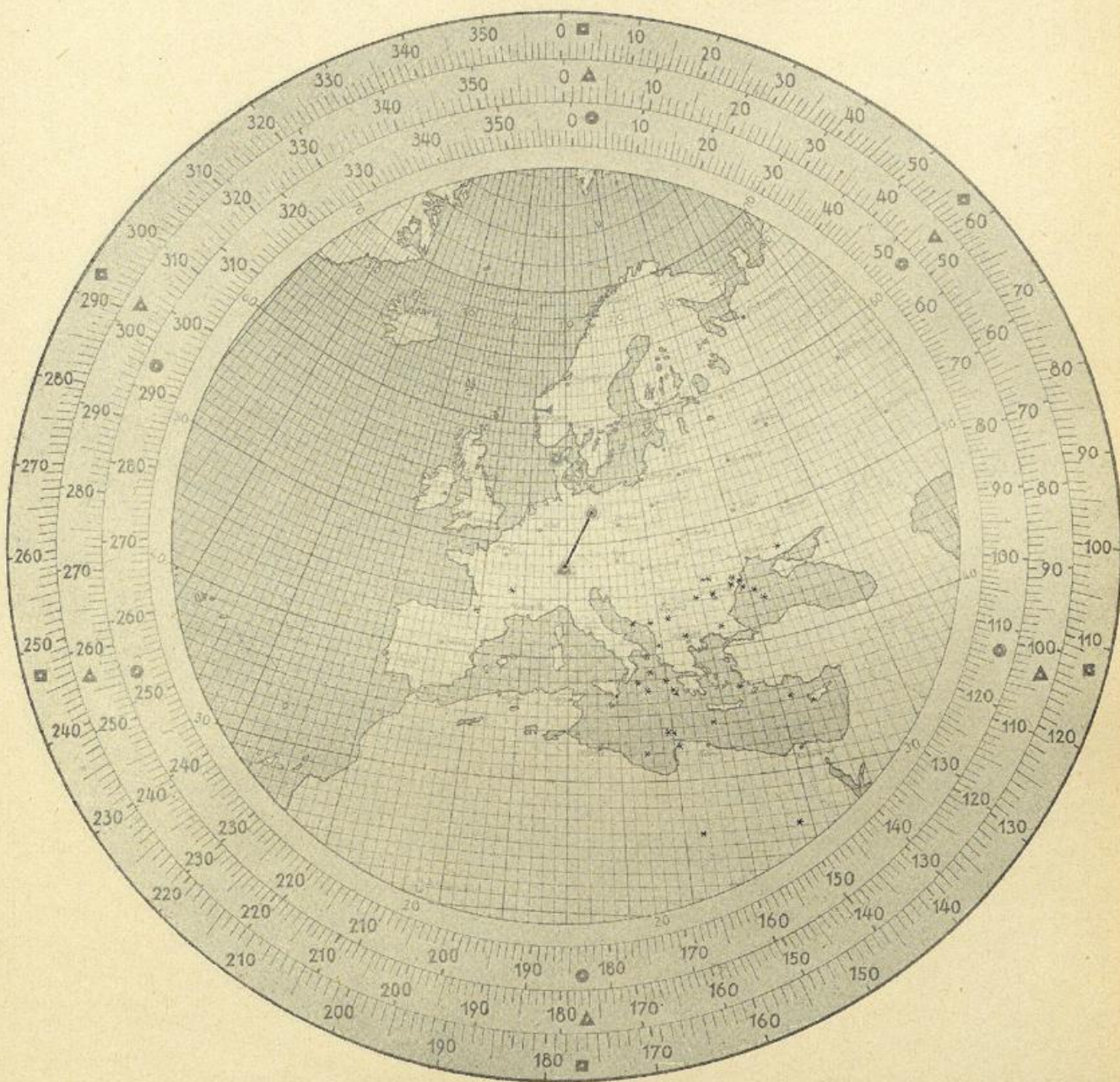


Abb. 14.

Ergebnis der Aufnahme vom 4. 10. 1942, 14 Uhr MESZ; Basis Golm-Kreßbronn.

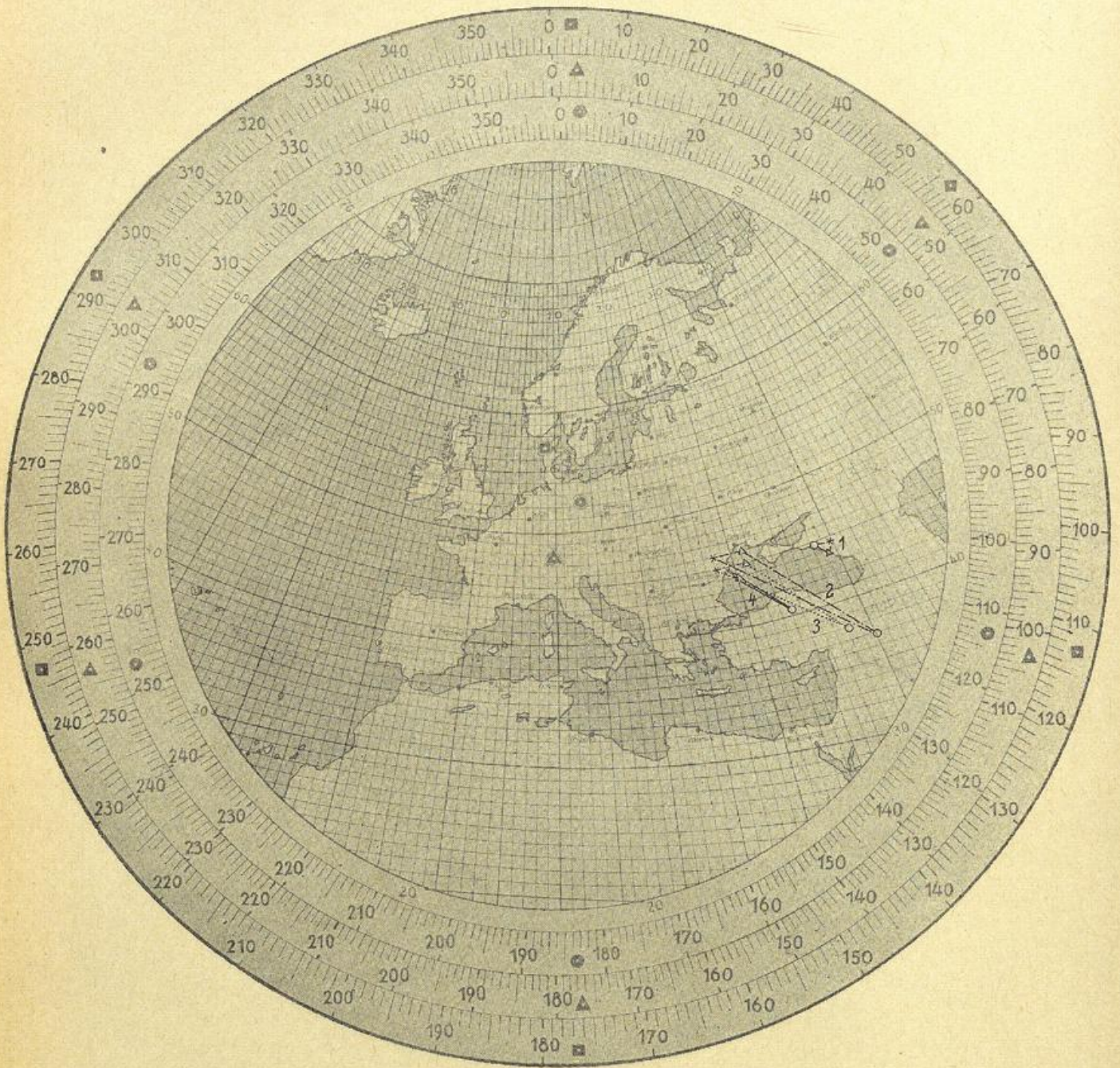


Abb. 16.

Ergebnis der Aufnahme vom 19. 10. 1942, 8 Uhr MESZ.

Basis Klitmöller-Kreßbronn: Dreieckform; Basis Klitmöller-Golm: Kreisform; Basis Golm-Kreßbronn: Sternform.

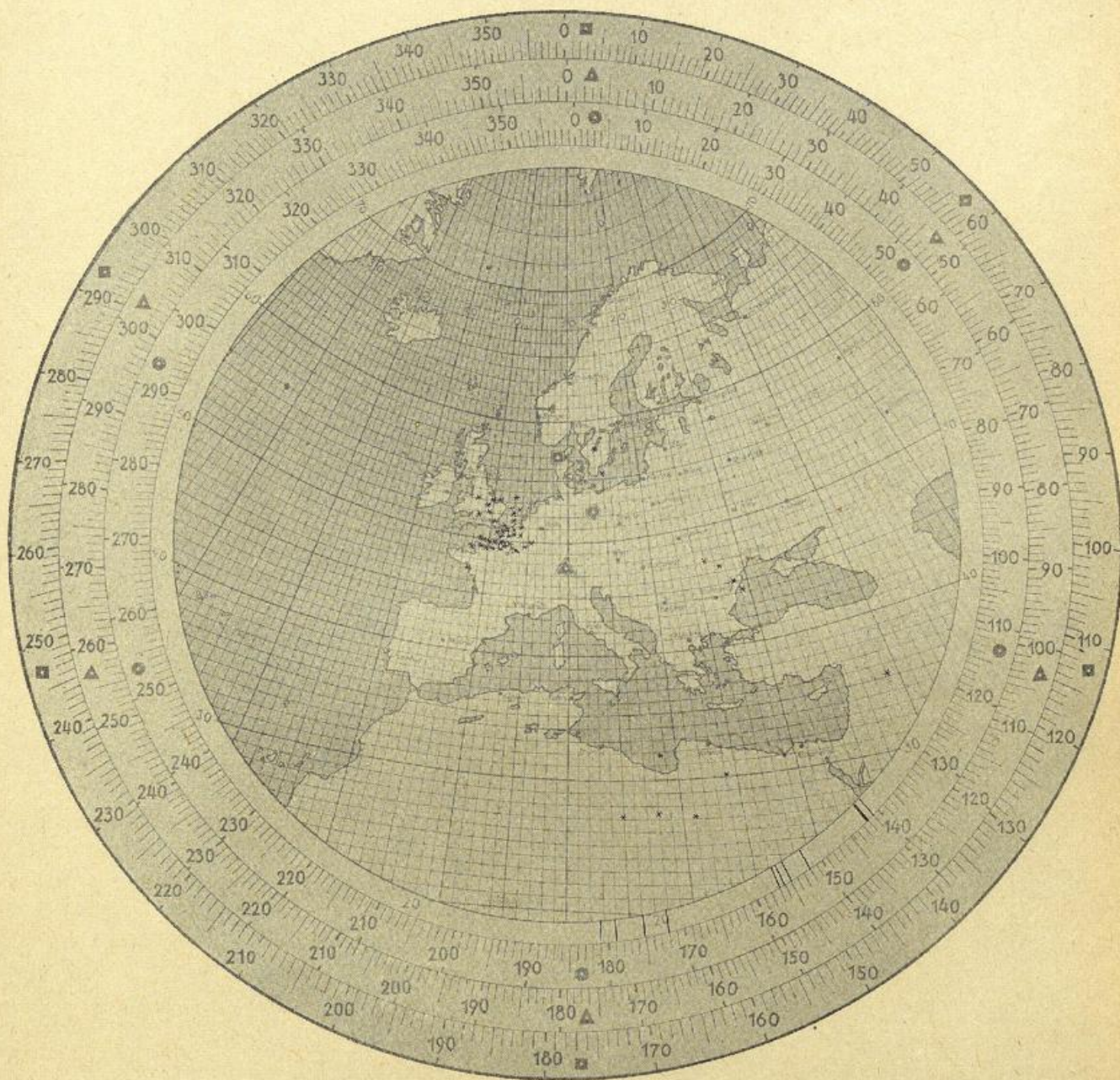


Abb. 17.
Ergebnis der Aufnahme vom 7. 4. 1942, 14 Uhr MESZ. Basis Galm-Kreßbrunn.

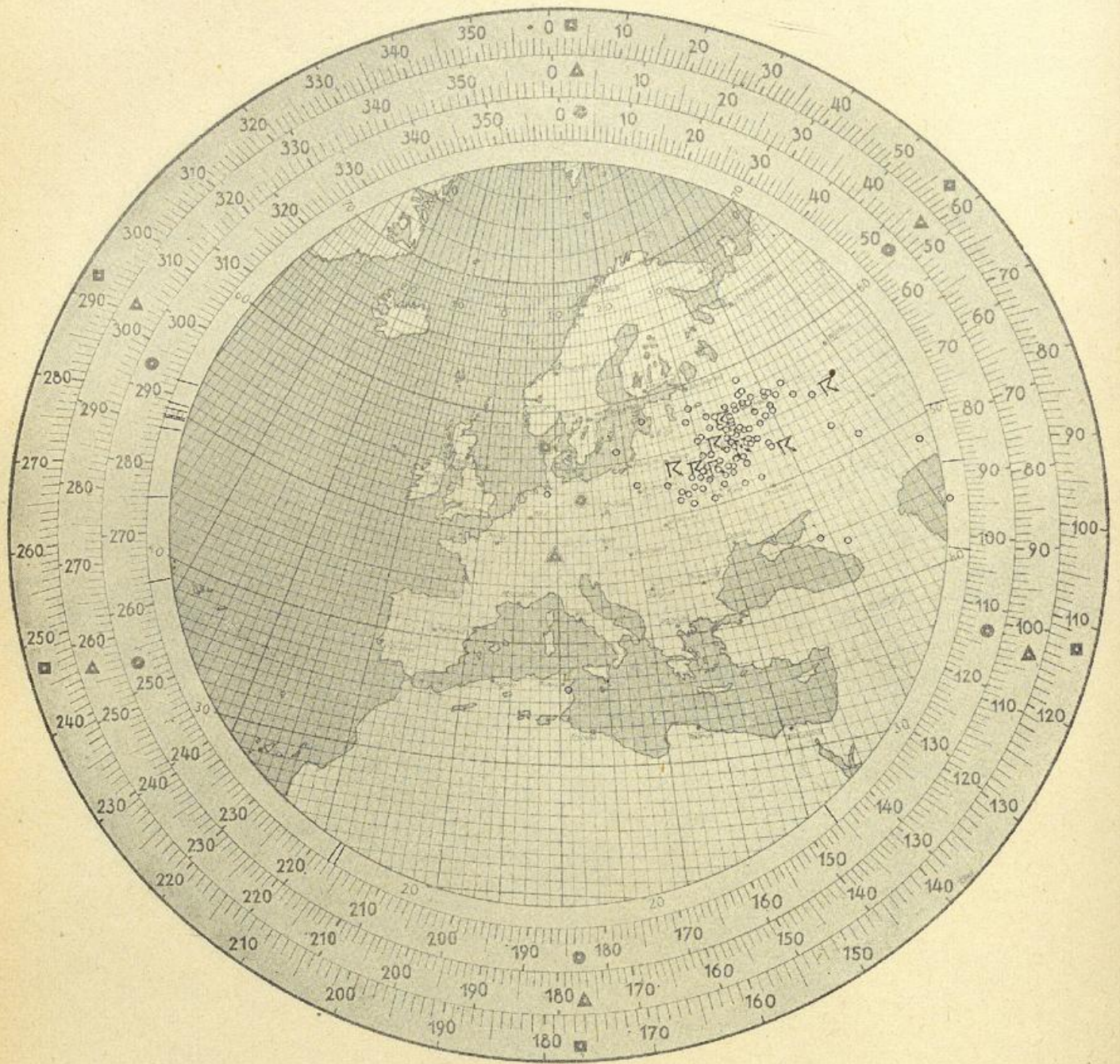


Abb. 18.

Ergebnis der Aufnahme vom 19. 6. 1942, 14 Uhr MESZ. Basis Klitmöller-Golm.
Gewittersymbole ausgezogen - Gewitter zum Termin; gestrichelt - Gewitter später gemeldet.

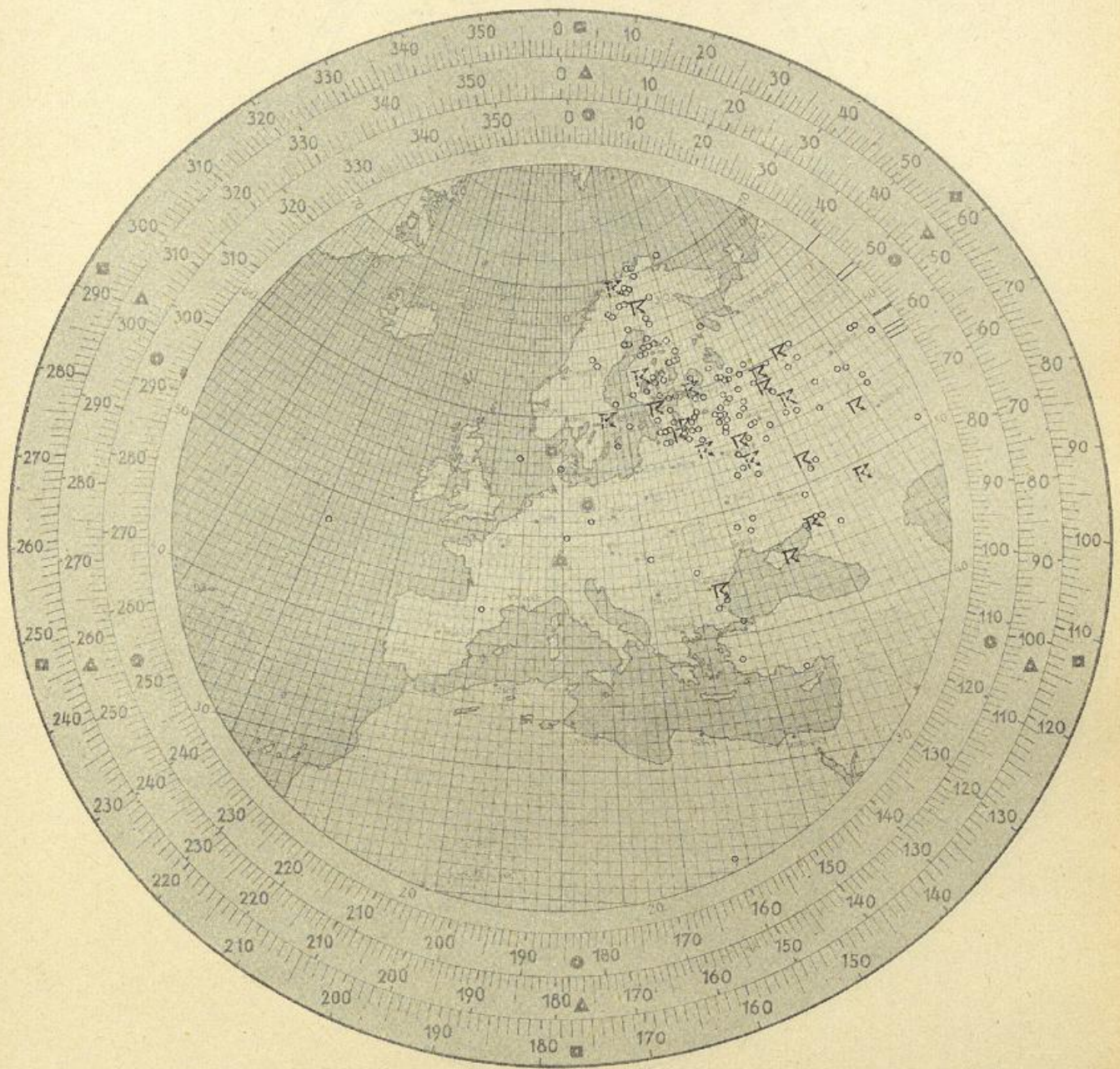


Abb. 19.
Ergebnis der Aufnahme vom 30. 6. 1942, 14 Uhr MESZ. Basis Klitmöller-Golm.



Abb. 20.
Ergebnis der Aufnahme vom 23. 6. 1942, 14 Uhr MESZ. Basis Klitmöller-Golm.



Abb. 21.
Ergebnis der Aufnahme vom 14. 6. 1942, 14 Uhr MESZ. Basis Klitmöller-Golm.

c. Ergebnisse.

Im folgenden sind nun eine Reihe von Peilkarten wiedergegeben, die typische Einzelbeispiele für die gesuchten Zusammenhänge zwischen Störungstätigkeit und Wettergeschehen enthalten.

Am eindruckvollsten ist natürlich der Zusammenhang zwischen Störungsherkunft und Gewittern.

In den Abb. 17—23 sind einige typische Fälle dafür zur Darstellung gebracht:

Am 7. 4. 1942, 14 Uhr MESZ (Abb. 17), herrscht im ganzen Kanalgebiet starke Schauertätigkeit; Gewitter melden u. a. Calais und Boulogne. Das genannte Gebiet

ist während der etwa 2 Minuten dauernden Aufnahme Quelle zahlreicher elektromagnetischer Impulse. — Von den übrigen in anderen Gebieten lokalisierten Störungen sind die in Rumänien liegenden meteorologisch durch eine in diesem Gebiet erkennbare Reststörung belegt.

Am 19. 6. 1942 (Abb. 18) kommt es in den frühen Nachmittagsstunden im Zuge west-östlich vordringender Kaltluft zu verbreiteten Niederschlägen und Gewittern in Mittelrußland, die durch die Peilerggebnisse klar belegt werden.

Am 30. 6. 1942 (Abb. 19) werden aus dem ganzen mit Lokalisierungen bedeckten nordskandinavisch-finnisch-

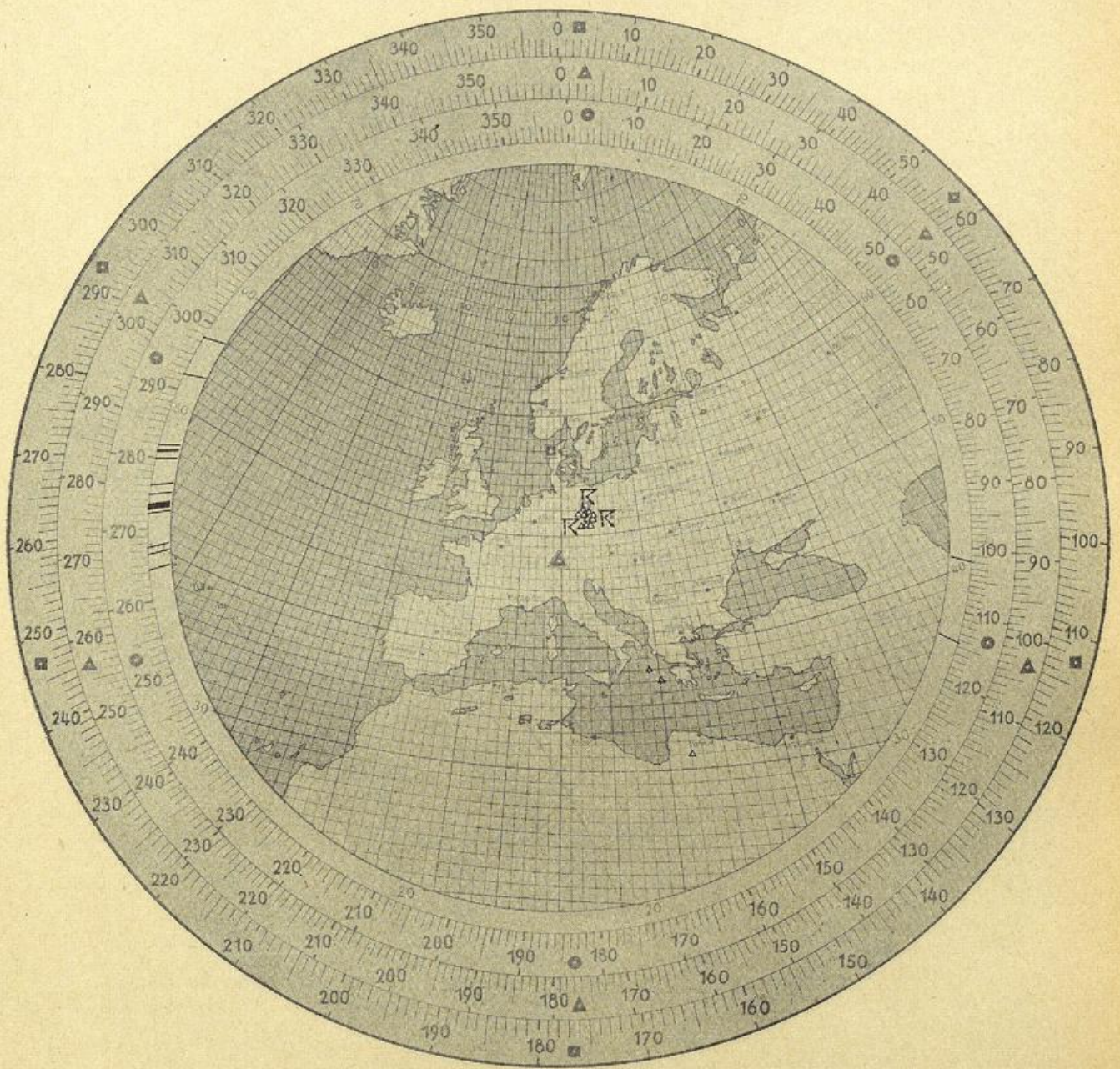


Abb. 22.
Ergebnis der Aufnahme vom 23. 8. 1942, 8 Uhr MESZ. Basis Klitmöller-Kreßbronn.

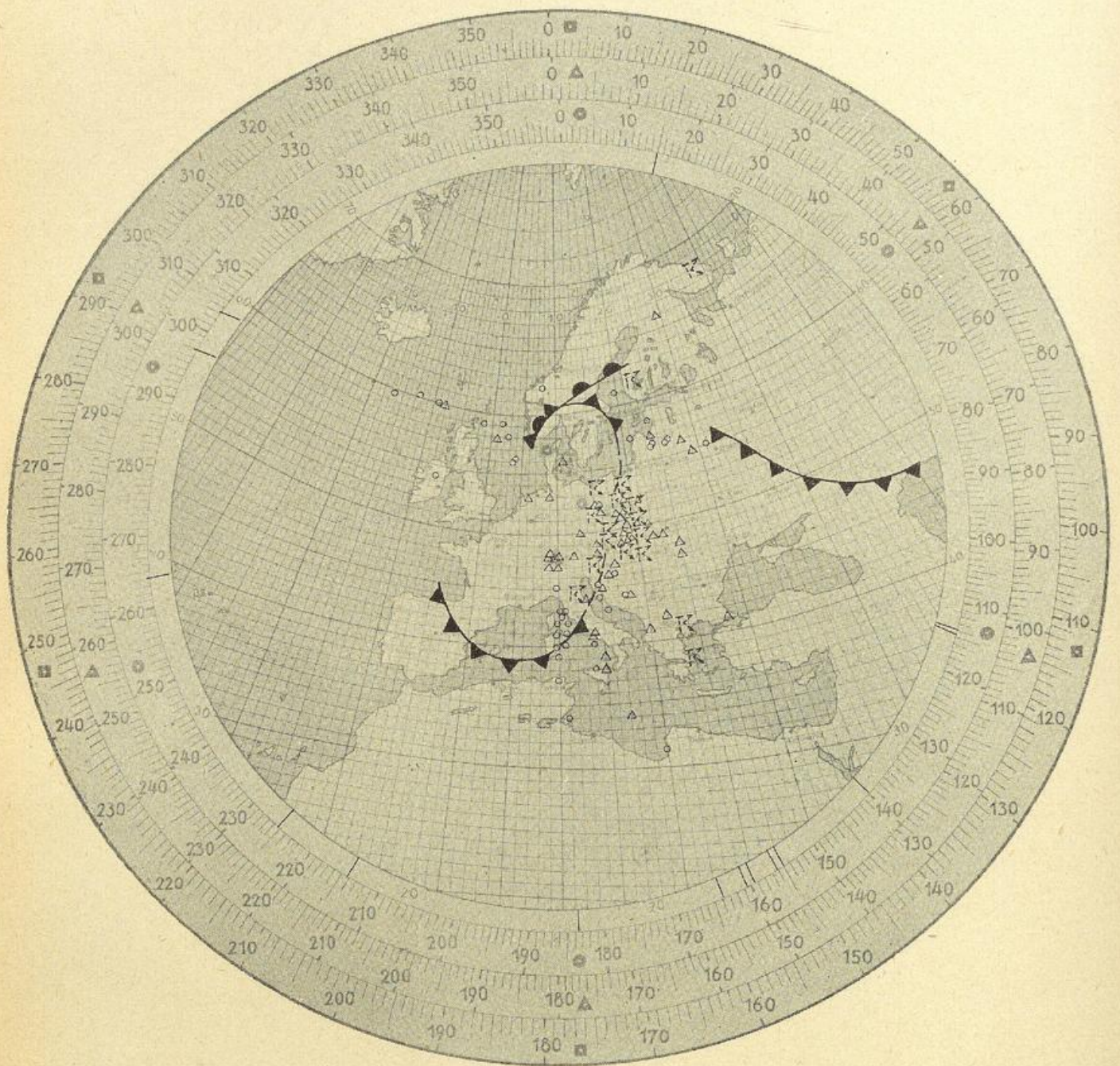


Abb. 23.

Ergebnis der Aufnahme vom 24. 8. 1942, 14 Uhr MESZ.
Dreieckform: Basis Klitmöller-Kreßbronn: Kreisform: Basis Klitmöller-Golm.

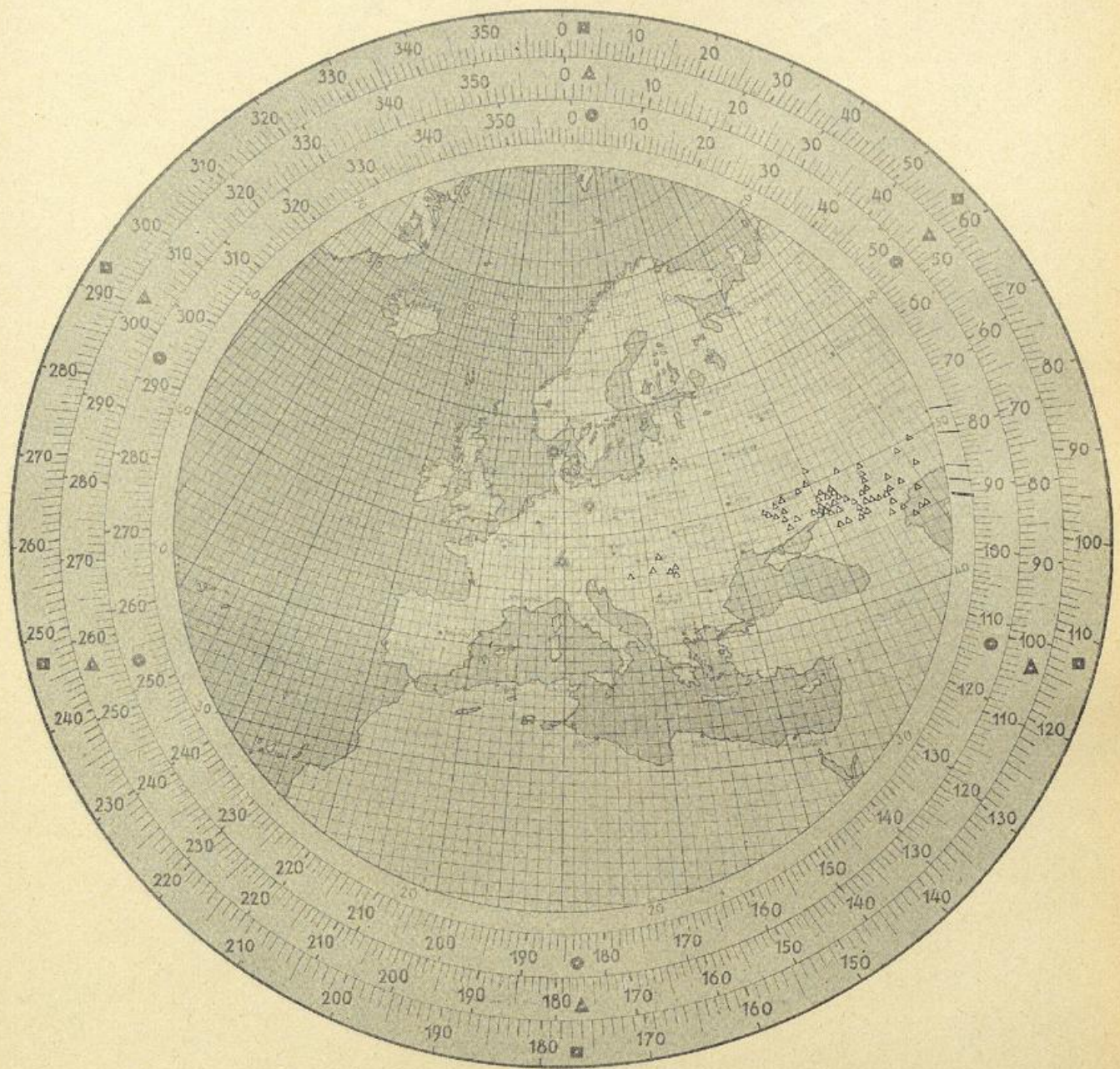


Abb. 24.
Ergebnis der Aufnahme vom 4. 5. 1942, 14 Uhr MESZ.
Basis Galm- Kreißbronn.

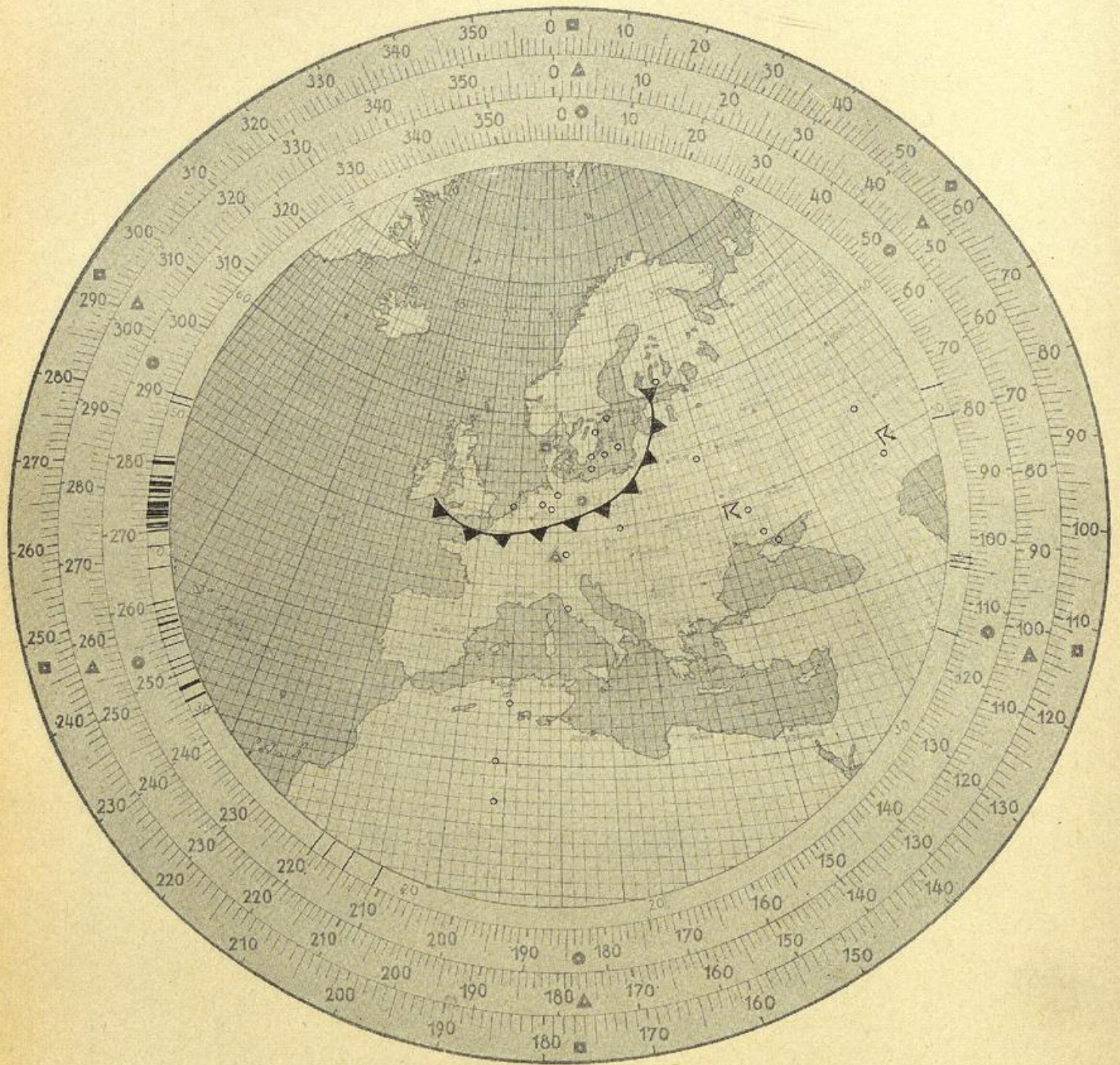


Abb. 25.
Ergebnis der Aufnahme vom 19. 6. 1942, 2 Uhr MESZ. Basis Klitmöller-Golm.



Abb. 26.

Ergebnis der Aufnahme vom 20. 8. 1942, 14 Uhr MESZ. Basis Golm-Kreßbronn. Gewittersymbole wie Abb. 18; Bezeichnung der Massengrenzen und Fronten wie üblich.



Abb. 28.

Ergebnis der Aufnahme vom 26. 8. 1942, 14 Uhr MESZ. Basis Klitmöller-Golm.

russischen Raum verbreitete Gewitter gemeldet, die z. T. zum Termin, z. T. (gestricheltes Gewittersymbol), in den späteren Nachmittagsstunden auftreten. Dies Beispiel zeigt, daß nicht nur Gewitter selbst, sondern auch ihre Vorstufe — „vorgewittriges Stadium“ oder „Gewitterbereitschaft“ — durch Störungslokalisierung erkannt werden! Diese Voranzeige von Gewittern in einem bestimmten Gebiet kommt noch klarer zum Ausdruck in den folgenden Beispielen:

Am 23. 6. 1942, 14 Uhr MESZ (Abb. 20), werden im Baltikum und in NE-Rußland gleichzeitige und später auftretende Gewitter „angezeigt“. — Eine deutliche Störungshäufung in E-Spanien fällt dort mit einer sehr wenig wetterwirksamen Kaltfront zusammen (größten-

teils heiteres Wetter in ihrem Bereich), an der jedoch in den frühen Morgenstunden des nächsten Tages — also rund 12 Stunden nach der Aufnahme! — „Gewitter im östlichen Spanien“ gemeldet werden.

Abb. 21 und 22 zeigen die Aufnahmen vom 14. 6. 1942 und 23. 8. 1942, nach denen für ein größeres bzw. kleineres Gebiet das spätere Auftreten von Gewittern zu prognostizieren war.

Am 24. 8. 1942, 14 Uhr MESZ (Abb. 23), ist eine Massengrenze mit starker Labilität, die E-Deutschland etwa nord-südlich durchquert und sich als Kaltfront über Italien ins westliche Mittelmeer fortsetzt, klar durch Störungen belegt. Gewitter treten durchweg erst am Spätnachmittag oder in der Nacht auf.

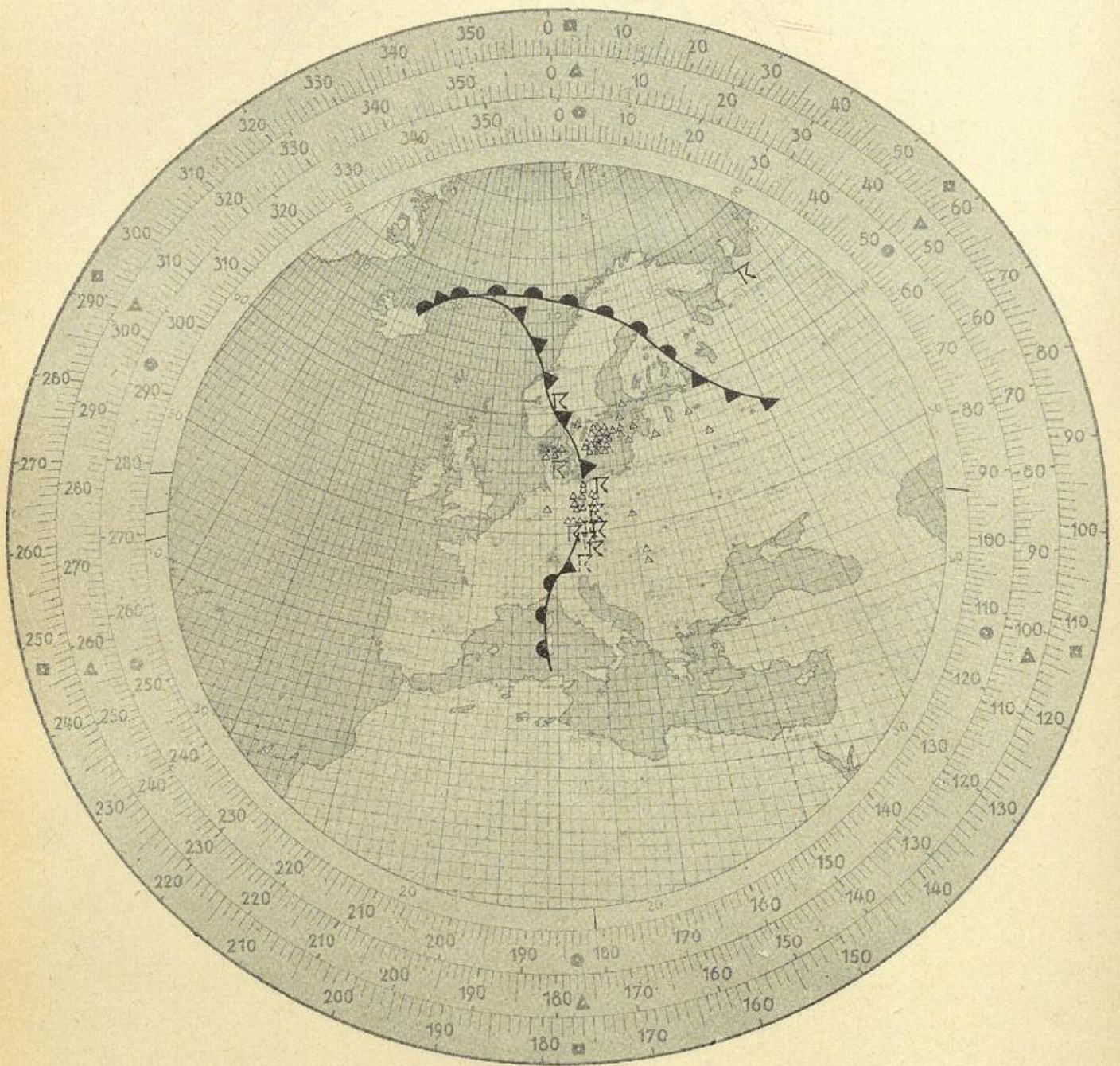


Abb. 27.
Ergebnis der Aufnahme vom 21. 8. 1942, 8 Uhr MESZ.. Basis Klitmöller-Kreßbronn.

Diese durch Peilungen ermöglichte Erkennbarkeit von Gewitterbereitschaft gibt den Schlüssel zur Ermittlung von Massengrenzen und Fronten. In den folgenden Abb. 24—28 sind einige Beispiele solcher Front-Anschnitte dargestellt.

Am 4. 5. 1942 (Abb. 24) wird in den Nachmittagsstunden das südliche und südöstliche Rußland von einem Kaltluftvorstoß überquert, der in seinem Verlauf am Donez, mittleren Don und an der unteren Wolga auch Gewitter auslöst. Die zahlreichen Störungen in diesem Gebiet deuten auf starke Labilität hin.

Abb. 25 zeigt die Aufnahme vom 19. 6. 1942, 2 Uhr MESZ, in der ein von NW her erfolgender Kaltluftvorstoß z. T. recht befriedigend durch Störungen belegt ist. Der AK-Einbruch erfolgt nur in ziemlich seichter Schicht, daher wohl auch die nur geringe Störungstätigkeit (Labilisierung).

die Warm- oder die Kaltfront der störungserregende Teil sind. — Von den übrigen Störungen der Karte sind die auf Mitteleuropa entfallenden wegen ungünstiger Basislage nicht zu werten, während die nordrussischen mit der dortigen Frontalzone in Verbindung stehen dürften.

Fassen wir zusammen, so läßt sich nach den aus den Sommermonaten 1942 vorliegenden Erfahrungen über die Kathodenstrahlpeilung folgendes sagen:

1. Gewitter und Gewittergebiete auf dem europäischen Festland werden im allgemeinen mit ziemlicher Sicherheit richtig angezeigt. (Gelegentliche „Versager“ können daher kommen, daß bei Nahgewittern die Richtungsermittlung der Störungen — infolge Übersteuerung der Empfänger — versagen kann oder daß bei schwachen Gewittern während der üb-

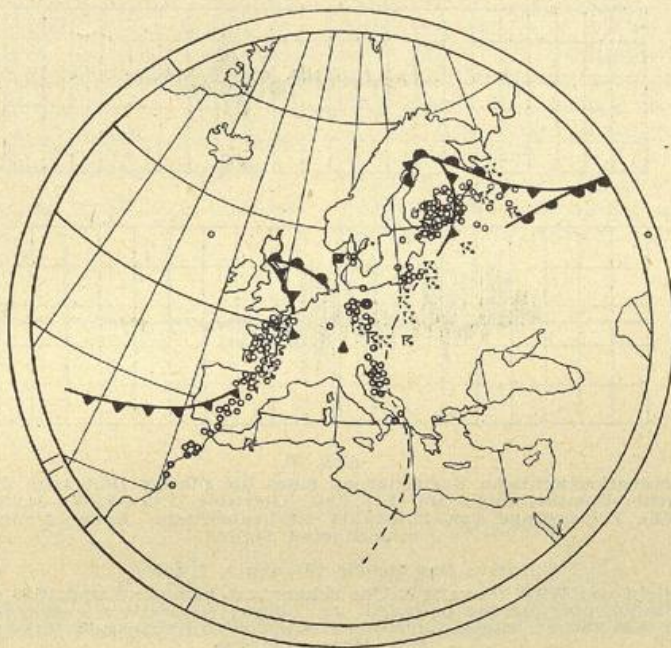


Abb. 29.
Ergebnis der Aufnahme vom 7. 8. 1942, 14 Uhr MESZ. Basis Klitmöller-Golm.

Sehr deutlich belegt sind die Fronten in den Abb. 26 bis 29. In den aufeinanderfolgenden Aufnahmen vom 20. 8. 1942, 14 Uhr, und 21. 8. 1942, 8 Uhr MESZ (Abb. 26 und 27), ist deutlich das Vorrücken eines Kaltluft-einbruches zu verfolgen. Die über SE-Europa streuenden Störungen am 20. 8., 14 Uhr, deuten wohl auf stellenweise Labilisierung durch thermische Konvektion — „Vorstufe zur Entwicklung von Wärmegewittern“ — hin.

Die Karte vom 26. 8. 1942, 14 Uhr MESZ (Abb. 28), zeigt eine in Auflösung begriffene Frontalzone im E und einen frischen Kaltluft-einbruch in W-Frankreich und Spanien. Beide Frontgebiete sind gut durch Störungen belegt.

In den bisher gezeigten Beispielen liegen die elektrisch wirksamen Gebilde auf dem Festland, wo sie durch synoptische Beobachtungen gut belegt sind. In Abb. 29 ist nun ein Fall sehr starker vom Atlantik stammender Störungstätigkeit wiedergegeben. Zum Vergleich sind nach der Seewartenkarte vom 7. 8. 1942, 14 Uhr MESZ die Fronten eingetragen. Ohne Zweifel steht die starke Störungshäufung südlich Island mit dem dort liegenden „Zentraltief“ im Zusammenhang, wenn auch nicht mehr im einzelnen zu erkennen ist, ob

lichen Peildauer von etwa 2 Minuten Entladungen gerade fehlen können.)

2. Häufig werden Gebiete mit Schauer-tätigkeit als störungswirksam erkannt, ebenso solche, in denen es erst im weiteren Verlauf zu Gewittern kommt.

Eine Erklärung für diese „Vorankündigung“ von Gewittern ist nur in der Weise möglich, daß die bisherigen Gewittervorstellungen eine gewisse Erweiterung erfahren: Im einzelnen kann hier auf diese a. a. Stelle ausführlich behandelten¹⁾ Dinge nicht eingegangen werden; nur so viel sei kurz angedeutet:

Man muß und darf annehmen, daß 1. die Zahl der Entladungen in einem Gewitter viel größer ist, als man durch sichtbare oder hörbare Begleiterscheinungen erfährt, und daß 2. dem eigentlichen Gewitterstadium — das in meteorologischer Definition bekanntlich mit dem ersten hörbaren Donner beginnt — ein je nach der Bildungsgeschwindigkeit

¹⁾ H. Israëli: Naturwiss. 30, 85—87, 1942; Meteor. Z. 61, 1 (1944).

keit („Labilitätsgrad“) verschieden langes Stadium mit Entladungen innerhalb oder oberhalb der Wolken vorausgeht. Diese Vorentladungen, die sich vor allem bei Tage jeder Beobachtung entziehen, lösen aber elektromagnetische Impulse aus und werden durch die Peilung erfaßt.

Als Beispiel hierfür sind in Abb. 30 zwei Registrierungen luftelektrischer Feldsprünge beim Vorbeizug von gewittrigen Cumulonimben wiedergegeben. Hörbare Entladungen setzen erst an den besonders gekennzeichneten Stellen ein, während schon 90 bzw. 45 Minuten vorher eine große Zahl von Entladungen angezeigt wird (Ausschläge des Registrierstriches nach oben und unten). Außerdem ist in beiden Fällen die Anzahl der Feldsprünge wesentlich größer als die der Blitze und Donner.

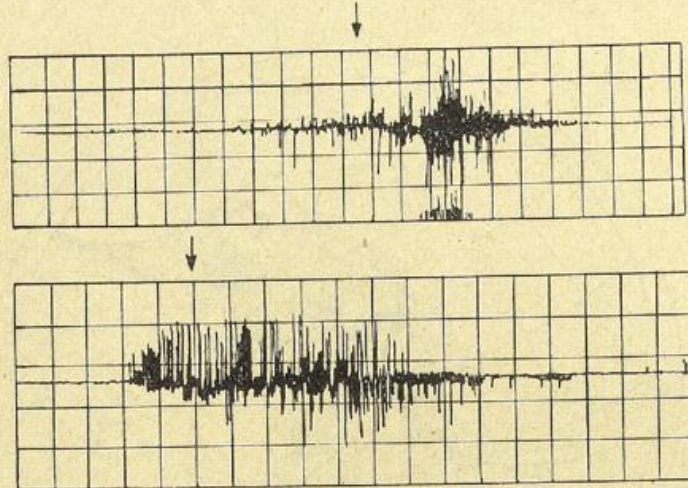


Abb. 30.

Oben: Feldvariographische Registrierung eines die Station (Potsdam) überquerenden Gewitter-Cumulonimbus am 12. 8. 1941: Gewitter 13,40 (WSW)—14,20 (zentral)—14,35 (ENE). Feldsprünge von 12,10—15,00 zu beobachten. Erster Donner an der bezeichneten Stelle.

Unten: Das gleiche für den 3. 7. 1944.

Der Cb zieht von WSW (etwa 18,00 Uhr erkennbar) kommend und 18,38 mit starker Bö die Station überquerend nach ESE ab. Donner sind erst nach Vorbeizug um 18,40 und 18,43 hörbar. Feldsprünge von 18,00 (ganz schwach schon vorher) bis gegen 21,00 Uhr erkennbar.

Dieses „Gewitter-Vorstadium“ erklärt offenbar auch das Ansprechen der Peilungen auf Schauertätigkeit (s. o. Punkt 2) und macht es wahrscheinlich, daß bis zu einem gewissen Grade allgemein Labilisierungsgebiete mit Quellungen durch Störungspeilung erkannt werden können.

3. Charakteristische Begleiterscheinung fast aller bisherigen Störungsaufnahmen ist ein von Fall zu Fall verschiedener Anteil der sog. „nl“-Störungen (nicht lokalisierbar — Peilstrahlen kommen erst außerhalb des Kartengebietes zum Schnitt). In den wiedergegebenen Karten sind sie als Striche am Kartenrand richtungsgetreu eingetragen (Näheres über diese Störungen s. u.).

4. Während der Sommermonate war — besonders nachts — der NW des afrikanischen Kontinents stark mit Störungsherden „belegt“.

Es ist vorläufig schwer zu entscheiden, ob dies (angesichts der bekannten Gewitterarmut dieses Gebietes) reell ist; da die Basis (Klitmöller-Golm), die seinerzeit hierfür zur Verfügung stand, für die Abstastung dieses Gebietes zu klein und zu ungünstig

gelegen ist, kann man vermuten, daß es sich hier um gewitterbedingte Störungen aus dem Golf von Guinea handelt; eine endgültige Klärung ist erst von Peilungen von größerer Basis aus zu erwarten¹⁾.

5. Während der Sommermonate — über die hier zunächst berichtet wird — sind Störungsherde in dem besonders für die Wettererkundung interessierenden Westen (Atlantik) relativ selten beobachtet. Genaueres hierzu in Kap. IV.

III. Andere Registrierverfahren

Die bisher besprochenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Kathodenstrahlpeilung. Nun steht aber dem großen Vorzug dieser Methode, der in der Festlegung des Ursprungsortes der Einzelstörung be-

steht, als Nachteil gegenüber, daß dieses Verfahren jeweils nur kurzzeitig (bisher meist etwa 2 Minuten lang) angewandt werden kann, also gewissermaßen nur Momentaufnahmen aus dem Gesamtgeschehen zu liefern vermag. Da jedoch eine dauernde Überwachung der Störungstätigkeit unumgänglich notwendig ist, kann diese nur durch anders geartete Registrieranlagen gewonnen werden¹⁾.

¹⁾ Schindelbauer vermutet, daß die S-Störungen mit den nl-Störungen in Zusammenhang stehen.

²⁾ An sich ist bekanntlich der Gang der Entwicklung auf diesem Gebiet der umgekehrte gewesen: Wegen der verschiedensten im Zusammenhang mit diesen Störungsuntersuchungen aufgetretenen Fragen ist man schließlich zum elegantesten Meßverfahren, eben der Kathodenstrahlpeilung von großer Basis aus, gekommen. Es läge in diesem Zusammenhang nahe, auf die ganze Forschungsentwicklung einzugehen, doch führt das von dem hier gesteckten Ziel zu weit ab und ist zudem — wenigstens bis zum Jahre 1937 — durch die Arbeit von F. Schindelbauer (Wiss. Abh. d. Reichsamtes für Wetterdienst 3, Nr. 5 (1937) geschehen. Hier mag deshalb ausschließlich über Potsdamer Erfahrungen berichtet werden. Daß hierbei die Kathodenstrahlpeilung in ihrer Anschaulichkeit und ihrer der synoptischen Praxis besonders entgegenkommenden Art absolut im Vordergrund stand und steht, ist verständlich. — Aber es darf nicht übersehen werden: Nachdem man jetzt diese Kathodenstrahlpeilungen bis zu einem gewissen Grad zu lesen und praktisch auszudeuten gelernt hat, ist es zum weiteren Eindringen in die ganze Materie überhaupt sowie zur Erweiterung ihrer praktischen Anwendung unumgänglich notwendig, auch die Dauerregistrierungen verstärkt heranzuziehen und sie in ihrer wettermäßigen oder sonstigen Bedingtheit lesen und deuten zu lernen.

Für diese Dauerüberwachung sind bisher im Rahmen der Potsdamer Arbeit drei verschiedene Anlagen in Betrieb genommen worden. Ihre Auswertung und Verarbeitung ist vorläufig nur teilweise möglich gewesen; ebenso ist die praktische Benutzung dieser Ergebnisse in synoptischer Hinsicht mit Ausnahme einer zeitweiligen versuchsweisen Anwendung der Kreuzrahmen-Angaben bisher noch nicht erfolgt. Es soll deshalb hier nur kurz auf die Registrieranlagen selbst und ihre ersten Ergebnisse eingegangen werden.

1. Störungszahl und -energie.

Zur Dauerüberwachung der atmosphärischen Störungstätigkeit überhaupt wird in Potsdam mit einer offenen Antenne ohne Richtungscharakteristik fortlaufend die Zahl und mittlere Energie der Luftstörungen aufgezeichnet.

In den Abb. 31-36 sind einige jeweils einen 10-Tages-Zeitraum umfassende Auswertungen dieser Registrierungen dargestellt. Die schraffierten Teile geben in relativem Maß die Störungszahlen, die darübergezeichneten dünnen Kurven — ebenfalls in willkürlichem Maß — die mittlere Störungsenergie an.

Als Arbeitsfrequenz ist bei dieser Anlage die gleiche wie bei den Kathodenstrahlpeilern (27kHz) gewählt.

Rein phänomenologisch gesehen ergibt sich aus den bisherigen Registrierungen:

a) Die Gesamtstörungstätigkeit zeigt auffallend große Unterschiede von Tag zu Tag, eine Erfahrung, die natürlich nichts Neues besagt und letzten Endes jedem aufmerksamen Rundfunkhörer bekannt ist. Ebenso ist sicher vorauszusagen, daß diese Unterschiede mit dem Wetter in Verbindung stehen. Zu klären bleibt lediglich, ob eine Verknüpfung zwischen Störungsanfälligkeit und bestimmten Wetterlagen möglich ist. Ein wesentliches Hilfsmittel dürfte hierbei der

b) tägliche Gang sein. Während der Nachtstunden sind Störungszahl und Energie ausnahmslos größer als etwa in den Vormittagsstunden. Nachmittags erscheint häufig während der Sommermonate ein zweites Maximum, das gegen Abend wieder abklingt oder auch direkt in das Nachtmaximum übergeht. Das unregelmäßige und auf die Sommermonate beschränkte Auftreten dieser nachmittäglichen Störungszunahme deutet darauf hin, daß diese wohl als Folge der kontinental-europäischen Gewittertätigkeit anzusehen ist. Der einfache tägliche Gang, wie er im Winter allein vorhanden ist, kann als Auswirkung der bei Tag und Nacht verschiedenen Reichweite aufgefaßt werden. Wie die Gestalt dieser Tagesgänge im einzelnen — insbesondere die zeitliche Lage plötzlicher Zu- oder Abnahme der Störungstätigkeit — mit dem Wettergeschehen in Verbindung steht (vgl. Lugeon), ist einer noch nicht abgeschlossenen Spezialbearbeitung vorbehalten, über die später berichtet wird.

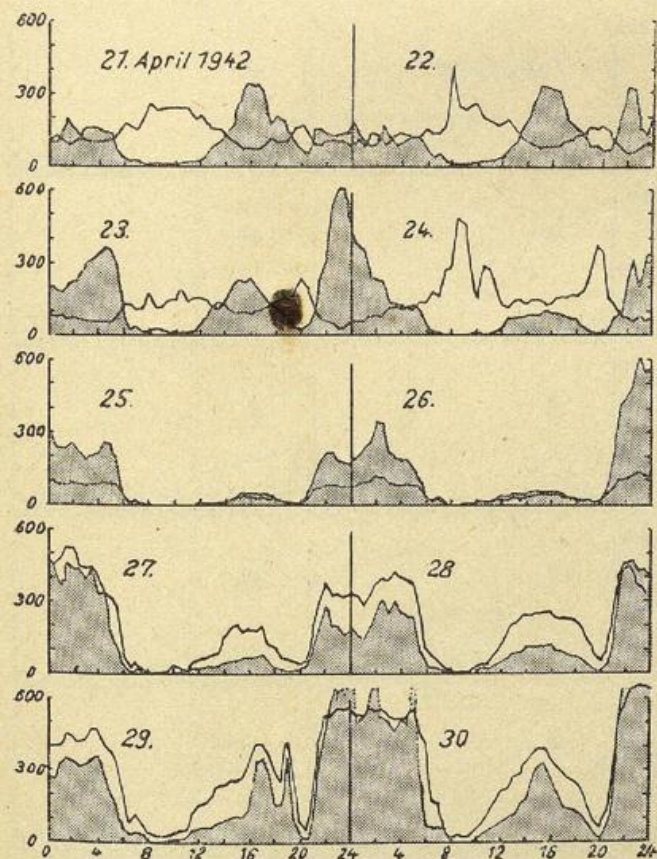


Abb. 31.

Mittlere relative Anzahl (schraffierte Gebiete) und Energie (dünne Kurven) der atmosphärischen Störungen in Potsdam für die Zeit vom 21. bis 30. 4. 1942.

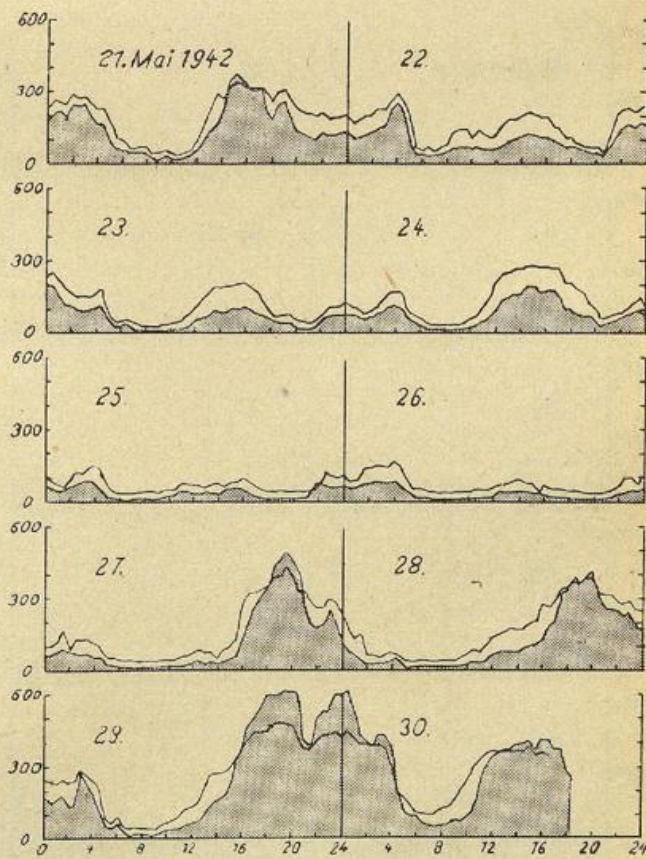


Abb. 32.

Mittlere relative Anzahl (schraffierte Gebiete) und Energie (dünne Kurven) der atmosphärischen Störungen in Potsdam für die Zeit vom 21. bis 30. 5. 1942.

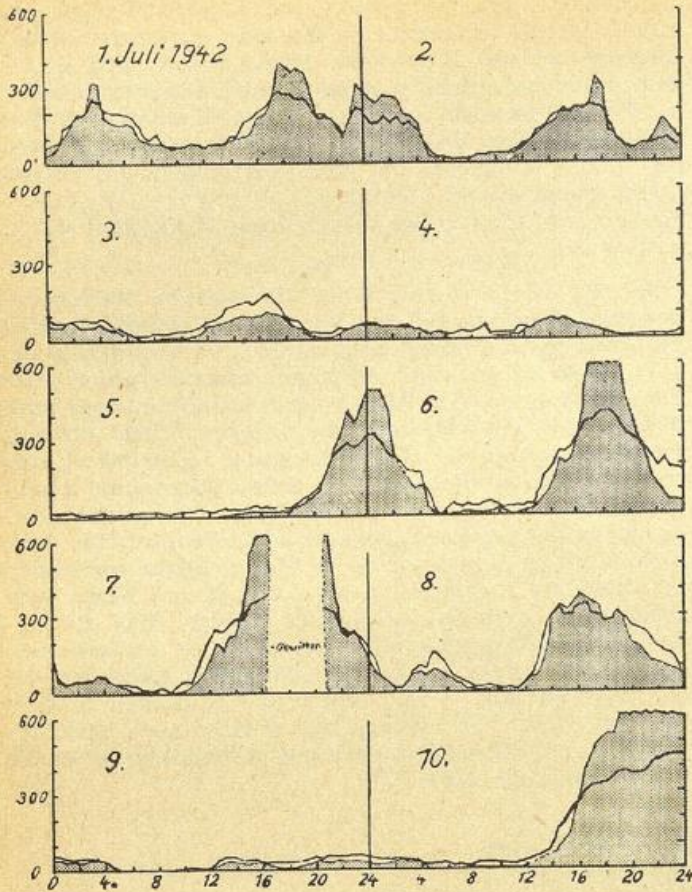


Abb. 33.

Mittlere relative Anzahl (schraffierte Gebiete) und Energie (dünne Kurven) der atmosphärischen Störungen in Potsdam für die Zeit vom 1. bis 10. 7. 1942.

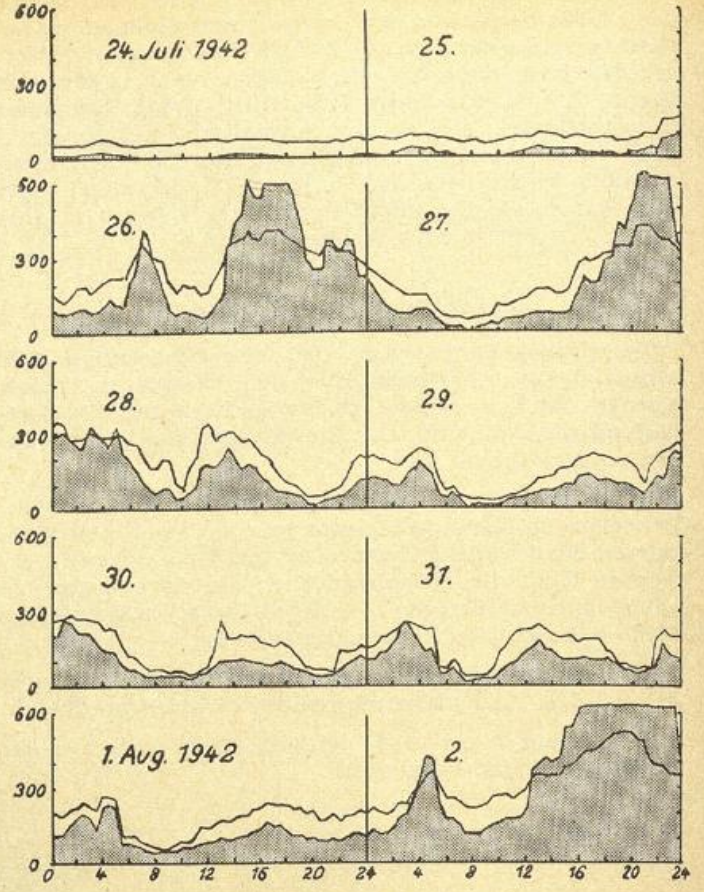


Abb. 34

Mittlere relative Anzahl (schraffierte Gebiete) und Energie (dünne Kurven) der atmosphärischen Störungen in Potsdam für die Zeit vom 24. 7. bis 2. 8. 1942.

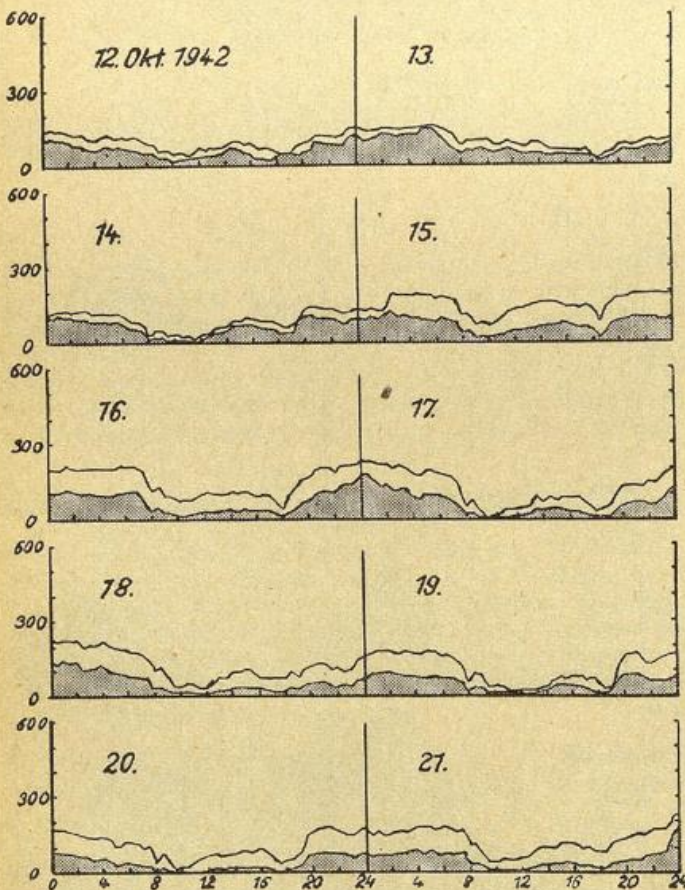


Abb. 35.

Mittlere relative Anzahl (schraffierte Gebiete) und Energie (dünne Kurven) der atmosphärischen Störungen in Potsdam für die Zeit vom 12. bis 21. 10. 1942.

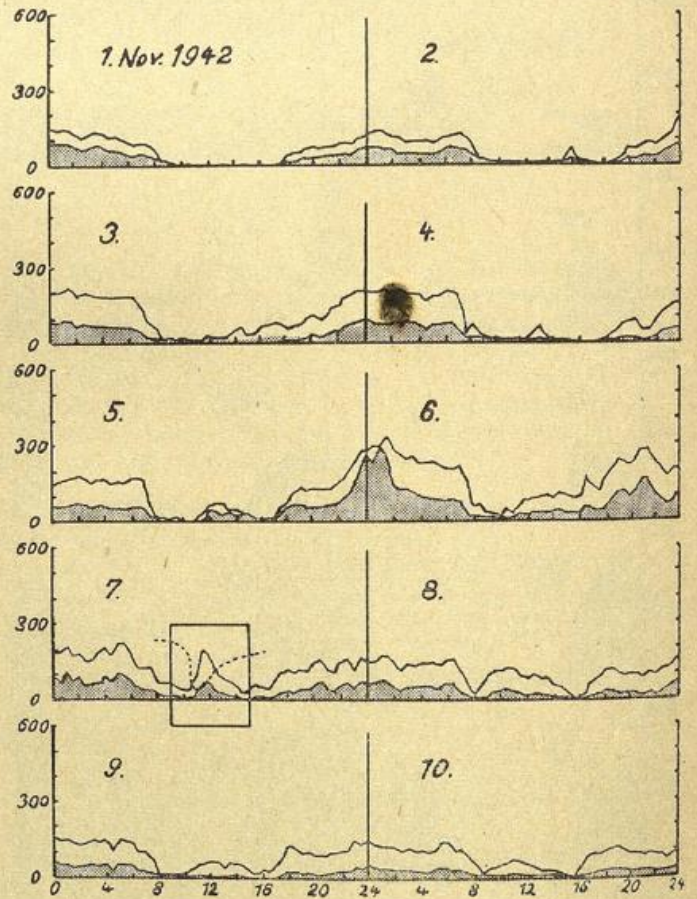


Abb. 36.

Mittlere relative Anzahl (schraffierte Gebiete) und Energie (dünne Kurven) der atmosphärischen Störungen in Potsdam für die Zeit vom 1. bis 10. 11. 1942.

c) Besonderes Interesse verdient das in Abb. 36 am 7. 11. 1942 eingerahmte Registrierstück, das in Abb. 37 nochmals vergrößert dargestellt ist. In dieser Teilfigur

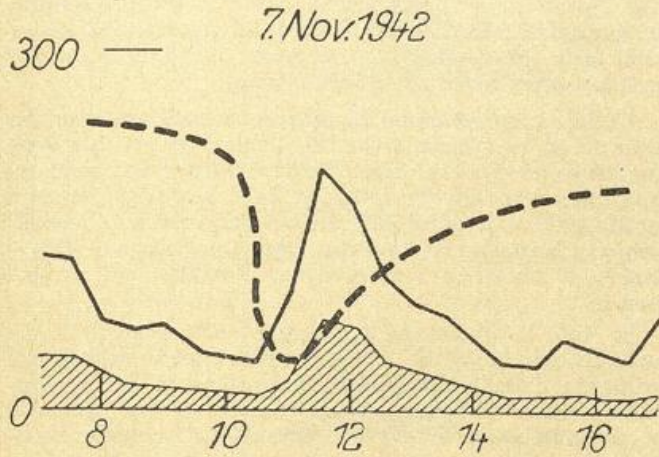


Abb. 37.

Störungszahl und -energie (Empfangsfrequenz 27 kHz) und Kurzwellenschwund am 7. 11. 1942, 11 Uhr MEZ. Gestrichelt: Relative Empfangsfeldstärke der Welle Daventry (49,7 m; 6040 kHz) nach frdl. Angaben der Zentralstelle für Funkberatung (Rechlin) Bad Vöslau.

ist gestrichelt die relative Empfangsfeldstärke eines Kurzwellensenders eingetragen. Danach setzt gleichzeitig mit der plötzlichen Zunahme der Störungstätigkeit Kurzwellenschwund ein. Da nun beim Mögel-Dellinger-Effekt, um den es sich hier offenbar handelt, mit der Empfangsverschlechterung im Kurzwellengebiet eine Verbesserung im Langwellengebiet

Hand in Hand geht, so ist die plötzliche Störungszunahme um 11 Uhr des fraglichen Tages offenbar als Folge einer solchen empfangsverbessernden Ionosphärenerscheinung zu deuten.

Eine Durchsicht des bisher vorliegenden Registriermaterials unter diesem Gesichtspunkt hat ergeben, daß in 90% aller untersuchten Fälle gleichzeitig mit dem Einsatz eines „Mögel-Dellinger-Effektes“ eine Zunahme der Störungszahl um 40 bis mehrere 100 Prozent erfolgt, was bei der bekannten Schwierigkeit der präzisen Erfassung von „Mögel-Dellinger-Effekten“ (vgl. z. B. B. Beckmann: „Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen“, Leipzig 1940, S. 197 ff.) praktisch völliger Sicherheit gleichkommt. Die Zeitdauer der Zunahme entspricht der der Schwunddauer. Darüber hinaus sind Effekte ähnlicher Art ohne gleichzeitigen Totalschwund des Kurzwellenverkehrs nicht selten — in Abb. 37 handelt es sich gerade um einen solchen Fall —, treten aber ausschließlich zeitlich benachbart zu „Mögel-Dellinger-Effekten“ auf (mit einem Spielraum von einigen Tagen), was einerseits auf kausale Verknüpfung mit den für den Absorptionsschwund verantwortlichen Ursachen kosmischer Natur schließen läßt, andererseits die Möglichkeit an die Hand gibt, gewissermaßen „Mögel-Dellinger-Bereitschaft“ zu erkennen.

Damit ist ein Beispiel dafür gegeben, daß einerseits der Ionosphäreneinfluß bei der Bewertung von Luftstörungsergebnissen von größter Bedeutung sein kann und demgemäß berücksichtigt werden muß und daß andererseits Ergebnisse auf dem Gebiet der Luftstörungen für die Ionosphärenforschung wichtige Hinweise zu liefern vermögen. Einzelheiten über diese im Ausbau begriffene Gemeinschaftsarbeit sind einem gesonderten Bericht vorbehalten.

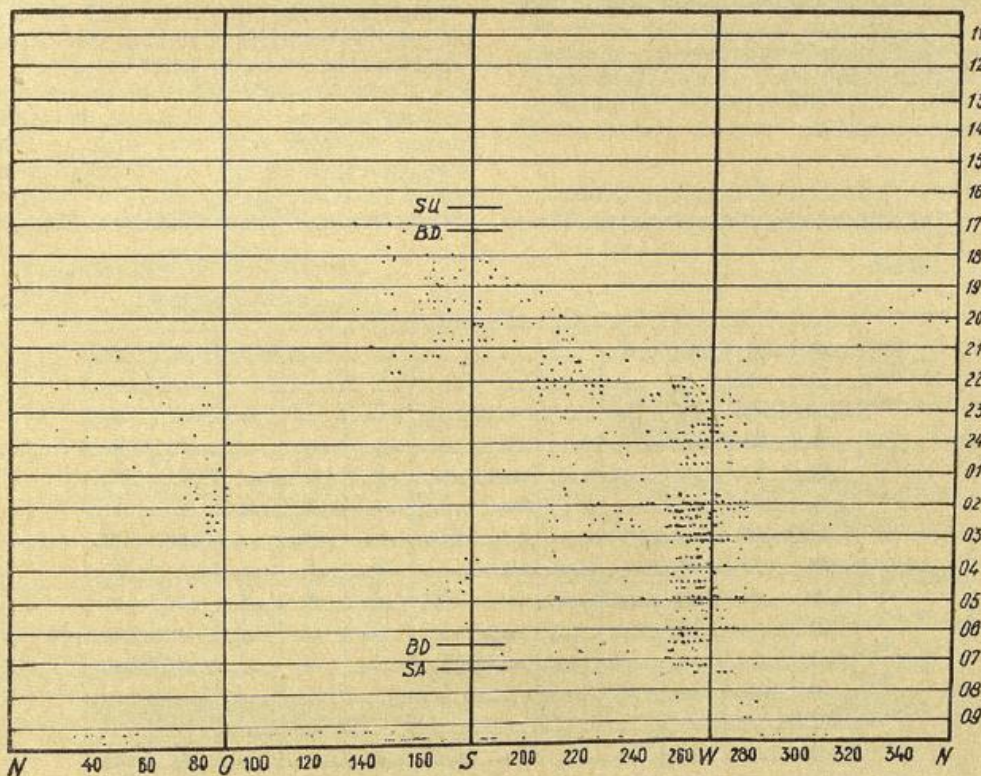


Abb. 38.

Schmalsektor- (Kreuzrahmen-) Registrierung vom 5./6. 11. 1942. (Station Golm).

2. „Schmalsektor“-Peilungen

Die Daueraufzeichnung der Richtungsverteilung der Luftstörungen geschieht durch einen auf der gleichen Frequenz arbeitenden sog. „Schmalsektorpeiler“: Durch Kombination zweier gekreuzter Rahmen- und einer offenen Antenne läßt sich ein Empfangssystem erzielen, das nur innerhalb eines schmalen Sektors empfangsbereit ist. Läßt man ein solches Kreuzrahmensystem langsam rotieren und sorgt für entsprechende Aufzeichnung, so ist leicht ein übersichtliches Bild der Richtungsverteilung der Störungsherde und ihrer täglichen Variation zu gewinnen.

In Abb. 38 ist ein Beispiel einer solchen Aufnahme wiedergegeben. Jeder Horizontalstrich bedeutet einen Umlauf des Empfangssystems (Zeitdauer 15 Minuten); Störungen heben sich durch kleine senkrechte Ausschläge ab. Am oberen und unteren Rand sind Himmelsrichtung und azimutale Feinunterteilung, links und rechts die Uhrzeiten angeschrieben. — Neben nahezu völliger Störungsfreiheit am Tage erkennt man in diesem Beispiel kurz nach Sonnenuntergang einen Störungsherd im SSE, der sich im Verlaufe der Nacht über S immer mehr nach W verlagert und in den frühen Morgenstunden dort ziemlich energiereich in Erscheinung tritt. Ein schwächerer Herd wandert im Verlauf der Nacht von N nach E.

Von dieser Anlage liegen jetzt seit über einem Jahr nahezu lückenlose Ergebnisse vor. Die Einzelbearbeitung im Zusammenhang mit dem synoptischen Wetterbild ist im Gang; aber noch nicht abgeschlossen. Im weiteren sind vorerst nur die statistischen Ergebnisse der Registrierungen selbst wiedergegeben.

Die Auswertung erfolgte in der Weise, daß jeweils für einen zweistündigen Zeitraum die Summe der Impulse aus einem 20 Grad breiten Sektor gezählt wurde; als Auswertzeiten gewählt sind die Termine 2 Uhr, 4 Uhr, 6 Uhr usw. bis 24 Uhr (alle Zeitangaben in MESZ). Die so gewonnenen Ergebnisse sind zu Monatsmitteln zusammengefaßt.

In Abb. 39 sind diese Ergebnisse in ein Gesamtbild zusammengefaßt. Man erkennt hiernach als erstes besonders schön die Beteiligung der sommerlich-kontinentalen Gewittertätigkeit (Mittelteil der Abbildungen). Außerdem sieht man, daß die nächtlichen Störungsrichtungen im allgemeinen den Bereich von S bis W bevorzugen.

Einzelheiten dieser Richtungsbevorzugung gehen bei der Kleinheit der Darstellung allerdings verloren. Diese

sind besser in den folgenden monatlichen Einzeldarstellungen (Abb. 40 a-m) zu erkennen:

Das Hauptergebnis, auf das weiter unter noch näher eingegangen wird, ist das, daß fast durchweg im Laufe der Nacht einer Verlagerung der für Störungseinfall bevorzugten Richtung von S nach W erfolgt. Die Intensität des „W-Herdes“ ist je nach der Jahreszeit am größten etwa zwischen 3 und 6 Uhr.

Weiter erkennt man in diesen Einzeldarstellungen sehr schön den Einsatz (März), Verlauf (April bis September) und das Abklingen (Oktober) der sommerlich-kontinentalen Gewittertätigkeit. Dies bestätigt die oben geäußerte Auffassung, daß die bei der reinen Störungszählung auftretende tägliche Doppelperiode als Überlagerung zweier verschiedener Einflüsse zu verstehen ist.

In Abb. 41 sind diese Ergebnisse nochmals etwas anders zusammengefaßt, um einen direkten Vergleich mit früheren Potsdamer Registrierergebnissen zu ermöglichen. Vergleicht man diese Darstellung mit der von F. Schindelbauer in der cit. Arbeit 1937 veröffentlichten Richtungsverteilung (nach Drehrahmen-Registrierungen), so erkennt man eine starke Ähnlichkeit zwischen beiden Figurengruppen vor allem darin, daß bei Tag die südliche (in der älteren Darstellung die nord-südliche), bei Nacht die westliche (bzw. westöstliche) Einfallsrichtung bevorzugt werden.

3. Adcock-Peilungen.

Als dritte Dauer-Registrier-Anlage wird eine sog. „Adcock-Peilanlage“ benutzt. Das Wesen dieser Anlage besteht darin, daß sie durch geeignete Antennen- und Schaltungsart nur die Horizontalkomponente der einfallenden Impulse aufnimmt (alleiniges Ansprechen auf die vertikal polarisierte Komponente des elektrischen Vektors). Bei Benutzung dieser Anlage fallen Mißweisungen, die durch Reflexion der Wellen an Ionosphärenschichten und dadurch bedingte Polarisationsänderungen zustande kommen können, fort.

Sehr nachteilig ist hierbei, daß diese Adcock-Peilungen aus technischen Gründen auf einer anderen Arbeitsfrequenz (etwa 81 kHz) erfolgen müssen und daß die Anzeige um 180° doppeldeutig ist, wodurch die Auswertung und der Vergleich mit den anderen Registrierungen merklich erschwert wird. — Bearbeitung einer etwa 1jährigen Registrierperiode erbrachte erwartungsgemäß grundsätzlich ähnliche Ergebnisse wie die „Schmalsektor“- („Kreuzrahmen“-) Registrierungen.

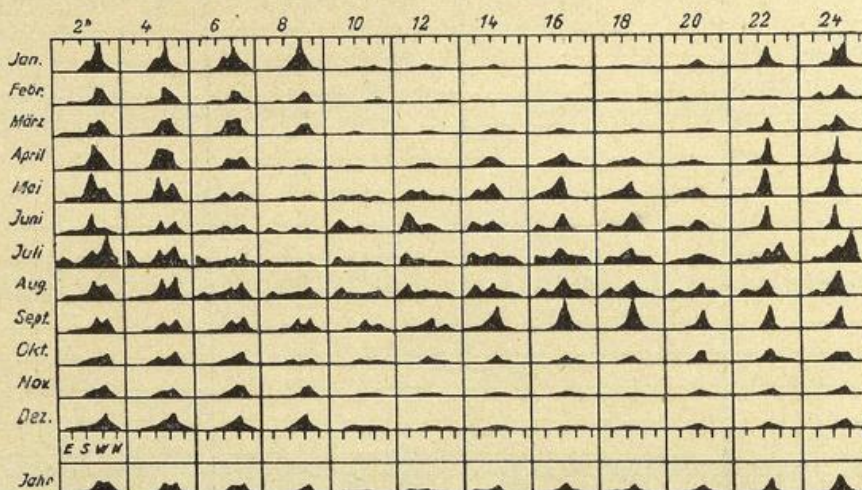
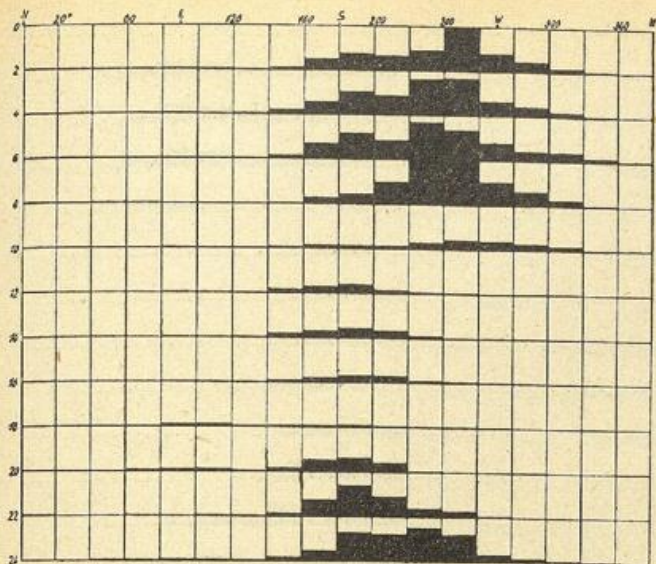
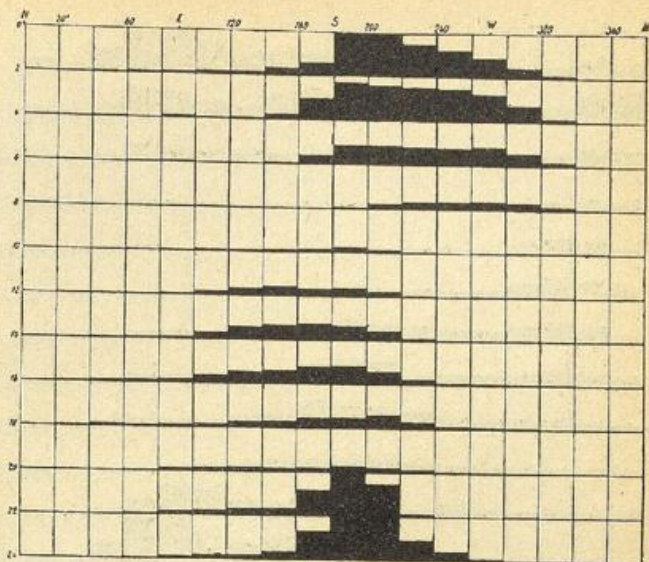


Abb. 39.

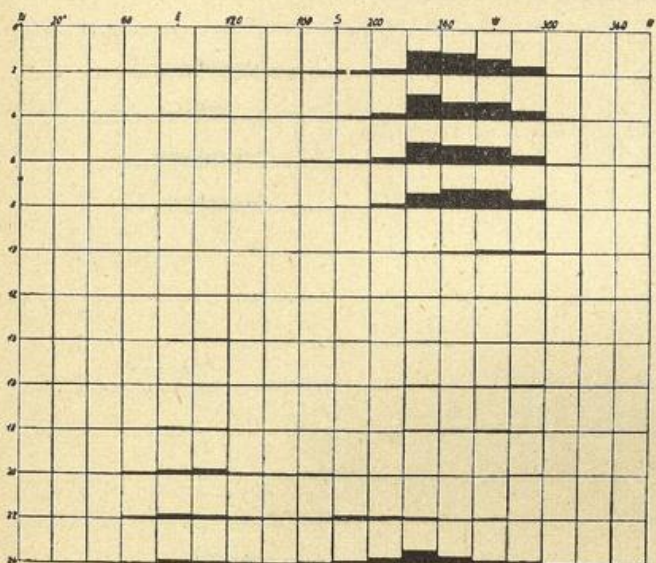
Gesamtdarstellung der „Schmalsektor“- („Kreuzrahmen“-) Peilungen während des Jahres von Oktober 1941 bis September 1942 (Zeitangaben in MESZ).



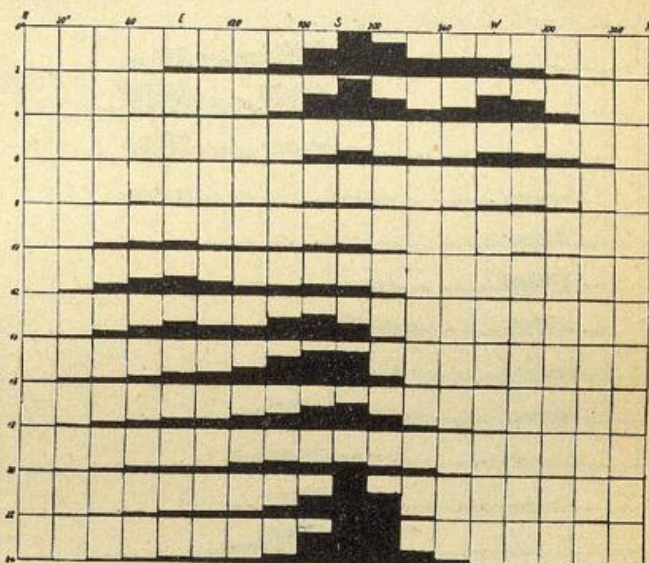
Januar



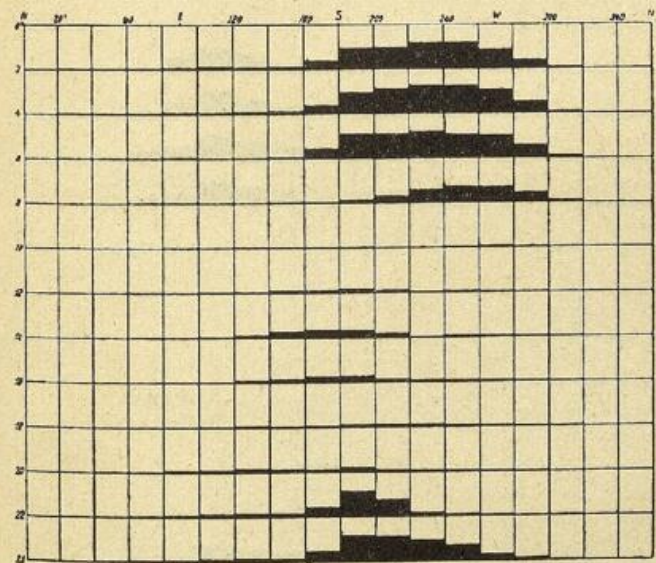
April



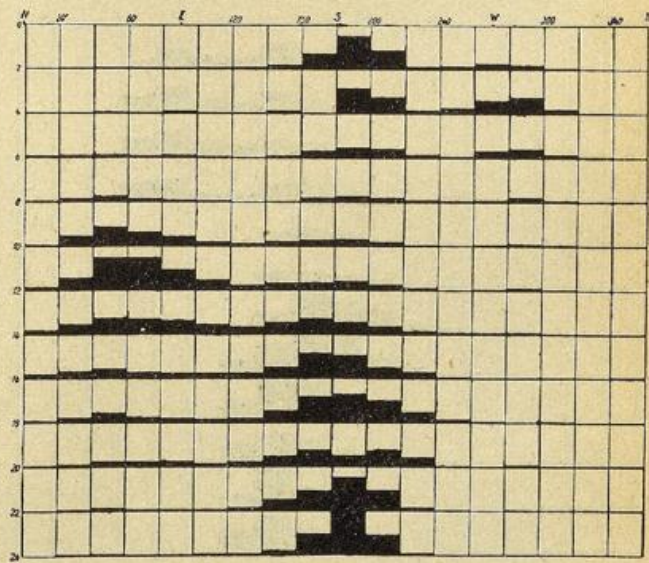
Februar



Mai

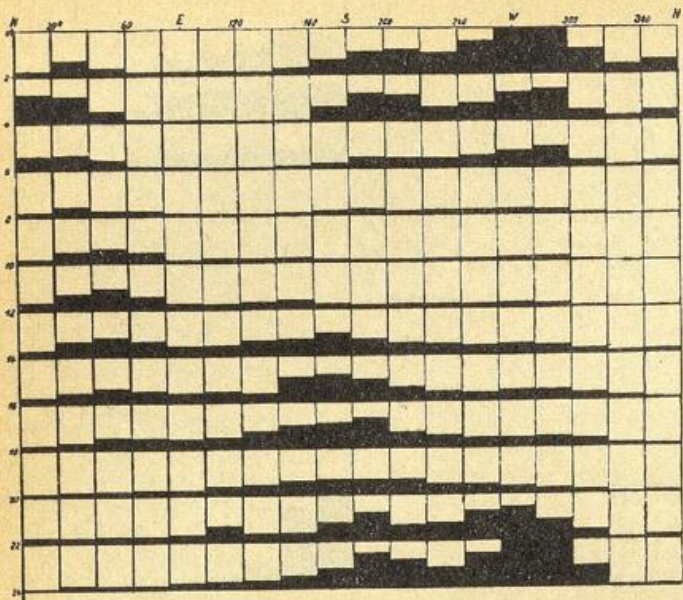


März

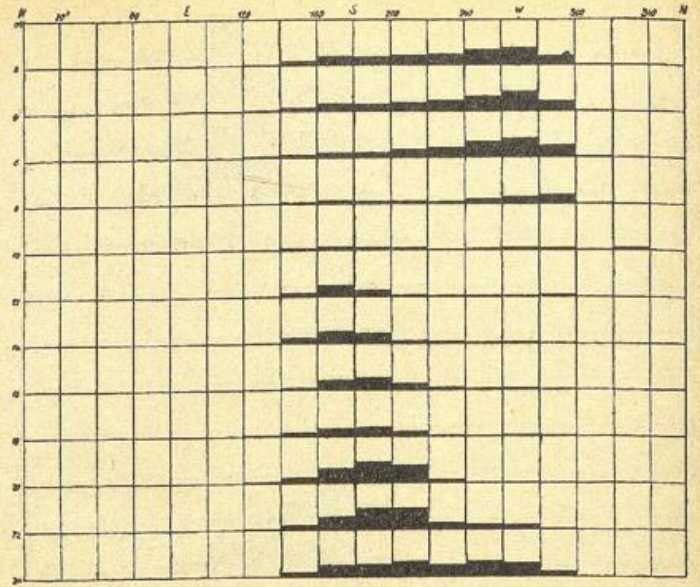


Juni

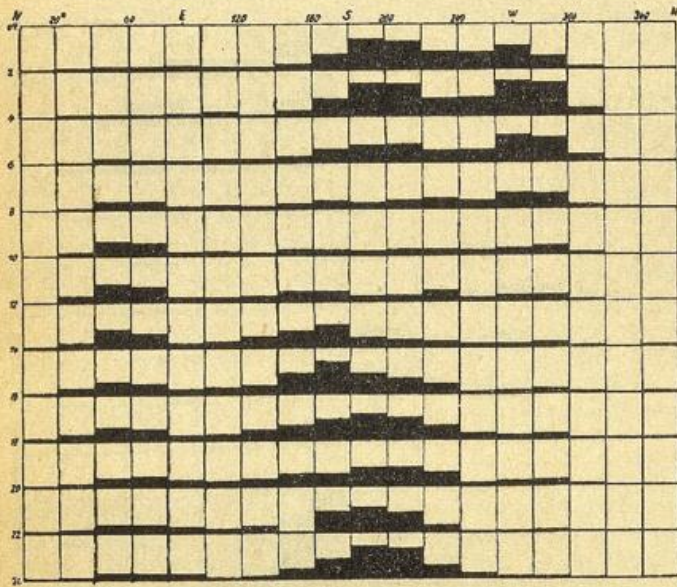
Abb. 40 (a—f): Monatliche mittlere Verteilung der Richtungshäufigkeit von Luftstörungen im Tagesverlauf nach „Schmalsektor“- („Kreuzrahmen“-) Peilungen in Golm von Oktober 1941 bis September 1942 (Zeitangaben in MESZ).



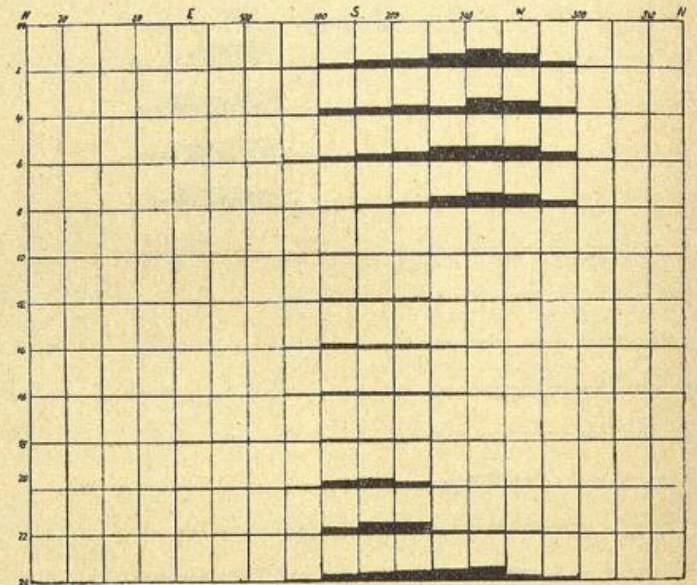
Juli



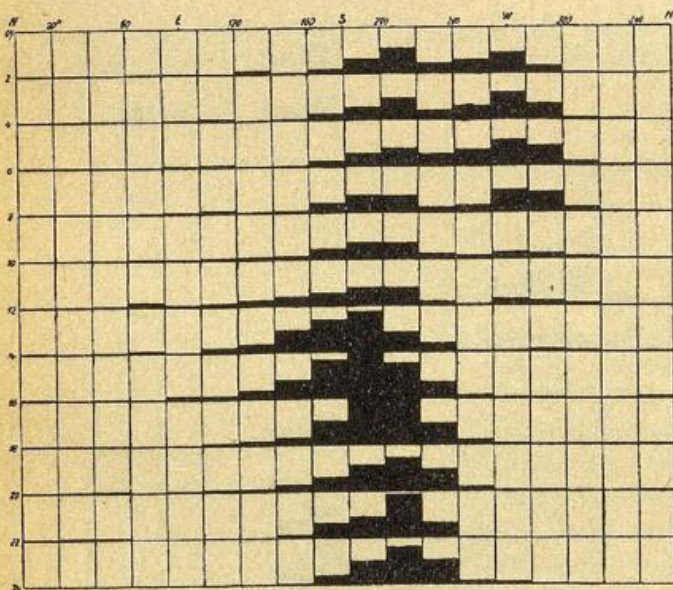
Oktober



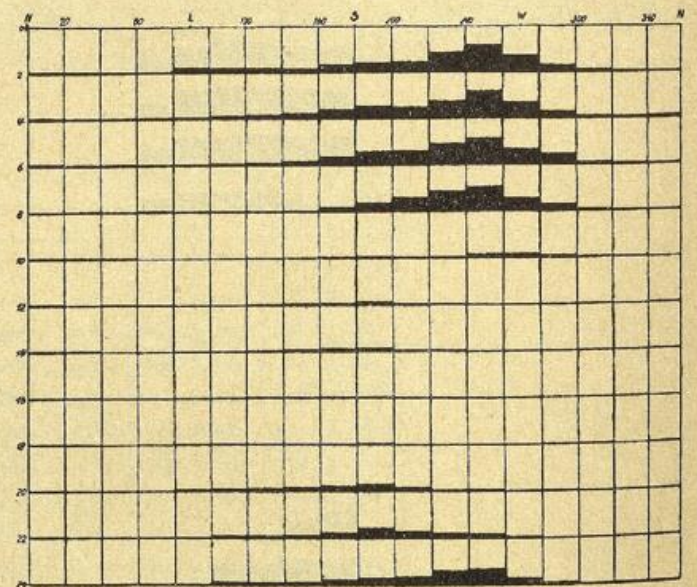
August



November



September



Dezember

Abb. 40 (g—m): Monatliche mittlere Verteilung der Richtungshäufigkeit von Luftstörungen im Tagesverlauf nach „Schmalsektor“- („Kreuzrahmen“-) Peilungen in Gollm von Oktober 1941 bis September 1942 (Zeitangaben in MESZ).

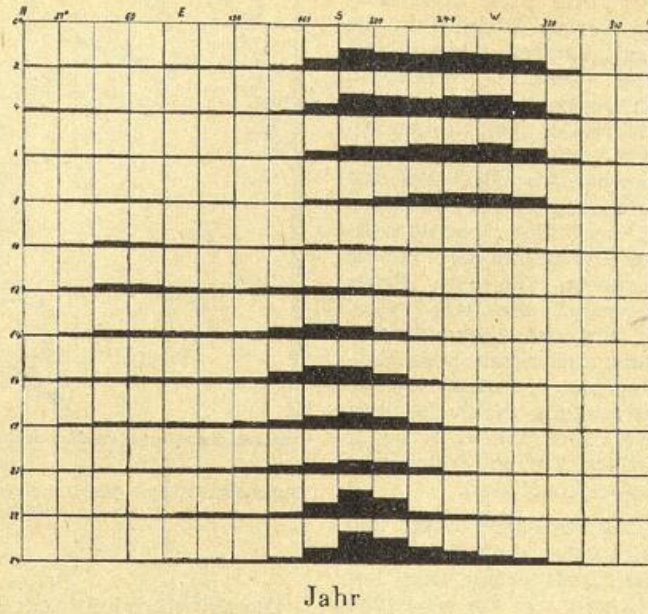


Abb. 40n

Mittlere jährliche Verteilung der Richtungshäufigkeit von Luftstörungen im Tagesverlauf nach „Schmalsektor“- („Kreuzrahmen“-) Peilungen in Golm von Oktober 1941 bis September 1942. (Zeitangaben in MESZ).

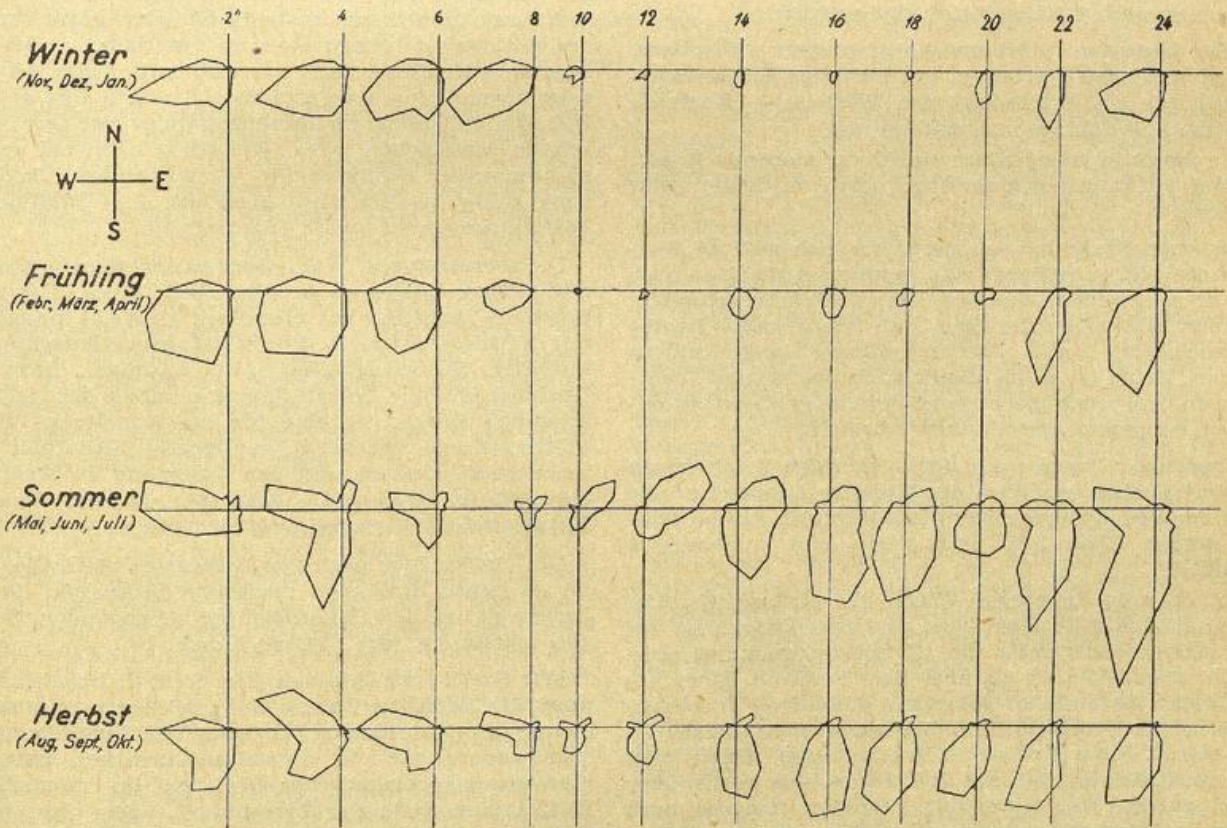


Abb. 41.

Das gleiche nach den „Schmalsektor“- („Kreuzrahmen“-) Peilungen in Golm vom Oktober 1941 bis September 1942. Zeitangaben in MESZ (Vollfiguren)

IV. Ergebnisse und Probleme.

Wie schon einleitend bemerkt, soll diese erste Mitteilung im wesentlichen einen kurzen Einblick in die methodische Seite des jetzt mit speziell meteorologischer Zielsetzung bearbeiteten Gebietes vermitteln; denn für einen abschließenden Bericht über die erzielten oder erzielbaren Ergebnisse ist der dem Obigen zugrunde gelegte Arbeitszeitraum eines Sommers (Kathodenstrahl-Peilung) bzw. Jahres (Schmalsektor- und Adcock-Registrierung) noch zu kurz. So haben sich beispielsweise während der Zeit der Wintermonate verschiedene neue Gesichtspunkte für die meteorologische Ausdeutung der Peilungen ergeben, die ohne Frage deren Anwendungsbereich wesentlich erweitert haben. Dieser Hinweis mag genügen, um damit anzudeuten, daß es sich hier um ein in stark fortschreitender Entwicklung begriffenes Arbeitsgebiet handelt, dessen Möglichkeiten für die Wettererkundung durch die oben angeführten — auf den ersten Blick vielleicht sogar enttäuschenden — Resultate eines kurzen Zeitraumes auch nicht im entferntesten ausgeschöpft sind.

Es versteht sich von selbst, daß bei einer Arbeit und Zielsetzung wie der hier vorliegenden eine Reihe von Teilfragen verschiedenster Art auftauchen, die zur bestmöglichen Sicherung der Ergebnisse im einzelnen geklärt werden müssen. Abgesehen von den apparativen Einzelheiten, müssen Fragen der Wellenausbreitung, Ionosphäreinflüsse, Form und Polarisationszustand der aufgenommenen Impulse u. a. m. beachtet und z. T. erst in ergänzenden zweckentsprechenden Teiluntersuchungen neu bearbeitet werden. Im einzelnen kann auf diese Dinge hier noch nicht eingegangen werden. Nur zwei Fragen, die insbesondere nach den Erfahrungen der ersten sommerlichen Arbeitsperiode als besonders wichtig in den Vordergrund getreten sind, sollen hier noch kurz angeschnitten werden:

1. Was bedeuten Störungslokalisierungen synoptisch, und was kann geschehen, um bisherige Erfahrungen auch für die Erkundung des Westens — England, Atlantik — nutzbar zu machen und
2. die damit in engem Zusammenhang stehende Frage: Sind alle Störungen meteorologisch zu deuten oder nicht?

Die erste Frage hat — soweit sie sich auf die festländischen Störungsherde des Sommers bezieht — nach dem oben Gesagten eine erste Beantwortung gefunden: Es kann als gesichert gelten, daß kontinentale Labilisierungsgebiete mit Quellbewölkung angeschnitten werden. Dabei ist es gleichgültig, ob dort schon Gewitter zum Ausbruch gekommen sind oder Gewitterneigung („vorgewittriges Stadium“) besteht.

Schwieriger liegen nach den bisherigen Erfahrungen die Verhältnisse bezüglich des Westens. Zunächst ist die Zahl der von dort stammenden Störungen bisher relativ gering. Dies hat prinzipielle und methodische Gründe.

Abb. 42 zeigt in großen Zügen die mittlere jährliche Gewitterhäufigkeit über Land und See. Danach ist auf dem Atlantik allgemein die „Gewittererwartung“ etwa 10- bis 20mal kleiner als über dem Festland. Einen etwas mehr ins einzelne gehenden Einblick — insbesondere in die jahreszeitliche Verschiedenheit dessen — gibt die W. Köppensche Bearbeitung¹⁾. Nimmt man nun zusätzlich an, daß auf See ebenso, wie es sich über Land gezeigt hat, nicht nur Gewitter, sondern auch Böen im Vorgewitterstadium Luftstörungen aussenden, so wird die „Störungserwartung“ vom Atlantik eine wesentlich größere. (Die „relative Störungserwartung“ vom Atlantik gegenüber dem Festland bleibt natürlich unverändert etwa rund $\frac{1}{10}$.)

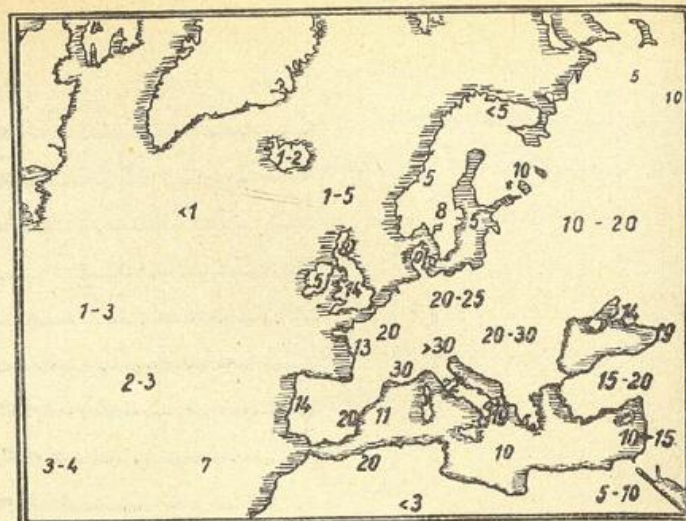


Abb. 42.
Durchschnittliche jährliche Gewitterzahl auf dem Festland und dem Atlantik.

Die Schwierigkeit liegt danach weniger im Störungsmangel aus den Westgebieten als vielmehr darin, diese an unseren Aufnahmestellen naturgemäß weniger energiereichen Störungen neben den festländisch erzeugten erkennbar werden zu lassen.

Eine Möglichkeit dazu bietet folgende Überlegung:

Abb. 43 zeigt den jährlichen und täglichen Gewittergang über Mitteleuropa und dem Atlantik. Danach ist die Tageszeit der größten Gewitterwahrscheinlichkeit — bei den Böen dürfte es ähnlich aussehen — auf dem östlichen Atlantik um etwa 12 Stunden gegenüber der des mitteleuropäischen Raumes verschoben. Als günstigster Aufnahmetermin zur „Abtastung des Atlantik“ folgt daraus eine etwa zwischen 3 und 5 Uhr gelegene Zeit, die außerdem zweckmäßigerweise mit der Jahreszeit zu verschieben wäre. Wie schon oben bei der Besprechung der Schmalsektor- (Kreuzrahmen-)Registrierung gesagt, weisen auch diese auf eine Häufung der Weststörungen zu dieser Tageszeit hin.

Die versuchsweise Wahl eines entsprechend gelegenen nächtlichen Aufnahmetermins hat diese Erwartung durchaus bestätigt, hat allerdings auch die besonderen mit Nachtpeilungen in diesem Längstwellengebiet verknüpften Schwierigkeiten (Mißweisungen infolge reflexionsbedingter Polarisationsanomalien der „Signale“) erkennen lassen, die eine für die Anpeilung fernerer Störungsherde (Atlantik) genügende Sicherheit nicht mehr gewährleisten und den Übergang zu einem anderen Antennensystem („Adcock“) notwendig machen. Entsprechende Versuche sind im Gang.

Die andere hier noch zur Diskussion stehende Frage ist die schon einleitend erwähnte Diskussion darüber, inwieweit die zur Aufzeichnung gelangenden Störungen meteorologische Ursache haben.

Wie Schindelbauer l. c. S. 21 ff. bei der Erklärung des täglichen Ganges der Luftstörungen ausführt, kann man — zumindest für einen Teil der Störungen — ganz anders geartete Entstehungsursachen annehmen (Bewegungen elektrischer Teilchen im magnetischen Erdfeld innerhalb der Ionosphäre). Das oben behandelte neue Ergebnismaterial zeigt verschiedene einer meteorologischen Ausdeutung schwer oder gar nicht zugängliche Resultate, die dieser Vorstellung neue Stützen bieten.

Wie aus den Abb. 39, 40 und 41 zu erkennen ist, bestätigen die neueren Registrierungen durchaus die früheren Feststellungen, daß die bevorzugte Richtung des

¹⁾ W. Köppen. Ann. d. Hydrogr. u. marit. Meteorol. 46, 64—78 (1918).

Gewitterhäufigkeit (relativ).

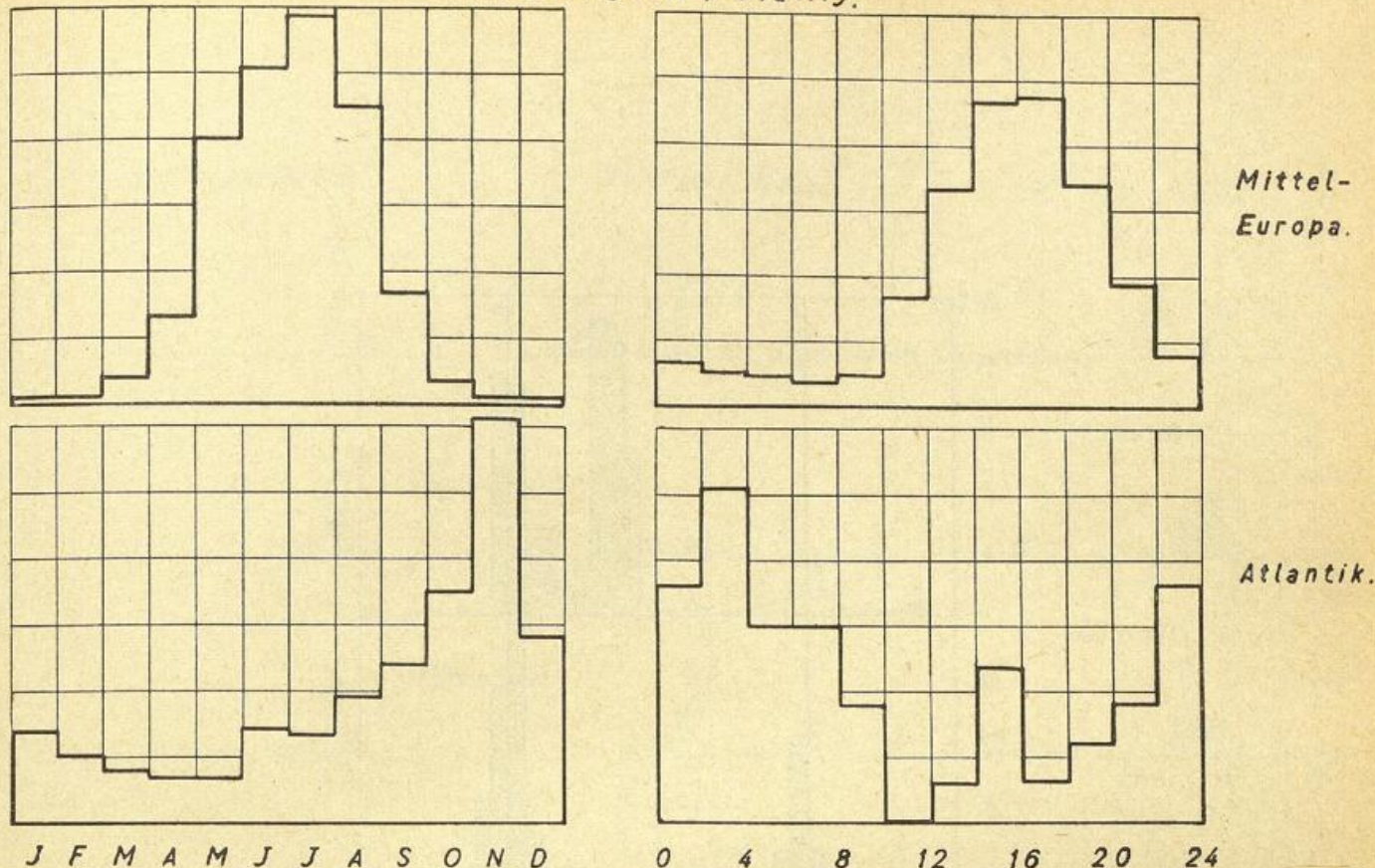


Abb. 43. Mittlere jährliche und tägliche Gewitterperiode über Land und See (Ortszeit).

Störungseinfalles tagsüber in Richtung des magnetischen Meridians, nachts senkrecht dazu liegt. Wenn dafür gemäß Abb. 43 auch eine gewisse meteorologisch-klimatische Erklärung gegeben werden kann, so deutet der Vergleich analoger Statistiken in Lerwick, Potsdam, Abukir (l. c. Abb. 11) und Bangalore (Indien) doch mehr auf geophysikalische Ursachen.

Besonderes Interesse bieten in diesem Zusammenhang diejenigen Störungen, die von den verschiedenen Peilstellen aus in nahezu gleicher Richtung „gesehen“ werden und deshalb im Kartenbereich nicht mehr zu lokalisieren sind („nl-Störungen“). In den Abb. 9 ff. sind solche nl-Störungen fast auf jeder Karte durch Striche am Kartenrand markiert.

Da die ins Kartengebiet fallenden Schnittpunkte von Peilstrahlen im allgemeinen mit dem Witterungsbild in Verbindung zu bringen sind — sofern man von der Unsicherheit dieser Zuordnung auf dem Atlantik absieht —, darf man annehmen, daß „nicht meteorologisch bedingte Störungen“ bevorzugt als solche nl-Störungen in Erscheinung treten werden. Man wird also zu einer statistischen Entscheidung über diese Frage untersuchen müssen, ob sich für die „nl-Störungen“ plausible meteorologische Erklärungen finden lassen oder nicht.

Über ihre Häufigkeit zeigt die Erfahrung, daß der prozentuale Anteil mit der Tageszeit und Jahreszeit stark schwankt: In den Sommermonaten Juli und August waren um 2 Uhr im Mittel 56%, um 8 Uhr 31% und um 14 Uhr 8% der aufgenommenen Störungen „nicht lokalisierbar“. Weiter ist der prozentuale Anteil der „nl-Störungen“ um 8 Uhr von 31% im August auf 48% bzw. etwa 54% im September bzw. Oktober angestiegen. Außerdem sind — ausgeprägt mit der Tages-

zeit wechselnd — bestimmte Richtungen dieser „nl-Störungen“ in sehr charakteristischer Weise bevorzugt.

Wenn es nun nur „meteorologisch bedingte Störungen“ gibt, so müssen die „nl-Störungen“ fernen und fernsten Gewitterherden entstammen; sie müssen also in ihrer Richtungsverteilung mit der der gesamten terrestrischen Gewittertätigkeit übereinstimmen.

Um diese zu ermitteln, muß man die bekannten von C. E. P. Brooks¹⁾ entworfenen Karten der Gewitterverteilung über die Erde heranziehen. Bestimmt man hiernach für einzelne Tageszeiten die „Gewittererwartung für einzelne Himmelsrichtungen in Mitteleuropa“, so ergeben sich etwa die in Abb. 44 punktiert gezeichneten Linien für die Sommermonate. Die Treppenkurven geben die Richtungsverteilung der „nl-Störungen“ zu den betr. Terminen im Monat Juli 1942.

Bei aller Unsicherheit der Brooksschen Gewitterstatistik zeigen die dargestellten Kurven, daß beide Verteilungen nicht übereinstimmen, daß also m. a. W. die nl-Störungen nicht oder doch nur z. T. meteorologisch begründet sein können.

Eine noch klarere Entscheidung in dieser Richtung liefert eine Verfolgung dieser Richtungsverteilungen über einen längeren Zeitraum, wie sie für ½ Jahr (August bis Januar) in Abb. 45a und b gegeben ist.

Während die Gewitterverteilung auf der Erde entsprechend dem Jahreszeitenwechsel während dieses Zeitraumes charakteristische Verschiebungen erfährt, bleibt die Richtungsverteilung der nl-Störungen in dieser Zeit völlig unverändert, wie man am klarsten aus den 8-Uhr-Kurven erkennt.

1) C. E. P. Brooks. Geophys. Memoirs 24, London (1924).

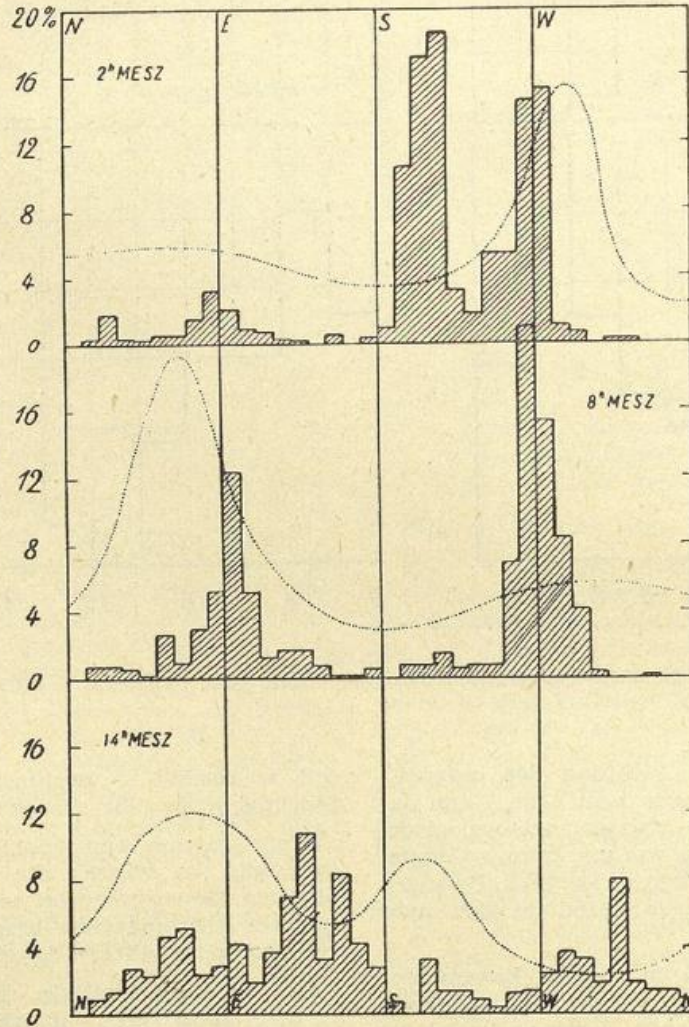


Abb. 44.

Richtungverteilung der „Gewittererwartung“ (punktierte, glatte Kurve) und der „nl-Störungen“ (Treppenkurven) für Juli 1942 zu den Terminen 2, 8 und 14 Uhr MESZ.

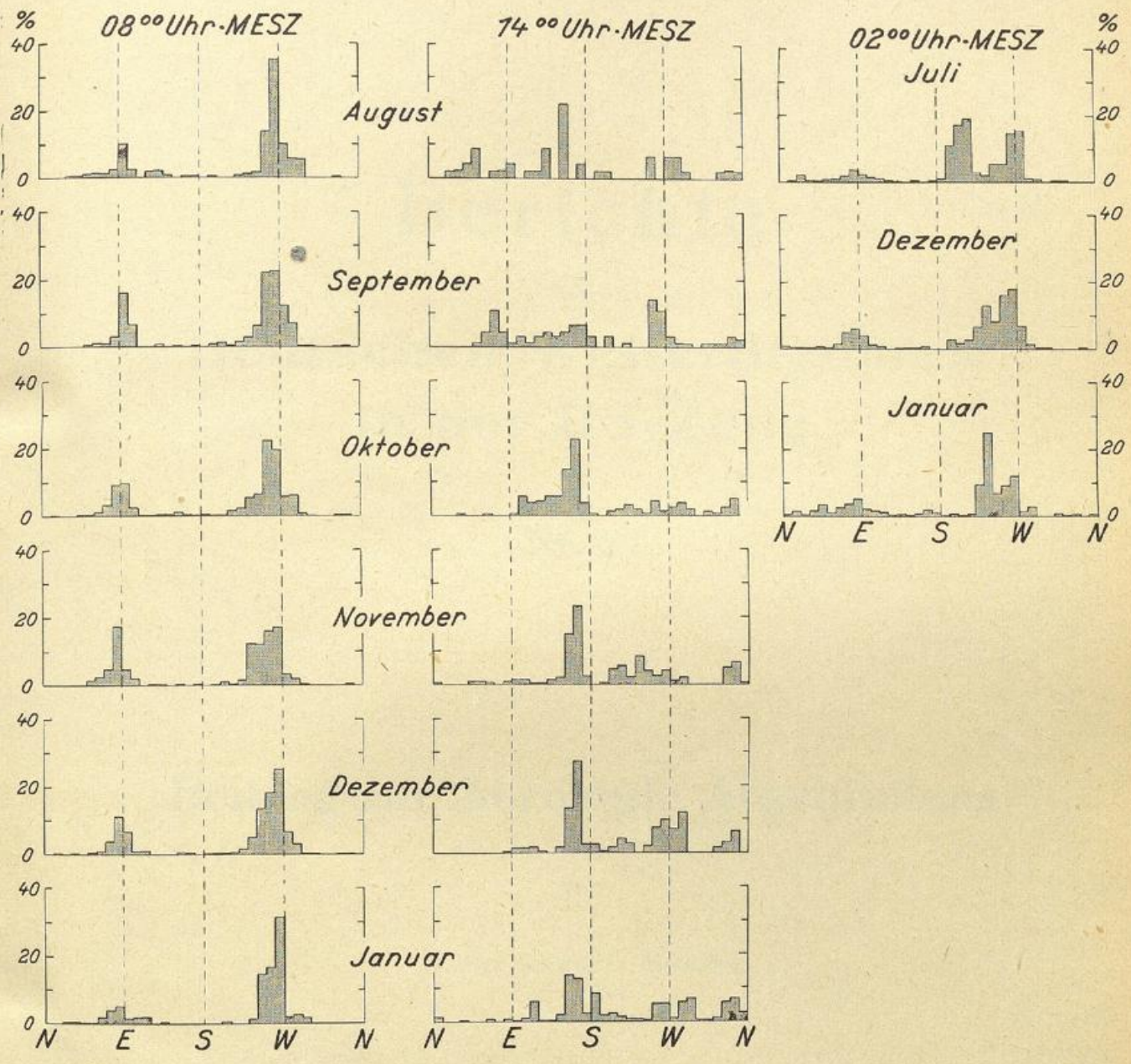


Abb. 45.

Richtungsverteilungen der nl-Störungen zu verschiedenen Tageszeiten (8 und 14 Uhr MESZ s. 45a; 2 Uhr MESZ s. 45b) während der Monate August bis Januar bzw. Juli, Dezember und Januar nach Kathodenstrahlpeilungen.

