

Mitteilungen

des

Deutschen Wetterdienstes

Nummer 7

Bad Kissingen

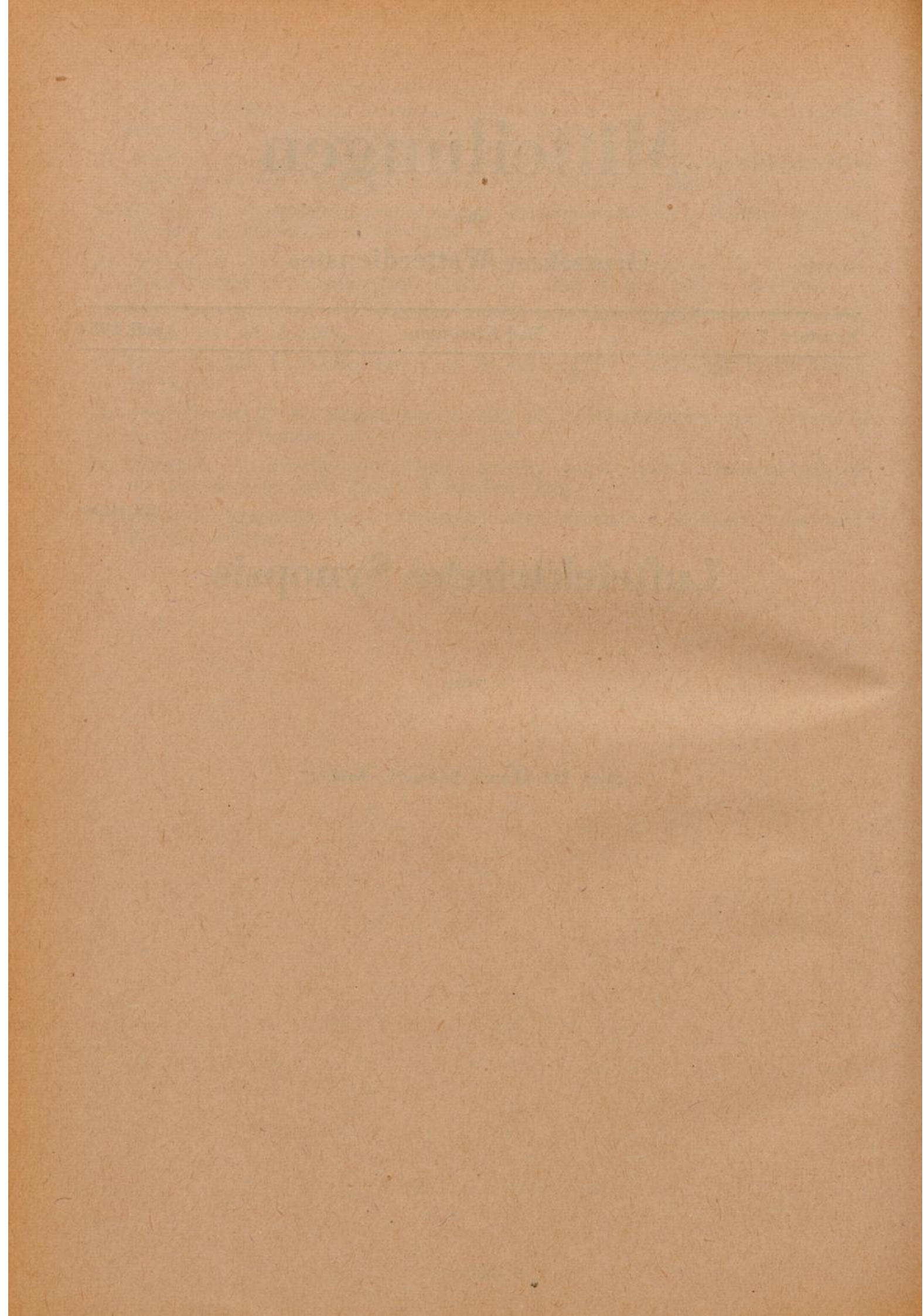
April 1954

DK 551.594

Luftelektrische Synopsis

von

Prof. Dr. Hans Israël, Aachen



1. Einleitung

- 1.1 Die Anschauungen von den luftelektrischen Geschehnissen und ihren Ursachen haben in den letzten Jahrzehnten erhebliche Wandlungen erfahren (1). Dies gilt insbesondere von den luftelektrisch-meteorologischen Zusammenhängen. Denn die Erfahrung hat gezeigt, daß im thermodynamischen Geschehen des Wetters Wirkungen enthalten sind, die z. T. als „Generatoren“ zum Aufbau eines atmosphärisch-elektrischen Zustandes beitragen, z. T. als „veränderliche Schaltelemente“ dessen Verhalten beeinflussen (2) (3) (4).
- 1.2 Es liegt im Wesen der Forschungsarbeit auf geophysikalischem Gebiet, daß vermutete oder vermutbare Zusammenhänge zunächst auf statistischem Wege aufgefunden, geprüft und gesichert werden müssen. Ist diese Voraussetzung erfüllt, so kann man weitergehen und versuchen, auf dieser Grundlage zum Einzelfall eines bestimmten Effektes, eines Tagesganges usw. überzugehen und ihn erklärend zu deuten. — Naturgemäß muß im Zuge einer solchen Entwicklung beim Verlassen der statistischen Basis eine andere Sicherung zur Ausschaltung von Zufallsergebnissen gefunden werden. Den naheliegenden und besten Weg dazu bietet der Vergleich mehrerer synchron und gleichartig arbeitender Stationen, m. a. W. also die synoptische Arbeitsweise.

Die Erweiterung der Arbeits- und Anschauungsweise von der Mittelwertbetrachtung zur Typenbetrachtung des Einzelereignisses ist auf einer Reihe von Teilgebieten der Geophysik und Meteorologie mit Erfolg beschritten worden und kann geradezu als Kennzeichen der modernen Entwicklungsphasen der betreffenden Gebiete gelten. — Auf dem Gebiet der atmosphärisch-elektrischen Erscheinungen ist eine solche Entwicklung bisher nicht möglich gewesen, da die Voraussetzungen dafür fehlten: Es ist erst durch die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte gelungen, Klarheit über die Wurzeln dieses Erscheinungsgebietes zu schaffen und damit Unterlagen für den ersten — statistischen — Teil zu gewinnen. Außerdem war die Entwicklung dadurch verzögert, daß meßtechnische und methodische Mängel zu überwinden waren (5).

- 1.3 Inzwischen haben nach Beseitigung der letztgenannten Schwierigkeiten (6) manche Erfahrungen der letzten Jahre den Boden für eine Erweiterung der Luftelektrizität in der oben skizzierten Richtung vorbereitet (3) (4) (7) (8). Heute ist es deshalb möglich — ja notwendig! —, der bisherigen luftelektrischen Klimatologie eine luftelektrische Synoptik an die Seite zu stellen*).

Im Folgenden mögen einige Gedanken und Vorschläge für diese neue Arbeitsrichtung in der Luftelektrizität zusammengestellt und an einigen Beispielen bisherige Erfahrungen und Entwicklungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Das bevorstehende geophysikalische Jahr 1957/58 bietet besonders günstige Gelegenheit zur weiteren Ausgestaltung dieser synoptisch-luftelektrischen Arbeitsweise.

*) In der aus der Meteorologie entnommenen Ausdrucksweise soll dabei mehr als nur ein anschaulicher Vergleich liegen. Ohne daß eine solche synoptische Betrachtungsweise dadurch auf die Beziehungen zur meteorologischen Synoptik beschränkt werden soll, drängt der erwähnte immer klarer werdende steuernde Einfluß des meteorologischen Geschehens dazu, neben den bestehenden Brücken zur Klimatologie nun auch solche zur Synoptik zu schlagen.

2. Definitionen und bisherige Erfahrungen

- 2.1 Erste Voraussetzung für eine Erweiterung der Arbeit in der angedeuteten Richtung ist das Vorhandensein geeigneter Meßanlagen, die außer dem üblicherweise in erster Linie erfaßten atmosphärisch-elektrischen Potentialgefälle noch mindestens eines der beiden anderen Grundelemente — Vertikalstrom und Leitfähigkeit — mit zu beobachten bzw. zu registrieren gestatten und außerdem bei möglichst einfacher Bedienung zuverlässig arbeiten. Aus diesem Grunde wurde an der Lufterlektrischen Forschungsstelle Buchau a. F. (jetzt Meteorologisches Observatorium Aachen), die nach dem Kriege von W. Peppeler mit dem Ziel einer lufterlektrisch-meteorologischen Gemeinschaftsarbeit ins Leben gerufen wurde, zunächst eine den genannten Anforderungen genügende Apparatur entwickelt. Diese zur gleichzeitigen Aufzeichnung von Potentialgefälle, Vertikalstrom und Leitfähigkeit — geeignete Apparatur (9), die inzwischen durch die Einführung der sog. „Anpassung“ und durch die Möglichkeit zur Trennung von Leitungsstrom und Konvektionsstrom neue und sehr wesentliche Verbesserungen erfahren hat (10), hat sich inzwischen an einer Reihe von Meßstellen im In- und Ausland bewährt (4) (7) (11) u. a.
- 2.2 Die Tagesgänge der lufterlektrischen Elemente kommen, wie bekannt, durch das Zusammenspiel weltweit reichender und örtlich-meteorologischer Faktoren zustande (1) (2) (3). Dementsprechend sind für synoptisch-lufterlektrische Betrachtungen zwei Zielsetzungen gegeben: Die eine betrifft die weltweit reichenden Einflüsse und strebt z. B. nach Aussagen über die Gewittertätigkeit in den verschiedenen Teilen der Welt und ihre Veränderungen von einem Tag zum anderen. Die zweite ist auf engeren Raum beschränkt und sucht, die Zusammenhänge zwischen der Wetterentwicklung und dem lufterlektrischen Verhalten im einzelnen zu erfassen. Man kann also eine „großräumige“ und eine „kleinräumige lufterlektrische Synopsi“ unterscheiden. Die erstere bedarf eines Stationsnetzes von kontinentalem bzw. globalem Ausmaß, während die letztere Richtung Stationsnetze von wesentlich geringerem Ausmaß benötigt; man wird für sie nur selten Areale von mehr als 10^4 km² heranziehen können.
- 2.3 Besonders wichtige Aufschlüsse über die inneren Zusammenhänge zwischen zwei geophysikalischen Erscheinungsgebieten vermitteln bekanntlich die Tagesgänge der betreffenden Einzelelemente. Man wird deshalb auch bei synoptisch-lufterlektrischen Untersuchungen gerade den Tagesgängen der lufterlektrischen Elemente ganz besondere Aufmerksamkeit zu schenken haben. Es ist kein Zufall, daß sich die ersten Anfänge der synoptischen Betrachtung auf lufterlektrischem Gebiet gerade aus der vergleichenden Bearbeitung von Tagesvariationen ergeben haben. — Unter den lufterlektrisch-wirksamen meteorologischen Einflüssen nimmt die Tagesschwankung des vertikalen atmosphärischen Massenaustausches eine besonders wichtige Stelle ein (2). Man wird deshalb zur synoptischen Analyse lufterlektrischer Gänge je nach deren Zielsetzung die von den Austauschvariationen affizierten Räume der Atmosphäre aufsuchen oder vermeiden: Für die weltweiten Betrachtungen der großräumigen lufterlektrischen Synopsi sind also zur Vermeidung des Austauschinflusses die Stationen in die ozeanische Atmosphäre oder (über Land) ins Hochgebirge in genügende Höhe zu legen (4), während für die kleinräumige meteorologisch-lufterlektrische Synopsi gerade die unteren Atmosphärenschichten über dem Festland das beste Arbeitsfeld darstellen.
- 2.41 Als erstes Beispiel für großräumige lufterlektrische Synopsi, das gleichzeitig die erste Untersuchung dieser Art überhaupt darstellt, sind die lufterlektrischen Paralleluntersuchungen an der Station Watheroo (Westaustralien) und auf hoher See zu nennen, die zur Ermittlung des „columnar resistance“ bzw. seiner Tagesvariation dienen sollten (12). Die Messungen wurden zwar nur über kurze Zeit

erstreckt und nicht synoptisch verarbeitet, sondern lediglich als Unterlagen verwandt, sind aber in ihrer Durchführung großräumig-synoptisch.

- 2.42 Ein weiteres Beispiel geben die Synchronregistrierungen von Potentialgefälle und Vertikalstrom auf den beiden rund 400 km voneinander entfernten alpinen Hochstationen Jungfraujoch und Sonnblick an einigen Tagen im Herbst 1950 (13). In Abb. 1 ist ein Teilstück dieser Vergleichsregistrierungen dargestellt. Diese Registrierungen wurden in einer Höhenlage durchgeführt, die in dieser Jahreszeit nicht mehr von der täglichen Austauschvariation betroffen wird (4); sie beweisen durch die Ähnlichkeit der Kurvenzüge, daß hier großräumig wirksame Einflüsse sichtbar werden*).

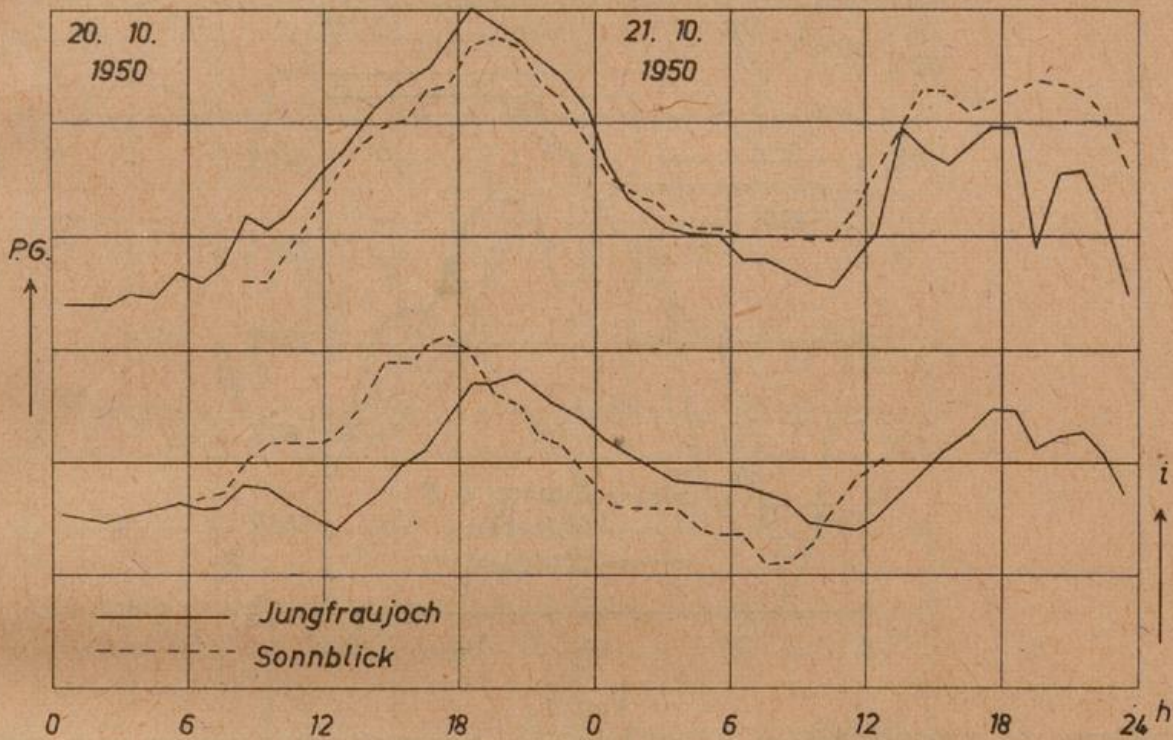


Abb. 1

Vergleichsregistrierungen des luftelektrischen Potentialgefälles und Vertikalstromes auf dem Jungfraujoch (3470 m) und dem Sonnblick (3100 m).

- 2.43 Ein erstes Beispiel für die kleinräumig-meteorologisch-luftelektrische Synopsis geben die schon a. a. O. (3) aufgeführten Vergleichsmessungen des atmosphärisch-elektrischen Feldes an 3 auf einer etwa 130 km langen Linie gelegenen Orten Süddeutschlands (Buchau — Tübingen — Stuttgart). In Abb. 2 ist ein Ausschnitt aus der damaligen Gemeinschaftsarbeit wiedergegeben; man erkennt danach deutlich, daß der Gangcharakter des Tagesverlaufes an allen drei Stationen gleichartig ist: Der 3. 7. 1951 zeigt an allen drei Stellen doppelperiodischen, der 5. 7. ebenso deutlich einfachperiodischen Verlauf. — Ohne bei dem geringen Materialumfang von 7 damals untersuchten Tagen eine ins Einzelne gehende Deutung geben zu können, darf man mit Sicherheit annehmen, daß es sich hier offenbar um die Manifestierung meteorologischer Einflüsse handelt, die im einen Fall große, im an-

*) Für eine genauere Diskussion der Ergebnisse ist ihr Umfang noch zu gering (s. auch 13); indes stellen sie eine der Unterlagen dar für ein in vergrößertem Umfang geplantes und inzwischen vom Verfasser begonnenes luftelektrisch-synoptisches Untersuchungsprojekt im Alpenraum.

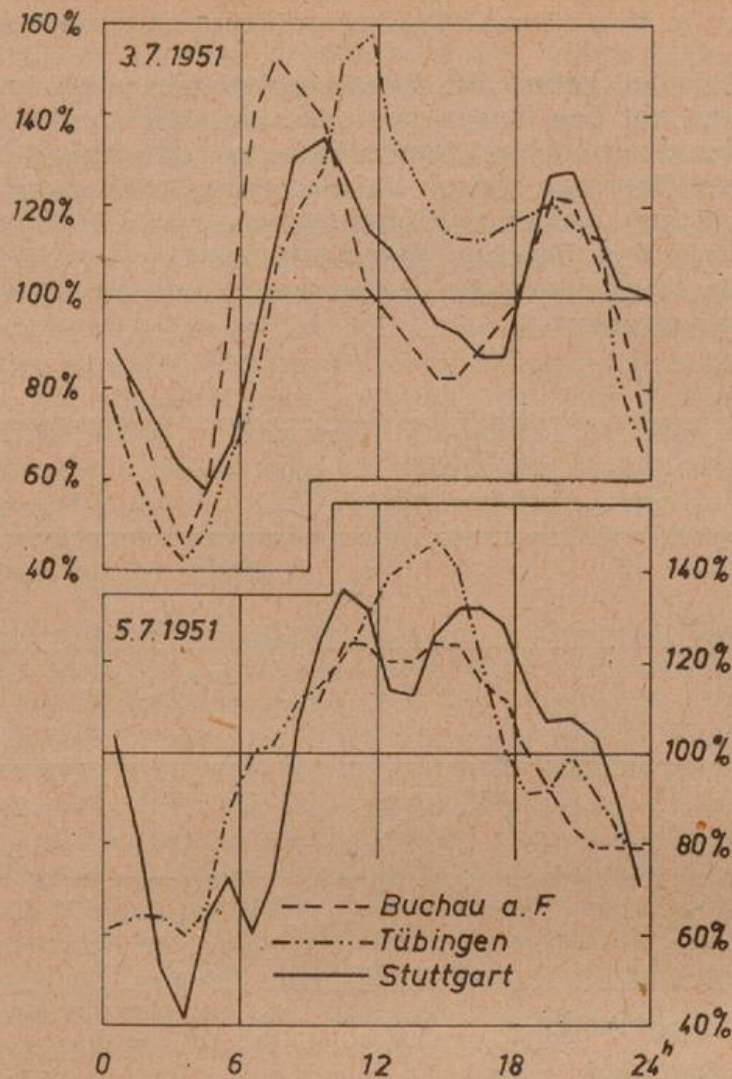


Abb. 2

Tagesgänge des luftelektrischen Potentialgefälles (Prozentualdarstellung) nach gleichzeitigen Registrierungen in Buchau a. F., Tübingen und Stuttgart am 3. 7. u. 5. 7. 1951 (3).

deren geringe Tagesamplituden des Austauschgeschehens zur Folge gehabt haben. — Bemerkenswert ist dabei, daß die Änderung des Gangtypus an der rein ländlichen Station Buchau a. F. und an den beiden im Stadtbereich liegenden Stationen Tübingen und Stuttgart in gleicher Weise auftritt. Dies beweist, daß bei solchen Betrachtungen und Arbeiten auch Stationen in oder in der Nähe von Städten mit herangezogen werden können.

2.44 Die Teilbilder der Abb. 3 stellen den Verlauf von Potentialgefälle, Vertikalstrom und Leitfähigkeit während der ersten Hälfte des August 1953 an der Station Buchau a. F. dar. Fehlen hier auch vorläufig die Parallelergebnisse an einer oder mehreren synchron arbeitenden Stationen*), so geben die Kurven in ihrer Variabilität von einem Tag zum anderen einen anschaulichen Eindruck von den in der synoptischen Arbeitsweise liegenden Möglichkeiten: Typenbetrachtung, Luftkörpereinflüsse, elektrische Begleiterscheinungen des Wettergeschehens u. a. m.

*) Über den Vergleich mit den Ergebnissen an seiner ca. 30 km entfernten zweiten Registrierstation wird an anderer Stelle berichtet werden, ebenso über einige weitere meteorologische und sonstige Besonderheiten.

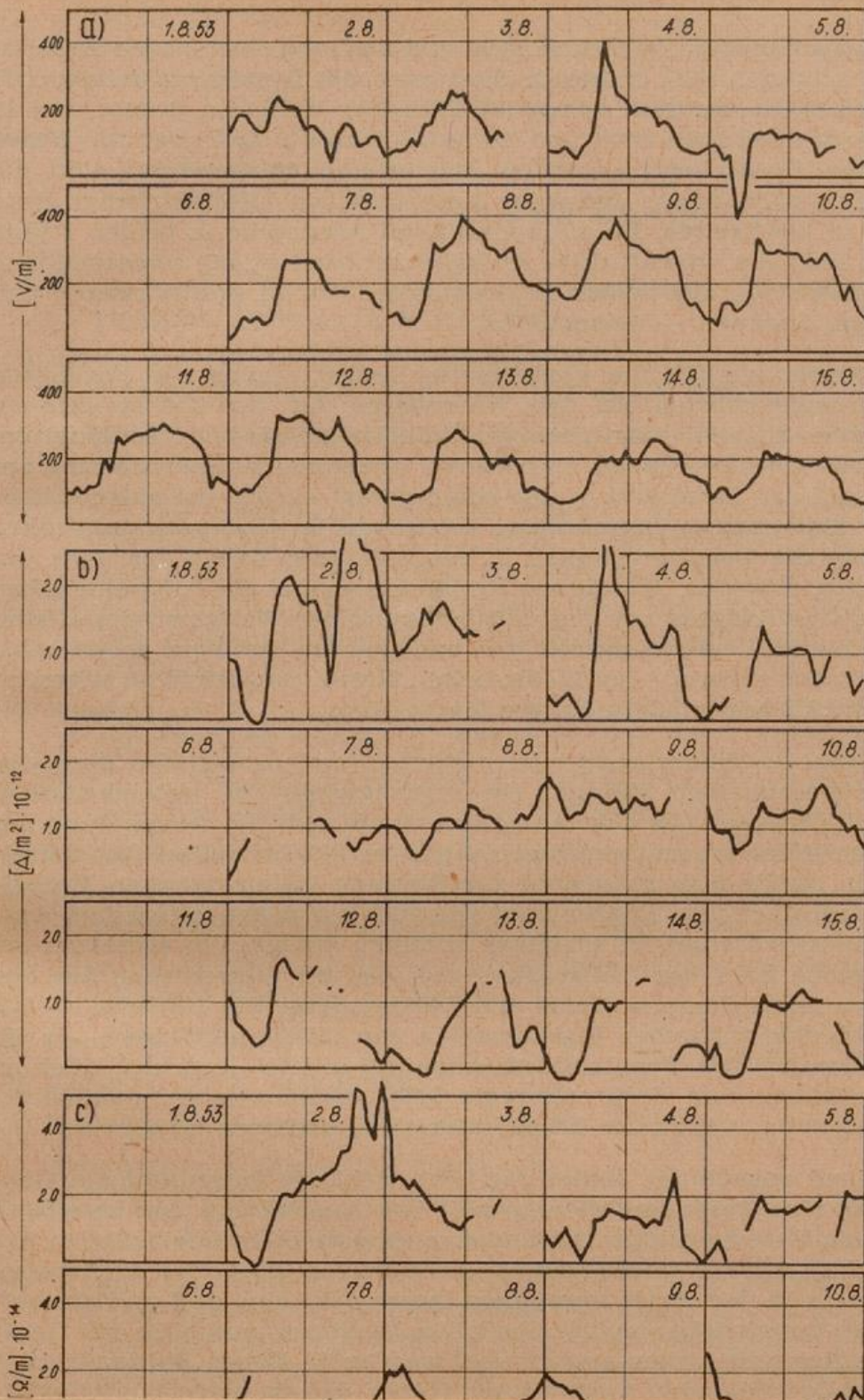


Abb. 3
Verlauf des Potentialgefälles (a), Ver-

Deckblatt zu Mitteilungen
des
Deutschen Wetterdienstes
Nr. 7
Luftelektrische Synopsis
von
Prof. Dr. Hans Israel, Aachen
Seite 7/7

Abb. 3
Verlauf des Potentialgefälles (a), Vertikalstromes (b) und der Leitfähigkeit (c; aus a und b berechnet) während der ersten Hälfte des Monats August 1953 in Buchau a. F.
(Die Beschriftung der Ordinate bei c) muß lauten: $[\Omega^{-1} \cdot m^{-1}] \cdot 10^{-14}$)

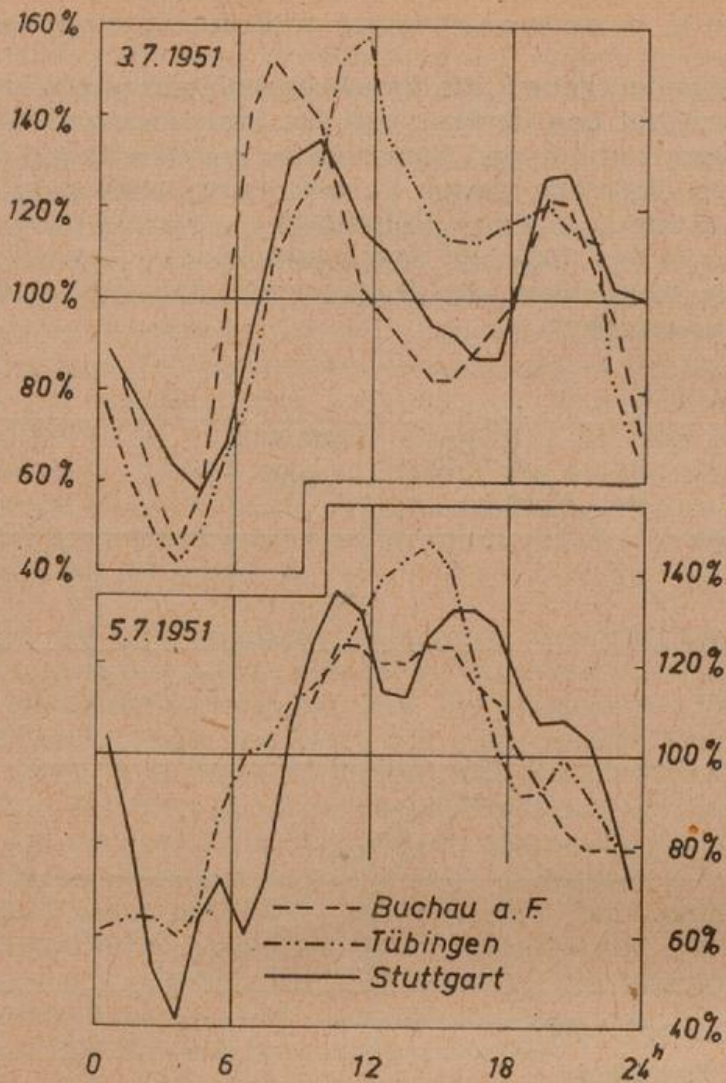


Abb. 2

Tagesgänge des luftelektrischen Potentialgefälles (Prozentualdarstellung) nach gleichzeitigen Registrierungen in Buchau a. F., Tübingen und Stuttgart am 3. 7. u. 5. 7. 1951 (3).

deren geringe Tagesamplituden des Austauschgeschehens zur Folge gehabt haben. — Bemerkenswert ist dabei, daß die Änderung des Gangtypus an der rein ländlichen Station Buchau a. F. und an den beiden im Stadtbereich liegenden Stationen Tübingen und Stuttgart in gleicher Weise auftritt. Dies beweist, daß bei solchen Betrachtungen und Arbeiten auch Stationen in oder in der Nähe von Städten mit herangezogen werden können.

2.44 Die Teilbilder der Abb. 3 stellen den Verlauf von Potentialgefälle, Vertikalstrom und Leitfähigkeit während der ersten Hälfte des August 1953 an der Station Buchau a. F. dar.

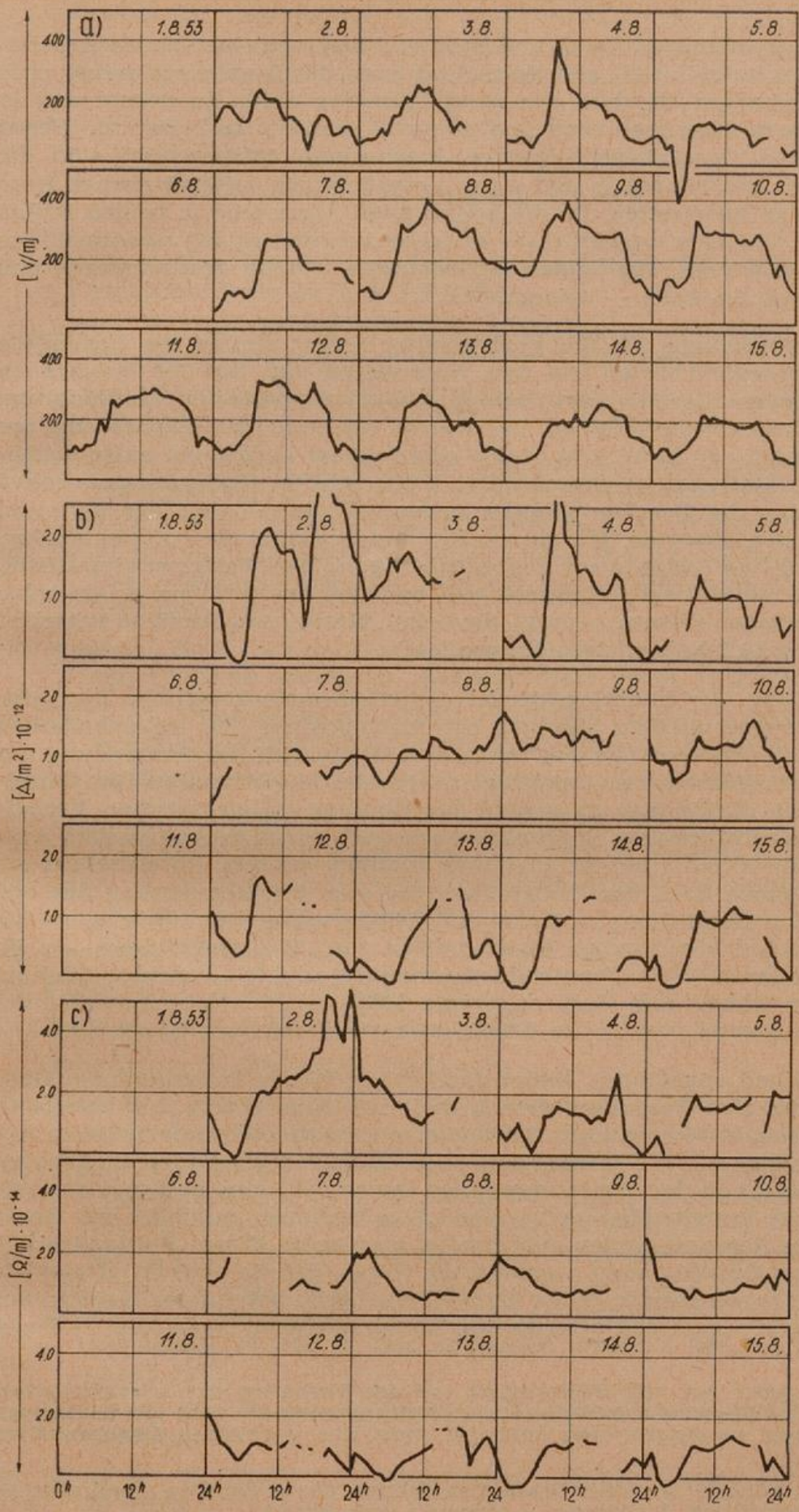


Abb. 3
 Verlauf des Potentialgefälles (a), Vertikalstromes (b) und der Leitfähigkeit (c; aus a und b berechnet) während der ersten Hälfte des Monats August 1953 in Buchau a. F.
 (Die Beschriftung der Ordinate bei c) muß lauten: $[52^{-1} \cdot m^{-1}] \cdot 10^{-14}$)

3. Folgerungen

- 3.1 Mit den obigen Beispielen sind die Grundlagen und Anfänge einer neuen Arbeitsrichtung in der Lufterlektrizität skizziert. Sind auch die Ergebnisse selbst noch bescheiden, so vermögen sie doch genügend Hinweise dafür zu geben, was in dieser Hinsicht noch geschehen muß und erwartet werden darf: Der im Wesen des lufterlektrischen Geschehens liegenden Zweiteilung entsprechend sind die beiden Wege einer großräumigen und einer kleinräumigen lufterlektrischen Synopsis gleichzeitig zu beschreiten. Da die apparativen Ansprüche in beiden Fällen die gleichen sind, liegt die wesentlichste Aufgabe zunächst in der zweckmäßigen Wahl eines Stationsnetzes, das beiden Bestrebungen — dem großräumigen und dem kleinräumigen Arbeiten — angepaßt ist.
- 3.2 Die wesentliche Unterlage für die großräumige Arbeit stellen die bekannten Resultate der Carnegie-Fahrten auf den Weltmeeren dar, die den synchronen Verlauf der tagesperiodischen Variationen von Potentialgefälle und Vertikalstrom auf der ganzen Erde erwiesen haben. Der Schritt von ihnen zur Betrachtung des Einzelfalles liegt auf der Hand und — wie schon gesagt — läßt bei entsprechender Auswahl der Stationen — Ozeaninseln, Wetterschiffe, Hochgebirgsstationen z. B. Aussagen über die Gewittertätigkeit in den einzelnen Teilen der Welt und ihren Schwankungen erwarten. Mit diesem Problem erwächst der lufterlektrischen Synopsis eine wichtige Aufgabe zur Vervollständigung der Weltgewitterstatistik, zu deren Lösung sie in Verbindung mit den am gleichen Problem arbeitenden Disziplinen beizutragen vermag — vergl. die beim „World symposium on spherics“ in Zürich im März 1953 behandelten Fragen (14).
- 3.3 Die zweite Richtung, die kleinräumige lufterlektrisch-meteorologische Synopsis, basiert zu einem wesentlichen Teil auf der Abhängigkeit der lufterlektrischen Tagesgänge vom Luftkörper (15) (16). Auch hier bietet sich die Anwendung auf den Einzelfall von selbst an und eröffnet zahlreiche Möglichkeiten für Einzelstudien. Allgemein dürfte man so sowohl zur Deutung lufterlektrischen Verhaltens in seiner meteorologischen Begründung wie auch zur meteorologischen Aussage auf Grund lufterlektrischer Erfahrungen kommen können. Im einzelnen ergeben sich eine große Zahl von Teilstudien, die von der Bearbeitung des eng begrenzten lokalen Geschehens — Nebel (17), Niederschlag (13) (18) u. ä. — bis zur Bearbeitung charakteristischer Eigenschaften von „Wettergebilden“ — z. B. Luftmassenverhalten (15) (16), Frontendurchgänge (19) u. ä.* — reichen. Auch ist hier an die schon früher vom Verf. angeregte Möglichkeit zum synoptisch-lufterlektrischen Arbeiten in „vertikaler Blickrichtung“ zu erinnern (1) (3).
- 3.4 Wie schon einleitend angedeutet, bietet das bevorstehende Internationale Geophysikalische Jahr eine besondere Gelegenheit zur Ausweitung der bereits in den oben erwähnten Untersuchungen begonnenen synoptisch-lufterlektrischen Arbeiten. Dabei dürften sich die Interessenkreise der beiden geschilderten Arbeitsrichtungen am besten in der Weise vereinigen lassen, daß eine geeignet erscheinende Auswahl der bestehenden meteorologischen Stationen zusätzlich mit Gerät für lufterlektrische Registrierungen ausgestattet werden**). Neben Festlandstationen, die unter dem Gesichtspunkt auszuwählen wären, daß sie auch in lufterlektrischer Hinsicht als repräsentativ gelten können, wird ganz besonderes Gewicht auf die Einbeziehung der im Ozean verankerten Wetterschiffe zu legen sein. — Wenn

*) Der große Einfluß jeder Art von Niederschlag auf das Verhalten der lufterlektrischen Elemente kann dazu führen, diese Niederschlagswirkungen zu Unrecht als Wirkungen des Frontdurchganges zu deuten, was natürlich nicht den wirklichen Gegebenheiten entspricht.

***) Der Verfasser ist zu näherer Auskunft über Einzelheiten der erwähnten Apparatur (6) — Arbeitsweise, Herstellung, Lieferung — jederzeit gern bereit.

zum Schluß eine Bitte ausgesprochen werden darf, so wäre es sehr zu begrüßen, wenn in der Vorbereitung zum Internationalen Geophysikalischen Jahr die Auswahl eines solchen Stationsnetzes für die luftelektrische Synopsis mit in die planende Arbeit einbezogen werden könnte.

L I T E R A T U R

- (1) Israël, H.: Zur Entwicklung der luftelektrischen Grundanschauungen. Arch. Met. Geophys. Bioklim. A 2, 367 (1950).
- (2) Israël, H.: The diurnal variation of atmospheric electricity as a meteorologico-aerological phenomenon. J. Meteor. 9, 328 (1952).
- (3) Israël, H.: Luftelektrizität und Meteorologie. Ber. Dt. Wetterd. US-Zone Nr. 35, 217 (1952).
- (4) Israël, H., Kasemir, H. W., und Wienert, K.: Die luftelektrischen Verhältnisse am Jungfrauojoch (3470 m). I. Mitt.: Luftelektrische Tagesgänge und Luftzirkulation. Arch. Meteor. Geophys. Bioklim. A 3, 357 (1951).
- (5) Israël, H., und Lahmeyer, G.: Studien über das atmosphärische Potentialgefälle I: Das Auswahlprinzip der luftelektrisch „ungestörten Tage“. Terr. Magn. 53, 373 (1948).
- (6) Kasemir, H. W.: An apparatus for simultaneous registration of potential gradient and air-earth current. J. Atmosph. Terr. Phys. 2, 32 (1951).
Israël, H.: The atmospheric electric field and its meteorological causes. In: "Thunderstorm Electricity", ed. by H. R. Byers, Chicago (1953), 4.
Israël, H.: Der luftelektrische Vertikalstrom. Ann. Géophys. 10 (1954) (im Druck).
- (7) Norinder, H., Israël, H., und Siksna, R.: Das luftelektrische Potentialgefälle und der Vertikalstrom in Uppsala. Ark. Geofys. 1954 (im Druck).
- (8) Israël, H.: Ergebnisse der luftelektrischen Arbeiten in Buchau a. F. Arch. Meteor. Geophys. Bioklim. (im Druck).
- (9) Kasemir, H. W.: s. Nr. 6.
- (10) Kasemir, H. W.: (im Druck).
- (11) Schüepp, W. (Léopoldville): (im Druck).
Ackermann, P. (Payerne): (im Druck).
- (12) Wait, G. R.: Electrical resistance of a vertical column of air over Watheroo (Western Australia) and over Huankayo (Pero). Terr. Magn. 47, 243 (1942).
- (13) Israël, H., Kasemir, H. W., und Wienert, K.: Luftelektrische Tagesgänge und Massenaustausch im Hochgebirge der Alpen (Die luftelektrischen Verhältnisse am Jungfrauojoch (3470 m) II; Vergleichsmessungen am Jungfrauojoch und Sonnblick). Arch. Meteor. Geophys. Bioklim. A 1954 (im Druck).
- (14) Final Report über "World symposium on spherics" (Working Group on Radio-electrical Meteorology, Commission for Aerology, World Meteorological Organization) 17.—24. 3. 1953 in Zürich. Schweiz. Meteor. Zentral-Anst. Zürich (April 1953).
- (15) Israël, H.: Zum Tagesgang des luftelektrischen Potentialgefälles. Meteor. Rdsch. 1, 200 (1948).
- (16) Israël, H.: Luftelektrische Tagesgänge und Luftkörper. Atmosph. Terr. Phys. 1, 26 (1950).

- (17) Israël, H., Kasemir, H. W.: Studien über das atmosphärische Potentialgefälle VI: Beispiele für das Verhalten luftelektrischer Elemente bei Nebel. Arch. Meteor. Geophys. Bioklim. A 5, 71 (1952).
- (18) Kasemir, H. W.: (in Vorbereitung).
- (19) Israël, H.: Die Unruhe des luftelektrischen Feldes (Beispiele für den Witterungseinfluß auf das Feldverhalten am Boden). Meteor. Z. 60, 56 (1943).

