

Archivexemplar
C.E. Trans.
4414

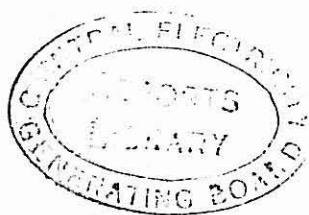
CEGB Information Services.

Grindall House, 25 Newgate Street, E.C.1. Tel: CITY 1202

Photographic lightning investigations in the year 1955
to 1955 on the Monte San Salvatore

K. BECKER and E. VOGELSAUER

Preprint of A.S.E. Bull., Vol. 57, 22 p, (1966)



Photographic lightning investigations in the year 1955
to 1965 on the Monte San Salvatore

K. BERGER and E. VOGELSANGER

Preprint of A.S.E. Bull., Vol. 57, 22 p. (1966)

Within the scope of an overall report on the measuring instruments and results of lightning research on the Monte San Salvatore a report is given on the photographic observations for the years 1955 to 1965, following the 1st Part which was published in 1965, in which the electrical lightning current measurements of the years 1955 to 1963 were described. From the peak of the Monte San Salvatore all lightning strikes taking place at night in the neighbourhood of the mountain are recorded photographically. The visible striking points are marked in the geographic map; the number of strikes behind hills are noted for each dead area. "Upward strokes", such as occur very often on the pick-up towers on the Monte San Salvatore were also detected at a few points in the neighbourhood. The main problem studied in the investigation referred to the type and the manner in which the lightning channel is built up. This process was investigated with the aid of photographs on a rapidly moving film. Four types of stroke were differentiated, i.e. the discharge of positive and negative clouds in the form of upward and downward strokes. Interesting conclusions are drawn on the production of lightning channels and the accompanying "streamer discharges".

1. Introduction

In January 1965 a report was given in this journal on the measurements of lightning currents by the Research Committee of the SEV and VSE for high-voltage studies (FKH) on the Monte San Salvatore (Ref. 1). To supplement these electrical measurements photographic investigations were made. The apparatus used up to 1954, and the results obtained, are described in the A.S.E. Bull. 1955 (Refs. 2 and 3). In this paper a description will be given of the further development of the photographic apparatus and on the later results obtained since 1954.

The church on the peak of the Monte San Salvatore has a lookout gallery with an unhindered view to all points of the compass. An open space directly under this gallery is an ideal position for setting up photographic apparatus. This makes it possible to record all strokes to earth in a complete circle round the Monte San Salvatore. The object of these photographs is, besides giving a general view of the types of lightning stroke which occur, is also to give an objective assessment of the distribution of the striking points on the ground. It must be possible to see from this any preferential points for strikes, and points at which upward strokes (Ref. 1) occur.

Special importance is attached to photographs on moving film. These make possible the time resolution of the lightning phenomenon along a certain length of the lightning track in contradistinction to the current oscillograms, which show the current variation only at the striking point. For example, it is possible in the case of an upward stroke which has branches in an upward direction to establish how any following strokes are distributed over the different branches.

Insofar as the illumination is adequate for a photograph, it is possible to follow the development of the leader stroke, i.e. the development of the lightning channel. By this means it is also possible to establish clearly the direction of development (downward or upward stroke). Of course, here strokes to the measuring towers are of primary interest, when the current variation and the direction of the current are also measured. Since strokes to the measuring tower 1 (post office transmitter tower) cannot be recorded from the photographic room on the mountain peak, (for map showing the situation see (Ref. 1)), additional photographic rooms were fitted out, at first in Paradiso, and later in Breganzona. The second position in particular gives a good view of the mountain with the two measuring towers, and by reason of the greater distance (3.2 km) a greater length of the lightning channel is included on the section of the photograph.

Photographic records of lightning strokes are, however only possible at night, and unfortunately the nights are relatively short during the months when thunderstorms are most frequent. The camera must be in readiness with the shutter open, until a lightning stroke appears in its field of view. The preliminary exposure which is due to light from the town or from clouds, which are illuminated by lightning in other directions, is disturbing. If this preliminary exposure is too great it may prevent the recording of the leader stroke on the moving film. The film must therefore be moved forward, or changed, after 5 to 10 minutes, even if no lightning stroke has appeared in its field of view.

2. Development of the photographic equipment

2.1. Cameras with stationary film

For the beginning of the thunderstorm season in 1957 the number of miniature film cameras in the photographic room on the mountain peak was increased from 5 to 8, so that the whole horizon can be photographed simultaneously. A feed motor on each camera makes it possible to control the film feed from a central point. In recent years all films have been moved forward simultaneously since the operator in the photographic room has not enough time to observe the thunderstorm conditions and to move the films forward in the individual cameras in accordance with the lightning activity in the different directions. Forward movement takes place after each near lightning stroke, or otherwise about every 5 to 10 minutes.

On the measuring tower 2 (Refs. 1 and 2), which is on the lower peak of San Carlo at a distance of 365 m from the main peak, a miniature camera was also installed in 1958, and this records the strokes to measuring tower 1 (television tower). The film feed on this camera can be controlled from the photographic room or from the oscillograph room. A further miniature camera, the field of view of which includes the whole mountain with both measuring towers, was set up in 1963 in the newly installed photographic room at Breganzona.

2.2. Cameras with moving film

The cameras with rotating drums (Ref. 2) used at the beginning gave a low yield of good photographs. A fundamental disadvantage of these cameras is the curvature of the photographic surface on the drum, which gives a sharply focussed photograph only on a narrow strip. The drum cameras were therefore taken out of operation successively, and replaced for the first time in the summer of 1962 by two cameras constructed as shown in Figs. 1 and 2. Here a closed film loop runs over two rollers; the photograph is made on the straight part between both rollers. The main difficulty with this type of construction is to feed the film in front of the lens, at the right distance from it, without flutter. For this purpose it is necessary to support the film in front of the lens and when the ends of the loops are joined care must be taken that the film is thickened or stiffened as little as possible at the joint.

The first two cameras were set up in the photographic room on the top of the mountain and directed towards tower 2 in such a way that the strokes to this tower and to the shoulder of the mountain on which it is erected were recorded. After they had produced a few useful photographs of stepped leaders in the summer of 1962, two additional cameras were made and a position for them was sought, from which the whole mountain with both towers could be seen. It proved possible to find a suitable position in Breganzona at a distance of 3.2 km from the peak of Monte San Salvatore. While the cameras on the peak (focal length 50 mm) at a distance of 365 m from tower 2 can cover over its top a length of stroke of only about 130 m, it is possible from Breganzona, with a lens with a focal length of 75 mm at a distance of 3.2 km from the peak, to include a length of stroke of approx. 850 m over the tops of the towers. At the beginning of 1965 the focal length of one lens was also reduced to 50 mm, so that this can now photograph a length of stroke of 1250 m. Of course the scale of the photograph is correspondingly smaller.

Experience with the old cameras showed that useful photographs can be obtained only when the films are changed after a maximum operating period of 10 minutes. The cameras must therefore always be installed in pairs so that continuous readiness is ensured. While one camera is in operation, the film in the other is changed. This makes it clear that the photographic room in Breganzona must have an operator on duty when there are thunderstorms at night. Use of the cameras in the photographic room at Paradiso and in the photographic cubicle on tower 2 was therefore discontinued for these reasons from 1956 and from 1957 respectively.

The earlier drum cameras were available in two models having film speeds of 3 m/s and 50 m/s. The lower speed of 3 m/s makes it possible to give a visible record of the build-up of the flash; it also shows the progress of the leader stroke when the charge channel is first built up, but it can give further resolution of this phenomenon only in exceptional cases. The higher speed of 50 m/s is well suited for following the development of the leader strokes. The steps in the forward progress of the first partial stroke which follow at intervals of the order of magnitude of 30 to 50 μ s, can be clearly differentiated. But on the other hand the forward progress of the main discharge which takes place from below in an upward direction at a speed of $5 \cdot 10^7$ to 10^8 m/s ($1/6$ to $1/3$ of the speed of light), as soon as a leader going downwards from the cloud reaches the earth, cannot be detected even with this speed. The new cameras for 1962/1963 are mainly intended to give more data on the development of the leader strokes. For this purpose the film speed must be between 20 and 50 m/s, and for constructional reasons it was fixed at 27 m/s. The limit of time resolution is therefore approx. 5 μ s.

3. Distribution of the striking points over the terrain

All the striking points which could be determined from the miniature photographs for the period of this report (with the exception of the strokes to the measuring towers), are marked on the maps in Fig. 3. The area which can be seen from the Monte San Salvatore extends according to the direction up to a distance of about 4 to 14 km. So that the figure is not overloaded the downward strokes are marked on a map which gives only the main features of the terrain (Fig. 3a), while the section of a map of the same area with all cartographic details and the upward strokes is reproduced in Fig. 3b.

The strokes for different years are indicated in Fig. 3a by different marks. The area contains zones, some of them large, a view of which is obscured by chains of mountains or hills. These are indicated by shading. The total number of strokes in these zones is indicated by numbers. The strokes into the mountain ridge itself are included, because it is impossible to decide from the picture whether a stroke has gone down into the mountain ridge or into the invisible zone behind it. Of course, the accuracy with which a striking point can be determined becomes smaller as the point becomes more distant from the observation position. The possible error must be reckoned as approx. 2% of the distance from the peak of the Monte San Salvatore in a sideways direction, and approx. 5% in a radial direction.

The map (Fig. 3a) shows which areas have many and which have few strikes. This cannot give an absolute measure of the frequency of strikes since only strikes during thunderstorms at night have been recorded and of these an unknown proportion are not visible because of fog or cloud cover. Further, a comparison of the near area with areas further away is not possible, because the latter are more heavily covered by clouds than the former.

Counting of the strokes which are marked gives for a circle with a radius of $2\frac{1}{2}$ km around the Monte San Salvatore peak a stroke density of approx. 1.1 strokes per km^2 and year, if the downward strokes into the measuring towers are included in the count. For an area between $2\frac{1}{2}$ and 6 km radii there are only approx. 0.5 strokes per km^2 and year. How far the difference between the two figures is due to the special position of the Monte San Salvatore, and to what extent it is due to the better average visibility over the near area cannot be stated. Since the night thunderstorms which have been photographed represent approx. one quarter of all thunderstorms, the overall stroke density in the area of the Monte San Salvatore must amount to at least four strokes per km^2 and year.

As shown in Fig. 3a zones with great and small frequency of strokes merge continuously into one another. It is not possible to find any pronounced "stroke clusters", i.e. areas within narrow limits with very many strokes surrounded by an area with a much lower stroke density. The distribution rather gives the impression that it is determined mainly by the meteorological and topographical conditions. An accumulation of strokes seems to occur because at the particular points the thunderstorm cells pass by during their maximum activity, or are held up there. It is noticeable that in the case of strokes situated close together, most of them are for the same year. Detailed examination often shows that these all originate from one and the same thunderstorm which obviously discharged just at this point. The irregular distribution of the striking points for different years shows that such

discharges may take place at one time here, and another time there. It is to be expected that in later years clusters will occur again at other points. In any case the 10 years' observation period is still too short for the statistical distribution to be clearly established for a long time ahead.

4. Upward strokes

In the evaluation of the oscillographic lightning current measurements (Refs. 1 and 3) the terms "downward strokes" and "upward strokes" were introduced. The "downwards" and "upwards" here refers to the direction of progress of the leader stroke, i.e. of the predischarge, which builds up the charged lightning channel (see Section 5). In the case of a downward stroke the predischarge progresses from the cloud towards the earth, and this is the normal case for a stroke to more or less level terrain. On the other hand, in the case of an upward stroke development is from the earth towards the clouds. These flashes can therefore form only at exposed points on high buildings or towers. The classical examples of this are the Empire State Building in New York (Refs. 4 and 5) and the measuring towers on the Monte San Salvatore. In the case of the latter the upward strokes represent approx. $\frac{3}{4}$ of all strokes.

The question arises of whether upward strokes can be observed at other points of the zone which can be viewed from the Monte San Salvatore. Any upward strokes can be only recognised as such if the lightning path is forked or branched. The branches or forks are produced during the build-up of the charged channel and therefore always indicate the direction of growth. Flashes which are forked upwards even in their lower part can therefore certainly be termed upward strokes.

Figs. 4a and 4b show typical examples of downward strokes in the neighbourhood of the Monte San Salvatore. The stroke into the lake in Fig. 5 is also a downward stroke which in this case developed from a very long horizontal discharge under the clouds. Typical upward strokes at the measuring towers are reproduced in Figs. 6a to d and 7. A careful examination of all lightning pictures has now actually revealed a few upward strokes at different points outside the Monte San Salvatore. These are the following points:

peak of the Monte Arbostora south-southwest of the San Salvatore (possibly the slope behind the peak); one strike 1954;

peak of the Monte Sighignola, eastwards from San Salvatore, into the flagpole of the restaurant; 10 strikes 1963, 1964 and 1965 (Fig. 7);

Monte Bré, northeast from San Salvatore, somewhat below the peak, probably lightning conductor rod of the restaurant or of the outlook tower; one strike 1963;

transmitter tower Monte Ceneri, north from Monte San Salvatore; one strike 1963 (Fig. 8);

Monte Generoso southeast from Monte San Salvatore, probably post office transmitter station; one stroke 1964 (Fig. 9);

Monte San Elia south from Monte San Salvatore (spur of the P'ne d'Arzo-Monte Orsa chain, possibly behind the mountain chain; one strike 1964;

church at Biogno, probably church tower; one strike 1965 (Fig. 10).

These special points (except for Monte Arbostora and Monte San Elia, where the striking points could not be localised with certainty, were marked with the sign  on the map in Fig. 3b. Only the transmitter tower on the Monte Ceneri at a distance of 18 km is not included on the map. Its peak can just be seen in the section of the valley north of Lugano (Fig. 8).

While at all other points only one upward stroke was observed in each case, on the Monte Sighignola there were 10. Five of the 10 upward strokes were recorded during a thunderstorm on the 12th September 1965 within 35 minutes. In the end phase of this thunderstorm which lasted for 6 hours only upward strokes occurred at the measuring towers and on the Monte Sighignola (Fig. 7). The view of the latter was then for a time obscured by fog, so that the number of the upward discharges which took place there may be greater than the number observed. It is interesting that before 1963 an upward stroke was never detected at the Monte Sighignola, although the steel flagpole which is approx. 13 m high, which obviously forms the point of initiation for the upward strokes, is said to have been there for 11 years. The flagpole is on a terrace made of concrete above a cellar, and is not earthed. During 3 storms damage has been caused by the lightning current, for the first time in 1962, and then on the 11th November 1964, and finally during the storm already mentioned, on the 12th September, 1965.

Of the total of 16 upward strokes outside the Monte San Salvatore, 13 have struck exposed points on mountain shoulders having buildings, towers or poles. Two further strokes originated from dome-shape mountain tops covered with forest, or possibly from the area behind them (Monte Arbostora and Monte Elia).

Worthy of particular note is the stroke to the church tower of Biogno, shown in Fig. 10a. This is only 200 m above the level of the Lake Lugano at the southeast edge of a hill which rises approx. 240 m above the lake. The church tower itself, with the cross on the highest point of the roof approx. 20 to 25 m high, rises only approx. 8 to 10 m metres above the nave and the trees in the neighbourhood. This example shows that upward strokes may occur on objects of this height even in relatively flat terrain.

In general it can be stated of upward strokes that they generally occur in the final phase of a thunderstorm, together with long horizontal strokes between the clouds. They generally have many branches, and often several branches protrude into the cloud cover. But they may comprise only 2 to 3 branches, which branch off horizontally and then run under the cloud cover horizontally for several km. The field of view of the camera in Breganzona, with which the flashes in Figs. 6a to d and 7 were recorded, includes a height up to 1500 m vertically above the peak of the Monte San Salvatore. The penetration of the discharge into the cloud cover is often outside this field of view, which means that the lower boundary of the compact cloud cover must be more than 2400 m above sea level. The cloud surface over which the branches are distributed may then have an area up to a few km^2 . Powerful branched upward strokes carry charges of the order of magnitude of 100 C, and in extreme cases even 200 to 300 C (e.g. 90 C in Fig. 6a and 220 C in Fig. 6b). The two superposed strokes to tower 1 in Fig. 7, which penetrate into the cloud cover at only 500 to 600 m above the tip of the tower, each carry about 30 C, and the discharges in Fig. 6d with their branches bending over into the horizontal, have only 10 C (tower 1) and 6 C (tower 2). The horizontal

extent of these branches can be seen from the photographs of upward strokes which are at a greater distance. For example, Fig. 9 shows a stroke of this type to the Monte Generose which has two horizontal branches, the longer of which is at least 5 km long. Short discharges at the tops of the towers, which end in the air after approx. 100 m or less, are observed comparatively rarely. As far as can be established from the oscillograms they are all positive (in relation to the flow of current cloud-earth), i.e. the tower forms the negative peak. It appears that upward strokes occur only simultaneously with cloud strokes or subsequent to cloud strokes. For during the static charge separation in the clouds the field strength at the earth's surface is hardly high enough to cause the initiation of upward strokes. Upward strokes therefore depend on cloud discharges the charge variations in which cause short-period high local field strengths at the earth's surface.

5. Leader for the first component stroke (build-up of the lightning channel)

5.1. Review

As stated under sub-section 2.2 the film speed in the cameras with moving film which are in operation was selected so as to be particularly suitable for recording the development of the leader during the build-up of the charged channel. By means of this type of record Schonland and his collaborators (Refs. 6 and 7) first established, and other authors also found later, that the build-up of the charged channel during the first component stroke (in contrast to any subsequent component strokes) takes place in steps (stepped leader). For most of the photographs the polarity of the corresponding lightning current is not known, and the question of whether the stepwise build-up of the lightning channel proceeds in the same manner with both charge polarities was not discussed.

In the case of strokes to the measuring towers on the Monte San Salvatore the direction of current flow is known from the oscillograms, so that it is possible to establish for the corresponding leader stroke photographs whether we are dealing with the build-up of a negatively or positively charged lightning channel. The photographs obtained now indicate a considerable difference in the two polarities, and the classical stepped leader with regular clearly defined steps over the whole lightning path occurs only during the build-up of a negative channel.

The lightning current must be considered, in the same manner as in the preceding paper (Ref. 1), which described the electrical lightning measurements, as always positive from the cloud to the earth. A classification of the strokes in accordance with the directions of current flow and development therefore gives the 4 variant shown in Fig. 11. The photographs of strokes to the towers during the period reported comprise, divided according to the polarity of the channel charge, the following:

A. negative channel charge

5 negative downward strokes (downward strokes from negative clouds, current negative) with a leader developing in steps. But with one of them the leader is visible only on one side branch;

7 upward strokes from the negative tower tip (current positive), with a leader developing in steps;

7 short upward discharges from the negative tower tip (current positive) 10 to 55 m in length developing in steps. These discharges do not give any visible deflection in the oscillogram. But in each case an upward stroke with positive current was oscillographed simultaneously on the other tower. It is obvious that the discharges at both towers have the same polarity;

B. positive channel charge

7 upward strokes from the positive tower tip (current negative) with leaders which partly exhibit progress in steps, but the overall characteristics of which are clearly different from the preceding.

39 upward strokes from the positive tower tip (current negative) without visible leader. No trace of a leader stroke can be found although the photographs are perfect and in focus;

1 positive downward stroke (downward stroke from positive clouds, current positive) without visible leader. In this case also the photograph is perfect, and in focus.

That the photographs of the last-named two forms are really sharp can be established firstly by the fact that subsequent component strokes with current peaks are present, the channels of which are clearly shown, and secondly from the fact that the points on the path which appear bright or less bright according to the direction of the lightning track, give longitudinal streaks on the film which are in sharp focus.

The list shows that the formation of a negative charge channel (downward and upward strokes) was always accompanied by a visible, stepped leader. If those films are excluded which are not in focus, or are excessively blackened by scattered light, there are no photographs which would not show this leader.

In contrast to this the formation of a positively charged channel was accompanied only in seven out of a total of 46 cases by a visible leader. In the other 39 cases the brightness of the leader was obviously not enough to leave a trace on the film. The low luminosity on the one hand and on the other hand the fact that in open terrain where hardly any upward strokes occur, the strokes with a positively charged leader are in a minority, may be the reason why this form of discharge has so far not been observed. The photograph of a negative upward stroke from the positive peak of the Empire State Building in New York in the year 1945 shows, it is true, the typical characteristics of the leader with positive charge, but was reproduced in the literature (Ref. 5) without any indication of the effect of polarity. On the Monte San Salvatore success was achieved in taking such photographs only in 1964.

5.2 Build-up of the negatively charged channel.

Figs. 12 to 19 show examples of this phenomenon both in the case of negative downward strokes and also with upward strokes from negative tower tips. The development of the channel in discrete steps is characteristic. In the case of each step the part of the channel last formed is illuminated fairly strongly. In the case of weaker records only these discharge heads are visible. On other photographs the lighting up of a large section of the channel can be observed in each case.

Fig. 12a shows a photograph of a negative downward stroke to tower 2 with a leader. The photograph from a distance of 365 m includes only the lower 120 m of the lightning channel. The leader exhibits along this path approx. 10 stepped discharges. At a distance of approx. 20 m from the tip of the tower the main discharge was initiated. The current variation determined oscillographically, having a peak value of 22 kA can be seen from Fig. 12b.

A similar strike can be seen in Fig. 13a. But in the leader only a few weak stepped discharges are visible before, at about 30 m above the tip of the tower at point A, the transition to the main discharge takes place. A fine side branch from the sharp kink in the lightning track (point B) to the left at the top leads to the assumption that the streamer from the tower tip forked at this point. Its right-hand branch reached the lightning channel developing downwards. The fact that nothing can be seen of the forward progress of the streamer on the photograph may be due to the fact that here we are dealing with the build-up of a positively charged channel, as is discussed in the next section (5.3). The photograph on stationary film (Fig. 13b) shows a further stroke to the side of tower 2, 82 ms before that mentioned. The current variation in both strokes can be seen from Fig. 13c.

A further negative downward stroke into tower 2 with a side branch which does not reach the earth, is shown in Fig. 14. The surroundings of the main discharge (B) exhibits much fogging probably from the clouds illuminated by the branch. Therefore only the stepped discharge in the side branch (A) and its branches can be seen.

In the case of the strokes to earth the direction of current flow is not known. But on the basis of observations on strokes to the towers it can be determined from the character of the leader. A number of such photographs of strokes to earth are available which can be regarded as negative downward strokes. Fig. 15 shows an example with a stroke to earth near to tower 2. Both the photograph from the mountain peak at a distance of about 360 m (Fig. 15a) and also that taken from Breganzona (Fig. 15b) a distance of approx. 3 km, were obtained. The photograph from the peak, on stationary film (Fig. 15c) shows a side branch to the left which is cut off on the moving film immediately after its initiation, by the boundary of the picture frame. The picture taken from Breganzona makes it possible to follow the development of the leader for a period of approx. 5 ms and over a vertical path of approx. 800 m.

The build-up of the negatively charged channel can be followed particularly well in the case of upward strokes at the negative tower tips. Four examples of this are shown in Figs. 16 to 19. The first 3 on tower 2 were taken from the peak, and the last on tower 1 from Breganzona. On two of them the current variation is reproduced (Fig. 16c and Fig. 19c) but in the case of the other two the trip on the loop oscilloscope failed, while the CRO was set for too low sensitivity for recording the current variation during the build-up of the leader.

The strokes in Figs. 16 and 17 show only the build-up of a relatively short channel of several hundred m. A few photographs of still shorter discharges are available, e.g. only 20 to 55 m long, with 7 to 13 sharp steps. These discharges do in fact trip the oscilloscope, but give no visible current deflections (i.e. the current of 20 A is not reached).

On the other hand, in the strike in Fig. 18 the leader must, after 10.6 and 11.6 ms (which for a constant speed of development corresponds to a height above the tower tip of 1.05 and 1.15 km) have encountered large charge concentrations (possibly channels developing in the opposite direction), and this produced a strongly luminous main flash with a current measured in the CRO having a peak value of 27 kA. The photograph from Breganzona, which is not reproduced, shows that the leader forks approx. 300 m above the tip of the tower, and that the multiple current peak commencing at 10.6 ms flows into a main current commencing at 11.6 ms in the other of the two branches.

The development of the leader from the negative tower tip can be seen very clearly in Figs. 17 and 18. Up to the time when the leader has reached a height of 60 to 100 m, the whole channel lights up again when one or the other branch of the forked channel advances one step further. But the two photographs are made particularly interesting by the fact that in the steps which are so clearly defined below a fine brush discharge is visible in each case at the end of the brightly luminous discharge head. In order to show this clearly the first section of the discharge is shown at a higher magnification in Figs. 17c and 18c. These brush discharges, which have been assumed by different authors in describing the build-up of the channel, have now been confirmed by direct photographs. These show also that the brush between two stepped discharges does not develop continuously. On the other hand the duration of development and luminosity of the brush is so short that it appears momentary on the moving film ($\leq 5 \mu$ s). The sudden emission of a new brush discharge appears to go hand in hand with the conversion of the weakly-conducting thread in the old brush discharge into a conducting channel which produces the brightly luminous discharge head. The agreement with the Töpler gliding discharges is striking (Ref. 8). M. Töpler regarded the lightning discharge as a sliding discharge in space as early as 1920, and described it.

Finally Fig. 19 shows a photograph from Breganzona in which a powerful upward discharge at tower 1 up to a height of approx. 850 m over the tower tip can be followed. As shown in the photograph on stationary film (Fig. 19b) the stroke has pronounced branches so that it is difficult to differentiate on the moving film the discharge heads of the different branches.

5.3 Build-up of the positively charged channel

Figs. 20 to 22 show photographs on which the development of positively charged leaders can be seen. In Figs. 20 and 21 are upward strokes at the positive tips of the measuring towers, and in Fig. 22 is a positive downward stroke which struck near to Campione into the earth or into a building.

The upward strokes at tower 2 exhibit, in the part recorded from the mountain peak (Figs. 20 a and 21a), i.e. up to a height of approx. 120 m above the tip of the tower, pronounced steps which are similar to those in the formation of the negative channel. However they cannot be followed away from the tower tip, but appear only when the channel has reached a length of 40 to 80 m, when the current has increased to a few 100 A. In Fig. 20a it is even possible to see the stepped discharges from two different branches of the leader. At greater heights (above 150 to 200 m over the tower tip) the growth is continuous. The channel head then makes a continuous line on the moving film. In place of the steps only periodic intensity maxima now occur, during which the whole channel down to the tip of the tower is always weakly

illuminated (photographs from Breganzona Fig. 20b and 21b). Fig. 21b shows two leaders going outwards from the two measuring towers superposed. Fig. 20b shows only the leader at tower 2, while that at tower 1 (cf. the photograph on stationary film, Fig. 20d) was obviously too weak for recording on moving film.

Fig. 22 shows the only positive downward stroke which was recorded on moving film with a predischarge. It exhibits the same continuous growth as the upward stroke at the positive tower tips on the photographs from Breganzona. Since this stroke did not hit a measuring tower and therefore no current oscillogram is available, it can be concluded only from the character of the predischarge that this is a positive stroke. But an indication of heavy current and hence also of positive polarity is given by the heavy thunder which was noted as extraordinarily loud even on the Monte San Salvatore, a distance of 2.2 km.

There are few photographs of positive downward strokes into the measuring towers. But then there is always a negatively charged channel which progresses from the measuring tower towards the positive channel coming from the cloud, so that in the photographs only the channel growing upwards is visible.

The picture taken on stationary film (Fig. 22c) from the mountain peak shows another interesting detail: in the lower part the lightning channel branches and then runs together again so that we have the picture of a loop. The formation of a loop can be explained by the fact that the lightning channel, and a streamer coming from below, at first grow past each other, and then the peak of each channel strikes sideways into the other. Unfortunately this phenomenon was not recorded on moving film, because from Breganzona the lower part of the lightning path was obscured by a chain of hills.

To summarize we will list once again the main characteristics of the lightning stroke with a positive charge:

a) The positively charged leader stroke is of a lower luminous intensity than that during the formation of a negative channel. With the cameras used the growth of the channel can be recognised only in approx. 15% of all upward strokes. The current which flows subsequently from the tower then amounts to several hundred A.

b) The formation of channels growing upwards cannot be followed from its beginning at the tip of the tower. Only when the channel is at least 40 m long it lights up at irregular intervals. Only in a range approximately between 60 and 150 m long does it light up in regular steps, as in the growth of the negative channels. In the case of greater lengths the discharge goes over into the continuous form as described in c.

c) Upward strokes at positive tower tips, from about 200 m and longer, and positive downward strokes exhibit continuous growth and continuous luminosity of the discharge head. In the place of steps there are periodic or irregular ill-defined maxima, during which the whole channel from the discharge head to the tip of the tower, or to its disappearance in the cloud, is weakly illuminated. In the case of the downward strokes the description is based, however, only on a single photograph.

5.4 Quantitative evaluations

In Table I a summary is given of data on the rates of development, the time intervals between the growth steps, (or of the luminosity maxima) and the lengths of the steps, insofar as they can be evaluated from the photographs.

However, the evaluations are subject to some uncertainties, for the following reasons:

a) The lightning track may be tilted towards the observer or away from him, and this cannot be seen from the photographs. For the velocities of growth and for the lengths of step only the vertical components were therefore evaluated, i.e. rate of growth in a vertical direction and vertical length of step. The true length of step is equal to, or greater than the value given in the Table.

b) In order to determine the speed of growth and the length of step, the distance between the lightning track and the camera must be known. But in general only the distance away of the striking point is known (for strikes into the measuring towers or strokes to earth, the striking points for which can be determined from the photographs on stationary film). For the higher points in the lightning track this distance is inaccurate by reason of the inclination, which cannot be checked.

c) Not all discharge steps can be reliably recognised on the photographs. It is not always that equally strong stepped discharges follow at regular intervals. Sometimes the intervals are irregular, and there are weaker steps in between, which are probably no longer visible on weak photographs or those which are fogged. In the evaluation the steps were counted on sections having about 5 to 30 steps, and for these steps the mean time interval between steps and the mean vertical length of step were determined.

d) In the case of branched strokes the discharge heads of different branches are often recorded confused with one another. It is then difficult to determine those for a certain branch. In general, in the case of branched strokes that branch was evaluated which exhibited the quickest vertical growth. The following points should be emphasised with regard to the results given in Table I for the various forms of lightning:

No. 1:

There are only 4 photographs of negative downward strokes into the measuring towers. All 4 are of strokes into tower 2, which were recorded from the mountain peak. This means that in each case only the last 120 m over the tip of the tower were included. The peak currents measured during the 4 strikes were about 16 to 53 kA. It was not possible to establish from these few photographs a dependence of the speed of growth or of the step length on the channel charge which varied in approximately the same ratio as the peak currents.

The length of the streamer discharge, i.e. of the distance of the point at which the leader stroke passes over into the main stroke from the tip of the tower, can be determined only inaccurately, since all lightning tracks exhibit considerable horizontal components shortly before they reach

the tip of the tower. The measured lengths of the streamer are between about 20 m (at 16 kA) and 70 m (at 53 kA). It is possible that the length of the streamer increases approximately in proportion to the lightning current, but the number of photographs is at this moment still too small, and the relevant evaluation too inaccurate, to prove such a law.

No. 2:

Negative downward strokes into the earth. Of the 15 strokes with known striking point which were available for this evaluation, one is outside the classification and is therefore given separately in the Table. In this case the leader stroke was photographed from Breganzona over and beyond the Monte San Salvatore only in its upper part, when it issued from the cloud at a height of approx. 2350 m down to a height of approx. 1750 m above the striking point. On a photograph taken from the mountain peak it can be seen that the stroke hit Lake Lugano a little in front of the north ridge of the Monte San Giorgio. At this height, and particularly as it issued from the cloud, the leader stroke exhibits an extremely high speed of growth and extremely long steps, while the time interval between the steps (which have very little scatter in the case of all discharges with a negative channel) are within the normal range in this section also. In the other 14 photographs, which record the leader stroke only up to heights of a maximum of 1300 m over the striking point, no systematic dependence of the measured values on the height of the channel section measured, can be established.

Nos. 3 and 4:

Of the upward strokes to the negative measuring towers the short discharges (20 to 55 m long), which give no visible deflection in the oscillogram, are divided off and listed separately (No. 4). But their evaluation results are approximately the same as in the case of powerful discharges in the zone directly above the towers. The 3 photographs from Breganzona, which record such upward strokes up to 800 to 1200 m above the tower tip, give for the upper zone somewhat higher speeds of growth, and longer steps, than for the lower zone. One discharge is listed separately, because its steps follow one another about 10 times more quickly than with other leader strokes. It is approx. 120 m long with two somewhat shorter side branches. All three branches appear to reach the cloud with their end and light up over their whole length. The relevant current oscillogram (No. 6577) shows two small positive current peaks at an interval of 32 ms. Both are approx. 100 A and their duration is a fraction of one ms. It may be assumed that the discharge represented belongs to the second of the two current peaks, and follows a track formed in advance by the first impulse. Then we should be dealing only with a subsequent discharge, and for this the rapid succession of steps would be normal (cf. Section 7).

No. 5:

A photograph from Breganzona (not reproduced here) shows 4 steps of an upward stroke at the Monte Sighignola. This is quite outside the series due to its high speed of growth and its long steps.

No. 6:

Upward strokes from the positive towers. As already mentioned, there are available perfect photographs of 46 such strokes on moving film. Only 7 of these show the growth of the leader stroke. In the case of the other 39 the luminosity of the leader stroke was obviously too weak to photograph. About 150 m over the tip of the tower the forward progress of the channel is continuous, and the figures given under T_{St} and H_{St} refer then to the separation in time of the intensity maxima, and to the forward progress between two intensity maxima.

No. 7:

The only positive downward stroke (Fig. 22), which was photographed with its leader stroke, issues out of the clouds approx. 1870 m over its base. Towards the earth its rate of growth increases and reaches the extremely high value of approx. 2400 m/ms. Its intensity maxima are irregular and at some points are not clear. There is also a photograph available of a positive downward stroke into tower 2, but the leader stroke is not visible on it.

6. Multiple strokes

One of the first tasks for the cameras with moving film was to determine the time sequence of component strokes. For this purpose the high film speeds of the new cameras are unfavourable. Since the film, which is approx. 1 m long, passes round once in 35 ms, a long multiple stroke may be distributed over 20 or more runs. In the case of strokes into the measuring towers it is then possible only with the aid of the current oscillogram to determine the sequence and the time intervals for the component strokes.

Multiple strokes are fairly frequent both with downward and also with upward strokes but - with rare exceptions - only with negative strokes (i.e. in the case of strokes between negative clouds and positive earth). They are produced by the fact that, because of the lower mobility of the positive charge carriers after the decay of the current in each component stroke, positive charge remains in the channel. This weakens the original field of negative clouds at the earth and favours the breaking of the lightning current (Ref. 3). After the decay of the earth current the discharge within the clouds can proceed. This means that after a time negative charges again reach the positive residual channel and progressively reverse its charge down to the earth. In the case of upward strokes from positive tower tips a positive channel system is built up over them and it generally has pronounced branches. Branches of the cloud stroke which released the upward stroke (Section 4) may reach one or the other branch of this system and follow it down to the earth.

In the case of the subsequent strokes also the forward progress of the negative charge in the channel can be seen as a leader stroke on the moving film. In general these leader strokes differ from those of the first component strokes in their more rapid and continuous forward progress.

The upward strokes with their branches often give complicated conditions. While in one part of the branches the continuous build-up current continues to flow, it may die out in other branches, and on these subsequent strokes may occur, which appear in the photograph on moving film as momentary lighting up preceded by a leader stroke. In the overall flash the peak

currents corresponding to these discharges are superposed on the continuous current in the other branches, and they therefore produce no independent component strokes.

It may also happen that on one branch of an upward stroke from a positive tower tip (with negative current) a subsequent stroke appears with positive current. Fig. 25 shows the photo and the loop oscillogram of simultaneous upward strokes at both measuring towers. While in tower 2 three subsequent strokes occur with negative current, a similar stroke appears at tower 1 with positive current (27 kA peak current) so that in the two towers opposing lightning currents flow simultaneously! From the photograph on moving film which is not produced here it can be seen that the subsequent stroke with positive current on the powerful main branch (A) of the discharge at tower 1, and the subsequent strokes with negative current at the left (B) of the two powerful branches at tower 2 have run together. In the case of the subsequent stroke with positive current no leader stroke can be detected.

The oscillogram in Fig. 25b shows extremely well how both towers produce simultaneously an upward stroke with negative current of almost equal intensity. The electric field which has obviously been dynamically increased by a cloud stroke already in existence is therefore approximately of equal height at both towers at a distance of approx. 400 m. On the other hand, in the case of the subsequent strokes the opposite polarity of the currents shows that this depends only on which cloud strokes grow into the residual channel. Charges of different polarity may even occur on different branches of one and the same stroke.

The speed of forward progress varies within wide limits, and evaluation of approx. 80 recorded predischarges gives 400 to 30,000 m/ms with a mean of approx. 9000 m/ms. It is probable that it depends on the length of the preceding interval with no current and the charge which was passed through previously. But since other factors are involved, not only the amount of new charge flowing into the channel but also indeterminate quantities such as the field and charge conditions in the neighbourhood of the channel, it is not possible to determine from the data so far obtained any clear relation. In order to illustrate the conditions with an example, we give in Table II the data for a downward stroke with 6 component strokes into the tower 2.

In rare cases stepwise development of the leader stroke is observed in subsequent strokes also. The speed of growth of such leaders is 400 to 1000 m/ms and is therefore of the same order of magnitude as with the first build-up of a channel. But the steps are considerably finer, and step lengths of 2 to 10 m and time intervals of the steps of 2 to 12 μ s are measured. Two of the total of four photographs having a stepped subsequent leader stroke are on the same film of the 16th June 1957. One is the stroke to the tower with the data listed in Table II. Unfortunately its leader strokes are too weak for reproduction. The other is a stroke to earth with 4 component strokes, which struck the northeast shoulder of the mountain at a distance of approx. 500 m from the peak. The photographs of the four component strokes are reproduced in Fig. 24. The time sequence of the subsequent strokes and the duration of the intervals between them cannot be given, since these may be distributed over several revolutions of the film.

A particularly clearly stepped subsequent leader stroke is shown in Fig. 25. In the first discharge of this flash (left in Fig. 25a) the leader stroke cannot be recognised. It is noticeable on the stepped subsequent leader stroke that it suddenly slows down its rate of growth near to the lower edge of the picture, and that its steps from that place onwards overlap one another further than in the upper zone. A comparison of the form of discharge on the left and on the right in Fig. 25a shows the reason: below the point mentioned the leader stroke no longer follows the old channel formed in advance by the first discharge, but from here onwards it forms a new branch directed more to the right. In the lower part therefore we are no longer dealing with a subsequent leader stroke, but with the original build-up of a new channel.

An example of the development of subsequent strokes on the channels of an upward stroke is shown in Fig. 26. The 6 discharges recorded on the moving film (Fig. 26a) are marked with corresponding numbers on the current oscillogram (Fig. 26c). The first two are superposed on the continuous current and give current peaks of less than 1000 A. They follow the weakly defined branch to the left of the centre of Fig. 26b. The other 4 discharges (3 to 6) are impulses with 2.5 to 15 kA, which appear as independent component strokes after the continuous current has died away. They follow the strongly marked main branch. The other side branches which are visible on the stationary film (Fig. 26b) cannot be recognised on the moving film and can therefore have carried only continuous current. A peculiarity of the discharge 4 - which corresponds to the weakest of the independent subsequent strokes - is that the lower two side branches of the preceding upward stroke are indicated by short branches. The leader stroke corresponding to discharge 4 is noticeably weak and can no longer be recognised in the last 100 m above the top of the tower, even on the original film.

7. Streamer discharges

Of the strokes recorded with channels growing upwards from the negative tower tips 5 result after 3 to 14 ms in powerful discharges with positive current peaks of 22 to 106 kA. The 5 strokes, together with the only positive downward stroke recorded without a streamer, are listed in Table III with their main data. Even in an earlier article (Ref. 1) the opinion was expressed that in such cases the channel which is growing upwards meets one which is growing downwards from higher layers of cloud. If we work on the basis of a constant speed of the rising discharges, then the height of the meeting points in the 4 photographs is 1000 to 1800 m above the tip of the tower. In one photograph it is at only 500 m and is therefore within the photographic range of the camera at Breganzona. Unfortunately the particular photograph has much fogging in its upper part, so that the upward discharge can be followed only up to approx. 100 m above the top of the tower. In this case also therefore the meeting of the two leader strokes is not photographed. But the main discharge which sets in after 3 ms shows in the zone above a height of 500 m branches directed downwards, which confirms the assumption of the channel growing downwards. The current oscillograms show that the charge flowing for the build-up in the upward channel amounts to only a few per cent of the charge carried by the downward channel. This means that the particular strokes can be correctly termed downward strokes, and the upward discharges observed at the beginning are then nothing more than very long streamers (up to 1800 m). The growth of such streamer discharges should be subject to the same laws as that of other leader strokes. Now that very long streamer discharges have been detected in positive strokes an explanation of their relatively flat impulse

fronts can be given. In these cases the discharge wave of the lightning channel runs towards the measuring tower along the long channel of the streamer discharge. Its front is then flattened by the attenuation. Table III then shows also that the steepness of front decreases with increasing length of the streamer discharge.

In this connection the only positive stroke to the tower without a streamer discharge, which was also recorded oscillographically, is of interest. After running for approx. 100 m almost horizontally the flash strikes sideways into the lightning antenna of tower 2, and the photograph on moving film (not reproduced here) does not show any recognisable streamer discharge. The positive lightning current has the impulse front reproduced in Fig. 27a. This shows in actual fact about the same variation as in the case of negative lightning currents. Its maximum front steepness, at $17 \text{ kA}/\mu\text{s}$, is almost twice as high as the maximum of the values measured on positive strokes in the years 1958 to 1963 (Ref. 1). We are forced to the conclusion that flat impulse fronts on positive lightning currents occur only if long streamer discharges are formed from the point of strike.

With negative downward strokes the streamer discharges are much shorter, and there is no photograph available which shows the growth of this type. In the photographs of strokes to the towers we only see that the main discharge is initiated when the leader stroke coming from above has arrived within about 20 to 70 m from the tip of the tower. This distance is of approximately the same order of magnitude as the progressive steps of the leader stroke growing downwards (8 to 10 m) and it could be assumed that the breakdown of this last separation distance is completed very rapidly, i.e. within a few tens of μs . A more likely assumption is that the build-up of a breakdown spark of the size obtained in the laboratory (i.e. the formation of a low-resistance channel along the whole path within a few μs) can only be initiated when the leader stroke has come so close to an earthed object or to an advancing streamer discharge that the brush discharges produced at both points (the length of which is approximately that of a forward step) penetrate each other.

A few observations indicate that in actual fact in the case of negative downward strokes into the towers also, streamers from the tip of the tower advance towards the leader strokes which are proceeding downwards. It is not surprising that this forward advance is not visible on the photographs if we consider that a streamer discharge of this type corresponds in every respect to an upward stroke to a positive point (build-up of a positive channel). In accordance with Section 5.3 its forward progress can be detected only in exceptional cases (with very powerful discharges) and then only at a height of at least 40 m above the tip of the tower.

A first indication of the correctness of the above considerations is the occurrence of streamer discharges which do not reach the lightning channel. The best example of this type is in a photograph from 1953, which has already been reproduced in an earlier article (Ref. 3). This shows a stroke into tower 2, which strikes the handrail of the upper platform obliquely from the side. The discharge, approx. 100 m long, which appeared at the tip of the tower simultaneously with the main discharge, can only be regarded as a channel which grew upwards from the tip of the tower, and then at the moment of the main flash discharged rapidly as a result of the breakdown of the field. This channel is a streamer discharge which did not reach the lightning channel which was shifted sideways. A similar example is the stroke in Fig. 13, except that here the stroke runs into the discharge which is pointing upwards, or meets a side branch of the latter.

A second indication is the current variation in the oscillogram. It was indicated earlier that the current in a negative downward stroke may be initiated slowly at first, and then in a few tenths of a ms it reaches a few hundred ampeares and then it rises more steeply and goes over into the typical front shape shown in the cathode-ray oscillogram. This is exactly what is to be expected from the build-up of a streamer discharge, if, with a speed of growth of 40 to 75 m/ms it is to become 20 to 70 m long. In Fig. 27b the shape of the current waveform is reproduced in a typical oscillogram. The broken part of the curve up to approximately the point A corresponds to the build-up of the streamer discharge. Subsequently the current rises steeper and steeper, until (at point B) it reaches the wave current given by the voltage and the characteristic impedance of the lightning channel. This part of the curve corresponds to the break-through between streamer discharge and leader stroke. It takes place in approx. $10 \mu s$, approximately at the same speed as the spark between metal electrodes in the laboratory. A further current rise (at point C) may follow if the discharge wave, or the reverse charge wave is reflected at branch points of the lightning track.

8. Final remarks

The lightning investigations described were carried out, as were the measurements published earlier, by the Research Committee of the SEV and VSE for high-voltage studies (FKH). For the photographic equipment, particularly also for the cameras with rapidly moving film (Boys cameras) made to our design, a grant was made available from the Swiss National Fund for Scientific Research. We take this opportunity of expressing our warm thanks. Further, the authors would also like to thank the Arciconfraternita di Santa Marta in Lugano for permitting the use of the photographic room above the church and to the Ospizio Vecchio, which contains the oscillograph room and which serves as quarters for the technician, H. Binz, entrusted with the measurements. The authors would also thank the Collegio Pio XII in Breganzone for allotting a room in the Gartner building of the college, where it was possible to set up cameras with stationary and moving film.

Table 1: Summary of the evaluated data on the growth of negative and positive leader strokes

No.	P _q	P _i	Lightning form	n	H m	v m/ms	T _{St} μs	H _{St} m
1	-	-	Negative downward strokes into the measuring towers	4	0...100	185...220	40...52	8...10
2	-	-	Negative downward strokes into the earth	14	0...1500 0...1750 1750...2000 2000...2350	85...440 65 700 1060	29...47 41 47	3...17 29 50
3	-	+	Upward strokes from the negative measuring towers	8	0...110	120...190	33...50	4.5...8
				3	250...1200	110...450	40...47	5...18
				1	20...110	870...1150	4...6.5	3.5...7.5
4	-	+	Short discharges to the negative measuring towers	6	0...55	85...140	34...47	3...6
5	-	+	Upward strokes at the Monte Sighignola (4 steps)	1	540...900	2200	55	120
6	+	-	Upward strokes at the positive measuring towers	4	40...110	40...75	65...110	4...8
				7	110...≈ 500	150...490	45...115	8...27
				7	~500...1150	105...970	40...115	12...40
7	+	+	Positive downward stroke	1	320...920 920...1660 1660...1870	2400 1700 360	- - -	- - -

P_q Polarity of the charge q of the built-up channel
 P_i Polarity of the lightning current i
 n Number of photographs evaluated
 H Height above the tip of the tower, or above the striking point

v Vertical speed of growth
 T_{St} Mean time interval between steps
 H_{St} Mean vertical step length

} Measured over 5 to 30 steps

Table II: Characteristic data for the 6 component strokes in the case of a downward stroke to tower 2 on the 16.6.1957 (oscillogram 5715)

Component stroke No.	Impulse current kA	Interval with no current ms	Speed of advance m/ms	Remarks
1	53	138	220	Stepped leader stroke
2	18	16	800	Leader stroke with fine steps
3	11	41	5000	
4	9	28	-	No visible leader stroke
5	20	73	6000	
6	8		400	Leader stroke very probably in fine steps

Table III: Evaluation of the streamer discharges in the case of 6 positive downward strokes.
(Tip of tower negative)

Oscillogram No.	Tower No.	T ms	H m	Q C	\hat{i} kA	$(di/dt)_{max}$ kA/ μ s
6451	2	0	0	30	32	17
6527	1	3.0	500	12	22	4.5
6572	2	6.1	1000	62	77	3
6232	2	8.7	1200	65	56	2
6520	2	11.6	1150	35	27	1
6422	2	14	1800	130	106	2

T Time from the beginning of the discharge advancing upwards up to initiation of the peak current

H Vertical length of the channel advancing upwards until it meets the channel formed in the clouds (extrapolated with constant speed of advance)

Q Impulse charge (during the first 2 ms after beginning of the impulse)

\hat{i} Impulse current (peak value)

$(di/dt)_{max}$ Maximum front steepness (steepest tangent) of the impulse current.

BIBLIOGRAPHY

- (1) K. BERGER and E. VOGELSANGER
Measurements and results of lightning research for the years 1955 to 1963 on Monte San Salvatore.
Bull. Assoc. Suisse Elect. 56, (1965) 1, pp. 2 to 22
- (2) K. BERGER
The measuring equipment for lightning research on the Monte San Salvatore
Bull. Assoc. Suisse Elect. 46, (1955) 5, pp. 195 to 201
- (3) K. BERGER
Results of lightning measurements for the years 1947 to 1954 on the Monte San Salvatore
Bull. Assoc. Suisse Elect. 46, (1956) 9, pp. 504 to 424
- (4) K. B. McEACHRON
Lightning to the Empire State Building
Trans AIEE 60 (1941) pp. 885 to 889
- (5) J. H. HAGENGUTH and J. G. ANDERSON
Lightning to the Empire State Building
Trans. AIEE Power Apparatus and Systems 71, (1952)
pp. 640 to 649
- (6) B. F. I. SCHONLAND and H. COLLENS
Progressive Lightning Proc. roy. Soc. A: Math. and phys. Sci. A 143 (1934), pp. 654 to 674
- (7) B. F. I. SCHONLAND, D. J. MALAN and H. COLLENS
Progressive Lightning II, Proc. roy. Soc. A Math. and phys. Sci. A 152 (1935) pp. 595 to 625
- (8) M. TÖPLER
Contribution to the laws of formation of luminescent substance (beads) with beaded lightning.
Meteorologische Ztschr. 54, (1917) 6/7, pp. 225 to 239

FIGURE CAPTIONS

(Illustrations are reproduced by an economical method which is adequate for most purposes. If greater definition is required, please refer to original document obtainable from the Library)

Fig. 1 Sketch showing the principle of the camera with moving film

1. driven roller;
2. moveable roller with spring for tensioning the films;
3. rotating film;
4. picture limit with support for the film;
5. lens.

Fig. 2 Camera with moving film

Fig. 3 Map of the surroundings of the Monte San Salvatore with striking points marked.

- (a) simplified map with striking points of the downward strokes. The different marks for the striking points refer to the following years:

x 1955	□ 1956	○ 1957	* 1959	○ 1960	* 1961
△ 1962	* 1963	△ 1964	■ 1965	(1958 no photographs of lightning)	

The shaded zones are obscured by chains of mountains when viewed from Monte San Salvatore, so that the strikes there cannot be localised. In the closer zones, the total number of strikes to that zone or to the ridge of mountains at its edge is marked. Strokes to the measuring towers are not included, in the 104 strikes in the zone which includes the Monte San Salvatore itself

- (b) section from the provincial map 1 : 100,000 with striking points of the upward strokes ()

Fig. 4 Downward strokes with typical branching downwards

- (a) strike in Biogno;
(b) strike to the mountainside below Ciona

Fig. 5 Downward stroke with long horizontal branches under the cloud cover

Stroke into the lake near Melide

Fig. 6 Negative upward strokes to the measuring towers, photograph from Breganzona

left: tower 2, right: tower 1

- (a) in tower 1 (6440),
(b) in tower 2 (6525),
(c) and (d) discharges to both towers simultaneously (6441 and 6582)

Fig. 7 Two upward strokes to tower 1 which followed one another (6583 and 6584) and one at the Monte Sighignola (photographed within approx. 8 min. from Breganzona)

Fig. 8 Upward stroke at the post office transmitter tower on the Monte Ceneri

Fig. 9 Upward stroke at the Monte Generoso with long horizontal branches under the cloud cover

Fig. 10 Lightning stroke to the church at Biogno

- (a) photo of the upward stroke;
- (b) church at Biogno

Fig. 11 Diagrammatic representation of the four types of lightning (Section 5)

1. negative downward stroke (channel charge negative, current negative);
2. positive downward stroke (channel charge positive, current positive);
3. upward stroke to positive tower tip (channel charge positive, current negative);
4. upward stroke at negative tower tip (channel charge negative, current positive). Direction of advance of the leader stroke

Fig. 12 Downward stroke into tower 2 (6225)

- (a) photograph on moving film taken from the mountain peak. The discharge heads of the stepped leader stroke are visible;
- (b) current variation

Fig. 13 Two negative downward strokes into tower 2 with an interval of only 82 ms between them (6446)

- (a) photograph of the second stroke on moving film taken from the mountain peak. The stepped leader stroke above the point A is shown very weakly on the original film and was retouched for reproduction. The discharge at point B which is directed upwards is the same, and this may be a side branch of the streamer discharge;
- (b) corresponding photograph on stationary film;
- (c) current variation on the left for the first, and on the right for the second stroke

Fig. 14 Negative downward stroke into tower 2 (6384) with side branch (A)

- (a) photograph on moving film taken from the mountain peak. Because of the pronounced fogging of the film near to the main stroke (B) only the steps of the side branch (A) and its branches are visible;
- (b) corresponding photograph on stationary film (with an additional stroke to earth);
- (c) current variation

Fig. 15 Stroke to earth near to tower 2

- (a) photograph on moving film taken from the mountain peak. With each step the whole visible range of the charge channel lights up;
- (b) sections of the photograph on moving film taken from Breganzona. Because of the greater distance the steps are not so clearly shown, but they can be observed on 800 m of the lightning track for a period of 5 ms;
- (c) photograph on stationary film taken from the mountain peak.

Fig. 16 Upward stroke at the negative tower tip 2 (6423)

- (a) photograph on moving film taken from the mountain peak. The stepped advance upwards of the channel can clearly be seen. As we are dealing with a pure upward stroke, only one channel is built up; no main stroke takes place which would correspond to an impulse discharge or inverse charge of the channel;
- (b) corresponding photograph on stationary film;
- (c) current variation. That even such a small current can give a clearly visible discharge is a characteristic of the build-up of negatively charged channels.

Fig. 17 Upward stroke at the negative tower tip 2 (6525)

- (a) photograph on moving film taken from the mountain peak;
- (b) corresponding photograph on stationary film;
- (c) enlarged section from Fig. 17a. The visible brush discharge should be noted at the end of the brightly luminous discharge heads.

Fig. 18 Upward discharge at the negative tower tip 2 (6520)

- (a) photograph on moving film taken from the mountain peak. 10.6 ms after the beginning of this discharge small impulse currents occur and 11.6 ms after the beginning of the discharge there is a powerful impulse of 27 kA. This shows that here we are not dealing with an ordinary upward stroke, but with the very long streamer discharge from a positive downward stroke;
- (b) corresponding photograph on stationary film;
- (c) enlarged section from Fig. 18a. The brush discharge at the end of each brightly luminous discharge head should be noted.

- Fig. 19 Upward stroke at the negative tower tip 1 (6523)
- (a) photograph on moving film taken from Breganzona. From the greater distance only the brightly luminous discharge heads are still visible;
 - (b) corresponding photograph on stationary film;
 - (c) current variation
- Fig. 20 Upward stroke to the positive tower tip 2 (6559)
- (a) photograph on moving film taken from the mountain peak. In the visible range more than 50 m above the tower tip the stepped growth of the discharge on both branches is clearly visible. At each step the whole channel becomes slightly luminous;
 - (b) photograph on moving film taken from Breganzona. In the zone under consideration the charge channel grows continuously. There are fairly large fluctuations of the luminosity;
 - (c) photograph on stationary film from the mountain peak;
 - (d) taken from Breganzona. Here a simultaneous upward stroke at tower 1 (on the right in the picture) is visible, which does not appear on the moving film.
- Fig. 21 Upward strokes at the positive tower tips 1 and 2 (6558)
- (a) photograph of the stroke to tower 2 on moving film taken from the mountain peak;
 - (b) photograph on moving film taken from Breganzona. of the two 1000 m scales the shorter refers to the vertical height above tower 1, and the longer to the vertical height above tower 2;
 - (c) photograph of the stroke to tower 2 on stationary film taken from the mountain peak;
 - (d) photograph on stationary film taken from Breganzona. (Tower 2, left, tower 1 right);
 - (e) current variation in tower 1.

Fig. 22 Stroke to earth in Campione, apparently positive lightning current

- (a) photograph on moving film taken from Breganzona. The leader stroke advances continuously. Because of pronounced fogging of the photographic layer the main stroke appears comparatively weak;
- (b) corresponding photograph on stationary film;
- (c) photograph on stationary film taken from the mountain peak.

Fig. 23 Upward stroke to the positive tower tips 1 and 2 with simultaneous subsequent strokes of different current direction

- (a) photograph on stationary film taken from Breganzona. The subsequent stroke with positive current to tower 1 follows branch A; the subsequent strokes with negative current to tower 2 follow branch B;
- (b) current variation in both towers (6439)

Fig. 24 Stroke to earth with 4 component strokes, apparently negative lightning current.

photograph on moving film. The stepped predischarge of the first component stroke appears very weak on the over-exposed film and was slightly retouched for reproduction. Of the 3 subsequent strokes one exhibits a finely stepped leader discharge, and the other 2 continuously advancing leader discharges.

Fig. 25 Stroke to earth with a subsequent stroke, apparently negative lightning current

- (a) photograph on moving film. The subsequent stroke exhibits a finely stepped leader stroke. Near to the lower edge of the picture it finds a new path and from there onwards the distance between the steps becomes considerably greater;
- (b) corresponding photograph on stationary film.

Fig. 26 Upward stroke at the positive tower tip 2 with subsequent strokes (6531)

- (a) photograph on moving film taken from Breganzona;
- (b) corresponding photograph on stationary film;
- (c) current variation. The impulses marked 1 to 6 correspond to the discharges in Fig. 26a.

Fig. 27 Current variation at the wavefront

- (a) of a positive downward stroke without streamer discharge (6451);
- (b) of a negative downward stroke (5944). Up to Point A build-up current of the streamer discharge. A to B the two discharges merge and develop the wave current in the lightning channel;
- (c) further current rise resulting from partial reflection of the wave current at branch points of the lightning track.

Photographische Blitzuntersuchungen der Jahre 1955...1965 auf dem Monte San Salvatore

Von K. Berger und E. Vogelsanger, Zürich

Im Rahmen eines Gesamtherichtes über die Messanordnungen und Resultate der Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore wird über die photographischen Beobachtungen der Jahre 1955...1965 berichtet, nachdem in einem 1965 erschienenen 1. Teil die elektrischen Blitzstrommessungen der Jahre 1955...1963 beschrieben wurden. Vom Gipfel des Monte San Salvatore aus werden des nachts alle Blitzeinschläge in der Umgebung des Berges photographisch festgehalten. Die sichtbaren Einschlagstellen werden in die geographische Karte eingezeichnet; die Anzahl hinter Hügeln niedergehender Blitze wird für jeden Toten Raum notiert. Sogenannte Aufwärtsblitze, wie sie an den Auftangtärmern auf dem Monte San Salvatore sehr häufig sind, wurden auch an einigen Punkten der Umgebung festgestellt. Das Hauptproblem der Untersuchung betrifft die Art und Weise, wie sich der Blitzkanal anbaut. Dieser Vorgang wurde mit Hilfe von photographischen Aufnahmen auf rasch bewegtem Film untersucht. Dabei werden 4 Blitzformen, nämlich die Entladung positiver und negativer Wolken in Form von Aufwärts- und Abwärtsblitzen unterschieden. Es ergeben sich interessante Schlüsse für die Entstehung der Blitzkanale und der zugehörigen sog. «Fangenblitzen».

Dans le présent rapport complet relatif aux installations de mesure et aux résultats des recherches sur la foudre au Monte San Salvatore, nous décrivons chapitre les résultats des observations optiques de 1955 à 1965. Les observations électriques simultanées pour toute la période de 1955 à 1963 ont été décrites dans un autre rapport en janvier 1965. Du sommet du Monte San Salvatore, tous les coups-de-foudre nocturnes sont photographiés. Sur une carte géographique on a reporté tous les endroits visibles de chute de la foudre. Le nombre de chutes se trouvant derrière des collines est noté pour chaque espace fermé invisible. Des coups de foudre ascendants, assez fréquents dans les tours collectrices du Monte San Salvatore, ont également été observés au-dessus de quelques points exposés des montagnes ou collines voisines. Le problème principal des recherches est celui de la formation du canal de la foudre. Ce phénomène a été étudié avec un film photographique se mouvant à une grande vitesse devant l'objectif. On arrive à distinguer 4 formes de coups-de-foudre, soit de polarité positive et négative, soit de sens de propagation ascendant ou descendant. Des conclusions intéressantes ont pu être tirées dans ce sens, spécialement en ce qui concerne les sécheresses de renommée «fangentblitzen».

1. Einleitung

Im Januar 1965 wurde an dieser Stelle über die Blitzstrommessungen der Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen (EKH) auf dem Monte San Salvatore berichtet [1]. In Ergänzung dieser elektrischen Messungen wurden photographische Untersuchungen durchgeführt. Die bis 1954 verwendeten Einrichtungen und die erhaltenen Resultate sind im Bulletin SEV 1955 [2:3] beschrieben. Im Folgenden wird über den weiteren Ausbau

der Photoeinrichtungen und über die seit 1954 neu gewonnenen Resultate berichtet.

Die Kirche auf dem Gipfel des Monte San Salvatore tragt eine Aussichtsterrasse mit freiem Ausblick nach allen Himmelsrichtungen. Ein freier Raum unmittelbar unter dieser Terrasse ist ein idealer Aufstellungsort für Photoapparate. Er gestattet die Registrierung aller Erdeinschläge

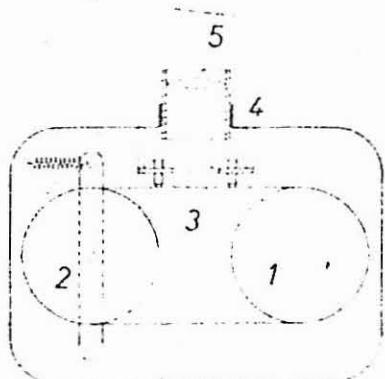


Fig. 1

Prinzipskizze der Kamera mit bewegtem Film

1 angetriebene Rolle, 2 verschleibbare Rolle mit Feder zum Spannen der Filme, 3 umlaufender Film, 4 Bildbegrenzung mit Abstandung für den Film, 5 Optik.

[1] Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes

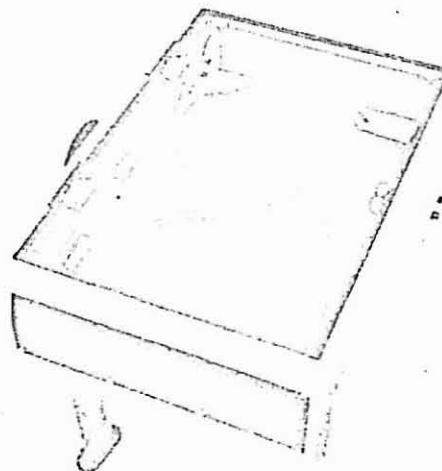
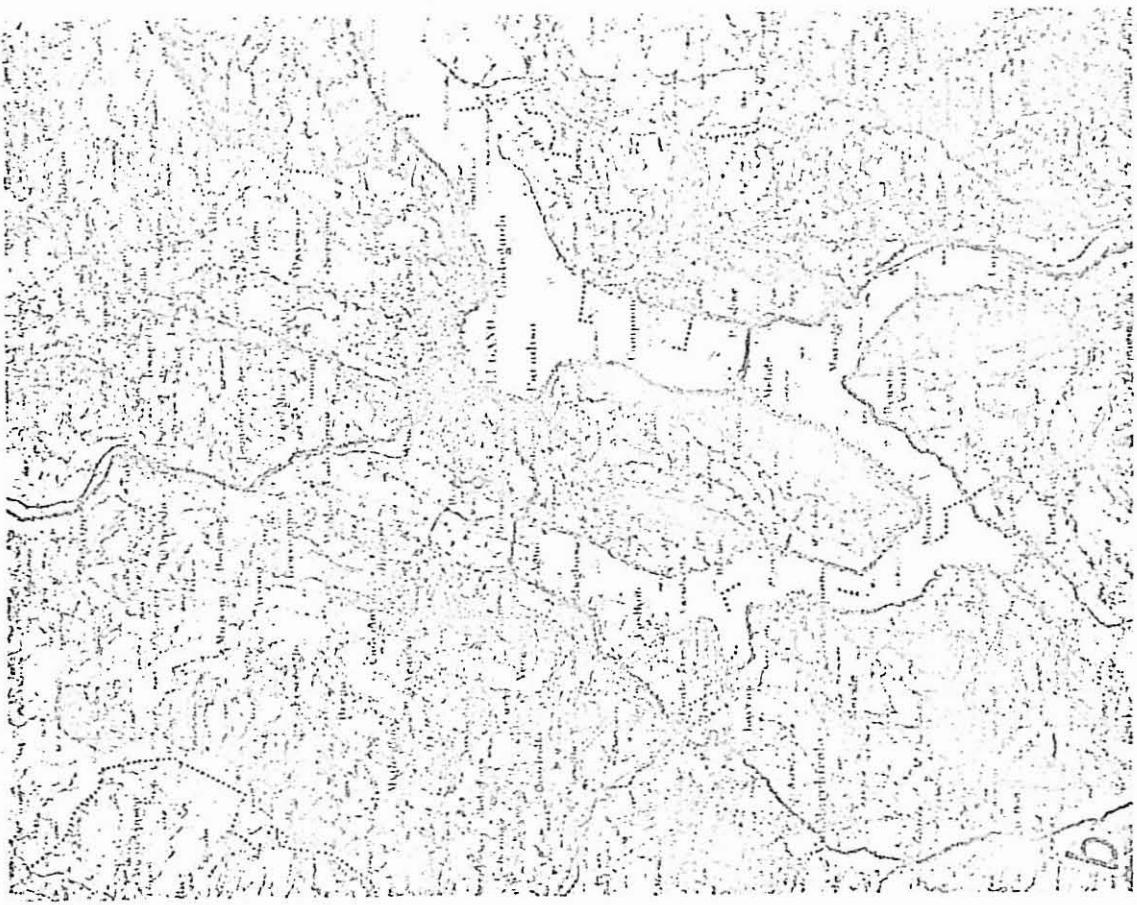
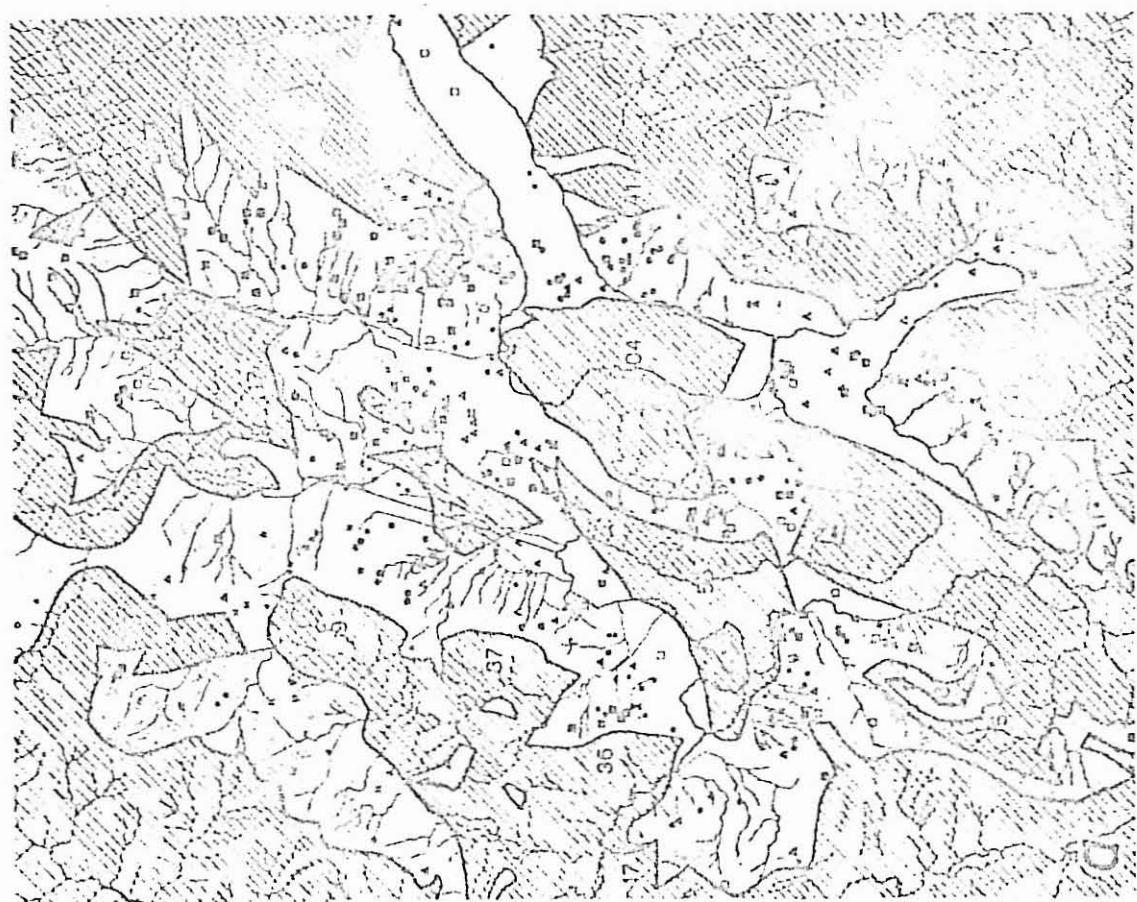


Fig. 2

Kamera mit bewegtem Film



Übersichtskarte der Umgebung des Monte San Salvatore mit eingezeichneten Einschlagstellen der versteinerten Kugeln und Aussichtspunkten der Einschlagstellen befindet die folgenden Jahre.



Eine Auszählung der eingezäumten Elmschläge ergab für einen Lfmkraies mit 21,7 km² Räuden und den Almolden San Salvatore-Gipfel eine Flächendichte von ca. 1,1 Tiere/Auszmeter pro km² und Salter, seltener nun die Almordeln Schafe in die Alessittengewässer. Fünf kleine Lfmkraies zwischen 21,7 und 6 km sind es nur ea. 0,5 Einzeltiere pro km² und Salter. Wieviel der Lfmkraies werden dabei beidien Wieren durch die besondere Lage des Monte San Salvatore, und welche durch die besondere Lage im Durchschnitt besserer Siecht und die nähere Umgebung bedingt ist, lässt sich nicht sagen. Da die photogrammetrischen Nachmessungen ca. 1,1 alle Gebiete ausmaßen, dürfte die Gesamtfläche insgesamt im Salter ausmaßen. Da die Flächendichte im Salter und Salter ebenfalls minderstens 4 Einzeltiere pro km² und Salter betragen.

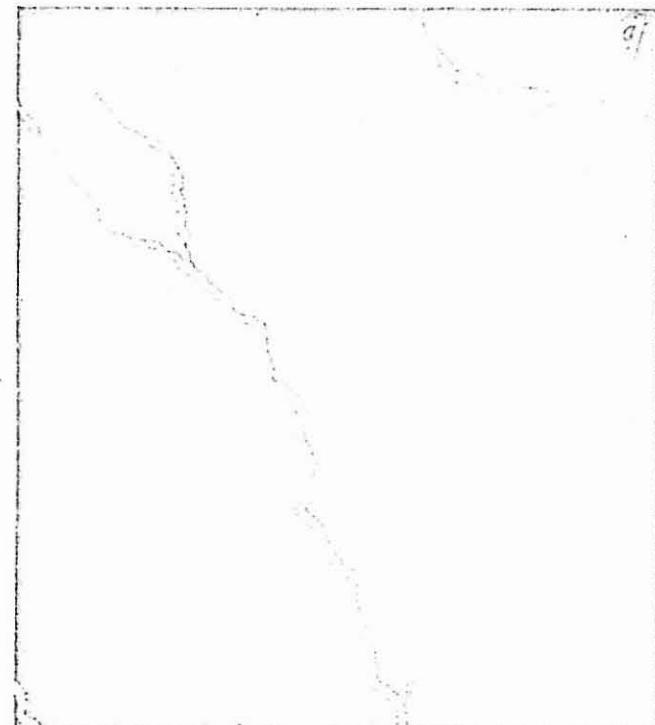
Die Karre (Tige, 3a) verlegt, welche Gleisböschungen aufweisen. Ein abschließendes Maßnahmenkonzept kann sie nicht gegeben, da es nur Film- und Fotodokumentationen sowie eine Befragung der Befragten erlaubt. Eine Befragung mit weiteren Gütekriterien ist nicht möglich, da diese meist durch Wollen verdeckt sind als feste.

3

blühende Rebe, die im Hintergrund ein kleiner Hügel mit einem kleinen weißen Kreuz auf dem Gipfel zeigt. Die Rebe ist überall überwuchert und verdeckt den Hügel.

schem undigkeit von 50 m s elegante sieh gut, um die Entwicklungen der Leitlinie zu vertolgen. Die Stufen beim Vor- wachsen des ersten Tellitzes, die in Abständen der Sonderdistanz 30...50 m voneinander liegen, lassen sich gut ausmachen. Da gegen lässt das Fortschreiten der Flutperiode, das mit einer Geschwindigkeit von 5...10 m/s bedingt, dass mit einer Geschwindigkeit von 5...10 m/s erfolgt, sobald ein von der Wolke nach unten wechselt. Letztlich den Frühjahrserreichen, auch dann noch nicht erkennen. Die neuen Kameras von 1962/1963 sollten vor allem mehr Zeitablagen hinter die Entwicklung der Entwicklungen der Leitlinie geben.

卷之三



— 1 —



Fig. 5
Abwärtsblitz mit langen horizontalen Ästen unter der Wolkendecke
Einschlag in den See bei Melide

die meteorologischen und topographischen Verhältnisse bedingt zu sein. Eine Häufung von Einschlägen scheint dadurch zustande zu kommen, dass an den betreffenden Stellen die Gewitterzellen während ihrer grössten Aktivität vorbeikommen oder dort hängenbleiben. Es fällt auf, dass bei dicht beisammenliegenden Einschlägen die meisten aus dem gleichen Jahr stammen. Eine detaillierte Überprüfung zeigt oft, dass diese alle aus ein und demselben Gewitter stam-

men, welches sich offenbar gerade an dieser Stelle entladen hat. Die ungleichmässige Verteilung der Einschlagspunkte verschiedener Jahre zeigt, dass solche Entladungen einmal hier und ein andermal dort erfolgen können. Es ist zu erwarten, dass in späteren Jahren wieder an anderen Stellen Häufungen auftreten. Die zehnjährige Beobachtungs dauer ist jedenfalls noch zu kurz, um die statistische Verteilung auf weite Sicht einwandfrei festzustellen.

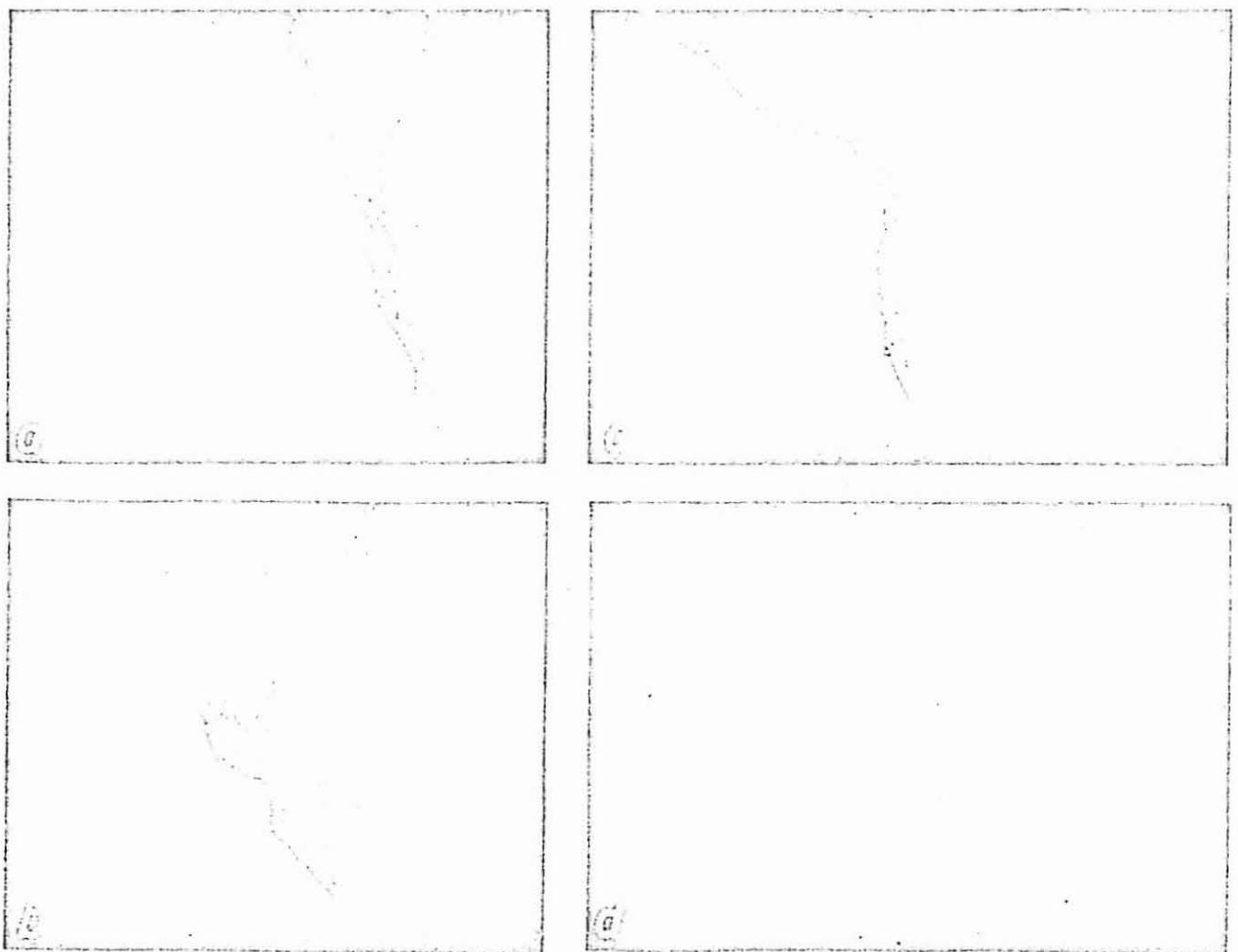


Fig. 6
Negative Aufwärtsblitze an den Messstationen von Bregenzona zus. aufgenommen
links: Turm 2; rechts: Turm 1

a in Turm 1 (6440), b in Turm 2 (6525), c und d Entladungen am beiden Turmen gleichzeitig (6441 und 6582)

San Salvador habe ich schon 13 entsprechende Stücke auf Bergkantone von den fünf 16 Autowirtschaften ausserhalb des Mönche gewidmeten Gewicht vom 12. September 1962.

1962, dann am 11. November 1962, schliesslich beim zweiten Koffer und ist nicht geendet. Bei dem Gewichter sind durch den Blitzstrom Schaden entstanden, erstmals gegen Ende und später schon seit 11 Jahren dort schon die Autowirtschaften besser, schon die offizielle den Ansatzpunkt für Ladevermögen und das Stahl, die offizielle den Ansatzpunkt für die ein Autowirtschaften festgestellt, obwohl die ca. 13 in hohem Interessanterweise wurde vor 1963 mit Mönche Siggismonda entdeckt, so dass die Zahl der dort zweimal die Bergkantone verdeckt, und den letzteren war dort zweimal die Bergkantone und auf dem dritten Abenteuer Siggismonda aufgetreten (Fig. 7). Die Gewichter sind nur noch Autowirtschaften an den Alessandria und am dritten Abenteuer Siggismonda aufgetreten (Fig. 7). Die Gewichter sind nur noch Autowirtschaften an den Alessandria und am dritten Abenteuer Siggismonda aufgetreten (Fig. 7).

Während in allen anderen Punkten nur je 1 Autowirtschaft von Längen gerade noch sieben (Fig. 8), mehr enthalten. Seitdem Später ist im Transversal mit darüber hinaus noch Autowirtschaften, in der Karre nicht Mönche Gewicht in 18 km Distanz ist auf der Karre nicht Karre von 11,3 m markiert. Einzig der Sandstein des letzter werden können, wurden mit dem Zeichen 3 auf der Mönche San Felice, wo die Elmischlagsschalen nicht sicher lokalisieren können, in der Elmischlag 1963 unterscheiden wir je 1 Autowirtschaft

Diese besondere Punkte (ohne Mönche Arbeitsstora und Kritche von Flugno, wahrscheinlich Riechenburg) 1 Elmischlag 1963 (Fig. 10). Mönche San Felice sollte des Mönche San Salvatore (Ausländer) 1 Elmischlag 1964 (Fig. 9).

Mönche Gewicht Sanederon, südlich des Mönche San Salvatore, wahrscheinlich Sanederon, südlich des Mönche San Salvatore 1 Elmischlag 1963 (Fig. 8).

Mönche San Salvatore aus überlieferten Gebeites Autowirtschaften 1963:

Mönche Brd, nordöstlich des Mönche San Salvatore, etwas unterhalb des Ausländerwirtschaften 1 Elmischlag 1963:

Gipfel des Mönche San Salvatore und die Bergkantone, wahrscheinlich Blitzschaden 1963:

Mönche San Salvatore und die Bergkantone, wahrscheinlich Sanederon, südlich des Mönche San Salvatore 1 Elmischlag 1963:

Sandstein Mönche Gewicht 1 Elmischlag 1963:

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 8

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 9

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 10

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 11

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 12

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 13

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 14

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 15

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 16

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 17

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 18

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 19

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 20

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 21

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 22

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 23

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 24

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 25

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 26

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 27

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 28

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 29

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 30

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 31

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 32

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 33

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 34

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 35

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 36

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 37

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 38

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 39

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 40

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 41

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 42

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 43

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 44

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 45

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 46

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 47

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 48

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 49

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 50

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 51

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 52

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 53

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 54

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 55

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 56

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 57

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 58

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 59

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 60

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 61

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 62

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 63

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 64

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 65

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 66

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 67

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 68

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 69

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 70

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 71

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 72

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 73

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 74

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 75

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 76

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 77

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 78

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 79

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 80

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 81

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 82

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 83

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 84

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 85

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 86

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 87

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 88

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 89

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 90

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 91

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 92

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 93

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 94

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 95

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 96

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 97

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 98

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 99

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 100

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 101

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 102

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 103

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 104

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 105

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 106

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 107

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 108

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 109

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 110

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 111

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 112

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 113

Autowirtschaften und PTT-Sandsteinen auf dem Mönche Gewicht

Fig. 114

Fig. 9
Aufwärtsblitz am Monte Generoso mit langen horizontalen Ästen unter der Wolkendecke



mit Gebäuden, Türmen oder Stangen betroffen. Zwei weitere gingen von bewaldeten Bergkuppen oder eventuell vom Gelände hinter den selben aus (Monte Arbostora und Monte Elia).

Besonders bemerkenswert ist der in Fig. 10a gezeigte Einschlag in den Kirchturm von Biogno. Dieser liegt nur 200 m über dem Spiegel des Lagonersees an der Südostkante eines Hügels, der sich um ca. 240 m über den See erhebt. Der Kirchturm selbst, mit dem Kreuz auf seiner Dachspitze ca. 20...25 m hoch, überragt das Kirchenschiff und die Bäume der Umgebung nur um ca. 8...10 m (Fig. 10b). Das Beispiel zeigt, dass an Objekten dieser Höhe auch im relativ flachen Gelände Aufwärtsblitze auftreten können. Immerhin dürften diese sehr selten sein.

Allgemein kann über die Aufwärtsblitze gesagt werden, dass sie meist in der Endphase eines Gewitters auftreten, gemeinsam mit langen horizontalen Blitzen zwischen den Wolken. Sie sind meist stark verzweigt, oft tauchen mehrere Äste in die Wolkendecke. Sie können aber auch aus nur 2...3 Ästen bestehen, die in die Horizontale abbiegen und bis zu mehreren km weit horizontal unter der Wolkendecke verlaufen. Das Bildfeld der Kamera in Breganzona, mit der die Blitze der Figuren 6a...d und 7 aufgenommen wurden, umfasst eine Höhe bis 1500 m senkrecht über dem Gipfel des Monte San Salvatore. Der Eintritt der Entladung in die Wolkendecke liegt häufig noch außerhalb dieses Bildfeldes, was bedeutet, dass die untere Grenze der kompakten Wolkendecke noch oberhalb 2400 m über Meer liegen muss. Die Wolkenoberfläche, auf die sich die Verästelungen verteilen, kann dann eine Ausdehnung bis zu einigen km² annehmen. Kräftige, verzweigte Aufwärtsblitze

führen Ladungsmengen in der Größenordnung von 100 C, in Extremfällen sogar 200...300 C (z. B. 90 C in Fig. 6a und 220 C in Fig. 6b). Die beiden überlagerten Blitze an Turm 1 in Fig. 7, die schon 500...600 m über der Turmspitze in die Wolkendecke eintauchen, führen je etwa 30 C, und die Entladungen von Fig. 6d mit ihren in die Horizontale abbiegenden Ästen führen nur 10 C (Turm 1) und 6 C (Turm 2). Die horizontale Ausdehnung solcher Äste ist aus den Aufnahmen weiter entfernter Aufwärtsblitze ersichtlich. Als Beispiel zeigt Fig. 9 einen solchen Blitz am Monte Generoso mit zwei horizontalen Ästen, von denen der längere mindestens 5 km lang ist. Kurze Entladungen an den Turmspitzen, die nach ca. 100 m oder weniger in der Luft enden, werden relativ selten beobachtet. Soweit sich dies aus den Oszillogrammen feststellen lässt, sind sie alle positiv (auf die Stromrichtung Wolke-Erde bezogen), d. h. der Turm bildet die negative Spitze. Es scheint, dass Aufwärtsblitze nur gleichzeitig mit Wolkenblitzen oder anschliessend an Wolkenblitze vorkommen. Denn bei der statischen Ladungstrennung in den Wolken ist die Feldstärke am Erdboden kaum so hoch, dass sie zur Auslösung von Aufwärtsblitzen führen könnte. Aufwärtsblitze sind da-

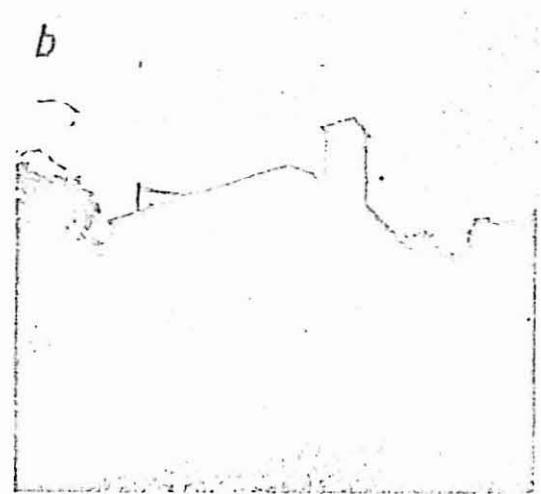
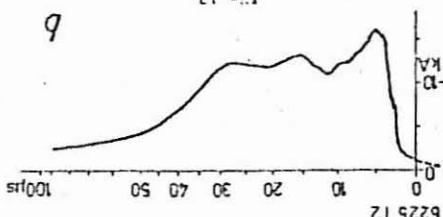


Fig. 10
Blitz einschlag in Kirche von Biogno
a Bild des Aufwärtsblitzes; b Kirche von Biogno

a Aufnahmen auf bewegtem Film vom Bergabfall aus. Die Fundamente des in Rücksteinen versteckten Leuchtbüchsen sind sichtbar.
b Stromwiderstand

卷之三



Der Blitzstrom soll in gleicher Weise wie im vorhergehenden Aufsatz [1], der die elektrischen Blitzmessungen in der Karlsruher Radarsystem untersucht, die Koeffizienten der Korrelationsfunktion bestimmen.

S.1 (February)

5. Leistungsfähigkeit des ersten Teilbilanzes (Aufbau des Bilanzlands)

Die Australienlegende zog nicht, dass die Building eines negativen Landungsszenarios (Abwarten und Aufwirrspinsen) siegs nicht kritieren sich ließen, stattdessen verwirklichten Letztere verblieben in einer unerwarteten, aber durchaus unschönen Welt.

I positiere Affwurthius (Abwurthius) aus positiveien Wollen, umgedeutet: Strom positiv (affwurthius) ohne siebzehn Leiblinie. Dasselbst handelt es sich ebenfalls um eine gewanderte, schwere Andimahme.

32 Autorenabfertigung aus der Praktiken-Tinamopfer-Situation negiert
33 dennoch weiterrechtfertigen

7 Aufmerksamkeit auf die positionen Turnierpartie ist vom negativen Ergebnis, sich in Gewinnchancen oder auch in Extremeis Voraussehen und ebenso, wenn die Leidweise nicht den von vorn gegebenen

W. P. Smith's "Kamathidium" - A new genus of the Kamathidium group, described by W. P. Smith, in the Proceedings of the U. S. National Museum, Vol. 25, No. 1132, pp. 1-10.

ist währenddessen das die Einbildungskraft an beiden Türrahmen die gleiche Position einnehmen wird.

function in Alzheimer's disease may position them as therapeutic targets. The mechanism by which fibrillar deposits accumulate in Alzheimer's disease remains to be determined.

Saison passiert), von 10,55 in Langen bei jedem zweiten Aufenthalte. Von

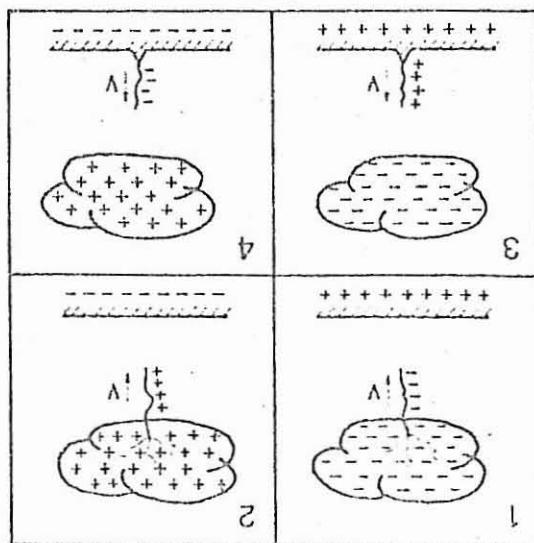
„Z kurze, flimmernde und unregelmäßige, aus der mehrjährigen Tumorepizie

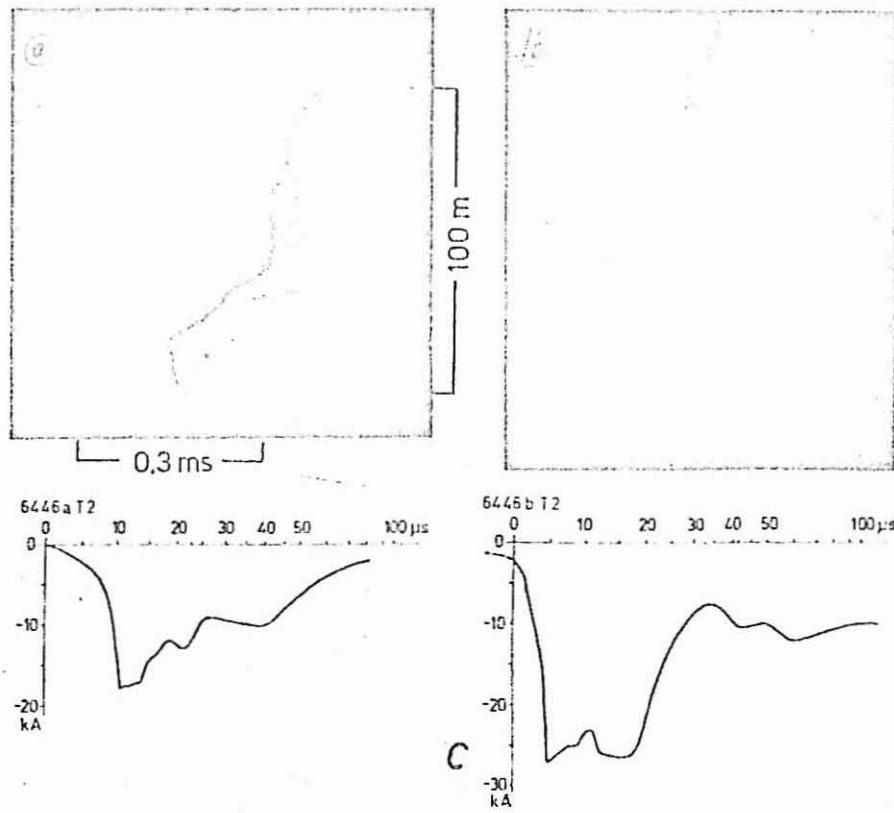
is subdivided into the *Transylvanian Union* (see Fig. 7).

From negotiations to implementation of recommendations for IGBBLIN and IGBBLIN-SEBEN

1. *Family* *Pyrrhocoridae* *Pyrrhocorinae*

1170





übermäßig geschwärzte Filme ausschliesst, liegt keine Aufnahme vor, die diesen Leitblitz nicht zeigen würde.

Im Gegensatz dazu war die *Bildung eines positiv geladenen Kanals* nur in 7 von total 46 Fällen mit einem sichtbaren Leitblitz verbunden. In den übrigen 39 Fällen hat die Leuchtkraft des Leitblitzes offenbar nicht genugt, um auf dem Film eine Spur zu hinterlassen. Einerseits die geringe Leuchtkraft und andererseits die Tatsache, dass im freien Gelände, wo kannen Aufwärtsblitze auftreten, die Blitze mit positiv geladenem Leitblitz stark in der Minder-

Fig. 13
Zwei negative Abwärtsblitze in Form 2 im Abstand von nur 82 ms (6446)
a Aufnahme des zweiten Blitzes auf bewegtem Film vom Bergspitze aus. Der gestutte Leitblitz oberhalb Punkt A ist auf dem Originalfoto sehr schwach gezeichnet und wurde für die Wiedergabe etwas retouchiert. Ebenso die nach oben gerichtete Entladung bei Punkt B, die ein Seitenast der Langentladung sein dürfte.
b entsprechende Aufnahme auf ruhendem Film.
c Stromverlauf links des ersten, rechts des zweiten Blitzen

heit sind, mögen dafür verantwortlich sein, dass diese Entladungsform bisher nicht beachtet wurde. Die Aufnahme eines negativen Aufwärtsblitzes aus der positiven Spitze des Empire State Buildings in New York vom Jahre 1949 zeigt zwar die typischen Merkmale des Leitblitzes mit positiver Ladung schon deutlich, wurde aber in der Literatur [5] ohne Hinweis auf den Polaritätsinfluss wiedergegeben. Auf dem Monte San Salvatore sind die ersten derartigen Aufnahmen erst 1964 geglückt.

5.2 Aufbau des negativ geladenen Kanals

Die Fig. 12 ..19 geben Beispiele für diesen Vorgang sowohl bei negativen Abwärtsblitzen als auch bei Aufwärtsblitzen aus negativen Formspitzen. Charakteristisch ist das Vorwachsen des Kanals in diskreten Rückstufen. Bei jeder Rückstufe leuchtet das zuletzt gebildete Kanalstück relativ stark auf. Bei schwächeren Aufnahmen sind nur diese Entladungskopfe sichtbar. Auf anderen Aufnahmen ist jeweils noch das Aufleuchten eines grosseren Kanalstückes zu erkennen.

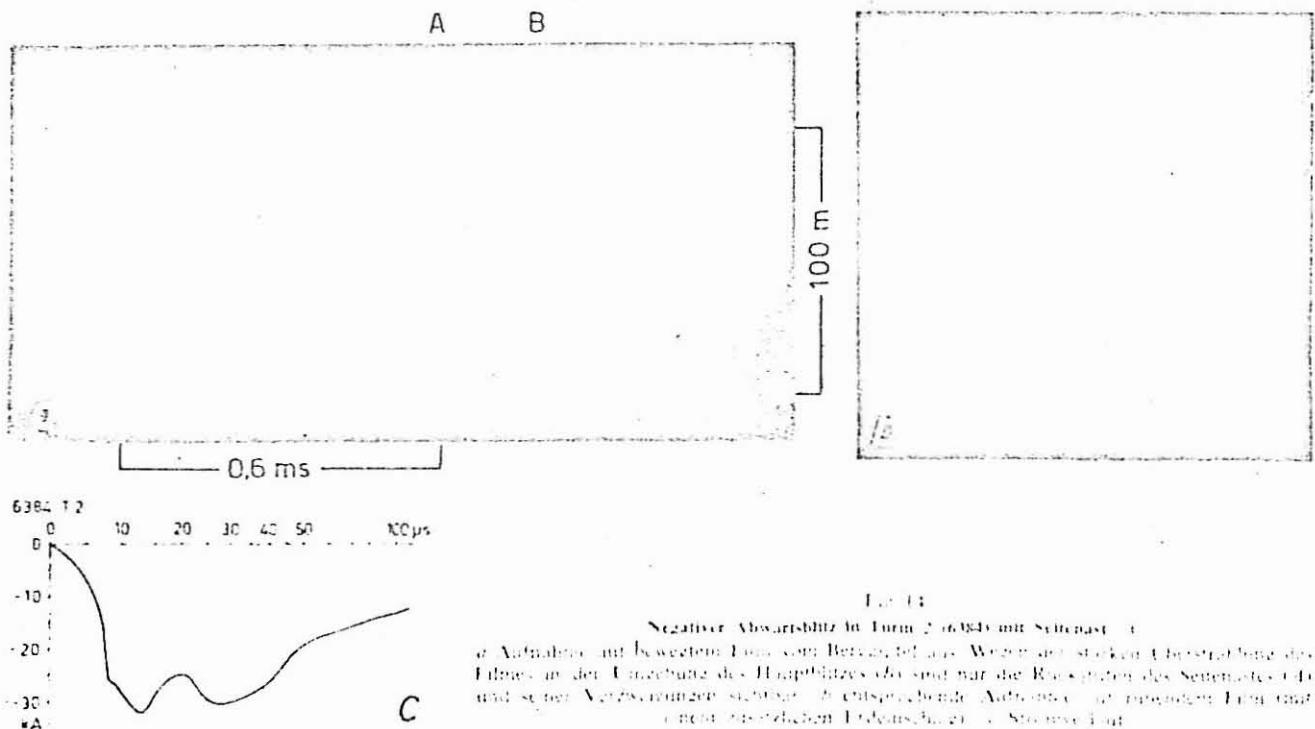
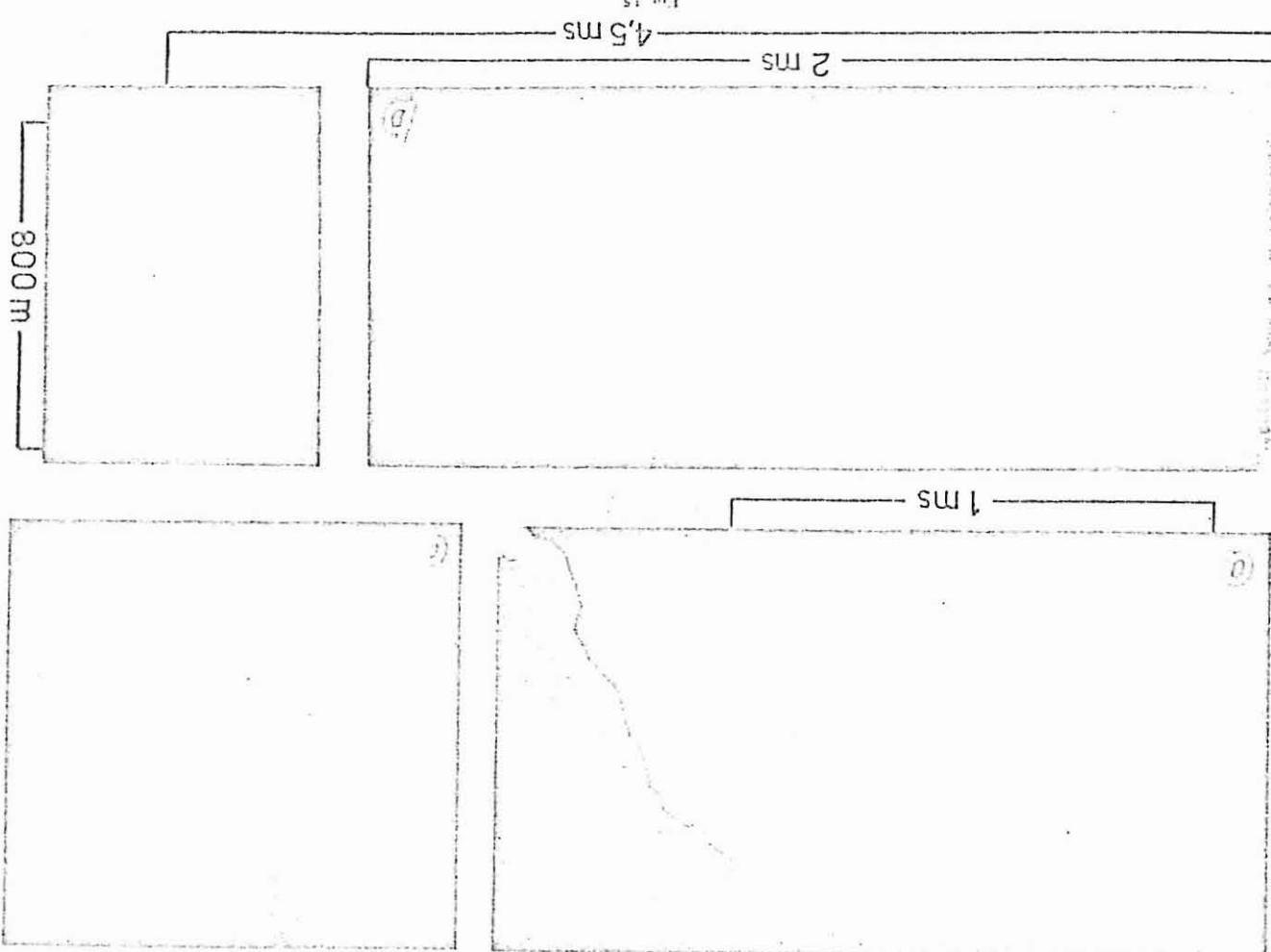


Fig. 14
Negativer Abwärtsblitz in Form 2 (6384) mit Returnstroke
a Aufnahme auf bewegtem Film vom Bergspitze aus. Wegen der starken Überstrahlung des Filmes in der Umgebung des Hauptblitzes (A) sind nur die Rückstufen des Seitenastes (B) und seine Verzweigungen sichtbar. b entsprechende Aufnahme auf ruhendem Film mit einer zusätzlichen Erdanschlüsse. c Stromverlauf

seitliche Strecke von ca. 800 m zu verlegen. Durchflutung des Lichthofes aufgrund der 5 m und über eine schmale Straße aus der Autobahn abzweigende Befestigung ist die Autobahn am Abend und nachts abgesperrt. Andere durch die Bergrennen des Bildausschnittes abgesehene Parks, der auf dem bewegten Film gleichermaßen nach links, rechts und im gegenüberliegenden Bereich sind. Die Autobahn führt aus und unterquert die Bergrennen. Die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen ist die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen. Die Autobahn führt aus und unterquert die Bergrennen. Die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen ist die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen.

Die Autobahn führt aus und unterquert die Bergrennen. Die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen ist die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen. Die Autobahn führt aus und unterquert die Bergrennen. Die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen ist die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen. Die Autobahn führt aus und unterquert die Bergrennen. Die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen ist die 150 m lange Straße zwischen den beiden Autobahnen.

Fig. 12 zeigt die Autobahn im Jahr 1960 mit einer anderen Ausführung als Fig. 11. Eine Verbindung zwischen den beiden Autobahnen besteht nicht mehr. Der Lichthof ist nach links verschoben und die Autobahn führt nun direkt auf die Bergrennen zu. Ein dritter Lichthof befindet sich im Bereich der Autobahn.

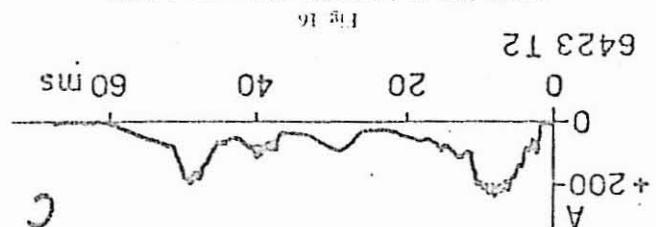


Die Figuren 20...22 zeigen Aufnahmen, auf denen das Vordersehen positiv gefärderte Leichtfüße sitzen. In den Fällen 20 und 21 sind es Autowärter/-innen, die positiven Spitzzahn der Allesirre mit. Fig. 22 ist es ein positiver Abwärtszahn, der in der Langzeituntersuchung von Campione in den 1970er Jahren gefunden wurde. Fig. 23 zeigt einen Erhaboden oder in den Gebäuden ausgeschlägt.

3. Aufbau des party guideden Kurses

Weltlage auszimandieren. Film die Einladungsskripte der verschwendene

„Auch wenn wir bewegtem Film vom Herstellerpflicht und Drs. Käfers-
wachsen des Käfers in Rücksteinen ist deutlich weiter. Da es sie-
ne Basis ist, kann es kein Ausdruck der Käfer und ihrer Kinder sein.
Dass Käfers eine Mutter ist, kann sie nicht sein.“



四三

A faint, horizontal map showing a coastal area with a river system. A scale bar indicates 100 meters.

Schlossesslisch zeltet Fig., 19 eine Aulnauhme von Bregeauzona, auf der sich ein kräftiger Autwärtsrisslinie an Turm 1 bis zu einem Höhe von ca. 850 m über der Tumspitze verfolgen lässt. Wie das Bild aufnahmenem Film (Fig., 19b) zeigt, ist der Bild stark verzerrt, so dass es schwierig ist, auf dem

Die Blüte von Fig. 16 und 17 stellten nur den Aufbau eines relativ kurzen Kanals von 100 m Länge dar, Fis leggen auch einige Außenräume von mehr als 100 m Länge ab, von nur 20 ... 55 m Länge, mit 7 ... 13 charakteristischen Stufen. Solche Einlagerungen liefern wohl zur Ausbildung der Ossillographen, gegeben aber keine sehr guten Strommasseschläge in d. h. dass der Strom zu A nicht erreicht. Strommasseschläge von Fig. 18 dagegen muss der Leitblitz nach 116 und 115 ms wachsen bei gleicher Leitzeit der Turmspitze von 105 und 115 km entsprechend grosser Leitungszeit. Wachstumswiderstande Karlsbad gestoßen werden, wodurch ein stark leuchtender Hauptschleifer mit einem sehr kleinen, aber nicht weiteren Strom von 27 kA gemessen. Stromsrichtung von 27 kA Schleiferwiderstand. Die hier nicht wiedergegebene Automatik von Breslau ist anders im Prinzip, und dass der bei 116 ms beginnende Turmspitze gäbe, und dass sich der Leitblitz ca. 300 m über der ganz auszufüllende Zelle befindet.

Besonders schön ist der Aufbau des negativen Geländes zu verfolgen. Die Figuren 16-19 zeigen hierzu vier Beispiele. Künftig bei Auswertungen an den negativen Tumspuren kann es bei Auswertungen an den negativen Tumspuren gelingen, die Ergebnisse vom Typ 2 aufzugeben.

a) Der positive zelluläre Gleichgewicht ist gleichgewichtsbedingt, da seine Art der Bindung eines negativen Kations, mit dem verhindert, dass Kationen ausweichen können. Dies ist die Basis für die Bezeichnung „allostatische Regulation“. Bei den positiven Allosteren umfasst dies auch Tummpfotzene, bei den negativen Kationen ist der Gleichgewichtszustand am ehesten durch eine Veränderung der Konzentration des Tummpfotzes bestimmt.

b) Die Ausbildung des allosterischen Gleichgewichts ist abhängig von zwei Faktoren: 1. Der Konzentration des Tummpfotzes und 2. Der Konzentration des Kations. Ein niedriger Tummpfotzkoncentration führt zu einem niedrigen Gleichgewichtswert, während eine hohe Tummpfotzkoncentration zu einem hohen Gleichgewichtswert führt.

c) Autoregulation ist die konzentrationsabhängige Form gleicher Art, welche die Tummpfotz-Konzentration selbst reguliert. Ein Beispiel hierfür ist die Regulation der Tummpfotz-Konzentration durch die Tummpfotz-Kinase. Diese Kinase erhöht die Tummpfotz-Konzentration, was wiederum die Tummpfotz-Kinase aktiviert, was zu einer weiteren Erhöhung der Tummpfotz-Konzentration führt.

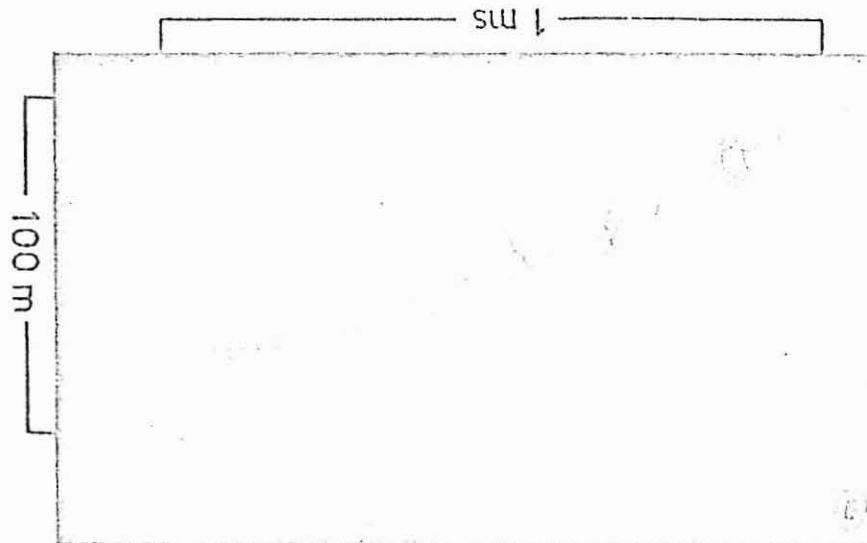
d) Der negative zelluläre Gleichgewicht ist gleichgewichtsbedingt, da seine Art der Bindung eines negativen Kations, mit dem verhindert, dass Kationen ausweichen können. Dies ist die Basis für die Bezeichnung „allostatische Regulation“. Bei den positiven Allosteren umfasst dies auch Tummpfotzene, bei den negativen Kationen ist der Gleichgewichtszustand am ehesten durch eine Veränderung der Konzentration des Tummpfotzes bestimmt.

Implications

Aufnahmen und Bewegtbildern Film vom Herkunftsort aus, d. entstehenden Aufnahmen auf rückwärtigem Film eingesetzter Anschlusslinie für das dann benötigte die am Ende der Beleuchtungslinie laddendes Gasloch

Fig 22 zeigt den einzigen passiven Abwasserbahn, der mit einem Vorenthaldebau und bewegtem Film aufgekommen wurde. Er zeigt das gleiche kontinuierliche Vorwachsen wie die Aufwärtsbahn an den positiven Turmäpfzen und den Aufnahmen von Braganza. Da dieser Bahn geschlossen werden kann nur aus dem Charakter der Vorenthaldebau vorliegt, kann nur ein Strom-Oszillogramm dargestellt werden, dass sich um einen positiven Blitz

zuwen Kramads gelaufenen. Sie lassen sich aber nicht von der Luminospitze weg verfolgen, sondern treten erst in Freschheit umge, wenn der Kramad schon eine Linie von 40.000 in gerichtet hat, wobei der Strom auf etwa 100 A angestiegen ist. In Fig. 2a sind sogar die Stromänderungen von zweier verschiedenen Arten des Leuchters sichtbar. In gesetzen Höhe von 150.000 m über der Transporthütte das Vorratshaus kontinuierlich. Der Kramakopf zieht nun auf dem Bergwegen Film eine durchgehende Linie, an Stelle der Silberne treten nun noch periodische Linsen- zur Turmspitze schwach aufleuchtet auftauchen van Bre- gazonia Fig. 2b und 2b₁. Fig. 2b zeigt hervorragend zwei Leiblittere, die von den beiden Messstitten aussehen. Tum 1 zeigt nur den Leiblitter an Tum 2, während jeder Figs. 2a und 2b zeigen nur die Aufnahmen auf niedrigem Film. an Tum 1 vergr. die Aufnahmen auf niedrigem Film.



Der einzige mit seinem Erfolz ungewöhnliche positive Abwehrfehler (Fig. 22) trugten ca. 1870 in ihrer extrem späten Form gegen den Boden zu und erreichten den Gipfel bald ein Minimum aus den Wölken. Seine Vormärzgeschwaderhöhen waren von ca. 2400 m bis Mitte Januar 1870 auf 2000 m gesunken und waren im Januar 1870 in die Wolken eingedrungen. Seitdem haben sie sich nicht wieder erhoben.

277

Aufwendungen für das oben postulierte Tropenw. Wie schon erwähnt, liegen von sovieljährigen Bilanzen kaum undre Aut.-nachmen und bewegtem Film vor. Nur 7 davon zeigen das Volumen der Verwaltung des Reichsfinanzministeriums. Bei den übrigen 39 war der Aufwand offenbar zu leichtsinnig, um abgeschätzt zu werden. Einmal ist die Verwaltung der Reichsbahn mit 150 M. über der Durchsatzgröße weit das Vorrangige. Dennoch, etwa 150 M. über der Durchsatzgröße wird das Vorrangige denken. Wenn es Künftiges kontinuierlich, die unter T_1 , und H_1 , ange-gebeneen Zahlen beziehen sich dann auf den Zeitraum Ab-schied der Ministerialverwaltung und auf das Fortsetzen,

2418

Das Autodidaktische von Hergé zu den Autoren und SchriftstellerInnen der Reihe.

卷之三

Lang auf das Langzeitvermögen Stromoszillogramm (Nr. 6277) zeigt weiter positive Stromspitzen im Abscind von 32 ms. Beide haben ca. 100 A und die Dauer beträgt ihnen 32 ms. Bruchteid einer Reihe 100 A und die Dauer beträgt ihnen 32 ms. Dies ist zu vermuten, dass die abgesetzten Enddurchgangen dem zweiten der beiden Stromimpulse zugehörig sind entweder vom ersten Lampenvergabedektor links oder von dem zweiten der beiden Stromimpulse zugehörig und entweder vom ersten Lampenvergabedektor links oder von dem zweiten der beiden Stromimpulse zugehörig wurde sie dann mit um eine Felderentladung handeln und für eine solche wäre die rechte Stromoszillogramm normal erwartet.

Von den Autoren aufzufüllenden und den weiteren Verantwortlichen sind die kurzen Endabdrückungen (20 x 25 mm lang), die im Oszillogramm kleinen Stichworten Ausschläge ergeben, aufgetragen und separat aufgeklebt (Abb. 4). Die Auswertungsergebnisse sind nach unten gelesen, wobei Kreatin-Einheiten durch einen Punkt und Separat angegeben werden. Die Autoren unterschreiben und signieren die Abdrücke. Anschließend wird der Kreatin-Einheiten-Abdruck mit einem Bleistift umrandet und abgeschnitten. Dieser Abdruck wird auf einer 800 x 1200 mm über der Turnspitze befindlichen Tafel abgezeichnet. Der Bereich zwischen den beiden Tafeln ist mit einer 120 mm langen Linie markiert. Diese Linie trennt den Bereich, der für die Tafel 3 bestimmt ist, von dem Bereich, der für die Tafel 4 bestimmt ist. Beide Tafeln sind aus Holz und haben eine Größe von 800 x 1200 mm. Sie sind aus einer Mischung aus Holz und einer speziellen Kunststoffbeschichtung hergestellt. Die Tafeln sind so konstruiert, dass sie leicht zu reinigen und zu trocknen sind.

THE PIANO STUDY

Autoren-Tunika mit 16520
Vorwärtsdruckung in der
Körperlinie und Bewegungsfreiheit
einer Bruststütze ist das Beste für
die Schulter- und Rückenmuskelgruppe.
Die Bruststütze ist eine
gewisse Verkürzung des Thorax, die
die Rippen nach vorne und oben
zieht. Sie erhöht die Brusthöhe und
verhindert die Brustschwundbewegung.
Ausschreiten aus 1½ bis 1½ Meter
entfernt führt zu einer
speziellen Arbeitsweise, die
positiv auf die gesamte Körper- und
Arbeitsweise einwirkt. Durch
die lange Langzeitdauer dieses
arbeitsähnlichen Sitzes kann die
Arbeitsweise leicht verändert werden.
Durch die langsame und
stetige Ausdehnung des Thorax
wird die Brusthöhe erhöht und
die Rippen nach vorne und
oben gezogen. Die Brusthöhe
steigt und die Brustschwundbewegung
ist verhindert. Die Brusthöhe
wird durch die Bruststütze
erhöht und die Brustschwundbewegung
ist verhindert.

84-311

- 16 ms -

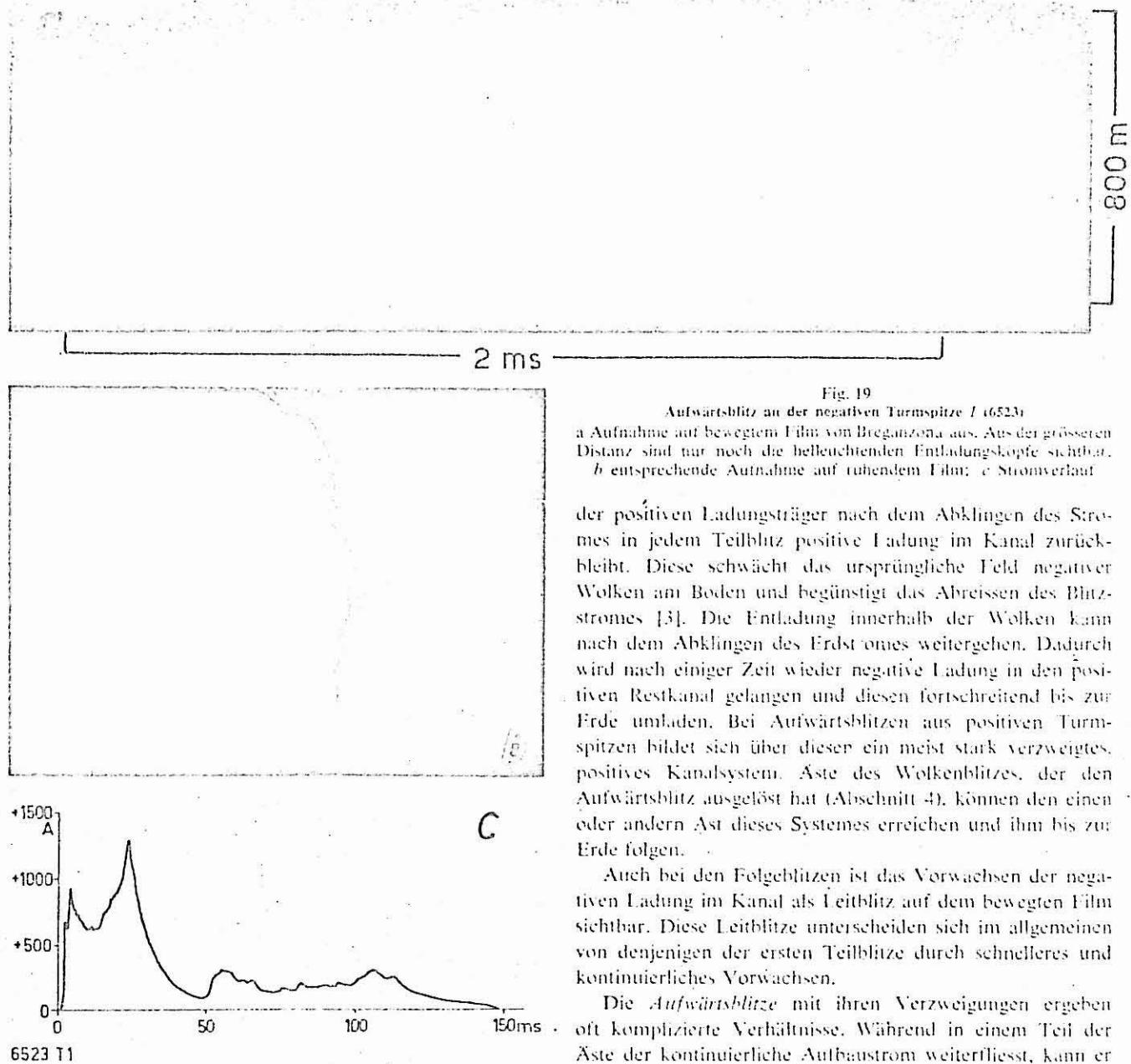


Fig. 19

a Aufnahme auf bewegtem Film von Breganzone aus. Aus der grösseren Distanz sind nur noch die hellleuchtenden Entladungsköpfe sichtbar.
b entsprechende Aufnahme auf ruhendem Film; c Stromverlauf

der positiven Ladungsträger nach dem Abklingen des Stromes in jedem Teilblitz positive Ladung im Kanal zurückbleibt. Diese schwächt das ursprüngliche Feld negativer Wolken am Boden und begünstigt das Abreissen des Blitzstromes [3]. Die Entladung innerhalb der Wolken kann nach dem Abklingen des Erdstromes weitergehen. Dadurch wird nach einiger Zeit wieder negative Ladung in den positiven Restkanal gelangen und diesen fortschreitend bis zur Erde umladen. Bei Aufwärtsblitzen aus positiven Turm spitzen bildet sich über diesen ein meist stark verzweigtes, positives Kanalsystem. Äste des Wolkenblitzes, der den Aufwärtsblitz ausgelöst hat (Abschnitt 4), können den einen oder andern Ast dieses Systemes erreichen und ihm bis zur Erde folgen.

Auch bei den Folgeblitzen ist das Vorwachsen der negativen Ladung im Kanal als Leitblitz auf dem bewegten Film sichtbar. Diese Leitblitze unterscheiden sich im allgemeinen von denjenigen der ersten Teilblitze durch schnelleres und kontinuierliches Vorwachsen.

Die *Aufwärtsblitze* mit ihren Verzweigungen ergeben oft komplizierte Verhältnisse. Während in einem Teil der Äste der kontinuierliche Aufbaustrom weiterfliesst, kann er in andern Ästen erloschen, und es können auf diesen Folgeblitze auftreten, die in der Aufnahme auf bewegtem Film als momentanes Aufleuchten mit vorangehendem Leitblitz erscheinen. Im Gesamtblitz überlagern sich die diesen Entladungen zugehörigen Stoßströme dem kontinuierlichen Strom der andern Äste, sie ergeben somit keine selbständigen Teilblitze.

Es kommt auch vor, dass auf einem Ast eines Aufwärtsblitzes aus positiver Turm spitze (mit negativem Strom) ein Folgeblitz mit positivem Strom erscheint. Fig. 23 zeigt die Photo und das Schleifenoszillogramm gleichzeitiger Aufwärtsblitze an beiden Messürmen. Während in Turm 2 drei Folgeblitze mit negativem Strom auftreten, erscheint an Turm 1 ein solcher mit positivem Strom (27 kA Stoßstrom), so dass *in den beiden Türmen gleichzeitig entgegengesetzte Blitzströme fließen!* Aus der hier nicht wiedergegebenen Aufnahme auf bewegtem Film geht hervor, dass der Folgeblitz mit positivem Strom auf dem kräftigen Hauptast (*A*) der Entladung am Turm 1, und die Folgeblitze mit negativem Strom am linken (*B*) der beiden kräfti-

unregelmässig und stellenweise undeutlich. Es liegt auch eine Aufnahme von einem positiven Abwärtsblitz in Turm 2 vor, doch ist darauf der Leitblitz nicht sichtbar.

6. Mehrfachblitze

Eine der ersten Aufgaben der Kameras mit bewegtem Film war es, die zeitliche Aufeinanderfolge der Teilblitze zu ermitteln. Für diesen Zweck sind die hohen Filmgeschwindigkeiten der neueren Apparate ungünstig. Da der ca. 1 m lange Film in 35 ms einmal umläuft, kann sich ein langer Mehrfachblitz auf 20 oder mehr Umläufe verteilen. Es ist dann nur bei Einschlägen in die Messürme mit Hilfe des Stromoszillogrammes möglich, die Aufeinanderfolge und die zeitlichen Abstände der Teilblitze zu ermitteln.

Mehrfachblitze sind sowohl bei Abwärts- als auch bei Aufwärtsblitzen ziemlich häufig, jedoch – mit seltenen Ausnahmen – nur bei *negativen Blitzen* (d.h. bei Blitzen zwischen negativen Wolken und positiver Erde). Sie kommen dadurch zustande, dass wegen der kleineren Beweglichkeit

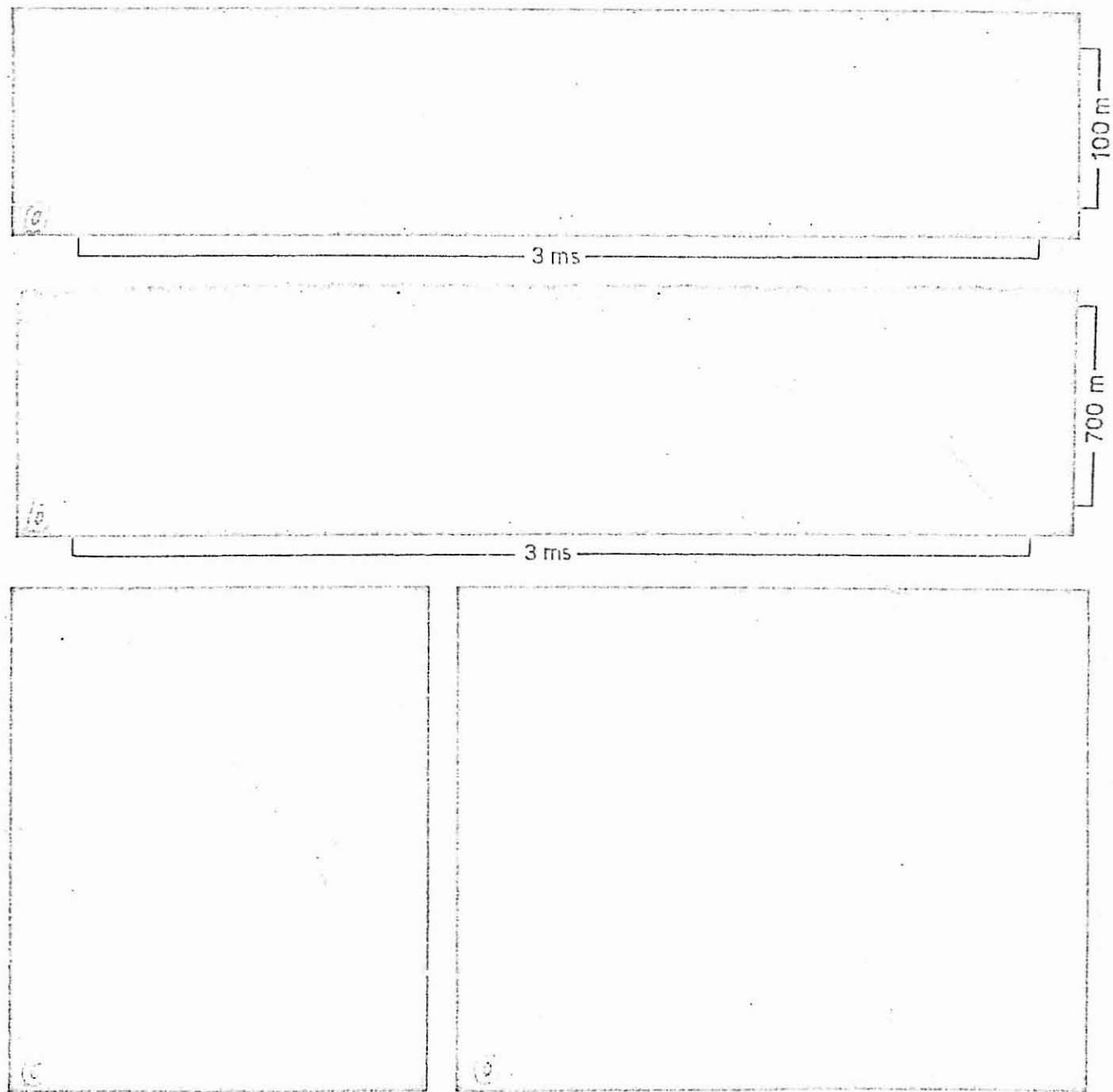


Fig. 20

Aufwärtsblitz an der positiven Turmspitze 2 (6559)

a. Aufnahme auf bewegtem Film vom Bergspitzen aus. Im sichtbaren Bereich oberhalb 50 m über der Turmspitze ist das stufenweise Vorwachsen der Entladung an beiden Ästen deutlich sichtbar. Bei jeder Stufe leuchtet der ganze Kanal schwach auf; b. Aufnahme auf bewegtem Film von Bregenz aus. Das Vorwachsen des Entladungskanals erfolgt im erfassten Bereich kontinuierlich. Es treten ziemlich starke Schwankungen der Leuchtkraft auf; c. Aufnahme auf ruhendem Film vom Bergspitzen; d. von Bregenz aus. Hier ist ein gleichzeitiger Aufwärtsblitz zu Turm 7 rechts im Bild sichtbar, der auf dem bewegten Film nicht in Erscheinung tritt.

tigen Äste am Turm 2 zugelaufen sind. Beim Folgeblitz mit positivem Strom kann kein Leuchtblitz festgestellt werden.

Das Ozsillogramm in Fig. 23b zeigt außerordentlich schön, wie beide Türme gleichzeitig einen Aufwärtsblitz mit negativem Strom fast gleicher Intensität entstehen lassen. Das offenbar durch einen bereits bestehenden Wolkenblitz dynamisch erhöhte elektrische Feld ist also an beiden Türmen in ca. 400 m Abstand etwa gleich hoch. Bei den Folgeblitzen dagegen zeigt die entgegengesetzte Polarität der Ströme, dass diese mit davon abhängt, welche Wolkenblitze mit dem Restkanal zusammenwachsen. Es können sogar auf

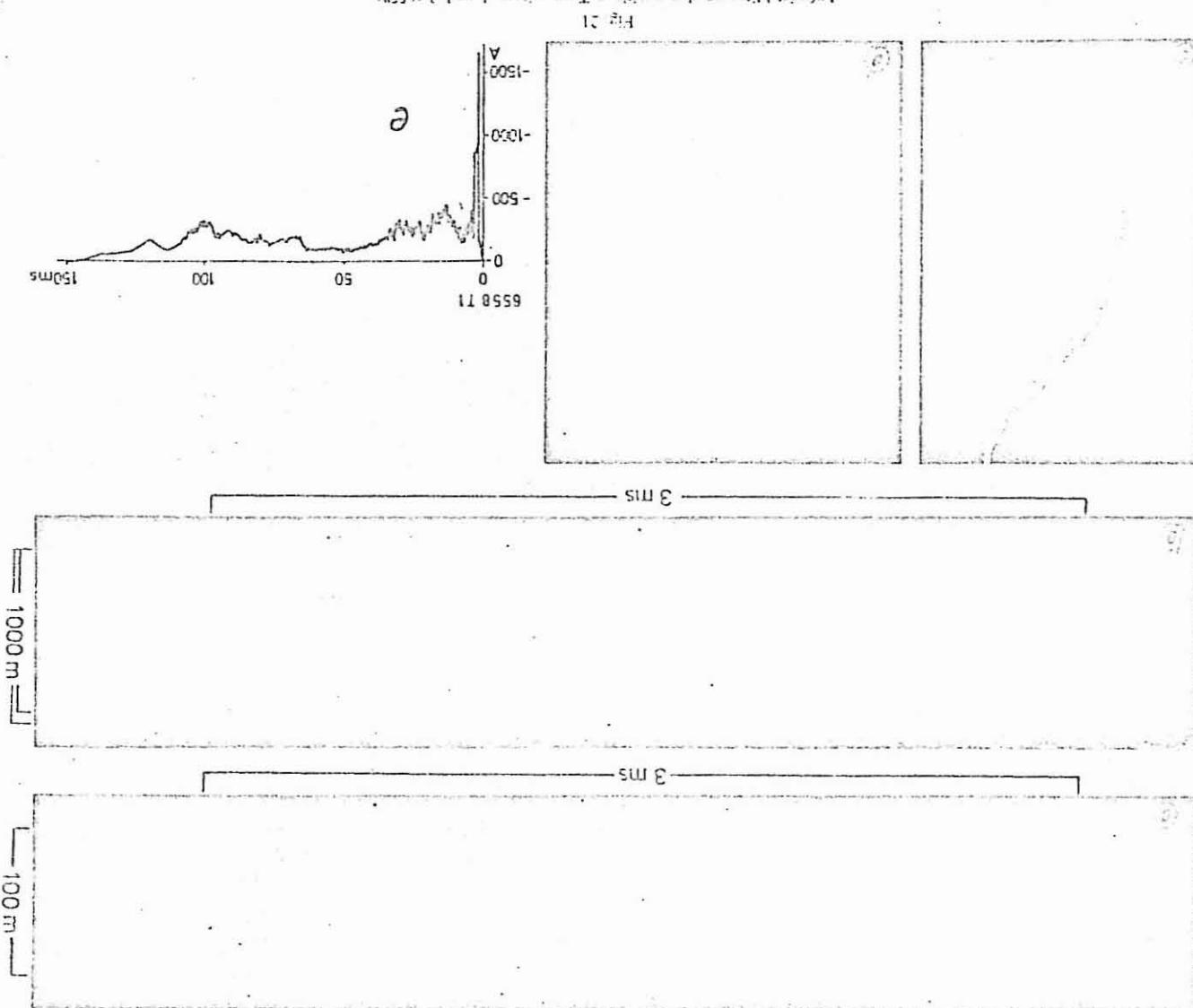
verschiedenen Ästen ein und desselben Blitzes Ladungen verschiedener Polarität auftreten.

Die Vorwachsgeschwindigkeit variiert in weiten Grenzen, die Auswertung von ca. 80 aufgenommenen Vorentladungen ergibt 4000...30 000 m/ms mit einem Mittel von ca. 9000 m/ms. Es ist zu erwarten, dass sie von der Länge der vorangegangenen stromlosen Pause und von der vorher durchgetlossenen Ladung abhängt. Da aber noch weitere Faktoren mitwirken, neben der neu in den Kanal einfließenden Ladungsmenge auch unbestimmbare Größen wie die Feld- und Ladungsverhältnisse in der Umgebung des

In Turn 2 went 16.6, 1957 (062-5713) (unadjusted) (Damen der 6 Tabelle bei einem Aufenthalts-

After Telefilm's success and in 1996, 23 wieder eingekommen. Die zweite Ausstellungserfolge der Folgehitze und die Dauer der dazwischen liegenden Pausen lässt sich nicht angeben, da sich diese auf mehrere Tausende des Filmes verteilen können.

Figure 6. Autophagosomes and lysosomes in the same cell. The cell contains a large autophagosome and several smaller ones. A double-headed arrow indicates the relationship between the two types of organelles.



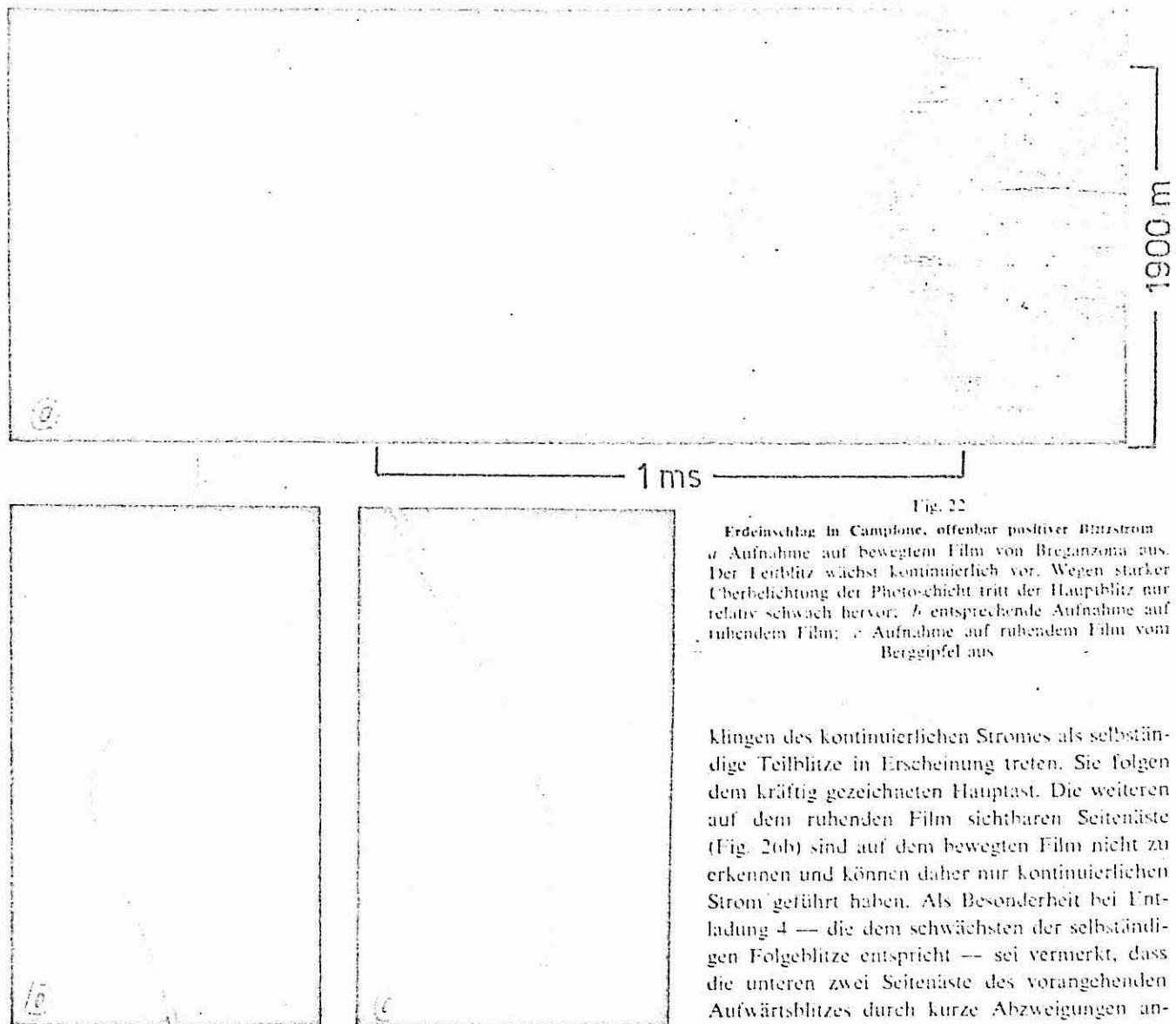


Fig. 22

Erdeinschlag in Campione, offenbar positiver Blitzstrom
a Aufnahme auf bewegtem Film von Breganzona aus.
Der Leitblitz wächst kontinuierlich vor. Wegen starker
Überbelichtung der Photo-echte tritt der Hauptblitz nur
relativ schwach hervor; b entsprechende Aufnahme auf
ruhendem Film; c Aufnahme auf ruhendem Film vom
Berggipfel aus

Einen besonders deutlich gestuften Folgeleitblitz zeigt Fig. 25. Bei der ersten Entladung dieses Blitzen (links in Fig. 25a) lässt sich der Leitblitz nicht erkennen. Am gestuften Folgeleitblitz fällt auf, dass er nahe beim unteren Bildrand plötzlich sein Vorwachsen verlangsamt, und dass seine Stufen von dort an wesentlich weiter auseinanderliegen als im oberen Bereich. Ein Vergleich der Entladungsformen links und rechts in Fig. 25a zeigt den Grund: Der Leitblitz folgt nämlich unterhalb der erwähnten Stelle nicht mehr dem alten, von der ersten Entladung vorgebildeten Kanal, sondern er bildet von hier an einen neuen, mehr nach rechts gerichteten Ast. Man hat es daher im darunter liegenden Teil nicht mehr mit einem Folge-Leitblitz, sondern mit dem ersten Aufbau eines neuen Kanals zu tun.

Ein Beispiel für die Entwicklung von Folgeblitzen auf den Kanälen eines *Aufwärtsblitzes* gibt Fig. 26. Die 6 auf dem bewegten Film gezeichneten Entladungen (Fig. 26a) sind auf dem Stromoszillogramm (Fig. 26c) mit entsprechenden Nummern bezeichnet. Die ersten zwei sind dem kontinuierlichen Strom überlagert und geben Stromspitzen von weniger als 1000 A. Sie folgen dem schwach gezeichneten Ast links der Mitte von Fig. 26b. Die weiteren vier Entladungen (3...6) sind Stöße mit 2,5...15 kA, die nach dem Ab-

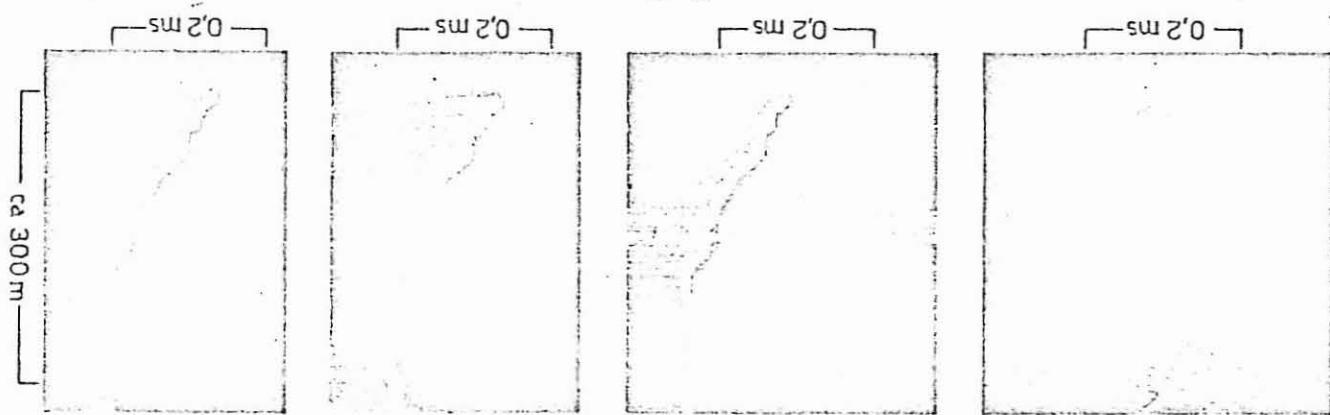
klingen des kontinuierlichen Stromes als selbständige Teilblitze in Erscheinung treten. Sie folgen dem kräftig gezeichneten Hauptast. Die weiteren auf dem ruhenden Film sichtbaren Seitenäste (Fig. 26b) sind auf dem bewegten Film nicht zu erkennen und können daher nur kontinuierlichen Strom geführt haben. Als Besonderheit bei Entladung 4 — die dem schwächsten der selbständigen Folgeblitze entspricht — sei vermerkt, dass die unteren zwei Seitenäste des vorangehenden Aufwärtsblitzes durch kurze Abzweigungen angedeutet sind. Der zur Entladung 4 gehörige Leitblitz ist auffallend schwach und in den letzten 100 m über der Turmspitze auch auf dem Originalfilm nicht mehr zu erkennen.

7. Fangentladungen

Von den aufgenommenen *Blitzen mit aufwärtswachsenden Kanälen aus den negativen Turmspitzen* führen 5 nach 3...14 ms zu kräftigen Entladungen mit positiven Stoßströmen von 22...106 kA. Die 5 Blitze, zusammen mit dem einzigen aufgenommenen positiven Abwärtsblitz ohne Fangentladung, sind mit ihren wesentlichen Daten in Tabelle III zusammengestellt. Bereits in einem früheren Aufsatz [1] wurde die Ansicht vertreten, dass in solchen Fällen der aufwärtswachsende Kanal mit einem aus höheren Wolken schichten abwärtswachsenden zusammentrifft. Rechnet man mit gleichbleibender Geschwindigkeit der aufsteigenden Entladungen, so liegt die Höhe der Treppenpunkte bei vier Aufnahmen 1000...1800 m über der Turmspitze. Bei einer Aufnahme liegt sie bei nur 500 m und damit im Aufnahmebereich der Kamera von Breganzona. Leider ist die betreffende Aufnahme in ihrem oberen Teil stark überstrahlt, sodass die Aufwärtsentladung nur bis ca. 100 m über der Turmspitze zu verfolgen ist. Auch in diesem Falle ist also

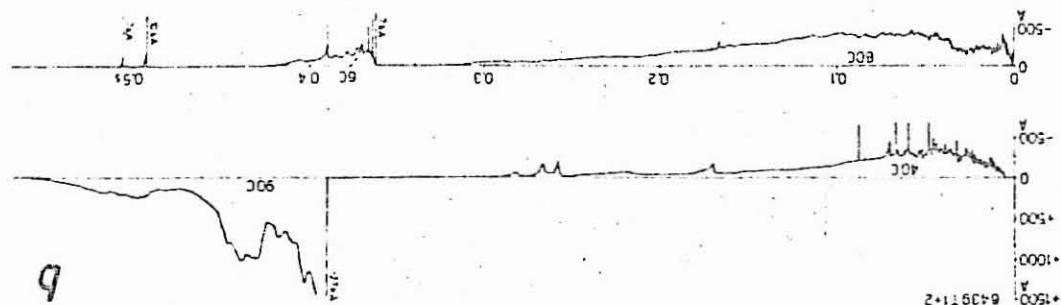
Aufnahme und Bewegung. Die passive Verarbeitung des Inputs führt zu einer schnellen und effizienten Film- und Bildverarbeitung, die neben anderen Konsolidierungen wie dem Erkennen von Objekten und deren Positionen auch die Erkennung von Bewegung und Geschwindigkeit ermöglicht.

Ergebnisse mit 4 Teilnehmern offenbar mehrerer Generationen



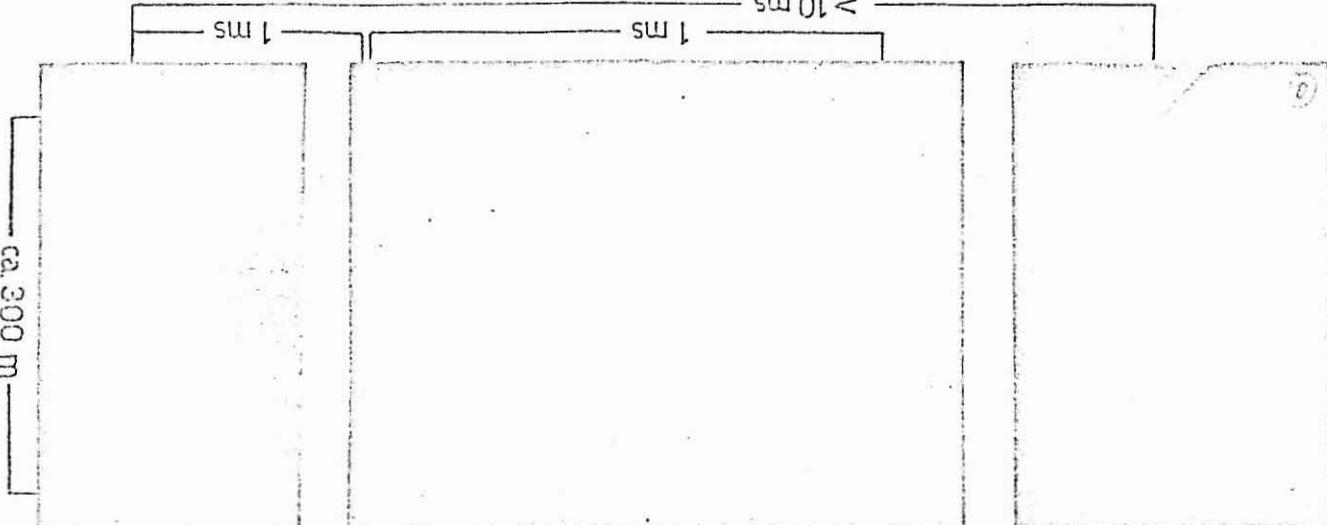
Das Gangschwundproblem kann durch die Blitzanwendung von Längenänderungen von Meterseilen, Drei-Binns-Setzleinen nach ca. 100 m fast horizontalisiert werden. Einheitliche Vertikale Setzleinen werden durch die Aufnahme und Beagteile Film ihrer methi reperduziert) lässt keine Fangen und Radierung extremen Dier positive Blitzstrom hat die in Fig. 27a widergegebene Stimulation. Diese zeitige Reaktion ist eine geringe Verlust mit bei negativen Blitzstrogrammen. Die maximale Formverteilung ist mindestens 17 kA je Lastdoppel so hoch als der Grenze in den Zeit- und Raum 1958-1963 an positiven Blitzzen gemessenen Werte [1]. Der Setzleins dient sich mit, dass flache Swissionen der positiven Blitzsignale nicht nur durch aufsteigen, wenn sieh won

Das Zusammensetzen der beiden Leiblinie steht ungekennert, die nach 3 ms eingesetzte Hauptrichterung setzt aber im Bereich über 500 μm Höhe nach unten gerichtet. Versetzung, was die Amplitude des abwärtswechselnden Kanals bestätigt. Die Stromoszilliergruppe zeigt nun sodann, dass die zum Aufbau in den Autowaveskanal stromende Ladung nur wenige μ , der vom Abwärtskanal mitgeführten Ladung mehr bringt. Die herrenenden Blitze können somit mit Recht berügt. Das Abwärtskanal ist die einzige, und die am Anfang beobachteten Autowavesdunngen sind dann nichts anderes als sehr lange (bis 1800 μs) Faltungsdunngen. Das Vorwärts-see solche Formen sind dagegen durch die gleichen Gesetze-



Mit der Feststellung sehr langer Erangendauerdungen bei massiveren untermorteten Säen wie dasjenige und der letzte positive Blitzen lassen sich auch die relativ frühen Stoss-

Tabelle III						
Country	Years	N	H	G	T	Cardiac
6431	2	0	30	32	17	43
6427	1	30	30	12	22	3
6423	2	61	1000	62	77	3
6420	2	116	1200	65	56	2
6422	2	14	1800	130	106	2



卷之三

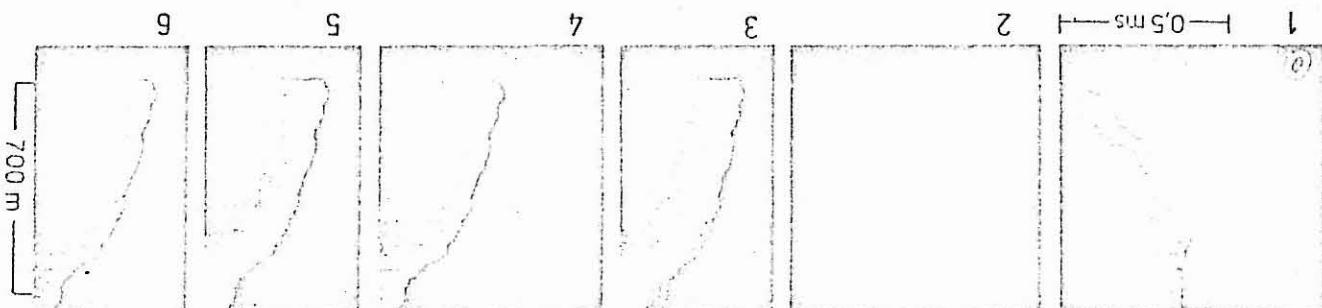
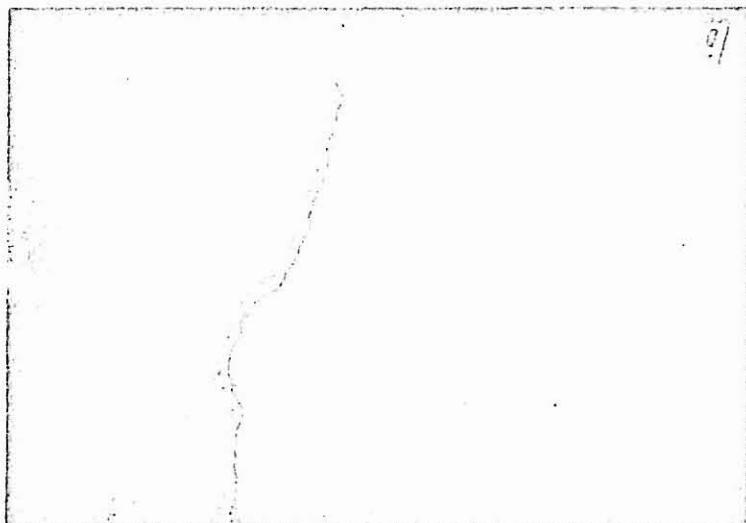
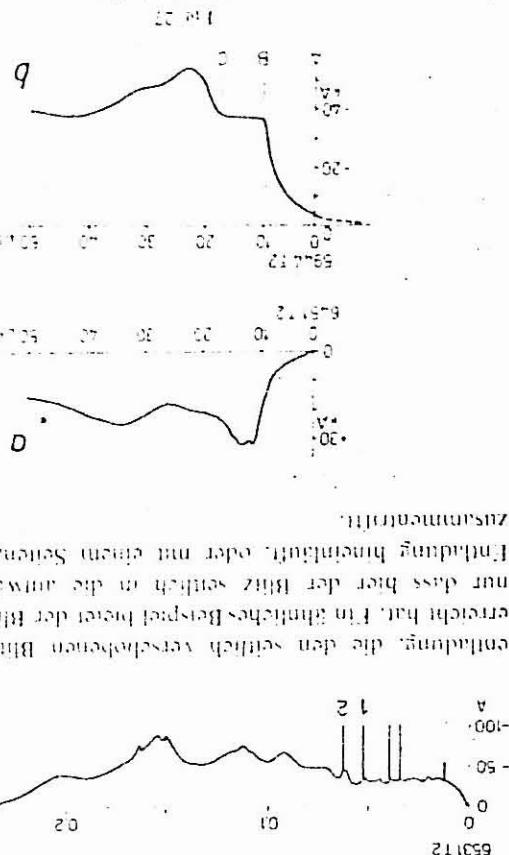
Aufnahme und Bewertung eines neuen Betriebes ist ein Beispiel für die Anwendung der hier beschriebenen Methoden.

8. Seltasschemefkungen

Lungen Zwerchfell Tumoren bildet der Stomachus-
kern *Osophagus*. Es wurde schon früher
durch hingewiesen, dass der Stomachus nega-
tiven Abwurfbilzzen und die schlechtesten dissozi-
ernden, welche er in einigen Zentren nos trage. Noch A-
ber nicht, bevor er darüber informiert und in den Lyp-
schen, in Klinik des Universitätsklinikums gezeigte-
ten Formen, die späteren Formen zu erwarteten ist.
wenn diese mit einer Anzahl von schwierigkeiten
zu 75 in ms 20-20 in lange werden soll. In Fig.
27 ist der Formenstabilität des Stromes aufgrund eines
typischen Dauflöschers wird gezeigt. Der ge-
strichen gezeichnete Teil der Kurve hat ungebühr-
liche entspieelt dem Aufbau der Ganglionärung.
Abgeschossen steht der Strom immer stärker an, bis er bei
Punkte 6 die durch Spannung und Weitwendung des
Brustkastens gegen die Welle austreten kann. Dieser Teil
der Kurve entspricht dem Durchbruch zwischen Engen-
dung und Leibhöhle. Er endigt in der 6. ungebühr-
lichkeiten, welche zwischen Fraktionen Tiefstande-
nun Laubblattum zu weiterer Stromausbreitung bei Punkte 7
bauen entstehen, wenn die Tiefstandsgewölbe, bzw. Tiefstandswände
an Verteilungskreis umgedreht werden.

Stromerstam in der 1990er
Anfangs positionierte Stromerstam durch die Verwendung von Zitaten aus dem
Bauernhandel und Zinseszinswirtschaften der Vergangenheit die Wirtschaftswissenschaften dar
Ausstellungen des Ministeriums für Wirtschaft und Technologie als Wirtschaftswissenschaftler.
Hinzu kam die Kritik an den Akademiker- und
Bauernhandelsgruppen.

STRUCTURE IN THE FROG



K. Berger and E. Vogelsanger

C.E. Trans. 4414

PHOTOGRAPHIC LIGHTNING INVESTIGATIONS IN THE YEAR 1955 TO 1965 ON THE MONTE SAN
SALVATORE

Preprint of A.S.E. Bull., Vol. 57, 22 p. (1966)

Within the scope of an overall report on the measuring instruments and results of lightning research on the Monte San Salvatore a report is given on the photographic observations for the years 1955 to 1965, following the 1st Part which was published in 1955, in which the electrical lightning current measurements of the years 1955 to 1953 were described. From the peak of the Monte San Salvatore all lightning strikes taking place at night in the neighbourhood of the mountain are recorded photographically. The visible striking points are marked in the geographic map; the number of strikes behind hills are noted for each dead area. "Upward strokes", such as occur very often on the pick-up towers on the Monte San Salvatore were also detected at a few points in the neighbourhood. The main problem studied in the investigation referred to the type and the manner in which the lightning channel is built up. This process was investigated with the aid of photographs on a rapidly moving film. Four types of stroke were differentiated, i.e. the discharge of positive and negative clouds in the form of upward and downward strokes. Interesting conclusions are drawn on the production of lightning channels and the accompanying "streamer discharges".

K. Berger and E. Vogelsanger

C.E. Trans. 4414

PHOTOGRAPHIC LIGHTNING INVESTIGATIONS IN THE YEAR 1955 TO 1965 ON THE MONTE SAN
SALVATORE

Preprint of A.S.E. Bull., Vol. 57, 22 p. (1966)

Within the scope of an overall report on the measuring instruments and results of lightning research on the Monte San Salvatore a report is given on the photographic observations for the years 1955 to 1965, following the 1st Part which was published in 1955, in which the electrical lightning current measurements of the years 1955 to 1953 were described. From the peak of the Monte San Salvatore all lightning strikes taking place at night in the neighbourhood of the mountain are recorded photographically. The visible striking points are marked in the geographic map; the number of strikes behind hills are noted for each dead area. "Upward strokes", such as occur very often on the pick-up towers on the Monte San Salvatore were also detected at a few points in the neighbourhood. The main problem studied in the investigation referred to the type and the manner in which the lightning channel is built up. This process was investigated with the aid of photographs on a rapidly moving film. Four types of stroke were differentiated, i.e. the discharge of positive and negative clouds in the form of upward and downward strokes. Interesting conclusions are drawn on the production of lightning channels and the accompanying "streamer discharges".

K. Berger and E. Vogelsanger

C.E. Trans. 4414

PHOTOGRAPHIC LIGHTNING INVESTIGATIONS IN THE YEAR 1955 TO 1965 ON THE MONTE SAN
SALVATORE

Preprint of A.S.E. Bull., Vol. 57, 22 p. (1966)

Within the scope of an overall report on the measuring instruments and results of lightning research on the Monte San Salvatore a report is given on the photographic observations for the years 1955 to 1965, following the 1st Part which was published in 1955, in which the electrical lightning current measurements of the years 1955 to 1953 were described. From the peak of the Monte San Salvatore all lightning strikes taking place at night in the neighbourhood of the mountain are recorded photographically. The visible striking points are marked in the geographic map; the number of strikes behind hills are noted for each dead area. "Upward strokes", such as occur very often on the pick-up towers on the Monte San Salvatore were also detected at a few points in the neighbourhood. The main problem studied in the investigation referred to the type and the manner in which the lightning channel is built up. This process was investigated with the aid of photographs on a rapidly moving film. Four types of stroke were differentiated, i.e. the discharge of positive and negative clouds in the form of upward and downward strokes. Interesting conclusions are drawn on the production of lightning channels and the accompanying "streamer discharges".

K. Berger and E. Vogelsanger

C.E. Trans. 4414

PHOTOGRAPHIC LIGHTNING INVESTIGATIONS IN THE YEAR 1955 TO 1965 ON THE MONTE SAN
SALVATORE

Preprint of A.S.E. Bull., Vol. 57, 22 p. (1966)

Within the scope of an overall report on the measuring instruments and results of lightning research on the Monte San Salvatore a report is given on the photographic observations for the years 1955 to 1965, following the 1st Part which was published in 1955, in which the electrical lightning current measurements of the years 1955 to 1953 were described. From the peak of the Monte San Salvatore all lightning strikes taking place at night in the neighbourhood of the mountain are recorded photographically. The visible striking points are marked in the geographic map; the number of strikes behind hills are noted for each dead area. "Upward strokes", such as occur very often on the pick-up towers on the Monte San Salvatore were also detected at a few points in the neighbourhood. The main problem studied in the investigation referred to the type and the manner in which the lightning channel is built up. This process was investigated with the aid of photographs on a rapidly moving film. Four types of stroke were differentiated, i.e. the discharge of positive and negative clouds in the form of upward and downward strokes. Interesting conclusions are drawn on the production of lightning channels and the accompanying "streamer discharges".