

Fényi S. J.
PUBLICATIONEN DES HAYNALD-OBSERVATORIUMS
XI. HEFT.

DIE PERIODICITÄT DER PROTUBERANZEN

NACH BEOBACHTUNGEN IN KALOCSA
IN DEN JAHREN 1886—1917.

VON
J. FÉNYI S. J.

HERAUSGEGEBEN VOM DIREKTOR.



KALOCSA 1922.
DRUCK DER A.-G. »ÁRPÁD.«
Selbstverlag der Sternwarte.

956969
VK HATUL

PUBLICATIONEN DES HAYNALD-OBSERVATORIUMS
XI. HEFT.

DIE PERIODICITÄT DER PROTUBERANZEN

NACH BEOBACHTUNGEN IN KALOCSA
IN DEN JAHREN 1886—1917.

VON
J. FÉNYI S. J.

HERAUSGEGEBEN VOM DIREKTOR.



KALOCSA 1922.
DRUCK DER A.-G. »ÁRPÁD.«
Selbstverlag der Sternwarte.

MAGY AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Vorwort.

Seit Übernahme der Sternwarte war es mein Herzenswunsch die wertvolle und einzig dastehende Beobachtungsreihe meines Amtsvorgängers J. Fényi in möglichst rascher Folge den Fachgenossen zugänglich zu machen. Der Weltkrieg vereitelte dieses Vorhaben. Die vollständige Entwertung unseres Geldes aber macht die Veröffentlichung erst recht unmöglich, so dass die äusserst reichhaltige Beobachtungsreihe voraussichtlich noch viele Jahre begraben bleiben wird.

Das vorliegende XI. Heft der Publikationen des Haynald Observatoriums sollte eigentlich den Abschluss der Veröffentlichung der 32 Jahre umfassenden Beobachtungsreihe J. Fényi's bilden. Da aber die Veröffentlichung der Beobachtungen in extenso unterdessen unmöglich ist, so glaubte ich mit der Herausgabe dieser kurzen Zusammenfassung der Hauptergebnisse nicht länger mehr warten zu dürfen. Diese Zusammenfassung soll wenigstens einen Einblick gewähren in das ungemein reichhaltige und interessante Material das in dieser Beobachtungsreihe aufgespeichert ist.

Beobachtungen der Protuberanzen 32 Jahre hindurch angestellt von demselben Beobachter, an demselben Orte, mit demselben Instrumente und dazu mit dem Bienenfleisse, mit der Ausdauer und Umsicht, die wir an J. Fényi nur bewundern können, stellen wohl eine Reihe dar, die mit recht *einzig dastehend* genannt werden kann und verbürgen eine Homogenität wie sie vollkommener wohl kaum zu erreichen sein dürfte.

Die bisher noch nicht veröffentlichten Beobachtungen (1892—1917) liegen von J. Fényi selbst bearbeitet vollständig druckfertig vor und warten nur auf den grossherzigen Gönner, der deren Veröffentlichung möglich macht.

Kalocsa, im April 1922.

Th. Angehrn S. J.

Direktor.

Ueber die Periodicität der Protuberanzerscheinung.

Von J. Fényi S. J.

Ich lege hiemit das Ergebnis meiner 32 Jahre lang in Kalocsa forgesetzten Beobachtung der Sonnenprotuberanzen den Fachgenossen vor: es betrifft bloss die Periodicität dieser noch rätselhaften Erscheinung, eine zur Zeit 1885, als ich die Beobachtung begann, noch neue Frage, da H. Respighi in Rom, der erste, welcher die Protuberanzen systematisch beobachtete, aus den 15 jährigen Beobachtungen eine Periodicität wohl erkannte, aber noch nicht mit Sicherheit in ihrem Verlaufe feststellen konnte. Die vorliegenden Beobachtungen sind nicht nur dadurch beachtenswert dass sie eine 32 jährige Reihe aus der ersten Zeit der Beobachtungen umfassen, sondern besonders auch dadurch, dass sie vollkommen gleichartig sind. Gleichartigkeit der Beobachtung ist überall erwünscht, wo es sich um eine astronomische Erscheinung handelt; bei der Erforschung der Periodicität der Protuberanzen ist eine vollständige Gleichförmigkeit das erste und durchaus unerlässliche Erfordernis. Die Beobachtung der Protuberanzen ist eine besonders heikle, von der Art des Instrumentes, der Methode der Beobachtung und von der Auffassung des Beobachters im grössten Maasse abhängige. Es konnten demnach anderweitige Beobachtungen in den hier folgenden Erörterungen über die Periode nicht zum Vergleich herangezogen werden, obwohl diese für sich zu ähnlichen Resultaten führen, sofern sie der Forderung der Gleichförmigkeit irgendwie entsprechen. Welch enorme Unterschiede in den Beobachtungen verschiedener Observatorien vorkommen können, möge folgendes Beispiel beleuchten: am Observatorium in Catania wurde in der Reihe der Jahre von 1890 bis 1913 alljährlich 5–10-mal soviel Tage gefunden, an welchen am Sonnenrande keine Protuberanz von wenigstens 30" Höhe gesehen wurde, als in Kalocsa; ganz enorm ist der Unterschied im Jahre 1902, in welchem in Catania unter 270 Beobachtungstagen 123 ohne eine Protuberanz von 30" Höhe gezählt wurden in Kalocsa aber an 155 Tagen nur ein einziger Tag. Der enorme Unterschied dieser Zahlen ist offenbar der Verschiedenheit der Instrumente zuzuschreiben — es wurde in Catania mit viel geringerer Dispersion gearbeitet — und vielleicht auch der Methode der Höhenmessung mittelst Durchgang durch den Spalt, wodurch zur Zeit des Minimums, wo die Protuberanzen zumeist geringe Höhen aufweisen, ungewöhnlich viele von der Zählung ausgeschlossen wurden.

In Kalocsa wurde immer mit dem 7" Refraktor beobachtet und mit demselben automatischen Spektroskope, dessen 6 Prismen vom Lichtstrahle zweimal durchlaufen werden; es wurde selbst, abgesehen von einigen Versuchen in den ersten Jahren, immer mit demselben Okular beobachtet, die Höhen wurden wo möglich immer mit demselben Fadenmikrometer gemessen, ausser in wenigen Fällen, wo die Grösse der Protuberanz dies nicht gut, oder gar nicht zulies; die Beobachtung und auch die nächste Bearbeitung wurde immer von mir ausgeführt.

So liegen mir nun die Beobachtungen der 32 Jahre bis Dezember 1917, vollständig bearbeitet, mit den übersichtlichen Zahlentabellen, druckfertig vor; alle Protuberanzen sind in grossen Tafeln naturgetreu gezeichnet, bereit zur Vervielfältigung durch den Druck. Aus allen diesen wurde folgende Tabelle I (im Anhang) zusammengestellt, welche über die Periodicität der Protuberanzerscheinung erwünschten Aufschluss bietet.

Die erste Columne enthält die Jahreszahlen der Beobachtungsjahre, unter welchen jene des Maximums der Sonnentätigkeit mit fettem Druck hervorgehoben sind, jene des Minimums mit feinerem Druck. Diesen Zahlen ist auch noch eine Decimale beige setzt: es sind die von den H. R. Wolf und Wolfer in Zürich aus allseitigem, grössten Beobachtungsmateriale bis auf Zehntel des Jahres bestimmten Epochen der Maxima und Minima der Sonnenflecken Periode. Das nächste dieser Zeitperiode vorangehende Maximum der Sonnenflecken wurde auf 1883.9 bestimmt. Vorliegende Beobachtungen begannen also mit dem Jahre 1886, zwei Jahre nach diesem Maximum. Im übrigen beziehen sich die vollen Jahreszahlen eigentlich auf die Mitte jeden Jahres.

Die zweite Columne enthält die Zahl der Beobachtungstage in Kalocsa; man ersieht aus diesen, dass ungefähr in der Hälfte der Tage im Jahr eine vollständige Beobachtung des Sonnenrandes möglich war. Die meisten Beobachtungen fielen natürlich auf das Sommerhalbjahr, weil da die Länge des Tages und die geringe Bewölkung fast täglich die Ausführung einer vollständigen Beobachtung möglich machte: beispielweise konnte im Jahre 1902 im Dezember keine einzige Beobachtung vollendet werden im August aber 23. Zum Jahre 1905 ist zu bemerken, dass in diesem nur in 6 Monaten beobachtet wurde, wegen Reparatur des Spektroskopes und meiner Abwesenheit zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis in Spanien.

Die dritte Columne enthält die Anzahl der beobachteten Protuberanzen von 30" und darüber.

Die vierte Columne enthält die Anzahl der Protuberanzen, welche im Mittel an *einem Tage* des betreffenden Jahres beobachtet wurden, das ist die Häufigkeit derselben. Die Maxima und Minima dieser Zahlen sind durch entsprechenden Druck hervorgehoben: wie auch in den folgenden Columnen. Diese Zahlen wurden durch Division der Anzahl der Protuberanzen durch die *Zahl der Beobachtungstage* erhalten.

Columne V und VI enthalten die Mittelwerte, welche durch Division der Summen aller Basen und aller Höhen durch die *Anzahl der Protuberanzen* erhalten wurden. Diese wurden in der üblichen Weise berechnet und werden hier angeführt um der Gewohnheit die Erscheinung auf diese Weise darzustellen Rechnung zu tragen.

Columne VII und VIII enthalten die Mittelzahlen, welche aus denselben Summen der Basen und der Höhen durch Division mit der *Anzahl der Beobachtungstage* erhalten wurden: sie geben also an wieviel im Mittel diese Summen an einem Tage betragen. Diese bilden sowohl vermöge der Methode, als auch praktisch durch den regelmässigen Gang der Zahlen die beste und richtigste Darstellung des Verlaufes der Protuberanzerscheinung.

Columne IX enthält die Anzahl der Protuberanzen von 100" Höhe und darüber, welche in jedem Jahre beobachtet wurden; X ebenso die Anzahl der Tage, an welchen keine Protuberanz von wenigstens 30" Höhe gefunden wurde. Diese Zahlen sind nicht reducirt auf die gleiche Zahl der Beobachtungstage, weil sie doch nur zur Bestätigung, nicht aber zur Bestimmung der Periode geeignet sind.

Columne XI XII XIII enthalten die grössten Höhen, welche in jedem Jahre beobachtet wurden; daneben das Datum der Beobachtung und sodann die heliographische Breite der Protuberanz am West-oder Ostrande der Sonne.

Wenn wir diese Zahlen überblicken so finden wir darin eine periodische Änderung der Protuberanzerscheinung so kräftig und entschieden ausgedrückt, als bei einer Erscheinung dieser Art nur erwartet werden kann. Es ist die Columne IV VII VIII, welche dieselbe periodische Änderung in der Zahl der Protuberanzen, in der Grösse der Basis derselben und in der Höhe nicht nur durch die regelmässige Folge der Maxima und Minima, sondern vielmehr noch durch den Gang der Zahlen, dartut, welche vom Maximum zum Minimum mit geringen Ausnahmen beständig abnehmen und ebenso wieder zum Maximum zunehmen. Betreff einiger Unregelmässigkeiten in diesem Gange ist folgendes zu bemerken. Die Beobachtungsreihe beginnt mit dem Jahre 1886, zwei Jahre nach dem vorigen Maximum, welches im Jahre 1884 anzunehmen ist. Die Erscheinung war also im Abnehmen, während doch die Tagesmittel und die Summen der Höhen in der Tabelle eine regelmässige Zunahme zeigen.

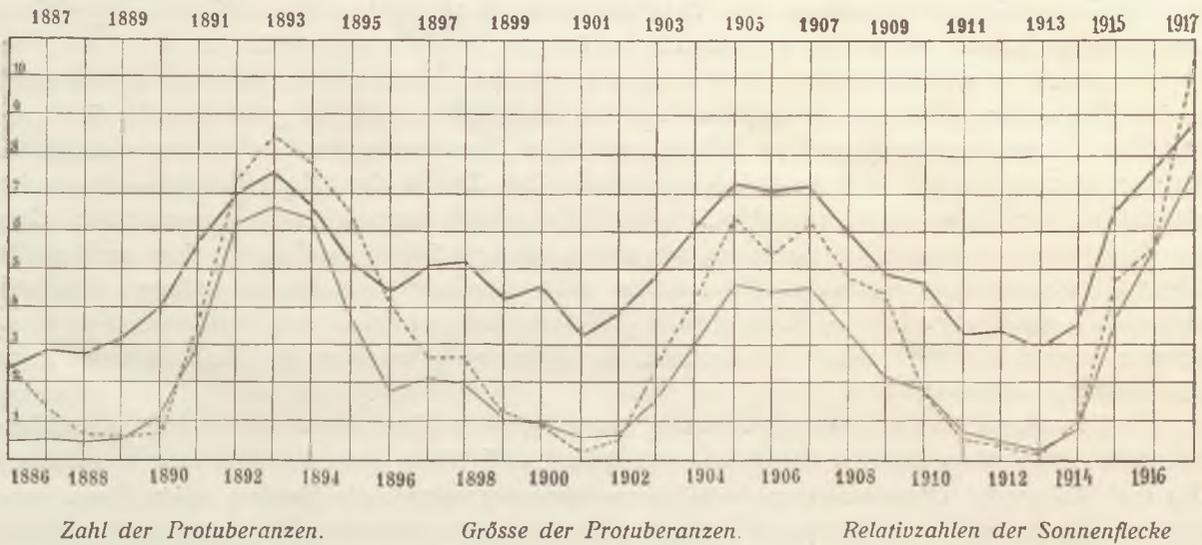
Den Grund dieser Unstimmigkeit finde ich darin, dass in den ersten Jahren, besonders im Jahre 1886, die Höhen der Protuberanzen mit dem Mikrometer zu klein gemessen wurden in Folge der etwas ungenauen Justirung des Spektroskopes; darum wurden bei der abnehmenden Erscheinung zu wenig Protuberanzen von 30" und darüber erhalten, ebenso geringere Summen der Höhen. Dass diese Erklärung die richtige ist, können wir aus der Columne IV begründen: die in derselben stehenden Zahlen 3.6, 3.1, 2.7, 2.5 weisen eine sehr regelmässige Abnahme auf, weil die Basis nicht mit dem Mikrometer, sondern mit dem Positionskreise gemessen wird und deshalb von der Höhenmessung und geringeren Zahl der Protuberanzen als unabhängig betrachtet werden kann. Dasselbe bestätigt Columne IX: die grössten Höhen nehmen ab, weil jene von 1886 und 1888 nicht mit dem Fadenmikrometer, sondern mittelst Durchgang durch den Spalt bestimmt wurden.

Eine besondere Störung des Ganges fällt im Jahre 1896 auf: die Zahl der Protuberanzen ist zu gering zwischen zwei weit grösseren Werten; ebenso ist die mittlere Summe der Höhen zu klein. Es ist auch die Anzahl der Protuberanzen über 100" Höhe in Columne IX viel zu gering; während hingegen die Mittelzahlen der Bases Col. V, VII den Gang einhalten. Dass darin eine merkwürdige Ausnahme vorliegt, dergemäss in diesem Jahre geringere Höhen vorkommen findet eine Unterstützung in den Beobachtungen von Catania, aus welchen ich die entsprechenden Summen der Höhen berechnete; ich erhielt für 1896 183" für 1897 223" also ebenfalls für 1896 einen kleineren Wert als für 1897. Besonders interessant ist die kleine Unregelmässigkeit in den Jahren 1905, 1906, 1907; wir hätten in Columne IV zwei Maxima 1905 und 1907; dem entsprechend haben wir in Columne VII das Maximum in 1905, in Columne VIII in 1907. Wir finden hierin die Eigentümlichkeit des auf 1906 angesetzten Maximums der Sonnentätigkeit ausgedrückt. Bei der Bestimmung des Maximums der Sonnenflecken von H. Wolfer blieb es lange Zeit unentschieden, auf welches dieser 3 Jahre dasselbe anzusetzen sei; man dürfte sich wohl deshalb für die Mitte 1906 entschieden haben, weil dieses der Zwischenzeit von 4 Jahren entspricht. Diese Unregelmässigkeit lag also in der Sonnentätigkeit selbst und ist in unseren Zahlen angemessen ausgedrückt. Die Columne V und VI sind hier, der Gewohnheit entsprechend, auch mitgeteilt; wir wollen uns in der Erörterung der Periodicität nicht auf diese stützen, weil die Berechnung derselben methodisch nicht geeignet ist die Periode richtig darzustellen. Columne V würde dem Gang tatsächlich recht gut entsprechen: die relative Häufigkeit der einzelnen Grössen tritt hierin nicht störend auf. Nicht so verhält es sich mit der Columne VI. Man sieht aus der Zahlenreihe selbst, dass ein regelmässiger Gang in denselben weit vermisst wird; neben den beständigen Schwankungen ist die Periode undeutlich, unsicher zu erkennen. Beispielweise finden wir im Jahre 1906, mitten im Maximum der Periode und im Jahre 1912, ein Jahr vor dem Minimum, denselben Wert 49".7. Den Grund dieser Unrichtigkeit finden wir darin, dass bei der Berechnung die relative Häufigkeit der einzelnen Höhen einen irre führenden bestimmenden Einfluss auf das berechnete Mittel der Höhen ausübt: wenn nämlich in einem Jahre mehr Protuberanzen von geringer Höhe vorkommen, als in einem andern, so ist das offenbar auch ein Zeichen grösserer Sonentätigkeit; die Anzahl der Protuberanzen ist eine grössere: wird aber nun die Summe der Höhen durch diese Anzahl dividirt, wie es bei der Berechnung dieser Columne geschah, so wird dadurch das Höhenmittel herabgedrückt, was ganz unrichtig ist, der wahren Sachlage geradezu widerspricht.

Nach der hier vorgelegten richtigen Darstellung der Periode beträgt nach Columne IV die Häufigkeit der Protuberanzen zur Zeit des Maximums mehr als das Doppelte jener in Minimum; viel grösser sind diese Verhältnisse in Columne VII, wo die Summe der Bases im Maximum im Jahre 1894 mehr als das 8-fache beträgt von jener im Minimum im Jahre 1913. In Columne VIII beträgt dieses Verhältnis ungefähr das vierfache. Diese Verhältnisse sind aber in den zwei Perioden durchaus nicht immer die gleichen: die bedeutenden Schwankungen sind nicht den vielen Zufälligkeiten der Beobachtungen und deren Unvollständigkeit zuzuschreiben, sondern der Erscheinung selbst, welcher eine Unregelmässigkeit wie den meteorologischen Erscheinungen anhaftet. Darauf weist auch die so genaue Übereinstimmung der hier vorliegenden Periode der

Protuberanzen mit jener der Sonnenflecken hin. Die Columne I enthält die Epochen der Maxima und Minima der Sonnenflecken, wie sie von H. Wolfer aus zahlreichen Beobachtungen durch besondere Rechnung erhalten wurden, bis auf ein Zehntel des Jahres angegeben: sie können zugleich als die Epochen der Protuberanzperiode angenommen werden. Die Übereinstimmung ist eine so grosse, wie sie in Anbetracht der vielen Zufälligkeiten, welchen die Beobachtung der Protuberanzen unterworfen ist, nur erwartet werden kann. Im besonderen hätte ich zu bemerken, dass die grösste Häufigkeit in Columne IV. auf das Jahr 1893 fällt, ebenso die grösste Summe der Höhen, Columne VIII. Diese Abweichung um ein Jahr ist jedoch nur eine scheinbare, weil das Maximum der Sonnenflecken auf den Anfang des Jahres 1894, auf das erste Zehntel desselben gesetzt ist. Ohne auf die Unsicherheit, welche doch auch diesem Zehntel anhaften mag, einzugehen, lag doch das Maximum, wenn wir demselben ebenfalls eine Jahreslänge zuteilen, ungefähr zur Hälfte noch im Jahre 1893, konnte sich also auch leicht in den Protuberanzen von 1893 offenbaren, da unsere Zahlentabelle sich eigentlich auf die Mitte der angegebenen Jahre bezieht. Ähnliches lässt sich zum Minimum 1901.7 bemerken; dieses lag teilweise im Jahre 1902. Über das Maximum 1906.4 wurde schon im vorigen bemerkt, dass dieses ein unsicheres war. Um so interessanter ist das vollkommene Zusammentreffen des Flecken und Protuberanzen Minimums im J. 1913, das in dieser Tabelle auch durch seine grosse Schärfe ausgezeichnet ist. Um dies zu zeigen, wurden auch die betreffenden Werte vom Jahre 1914 ausgerechnet und hier beigelegt. Das Minimum ist in allen Zahlen kräftig ausgedrückt; vielleicht wohl auch deshalb, weil auch das Minimum der Sonnenflecken auf die Mitte des Jahres fiel, auf welches sich auch unsere Zahlen beziehen. Man wollte andererseits bemerken, dass das Maximum der Protuberanzen jenem der Sonnenflecken etwas nachfolge: vorliegende Tabelle bietet hiefür keinen Anhaltspunkt. Zu den folgenden Columnen ist noch zu bemerken, dass nach Columne IX in Übereinstimmung mit der Periode zur Zeit des Maximums auch die Anzahl der im Jahre beobachteten Protuberanzen von mehr als 100" Höhe eine viel grössere ist, als im Minimum. Da dieses Verhältnis hierin viel grösser ist, als in der Häufigkeit [Col. IV], so ergibt sich der Schluss, dass zur Zeit des Maximums die Protuberanzen viel grössere Höhen erreichen als im Minimum. Dasselbe tritt noch weit kräftiger ausgedrückt in Columne XI zu Tage, wo die grössten Höhen mit derselben Genauigkeit, wie in den vorigen Columnen mit dem Maximum, die kleinsten mit dem Minimum zusammentreffen; es ist selbst in den Zwischenzeiten der entsprechende Gang obwohl weniger regelmässig aber doch unverkennbar zu finden, was in Hinsicht auf die Zufälligkeiten, welchen gerade die Beobachtung der grössten Protuberanzen ausgesetzt ist merkwürdig erscheinen mag. Solche grossartige Erscheinungen spielen sich immer in kurzer Zeit von $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden ab, vom ersten Erheben bis zum vollständigen Verschwinden der Protuberanz. Es ist nun schon ein grosser Zufall, wenn gerade diese Stelle, zu dieser Stunde am Sonnenrand zu stehen kommt. Eine viel grössere Zufälligkeit liegt darin, dass der Beobachter an diesem Tage beobachten kann und in dieser Stunde beobachtet und zur Zeit der Erhebung der Protuberanz diese Stelle des Sonnenrandes in seinem Gesichtsfelde hat. Es kann daher nur ein sehr kleiner Bruchteil aller beobachtet werden und es müssen deren sehr viele vorkommen, wenn sich irgend wie die Periode in den grössten beobachteten Höhen ausprägen soll.

Es ergibt sich also schon aus dieser Zusammenstellung eine sehr befriedigende Übereinstimmung der Periode der Sonnenflecken mit jener der Protuberanzen. Wollen wir nun eingehend untersuchen und Aufschluss erhalten, ob und wie weit die beiden Erscheinungen der Flecken und Protuberanzen sich gleichlaufend abspielen, so müssen wir zum Vergleich die sogenannten Relativzahlen herbeiziehen, welche H. Wolfer in Zürich aus dem ausgedehntesten Beobachtungsmaterial bestimmt hat, welche anerkanntermaassen die Fleckentätigkeit richtig darstellen. Die in obiger Tabelle angegebenen Epochen der Maxima und Minima sind zu diesem Vergleich nicht ganz geeignet, weil sie durch eine grosse Ausgleichung, über 12 Monate hin, erhalten wurden. Sie mögen als Epochen ihren besonderen Sinn bewahren, der Verlauf der Erscheinung im einzelnen wurde aber gerade durch die Ausgleichung verwischt; das ist es aber was wir zum Vergleiche brauchen.



Beistehende, punktiert gezeichnete, Curve stellt den Gang dieser Relativzahlen dar, wie sie alljährlich aus den Beobachtungen erhalten wurden: diese ist die getreueste Darstellung der Fleckenerscheinung. Die dick ausgezogene Curve stellt den Gang der Häufigkeit der Protuberanzen in jedem Jahre dar, indem die Zahlen der Columnne IV der Tabelle, im Maassstabe des Netzes eingetragen wurden. Aus diesem richtigen Vergleich ersehen wir sogleich, dass die Maxima und Minima der beiden Erscheinungen nicht nur ungefähr, befriedigend, zusammen treffen, sondern auch genau alle auf dasselbe Jahr fallen. Die drei ersten Jahre sind aus dem schon angegebenen Grunde dabei auszuschalten.

Die Amplitude ist sehr verschieden: die Fleckentätigkeit ist im Maximum 50–70 mal so gross als im Minimum, während die Häufigkeit der Protuberanzen nur ungefähr das Doppelte beträgt. Aus dem Anblick der Curven ersehen wir aber auch, sehr einfach und ebenso richtig, dass die beiderseitigen Erscheinungen auch im einzelnen gleichförmig verlaufen. Der Anstieg zum Maximum findet in beiden Perioden jedesmal in steilem, fast geradlinigem Bogen statt; der Abfall hingegen ist nach ein paar Jahren mit entschiedenen Schwankungen verbunden, welche aber in sehr bemerkenswerter Weise *in beiden Curven in gleichem Sinne vorkommen*. Es ist dies um so merkwürdiger, als die Beobachtung der Protuberanzen in Kalocsa, im Vergleich zu jenen, welche der Fleckencurve zu Grunde liegen, eine einzeln stehende, unvollständige ist. Aus der guten Übereinstimmung im Verlauf können wir schliessen, dass beide Erscheinungen einer gemeinsamen Ursache entspringen, welche in beiden gleich wirksam ist. Eine Erklärung, als wären die Flecken die Ursache der Protuberanzen, oder auch umgekehrt, ist offenbar ausgeschlossen, weil beide Erscheinungen nicht lokal verbunden sind: namentlich nähern sich die Flecken dem Äquator der Sonne, während gleichzeitig die Protuberanzen gegen die Pole vorschreiten und dort ihr Maximum erreichen.

Ein anderes und besseres Maass der Protuberanzerscheinung haben wir in den Summen der Bases und der Höhen der Protuberanzen, welche in Columnne VII. und VIII der Tabelle eingetragen sind: durch die Multiplikation dieser beiden Zahlen und Division durch 2 erhalten wir den relativen Ausdruck der projecirten Grösse der Protuberanzen. Diese Produkte wurden gebildet und sind in vorstehender Abbildung durch die fein ausgezogene Curve dargestellt, die Amplitude derselben ist viel grösser, als jene der Häufigkeit: sie ist im Maximum ungefähr 12 mal so gross, als im Minimum. Der Verlauf beider stimmt aber so vollkommen überein dass, wir im besonderen nur das wiederholen könnten was schon betreff der Häufigkeit bemerkt wurde. Die innere Tätigkeit der Sonne äussert sich in allem in gleicher Weise.

Auf Grund der so vollkommenen Übereinstimmung der beiderseitigen Curven, können wir als gesichertes Ergebnis vorliegender Beobachtungen aussprechen, dass im Verlauf dieser

zwei Perioden eine Verschiebung der Epochen nicht stattgefunden hat und dass es höchst unwahrscheinlich ist, dass eine solche auch in Zukunft vorkommen wird.

Es dürfte wünschenswert erscheinen den gleichen Verlauf der beiden Erscheinungen in der Folge der einzelnen Sonnenrotationen zu untersuchen und mit grösserer Schärfe darzustellen. Es wurde daher in allen Jahren auch eine Berechnung nach einzelnen Rotationen durchgeführt, sie führte aber zu keinem Ergebnis. Die Zahlen der Häufigkeit schwanken schon innerhalb eines Jahres in so unregelmässiger Weise, dass zumeist vom herrschenden Gang der Zunahme oder Abnahme nichts zu bemerken ist. Die Zahlen, welche in den aufeinander folgenden Rotationen erhalten wurden, stehen auch mit jenen, welche an anderen Stationen gleichzeitig erhalten wurden, oft im grellen Widerspruch, woraus wir erkennen, dass die Schwankungen derselben nicht der Erscheinung eigen sind, sondern den Zufälligkeiten in der Beobachtung entspringen.

Dieselbe Periode findet sich in der Verteilung der Protuberanzen in den verschiedenen heliographischen Breiten der Sonne besonders auffallend und eigentümlich ausgedrückt. Um die bezügliche Untersuchung anstellen zu können mussten die Breiten aller Protuberanzen aus den gemessenen Positionen berechnet werden; diese wurden dann in einem besonderen von 5 zu 5 Grad vorschreitenden Verzeichnis eingetragen und deren Summen in den 5 gradigen Intervallen für jede Rotation und dann für das ganze Jahr von 14 oder 13 Rotationen, gebildet; je zwei benachbarte Zahlen wurden vereinigt und der Mitte der beiden Intervalle, demnach einem 10 gradigen Intervall zugeteilt. Es ergab sich dadurch eine Art von Ausgleichung, welche aber den Gang der Erscheinung nicht im mindesten verwischt. Diese Zahlen wurden dann mit der Anzahl der Beobachtungstage im ganzen Jahre dividirt, wodurch die absolute Anzahl der Protuberanzen erhalten wurde, welche in der jeweiligen Breite im 10 gradigen Intervall, beobachtet wurden. Indem diese Rechnung für alle in gleicher Weise ausgeführt wurde, erhielt ich auch für alle Jahre unter sich vergleichbare Zahlen der Protuberanzen. Die Tabelle II. (im Anhang) enthält diese Zahlen, jedoch, um viele Decimalstellen zu meiden, mit 100 multipliziert. Die Zahlen geben also unmittelbar an wie viele Protuberanzen in jedem Jahre und in jeder Breite *in 100 Tagen* beobachtet wurden. Nach diesen Zahlen wurden dann die in Tabelle III. (im Anhang) zusammengestellten Curven gezeichnet, welche den Wechsel und den Gang der Häufigkeit der Protuberanzen am besten, anschaulich darstellen. Diese Häufigkeitszahlen beziehen sich allerdings auf die bezüglichen Zonen der Breite, welche mit dem Cosinus der zunehmenden Breite kleiner werden. Eine Reduction auf die Flächeneinheit erschien aber nicht angebracht, weil in den höheren Breiten in demselben Verhältnis auch immer ein grösserer Teil der Zone überblickt, bezüglich die Protuberanzen längere Zeit beobachtet werden konnten. Diese Annahme gilt ungefähr bis zu 60° Breite, darüber hinaus bedürfen die Polargegenden besonderer Berechnung, welche weiter unten gegeben wird. Indem wir diese Darstellungen überblicken, bemerken wir vor allem, dass die beiden Hemisphären sich nicht gleich verhalten; die Curve in der einen ist keineswegs das Spiegelbild der anderen, es ist auch selbst die in den beiden Hemisphären beobachtete Anzahl zumeist bedeutend verschieden, bis zum doppelten Betrag. Bei all diesem Wechsel der Häufigkeit ist die Entschiedenheit um so bedeutungsvoller, mit welcher sich die periodischen Veränderungen beiderseits kund geben. Diese sind in beiden Hemisphären gleicher Art; treten aber nicht mit gleicher Intensität auf und auch nicht immer genau gleichzeitig; es scheint hierin eine Hemisphäre die andere gewissermassen zu ergänzen, indem was der einen mangelt in der anderen umso kräftiger auftritt.

Folgende periodische Änderungen finden wir in den zwei vorliegenden Perioden ganz unzweifelhaft und kräftig ausgedrückt:

I. Zur Zeit des Minimums der Sonnentätigkeit weist die Häufigkeit ein sehr tiefes Minimum am Äquator auf, das sich etwa bis $\pm 20^\circ$ verflacht ausdehnt und ungefähr drei Jahre lang besteht. Es ist im Curvenbilde der Jahre 1901 und 1913 anschaulich dargestellt. Von diesem Minimum aus nimmt die Häufigkeit in beiden Hemisphären bis ungefähr 50° der Breite zu und erreicht dort den 17-fachen Wert jener am Äquator. Darauf fällt die Curve auffallend

rasch gegen die Pole ab, so dass auf dem Polargebiet, in den dortigen Intervallen von 10° gewöhnlich nur zerstreut eine, manchenmal auch auf dem ganzen Gebiete keine einzige Protuberanz von $30''$ Höhe vorkommt.

II. Dieses fast vollständige Fehlen der Protuberanzen an den Polargebieten das wir bestimmter von 70° an beiderseits vom Pole ins Auge fassen, ist die zweite am meisten hervortretende Erscheinung. Dieses Fehlen ist keineswegs auf das Minimum der Sonnentätigkeit beschränkt, sondern tritt auch der Zeit nach ebenso plötzlich wie scharf begrenzt in der Breite, kurz nach dem Eintritt des Maximums der Sonnentätigkeit in voller Kraft auf und verharret in gleicher Weise auch 10 Jahre lang bis zum Eintritt des folgenden Maximums, wobei es zeitweilig bis zu 55° oder 60 Grade herab sich ausdehnt. Im interessanten Gegensatz zu diesem Verschwinden der Protuberanzen stehen die Maxima der Häufigkeit, welche gerade an der Grenze des leeren Gebietes, während der ganzen Zeit desselben stehen und sehr steil abfallen. So wurden im Jahre 1911 von $50-55^{\circ}$ südlicher Breite noch 37 Protuberanzen beobachtet; von $55-60^{\circ}$, also knapp daneben keine einzige mehr. Die Protuberanzen auf diesem Polargebiete sind auch immer nur von geringer Höhe, höchstens bis $50''$ und verschwinden rasch, wie es schon auf dem Beobachtungsblatte bemerkt wurde. Wir müssen hieraus auf einen ganz eigentümlichen Zustand auf dem Polargebiete schliessen. Dieser eigentümliche Zustand erweckte den Verdacht, dass auf dem Polargebiete überhaupt gar keine Protuberanzen vorkommen, und jene, die wir dort sehen, nur die Spitzen hoher Protuberanzen sind, welche in etwas geringeren Breiten stehen und von der Mitte aus über den Sonnenrand noch hinausragen: daraus würde sich die rasche Veränderlichkeit, die schmale Basis und geringe Höhe und das zerstreute Vorkommen gut erklären. Allein eine Durchmusterung der Originalbeobachtungen zeigte sogleich, dass eine solche Annahme vollends ausgeschlossen ist. Im Jahre 1895 wurden auf beiden Polarkappen [70°] 7 Protuberanzen von $30-46''$ Höhe beobachtet; es wurde aber über 48° Breite hinaus keine einzige Protuberanz über $100''$ am Sonnenrande beobachtet; wir müssen also annehmen, dass auch im inneren der Scheibe keine solche vorkam, welche über den Sonnenrand hinausragen konnte.

III. Schon ein Jahr nach dem Fleckenminimum nimmt die Häufigkeit am Äquator rasch zu: die Tiefe ist alsbald ausgefüllt; gleichzeitig nehmen auch die Häufigkeitsmaxima in den Breiten von $40-50^{\circ}$ zu und schreiten zugleich gegen die Pole vor.

Dieses Vorschreiten ist die dritte sehr auffallende periodische Erscheinung; sie ist sehr kräftig und augenfällig in den Curven der Jahre 1890, 1891, 1892, 1893 ausgedrückt, besonders schön in der nördlichen Hemisphäre, aber ganz bestimmt auch in der südlichen. Eben dieselbe Erscheinung sehen wir wiederum in der nächsten Periode in den Jahren 1902, 1903, 1904, 1905, 1906; am schönsten dann in den Jahren 1914, 1915, 1916, 1917. Dabei wachsen die Häufigkeitsmaxima zu enormen Höhen heran und überschreiten im Jahre des Fleckenmaximums die Breite von 70° und führen so die Menge der Protuberanzen auf die Polarkappen, wo sie bisher fast vollständig fehlten, bis zu den Polen selbst. Der Vorgang ist derart, als würde bald nachdem die Tiefe am Äquator ausgefüllt ist, von der Breitenzone von 50° eine Flüssigkeitswelle ausgehen, welche gegen die Pole vorschreitend in den engeren Zonen gezwungen wird einen hohen und sehr steilen Kamm zu bilden, worauf sie sich überstürzend, über den Polen zusammen sinkt. Es ist bemerkenswert, dass dieses Vorrücken nicht nur scheinbar, in Folge der Projection, sondern in Wirklichkeit und genau bis über die Pole statt findet. Zu dieser Überzeugung drängt schon die Betrachtung der gezeichneten Sonnenränder, wo wir sehen wie Protuberanzen von Tag zu Tag beiderseits dem Pole sich nähern und dort zusammenfliessen: einen vollen Beweis liefert eine von den Umständen besonders begünstigte Beobachtung im September 1907, aus welcher unzweifelhaft hervorgeht, dass eine Protuberanz 7 Tage lang unbeweglich über dem Südpole stand und endlich die Höhe von $105''$ erreichte. Es ist auch bemerkenswert, dass zu dieser Zeit die Höhen dieser so zahlreichen Protuberanzen keineswegs so geringe sind wie vorher, sondern von derselben Grössenordnung wie in den übrigen Zonen. Auch die Häufigkeit, wie wir sie unmittelbar aus der Zählung entnehmen und wie sie in den Curven dargestellt wurde ist von derselben Ord-

nung, wie anderswo auf der Sonne: im Jahre 1906 war selbst das allgemeine Maximum auf der nördlichen Polarkappe bei 85° Breite.

Es ist hier der Ort auf eine Bestimmung der *wahren* Häufigkeit, nämlich auf der Flächeneinheit einzugehen. Als Flächeneinheit möge eben das Gebiet gelten, welches wir als Polarkappe bei jeder Beobachtung überblicken. Ich nehme also an, dass wir, im grössten Kreise betrachtet, alle Protuberanzen sehen bis zu 20° vor dem Rande und über denselben hinaus. Da 70° beiderseits die Polarkappe begrenzt, so beträgt das ganze Gebiet 40 × 40 Quadrat Grade. Die auf diesem Gebiete beobachtete Zahl der Protuberanzen bringen wir dann in Vergleich mit jener, welche auf gleichem Felde in der Äquator Zone beobachtet wurde. Da wir auch am Äquator annehmen müssen, dass wir 20° vor dem Rande und ebensoviel darüber hinaus übersehen, so erhalten wir die gleiche Fläche am Äquator, wenn wir die Zone von 0° bis +20 oder - 20° der Breite in Betracht ziehen, da so der Ostrand und Westrand zusammen 40° ergibt. Nach dieser Weise wurden im Jahre 1894 auf der südlichen Polarkappe 167 Protuberanzen beobachtet, auf der gleichen Fläche von 0° bis -20° am Äquator 162; also am Pol noch etwas mehr als am Äquator. Auf der nördlichen Kappe wurden 94 beobachtet; auf der gleichen Fläche am Äquator 164. Im Jahre 1906 wurden auf beiden Polarkappen zusammen 268 Protuberanzen beobachtet; auf der gleichen Fläche am Äquator 238, so finden wir also wiederum an den Polen grössere absolute Häufigkeit.

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Anzahl der Protuberanzen in den einzelnen Jahren auf den beiden Hemisphaeren sowohl als auf den Polarkappen. Die fettgedruckten Jahreszahlen bezeichnen die Maxima.

Zahl der Protuberanzen auf der südlichen und nördlichen Halbkugel sowie auf den Polarkappen der Sonne.

Jahr	Hemisphaere		Polarkappe		Jahr	Hemisphaere		Polarkappe	
	N	S	N	S		N	S	N	S
1886	136	145	0	5	1902	320	317	4	4
1887	214	229	0	0	1903	334	414	0	4
1888	210	213	0	0	1904	431	424	1	27
1889	200	271	3	4	1905	(212)	(175)	(31)	(26)
1890	304	410	1	4	1906	543	517	160	108
1891	477	423	0	1	1907	452	613	5	121
1892	563	546	32	3	1908	473	576	3	24
1893	529	569	52	20	1909	420	384	4	5
1894	497	564	94	167	1910	410	331	3	1
1895	459	382	5	2	1911	277	383	2	3
1896	397	346	0	3	1912	186	300	1	5
1897	454	373	3	1	1913	290	260	4	2
1898	430	348	5	0	1914	281	269	1	3
1899	330	347	3	2	1915	494	272	5	7
1900	324	353	5	4	1916	593	509	32	5
1901	237	290	1	0	1917	629	559	167	204

Die so stürmisch hereinbrechende Erscheinung ist von bemerkenswert kurzer Dauer und, wie es scheint, um so gewaltiger je kürzer der Verlauf ist: wie aus den original Beobachtungen zu entnehmen ist, wäre sie im Jahre 1894 erst mit dem ersten Februar kräftig aufgetreten und mit dem 5. November schon vollends erloschen. Der Wechsel der beiden Hemisphären ist dabei recht auffallend. Mit dem Verschwinden an den Polen stellt sich sogleich der schon oben erwähnte Zustand des Fehlens ein, demgemäss sie nur selten und

zerstreut und von geringer Höhe auf dem Polargebiete vorkommen und dieser Zustand verharrt dann gleichartig bis zum folgenden Fleckenmaximum, während sich dieses Gebiet zeitweilig bis zu 55° Breite herab ausbreitet. In den nun folgenden Jahren nach dem Fleckenmaximum bilden sich neue Maxima an der Stelle der abgezogenen bei $50-55^{\circ}$ und die Protuberanzen nehmen an Zahl und Grösse langsam ab, während sich lokal zeitweilig sehr grosse Häufigkeit einstellt, wie beispielweise im Jahre 1897 nördlich, 1900 südlich bei 55° und 50° Breite zu sehen ist. Die Abnahme der Erscheinung verläuft mit zufälligen Schwankungen ohne irgend einen Gang zu zeigen; namentlich ist ein Vorrücken der Häufigkeitsmaxima gegen die Pole, wie es beim Herannahen des Maximums der Flecken so offenbar zu erkennen ist, nicht wahrzunehmen, eine Rückkehr von den Polen ist auch durchaus nicht zu bemerken. Die zufälligen Schwankungen in den verschiedenen Zonen, mit welchen die Abnahme der Erscheinung überhaupt verläuft, lassen natürlich eine Deutung sekundärer Maxima zu, welche indessen keine bestimmte Wanderung oder Änderung erkennen lassen.

In Kürze können wir die periodischen Erscheinungen in folgendem zusammenfassen:

I. Zur Zeit des Minimums der Sonnentätigkeit liegt am Äquator ein tiefes und flaches Minimum der Häufigkeit der Protuberanzen, während die viel mal grössere Häufigkeit sich in den Breiten um 50° herum findet.

II. Vor dem herannahenden Maximum schreiten diese Häufigkeitsmaxima gegen die Pole vor und treten schliesslich auf das Polargebiet.

III. Für kurze Zeit darauf ist die Polarkappe am dichtesten mit Protuberanzen besetzt, bis ganz zum Pole selbst.

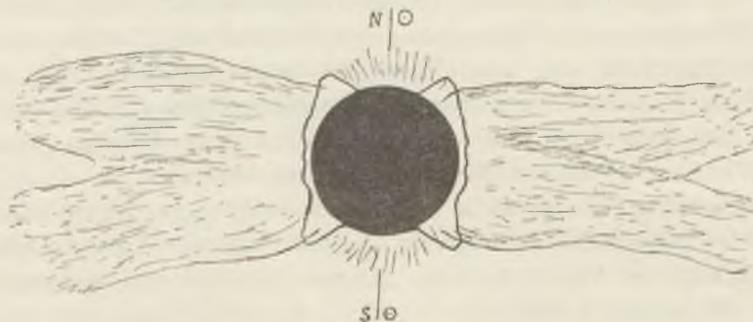
IV. Diese Protuberanzen verschwinden rasch vollständig: es tritt auf dem Polargebiete der Zustand des Fehlens der Protuberanzen ein, welcher dann gleichmässig bis zum nächsten Heranströmen des Maximums, 9–10 Jahre lang anhält.

Dieselben Erscheinungen hat schon H. L. *Respighi*, der erste Beobachter der Protuberanzen am Capitol in Rom wahrgenommen und in einer Abhandlung über seine Beobachtungen von 1870–1877 in vorzüglicher Klarheit der dortigen Akademie vorgelegt.¹ Indem die hier vorliegenden Beobachtungen dieselben bekräftigen, liefern sie einen strengen Nachweis der Periodicität dieser merkwürdigen, rätselhaften Erscheinungen.

Die hiemit dargelegten so eigentümlichen und kräftig ausgeprägten periodischen Änderungen in den Breiten der Protuberanzen können mit den geringfügigen Wanderungen der Sonnenflecken in keinerlei Beziehung gebracht werden, obwohl die Maxima und Minima der beiden Erscheinungen vollkommen zusammenfallen. Dasselbe wäre über die metallischen Eruptionen zu bemerken, welche mit den Flecken aufs engste verbunden sind. Von besonderem Interesse ist der Zusammenhang, in welchem die Wanderung der Protuberanzen in den Breiten mit den grossen Strahlen der Sonnenkorona zu stehen scheint. Wenn wir die Versuche, welche den Ursprung dieser Strahlen in einzelnen Flecken oder Protuberanzen finden wollten hier bei Seite lassen, so ist es doch aus der Durchmusterung der zahlreichen Zeichnungen der Korona, welche bei vielen totalen Finsternissen der Sonne erhalten wurden, klar zu sehen, dass die Form der Korona beim Maximum der Flecken und Protuberanzen ganz verschieden ist von jener beim Minimum. Um die Zeit des Maximums herum sind die Strahlen nach allen Seiten der Sonne in gleicher Weise und Grösse angeordnet, während hingegen beim Minimum alle Strahlen zu zwei riesigen Bändern vereinigt sind, welche zwei Fahnen gleich in der Ebene des Äquators oder Durchmessers der Sonne sich erstrecken bis zur Entfernung von mehreren Durchmessern der Sonne. Wenn man den Ursprung der Strahlen irgendwie auf die Protuberanzen zurückführt, so stimmt diese gleichmässige Anordnung der Strahlen sehr gut mit jener der Protuberanzen überein. Wir sehen aus obigen Curven, dass in den Jahren 1894, 1895 und ebenso beim nächsten Maximum in den Jahren 1906, 1907, wo die Protuberanzen am Polargebiete erscheinen, die Häufigkeit derselben in allen Breiten ungefähr

¹ Sulle osservazioni spettroscopiche del bordo solare & delle protuberance solari fatte a R. Osservatorio del Campidoglio. Nota del prof. L. Respighi. Atti della R. Accademia dei Lincei 1877.

die gleiche ist, wobei die Zackungen der Curve gerade den einzelnen Strahlen entsprechen würden. Zur Zeit des Minimums hingegen sind die Polgenden von Protuberanzen frei bis zu 60° herab: da fehlen auch die Strahlen in der Korona. Die zwei grossen Fahnen aber, welche gerade die auffälligste und durch die Beobachtung ganz besonders gesicherte Erscheinung bilden, lassen sich aus der gleichzeitigen Anordnung der Protuberanzen nicht ohne Bedenken deuten. Am Äquator haben wir da ein tiefes Minimum von etwa 30° Weite, während das Maximum bei 50° liegt, mit ungefähr 7—10 mal grösserer Häufigkeit als am Äquator.



Sonnen Korona am 28. Mai 1900 von 3 Astronomen frei gezeichnet während der totalen Finsternis in Menerville in Algier.

Beistehende Figur stellt die Form der Sonnenkorona dar, wie sie am 28. Mai 1900 mit freiem Auge gesehen, von drei Astronomen während der totalen Finsternis getreu gezeichnet wurde. Es ist die typische Form der Korona zur Zeit eines Minimums. Um die Sonnenscheibe herum wurde die Häufigkeitscurve der Protuberanzen in demselben Jahre, nach der bezeichneten Richtung der Sonnenaxe orientirt in entsprechender Grösse und Lage genau eingezeichnet. Über dieses Bild wurde die bei der Finsternis gezeichnete Figur symmetrisch aufgelegt. Sollen die Koronastrahlen von den Protuberanzen ausgehen, so müssten an den 4 Punkten bei 50° Breite, wo Maxima hervorragen, auch grosse Strahlen der Korona stehen, welche in den Umrissen eine viereckige Form der Korona ergeben würden, wie sie dem Übergangszustande zugeschrieben wird. Nach den übereinstimmenden Zeichnungen der Korona und den in Algier 1900 erhaltenen ausgezeichneten Photographien der niedrigen Korona, gehen die Streifen dieser Fahnen auch tatsächlich von der Sonne bis zu 50° Breite hinauf aus; sie biegen aber dort alsogleich um und legen sich genau in die Ebene des Paralleles; während sie sich doch in der Weise der Protuberanzen senkrecht, das ist in der Richtung des Sonnenradius erheben müssten. Sehr beachtenswert sind dabei die beiden Einschnitte am Ende der Fahnen: sie sind offenbar die Folge des Minimums, welches über dem Äquator liegt und bekräftigen den Zusammenhang der Protuberanzen mit der Korona. Diese Fahnen werden offenbar nicht nur von einer abstossenden Kraft getrieben, welche in der Richtung des Radius wirken muss, noch auch von der Centrifugalkraft, welche zwar in der Richtung des Äquators wirkt, aber nur 9 Millionstel der Schwerkraft beträgt. Man möchte vielmehr eine Art elektrischer, magnetischer Wirkung vermuten, welche man schon zur Erklärung der Saturnringe angerufen hat. Damit begeben wir uns aber auf das Gebiet reiner Hypothesen und begegnen sogleich der Frage, warum denn diese Fahnen nur zur Zeit des Minimums sichtbar sind.

Die Übergangsformen in der Zeit zwischen Maxima und Minima, in welchen man viereckige Umrisse, in der Lage eines liegenden Kreuzes erkennen will, würden ihre beste Stütze in der beständigen grossen Häufigkeit der Protuberanzen in den Breiten von 40° — 60° finden, wenn wir daran festhalten, dass die Protuberanzen der Ursprung der Koronastrahlen sind. In den Zeichnungen der Beobachter bei Sonnenfinsternissen, die recht schlecht übereinzustimmen pflegen, auch wenn sie dieselbe Finsternis darstellen, ist diese besondere viereckige Form nur unsicher zu erkennen. Dass übrigens derartige Übergangsformen entstehen werden, können wir schon daraus folgern, dass, wenn die Strahlen in den Polgenden mit

den Protuberanzen verschwinden, am Äquator aber die Fahnen tatsächlich nur zur Zeit des Minimums sichtbar sind, in der Übergangszeit die Strahlen über den mittleren Breiten übrig bleiben und die besagte Form darstellen müssen.

In neuerer Zeit wurden vielfache Untersuchungen angestellt um eine kürzere Periode, als jene von 11 Jahren aufzufinden; die Lösung dieser Frage ist aber über Vermutungen noch nicht hinausgekommen. Auch die vorliegenden Beobachtungen der Protuberanzen lassen keine kürzere Periode erkennen. In der Aufeinanderfolge der 11 jährigen Periode treten aber bedeutende Schwankungen auf, deren allmählicher Verlauf die Annahme einer oder mehrerer Perioden von langer Dauer wohl begründen. Es ist nun sehr bemerkenswert, dass eine beständige Abnahme der Intensität in der Periode der Sonnenflecke sich auch in den wenigen Perioden der Protuberanzen offenbar kund giebt. Es ist schon bei den Beobachtungen selbst in Kalocsa aufgefallen, dass das Maximum der Protuberanzen im Jahre 1894 unter viel grossartigeren Erscheinungen verlief, als jenes in den Jahren 1905—1907. Da wir des weiteren im gegenwärtigen Jahre auch das dritte Maximum durchbeobachtet haben, so können wir auch aus dem allgemeinen Eindruck und noch mehr aus den Beobachtungsdaten als tatsächlich hinstellen, dass auch dieses Maximum viel schwächer war als das vorige 1906.

Wenn wir nun auf die ersten Beobachtungen zurückgreifen, finden wir diese Abnahme bestens bestätigt. Schon H. L. Respighi hat es hervorgehoben, dass das erste beobachtete Maximum der Protuberanzen in Jahre 1871 viel kräftiger auftrat, als das folgende und zwar, wenn wir nur die höheren Protuberanzen in Betracht ziehen, im Verhältnisse von 2 : 1. Er bemerkt auch noch besonders, dass die heftigen Eruptionen, die rapiden Bewegungen in den Protuberanzen und die Menge der metallischen Eruptionen viel grösser war, als um 1884. Desgleichen bezeugt H. A. Ricco, dass das Maximum von 1884 kräftiger auftrat, als jenes 1894. Es liegt uns demnach das Zeugnis von schon 5 Maxima vor, welche in der Reihe eine beständige Abnahme der Intensität der Protuberanzerscheinung bekunden. Die Beobachtungen von Kalocsa bestätigen also die Wahrscheinlichkeit einer langen Periode, welche die 11 jährige überlagert. Ein strenger Nachweis ist damit nicht gegeben; über die Länge derselben können wir uns nicht aussprechen.

A. M. D. G.



Tabelle I.

Webersicht über die in den Jahren 1886—1917 in Kalocsa beobachteten Protuberanzen.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Jahr	Beobachtungs Tage	Zahl der Protub.	Tages Mittel	Mittelwerte		Mittlere Summen im Tage		Prot. über 100"	Keine Prot	Grösste beobachtete Höhe			
				Bases	Höhen	Bases	Höhen			in Secunden	Datum	hel. Breite	
Min.	1886	115	280	2.4	3.6°	47.7"	8.60°	116.1	8	7	212"	Nov. 27	— 26 E
	1887	152	440	2.9	3.1	42.6	9.01	123.5	11	6	165	Jul. 1	— 6 W
	1888	188	521	2.8	2.7	45.5	7.52	126.0	8	10	152	Okt. 25	— 15 E
	1889-6	147	470	3.2	2.5	42.7	7.86	136.4	7	5	147	Sept. 13	+ 35 E
	1890	175	703	4.0	2.9	49.0	11.46	197.9	25	2	418	Aug. 18	+ 41 W
	1891	157	891	5.7	4.0	47.0	22.59	265.1	32	0	358	Sept. 10	+ 29 W
Max.	1892	159	1114	7.0	4.9	51.0	34.66	357.1	58	0	531	Okt. 3	— 30 E
	1893	141	1066	7.6	4.0	51.3	34.61	387.5	45	0	691	Sept. 20	+ 2 E
	1894-1	162	1078	6.7	5.3	53.6	35.21	356.7	70	0	661	Dez. 24	— 30 E
	1895	164	856	5.2	5.1	52.9	27.17	279.7	50	0	688	Sept. 30	+ 29 E
	1896	168	743	4.4	3.9	48.5	17.19	214.4	18	1	406	Jun. 20	— 16 W
	1897	161	827	5.1	3.1	52.2	16.02	268.3	22	1	270	Mai. 29	+ 32 E
	1898	154	799	5.2	3.0	48.9	15.45	253.7	16	0	237	Okt. 27	+ 22 W
	1899	162	686	4.2	2.4	47.5	10.36	201.3	13	2	149	Febr. 17	+ 47 W
	1900	147	677	4.6	1.9	48.1	8.75	221.7	15	1	431	Jun. 1	+ 12 W
	1901-7	163	539	3.3	2.2	48.4	7.18	160.0	6	6	146	Fbr. 16	— 44 W
Min.	1902	158	625	3.9	1.8	48.6	7.02	192.2	6	1	123	Jun. 1	+ 52 E
	1903	152	748	4.9	2.7	47.9	13.10	235.9	20	0	249	Sept. 25	— 60 W
	1904	140	855	6.1	3.4	47.8	20.76	292.1	18	0	261	Jun. 6	— 26 E
	1905	(53)	337	7.3	3.5	50.3	25.39	367.2	(10)	0	175	Dez. 12	+ 15 W
	1906-4	149	1060	7.1	3.5	49.7	25.07	353.0	25	0	419	Mai. 22	+ 13 W
	1907	149	1065	7.2	3.3	53.8	23.46	384.7	50	0	388	März 2	+ 18 E
	1908	174	1049	6.0	3.5	52.7	21.14	315.6	54	1	248	Jun. 23	— 30 W
	1909	165	804	4.9	3.7	49.4	18.19	240.5	24	0	172	Okt. 2	+ 17 E
	1910	159	741	4.7	3.4	49.8	15.83	232.0	23	0	248	Jun. 19	+ 32 W
	1911	198	660	3.3	2.7	49.4	8.83	163.6	17	4	163	Sept. 8	+ 32 E
Min.	1912	145	486	3.4	1.8	49.7	6.10	166.6	10	7	188	Aug. 17	— 28 E
	1913-6	191	550	2.9	1.4	49.2	4.13	141.6	7	8	128	März. 2	+ 30 E
	1914	154	550	3.6	2.5	50.5	9.04	180.3	11	3	168	Jul. 14	+ 49 E
	1915	149	966	6.5	3.6	49.2	23.25	319.3	31	0	185	Mai. 23	— 35 W
	1916	143	1102	7.7	3.5	51.4	27.94	393.5	49	0	167	Aug. 25	+ 65 W
Max.	1917-6	135	1188	8.8	3.7	53.4	32.54	469.3	45	0	311	Juli 26	— 18 W

Report of the ...

Date	Description	Amount	Balance	Remarks
1912				
1913				
1914				
1915				
1916				
1917				
1918				
1919				
1920				
1921				
1922				
1923				
1924				
1925				
1926				
1927				
1928				
1929				
1930				
1931				
1932				
1933				
1934				
1935				
1936				
1937				
1938				
1939				
1940				
1941				
1942				
1943				
1944				
1945				
1946				
1947				
1948				
1949				
1950				
1951				
1952				
1953				
1954				
1955				
1956				
1957				
1958				
1959				
1960				
1961				
1962				
1963				
1964				
1965				
1966				
1967				
1968				
1969				
1970				
1971				
1972				
1973				
1974				
1975				
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985				
1986				
1987				
1988				
1989				
1990				
1991				
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
2006				
2007				
2008				
2009				
2010				
2011				
2012				
2013				
2014				
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				
2020				
2021				
2022				
2023				
2024				
2025				
2026				
2027				
2028				
2029				
2030				
2031				
2032				
2033				
2034				
2035				
2036				
2037				
2038				
2039				
2040				
2041				
2042				
2043				
2044				
2045				
2046				
2047				
2048				
2049				
2050				

Tabelle II.

Häufigkeit der Protuberanzen in den verschiedenen heliographischen Breiten in den Jahren 1886—1917 nach den Beobachtungen in Kalocsa.

Die eingeschriebenen Zahlen bedeuten die Zahl der Protuberanzen, welche im betreffenden Jahre im Intervall von je 10 Graden, dessen Mitte die Stirnschrift angibt, in 100 Tagen beobachtet wurde.

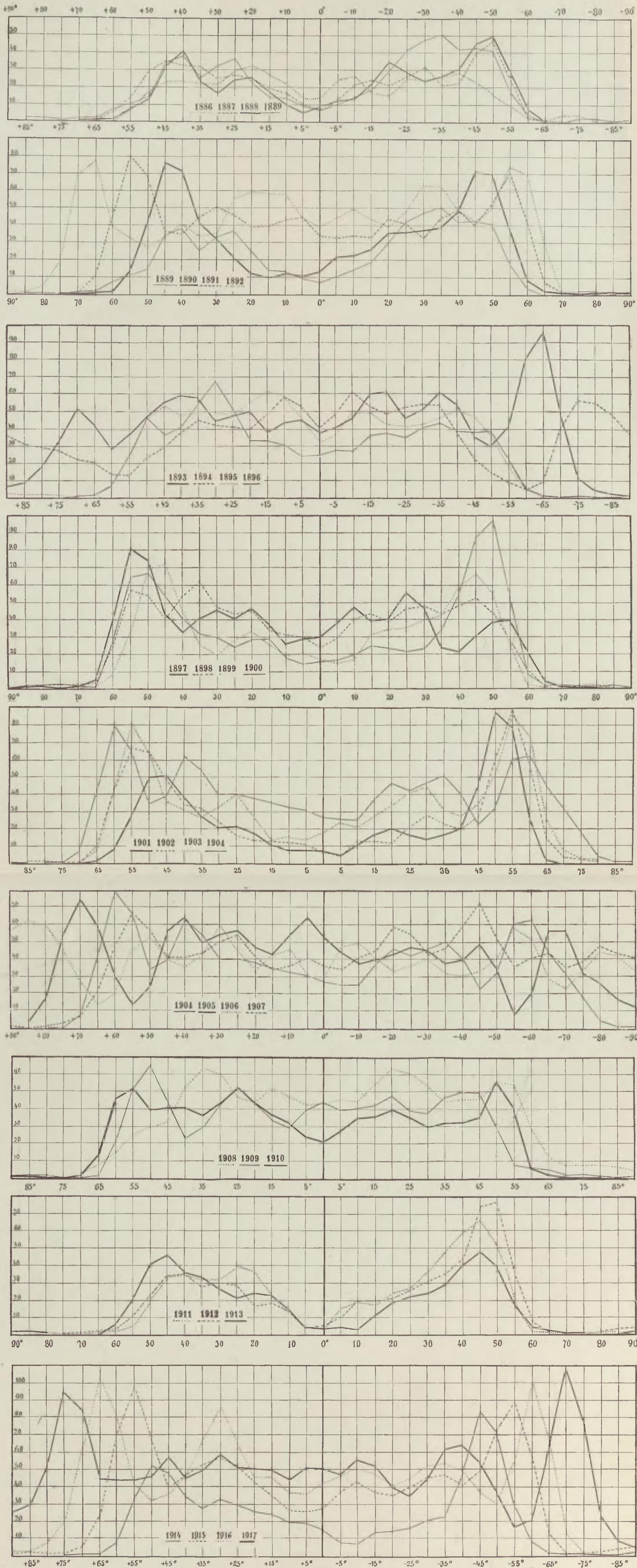
Grade	90°	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0°	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90°	
Jahre																																						
1886	0	0	0	0	0	0	0	7.1	17.7	23.5	23.0	21.3	21.3	29.2	31.9	26.6	21.3	13.3	14.2	23.9	26.6	16.9	15.6	24.8	24.8	25.7	28.4	22.2	15.6	9.8	2.7	0.9	4.4	4.4	0.9	0	0	
1887	0	0	0	0	0	0	5.8	14.3	29.2	35.1	32.5	31.8	25.3	27.3	25.3	19.5	16.9	10.4	7.8	13.0	21.4	24.7	20.1	26.0	31.2	20.8	22.1	39.6	46.8	23.4	2.6	1.3	0	0	0	0	0	
1888	0	0	0	0	0	1.1	1.6	6.8	12.7	32.1	40.6	23.2	16.9	24.3	25.3	17.4	10.0	5.8	8.5	12.2	13.2	22.2	34.8	28.9	23.7	27.4	30.6	45.3	49.5	28.5	7.9	0	0	0	0	0	0	
1889	0	0	1.4	0.7	1.4	2.0	7.5	10.9	15.0	34.7	38.1	25.9	32.7	36.7	22.5	14.3	13.6	9.5	7.5	10.2	14.3	19.1	29.9	41.5	47.6	50.3	41.5	42.9	40.8	17.7	4.1	0	0	0	0	0	0	
1890	0	0	0	0	0.6	1.1	1.7	13.2	41.7	76.6	71.4	40.6	32.0	21.7	11.4	9.7	11.4	10.3	13.2	21.2	22.3	26.3	36.0	36.0	37.2	38.9	48.0	70.3	69.7	37.2	8.6	2.3	1.1	0.6	1.1	1.7	1.1	
1891	0	0	0	0	0.6	10.8	45.9	80.3	68.8	37.6	34.4	44.6	50.3	46.3	39.5	39.5	43.3	44.6	34.4	32.5	31.4	33.1	43.3	40.8	32.5	44.6	49.1	40.1	52.2	70.1	42.7	7.6	1.9	0.6	0	0	0	
1892	1.3	1.3	4.4	18.9	69.8	77.4	39.6	32.7	27.7	32.7	40.3	33.3	35.2	35.3	59.1	58.5	57.9	44.0	39.0	44.0	49.1	44.0	39.0	48.4	63.5	62.3	49.7	42.8	49.7	70.4	69.8	28.9	2.5	1.9	0.6	0.6	1.3	
1893	6.9	9.0	18.7	34.0	51.4	42.4	28.5	37.5	47.2	55.6	59.0	57.6	45.8	47.9	50.0	38.2	43.7	45.1	37.5	41.0	46.5	59.7	61.1	46.5	50.7	60.4	53.5	35.4	29.9	41.7	80.6	96.5	49.3	11.9	4.9	2.8	1.4	
1894	36.3	31.3	29.4	27.5	22.5	20.6	13.8	13.1	23.8	29.4	33.1	45.1	42.5	41.3	40.0	48.8	53.8	53.8	40.6	48.1	60.6	53.1	48.8	52.5	54.4	53.8	38.8	22.5	15.0	8.8	5.0	9.4	40.0	56.3	54.4	48.1	37.5	
1895	2.5	1.9	1.9	1.3	0	1.9	6.9	25.0	46.5	52.8	48.4	49.7	49.7	47.8	54.7	61.6	58.5	46.5	32.7	36.5	49.1	49.1	42.8	41.5	42.8	46.5	50.3	47.2	37.1	17.6	5.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	
1896	0	0	0	0	1.2	1.8	7.1	34.5	46.4	36.3	41.1	54.8	67.3	51.2	33.3	33.3	30.4	24.4	25.0	23.0	27.4	36.3	37.5	35.1	41.1	43.5	38.7	38.1	38.7	22.0	5.4	1.2	0.6	1.2	0.6	0.6	1.2	
1897	0	1.2	1.2	0.6	1.2	5.8	39.8	80.7	73.9	43.5	32.9	41.6	46.0	41.6	46.6	37.3	26.1	28.6	29.8	37.9	47.2	39.1	40.4	55.9	46.6	23.6	21.1	30.4	38.5	39.8	21.7	4.4	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	
1898	0	0.6	1.9	2.6	2.6	3.8	24.8	57.3	54.1	40.1	54.1	61.8	47.8	43.3	45.9	34.4	31.2	23.9	24.8	29.3	40.1	43.8	38.9	46.5	47.8	43.3	48.4	52.9	45.2	27.4	10.8	1.3	0	0	0	0	0	
1899	2.6	1.3	0	0.6	0.6	0.6	8.8	33.8	68.2	71.9	46.3	25.1	19.4	28.2	33.2	25.1	19.4	20.1	17.5	15.1	16.9	31.3	34.4	35.1	39.4	42.5	58.8	66.3	55.7	25.1	2.5	0.6	0	1.3	1.3	0	0	
1900	1.4	1.4	1.4	2.0	1.4	0.7	27.9	64.6	66.7	53.7	40.1	31.3	29.9	24.5	23.5	27.9	17.7	14.3	15.6	16.3	19.7	25.2	23.8	21.1	23.1	34.0	55.1	87.1	97.3	52.4	8.2	1.4	2.0	1.4	0.7	1.4	0.7	
1901	1.2	0	0	0	1.3	8.1	27.5	49.4	50.6	38.1	27.5	20.6	21.3	17.5	10.6	8.8	8.8	7.5	5.0	10.6	16.9	20.0	16.3	13.7	16.3	20.0	45.6	87.5	78.8	26.9	2.5	0	0	0	0	0	0	
1902	0	1.9	1.9	0.6	0.6	9.9	42.9	66.5	64.0	47.8	34.2	31.7	24.8	17.4	13.7	12.4	11.8	10.6	6.8	5.0	12.4	13.0	11.8	21.1	28.0	23.6	19.9	27.3	61.5	89.4	56.5	14.9	3.7	2.5	1.2	0	0	0
1903	0	0	0	0	0.7	7.9	43.4	80.9	63.8	36.8	31.6	27.0	32.2	39.4	27.0	13.8	15.1	13.8	17.8	23.7	21.1	27.6	33.6	40.8	44.1	31.0	27.6	34.9	52.0	86.2	73.0	25.7	7.2	2.6	2.0	0	0	0
1904	0	0	0.7	0.7	7.2	42.9	80.0	65.8	34.3	39.3	62.2	53.6	40.0	40.0	37.9	35.1	32.1	30.7	27.1	25.7	25.7	37.1	46.4	42.2	46.4	50.7	40.0	22.9	32.1	60.7	62.2	44.3	31.4	17.9	4.3	1.4	1.4	1.4
1905	0	3.8	17.0	54.8	75.5	58.5	30.2	13.2	24.6	56.6	64.2	49.1	54.7	56.6	47.2	43.4	54.7	64.2	52.8	43.4	37.8	39.6	43.4	47.2	45.3	37.8	39.6	49.1	34.0	7.6	20.8	56.6	56.6	32.1	26.4	17.0	11.8	
1906	57.7	61.7	59.7	45.6	26.8	13.4	19.5	45.6	53.0	39.6	35.6	41.6	59.1	44.3	33.6	42.3	45.6	30.2	29.5	47.0	49.0	40.3	33.6	36.2	39.6	31.5	30.2	32.9	39.6	57.7	51.0	28.9	22.8	33.6	43.6	41.1	34.9	34.9
1907	1.3	0.7	1.3	2.7	6.7	20.8	47.6	66.4	57.0	40.9	40.9	43.6	50.3	54.4	41.6	33.6	36.2	40.2	36.2	33.6	40.9	45.6	58.4	54.4	42.3	46.3	59.7	71.8	51.7	35.6	40.3	43.0	34.9	38.3	47.7	43.0	40.3	
1908	1.2	1.7	1.2	0	3.5	8.0	15.0	25.9	29.9	32.8	51.7	63.2	59.8	47.1	43.7	51.1	46.6	42.0	43.1	45.4	44.3	54.0	63.8	60.9	52.9	44.8	45.4	45.4	55.7	54.6	28.7	12.1	7.5	7.5	7.5	6.3	4.6	
1909	1.2	1.8	1.8	0.6	0.6	1.8	20.6	51.5	65.5	41.2	23.0	29.7	43.0	52.1	43.6	33.3	29.7	39.4	44.2	39.4	40.6	41.8	47.9	39.4	37.6	46.7	49.7	49.1	29.1	7.9	6.1	5.5	1.8	2.4	1.2	0.6	1.2	
1910	1.3	1.3	0.6	0.6	1.3	13.8	45.9	52.2	39.0	40.9	40.9	36.5	43.4	51.6	42.8	36.5	31.5	24.5	20.8	27.0	35.2	35.8	39.6	35.2	29.6	32.1	32.1	35.2	56.0	40.3	5.7	1.9	0.6	0.6	0.6	0	0	
1911	0	0.5	1.0	0.5	0.5	1.5	2.0	5.1	20.2	33.3	34.8	31.8	31.3	39.4	36.4	27.1	13.1	5.1	4.6	15.2	18.7	17.2	23.7	26.8	35.4	47.5	58.1	65.2	50.5	19.2	1.5	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	0	
1912	0	0	0	0.7	1.4	2.1	3.5	10.3	23.4	34.5	35.2	23.2	30.3	29.0	17.2	18.6	13.8	4.8	5.5	10.3	20.0	20.0	21.4	26.2	31.0	35.9	44.1	74.5	77.2	35.2	7.6	1.4	0	0	1.4	3.5	4.1	
1913	2.1	2.1	1.0	0	0	0.5	6.3	20.4	40.8	46.1	36.1	33.5	26.7	21.5	24.1	23.0	15.2	4.7	4.2	4.7	3.1	12.0	19.4	22.5	24.6	29.3	40.8	47.6	39.3	16.8	4.2	2.1	0.5	0.5	0	0.5	1.0	
1914	0	0	0	0.7	1.3	1.3	7.2	32.5	51.9	47.4	34.4	27.3	32.5	29.8	25.9	24.0	19.5	18.8	14.3	7.2	6.5	13.0	13.4	15.6	20.8	22.7	46.8	83.1	71.5	29.8	8.4	2.0	1.3	1.3	0.7	0.7	1.3	
1915	1.3	2.0	1.3	1.3	5.4	24.8	69.8	98.0	67.1	39.6	47.0	52.3	57.0	51.7	43.0	34.9	26.8	26.2	27.5	37.6	43.0	36.9	36.2	39.6	45.0	47.0	40.9	49.0	73.2	89.3	57.0	12.8	2.0	2.0	2.7	3.4	5.4	
1916	2.8	2.8	7.7	19.6	62.2	10.3	81.1	41.3	32.2	35.7	45.5	66.4	85.0	65.0	45.5	45.5	37.1	36.4	41.3	45.5	50.4	47.6	40.6	44.1	51.7	53.8	49.0	37.1	30.8	34.5	99.3	66.9	13.3	2.8	0.7	0.7	1.4	
1917	25.2	29.7	51.9	94.1	83.7	44.4	43.7	43.7	45.9	57.1	45.2	49.6	59.3	51.1	50.4	49.6	44.4	51.1	50.4	46.7	55.6	51.9	39.3	34.8	43.7	62.2	63.7	53.3	36.3	17.0	20.7	63.7	103.2	75.6	23.0	8.9	4.5	

Table of the frequency of the different types of...



Tabelle III.

Curven der Häufigkeit der Protuberanzen in allen Breiten.



MTA
KIK



