

# AUS DER NATUR

Zeitschrift für den naturwissenschaftlichen und erdkundlichen Unterricht

herausgegeben von

Prof. P. Johannesson · Prof. Dr. W. Schoenichen  
Prof. Dr. P. Wagner

XI. Jahrgang · 1914/15

Mit 2 farbigen und 12 schwarzen Tafeln  
sowie 180 Abbildungen



Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

ohne sich zu bewegen, Aufschluß erhalten über die Lage eines riechbaren Stoffes, indem dieser z. B. die Tentakel der einen Seite stärker trifft, als die der anderen Seite. Ebenso kann z. B. ein Käfer mit seinen Fühlern riechen, ob rechts Nahrung, ob links ein Weibchen finden ist, auch kann er seine Riechorgane im Bogen durch die Luft schwingen, während für uns Menschen mit unserer unpaaren, festsitzenden Nase der Geruchsinn kein Fernsinn ist, wogegen das Sehorgan eine um so bessere Ausbildung erlangt hat.

## Mondaufnahmen mit Schulmitteln.

Von MAX VALIER in Bozen.

Mit sieben Abbildungen.

Während die photographische Aufnahme terrestrischer Objekte vornehmlich in den allerletzten Jahren Gemeingut nicht nur der Erwachsenen aller Stände, sondern auch der heranwachsenden Jugend aller Schulen geworden ist, scheint mir die Beschäftigung mit der wissenschaftlichen und speziell cölestischen Photographie weit weniger geübt, als man nach dem Vorhandensein der zu ihr benötigten Apparate erwarten sollte.

Ich bin überzeugt, daß sich wohl in jedem, auch noch so bescheidenen physikalischen Kabinette ein Fernrohr vorfindet, welches in Verbindung mit einer ganz beliebigen Kamera zumindest auf den Mond angewendet, Resultate geben wird, die das Herz eines jeden Photographen erfreuen, zumal des angehenden Wissenschaftlers.

Ich habe seit mehreren Jahren mich besonders der Erforschung der Grenzen des mit kleinen Fernrohren in jeder Hinsicht Leistbaren gewidmet und kann daher die im Folgenden in Aussicht gestellten Erfolge verbürgen, wie ich sie auch durch die beigefügten Bilder (die sämtlich meine Originalaufnahmen sind) belege.

Nähern wir uns zuerst von der theoretischen Seite der Frage, was man mit gegebenen Instrumenten hinsichtlich der Photographie des Mondes wird leisten können, so wird uns folgende Überlegung dienlich sein.

Der Mond erscheint im Mittel unter einem Winkel von etwa  $\frac{1}{2}$  Grad. Es wird also sein Brennpunktsbild bei einer Brennweite von 1 m etwa 1 cm groß ausfallen.

Hieraus ersehen wir, daß gewöhnliche Kameras des  $9 \times 12$  cm Formates, selbst solche mit doppeltem Bodenauszug uns so kleine Bilder ergeben werden, daß wir selbst bei großer Bildschärfe durch nachträgliches Vergrößern der Originalplatte nicht viel ausrichten werden. Kameras von Brennweiten größer als 60 cm werden kaum vorhanden sein, und wenn solche zufällig vorhanden wären, so würden sie so großen Formaten angehören, daß hierdurch die Operationen unhandsam sich gestalten würden.

Verhältnismäßig leicht wird sich aber irgendein Fernrohr vorfinden, das mindestens einen Meter Brennweite hat.

Sollte das vorhandene „Schulfernrohr“ — ein moderneres Fabrikat — vielleicht doch von geringerer Brennweite sein (wie zum Beispiel der viel verbreitete MERZsche 2-Zöller), so ist es wahrscheinlich von größerer Lichtstärke, und es kann dann durch ein geeignetes Verfahren dieselbe Leistung erzielt werden, welche ein nach früherer Bauart unverhältnismäßig langes Fernrohr von relativ geringer Öffnung gibt.

Vorausgesetzt, daß das Fernrohr eine feste Aufstellung hat und um 2 Achsen, die aufeinander normal stehen, irgendwie beweglich ist, so können wir mit ihm unbedingt jeden Punkt der Himmelssphäre erreichen und steht soweit dem Versuch einer Aufnahme prinzipiell nichts im Wege.

Wir wollen nun auch eine Aufnahme im direkten Fokalbild versuchen. Zu diesem Zwecke schrauben wir das Okular des Fernrohres heraus und suchen dann, nachdem wir den Mond in das Rohr eingestellt haben, vermittels der Mattscheibe den Punkt, wo das Mondbild möglichst scharf erscheint. Es ist dies der Brennpunkt für die optisch wirksamen Strahlen, der allerdings nicht mit dem der photographisch wirksamen zusammenfällt; für die ersten Versuche können wir aber die Differenz vernachlässigen.

Ist das Fernrohr nun so gebaut, daß nach Befestigen einer kleinen Kamera am Okularstutzen — (aus der Kamera sind alle Linsen entfernt, sie dient lediglich zum

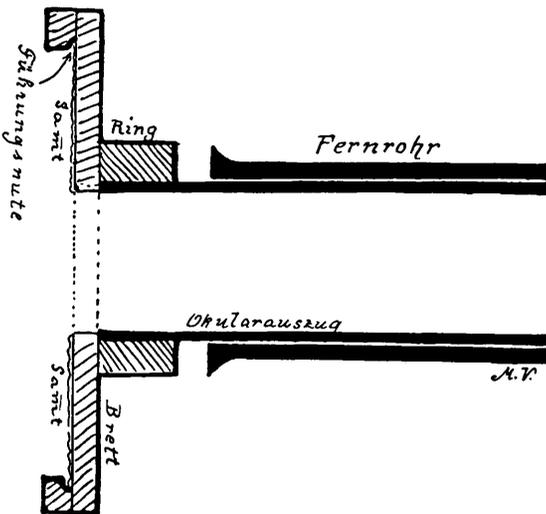


Abb. 1.

Schutz der Platte und insofern uns ihr Verschluß die bequeme Ausführung der Belichtung ermöglicht) — die Möglichkeit geboten ist, die Mattscheibe, resp. Platte in die Brennebene des Fernrohrobjektivs zu bringen, so können wir ohne weiteres aufnehmen. Nach meinen Erfahrungen sind aber leider viele Fernrohre so gebaut, daß man den Okulartrieb nicht weit genug hineinschrauben kann, man also mit einem Worte die Platte nicht bis zum Fokus hineinbringen kann, sofern man eine gewöhnliche Kamera zur Aufnahme der Platte benützt.

Ein geschickter Bastler wird sich aber auch da zu helfen wissen. Meist läßt sich unschwer ein kurzer, lichtdicht auf den Okularstutzen aufpassender Ring, der an seiner Rückseite ein dünnes Brett, das durch Samtdichtung und Führungsleisten das Einschleiben einer Kassette gestattet, konstruieren, etwa in der Weise, wie es unser erstes Bild veranschaulicht. Durch eine solche Vorrichtung wird sich wohl bei jedem Fernrohr die Platte in den Fokus bringen lassen.

Auf die Vorteile eines automatisch wirkenden Kameraverschlusses haben wir dann freilich verzichtet, es läßt sich aber durch ein erschütterungsfreies Abnehmen des Objektivdeckels — was durch Übung bald erreicht werden kann — auch recht gut exponieren. Endlich steht noch die Möglichkeit offen, einen Schlitzversuch von der vollen Öffnung des Fernrohrobjektivs auf das Objektiv aufzusetzen und mit ihm zu belichten.

Noch ein unangenehmer Umstand wird sich bei Fernrohren, deren Bauart uns zu einer solchen Vorrichtung zwang, bemerkbar machen. Wir können nämlich nicht kontrollieren, ob der Mond überhaupt auf der Platte sein wird. Wenn wir dazu

gar kein Mittel haben, so werden wir oft Platten erhalten, wo der Mond infolge seiner Bewegung sich bereits aus der Mitte verschoben hat und nur zum Teile im Gesichtsfelde geblieben ist.

Ist ein sogenanntes Sucherfernrohr am Hauptfernrohr angebracht, so ist das Übel ja schon behoben, denn wir können durch den richtig zentrierten Sucher jederzeit die Stellung des Mondbildes auf der Platte kontrollieren. Ist aber kein Sucher am Fernrohr angebracht, so empfehle ich dringend, sich einen solchen mindestens zu improvisieren, indem man ein anderes kleines Handfernrohr parallel dem Hauptfernrohr anbringt. Auch dies wird niemand ernstliche Schwierigkeiten bereiten.

Haben wir uns endlich beide Möglichkeiten: die Platte in den Fokus fein einstellen zu können und die Stellung des Mondbildes auf der Platte während der Aufnahme kontrollieren zu können, geschaffen, so können wir an eine Aufnahme schreiten.

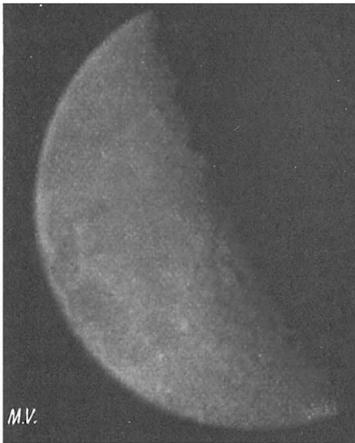


Abb. 2.

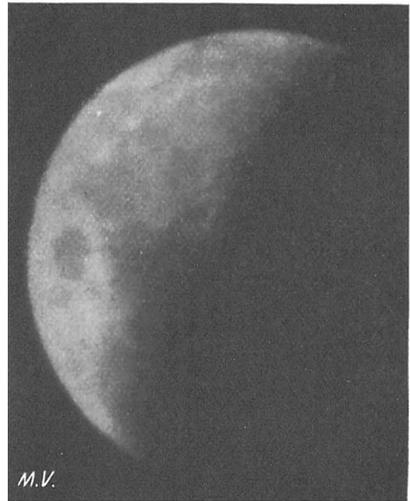


Abb. 3.

Wir stellen also in der gewöhnlichen Weise auf der Mattscheibe scharf ein, setzen die Platte ein und exponieren dann — ja wie lange?

Die Antwort auf diese Frage kann nur die Erfahrung geben.

Nach meinen Erfahrungen muß ich denn sagen, daß bei dem Öffnungsverhältnis meines Fernrohres, das 75 mm Objektivdurchmesser und 110 cm Brennweite hat, bei Anwendung von Hauff ultrarapid Platten schon  $\frac{1}{4}$  Sekunde genügt, ein durchexponiertes Mondbild im Fokus zu erhalten, vorausgesetzt, daß der Mond voller als im Viertel erscheint und sich steil am Himmel befindet.

Für den Fall, daß der Mond noch eine schmale Sichel ist und demgemäß, sofern der Himmel schon dunkel genug sein soll, nicht hoch am Himmel stehen kann, ist, seiner geringeren Oberflächenhelle und der lichtdämpfenden Extinktion der Atmosphäre wegen die doppelte Zeit, also  $\frac{1}{2}$  Sekunde vonnöten.

Es fragt sich nun, ob die Fortbewegung des Mondes in dieser Zeit nicht stören wird. Eine einfache Überlegung sagt uns, daß der Mond sich in etwa zwei Zeitminuten um  $\frac{1}{2}$  Grad seiner eigenen Breite verschieben wird.

In einer Sekunde wird sich also das Mondbild — gleichviel, wie groß es absolut auf der Platte erscheinen mag — um  $\frac{1}{120}$  seiner eigenen Breite verschieben. Da mein Fokalbild zur Zeit der Erdrnähe des Mondes etwa 12 mm groß ist, würde das bei Belichtung von einer Sekunde erst  $\frac{1}{10}$  mm ausmachen, bei  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{4}$  Sekunde entsprechend  $\frac{1}{20}$  und  $\frac{1}{40}$  mm, unschädliche Größen.

Wenn also die Luft ruhig genug ist, daß der Mond nicht aus diesem Grunde vibriert, wenn das Instrument an einem erschütterungsfreien Orte aufgestellt ist und der Photograph mit Ruhe arbeitet, so lassen sich bei direkten Fokalbildaufnahmen sogar noch minder empfindliche Platten von feinerem Korn verwenden, welche eine stärkere nachträgliche Vergrößerung gestatten werden.

Das Resultat einer solchen nachträglich vergrößerten direkten Fokalbildaufnahme (Fokalbild nur 6 mm groß, aufgenommen mit einer Kamera von 60 cm Brennweite) ist in Abb. 2 und 3 vorgeführt. In Abb. 2 sind die Krater der Lichtgrenze, in Abb. 3 die dunkeln Mondmare besser dargestellt. In der Reproduktion ist leider manches von den Feinheiten des Originals wieder verloren gegangen.

Diese Vergrößerungen dürften allerdings kaum einem Amateur genügen, man bedenke aber, daß die Originale nur 6 mm groß waren. Hat man ein Fernrohr von vielleicht 1,50 bis 1,80 m Brennweite — wie solche in physikalischen Kabinetten sich häufig vorfinden oder in Form von Aussichtsfernrohren vorhanden, vom Besitzer gern zu astrophotographischen Zwecken zur Verfügung gestellt werden —, so wird man weit detailreichere Fokalbilder und entsprechend bessere Vergrößerungen erhalten können.

Wir können aber noch einen anderen Weg einschlagen, um große Mondbilder zu erhalten. Wir können die Aufnahmen schon im vergrößerten Fokalbild machen.

Wir können nämlich entweder durch Einschalten einer Bikonkavlinse zwischen Objektiv des Fernrohrs und Fokus — nahe demselben — bewirken, daß die Brennweite künstlich verlängert erscheint (das scharfe Bild wird dann um so weiter rückwärts entstehen, je weiter wir die negative Linse gegen das Objektiv hineinschieben, und wird um so größer sein, je schärfer die Linse negativ gekrümmt und je weiter das Bild hinter dem Fokus entsteht), oder wir können das terrestrische oder besser astronomische Okular im Rohre lassen und so weit heraus-schrauben, bis es ein Bild auf einem hintergehaltenen Schirm erzeugt. Auch dieses Bild wird um so größer sein, je weiter die Distanz Okular → Schirm gewählt wird und je stärker gekrümmt die Okularlinsen sind.

Auf beiden Wegen können wir ein beliebig großes Bild des Mondes auf einem in beliebiger Entfernung gehaltenen Schirm durch Einstellen scharf entwerfen. Für die Praxis will nur bemerkt sein, daß sowohl die eventuell eingeschaltete Konkavlinse oder auch das astronomische Okular genügendes Gesichtsfeld haben müssen, um den ganzen Mond zu zeigen. Das Okular soll mindestens 1 Grad Gesichtsfeld haben — also den doppelten Vollmondsdurchmesser —, sonst tut man sich recht schwer. Bei terrestrischen Okularen wird das auch immer der Fall sein.

Bei dieser Anordnung des Versuches bemerken wir auch mit Vergnügen, daß uns jetzt die erst bei gewisser Bauart des Fernrohres aufgetauchte Schwierigkeit, die Platte in den Fokus zu stellen, nicht mehr belästigen wird, da jetzt das Bild auf alle Fälle weit genug hinter dem Okular erzeugt werden kann, um eine kleine Kamera, sei es hinter das Fernrohr zu stellen, sei es hinten am Fernrohr zu befestigen.

Die erstere Art der Vorrichtung ist die primitivere, liefert aber auch gute Resultate. Meine sämtlichen hier reproduzierten Aufnahmen sind mit meinem oben erwähnten Fernrohr von 75 mm Objektiv und 110 cm Brennweite mit einer solchen primitiven Versuchsanordnung hergestellt worden, wie sie Abb. 4 genügend deutlich vor Augen führt, so daß sich weitere Worte ersparen.

Die zweite Art der Montierung einer Kamera am Apparat, welche etwa wie in Abb. 5 dargestellt primitiv geschehen kann, bietet

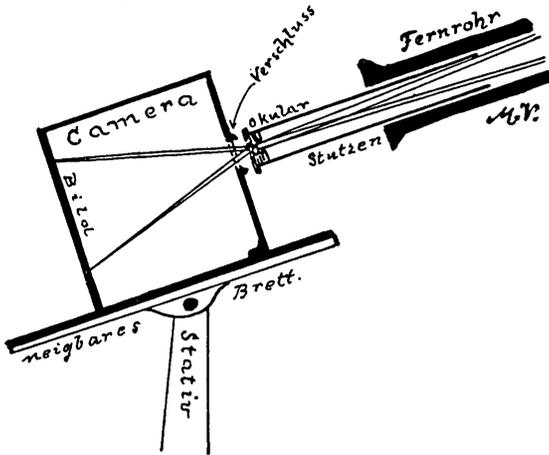


Abb. 4.

allerdings den Vorteil, daß die Platte stets normal auf der optischen Achse stehen wird — was nach der ersten Art nur durch die Geschicklichkeit des Operateurs einigermaßen gewährleistet wird — ist aber nicht so ohne Herstellung einer geeigneten Befestigungsvorrichtung anwendbar.

Die Vergrößerung des direkten Fokalbildes läßt sich nun so theoretisch freilich unbegrenzt weit treiben, in der Praxis werden wir aber bald auf Grenzen stoßen, welche durch die Relation bedingt sind, die zwischen

der Flächenhelligkeit, der Expositionszeit und der Bewegung des Mondes besteht.

Es ist klar, daß — da die ins Fernrohr fallende Lichtmenge des Mondes dieselbe bleibt — die Flächenhelligkeit des auf der Mattscheibe entstehenden Mondbildes im Quadrate der linearen Vergrößerung des Fokalbildes abnimmt. Um aber gleich durchexponierte Aufnahmen wie beim Fokalbild zu erhalten, müßte ich die

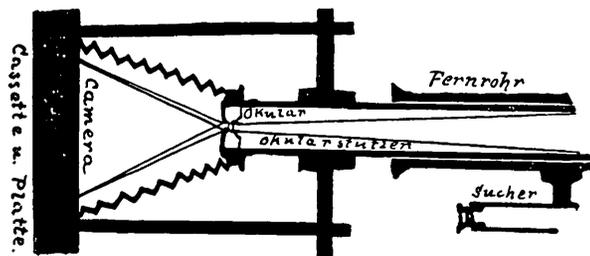


Abb. 5.

Expositionszeit mit dieser Quadratzahl multiplizieren. Die Verschiebung des Mondbildes wird dann aber in der dritten Potenz wachsen, denn einmal ist die Expositionszeit schon im Quadrate der Vergrößerung verlängert, aber auch mit dem dem Monddurchmesser proportional wachsenden absoluten

Verschiebungsmaß wird die Gesamtverschiebung noch multipliziert erscheinen.

In Beispielen:

Originalfokalbild = 12 mm;	Exp. = $\frac{1}{4}$ sec;	Verschiebg. $\frac{1}{480}$ d. Monds. = $\frac{1}{40}$ mm
2fach linearvergr. „ = 24 „	„ = 1 „	„ $\frac{1}{120}$ „ = $\frac{1}{5}$ „
3 „ „ = 36 „	„ = $\frac{9}{4}$ „	„ $\frac{3}{160}$ „ = $\frac{27}{40}$ „
4 „ „ = 48 „	„ = 4 „	„ $\frac{1}{30}$ „ = $\frac{8}{5}$ „

Nach dieser Berechnung scheint es, daß man über eine 2fache Linearvergrößerung des Fokalbildes nicht hinausgehen solle. Glücklicherweise kann man aber in der

Praxis doch zur 4fachen Linearvergrößerung noch gehen, wenn man auf eine völlige Durchschwärzung der Platte verzichtet und sich mit einem blässeren Mondbild, dem

man eventuell durch einen Verstärker aufhilft, begnügt. Tut man dies, so kann man nach meinen Erfahrungen die Belichtungszeit auf  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  der normalen abkürzen. So habe ich Abb. 6 mit meinem Fernrohr direkt in der Größe von 45 mm erhalten, was einer vierfachen Linearvergrößerung entspricht. Belichtet wurde nur eine gute Sekunde. Die Verschiebung muß dann  $\frac{2}{5}$  mm betragen, was mit dem Anblick des Bildes auch recht gut stimmt. Man sieht, daß die hellen Partien noch immer gut gedeckt waren, und daß das Mondmaredetail recht gut herausgekommen ist.

Einer gleichen Linearvergrößerung entsprach die Originalplatte der Abb. 7, die ihrerseits wieder eine Vergrößerung derselben (Monddurchmesser 49 mm) auf das doppelte linear darstellt.

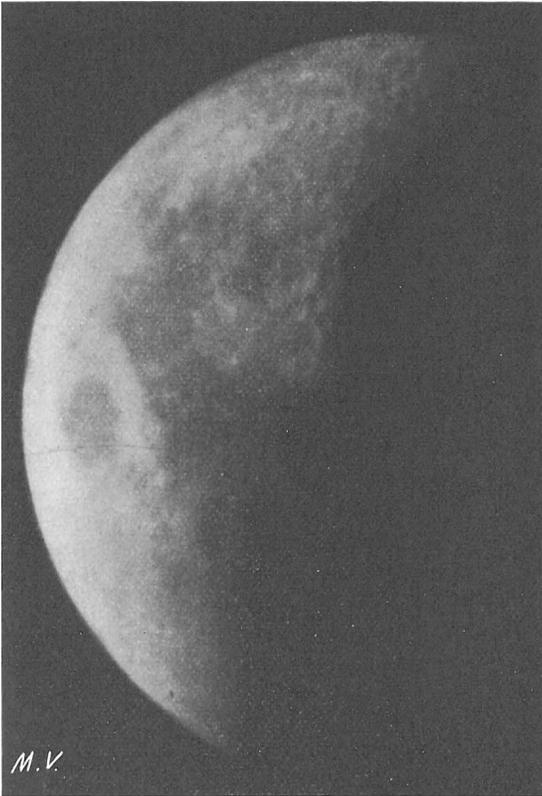


Abb. 7.

Die Originalplatte scheint recht flau und dem Ansehen nach auch durch das Verstärken nicht viel gewonnen zu haben, hat aber die nachträgliche Vergrößerung recht gut ausgehalten, wie aus unserer Reproduktion ersichtlich ist. Leider ist das feinste Detail durch den Raster wieder verloren gegangen, sonst sind auf der Originalvergrößerung eine recht große Zahl von Kratern in erstaunlicher Schärfe sichtbar, wenn man bedenkt, daß ich mit oben bezeichneter primitiver Vorrichtung gearbeitet habe.

Abb. 7 ist aber auch meine beste bisherige Aufnahme mit meinem kleinen Fernrohr, zugleich meine neueste, denn sie datiert vom 23. XII. 1914 6 Uhr 30 Min. und wurde auf Hauff ultrarapid Platte bei  $\frac{3}{4}$  Sekunde Belichtung erhalten. Daher auch die relativ große Schärfe.

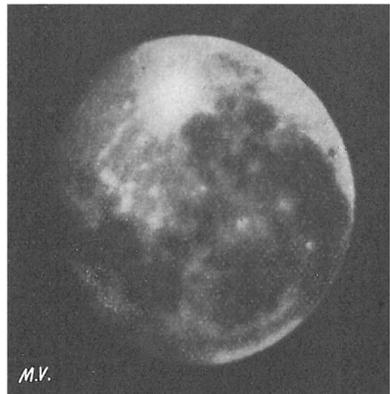


Abb. 6.

Jedenfalls zeigen meine Aufnahmen, daß mit der primitivsten Vorrichtung, selbst mit einem Fernrohre von nur 75 mm Objektiv Mondphotographien erhalten werden können, die gewiß geeignet sind, das Herz eines jeden Photographen zu erfreuen, besonders desjenigen, der selbst weiß, wie sehr es von seiner Geschicklichkeit abgehungen hat, mit einem so kleinen Instrumente so gute Bilder zu erzielen.

Hoffentlich regen diese Zeilen die Benützung der vorhandenen Schulfernrohre zu astrophotographischen Zwecken an.

## Über die Osterrechnung.

Von Dr. phil. ADOLF FRAENKEL-München.

### 1.

Die Berechnung des Osterfestes ist von allen Einrichtungen unseres Kalenders diejenige, die weite Kreise am lebhaftesten beschäftigt und auch noch geraume Zeit im Mittelpunkt des Interesses stehen dürfte; die Bestrebungen, welche auf die Festlegung oder richtiger auf eine Beschränkung der Beweglichkeit dieses und damit aller beweglichen Feste abzielten, haben ja nunmehr — mindestens vorläufig — ein negatives Resultat gezeitigt, insofern als die römisch-katholische Kirche bekanntlich zu einer ablehnenden Haltung gegenüber dieser Frage gekommen ist. Es dürfte daher noch so aktuell sein wie je, den etwas komplizierten und in chronologischen Werken meist überflüssig verwickelt dargestellten Mechanismus der Osterrechnung in gemeinverständlicher Weise, aber doch übersichtlich und unter Hervorhebung der wesentlichen Gesichtspunkte näher zu beleuchten; dies zu versuchen ist der Zweck der nachfolgenden Zeilen.

Die bekannten kirchlichen Regeln über die Bestimmung des Osterdatums lassen sich in der folgenden Form aussprechen, die für den julianisch-russischen wie für den gregorianischen Kalender gleichmäßig gültig ist:

Regel 1: Ostervollmond heißt derjenige nach einem gewissen zyklischen Verfahren zu berechnende Vollmond, der auf den 21. März oder zunächst nach diesem Tage fällt.

Regel 2: Ostersonntag ist der erste Sonntag nach dem Tag, auf den der Ostervollmond fällt; ist dieser selbst ein Sonntag, so ist also der Ostersonntag eine Woche darauf.

Die starke Beweglichkeit des Osterdatums wird größtenteils veranlaßt durch das in Regel 1 erwähnte zyklische Verfahren, in dem der Schwerpunkt der Osterrechnung liegt; zu seiner Definition werden gewöhnlich gewisse termini technici verwendet wie Goldene Zahl, Epakte usw., deren jeweiliger Wert in vielen Kalendern angegeben ist, die aber das eigentliche Wesen der Mondrechnung und damit der Berechnung des Osterfestes eher geheimnisvoll verhüllen als aufdecken, und deren Bedeutung zudem sehr wenig bekannt ist.

Um die Kenntnis dieser und anderer Hilfsgrößen, die für ein fernerliegendes Jahr entweder mühsam berechnet oder oft fehlerhaften Tabellen entnommen werden müssen, überflüssig zu machen und um jedermann ohne weiteres die Bestimmung eines beliebigen Osterfestes durch eine allgemeine Rechenformel zu ermöglichen, hat nach