Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft

Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft

Band: 22 (1945)

Artikel: Mathematisches zur Linner Linde : Vorausberechnung eines Sonnenortes an der scheinbaren Himmelskugel

Autor: Wohler, Viktor

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-172267

Mathematisches zur Linner Linde

(Vorausberechnung eines Sonnenortes an der scheinbaren Himmelskugel)

Von Viktor Wohler, Wohlen (Aargau)

Im Bezirk Brugg, im Kanton Aargau, lebt unter der Bevölkerung ein Sprüchlein, auf das mich zum ersten Mal Herr Dr. A. Hartmann, Aarau aufmerksam gemacht hat:

Git d'Linner Linde nüm Schatte ofs Ruedelis Hus,
so isch mit alle Wälte us.

Dies bedeutet, daß die Welt untergehe, wenn der Schatten der Linner Linde nicht mehr auf die Habsburg falle. Zweimal im Jahr steht die Sonne von der Habsburg aus gesehen hinter der Linner Linde. Es war für mich ein besonderer Reiz, diesen Augenblick einmal zu erleben. So kam es, daß ich mir durch Rechnung die zwei Tage bestimmte, an denen dieses seltene Ereignis eintritt.*

---

* Im Aargauer Tagblatt vom 13. April 1945 berichtete Herr Prof. Dr. K. Matter, wie er vor 20 Jahren, ebenfalls auf Anregung von Herrn Prof. Dr. Hartmann, mit Schülern der Aargauischen Kantonsschule die gleichen in dieser Arbeit behandelten Beziehungen berechnet habe. In der Wiedergabe des Spruches stützt er sich auf Rochholz, «Schweizersagen aus dem Aargau», worin folgende Form festgehalten ist:

«Leit d'linde-n-ihr's chöpfli uf's Ruedelis hus,
Se-n-isch mit alli welten us.»

Dieser rätselhafte Spruch behauptet also, daß die Welt untergehen werde, wenn der Schatten der Linner Linde auf die Habsburg falle. Wie aber Herr Prof. Matter berechnet hat und wie auch Herr Wohler in seinen Ausführungen klar zeigt, erreicht der Schatten zweimal im Jahr die Habsburg. Es erweist sich also, daß der Spruch in obiger Form auf eine Unrichtigkeit aufbaut und die Fassung, welche Herr Wohler bringt und welche heute im Bezirk Brugg bekannt ist, mit den mathematischen Tatsachen nicht in Widerspruch steht (Red.).

Wenn ich im folgenden das Resultat und den Rechnungsgang darstelle, so tue ich es in erster Linie nicht, um dieses eine Beispiel im einzelnen vorzuführen, sondern weil ich seit einiger Zeit erfahren konnte, daß jeder, dem ich es zeigte, hinging und für seine Gegend ebenfalls einen solchen Moment berechnete. Der eine rechnete sich aus, wann die Sonne hinter einem bestimmten Gipfel steht, ein anderer, wann sich das Bild der Sonne, von seinem Zimmer aus gesehen, in den Fenstern eines benachbarten Hauses spiegelt. Ich möchte mit dieser Darstellung einem größeren Kreis von Mitmenschen die Freude an einer immerhin einige Arbeit erfordernden Rechnung verschaffen, die man durch Beobachtung in der Natur nachprüfen kann. Die Aufgabe setzt, wie man sehen wird, nur die einfachsten Kenntnisse der ebenen Trigonometrie voraus, mit Ausnahme dreier Sätze aus der sphärischen Trigonometrie, deren Unkenntnis aber das Verständnis des Rechnungsganges nicht stört. Ich habe die Aufgabe im wesentlichen zusammen mit zwei Schülern der aargauischen Kantonsschule in Aarau, Heinrich Werder von Aarau und Rudolf Meier von Wettingen, gelöst.

Um unser Problem mit Erfolg anpacken zu können, müssen wir zunächst einige Begriffe und Definitionen einführen, die in der Himmelskunde üblich sind.

1. Der tägliche und jährliche Lauf der Sonne

Beim Anblick des Himmels, sei es bei Tag oder bei Nacht, hat man den Eindruck eines überall gekrümmten Gewölbes über sich. Dies veranlaßt uns, in Zeichnungen das Firmament durch eine Kugel darzustellen, auf der wir die Gestirne einzeichnen. In der Abbildung 1 sehen wir ihren Umriß als einen Kreis. Die Erde ist hier auf einen Punkt P zusammengeschrumpft. Betrachten wir die Punkte, an denen die Erdachse die Himmelskugel durchstößt. Sie heißen analog wie auf der Erde Nordpol P_n und Südpol P_s. Ihre Verbindungslinie ist die *Himmelsachse*. Nun werden Sie mühelos denjenigen Kreis finden, der *Äquator* heißt, wenn ich Ihnen verrate, daß er bezüglich der zwei Pole P_n und P_s genau dieselbe Lage hat wie unser Erdäquator. Es ist der Kreis AEAW (in der Zeichnung eine Ellipse). Auch für den Kreis SENW werden Sie wohl bald die anschauliche Bedeutung erfassen. Wenn Sie auf der Erde Ihren Blick im Kreise herum gleiten lassen, dann werden Sie genau auf die Punkte dieses Kreises an der Himmelskugel schauen. Es ist der *Horizont*. Die Punkte NWSE entsprechen also den vier Himmelsrichtungen und heißen Nordpunkt, Westpunkt, Südpunkt und Ostpunkt. Der Bogen NPnS ist ein ausgezeichneter Bogen am Himmel. In ihm steht jedes Gestirn, wenn es in seinem täglichen Lauf am höchsten steht. Er heißt *Meridian* oder Mittagslinie. Sie werden mit Recht fragen, ob man denn die Himmelsachse und damit auch die Ebene des Äquators beliebig

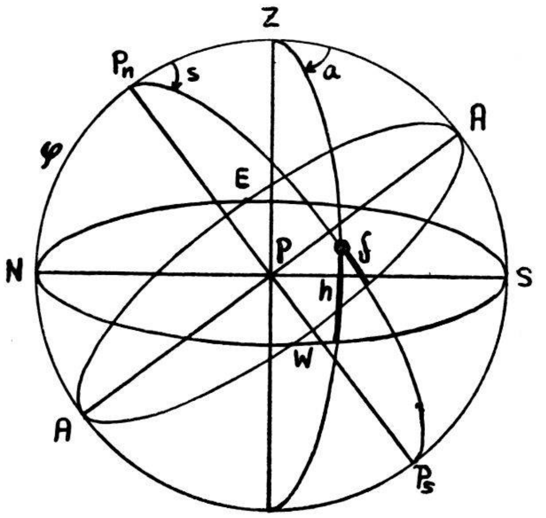

Abbildung 1

gegen den Horizont neigen darf? Darf man sie in der Zeichnung senkrecht zum Horizont stellen? Darf man sie mit dem Horizont zusammenfallen lassen? Nehmen Sie einen Globus, und suchen Sie Aarau. Die Horizontebene für den Aarauer ist, wie Sie selber entdecken werden, diejenige Ebene, welche den Erdglobus genau in Aarau berührt. Nun sehen Sie sofort, daß die Erdachse und damit nach Definition auch die Himmelsachse zum Horizont geneigt sind. In der Abb. 1 heißt dieser Neigungswinkel $\varphi =$ *Polhöhe.* Er ist am Bogen angeschrieben, der ihm auf der Himmelskugel entspricht. Wenn Sie hinsehen, dann wird es Ihnen auffallen, daß die Polhöhe für jeden Ort auf der Erde gleich seiner geographischen Breite ist. Damit wissen wir, wie wir in unserer Zeichnung, die für Aarau gelten soll, die Himmelsachse gegen den Horizont zu neigen haben. Der Punkt senkrecht auf der

Horizontebene ist der Zenith des Beobachters, er ist in der Abbildung mit Z bezeichnet. Der Bogen P_nZ entspricht dem Komplementwinkel von φ, also $90^0 - \varphi$.

Um irgend einen Punkt auf der Kugel zu bestimmen, legt man durch ihn einen Kreis, der auch durch P_n und P_s geht. Alle Kreise heißen ***Stundenkreise.*** Ihr Winkel mit dem Meridian, der ja selbst auch ein Teil eines Stundenkreises ist, heißt ***Stundenwinkel*** (s). Man zählt ihn vom Meridian aus nach Westen von 0^0 bis 360^0 und schreibt ihn bei P_n an, wie Sie in der Abbildung sehen. Anstatt von 0^0 bis 360^0 kann man ihn auch von 0 bis 24 Stunden einteilen, Dann entspricht einfach einer Stunde ein Winkel von 15^0. Der Erhebungswinkel irgendeines Punktes über dem Äquator ist seine ***Deklination*** (δ). Auf der Erde entspricht dem Stundenwinkel die geographische Länge, der Deklination die geographische Breite.

Anstatt einen Punkt durch s und δ eindeutig auf der Kugel zu bezeichnen, kann man auch zwei andere Winkel angeben, nämlich sein Azimut und seine Höhe. Das ***Azimut*** (a) ist die Abweichung des Punktes aus der Südrichtung. Man findet dieses, wenn man durch den Zenith denjenigen Kreis zeichnet, der durch den Punkt geht und den Horizont senkrecht schneidet. Es ist ein sogenannter Vertikalkreis. Die Südrichtung ist in unserer Abbildung durch den Meridian dargestellt. Das Azimut wird von 0^0 bis 360^0 von Süden über Westen gezählt. (Der Pfadfinder mißt das Azimut von der Nordrichtung aus!) Die Höhe (h) ist die Erhebung über dem Horizont.

Wie sieht nun die Bahn unserer Sonne auf unserer Himmelskugel aus? Aufmerksame Beobachter können sicher sofort bestätigen, daß sie einen Kreis beschreibt, der parallel zum Äquator verläuft. Ihr Stundenwinkel ändert sich also in einem Tag von 0 bis 24 Stunden, wenn man an einem Mittag zu zählen beginnt. Während eines Tages bleibt die Deklination nahezu unverändert. Von Tag zu Tag läßt sich die Änderung der Deklination jedoch unschwer feststellen. Ist sie 0^0, so beschreibt die Sonne einen Kreis, der mit dem Äquator zusammenfällt. Dies ist bekanntlich am 21. März und am 23. September, den beiden Tag- und Nachtgleichen der Fall. Am 21. Juni ist $\delta = + 23\frac{1}{2}{}^0$. Wir haben den Tag mit der größten Deklination. Am 21. Dezember ist $\delta = -23\frac{1}{2}^0$. Dies ist die kleinste Deklination. Verfolgt man Auf- und Untergang der Sonne von Tag zu Tag, so sieht man, daß zum Beispiel der Untergangsort im Laufe eines Jahres von Südwesten im Winter über den Westpunkt am 21. März gegen Nordwesten wandert, nach dem Sommerbeginn wieder umkehrt und nach einem Jahr wieder im Südwesten ist. (Dies gilt nur für unsere Breite.) Während eines Tages ändert sich auch das Azimut und die Höhe ständig, aber immer ist der Ort der Sonne eindeutig bestimmt durch die Angabe entweder von a und h, oder von s und δ.

2. *Die Problemstellung*

Nach dieser etwas langen Einführung sind wir imstande, unserem Problem mit Erfolg zu Leibe zu rücken. Wir suchen den Tag und die Zeit, an dem die Sonne, von der Habsburg aus gesehen, genau hinter der Linner Linde steht. Jetzt kommen die wesentlichen Gedanken: Wir müssen finden, wo die Gerade durch Habsburg und Linner Linde die Himmelskugel trifft. Dort muß die Sonne stehen! Nun benutzen wir unsere Kenntnisse aus der Einleitung. Wir müssen imstande sein, h und a dieses Punktes zu errechnen, um den Ort der Sonne zu bestimmen. Dem Zahlenpaar a, h entspricht, wie wir sehen werden, eindeutig ein Zahlenpaar s, δ. Wir werden zeigen, daß s, der Stundenwinkel der Sonne, in engem Zusammenhang mit der Tageszeit steht, mit δ wird es uns unter Zuhilfenahme einer Tabelle gelingen, das Datum festzustellen.

3. *Die Berechnung von a und h*

Auf einer Siegfriedkarte zeichnen wie die Gerade Habsburg—Linner Linde ein. Ihr Winkel mit der Südrichtung über Westen gezählt ist bereits das Azimut. So haben wir es ja definiert. Die Erhebung der Geraden über den Horizont ist gleich der gesuchten Höhe. Das Azimut berechnen wir, wie folgt:

Das rechtwinklige Dreieck mit der Basis HL (Habsburg—Linde) und den Katheten parallel zu den Koordinaten der Karte enthält den Winkel α.

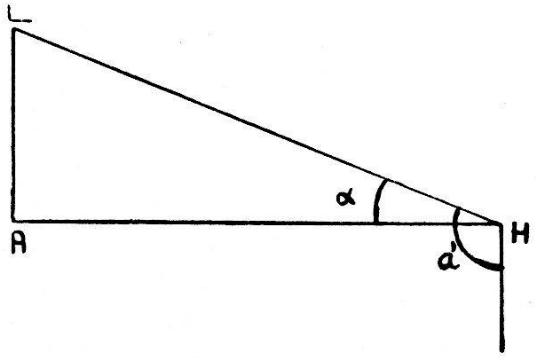

Abbildung 2

Dieser steht in Beziehung zum gesuchten Winkel a'. Es gilt:

$$a' = \alpha + 90$$

Für α finden wir

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{LA}{HA}$$

LA und HA sind aber nichts anderes als die Differenz der vertikalen und horizontalen Koordinaten der beiden Punkte H und L.

Beispiel: (Für die Rechnung genügt Rechenschiebergenauigkeit, oder, was dasselbe ist, vierstellige Logarithmen.)

Habsburg:	Koordinaten	655980	
		257130	505 m über Meer.
Linner Linde:	Koordinaten	652315	
		258030	595 m über Meer.

LA = 900, HA = 3665.

$$\operatorname{tg} \alpha = 900 : 3665$$

Daraus rechnet man $\alpha = 13^0\ 48'$. Damit erhalten wir das Kartenazimut

$$a' = 103^0\ 48'.$$

Die Siegfriedkarte hat leider die Eigenart, daß im allgemeinen die senkrechte Koordinatenrichtung nicht mit der Nordsüdrichtung übereinstimmt. Dies hängt mit der Projektionsart der Erdkugel auf die Zeichenebene zusammen. Wie Sie sich selbst überzeugen können, ergeben die geographischen Koordinaten, die man am Rand der Karte findet, daß in der Gegend der Habsburg die wahre Nordsüdrichtung gegenüber der Kartensüdrichtunng etwas nach Nordwesten geneigt ist. Den Winkel, um den man das Kartenazimut verbessern muß, um das geographische Azimut zu erhalten, heißt in der Sprache der Geodäsie Meridiankonvergenz und wird mit dem Buchstaben μ bezeichnet. Seine Berechnung geschieht auf folgende Weise:*

$$\mu = ay' + b \cdot x' \cdot y' - c \cdot y'^3 + d y' x'^2.$$

In dieser Formel bestehen zwischen den neuen Größen y′ und x′ und den Koordinaten der Habsburg folgende Beziehungen:

y′ = Horizontale Koordinate der Habsburg minus 600 000,
x′ = Vertikale Koordinate der Habsburg minus 200 000.

An Stelle der Größen a, b, c, d gebe ich Ihnen gleich die Logarithmen dieser Größen, um die Rechnung zu erleichtern:

$$\log a = 8{,}5386 - 10 \qquad \log b = 1{,}7628 - 10$$
$$\log c = 4{,}6675 - 20 \qquad \log d = 5{,}1447 - 20$$

Die Ausrechnung der obigen Formel ergibt μ in Sekunden. Man rechnet nachträglich in Minuten um. In unserem Beispiel erhalten wir:

$$\mu = + 32',5.$$

Dadurch wird das geographische Azimut

$$a = a' + \mu = 103^0\,48' + 32',5 = 104^0\,20',5.$$

Für die Berechnung der Höhe h′ betrachten wir das Dreieck ABC (Abb. 3). BC ist der Höhenunterschied der beiden Punkte, CA ihre topographische Distanz. Dann ist der Winkel CAB = h′ die Höhe unseres gesuchten Punktes S an der Himmelskugel. Wir finden

$$\operatorname{tg} h' = \frac{BC}{CA}$$

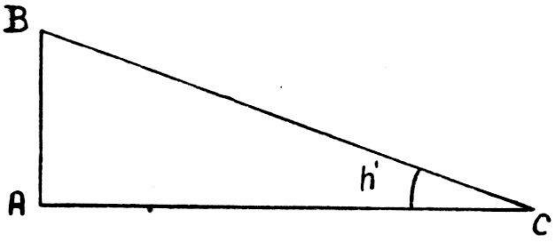

Abbildung 3

CA, die topographische Distanz, ist aber gleich der Strecke LH in der Abb. 2. Nach dem pythagoreischen Lehrsatz findet man

$$C\,A = \sqrt{(LA)^2 + (HA)^2}$$

LA und HA haben wir bereits bestimmt, als wir das Azimut errechneten. Für unser Beispiel erhalten wir die Werte:

* «Die Änderung des Projektionssystems der schweizerischen Landestopographie» von M. Rosenmund, Verlag Haller, Bern.

$$BC = \text{Höhenunterschied} = 90$$
$$CA = \sqrt{90^2 + 3665^2} = 3666$$
$$\operatorname{tg} h' = 90 : 3666$$
$$h' = 1^0\,24'$$

Von der Habsburg aus gesehen muß also die Sonne $1^0\,24'$ über dem Horizont stehen (mathematischer Horizont), damit wir sie hinter der Linde sehen. Wegen der Strahlenbrechung des Lichtes in der Atmosphäre muß sie in Wirklichkeit etwas tiefer stehen als $1^0\,24'$. In der Tabelle 1 ist die Korrektur r angegeben, mit der man aus der gewünschten (scheinbaren) Höhe die wahre berechnen kann. Es gilt:

Tabelle 1

h'	0⁰	0⁰20'	0⁰40'	1⁰	1⁰30'	2⁰	3⁰	4⁰	5⁰	10⁰	20⁰	25⁰	45⁰
r	36'	32'	29'	26'	23'	19'	15'	12'	10'	5'	3'	2'	1'

Wahre Höhe h = Scheinbare Höhe h' minus r

Beispiel:

$$h' = 1^0\,24'$$
$$r = 24'$$
$$h = 1^0$$

Wir wollen zusammenfassen: Wenn die Sonne im Azimut $104^0\,20',5$ und 1^0 über dem Horizont steht, so sehen wir sie von der Habsburg aus mit ihrem Mittelpunkt hinter der Linner Linde.

4. Berechnung von δ, s aus h und a.

Um Datum und Tageszeit dieses Momentes zu bestimmen, hat man an Stelle des Zahlenpaares a h, δ und s einzuführen. Dies ist eine Aufgabe der sphärischen Trigonometrie. Ich gebe im folgenden einfach die Formeln an, ohne sie näher zu begründen.

$$\sin\delta = \sin h \cdot \sin\varphi + \cos h \cdot \cos\varphi \cdot \cos(180 - a).$$
$$\cos\delta \cdot \sin s = \sin a \cdot \cos h$$
$$\cos\delta \cdot \cos s = \sin h \cdot \cos\varphi - \cos h \cdot \sin\varphi \cdot \cos(180 - a).$$

Die erste Formel ergibt δ. Dieser Winkel kann bei der Sonne zwischen $+23\frac{1}{2}{}^0$ und $-23\frac{1}{2}{}^0$ liegen. Wird $\sin\delta$ negativ, so hat auch δ negatives Vorzeichen, umgekehrt entspricht einem positiven $\sin\delta$ ein positives δ. Wird δ größer als $23\frac{1}{2}{}^0$, so erreicht die Sonne jenen Punkt überhaupt nie.

Die zweite Gleichung erlaubt, s zu berechnen. Da s alle

Werte von 0° bis 360° annehmen kann, so entsprechen jedem sin s zwei Werte von s, die in verschiedenen Quadranten liegen. Man rechnet sich daher noch cos s aus. Aus den Vorzeichen von sin und cos läßt sich dann der Quadrant eindeutig bestimmen.

In der Formel 1 kommt der Winkel φ vor. Er ist gleich der geographischen Breite des Ortes. Aus der Karte finden wir für die Habsburg: $\varphi = 47^{\circ}\,28'$. Für δ erhält man:

$$\delta = +10^{\circ}\,21'$$
$$s = 79^{\circ}\,40' \text{ oder } 100^{\circ}\,20'$$

Das Vorzeichen von cos s ist nach der dritten Formel negativ. Also gilt $s = 100^{\circ}\,20'$.

5. *Bestimmung des Datums und der Tageszeit des Ereignisses.*

Wir haben am Anfang gesehen, daß die Sonne von Tag zu Tag ihre Deklination ändert. Sie beträgt am 21. März 0° (die Sonne steht im Äquator), am 21. Juni + 23½°, am 23. September wieder 0° und am 21. Dezember — 23½°. Wir müssen den Tag bestimmen, an dem die Deklination der Sonne + 10° 20′ beträgt. Da fällt sofort auf, daß dies im Jahr zweimal der Fall sein wird: Bald nach Frühlingsanfang und einige Zeit vor dem 23. September. Nun greifen wir zu einer Tabelle, die die Deklination der Sonne in gewissen Zeitintervallen angibt. Für diese Zwecke eignet sich das Büchlein: Der Sternenhimmel von R. A. Naef* vorzüglich. Es erscheint jedes Jahr und ist überhaupt ein herrliches Hilfsmittel für jeden Sternfreund. Da finden Sie auf Seite 66 (1945):

11. 4. 1945.	Deklination der Sonne	+ 8° 6′
21. 4. 1945.	Deklination der Sonne	+ 11° 40′
21. 8. 1945.	Deklination der Sonne	+ 12° 19′
31. 9. 1945.	Deklination der Sonne	+ 8° 30′

Mit Hilfe eines einfachen Dreisatzes findet man, daß die Sonne die gewünschte Deklination am 17. April 1945 und am 26. August 1945 erreicht.

Interessieren wir uns noch für die Tageszeit, so gilt es zu

---

* Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau.

untersuchen, wie diese mit dem Stundenwinkel der Sonne zusammenhängt. Beachten wir, daß $s = 0$ ist, wenn die Sonne im Meridian steht (Mittagslinie). Sie steht dann am höchsten in ihrem täglichen Lauf. Dann nimmt am Nachmittag s ständig zu. Um Mitternacht ist es 12 Stunden, dies bedeutet ja gleichviel wie 180^0, am nächsten Mittag ist der Stundenwinkel wieder 0. Wäre die Sonne unsere Uhr, so müßten wir ihren Stundenwinkel immer um 12 Stunden vergrößern, um die Uhrzeit zu erhalten (Sonnenuhren). Dies ist die *wahre Ortszeit.* Für jeden Ort auf der Erde, der nicht auf demselben Meridian liegt, steht die Sonne zu einem anderen Zeitpunkt am höchsten, so daß jeder Ort seine Uhren anders richten müßte, als die Leute in der Nachbarortschaft. Um dies zu vermeiden, hat man in unserer Gegend die *Mitteleuropäische Zeit MEZ* eingeführt. Ihre genaue Definition folgt weiter unten. Wäre die Sonne ein gleichmäßig schnelles Gestirn an unserer Himmelskugel, so würden wir zwischen ihrem Stundenwinkel und einer genauen mechanischen Uhr einen stets gleichbleibenden Unterschied von 12 Stunden finden. Leider beschreibt sie ihren täglichen Lauf mit einer sich immer ändernden Geschwindigkeit. Um ihren Stundenwinkel dennoch mit einer mechanischen Uhr vergleichen zu können, hat man eine Korrektur an der wahren Zeit anzubringen. Es ist die *Zeitgleichung Z* (Zeitausgleichung). Eine mechanische Uhr zeigt, wie man definiert hat, *mittlere Zeit.* Es gilt

$$M = W - Z$$

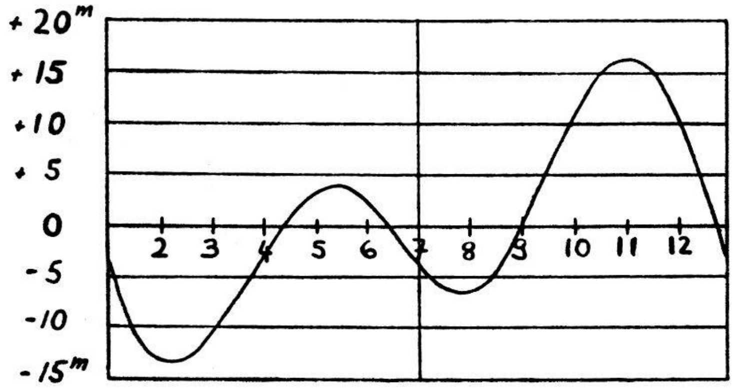

Abb. 4.

Die Zeitgleichung. Sie ist hier für das ganze Jahr aufgetragen. Die Zahlen auf der Waagrechten bedeuten den Anfang des betreffenden Monats. Zu jedem Datum findet man Z, indem man die vertikale Koordinate der Kurve in jenem Punkte abliest.

Hier bedeutet M die mittlere Zeit, W die wahre Zeit und Z die Zeitgleichung. Sie ist in Abbildung 4 graphisch dargestellt. Als MEZ ist die mittlere Zeit des 15. Längengrades östlich von Greenwich festgesetzt worden. Auf der Habsburg haben wir mittleren Mittag, wenn die Sonne für Orte auf dem 15. Längengrad bereits auf ihrem Nachmittagsbogen steht, d. h. es ist bereits mehr als 12 Uhr MEZ. Der Unterschied ist gerade gleich dem Längenunterschied 15. Längengrad — Habsburg. Wir berechnen also MEZ aus der mittleren Ortszeit nach der Formel

$$\text{MEZ} = \text{Mittlere Ortszeit} + \text{Längenunterschied}$$

Man beachte, daß bei der Berechnung des Längenunterschiedes genau auf die Reihenfolge der Subtraktion zu achten ist: 15^{0} östliche Länge von Greenwich minus östliche Länge des Beobachtungsortes.

Um jetzt aus dem Stundenwinkel der Sonne MEZ zu berechnen, gehen wir folgendermaßen vor:

$$\text{Wahre Ortszeit } W = s + 12\,\text{h}$$
$$M = W - Z$$
$$\text{MEZ} = M + \text{Längenunterschied}$$

In unserem Beispiel haben wir $s = 100^{0}\,20'$. Wir rechnen in Zeitmaß um ($360^{0} = 24$ h) und finden $s = 6$ h 41,3 m, $W = 18$ h 41,3 m. Für den 17. April 1945 ist die Zeitgleichung sozusagen 0, für den 26. August 1945 finden wir rund — 2 m.

17. 4. $M = 18$ h 41 m 26. 8. $M = 18$ h 43 m

Hier sind die Bruchteile von Minuten weggelassen, da unsere Rechengenauigkeit sowieso nur etwa 2 Minuten beträgt. Die östliche Länge der Habsburg beträgt $8^{0}\,11'$. Der Längenunterschied ist also $+ 6^{0}\,49'$. Dieser Winkel muß wiederum in Zeitmaß umgerechnet werden. Man findet rund 27 m. Jetzt wird

17. 4. $\text{MEZ} = 19$ h 08 m 26. 8. $\text{MEZ} = 19$ h 10 m

6. Berechnung der täglichen Änderung des Azimutes der Sonne.

Will man das Eintreffen des Ereignisses schon an den Vortagen oder einen bis zwei Tage später kontrollieren (Wetter), so kann man mit Hilfe der folgenden Formel berechnen, wieviel sich die Sonne in der betreffenden Himmelsgegend pro Tag im Azimut verschiebt.

$$A = D \cdot \frac{1}{\cos \varphi \cdot \sin s}$$

φ = Polhöhe des Ortes, s = Stundenwinkel der Sonne, D = tägliche Änderung der Deklination der Sonne, A = tägliche Änderung des Azimutes der Sonne. Man beachte, daß der Sonnendurchmesser im Mittel 32′ beträgt.

In unserem Beispiel ist $\varphi = 47^{0} 28'$, $s = 100^{0} 20'$, D entnehmen wir der bereits erwähnten Tabelle aus Naef: Der Sternenhimmel, S. 66. Wir finden D = 21′,4. Die Ausrechnung ergibt A = 32′. Da wir fast im Horizont beobachten, können wir sagen, daß sich die Sonne im Azimut pro Tag um einen Sonnendurchmesser verschiebt.

Ähnlich kann man sich ausrechnen, wo man am Tage vorher oder nachher hinstehen muß, um die Sonne hinter der Linde zu sehen. Doch dies führt über den Rahmen dieser Arbeit hinaus.

Wir sahen, daß die Sonne in unserem Fall in einem Tag um einen ganzen Durchmesser weiterwandert. Es ist daher möglich, daß sie an einem Tag die Linde mit dem einen Rand berührt, am nächsten ist sie schon so viel weitergewandert, daß sie sie gerade noch mit dem anderen Rand berührt. Wir hätten dann gar nie das eigentlich gewünschte Bild des glühenden Sonnenballes mit dem Mittelpunkt hinter der Linde. Doch da kommt uns eine weitere «Unregelmäßigkeit» der Sonne zu Hilfe. Von Jahr zu Jahr verschiebt sich der Eintritt der gleichen Deklination um + 5 h 48 m. Ein Schaltjahr verschiebt ihn zusätzlich um 24 h zurück. Die Beobachtung unseres Ereignisses ist also im Rahmen des vierjährigen Zyklus der Schaltjahre verschieden günstig. Ändert sich wie in unserem Beispiel die Deklination von Tag zu Tag um 21′,4, so finden wir für 5 h 48 m = 0,242 Tage eine Änderung von 5′,2. Um diesen Wert ist die Deklination der Sonne von Jahr zu Jahr gegen den Wert des vorhergehenden Tages verschoben. (Schaltjahre ausgenommen). Am 17. April 1945 besitzt die Sonne um 19 h MEZ eine Deklination von $+ 10^{0} 29'$, so daß sie also nicht mit der Mitte hinter die Linde zu stehen kommt. Dagegen wird in 2 Jahren ihre Deklination um jene Zeit $+10^{0}18'$ betragen, das heißt, wir werden die Sonne ziemlich genau mit ihrer Mitte hinter der Linde sehen. Am 26. August 1945 beträgt die Deklination der Sonne um 19 h MEZ $+10^{0}21'$. Für diese Beobachtung eignet sich also dieses Jahr sehr gut.

Es ist mir ganz klar, daß ich Ihnen mit dieser Darstellung noch nicht über alle Schwierigkeiten hinweggeholfen habe, die bei einer solchen Rechnung auftreten können. Sollten Sie einmal vor unüberwindlichen Klippen stehen, so bin ich da, um Ihnen zu helfen.