

nach verwendeter Sonnendeklinaton , verschiedene Ergebnisse bis zu 1 Minute

liefern kann (s. auch Fehlerbetrachtungen , § 2.5.)

c) auch der Refraktionswinkel Θ findet durch die "wahre" Zenitdistanz Eingang

in die Formel (33a) , und beeinflusst dadurch über (36) die Zeitpunktberech-

nung. Dabei wird in den meisten Tabellen für astronomische Daten ein feste-

gelegter Standardwert $\Theta = - 0.6^\circ$ zur Berechnung der Zeitpunkte verwendet. Hier

wurde der Refraktionswinkel konkret berechnet , er ergab sich zu $\Theta = - 0.55^\circ$

Aufgrund dieser Differenz entsteht ein Unterschied der berechneten Zeitpunkte

von ca. 1/2 Minute.

Beim Ende der bürgerlichen Dämmerung beträgt der Unterschied der Werte

$\mu_{\text{min}} 49^{\text{sec}}$. Hier ist jetzt folgendes zu beachten : Zurückblickend auf § 7.6. er-

kennt man , daß der dort berechnete Wert UT_1^D recht gut mit dem im Wetter-

dienst berechneten übereinstimmt (der Unterschied von 1 Minute kann leicht mit

a) und b) (s.o.) erklärt werden) . Das bedeutet , im Wetterdienst wird der Zeit-

punkt des Endes der bürgerlichen Dämmerung ohne jegliche Berücksichtigung der

Lichtstrahlkrümmung berechnet. Es entsteht nun die Frage , welche grundlegende

Betrachtungsweise für die Berechnung des betreffenden Zeitpunktes anwendbar

ist. Auf der einen Seite könnte man sagen , wenn die Sonne vom Beobachter nicht

mehr zu sehen ist , macht es auch keinen Sinn die Lichtstrahlkrümmung , oder

einen Refraktionswinkel für deren fiktive Lichtstrahlen zu berechnen. Der Zeit-

punkt UT_1^D muß dann rein astronomisch theoretisch bestimmt werden , was durch

die Berechnungen des Wetterdienstes bzw. durch § 7.6. (in guter Übereinstimmung)

geschehen ist. Auf der anderen Seite könnte man auch sagen , daß jeder Lichtstrahl

zur Helligkeit im Beobachtungsort beiträgt , der durch irgendwelche Reflexionen

und Lichtbrechungen das Auge des Beobachters erreicht. Das würde aber bedeuten ,

daß die Refraktion in vollem Umfang mitberücksichtigt werden muß , da dadurch

gekrümmte Lichtstrahlen mit einer größeren Zenitdistanz als 96° noch zur ver-

langten Helligkeit (Zeitunglesen im Freien) beitragen können.

Die um $\mu_{\text{min}} 46^{\text{sec}}$ längere Dämmerungszeit kann bei dieser Betrachtungsweise

dem gekrümmten längeren Lichtweg durch die Erdatmosphäre zugeordnet werden.

Zusammenfassend kann daher angemerkt werden : der vom Wetterdienst (Herr

Haug) berechnete Sonnenuntergang am 3.8.1990 konnte durch die hier erfolgten

Untersuchungen , insbesondere zur Refraktion , mit genügender Genauigkeit nach-

vollzogen werden. Der Zeitpunkt des Endes der Dämmerung konnte im Rahmen

der im Wetterdienst verwendeten Betrachtungsweise ebenfalls verifiziert werden ,

indem dieser Zeitpunkt ohne jegliche Strahlenbrechung berechnet wurde (s. § 7.6.) .

Es ist für diesen Zeitpunkt , und damit auch für die Dämmerungszeit D , jedoch

die Frage zu stellen , ob bei der vorliegenden älteren Definition (Zeitunglesen im

Freien) die Refraktion berechnungsmäßig unberücksichtigt geblieben ist. Sollte man

sich der zweiten Betrachtungsweise (s.o.) anschließen , so müßte die angegebene

Dämmerungszeit dann allerdings um ca. 10 Minuten korrigiert werden.

Aufgrund der recht guten Übereinstimmung der hier berechneten Daten , mit denen

des Wetterdienstes (prinzipiell sind zur Berechnung ja nur wenige astronomische

Formeln nötig) werden jetzt nur noch die Daten von drei weiteren Beispielen ge-

genüßgestellt. Dabei sei als Beobachtungsort weiterhin der schon bekannte Ort B