

Das ist ein Unterschied von innerhalb einem Meter zur zuerst berechneten Höhe, was bei anderen thematischen Untersuchungen ein sehr erheblicher Wert sein kann. Es reicht hier jedoch eine Genauigkeit $\Delta h' = 8,4 \text{ m}$ (s. § 2.1.2.) aus, sodaß eine Verbesserung der Rechnungen wegen dieser Refraktion nicht erforderlich erscheint.

IX. Zusätzliche Bemerkungen, Kommentare, Zusammenfassung

IX.1. Morgendämmerung

Es wurden hier einige Bemerkungen zur bürgerlichen Dämmerung gemacht. Dabei wurde prinzipiell davon ausgegangen, daß Morgen- und Abenddämmerung völlig identisch sind. Deshalb sind Betrachtungen, die die Morgendämmerung betreffen nicht gemacht worden. Es wären dann also etwaige Berechnungen betr. dieser identisch den hier durchgeführten.

IX.2. Experimentelle Beobachtungen

Es wurden Versuche gemacht das in § 1.1. beschriebene Gedankenexperiment durch konkrete Messungen zu belegen. Dabei bestätigte sich jedoch der Verdacht, daß es sehr schwierig ist ein Objekt in der Atmosphäre zu finden, in dem die Sonne untergehend betrachtet werden kann. Als ein solches Objekt kann zunächst nur eine Wolke gedacht werden, die in ihrer Konsistenz stark genug ist eine ideale Reflexion des von der Sonne kommenden Lichtes zuzulassen. Aus der meteorologischen Erfahrung ist jedoch bekannt, daß sich eine solche Wolke sehr schnell (mit der atmosphärischen Höhenströmung) bewegt, und ihre Position deshalb laufend verändert. Es dürfte diese Wolke auch nicht zu groß sein, da sonst ebenfalls Schwierigkeiten bei deren Positionsbestimmung auftauchen. Wenn die Sonne 6° unter dem Horizont steht, d.h. bei Ende der bürgerlichen Dämmerung, müßte eine solche Wolke selbst bei extrem großer Entfernung eine Höhe » 10 km haben, um dort den Sonnenuntergang durch Reflexion beobachten zu können. Wolken mit einer Untergrenze von 10 km sind sehr selten, nur die C1-Wolken ohne ausreichende Konsistenz erreichen mit ihrer Untergrenze solche Höhen. Es wurde deshalb schon in § 5. darauf hingewiesen, daß es glücklicherweise erscheint ein solches Reflexionsexperiment bei geringeren Sonnenhöhen durchzuführen. Im Beispiel § wurde dazu eine realistische Wolkenuntergrenze von ca. 3 km angenommen (bei einigen Cumulus und Stratusarten üblich). Bei einer solchen Beobachtung stünde die Sonne dann ca. 2° unter dem Horizont. Eine Beobachtung des "letzten" Sonnenstrahls würde dann die Berechnungen durch das Experiment bestätigen. Beobachtungen an verschiedenen Tagen im Garten der Podbielskallee nahmen aber einen recht unbefriedigenden Weg, da zu keiner Zeit eine entsprechend passende Wolke gefunden werden konnte. Somit müssen diese Überlegungen wohl theoretischer Natur bleiben. Eine zweite, wohl durchaus erfolgversprechendere Methode Beobachtungen durchzuführen wäre durch einen Standortwechsel des Beobachters zu bedenken: bei Messungen im Gebirge (z.B. Alpen) kann statt einer Wolke, die offenbar kein geeignetes Objekt ist, eine ähnlich hohe Bergspitze (z.B. Zugspitze, Matterhorn, o.ä.) vom Tal aus anvisiert werden. Diese Bergspitze (schneebedeckt) würde sowohl in ihrer Position unverändert bleiben, als auch in ihrer Reflexionsfähigkeit zutriedenstellend sein. Wie schon in § 2.2. erwähnt, ist die Berechnung der Refraktion