

III.6. Erweiterung des Gedankenexperimentes (s. Skizze S. 53) : Der Beobachter befindet sich wieder in B. Das Ende der bürgerlichen Dämmerung im Punkt B auf der Erdoberfläche wurde definiert als der Zeitpunkt, da die Sonne dort eine beobachtete Zenitdistanz  $\zeta_B = 96^\circ$  hat (s. I.2.). Da ein solcher Lichtstrahl in B natürlich nicht mehr zu sehen ist, soll jetzt im Gedankenexperiment die Horizontalebene in B in die Höhe  $h_B$  versetzt gedacht werden, in der die Sonne mit einer solchen Zenitdistanz  $\zeta_B$  gerade untergehend gesehen würde. Mit anderen Worten, wie hoch müßte eine Wolke über B schweben, damit sie am Ende der bürgerlichen Dämmerung gerade noch beschienen wird.

Der Beobachter in B sieht die Sonne als ideale optische Reflexion in P am 3. August 1990 um 21<sup>h</sup> 10<sup>min</sup> 09<sup>sec</sup> Berliner Zeit dort gerade verschwinden, während in B die Sonne schon um 20<sup>h</sup> 53<sup>min</sup> 35<sup>sec</sup> untergeht. Diese beiden Zeitpunkte sind unter Berücksichtigung der Refraktion berechnet worden. Die Wirkung dieser auf die Zeitpunktberechnung wird deutlich, wenn man die Werte mit denen vergleicht, die ohne Berücksichtigung der Refraktion berechnet wurden: Der Beobachter in B sähe dann den gerade durch die "Atmosphäre" verlaufenden Lichtstrahl schon um 21<sup>h</sup> 03<sup>min</sup> 47<sup>sec</sup> als Reflexion in P verschwinden. In B selbst wäre der Sonnenuntergang dann schon um 20<sup>h</sup> 49<sup>min</sup> 24<sup>sec</sup> zu beobachten. Das sind erhebliche Zeitunterschiede von einigen Minuten. Die Berücksichtigung der Refraktion darf deshalb niemals unterbleiben, wenn man mit Hilfe der Sonne oder den Sternen Zeitpunktbestimmungen vornehmen will. Die Auswirkung der Refraktion auf ganze Zeiträume wird ähnlich sein, deshalb wird jetzt in einer Erweiterung des Gedanken die Dämmerungszeit am 3.8.1990 im Beobachtungsort B untersucht.

Sonnenuntergang mit Refraktion:	20 <sup>h</sup> 53 <sup>min</sup> 35 <sup>sec</sup>	21 <sup>h</sup> 10 <sup>min</sup> 09 <sup>sec</sup>
Sonnenuntergang ohne Refraktion:	20 <sup>h</sup> 49 <sup>min</sup> 24 <sup>sec</sup>	21 <sup>h</sup> 04 <sup>min</sup> 40 <sup>sec</sup>
Beobachtungsort $P_B$ (in Bargteheide, auf der BAB HH-HL)		Beobachtungsort S (über dem Ort Thurso in Nordschottland)
geographische Breite:	53° 38' 15"	58° 33' 42"
geographische Länge:	10° 20' 06" ö.L.	3° 28' 32" w.L.
Erdradius:	6364,313 km	6362,608 km
Höhe:	0 m	86 km
Höhenwinkel der Sonne:	0°	n. bekannt
Horizontale Entfernung bzgl. B auf der Erdoberfläche:	ca. 222 km	ca. 1071 km
Sonnenuntergang mit Refraktion:	21 <sup>h</sup> 10 <sup>min</sup> 09 <sup>sec</sup>	später
Sonnenuntergang ohne Refraktion:	21 <sup>h</sup> 05 <sup>min</sup> 43 <sup>sec</sup>	ca. 23 <sup>h</sup> 08 <sup>min</sup> 28 <sup>sec</sup>