auch mit großem Erfolg gelang. Es soll an dieser Stelle jedoch zugunsten einer numerischen Lösung darauf verzichtet werden.

V.1.2. numerische Lösung : Eine solche numerische Lösung sieht die Näherung des Integrals durch eine Zwischensumme mit einer Zerlegung jeder Atmosphärenschicht j in endlich viele Teilintervalle dh vor. Diese ist gegeben durch :

$ZW = \sum_j \sum_i f(h_i) \cdot dh_i$, wobei $f(h_i)$ der repräsentative Funktionswert des Integranden für das Teilintervall dh_i ist. Es sollen die jeweiligen Funktionswerte hier im einfachsten Fall als Mittelwerte der Funktionswerte am oberen und unteren Rand jedes Teilintervalls genommen werden. Die Teilintervalle sind äquidistant in jeder Schicht j . Die Näherung ist selbstverständlich umso besser , je kleiner die Intervalle dh_i gewählt werden. Nach (3) wird der Brechungsindex der Luft mit abnehmender Luftdichte kleiner. Bei atmosphärischen Standardverhältnissen kann also angenommen werden , daß die unteren Luftschichten erheblich mehr zur Strahlenbrechung beitragen als die oberen. Es können deshalb , ohne die Qualität der Näherung zu beeinflussen , die Intervalle dh_i in den oberen Luftschichten größer gewählt werden , als in den unteren , was den Rechenaufwand bei nahezu gleichen Ergebnissen erheblich vermindert. Trotzdem sind auch dann noch sehr viele Berechnungen durchzuführen um ZW zu erhalten , deshalb wird diese Aufgabe einem Kleincomputer übertragen , der diese Berechnungen mit einem sehr einfachen Basic - Programm ausführt (s. dazu das Basic-Programm im Anhang). Als Ausgangsgrößen werden dabei neben einigen Konstanten , sowie fest definierten Größen , nach (12a) und IV.3. nur die meteorologischen Meßgrößen im Beobachtungsort , dessen geographische Koordinaten , die dort beobachtete Zenitdistanz des Lichtstrahls und die Lichtfarbe benötigt.

V.2. Die Änderung der geographischen Breite φ entlang der Lichtkurve

Wird die Einschränkung , die Erde sei eine Kugel , aufgehoben , so ist zu berücksichtigen , daß sich der Erdradius entlang der "Fußpunkte" i_F der Lichtkurve (s. Skizze S. 5) , die durch Projektion der entsprechenden Lichtkurvenpunkte auf die Erdoberfläche entstehen , mit der geographischen Breite φ dieser Punkte ändert. Außerdem ändert sich dann auch die lokale Schwerebeschleunigung $g(h,\varphi)$, und damit auch $n_L(h)$ und $dn_L(h)$ mit φ entlang der Lichtkurve. Es ist also nötig den geometrischen Zusammenhang zwischen einer Höhenänderung dh entlang der Lichtkurve und der dazugehörigen Änderung dφ entlang der "Fußpunkte" i_F zu kennen. Das kann explizit nicht der Fall sein. Es muß daher versucht werden eine einigermaßen gute Näherung zu finden. Da die Änderungen $dR(d\varphi)$ und $dg(d\varphi)$ im allgemeinen nicht sehr groß werden können , erscheint es in 1. Näherung zulässig , die gesamte Änderung der geographischen Breite entlang der Linie der "Fußpunkte" i_F auf der Erdoberfläche vom Anfangs- bis zum Endpunkt der Lichtkurve linear auf die dabei durchlaufene Höhenänderung zu verteilen. Jeder Höhenänderung dh im Integral (12a) ist also eine Änderung dφ der geographischen Breite nach diesem Prinzip zugeordnet.

Um diese Näherung durchführen zu können , müssen Höhe sowie geographische Breite φ von Anfangs- und Endpunkt der Lichtkurve bekannt sein. Dies ist zu-