



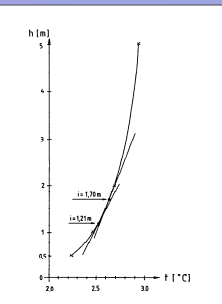
Refraktionsbestimmung auf dem grönländischen Inlandeis



Messfeld am SWISS-Camp, Blick vom 30m-Meteorologieturm



Erfassung der Sonnenstrahlung und Feuchte



Temperaturprofil (geglättet) und lokale Refraktionskoeffizienten in verschiedenen Zielstrahlhöhen.
 $i=1,70\text{ m}$ $dT/dh=0,195\text{ K/m}$ $k=1,31$
 $i=1,21\text{ m}$ $dT/dh=0,262\text{ K/m}$ $k=1,70$

Refraktionsbestimmung auf dem grönländischen Inlandeis mittels vertikaler Temperaturprofile und gleichzeitig-gegenseitiger Zenitwinkelmessung

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Manfred Stober

HfT Stuttgart, Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart

Email: manfred.stober@hft-stuttgart.de

Kooperationspartner und Lage des Untersuchungsgebietes:

Inlandeis im Westen Grönlands,
Breite = 69,5° N, Länge = 49,6° W, Höhe = 1150 m.

Geographisches Institut der ETH Zürich:

Nutzung der Station SWISS-Camp mit 30-Meter-Meteorologieturm (siehe Hintergrundbild),
Messung von Temperatur, Feuchte, Wind, Sonnen- und Globalstrahlung.

Ausgangssituation:

Bei den Höhenmessungen der Internationalen Glaziologischen Grönland-Expedition (EGIG) in einem West-Ost-Querprofil (ca. 700 km) kamen verschiedene Messverfahren zum Einsatz:

1959 + 1968: Geometrisches Nivellement, Zielweiten ca. 100 m.
1989-1991: Trigonometrisches Nivellement, Zielweiten ca. 1 km.

Der Einfluss der Refraktion als systematische Fehlerquelle war nicht bekannt.

Ziel des Forschungsprojektes:

Ermittlung des mittleren Refraktionskoeffizienten (k) über Schnee bzw. Eis für Zielstrahlen in Bodennähe durch gleichzeitig-gegenseitige Zenitwinkelmessung,

$$k = 1 + R/S \cdot (200 - Z_1 - Z_2) \cdot \pi/200$$

Bestimmung des lokalen Refraktionskoeffizienten (κ) durch Messung vertikaler Temperaturprofile und Berechnung vertikaler Temperaturgradienten (dT/dh),

$$\kappa = 501,5 \cdot \sin Z \cdot p/T^2 \quad (0,034 + dT/dh)$$

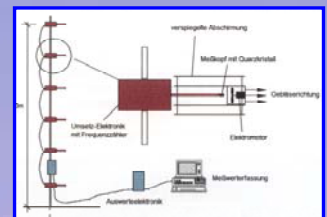
Untersuchung zur Variation bei verschiedenen Wetterlagen sowie zur zeitlichen und örtlichen Variation des lokalen Refraktionskoeffizienten.

Realisierung: 2 Messkampagnen in Grönland (1991, 1994).

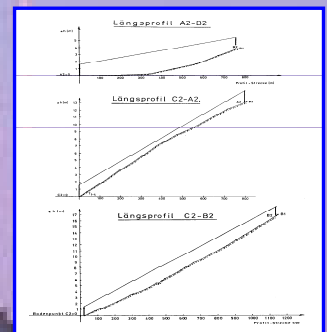
Finanzierung: DFG-Projekt STO 242/1-1 und HfT-Mittel.



Temperaturmast der HfT-Stuttgart mit 6 Messstellen bis 3 Meter über Grund, Theodolit mit Zieltafel zur gegenseitigen Zenitwinkelbeobachtung



Prinzipieller Aufbau des HfT-Temperaturmastes



Geländeprofile der drei Testlinien

Refraktionskoeffizient k (1991)

aus gleichzeitig-gegenseitigen Zenitwinkeln,

sortiert nach relativer Differenz zwischen Global- und Sonnenstrahlung

Linie	Gruppe	Datum	Zeit	atmosphärische Bedingungen laut Messungen (SWISS-Daten)			
				Rel. Diff. Global-Sonnenstrahlung		Wind	
				kleiner 0,5	größer 0,5	stark	schwach
				w = m ± a · y	w = m ± a · y		
				Camp Time	Wind stark	Wind schwach	Wind stark
				= GMT - 4 h			
A2 - C2	1	30.07.	14.00 - 19.30	1.65			
			21.07.	11.00 - 13.30	1.03		
			31.07.	15.00 - 18.30	0.87		
			1.08.	10.00 - 13.30	1.11		
			1.08.	14.00 - 17.30	1.71		
			1.08.	18.00 - 18.30		1.21	
			6.08.	15.30 - 18.45			0.11
			7.08.	14.30 - 18.30	1.03		
			8.08.	15.00 - 16.00			
			9.08.	16.30 - 21.30	1.12		
			10.08.	5.10 - 9.20		1.08	
			11.08.	15.00 - 15.40	1.37		
A2 - B2	1	11.08.	17.00 - 18.00		0.27		
			11.08.	11.00 - 11.30	0.38		
			16.08.	10.48 - 10.50	0.49		
			16.08.	10.35 - 12.30	-0.02		
B2 - C2	1	10.08.	12.00 - 17.45				
			11.08.	10.00 - 11.30		0.26	
			11.08.	12.00 - 13.30	0.47		
			13.08.	10.25 - 12.00	0.39		
			14.08.	13.20 - 14.15	0.54		
B2 - C2	1	16.08.	13.00 - 14.45			-0.03	0.18
			17.00 - 17.45				

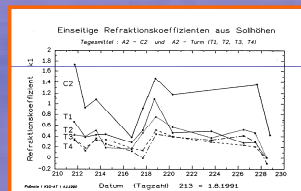
Ergebnisse:

Es zeigen sich sehr unterschiedliche Temperaturgradienten je nach Sonnenstrahlung, Wind und Bewölkung. Die resultierenden Refraktionskoeffizienten nehmen Werte bis ca. $k = 1,7$ an (eine Größenordnung höher als in Deutschland üblich).

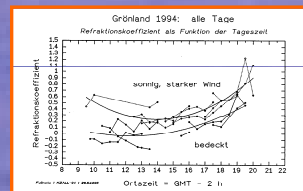
Je höher der Zielstrahl über dem Schneeboden, desto eher nimmt der Refraktionskoeffizient den mitteleuropäischen Standardwert 0,13 an.

Die Gegenüberstellung von k mit κ zeigt, dass an fast allen Tagen gute Übereinstimmung besteht.

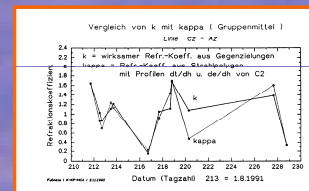
Trotz starker Refraktionswirkung können mit gleichzeitig-gegenseitiger Zenitwinkelmessung weitgehend systematisch unverfälschte Höhen erzielt werden.



Refraktionskoeffizient in Abhängigkeit vom Bodenabstand der Ziele (C2, T1 bis T4) über der Schneeoberfläche.



Tagesgänge des Refraktionskoeffizienten bei verschiedenen meteorologischen Bedingungen



Gegenüberstellung von Refraktionskoeffizienten aus gegenseitiger Zenitdistanzmessung (k) und aus lokalen Temperaturgradienten (κ).