

Messung des isoplanatischen Winkels

Konstruktion und Testen eines Isoplanometers

Diplomand



Kim Noel Müller

Ausgangslage: Kommunikation mit Satelliten ist nichts Neues und die Einsatzmöglichkeiten erweitern sich ständig. Das wohl bekannteste Satellitensystem ist GPS. Von der Erde aus können wir über Funk mit jedem Satelliten kommunizieren. Doch mit steigendem Bedarf und weiteren Nutzungsmöglichkeiten kommt die Satellitenkommunikation per Funk immer näher an ihre Grenzen. Als vielversprechende Alternative bietet sich die optische Laserkommunikation an, da diese eine viel grössere Bandbreite verspricht. Die optische Laserkommunikation besitzt zahlreiche Herausforderungen. Eine dieser Herausforderungen sind unerwünschte Turbulenzen in der Atmosphäre. Diese verzerren das gesendete Signal und machen die Nachricht auf den ersten Blick unlesbar. Glücklicherweise gibt es Techniken, die dieser Verfälschung des Signals entgegenwirken können. Mithilfe von adaptiven Optiken kann man das empfangene Signal wieder bis zu einem gewissen Grad entzerren und damit die Nachricht beim Empfänger wieder lesbar machen. Damit dies möglich ist, benötigt man genaue Informationen über die momentane Turbulenz der Atmosphäre. Ein wichtiges Mass dafür ist der isoplanatische Winkel. In dieser Bachelorarbeit wird für die Messung dieses Winkels ein Messgerät, ein Isoplanometer, konstruiert. Das Ziel ist es, damit in der Lage zu sein, den isoplanatischen Winkel in einem betrachteten Bereich der Atmosphäre zu bestimmen, zunächst anhand von hellen Sternen in der Nacht und in der Zukunft auch mithilfe des Signales eines Satelliten.

Vorgehen: Um ein Isoplanometer zu konstruieren, wurde zuerst die Theorie hinter dem isoplanatischen Winkel betrachtet. Anschliessend wurden existierende Isoplanometer untersucht. Dieses Wissen wurde schlussendlich kombiniert und ein neues Isoplanometer entwickelt, mit dem ausserdem im Infrarotbereich gemessen werden kann. Ferner wurde die doppelte Ringapertur des Isoplanometers für die Messung optimiert. Es wurde ein geeignetes Schmidt-Cassegrain Teleskop mit einem Durchmesser von 28 cm definiert und beschafft, eine Apertur für die Messung erstellt und ein Detektor ausgewählt, der sowohl das Licht der Sterne als auch die Signale des Satelliten empfangen kann. Schliesslich wurde ein eigenes Programm für die Auswertung der Daten geschrieben, mit dem die Aufnahmen des Teleskops direkt in den isoplanatischen Winkel umgewandelt werden können.

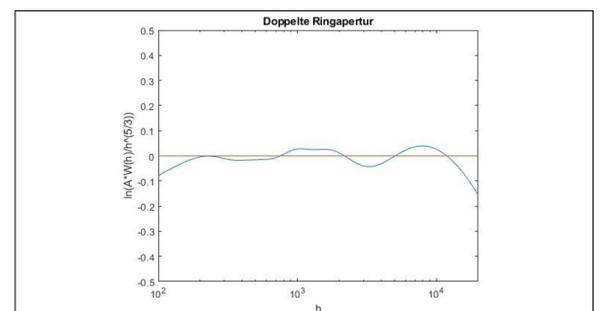
Ergebnis: Schlussendlich wurde ein Isoplanometer konstruiert, mit dem nachts bei sternenklarem Himmel der isoplanatische Winkel der Atmosphäre in einem interessierenden Gebiet gemessen werden kann. Das Isoplanometer kann den isoplanatischen Winkel an hellen Sternen messen, diese anfahren und ihnen

folgen. Damit ist es auch in der Lage, längere Messungen durchzuführen und erleichtert so die Handhabung für den Benutzer. Zusätzlich wurde es so konzeptioniert, dass es auch Signale eines Satelliten bei 1064 nm Wellenlänge messen kann. Dafür wird nur eine kleine Änderung im Auswerteprogramm benötigt. Mit diesem Isoplanometer ist Synopta nun unmittelbar in der Lage, den isoplanatischen Winkel anhand des gemessenen Signals eines Satelliten im Infrarotbereich zu bestimmen und geeignete Parameter für die adaptive Optik daraus abzuleiten.

Isoplanometer
Eigene Darstellung



Verhalten der Gewichtsfunktion einer doppelten Ringapertur auf verschiedenen Höhen
Eigene Darstellung



Messwerte für den isoplanatischen Winkel von verschiedenen Sternen
Eigene Darstellung

Stern	Höhenwinkel [°]	Isoplanatischer Winkel [arcsec]					
		0.48	0.43	0.45	0.43	0.48	0.44
Altair	38	0.48	0.43	0.45	0.43	0.48	0.44
Arktur	46	0.91	0.91	0.85	0.82	0.84	0.88
Alkaid	58	1.76	1.98	1.94	1.95	1.92	1.75
Alphekka	61	1.48	1.53	1.78	1.64	1.72	1.66
Etamin	85	3.19	2.97	2.73	2.73		
Izar	51	1.22	1.12	1.15	1.16	1.05	1.10
Rasalhague	55	1.34	1.25	1.33	1.30		

Referent
Prof. Dr. Carsten Ziolek

Korreferent
Prof. Dr. Michael Schreiner

Themengebiet
Photonik

Projektpartner
Synopta, Eggersriet, St.Gallen