

Geodäsie

Band 9

Michael Schmidt

**Grundprinzipien der Wavelet-Analyse
und Anwendungen in der Geodäsie**

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Schmidt, Michael:

Grundprinzipien der Wavelet-Analyse und Anwendungen in der Geodäsie /
Michael Schmidt.

Aachen : Shaker, 2001

(Geodäsie ; Bd. 9)

Zugl.: München, Techn. Univ., Habil.-Schr., 2000

ISBN 3-8265-8872-X

Copyright Shaker Verlag 2001

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-8872-X

ISSN 1438-4566

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Grundprinzipien der Wavelet-Analyse und Anwendungen in der Geodäsie

Michael Schmidt

Moderne geodätische Beobachtungsmethoden, wie beispielsweise die Satellitenmessverfahren, liefern vielfach große Datenmengen mit hohen Genauigkeiten. Eine zuverlässige Interpretation der registrierten Daten setzt eine präzise Signalanalyse und -verarbeitung voraus. Folgerichtig müssen dem Geodäten Auswerteverfahren zur Verfügung stehen, die sowohl den hohen Genauigkeitsansprüchen genügen als auch die in den Daten enthaltenen Informationen bestmöglich erfassen und extrahieren. Die vorliegende Arbeit befasst sich daher mit der Wavelet-Analyse als modernem Verfahren der Signalverarbeitung, wobei auch Aspekte der Datenkompression angesprochen werden.

Seit Anfang der achtziger Jahre hat das Interesse der Wissenschaftler an der Wavelet-Theorie sprunghaft zugenommen. Insbesondere geophysikalische Problemstellungen ließen zunächst erkennen, dass die klassischen Auswerteverfahren nicht in jedem Fall zufriedenstellend einsetzbar waren. So liefert die Fourier-Analyse zum Beispiel keine Informationen über eine möglicherweise vorhandene Zeitabhängigkeit des Frequenzinhalts eines Signals. Die Wavelet-Transformation hingegen erlaubt die Detektion zeitlokaler Charakteristika, da die Analyse des Signals in einem adaptiven Fenster des durch die Zeit und die Frequenz aufgespannten Phasenraumes erfolgt. Hierin liegt ein Schwerpunkt des Einsatzes der Wavelet-Analyse auch für geodätische Problemstellungen, denn vielfach werden Phänomene mit zeitlich und/oder räumlich variablem Energie- und/oder Frequenzinhalt beobachtet. Als Anwendungsbeispiele seien im Bereich der physikalischen Geodäsie die Bestimmung von Rotationsschwankungen der Erde und die Darstellung des Erdgravitationsfeldes sowie im Rahmen der Photogrammetrie und Fernerkundung die Analyse und Interpretation eines digitalen Bildes genannt.

Nach einer kurzen Einleitung werden im zweiten Kapitel dieser Arbeit die wichtigsten mathematischen Zusammenhänge vorgestellt, die in den weiteren Kapiteln benötigt werden. Ausgehend von der klassischen Fourier-Transformation wird im dritten Kapitel über die Fenster-Fourier-Transformation die eindimensionale Wavelet-Analyse eingeführt und detailliert behandelt. Sowohl die kontinuierliche als auch die diskrete Wavelet-Transformation werden hergeleitet und an verschiedenen Beispielen angewendet, um insbesondere die Vorteile der Wavelet-Analyse gegenüber den klassischen Verfahren herauszustellen. Das Wavelet-Skalogramm veranschaulicht die Energieverteilung eines Signals im Phasenraum und stellt daher ein wichtiges Instrument der Signalanalyse dar. Ausführlich wird auch die schnelle Wavelet-Transformation hergeleitet und zur Approximation und Filterung eingesetzt. Das vierte Kapitel behandelt die mehrdimensionale Wavelet-Theorie als Verallgemeinerung des eindimensionalen Falls. Insbesondere die zweidimensionale Wavelet-Analyse ist von herausragender Bedeutung für die Photogrammetrie und Fernerkundung. Da die Gestalt der Erde in erster Näherung als kugelförmig angenommen werden kann, wird im fünften Kapitel die sphärische Wavelet-Analyse behandelt, die sich im Rahmen der physikalischen Geodäsie zum Beispiel hervorragend zur Darstellung des Erdgravitationsfeldes einsetzen lässt. Schließlich wird im letzten Kapitel eine Diskussion der gewonnenen Erkenntnisse vorgenommen und ein kurzer Ausblick gegeben. Ein wichtiger Aspekt dieser Arbeit besteht in der Erläuterung der mathematischen Zusammenhänge anhand von einfachen simulierten Beispielen sowie Beispielen aus der Beobachtungspraxis der physikalischen Geodäsie.