

Herbstschule „Inverse Probleme“

Die erste internationale Konferenz über inverse Probleme fand an der Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg im Jahre 1979 statt. Im gleichen Jahr wurden die Ergebnisse der Konferenz im Sammelband 'Inverse and Improperly Posed Problems in Differential Equations' vom Akademie-Verlag Berlin veröffentlicht. Seit dieser Zeit sind die Publikationen auf dem Gebiet der inversen Probleme sprunghaft angestiegen. Es entstand der Wunsch, die wichtigsten Entwicklungstendenzen dieses Gebietes aufzuarbeiten und mit Physikern, Geodäten, Chemikern, Biologen, Ingenieuren usw. zu diskutieren. Vom 12. 10. — 16. 10. 1987 fand aus diesem Anlaß in Halle eine Herbstschule über inverse Probleme statt, an der sich 40 Wissenschaftler beteiligten.

Der gegenwärtige Entwicklungsstand der inversen Problematik läßt sich folgendermaßen einschätzen: Jedes spezielle physikalische Problem ist von komplexer Natur. Die in der Mathematik verwendeten Modelle enthalten jedoch nur wenige Materialparameter. Bei einer Vielzahl inverser Probleme versucht man, nur einen Parameter durch Messungen außerhalb einer offenen Menge zu bestimmen. Damit erfolgt eine Beschränkung auf Probleme, die allgemein nur in Labors studiert werden können. In Labors lassen sich die meisten Parameter konstant halten sowie verschiedene Versuche regeln und steuern. Bei der Konstruktion von Geräten gibt es zusätzlich gewisse Freiheitsgrade in den geometrischen Abmessungen sowie bei den verwendeten Materialien. Hieraus erklären sich die großen Erfolge der konstruktiven Wissenschaften wie der Ingenieurwissenschaften. Es sei in diesem Zusammenhang an Mechanik, Streutheorie, Optik, Elektronik, Diffusion, Tomographie usw. erinnert. Die konstruktive Denkweise entspricht der deduktiven Denkweise der Mathematik. Im Gegensatz dazu gibt es bei den interpretierenden Wissenschaften wie Geophysik, Bodenmechanik, Meteorologie, Raumforschung, Biologie, Medizin usw. prinzipielle Schwierigkeiten. Aus wenigen Messungen soll auf eine große Anzahl innerer Parameter geschlossen werden. Aber der Informationsmangel zieht eine Mehrdeutigkeit nach sich, d. h., verschiedene innere Parameter erzeugen dieselben Meßwerte. Diese Mehrdeutigkeit kann nur durch Zusatzinformationen, die aus dem Experiment kommen müssen, beseitigt werden. Für inverse Probleme gelten folgende Prinzipien: *Nur in Ausnahmefällen ist ein inverses Problem mathematisch entscheidbar. Die Lösung hängt in diesem Fall oft unstetig von den Meßwerten ab. Im Fall der Mehrdeutigkeit läßt sich als erster Schritt nur die Menge aller Lösungen einführen und studieren. In einem Labor kann man versuchen, mit Hilfe von Experimenten eine für die Anwendungen interessante Lösung auszuwählen.* Hieraus ergeben sich Konsequenzen für die wissenschaftliche Arbeit. Nur interdisziplinär lassen sich Erfolge erzielen. In den komplizierten Systemen der Natur ist der Wissenschaftler zum großen Teil auf praktische Erfahrungen angewiesen. Intensive Grundlagenforschung für inverse Probleme muß in Zukunft betrieben werden. Dabei steht die Klärung des Informationsinhaltes eines mathematischen Modells an erster Stelle, d. h., welche inneren Parameter können eindeutig und stabil aus Messungen bestimmt werden. Die Lösung des direkten Problems ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Behandlung des inversen Problems.

Einige ausgewählte Vorträge, die hiermit publiziert werden, sollen dem Leser einen Einblick in die aktuelle Forschung auf diesem Gebiet geben.

Gehaltene Vorträge

- G. ANGER (Halle): Inverse Probleme: Beispiele, Gegenbeispiele, Konsequenzen für die Anwendungen
- L. BALLANI (Potsdam): Inverse Probleme der Geodynamik
- H. GAJEWSKI (Berlin): Analysis und Numerik der Grundgleichungen der Halbleiterphysik
- H. GRÜNDEMANN (Karl-Marx-Stadt): Variations- und Randintegralmethoden zur numerischen Lösung von Problemen der Kontinuumsmechanik
- S. HANDROCK-MEYER (Karl-Marx-Stadt): Inverse Probleme für die Wärmeleitungsgleichung
- B. HOFMANN (Karl-Marx-Stadt): Regularisierungsverfahren zur numerischen Lösung linearer und nichtlinearer inverser und inkorrektur Aufgabenstellungen
- H. JOCHMANN (Potsdam): Ein inverses Problem des Rotationsverhaltens der Erde
- H. KAISER (Potsdam) und H.-C. KAISER (Berlin): Zur Identifikation von Interferenzschichten
- E. KLEINE (Berlin): Ein spezielles inverses Problem der Hydromechanik
- H. SCHACHTZABEL (Potsdam): Phasenrekonstruktion für Stapel homogener dielektrischer Schichten
- K. R. SCHNEIDER und L. POHLMANN (Berlin): Identifikation und Bifurkation in chemischen Prozessen
- U. TAUTENHAHN (Karl-Marx-Stadt): Zur numerischen Behandlung von Parameteridentifikationsproblemen bei Differentialgleichungen
- H. WESTPHAL (Berlin): Felder von Halbleiterlasern