

**DEUTSCHE GEODÄTISCHE KOMMISSION
bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften**

Reihe B

Angewandte Geodäsie

Heft Nr. 284

**LANDESBERICHT
DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
ÜBER DIE IN DEN JAHREN 1983 BIS 1987
AUSGEFÜHRTEN GEODÄTISCHEN ARBEITEN**

XIX. Generalversammlung der
Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik
1987 in Vancouver/Kanada

**NATIONAL REPORT
OF THE FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
ON THE GEODETIC ACTIVITIES
IN THE YEARS 1983 TO 1987**

XIX. General Assembly
of the International Union for Geodesy and Geophysics
1987 in Vancouver/Canada

vorgelegt von
presented by

Klaus Schnädelbach und/and Rudolf Sigl

München 1987

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission bei der C.H.Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

STATISTICAL METHODS FOR ESTIMATION AND TESTING OF GEODETIC DATA
STATISTISCHE METHODEN ZUM SCHÄTZEN UND TESTEN VON GEODÄTISCHEN DATEN

Dieter Fritsch, München

Zusammenfassung

Die Entwicklung und Anwendung von statistischen Methoden zur Analyse geodätischer Daten konnte im Zeitraum 1983 - 1987 wesentlich vorangetrieben werden. Dieser Fortschritt ist nicht zuletzt das Verdienst einer Speziellen Studiengruppe der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG SSG 4.60), die eigens hierzu bereits 1979 in Canberra/Australien eingerichtet wurde.

Da die Mehrzahl der Studiengruppenmitglieder aus deutschen Wissenschaftlern besteht (nahezu 50%), gibt der vorliegende Bericht u.a. die Beiträge dieser Wissenschaftler zu SSG-Themen wie erweiterter Modellbildung, Hypothesentests und Lösungsstrategien wieder. Des weiteren sind ebenso Beiträge zu allgemeinen statistischen Problemstellungen des Vermessungswesens einbezogen.

Einführung

Die Weiterentwicklung von statistischen Methoden steht in engem Zusammenhang mit der Ausbreitung von Rechnerkapazität. Verfolgt man die heutzutage angewandten Strategien und Konzepte, so wird direkt offensichtlich, daß ein Trend zu konsistenten und integralen Berechnungsmethoden zu verzeichnen ist. Diese Vorgehensweise wurde nicht zuletzt durch die Entwicklung und Anwendung moderner geodätischer Meßsensorik erforderlich.

Gilt es doch heutzutage, Daten von klassischen Sensoren wie Strecken- und Richtungsmessern mit moderner Sensorik wie GPS und INS zu kombinieren und einer konsistenten Datenanalyse zu unterziehen. Doch nicht nur heterogenes Datenmaterial zwingt zu verfeinerten statistischen Methoden, sondern die Frage nach dem Maximum an Information ist der Kernpunkt der statistischen Analyse.

Summary

The use of linear statistical inference for the analysis of geodetic data has been essentially broadened during the quadrennium 1983 - 1987. This progress particularly results of the work of a Special Study Group of the International Association of Geodesy (IAG SSG 4.60), which was founded in 1979 in Canberra/Australia.

Most of the members of this study group are German scientists (about 50%); for that reason the report is dealing with their contributions to SSG-topics like advanced model building, hypothesis testing and solution strategies. Moreover, contributions of more general nature in this context are also included.

Introduction

The additional development of statistical methods is linked with the widespread of computing power. Following the strategies and concepts nowadays applied, it is obvious, that there is a trend to consistent and integrated computation methods within the statistical inference of geodetic data. These procedures were also necessary by the development and application of modern geodetic sensors.

Nowadays we have to combine the data of classical geodetic sensors such as distance and direction measurement equipment with modern sensors such as GPS and INS for consistent data analyses. But not only because of the use of heterogenous data advanced statistical methods are needed; the main aim of every statistical analysis is to obtain the maximum of information.

Somit sind verschiedene Schwerpunkte innerhalb des Berichtszeitraums bearbeitet worden, auf die im folgenden näher eingegangen wird.

Statistische Analyse von geodätischen Messungen

Einer der Schwerpunkte in diesem Zusammenhang ist die Deformationsanalyse, die ebenso in dem Zeitraum 1979 - 1983 schon sehr umfangreich bearbeitet wurde. W. Benning (1984d, 1985a) gibt Analysen von Staumauerdeformationen wieder und definiert Grundgleichungen für ein digitales Deformationsmodell. Die Beiträge von R. Bill (1984b, 1985) gehen auf die Qualität geodätischer Überwachungsnetze ein und vergleichen die Leistungsfähigkeit von verschiedenen Programmpaketen zur Ausgleichung geodätischer Netze.

Modelle der Kontinuumsmechanik zur Deformationsanalyse beschreibt J. Boljen (1984); ein Weg, der sicherlich zur besseren Interpretation von Deformationen führen kann.

Die Beiträge von W. Caspary u.a. (1983, 1984, 1985, 1986) zeigen eine Gewichtsverlagerung zugunsten der robusten Schätzer. Inwieweit diese theoretisch abzusichern sind, ist Gegenstand weiterer Forschungsprojekte. L. Gründig/J. Bahndorf (1984) beschreiben die Planung und Anlage geodätischer Netze im Ingenieurbereich. Ein weiterer Beitrag (1985) verweist auf das Hilfsmittel "S-Transformation" zur optimalen Datumsfestlegung, wobei G. Funcke (1984) datumsinvariant vorgeht. Inwieweit hier Invarianten gegeben sind, wird in K.R. Koch (1985d) aufgezeigt. Einen weiteren Beitrag zur Datumsfestlegung gibt I. Illner (1985); K. R. Koch/K. Riesmeier (1983), K. R.

Thus, several topics have been investigated deeply during the quadrennium 1983-1987, which will be explained in detail in the following.

Statistical Analysis of Geodetic Measurements

One of the crucial points in this context is the analysis of deformations, which was also deepened considerably during the quadrennium 1979 - 1983. W. Benning (1984d, 1985a) analyses some deformations of dams and defines basic equations for a digital deformation model. The contributions of R. Bill (1984b, 1985) consider the quality of the network for monitoring deformations and compare the efficiency of program packages for the network adjustment.

Models of the discipline of continuum mechanics for the analysis of deformations are described by J. Boljen (1984), probably one way for a better understanding of deformations.

The contributions of W. Caspary et al. (1983, 1984, 1985, 1986) show an increasing importance of robust estimators. To what extent these procedures can be assured theoretically, is presently investigated. L. Gründig / J. Bahndorf (1984) consider the design and analysis of geodetic networks for engineering purposes. A further contribution (1985) refers to the tool of "S-transformation" within the analysis of deformations, where G. Funcke (1984) does not need any datum definition for his approach. The problem of invariant datum parameters is also treated by K.R. Koch (1985d). Further comments on the optimum datum definition are given by I. Illner (1985); K. R. Koch / K.

Koch (1984b, c, d, 1985b) vertiefen diese Problematik durch vergleichende Untersuchungen sowie methodische Aspekte. Die Aufsätze von W. Niemeier (1987) und R. Kelm (1985) lassen sich im weiteren Sinn ebenso hier einordnen.

In den Beiträgen von B. Heck (1984, 1985) wird auf die Sensitivität geodätischer Netze eingegangen. Die Aufdeckung von fehlerhaften Beobachtungen sowie die Fähigkeit, Deformationen aufzuzeigen, ist hierbei der wesentliche Gesichtspunkt. Ergänzende Betrachtungen in diesem Zusammenhang sind gegeben durch K. Fritzensmeier u. a. (1986), H. Grimhardt (1986) und M. Hahn/R. Jäger (1987).

Die Thematik der Deformationsanalyse soll durch die weiteren Publikationen hier abgeschlossen werden: W. Förstner / H. Werner (1986) beschreiben ein programmgesteuertes Vorgehen, D. Fritsch u. a. (1984) nutzen das Potential der Nahbereichsphotogrammetrie zur Aufdeckung von Formfehlern, P. Schwintzer (1984) verwendet das gemischte Modell bei der Generalisierung von Punktlageänderungen und W. Welsch / Y. Zhang (1984) geben Aussagen bezüglich der Kongruenz und Affinität wiederholt beobachteter Netze. Die Beiträge von J. Zaiser (1984, 1986) beziehen die Parameter des Erdschwerefelds in die Deformationsanalyse mit ein; dieses Konzept läßt sich ebenso der "Integrierten Geodäsie" zuordnen.

Die Verallgemeinerung der Deformationsanalysen in Verfahren zur Aufdeckung von rezenten Krustenbewegungen ist ebenso wieder bearbeitet worden. G.W. Hein (1986), G.W. Hein u.a. (1986) führen einen Modellvergleich zur Aufdeckung von vertikalen Krustenbewegungen durch, wohingegen E. Kanngieser (1983) die Kollokation zur Lösung die-

Riesmeier (1983), K.R. Koch (1984b, c, d, 1985b) deepen this problematic by comparative studies and methodological aspects. Moreover, the assertions of W. Niemeier (1987) and R. Kelm (1985) also fit into this subject.

The contributions of B. Heck (1984, 1985) consider the sensitivity of geodetic networks, what means, the ability for the detection of gross errors and monitoring of deformations. Supplementary considerations in this context are also given by K. Fritzensmeier et al. (1986), H. Grimhardt (1986) and M. Hahn/R. Jäger (1987).

The subject of deformation analysis shall be finished here by the further publications: W. Förstner / H. Werner (1986) describe a program driven approach, D. Fritsch et al. (1984) use the potential of close range photogrammetry for the detection of contour deviations. P. Schwintzer (1984) applies mixed models for monitoring point movements and W. Welsch / Y. Zhang (1984) give assertions with regard to congruity and similarity. In his contributions J. Zaiser (1984, 1986) includes the parameters of the gravity field into the analysis of deformations; this approach can also be classified as part of "Integrated Geodesy".

The generalization of the analysis of deformations in procedures for monitoring recent crustal movements has been dealt with during this quadrennium, too. G.W. Hein (1986), G.W. Hein et al. (1986) carry out a comparison of different models for the detection of vertical crustal movements, whereas E. Kanngieser (1983) solves this task by

ser Aufgabe heranzieht. Abgeleitete Aussagen über Oberflächenspannungen sind in W. Welsch (1983, 1984a) gegeben, wo wiederum die Kontinuumsmechanik weitere Hilfestellung geben kann. Ähnliche Betrachtungen für Eisflächen werden von M. Köhler (1984, 1986) angestellt, der die Kollokation zur Erfassung und Darstellung des Verzerrungsverhaltens einsetzt.

Optimierungsstrategien zur Anlage von geodätischen Netzen sollen nur gestreift werden: W. Benning (1984c) entwirft Netze unter dem Gesichtspunkt der optimalen Zuverlässigkeit, eine Strategie, die auch bei U. Steinhilber/W. Förstner (1985) eingesetzt wird. Eine andere Vorgehensweise zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit ist durch H. Müller (1986) gegeben. E. W. Grafarend/V. Müller (1985) setzen sich mit kritischen Netzkonfigurationen auseinander, die aus Satellitenbeobachtungen abgeleitet worden sind. Diese Fragestellung ist fundamental und muß zukünftig verstärkt untersucht werden, um das Potential der modernen Sensorik voll auszuschöpfen. Beiträge zu Kriterium-Matrizen sind gegeben durch E. W. Grafarend u. a. (1985, 1986); diese werden als Zielfunktionen in D. Fritsch (1985a), K. R. Koch (1985c) und B. Schaffrin (1985f) zum Netzentwurf 1. und 2. Ordnung eingesetzt.

Die Anlage und Optimierung von Verdichtungsnetzen beschreibt M. Illner (1986) - eine Fortführung und Ergänzung der Arbeit von R. Bill (1984a) zu dieser Thematik -. Ebenso läßt sich der Beitrag von H. G. Bähr (1983) hier einreihen. Die innere Genauigkeit von Verdichtungsnetzen ist Gegenstand der Betrachtungen von J. van Mierlo (1984), die sich auch in M. Mürle / R. Bill (1984) wiederfindet. Eine vollkommen andere Strategie zur Netzverdichtung

means of collocation. The computation of strain patterns has been investigated by W. Welsch (1983, 1984a), where also the discipline of continuum mechanics may give some support. Similar considerations for ice areas are given by M. Köhler (1984, 1986), who applies the method of collocation for the data analysis.

Strategies for network optimization will shortly be presented here: W. Benning (1984c) designs networks under the premise of the optimum reliability a strategy also used by U. Steinhilber/W. Förstner (1985). A quite different approach for the consideration of reliability is turned out by H. Müller (1986). E. W. Grafarend/V. Müller (1985) deal with critical configurations of networks derived from satellite observations. This is a fundamental question, which has to be investigated much more in detail to reach the full profit of modern sensory. Contributions by E. W. Grafarend et al. (1985, 1986) also deal with new aspects to the area of criterion matrices; these are used in a quite elementary manner as objective function in 1st. and 2nd. order design by D. Fritsch (1985a), K. R. Koch (1985c) and B. Schaffrin (1985f).

The establishment and optimization of densification networks is described by M. Illner (1986) - a continuation of the work of R. Bill (1984a) -. Moreover, the contribution of H. G. Bähr (1983) may also be classified under this topic. J. van Mierlo (1984) investigates the inner precision of densification networks; this approach can also be found in M. Mürle / R. Bill (1984). A quite different procedure for the densification of networks is

gibt B. Schaffrin (1985c), indem das von ihm propagierte Modell mit stochastischer Vorinformation Verwendung findet. H. Wolf (1984, 1985a) zeigt ebenso Vorgehensweisen zur Netzverdichtung auf und verallgemeinert seine Betrachtungen in die Netzgestaltung mit GPS-Messungen (1986). Die Ausgleichung von INS-Beobachtungen zur Anlage eines geodätischen Netzes ist gegeben in G. Boedecker (1987).

Im Rahmen eines Arbeitstreffens der IAG SSG 1.73: "Integrierte Geodäsie", der IAG SSG 4.60: "Statistische Methoden zum Schätzen und Testen von geodätischen Daten" und der Arbeitsgruppe III/1: "Genauigkeitsaspekte der kombinierten Punktbestimmung" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (IGPF), konnte die Thematik der Netzanlage und -verdichtung weiter vertieft werden (H. Ebner /D. Fritsch /G.W. Hein, 1986).

Der Übergang von statischer zu kinematischer Betrachtungsweise geodätischer Netze und Modellbildungen wird hervorgehoben in W. Welsch (1985, 1986a), N. Kersting/W. Welsch (1986) und soll den Bericht über die Netzanlage und -verdichtung abschließen.

Daß die Methoden der Parameterschätzung auch im Kataster angewendet werden können, zeigt W. Benning (1984b, e, f, 1985d), sicher eine Alternative zur bisherigen Vorgehensweise.

Die allgemeine Methodik wird ergänzt durch einen Beitrag von W. Caspary (1984), der sich mit Projektoren zur Parameterschätzung auseinandersetzt. Weitere Betrachtungen sind gegeben in H. Fröhlich / J. Kremers (1985) und H. Gleixner (1984), wo lösbar und unlösbar Parameter in Ausgleichungen und korrelierte Mittelwerte berechnet werden. Die Idee des Minimax-Prinzips hat

described by B. Schaffrin (1985c): his tool is an advanced model with stochastic prior information. H. Wolf (1984, 1985a) shows some strategies for network densification; their generalization results in his article on network design by means of GPS-observations (1986). The adjustment of INS-observations within a geodetic network is given by G. Boedecker (1987).

During a joint workshop of the IAG SSG 1.73: "Integrated Geodesy", the IAG SSG 4.60: "Statistical Methods for Estimation and Testing of Geodetic Data" and the Working Group III/1: "Accuracy Aspects of Combined Point Determination" of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), the aspects of the establishment and densification of geodetic networks could be deepened (H. Ebner/D. Fritsch/G.W. Hein, 1986).

The change from static to kinematic considerations of geodetic networks and model building is carried out by W. Welsch (1985, 1986a), N. Kersting/W. Welsch (1986) and terminates the report on network establishment and densification.

The methods of parameter estimation can also be applied for cadastral purposes (W. Benning, 1984b, e, f, 1985d), perhaps an alternative to the procedures used nowadays.

The general methodology is supplemented by a contribution of W. Caspary (1984), who describes projections for the estimation of parameters. Further considerations are given by H. Fröhlich / J. Kremers (1985) and H. Gleixner (1984), where solvable and unsolvable parameters of adjustments as well as correlated means are calculated. The idea of the minimax-principle is taken

H. Grimhardt (1984,1985) wieder aufgegriffen und minimale Wertebereiche für Parameterfunktionen abgeleitet. Auswerteverfahren und Berechnungswege für den interferrometrisch arbeitenden Satellitensensor "Makrometer" sind in R. Kelm (1984) dargestellt.

Daß die kollokative Parameterschätzung zur Modellierung von Bodenpreisen herangezogen werden kann, zeigt E. Kanngieser (1984), wengleich das Modell der Kovarianzanalyse hier sicher besser geeignet ist.

J. van Mierlo (1985) stellt die Verfahren der Parameterschätzung und Hypothesentests geometrisch dar und erleichtert damit die Interpretation von analytischen Vorgehensweisen. Einen umfassenden Beitrag zur Fehlertheorie gibt W. Niemeier (1984); H. Wolf (1987) hat mit seinen Betrachtungen zur Gesamt- bzw. Teilspurminimierung bei satzweisen Richtungsmessungen wieder das Problem der richtigen Auswahl von g-Inversen aufgegriffen.

Erweiterungen und Anwendungen zum Aufdecken von groben Fehlern sind gleichermaßen gegeben. W. Benning (1985b), W. Benning / R. Theissen (1985) wenden Ausreißertests bei der Helmert-Transformation und der freien Stationierung an. Der Beitrag von I. Burstedde / K. Cremer (1986) zur Ausgleichung von geodätischen Netzen vermittels der L1-Norm stellt ein robustes Verfahren zum Aufdecken von groben Fehlern zur Verfügung. Die Abhängigkeit der Ausgleichungsergebnisse von Genauigkeitsänderungen der Beobachtungen belegen M. Hahn / J. van Mierlo (1987); K.R. Koch (1983a, b) zeigt nochmals methodisch die Vorgehensweise zur Aufdeckung von groben Fehlern auf. Erweiterungen des Ausreißertests sind gegeben durch B. Heck (1985) und K.R. Koch (1985a), indem zweidimensionale Tests propagiert

up again by H. Grimhardt (1984,1985). He derives minimum tolerance intervals of parameter functions from tolerance intervals of the observations. R. Kelm (1984) gives evaluation and computational methods for the satellite sensor "Macrometer".

The modelling of soil prices is part of the considerations turned out by E. Kanngieser (1984), where the method of collocation is used; a better tool might perhaps be the models of n-way classification.

J. van Mierlo (1985) gives a geometrical interpretation of adjustment and hypothesis testing and thus allows an insight into analytical approaches. A detailed contribution on the theory of errors occurring in levelling networks is given by W. Niemeier (1984); H. Wolf (1987) takes up the problem of the proper choice of g-inverses within the adjustment of direction sets.

Extensions and applications of the detection of gross errors are also given. W. Benning (1985b), W. Benning / R. Theissen (1985) apply outlier detections to examples of coordinate transformation after Helmert and free point positioning. The contribution of I. Burstedde / K. Cremer (1986) on the adjustment of geodetic networks by means of the L1-norm provides for a robust procedure for the detection of gross errors. M. Hahn / J. van Mierlo (1987) present dependencies of accuracy changes of the observations on the estimated parameters. Methodological aspects on this subject are given by K.R. Koch (1983a, b). B. Heck (1985) and K.R. Koch (1985a) extent the existing theory on pairwise outlier detection. The one- and two-dimensional tests are also part of the investigat-

werden. Die ein- und zweidimensionalen Ausreißertests sind ebenso Gegenstand der Publikationen von L. Lenzmann (1984, 1985, 1986a), womit diese Thematik der groben Fehlersuche ein immer größeres Gewicht bekommt.

Die Helmert-Transformation ist ebenfalls Gegenstand verschiedener Beiträge. So vergleicht W. Benning (1985c) Helmert-transformierte Koordinaten mit den Ergebnissen einer strengen Ausgleichung, wohingegen in M. Hahn / R. Bill (1987) die Helmert-Transformation Beispiele liefert für einen Vergleich zwischen der L1- und L2-Norm. D. Kahler (1987) arbeitet die Theorie der inneren Genauigkeit für die Helmert-Transformation aus, und H. Wolf (1985b) berichtet über Folgerungen aus dieser Thematik.

Lösungsstrategien für die Anwendung der Methoden der Parameterschätzung sollen das Kapitel der statistischen Analyse abschließen. W. Benning (1984a, 1986) beschreibt seine Erfahrungen im Umgang mit heterogenen Daten und nutzt für Programmentwicklungen die Dünnschichttheorie von Matrizen aus. Diese Eigenschaft der geodätischen und photogrammetrischen Observablen ist ebenso Gegenstand des Beitrags von L. Hinsken (1985), der auf dieser Grundlage ein Rechenprogramm zur kombinierten photogrammetrischen Punktbestimmung entwickelt hat. Vorgehensweisen innerhalb der Neuausgleichung des Europäischen Triangulationsnetzes (RETRIG) gibt R. Kelm (1984, 1985) wieder.

H. Ebner / D. Fritsch (1987) führen eine neue Strategie zur Auflösung von linearen Gleichungssystemen in die Photogrammetrie ein, die jedoch im gesamten geodätischen Bereich angewendet werden kann. Hierbei werden die Eigenschaften von iterativen Lösungsverfahren

turned out by L. Lenzmann (1984, 1985, 1986a); thus the topic of blunder detection obtains substantial importance.

The similarity transformation according to Helmert is also subject of several publications. W. Benning (1985c) compares the coordinates obtained by the similarity transformation with the results of a rigorous adjustment. The transformation according to Helmert serves furthermore as an example for a comparison between the L1- and L2-norm (M. Hahn / R. Bill, 1984). D. Kahler (1987) works out the existing theory of inner precision with regard to Helmert's transformation, and H. Wolf (1985b) gives some inference on this subject.

Solution strategies for the application of the estimation procedures will finish the chapter on the statistical analysis. W. Benning (1984a, 1986) describes some experience of the evaluation of heterogeneous data and also makes use of the sparsity of matrices. These properties of geodetic and photogrammetric data are of relevance for L. Hinsken (1985), too, who developed a program package for combined photogrammetric point determination. R. Kelm (1984, 1985) cites procedures for the readjustment of the European Triangulation Network (RETRIG) with special emphasis on the use of doppler data.

H. Ebner / D. Fritsch (1987) introduce a new strategy for the solution of linear equation systems into photogrammetry, which may also be used in geodetic applications. This concept makes use of the properties of iterative solvers on different grids, which

ren innerhalb regelmäßiger Diskretisierungsstufen (Gittern) ausgenutzt.

result into very short computation times.

Schätzen und Testen von Varianz- und Kovarianzkomponenten

Estimation and Testing of Variance and Covariance Components

Die Verarbeitung von heterogenen Daten bedingt die Minimierung einer hybriden Norm, aus der die Normalgleichungen zum Schätzen der Parameter abgeleitet werden. Somit stellt sich zwangsweise das Problem der richtigen Gewichtung der Verbesserungsquadratsumme eines bestimmten Beobachtungstyps in Relation zu anderen Observablen.

The processing of a heterogeneous data set postulates the minimization of a hybrid norm, from which the normal equation system for the parameter estimation can be derived. Thus, there is the problem of proper weighting of one class of observations with respect to another one.

Ein Werkzeug zur a posteriori Ermittlung dieser Gewichtungsfaktoren ist die Varianzkomponentenschätzung (VKS), die in den vergangenen Jahren auch auf das Schätzen von Kovarianzkomponenten erweitert wurde. Somit kann die Ausgleichung von heterogenem Datenmaterial auf zwei Stufen ausgedehnt werden: nach der Berechnung von den Varianz- bzw. Kovarianzkomponenten können die endgültigen Parameter geschätzt werden. Dieses Konzept wird in den angeführten Beiträgen mehrfach propagiert und soll deshalb noch einmal besondere Betonung finden.

A tool providing for correct weighting factors is the method of variance component estimation (VCE), which has also been extended to the estimation of covariance components. The adjustment of heterogeneous data under the inclusion of VCE can be reached within two steps: first of all the variance and covariance components have to be estimated; these estimates are used for the final estimation of the parameters. This concept has been proposed several times in the recent past; for that reason we should draw attention to it once more.

Das Problem der Varianz- und Kovarianzkomponentenschätzung wird in D. Fritsch (1986) aufgegriffen und in die Modellbildung zur Auswertung von photogrammetrischen Daten einbezogen. Diese Modellbildung ist ebenso von K.R. Koch (1983c) und B. Schaffrin propagiert worden (B. Schaffrin/L. Hinsken, 1984). Weitere methodische Beiträge zur VKS sind gegeben durch E. W. Grafarend (1984, 1985), wo auch geodätische Anwendungen zitiert werden; K.R. Koch (1986) leitet Maximum Likelihood Schätzer für Varianzkomponenten ab.

The problem of variance- and covariance estimation is seized by D. Fritsch (1986) with regard to an advanced model building in photogrammetry. These models have also been proposed by K.R. Koch (1983c) and B. Schaffrin (B. Schaffrin /L. Hinsken, 1984); applications are given here for repeated observed geodetic networks. Further methodological aspects in this context are given by E.W. Grafarend (1984, 1985); he regards geodetic applications, too. The derivation of Maximum Likelihood estimates of variance components is

Zur Nutzbarmachung der Methodik geben W. Welsch / W. Oswald (1984), W. Welsch (1984b) Formelentwicklungen und Beispiele, um dem Praktiker den Einstieg in diese anspruchsvolle Materie zu erleichtern.

Über die Effizienzsteigerung bei der Varianzkomponentenschätzung berichten H. Fröhlich /B. Salzborn (1987), wobei hier besonders auf die Minimierung von Rechenzeit und Speicherplatz geachtet wird: ein Nivellementnetz dient hierzu als Beispiel. Eine weitere Anwendung in geodätischen Netzen ist durch A. Perelmutter /W. Welsch (1986) gegeben, indem die Varianzkomponentenschätzung ebenso in die Deformationsanalyse einbezogen wird.

Eindimensionale Anwendungen werden beschrieben in W. Förstner (1985), wo das Signal/Rauschverhältnis innerhalb der autoregressiven Modellierung geschätzt wird, und in K.R. Koch (1987), der die Genauigkeitseigenschaften von elektro-optischen Entfernungsmessern auf Eichstrecken überprüft. Diese beiden Anwendungen belegen in sehr eindrucksvoller Art und Weise die Notwendigkeit der Varianzkomponentenschätzung.

Die Anwendung von VKS bei der Vereinigung von Satellitenbeobachtungen mit klassischen Observablen ist Gegenstand der Untersuchungen von W. Welsch / W. Oswald (1985), W. Welsch (1986b), W. Welsch / W. Oswald (1986a, b), W. Welsch (1987) und W. Welsch /W. Oswald (1987). Diese Vorgehensweise ist insofern bedeutsam, da a priori nur wenige Kenntnisse über die Genauigkeiten von Satellitenbeobachtungen gegeben sind.

Das Testen von geschätzten Varianzkomponenten wurde in jüngster Zeit von K.R. Koch vermittels Bayes-Strategien gelöst (H. Ebner/D. Fritsch/G.W. Hein,

turned out by K.R. Koch (1986).

The practical use of the VCE is alleviated by the contributions of W. Welsch / W. Oswald (1984), W. Welsch (1984b), where a lot of examples demonstrate the efficiency of the approach.

An increase of efficiency is part of a further presentation: H. Fröhlich/B. Salzborn (1987) minimize the computation time and memory needed within the algorithmization of the VCE. A leveling network serves as an example for their considerations. How the method of VCE can be applied within the analysis of deformations shows the contribution of A. Perelmutter/W. Welsch (1986).

One-dimensional applications are described in W. Förstner (1985), where a signal/noise ratio is estimated with regard to autoregressive modelling; K.R. Koch(1987) checks the accuracy of electro-optical distance meters used on calibration lines. These two applications show once more the necessity for advanced statistical concepts.

The application of VCE within the combination of satellite and terrestrial observations is part of the investigations given by W. Welsch / W. Oswald (1985), W. Welsch (1986b), W. Welsch/W. Oswald (1986a, b), W. Welsch (1987), and W. Welsch/W. Oswald(1987). This procedure is very important, because there is only less knowledge available on the accuracy behaviour of satellite observations.

Testing of estimated variance components has also been solved in the recent past: K.R. Koch makes use of the Bayesian inference for the derivation

1986), so daß nun ebenso eine Beurteilung der Schätzergebnisse möglich ist.

Erweiterte Modelle zum Schätzen und Testen von unbekanntem Parametern

Die Bereitstellung von erweiterten Modellen zum Schätzen und Testen von unbekanntem Parametern erfolgte in diesem Zeitraum auf breiter Basis.

Weitere Entwicklungen der Bayes-Verfahren durch die Statistiker haben die geodätische Modellbildung positiv beeinflusst: zeigt sich doch langsam die Bandbreite der Anwendungen in Fällen, wo bisweilen keine Beurteilung möglich war. Als Beispiele sollen hier nur das Testen von Ungleichungshypothesen (K. Riesmeier, 1984, K. R. Koch / K. Riesmeier, 1985) sowie der zuvor zitierte Test von Varianzkomponenten betrachtet werden, um zuvor ungelöste Fälle aufzuzeigen. Eine weitere Bayes-Anwendung ist in K. R. Koch (1984a) gegeben, wo statistische Tests zur Aufdeckung von rezenten Krustenbewegungen definiert sind.

Die Einbeziehung von a priori Wissen ist ebenso Gegenstand der umfangreichen Modellentwicklungen von B. Schaffrin. In mehreren Arbeiten wird das von ihm propagierte Modell mit stochastischen Vorinformationen hervorgehoben. Er betont dabei die Empfindlichkeit der bisherigen Modellbildung gegenüber fehlerhafter Vorinformation und stellt als Alternative ein robustes Schätzverfahren bereit.

In Y. Bock / B. Schaffrin (1986) wird dieses Schätzverfahren zur Vorhersage von Krustenbewegungen unter Einbeziehung eines gegebenen geophysikalischen Modells eingesetzt. Durch Simulationen wird nachgewiesen, daß sich eine pessimistischere Dispersionsmatrix für die

of test statistics (H. Ebner/D. Fritsch/G.W. Hein, 1986).

Advanced Models for Estimation and Testing of Unknown Parameters

The availability of advanced models for estimation and testing of unknown parameters has been essentially broadened during this quadrennium.

Further developments of the Bayesian inference by statisticians have positively influenced the geodetic model building. The number of applications, which up to now could not be solved, is increasing. Examples are represented here by testing linear inequalities as hypotheses, which has been solved by K. Riesmeier (1984) and K.R. Koch / K. Riesmeier (1985), as well as the hypothesis test of variance components as pointed out before. A further application of Bayesian statistics is given by K.R. Koch (1984a), where it is used to detect recent crustal movements.

The inclusion of prior information into the model building is part of the detailed developments of B. Schaffrin. He gives a lot of contributions on his model with stochastic prior information. The difference of this model with regard to the models presently applied, lies in the robustness against erroneous prior informations.

Y. Bock / B. Schaffrin (1986) apply this robust estimation procedure for the prediction of crustal movements. They use a preliminary geophysical model as prior information. As it can be shown by simulation studies, there is an increase of the dispersion of the

geschätzten Parameter ergibt; somit sind von diesem robusten Schätzverfahren bessere Genauigkeitaussagen zu erwarten.

Die weiteren Arbeiten von B. Schaffrin sollen hier nur kurz gestreift werden: B. Schaffrin (1983) ist als "Vorläufer" des robusten Schätzverfahrens zu sehen; die eigentliche Modellbildung ist in B. Schaffrin (1985a, b, c, d, e, 1986a, b), B. Schaffrin / E.W. Grafarend (1986) vollzogen.

Die Verarbeitung von GPS-Beobachtungen ist in B. Schaffrin/E.W. Grafarend (1986) und B. Schaffrin/Y. Bock (1987) dargestellt, wobei insbesondere auf die Berücksichtigung von zusätzlichen Parametern zur Elimination systematischer Fehler im Sender und Empfänger eingegangen wird. B. Schaffrin (1987a, b) enthält weitere Anwendungen des robusten Schätzverfahrens hinsichtlich der Kombination von Pegelbeobachtungen mit Nivellementsdaten sowie des geodätischen Randwertproblems.

Eine Erweiterung der Testtheorie ist durch B. Schaffrin (1987c) und B. Schaffrin/F.W.O. Aduol (1987) gegeben; während im ersten Beitrag die robuste Modellbildung auf das Testen von Hypothesen ausgedehnt wird und somit zu weniger empfindlichen Tests führt, behandelt der zweite Aufsatz die Approximation des Bayes-Schätzers für die Standardabweichung im linearen Modell.

Die Fourieranalyse ist ebenso methodisch ergänzt worden. Da überdies hier leistungsfähige Algorithmen wie die schnelle Fouriertransformation zur Verfügung stehen, birgt die Einbeziehung des Frequenzbereichs eine weitere Informationsquelle zur Analyse von geodätischen Daten.

estimated parameters with regard to non - robust considerations ; thus it seems to be obvious obtaining more realistic accuracy measures by this approach.

The further work of B. Schaffrin shall be touched slightly in the following: B. Schaffrin (1983) can be seen as introduction into the robust model building; the contributions B. Schaffrin (1985a,b, c, d, e, 1986a,b), B. Schaffrin / E. W. Grafarend (1986) contain all the informations on this model building.

The processing of GPS-observations is given by B.Schaffrin/E.W. Grafarend (1986) and B. Schaffrin/Y.Bock (1987). They put special emphasis on the elimination of nuisance parameters, which are necessary to model some systematic effects such as the influence of transmitter, receiver and clock errors. B. Schaffrin (1987a, b) give applications of the robust estimation merging gauge registrations with levelling data and solving the geodetic boundary value problem.

An extension of the test theory is represented by B. Schaffrin (1987c) and B. Schaffrin/F.W.O. Aduol (1987): the first contribution defines robust hypothesis testing leading to robust test statistics and the second one approximates the Bayesian estimate of the standard deviation in linear models.

The Fourier analysis has also been supplemented in the recent past. In view of powerful algorithms such as the fast Fourier transform algorithm this development may serve as additional source of information within the analysis of geodetic data, because the frequency domain provides for fur-

D. Fritsch (1985b) zeigt Dualitätsrelationen zwischen der Fourierreihe und der diskreten Fouriertransformation auf. Damit ist der Kreis zur Einbeziehung leistungsfähiger Algorithmen geschlossen, wengleich hier noch weitere Untersuchungen anzustellen sind.

Anwendungen zu diesen Dualitätsrelationen sind gegeben in K.R. Koch / D. Fritsch (1984), wo Variationen der Meeresoberfläche aufzudecken sind, und in U. Rohde u.a.(1984), die Schwingungen von Meßpfeilern analysieren. Weitere Anwendungen befinden sich in D. Fritsch (1983), indem digitale Filter zur Datenvorverarbeitung herangezogen werden. Des weiteren werden diese Entwicklungen zur Ermittlung der kleinsten Digitalisierungseinheit bei der Quantifizierung von Kontinua herangezogen.

Ein methodischer Beitrag zum Studium von Diskretisierungseffekten ist ebenso gegeben durch F. Krumm u. a.(1986), wo auf kontinuierliche geodätische Netze, Fourier-Analysen und Kriterium-Matrizen eingegangen wird. Die Weiterführung dieser Arbeiten wird sicherlich zu verbesserten analytischen Methoden führen können.

Weitere Beiträge zur Thematik der Modellerweiterung sollen noch aufgezeigt werden: H. Ebner (1985) führt Betrachtungen zu ausgleichenden Geraden im Raum aus, um somit Objektkenntnisse in der kombinierten photogrammetrischen Punktbestimmung zu nutzen. In K.R. Koch / D. Fritsch (1983) wird ein Polynommodell zur Abschätzung der Genauigkeit des ERS-1 Altimeters verwendet.

Der Beitrag von K.R. Koch / H. Papo (1985) erweitert die freie Netzausgleichung, indem zusätzliche Parameter

ther insights.

D. Fritsch (1985b) shows some dualities between the Fourier series and the discrete Fourier transform. Thus, the Fourier series can be calculated by means of the fast Fourier transform algorithm, although further investigations have to be made here.

On applications of this approach report K. R. Koch / D. Fritsch (1984), where variations of the ocean surface are to be detected and eliminated. The same procedure is applied by U. Rohde et al. (1984) for the analysis of pillar oscillations. Further remarks are given by D. Fritsch (1983); he used digital filters for data preprocessing to eliminate some noise or nuisance frequencies within the observations. Another contribution (D. Fritsch, 1984) derives the optimum sampling density by frequency considerations.

The method of Fourier analysis is also used by F. Krumm et al. (1986), where continuous geodetic networks are analysed and also criterion matrices are considered. This work has to be pursued in order to obtain improved analytical methods.

Further developments on model building should also be pointed out: H. Ebner (1985) describes considerations on best-fit straight lines to have some object knowledge for the combined photogrammetric point determination. K.R. Koch/D. Fritsch (1983) use a polynomial model for the estimation of accuracy in ERS-1 altimetry.

The contribution of K.R.Koch/H. Papo (1985) extents the free net adjustment by introducing additional parameters

zur Aufdeckung von Deformationen oder Krustenbewegungen in die Modellbildung einbezogen werden. Ebenso läßt sich der Aufsatz von L. Lenzmann (1986b) hier einordnen.

Betrachtungen zur Verteilungsfunktion der nichtzentralen F-Verteilung sind gegeben in K.R. Koch / W. Gaida (1985). Diese Hilfsmittel werden beim Testen von Alternativhypothesen benötigt, um die Nichtzentralitätsparameter zu ermitteln.

Eine weitere Modellverfeinerung ist mit den Arbeiten zur "Integrierten Geodäsie" gegeben. Dieses Gebiet wird von G.W. Hein seit längerer Zeit bearbeitet und beinhaltet die Verarbeitung aller zur Verfügung stehenden Beobachtungen in einem geschlossenen Modell. Da die "Integrierte Geodäsie" somit auch anderen Schwerpunkten der Geodäsie zuzuordnen ist, sollen die vorliegenden Publikationen nur synoptisch wiedergegeben werden.

In B. Eissfeller / G.W. Hein (1984, 1985) sind die Beobachtungsgleichungen von Satellitenverfahren niedergeschrieben. Über eine Verbesserung der Bahnbestimmung vermittelt der integrierten Geodäsie berichtet B. Eissfeller (1985).

Die Forschungsergebnisse sind ebenso in eine Programmentwicklung umgesetzt worden (G.W. Hein / H. Landau, 1983). Des weiteren werden in G.W. Hein (1983a, b) und G.W. Hein u. a. (1984) auf Konsequenzen und Erfahrungen im Umgang mit der geschlossenen Modellbildung hingewiesen. Ein schrittweises Vorgehen innerhalb dieses Konzepts ist mit G.W. Hein u. a. (1985) gegeben.

Anwendungen sind beschrieben in G.W. Hein / B. Eissfeller (1984, 1985), G.W. Hein (1985) und G.W. Hein u. a. (1985), wo Höhenänderungen, Höhenfestlegungen und GPS-Daten in die Analyse einbezo-

for the detection of deformations and crustal movements, respectively. Also the presentation of L. Lenzmann (1986b) fits into this subject.

Considerations on the cumulative distribution function of the noncentral F-distribution are given by K.R. Koch/W. Gaida (1985). This work is important in order to obtain the noncentrality parameter for the testing of alternative hypotheses.

A further model refinement is contributed by the concept of "Integrated Geodesy". G.W. Hein investigates the methods and algorithms for the combination of all available data in one model. This concept fits also very well into other geodetic research topics, for that reason the publications presented will be explained synoptically.

B. Eissfeller/G.W. Hein (1984, 1985) give the observation equations of satellite techniques with regard to integrated geodesy. Contributions on the improvement of the satellite orbit are presented by B. Eissfeller (1985).

The research within the integrated geodesy strategy resulted also into a comprehensive program package (G.W. Hein/H. Landau, 1983). In further contributions G.W. Hein (1983a, b), G.W. Hein et al. (1984) report on consequences and experience in association with heterogeneous data. A stepwise approach for the integrated geodesy concept is represented by G.W. Hein et al. (1985).

Applications are also given by G.W. Hein/B. Eissfeller (1984, 1985), G.W. Hein (1985) as well as G.W. Hein et al. (1985), where temporal height changes, vertical datum definitions

gen werden.

Anwendungen von zeitinvarianten und dynamischem Modellen

Die Verarbeitung von geodätischen Daten kann in besonderen Anwendungen eine Modellbildung erfordern, die in der Signalverarbeitung üblich ist. Zum einen steht hier mit der linearen Systemtheorie ein mächtiges Werkzeug zur Verfügung, das es auch in der Geodäsie zu nutzen gilt, zum anderen sind zur Auswertung von dynamischen Vorgängen ebenso leistungsfähige Schätzverfahren entwickelt worden.

Daß diese Methoden und Verfahren nur langsam Zugang in die geodätische Modellbildung finden, zeigt die Anzahl der vorliegenden Publikationen. Dennoch ist der Umbruch in diese Richtung in vollem Gange, wenngleich hier noch sehr viel Entwicklungsarbeit zu leisten ist.

D. Fritsch (1984a) benutzt die lineare Systemtheorie zum Entwurf von zweidimensionalen Systemen mit endlich langer Impulsantwort. Erweiterungen in mehrdimensionale Systeme sind gleichermaßen vorhanden. Diese Algorithmik ist jedoch auf regelmäßige Strukturen beschränkt, so daß an der Verallgemeinerung auf unregelmäßige Datenstrukturen gearbeitet werden muß.

Die dynamische Modellbildung findet Anwendung in der Arbeit von H. Pelzer (1984), der die Deformationen als Reaktionen äußerer Einwirkungen auf ein geschlossenes System auffaßt. Weitere Anwendungen sind gegeben durch W. Möhlenbrink (1984), W. Möhlenbrink / P. Krzystek (1984), wo dynamische Modelle in Meßverfahren für windinduzierte Bewegungen integriert sind.

and GPS-observations have been integrated into the data analysis.

Application of Time Invariant and Dynamic Models

The processing of geodetic data requires in some cases for models of the discipline of digital signal processing. On the one hand, the linear time invariant system theory provides for a mighty mathematical tool, which should also be used in geodesy; on the other hand the evaluation of dynamic processes can also lead to efficient estimation procedures developed in the recent past.

But the introduction of these methods and procedures has advanced only slowly during this quadrennium, as indicated by the number of publications. However, progress into this direction is obvious, even if one has to carry out a lot of developments and investigations in this field.

D. Fritsch (1984a) uses the linear time invariant system theory for the design of two-dimensional systems with finite impulse response. Extensions into multi-dimensional systems are also possible. The disadvantage of these algorithms lies in the gridded data structure, so that the generalization onto arbitrary data sets has to be worked out in the future.

The dynamic model is applied in the presentation of H. Pelzer (1984); where the deformations are interpreted as reactions of a closed system to influences from outside. W. Möhlenbrink (1984), W. Möhlenbrink/P. Krzystek (1984) give applications. They integrate dynamic models into observation procedures for the detection of movements of man-made constructions.

Die Anwendung des Kalman-Filters ist in zwei Publikationen niedergelegt: H. Kahmen u. a. (1984) verwenden den Kalman-Filter innerhalb eines intelligenten polaren Vermessungssystems, das zur Beobachtung von statischen und kinematischen Punktfeldern eingesetzt werden kann. Ein ähnliches Problem hat B.-D. Teichert (1986), indem die automatische Zielverfolgung von Mondreflektoren zu gewährleisten ist. Diese beiden Aufsätze demonstrieren die Leistungsfähigkeit der Kalman-Filter Technik, die sicherlich immer mehr in rekursive Parameterschätzungen einbezogen werden kann.

Schluß und Ausblick

Verfolgt man die Bandbreite der vorliegenden Publikationen, so wird offensichtlich, daß hier ein wesentlicher Fortschritt erzielt werden konnte. Das hohe Niveau der vorgeschlagenen Methoden ist jedoch noch der Praxis zugänglich zu machen, so daß an die Wissenschaftler appelliert werden muß, auch dafür zu sorgen. Die Geodäsie ist letztlich eine Ingenieurdisziplin und bezieht ihre Daseinsberechtigung aus der Lösung von praktischen Aufgabenstellungen.

Somit bleibt zu hoffen, daß der Fortschritt auf diesem Sektor weiter anhält und die vorgeschlagenen Methoden in einfache Algorithmen zur praktischen Anwendung umgesetzt werden. Unter diesen Gesichtspunkten und dem Leitsatz von L. Boltzmann folgend: "Nichts ist praktischer als eine gute Theorie" wird der vorliegende Bericht abgeschlossen.

The application of Kalman filtering is pointed out in two publications: H. Kahmen et al. (1984) use the Kalman filter for the development of an intelligent surveying system. This system automatically observes targets of static and kinematic point manifolds, respectively. A quite similar problem is represented by B.-D. Teichert (1986). He developed methods for automated lunar laser ranging. These two contributions show the efficiency of the Kalman filtering technique, which might be used more and more within recursive parameter estimations.

Conclusions and Outlook

The progress within the statistical methods for estimation and testing of geodetic data is obvious, if we have a look at the publications presented. But there is another aspect for which the scientists have to take care for: to pass over the highly sophisticated models and procedures to the practitioners. Geodesy is an engineering discipline and therefore responsible for the solution of practical problems.

In this way, we are hoping to make further progress in this field and to translate the theory into powerful algorithms for practical applications. Following these considerations and the motto of L. Boltzmann: "Nothing else is more practical than a good theory" the report is concluded.

REFERENCES - LITERATUR

- BÄHR, H.G. (1983): Reihenfolgen für Messungen und Punkte eines geodätischen Netzes nach Gesichtspunkten der Genauigkeit und der Zuverlässigkeit. Allgem. Verm. Nachr., 90: S. 384-391.
- BENNING, W. (1984a): Zur Auswertung nivellitischer, tachymetrischer und trigonometrischer Messungen mit Hilfe mittlerer Datentechnik - Das Programmsystem ATM -. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 19-27.
- BENNING, W. (1984b): Komplexe Ausgleichung flächenhafter Kataster-Aufnahmen - das Programmsystem KAFKA. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 422-435.
- BENNING, W. (1984c): Zur Strategie des Entwurfs geodätischer Netze aus optimierter Zuverlässigkeit. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 563-569.
- BENNING, W. (1984d): Zur Analyse von Staumauerdeformationen. Verm. Wesen, Raumordn., 46: S. 259-265.
- BENNING, W. (1984e): Modell und Beispiele zur linienweisen Ausgleichung von Kataster-Aufnahmen. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 222-229.
- BENNING, W. (1984f): Zur flächenhaften Katasterausgleichung mit Hilfe stochastischer Variablen. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 229-237.
- BENNING, W. (1985a): Grundgleichungen der 2D-Deformationsanalyse für ein digitales Deformationsmodell. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 67-74.
- BENNING, W. (1985b): Test von Ausreißern bei der Helmerttransformation. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 207-209.
- BENNING, W. (1985c): Ein Vergleich Helmert-transformierter Koordinaten mit den Ergebnissen einer strengen Ausgleichung. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 502-512.
- BENNING, W. (1985d): Ein Modell zur integrierten terrestrischen Katastergeodäsie. Allgem. Verm. Nachr., 92: S. 153-157.
- BENNING, W./R. THEISSEN (1985): Ausreißertests bei der freien Stationierung. Allgem. Verm. Nachr., 92: S. 283-293.
- BENNING, W. (1986): Analyse hybrider Lageaufnahmen in Sparse-Technik. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 506-513.
- BILL, R. (1984a): Eine Strategie zur Ausgleichung und Analyse von Verdichtungsnetzen. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 295, München.
- BILL, R. (1984b): Zur Qualität geodätischer Überwachungsnetze. In: Ingenieurvermessung 84, Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Bd. 1, Dümmler, Bonn.
- BILL, R. (1985): Die Leistungsfähigkeit moderner Programme zur Ausgleichung ebener geodätischer Netze. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 483-495.
- BOCK, Y./B. SCHAFFRIN (1986): Robust Prediction of the Earth's Crustal Movements from Precise Geodetic Data and a Vague Geophysical Model. Proc. First World Congr. Bernoulli Society on Mathematical Statistics, Taschkent.
- BOEDECKER, G. (1987): Zur Ausgleichung von Inertialnetzen. Zeitschr. Verm. Wesen, 112: S. 21-29.
- BOLJEN, J. (1984): Statische, kinematische und dynamische Deformationsmodelle. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 461-468.
- BURSTEDDE, I./K. CREMER (1986): Zur Ausgleichung geodätischer Netze nach der 1-Norm. Allgem. Verm. Nachr., 93: S. 228-234.
- CASPARY, W./Y. Q. CHEN/R. KÖNIG (1983): Kongruenzuntersuchungen in Deformationsnetzen durch Minimierung der Summe der Klaffungsbeträge. In: Deformationsanalysen 83, Ed. W. Welsch, Schrift. Reihe Wiss. Studiengang Verm. Wesen, Universität Bundeswehr, Nr. 9, S. 77-94, München.

- CASPARY, W. (1984): Parameterschätzung in linearen Modellen mit Hilfe von Projektoren. In: 10 Jahre Hochschule der Bundeswehr München - Beitr. Inst. Geodäsie, Ed. W. Caspary/W. Welsch/A. Schödlbauer, Schrift. Reihe Wiss. Studiengang Verm. Wesen, Nr. 10, S. 25-27, München.
- CASPARY, W. (1984): Deformation Analysis Using a Special Similarity Transformation. Techn. Paper, FIG Int. Eng. Survey. Conf., pp. 145-151, Washington.
- CASPARY, W./H. BORUTTA (1985): Robust Estimation as Applied to Deformation Analysis. Proc. 4th. Int. Symp. Geod. Measur. Deform., Katowice.
- CASPARY, W./H. BORUTTA (1986): Geometrische Deformationsanalyse mit robusten Schätzverfahren. Allgem. Verm. Nachr., 93: S. 315-326.
- CVOROVIC, M./N. KERSTING/T. NINKOV/W. WELSCH (1986): Ein Weg der Stabilpunktidentifikation durch Untersuchung datumsinvarianter Vergleichselemente, gezeigt an einem Testnetz in Titograd. Allgem. Verm. Nachr., 93: S. 327-338.
- EBNER, H. (1985): Betrachtungen zur ausgleichenden Geraden im Raum. Verm. Phot. Kult. Techn., 83: S. 303-306.
- EBNER, H./D. FRITSCH/G. W. HEIN (1986): Minutes of the Joint Workshop. Report, Universität Bundeswehr, München.
- EBNER, H./D. FRITSCH (1987): The Multigrid Method and its Application in Photogrammetry. Int. Arch. Phot. Rem. Sens., 26, 3/3, Rovaniemi.
- EISSFELLER, B./G. W. HEIN (1984): The Observation Equations of Satellite Techniques in the Model of Integrated Geodesy. Proc. Int. Symp. Space Techn., Geodynamics, Sopron.
- EISSFELLER, B./G. W. HEIN (1985): A Contribution to 3D-Operational Geodesy. Part 4: The Observation Equations of Satellite Geodesy in the Model of Integrated Geodesy. Schrift. Reihe Wiss. Studiengang Verm. Wesen, Universität Bundeswehr, Nr. 17, München.
- EISSFELLER, B. (1985): Orbit Improvement Using Local Gravity Field Information and Least-Squares Prediction. Manuscripta Geodaetica, 10: pp. 91-101.
- FÖRSTNER, W. (1985): Determination of the Additive Noise Variance in Observed Autoregressive Processes Using Variance Component Estimation Technique. Statistics & Decisions, Supplement Issue, 2: pp. 263-274.
- FÖRSTNER, W./H. WERNER (1986): Programmgesteuerte Deformationsanalyse. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 236-247.
- FRITSCH, D. (1983): Preprocessing of Deformation Data by Means of Digital Filtering. In: Deformation Measurements, Ed. I. Joo/A. Detrekoi, pp. 263-274, Akademiai Kiado, Budapest.
- FRITSCH, D. (1984a): Two-Dimensional Finite Impulse Response (FIR) Linear Systems in Digital Photogrammetry. Int. Arch. Phot. Rem. Sens., 25, A3a, pp. 290-300, Rio de Janeiro.
- FRITSCH, D. (1984b): Proposal for the Determination of the Least Sampling Interval for DEM Data Acquisition. Techn. Paper Workshop Digital Elevation Models, Edmonton.
- FRITSCH, D. /H. KLENNERT /F. MÜLLER /R. REISER /M. STEPHANI (1984): Hochpräzise photogrammetrische Vermessung von Industrieobjekten. In: Ingenieurvermessung 84, Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Bd. 2, Dümmler, Bonn.
- FRITSCH, D. (1985a): Some Additional Informations on the Capacity of the Linear Complementarity Algorithm. In: Optimization and Design of Geodetic Networks, Ed. E.W. Grafarend/F. Sanso, Springer, Heidelberg, 606 p.
- FRITSCH, D. (1985b): Some Remarks on Duality between Fourier Series and Discrete Fourier Transforms. Allgem. Verm. Nachr., Int. Supplem., 2: pp. 41-47.
- FRITSCH, D. (1986): Photogrammetry as a Tool for Detecting Recent Crustal Movements. Tectonophysics, 130: pp. 407-420.

- FRITZENSMEIER, K./W. NIEMEIER/F. K. BRUNNER (1986): Zur Aufdeckung kleiner systematischer Fehler in wiederholt gemessenen geodätischen Netzen. Allgem. Verm. Nachr., 93: S. 125-139.
- FRÖHLICH, H./J. KREMERS (1985): Zur Ermittlung der lösbaren und unlösbaren Parameter bei Ausgleichungen. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 200-203.
- FRÖHLICH, H./B. SALZBORN (1987): Zur Effizienzsteigerung bei der Varianzkomponentenschätzung in geodätischen Netzen. Zeitschr. Verm. Wesen, 112: S. 115-121.
- FUNCKE, G. (1984): Datumsinvariante Deformationsanalyse mit zwangsfreien Netzen. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 80-83.
- GLEIXNER, H. (1984): Zur Berechnung korrelierter Mittelwerte. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 62-72.
- GRAFAREND, E. W. (1984): Variance-Covariance-Component Estimation of Helmert Type in the Gauß-Helmert Model. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 34-44.
- GRAFAREND, E. W. (1985): Variance-Covariance Component Estimation - Theoretical Results and Geodetic Applications. Statistics & Decisions, Supplem. Issue, 2: pp. 407-441.
- GRAFAREND, E. W./V. MÜLLER (1985): The Critical Configuration of Satellite Networks, especially of Laser and Doppler Type, for Planar Configurations of Terrestrial Points. Manuscripta Geodaetica, 10: pp. 131-152.
- GRAFAREND, E. W./F. KRUMM/B. SCHAFFRIN (1985): Criterion Matrices of Heterogeneously Observed Threedimensional Networks. Manuscripta Geodaetica, 10: pp. 3-22.
- GRAFAREND, E. W./F. KRUMM/B. SCHAFFRIN (1986): Kriterion-Matrizen III - Zweidimensionale homogene und isotrope geodätische Netze. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 197-207.
- GRIMHARDT, H. (1984): Berechnung minimaler Wertebereiche für Parameterfunktionen eines Lagenetzes aus vorgegebenen Toleranzen der Beobachtungsgrößen. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 300, München.
- GRIMHARDT, H. (1985): Point Positions Subject to Tolerance Intervals for Observations. Manuscripta Geodaetica, 10: pp. 81-90.
- GRIMHARDT, H. (1986): Sensitivitätsanalyse Geodätischer Netze. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 34-40.
- GRÜNDIG, L./J. BAHNDORF (1984): Optimale Planung und Analyse von 2- und 3-Dimensionalen Netzen im Ingenieurbereich - Programmsystem OPTUN. In: Ingenieurvermessung 84, Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Bd. 1, Dümmeler, Bonn.
- GRÜNDIG, L./M. NEUREITHER/J. BAHNDORF (1985): Deformationsanalyse und S-Transformation. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 151-160.
- HAHN, M./R. BILL (1984): Ein Vergleich der L1- und L2-Norm am Beispiel Helmerttransformation. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 440-450.
- HAHN, M./R. JÄGER (1987): Zuverlässigkeitsbeschreibung bei der Partitionierung von Netzen. Verm., Phot. Kult. Techn., 85: S. 102-105.
- HAHN, M./J. van MIERLO (1987): Die Abhängigkeit der Ausgleichungsergebnisse von der Genauigkeitsänderung einer Beobachtung. Zeitschr. Verm. Wesen, 112: S. 105-115.
- HECK, B. (1984): Zur geometrischen Analyse von Deformationen in Lagenetzen. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 357-364.
- HECK, B. (1985): Ein- und zweidimensionale Ausreißertests bei der ebenen Helmerttransformation. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 461-471.

- HECK, B. (1986): Sensitivitätsanalyse geodätischer Deformationsnetze. Allgem. Verm. Nachr., 93: S. 169-181.
- HEIN, G. W./H. LANDAU (1983): A Contribution to 3D-Operational Geodesy. Part 3: OPERA - A Multi-Purpose Program for Operational Adjustment of Geodetic Observations of Terrestrial Type. Deutsche Geod. Kommission, Reihe B, Nr. 264, München.
- HEIN, G. W. (1983a): Consequences of Operational Geodesy: New Concepts of Geodetic Networks. In: Geodesy in Transition, Ed. K.P. Schwarz/G. Lachapelle, The University of Calgary, Publ. No. 60002, pp. 149-166.
- HEIN, G. W. (1983b): Aspekte der integrierten Geodäsie für Netzausgleichungen und Deformationsanalysen. In: Deformationsanalysen 83, Ed. W. Welsch, Schrift. Reihe Wiss. Studiengang Verm. Wesen, Universität Bundeswehr, Nr. 9, S. 183-195, München.
- HEIN, G. W./B. EISSFELLER (1984): Earth Deformation Analysis in the Context of Integrated Geodesy. Proc. Int. Symp. Recent Crustal Movem. Pacific Region, Wellington.
- HEIN, G. W./H. LANDAU/K. EGREDER (1984): Erste Erfahrungen zur integrierten geodätischen Netzausgleichung. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 75-86.
- HEIN, G. W./B. EISSFELLER (1985): Vertical Datum Definition by Integrated Geodesy Adjustment. Proc. 3rd. Int. Symp. North American Vertical Datum, Rockville.
- HEIN, G. W. (1985): Orthometric Height Determination Using GPS Observations and the Integrated Geodesy Adjustment Model. NOAA Techn. Report NOS 110 NGS 32, Nat. Geod. Surv., Nat. Ocean Serv., U.S. Dept. Commerce, Rockville.
- HEIN, G. W./B. EISSFELLER/H. LANDAU (1985): A Stepwise Approach for the Integrated Geodesy Adjustment Model. Proc. 7th. Int. Symp. Geod. Comput., Cracow.
- HEIN, G. W./B. EISSFELLER/H. LANDAU (1985): The Processing of GPS Baseline Vectors in Conventional Geodetic Networks Using Gravity Field Information and Least-Squares Collocation. Proc. 7th. Int. Symp. Geod. Comput., Cracow.
- HEIN, G. W. (1986): A Model Comparison in Vertical Crustal Motion Estimation Using Levelling Data. NOAA Techn. Report NOS 117 NGS 35, U.S. Dept. Commerce Rockville.
- HEIN, G. W./W. HAUSCH/E. GROTHEN (1986): Models for Determining Linear Vertical Movements from Levelling Data. In: Height Determination and Recent Crustal Movements in Western Europe, Ed. H. Pelzer, Wittwer, Stuttgart.
- HINSKEN, L. (1985): MOR-S: Ein Anwendungsbeispiel für die Sparse-Technik in einem photogrammetrisch - geodätischen Netzausgleichungsprogramm. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 416-424.
- ILLNER, I. (1985): Datumsfestlegung in freien Netzen. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 309, München.
- ILLNER, M. (1986): Anlage und Optimierung von Verdichtungsnetzen. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 317.
- KAHLER, D. (1987): Ein Beitrag zur Theorie der inneren Genauigkeit von transformierten Punktkoordinaten. Zeitschr. Verm. Wesen, 112: S. 153-157.
- KAHMEN, H./R. SCHWÄBLE/H. SUHRE (1984): Ein "intelligentes" polares Vermessungssystem für die Beobachtung statischer Punktfelder und kinematischer Vorgänge. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 553-563.
- KAMPMANN, G. (1985): Robuster Ausreißertest mit Hilfe der L1-Norm-Methode. Allgem. Verm. Nachr., 93: S. 139-147.
- KANNGIESER, E. (1983): Modellierung vertikaler Krustenbewegungen durch Kollokation. Zeitschr. Verm. Wesen, 108: S. 373-381.

- KANNGIESER, E. (1984): Modellierung der Bodenpreisentwicklung. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 517-523.
- KELM, R. (1984): Activities of the International Computing Centre Munich from 1981 to 1984. Proc. Symp. Readjustment European Triangulation, Copenhagen.
- KELM, R./H. TREMEL (1984): Testnetz Hohenpeißenberg - Wettzell, Auswertung der horizontalen Lage. DGFI Intern. Bericht: HT/RK/24/84.
- KELM, R. (1984): Das Makrometer - Vermessungssystem: Auswerteverfahren, Berechnungsweg. Forum, 4.
- KELM, R. (1985): Vertical Datum Definitions Discussed in View of European Vertical and Horizontal Networks. Proc. 3rd. Int. Symp. North American Vertical Datum, Rockville.
- KELM, R. (1985): Computational Procedures in RETRIG Phase III. Proc. Int. Symp. Geod. Comput., Cracow.
- KERSTING, N./W. WELSCH (1986): Kinematic Models for Analyzing Recent Vertical Crustal Movements and their Comparison in Application to the Test Network Pfungstadt. In: Height Determination and Recent Crustal Movements in Western Europe, Ed. H. Pelzer, Wittwer, Stuttgart.
- KOCH, K. R. (1983a): Tests for Outliers Derived From the Test of a General Linear Hypothesis. Dept. Geod., Report No. 19, Inst. Geophysics, University of Uppsala, Uppsala.
- KOCH, K. R./D. FRITSCH (1983): Accuracy of Ocean Topography from ERS-1 Altimetry as a Function of Ground Track Stability. Marine Geodesy, 7: pp. 141-151.
- KOCH, K. R. (1983b): Ausreißertests und Zuverlässigkeitsmaße. Verm. Wesen, Raumordn., 45: S. 400.
- KOCH, K. R./K. RIESMEIER (1983): Vergleich von Testverfahren für die Deformationsanalyse. In: Deformationsanalysen 83, Ed. W. Welsch, Schrift. Reihe Wiss. Studiengang Verm. Wesen, Universität Bundeswehr, Nr. 9, S. 197, München.
- KOCH, K. R. (1983c): Estimation of Variances and Covariances in the Incomplete Multivariate Model. Deutsche Geod. Kommission, Reihe A, Nr. 98, S. 53-59, München.
- KOCH, K. R. (1984a): Statistical Tests for Detecting Crustal Movements Using Bayesian Inference. NOAA Techn. Report NOS NGS 29, Nat. Geod. Surv., Nat. Ocean Serv., U.S. Dept. Commerce, Rockville.
- KOCH, K. R. (1984b): Durch Hypothesentests aufzudeckende Deformationen. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 269-276.
- KOCH, K. R. (1984c): Weiterentwicklung statistischer Auswertemethoden zur Aufdeckung rezenter Krustenbewegungen. Mitt. Inst. Geod., Universität Innsbruck Nr. 7, S. 99-106.
- KOCH, K. R./D. FRITSCH (1984): Detection of Variations of the Ocean Surface by the ERS-1 Altimetry Data for Repetitive Ground Tracks. In: The Use of Artificial Satellites for Geodesy and Geodynamics, Ed. G. Veis, 3: pp. 145, Publ. Nat. Techn. Univ., Athen.
- KOCH, K. R. (1984d): The Datum Problem of Geodetic Networks and its Application for a Special Optimization Problem. Optimization of Geodetic Operations, Ed. B.G. Harsson, Norges Geografiske Oppmaling, Publikasjon 3/1984: pp. 70, Honefoss.
- KOCH, K. R. (1985a): Test von Ausreißern in Beobachtungspaaren. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 34-38.
- KOCH, K. R. (1985b): Ein statistisches Auswerteverfahren für Deformationsmessungen. Allgem. Verm. Nachr., 92: S. 97-108.

- KOCH, K. R./K. RIESMEIER (1985): Bayesian Inference for the Derivation of Less Sensitive Hypothesis Tests. Bull. Geod., 59: pp. 167-179.
- KOCH, K. R./W. GAIDA (1985): Solving the Cumulative Distribution Function of the Noncentral F-Distribution for the Noncentrality Parameter. Scient. Bull. Stanislaw Staszic University of Mining and Metallurgy, No. 1024, Geodesy b. 90: pp. 35.
- KOCH, K. R. (1985c): Optimization of the Configuration of a Network by Introducing Small Position Changes. In: Optimization and Design of Geodetic Networks, Ed. E.W. Grafarend/F. Sanso, Springer, Heidelberg, 606 p.
- KOCH, K. R. (1985d): Invariante Größen bei Datumstransformationen. Verm., Phot. Kult. Techn., 83: S. 320-322.
- KOCH, K. R./H. PAPO (1985): Erweiterte freie Netzausgleichung. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 451-457.
- KOCH, K. R. (1986): Maximum Likelihood Estimate of Variance Components. Bull. Geod., 60.
- KOCH, K. R. (1987): Zur Auswertung von Streckenmessungen auf Eichlinien mittels Varianzkomponentenschätzung. Allgem. Verm. Nachr., 94.
- KÖHLER, M. (1984): Zum Einfluß systematischer Fehler bei der Bestimmung lokalen Strains auf Eisoberflächen. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 72-80.
- KÖHLER, M. (1986): Ein geodätischer Beitrag zur Erfassung und Darstellung des Verzerrungsverhaltens von Eisflächen unter Anwendung der Kollokationsmethode. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 318, München.
- KRUMM, F./E. W. GRAFAREND/B. SCHAFFRIN (1986): Continuous Networks, Fourier Analysis, and Criterion Matrices. Manuscripta Geodaetica, 11: pp. 57-78.
- LENZMANN, L. (1984): Zur Aufdeckung von Ausreißern bei überbestimmten Koordinatentransformationen. Zeitschr. Verm. Wesen, 109: S. 474-479.
- LENZMANN, L. (1985): Nichtiterative Varianzschätzung bei Ausreißern. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 203-207.
- LENZMANN, L. (1986a): Gewichtsschätzung zur Berücksichtigung eines mehrdimensionalen Ausreißers. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 128-133.
- LENZMANN, L. (1986b): Verfeinerung von Ausgleichungsmodellen im Hinblick auf Identitätsprüfungen. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: 500-505.
- MIERLO, J., van (1984): Inner Precision of a Densification Network. Allgem. Verm. Nachr., Int. Supplem., 1: pp. 40-46.
- MIERLO, J., van (1985): Geometrische Darstellung einer Ausgleichung und Hypothesentests. Allgem. Verm. Nachr., 92: S. 464-473.
- MÖHLENBRINK, W. (1984): Zur Entwicklung eines Meßverfahrens für die Bestimmung von Bauwerksverformungen aus Neigungs- und Beschleunigungsmessungen. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 307, München.
- MÖHLENBRINK, W./P. KRZYSTEK (1984): Messung windinduzierter Bewegungen an Hochbauten - Erfahrungen und neue Erkenntnisse. In: Ingenieurvermessung 84, Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Bd. 1, Dümmel, Bonn.
- MÜLLER, H. (1986): Zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit bei der Gewichtsoptimierung geodätischer Netze. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 157-169.
- MÜRLE, M./R. BILL (1984): Zuverlässigkeits- und Genauigkeitsuntersuchung ebener geodätischer Netze. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 45-62.
- NIEMEIER, W. (1984): Zur Fehlertheorie von Nivellementsnetzen. Verm. Wesen, Raumordn., 46: S. 78-96.
- NIEMEIER, W. (1987): Zur Bestimmung von Datumparametern aus Beobachtungen. Zeitschr. Verm. Wesen, 112: S. 139-153.

- PELZER, H. (1984): Zur Bildung geodätischer Modelle. In: Ingenieurvermessung 84 Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Bd. 1, Dümmler, Bonn.
- PERELMUTTER, A./W. WELSCH (1986): Zur Berechnung der Einheitsvarianz in Modellen zur Analyse von Netzdeformationen. Allgem. Verm. Nachr., 93: S. 338-341.
- RIESMEIER, K. (1984): Test von Ungleichungshypothesen in linearen Modellen mit Bayes-Verfahren. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 292, München.
- ROHDE, U./W. SCHAUERTE/S. SCHWARZ (1984): Erfassung und Auswertung nicht-periodischer Schwingungssignale. In: Ingenieurvermessung 84, Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Bd. 1, Dümmler, Bonn.
- SCHAFFRIN, B. (1983): Model Choice and Adjustment Techniques in the Presence of Prior Information. OSU-Report, No. 351, Columbus.
- SCHAFFRIN, B./L. HINSKEN (1984): Einige Anwendungsmöglichkeiten des Unvollständigen Multivariaten Dispersionskomponenten-Modells im Hinblick auf die Photogrammetrie. Festschrift G. Kupfer, Inst. Phot., Universität Bonn, Bonn.
- SCHAFFRIN, B. (1984): Über die Verwendung stochastischer Vorinformation in freien Netzen. In: Ingenieurvermessung 84, Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Dümmler, Bonn.
- SCHAFFRIN, B. (1985a): A Note on Linear Prediction within a Gauß-Markoff-Model Linearized with Respect to a Random Approximation. Proc. First Tampere Seminar Linear Models, Ed. T. Pukkila/S. Puntanen, University of Tampere Press pp. 285-300, Tampere.
- SCHAFFRIN, B. (1985b): Models for Deformation Analysis Considering Prior Information on the Expected Point Movements. Proc. 4th. Int. Symp. Geod. Measurements Deform.: pp. 295-303, Katowice.
- SCHAFFRIN, B. (1985c): Robust Alternatives for Network Densification. Geodezja, 90: pp. 17-29.
- SCHAFFRIN, B. (1985d): A Calibration Model for Geodetic Applications. Proc. Centenary Sess. Int. Statist. Inst.: pp. 523-525, Amsterdam.
- SCHAFFRIN, B. (1985e): On Design Problems in Geodesy Using Models with Prior Information. Statistics & Decisions, Supplement Issue, 2: pp. 443-453.
- SCHAFFRIN, B. (1985f): Network Design. In: Optimization and Design of Geodetic Networks, Ed. E.W. Grafarend/F. Sanso, Springer, Heidelberg, 606 p.
- SCHAFFRIN, B. (1985g): Das geodätische Datum mit stochastischer Vorinformation. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 313, München.
- SCHAFFRIN, B. (1986a): On Robust Collocation. Proc. First Hotine-Marussi Symp. Math. Geod.: pp. 343-361, Milano.
- SCHAFFRIN, B. (1986b): New Estimation/Prediction Techniques for the Determination of Crustal Deformations in the Presence of Geophysical Prior Information. Tectonophysics, 130: pp. 361-367.
- SCHAFFRIN, B./E. W. GRAFAREND (1986): Generating Classes of Equivalent Linear Models by Nuisance Parameter Elimination - Application to GPS-Observations. Manuscripta Geodaetica, 11: pp. 262-271.
- SCHAFFRIN, B./F. W. O. ADUOL (1987): Approximating the Bayesian Estimate of the Standard Deviation in a Linear Model. Proc. Int. Conf. Practical Bayesian Statistics, Cambridge.
- SCHAFFRIN, B. (1987a): Merging Gauge Registrations of Minor Accuracy into a First Order Levelling Network. In: Height Determination and Recent Crustal Movements in Western Europe, Ed. H. Pelzer, Wittwer, Stuttgart.
- SCHAFFRIN, B. (1987b): The Overdetermined Geodetic Boundary Value Problem. Proc. Int. Symp. Figure and Dynamics of the Earth, Moon, and Planets, Prag.

- SCHAFFRIN, B./Y. BOCK (1987): A Unified Scheme for Processing GPS Dual-Band Phase Observations. Bull. Geod., 61.
- SCHAFFRIN, B./E. W. GRAFAREND (1987): A Unified Computational Scheme for Traditional and Robust Prediction of Random Effects with some Applications in Geodesy. Proc. First Int. Conf. Statist. Computing (ICOSCO-I), Izmir.
- SCHAFFRIN, B. (1987c): Less Sensitive Tests by Introducing Stochastic Linear Hypotheses. Proc. Second Int. Tampere Conf. Statistics, Tampere.
- SCHWINTZER, P. (1984): Die Anwendung gemischter Modelle bei der Generalisierung von Punktlageänderungen am Beispiel eines Staudammüberwachungsnetzes. In: Ingenieurvermessung 84, Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Bd. 1, Dümmler, Bonn.
- STEINHILBER, U./W. FÖRSTNER (1985): Optimierung der Qualität örtlicher Messungen. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 112-120.
- TEICHERT, B.-D. (1986): Das erweiterte Kalman-Filter zur automatischen Zielverfolgung von Mondreflektoren. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 468-473.
- WELSCH, W. (1983): Finite Element Analysis of Strain Patterns from Geodetic Observations across a Plate Margin. Tectonophysics, Special Issue, 97: pp. 57-71.
- WELSCH, W. (1984a): Invarianzeigenschaften von Strainparametern. In: 10 Jahre Hochschule der Bundeswehr München - Beitr. Inst. Geod., Ed. W. Caspary/W. Welsch/A. Schödlbauer, Schrift. Reihe Wiss. Studiengang Verm. Wesen, Nr. 10, S. 129-150, München.
- WELSCH, W./Y. ZHANG (1984): Kongruenz und Affinität von geodätischen Netzen und Teilnetzen. Journ. Wuhan Techn. University, Survey. Mapp. (WTUSM), Special Issue, 1: S. 1-46.
- WELSCH, W./W. OSWALD (1984): Zur Nutzbarmachung der Varianz-Komponentenschätzung für praktische Vermessungsaufgaben. In: Ingenieurvermessung 84, Ed. K. Rinner/G. Schelling/G. Brandstätter, Bd. 1, Dümmler, Bonn.
- WELSCH, W. (1984b): Grundlagen, Gebrauchsformeln und Anwendungsbeispiele der Schätzung von Varianz- und Kovarianzkomponenten. Verm., Phot., Kult. Techn., 82: S. 296-301.
- WELSCH, W. (1985): Kinematische Netzbetrachtung. In: Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung II, Ed. H. Pelzer, Wittwer, Stuttgart.
- WELSCH, W./W. OSWALD (1985): Variance Analysis of Satellite Networks. Proc. First Int. Symp. Precise Positioning with the GPS-System, 1: pp. 667-676, NOAA, Rockville.
- WELSCH, W. (1986a): Some Aspects of the Analysis of Geodetic Strain Observations in Kinematic Models. Tectonophysics, 130: pp. 437-458.
- WELSCH, W. (1986b): Problems of Accuracies in Combined Terrestrial and Satellite Control Networks. Bull. Geod., 60: pp. 193-203.
- WELSCH, W./W. OSWALD (1986a): The Hybrid Adjustment of Terrestrial and Satellite Aided Network Observations. Proc. XVIII FIG Int. Congr., 5: 503.1, Toronto.
- WELSCH, W./W. OSWALD (1986b): Stochastic Aspects of Combining Terrestrial and Satellite Aided Point Positioning with Emphasis on Height Determination. In: Height Determination and Recent Crustal Movements in Western Europe, Ed. H. Pelzer, Wittwer, Stuttgart.
- WELSCH, W. (1987): Accuracy Problems when Combining Terrestrial and Satellite Observations. Proc. CERN Accelerator School, Appl. Geod. for Particle Accel. Genf.
- WELSCH, W./W. OSWALD (1987): Genauigkeitsuntersuchungen bei der hybriden Ausgleichung terrestrischer und satellitengestützter Netzbeobachtungen. Zeitschr. Verm. Wesen, 112: S. 30-41.

- WOLF, H. (1984): Zur Praxis der Punkteinschaltungen. Allgem. Verm. Nachr., 91: S. 432-440.
- WOLF, H. (1985a): Das Lage- und Höhenproblem in großen geodätischen Netzen bei Einbeziehung von Satellitendopplermessungen. Zeitschr. Verm. Wesen, 110: S. 179-186.
- WOLF, H. (1985b): Inferences from Helmert's Coordinate Transformation. Scientific Bulletins Stanislaw Staszic University of Mining and Metallurgy, No. 1024, Geodesy b. 90: pp. 9-16, Cracow.
- WOLF, H. (1986): Möglichkeiten zur Gestaltung geodätischer Netze mit GPS-Messungen. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 397-405.
- WOLF, H. (1987): Gesamt- oder Teilspurminimierung bei satzweisen Richtungsbeobachtungen. Zeitschr. Verm. Wesen, 112: S. 121-126.
- ZAISER, J. (1984): Ein dreidimensionales geometrisch-physikalisches Modell für konventionelle geodätische Beobachtungen - Beobachtungsfunktionale, Parameterschätzung und Deformationsanalyse. Deutsche Geod. Kommission, Reihe C, Nr. 298, München.
- ZAISER, J. (1986): Begründung, Beobachtungsgleichungen und Ergebnisse für ein dreidimensionales geometrisch-physikalisches Modell der Geodäsie. Zeitschr. Verm. Wesen, 111: S. 190-197.

167

