



Welche Umweltparameter kann man mit Photogrammetrie und Fernerkundung erfassen?

Karl Kraus ¹

¹ *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **79** (3), S. 235–246

1991

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Kraus_VGI_199119,  
  Title = {Welche Umweltparameter kann man mit Photogrammetrie und Fernerkundung  
    erfassen?},  
  Author = {Kraus, Karl},  
  Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen und  
    Photogrammetrie},  
  Pages = {235--246},  
  Number = {3},  
  Year = {1991},  
  Volume = {79}  
}
```



Welche Umweltparameter kann man mit Photogrammetrie und Fernerkundung erfassen?

von *Karl Kraus, Wien*

1. Vorbemerkungen

Unter Umweltschutz versteht man die Bewahrung der natürlichen Umwelt als Lebensgrundlage des Menschen vor schädlichen Einwirkungen. Dabei geht es um die Erhaltung und — soweit erforderlich — die Wiederherstellung der natürlichen Umwelt in dem Maße, in dem diese im Dienste der Gesundheit, der Wohlfahrt und des Wohlbefindens der Menschen — auch der zukünftigen Generationen — notwendig und wünschenswert erscheint (in Anlehnung an Sueng, 1988).

Das System „Erde“, auf das sich der Umweltschutz bezieht, ist — soweit überhaupt möglich — nur mit sehr vielen Parametern zu beschreiben. Einige dieser Parameter können mit Photogrammetrie und Fernerkundung erfaßt werden. Im folgenden wird zuerst ein Überblick über die photogrammetrischen und fernerkundlichen Erfassungssysteme gebracht, wobei auch einige umweltrelevante Anwendungsbeispiele, die hauptsächlich in den letzten Jahren am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien bearbeitet wurden, gebracht werden. Anschließend folgt der 3. Abschnitt, der die Kombination von photogrammetrischen und fernerkundlichen Daten mit anderen Datenbeständen im Rahmen eines Geo-Informationssystems (GIS) behandelt. Dabei steht die Herstellung einer Bodenerosionsgefährdungskarte im Mittelpunkt. Die Genauigkeit der erfaßten Umweltparameter wird in einem eigenen Abschnitt betrachtet. Im Detail erfolgt diese Betrachtung am Beispiel einer Gefällsstufenkarte. Der 5. Abschnitt geht andeutungsweise auf die Modellbildung des Systems „Erde“ aus den vielen Umweltparametern ein.

2. Überblick über die photogrammetrischen und fernerkundlichen Erfassungssysteme

2.1 Einer der wichtigsten Umweltparameter ist die Form der **Geländeoberfläche**. Sie wird photogrammetrisch als digitales Geländemodell (DGM) erfaßt und mit entsprechender Software in unterschiedlicher Weise visualisiert. Am bekanntesten ist die Darstellung der Geländeformen als Höhenlinien (Abb.1). Für die Überwachung der Bodenerosion, der in Zukunft eine große Bedeutung im Umweltschutz zukommt und auf die im 3. Abschnitt näher eingegangen wird, ist die aus dem DGM abgeleitete Gefällsstufenkarte von großer Wichtigkeit (Abb. 2).

Die Geländemodelle sind auch die Voraussetzung für die Eichung der (physikalischen) Fernerkundungsdaten. Die in einem Fernerkundungsbild festgehaltenen (reflektierten Sonnen-) Strahlungswerte hängen neben den Oberflächeneigenschaften der aufgenommenen Objekte auch von der Geländeform ab. Um den von der Geländeform herrührenden Anteil abspalten zu können, simuliert man zum Zeitpunkt der Fernerkundungsaufnahme eine Bestrahlung der (digitalen) Geländeoberfläche durch eine künstliche Sonne. Abb. 3 zeigt eine solche Simulation von Westösterreich. Die Sonne wurde genau im Süden mit einem Zenitwinkel von 50 gon angenommen.

2.2 Die in den **Luftbildarchiven** aufbewahrten **klassischen Luftaufnahmen** sind für viele umweltspezifische Fragestellungen besonders wertvoll. Vier typische Anwendungsbeispiele sollen im folgenden genannt werden:

- Die sukzessive Zerstörung naturnaher Bereiche im Seewinkel am Neusiedler See konnte bis zurück in das Jahr 1957 aus historischen Luftaufnahmen dokumentiert werden (Csaplovics, Senftner, 1991).
- Die Auswirkung der unterschiedlichen Bewirtschaftung auf die Almvegetation konnte anhand von historischen Luftaufnahmen, aus denen Stereooorthophotos hergestellt und mit Gefällsstufenkarten (Abb. 2) kombiniert wurden, analysiert werden. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die vegetationslosen und deshalb rutschgefährdeten Stellen gelegt (Kucher, 1986, Stehrer, 1985).
- Die Art und das Ausmaß der Verfüllung von — teilweise nicht genehmigten — Mülldeponien konnte aus historischen Luftaufnahmen für einzelne Befliegungszeitpunkte ermittelt werden (Umweltbundesamt, 1987).

PITSCHERBERG ORIGINAL

1 : 2500

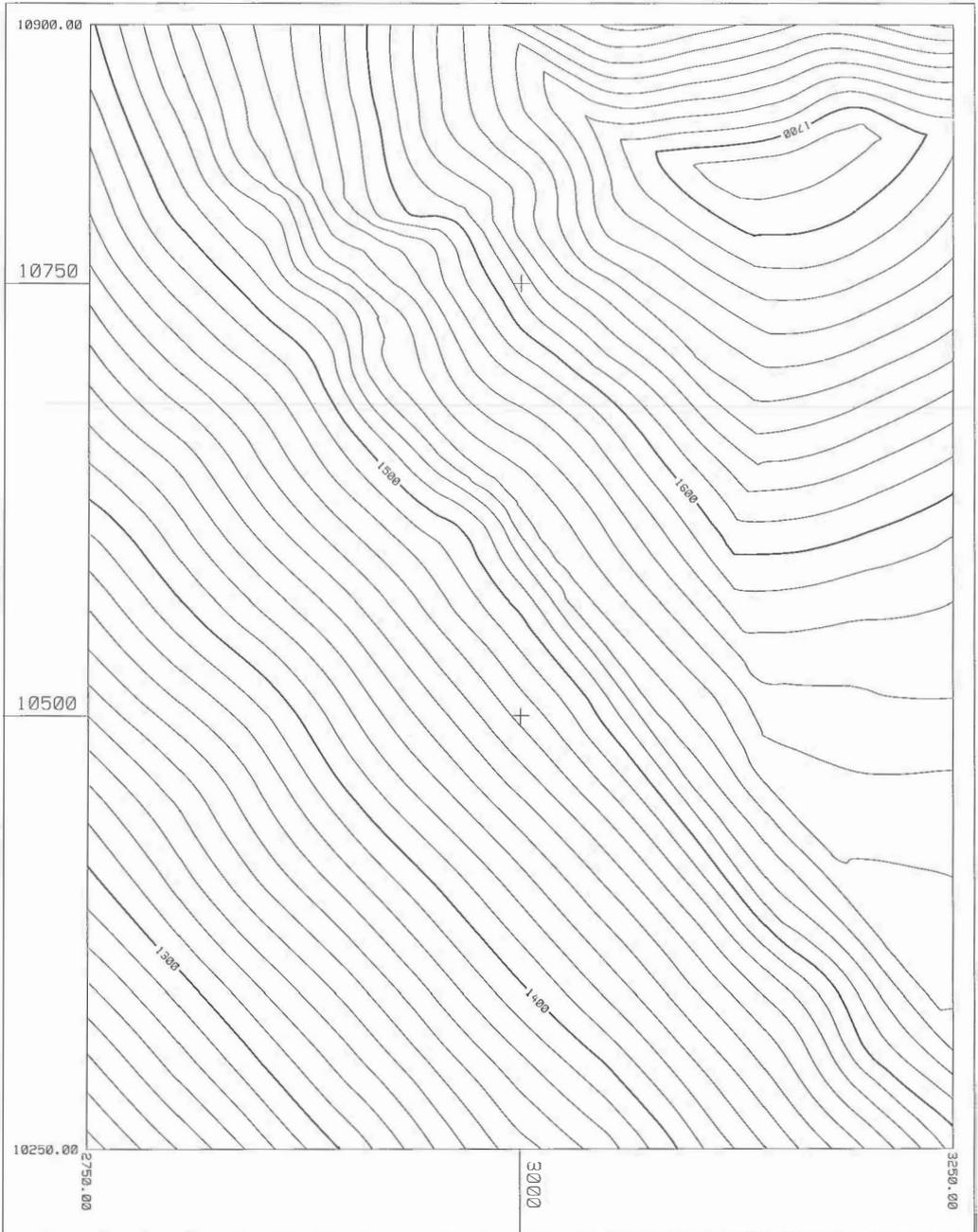


Abb. 1: Höhenlinien mit einem Intervall von 10 m

PITSCHERBERG ORIGINAL

1 : 2500

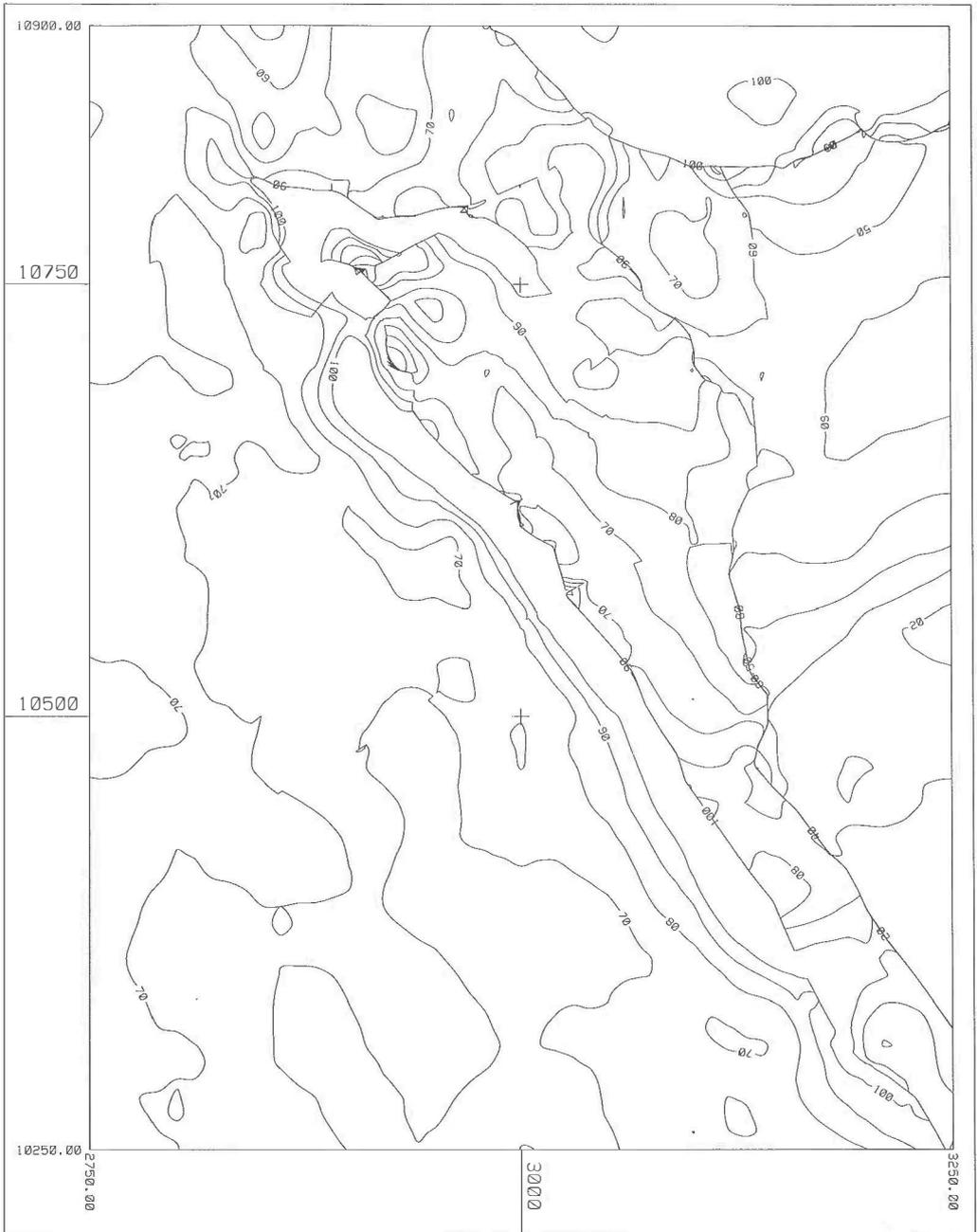


Abb. 2: Gefällsstufen mit einem Intervall von 10%

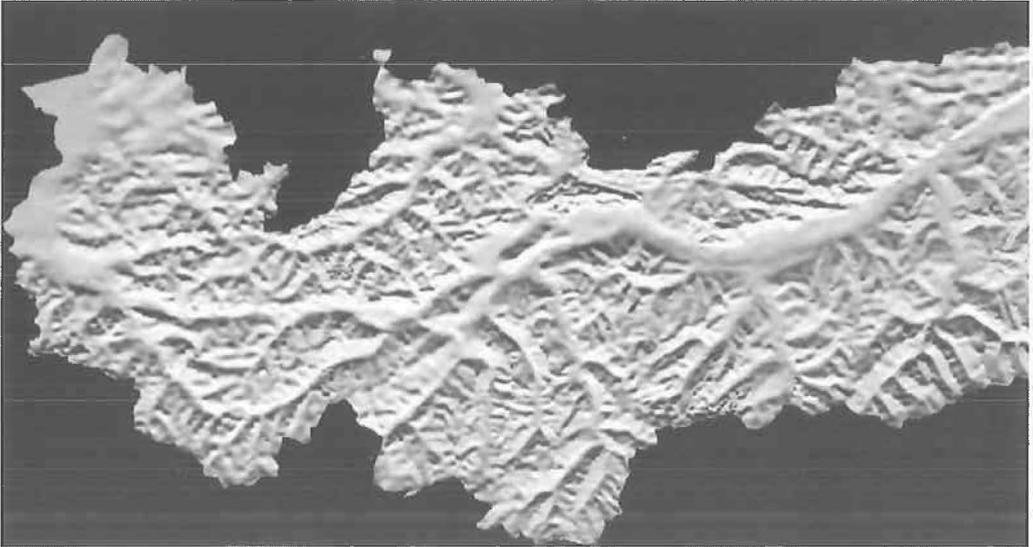


Abb. 3: Künstliche Beleuchtung des digitalen Geländemodells von Westösterreich

- Das ursprüngliche ökologische Verbundsystem, das durch Kommassierungen (Flurbeinigungen) dezimiert und/oder in seinem Zusammenhang gestört wurde, konnte aus historischen Luftaufnahmen rekonstruiert werden, so daß es bei (künftigen) Restaurierungsmaßnahmen im ländlichen Raum berücksichtigt werden kann (Bodi, 1990).

2.3 Die **Farbinfrarotaufnahmen** in verhältnismäßig großen Maßstäben zwischen 1:7000 und 1:15000 sind zur Zeit das wichtigste Hilfsmittel bei der Bearbeitung umweltrelevanter Projekte. Der umfassendste Einsatz dieser Aufnahmen erfolgt zur Erfassung des Waldzustandes (z. B. Hildebrandt, Kadro, 1984, Schneider, 1989, Zirm et. al., 1985). Mit der Abb. 4 soll darauf hingewiesen werden, daß für diese Aufgabenstellung nicht — wie ursprünglich propagiert — die einfachen Photointerpretationsgeräte ausreichen, sondern die analytischen Auswertegeräte mit ihrer Computersteuerung zu verwenden sind. Letztere erlauben nämlich die koordinatengebundene Einzelobjektinterpretation. Darunter versteht man die Festlegung der einzelnen Objekte im Landeskoordinatensystem. Sind diese Objekte zu einem späteren Zeitpunkt aus den Luftbildern nochmals zu klassifizieren — eine wichtige Aufgabe der Umweltüberwachung —, so bringt das analytische Auswertegerät die Meßmarke automatisch an die richtige Position. Die Identifizierung der einzelnen Objekte erfolgt bei dieser Methode also über ihre kartesischen Koordinaten.

Die Farbinfrarotaufnahmen werden in letzter Zeit verwendet, um auch sogenannte Biotopkartierungen für die Landschaftsplaner durchzuführen. Besonders beeindruckend ist in diesem Zusammenhang die Publikation von (Heitmeyer, Schneider, 1991), die von der Biotopkartierung des Saarlandes im Maßstab 1:10000 berichtet. Die Kartierung, die 187 Kategorien enthält, soll 1991 flächendeckend für das Saarland vorliegen. Solche Biotopkartierungen sind mit Datenbanken zu verknüpfen, die die Sachdaten zu den einzelnen Landschaftselementen enthalten (Falkner, 1991).

2.4 Mit **erdkundenden Satelliten** erfaßt man vor allem jene Umweltparameter, die aus dem Spektrum der elektromagnetischen Strahlung abgeleitet werden können. Das sichtbare Licht und die Strahlung im nahen Infrarot, die von der Sonne ausgehen und nach Interaktion mit der Erdoberfläche von Abtastern — in viele Spektralbereiche zerlegt — aufgenommen werden, geben Aufschluß über das Reflexionsverhalten der Erdoberfläche und damit z. B. über die Landnutzung. Die von der Erde emittierte Strahlung im fernen Infrarot, die ebenfalls mit Abtastern registriert werden kann, wird in Thermalbilder umgesetzt. Solche Thermalbilder sind z. B. für Klimaforschungen in Städten und für Aussagen über den Zustand der Gewässer von Wichtigkeit. Die

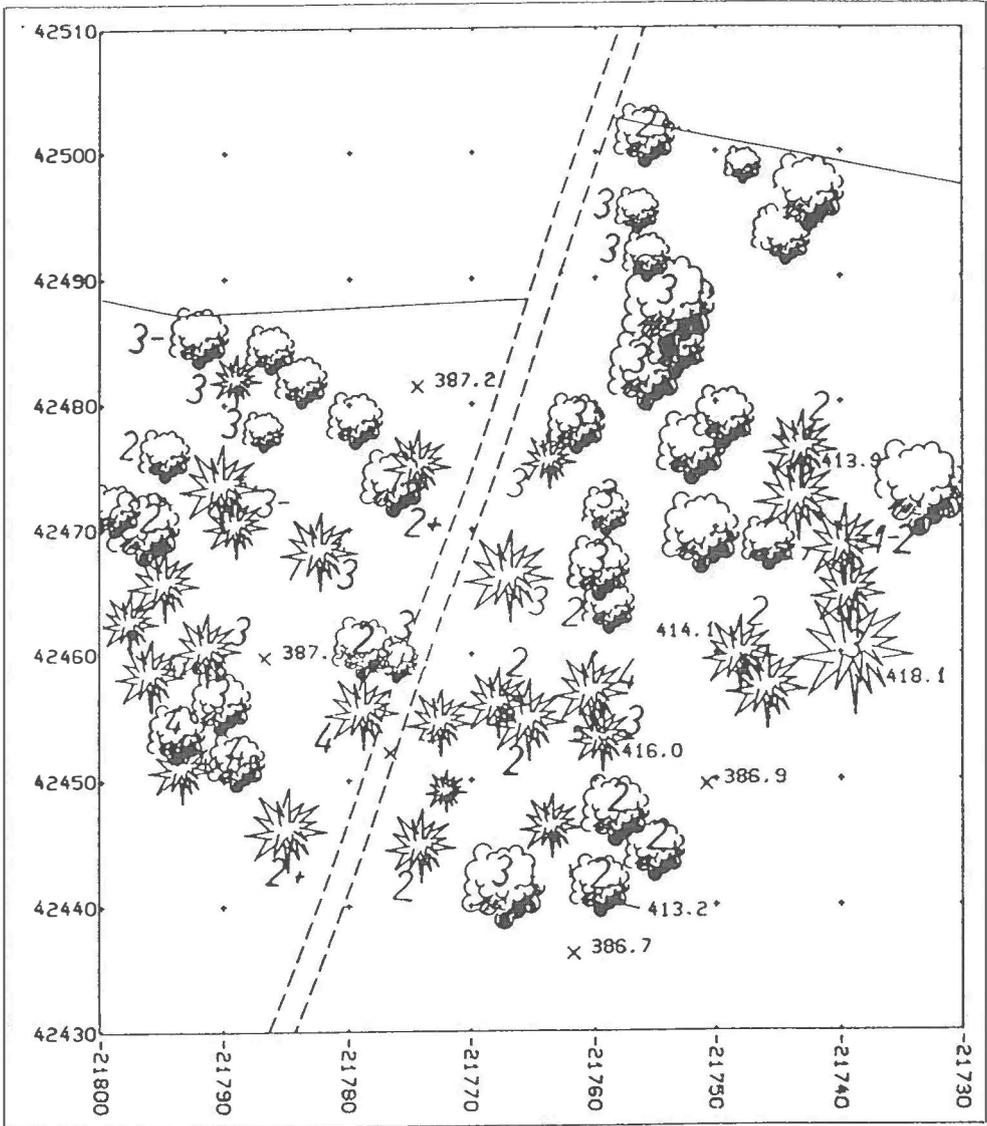


Abb. 4: Koordinatengebundene Einzelbauminterpretation (entnommen aus Ehgartner, 1986)

im Mikrowellenbereich arbeitenden aktiven Fernerkundungssensoren, die seit dem Start des ERS-1 im Mai 1991 den Anwendern zur Verfügung stehen, geben Auskunft über die Feuchtigkeit des Bodens, über die Zusammensetzung der oberen Boden-, Schnee- und Eisschicht, über die Windgeschwindigkeit und Windrichtung, über den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre usw. (Strauch, 1988).

Mit der Fernerkundung wird — wie mit dem letzten Schlagwort angedeutet — neben der Landoberfläche und den Ozeanen auch immer mehr die Atmosphäre in die Beobachtungen einbezogen. Außerdem tritt in letzter Zeit neben der kleinräumigen Beobachtung auch die globale Umweltüberwachung in den Vordergrund, die in leistungsfähigen Informationssystemen organisiert wird (Lotz-Iwen, Markwitz, 1991).

In Österreich wurde in den vergangenen fünf Jahren die Fernerkundung in einem Forschungsschwerpunkt des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt Nr.: S 3800) von sieben Gruppen interdisziplinär bearbeitet. Der Leiter dieses Forschungsschwerpunktes ist der Autor dieses Aufsatzes. Die Ergebnisse der Forschungsarbeit wurden anlässlich der EARSeL-Tagung in Graz im Juli 1991 präsentiert. Als weitere Aktivität dieser interdisziplinär zusammengesetzten Gruppe ist das Experiment „Fernerkundung auf MIR“ während des sowjetisch-österreichischen Raumfluges AUSTROMIR in Oktober 1991 zu erwähnen.

3. Kombination von photogrammetrischen Daten mit anderen Daten am Beispiel der Bodenerosionsgefährdungskarte

Mit der Photogrammetrie und Fernerkundung kann nur ein (verhältnismäßig kleiner) Teil der die Umwelt beschreibenden Parameter erfaßt werden. Es gibt viele andere Informationsquellen, die das Datenangebot vervollständigen. Sehr interessante Aussagen über das System „Erde“ bekommt man durch Kombination der unterschiedlichen Datenbestände.

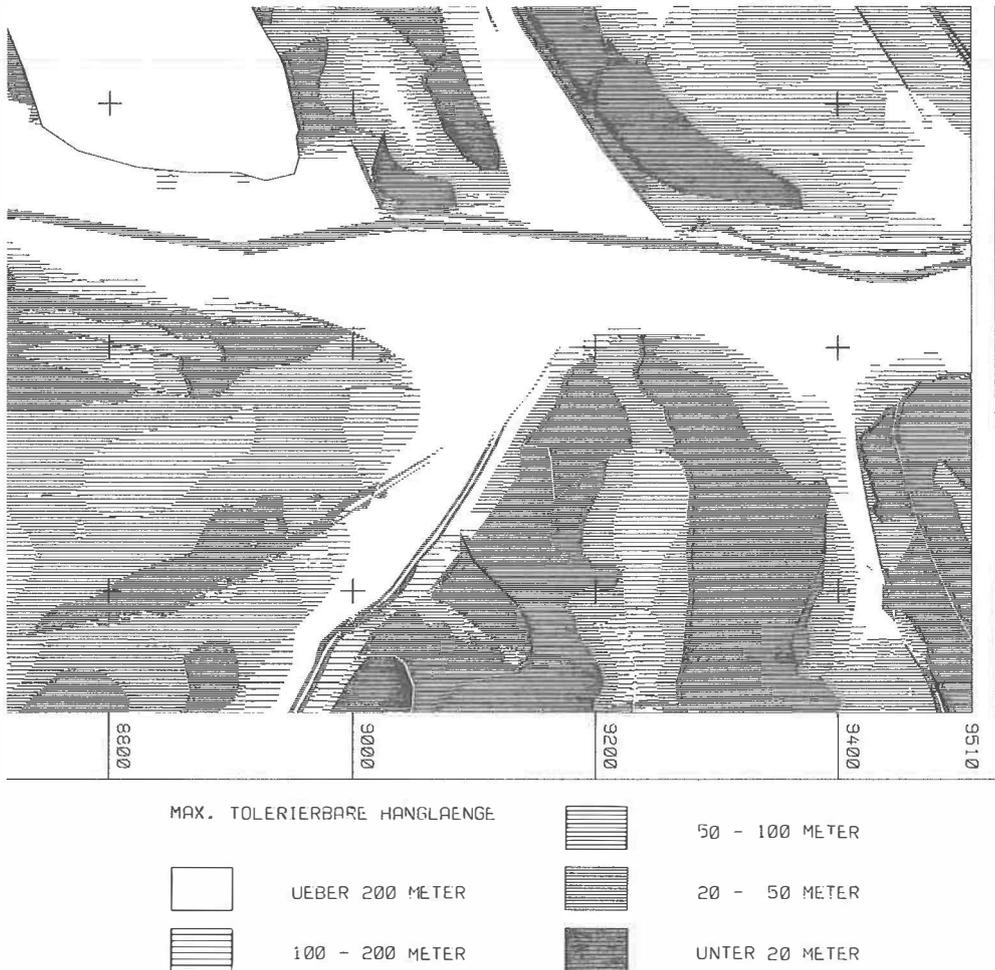


Abb. 5: Bodenerosionsgefährdungskarte für fünf Hanglängenstufen
(entnommen aus Ehgartner et. al., 1988)

Eine solche Kombination von unterschiedlichen Datenbeständen wird im folgenden zur mathematischen Modellierung der Bodenerosion gezeigt. Die Eindämmung der Bodenerosion in den intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten ist eine vorrangige Aufgabe für die Agrarbehörden (in Österreich) und für die Flurbereinigungsverwaltungen (in Deutschland). Die Verringerung der Fruchtfolgeglieder, die mangelhafte Versorgung der Böden mit organischer Substanz und die Bewirtschaftung mit schweren Maschinen haben zu einer zunehmenden Bodenerosion geführt (Stechauner, Ehgartner, 1988).

Von Wischmeier und Smith (1978) stammt die sogenannten Bodenabtragsgleichung:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

A ... durchschnittlicher jährlicher Abtrag in t/ha.

R ... Regenfaktor, der aus Niederschlagsmessungen abzuleiten ist.

K ... Bodenerodierbarkeitsfaktor, der in erster Linie von der Bodenart abhängig ist, die wiederum in Bodenarten festgelegt ist.

L ... Hanglängenfaktor, der die Ackerlänge berücksichtigt.

S ... Hangneigungsfaktor, der die Geländeneigung berücksichtigt und aus dem digitalen Geländemodell abzuleiten ist.

C ... Bewirtschaftungsfaktor, in den z. B. die Fruchtfolge eingeht.

P ... Erosionsschutzfaktor, der bei einer Bewirtschaftung in Fallrichtung am größten ist.

Bei einer neuen Flureinteilung ist die erlaubte Ackerlänge ein wichtiger Planungsparameter. Für eine solche Aufgabenstellung gibt man sich deshalb einen noch tolerierbaren Bodenabtrag (z. B. 5t/(ha · Jahr)) vor und löst die Gleichung (1) nach dem Hanglängenfaktor L auf:

$$L = A/(R \cdot K \cdot S \cdot C \cdot P) \quad (2)$$

Für einen **Vergleich** der Erodibilität der verschiedenen Lagen in einem Agrarverfahren kann man den R-, C- und P-Faktor im Interessensgebiet konstant halten, sodaß die erlaubten Ackerlängen nur eine Ortsvariabilität infolge der Geländeneigung (S-Faktor) und der Bodenart (K-Faktor) aufweisen.

Eine solche Erosionsgefährdungskarte für noch tolerierbare Acker- bzw. Hanglängen zeigt Abb. 5. Weitere Beispiele — mit Wiedergabe der einzelnen Zwischenschritte — sind in den Veröffentlichungen (Stechauner, Ehgartner, 1988, Ehgartner et. al., 1988) enthalten. Dies Bodenerosionsgefährdungskarten entstehen mit dem von der INPHO in Stuttgart (Köstli, Sigle, 1986) vor kurzem entsprechend erweiterten Modul INTERSECT des Programmpaketes SCOP im wesentlichen dadurch, daß

- das Rastermodell der Geländeneigungen (Modell der S-Faktoren), in dem die Geländekanten eine Sonderbehandlung erfahren, mit dem Modell der K-Faktoren multipliziert wird,
- dieses Produkt invertiert und mit dem Faktor $(A/(R \cdot C \cdot P))$ multipliziert wird.

Die vielfältigen Kombinationen verschiedener Daten, die auch unterschiedlich strukturiert sein können (Vektordaten, Rasterdaten, Sachdaten usw.), ist die Herausforderung der Gegenwart. Sie werden mit komplexen EDV-Systemen, für die sich die Bezeichnung Geo-Informationssysteme durchgesetzt hat, verwirklicht. Für den (unkritischen) Anwender ist die Versuchung groß, auch Kombinationen durchzuführen, die aufgrund der Genauigkeitseigenschaften der einzelnen Datensätze nicht sinnvoll sind. Am Beispiel der Gefällsstufenkarte soll diese Äußerung im folgenden Abschnitt vertieft werden.

4. Genauigkeitsbetrachtungen zur Gefällsstufenkarte

Zunächst soll die Problemstellung empirisch gelöst werden. Abb. 2 zeigt eine Gefällsstufenkarte, die aus Luftbildern (Kammerkonstante 21 cm) mit einer Flughöhe zwischen 1200 m und 1700 m abgeleitet wurde. Die Höhengenaugigkeit der profilweise erfaßten Geländepunkte beträgt demnach etwa ± 70 cm. Mit einem Zufallsgenerator wurden diese Ausgangsdaten um zufällige Fehler mit dieser Standardabweichung verändert und daraus wiederum eine Höhenlinienkarte und eine Gefällsstufenkarte (Abb. 6) abgeleitet. Die erhaltene Höhenlinienkarte war nahezu deckungsgleich mit der Höhenlinienkarte der Abb. 1, also der Höhenlinienkarte aus den ursprünglichen Daten. Ein Vergleich der Gefällsstufenkarte (Abb. 2) aus den ursprünglichen Daten

mit der Gefällsstufenkarte (Abb. 6) aus den geringfügig veränderten Daten weist aber erhebliche Abweichungen auf.

Wie kann dieses Verhalten erklärt werden? Der Einfachheit halber werden die erwähnten ± 70 cm auch als mittlerer Höhenfehler σ_H der Höhenlinien benutzt, obwohl in Zukunft qualifizierte Genauigkeitsangaben — wie in den Veröffentlichungen (Finsterwalder, 1990, Kraus, 1991) dargelegt — für digitale Geländemodelle zu erwarten sind. Dieser mittlerer Höhenfehler σ_H bewirkt einen mittleren Lagefehler σ_{HL} der Höhenlinien nach der bekannten Beziehung:

$$\sigma_{HL} = \sigma_H / \tan \alpha = \sigma_H \cdot \Delta_{HL} / \Delta_H \quad (3)$$

- α Geländeneigung
- Δ_H . . . Höhenlinienintervall
- Δ_{HL} . . . Abstand benachbarter Höhenlinien

Für die mittlere Geländeneigung, die in dem Beispiel etwa 80% beträgt, ergibt sich der mittlere Lagefehler σ_{HL} der Höhenlinien zu ± 87 cm, das sind $\pm 0,3$ mm im Maßstab 1:2500 der Höhenlinienkarte.

Die Gleichung (3) gilt für jede Isolinenkarte, also auch für die Gefällsstufenkarte. Die darin enthaltenen Größen sind nur entsprechend zu interpretieren. Eine solche Interpretation lautet für die Gefällsstufenkarte:

$$\sigma_{NL} = \sigma_N \cdot \Delta_{NL} / \Delta_N \quad (4)$$

- σ_N mittlerer Neigungsfehler, der in diesem Maßstab etwa mit 1,5% anzusetzen ist (Stechauner, Ehgartner, 1988). Der Neigungsfehler ist übrigens eine der beiden Komponenten des sogenannten Formfehlers im Sinne der vor kurzem erschienenen Veröffentlichungen (Finsterwalder, 1990, Kraus, 1991). In Ergänzung zu diesen Veröffentlichungen soll hier angemerkt werden, daß man den mittleren Neigungsfehler bzw. Formfehler in Abhängigkeit eines konstanten Anteiles und eines Anteiles, der linear mit der Geländekrümmung bzw. der Geländeneigungsdifferenz zunimmt, ansetzen sollte.
- Δ_N Intervall der Neigungslinien, das sind in dem vorliegenden Beispiel 10%.
- Δ_{NL} Abstand benachbarter Neigungslinien, der in dem vorliegenden Beispiel einer Gefällsstufenkarte 1:2500 zwischen mehreren Zentimetern und Null variiert.

Mit einem σ_N von $\pm 1,5\%$ und einem Δ_{NL} von 3 cm ergibt die Gleichung (4): $\sigma_{NL} = 1,5 \cdot 30/10 = \pm 4,5$ mm in der Gefällsstufenkarte 1:2500, das sind in der Natur ± 11 m. Damit sind die Differenzen zwischen den Neigungslinien der beiden Abbildungen 2 und 6 aufgeklärt: In den gleichmäßig geneigten Hängen (Δ_{NL} ist dort groß) gibt es sehr große Differenzen; mit Verkleinerung des Abstandes Δ_{NL} der benachbarten Neigungslinien werden die Differenzen immer kleiner.

Mit diesem nun bekannten Genauigkeitsverhalten der Gefällsstufenkarte können einige Aussagen über eine sinnvolle Verwendung der Geländeneigungsinformation in Geo-Informationssystemen gemacht werden. Die Bodenerosionsgefährdungskarte (Abb. 5), die im wesentlichen auf eine Kombination der Gefällsstufenkarte mit der Bodenartenkarte hinausläuft, ergibt sich aus einer sinnvollen Verknüpfung dieser Datenbestände (Stechauner und Ehgartner, (1988) haben eine detaillierte Sensitivitätsanalyse vorgenommen). Aus einer Bodenerosionsgefährdungskarte können mit genügender Genauigkeit die Hanglängen für die künftigen Äcker in den einzelnen Lagen entnommen werden.

Nimmt man dagegen die Neigungslinien und verschneidet sie z. B. mit den Grundstücksgrenzen in der Absicht, für jedes Grundstück die Flächenanteile der einzelnen Neigungszonen angeben zu können, so begibt man sich auf Glatteis. In Bereichen mit sehr geringen Neigungsänderungen sind die Neigungslinien nämlich so unsicher, daß die Angabe von Teilflächen für die einzelnen Zonen mehr oder weniger unbrauchbar ist. Wenn man z. B. in der linken unteren Ecke ein Grundstück im Ausmaß von 50 m (X-Richtung) mal 32,5 m (Y-Richtung) annimmt, so liegen in der Gefällsstufenkarte der Abb. 6 100% in der Neigungszone 60—70% und in der Gefällsstufenkarte der Abb. 2 nur 79% der Fläche in dieser Neigungszone.

Andererseits sind die Geländeneigungen, die in der Gefällsstufenkarte und dem dahinter stehenden Geländemodell festgelegt sind, mit einer verhältnismäßig hohen Genauigkeit von

PITSCHERBERG VERRAUSCHT

1 : 2500

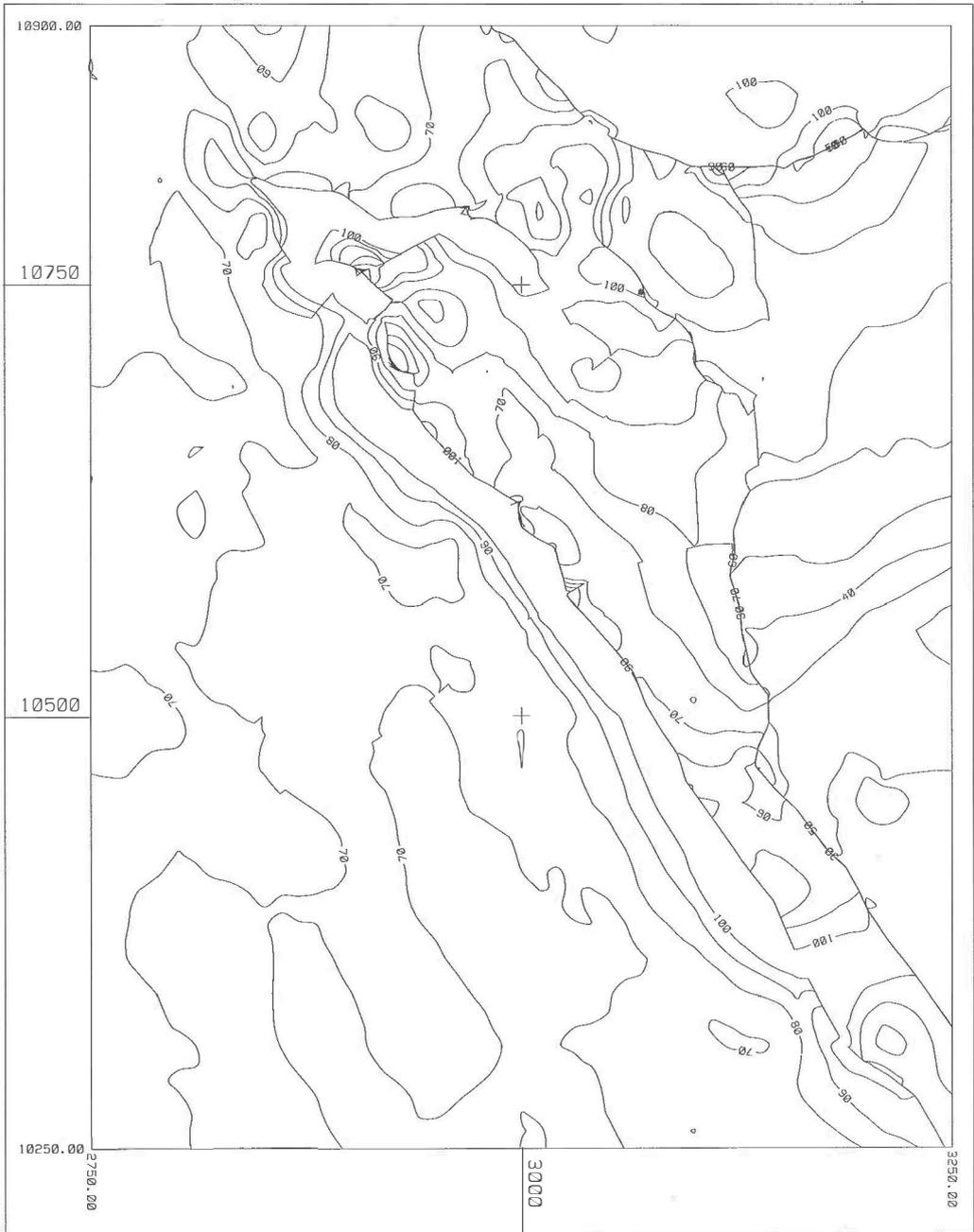


Abb. 6: Gefällsstufenkarte mit geringfügig veränderten Geländehöhendaten (Standardabweichung ± 70 cm)

±1,5% bekannt. Der „Fehler“ liegt demnach in der Fragestellung an das Geo-Informationssystem. Hätte man z. B. die Frage

„Welche mittlere Geländeneigung hat jedes Grundstück?“

gestellt, so hätte man das zugehörige Ergebnis mit einer sehr hohen Genauigkeit bekommen. Eventuell ist die Angabe der mittleren Geländeneigung für ein (großes) Grundstück zu grob, sei es wegen einer allmählichen Änderung der Geländeneigung innerhalb des Grundstückes oder wegen mehrerer unterschiedlich geneigter ebener Flächenelemente. Im ersten Fall liefert die Verschneidung der Neigungslinien mit den Grundstücksgrenzen zuverlässige Teilflächen für die einzelnen Neigungszonen; im zweiten Fall sollte man für jedes geneigte ebene Flächenelement eine repräsentative mittlere Geländeneigung vom Geo-Informationssystem ermitteln lassen. Dieses Thema soll mit dem Hinweis abgeschlossen werden, daß die gemachten Aussagen unabhängig davon sind, ob mit Schwellenwerten in einem engmaschigen Rastermodell, das die Geländeneigung enthält, oder mit vektorisierten Neigungslinien im Geo-Informationssystem gearbeitet wird.

5. Modellbildung des Systems „Erde“

Im vergangenen Abschnitt wurde exemplarisch die Gefährlichkeit der Zusammenführung vor allem von heterogenen Daten zu verdichteten Aussagen gezeigt. Solche Kombinationen von Daten in Geo-Informationssystemen erfordern einen hohen Sachverstand. Diese Kombinationen sind das Werkzeug für die künftig geforderte mathematische Modellbildung zur Beschreibung der komplexen Vorgänge in der natürlichen und künstlichen Welt. Die im 3. Abschnitt mathematisch beschriebene Bodenerosion ist ein kleines Beispiel einer solchen Modellbildung.

Andere Beispiele sind aus der Literatur bekannt (z. B. Chou et al., 1990) bzw. werden in Zukunft modelliert. In vielen Fällen kann die Bestimmung der Parameter dieser komplexen Modelle nur auf der Grundlage der in Geo-Informationssystemen bereitgehaltenen Daten erfolgen. Auch wenn diese Parameter einmal gefunden sind, ist eine laufende Nachjustierung der Modelle erforderlich. Auftretende Diskrepanzen zwischen den Beobachtungen und den errechneten Modellgrößen geben Impulse für die Verbesserung der mathematischen Modelle. Die ortsbezogenen Daten in Geo-Informationssystemen haben deshalb einen hohen Stellenwert. Ihre Bedeutung wird in Zukunft weiter wachsen.

Literatur

- Bodi, A.*: Multitemporale Bestandsaufnahme von Landschaftselementen in kommassierten Gebieten mit Hilfe der Fernerkundung. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien, Kurzfassung, ÖZ 78, S. 92, 1990.
- Chou, Y., Minnich, R., Salazar, L., Power, J., Dezzani, R.*: Spatial Autocorrelation of Wildfire Distribution in the Idyllwild Quadrangle, San Jacinto Mountain, California. P.E. & R.S. 56, 1507—1513, 1990.
- Csaplovics, E., Senftner, G.*: Multitemporale Luftbildinterpretation für Landnutzungsanalyse im Naturraum Neusiedler See — Seewinkel. ZPF 59, 60—63, 1991.
- Ehgartner, M.*: Photogrammetrische Waldzustandserfassung im Raum Ranshofen. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien, 1986.
- Ehgartner, M., Kalliany, R., Stechauner, A.*: Bodenerosionsgefährdungskarten als Planungsgrundlage in der Flurbereinigung. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Heft 1, S. 3—7, 1988.
- Falkner, Th.*: Anwendung von Microstation/dBase zur Erfassung und Analyse des ÖKO-Ist-Standes im Rahmen von Agrarverfahren. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien, 1991.
- Finsterwalder, R.*: Neue Genauigkeitsmaße für die Geländeerfassung durch digitale Gelände-Modelle. ZfV 115. 411—414, 1990.
- Heitmeyer, H., Schneider, D.*: Biotopkartierung des Saarlandes nach Farbinfrarotaufnahmen und neue Wege in der Landschaftsraumplanung. ZPF 59, 56—60, 1991.
- Hildebrandt, G., Kadro, A.*: Aspects of Countrywide Inventory and Monitoring of Actual Forest Damages in Germany. BuL 52, 201-216, 1984.

Die Zukunft im Auge



NEU
TOPCON GTS-6



Interner Datenspeicher bis zu 256 kB
Besonders günstiges Einführungsangebot

TOTAL-
STATIONEN
THEODOLITE
NIVELLIERE
LASER

GENERALVERTRETER:

IPECAD

Ges.m.b.H. & CoKG

Czerningasse 27

A-1020 Wien

Tel. 0222/24 75 71-0 Fax 0222/24363622 Telex 136790

HARDWARE
SOFTWARE
CAD

Bringing future into focus



- Köstli, A., Sigle, M.:* Die SCOP-Datenstruktur zur Verschneidung und Korrektur von Geländemodellen. BuL 54, 122—129, 1986.
- Kraus, K.:* Anmerkungen zum Aufsatz von R. Finsterwalder über die Genauigkeit digitaler Geländemodelle. ZfV 116, 26—27, 1991.
- Kucher, G.:* Bereitstellung photogrammetrischer Unterlagen für die Interpretation von Erosionsformen im subalpinen Gelände. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien, 1986.
- Lotz-Iwen, H., Markweitz, W.:* ISIS — Intelligent Satellite-Image Information System for Ecological Mapping. GIS 4, 25—30, 1991.
- Schneider, W.:* Verfahren, Möglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung für die Inventur des Waldzustandes. Schriftenr. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien, Sonderheft 1989.
- Stechauner, A., Ehgartner, M.:* Praktische Möglichkeiten für die Bewertung der Bodenerosion in Österreich. ÖZ 76, 243—260, 1988.
- Stehrer, J.:* Umweltprobleme im Ostteil der Osterhorngruppe. Dissertation am Inst. für Geographie der Univ. Salzburg, 1985.
- Strauch, G.:* Anwendungsmöglichkeiten des ersten europäischen Fernerkundungssatelliten ERS-1. GIS 1, 30—36, 1988.
- Sueng, D.:* Beiträge des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen zum Umweltschutz. ÖZ 76, 377—386, 1988.
- Umweltbundesamt:* Luftbildgestützte Erfassung von Altablagerungen. Wien, 1987.
- Wischmeier, W., Smith, D.:* Predicting rainfall erosion losses — a guide to conservation planning. US Department Agric., Handbook Nr. 537, 1978.
- Zirm, K., Fibich, F., Hackl, J., Malin, H., Mauser, H., Weinwurm, M.:* Erhebung der Vitalität des Waldes in Vorarlberg. Bericht des ÖBIG, Wien, 1985.