



## Die Homogenisierung des österreichischen Festpunktfeldes im internationalen Rahmen

Erhard Erker <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Abteilung V1 "Grundlagen" im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **85** (2), S. 109–116

1997

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Erker_VGI_199714,  
  Title = {Die Homogenisierung des {"o}sterreichischen Festpunktfeldes im  
    internationalen Rahmen},  
  Author = {Erker, Erhard},  
  Journal = {VGI -- {"O}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
    Geoinformation},  
  Pages = {109--116},  
  Number = {2},  
  Year = {1997},  
  Volume = {85}  
}
```





# Die Homogenisierung des österreichischen Festpunktfeldes im internationalen Rahmen

Erhard Erker, Wien

## Zusammenfassung

Moderne geodätische Messungen sind oft von zwei Einschränkungen beeinflusst: Die erste ist die begrenzte Genauigkeit und Homogenität des vorhandenen Bezugsrahmens, zumeist realisiert durch ein dichtes Festpunktfeld. Die zweite Einschränkung ist die unterschiedliche Definition der Bezugsrahmen benachbarter Länder. Beide Einflüsse werden im vorliegenden Beitrag am Beispiel Österreich diskutiert. Aus wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Gründen sollte eines der wichtigsten Ziele der Geodäsie die Annahme eines gemeinsamen geodätischen Bezugssystems sein, das durch ein ungestörtes und hochgenaues Festpunktfeld mit einer begrenzten Anzahl von Punkten realisiert ist und möglicherweise mit anspruchsvollen Werkzeugen, wie DGPS, unterstützt wird.

## Abstract

Modern geodetic measurements are often influenced by two restrictions: The first one is the limited accuracy and homogeneity of the existing reference frame, mostly realized by a dense pointfield. The other restriction is the different definition of these reference frames in neighbouring countries. Within this paper both influences are discussed using the example Austria. For scientific and economic reasons, one of the most important goals for the geodetic community should be the adoption of a common geodetic reference system which is represented by a nondisturbed and high accurate pointfield with a limited number of points, probably supported by other high sophisticated tools, like DGPS.

## 1. Einleitung

Grundlage jeder menschlichen Zivilisation ist, neben vielen anderen wichtigen Voraussetzungen, die Möglichkeit, in die Vielfalt der Erscheinungsformen der belebten und unbelebten Umwelt das Prinzip der Ordnung einzubringen. „Messen“ und „wägen“ sind seit den frühesten Anfängen der menschlichen Geschichte die Basis für jedes geordnete Zusammenleben in kleineren oder größeren kulturellen Einheiten. Durch die rasanten Fortschritte der letzten Jahrzehnte in Wissenschaft und Technik werden die Anforderungen an dieses Ordnungsprinzip bzw. an die Meßtechnik immer höher, wobei die wirtschaftliche Komponente den Effekt noch weiter forciert. Historisch gewachsene Strukturen verursachen allerdings in vielen Bereichen und ganz besonders in den Grundlagen des Vermessungswesens Hemmnisse und Zwänge, innere Grenzen der optimalen Verfügbarkeit, die es so bald als möglich zu überwinden gilt.

Heute ist zudem nicht nur eine hohe Genauigkeit der Messung von großer Bedeutung, sondern mit gleichem Gewicht ist die Allgemeingültigkeit der Meßgrößen in international definierten Systemen ohne politische oder kulturelle Gren-

zen anzustreben. Diese Überwindung der äußeren Grenzen im Sinne einer Internationalisierung und Globalisierung hat gerade im Bereich des „Messens“ schon vor vielen Jahren begonnen - man denke an die Einführung des metrischen Systems in Europa - und wird speziell im Bereich der Geodäsie und des Vermessungswesens noch zu einem dringendst erforderlichen Nachjustieren führen.

Eine wesentliche Barriere für alle bodenbezogenen Aktivitäten in einem zukünftigen gemeinsamen Haus „Europa“ stellen derzeit die von Land zu Land unterschiedlichen und zum Teil ungenügend definierten geodätischen Bezugssysteme dar. Ihre Realisierung durch mehr oder minder dichte Festpunktfelder entspricht in den meisten Fällen nicht mehr den von der Wirtschaft erwarteten Genauigkeiten und vor allem ist ihre absolute Position im Raum bzw. ihre relative Position zueinander gar nicht oder nur sehr vage bekannt. Moderne Meßmethoden haben in den letzten Jahren die Voraussetzung geschaffen, diese Mängel zu beheben, wobei, wie am folgenden Beispiel „Österreich“ gezeigt werden soll, auch die in den „alten“ Messungen enthaltenen Informationen eine wesentliche Rolle in der Schaffung moderner Standards spielen werden.

## 2. Die Überwindung der „äußeren (politischen) Grenzen“ im Vermessungswesen

### 2.1 Das Bezugssystem der österreichischen Landesvermessung

Grundlegende Zielsetzung des Fachgebietes Vermessungswesen mit Anwendungen in vielen benachbarten Disziplinen ist die räumliche Zuordnung von Objekten sowie die Erfassung ihrer Bewegungen im Raum. Diese Zuordnung erfolgt in der Regel in Bezug auf ein entsprechend definiertes Koordinatensystem, sinnvollerweise auf ein kartesisches System mit 3 senkrecht zueinander stehenden Achsen, rechtsdrehend mit vorgegebener Metrik.

Diese Grundannahmen sind schon lange Tradition und liegen im Prinzip jeder Landesvermessung zu Grunde. Die globalen Denkweisen der modernen Geodäsie kommen nun vor allem in der optimalen Fixierung des Bezugssystems zu unserem Planeten Erde bzw. zu seiner Oberfläche zum Ausdruck. Den bisherigen nationalen oder lokalen Bezugssystemen stehen heute globale kartesische Systeme gegenüber, die in naher Zukunft die früheren Lösungen zur Gänze verdrängen werden.

Das derzeit in Verwendung stehende System der österreichischen Landesvermessung ist gegeben durch die Wahl eines (im europäischen Raum) bestanschließenden Ellipsoides (des Bessel-Ellipsoides) als geodätische Bezugsebene in einer durch lokale Parameter vorgegebenen Lage zur tatsächlichen Erdoberfläche (dem damit definierten geodätischen Datum).

Wie allgemein bekannt, wird über die Freiheitsgrade der Datumsdefinition (2 Verschiebungen, 1 Rotation, 1 Maßstab) im österreichischen System folgendermaßen verfügt:

- Fundamentalkpunkt: Hermannskogel bei Wien (mit vorgegebener astronomischer Breite und Länge)
- astronomische Orientierung Hermannskogel-Hundsheimer = geodätisches Azimut
- Geoidhöhe = 0 in der Mitte der maßstabsbestimmenden Seite, der Basis Josefstadt in N-Böhmen.

Dieses Bezugssystem ist nicht geozentrisch gelagert. Die Dimensionen des Ellipsoides entsprechen nicht dem mittleren Erdellipsoid. Die Parallelität der kleinen Halbachse zur Rotationsachse der Erde ist nur genähert gegeben. Der Maßstab des Netzes ist – abgesehen von zusätzlichen Einflüssen der Netzausbreitung – durch die nur genähert bekannte Höhenübertragung vom willkürlich gewählten Datumspunkt

des nationalen Höhensystems (Molo Sartorio, Triest, Höhen über Adria) in vorerst nicht näher bekannter Weise beeinflusst, usw.

### 2.2 Globale terrestrische Bezugssysteme und ihre Realisierung in Österreich

Diesem lokalen terrestrischen Bezugssystem der österreichischen Landesvermessung stehen kartesische, globale Bezugssysteme gegenüber, die mit hoher Genauigkeit geozentrisch (Ursprung im Massezentrum) gelagert sind und deren Achsrichtungen im Falle von mittleren erdfesten Systemen mit der Rotationsachse zu einer bestimmten Epoche sowie mit dem Schnitt Meridianebene/Äquatorebene in Form eines rechtsdrehenden Dreibeines zusammenfallen. Als Bezugsebene steht ein in seinen Dimensionen genau definiertes mittleres Erdellipsoid zur Verfügung, das zusammen mit globalen Aussagen über das Erdschwerefeld auch den Zusammenhang zwischen physikalischem und geometrischem Raum herstellt. (GRS 80 = Geodetic Reference System 1980)

Mit der geodätischen Anwendung des Global Positioning Systems (GPS) kam ein derartiges internationales konventionelles terrestrisches Bezugssystem (CTS = Conventional Terrestrial System) in der 1. Näherung des WGS 84 (World Geodetic System 1984) in der Geodäsie verstärkt zur Anwendung. (Näherung deshalb, weil das System aus einer relativ kleinen Anzahl von Bodenstationen mit relativ ungenauen Dopplermessungen abgeleitet worden ist.)

Eine verbesserte Version liegt seit einigen Jahren mit dem ITRS (IERS<sup>1</sup> Terrestrial Reference System) vor, dem als Bezugsrahmen ein weltweit verteiltes Netz von VLBI- und Laser (SLR)- Stationen dient.

In Europa wurde 1989 eine Teilmenge an ITRF-Referenzstationen ausgewählt, die auf dem stabilen Teil der eurasischen Platte liegt und deren Koordinaten für eine bestimmte Epoche (1989,0) mit den entsprechenden ITRF-Koordinaten ident sind. Diese Punktgruppe definiert in einer mit GPS-Messungen (EUREF 89 + Folgekampagnen) erweiterten Form den European Terrestrial Reference Frame (ETRF). Veränderungen in den Koordinaten werden durch kontinuierlich durchgeführte Messungen erfaßt und ermöglichen die Reduktion von Anschlußmessungen auf den ursprünglich definierten Rahmen. Österreich hat mit der Satellitenbeobachtungsstation Graz-Lustbühel seit vielen Jahren sowohl mit perma-

<sup>1</sup> IERS = International Earth Rotation Service

nenten SLR- als auch GPS-Messungen wesentlichen Anteil an dieser Systemüberwachung.

Eine verbesserte und verdichtete Version der österreichischen EUREF-Punktrolle entstand in den Jahren 1994/95, sodaß derzeit 12 Punkte in Österreich die Standards der Klasse B ( $m_x, m_y, m_z < \pm 10 \text{ mm}$ ) der EUREF-Subkommission erfüllen. (Die Klasse A ist den übergeordneten SLR/GPS-Permanentstationen vorbehalten.)

Neben diesen internationalen Aktivitäten zur Einführung globaler Bezugssysteme, an denen Österreich beteiligt war, gab es selbstverständlich schon seit vielen Jahren innerösterreichische Projekte mit derselben Zielsetzung, die die meßtechnische Entwicklung naturgemäß widerspiegeln. In der Doppler-Ära waren dies die folgenden hier nur mit Kurzbezeichnungen angeführten Kampagnen DÖDOC (1977/79), TESTDOC (1980), ÖDOC (1981) und ALGEDOP (1982/84). Mit der Einführung der GPS-Technologie wurde die um den Faktor 3 verbesserte Genauigkeit sofort in Meßkampagnen umgesetzt, u.a. bei GRAZMAC 1985 (Einbindung von Graz-Lustbühel in die 1. Ordnung), DÖNAV 1986 und AGEDEN 1987.

Mit dem Abschluß von AGEDEN wurde durch die gegebene relativ hohe Punktdichte erstmalig die Berechnung von Transformationsparametern zwischen WGS 84 und dem System der österreichischen Landesvermessung repräsentativ und mit relativ hoher Genauigkeit ermöglicht [5].

Die konsequente innerösterreichische Verdichtung der EUREF-89 Punkte konnte ab 1990 betrieben werden, und zwar mit dem Start der GPS-Kampagne AGREF (Austrian Geodynamic Reference Frame). Wie aus der Bezeichnung der Kampagne abgeleitet werden kann, wurde damit eine geodynamische Zielsetzung – initiiert von der Abteilung Satellitengeodäsie des Institutes für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IWFSG) – verbunden mit der vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) getragenen Verdichtung des EUREF.

Die ursprüngliche Planung sollte in zwei Teilkampagnen 1990–1992 die Beobachtung von etwa 160 gleichmäßig über Österreich verteilten Punkten ermöglichen. Auf Grund der beschränkten Mittel mußte die Punktzahl halbiert werden. Weiters waren die Messungen noch stark von der noch nicht optimalen Satellitengeometrie sowie von der unzureichenden Kenntnis der Satellitenbahnen beeinflusst. Dies und der Ausfall mehrerer Empfänger machte

Nachmessungen in den Jahren 1994 und 1995 erforderlich, welche mit erweiterter Punktzahl und grenzüberschreitend in Richtung Italien, Slowenien und Kroatien im Rahmen des IDNDR (= International Decade of National Disaster Reduction) – Projektes Krustendynamik durchgeführt wurden. Für die Ausgleichung standen letztlich etwa 1000 gemessene Basislinien zwischen 185 Stationen (davon etwa 90 Punkte in Österreich) zur Verfügung. Die Ergebnisse der Ausgleichung zeigen hervorragende Genauigkeiten (etwa entsprechend EUREF Klasse B), hier repräsentiert durch die mittleren Gewichtseinheitsfehler im Tangentialsystem.

$$\begin{aligned} m_0 \text{ NS} &= \pm 0,005 \\ m_0 \text{ EW} &= \pm 0,004 \\ m_0 \text{ H} &= \pm 0,016 \end{aligned}$$

Als Systemdatum wurde ITRF 94, Epoche 1993,0 gewählt. Die Beziehung zu ETRF 89/ITRF 89 liegt vor. Alle weiteren Informationen einschließlich der kartesischen Koordinaten der Punkte können der vor kurzem erschienenen Publikation [7] entnommen werden.

Der letzte Schritt war naturgemäß eine Anfeinerung von AGREF an das österreichische System der Landesvermessung (das „Gebrauchnetz“). Die Ergebnisse liegen sowohl in Form von Transformationsparametern

$$\begin{aligned} V_x &= -577,33 \text{ m} & \pm 0,92 \text{ m} \\ V_y &= -90,13 \text{ m} & \pm 0,80 \text{ m} \\ V_z &= -463,92 \text{ m} & \pm 0,94 \text{ m} \end{aligned}$$

$$dm = -2,42 \text{ ppm} \quad \pm 0,09 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} R_x &= 15,85^{\text{cc}} & \pm 0,08^{\text{cc}} \\ R_y &= 4,55^{\text{cc}} & \pm 0,12^{\text{cc}} \\ R_z &= 16,35^{\text{cc}} & \pm 0,06^{\text{cc}} \end{aligned}$$

$$\underline{X}_{\text{BESSEL}} = \underline{V} + (1+dm)\underline{R}\underline{X}_{\text{WGS84}}$$

$$\underline{R} = \begin{pmatrix} 1 & \alpha(z) & -\alpha(y) \\ -\alpha(z) & 1 & \alpha(x) \\ \alpha(y) & -\alpha(x) & 1 \end{pmatrix}$$

als auch in Form von Restklaffungen vor (Abbildung 1).

AGREF wird gemeinsam mit den Ergebnissen der 1996 durchgeführten GPS-Kampagne AREF 1 (siehe H. Ahrer im vorliegenden Heft der VGI) eine für lange Zeit verbindliche optimale physikalische Realisierung des Europäischen Terrestrischen Referenzsystems darstellen und die Einbindung Österreichs in den internationalen Rahmen grenzüberschreitend ermöglichen.

Die Wahl einer allgemein anerkannten gemeinsamen Abbildung, wahrscheinlich UTM/ Universal Transversal Mercator - Projektion, ist



zumindestens für kleinmaßstäbliche Darstellungen nahezu beschlossene Sache.

### 2.3 Höhe und Schwere

Trotz der überragenden Bedeutung dreidimensionaler geometrischer Positionierungsmethoden darf der Einfluß des Erdschwerefeldes auf viele geodätische Meßmethoden nach wie vor nicht übersehen werden. Im Gegenteil: Durch die Möglichkeit, mit GPS bei einigem Aufwand auch in der Höhenbestimmung Genauigkeiten im Bereich eines Zentimeters erreichen zu können, wird die Kenntnis der Geoidhöhe, der Differenz zwischen der geometrisch definierten ellipsoidischen (GPS-) Höhe und der physikalisch definierten orthometrischen (Nivellement-) Höhe, immer wichtiger.

Auch hier ist die Datumsdefinition der nationalen Bezugssysteme genauestens zu beachten und durch den Übergang auf ein absolut gelagertes Geoid international gültige Einheitlichkeit herzustellen. Neben bisher geleisteten Vorarbeiten in der Vereinigung der (west-)europäischen Nivellementnetze im Rahmen der führenden Subkommission UELN (Unified European Levelling Network) der IAG wird die im Mai 1997 stattfindende internationale GPS-Kampagne EUVN (European Vertical GPS Reference Network) Pegelstationen und damit Höhenbezugspunkte vom Baltikum über den Atlantik bis zum Schwarzen Meer verbinden und mit Zwischenstationen im Landesinneren zusätzliche Informationen über langwellige Deformationen und Datumsdifferenzen im Nivellementnetz bereitstellen. Geplant ist die kontinuierliche Beobachtung von etwa 200 Stationen (5 davon in Österreich) über eine Periode von 9 Tagen. Die schon jetzt aus den Nivellementanschlüssen Österreichs mit seinen Nachbarstaaten bekannten Datumsdifferenzen in den Höhensystemen reichen von +60 cm (Ungarn, Pegel Kronstadt) über +30 cm (Deutschland, Pegel Amsterdam, Normal-Null) bis zu -7 cm (Schweiz, Pegel Pierre du Niton). Nach der Definition einer speziellen gemeinsam akzeptierten Niveaufläche (voraussichtlich durch den Datumspunkt Normalnull/Pegel Amsterdam) als Bezugsfläche der orthometrischen Höhen (oder der Normalhöhen – auch hier gilt es noch einen akkordierten Weg zu finden) könnte eine gesamteuropäische Neuausgleichung im System der geopotentiellen Koten und der anschließende Übergang auf metrische Höhen die in Europa bis in den Bereich mehrerer Meter reichenden Datumsdifferenzen beseitigen.

Letztlich soll nicht vergessen werden, daß die Vereinheitlichung der europäischen Schwerestandards vor allem mit Absolutgravimetermessungen u.a. als Grundlage für die Ableitung von geopotentiellen Koten bereits bisher in bilateralen Kooperationen auch in Österreich sehr intensiv betrieben worden ist. Ein im Rahmen der CEI (Zentraleuropäische Initiative) initiiertes Projekt (UNIGRACE) wird diese Zielsetzung in den nächsten Jahren weiter intensivieren.

### 3. Die Überwindung der „inneren Grenzen“ – die Homogenisierung des österreichischen Punktfeldes

Mit der Einrichtung und Realisierung von international verbindlichen Bezugssystemen hat Österreich einen grundlegenden Schritt in eine wissenschaftlich fundierte und wirtschaftlich optimal ausgelegte Zukunft getan.

Eine wesentliche Einschränkung in der Anwendung der neuen Grundlagen besteht allerdings, wie gesagt, in den derzeit in der geodätischen Praxis eingeführten Punktfeldern mit ihren historisch gewachsenen Inhomogenitäten und Zwängen.

Sowohl das österreichische Lage-Festpunktfeld als auch das österreichische Höhensystem sind charakterisiert sowohl durch langwellige Modellverbiegungen, die sich aus der unzureichenden Bestimmung der übergeordneten Punkthierarchien ergeben, als auch durch bisher nur zum Teil erfaßbare und anwendbare hochfrequente Einflüsse vor allem des Schwerefeldes. Diese Effekte sind seit Jahren bekannt und mehrfach publiziert (u.a. [2], [3], [6]).

Sie erreichen im Extremfall im langwelligen Bereich (über etwa 100 km) Zwänge von bis zu 1,5 m und im hochfrequenten Bereich (bei 1–2 km Punktdistanz) Einflüsse von 1–2 Dezimetern (Einfluß Schwerefeld). Im lokalen Bereich gibt es natürlich auch noch Netz- oder Punktbestimmungsschwächen (nicht optimales Netzdesign oder photogrammetrische Punktbestimmung), die in vielen Fällen zusätzliche Genauigkeitseinbußen bedingen.

Diese ungünstigen Voraussetzungen bedeuten, daß alle Folgemessungen nur unter Beobachtung des Prinzips der Nachbarschaft durchgeführt werden können. Jede Verdichtung im Festpunktfeld und jede Koordinierung eines in der Praxis benötigten Punktes muß im Anschluß an die unmittelbar benachbarten Festpunkte der Landesvermessung erfolgen, damit der lokalen Orientierung und dem lokalen Maßstab des un-

gebenden Netzteilrechnung getragen werden kann. Die damit vorgegebenen „inneren Grenzen“ sind daher in der Regel sehr eng gesteckt und werden im urbanen Bereich und in landwirtschaftlich genutzten Gebieten kaum den Kilometer überschreiten.

Die bis zum Jahr 1996 durchgeführten Untersuchungen des Netzes 1. Ordnung der österreichischen Landesvermessung beruhen auf Gegenüberstellungen mit homogenen konventionellen Netzen, wie sie z.B. mit ED 87 (European Datum 1987) im Rahmen europäischer Kooperationen (Subkommission RETrig der IAG) abgeleitet worden waren. Österreich steht darüber hinaus durch die Erweiterung von ED 87 in die östlichen Anrainerstaaten Tschechische Republik, Slowakei und Ungarn ein mit GPS-Messungen ergänztes ED 87 (neu) [1] zur Verfügung.

ED 87 (neu) soll nun gemeinsam mit AGREF eine verbesserte Diagnose bzw. Homogenisierung des österreichischen (Lage-)Festpunktfeldes ermöglichen, und zwar in folgenden Schritten:

#### *Die abschließende Diagnose:*

- Neuausgleich des österreichischen Netzes 2. und 3. Ordnung im Rahmen von ED 87 (neu); Diese Berechnung wurde bereits durchgeführt. Die Ergebnisse wurden an das Gebrauchsnetz angefeldert und ermöglichen damit eine aussagekräftige Beurteilung des österreichischen Netzes bis zur 3. Ordnung. Die resultierenden Restklaffungen sind in Abbildung 2 dargestellt (siehe auch [4])
- Modellierung der Residuen zwischen dem erweiterten ED 87 (neu) und dem Gebrauchsnetz: Damit liegen neue auch für viele AGREF-Punkte, die „nur“ mit Punkten 4. oder 5. Ordnung ident sind, speziell im Hochgebirge, repräsentative von Trendeinflüssen befreite Näherungswerte in ED 87 vor.
- Transformation dieses verdichteten ED 87 in eine bestanschließende Lage zu EUREF/AGREF. Die Restklaffungen AGREF/ED 87 sind in Abbildung 1 zusätzlich zu den Restklaffungen AGREF/Gebrauchsnetz dargestellt und zeigen die gute Übereinstimmung der beiden modernen homogenen Netze.

#### *Die Therapie in Form einer Neurechnung:*

- Neuausgleich der österreichischen Nivellament-Höhen im System der geopotentiellen Knoten.
- Übergang auf das internationale Höhendatum (NN Amsterdam) und auf orthometrische Höhen.

- Befreiung aller konventioneller Meßdaten der 1.-5. Ordnung vom Einfluß des Schwerefeldes.
- Neuausgleich der gesamten konventionellen Messungen (1.-5. Ordnung) im System ETRS 94, repräsentiert durch den mit AGREF (und AREF) vorliegenden Bezugsrahmen ETRF 94 (einschließlich Ergänzungsmessungen mit GPS bei unzureichendem Netzdesign).
- Neuausgleich oder Neubestimmung terrestrischer und photogrammetrischer Einschaltpunkte (EP) mit GPS, je nach örtlich gegebener Notwendigkeit.

Die Sinnhaftigkeit der oben skizzierten Therapie des Festpunktfeldes in Form einer Neurechnung ist natürlich nur gegeben, wenn die damit gewonnene Qualitätsverbesserung sich in den weiteren Anwendungen einbringen läßt und wenn der mit dieser Maßnahme verbundene große Aufwand wirtschaftlich vertretbar ist. In einem Staat mit langer vermessungstechnischer Tradition wie Österreich befindet sich das Festpunktfeld nicht im luftleeren Raum, sondern hat seit Jahrzehnten seinen Niederschlag in abgeleiteten Einschalt-, Polygon- und Grenzpunkten gefunden. Diese abgeleiteten Punkte beinhalten natürlich alle geometrischen Eigenschaften und Mängel ihres Ursprunges, des benachbarten Punktes des Festpunktfeldes 1.-5. Ordnung. Ein neugeschaffenes Festpunktfeld hat somit nur dann einen Sinn, wenn die Sanierung auch die abgeleiteten Punkte betrifft. Diese Sanierung ist – belegbar durch schon geleistete Vorarbeiten – im Anschluß an die Digitalisierung der Katastralmappe mit relativ geringem Aufwand möglich. Der wesentliche wirtschaftliche Vorteil wäre die Möglichkeit, im Anschluß an die Homogenisierung und ergänzt durch die Einrichtung eines DGPS-Dienstes die Punktdichte im Festpunktfeld drastisch reduzieren zu können und damit aufwendige Erhaltungsarbeiten im Festpunktfeld (derzeit etwa 300 000 Punkte !) auf ein Minimum (etwa 30 000 – 40 000 Punkte) einschränken zu können.

#### **4. Zusammenfassung und Ausblick:**

Die im vorigen aufgezeigten Möglichkeiten zur Überwindung der „äußeren“ und „inneren“ Grenzen im Vermessungswesen führen (derzeit noch in Form einer Vision) zu folgendem Szenario, das 2005 (oder früher ?) Wirklichkeit sein könnte:

- ETRS 94 ist das Referenzsystem in Österreich.
- Die Kartenprojektion ist UTM.

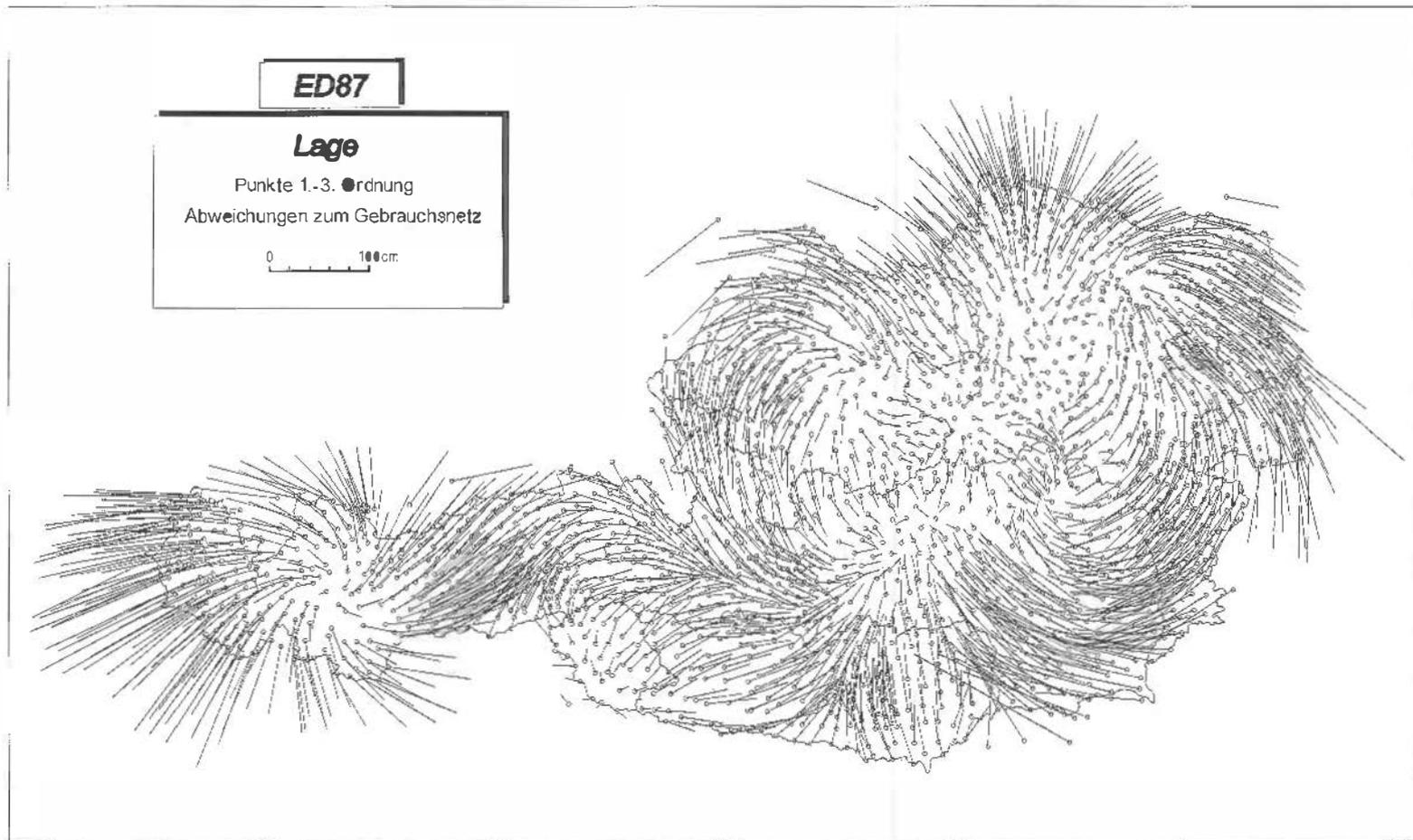


Abb. 2: Vergleich des ED 87 mit dem Gebrauchsnetz

- Das Referenzsystem ist realisiert durch ein Mehrzweckfestpunktfeld hoher Genauigkeit mit einer begrenzten Anzahl von Bodenpunkten.
- Das Referenzsystem ist, sofern die heutigen Restriktionen weiter bestehen, zusätzlich repräsentiert durch einen DGPS-Dienst mit Anwendungsmöglichkeiten im Vermessungswesen und in der Präzisionsnavigation.
- Das österreichische Höhensystem bezieht sich auf ein gemeinsames europäisches Datum.
- Lokale Transformationsparameter stellen die Beziehung zu historischen Systemen her.
- Sowohl das Digitale Geländemodell, als auch kartographische und Katasterinformationen stehen im System ETRS 94 zur Verfügung.

Bleibt zu hoffen, daß für das letztlich sinnvolle und wirtschaftlich bedeutsame Projekt die in der Anfangsphase notwendigen Investitionen zur Verfügung stehen und daß der notwendige Konsens in einer gemeinsamen Strategie aller Geodäten gefunden werden kann.



## Prüfung und Verwendung internationaler Satellitenbilddaten

*Franz Leberl, Seibersdorf und Rainer Kalliany, Graz*

### Literatur

- [1] *Ehmsperger, W.*: Einfluß von GPS-Messungen und neuer Netzteile auf ein bestehendes trigonometrisches Netz 1. Ordnung, dargestellt am **MD 87** im Bereich Österreich; Österr. Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation, 84. Jg., Heft 4/96, S. 339-348
- [2] *Ehmsperger, W.; Erker, E.*: Das Europäische Datum 1987 (ED 87) und sein österreichischer Anteil; Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 77 Jg., 1989, Heft 2, S. 47-90.
- [3] *Erker, E.*: Das österreichische Festpunktfeld - heute und morgen; EVM, Nr. 63-1, Mai 1991, S. 5-13.
- [4] *Erker, E.; Imrek, E.*: National Report of Austria, presented at the Symposium of the IAG Subcommission EUREF in Ankara/Turkey, May 22-25, 1996; Veröffentl. d. Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung München 1997, in Druck.
- [5] *Hofmann-Wellenhof, B.; Kirchner, G.; Lichtenegger, H.; Moritz, H.; Pesec, P.; Rinner, K.; Stengl, G.; Sünkel, H.*: Österreichische Beiträge zum WEGENER-MEDLAS-Projekt; Mitt. d. geod. Institute der Techn. Universität Graz, Folge 65, Graz, 1989.
- [6] *Höggerl, N.*: Die Ausgleichung des österreichischen Präzisionsnivelelementnetzes; Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 74. Jg. 1986, Heft 4, S. 216-249.
- [7] *Pesec, P.; Sünkel, H.; Erker, E.; Imrek, E.; Stengl, G.*: Das österreichische Geodynamische Bezugssystem AGREF. Realisierung und Ergebnisse; Sonderausgabe der Österr. Akademie der Wissenschaften und des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Graz, Jänner 1997.

### Zusammenfassung

Eine für die Erdbeobachtung wichtige Neuentwicklung auf dem Sektor der Sensortechnik ist die Einführung von hochauflösenden optischen Satelliten, sowie neuen radar-basierten Methoden. Eine weitere neue Komponente sind die modernen Computernetze, die den weltweiten Austausch von Information und den Vertrieb von Daten ermöglichen. Es werden die für den Anwender wesentlichen Aspekte dieser Entwicklungen dargestellt.

### Abstract

For earth observation, the upcoming new high-resolution optical satellites, as well as new radar-grammetric methods, are important innovations. Another new component are computer-networks, which offer the exchange of information and data on a world-wide basis. A review of the aspects essential for the user is given.

### 1. Hintergrund

Die Fernerkundung mit weltraumgestützten Sensoren ist eine bereits seit über einem Jahrzehnt etablierte Methode zur Gewinnung von physikalischen, metrischen und thematischen Informationen über weite Gebiete auf der Erdoberfläche oder den Weltmeeren. In letzter Zeit scheint sich dafür im englischen Sprach-

gebrauch anstelle von „Remote Sensing“ der anschaulichere Begriff „Earth Observation“ durchgesetzt zu haben. Daher wird in diesem Beitrag die vorrangig analoge deutsche Bezeichnung „Erdbbeobachtung“ verwendet, was aber keinen Gegensatz zu den – nicht zuletzt in den Namen von einschlägigen Instituten und Gesellschaften weiterbestehenden – Begriffen „Fernerkundung“/„Remote Sensing“ bedeuten