



## Neue Eichbasis für EDM-Geräte in Innsbruck

Gert Augustin <sup>1</sup>, J. Tschaikner <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universität Innsbruck, Institut für Geodäsie, A-6020 Innsbruck, Technikerstraße 38/3*

<sup>2</sup> *Bundesamt f. Eich- und Vermessungswesen, Katasterdienststelle für die Neuanlegung für Tirol und Vorarlberg, 6010 Innsbruck, Bürgerstraße 34*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **76** (2), S. 218–224

1988

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Augustin_VGI_198834,  
Title = {Neue Eichbasis f{"u}r EDM-Ger{"a}te in Innsbruck},  
Author = {Augustin, Gert and Tschaikner, J.},  
Journal = {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {218--224},  
Number = {2},  
Year = {1988},  
Volume = {76}  
}
```



## Neue Eichbasis für EDM-Geräte in Innsbruck (Völs)

Von G. Augustin und J. Tschakner, Innsbruck

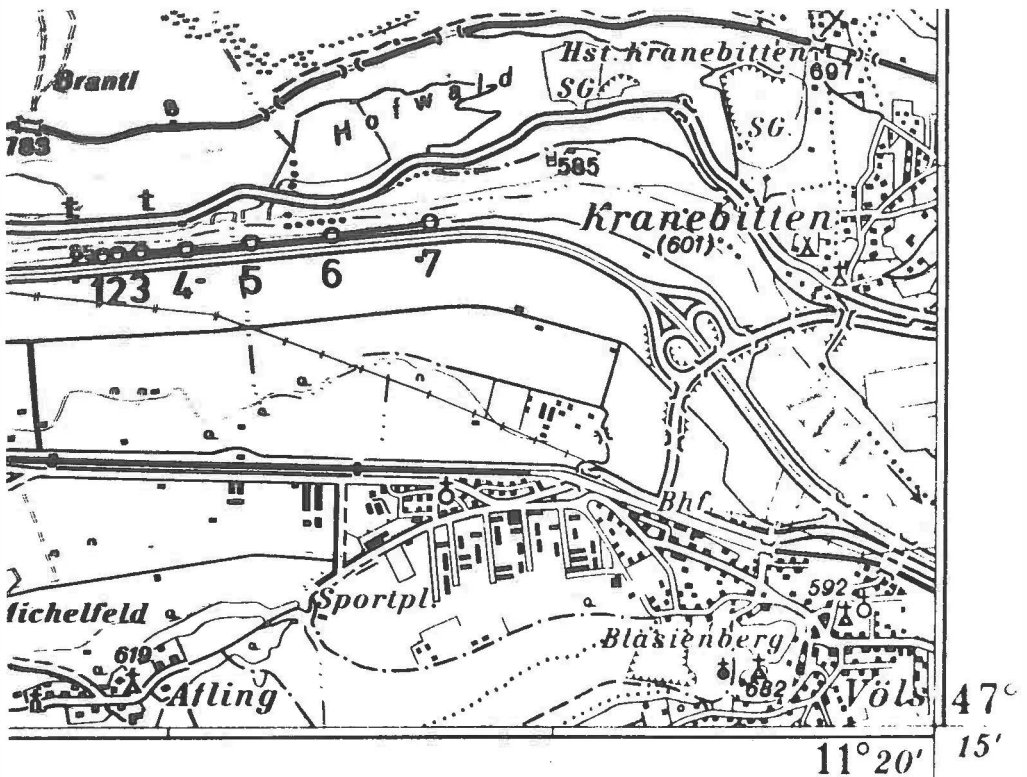
### 1. Einleitung

In Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Geodäsie der Universität Innsbruck, dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, der Vermessungsabteilung des Amtes der Tiroler Landesregierung und der Vermessungsabteilung der Tiroler Wasserkraftwerke AG wurde im Herbst 1986 eine aus 7 Meßpfählen bestehende Eichbasis für EDM-Geräte errichtet. Die erste Eichmessung wurde im Juni 1987 freundlicherweise durch die Vermessungsabteilung der Vorarlberger Werke AG mit einem Mekometer ME 3000 vorgenommen.

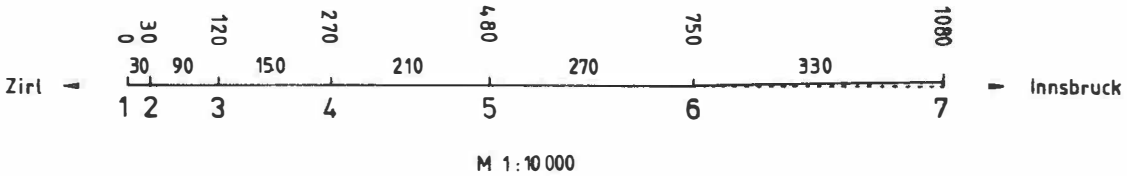
Diese Anlage steht allen Anwendern von EDM-Geräten zur Verfügung und ermöglicht, neben der periodischen Funktionskontrolle der Geräte, die Bestimmung des Maßstabes und der Additionskonstanten mit Hilfe eines zu diesem Zwecke entwickelten EDV-Programmes.

### 2. Basisanlage

Die Basisanlage befindet sich am Grünstreifen zwischen der Inntalautobahn und dem Uferweg des Inn im Bereich der Gemeindegrenze Kematen – Völs.



Als Stabilisierung wurde 7 doppelschalige Betonpfähler nach der Bauart der Tiroler Wasserkraftwerke AG errichtet.



Meßpunktanordnung

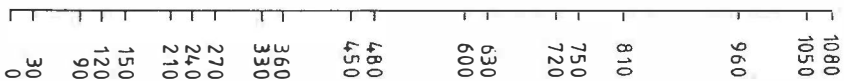
Für den geometrischen Entwurf der Basis waren folgende Voraussetzungen maßgebend:

- die Bestimmung des zyklischen Fehlers soll bei Bedarf separat erfolgen; dazu ist an die Errichtung einer Laborbasis im Keller der Technischen Fakultät gedacht.
- Maßstabsfaktor und Additionskonstante sollen durch Messung mehrerer über die festgelegte Maximaldistanz bestmöglichst verteilter Teilstrecken (Streckenkombinationen) bezogen auf die Eichwerte ermittelt werden.
- die Additionskonstante bezüglich des verwendeten Reflektors soll auch aus einem vermittelten Ansatz unter Annahme unbekannter Teilstrecken errechnet werden.

Die geometrischen Parameter wurden nach den von Rüeger (1) empfohlenen Formeln ermittelt und ergaben sich auf Grund analoger Voraussetzungen gleich denen der Eichbasis in Graz (2) mit:

- kürzeste Distanz: 30 m = A
- längste Distanz: 1080 m
- Teilstreckenlängen: A, A+B, A+2B, . . . , A+5B

Durch die Wahl von B = 60 m, einem ganzzahligen Vielfachen der Feinmaßstäbe 10, 20 und 30 m, erreicht man, daß bei Geräten mit solchen Maßstäben für alle 21 möglichen Distanz-kombinationen der Einfluß des zyklischen Fehlers annähernd konstant bleibt.



Streckenverteilung

### 3. Eichung

Im Juli 1987 wurde durch die Vermessungsabteilung der Vorarlberger Illwerke AG mit einem Mekometer ME 3000 die Eichmessung vorgenommen.

Es wurden jeweils alle 21 Distanzkombinationen durch Hinmessung (Reflektor 1) und Rückmessung (Reflektor 2) gemessen.

Trotz ungünstiger meteorologischer Bedingungen (Temperatur 30°C, wolkenlos) ergaben sich für die ausgeglichenen Beobachtungen mittlere Fehler zwischen 0,3 und 0,5 mm, 0,6 mm +/- 0,3 mm für die Additionskonstante des Reflektor 1 und 0,7 mm +/- 0,3 mm für die des 2. Reflektors.

Da die berechneten Größen in etwa die gleichen Werte ergaben, wurden die endgültigen Eichgrößen für die 21 Teilstrecken nach Mittelung der Hin- und Rückmessung aus der vermittelnden Ausgleichung mit unbekanntem Teilstrecken gewonnen.

Ergebnis der Ausgleichung der Eichmessung:

Bestimmung der Additionskonstanten bei unbekanntem Teilstrecken  
(Eichmessung: Mekometer ME 3000 von 1987-07-06)

Anzahl der gemessenen Strecken: 21  
Anzahl der Unbekannten : 7  
Gewichtung :  $p = .2 \text{ (mm)} + .2 \text{ (mm/km)}$

Strecken von nach	s-hor (m)	mF (mm)	Verb. (mm)	s-aus (m)	mF (mm)	addk (mm)	s-ist (m)	s-eich (m)
1 2	30.0354	.4	.8	30.0362	.3	.6	30.0367	30.0367
2 3	89.9970	.5	.2	89.9972	.3	.6	89.9977	89.9977
1 3	120.0341	.5	-.2	120.0339	.3	.6	120.0345	120.0345
4 3	149.9710	.5	-.5	149.9705	.3	.6	149.9711	149.9711
5 4	209.9813	.5	-.6	209.9807	.3	.6	209.9812	209.9812
4 2	239.9678	.5	.5	239.9683	.3	.6	239.9688	239.9688
6 5	270.0034	.5	-.5	270.0029	.4	.6	270.0035	270.0035
4 1	270.0055	.5	-.5	270.0050	.3	.6	270.0055	270.0055
7 6	330.0622	.6	.1	330.0623	.4	.6	330.0629	330.0629
5 3	359.9518	.6	-.3	359.9515	.3	.6	359.9521	359.9521
5 2	449.9491	.6	.2	449.9493	.3	.6	449.9498	449.9498
6 4	479.9831	.6	.4	479.9835	.3	.6	479.9840	479.9840
5 1	479.9858	.6	.2	479.9860	.3	.6	479.9865	479.9865
7 5	600.0538	.7	-.3	600.0535	.4	.6	600.0540	600.0540
6 3	629.9537	.7	.9	629.9546	.3	.6	629.9551	629.9551
6 2	719.9522	.7	.0	719.9523	.3	.6	719.9528	719.9528
6 1	749.9895	.7	-.5	749.9890	.4	.6	749.9895	749.9895
7 4	810.0340	.8	-.4	810.0336	.4	.6	810.0342	810.0342
7 3	960.0025	.8	.6	960.0031	.4	.6	960.0037	960.0037
7 2	1049.9997	.9	.7	1050.0004	.4	.6	1050.0009	1050.0009
7 1	1080.0377	.9	-.7	1080.0370	.4	.6	1080.0376	1080.0376

Additionskonstante = .0006 (m) +/- .0002 (m)

Eine Wiederholungsmessung ist für das Frühjahr 1988 geplant.

#### 4. Auswertung

Zur raschen und komfortablen Auswertung der Meßergebnisse wurde von den Verfassern am institutseigenen Atari 1040 ST ein Programm entwickelt.

Als Meßgrößen werden die gemessenen Schrägdistanzen, Instrumenten- und Zielhöhe, sowie Druck und Temperatur eingegeben und zwecks späterer Editierbarkeit in einer Datei abgelegt.

Im wesentlichen werden nun folgende Berechnungen vorgenommen:

- meteorologische Reduktion
- Horizontierung

- Bestimmung der Additionskonstanten und des Maßstabsfaktors unter Zugrundelegung bekannter Teilstrecken (Eichwerte)
- Bestimmung der Additionskonstanten unter Annahme unbekannter Teilstrecken.

Die meteorologische Reduktion erfolgt mit den von den Geräteherstellern angegebenen Formeln, sofern diese nicht durch Voreinstellung am Gerät berücksichtigt wurde.

Die Horizontierung erfolgt mittels der bekannten Höhendifferenzen der Stationen.

Alle gewünschten Ergebnisse werden schließlich auf zweifache Weise mittels vermittelnder Ausgleichung gewonnen:

- 2 Unbekannte: Additionskonstante und Maßstabsfaktor, bekannte Eichstrecken
- 7 Unbekannte: Additionskonstante und Stationsdifferenzen, unbekannte Teilentfernungen.

Zu diesem Ansatz werden die Meßwerte in das Alignment reduziert, die Ergebnisse wiederum in die wahre Visur zurückgerechnet, sodaß die ausgeglichenen Strecken mit den Eichwerten direkt verglichen werden können.

Der Berechnung der Gewichte wird die jeweilige Herstellerangabe für die Standardabweichung des Gerätes zugrunde gelegt, kann aber auch anders gewählt werden.

Aus dem Vergleich der Ergebnisse beider Berechnungsmethoden kann untersucht werden, ob die Annahme einer konstanten Nullpunktskorrektur gerechtfertigt ist. Aus einer allfälligen Systematik der Vermessungen könnten entfernungsabhängige Parameter abgeleitet werden.

## 5. Berechnungsbeispiel

Das nachstehende Beispiel zeigt die Berechnungsergebnisse der Überprüfung der HP-Totalstation des Institutes für Geodäsie.

## 6. Hinweise

Die Notwendigkeit einer intensiveren Untersuchung von EDM-Geräten ergibt sich für wenige Benutzer, wenn bei der Lösung geodätischer Aufgaben Toleranzbereiche vorgegeben sind, die der optimalen Ausnutzung der mit einem Gerät erreichbare Genauigkeit bedürfen. Solche Untersuchungen benötigen allerdings Möglichkeiten zur Bestimmung des zyklischen Phasenfehlers unter Laborbedingungen, sowie Einrichtungen zur Frequenzprüfung.

Die meisten Benutzer werden mit den Ergebnissen der beschriebenen Auswertung das Auslangen finden, zumal der damit verbundene geringe Meß- und Auswerteaufwand in einem guten Verhältnis zur Notwendigkeit der periodischen Funktionskontrolle von EDM-Geräten steht.

Es werden den Benutzern der Basisanlage erfassungsgerechte Protokolle und eine Kurzbeschreibung – Zufahrt, empfohlenes Meßprogramm u. dgl. – zur Verfügung gestellt. Zu messen sind die Schrägstrecken, Instrumenten- und Zielhöhe über der Pfeilerplatte sowie Druck und Temperatur; alle 21 möglichen Distanzen können so in etwa 1,5 Stunden beobachtet werden.

## Literatur

- (1) *Rüeger, J. M.*: Eine Hilfe für die Projektierung von Eichstrecken elektronischer Distanzmesser. *Vermessung – Photogrammetrie – Kulturtechnik*, 74. Jg. (1976), Heft 9, Seiten 249–251.
- (2) *Reithofer, Anton*: Die Prüfstrecke Graz – Feldkirchen: Eine Einrichtung zur Kontrolle von elektronischen Entfernungsmeßgeräten. *ÖIAZ* 1985, Heft 5, Seiten 174–176.

INSTITUT für GEODÄSIE  
UNIVERSITÄT INNSBRUCK

1987-09-18  
Seite: 1

(Autoren: G. Augustin/J. Tschalkner)

**EICHBASIS für EDM - GERÄTE**  
Innsbruck (Völs)  
Auswertung der Eichmessung

Messung vom : 12.2.1987  
Auftraggeber: Augustin/Tschalkner  
Gerät : HP-Totalstation Fabr.Nr.: ???  
Reflektor : HP-1-er Prisma

Standardabweichung : 5.0 (mm) + 5.0 (mm/km)  
Formel für meteorol.Reduktion:  $279.42 - 105.885 * p / (273.2 + t) \dots p$  in mmHg

Instrumentenhöhe über Pfeilerplatte : .245 (m)  
Zielhöhe über Pfeilerplatte : .165 (m)  
eingestellte Additionskonstante : 0.000 (m)  
eingestellter ppm - Wert : 0.0 (mm/km)

Meßprotokoll und Reduktionen:

Strecken von nach	Seite- gem (m)	Druck (Hg)	Temp (C)	S-met.red (m)	S-horizon. (m)	Gewicht
1 2	30.0390	703.0	13.0	30.0396	30.0391	2.12
1 3	120.0380	703.0	13.0	120.0403	120.0398	1.79
1 4	270.0040	703.0	13.0	270.0092	270.0083	1.39
1 5	479.9805	703.0	13.0	479.9898	479.9886	1.03
1 6	749.9760	703.0	13.0	749.9905	749.9893	.73
1 7	1080.0185	703.0	13.0	1080.0394	1080.0378	.52
2 7	1049.9825	703.0	13.0	1050.0028	1050.0013	.54
2 6	719.9410	703.0	13.0	719.9549	719.9539	.76
2 5	449.9445	703.0	13.0	449.9532	449.9521	1.07
2 4	239.9670	703.0	13.0	239.9716	239.9709	1.46
2 3	89.9985	703.0	13.0	90.0002	89.9998	1.89
3 4	149.9730	703.0	12.0	149.9758	149.9752	1.70
3 5	359.9490	703.0	12.0	359.9556	359.9548	1.22
3 6	629.9460	703.0	12.0	629.9576	629.9567	.85
3 7	959.9880	703.0	12.0	960.0057	960.0044	.59
4 7	810.0215	703.0	12.0	810.0364	810.0355	.69
4 6	479.9780	703.0	12.0	479.9868	479.9863	1.03
4 5	209.9815	703.0	12.0	209.9854	209.9849	1.54
5 6	270.0005	703.0	12.0	270.0055	270.0053	1.40
5 7	600.0445	703.0	12.0	600.0556	600.0550	.88
6 7	330.0600	704.0	11.0	330.0657	330.0651	1.27

INSTITUT für GEODÄSIE  
UNIVERSITÄT INNSBRUCK

1987-09-18  
Seite: 2

(Autoren: G. Augustin/J. Tschakner)

Bestimmung der Additionskonstanten und des Maßstabsfaktors bei bekannten Teilstrecken  
(Eichmessung: Mekometer ME 3000 von 1987-07-06)

Anzahl der gemessenen Strecken: 21  
Anzahl der Unbekannten : 2  
Gewichtung :  $p = 5.0 \text{ (mm)} + 5.0 \text{ (mm/km)}$

Strecken von nach	s-hor (m)	mF (mm)	Verb. (mm)	s-aus (m)	mF (mm)	s-std (mm)	addk (mm)	s-eich (m)
1 2	30.0391	.7	1.1	30.0401	.3	.0	-3.5	30.0367
2 3	89.9998	.7	1.1	90.0009	.3	.3	-3.5	89.9977
1 3	120.0398	.8	-2.1	120.0377	.3	.4	-3.5	120.0345
3 4	149.9752	.8	-1.0	149.9742	.3	.5	-3.5	149.9711
4 5	209.9849	.8	-.8	209.9841	.2	.7	-3.5	209.9812
2 4	239.9709	.8	.7	239.9716	.2	.8	-3.5	239.9688
5 6	270.0053	.9	.9	270.0062	.2	.9	-3.5	270.0035
1 4	270.0083	.9	-1.1	270.0082	.2	.9	-3.5	270.0055
6 7	330.0651	.9	.3	330.0654	.2	1.1	-3.5	330.0629
3 5	359.9548	.9	-.3	359.9545	.2	1.2	-3.5	359.9521
2 5	449.9521	1.0	-.2	449.9519	.2	1.4	-3.5	449.9498
4 6	479.9863	1.0	-.3	479.9860	.2	1.5	-3.5	479.9840
1 5	479.9886	1.0	-.0	479.9885	.2	1.5	-3.5	479.9865
5 7	600.0550	1.1	.7	600.0556	.3	1.9	-3.5	600.0540
3 6	629.9567	1.1	-1.1	629.9566	.3	2.0	-3.5	629.9551
2 6	719.9539	1.2	.2	719.9540	.3	2.3	-3.5	719.9528
1 6	749.9893	1.2	1.3	749.9906	.4	2.4	-3.5	749.9895
4 7	810.0355	1.2	-.4	810.0351	.4	2.6	-3.5	810.0342
3 7	960.0044	1.3	-.3	960.0042	.5	3.1	-3.5	960.0037
2 7	1050.0013	1.4	-.3	1050.0011	.6	3.4	-3.5	1050.0009
1 7	1080.0378	1.4	-.1	1080.0377	.6	3.5	-3.5	1080.0376

Maßstabsfaktor = 1.0000032 +/- .0000007  
Additionskonstante = -.0035 (m) +/- .0003 (m)

(Autoren: G. Augustin/J. Tschäikner)

Bestimmung der Additionskonstanten bei unbekanntem Teilstrecken:  
 (Eichmessung: Mekometer ME 3000 von 1987-07-06)

 Anzahl der gemessenen Strecken: 21  
 Anzahl der Unbekannten : 7  
 Gewichtung :  $p = 5.0 \text{ (mm)} + 5.0 \text{ (mm/km)}$ 

Strecken von nach	s-hor (m)	mF (mm)	Verb. (mm)	s-aus (m)	mF (mm)	addk (mm)	s-ist (m)	s-eich (m)
1 2	30.0391	.8	1.2	30.0403	.6	-3.4	30.0368	30.0367
2 3	89.9998	.8	1.0	90.0008	.6	-3.4	89.9974	89.9977
1 3	120.0398	.9	-2.2	120.0376	.5	-3.4	120.0342	120.0345
3 4	149.9752	.9	-1.1	149.9741	.6	-3.4	149.9706	149.9711
4 5	209.9849	.9	-.4	209.9845	.6	-3.4	209.9811	209.9812
2 4	239.9709	.9	.5	239.9714	.6	-3.4	239.9680	239.9688
5 6	270.0053	1.0	.2	270.0054	.7	-3.4	270.0020	270.0035
1 4	270.0083	1.0	-.1	270.0082	.5	-3.4	270.0047	270.0055
6 7	330.0651	1.0	.3	330.0654	.7	-3.4	330.0620	330.0629
3 5	359.9548	1.0	.2	359.9549	.6	-3.4	359.9515	359.9521
2 5	449.9521	1.1	.1	449.9523	.6	-3.4	449.9488	449.9498
4 6	479.9863	1.1	-.5	479.9859	.6	-3.4	479.9824	479.9840
1 5	479.9886	1.1	.5	479.9891	.6	-3.4	479.9857	479.9865
5 7	600.0550	1.2	.2	600.0551	.7	-3.4	600.0517	600.0540
3 6	629.9567	1.2	-.3	629.9565	.6	-3.4	629.9530	629.9551
2 6	719.9539	1.3	-.0	719.9538	.6	-3.4	719.9504	719.9528
1 6	749.9893	1.3	1.3	749.9906	.7	-3.4	749.9872	749.9895
4 7	810.0355	1.4	-.4	810.0351	.6	-3.4	810.0317	810.0342
3 7	960.0044	1.5	-.2	960.0042	.7	-3.4	960.0007	960.0037
2 7	1050.0013	1.6	-.3	1050.0010	.7	-3.4	1049.9976	1050.0009
1 7	1080.0378	1.6	-.0	1080.0378	.8	-3.4	1080.0344	1080.0376

 Additionskonstante =  $-0.0034 \text{ (m)} \pm 0.0005 \text{ (m)}$