Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 82 (1984)

Heft: 10

Artikel: PMS 2 : ein automatisches Untertage-Profilaufnahmesystem hoher Geschwindigkeit

Autor: Celio, T. / Matthias, H.J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-232120

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Un écart-type estimé à m = ±0,50 m peut finalement être accordé à toutes les trois composantes des coordonnées.
Il existe deux raisons décisives d'accepter la solution (PE–MP) définitive: d'une part, elle fournit des coordonnées de grande précision, d'autre part, les points sont très bien calés dans un système de référence géocentrique matérialisé par les deux satellites aux éphémérides précises à 1 à 2 m près. Les petits résidus qui apparaissent après les transformations (PE–SP) – (PE–MP) et (SA) – (PE–MP) sont dus aux correlations provoquées par l'utilisation de matériel d'observation identique.
La campagne de calibration, réalisée par l'Université de Bonn, n'a pas révélé de différences significatives aux solutions. Les résultats obtenus par la campagne CIDOC correspondent à la précision attendue pour un canevas aux mailles de 150 à 200 km et ils satisfont tout à fait les conditions posées par la mensuration nationale.
Il reste à mentionner qu'il n'a fallu que trois ans pour accomplir le projet entier, commencé lors des premiers contacts de l'IFAG avec l'IGCI à l'Assemblée Générale de l'UIGG à Canberra en décembre 1979 et terminé avec la remise des coordonnées définitives.

Remarques:

Cet article est basé sur la publication AVN (Allgemeine Vermessungs-Nachrichten), 1/1984. Auteurs de cet article: Cissé et al.
Pour de plus amples informations au sujet de la *Côte d'Ivoire Doppler Campagne (CIDOC)*, veuillez consulter les documents suivants:

(1) Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen; Heft Nr. 91, Reihe 1: Originalbeiträge, IFAG Verlag, Frankfurt a. M. 1983.

(2) Abschlussbericht über die Dopplermesskampagne in der Republik Elfenbeinküste; Côte d'Ivoire Doppler Campagne; IFAG Verlag, Frankfurt a. M. 1982.

(3) Berichte aus Forschung und Praxis: Einrichtung eines geodätischen Festpunktfeldes erster Ordnung in der Republik Elfenbeinküste mit Hilfe des Navy Navigation Satellite Systems. A. Schödlbauer, ZfV 108, Heft Nr. 7, 1983.

Adressen der Verfasser:

Dipl. Phys. A. Geiger, Prof. Dr. H.-G. Kahle
Institut f. Geodäsie und Photogrammetrie
ETH-Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Prof. Dr. E. Reinhart
Institut f. Angewandte Geodäsie
Richard-Strauss-Allee
D-6000 Frankfurt a. M. 70

K. Rösch
Universität Stuttgart
Geodätisches Institut
Keplerstrasse 11
D-7000 Stuttgart 1

Prof. Dr.-Ing. A. Schödlbauer
Hochschule der Bundeswehr München
Allgemeine Geodäsie
Werner Heisenberg-Weg
D-8014 Neubiberg

Prof. Dr. H. Seeger
Geodätisches Institut
Universität Bonn
Nussallee 17
D-5300 Bonn 1

PMS 2 – ein automatisches Untertage-Profilaufnahmesystem hoher Geschwindigkeit

T. Celio, H. J. Matthias

PMS 2 ist ein elektro-optisches Messsystem für polare Profilaufnahmen von stationären Stationspunkten aus. Der Messbereich umfasst Distanzen von 1–10 m, die Genauigkeit der Distanzmessungen wird mit $\sigma \leqq 0{,}5$ cm gekennzeichnet, die Auflösung der polaren Winkeleinstellung ist 1 gon, die Messdauer für einen Punkt beträgt 40 ms und für 400 Punkte eines Profils rund 30 s.
Es werden das Messprinzip, das funktionale Modell, die Systemkomponenten, der Messvorgang, die Datenausgabe, Genauigkeit und systematische Fehler und die Anwendungen dargestellt.

PMS 2 est un système électro-optique pour le levé de profils avec coordonnées polaires et stationnement statique. La portée est de 1 à 10 m, la précision des distances est caractérisée par $\sigma \leqq 0{,}5$ cm, la résolution angulaire est de 1 gon, la mesure pour un point dure 40 ms et pour 400 points d'un profil environ 30 s.
Sont expliqués le principe de mesure, le modèle fonctionnel, les composantes du système, le processus de mesure, l'édition des données et des résultats, la précision, les erreurs systématiques instrumentales, ainsi que les applications pratiques.

1. Einleitung

PMS 2 basiert auf einem Patent von T. Celio und wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes realisiert als Gemeinschaftsarbeit des Ingenieurbüros für Elektrooptik und Elektronik Dr. T. Celio und des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Prof. Dr. H. J. Matthias.
Die Arbeit soll fortgesetzt werden. Das Ziel ist es, die Messgeschwindigkeit noch ganz wesentlich zu steigern, damit PMS 2 von einem fahrenden, vorwiegend schienengebundenen, Messwagen aus eingesetzt werden kann.
Bei der gewählten technischen Lösung ist diese Erhöhung der Messgeschwindigkeit grundsätzlich möglich.

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich, Separata Nr. 74

2. Das Messprinzip

(siehe Abbildungen 1, 2)
PMS 2 basiert auf dem Prinzip der parallaktischen Distanzmessung mit fester Basis B im Instrument. Der veränderliche Parallaxwinkel ε wird, ähnlich wie bei der terrestrischen Photogrammetrie, als lineare Parallaxe in der Bildebene eines Messobjektives gemessen. Das Licht des Lasers (1) beleuchtet auf dem zu vermessenden Objekt (3) den Objektpunkt (P_2). Das Objektiv (10) bildet den Objektpunkt (P_2) auf dem Photodioden array (8) ab. Wenn sich die Distanz L zum Objekt (3) ändert, werden z. B. die Objektpunkte (P_4), (P_5) beleuchtet, und es entstehen auf dem Photodiodenarray die Bildpunkte (P'_4), P'_5). Die Verschiebungsbeträge + x, – x der Bildpunkte sind ein Mass für die Veränderung des parallaktischen Winkels ε und damit für die zu messenden Distanzen + L, – L gegenüber der Bezugsdistanz L_0.
Die Überbrückung des ganzen Messbereiches von 1–10 m wird mit der selben Basis, aber mit zwei verschiedenen Kamerakonstanten des Varioobjektives (10) erreicht. Der linearen Ausdehnung

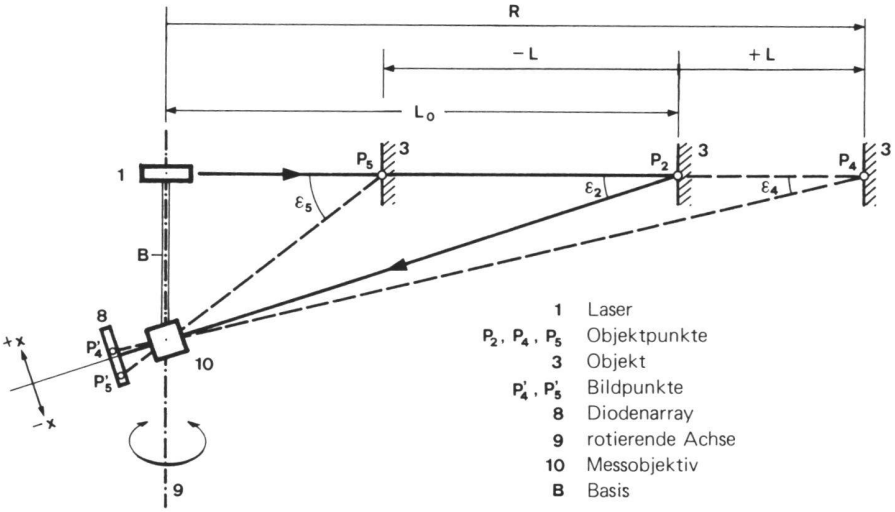


Abb. 1 Messprinzip

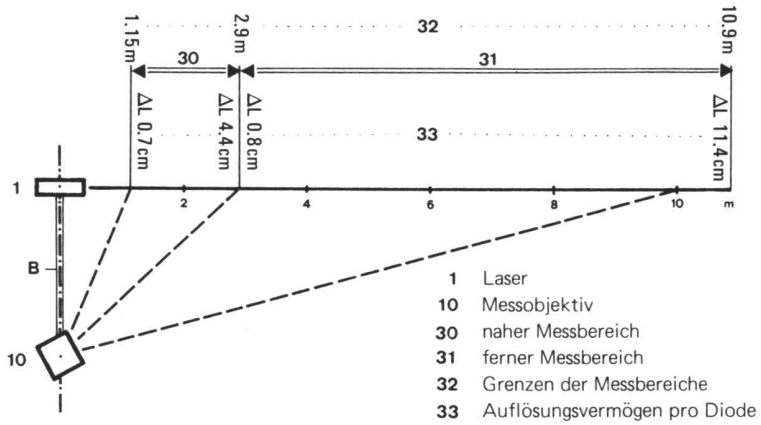


Abb. 2 Messbereiche und Auflösungsvermögen

Δx einer Diode in x-Richtung bei der kürzesten bzw. längsten Messdistanz entspricht eine lineare Auflösung in L-Richtung von $\Delta L \approx 0{,}7$ cm bzw. 11,4 cm. Die ganze Messanordnung mit Laser (1), Basis B und Objektiv (10) dreht um die Achse (9), die horizontal oder geneigt ist, je nachdem ein Vertikalschnitt oder ein geneigtes Profil vermessen werden soll.

3. Das funktionale Modell

(siehe Abbildung 3)

Modellannahme

PMS 2 gewährleistet eine projektive Abbildung der Objektgeraden g_2 auf die Bildgerade g_1.

Abbildungsgleichung

Die vier sog. Basispunkte E, E_0, E_1, E_2 bestimmen auf g_1 und g_2 je ein projektives Koordinatensystem mit den sog. Einheitspunkten E_{01}, E_{02}. Die Längen L_0, a, p, q sind System- (Instrumenten)parameter.

Der funktionale Zusammenhang zwischen der Lage eines beliebigen Objektpunktes P und seinem Bildpunkt P' bzw. umgekehrt, $L = L(x)$, ist durch das Gesetz des projektiv invarianten Doppelverhältnisses der einander entsprechenden gerichteten Strecken bestimmt.

$$\frac{\overrightarrow{E_0E_2}}{\overrightarrow{E_2E_{02}}} : \frac{\overrightarrow{E_0P}}{\overrightarrow{PE_{02}}} = \frac{\overrightarrow{E_0E_{01}}}{\overrightarrow{E_{01}E_1}} : \frac{\overrightarrow{E_0P'}}{\overrightarrow{P'E_1}}$$

$$\frac{\dfrac{a+L_0}{-L_0}}{\dfrac{a+L_0+L}{-L_0-L}} = \frac{\dfrac{-p}{-q}}{\dfrac{-p+x}{-x-q}}$$

$$\rightarrow L = \frac{\left(\frac{1}{q}+\frac{1}{p}\right)x}{\left(\frac{1}{L_0}-\frac{1}{a+L_0}\right)-\left(\frac{1}{p\,L_0}+\frac{1}{q(a+L_0)}\right)x}$$

$$R = L_0 + L \qquad (1)$$

Die Kontrolle ergibt

$R(x=0) = L_0$;
$R(x=-q) = 0$, $R(x=+p) = -a$

Die Differentialform von (1) führt

- bei Beschränkung auf kleine Glieder 1. Ordnung
- und gültig in der Umgebung von

$x = 0; \hat{=} L = 0$

$$R \approx L_0 + \frac{\frac{1}{q}+\frac{1}{p}}{\left(\frac{1}{L_0}+\frac{1}{a+L_0}\right)}\,x \qquad (2)$$

Wenn g_1 und g_2 bei E_0 einen rechten Winkel einschliessen, gilt für

$q \approx \infty$; $a \ll L_0$

$$R \approx L_0 + \frac{L_0^2}{p \cdot a}\,x \qquad (3)$$

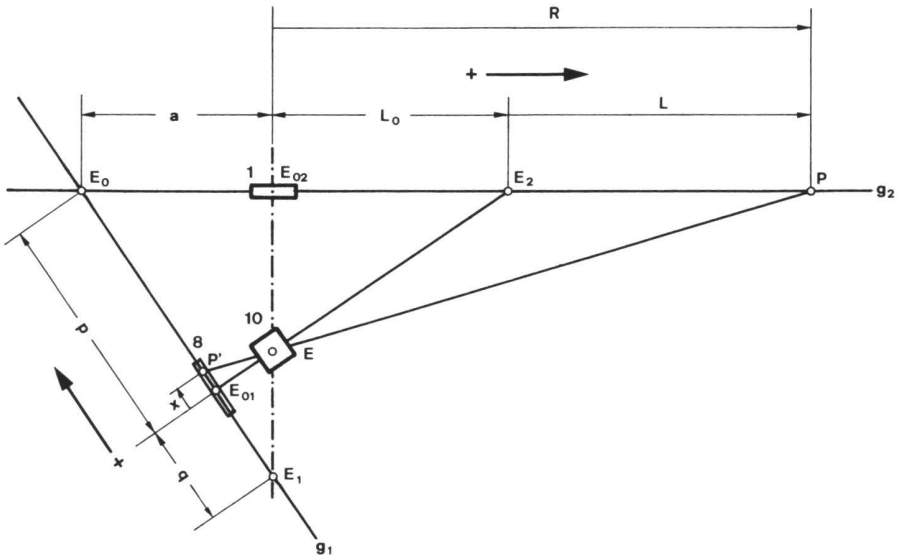


Abb. 3 Funktionales Modell von PMS 2

4. Die Systemkomponenten

(siehe Abbildungen 4, 5)

PMS 2 besteht aus dem mechanisch elektro-optischen Messkopf und dem elektrisch-elektronischen Steuer- und Auswertesystem.

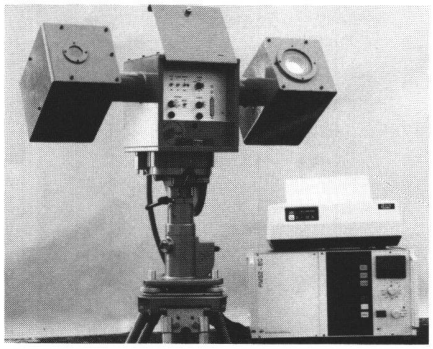


Abb. 4 PMS 2

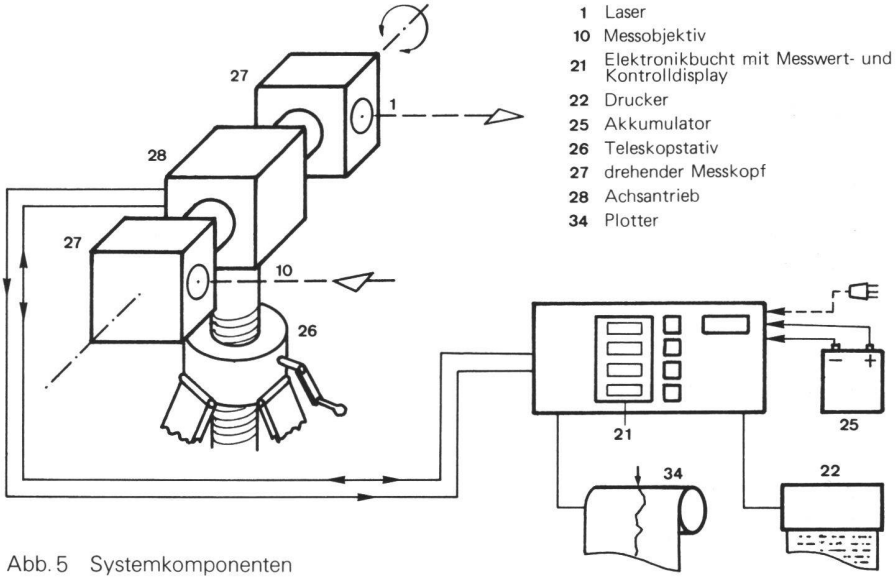


Abb. 5 Systemkomponenten

5. Messvorgang

(siehe Abbildungen 6, 7)

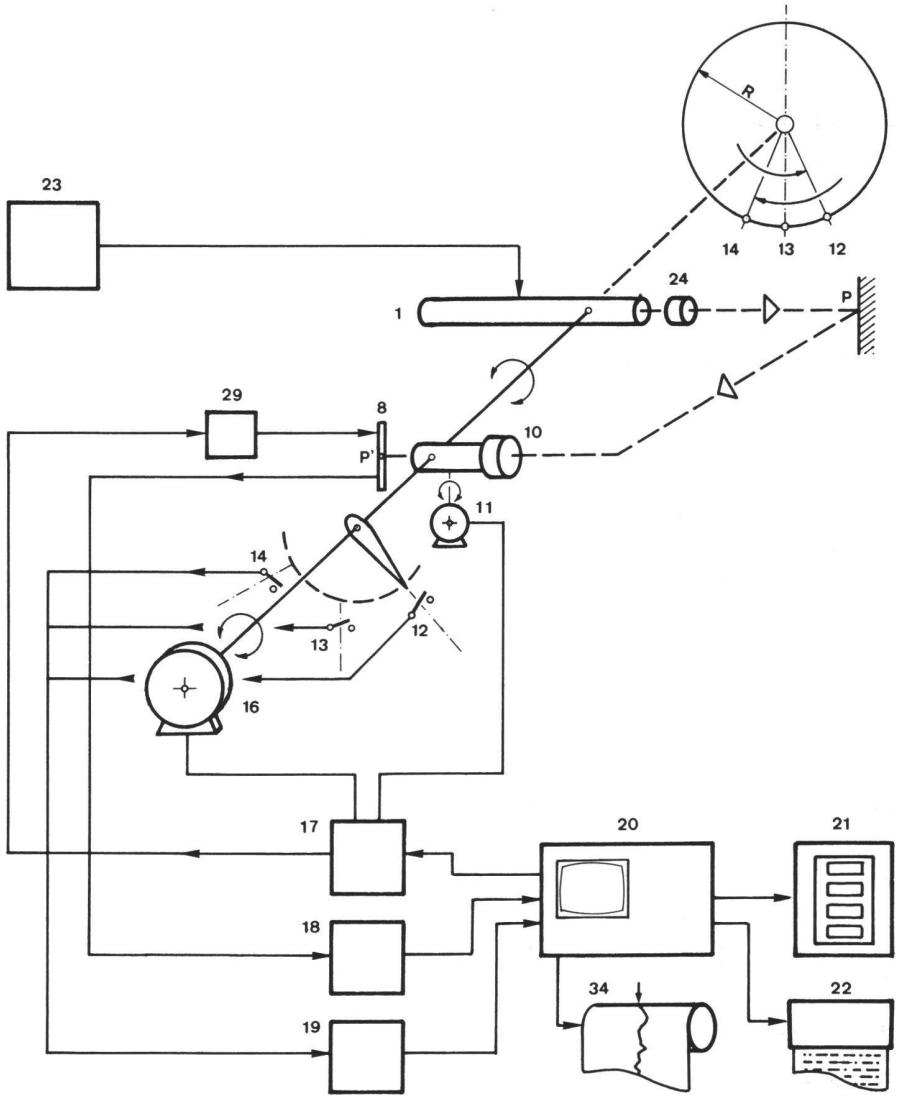
Mit der Drucktaste (45) wird die Bewegung des Messkopfes (27) ausgelöst. Ausgehend von der Startposition (12), dreht dieser über die Nadirmarke, Null gon (13), sodann schrittweise, gon um gon, über den ganzen Messmeridian zurück zur Markierung (13) 400 gon und stoppt endlich bei der Endposition (14). Während dieser Drehbewegung wird der Objekt-Bildort (P') auf dem Diodenarray kontinuierlich on-line mit einem Integrations-Interpolations-Algorithmus vom Computer (20) ermittelt und daraus mit der Abbildungsgleichung die Objektdistanz berechnet. Die Veränderung der Helligkeit der Objektpunkte (P_2, P_4, P_5) wegen der veränderlichen Distanz, den Remissionseigenschaften des Objektes und wegen Fremdstrahlung wird kontinuierlich erfasst und in einem Bereich von 1 : 64 on-line durch Veränderung der Ingerationszeit des Diodenarrays (8) berücksichtigt. Die Mess- und Berechnungszeit pro Punkt dauert ca. 40 Millisekunden. Der Computer (20) steuert auch den Fortschritt durch den Motor (16) zum nächsten Messpunkt, die Einstellung der richtigen Kamerakonstanten des Messobjektives (10) mit dem Motor (11) sowie den Output mit dem Printer (22) oder dem Plotter 34.

Einzelpunktweises Messen kann mit der Drucktaste (41) ausgelöst werden. Der Messkopf (27) wird mit den Steuertasten (42) (43) in die gewünschte Position gedreht; der Laserpunkt auf dem Messobjekt zeigt dabei dem Beobachter die richtige Lage an.

6. Die Datenausgabe

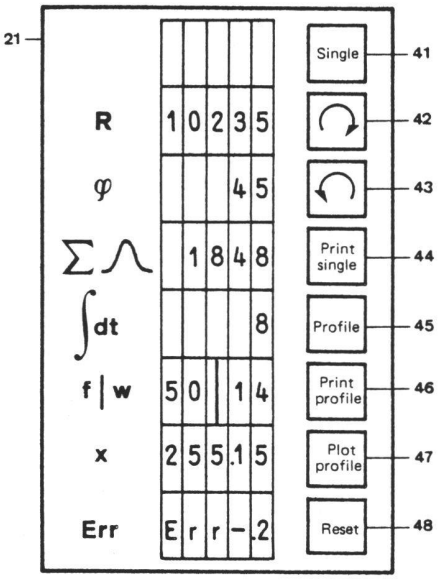
(siehe Abbildungen 7, 8)

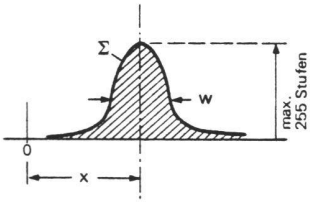
Der Display (21) ist vor allem bei Einzelpunktmessungen nützlich. Zusätzlich zu



1 Laser
P Objektpunkt
P' Bildpunkt
8 Diodenarray
10 Messobjektiv
11 Zoom-Motor
12 Startposition
13 Nadirmarke
14 Endposition
16 Schrittmotor
17 Digital-Output
18 Analog-Eingang
19 Digital-Eingang
20 Prozessrechner, Bildschirm, Speicher
21 Display
22 Drucker
23 Laser-Stromversorgung
24 Kollimator
29 Integrator-Kontroller
34 Plotter

Abb. 6 Systemaufbau





21 Elektronikbucht mit Messwert- und Kontrolldisplay
41 Einzelpunktweise Messung
42 Messkopf manuell drehen im Uhrzeigersinn
43 – im Gegenuhrzeigersinn
44 Einzelmessung ausdrucken
45 automatische Profilaufnahme auslösen
46 Messwerte des Profiles ausdrucken
47 Messgraphik drucken
48 Reset

R = L + L_0 [mm] Messwert
φ [gon] Polarwinkel
Σ [Helligkeitsstufen x Anzahl Dioden] relative Objektpunkthelligkeit
∫ [centisekunde] Integrationsdauer
f [mm] Brennweite
w [Anzahl Dioden] Breite des Objektpunktbildes
x [Anzahl Dioden] Messwert, Lage des Bildpunktes auf array
Err [Nr.] Errorart

Abb. 7 Display

den Messwerten (φ, R) geben die Anzeigen (x, f, w, ∫ dt) Hinweise auf die Qualität der Messung; wenn vorgegebene Toleranzwerte für die Signalqualität nicht erreicht werden – 10 Vorgaben sind möglich –, erfolgt ein Alarmsignal. In Abbildung 8 sind zwei mögliche Arten von Messprotokollen dargestellt und in Abbildung 9 eine Messgraphik.

7. Systematische Fehler, Genauigkeit

Die Modellannahme in Ziffer 3 entspricht der Wirklichkeit nur näherungsweise, einerseits wegen theoretischen konstruktiven Vereinfachungen und anderseits wegen Unvollkommenheiten des Instrumentenbaus. Ursachen der wichtigsten Modellfehler:

- Der realisierte Abbildungsvorgang wird bestimmt durch die feste Bildweite und die feste Brennweite, bei stark veränderlicher Objektweite, die Blendenlage und Öffnung, die starke Unsymmetrie des abbildenden Bündels, verschiedene mögliche Aberrationen der Optik, die Berechnungsweise der Bildlage mit integrativer Interpolation.
- Elektro-optische Unregelmässigkeiten des Diodenarrays.

Alle diese Einflüsse werden durch geeignete empirische Eichung mit den Abbildungsparametern von Gleichung (1) modelliert.

Die bisherigen praktischen Erfahrungen haben die theoretische Annahme bestätigt, dass die verbleibenden systematischen Anteile von den zufälligen Fehlereinflüssen überdeckt werden. Die Genauigkeit ist im ganzen Messbereich durch $\sigma \approx 0{,}5$ cm charakterisiert.

8. Anwendungen, Ausblick

In [1] wurden die verschiedenen bisherigen Anwendungen von Untertage-Profilmessungen zusammengestellt und in die Genauigkeitsklassen

a) $\sigma \approx 10$ cm; b) $\sigma \approx 3$–5 cm;
c) $\sigma \approx 1$–2 cm; d) $\sigma \approx 1$ mm

eingeteilt. PMS 2 ist für Aufgaben der Klassen a), b), c) sehr geeignet.

PROFILE
name Galleria FFS S.Gottardo Km 83.855.30

number 1 | operator fp | date 27.10.83
mode POLAR

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	*2	1764	1764	1764	1810	1812	1827	*2	*2	*2
10	*2	*2	1828	1854	1864	1861	1875	*2	1878	1876
20	1880	1900	1892	1915	1928	1922	1924	*2	1800	1812
30	1995	2008	2044	2068	2096	2091	2115	2126	2139	2182
40	2197	2233	2265	2203	2212	2191	2102	[illegible]	[illegible]	2425
50	2463	2515	2521	2576	2623	2652	[illegible]			[illegible]
60	2727	2747	2741	2719	2683	[illegible]				
70	2530	2515	2491	2440	[illegible]					
80	2359	2340	2333	231[illegible]						
90	2238	2231	2221							
100	1946	1943	[illegible]							
110	*2	*[illegible]								
120	1999									
130										

PROFILE
name Galleria FFS S.Gottardo Km 83.855.30

number 1 | operator fp | date 27.10.83
mode X-Y

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	X	*2	1796	1824	1851	1882	1910	1940	*2	*2	*2
	Y		164	164	165	121	121	108			
10	X	*2	*2	2111	2144	2175	2203	2235	*2	2292	2320
	Y			132	112	108	118	110		124	134
20	X	2349	2384	2409	2445	2478	2504	2532	*2	2535	2565
	Y	139	130	147	136	135	152	162		299	300
30	X	2674	2708	2753	2793	2835	2861	2901	[illegible]		[illegible]
	Y	150	153	136	131	123	144	[illegible]			
40	X	3059	3109	3157	3146	3178	[illegible]				
	Y	150	142	137	208	[illegible]					
50	X	3510	3574	3606	[illegible]						
	Y	186	177	202							
60	X	3974	4016								
	Y	324	[illegible]								

Abb. 8 Messprotokolle

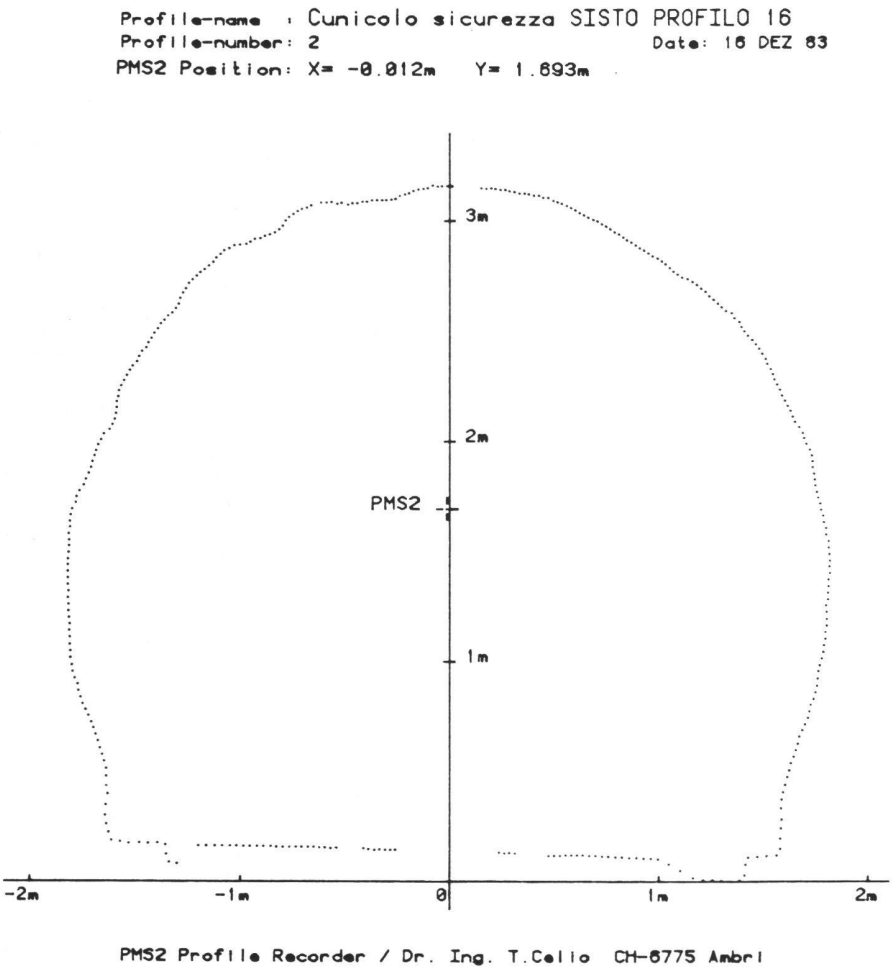


Abb. 9 Messgraphik

Falls für künftige Entwicklungsarbeiten Mittel bereitgestellt werden können, sollen zwei Richtungen besondere Aufmerksamkeit gelten: a) Viel raschere Messung für dynamische Hohlraumvermessungen ab fahrenden, insbesondere schienengebundenen Fahrzeugen; b) Messen von beliebig im Raum orientierten Profilen; vermessen von beliebigen Raumkurven.

9. Technische Daten von PMS 2

Messbereich:	1–10 m
Durchmesser des Messpunktes:	6 mm, rot
Auflösung angular bei Profilmode:	1 gon
angular bei Einzelmode:	0,25 gon
radial:	1 mm
Genauigkeit	
angular:	$\sigma \approx 10^{-3}$
radial:	$\sigma \approx 0{,}5$ cm
	$\triangleq$ (R = 5 m) $\sigma \approx 10^{-3} \cdot R$
	$\triangleq$ (R = 10 m) σ $0{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot R$
Messdauer 1 Profil, 400 Punkte:	15 s minimal; typisch 60 s
Masse:	30 x 30 x 70 cm
Gewicht:	20 kg

Literatur:

[1] Matthias, H.: Tunnelprofilmessungen beim Bau des Heitersbergtunnels der Schweiz. Bundesbahnen.
Schweiz. Bauzeitung Nr. 48/1975

Adressen der Verfasser:

Dr. T. Celio, Ufficio d'ingegneria per l'elettronica, CH-6775 Ambri

Prof. Dr. H. J. Matthias, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich.

Die periodische Drainspülung

F. Zollinger

Der periodische Unterhalt von Entwässerungsanlagen ist heute alles andere als eine Selbstverständlichkeit, auch wenn es erwiesen ist, dass er die Funktionstüchtigkeit erhöht und die Lebensdauer der Drainagen verlängert. Der Artikel bringt die Ursachen von Abflussstörungen in Drainrohren, einen Abriss über die Entwicklung der Reinigungstechnik und stellt das neue Gerät der Firma Homburg vor, bei dem der Schlauch nicht wie üblich nur durch Ziehen, sondern auch durch Stossen im Rohr fortbewegt wird. Ausführungen zum Vorgehen bei Drainspülungen runden den Beitrag ab.

Aujourd'hui l'entretient des drainages ne va pas du tout de soi quoiqu'il soit prouvé qu'il améliore le fonctionnement et allonge la durée de vie des drainages. L'article montre les causes des engorgements dans les tuyaux de drain, jette un coup d'œil sur le développement de la téchnique du nettoyage des drainages et présente le nouveau nettoyeur de drains de la maison Homburg. Cette machine ne tire pas seulement à l'aide de la tête gicleuse, mais – par une nouvelle téchnique – pousse aussi le tuyau dans le drain. Un court exposé sur la manière de procédé dans le nettoyage des drains arrondit l'article.

1. Der Drainunterhalt als Notwendigkeit

Drainagen werden gebaut, um das für Boden und Pflanze überschüssige und damit schädliche Wasser abzuführen. Dazu enthalten die im Boden verlegten Rohre grössere und kleinere Öffnungen. Wie die Erfahrung zeigt, gelangen durch diese Schlitze und Löcher neben dem Wasser auch unerwünschte Stoffe in die Rohre. Dabei handelt es sich um ausgewaschene Bodenpartikel mineralischer und organischer Zusammensetzung, im Wasser gelöste Stoffe, die in Reaktion mit dem Sauerstoff in den Drains ausgefällt werden können, und um eingewachsene Pflanzenwurzeln.