



Fahr- und Schleppkurvenvermessung von Kraftfahrzeugen mittels Motographie

Gerhard Palfinger ¹, P. Stix ², Josef Tschannerl ³

¹ *Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen, Jasomirgottgasse 12, A-2340 Mödling*

² *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien*

³ *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **77** (1), S. 21–25

1989

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Palfinger_VGI_198903,  
Title = {Fahr- und Schleppkurvenvermessung von Kraftfahrzeugen mittels  
Motographie},  
Author = {Palfinger, Gerhard and Stix, P. and Tschannerl, Josef},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {21--25},  
Number = {1},  
Year = {1989},  
Volume = {77}  
}
```



Fahr- und Schleppkurvenvermessung von Kraftfahrzeugen mittels Motographie

Von G. Palfinger, Mödling, P. Stix, und J. Tschannerl, Wien

Zusammenfassung

Es wird eine optimierte Meßmethode vorgestellt, die es ermöglicht, Fahrlinien von Gelenkbussen, Lkw und anderen Fahrzeugen unter realen Fahrbedingungen zu erfassen.

Vermessen wurden Leitlinien (Traktoren) und deren Schleppkurven (Traktrices), die einen vorgegebenen Kreisbogen nicht schneiden.

Als Ergebnis liegt der fahrzeugtypenbezogene Flächenbedarf vor, der beim Durchfahren einer Kurve mit vorgegebener kurveninnerer Leitlinie benötigt wird.

Summary

An optimum method to determine driving tracks of articulated busses, trucks and other vehicles under real driving conditions is shown.

Directrices and their tractrices not touching or cutting a given circle track have been measured. The result is the individual floor space required by cornering with a given inner curve.

1. Aufgabenstellung

Es sollte für bestimmte Fahrzeuge des öffentlichen Dienstes, wie Gelenkbus, Bus und Müllfahrzeug, der Platzbedarf beim Durchfahren einer Kurve ermittelt werden.

Bisherige Verfahren ([1] z. B. Reinhold Hammer, 1982) gingen von einer kurvenäußeren Leitlinie (Traktor = Kreisbogen) aus und bestimmten davon die Schleppkurven (Traktrices) der jeweiligen Fahrzeugachsen.

Im Unterschied dazu wurde hier eine kurveninnere Leitlinie vorgegeben.

Vorgegeben waren die Radien 6, 8 und 10 m mit jeweils sechs Segmentwinkel von 20°, 40°, 60°, 80°, 100° und 120°.

Um den verschiedenen, in der Praxis auftretenden Fahrgegebenheiten Rechnung zu tragen, wurden vom Auftraggeber zwei Fahrvarianten ausgewählt.

a) Zügiges Durchfahren der Kurve (Normales Fahrverhalten in Richtungsfahrbahnen, Fahrspuren etc.)

b) Fahrt mit kurzem Halt am Eride der geraden Anfahrtstangente bzw. am Kurveneingang (Simulation von Abbiegemanövern und Einreihen in den Fließverkehr, Ausfahrt aus Stationsbereichen etc.).

Jede Fahrvariante sollte mit dem jeweiligen Fahrzeug zweimal erfolgen, damit auch Unsicherheiten in der Wiederholbarkeit jeder Variante erfaßbar würden. Das ergibt pro Fahrzeug und Radius 24 Fahrten, also in allen Varianten 216 zu erfassende Situationen.

In der Folge sollten diese Fahrten auch mit einem PKW durchgeführt werden, wobei die Kurvenradien 4, 6 und 8 m betragen sollten, in Summe 288 Meßfahrten.

Die fahrzeugtechnischen Auswertungen und Interpretationen erfolgen durch o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Erich Marx, Zivilingenieur für Bauwesen, im Auftrag der MA 46, Verkehrsorganisation und technische Verkehrsangelegenheiten der Stadt Wien. Diese Ergebnisse werden von o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Erich Marx, Oberbaurat Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Ernst Pflieger und Dipl.-Ing. Michael Meschik in der Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen im österr. Ing.- und Architektenverein, Gelbe Reihe, Jahrgang 89, veröffentlicht.

2. Auswahl des Meßverfahrens

Bei einer derartigen Anzahl von zu vermessenden Einzelfahrten schieden statische bzw. klassische Meßverfahren (1) vom Zeitaufwand und den damit verbundenen Kosten her aus. Außerdem ginge vermutlich beim Anhalten des Fahrzeuges etwa in 1,5 m Abstand zum Auf-

messen der notwendigen ausgezeichneten Punkte des Fahrzeuges mittels Theodolit und Entfernungsmesser das „Fahren“ in praxi samt dem begleitenden psychologischen Verhalten des Fahrens verloren.

Auch sogenannte semidynamische Verfahren, wie z. B. das Spurerzeugen mittels Farbe oder Sand und anschließendes Ausmessen derselben, konnten bei dieser Vielzahl von Meßfahrten nicht in Betracht gezogen werden.

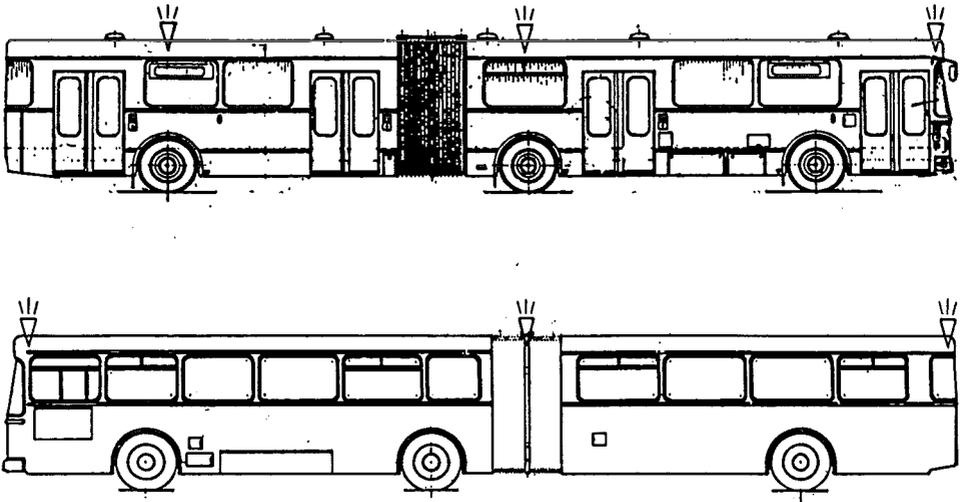
Der Aufgabenstellung entsprechend kam ein motographisches Meßverfahren mittels Lichtimpulsen zur Anwendung.

3. Ein Meßverfahren der Motographie

Unter Motographie versteht man eine Methode zur Erfassung von Bewegungen ausgewählter und signalisierter Punkte eines Objektes mit Hilfe von Licht- bzw. Leuchtspuren (2). Die Aufzeichnung der Bewegungsspuren erfolgt auf photographischem Weg.

Für diesen speziellen Anwendungsfall wurde ein Impulslichtverfahren gewählt, bei dem die markierten Objektpunkte zur periodischen Emission von Lichtimpulsen aktiv angeregt wurden.

Als Lichtquellen dienten 12V 35W Spezialhalogenlampen mit integriertem Reflektor (Abstrahlwinkel 6°), die mit Streulichtfiltern versehen an 6 charakteristischen Punkten im Falle des Gelenkbusses in gleicher Höhe im Bereich der Dachkante angebracht wurden und ihr Licht nur nach oben abstrahlten.



Lampenordnung beim Gelenkbus

Der Grundgedanke des Verfahrens besteht darin, daß ein im Fahrzeug angebrachter Impulsgenerator die mit dem Fahrzeug fest verbundenen Lampen zur Ausstrahlung von Lichtimpulsen anregt, die mit einer photogrammetrischen Meßkammer festgehalten werden. Der Verschluß der auf einer Hubkanzel angebrachten Kamera bleibt während der Meßfahrt geöffnet, so daß die Lichtimpulse jeder einzelnen Lampe als diskrete Punktfolge auf dem Photo erscheint.

Die Umfeld erhellen durch das Fahrzeuglicht selbst bzw. durch entfernte Straßenbeleuchtung war für die Fahrer ausreichend und für die Verwertbarkeit der Meßbilder von uner-

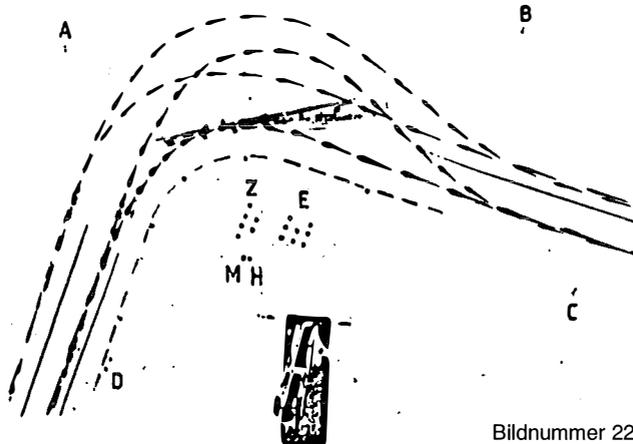
heblichen Einfluß, so daß auf eine aufwendige Infrarot- oder Bandabsorptionstechnik verzichtet werden konnte. Die verwendeten Impulsgeneratoren verfügten über eine getrennte Frequenzsteuerung der Hell- bzw. Dunkelzeiten. So konnte einerseits mit der Hellzeit (Aufblinken der Lampe) die Lichtintensität der Lampen gesteuert, andererseits mit der Dunkelzeit eine fahrgeschwindigkeitsabhängige Optimalfrequenz eingestellt werden.

Die Anfahrts- und Ausfahrtstangente wurden mit Haberkornhüten, wie sie bei Bodenmarkierungsarbeiten gebräuchlich sind, kenntlich gemacht. Die Bögen selbst wurden durch Reflexionsfolie markiert.

Während der photogrammetrischen Aufnahme (Normalfall) wurden auch vier Paßpunkte, das Bild des Hauptpunktes am Boden und der jeweilige Kreismittelpunkt mitbeleuchtet, um später die Auswertung der Meßbilder zu vereinfachen. Ein einmaliges Anblitzen des fahrenden Fahrzeuges, etwa im Kurvenscheitel, erwies sich für die Zuordnung der einzelnen Lichtpunktcurven als vorteilhaft.

So konnte auch ein am Boden befindliches reflektierendes Rastersystem zur eindeutigen Identifikation der Meßfahrt mitphotografiert werden.

Meßbild Ilford FP4 Rollfilm



- A, B, C, D Paßpunkte
- M Kreismittelpunkt
- H Bild des Hauptpunktes
- Z Zehnerstelle
- E Einerstelle der Bildnummer

4. Planung der Aufnahmeanordnung

Es standen 5 Hubkanzeltypen mit unterschiedlichen maximalen Hubhöhen und folgendem Bedarf an Aufstellungsflächen zur Auswahl:

max. Hubhöhe	Aufstellungsfläche
30 m	5,4 x 13 m
26 m	6,5 x 12 m
24 m	4,6 x 12 m
22 und 18 m	3,0 x 12 m

Entsprechend der verschiedenen Fahrzeugtypen war auch der Platzbedarf für die Fahrmanöver unterschiedlich.

Es wurde geplant, die Kurvenfahrt sowie einen Teil der An- und Ausfahrtstangente zur Abbildung zu bringen. Daraus ergibt sich die Fläche von ca. 70 x 90 m für den Gelenkbus und ca. 50 x 30 m für Bus und Müllfahrzeug.

Dieser unterschiedliche Platzbedarf ermöglichte die gleichzeitige Verwendung von zwei Meßkammern mit verschiedenen Brennweiten, so daß die Fahrzeuge unmittelbar nacheinander zu den Meßfahrten geschickt werden konnten.

Bei einer Aufnahmehöhe von 30 m über den Lampen konnte mit der Wild P 31 c = 45 mm eine Fläche von 85 x 70 m, mit der Wild P 32 c = 64 mm eine Fläche von 40 x 30 m abgebildet werden.

5. Aufnahme- und Meßtechnik

Aufgrund der Ergebnisse gründlicher Vortests mit verschiedenen Lichtquellen und Filmmaterial bei unterschiedlicher Umgebungsbeleuchtung konnte das Verfahren schon bei einsetzender Dämmerung auf einem großen Parkplatz angewendet werden.

Die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens besteht darin, daß drei Fahrzeuge (Gelenkbus, Müllfahrzeug, Bus) entlang der Anfahrtstangente in der genannten Reihenfolge Aufstellung nehmen und nacheinander ihre Meßfahrt beginnen. Während der Aufnahmen mit der Meßkammer Wild P 32 (Bus und Müllfahrzeug) konnte die Plattenmeßkammer Wild P 31 für den Gelenkbus wieder meßbereit gemacht werden, so daß von der Bedienung der Kameras her keine Stehzeiten auftraten.

Als Aufnahmematerial wurde für die Wild P 32 Rollfilm Ilford FP 4 mit Blende 8 verwendet. Der Ilford FP 4 Planfilm 4 x 5 inch konnte mit Hilfe eines Sprühklebers auf alte Glasplatten aufgeklebt werden und wurde in der Wild P 31 c = 64 mm mit Blende 5,6 belichtet.

Das Umsetzen der Markierungen bei Richtungs- bzw. Radienwechsel konnte unter 10 Minuten bewerkstelligt werden. Bus-, Boden- und photogrammetrisches Personal waren durch Funk verbunden, so daß auch die Wendemanöver der Fahrzeuge verzugsfrei organisiert werden konnten.

Während ein Fahrzeug nach der Meßfahrt auf seinem Weg in die Ausgangsposition war, konnte ein anderes seine Meßfahrt bereits beginnen.

6. Auswertung

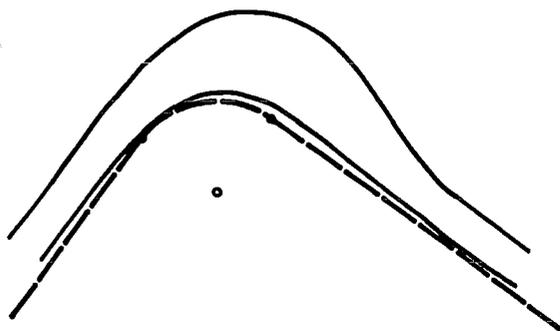
Der Platzbedarf jedes einzelnen Fahrzeuges beim Durchfahren einer Kurve wurde als jene Fläche definiert, die von den Hüllkurven der kurvenäußersten und kurveninnersten Lichtpunktspuren begrenzt wird.

Die Meßbilder wurden auf dem analytischen Auswertegerät Aviolyt AC1 der Institutes für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien ausgewertet. Bei einer durchschnittlichen Anzahl von 80 auszuwertenden Bildpunkten pro Meßbild entstanden ca. 52.000 Bildkoordinaten, die vom Programmsystem ORIENT rechnerisch ausgewertet wurden (3).

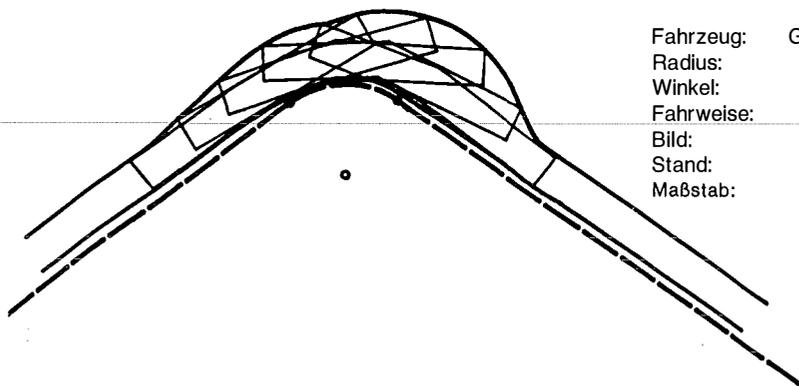
Als Ergebnis lagen nun die bildbezogenen Koordinaten eines lokalen Koordinatensystems vor. Die graphische Auswertung erfolgte auf einem büroeigenen graphischen Programmsystem. Durch eine geeignete Codierung der ausgewerteten Punkte konnte die Erstellung der Hüllkurven, Darstellung der Leitlinie und Planbeschriftung bildbezogen im Sinne eines automatischen Datenflusses realisiert werden. Die vollautomatische planliche Darstellung erfolgte im Maßstab 1:100.

Die im graphischen Auswertesystem integrierten Kontrollen (z. B. Soll-Ist-Vergleich der photogrammetrisch ausgewerteten mit den in der Natur abgesteckten Leitlinien) hielten sich zufriedenstellend innerhalb der vom Auftraggeber vorgegebenen Grenze von ± 5 cm.

Als zusätzliche Interpretationshilfe wurde jedes Fahrzeug einmal schematisch in der planlichen Darstellung maßstäblich mitkonstruiert.



Fahrzeug: BUS
 Radius: 6m
 Winkel: 100 gon
 Fahrweise: mit Halt
 Bild: 22
 Stand: 08.03.1988
 Maßstab: 1:100



Fahrzeug: GELENKBUS
 Radius: 6 m
 Winkel: 80 gon
 Fahrweise: zügig
 Bild: 06
 Stand: 08.03.1988
 Maßstab: 1:100

7. Zusammenfassung

Der Vorteil der hier vorgestellten Methode liegt darin, daß in einem Bild die ganze, vom Aufnahmestandort aus sichtbare Bewegung des Fahrzeuges erfaßt werden konnte.

Damit unterscheidet sie sich von anderen Verfahren zur Aufzeichnung von Bewegungen wie der

- Stroboskopie, bei der ein Bild durch periodische Beleuchtung oder Verschlußöffnung mehrfach belichtet wird, oder der
- Kinematographie, bei der eine Zeitdehnung der Bewegung durch eine periodische Bildfolge erzielt wird (2).

8. Ausblick

Weiters ergibt sich ein breites Spektrum an weiteren Auswerte- und Interpretationsmöglichkeiten, die über den Rahmen der vorliegenden Aufgabe hinausgehen.

Die Meßbilder dokumentieren dauerhaft einen dynamischen Vorfall, der einer weiteren Analyse zugeführt wird.

Literatur

- [1] Reinhold Hammer, Frankfurt am Main: Platzbedarf von Normal- und Gelenkbussen in Kurven. Von der Normalie zur Zeichenschablone. Verkehr und Technik, Heft 10/1982, S. 382 ff.
- [2] Egon Dorrer, UniBW München 1987: Verfahren der Motographie. Vortrag gehalten auf dem DVW-Seminar „Deformationsmessungen“ 4.–6. 3. 1987, Institut für Geodäsie, UniBW München
- [3] o. Univ.-Prof. Dr. Ing. Karl Kraus mit Beiträgen von Prof. Dr. Peter Waldhäusl, Photogrammetrie Band I (1982), Band II (1987)