Manfred Becke*

Kurvenvermessung für die Unfallrekonstruktion

Zur Rekonstruktion von Verkehrsunfällen ist es zunächst fast immer erforderlich, die Örtlichkeit zu vermessen.

Der Sachverständige fungiert dabei als Vermessungsingenieur. Besondere Probleme treten bei der Vermessung von Kurven und auch bei Einmündungen auf.

Da der Sachverständige, der Unfallrekonstruktion betreibt, in der Regel Maschinenbauingenieur ist, hat er in seiner Ausbildung nichts über die Vermessungstechnik gehört. Die Methodik, die der Sachverständige zur Vermessung anwendet, wurde demzufolge entweder von älteren erfahrenen Kollegen oder aus den Fachpublikationen für das Gebiet der Unfallrekonstruktion übernommen.

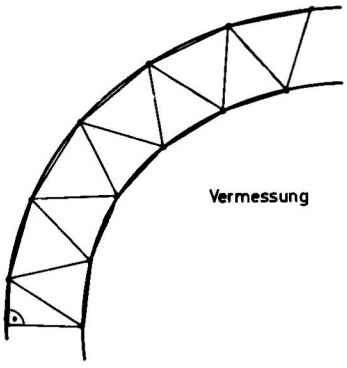
Da die Vermessung als Voraussetzung zur Rekonstruktion eigentlich nur als notwendiges Übel anzusehen ist, müssen mit geringem Aufwand möglichst genaue Ergebnisse erzielt werden. Es werden zunächst die auch in den Büchern [1], [2] über Verkehrsunfallrekonstruktionen angeschnittenen 4 Verfahren aufgezeigt. Danach wird ein weiteres Verfahren beschrieben, das sich schon bestens bewährt hat und in der Vermessungskunde [3] seit langer Zeit bekannt ist. Dieses Verfahren wird in Anlehnung an die übrigen Bezeichnungen – Tangenten-Meßverfahren – genannt.

Somit werden insgesamt 5 Möglichkeiten vorgestellt, eine Kurve zu vermessen.

1. Dreiecksmeßverfahren

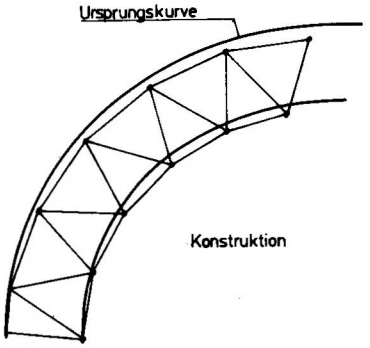
Sind alle drei Seiten eines Dreiecks von der Länge her bekannt, so ist das Dreieck eindeutig bestimmt.

Die Kurvenkontur wird durch eine Vielzahl aneinandergehängter Dreiecke bestimmt. Jede Dreieckslänge muß gemessen werden.



In der Vielzahl der Dreiecke liegt das Problem dieses Verfahrens. Da die Maße mit Meß- und Ablesefehlern behaftet sind, addieren sich diese Fehler bei der Konstruktion der Kurve aus den einzelnen Dreiecken.

Es besteht die Gefahr, daß sich die konstruierte Kontur immer weiter von der Ursprungskontur entfernt, je mehr Konstruktionsschritte erfolgen.



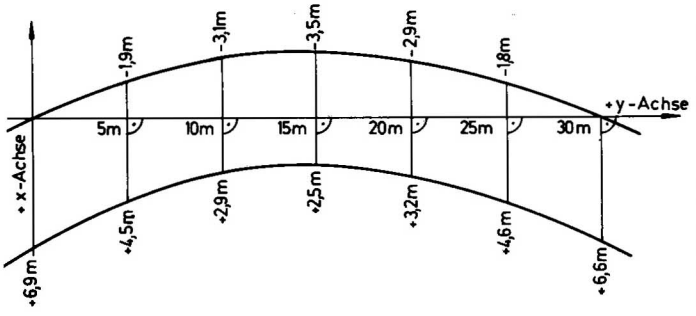
Ein weiterer Nachteil besteht zweifellos darin, daß man die Vermessung mit einem Maßband und damit mit 2 Personen durchführen muß, um eine befriedigende Genauigkeit in bezug auf die Streckenführung anzustreben.

2. Rechtwinkel-Koordinaten-Meß-Verfahren

Dieses Meßverfahren entspricht dem, das im Maschinenbau angewendet wird.

Alle Maße werden in bezug auf zwei Maßbezugslinien genommen, die aufeinander senkrecht stehen.

Bei der Vermessung der Kurve wird eine möglichst lange Sehne (y-Achse) gezogen. Hierauf werden die Maße in Längsrichtung und senkrecht dazu (x-Achse) genommen.



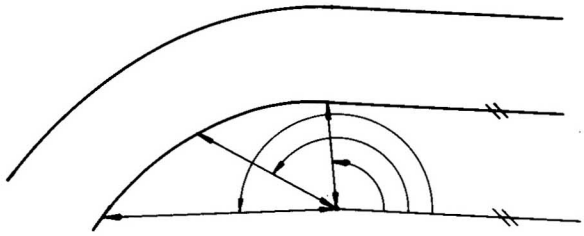
Prinzipiell läßt sich mit diesem Verfahren äußerst genau arbeiten. In der Praxis ergeben sich jedoch 2 Probleme. Das 1. Problem besteht darin, daß man sich fast die ganze Zeit auf der Straße aufhalten muß. Bei einer vielbefahrenen Strecke kommt dann schnell der Wunsch nach einer Sperrung auf. Das 2. Problem liegt im Antragen eines rechten Winkels. Wird er geschätzt, so werden die Messungen am Anfang und am Ende der Sehne (y-Achse) sehr ungenau. Hier ist es erforderlich, den rechten Winkel auf der Straße zu konstruieren oder mit geeignetem Gerät wie einem Dreieck oder mit Hilfe eines Prismas zu bilden.

3. Polarkoordinatenmeßverfahren

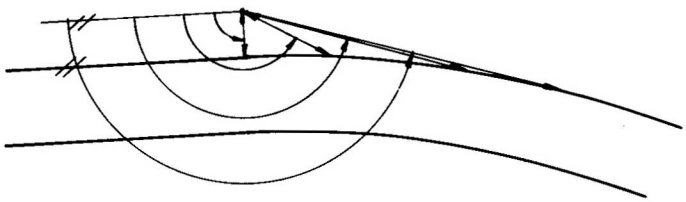
Bei diesem Verfahren wird von einem Meßpunkt aus die Entfernung und der Winkel zu einer Bezugsrichtung (Richtung der Straßentangente oder beispielsw. Norden) zu diversen Punkten der Kurve gemessen.

Dieses Verfahren wird in der Vermessungstechnik mit Hilfe eines Theoliten angewandt, mit dem Winkel äußerst genau bestimmt werden können.

*Dipl.-Ing. Manfred Becke
Öffentl. bestellt. u. vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle
Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke
Im Bilskamp 2 F, 4400 Münster–Wolbeck



Werden Winkel mit Hilfe eines Winkelmessers angepeilt, so ergeben sich für einen Standort weit auf der Innenseite der Kurve gute Ergebnisse. Kann der Standort jedoch nur im Bereich einer flachen Straßenführung gewählt werden, so ergeben sich für weit entfernt liegende Punkte aufgrund einer hohen Empfindlichkeit in bezug auf die Winkelmessung große Fehlermöglichkeiten.



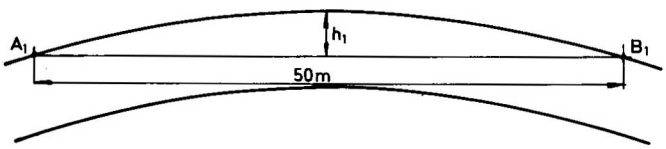
Das Verfahren ist also mit geringem apparativen Aufwand nur bedingt anwendbar.

Im süddeutschen Raum wird das Polar-Koordinaten-Meß-Verfahren mit Hilfe von sogenannten Meßtischen von der Polizei praktiziert.

4. Sehnenmeßverfahren

Mit Hilfe eines langen Bandmaßes kann auch eine weitläufige Kurve in relativ wenigen Schritten mit diesem Verfahren ausgemessen werden.

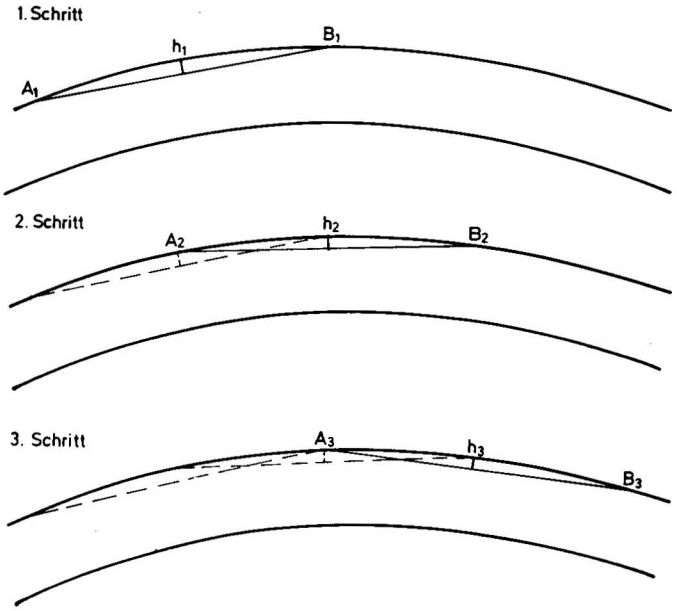
Auf der Kurvenaußenseite wird ein Bandmaß von bspw. 50 m Länge zwischen 2 Randpunkten A und B gespannt. Es bildet sich so eine Sehne.



Der Abstand h_1 zwischen der Kurvenaußenseite und der Sehnenmitte, bei diesem Beispiel also bei 25 m, wird gemessen. Dieser Punkt der Kurvenaußenseite wird markiert und stellt den neuen Anfangspunkt A_2 der nächsten Messung zwischen A_2 und B_2 dar, wobei das Maß h_2 genommen wird. In gleicher Weise wird die gesamte Kurve vermessen.

Als Ergebnis erhält man für eine bestimmte Sehnenlänge eine Liste der Abstände h_1 bis h_i der i-ten Messung.

Ähnlich wie beim Dreiecksmeßverfahren bauen bei der Konstruktion der Kurve die einzelnen Messungen aufeinander auf. Bei einer gleich großen Kurve werden hier jedoch entschieden weniger Schritte benötigt, so daß das Ergebnis des Kurvenverlaufes genauer wird.



Strecke $\overline{AB}$ = 50m
h_1 = 1,8m
h_2 = 1,7m
h_3 = 1,5m
h_i =

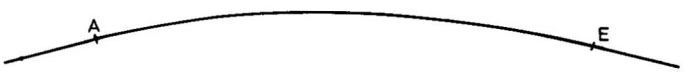
5. Tangentenmeßverfahren

Um den Gesamtverlauf einer Kurve möglichst genau zu bestimmen, ist es vorteilhaft, eine Vermessung mit möglichst wenig aufeinander aufbauenden Schritten durchzuführen. Am besten ist es demzufolge, wenn ein einziger Schritt ausreicht. Dieses ist beim Tangentenmeßverfahren möglich, gegebenenfalls sind jedoch auch 2 Schritte erforderlich.

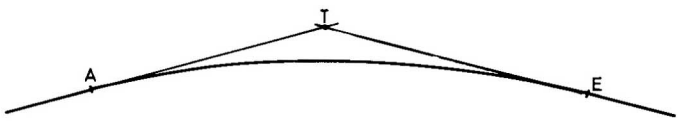
a. Vermessung in einem Schritt

Mit dem Tangentenmeßverfahren können flache Kurven oder Kurven, bei denen der Schnittpunkt der Kurvenanfangs- und Endtangente zugänglich ist, in einem Schritt vermessen werden.

- Zunächst wird der Anfangs- und Endpunkt der Kurve markiert.

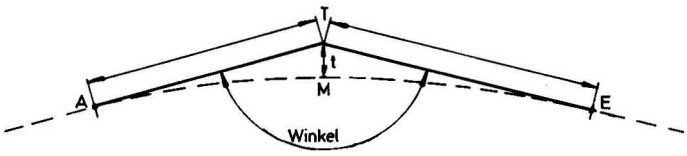


- Der Schnittpunkt T der Anfangs- und Endtangente wird gesucht und markiert.

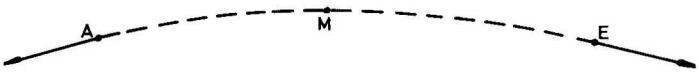


Mit Hilfe eines Peilgerätes, bspw. einem Zielfernrohr, gekoppelt mit einem Winkelmesser auf einem Stativ, einem Theoliten oder einem guten Peilkompaß läßt sich der Winkel vermessen, den die Anfangs- und Endtangente einschließt.

Jetzt müssen lediglich noch die Strecken vom Anfangspunkt A bis T und T bis B sowie der Abstand von T zum Kurvenverlauf gemessen werden.

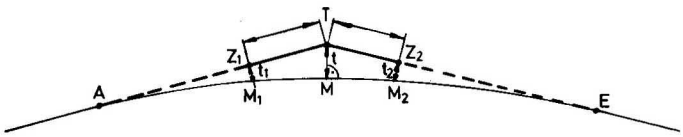


Mit diesen Daten kann die Lage der drei Punkte A, M und E konstruiert werden. Außerdem sind die Richtungen der Tangenten in A und E bekannt.

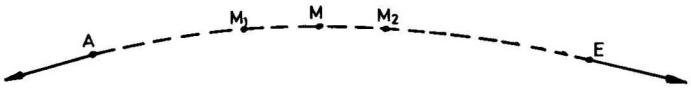


Will man durch diese 3 Punkte mit der gegebenen Anfangs- und Endrichtung nun eine Kurve ohne Knicke legen, so ist die Lage der Kurve sehr gut bestimmt, wie Beispiele leicht zeigen.

Zur Erzielung einer noch größeren Genauigkeit können Zwischenpunkte auf den Verbindungen A und T sowie E und T markiert werden.



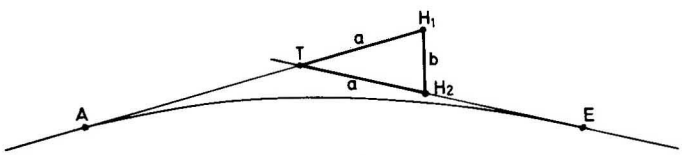
Bei 2 Zwischenpunkten sind dann 5 Punkte A, M_1, M, M_2 und E sowie die Richtungen der Anfangs- und Endtangente gegeben.



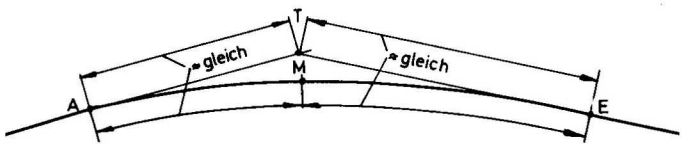
Ist kein Gerät zur Winkelbestimmung vorhanden, so kann folgende Hilfskonstruktion durchgeführt werden.

Auf der Anfangs- und Endtangente, bzw. deren Verlängerung über T hinaus, werden gleich große Strecken a zu den Hilfspunkten H_1 und H_2 abgetragen. Die Entfernung b zwischen diesen Hilfspunkten legt dann der Winkel fest.

Beispiel: a = 10 m,
b = 6,35 m

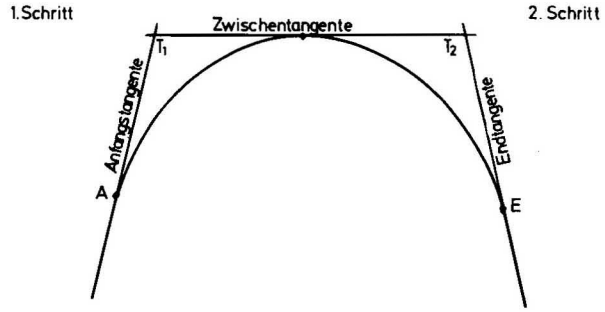


Handelt es sich um eine sehr flache Kurve, bei der der Schnittpunkt T der Anfangs- und Endtangente nahe am Kurvenverlauf liegt, können anstelle der Strecke $\overline{AT}$ und $\overline{TE}$ mit ausreichender Genauigkeit auch die Bogenlängen $\overline{AM}$ und $\overline{ME}$ mit dem Meßrad genommen werden.



b. Vermessung in zwei Schritten

Da der Schnittpunkt der Anfangs- und Endtangente nicht immer zugänglich ist, wird eine Zwischentangente gebildet.



Zunächst wird ein Punkt T 1 auf der Anfangstangente festgelegt und markiert. Dann bewegt man sich auf der Endtangente hin und her, bis die Verbindungslinie von T 1 und T 2 die Kurve tangiert.

Die Kurve ist nun in 2 Schritten zu vermessen, wobei jeder dieser Schritte wie unter a) beschrieben abläuft.

Literatur

(1) Burg H., Rau H.
«Handbuch der Verkehrsunfall Rekonstruktion«
Verlag Information Ambs GmbH, 7634 Kippenheim
(2) Danner M., Halm J.
«Technische Analyse von Verkehrsunfällen«
Kraftfahrzeugtechnischer Verlag, 8000 München 70
(3) Großmann W.
»Vermessungskunde III.«
Sammlung Göschen Band 862

■