

## Entwicklung eines praktikablen Verfahrens zur Berücksichtigung der räumlichen Linienführung von Außerortsstraßen

FA 2.180

Forschungsstelle: Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List", Institut für Verkehrswegebau, Lehrstuhl Planung und Entwurf von Straßenverkehrsanlagen und Anlagen des Luftverkehrs (Prof. Dr.-Ing. G. Weise)

Bearbeiter: Dietze, M. / Ebersbach, D. / Kuczora, V.

Abschluss: November 2001

### 1. Aufgabenstellung

Straßen werden immer noch separat in den Ebenen „Querschnitt“, „Lageplan“ und „Höhenplan“ entworfen. Daran hat auch die zunehmende Nutzung informationsverarbeitender Systeme in der Straßenplanung nichts geändert. Andererseits

erhält der Straßennutzer alle verhaltensrelevanten Informationen aus der räumlichen Gestalt der gebauten Straße und deren Umfeld. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den Straßenentwurf auf seine räumliche Wirkung zu orientieren und das Projekt auf die entstehenden Raumelemente zu überprüfen. Das Instrumentarium dafür enthält nach bisherigem Erkenntnisstand das Kapitel 6 der RAS-L 1995. Gegenstand des FE-Projektes war die Entwicklung eines praktikablen Verfahrens zur Berücksichtigung der räumlichen Linienführung von Außerortsstraßen im Straßenplanungsprozess. Das Ergebnis der Untersuchungen soll in einem neuen Kapitel 6 der RASL bzw. der entsprechenden künftigen Folgerichtlinien praxisnah umgesetzt werden. Hierbei sind in erster Linie die beabsichtigten Raumelemente, die durch eine gezielte Überlagerung des Lage- und des Höhenplanes entstehen, mit verständlichen Regeln zu definieren. Bei vorgegebenen Zwangspunkten und häufig an vorhandenen Straßen sind diese Raumelemente nicht durchsetzbar. Das kann Defizite in der räumlichen Linienführung zur Folge haben. Defizite können dazu führen, dass vom Fahrer die tatsächliche

Trassierung falsch eingeschätzt wird, weil die Fahrerperspektive auf Grund des niedrigen Augpunktes und der daraus resultierenden Schnitte in manchen Situationen zu stark verfälschten Abbildungen führt. Die RAS-L 1995 enthalten zwar Angaben über Defizite in der räumlichen Linienführung, jedoch keine Handlungsanweisungen wie diese vermieden werden können. Erfahrungswerte und die Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen liegen in der Fachliteratur zwar vor, reichen jedoch für die Entwurfsprüfung nicht aus. Insbesondere fehlen:

1. eine Wirkungsanalyse über die Zusammenhänge zwischen dem Fahrverhalten bzw. dem Unfallgeschehen und der räumlichen Trassierung,
2. eine systematische Darstellung und Zusammenfassung der Effekte und Auswirkungen von Abbildungsfehlern und
3. die Formulierung griffiger Regeln und Methoden, um eine gute räumliche Trassierung bei der täglichen Entwurfsarbeit zu erreichen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es deshalb, das Kapitel 6 der RAS-L zu überarbeiten, Regeln für eine gute räumliche Linienführung (angestrebte Raumelemente) zu entwickeln und Defizite systematisch zu beschreiben und zu bewerten.

## 2. Untersuchungsmethodik

Auf Grundlage einer umfangreichen Literaturanalyse zu folgenden Schwerpunkten:

- Informationsaufnahme und Verarbeitung durch den Kraftfahrer,
- Sichtanforderungen in den Modellen für den Straßenentwurf,
- physiologische Wahrnehmung des Kraftfahrers,
- qualitative und quantitative Regeln zur Planung bzw. Kontrolle der räumlichen Linienführung,
- dv-gestützten Verfahren und
- Integration der räumlichen Linienführung in den Planungsprozess

wurden eine Parametervariation und eine Wirkungsanalyse durchgeführt. Um die Auswirkungen der Überlagerungen auf das perspektivische Abbild zu untersuchen, erfolgte eine Parametervariation (Kombinationen der Entwurfsparameter im Lage- und Höhenplan). Um die Anzahl der praktisch möglichen Verknüpfungen zu erfassen, wurden dafür 3.384 Perspektivbilder berechnet und ausgewertet.

Die Variationen erfolgten getrennt nach

- Raumelementen und
- Raumelementfolgen.

Anhand der hierbei berechneten Perspektivbilder erfolgte nach vereinbarten Kriterien eine qualitative Beurteilung der gewählten Überlagerungen.

Folgende quantitative Parameter zur Beurteilung der räumlichen Linienführung wurden untersucht und weiterentwickelt:

- Winkeländerung im Perspektivbild,
- sichtbarer Radius,
- Abbildungsverzerrung,
- Bildpunktabstand.

Um den Einfluss der räumlichen Linienführung auf das Fahrverhalten zu betrachten, wurden ergänzend zur Parametervariation in einer Wirkungsanalyse folgende Fragestellungen untersucht:

1. Welche Raumelemente und Raumelementfolgen haben einen Einfluss auf das Fahrverhalten und/oder die Verkehrssicherheit?
2. Wie sind Abbildungsfehler hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit zu beurteilen?
3. Können Einflüsse aus der räumlichen Linienführung (Defizite) durch quantitative Parameter analysiert werden?

## 3. Untersuchungsergebnisse

Der Fahrer gewinnt die notwendigen Informationen, die er zur sicherer Bewältigung seiner Fahraufgaben benötigt, vorrangig visuell aus dem vorausliegenden Fahrraum. Ist dieser für den Fahrer nicht eindeutig, begreifbar und übersichtlich, können Defizite in der räumlichen Linienführung die Ursachen sein. Der vorausliegende Fahrraum kann aus Sicht des Fahrers als zentralperspektivische Bildfolge definiert werden. Eine Betrachtung und Bewertung der räumlichen Linienführung kann demzufolge methodisch nur anhand der zentralperspektivischen Darstellung des Fahrraumes erfolgen. Dafür sind Perspektivbilder als Grundlage geeignet.

Die Modellannahmen zur Erstellung der Perspektivbilder haben wesentlichen Einfluss auf das zentralperspektivische Abbild. Aus diesem Grund sind sie einheitlich und in Anlehnung an die physiologischen und psychologischen Eigenschaften des menschlichen Auges festzulegen. Das Blickverhalten ist bei der Umsetzung der Blickorientierung zu berücksichtigen. Auf der Grundlage einer umfangreichen Literaturanalyse wurden folgende Festlegungen getroffen:

- Höhe des Augpunktes über der Fahrbahn: 1 m,
- Höhe des Zielpunktes über der Fahrbahn: 0 m,
- Lage des Augpunktes im Querschnitt: Mitte des eigenen Fahrstreifens,
- Lage des Zielpunktes im Querschnitt: Mitte des eigenen Fahrstreifens,
- Vorausrorientierung: 75 m,
- Bildwinkel:  $2 \times \alpha = 40^\circ$ ;  $2 \times \beta = 27^\circ$ ;  $2 \times \delta = 47^\circ$ ,
- Brennweite: 50 mm.

Im Ergebnis der Parametervariation und der Wirkungsanalyse konnten Empfehlungen für den Straßenentwurf abgeleitet werden:

1. Mindestlängen für definierte Standardraumelemente:
  - Gerade mit konstanter Längsneigung: 0,75  $V_e$ ,
  - gerade Wanne und gerade Senke: 100 m,
  - gerade Kuppe und gerader Buckel: 150 m,
  - gekrümmte Wanne und gekrümmte Senke: 100 m,
  - gekrümmte Kuppe und gekrümmter Buckel: 150 m,
2. vermeidbare Überlagerungen von Entwurfsparametern:
  - Wannen und Senken sollen nicht mit Lageplanmindestradien überlagert werden,
  - Kuppen und Buckel sollen nicht mit Lageplanmindestradien überlagert werden,
3. empfohlene Überlagerungen von Entwurfsparametern:
  - $1/5 < R/H < 1/10$

und

4. Abstimmung der Wendepunkte zwischen Lage und Höhenplan:
  - zulässige maximale Wendepunktverschiebung bei gekrümmten Standardraumelementen: 20 % der Lageplanelementlänge,
  - bei einer Wendepunktverschiebung in Wannen und Senken muss das Lageplanelement vom Höhenplanelement eingeschlossen werden,
  - bei einer Wendepunktverschiebung in Kuppen und Buckeln muss das Höhenplanelement vom Lageplanelement eingeschlossen werden,
  - bei Wendelinien im Lageplan sollte eine annähernd gleiche Lage der Wendepunkte angestrebt werden.

Aus der Variation der Raumelementfolgen und der Wirkungsanalyse ergeben sich weitere Empfehlungen. Die Defizite in der räumlichen Linienführung werden eindeutig definiert, gegenseitig abgegrenzt und hinsichtlich ihrer Auswirkung auf das Fahrverhalten in Gruppen neu strukturiert:

- Defizite mit möglichem Sicherheitsnachteil:
  - Sichtschatten:
    - Sichtschatten,
    - Flattern.
  - Dehnungen und Stauchungen:
    - Dehnungen und Stauchungen,
    - Verzerrung der Längsneigung.
- Gestalterische Defizite:
  - Knicke,
  - Aufwölbung und Abplattung,
  - Unterbrechung des Linienflusses.
- Widersprüchlichkeiten zwischen Straßenverlauf und Umfeld.

Für die einzelnen Defizite werden Hinweise zu deren Vermeidung gegeben.

#### 4. Folgerungen für die Praxis

Die Ergebnisse der Literaturanalyse, der Parametervariation und der Wirkungsanalyse wurden in den Entwurf für das neue Kapitel 6 (räumliche Linienführung) der RAS L (1995) eingearbeitet. Es konnten Zusammenhänge zwischen der räumlichen Linienführung, dem Fahrverhalten und der Verkehrssicherheit aufgezeigt werden. Zur Überprüfung der räumlichen Linienführung wird dem Entwurfsingenieur ein praktikables Verfahren zur Verfügung gestellt. □