

Empirische Untersuchung des Spurwechsels und Ausweichens von einspurigen Fahrzeugen

2007, p. 55 (#2)

Während es für Mehrspurfahrzeuge Berechnungsmethoden für den Fahrspurwechsel gibt, stehen solche für die Analyse bei einspurigen Fahrzeugen nicht zur Verfügung. Das Ingenieurbüro Plöchingen hat Fahrversuche mit verschiedenen Motorrädern und Motorradfahrern durchgeführt. Die Versuchsergebnisse werden mit bereits vorhandenen Rechenansätzen verglichen und es wird geprüft, ob ein bereits bestehendes Berechnungsverfahren durch einen Korrekturfaktor angepasst werden kann.

□

Inhaltsverzeichnis

- [1 Zitat](#)
- [2 Inhaltsangabe](#)
- [3 Grundfahraufgaben bei der Zweirad-Fahrerlaubnisprüfung \(zum Vergleich\)](#)
- [4 Demo Fahrversuch](#)
- [5 Weitere Beiträge zum Thema im VuF](#)
- [6 Weitere Infos zum Thema](#)

Zitat

[Rauscher, H.](#): Empirische Untersuchung des Spurwechsels und Ausweichens von einspurigen Fahrzeugen. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 45 (2007), pp. 55 - 60 (#2)

Inhaltsangabe

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden Fahrversuche mit verschiedenen Motorrädern und Motorradfahrern durchgeführt. Dabei wurden im Rahmen empirischer Untersuchungen Ausweichvorgänge und Spurwechselvorgänge von Einspurfahrzeugen untersucht und bewertet. Ziel war es, ein bereits bestehendes Berechnungsverfahren (Schräge Sinuslinie und Kreisbogenverfahren) mit einem Korrekturfaktor so zu verändern, dass die entsprechende Formel auf Einspurfahrzeuge angewendet werden kann. Bisher gab es nur Berechnungsmethoden für den Fahrspurwechsel für Mehrspurfahrzeuge (Pkw, Lkw) aber nicht für Einspurfahrzeuge; diese Lücke sollte mit dieser Untersuchung geschlossen werden. Folgende Gleichungen, die sich übrigens auch im [Fachbuch Unfallrekonstruktion](#) auf Seite 397 (mit einem kleinen Druckfehler - die "4" unter der Wurzel fehlt dort!) finden, beschreiben Zeit- und Wegbedarf des Spurwechsels des Einspurfahrzeugs (ohne sonstigen Gültigkeitsbereich wie $Y > 0$, $v > 0$, $a_q > 0$ o.ä.):

$$t_{\text{ges}} = (0,7 \dots 0,9 \text{ s}) + \sqrt[4]{\frac{Y}{a_{\text{q, max}}}} + (0,9 \dots 1,2 \text{ s}) = \underbrace{(0,7 \dots 0,9 \text{ s})}_{t_1} + \underbrace{\sqrt[4]{\frac{Y}{a_{\text{q, max}}}}}_{t_2} + \underbrace{(0,9 \dots 1,2 \text{ s})}_{t_3}$$

$$s_{\text{ges}} = \underbrace{(0,7 \dots 0,9 \text{ s}) \cdot v_0}_{s_1} + \underbrace{\sqrt[4]{\frac{Y}{a_{\text{q, max}}}} \cdot v_0}_{s_2} + \underbrace{(0,9 \dots 1,2 \text{ s}) \cdot v_0}_{s_3}$$

Der Seitenversatz wird im Artikel mit B angegeben, im o.g. Fachbuch mit Y . Seitenversatz Y und [Querschleunigung](#) a_q haben augenscheinlich lediglich im **zweiten Zeitabschnitt** t_2 Einfluß. Die Weg-/Zeitbetrachtung wird also in 3 Abschnitte eingeteilt wobei für den **ersten Zeitabschnitt** t_1 folgende Zeiten vorgeschlagen werden:

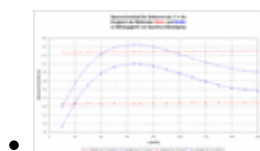
- bei 50 km/h: ca. 1,0 s (warum, wenn die Spanne oben mit 0,7 ... 0,9 angegeben wird?)
- bei 120 - 150 km/h: ca. 0,8 s
- über 150 km/h: ca. 0,7 s

Analog dazu für den **dritten Zeitabschnitt** t_3 folgende Vorschlagswerte:

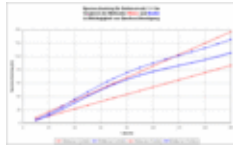
- bei 50 km/h: ca. 1,2 s
- bei 120 - 150 km/h: ca. 1,0 s
- über 150 km/h: ca. 0,9 s

Die resultierenden Ergebnisse können leicht mit denen der anderen Berechnungsmethoden verglichen werden. Hierbei stellt man bspw. bei 50 km/h, $a_{\text{quer}} = 2 \dots 5 \text{ m/s}^2$ und Seitenversatz $Y = 3,0 \text{ m}$ fest, dass sich nach Endler $t_{\text{ges}} = 2,9 \dots 3,4 \text{ s}$ bzw. $s_{\text{ges}} = 40 \dots 47 \text{ m}$ ergeben und nach Weiss ca. $t_{\text{ges}} = 2,1 \dots 3,3 \text{ s}$ bzw. $s_{\text{ges}} = 27 \dots 43 \text{ m}$. Wenn man versucht, Endlers Zeitabschnitte als Funktion der Geschwindigkeit (mittels der o.g. Stützpunkte) aufzutragen, hat die Zeitkurve nach Endler immer bei ca. 60 - 65 km/h ein Maximum. Dies bedeutete, dass in diesem Geschwindigkeitsbereich der größte Zeitbedarf für einen Spurwechsel benötigt wird (warum auch immer) - und zwar unabhängig vom Seitenversatz.

Der Spurwechselvorgang von Einspurfahrzeugen schwanke im Zeitraum $t = 2,8 \dots 3,4 \text{ s}$, die übliche Querschleunigung liege innerhalb des Grenzwertbereichs von etwa $a_{\text{quer}} = 2 \dots 5 \text{ m/s}^2$. Die folgenden Diagramme zeigen etwa den gerundeten Vergleich von Zeiten und Wegen nach Weiss und Endler für einen Seitenversatz von $Y = 3 \text{ m}$ und Querschleunigungen von $a = 2$ und 5 m/s^2 :



Zeitvergleich
 $Y = 3 \text{ m}$ für
 $a = 2 + 5 \text{ m/s}^2$



Wegvergleich

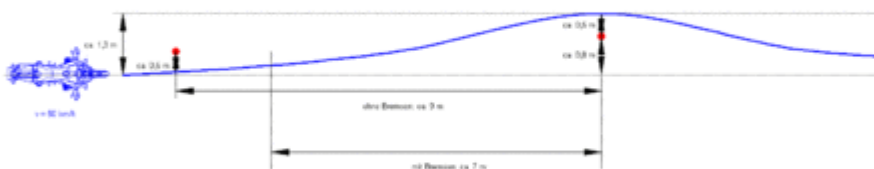
$Y=3\text{m}$ für

$a=2+5\text{m/s}^2$

Ob die in den Diagrammen dargestellte Approximation den tatsächlich von Endler untersuchten Spurwechseln nahe kommt bzw. diese einigermaßen repräsentiert, kann ohne genauere Kenntnis der tatsächlichen Versuchsergebnisse und der Diplomarbeit nicht gesagt werden. Die Diagrammdarstellung ist also ohne entsprechende Rückmeldung des Autors bzw. des Diplomanden noch "mit absoluter Vorsicht zu genießen", da im Artikel doch nur sehr wenig Stützpunkte und große zeitliche Bandbreiten genannt waren. Begrüßenswert ist eine kritische Überprüfung durch den Verfasser des Artikels.

Grundfahraufgaben bei der Zweirad-Fahrerlaubnisprüfung (zum Vergleich)

Ausweichen mit dem Krad bei der FE-Prüfung



Grundfahraufgabe "Ausweichen" bei der FE-Krad-Prüfung

Bei der Zweirad-Fahrerlaubnis- (= Führerschein-)Prüfung werden u.a. zwei Grundfahraufgaben gefordert:

- Ausweichen bei 50 km/h ohne Bremsen
- Fahrt mit 50 km/h, Bremsen auf 30 km/h und Ausweichen

Hierbei soll jeweils ca. 1 ... 1,5 m nach links ausgewichen werden. Beim Ausweichen ohne Bremsen soll der früheste Ausweichpunkt bei 9 m vor dem Hindernis einsetzen. Beim Ausweichen mit Bremsen soll das Krad zunächst aus 50 km/h auf 30 km/h abgebremst und bei 30 km/h mit gelöster Bremse dem Hindernis ausgewichen werden. Der früheste Ausweichpunkt soll hier bei etwa 7 m vor dem Hindernis liegen.

Bei beiden Aufgaben soll nach dem Hindernis wieder auf die ursprüngliche Fahrlinie zurück gefahren werden. Diese beiden Aufgaben sollte also jeder Motorradfahrer beherrschen bzw. zumindest bei Ausbildung und Prüfung beherrscht haben. Natürlich ist zu beachten, dass die Prüflinge auf das Ausweichen bestens vorbereitet sind. Auch müssen Prüfer bzw. Fahrlehrer bei

dieser Aufgabe *Augenmaß* an den Tag legen, da hier keine exakten Geschwindigkeiten gemessen, sondern durch Fahrlehrer bzw. Prüfer eingeschätzt werden.

Demo Fahrversuch

Sequenz zeigt grundsätzliche Abläufe mit Ausholen und Schräglagenentwicklung/-abbau.



Weitere Beiträge zum Thema im VuF

- 1982 #1 [Angeborene Verhaltensweisen als Unfallursachen bei Ausweichmanövern von Pkw-Fahrern](#)
- 1982 #4 [Über die Geschwindigkeitsrückrechnung bei Kurvenbremsungen](#)
- 1986 #6 [Geschwindigkeitsrückrechnung auf der Basis von ABV-Spuren in Kurven - ABV-Kurvenspurgleichung -](#)
- 2000 #7 [Geschwindigkeitsrückrechnung und Weg-Zeit-Verhältnisse bei bogenförmig verlaufenden ABS-Spuren](#)
- 2004 #12 [Das Ausweichmanöver - Modelle und Experiment](#)
- 2005 #2 [Simulation der Fahrstabilität bei Ausweichmanövern von Fahrzeugen](#)
- 2007 #2 Empirische Untersuchung des Spurwechsels und Ausweichens von einspurigen Fahrzeugen

Weitere Infos zum Thema

[Endler, H.E.: Die Analysierung des Fahrspurwechsels bei einspurigen Kraftfahrzeugen](#). Diplomarbeit an der Fachhochschule Landshut 2000