

Unfallrekonstruktion

Der Überholvorgang

von Dipl.-Ing. Frank Lange, Hannover*

Nach den Angaben des Statistischen Bundesamtes Deutschland ereigneten sich im Jahr 2007 rd. 410.000 Unfälle mit Personenschaden, die auf das Fehlverhalten der Fahrzeugführer zurückgeführt werden konnten. Dabei nimmt die Unfallursache „Fehler beim Überholen“ mit knapp 16.000 Unfällen und einem Anteil von 4 % (s. Abb. 1 [Statistisches Bundesamt Deutschland, www.destatis.de]) zwar eine eher geringe Rolle ein, liegt aber dennoch – bezogen auf die absoluten Zahlen – auf einem hohen Niveau. Betrachtet man die Auswirkung von Unfällen, die auf Fehler beim Überholen zurückzuführen sind, hinsichtlich der Verletzungsschwere, so muss der Anteil bei schweren Unfällen höher sein, da Überholunfälle meistens in schweren Gegenverkehrskollisionen enden.



Abb. 1

Die allgemeinen Vorgänge während des Überholvorgangs sind in § 5 StVO geregelt. Dort wird u.a. ausgeführt, dass Überholen nur derjenige darf, der übersehen kann, dass während des ganzen Überholvorganges jede Behinderung des Gegenverkehrs ausgeschlossen ist. D.h., dass bereits bei der Entschlussfindung zum Überholen klar sein muss, dass auch bis zum Ende des Überholvorganges keine Gefährdung des Gegenverkehrs entsteht.

Ein weiterer wesentlicher Kernpunkt des § 5 ist, dass das Überholen bei unklarer Verkehrslage unzulässig ist. Diese Regelung bezieht sich auf vorhandenen Querverkehr und vor allem auf das Verhalten des zu Überholenden (HENSCHEL, Straßenverkehrsrecht, 39. Aufl. 2007).

* Der Autor ist von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle, Schimmelpfennig + Becke, Ingenieurbüro Lange + Tenzer, Hannover.

I. Grundlagen

Der Überholvorgang setzt sich aus den Vorgängen Ausscheren, Vorbeifahren und das anschließende Wiedereinscheren zusammen. Bei der retrospektiven Analyse eines Unfalls sowohl im Strafprozess wie auch im Zivilverfahren müssen die Ausgangsparameter i.d.R. durch Zeugenaussagen oder Angaben der Beteiligten näher eingegrenzt werden, da objektive Anknüpfungspunkte bspw. für die Geschwindigkeit des Überholten und des Überholers, die im Überholvorgang gewählte Beschleunigung sowie die Abstände der Fahrzeuge beim Ausscheren üblicherweise nicht vorliegen.

Um überschlägige Berechnungen nicht komplizierter als nötig zu machen unterscheidet man üblicherweise zunächst **zwei Grenzfälle**:

1. das Überholen mit konstanter Geschwindigkeit,
2. das Überholen mit konstanter Beschleunigung,

wobei jeweils die Geschwindigkeit des Überholten als konstant angenommen wird.

Weitere Sonderfälle sind möglich, wenn der Überholte während des Überholvorgangs seinerseits beschleunigt (was er nicht darf) oder sich der Überholer mit einer Überschussgeschwindigkeit annähert und zusätzlich beschleunigt. Die Berechnungen des Überholvorgangs gestalten sich dann umso umfangreicher. Während die o.g. Grenzfälle sich durch relativ einfache Gleichungszusammenhänge lösen lassen, bieten sich für komplizierte Zusammenhänge Simulationsprogramme wie z.B. PC-Crash, Analyzer-Pro etc. an.

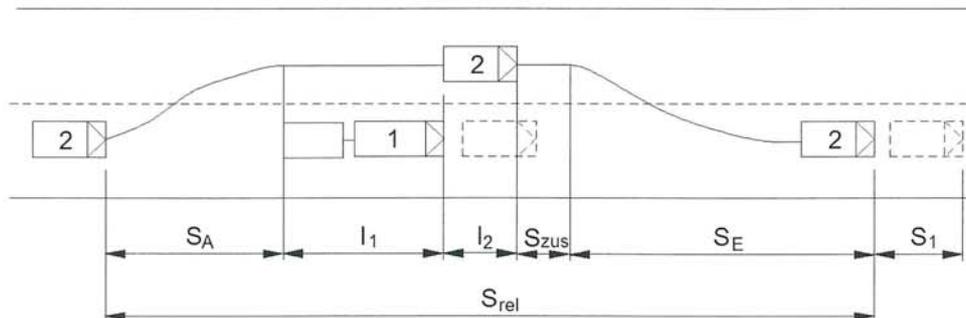


Abb. 2

Die einzelnen Abschnitte des Überholweges sind in der Abb. 2 dargestellt. Der Überholweg des mit dem Index 2 belegten Überholers setzt sich zusammen aus der Wegstrecke s_{rel} , die der Überholer gegenüber dem Überholten infolge seiner Überschussgeschwindigkeit relativ zu dem Überholten zurücklegt, sowie der Wegstrecke s_1 , die der mit dem Index 1 belegte Überholte während des Überholvorganges zurücklegt. Der **relative Überholweg** ist dabei nur von der Geschwindigkeitsdifferenz beider Fahrzeuge abhängig. Also gilt

$$s_{\bar{u}} = s_{rel} + s_1 \quad (1).$$

Der relative Überholweg s_{rel} ergibt sich aus dem Sicherheitsabstand der Fahrzeuge bei Ausscherbeginn und Einscherende, der Länge der beiden Fahrzeuge sowie einem zusätzlichen Sicherheitsabstand s_{zus} vor dem Wiedereinscheren. Also gilt:

$$s_{rel} = s_A + s_E + l_1 + l_2 (+ s_{zus}) \quad (2).$$

Die Parameter, die nun für die Analyse des Überholvorgangs zugrunde gelegt werden sollen, können entweder durch die Angabe von Zeugen oder Unfallbeteiligten eingegrenzt werden oder es werden „normale“ bzw. „durchschnittliche“ Fahrvorgänge vorausgesetzt. Der Abstand s_A , der bei dem Beginn des Überholmanövers eingehalten wird, kann bspw. mit der in der Reaktionsdauer zurückgelegten Wegstrecke gleichgesetzt werden. Bei Annahme einer Geschwindigkeit von 80 km/h entspräche diese Wegstrecke bei Einhaltung des sog. 1-s-Abstands 22 m. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass in der Praxis unmittelbar vor dem Ausscheren zum Überholen auch deutlich niedrigere Sicherheitsabstände eingehalten werden.

Überholen = Ausscheren + Vorbeifahren + Wiedereinscheren

Relativer Überholweg

Sicherheitsabstand

Der Sicherheitsabstand s_A setzt sich zusammen aus dem Spurwechselweg und ggf. dem Abstand der Fahrzeugfront des Überholers zum Fahrzeugheck des Überholten beim Spurwechselende. Die Spurwechseldauer kann in Abhängigkeit von der Spurwechselbreite näherungsweise der Abb. 3 entnommen werden. Sie stammt aus Untersuchungen (NACKENHORST, Zusammenfassende Darstellung der Detailprobleme zum Überholvorgang [Pkw/Pkw], Diplomarbeit an der FH Osnabrück, 1984), die seinerzeit von SCHIMMELPFENNIG + BECKE durchgeführt wurden. Die Versuche erfolgten mit einem Probandenpool mit Fahrern im Alter zwischen 20 und 30 Jahren. Zunächst sollten die Versuchspersonen ganz **normal** überholen, nach einer gewissen Gewöhnungszeit an das Messfahrzeug wurden sie angewiesen, möglichst **scharfe Spurwechsel** zu fahren. Bei der Spurwechselbreite ist zu berücksichtigen, dass üblicherweise das überholende Fahrzeug schon leicht nach links versetzt den Spurwechsel beginnt, sodass die erforderliche Spurwechselbreite zum Überholen meist geringer als die Fahrstreifenbreite (= Abstand der gedachten Mittellinie der Fahrstreifen) ist. Bei Annahme einer typischen Landstraßenbreite von 7 m und einer Spurwechselbreite von ca. 2,5 – 3 m würde man bei Annahme eines „scharfen Spurwechsels“ zu einer Ausscherdauer zwischen 2,5 und 3 s gelangen.

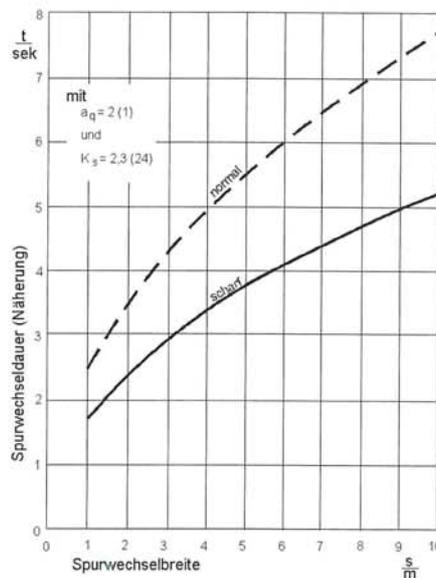


Abb. 3

Der zusätzliche Sicherheitsabstand s_{zus} zwischen dem Fahrzeugheck des Überholers und der Fahrzeugfront des Überholten zum Beginn des Wiedereinschens ist variabel. Wenn die Überschussgeschwindigkeit des Überholers ausreicht, so kann er ggf. bereits dann wieder einscheren, wenn sich das Heck des Überholers in Höhe der Front des Überholten befindet. Insbesondere wenn die Geschwindigkeitsdifferenz eher gering ist, ist ein zusätzlicher Sicherheitsabstand von ein bis zwei Wagenlängen zu diskutieren, insbesondere wenn man eine Behinderung des Überholten ausschließen möchte. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den zusätzlichen Sicherheitsabstand vor dem Einschervorgang vom Sichtfeld des Rückspiegels abhängig zu machen. Wenn das überholte Fahrzeug in einem signifikanten Maß im Innenspiegel des Pkw sichtbar wird, ist der Tiefenabstand zwischen dem Fahrzeugheck des Überholenden zur Fahrzeugfront des Überholten ausreichend.

II. Überholen mit konstanter Geschwindigkeit

Überholdauer bei gleichbleibendem Tempo

Auf Fahrbahnen mit mehr als zwei Fahrstreifen (Bundesautobahnen, durch Leitplanken voneinander getrennte Landstraßen) nähert sich der Überholer oftmals schon mit der notwendigen Geschwindigkeitsdifferenz, wenn er zum Überholen ansetzt. Aber auch auf Landstraßen kann bei ausreichenden Sichtverhältnissen eine entsprechende Situation eintreten. Die **Überholzeit** t_u vom Ausscherbeginn des Überholers bis zu dessen Einscherende berechnet sich über

$$t_u = \frac{s_{rel}}{v_2 - v_1} \quad (3).$$

Die Überholdauer ist also nur vom relativen Überholweg und der Geschwindigkeitsdifferenz, also der Überschussgeschwindigkeit des Überholers, abhängig. Je schneller dieser überholt, desto kürzer die Überholdauer. Der **Überholweg** berechnet sich zu

$$s_{\bar{u}} = t_{\bar{u}} \cdot v_2 = \frac{s_{rel} \cdot v_2}{v_2 - v_1} \quad (4).$$

Beispiel:

Der Pkw 2 überholt mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h den mit 80 km/h vorausfahrenden Pkw 1. Die Länge beider Fahrzeuge beträgt jeweils 5 m. Der Abstand s_A beträgt zum Zeitpunkt des Überholbeginns gemäß dem 1-s-Abstand bei 100 km/h einer Weglänge von 28 m. Der Abstand beim Ende des Überholvorgangs beträgt gemäß dem 1-s-Abstand bei 80 km/h einer Weglänge von 22 m. Daraus ergibt sich der relative Überholweg s_{rel} zu 60 m. Mit Gleichung 3 folgt die Überholdauer zu 10,8 s. Über Gleichung 4 berechnet sich schließlich der Überholweg zu 300 m.

Der § 5 der StVO setzt voraus, dass bei einem Überholvorgang Gegenverkehr nicht gefährdet werden darf. Geht man davon aus, dass der Überholvorgang bei der Begegnung der Fahrzeuge vollständig abgeschlossen sein muss und berücksichtigt man, dass der Gegenverkehr mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Überholer von 100 km/h fährt, so beträgt die erforderliche Sichtweite s_{erf} 600 m.

Praxisnah kann auch davon ausgegangen werden, dass zum Überholen temporär ein geringerer Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug eingehalten wird. Wenn der Spurwechsel erst abgeschlossen ist, wenn sich der Überholer mit seiner Front auf der Höhe des Hecks des Überholten befindet, folgt der Abstand bei Beginn des Überholens allein aus der Spurwechseldauer und der Geschwindigkeitsdifferenz der beiden Fahrzeuge. Bei Annahme einer Spurwechseldauer von 3 s berechnet sich die Wegstrecke s_A gemäß

$$s_A = t_{spw} \cdot (v_2 - v_1) \quad (5).$$

zu 17 m. Damit verringert sich die relative Überholstrecke zu 44 m, die Überholdauer verkürzt sich gemäß Gleichung 3 auf 7,9 s und damit der Überholweg gemäß Gleichung 4 zu 220 m. Setzt man auch hier wiederum voraus, dass sich Gegenverkehr mit einer Geschwindigkeit auf dem Niveau des Überholers von 100 km/h nähert, so beträgt die erforderliche Sichtweite s_{erf} ca. 440 m.

Für ein gefahrloses Überholmanöver sind auf Landstraßen bei Annahme einer Geschwindigkeit des Gegenverkehrs von 100 km/h sowie des überholten Fahrzeuges von 80 km/h Sichtweiten zwischen ca. 500 und 600 m erforderlich. Bei geringeren Geschwindigkeiten – gleiche Geschwindigkeitsdifferenz vorausgesetzt – resultieren geringere Sichtweiten. Die erforderlichen Sichtweiten sind in der Abb. 4 in Form eines Diagramms dargestellt, in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Überholer und Überholtem sowie von der Geschwindigkeit des überholten Fahrzeuges.

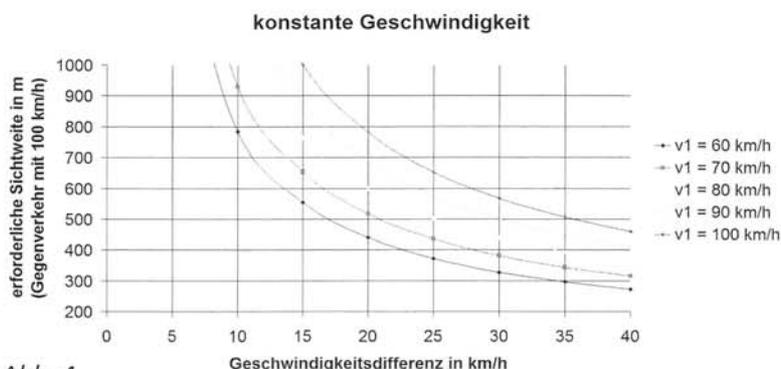


Abb. 4

III. Überholen mit konstanter Beschleunigung

Der eher typische Fall des Überholvorganges auf Landstraßen setzt voraus, dass der Überholer zunächst auf die Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges verringert und dann während des Überholens wieder beschleunigt (Stichwort Kolonnenver-

kehr). Das **Beschleunigungsvermögen** ist geschwindigkeitsabhängig, das heisst, je geringer die Geschwindigkeit, desto stärker die mögliche Beschleunigung, je höher die Geschwindigkeit, desto geringer die Beschleunigung. Zusätzlich ist die Beschleunigung von der Elastizität des Fahrzeuges abhängig. Dieselfahrzeuge erreichen bei gleicher Leistung in dem relevanten Geschwindigkeitsbereich i.d.R. höhere Beschleunigungswerte als Benziner. Die erreichbaren Beschleunigungen sind u.a. abhängig von der Motorleistung, dem Fahrzeuggewicht, dem Fahrwiderstand und insbesondere von der Ausgangsgeschwindigkeit. Praxisnah sind Werte um $0,8 - 1,2 \text{ m/s}^2$, vgl. Abb. 5.

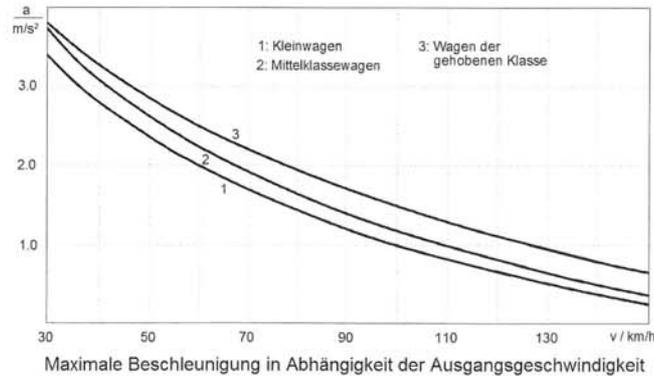


Abb. 5

Betrachtet man den Überholvorgang stark vereinfacht und setzt während des gesamten Überholens eine **konstante Beschleunigung** voraus, so berechnet sich die **Überholzeit** zu

$$t_{\bar{u}} = \sqrt{\frac{2 \cdot s_{rel}}{a}} \quad (6).$$

Der **Überholweg** berechnet sich wiederum zu

$$s_{\bar{u}} = s_{rel} + t_{\bar{u}} \cdot v_1 \quad (7).$$

Beispiel:

Der Pkw 2 überholt mit einer Ausgangsgeschwindigkeit von 80 km/h und einer Beschleunigung von 1 m/s^2 den gleichfalls mit 80 km/h vorausfahrenden Pkw 1. Die Längen der beiden Fahrzeuge werden wiederum mit 5 m angenommen. Der Abstand des Überholers zum Vorausfahenden wird mit dem 1-s-Abstand bei 80 km/h , entsprechend 22 m angesetzt. Damit berechnet sich der relative Überholweg s_{rel} zu 54 m . Mit Gleichung 6 folgt die Überholdauer zu $10,4 \text{ s}$ und mit Gleichung 7 der Überholweg zu 285 m . Unter dieser Prämisse berechnet sich die Geschwindigkeit des Überholers beim Überholende zu rd. 117 km/h . Nimmt man wiederum an, dass sich Gegenverkehr mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h nähert, so beträgt die erforderliche Sichtweite $s_{erf} = 574 \text{ m}$.

Variiert man die Beschleunigung sowie die Geschwindigkeit des überholten Fahrzeuges, so folgt das Diagramm in der Abb. 6.

konstante Beschleunigung

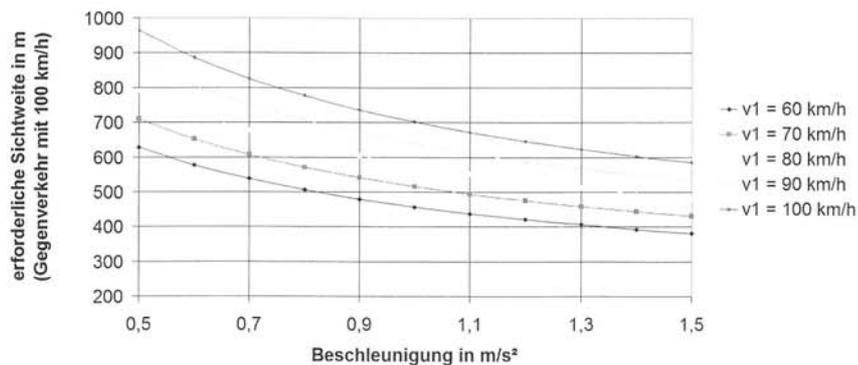


Abb. 6

IV. Fazit

Auch wenn der Überholunfall statistisch nicht wesentlich ist, kommt ihm aufgrund der Schwere der Unfälle eine hohe Bedeutung zu.

Objektive Ausgangsparameter für die Rekonstruktion liegen i.d.R. nicht vor.

Der Unfallanalytiker ist deshalb auf Angaben der Beteiligten oder Zeugen angewiesen, um den Unfall weg-zeitlich aufbereiten zu können.

(Der Beitrag wird fortgesetzt – Thema: Spezielle Aspekte des Überholunfalls)