



# Leicht-Lkw-Kombinationen im Unfallgeschehen

Unfallforschung kompakt



## Inhalt

Einleitung	4
Methodik	5
Auswertung der amtlichen Unfallstatistik	5
Internetrecherche von Unfallereignissen bei Starkwind	6
Simulation des Verhaltens von Leicht-Lkw-Kombinationen unter Seitenwind	8
Schlussfolgerungen und Empfehlungen	12
Internet	13
Literatur	13

---

## Einleitung

Während der Großteil des Güterverkehrs auf der Straße mit 40-Tonnen-Sattelzügen oder -Gliederzügen (Lkw mit Anhänger) abgewickelt wird, werden für ein besonderes Segment des Transports auch wesentlich leichtere Lkw eingesetzt. Wo es darum geht, Materialien und Produkte mit geringer Dichte zu befördern, beispielsweise Schaumplatten für die Bauwirtschaft und Dämmstoffe für die Automobilindustrie, aber auch leere Getränkedosen und Kunststoffrohre, wird zwar viel Transportvolumen, aber wenig Nutzlast benötigt. In diese Nische stießen vor einigen Jahren sogenannte Volumenzüge oder Leicht-Lkw-Kombinationen. Sie zeichnen sich in der Regel durch ein leichtes Fahrgestell aus, wie es sonst eher für Verteiler-Lkw zum Einsatz kommt, gepaart mit einem Starrdeichselanhänger. Zur Erreichung maximalen Transportvolumens wird mit den Planenaufbauten in Leichtbauweise die zulässige Gesamtzuglänge von 18,75 Metern und Höhe von 4 Metern meist voll ausgeschöpft (Abb. 1). Bis Oktober 2015 waren diese Gliederzüge auch von der Maut für Lkw auf deutschen Fernstraßen ausgenommen, wenn die zulässige Gesamtmasse des Zugfahrzeugs unter 7,5 Tonnen und die des gesamten Zuges unter 12 Tonnen blieb. Unbeladen bringen der Lkw etwa 5,0 Tonnen und der Anhänger nur etwa 2,2 Tonnen auf die Waage. Darüber hinaus eröffnet sich die Möglichkeit, die Fahrzeuge von Inhabern der alten Führerscheinklasse 3 lenken zu lassen. Zusammen mit vergleichsweise niedrigen Anschaffungs- und Betriebskosten ergeben sich so Kostenvorteile, aufgrund derer einige Betreiber diese umgangssprachlich auch als „Mautkiller“ oder „Jumbozüge“ bezeichneten Fahrzeuge in größerer Zahl einsetzen.



Abb. 1: Typische Leicht-Lkw-Kombination mit 11,99 t zulässige Gesamtmasse

In den Blickpunkt der Unfallforschung gerieten Leicht-Lkw-Kombinationen, als in Medienberichten verstärkt von Fahrzeugen berichtet wurde, die bei starkem Wind umstürzten. Wenngleich diese Unfälle in den meisten Fällen glimpflich ausgingen, weil sich die Fahrer nicht schwer verletzten und keine anderen Verkehrsteilnehmer zu Schaden kamen, führten sie doch oft zu erheblichen Verkehrsbehinderungen, wenn die umgekippten Gespanne die Fahrbahn blockierten. Das Forschungsprojekt „Unfallgeschehen mit Leicht-Lkw-Kombinationen“ der Unfallforschung der Versicherer mit ihrem Auftragnehmer hatte daher zum Ziel, Unfälle mit Beteiligung dieser Fahrzeuge zu quantifizieren und zu charakterisieren sowie gegebenenfalls Vorschläge für Maßnahmen zur Reduzierung der Unfallhäufigkeit zu erarbeiten [1].

---

## Methodik

Im Rahmen der Studie wurden einerseits Unfallzahlen und -ereignisse analysiert, und andererseits grundlegende Phänomene der Fahrphysik dieser Gliederzüge mit Hilfe rechnerischer Simulation, das heißt mit eigens erstellten Computermodellen, untersucht.

Am Anfang stand zunächst eine Abschätzung der Anzahl überhaupt im Betrieb befindlicher Leicht-Lkw-Kombina-

tionen. Da keine offiziellen Bestandsstatistiken für diese Fahrzeuge existieren, wurden in Nordrhein-Westfalen im April und Juli 2015 an insgesamt sechs Wochentagen Verkehrszählungen an einem Autobahnkreuz durchgeführt. Der Anteil von – nach visuellem Eindruck bestimmten – Leicht-Lkw-Kombinationen an allen passierenden Lkw über 3,5 Tonnen zulässiger Gesamtmasse betrug zwischen 1,4 Prozent und 3,4 Prozent. Die Bundesanstalt für Straßenwesen ermittelte über dynamische Messstellen an Autobahnen für 2014 mit einem geschätzten Anteil von etwa 2 Prozent vergleichbare Werte.

---

## Auswertung der amtlichen Unfallstatistik

Üblicherweise nähert man sich in der Unfallforschung einer Fragestellung über eine Analyse der Verkehrsunfalldaten, was sich allerdings für die vorliegende Thematik schwierig gestaltet. Im Rahmen einer Sonderabfrage beim Statistischen Bundesamt können lediglich Lkw mit einer zulässigen Gesamtmasse zwischen 7,0 und 7,5 Tonnen, die zum Unfallzeitpunkt einen Anhänger mitführten, identifiziert werden. Darunter könnten sich neben den interessierenden Leicht-Lkw-Kombinationen auch andere kleine Gespanne, beispielsweise leichte Kipper mit einem kleinen Baustellenanhänger, befinden. Außerdem lässt sich für ausländische Güterkraftfahrzeuge, die in Deutschland verunglücken, die zulässige Gesamtmasse nicht bestimmen. Lediglich das Vorhandensein eines Deichselanhängers oder eines Sattelauflegers wird erfasst und unterschieden. Und letztlich werden in der amtlichen Statistik nur Unfälle wiedergegeben, die einen Personenschaden oder einen schweren Sachschaden mit einer strafrechtlich relevanten Ursache zur Folge hatten („Schwerer Sachschaden i.e.S.“).

Für die Jahre 2010 bis 2013 wurde für in- und ausländische Gliederzüge insgesamt, das heißt Lkw (über 3,5 Tonnen zulässiger Gesamtmasse) aller Gewichtsklassen

### Internetrecherche von Unfallereignissen bei Starkwind

mit Anhänger, in 3 Prozent der Fälle von der Polizei die Unfallursache „Seitenwind“ angegeben (Abb. 2). Unter Gliederzügen mit einem Zugfahrzeug unter 7,5 Tonnen – also den vermuteten Leicht-Lkw-Kombinationen – lag der Anteil dieser Unfallursache mit 12 Prozent deutlich höher. Damit wird die These gestützt, dass Leicht-Lkw-Kombinationen häufiger aufgrund von Seitenwind verunfallen als konventionelle, schwerere Lkw-Anhänger-Kombinationen. Für die übrigen Unfallursachen zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Fahrzeugarten, die auf besondere Risiken für Leicht-Lkw-Kombinationen schließen ließen.

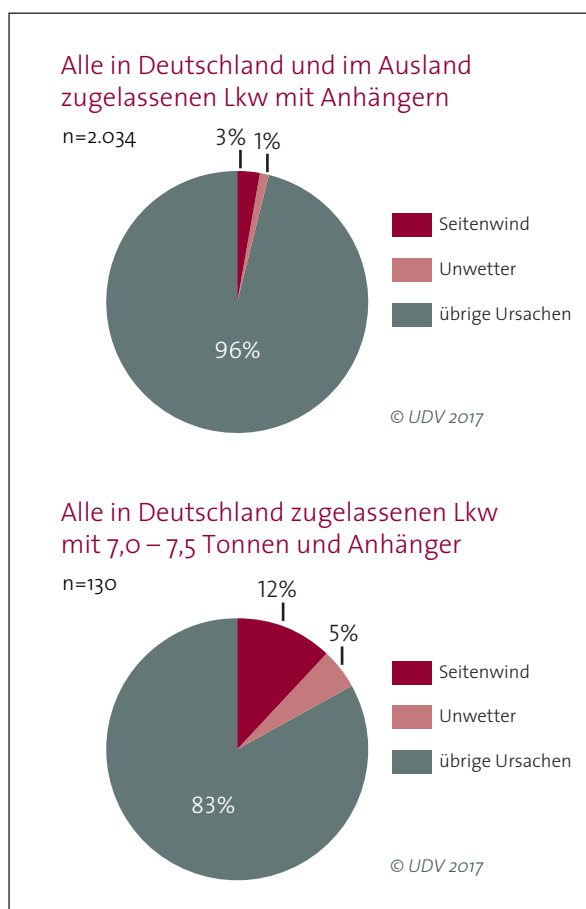


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der polizeilich angegebenen Unfallursachen für Gliederzüge insgesamt und für Leicht-Lkw-Kombinationen für die Unfalljahre 2010 – 2013 (Mehrfachnennungen bei Unfallursachen möglich)

## Internetrecherche von Unfallereignissen bei Starkwind

Ergänzend zur amtlichen Statistik wurden im Internet Unfallereignisse mit Leicht-Lkw-Kombinationen für den Zeitraum zwischen 2010 und Mitte 2016 unter Suchbegriffen wie „Anhänger umgeweht“ oder „Lkw umgestürzt“ recherchiert. Wenn sich, insbesondere aufgrund des veröffentlichten Bildmaterials, bestätigte, dass es sich um eine Leicht-Lkw-Kombination handelte, wurde der Unfall mit Merkmalen zu Örtlichkeit, Straßen- und Wetterbedingungen und ob der gesamte Anhängerzug oder nur ein Teil umgestürzt war, in einer Datenbank erfasst. Naturgemäß war nicht von einer Vollständigkeit der berichteten Ereignisse auszugehen; besonders für Unfälle, die zum Zeitpunkt der Recherche bereits mehrere Jahre zurücklagen.

Insgesamt ließen sich 149 dokumentierte Unfälle mit umgestürzten Leicht-Lkw-Kombinationen belegen. Für den Zeitraum 2011 bis 2013 ließen sich im Internet retrospektiv mehr Leicht-Lkw-Kombinationen ermitteln, die bei starkem Wind verunglückt waren, als die amtliche Statistik Unfälle solcher Fahrzeuge mit der Ursache „Seitenwind“ oder „Unwetter“ ausweist. Von den 88 für das Jahr 2015 recherchierten Fällen waren 52 allein auf das Sturmtief „Niklas“ zurückzuführen, welches am 31. März und 1. April über weite Teile Deutschlands hinwegzog. Monate mit einer erhöhten durchschnittlichen Zahl von Stürmen, vorrangig im Herbst und Winter, zeigten auch eine entsprechende Häufung bei den dokumentierten Unfallereignissen (Abb. 3). Maßgeblich für die Einordnung als „Sturm“ ist eine im Flachland gemessene Windgeschwindigkeit über 75 km/h, entsprechend Windstärke 9 auf der sogenannten Beaufort-Skala (Tab. 1) [2].

## Internetrecherche von Unfallereignissen bei Starkwind

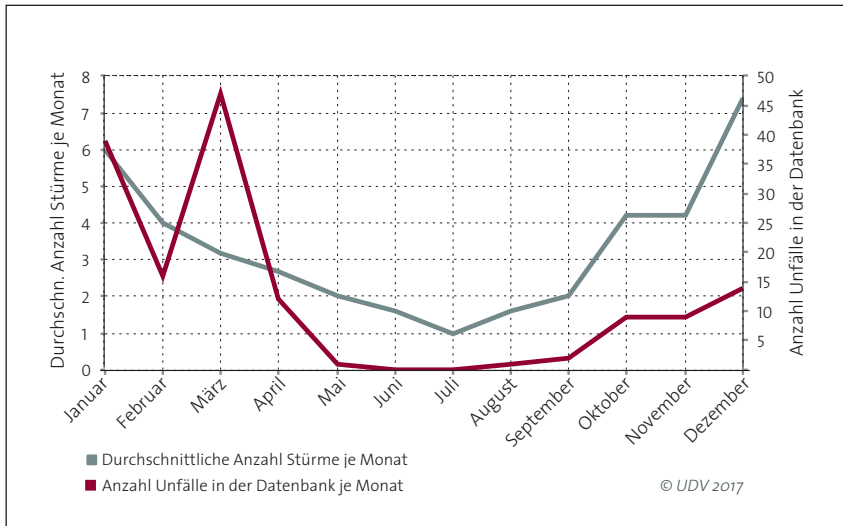


Abb. 3: Dokumentierte Unfallereignisse mit Leicht-Lkw-Kombinationen (n = 149) und durchschnittliche Anzahl Stürme je Monat

Tab. 1: Beaufort-Skala für Windstärke nach Deutschem Wetterdienst DWD [2]

		Mittlere $v_{\text{Wind}}$ in ca.10 m Höhe über offenem, flachem Gelände DWD Schwellenwerte		
Beaufortgrad		[m/s]	[km/h]	Auswirkungen des Windes im Binnenland
0	Windstille	0	0	Rauch steigt senkrecht auf
1	leiser Zug	1	<5	Windrichtung angezeigt durch Zug des Rauches
2	leichte Brise	2 – 3	5 – 10	Wind im Gesicht spürbar, Blätter und Windfahnen bewegen sich
3	schwache Brise schwacher Wind	4 – 5	um 15	Wind bewegt dünne Zweige und streckt Wimpel
4	mäßige Brise mäßiger Wind	6 – 7	20 - 25	Wind bewegt Zweige und dünnere Äste, hebt Staub und loses Papier
5	frische Brise frischer Wind	8 – 10	30 - 35	kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumkronen bilden sich auf See
6	starker Wind	11 – 13	40 - 45	starke Äste schwanken, Regenschirme sind nur schwer zu halten, Telegrafleitungen pfeifen
7	steifer Wind	14 - 17	50 - 60	fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich
8	stürmischer Wind	18 - 20	65 - 70	Zweige brechen von Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien
9	Sturm	21 - 24	75 - 85	Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel / Rauchhauben abgehoben)
10	schwerer Sturm	25 - 28	90 - 100	Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern
11	orkanart. Sturm	29 - 32	105 - 115	Wind entwirzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden
12	Orkan	ab 33	ab 120	schwere Verwüstungen

### Simulation des Verhaltens von Leicht-Lkw-Kombinationen unter Seitenwind

Die dokumentierten Umstände des Umstürzens belegen, dass sich diese Unfälle fast ausnahmslos auf Autobahnen oder Landstraßen ereignen, oftmals auf Straßen ohne seitlichen Bewuchs oder auf Brücken. Wo die Berichterstattung Rückschlüsse auf den Beladungszustand von Zugfahrzeug und Anhänger zuließ, zeigte sich, dass in etwa 60 Prozent der Fälle der Anhänger oder sogar beide Zugteile unbeladen waren. Entsprechend kippte entweder nur der Anhänger um, wobei dieser mitunter über die starre Zugdeichsel den Lkw an der Hinterachse aufbockte, oder der gesamte Gliederzug fiel auf die Seite (Abb. 4). Etwa die Hälfte der Artikel machte Angaben zu eventuellen Personenschäden, wobei dann nur in jedem fünften Fall tatsächlich Verletzungen, meist leichter Art, berichtet wurden.

Dies liefert auch eine mögliche Erklärung für die vermeintliche Diskrepanz zwischen der Anzahl von Unfällen mit der Ursache „Seitenwind“ in der offiziellen Unfallstatistik und der Zahl im Internet recherchierter Fälle von umgestürzten Fahrzeugen bei starkem Wind. Die Tatsache, dass die Fahrer in der Mehrzahl der Fälle unverletzt blieben und auch keine weiteren Verkehrsteilnehmer einen Personenschaden erlitten, verhinderte, dass diese Unfälle Eingang in die amtliche Verkehrsunfallstatistik fanden. Darüber hinaus ist unklar, ob aufnehmende Polizeibeamte bei einem solchen Unfall immer auch „Seitenwind“ oder eventuell nur ein Fehlverhalten des Lkw-Fahrers als Unfallursache verzeichnen.



Abb. 4: Umgestürzter Leicht-Lkw-Anhänger infolge Seitenwinds

Offenbar bedarf es im Extremfall jedoch nicht einmal wetterbedingten Seitenwinds, um einen Leicht-Lkw-Zug ins Schlingern geraten zu lassen. Bei einem Unfallereignis gab der Fahrer an, dass er die Kontrolle über sein Gespann verloren habe, als ihm auf einer schmalen Landstraße ein 40-Tonnen-Güterkraftfahrzeug entgegenkam und der Leicht-Anhänger bei der Begegnung durch den Luftsoog ins Schleudern kam. Daraufhin geriet der Leicht-Lkw-Zug ins Bankett und stürzte beim Versuch des Fahrers gegenzulenken quer über die Straße.

---

### Simulation des Verhaltens von Leicht-Lkw-Kombinationen unter Seitenwind

Nachdem die Analyse realer Unfallereignisse bestätigte, dass Seitenwind bei Leicht-Lkw-Kombinationen eine erhebliche Bedeutung als Unfallursache hat, sollten die wichtigsten Einflussfaktoren bestimmt und idealerweise auch in ihrer Wirkung quantifiziert werden. Unter dem Gesichtspunkt der Kosten wie auch der technischen Durchführbarkeit schiedene praktische Experimente dazu weitgehend aus. Stattdessen wurde an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) in Aachen ein numerisches Simulationsmodell erstellt, um die Wirkung von Seitenwind und das resultierende Fahrzeugverhalten für eine Vielzahl von Varianten untersuchen zu können.

Im ersten Schritt wurden drei Modelle von typischen Gliederzügen erstellt: neben der besonders interessierenden Leicht-Lkw-Kombination auch je ein konventioneller Dreiachs-Lkw mit zweiachsigem Gelenkdeichsel-Anhänger und mit Starrdeichsel-Anhänger (Abb. 5). Wesentliche Parameter wie Abmessungen und Schwerpunktlage mussten im Vorfeld zunächst an einem realen Leicht-Lkw und seinem Anhänger messtechnisch bestimmt werden. Besondere Bedeutung kommt einer wirklichkeitsnahen Modellierung des Fahrwerkverhal-



## Simulation des Verhaltens von Leicht-Lkw-Kombinationen unter Seitenwind

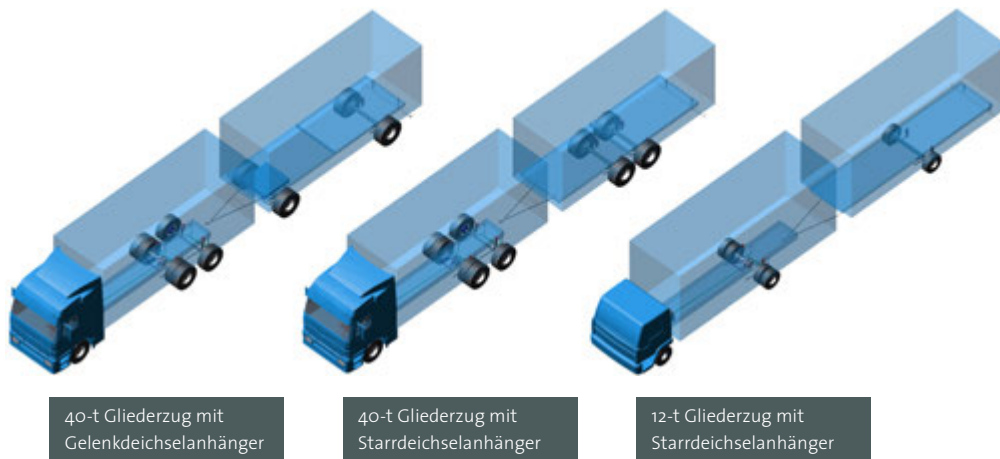


Abb. 5: Modelle der drei Gliederzug-Ausführungen für die Computersimulation

tens und der Reaktion des – künstlichen – Fahrers zu. Dazu wurde die Software ADAMS eingesetzt und ein aufwändiges Reifen-Fahrbahn-Modell der RWTH Aachen implementiert. Der Seitenwind selbst wird als eine flächig wirkende Last auf die Seite des Lkw-Gespans aufgebracht.

Das fertige Modell gestattet es, sowohl verschiedene Arten des angreifenden Windes und unterschiedliche Windstärken zu simulieren als auch verschiedene Fahrgeschwindigkeiten und Beladungszustände der Gliederzüge abzubilden. Darüber hinaus wurden auch ausgewählte konstruktive Lösungen prinzipiell untersucht. Die „modellerte“ Reaktion des Fahrzeuglenkers auf die seitliche Drift des Anhängers und das dadurch entstehende Gier- und Kippmoment unterstellt einen sehr guten Fahrer, der – bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit – fast augenblicklich ein Gegenlenkmanöver einleitet. Das Simulationsmodell berechnet damit das Verhalten der gesamten Fahrzeug-Kombination bis zu einem Zeitpunkt, zu dem das Kippen einsetzt oder die ersten Räder seitlich über den Fahrbahnrand geraten. Über diesen kritischen Punkt hinaus lässt sich das Fahrzeugverhalten zwar nicht mehr vorhersagen; für den beabsichtigten Vergleich ist das aber auch unerheblich.

Die Ergebnisse von insgesamt rund 500 Simulationsläufen mit Variation verschiedenster Parameter zeichnen für die Gegenüberstellung der drei Gliederzugkombinationen ein deutliches Bild:

Erwartungsgemäß erreichen unbeladene Lkw-Anhänger-Kombinationen früher die kritische Grenze als im beladenen Zustand. Am gefährlichsten erweist sich aufbauender Seitenwind. Darunter sind Situationen zu verstehen, in denen der Seitenwind am vorderen Teil des Gespans beginnend ansetzt und sich der Kraftangriff dann schnell über die gesamte Länge fortsetzt. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn das Fahrzeug zunächst in einem windgeschützten Bereich wie einem Geländeeinschnitt oder hinter einer Lärmschutzwand fährt und diesen dann verlässt, um im freien Gelände oder gar auf einer Brücke voll vom Wind erfasst zu werden. Für den unbeladenen 40-Tonnen-Gliederzug, der mit 85 km/h unterwegs ist, wird die Grenze zum Kippen bei etwa 85 km/h Seitenwindgeschwindigkeit vorhergesagt, entsprechend Windstärke 9 (Tab. 2). Als Beginn des Kippens wird dabei das Abheben des windzugewandten Rades betrachtet. Im beladenen Zustand verschiebt sich diese Grenze bis ans obere Ende von Windstärke 12, etwa 145 km/h Windgeschwindigkeit. Für die unbeladene Leicht-Lkw-Kombination prognostiziert die Computersimulation den Kippvorgang unter gleichen Randbedingungen hingegen schon bei etwa 55 km/h Windge-

Simulation des Verhaltens von Leicht-Lkw-Kombinationen unter Seitenwind

schwindigkeit (Windstärke 7) und im beladenen Zustand bei 74 km/h (Windstärke 8) (Tab. 3). Dabei stellt sich schon vorher ein kritischer Spurversatz des Anhängers (festgelegt als 0,5 Meter) von bis zu 0,9 Meter ein, der auf schmalen Straßen auch zum Abkommen von der Fahrbahn führen kann (Abb. 6). Für den 40-Tonnen-Gliederzug beträgt der Spurversatz laut Simulation bis zu etwa 1,20 Meter, bis ein Kippen einsetzt.

Tab. 2: Prognostizierter Spurversatz und Kippgrenze beim 40-Tonnen-Gliederzug mit Gelenkdeichsel- und mit Starrdeichselanhänger (Fahrgeschwindigkeit 85 km/h) in Abhängigkeit der Windstärke (aufbauender Seitenwind)

Windstärke	V <sub>Wind</sub>		Aufbauender Wind	
	[m/s]	[km/h]	Leer	Beladen
	7	15	54	s = 0,38 / 0,38 m
7	16	57,6		
8	20	72	s = 0,73 / 0,7 m	s = 0,10 / 0,10 m
9	21	75,6		
9	22	79,2		
9	23	82,8	s = 1,03 / 0,98 m	
9	23,5	84,6	t = 0,96 / 1,0 s	
9	24	86,4	t = 0,95 / 0,98 s	
10	25	90	t = 0,94 / 0,97 s	s = 0,35 / 0,35 m
11	30	108		s = 0,55 / 0,53 m
12	35	126		s = 0,77 / 0,71 m
12	40	144		s = 1,30 / 1,11 m

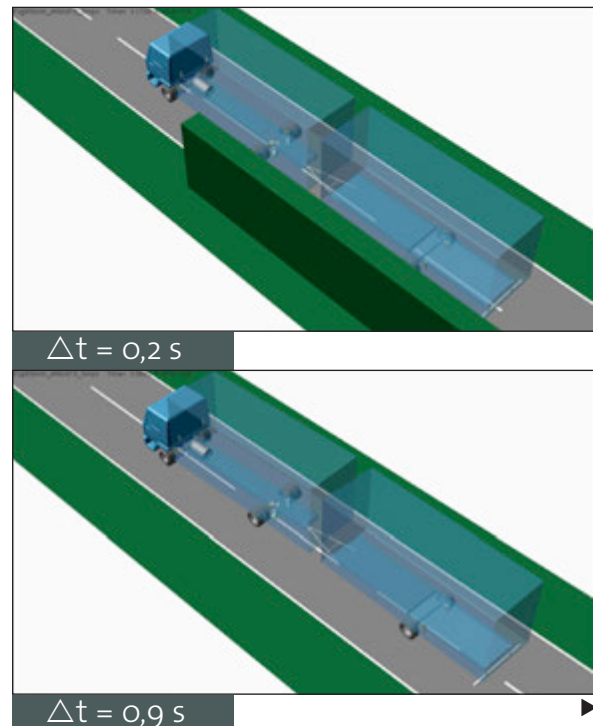
s = Spurversatz t = Zeit bis zum Radlastverlust  
 Unkritisch  Kritisch  Kippen

Tab. 3: Prognostizierter Spurversatz und Kippgrenze bei Leicht-Lkw-Kombination (Fahrgeschwindigkeit 85 km/h) in Abhängigkeit der Windstärke (aufbauender Seitenwind)

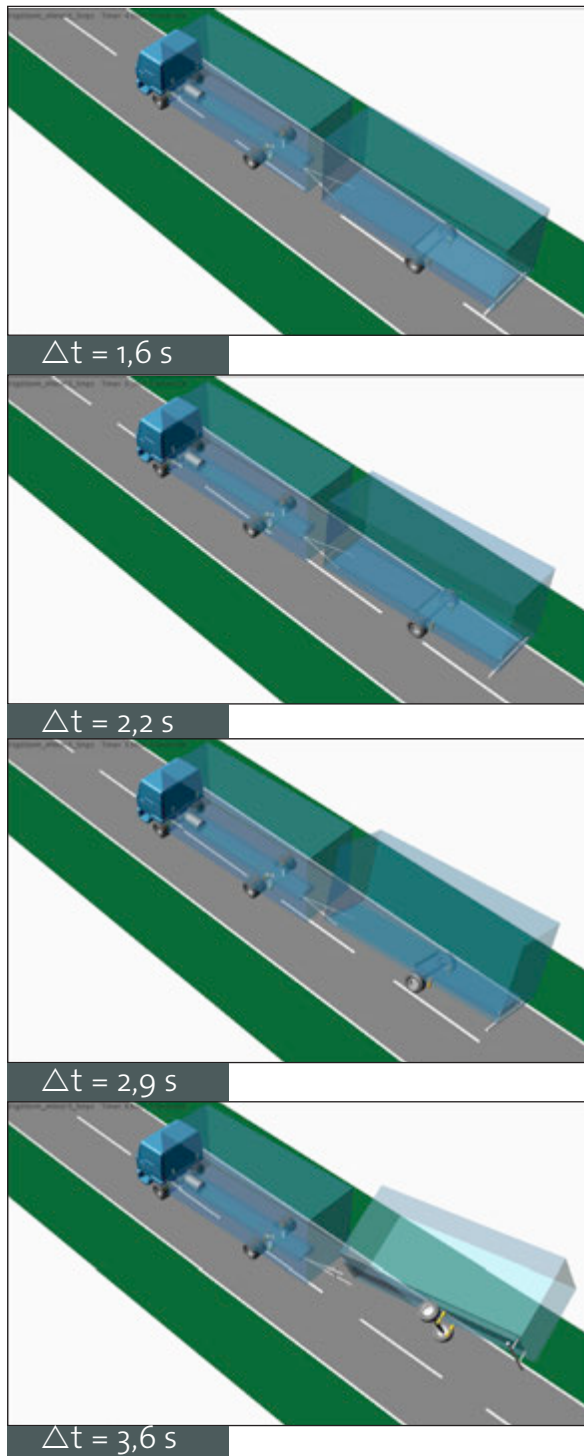
Windstärke	V <sub>Wind</sub>		Aufbauender Wind	
	[m/s]	[km/h]	Leer	Beladen
	5	10	36	s = 0,37 m
7	15	54	s = 0,91 m	s = 0,44 m
7	15,5	55,8	t = 1,47 s	
7	16	57,6	t = 1,22 s	s = 0,50 m
8	20	72	t = 1,20 s	s = 0,84 m
8	20,5	73,8		t = 1,58 s
9	21	75,6		t = 1,49 s
9	22	79,2		

s = Spurversatz t = Zeit bis zum Radlastverlust  
 Unkritisch  Kritisch  Kippen

Abb. 6: Ablauf des Spurversetzens und Kippens für eine unbeladene Leicht-Lkw-Kombination (Fahrgeschwindigkeit 85 km/h, aufbauender Wind mit 56 km/h)



## Simulation des Verhaltens von Leicht-Lkw-Kombinationen unter Seitenwind



Bei der Simulation direkten Seitenwinds, der anders als aufbauender Wind sofort über die komplette Fahrzeuglänge wirkt, verschieben sich die Kippgrenzen nur geringfügig nach oben. Niederfrequent sinusförmig an- und abschwellender Wind als vereinfachtes Abbild von Windböen stellt hingegen eine deutlich geringere Gefahr für die Fahrstabilität dar.

Bei diesen Vorhersagen muss berücksichtigt werden, dass einerseits die Luftumströmung am Fahrzeug nicht anhand realer Versuche validiert werden konnte und der Einfluss des Fahrtwindes in Längsrichtung des Fahrzeugs außer Betracht gelassen wurde. Andererseits wird als Fahrzeuglenker ein nahezu idealer Fahrer angenommen, der versucht, dem Aufschaukeln des Gespanns bestmöglich entgegenzuwirken. In der Realität ist davon nicht auszugehen, wenn der Fahrzeugführer von einer plötzlichen Seitwärts- oder Kippbewegung des Anhängers überrascht wird.

Durch Abänderung des Fahrzeugmodells wurde untersucht, ob tatsächliche oder denkbare konstruktive Gegenmaßnahmen eine entscheidende Verbesserung der Seitenwindempfindlichkeit erwarten lassen. Dazu wurden am Modell sogenannte Sturmstützen implementiert, die für einige Leichtanhänger-Typen bereits angeboten werden. Sie sind als eine Art Stützfuß unterhalb der vorderen Aufbauecken des Anhängers montiert und mit Gleitklötzen versehen. Gerät der Anhänger in starke Schräglage, soll die windabgewandte Sturmstütze auf der Fahrbahn aufsetzen und die weitere Kippbewegung unterbinden. In der Simulation konnte damit das Kippen jedoch nur zeitlich um etwa eine Sekunde hinausgezögert werden. Zusätzlich wurde durch das Aufsetzen der Sturmstütze ein Moment um die Gespannlängsachse ausgeübt und das Zugfahrzeug am Heck regelrecht „ausgehobelt“. Untersucht wurde außerdem, ob sich mit Einbau zweier, um etwa 2,50 Meter auseinanderliegender Achsen am Anhänger statt einer zentralen Achse fahrdynamische Vorteile ergeben. Trotz eines Mehrgewichts von etwa 200 Kilogramm würde diese Maßnahme den Beginn des Kippvorgangs zeitlich nur geringfügig verzögern, aber auch nicht verhindern.

## Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Eine weitere, naheliegende Option ist es, die Schiebeplanen des Aufbaus zu öffnen, um somit dem Wind möglichst wenig seitliche Angriffsfläche zu bieten. In der Computerberechnung wurde dies realisiert, indem am Anhänger keine Windkraft mehr aufgeprägt wurde, während die Planen am Zugfahrzeug weiterhin geschlossen blieben. Erwartungsgemäß setzt damit das Kippen erst später bei knapp 80 km/h Windgeschwindigkeit (Windstärke 9) ein, diesmal beginnend am Zugfahrzeug. Selbstverständlich käme diese Lösung nur für unbeladene Teile der Leicht-Lkw-Kombination in Frage. Darüber hinaus überschreitet das Fahrzeug mit zusammengeschiebener Plane in der Regel die zulässige Gesamtbreite, so dass diese Maßnahme eigentlich nur für abgestellte Fahrzeuge in Frage kommt. Die Stabilität des offenen Aufbaus, welchem die Verspannung über die geschlossenen seitlichen Planen fehlt, erscheint bei manchen Leichtbaukonstruktionen unter der Last des Fahrtwindes auf Stirn- und Heckwand ohnehin fraglich.

In der Gesamtschau machen die Computersimulationen deutlich, dass Leicht-Lkw-Kombinationen einem erheblich höheren Unfallrisiko infolge Seitenwindeinflusses ausgesetzt sind als herkömmliche Gliederzüge mit gleicher Länge, aber sowohl höherer Leermasse als auch höherer zulässiger Gesamtmasse. Ob das Kippen in der Realität allein durch die unmittelbare Windlast zustande kommt oder durch fahrdynamische Instabilität und Aufschaukeln des Gespanns begünstigt wird, lässt sich abschließend nicht mit Sicherheit sagen. Wenngleich die vorhergesagten Kippgrenzen nicht an Versuchen validiert werden konnten, so erscheinen diese doch angesichts der Häufung solcher Unfallereignisse bei starkem Wind oder Sturm sehr plausibel. Insbesondere geben die Simulationen die – in niedrigeren Windstärken „ablesbaren“ – Unterschiede zwischen beladenem und unbeladenem Leicht-Lkw-Gespann und im direkten Vergleich zu konventionellen Gliederzügen realistisch wieder.

---

## Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die zu Beginn des Forschungsprojekts aufgestellte These, dass Leicht-Lkw-Kombinationen deutlich seitenwindanfälliger als die Mehrzahl der Lkw mit Anhängern für eine zulässige Gesamtzugmasse bis 40 Tonnen sind, wurde sowohl durch Analysen des Unfallgeschehens als auch mittels rechnerischer Simulation bestätigt. Weil mit Leicht-Lkw-Kombinationen nur ein kleiner Teil der Transportleistung im Straßengüterverkehr erbracht wird und die Mehrheit dieser Ereignisse ohne schweren Personenschaden abgeht, treten Unfälle mit Beteiligung von Leicht-Lkw-Kombinationen in der amtlichen Statistik, die in erster Linie Unfälle mit Personenschaden erfasst, selten in Erscheinung. Die zeitliche Häufung solcher Ereignisse steht jedoch im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Auftreten von Stürmen, während diese Fahrzeugkombinationen im allgemeinen Unfallgeschehen weitgehend unauffällig sind. Die Modellbetrachtungen am Computer unterstreichen, dass insbesondere unbeladene Leicht-Anhänger mit ihrem sehr ungünstigen Verhältnis von geringer Eigenmasse und großer seitlicher Windangriffsfläche gefährdet sind, bei starkem Wind umzustürzen.

Wirksame technische Lösungen konnten im Rahmen der Simulation mehrerer konstruktiver Varianten nicht identifiziert werden. Am sinnvollsten und einfachsten ist es daher, Leicht-Lkw-Kombinationen bei angekündigtem Sturm für eine Region, spätestens ab Windstärke 9, abzustellen; idealer Weise an einem windgeschützten Ort. Angesichts der wenigen Tage im Jahr, an denen solche Wetterverhältnisse herrschen, erscheinen selbst Maßnahmen im Sinne eines gesetzlichen Fahrverbotes vertretbar. Für Fahrer von Gefahrguttransporten existieren ähnliche Pflichten bereits. Da die Spediteure die Transportwege und aktuellen Positionen ihrer Fahrzeuge mittels Telematik zunehmend überwachen, sollte die Berücksichtigung von Wettervorhersagen bei der Tourenplanung keine grundsätzlichen Schwierigkeiten berei-

ten. Sie sind letztlich mitverantwortlich und müssen Ihre Fahrer entsprechend informieren. Die Erkenntnisse der vorliegenden Studie sollten darüber hinaus in die Fahrer- aus- und -weiterbildung einfließen.

Mit der Ausweitung der Maut auch auf Leicht-Lkw-Kombinationen scheint der „klassische“ Volumentransporter mit 11,99 Tonnen zwar an Attraktivität verloren zu haben. Für manche Betreiber überwiegen aber nach wie vor die Vorteile, kostengünstig auch Fahrer mit dem alten Führerschein der Klasse 3 und Fahrzeuge mit niedrigem Durchschnittsverbrauch einsetzen zu können. Andere wenden das Konzept etwas verändert durch Auflastung des Anhängers und leicht gesteigerte Gesamtmasse des gesamten Zuges weiterhin an, so dass derartige Fahrzeuge auch in Zukunft zum Straßenbild gehören werden.

---

## Internet

Weitere Bilder und Dokumente zum Projekt auf der Homepage der Unfallforschung der Versicherer:  
[udv.de/leichtlkw](http://udv.de/leichtlkw)

---

## Literatur

[1] Hamacher M., Ludwig J., Malczyk A.: „Unfallgeschehen mit Lkw-Beteiligung unter Berücksichtigung von Leicht-Lkw-Kombinationen“, Forschungsbericht 45, Unfallforschung der Versicherer, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Berlin, 2016,  
Download vom Internet: [udv.de/fb45](http://udv.de/fb45)

[2] Deutscher Wetterdienst (DWD):  
Beaufort-Skala, Internet:  
[dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100310&lv3=100390;](http://dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100310&lv3=100390)  
Abruf am 21.02.2017





Gesamtverband der Deutschen  
Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43/43 G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Telefon 030 . 20 20 - 58 21  
Fax 030 . 20 20 - 66 33

[unfallforschung@gdv.de](mailto:unfallforschung@gdv.de)  
[www.udv.de](http://www.udv.de)  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de)

Facebook: [facebook.com/unfallforschung](https://facebook.com/unfallforschung)  
Twitter: [@unfallforschung](https://twitter.com/unfallforschung)  
YouTube: [youtube.com/unfallforschung](https://youtube.com/unfallforschung)  
Instagram: [instagram.com/udv\\_unfallforschung](https://instagram.com/udv_unfallforschung)

Redaktion:  
Dr.-Ing. Axel Malczyk

Gestaltung:  
pensiero KG, [www.pensiero.eu](http://www.pensiero.eu)

Bildquellen:  
Titelbild, Seite 8: Thomas Banneyer;  
Seite 5: Axel Malczyk (UDV)

Erschienen: 04/2017



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43 / 43G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Tel.: 030/20 20 - 50 00, Fax: 030/20 20 - 60 00  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de), [www.udv.de](http://www.udv.de)