

Uwe Golder*, Manfred Becke**

Rutschverzögerungen von vollverkleideten Motorrädern

Zusammenfassung

In [1] und [2] wird über Rutschverzögerungen von Zweirädern (Fahrrad, Mofa, Motorrad) auf trockener und nasser Asphaltfahrbahn sowie auf Gras berichtet. Zur Vervollständigung wurden Rutschversuche mit vollverkleideten Motorrädern auf trockener und nasser Fahrbahn sowie zusätzlich Versuche auf trockener Fahrbahn mit einem vollverkleideten Motorrad, das mit einem Seitenkoffer ausgerüstet war, durchgeführt. Auf Gras erfolgten ergänzende Versuche mit Fahrrädern, Mofas und Motorrädern.

Summary

The papers [1] and [2] report about the degree of deceleration reached by two-wheelers while slipping sideways on asphalt and grass surfaces. In order to complete these investigations further experiments were carried out to evaluate the slip-deceleration of covered motor-cycles on wet and dry asphalt surfaces. Besides that we made experiments with a covered motor-cycle equipped with a side-case slipping on asphalt. Additional research was made on the motion of (motor-)bicycles and motor-cycles slipping on grass surfaces.

1 Problemendarstellung

Ist bei einem Unfall ein Zweirad beteiligt, kommt in der Regel das Zweirad durch die Kollision zu Fall. Während der anschließenden Rutschbewegung wird über die zurückgelegte Rutschstrecke die kinetische Energie abgebaut. Das dabei erreichte Verzögerungsniveau ist abhängig von der Gleitreibung zwischen Zweirad und Fahrbahn und der Verhakungsintensität zwischen exponierten Bauteilen des Zweirades und Asphaltteilchen, die sich durch entsprechende Kratzspuren anzeigt. Insbesondere bei Rutschbewegungen von

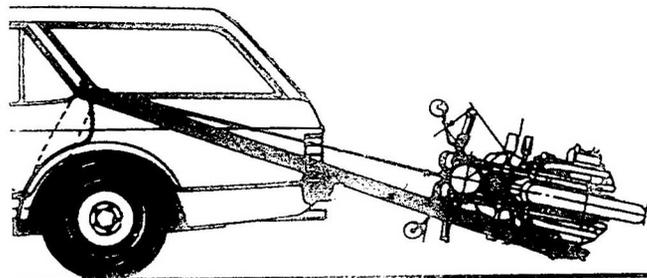


Bild 1 Versuchsaufbau für Rutschversuche auf Grasfläche

Motorrädern finden sich auffällige Kratzspuren von Fußrasten, Lenker oder von Bereichen des Motorgehäuses. Sind Motorräder mit einer Kunststoffvollverkleidung ausgerüstet, so werden diese Bauteile meistens verdeckt. Beim Rutschvorgang entstehen keine Kratzspuren mehr, sondern auffällige Abriebspuren der Kunststoffverkleidung.

Bei der Geschwindigkeitsrückrechnung stand man dann vor der Frage, welches Verzögerungsniveau diese Zweiräder bei der Rutschbewegung erreichen konnten. Bisher gibt es hierüber keine veröffentlichte Untersuchung.

Bei Unfällen kann es vorkommen, daß das Zweirad zunächst auf dem asphaltierten Fahrbahnbereich rutscht, bevor es in den unbefestigten Randstreifen gelangt. In [1] wurden bereits Versuche mit Fahrrädern und Mofas auf Gras vorgestellt, bei denen aber der Sturzvorgang, der beim Auftreffen des Zweirades auf dem Untergrund einen Energieabbau nach sich zieht, erst auf der Grasfläche begann. Für den oben beschriebenen Standardfall mit Sturz und erster Rutschphase auf Asphalt kann dieser Bewegungsvorgang nicht übertragen werden. Es empfiehlt sich daher, ergänzende Versuche für derartige Rutschvorgänge von Zweirädern durchzuführen.

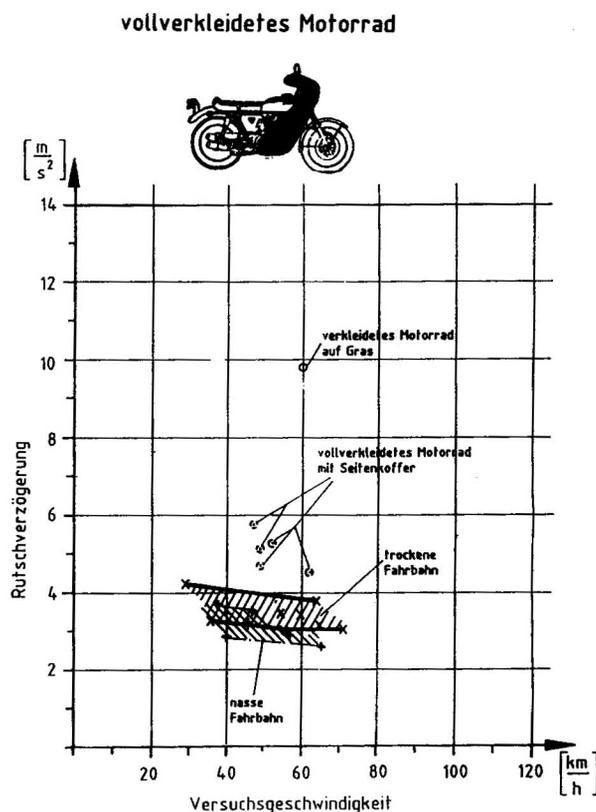
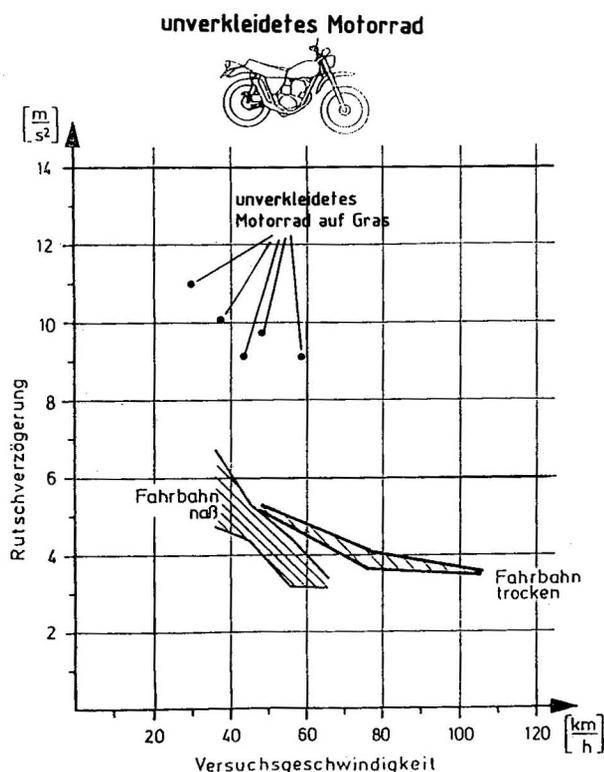
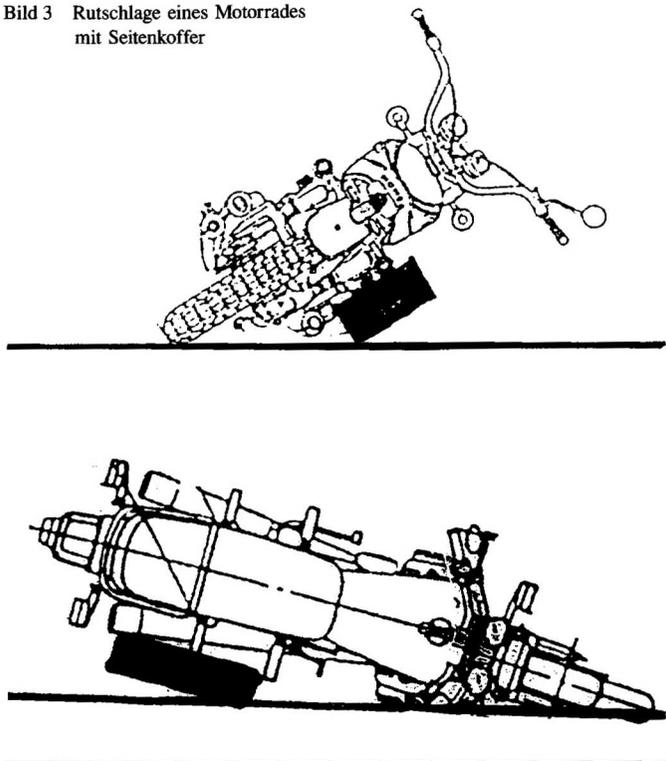


Bild 2 Vergleich der Rutschverzögerungen von unverkleideten und vollverkleideten Motorrädern

*Dipl.-Ing. Uwe Golder, Sachverständiger im Ing.-Büro Schimmelpfennig und Becke

**Dipl.-Ing. Manfred Becke, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle und Kfz.-Technik, Ing.-Büro Schimmelpfennig und Becke, Münsterstraße 101, 4400 Münster-Wolbeck

Bild 3 Rutschlage eines Motorrads mit Seitenkoffer



2 Versuchsdurchführung

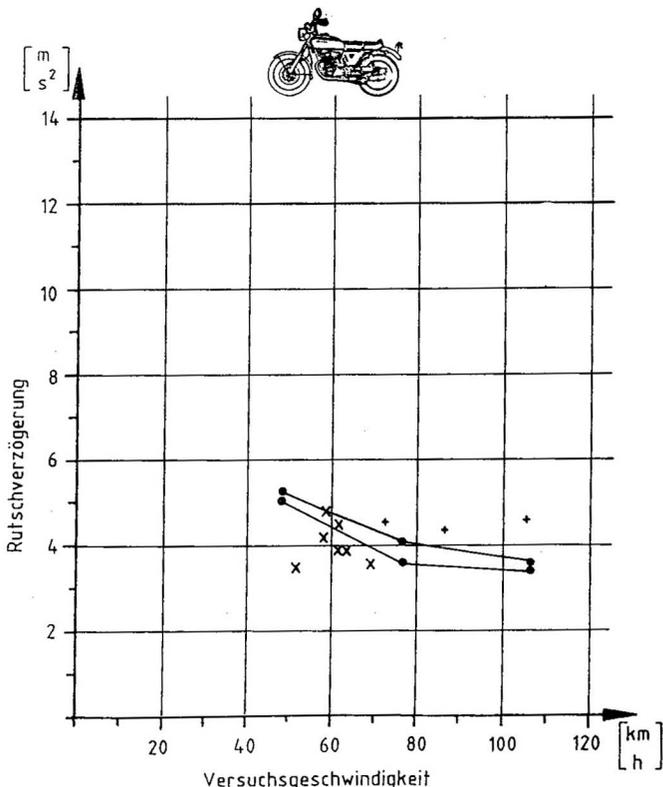
Ergebnisse von Rutschversuchen mit unverkleideten und vollverkleideten Motorrädern sind nur dann vergleichbar, wenn diese mit gleichem Versuchsaufbau erfolgten. Der Sturz und der anschließende Rutschvorgang wurden deshalb mit der bereits in [1] beschriebenen Kippvorrichtung eingeleitet.

Bei den Rutschversuchen auf Gras kam der in Bild 1 gezeigte Versuchsaufbau zum Einsatz. Aus dem Heck eines Kombi-Pkw ragten zwei Träger, auf denen das Zweirad in liegender Position aus geringer Höhe »sanft« auf die Grasfläche rutschte. Bei allen Versuchen wurde die Geschwindigkeit der Zweiräder beim Rutschbeginn mit einer Lichtschranke gemessen.

3 Versuchsergebnisse

3.1 Vollverkleidete Motorräder

In Bild 2 werden für Motorräder die eigenen Versuchsergebnisse von unverkleideten Motorrädern aus [1] und [2] mit den von vollverkleideten Motorrädern gegenübergestellt. Sowohl auf trockener als auch auf nasser Fahrbahn ist bei verkleideten Krädern ein geringeres Verzögerungsniveau feststellbar. Im untersuchten Geschwindigkeitsbereich lag auf nasser Fahrbahn bei einem Versuch mit einem verkleideten Motorrad ($v = 65 \text{ km/h}$) die mittlere Verzögerung bei nur $2,6 \text{ m/s}^2$.



- 6 Versuche Ing.-Büro Schimmelpfennig & Becke (aus senkrechter Stellung gekippt)
- 3 Versuche Dekra (aus liegender Position "sanfter Aufschlag")
- 7 Versuche Dekra (Sturzbewegung aus Führungsschlitten aus senkrechter Position)

Bild 6 Rutschverzögerungen von unverkleideten Motorrädern auf trockener Asphaltfahrbahn

Ist bei einem Unfall ein verkleidetes Motorrad beteiligt, dann muß man bei der Einstufung des Verzögerungsniveaus nach der Art der entstandenen Rutschspuren unterscheiden. Nach mehreren Versuchen mit demselben Motorrad entstanden infolge teilweiser Zerstörung der Verkleidung wieder intensive Kratzspuren mit der Folge, daß das Verzögerungsniveau anstieg und die bisher bekannte Höhe erreichte.

3.2 Vollverkleidetes Motorrad mit Seitenkoffer

Bei dieser Versuchsreihe wurde zunächst erwartet, daß, gegenüber dem vollverkleideten Krad ohne Seitenkoffer, eine weitere Verzögerungsabnahme eintreten würde. Das Gegenteil aber war der Fall, wie dies das rechte Diagramm in Bild 2 zeigt.

Dies kann durch die andere Rutschlage des Krades erklärt werden. Ohne Seitenkoffer, ganz gleich, ob ohne oder mit Vollverkleidung, rutschte das Motorrad waagrecht liegend und stabil über den Asphalt. Dabei drehte es sich mehr oder weniger stark um den Schwerpunkt. Der montierte Seitenkoffer verhinderte einen Sturz in die waagerechte Lage (Bild 3).

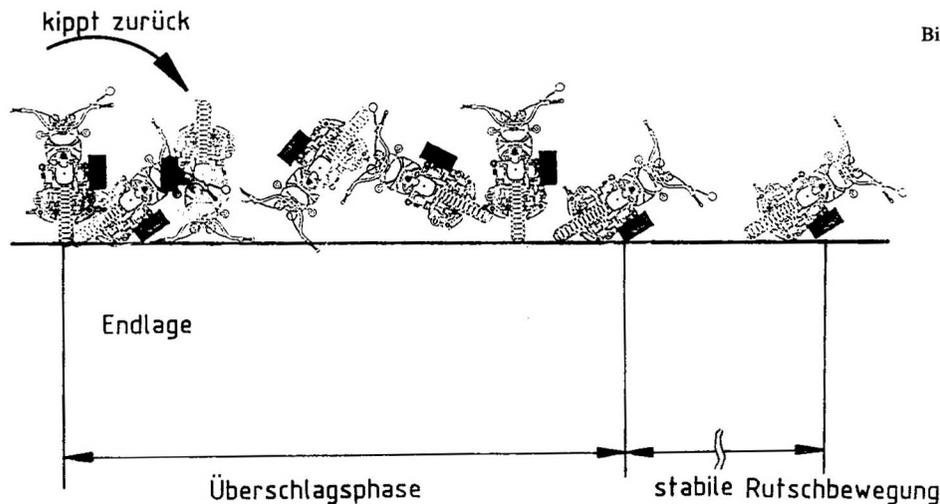


Bild 4 Rutschverhalten eines Motorrads mit Seitenkoffer



Bild 5 Rutschbewegung mit Seitenkoffer

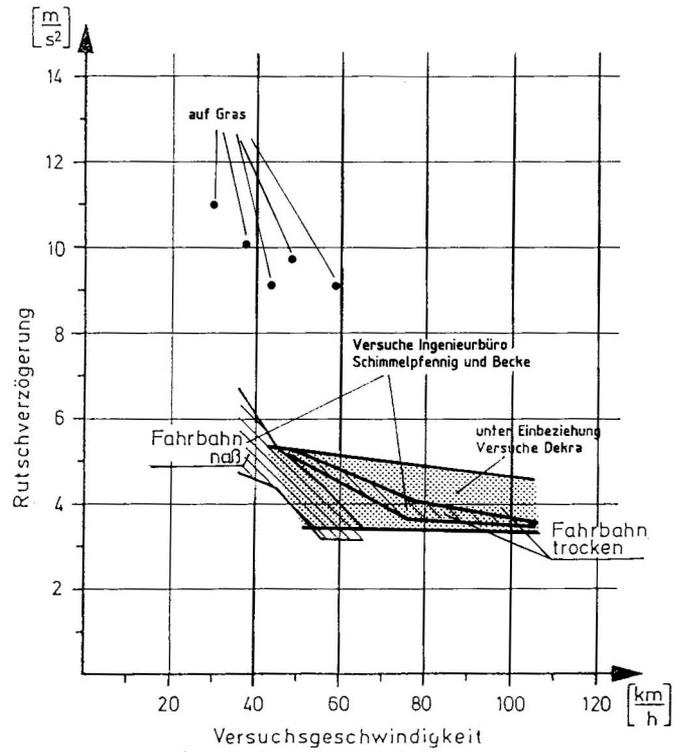


Bild 7 Rutschverzögerungen von unverkleideten Motorrädern auf Asphalt und Gras

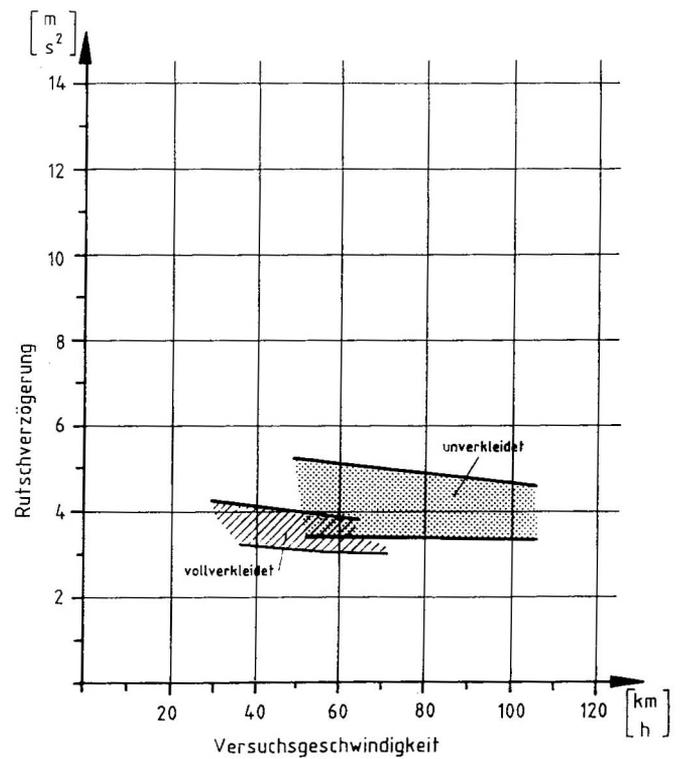


Bild 8 Rutschverzögerungen von Motorrädern auf trockener Asphaltfahrbahn

Rutschfläche Zweiradart	Asphalt		Gras	
	trocken	naß	kippend	liegend
Fahrrad	45 Versuche $v = 18 \text{ bis } 118 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	18 Versuche $v = 36 \text{ bis } 85 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	15 Versuche $v = 35 \text{ bis } 65 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	7 Versuche $v = 30 \text{ bis } 51 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Mofa	8 Versuche $v = 47 \text{ bis } 118 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	21 Versuche $v = 36 \text{ bis } 95 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	4 Versuche $v = 45 \text{ bis } 55 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	6 Versuche $v = 29 \text{ bis } 49 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Motorrad unverkleidet	6 Versuche $v = 48 \text{ bis } 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	14 Versuche $v = 36 \text{ bis } 65 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	/	5 Versuche $v = 30 \text{ bis } 59 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Motorrad vollverkleidet	8 Versuche $v = 30 \text{ bis } 71 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	6 Versuche $v = 37 \text{ bis } 64 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	/	1 Versuch $v = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Motorrad voll- verkleidet mit Seitenkoffer	5 Versuche $v = 47 \text{ bis } 62 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	/	/	/

Bild 9 Übersicht der eigenen durchgeführten Rutschversuche von Zweirädern

Verschiedentlich richtete sich die Längsachse des Krades quer zur Bewegungsrichtung aus oder aber das Krad drehte sich wieder um den Schwerpunkt. Die Reifen blieben aber mit der Fahrbahn in Kontakt, so daß hierdurch jeweils eine zusätzliche Verzögerung erfolgte.

Die wirkenden Reifenkräfte sind auch für ein völlig anderes Rutschverhalten gegenüber Krädern ohne Verkleidung verantwortlich. Auch auf Asphalt erfolgten jetzt Überschlüge der Motorräder (Bild 4) bzw. ganz starke Richtungsänderungen, wie sie der Spurverlauf in Bild 5 zeigt. Solche Bewegungsvorgänge wurden bei den bisherigen Versuchen nicht beobachtet.

3.3 Zweiräder auf Gras

Bei dem für diese Versuchsreihe gewählten Versuchsaufbau war der Bewegungsvorgang der Zweiräder besser reproduzierbar als bei den früheren Versuchen in [1] (Meßwerte siehe Bild 2). Verhakungen von Pedalen, des Lenkers oder der Fußrasten führten aber auch jetzt wieder zu Überschlägen der Zweiräder.

3.4 Rutschversuche des DEKRA

Auch vom DEKRA [3] wurden Rutschversuche mit Motorrädern auf Asphalt durchgeführt. Bei zwei unterschiedlichen Versuchsaufbau-

ten konnten die in Bild 6 gezeigten Werte ermittelt werden. Im Vergleich zu dem eigenen in [2] gezeigten Verzögerungsband liegen diese Werte im unteren Geschwindigkeitsbereich niedriger, im oberen Geschwindigkeitsbereich höher.

Die Unterschiede im Versuchsaufbau oder auch im Motorradtyp können hierfür der Grund sein.

Da es unmöglich ist, für jeden Motorradtyp und für jeden denkbaren Kollisionsablauf eigene Versuche durchzuführen, besteht dieser Einfluß – Motorradtyp, Sturzverhalten beim Unfall – bei jeder Rekonstruktion eines Unfalls.

Faßt man die bisher veröffentlichten unterschiedlichen Versuche zusammen und verbindet die einzelnen Extrempunkte linear, stellt sich für unverkleidete Motorräder das in Bild 7 gezeigte Verzögerungsband ein. Der Einfluß der nassen Fahrbahn ist nur noch gering. Deutlicher werden die Unterschiede zu vollverkleideten Motorrädern, wie dies der Vergleich in Bild 8 für die trockene Fahrbahn zeigt.

4 Zusammenfassung

Für die Eingrenzung der Rutschverzögerung von Zweirädern liegen mittlerweile für die verschiedenen Zweiradarten (Fahrrad, Mofa, Krad verkleidet und unverkleidet), Fahrbahnzustände (naß und trocken) und Untergrundbeschaffenheiten (Gras und Asphalt) Versuchsergebnisse vor. Eine Übersicht über die eigenen bisher durchgeführten Versuchskombinationen zeigt Bild 9. Die Anzahl der Versuche läßt sicherlich keine statistisch abgesicherten Aussagen zu den Rutschverzögerungen zu. Man gewinnt aber aus diesen Versuchen eine Vorstellung über die Größenordnung der anzusetzenden Verzögerung.

Literaturnachweis

- [1] BECKE, M., GOLDBER, U.: Rutschversuche mit Zweirädern auf nasser Fahrbahn und auf Gras, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Heft 4/1986
- [2] BECKE, M. (1985): Zweiradrutschverzögerung bei hohen Geschwindigkeiten, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Heft 2/1985
- [3] Seminar DEKRA-Akademie, Rekonstruktionsmöglichkeiten bei Motorradunfällen, März 1988