

# Kippen und Rutschen von Motorrädern

Von Uwe Golder\*

**Bremsen, Kippen und Rutschen sind Bewegungszustände, die bei nahezu jedem Motorradunfall vorkommen. In diesem Beitrag wird die Sturzphase von Motorrädern untersucht und über Kippversuche berichtet. Die Rutschweiten und Rutschverzögerungen wurden ausgewertet.**

## 1 Kippvorgang

Um festzustellen, welche Zeitdauer für den Kippvorgang eines Motorrades aus dem dynamischen Zustand heraus in Betracht kommen kann, wurden vier Versuche durchgeführt.

Das Motorrad wurde in einem Führungsschlitten geführt, der vor eine Bremsvorrichtung gezogen wurde, **BILD 1**. Während der Führungsschlitten abgebremst wurde, löste sich das Motorrad aus dem Schlitten und bewegte sich mit der Lösegeschwindigkeit,



**BILD 1:** Versuchsaufbau



**BILD 2:** Ausgewertete Kippversuche

keit, die über zwei Lichtschranken gemessen wurde, weiter.

Damit sofort ein Sturz eingeleitet wurde, war das Vorderrad des Motorrades blockiert. Bei der Beschleunigungsphase innerhalb des Führungsschlittens rollte das Vorderrad nicht über die Fahrbahn, sondern war leicht angehoben.

Innerhalb des Führungsschlittens war das Motorrad um  $10^\circ$  nach links geneigt, damit aus versuchstechnischen Gründen gewährleistet war, dass das Motorrad auf die linke Seite kippte.

Aus der Videoauswertung und auch aus der ausgemessenen Spurenlage heraus konnten für die vier Versuche die in **BILD 2** und **TABELLE 1** aufgeführten Zeiten ausgewertet werden. Zwischen dem Lösen aus dem Führungsschlitten und dem Kontakt zwischen Fußraste/Motorblock und Fahrbahnoberfläche (Beginn der ersten Kratzspurzeichnung) lagen Zeiträume von rund 0,35 bis 0,7 s.

## 2 Rutschphase

Die noch heute in der Unfallrekonstruktion angewandten Rutschverzögerungen von Zweirädern resultieren aus Versuchen, die Ende der 70er-Jahre und in den 80er-Jahren durchgeführt wurden.

**BILD 3** zeigt die ersten in [1] veröffentlichten Versuchsergebnisse, bei denen es noch keine Unterscheidung bezüglich der Zweiradarten gab.

Dies erfolgte erstmals in [2], in der auch Versuche bis zu einer Geschwindigkeit von knapp 120 km/h vorgestellt wurden, **BILD 4**.

Motorräder erreichen Verzögerungen, die sich im Bereich der Untergrenze des in Bild 4 gezeigten Gesamtverzögerungsbands aller

TABELLE 1: Ausgewertete Kippversuche

Geschwindigkeit beim Kippbeginn	Fußraste/Motorblock Bodenkontakt	Lenker Bodenkontakt
31 km/h	0,68 s	0,84 s
39 km/h	0,4 s	0,64 s
40 km/h	0,48 s	0,68 s
53 km/h	0,36 s	0,48 s

- Motorrad steht um 10° geneigt im Führungsschlitten
- Vorderrad blockiert
- Kradgeschwindigkeit 31 bis 53 km/h

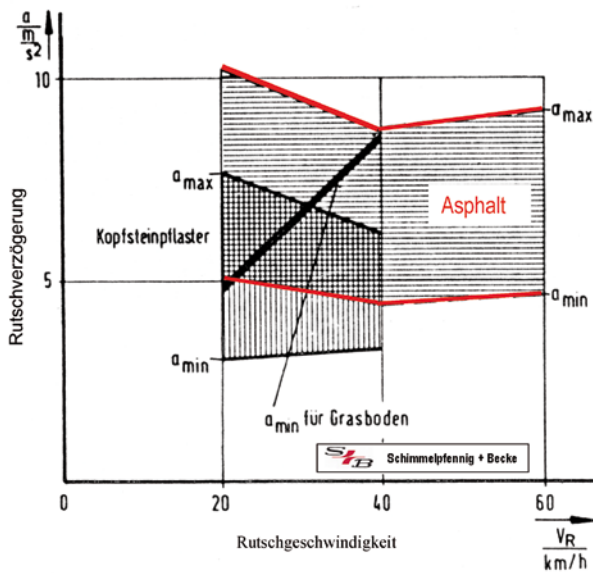


BILD 3: Rutschverzögerungen von Zweirädern

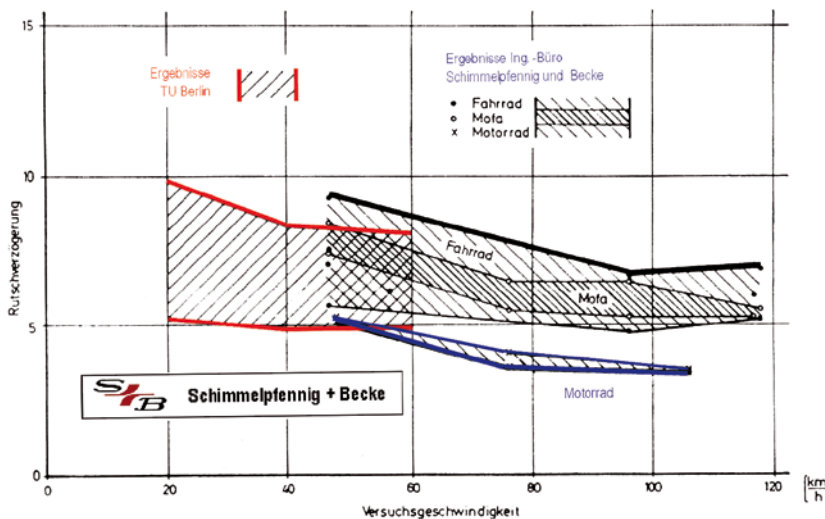


BILD 4: Rutschverzögerungen von Zweirädern

Zweiradarten befinden. Sofern die Motorräder kontinuierlich auf Asphalt rutschten, zeigten sie ein stabiles Rutschverhalten. Überschläge wurden erst festgestellt, wenn der

befestigte Fahrbahnbereich verlassen wurde und es im unbefestigten Randbereich zu Verhakungen zwischen hervorstehenden Motorradteilen und dem Erdreich kam.

Weitere Versuche auf nasser Fahrbahn und auch auf Gras sind in [3] und [4] veröffentlicht worden, BILD 5.

Bei den bisherigen Versuchen kamen nur unverkleidete Motorräder zum Einsatz. Ergebnisse zu Rutschverzögerungen von vollverkleideten Motorrädern, die zudem auch mit einem Seitenkoffer ausgerüstet waren, sind in [4] veröffentlicht, BILD 6.

Im Rahmen einer von unserem Büro betreuten niederländischen Studienarbeit sind neuere Rutschversuche durchgeführt worden [5]. Die niederländische Polizei führt verschiedentlich im Rahmen von Unfallaufnahmen Rutschversuche durch, bei denen das verunfallte Motorrad an der Unfallstelle über die Fahrbahn geschleppt und mittels einer Kraftmessdose die erforderliche Zugkraft gemessen wird. Hierüber wird anschließend eine Rutschverzögerung ermittelt, die Grundlage für eine Geschwindigkeitsbeurteilung des Motorrads ist, BILD 7.

Um zu beurteilen, ob diese Art der Rutschverzögerungsermittlung genaue Ergebnisse liefert, ist im Rahmen dieser Studienarbeit ein Vergleich mit tatsächlichen Rutschvorgängen der im BILD 8 zu sehenden Zweiradarten vorgenommen worden.

Mit diesen Motorrädern erfolgte zunächst ein reiner Rutschvorgang mittels der in BILD 9 zu sehenden Versuchsanordnung. Das Motorrad war in geringer Höhe über der Fahrbahn aufgehängt und wurde bei einer bestimmten Geschwindigkeit ausgeklinkt, so dass es anschließend frei über die nasse Fahrbahn in die Endlage rutschen konnte. Anschließend wurden sie entsprechend der Messmethode der niederländischen Polizei über die Fahrbahn gezogen.

In TABELLE 2 sind die aus den Rutsch- und Schleppversuchen ermittelten Verzögerungswerte der einzelnen Versuche aufgeführt.

Eine direkte Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse ist auch in BILD 10 zu sehen. Wie aus diesem Bild hervorgeht, traten zwischen diesen beiden Messmethoden durchaus deutliche Unterschiede von mehr als  $1 \frac{m}{s^2}$  auf. Zudem ist die Abweichung zwischen den unterschiedlichen Versuchsme-

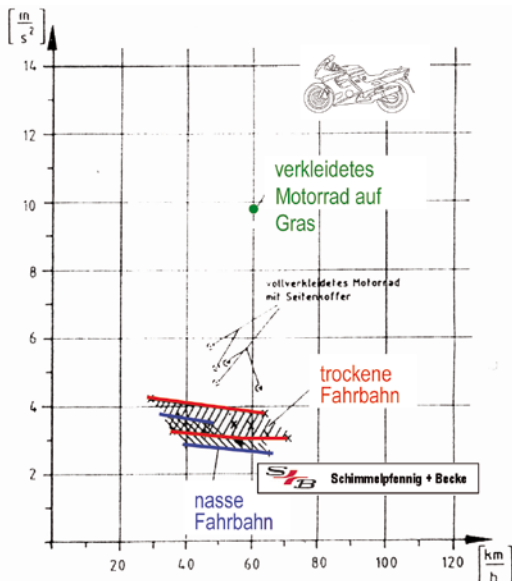


BILD 5: Rutschverzögerung von unverkleideten Motorrädern auf Asphalt

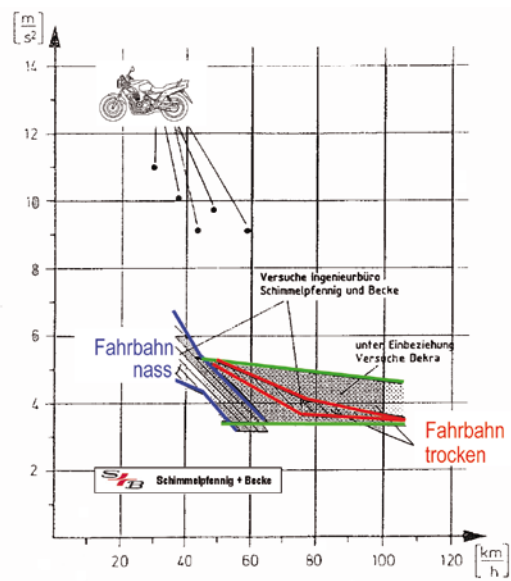


BILD 6: Rutschverzögerung von vollverkleideten Motorrädern

thoden nicht stets gleich. Mal wurde mit dem einen, mal mit dem anderen Versuchsaufbau eine höhere Verzögerung ermittelt.

Ob diese Unterschiede aber allein auf die unterschiedliche Messmethode zurückzuführen sind, muss deshalb infrage gestellt werden, weil auch schon bei den früheren eigenen Versuchen in [2, 3 und 4] bei gleicher Versuchsanordnung und gleichem Motorrad von Versuch zu Versuch größere Unterschiede in der ermittelten Rutschverzögerung festgestellt werden konnten.

Dieser Vergleich der beiden Messmethoden sollte verdeutlichen, dass eine allein über einen Zugversuch ermittelte Verzögerung keinen Absolutwert für den entsprechenden Rutschvorgang darstellt, sondern zur Realität Toleranzen berücksichtigt werden müssen.

Bei dieser Versuchsreihe ist der Versuchsaufbau zu beachten, bei dem die Zweiräder in waagerechter Position aus geringer Höhe auf die Fahrbahn fielen. Bei der in [2, 3, 4] gewählten Versuchsanordnung kippten die Zweiräder aus aufrechter Position auf die Fahrbahn. Durch das Aufschlagen auf die Fahrbahn kam es schon zu einem ersten Geschwindigkeitsabbau, der sich bei geringer Geschwindigkeit auf die ausgemessene Rutschstrecke sehr viel gravierender auswirkt als bei

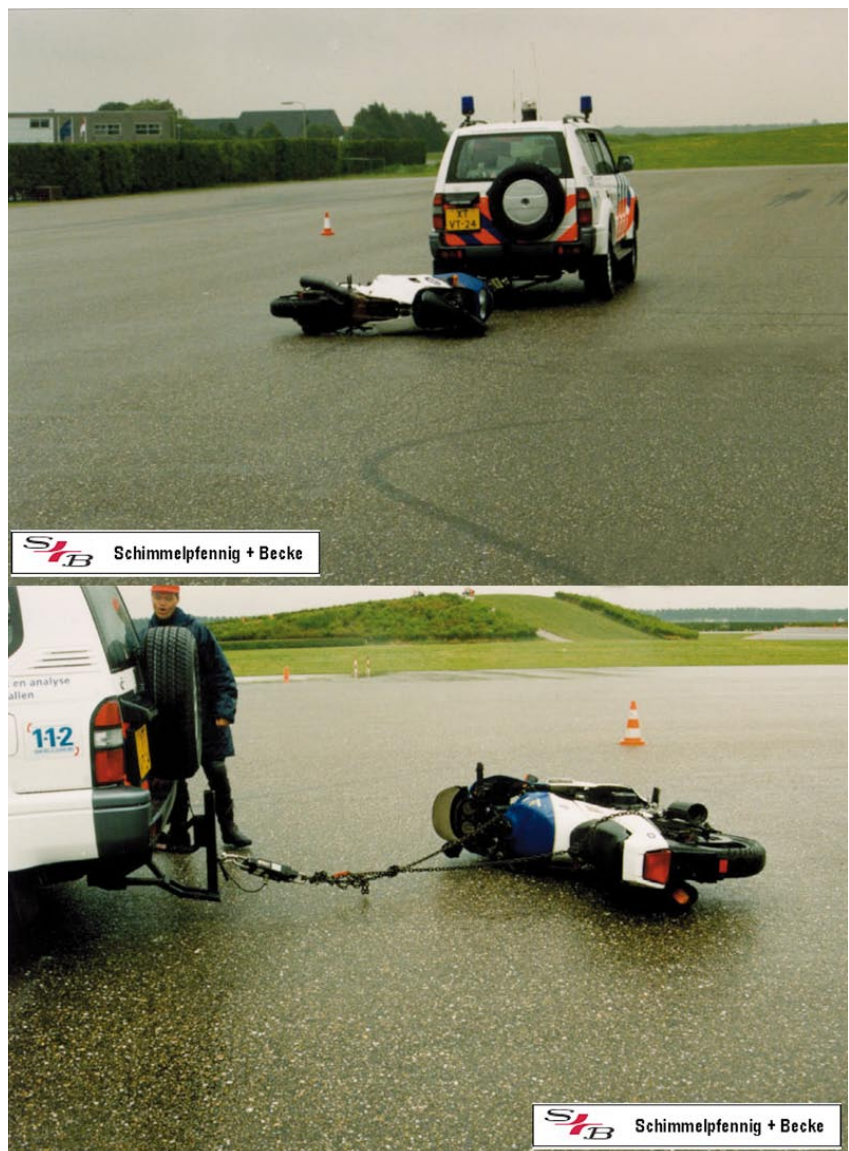


BILD 7: Versuchsanordnung der niederländischen Polizei



Honda BOLD'OR

Suzuki DR 650 RS

Hercules SR 50

BILD 8: Versuchsmotorräder für Rutschversuche

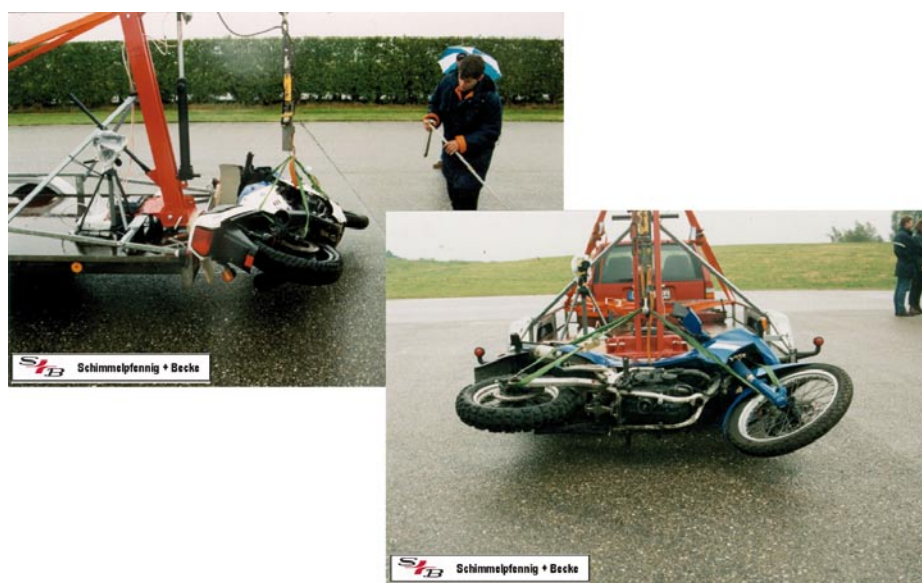
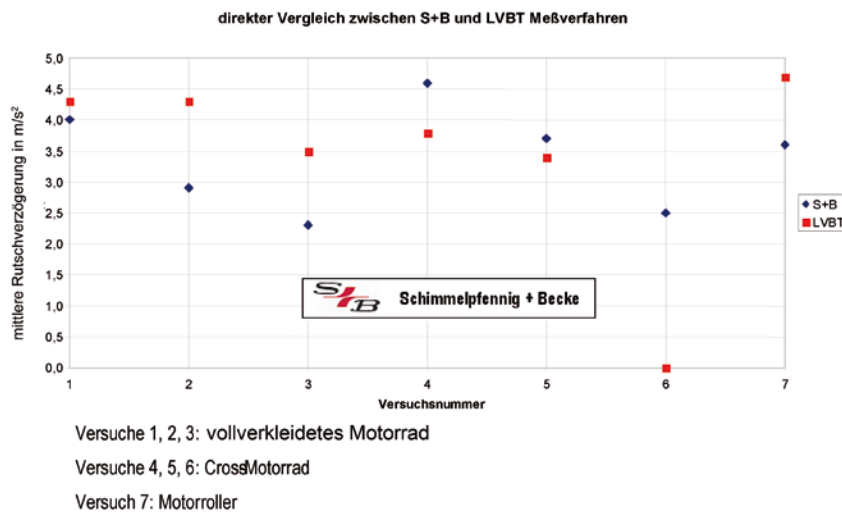


BILD 9: Versuchsanordnung

TABELLE 2: Versuchsauswertung

S+B				LVBT			
Verzögerungsberechnung S+B				Verzögerungsberechnung LVBT			
			Gewicht (kg)		F (daN)	Gewicht (kg)	
Honda			250	Honda	244	248	
Suzuki			170	Suzuki	162	165	
Peugeot			75	Peugeot	80	81	
Motorradtyp	Geschwindigkeit (km/h)	Rutschabstand (m)	a (m/s <sup>2</sup> )	a (m/s <sup>2</sup> )	Schleppabstand (m)	gemessen F (N)	T Asphalt (°C)
Honda	77	56,6	4,0 +/- 0,2	4,3 +/- 0,1	58	1060	18
Honda	55	40,4	2,9 +/- 0,0	4,3 +/- 0,1	160	1060	20
Honda	35	20,6	2,3 +/- 0,1	3,5 +/- 0,1	166	860	19
Suzuki	77	49,4	4,6 +/- 0,3	3,8 +/- 0,2	110	620	19
Suzuki	55	31,8	3,7 +/- 0,1	3,4 +/- 0,2	107	560	19
Suzuki	35	18,7	2,5 +/- 0,1	-	-	-	-
Peugeot	77	63,7	3,6 +/- 0,2	4,7 +/- 0,4	92	380	20



**BILD 10:** Vergleich der Messwerte

höherer Geschwindigkeit. Dies wäre eine Erklärung dafür, dass bei geringeren Geschwindigkeiten eine Abhängigkeit der Rutschverzögerung von der Ausgangsgeschwindigkeit festgestellt werden konnte.

Dass bei den beiden in Bild 10 zu sehenden Versuchen 3 und 6 für das vollverkleidete Motorrad und insbesondere das Enduro-Motorrad eine sehr geringe mittlere Verzögerung ermittelt wurde, kann im Vergleich zu den früheren Versuchsergebnissen

an der anderen Versuchsanordnung liegen. Dadurch, dass die Motorräder aus sehr geringer Höhe auf die Fahrbahn fielen und nicht aus aufrechter Position kippten, entfällt ein mit dem Aufschlagen verbundener Geschwindigkeitsverlust. Durch die reine Rutschbewegung musste bei dieser Versuchsanordnung eine höhere Geschwindigkeit abgebaut werden.

Wären die Kräder aus aufrechter Position auf die Fahrbahn gekippt, wären geringere Rutschweiten zu er-

warten gewesen, mit der Folge, dass daraus höhere Rutschverzögerungen zu berechnen gewesen wären.

#### Literaturhinweise

- [1] Burg/Rau: Handbuch der Verkehrsunfall-Rekonstruktion. Verlag INFORMATION Ambis GmbH (1981)
- [2] Becke, Manfred: Zweiradrutschverzögerung bei hohen Geschwindigkeiten. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 23 (1985), Nr. 2, S 37 – 40
- [3] Becke, Manfred; Golder, Uwe: Rutschversuche mit Zweirädern auf nasser Fahrbahn und auf Gras. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 24 (1986), Nr. 4, S. 91 – 96
- [4] Becke, Manfred; Golder, Uwe: Rutschverzögerungen von vollverkleideten Motorrädern. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 28 (1990), Nr. 9, S. 237 – 239
- [5] Boschker, Derk: Methodiek van het meten van de glijvertraging van motorfietsen. Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Faculteit Techniek, Afdeling Autotechniek, Studierarbeit 2000

#### \* Autor

Dipl.-Ing. Uwe Golder ist Sachverständiger im Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke in Münster. ::

Hier steht eine Anzeige.

 Springer