

Manfred Becke\*

## Zweiradrutschverzögerungen bei hohen Geschwindigkeiten

### 1 Forschungslage

Bei der Rekonstruktion von Unfällen mit Zweirädern stellt sich regelmäßig die Frage, mit welchen Rutschverzögerungen gearbeitet werden muß.

Da die Antwort auf diese Frage von großer Bedeutung ist, verwundert es um so mehr, daß bislang lediglich eine einzige Grundsatzuntersuchung zu diesem Problem durchgeführt wurde (RAU 1977 u. 1981). RAU bediente sich dabei einer Vorrichtung, mit deren Hilfe Zweiradfahrzeuge in geringer Höhe über der Fahrbahn ausgeklippt werden konnten. Der Meßbereich lag zwischen 20 und 60 km/h. Erläuternd führt RAU an, daß die niedrigen Auslaufverzögerungswerte von Motorrädern, die höheren von Fahrrädern stammen.

Doch auch diese Untersuchung beantwortet die Frage nach den relevanten Auslaufverzögerungswerten nicht hinreichend: Gerade bei Unfällen mit Motorrädern sind große Rutschstrecken zu beobachten, die auf ein Geschwindigkeitsniveau hindeuten, das erheblich über 60 km/h liegt.

Welche Verzögerungswerte aber in diesen Fällen gelten, darüber waren bisher keine gesicherten Aussagen möglich.

### 2 Untersuchung

Um die Forschungslage zu verbessern, sollten Rutschversuche durchgeführt werden:

- mit Geschwindigkeiten, die deutlich über denen liegen, mit denen RAU gearbeitet hat,
- mit unterschiedlichen Zweirädern (Fahrrad, Mofa, Motorrad).

Dieses Verfahren stellte hohe Anforderungen an die Teststrecke und den Versuchsaufbau und machte verschiedene Versuchsreihen erforderlich.

#### 2.1 Teststrecke

Die Teststrecke mußte mehrere km lang sein, damit hohe Geschwindigkeiten erreicht werden konnten. Außerdem sollte sie eine mit normalen Straßen vergleichbare Oberfläche aufweisen. Schließlich mußten Beschädigungen in Form von tiefen Kratzspuren in Kauf genommen werden können.

Diesen Erfordernissen entsprach eine sich im Neubau befindliche Straße im Raum Münster, die uns freundlicherweise für die Versuche zur Verfügung gestellt wurde.

\*Dipl.-Ing. (TU) Manfred Becke, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle, Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke, Im Bilskamp 2F, 4400 Münster-Wolbeck

Um die Reibungsverhältnisse auf der Teststrecke zu bestimmen, wurden 4 Bremsversuche auf verschiedenen Fahrbahnen durchgeführt und im Anschluß daran – bei gleicher Einbaulage des Moto-Meter-Geräts – 4 Versuche auf der Teststrecke.

Der Vergleich der Ergebnisse zeigt (Bild 1), daß die Reibungsverhältnisse auf der Versuchsstrecke mit denen befahrener Straßen vergleichbar sind, obwohl die letzte Verschleißdecke noch nicht aufgetragen war.

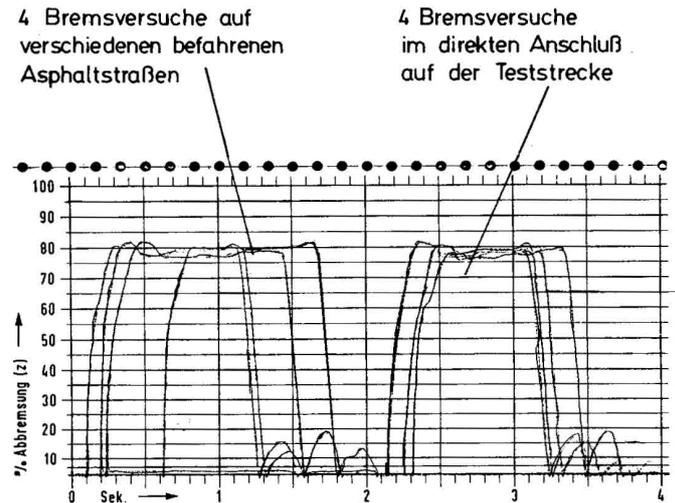


Bild 1

### 2.2 Versuchsaufbau

Als Versuchsfahrzeug stand ein Audi 100 Avant zur Verfügung. An seinem Heck war eine Vorrichtung angebracht, die ein langsames Kippen der querstehenden Zweiräder ermöglichte. Die Radaufstandspunkte befanden sich ca. 5 – 10 cm über der Fahrbahnoberfläche (Bild 2).

### 2.3 Versuchsreihen

Mit den 3 unterschiedlichen Zweirädern wurde jeweils eine Versuchsreihe durchgeführt. Die Geschwindigkeit wurde dabei schrittweise von 50 km/h auf 120 km/h gesteigert. Die Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen sind in den Bildern 3 – 7 festgehalten.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Rutschverhalten

Die verschiedenen Zweiräder zeichneten sich durch unterschiedliches Rutschverhalten aus:

Das **Motorrad** rutschte bei jedem Versuch kontinuierlich. Der Rutschvorgang wurde bei dem **Mofa** vereinzelt, bei dem **Fahrrad** häufiger dadurch unterbrochen, daß sich die Zweiräder überschlugen. Auch nach einem langen, ungestörten Rutschvorgang konnte man dieses Verhalten beobachten.

Während das **Motorrad** und das **Mofa** exakt geradeaus rutschten, verlief das Ende der Rutschstrecke beim **Fahrrad** auch bogenförmig, wofür Reifenkräfte verantwortlich sind.

#### 3.2 Rutschweiten

Die Rutschweiten, die das Motorrad, das Mofa und das Fahrrad erreichten, wurden in einem Diagramm festgehalten (Bild 3): Das **Motorrad** rutschte bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit bis zu doppelt so weit wie das **Fahrrad**.

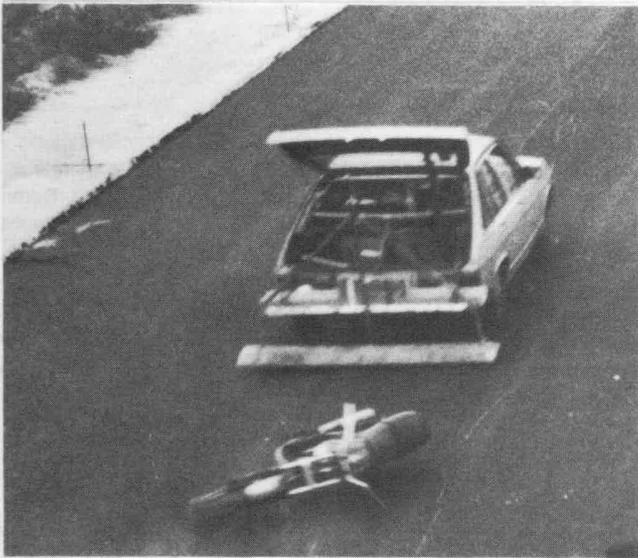
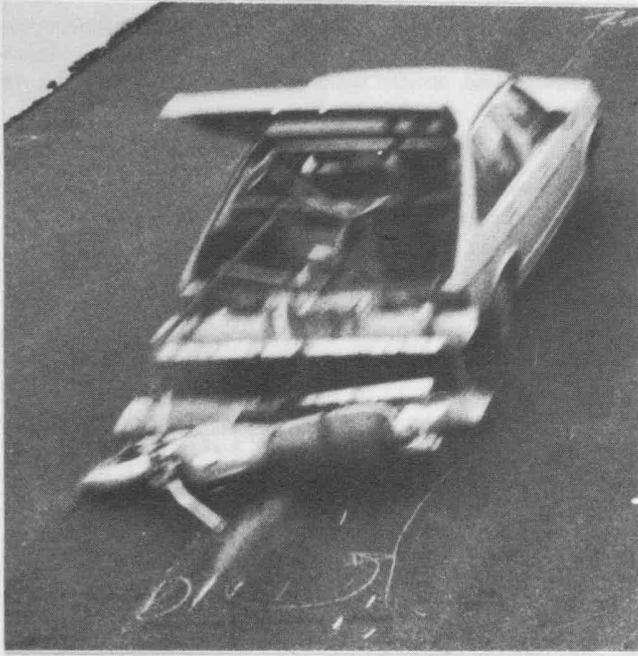
Die Streubreite der Ergebnisse steigt mit abnehmendem Fahrzeuggewicht; während die Rutschweiten für **Motorräder** eng beieinanderliegen, differieren sie beim **Fahrrad** am stärksten.

**Bild 4** zeigt die auftretenden Rutschverzögerungen aller 3 Zweiradarten.

Die Rutschweiten von RAU werden im Anschlußbereich um

3.1

$v = 48 \text{ km/h}$   
 $s' = 16,7 \text{ m}$



3.6

$v = 106 \text{ km/h}$   
 $s' = 128,9 \text{ m}$

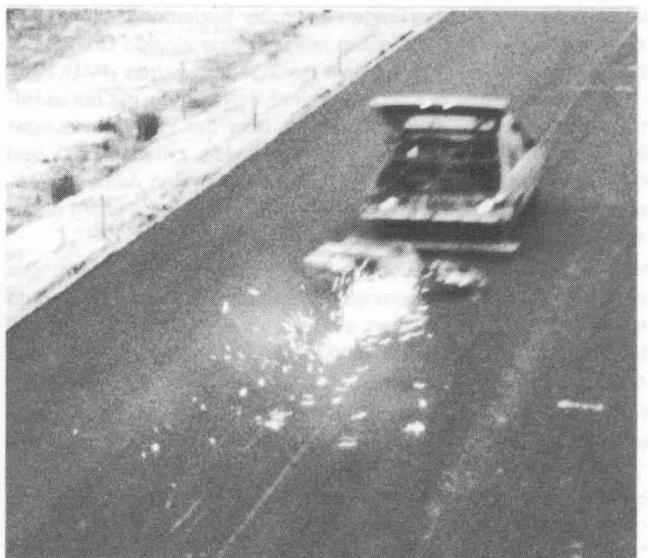
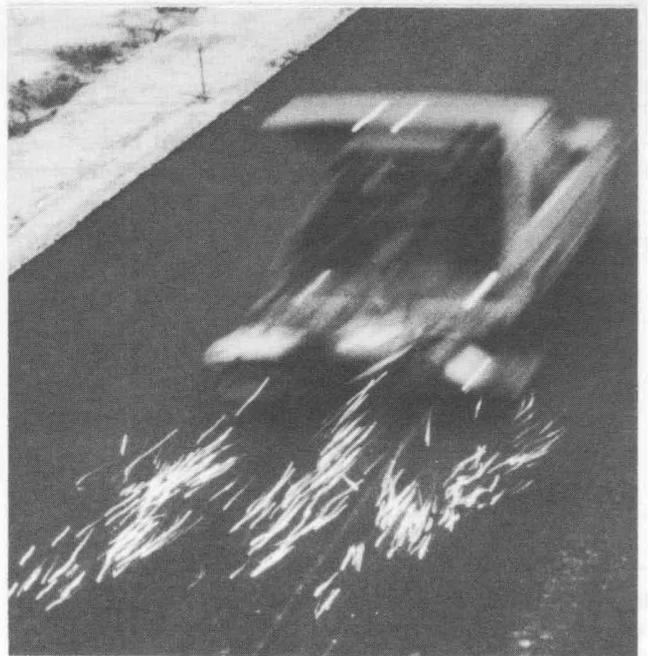


Bild 2

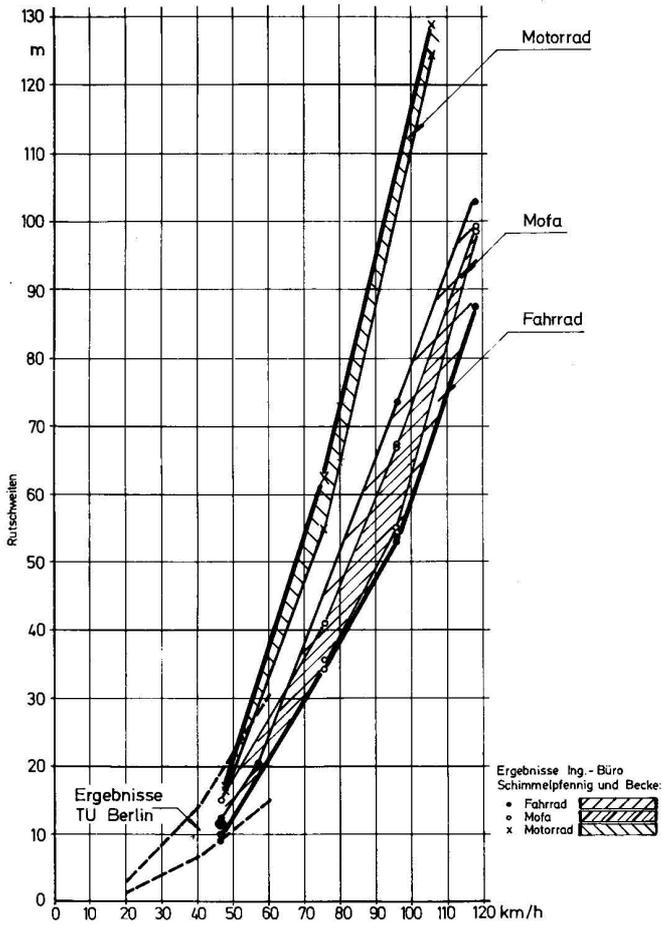


Bild 3

$\left[ \frac{m}{s^2} \right]$

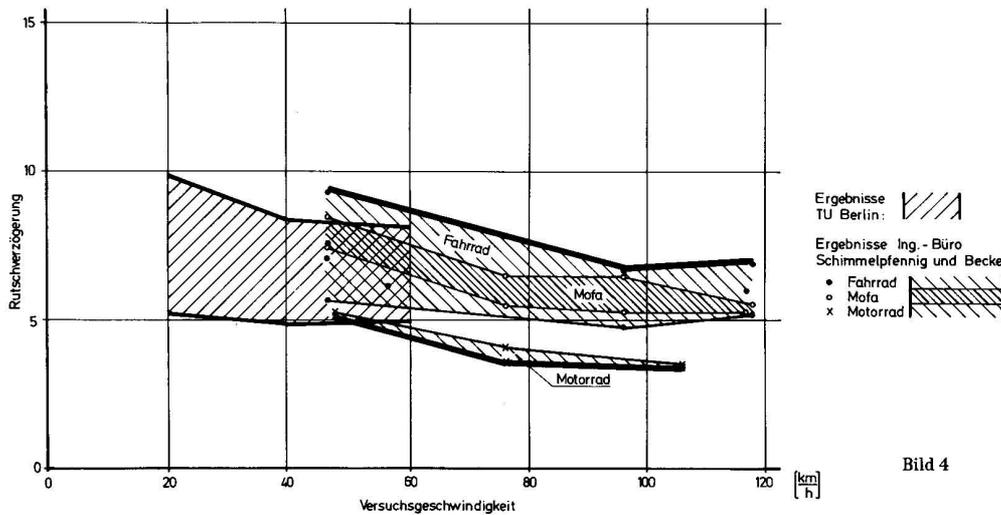


Bild 4

50 km/h im wesentlichen bestätigt. Bei höheren Geschwindigkeiten aber ist ein geringes Verzögerungsniveau unverkennbar. Die Verzögerungen für jeden Zweiradtyp lassen sich aus den Bildern 5, 6 und 7 ablesen.

Drei Tendenzen werden hier deutlich:

1. Je leichter das Zweirad, umso größer die Bandbreite der Verzögerung.
2. Je leichter das Zweirad, umso höhere Verzögerungen treten auf.
3. Mit steigender Geschwindigkeit fällt im allgemeinen die Verzögerung.

ad1) Die große Bandbreite der Verzögerung bei Fahrrädern ist mit dem stark unterschiedlichen Auslauf – Rutschen – Überschlagen – zu erklären, während die gut reproduzierbaren Werte bei Motorrädern offenbar auf die Gleichmäßigkeit des Rutschvorganges zurückzuführen sind.

ad2) Das höhere Verzögerungsniveau bei leichteren Fahrzeugen könnte dadurch erklärt werden, daß das schwerere Motorrad eher in der Lage ist, kleine Teilchen, an denen eine Verhakung auftritt, aus der Fahrbahn herauszureißen.

ad3) Ein Geschwindigkeitseinfluß ist bei Reibungsvorgängen auch anderweitig bekannt, beispielsweise bei Bremsverzögerungen mit blockierten Rädern – besonders auf nasser Fahrbahn.

#### 4 Zusammenfassung

Rutschversuche mit einem Fahrrad, Mofa und Motorrad im Geschwindigkeitsbereich zwischen 50 km/h und 120 km/h ergaben folgende Tendenzen:

Die Bandbreite und die erreichbare Höhe der Verzögerung steigen mit kleiner werdendem Fahrzeuggewicht.

Mit der Geschwindigkeit fällt im allgemeinen die Verzögerung ab.

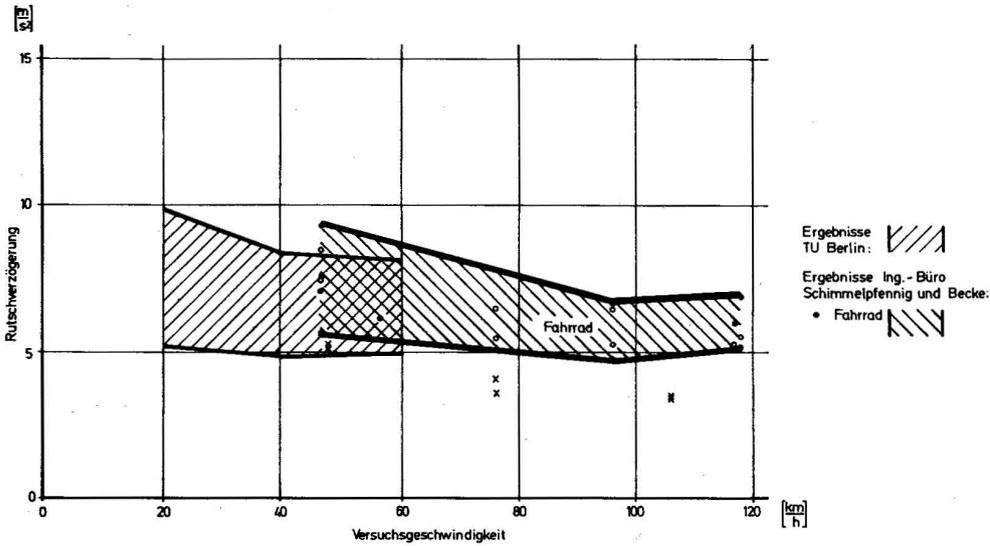


Bild 5

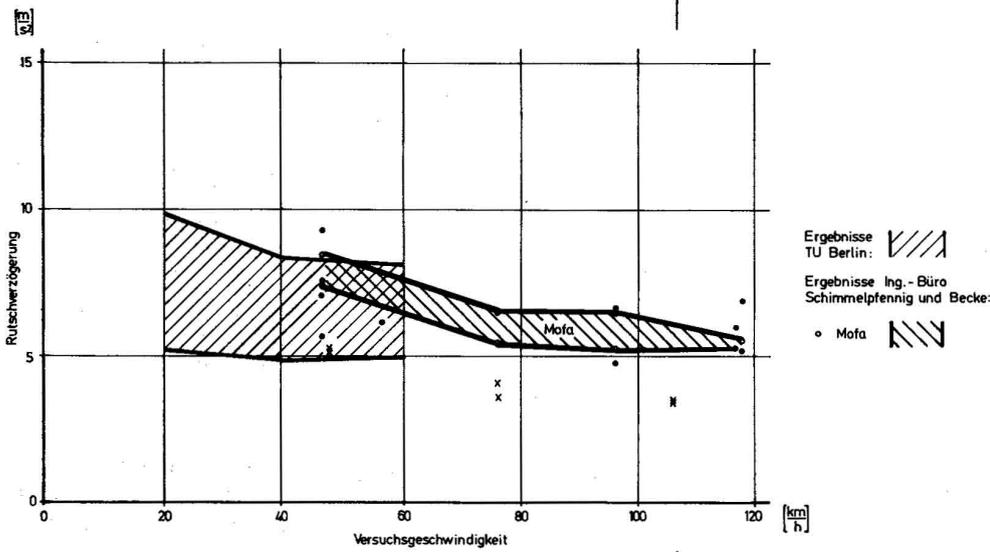


Bild 6

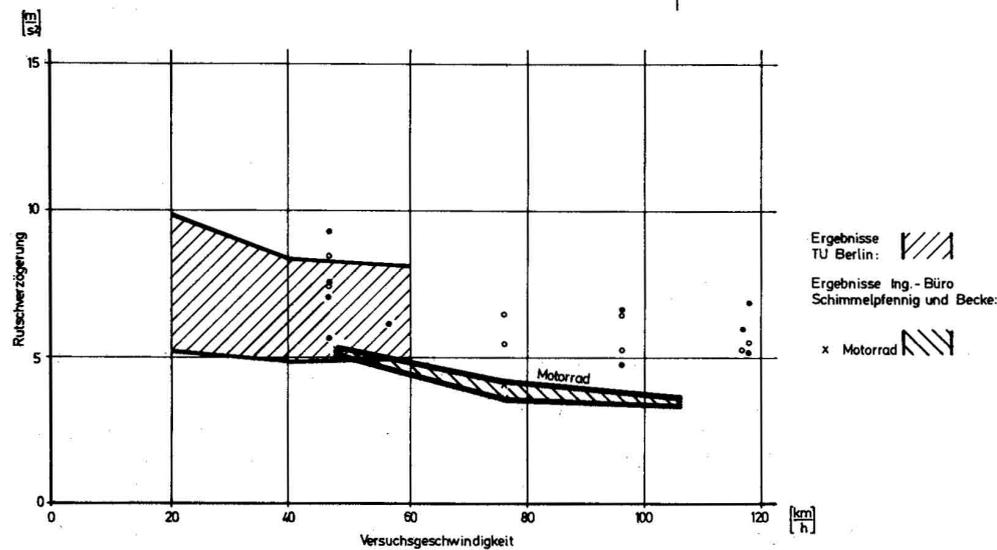


Bild 7

Versuchsergebnisse des Ingenieurbüros Schimmelpfennig und Becke  
 Dipl.-Ing. (TU) K.-H. Schimmelpfennig  
 Dipl.-Ing. (TU) M. Becke  
 Dipl.-Ing. (FH) U. Golder  
 Dipl.-Phys. N. Hebing  
 Die Versuche wurden von folgenden Ingenieurbüros finanziell unterstützt:  
 Dipl.-Ing. E. Bohling, Bremerhaven-Wulsdorf  
 Dipl.-Ing. A. Hülser, Köln-Pullheim

Literatur

- Rau, H. (1977): Ergebnisse von Rutschversuchen mit Zweirädern, 13. AFO-GUVU-Seminar in Köln
- Burg, H., Rau, H. (1981): Handbuch der Verkehrsunfallrekonstruktion, 1. Auflage, Verlag Information Amba GmbH, Kippenheim