

Bremsversuche mit dem Kleinkraftrad S 50 / S 51

Von Klaus Nitsche, Anton Bolzli und Heinz Burg*

Auf einem Waldweg sind zwei Kleinkrafträder im Begegnungsverkehr zusammengestoßen. Im unfallanalytischen Gutachten sollte die Vermeidbarkeit des Unfalles geklärt werden. Zur Bestimmung der Bremsverzögerungswerte des beteiligten Kleinkraftrades Simson wurden 13 Bremsversuche auf Waldboden und 20 auf Asphalt durchgeführt, über die hier berichtet wird.

1 Einleitung

Auf einem nicht öffentlichen Waldweg sind in einem unübersichtlichen Kurvenbereich zwei Kleinkrafträder im Begegnungsverkehr zusammengestoßen, **BILDER 1 BIS 3**. Durch ein unfallanalytisches Gutachten sollte aufgeklärt werden, auf welchem Fahrstreifen sich die Kollision ereignete und welche Möglichkeiten zur Unfallvermeidung bestanden.

Im Rahmen der Unfallanalyse war es daher erforderlich, erreichbare Bremsverzögerungswerte von dem Kleinkraftrad Simson zur Verfügung zu haben, um gesicherte Betrachtungen zur Plausibilitätsprüfung und zur Vermeidbarkeitsbetrachtung durchführen zu können.

2 Versuchsaufbau und Durchführung

2.1 Technische Daten des Versuchsfahrzeuges

Für die Versuche wurde ein bauartgleiches Kleinkraftrad, **BILD 4**, mit folgenden technischen Daten verwendet, **TABELLE 1**.

2.2 Räder und Bereifung

Vor Beginn der Versuche wurde der Reifendruck geprüft und auf die Angaben des Herstellers angepasst. Das Reifenprofil für das Vorder- und Hinterrad ist etwas unterschiedlich. Auf die Versuchsdurchführung hat dies einen vernachlässigbaren Einfluss. Auch ist es so, dass oftmals

unterschiedliche Reifenprofile sich auf den Vorder- und Hinterrädern befinden, so dass dieser Umstand der Alltagssituation entspricht, **BILDER 5 UND 6** und **TABELLE 2**.

2.3 Bremsanlage und Tragbild

Das Kleinkraftrad hat vorne und hinten Trommelbremsen. Die vordere Bremse wird mittels Seilzug betätigt, die hintere über ein Gestänge.

Um die gemessenen Bremsverzögerungswerte mit dem Erhaltungszustand der Bremsanlage in Relation bringen zu können, wurde vor Beginn der Bremsversuche die Bremsanlage teilweise freigelegt und das



BILD 1: Unfallörtlichkeit – Fahrtrichtung bergab



BILD 2: Unfallörtlichkeit – Fahrtrichtung bergan



BILD 3: Endlage der Zweiräder

und Hinterradbremse ergab, dass die Alu-Trommeln metallisch glänzend waren. Außerdem waren geringe Ansätze einer Riefenbildung erkennbar. Die Bremsbacken beider Bremsen waren mit Bremsstaub versehen und es befanden sich Ablagerungen von Alu-Abrieb auf der Bremsbelagsoberfläche. Das Tragbild der Bremsbacken beider Bremsen war geringfügig ungleichmäßig. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Zustand der gesamten Bremsanlage als durchschnittlich eingestuft werden kann.

3 Messtechnik und Messstrecke

3.1 Messtechnik

Zur Messdatenerfassung kam ein optisches Messsystem mit einem Lasermessgerät vom Typ LEM 300W der Firma Jenoptik aus Jena zum Einsatz, BILD 11. Die Reichweite dieses Gerätes liegt zwischen 100 m und 300 m in Abhängigkeit vom Reflexionsverhalten der angemessenen Oberfläche. Für die Messdatenaufzeichnung und Auswertung wurde ein handelsüblicher Laptop an das Messgerät angeschlossen. Mit der Messsoftware LAVEG-Sport von der Firma Jenoptik aus Jena sind Messungen mit einer Abtastrate von 50 Hz möglich. Die Genauigkeit liegt laut Hersteller bei 0,1 m / s im



BILD 4: Versuchsfahrzeug Simson S51 B1-4

TABELLE 1: Technische Daten des Versuchskraftrades

Fabrikat / Hersteller	Simson / Suhl
Typ / Modell	S 51 B1-4
Aufbauart	Zweirad
Hubraum	50 cm ³
Leistung	2,72 kW
Leergewicht	178 kg
Fzg.-Ident.-Nummer	6115011
erstzul. / letzte Zulassung	nicht feststellbar
km - Laufleistung abgelesen	15.097 km
zul. Gesamtgewicht	260 kg
zul. Höchstgeschwindigkeit	60 km/h

Tragbild der Bremsbeläge und der Bremstrommel untersucht als auch dokumentiert, BILDER 7 BIS 10.

Die Untersuchung der Vorder-



BILD 5: Reifenprofil Vorderrad



BILD 6: Reifenprofil Hinterrad

	Vorderrad	Hinterrad
Bereifung	2.75-16 46 P	2¼-16 46J K36/1
Hersteller	METZLER / BLOCK C	Heidenau / REINFORCED
Profiltiefe	3,5mm	4,0 mm
Reifendruck	1,8 bar	1,7 bar

TABELLE 2: Reifen-
daten des Versuchs-
kraftrades



BILD 7: Bremstrom-
mel Vorderrad

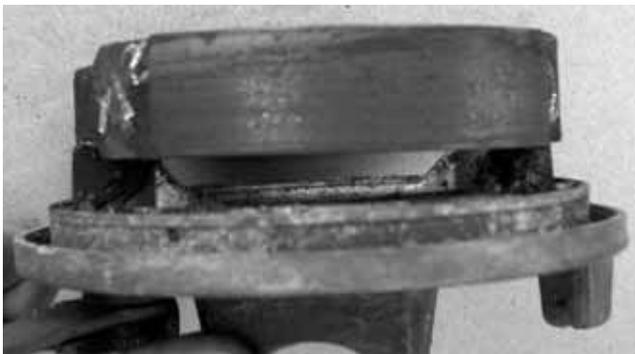


BILD 8: Brems-
beläge vorn



BILD 9: Brems-
trommel Hinterrad



BILD 10: Brems-
beläge hinten



BILD 11: Prinzipieller Messaufbau

Bereich bis zu 10 m / s unabhängig von der Entfernung zum Objekt. Die Software erlaubt Bewegungsabläufe in einer Entfernung bis 200 m zu erfassen. Gemessen wurde im abfließenden Verkehr.

3.2 Messstrecken

Die Versuche wurden auf Asphalt und auf Waldboden durchgeführt, wobei die Asphaltdecke als Bewertungsmaßstab diente, denn der zu bearbeitende Unfall hatte sich auf Waldboden ereignet.

Ein Teil der Messungen wurde auf einer trockenen Asphaltdecke durchgeführt, die horizontal verlief, BILD 12. Die Griffbarkeit kann als durchschnittlich (üblich) für Asphaltdecken eingestuft werden, BILD 13.

Der zweite Teil der Versuche fand auf einem geschotterten Waldweg statt, der teilweise erhebliche Auswaschungen auf dem linken Fahrstreifen (bezogen auf die Fahrtrichtung) aufwies, BILDER 14 UND 15. Die Versuche wurden daher auf dem rechten Fahrstreifen mit den geringsten Auswaschungen durchgeführt, die auch von dem Krad-Fahrer benutzt worden wäre. Der Fahrbahnverlauf weist in dem zu untersuchenden Abschnitt ein Gefälle in dem Bereich von rund 8 bis 15 % auf. Zum Unfallzeitpunkt soll der Waldweg trocken gewesen sein.

4 Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden so gewählt, dass sich das Krad bei jeder Messung vom Messsystem entfernte. Auf jeder Versuchsstrecke wurden jeweils



BILD 12: Fahrbahnverlauf in Fahrtrichtung

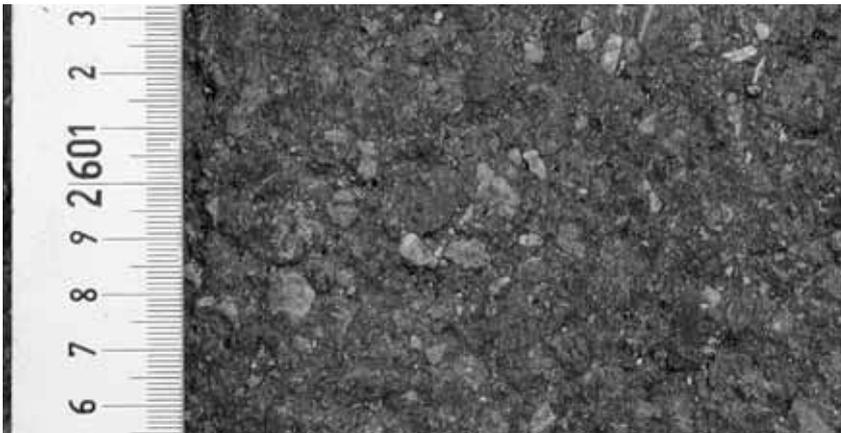


BILD 13: Detailaufnahme Asphaltdecke



BILD 14: Waldweg in Fahrtrichtung

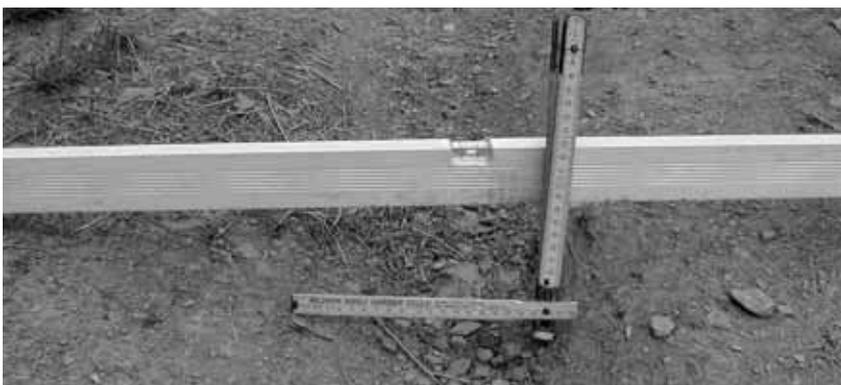


BILD 15: Detailaufnahme Waldweg (Spurrinne mit Schotter)

- Vollbremsungen nur mit der Vorderradbremse
 - Vollbremsungen nur mit der Hinterradbremse
 - Vollbremsungen mit beiden Bremsen gleichzeitig
- durchgeführt. Es erfolgten 20 Messungen auf der Schwarzdecke und 13 auf dem Waldweg. Die Bremsausgangsgeschwindigkeiten lagen in dem Bereich von rund 35 bis 50 km / h.

Alle Bremsversuche auf dem Waldweg wurden durch einen Profi (aktiver Cross-Fahrer, 20 Jahre, ca. 65 kg) bergab und die Bremsversuche auf der Schwarzdecke von dem Zweirad-Kfz-Meister, der das Kleinkraftrad zur Verfügung gestellt hatte (47 Jahre, ca. 78 kg) gefahren.

5 Aufbereitung der Messergebnisse

Aus den Messdaten wurde mithilfe des Programms LAVEG V3.5, BILD 16, der über die Zeit gemessene Geschwindigkeitsverlauf dargestellt.

Zur Berechnung der Verzögerungen werden zwei Punkte an die Kurve gelegt, die eine gedachte Tangente zur Verzögerungsflanke bilden sollten. Das Programm gibt dann die Absolutwerte von Zeit und Geschwindigkeit der beiden Punkte an sowie die Differenzen der zwei Punkte zueinander.

Diese Differenzwerte benutzt man dann für die Berechnung der Verzögerung $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ Gl. (1).

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{Gl. (1)}$$

Aus den errechneten Verzögerungswerten wurden dann mit den Erfassungsbögen und den Datenblättern MS Excel-Übersichten erstellt und eine Auswertung vorgenommen. Die Auswertungsdiagramme wurden ebenfalls mit MS Excel erstellt, Bild 16.

Bei einer Vollbremsung wurden auf der Asphaltdecke bei gleichzeitiger Betätigung der Vorder- und Hinterradbremse eine maximale mittlere Verzögerung von ca. $5,75 \text{ m / s}^2$ und für den Waldweg von rund $4,15 \text{ m / s}^2$ erreicht, TABELLE 3 und BILDER 17 BIS 19.

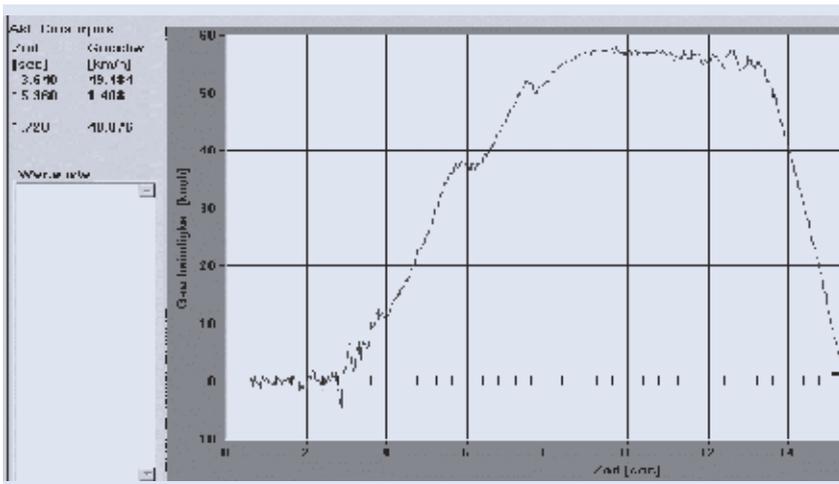


BILD 16: Messaufzeichnung LAVEG V 3.5

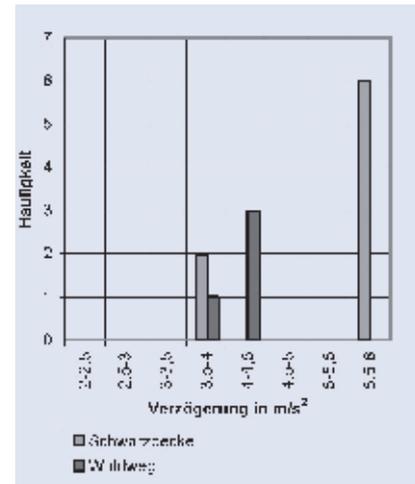


BILD 19: Vorder- und Hinterradbremmung

TABELLE 3: Aus den Messergebnissen berechnete Verzögerungswerte

	Vorderradbremse	Hinterradbremse	Vorder/ und Hinterrad
Asphaltdecke	3,64m/s ²	3,48m/s ²	5,75m/s ²
Waldweg	2,74m/s ²	2,18m/s ²	4,15m/s ²

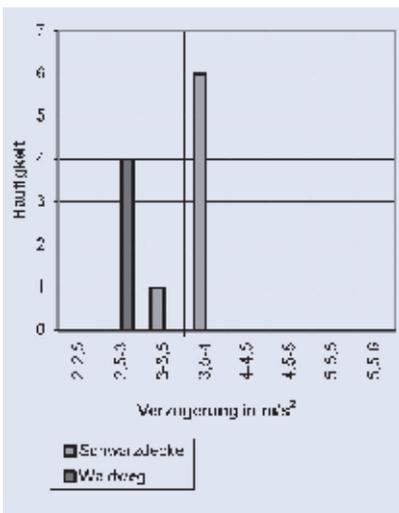


BILD 17: Vorderradbremmung

Der direkte Vergleich der Werte von Asphaltdecke und Waldweg zeigt, dass die auf dem Waldweg erreichten mittleren Bremsverzögerungen erwartungsgemäß unter denen von der Asphaltdecke liegen, Bild 19. So sind die Verzögerungswerte, die auf dem Waldweg erreicht wurden, für die Vorderradbremmung, Bild 17, um rund 24,7 % und für die Hinterradbremmung, Bild 18, um rund 37,4 % geringer als die erreichbaren Verzögerungswerte auf der Asphaltdecke.

Die wichtigste Einflussgröße für die unterschiedlichen Bremsverzögerungswerte ist der unterschiedliche Kraftschlussbeiwert.

gerungswerte ist der unterschiedliche Kraftschlussbeiwert.

Die erreichten Bremsverzögerungswerte für die Vorder- und Hinterradbremmung in der Klasse 3,5 bis 4,0 m/s² (2x Asphaltdecke, 1x Waldweg) wurden in die Betrachtung zur maximalen Bremsverzögerung nicht mit einbezogen, da sie deutlich unterhalb der erreichbaren Verzögerungsklassen liegen und somit die mittlere maximale Verzögerung zu niedrig berechnet würde.

Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, dass das Reifenprofil einen nicht so entscheidenden Einfluss auf den erreichbaren maximalen Bremsverzögerungswert hat, wie das fahrerische Können des Kradfahrers.

Ein Vergleich der Bremsarten zeigt, dass die Vollbremsung mit beiden Bremsen wesentlich effektiver ist als die Bremsung mit nur einer der Bremsen.

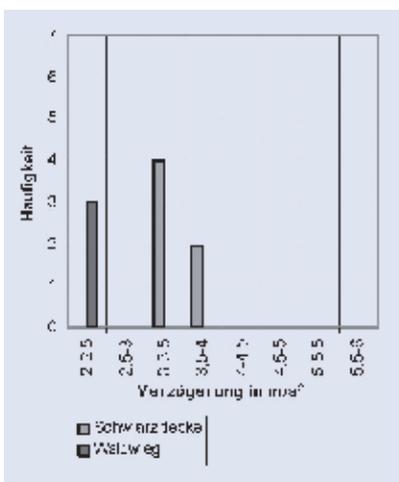


BILD 18: Hinterradbremmung

**Renommiertes Ingenieurbüro
für Unfallrekonstruktion in
Norddeutschland sucht jungen
Mitarbeiter mit Ing.-Studium oder
gleichwertigem Abschluss.**

Spätere Partnerschaft wird angestrebt.

Zuschriften bitte unter
Chiffre VKU 185 an den Verlag.

TABELLE 4: Bremsverzögerungswerte des Kleinkraftrades Typ Simson S 50 / S 51 bei einer Vollbremsung und gleichzeitiger Betätigung der Vorder- und Hinterradbremse

auf trockener Asphaltdecke	ca. 5,75m/s ²
auf einem trockenen, geschotterten Waldweg mit durchschnittlich 10% Gefälle	ca. 4,15m/s ²

	Bremsverzögerungswerte (trockene Asphaltdecke)
Fahranfänger (alle)	5,5 bis 8,0m/s ²
Fahranfänger (weiblich)	5,5 bis 7,5m/s ²
Fortgeschrittene (alle)	6,5 bis 8,5m/s ²
Experten / Profis mit ABS	8,0 bis 9,0m/s ²

TABELLE 5: Bremsverzögerungswerte von Normalfahrern bei heutigen modernen Krafträdern

ver ist, als mit jeweils nur einer Radbremsung. So erreicht man mit der Hinterradbremse nur rund 61 % und bei der Vorderradbremse nur rund 63 % der möglichen maximalen Bremsverzögerung.

Auf dem abschüssigen, geschotterten Waldweg ist die Abweichung gleichfalls deutlich. Für die Vorderradbremse werden rund 66 % und für das Hinterrad rund 53 % der maximalen Verzögerung erreicht.

6 Ergebnis / Schlussfolgerung

Bei dem Kleinkraftrad vom Typ Simson S 50 / S 51 können bei einer Vollbremsung bei gleichzeitiger Betätigung der Vorder- und Hinterradbremse Bremsverzögerungswerte auf trockener Asphaltdecke von ca. 5,75 m / s² und auf einem trockenen, geschotterten Waldweg mit durchschnittlich 10 % Gefälle von ca. 4,15 m / s² erreicht werden, **TABELLE 4.**

Wird nur die Vorderradbremse betätigt, so werden Bremsverzögerungswerte für den geschotterten Waldweg in dem Bereich von rund 2,5 bis 3,0 m / s² und für die Asphaltdecke von 3,5 bis 4,0 m / s² erreicht.

Für die Hinterradbremse liegt die Bremsverzögerung für den geschotterten Waldweg in dem Be-

reich von rund 2,0 bis 2,5 m / s² und für die Asphaltdecke in dem Bereich von rund 3,0 bis 3,5 m / s².

Das Kleinkraftrad Simson weist eine recht gleichmäßige Verteilung der Bremsverzögerung auf die Räder auf. Eine signifikante Verteilung der Bremsverzögerung auf das Vorderrad, so wie dies bei den modernen Zweirädern heute üblich ist, konnte nicht nachgewiesen werden. Auch werden die Bremsverzögerungswerte von Normalfahrern bei heutigen modernen Krafträdern, siehe **TABELLE 5**, bei dem untersuchten Fahrzeugmodell auf einer vergleichbaren horizontalen Fahrbahn mit einer Asphaltdecke nicht erreicht.

Um die maximale Bremsverzögerung zu erreichen, müssen Vorder- und Hinterradbremse gleichzeitig betätigt werden. Ansonsten treten doch deutliche Unterschiede in der zu erreichenden Bremsverzögerung auf.

7 Zusammenfassung

Das Kleinkraftrad Simson S 50 / S 51 erreicht auf einer trockenen Asphaltdecke Bremsverzögerungswerte um die 5,5 m / s².

Wird nur die Vorderradbremse betätigt, so werden Bremsverzöge-

runge für den geschotterten Waldweg in dem Bereich von rund 2,5 bis 3,0 m / s² und für die Hinterradbremse in dem Bereich von rund 2,0 bis 2,5 m / s² erreicht. Für die Asphaltdecke liegen die Bremsverzögerungswerte für das Vorderrad in dem Bereich von rund 3,5 bis 4,0 m / s² und für das Hinterrad in dem Bereich von rund 3,0 bis 3,5 m / s².

Die Verteilung der maximalen Bremsverzögerung auf das Vorder- bzw. Hinterrad erfolgt recht gleichmäßig. Eine signifikante Verteilung der Bremsverzögerung auf das Vorderrad, so wie dies bei den modernen Zweirädern heute üblich ist, konnte nicht nachgewiesen werden.

Auf einer vergleichbaren horizontalen Asphaltdecke werden die Bremsverzögerungswerte von heutigen modernen Zweirädern nicht erreicht.

Literaturhinweise

- [1] Motorrad 16 / 1997: „ABS-Systeme im Vergleich“
- [2] Motorrad 17 / 1997: „Großer Bremstest“
- [3] Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik 11 / 1996: „Vergleichstest Enduros“
- [4] VDI Berichte 779, 1989: „ABS für Motorräder“
- [5] VDI Berichte 1159, 1994: „Bremsverhalten von Motorradfahrern“
- [6] Böhm, M.: Ermittlung der mittleren Bremsverzögerung aus Messungen für Motorräder, Studienarbeit WHZ
- [7] Strobel, M.: Ermittlung der mittleren Bremsverzögerung für motorisierte Zweiräder, Studienarbeit WHZ
- [8] Bolzli, A., Nitsche, K.: Krad-Bremstests, Zürich, September 2001, Konferenz Autosalonu Nitra, Sept. 2002
- [9] Bolzli, A., Nitsche, K.: Neue Erkenntnisse – Krad-Bremstests, Zürich, September 2001, Konferenz Autosalonu Nitra, Sept. 2003
- [10] Betriebsanleitung für das Kleinkraftrad Simson (Suhl) S 50 und S 51

* Autoren

Dipl.-Ing. Klaus Nitsche ist Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle in Eisenberg / Thüringen, Dipl.-Ing. HTL Anton Bolzli ist Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle in Zürich / Schweiz, Dr.-Ing. Heinz Burg ist Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle in Burgen. ::

Renommiertes SV-Büro für Unfallrekonstruktion im Raum NRW

sucht **SV-Mitarbeiter**

für langfristige Zusammenarbeit, spätere Partnerschaft etc. möglich.

Zuschriften bitte unter Chiffre VKU 105 an den Verlag