

Unfallrekonstruktion

Analyse von Spuren an Motorradhelmen

von Dipl.-Ing. Max Spittel und Dipl.-Phys. Severin Schlottbom, Münster*

Die Helmpflicht für Motorradfahrer wurde am 1.1.1976 in Deutschland eingeführt, seit Mitte 1978 gilt diese auch für Kleinkrafträder. Eine Zuwiderhandlung wird gem. § 49 StVO als OWi mit einem Verwarnungsgeld geahndet, die weitaus gravierenderen körperlichen Folgen bei einem Unfall seien an dieser Stelle nicht ausgeführt. Trotzdem ist es keine Seltenheit, dass Fahrer von motorisierten Zweirädern ihrer Helmpflicht nicht vorschriftsgemäß nachkommen. Im Rahmen der Rechtsprechung ist es daher oftmals von entscheidender Bedeutung, ob ein verunfallter Fahrer (oder der Sozius) seinen Helm korrekt getragen oder sich dieser während der Kollision gelöst hat, bzw. im Extremfall gar nicht aufgesetzt war, sondern nur mitgeführt wurde. In Hinblick darauf ist im Folgenden eine Untersuchung von Kratzspuren an Helmen zur Eingrenzung dieser Problematik dargestellt.

Vorabüberlegungen zum generierten Schadensbild führten je nach Situation zu der Hypothese,

1. dass ein ordnungsgemäß getragener Helm nach dem Kontakt mit der Fahrbahn wenige, lokal begrenzte Beschädigungen aufweisen wird, da durch den Körper des Helmträgers eine Zwangsführung der Oberfläche gegeben ist, die eine Streuung der Schäden verhindert;
2. dass ein Helm, der während der Kollision vom Kopf abrutscht oder gar nicht aufgesetzt war, aufgrund fehlender Führungskräfte eine Bandbreite von Beschädigungen unterschiedlichster Intensität auf der gesamten Helmoberfläche aufweisen wird.

Aus diesen Überlegungen heraus sind zwei Versuchsreihen durchgeführt worden, bei denen zur Verifizierung der Hypothesen die Beschädigungen an jeweils fünf Helmen analysiert wurden.

Die verwendeten Testobjekte, dargestellt in Abb. 1, waren handelsübliche Motorradhelme der Marke Held

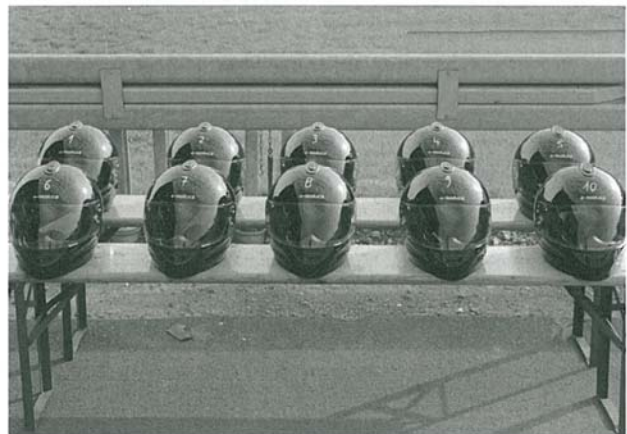


Abb. 1: Helme für die Versuchsreihen

* Die Autoren sind Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle im Ingenieurbüro Schimmelpfennig + Becke, Münster.



a) Versuchsaufbau

b) Versuchsaufbau



c) Erstkontakt Helm/Fahrbahn



d) Endlage Dummy

Abb. 2: Versuchsdurchführung

(Typ COOBY 7520, Größe M). Das Gewicht betrug laut Hersteller 1400 (\pm 50) g. Neben der Außenhülle, die üblicherweise aus einem Glasverbundwerkstoff (Fiberglas GFK) besteht, verfügt ein klassischer Integralhelm über eine 20 – 30 mm starke Styroporschicht, die zusammen mit der innen liegenden Polsterung dem Kopf vor Verletzungen Schutz bieten soll.

Der Versuchsablauf beider Testreihen war identisch: Bei einer Geschwindigkeit von 90 km/h wurden die Helme einzeln aus einer Fallhöhe von etwa 150 cm auf die asphaltierte Fahrbahn gestoßen und anschließend die Auslaufstrecke zwischen Erstkontakt und Endlage vermessen sowie das Beschädigungsbild eines jeden Helms dokumentiert.

Fünf der Versuchshelme wurden dabei ordnungsgemäß von einem Dummy getragen, der von der Ladekante eines Pkw auf die Straße gestoßen wurde. Innerhalb dieser Versuchsreihe wurde zudem die Sitzposition zu Beginn des Sturzes variiert, also der Dummy abwechselnd rückwärts oder seitlich zur Fahrtrichtung positioniert, s. Abb. 2a und 2b. Der Dummy hatte eine Masse von ca. 75 kg, wovon rd.

5 kg dem Kopf zuzuschreiben sind. Die Schwerpunkthöhe betrug ca. 1 m.

Exemplarisch sind in Abb. 3 je vier Übersichts- und Detailbilder aus einem der fünf Dummy-Versuche zusammengestellt. Bei allen Helmen dieser Versuchsreihe zeigt sich eine intensive und lokal begrenzte Ausprägung von Streifspuren im Bereich des Erstkontakts mit der Fahrbahn. Der Materialabtrag ist derartig massiv, dass das Dekor teilweise bis auf das Innenleben abgeschliffen wurde. Die Variation der Sitzposition des Dummies zu Beginn der Versuche zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Qualität und Quantität der Beschädigungen. Einzig die Lage der großflächigen Abschürfung auf der Außenhülle befand sich je nachdem wo der Erstkontakt mit der Fahrbahn stattfand an einer Seite oder am rückwärtigen Bereich des jeweiligen Helms.

Die beobachteten Beschädigungen bestätigen die eingangs getroffene Annahme, dass der Körper des Dummies die Helme führt und so ein übermäßiges Schleudern auf der Fahrbahn während der Auslaufphase verhindert.

Dem gegenüber sind in Abb. 4 exemplarisch die Ergebnisse eines Helms der zweiten Versuchsreihe zu sehen. Hier bewegten sich die Testobjekte „frei“, ohne Fixierung, über den Asphalt. Es resultierten, wie vorab erwartet, eine Vielzahl von Beschädigungen unterschiedlicher Intensität und Ausprägung, die sich zufällig über die gesamte Außenschale verteilen. Hinsichtlich Form und Position können die Schäden wie folgt kategorisiert werden:

- flächige Abschürfungen (e),
- Schäden punktueller Kontakte (f),
- Schäden im Übergangsbereich dazwischen (g) und
- Beschädigungen an der Helmunterkante (h).

Letztere sind ein eindeutiges Indiz dafür, das sich der Helm frei bewegt hat und während der Rutschphase nicht getragen wurde, da durch die Schültern des Helmträgers ein Kontakt zwischen Asphalt und Helm in diesem Bereich ausgeschlossen werden kann.



a) Stirnbereich (kein Schaden)



b) Hinterseite



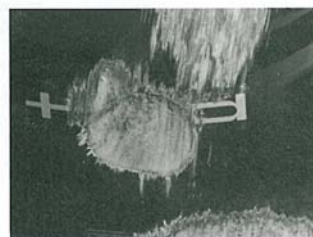
c) linke Seite (kein Schaden)



d) rechte Seite (kein Schaden)



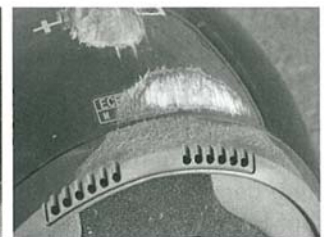
e) Detail (Hinterhauptbereich)



f) Detail (Hinterhauptbereich)



g) Detail (Hinterhauptbereich)



h) Detail (Hinterhauptbereich)

Abb. 3: Versuch mit Helm Nr. 6 – rückwärtiger Abwurf des behelmten Dummies



Abb. 4: Helm Nr. 4 nach dem Versuch (ohne Dummy)

Schäden punktueller Ausprägung traten bei den Versuchen mit einem behelmten Dummy ebenfalls nicht auf. Solche Beschädigungen können ausschließlich bei einer geringen Relativgeschwindigkeit zwischen Helmoberfläche und Fahrbahn entstehen, also bei einer geringen Differenz der Rotationsgeschwindigkeit des Helms zur translatorischen Geschwindigkeit bzgl. der Fahrbahnoberfläche. Die Rotation eines Helms wird durch die Kontaktreibung beim Aufprall der Außenschale auf die Straße induziert. Durch den Impulsaustausch springen die Helme anschließend wieder ein Stück nach oben. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrmals, sodass der Rotationsanteil aufgrund der fortlaufenden Anstöße immer weiter der translatorischen Geschwindigkeit bzgl. der Fahrbahn angeglichen wird, bis letztlich die beschriebenen punktuellen Schäden entstehen.

Beim Erstkontakt ist die Rotationskomponente näherungsweise gleich Null, der Helm fällt ohne nennens-

werte Drehung auf die Straße. Verursacht von der noch hohen Relativgeschwindigkeit entstehen dabei großflächige Streifkontakte verschiedener Intensität, die bei jedem folgendem Aufprall mit wachsender Helmrotation abnehmen. Dementsprechend lassen sich die Kontaktpuren im Nachhinein zeitlich einordnen.

Im Vergleich der beiden Versuchsreihen zeigen sich zusammenfassend deutliche Unterschiede in der Schadensausprägung. Die Schleifspuren eines ordnungsgemäß getragenen Helms sind um ein vielfaches intensiver und treten nur lokal begrenzt auf, wohingegen bei einem sich „frei“ bewegenden Helm eine Vielzahl von Beschädigungen unterschiedlicher Intensität und Ausprägung auf der gesamten Außenschale entstehen.

Die bei den Versuchen abgemessenen Auslaufstrecken (Erstkontakt-Endlage) sind den Abb. 5 und 6 (orange Balken) zu entnehmen. Da die Testobjekte während des Auslaufs ausschließlich auf der Fahr-

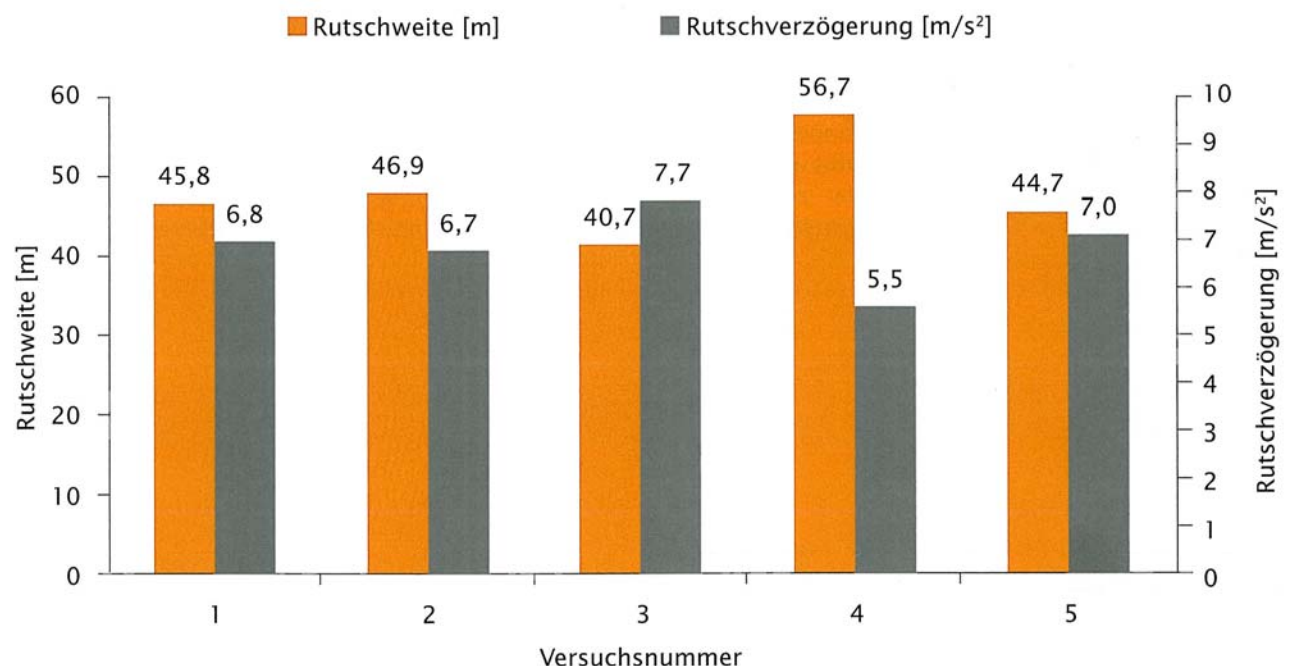


Abb. 5: Rutschweiten und -verzögerung von „frei“ bewegten Helmen

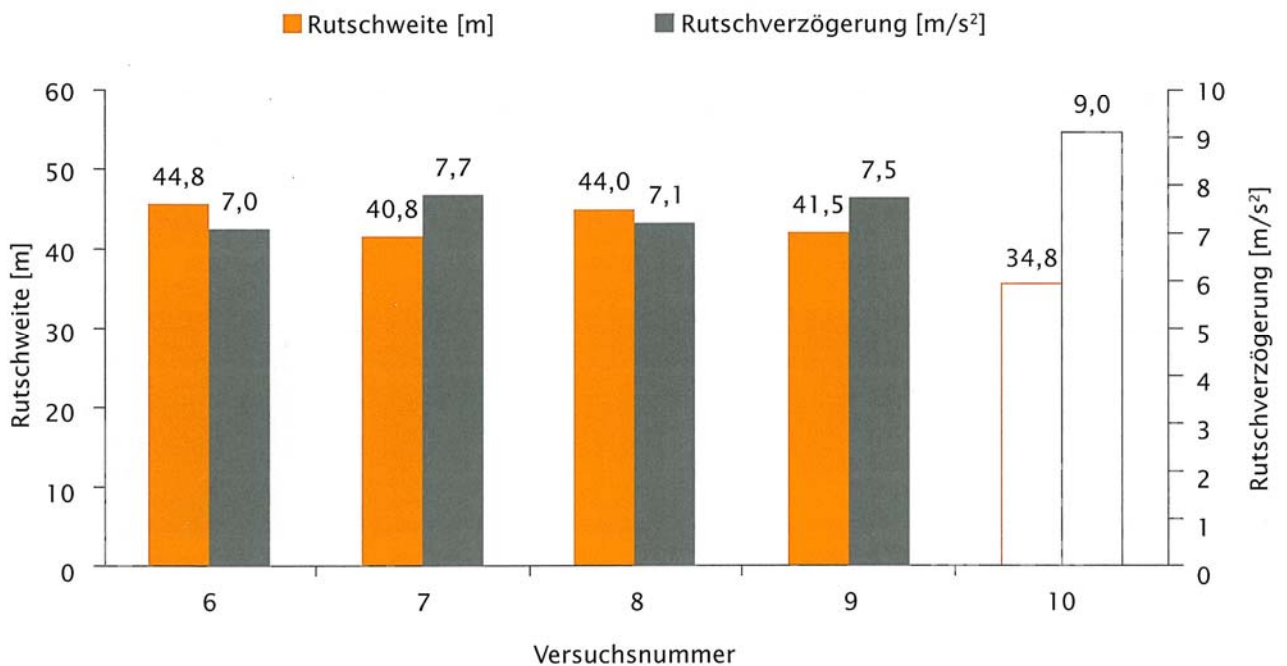


Abb. 6: Rutschweiten und -verzögerung der behelmten Dummies

bahn blieben, ist eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit und ohne Dummy gegeben.

Über die konstant gehaltene Geschwindigkeit von 90 km/h beim Abwurf der Helme bzw. des Dummies lassen sich die abgemessenen Längen in eine Rutschverzögerung der Testobjekte umrechnen, vgl. graue Balken in Abb. 5 und 6.

Im Mittel kam der behelmte Dummy nach rd. 43 m zum Stillstand, erfuhr also eine mittlere Verzögerung von rd. 7,3 m/s². Die Auswertung der Auslaufstrecken der einzelnen, sich „frei“ bewegenden Helme, liefert einen durchschnittlichen Wert von 47 m, resultierend in einer Verzögerung von im Mittel 6,7 m/s².

Der Unterschied von rd. 10 % wird primär durch die erhöhte Reibung des Dummies verursacht. Der Einfluss der vergleichsweise langen Kontaktdauer der Helme mit der Fahrbahn bei den Dummy-Versuchen aufgrund des Gewichts der Kopfattrappe im Gegensatz zu der eher springenden Auslaufbewegung von „freien“ Helmen ist in Anbetracht der zusätzlichen Reibkomponente des Dummies von untergeordneter Rolle. So zeigt das Ergebnis des Versuchs Nr. 10 eine deutlich erhöhte Verzögerung, verursacht durch die

sukzessive Abnutzung des Dummy-Overalls über die gesamte Versuchsreihe: Der direkte Kontakt der teilweise offenliegenden, gummierten Dummy-Bauteile mit der Fahrbahn hatte in diesem letzten Test eine deutlich höhere Verzögerung zur Folge. Daher fand das Messergebnis in der Mittelwertberechnung keine Berücksichtigung und wurde ausgegraut.

Im Rahmen der Toleranzbetrachtung ist anhand des Auslaufweges bzw. der Verzögerung aufgrund der geringen Differenz zwischen den errechneten Mittelwerten aus technischer Sicht keine beweissichere Unterscheidung möglich, ob ein Helm ordnungsgemäß getragen oder nur mitgeführt wurde.

Demnach lässt sich festhalten, dass nur die Spurenlage auf der Außenschale eines kollisionsinvolvierten Helms Rückschlüsse auf die ordnungsgemäße Nutzung erlaubt. Die Spurenzeichnung weist dabei z.T. signifikante Unterschiede auf, sodass insbesondere dokumentierte Abschürfungen an der Helmunterkante sowie punktuelle Kontaktschäden eine eindeutige Rekonstruktion dahin gehend erlauben, dass ein Helm nicht korrekt auf dem Kopf des verunfallten Motorradfahrers (oder Sozius) gesessen hat. Aus der Auslaufstrecke hingegen lässt sich keine eindeutige Aussage zum vorschriftsmäßigen Gebrauch eines Helms ableiten.