

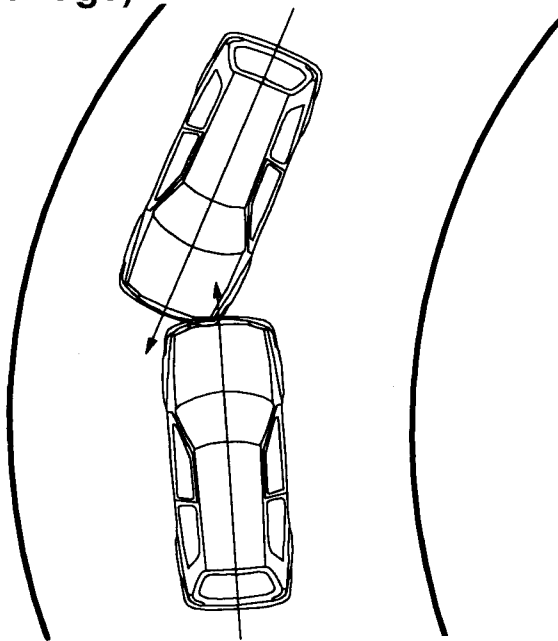
**Prof. Dr.-Ing. Hermann Appel**

**Dr.-Ing. Gerald Krabbel**

**Dipl.-Ing. Dirk Vetter**

# **Unfallforschung, Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion**

**(2. Auflage)**



**Verlag INFORMATION Ambs GmbH**

<b>VORWORT</b> .....	5
<b>0 INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	7
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	11
<b>2 UNFALLSYSTEMATIK</b>	
2.1 Definitionen: Unfall, Risiko, Sicherheit .....	13
2.2 Zeitliche Phasen des Unfalls .....	18
2.3 Unfallart und Unfalltyp .....	19
2.4 Kollisionsart und Kollisionstyp .....	22
2.5 Aufprallart und Aufpralltyp .....	24
2.6 Belastungs- und Verletzungsarten des Menschen .....	27
<b>3 UNFALLFORSCHUNG</b>	
3.1 Bearbeitungskette von der Unfallerbhebung bis zur Unfallforschung .....	29
3.2 Unfallerbhebungen .....	30
3.2.1 Polizeiliche Unfallerbhebungen .....	32
3.2.2 Erhebungen am Unfallort durch spezielle Forschungsteams .....	33
3.2.3 Retrospektive Unfalluntersuchungen .....	35
3.3 Unfallrekonstruktion und Unfallaufklrung, Rechtsprechung .....	39
3.4 Unfallanalyse .....	42
3.5 Unfallschwere, Unfallfolgenschwere .....	43
3.5.1 Unfallschwere, Unfallkenngroe .....	44
3.5.2 Unfallfolgen, Unfallfolgenschwere .....	50
3.6 Unfallforschung, Sicherheitsforschung .....	55
3.7 Ausgewhlte Ergebnisse der Unfallanalyse, Unfallforschung und Sicherheitsforschung .....	56
<b>4 UNFALLMECHANIK</b>	
4.1 Kinematische Grundlagen .....	79
4.2 Crashkinematik, Crashpulse, Stoziffer (Stoffgesetze) .....	82
4.2.1 Crashkinematik, Deformationskennungen .....	82
4.2.2 Stoziffer .....	88
4.3 Kraftrechnung .....	90
4.3.1 Schwerpunktsatz .....	92
4.3.2 Drallsatz .....	93
4.4 Storechnung .....	94

## 0 Inhaltsverzeichnis

---

4.4.1	Stoßarten .....	94
4.4.2	Stoßtheorien .....	95
4.4.3	Ergänzungshypothesen .....	96
4.4.4	Impulssatz .....	97
4.4.5	Drehimpulssatz .....	98
4.4.6	Stoßgleichungen für die ebene Scheibe .....	98
4.4.7	Gerader zentrischer Stoß zweier Scheiben .....	100
4.4.8	Schiefer exzentrischer Stoß zweier Scheiben .....	103
4.5	Arbeitssatz (Energiesatz) .....	105
4.5.1	Arbeitssatz für starre Körper .....	105
4.5.2	Arbeitssatz für deformierbare Körper im statischen Gleichgewicht .....	106
4.5.3	Arbeitssatz allgemein .....	107
4.5.4	Arbeitssatz für den Wandaufprall eines Fahrzeugs .....	107
4.5.5	Arbeitssatz für die gerade, zentrische Kollision zweier Fahrzeuge .....	108
4.5.6	Arbeitssatz für den exzentrischen Aufprall eines Fahrzeugs auf einen starren Pfahl .....	109
4.5.7	Arbeitssatz für die Auslaufbewegung nach dem Stoß .....	109
4.5.8	Berechnung der Stoßziffer für einen Wandaufprall .....	111
4.6	Anwendungsbeispiele zur Kraftrechnung .....	112
4.6.1	Physikalisches Pendel .....	112
4.6.2	Frontalkollision zweier Fahrzeuge .....	113
4.7	Anwendungsbeispiele zur Stoßrechnung .....	118
4.7.1	Exzentrischer Stoß gegen eine drehbar gelagerte Scheibe .....	118
4.7.2	Kollision Pkw-Baum .....	121
4.7.3	Pkw-Pkw-Seitenkollision .....	128
4.7.4	Pkw-Pkw-Offset-Frontalkollision .....	130
4.7.5	Kollision Pkw-Fußgänger .....	133
4.7.6	Frontalaufprall ohne und mit Abgleiten, Einfluss auf Geschwindigkeits- änderung und Energieabsorption .....	139
4.8	Festlegung der Unbekannten in Ersatzsystemen .....	141
<b>5</b>	<b>UNFALLREKONSTRUKTION</b>	
5.1	Unfallrekonstruktionsverfahren .....	143
5.1.1	Rückwärts-Unfallrekonstruktion, insbesondere Rückwärts-Kollisionsrekonstruktion .....	147

5.1.2	Vorwärts-Unfallrekonstruktion, insbesondere Vorwärts-Kollisionsrekonstruktion .....	150
5.1.3	Kontrollmöglichkeiten .....	153
5.1.4	Unfalldatenspeicher .....	154
5.2	Grafische Rekonstruktionsverfahren .....	155
5.2.1	Antriebs-Balance-Verfahren .....	157
5.2.2	Impuls-Spiegelverfahren .....	159
5.2.3	Drehimpuls-Spiegelverfahren .....	162
5.2.4	Energie-Ringverfahren .....	165
5.2.5	Rhomboid-Schnittverfahren .....	167
5.2.6	Band-Schnittverfahren .....	169
5.3	Rechnerische Rekonstruktionsverfahren .....	172
5.4	Anmerkungen und Ergänzungen zu den vorgestellten Rekonstruktionsverfahren .....	179
<b>6</b>	<b>ABKÜRZUNGEN, FORMELZEICHEN, BEZEICHNUNGEN</b>	
6.1	Abkürzungen .....	185
6.2	Formelzeichen, Bezeichnungen .....	188
<b>7</b>	<b>LITERATUR</b> .....	191
<b>8</b>	<b>ANHANG</b>	
8.1	Energieraster von Fahrzeugen beim Frontalaufprall, unterschiedliche Massen, unterschiedliche Motoranordnungen .....	201
8.2	Ausgewählte Erhebungsbogen der Verkehrsunfallforschung Hannover .....	203
8.3	Klassifizierung der Fahrzeugbeschädigungen nach dem Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft .....	208
8.4	Schutzkriterien und Belastungsgrenzen unter stoßartiger Belastung (inoffizielle Zusammenstellung der Arbeitsgruppe für Unfallmechanik der ETH Zürich) .....	209
8.4.1	Schutzkriterien und Belastungsgrenzen des erwachsenen Menschen .....	209
8.4.2	Schutzkriterien und Belastungsgrenzen des Kindes .....	211
8.5	Verletzungsschutz der Insassen, Ausblick .....	212
<b>9</b>	<b>SACHWORTVERZEICHNIS</b> .....	213