

Seminarunterlagen
„Berechnungsverfahren zur Beurteilung von HWS - Schäden“
Berechnung der Deformationsarbeit an Fahrzeugen.

(Neue Berechnungsmethoden durch Verwendung eines neu entwickelten Steifigkeitszahl- oder {und} Kraftzahlensystems sowie der mittleren relativen Kollisionsgeschwindigkeit in der Kompressionsphase. Umfangreiche Steifigkeitszahl- und Kraftzahlliste für die bleibende und dynamische Deformation für 1-Spur-Fzg., PKW, LKW, Bus, Schienenfahrzeug, Elektro-Lok, Komponententest und deformierbare Barriere {ca. 1300 Einheiten}. Umfangreiche Auflistung über die Kriterien verschiedenster Crash-Test-Verfahren.

Berechnungsbeispiel mit Originalschadensbilder eines tatsächlich erfolgten Verkehrsunfalles mit zusätzlicher Beurteilung der HWS-Belastung mit und ohne Kfz-Bremmung. Erstmals ist es möglich - im Seminarbeispiel 2 - eine Kombination der Deformationsarbeitberechnung als Kombination von Steifigkeitszahl- und Kraftzahlensystem {Smart-CRATCH - Kraftzahlensystem - gegen Renault - Steifigkeitszahlensystem - Auswertung eines realen Crashes} vorzunehmen.)

ING. WOLFGANG HUBER

Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Kfz-Schäden, Unfallanalyse und Unfallforschung

A-3100 St.Pölten, Fuchsenkellerstraße 22

Tel./Fax: +43 (0) 2742 - 36 43 52 -- Mobil: +43 (664) 373 34 68



Quelle: Bericht aus-ATZ-MTZ-Sonderheft (1997) 12-Passive Sicherheit des neuen Porsche 911 Carrera - Bericht von Horst Petri, Heinz Eberhardt und Herbert Klamser - dort Bild 4 + Bild 5.

Alle Angaben und Daten wurden mit der gebotenen Sorgfalt zusammengestellt und recherchiert, es wurde alles nach bestem Wissen erarbeitet. Das Werk beruht großteils auf Informationen Dritter. Fehler (auch Übersetzungsfehler von der einen Sprache in die andere Sprache, sowie auch Internetübertragungsfehler) und Irrtümer sind nicht ausgeschlossen. Es wird darauf hingewiesen, dass im Gesamten für die Richtigkeit des Werkes keine Gewähr übernommen werden kann, es ist unverbindlich; aus einer allfälligen Unrichtigkeit kann keine wie immer geartete Haftung begründet werden.

Wie allgemein üblich wird auf folgendes hingewiesen: Nachdruck bzw. Vervielfältigung von allem, auch auszugsweise, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Datenverarbeitungssystemen bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Herausgebers. Die Gesamtheit des Berichtes bzw. des Werkes, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt.

Für Veröffentlichungen ist auch die Systemverwendung untersagt - sofern nicht vom Herausgeber genehmigt. Die Steifigkeitszahl- und Kraftzahlliste wird laufend ergänzt. Die Ergänzung (somit immer die neueste Ausführung) wird über Wunsch käuflich angeboten, falls entweder mein Seminar besucht wurde, oder meine Fachbroschüre „Bericht - Berechnung der Deformationsarbeit an Fahrzeugen“ bezogen wurde.

Dieser Bericht wird nach weiteren Veröffentlichungen ergänzt. Von Eurotax liegt die Bekanntmachungserlaubnis vor und sind die Steifigkeitszahlen aus den Reparaturcrash-Versuchen des Allianz-Zentrums München-Ismaning, die von mir daraus herausgerechnet wurden, in meiner Steifigkeitszahl-Liste enthalten und mit einem „x“ versehen. Diese Crash-Versuche werden von Eurotax-Schweiz mit Farblichtbilddokumentation der Schadensbilder und weiterer Angaben in deren Mappe „Crash-Test“ veröffentlicht.

Abweichungen und Fehler, verursacht durch die Datenübertragung des Internets, können nicht ausgeschlossen werden; das heißt, es gilt immer nur der Originaltext. Eine Haftung für Schäden, die durch die Benutzung dieser WebSite entstehen, ist ausgeschlossen. Die Angaben wurden sorgfältig geprüft und beruhen auf dem jeweils angegebenen Stand. Dessen ungeachtet kann eine Garantie für die Vollständigkeit, Richtigkeit und letzte Aktualität der Angaben nicht übernommen werden.

Es gilt die Gesetzgebung und Rechtsprechung in (von) Austria, bzw. Österreichisches Recht.
Erfüllungsort und Gerichtsstand ist: A - 3100 St. Pölten - © Copyright. Alle Rechte vorbehalten.

Veranstalter:

GFU - Gesellschaft für Unfall- und Schadenforschung AG

Hauptverwaltung
Schulstraße 16
D 66793 Saarwellingen 4 (Schwarzenholz)
Telefon 0 68 38 / 90 61 14
Fax 0 68 38 / 90 61 27

Termin und Veranstaltungsort: Neue Termine werden bei Vorliegen bekanntgegeben!

Referent:

ING. WOLFGANG HUBER

Büro für Verkehrsunfallrekonstruktion, Unfallforschung und Kfz-Wesen - unter Computereinsatz umfangreiche eigene Computer-Datenbank für Verkehrsunfallrekonstruktion, Kfz-Wesen und Unfallmedizin umfangreiches eigenes Computer-Berechnungsprogramm für: Kollisionen, Stoß, Verformungsarbeit (Deformationsarbeit - Berechnung mit der Steifigkeitszahl über die Deformationstiefe), Drall, Drall in der Kollisionsphase, Energiebilanz, Simulation der Kfz-Bewegung - Kfz und Kfz-Schwerpunktsbahn (Rotation und Reifenschräglauf, μ_s), Fußgängerunfall, Kfz-Insassenbelastung, Beschleunigung, Vermeidbarkeit, Kurvenbremsung, Bewegungsbahn bei schiefen Wurf (mit und ohne Luftwiderstand), Dunkelheitsunfall (Erkennbarkeitsweitenermittlung), Wertminderung, Kfz-Wertbeständigkeit.

A 3100 St.Pölten, Fuchsenkellerstraße 22

Büro: Tel. / Fax : +43 / (0) 27 42 / 36 43 52 Handy: 06 64 / 3 73 34 68

Betreffend Seminarpreis und einer Anmeldung zu diesem Seminar (samt Quartierbestellung) ersuche ich, sich direkt mit der

GFU - Gesellschaft für Unfall- und Schadenforschung AG

Hauptverwaltung - Herr Christoph Himbert
Schulstraße 16
D-66793 Saarwellingen 4 (Schwarzenholz)
Telefon 0 68 38 / 90 61 14
Fax 0 68 38 / 90 61 27

in Verbindung zu setzen.

INHALTSVERZEICHNIS – BAND 1

Teil I

PKW - Lieferwagen - Cityfahrzeug - Groß-LKW - Bus - Schienenfahrzeug - Elektro-Lok - deformierbare Barriere	6
Bild 1 - Allgemein, Übersichtsbild - Stoßantriebskonstruktion, Gedankengänge dazu. Bild 3a ₁	7
Bild 2, 2a, 2b, 3a, 3b - Kraft-Weg-Kennlinie (mit Umwandlung)	9
Gedankengänge zur Anwendung des Steifigkeitszahlensystems und Auswertung der Crash-Versuche	10
BMW 3, Bild 2, Kraft-Weg-Kennlinie (mit Umwandlung)	15
Energiebetrachtung und erweiterte Energiebetrachtung	16
Vereinfachte Energiebetrachtung. Bild 0	18
Bild 6 = Bild 3	19
Bild 3/1	20
Bild 3a ₁	21
Definitionen im C-Zahlensystem	23
Beispielberechnung betreffend Porsche 911 Carrera Coupe 996 (Bericht aus - ATZ-MTZ-Sonderheft (1997) 12. Passive Sicherheit des neuen Porsche 911 Carrera - Bericht von Horst Petri, Heinz Eberhardt und Herbert Klamser - Auszug daraus).	23
Kraftzahlensystem. Definitionen im F (Kraft)-Zahlensystem	25
Beispielberechnung betreffend CRATCH (Kraftzahlensystem)	25
Vorbaukonzept: ULSAB, Audi A2, Audi A8 (Kraft- Wegkennlinie, Alu-Audi-Space-Frame), Tabelle 25, Bild 17A, 18A	27
Faserverbundkunststoff (FVK)-Träger mit Crashfunktion (Crashelement Audi A8). Tabelle 25, Bild 34	29
Sicherheit von Leichtfahrzeugen und Kompatibilität	35
Entwicklung kompatibler Fahrzeuge mittels kompatibilitätsbewertender Crashesimulation. Bild 30, 30a	37
Schreiben des VW -Werkes (vom 3.07.1995) hinsichtlich k-Faktor	40
Tabelle 1 - Vergleich Steifigkeitszahl zu realen Crash-Versuchen - MBS W 140	42
Tabelle 2 - Seitensteifigkeitszahlenvergleich mit EES (VW Golf I)	44
Tabelle 4 - Vergleich mit verschiedenen Kollisionsgeschwindigkeiten und geänderten k-Faktoren sowie EES – Berechnungen	45
Tabelle 5 - Vergleich von Steifigkeitszahlen bei gleichem k-Faktor betreffend Kfz-Heck, sowie massebereinigte Steifigkeitszahl.	47
Auswertung der Wabenarbeit	50

Auszug aus dem Bericht über „Entwicklung von Maßnahmen zur Unfallminderung; Beispiele aus der Entwicklung des Porschety 924“ (von Dipl.-Ing. Ulrich BEZ und Ing. (grad) Guido LASCHET, Weissach)	51
Bild 7 - Auszug aus dem Bericht über „Energieumsetzung von Personenkraftwagen“	53
Im Grundsätzlichen ist zu berücksichtigen:	57
Beim Frontalaufprall, am Beispiel des Porsche 928“ (von Michael RAUSER und Manfred GROSSMANN)	58
Gedankengänge zu Stahl. Sicherheit durch Alu - Bild 31	59
Sitzstruktur aus Alu - Bild 31a	61
Metall-Kunststoff-Verbundteil (Hybridteil am Ford Focus-Vorderwagen), Kraft-Weg-Kennlinie bei Biegebelastung	62
Eigene Gedankengänge dazu und Überlegungen zum k-Faktor	63
Bild 5 - k-Faktor in Abhängigkeit von der Relativgeschwindigkeit	65
Auswertungen der k-Faktoren - eigene und aus den Reparaturcrash-Versuchen des AZT. Tabelle 7, 8, 9, 10	66
Auswertung der von AZT gemessenen Beschleunigungs - bzw. Verzögerungswerte über der Zeit	73
Energieraster - Beschreibung und eigene Gedankengänge zur Anwendbarkeit bzw. Nichtanwendbarkeit dieses Systems	77
Bild 8 - Auswertung Crash-Versuch „Auto-Bild“ - Heckkollision mit deformierbarer Barriere gegen VW Polo Steilheck und Stufenheck - hinsichtlich Steifigkeitszahlen, k-Faktor, Deformationsarbeit der Schaumstoffbarriere, sowie auch hinsichtlich Beschleunigungen: Fahrzeug, sowie Insasse bei verschiedenen Sitzpositionen und für verschiedene Körperteile.	81
Adam Opel AG - Opel-Werk - Vorausentwicklung- Bericht über SAFETY CONCEPTS FOR VERY SMALL VEHICLES, EXAMPLE : OPEL MAXX , theoretische Abhandlung	82
Bild 9 - Auswertung von Front-Heckkollisionen zwischen Audi 80 und Audi 80	91
Bild 10 - Auswertung des Reparaturcrash-Versuches des AZT - BMW 318i und BMW 325i Vergleich mit unterschiedlicher maximaler dynamischer Deformationstiefe bei gleicher maximaler bleibender Deformationstiefe.	93
Tabelle 4a - Theoretische Abhandlung - Vergleich EES PKW 0 bis 21 km/h obwohl $\Delta v_{\text{Kompression}}$ immer 15 km/h war.	99
Gedanken zu EES	101
Auswertung des Kraft-Weg-Diagrammes Audi A3 - Tabelle 6, Bild 11, 12, a/t-Versuchskurve des AZT Kompressionszeit = Restitutionszeit (bei ungebremst) (auch Audi A4 - Audi-Werk, Bild 13). Versuches Nr. 1033 (Bild 33a). Kraft-Weg-Diagramm Audi A4 - Bild 13, 14, a/t-Versuchskurve des AZT-Versuches Nr.987 (Bild 33b). Audi A6 - a/t-Versuchskurve des AZT-Versuches Nr.1036 S (Bild 33c). Stoßfänger- und Frontsysteme - Bild 33. Zusammenfassung - Gegenüberstellungen in Tabelle 24 und 24a.	102
Schreiben der Bergischen Universität im Hinblick auf eine Diplomarbeit über Deformationsenergie - Verformungsarbeit	121

Auswertung der Wabenarbeit der deformierbaren Barriere samt Musterberechnungen mit verschiedenen Berechnungsarten.	122
Bild 038/1 und 038/2 - ODB Test - vorgeschrieben ab 1998	123
Auswertung der Wabenarbeit der deformierbaren Barriere samt Musterberechnungen mit verschiedenen Berechnungsarten.	125
Bild 15 und 16. Fahrzeugdeformation bei einer Offset-Kollision gegen eine deformierbare Barriere aus Wabenstruktur sowie das Aussehen der deformierten Barriere	129
Auswertung einer Versuchsserie des TÜV-Rheinland	130
Wabendeformationsarbeit der von der Zeitschrift „ÖAMTC“ (Österreich) angegebenen Versuchsserien	136
Kraft-Weg-Kennlinie der Waben -Versuchsaufbau - Bild 29, 29a	137
Bild 15 und 16. Fahrzeugdeformation bei einer Offset-Kollision gegen eine deformierbare Barriere aus Wabenstruktur sowie das Aussehen der deformierten Barriere.	139
Zusammenfassung zur Deformationsarbeit der deformierbaren Barriere. Vergleich der Änderung des C_F' -Wertes bei unterschiedlicher Kollisionsgeschwindigkeit und unterschiedlicher Barrierenarbeit Tabelle 27a und 27b.	140
Auswertung eines Frontalaufpralls (Crash-Versuch AZT-Toyota Corolla) - Tabelle 12	141
Verzögerungskennlinie, $d_{\text{dynamisch}}$, Kompressionszeit, Geschwindigkeitsverlauf in der Kompressionsphase; Verwendung dieser Auswertung für die erweiterte Drehpol-Unfallrekonstruktion bei Anstoß an Mauereck	144

INHALTSVERZEICHNIS – BAND 2

Grafik G0, G1, G2, G3. Auch zur Nachweisführung, dass bei ungebremst $\Delta t_{\text{Kompression}} = \Delta t_{\text{Restitution}}$ ist. Umwandlung der Versuchs-Meßkurve a/t in $a/s_{\text{SchwerpunktKfz}}$ Werte, bzw. daraus in $a/d_{\text{dynSchadenstelleKfz}}$ Werte. Daraus werden dann die C''_{dyn} und $C_{H,+S}''^{\text{dyn}}$ Werte errechnet. (für etappenweise Auswertung).	2
Beispielberechnung betreffend Porsche 911 Carrera Coupe 996 (Bericht aus - ATZ-MTZ-Sonderheft (1997) 12 - Passive Sicherheit des neuen Porsche 911 Carrera - Bericht von Horst Petri, Heinz Eberhardt und Herbert Klamser - dort Bild 5 {a/t-Kurve} - Auszug daraus).	4
Tabelle 13, 13H, a/t-Kurven dazu (BMW 3 - Umwandlung)	6
BMW 318i - Tabelle 13/1, 13, 13a, 13b, 14, 14a, Bild 18, 19, 20. Vergleich eines Front-Hochgeschwindigkeit- Tests (ca. 48 km/h) mit einem Reparaturcrashtest (AZT) (ca. 15 km/h) und Nachweisführung darüber, dass die a/t - bzw. a/s Kurve (der entsprechende Bereich daraus) des Hochgeschwindigkeitstests nicht für den Reparaturcrashtest verwendet werden darf und umgekehrt.	18
Hochgeschwindigkeit-Frontalkollision. Car to Car-Tests mit 50 % Überdeckung. a/t-Versuchskurven Schadensbilder. Tabellen 18, 18a. Offset Frontal Impact Tests – Investigation of the test speed, compatibility and aggressivity of cars REPORT: Crash test programme 1997 - 98 - EuroNCAP - Brussels (AIT & FiA - 31 March 1998).	36

INHALTSVERZEICHNIS – BAND 3

MB S W 140 - Front - Crashverhalten (Versuche 1 und 3 des MB - Werkes), Vergleich des Versuches 1 mit dem Versuch 3. Tabelle 15, 16, Bild 17, 17a, 17b, 17c. Meßkurve des Versuches 6 des VW - Werkes (starre fahrbare Barriere gg. Heck VW Passat), Schadensbilder MB, Tabelle 21.	2
Zu Tabelle 2 aus meinem Bericht „Insassenbelastung“. Auch zur Nachweisführung, dass bei ungebremst $\Delta t_{\text{Kompression}} = \Delta t_{\text{Restitution}}$ ist. Im Speziellen Versuch 2 (MB-Werk) sowie Versuch 6 und 7 (VW -Werk), Schadensbilder MB.	22
Anregungen: Für eine bestimmte Versuchsserie	29
Literaturangaben über Crash-Versuchsdaten und Crash-Ergebnisse bei Veröffentlichungen	30
Front - Crashverhalten eines unfallreparierten VW Golfs II. Tabelle 17, 17a, 17b, 18, 18a, 18b, 19 Bild 21, 21a, 21/1, 21/2, 22, 22a, 22b, (Vergleich mit VW Golf III), Schadensbilder AZT-Test VW Golf II + III.	31

INHALTSVERZEICHNIS – BAND 4

Reparaturcrash AZT MB C, Bild 23, 24, 25, a/t-Kurven, Schadensbilder	2
Bild 25: Vergleich des a/t-Kurvenverlaufes der Front - AZT-Versuchskurve zwischen den beiden Modellen MB C W 202, PKW, 200D und 220D. $\Delta t_{\text{Kompression}} = \Delta t_{\text{Restitution}}$	6
ULSAB - Crashverhalten Front (100 % Überdeckung, Offset 50 %), Heck (Offset 40 %) Tabelle 20, Bild 26, 27	7
Tabelle 4 aus meinem Bericht „Insassenbelastung“ für die Berechnung, dass $a_{\text{mittelKarosse}}$ unterschiedlich groß ist bei gleichem $\Delta v_{\text{Kompression}}$ und zwar bei unterschiedlicher Stoßmasse und der sich daraus ergebenden verschiedenen Rammgeschwindigkeit	15
Öffnung eines am Markt befindlichen Computerprogrammes zur Berechnung der Kollisionsgeschwindigkeit und der maximalen Körperbeschleunigung. Tabelle 22, 22a, 23, 23a, Bild 28, 28a, 28b, 28c.	17
Fahrzeugsicherheit und Unfallinstandsetzung - Hochgeschwindigkeitstest Opel Corsa B – Komponententest - Versuche Längsträger-Crash samt Versuchskurven a/t – Vergleich mit dem Gesamt -Kfz VW Golf IV, Audi A3, Audi A4 und Audi A6 im Rahmen eines AZT-Tests. Stoßfängersysteme dazu - Bild 33. Tabelle 24 und 24a. a/t-Versuchskurve des AZT-Versuches Nr.1039 S (Bild 33d).	66
Crashverhalten nach Unfallreparatur - kein Sicherheitsnachteil. Unfallreparatur-Testprogramm AZT (2000)	77
Versuch einer Umwandlungsmöglichkeit der Werte des HUK-Tests für Front und Heck auf eine fiktiv maximale bleibende Deformationstiefe d_0 (hinter der Stoßfängerschürze). Tabelle 26, Bild 33.	78
Interpolieren von C' - und C'_{10} -Werten.	85
HomePage - PubliHP (vollständiger Bericht) „Berechnung der Deformationsarbeit an Fahrzeugen.“	87
Neue Berechnungsmethoden durch Verwendung eines neu entwickelten Steifigkeitszahl- und Kraftzahlsystems. Kurzgefaßtes Resümee über das Steifigkeitszahl- und Kraftzahlsystem	100
Zusammenfassung des Steifigkeitszahl- und Kraftzahlsystems	104

Teil II

Einspurfahrzeuge. Allgemein. Bild 2, Diagramm 3, Diagramm 4, Aufstellung 5, 6, 7, Steifigkeitszahlen. 106

Teil III

Verschiedenes: verschiedene Crasharten, Bedingungen, Systeme, Barrieresteifigkeiten (Kraftkennlinien) 114

Kraftkennlinien:

- Tür

- Kotflügel

- Motorhaube

Literaturhinweise 125

Berechnungsbeispiele: 1, 2, 2B0, 3, Bild 4 - Alte Bezeichnung: Seite 1 A bis Seite 12 A 128

Formelliste und Musterberechnungen erweiterte Energiebetrachtung. 140

Berechnungsbeispiele

Seminarbeispiel 1 - Berechnung mit dem Steifigkeitszahlensystem und Berechnung der Insassenbelastung

Seminarbeispiel 2 - Berechnung mittels einer Kombination von Steifigkeitszahl- und Kraftzahlensystem

Steifigkeitszahl- und Kraftzahl-Liste

Werte, Systembeschreibungen, Kriterien verschiedenster Crash-Test-Verfahren, Barrierendaten, Aufstellung über die Kfz der Crashtest-Versuche von OSA (Japan), IIHS (USA), NRMA (Australien).

Kfz – Insassenbelastung

Bild 1 - Definition des Steifigkeitszahlensystems

Bild 3 – Definitionsdiagramm

Bild 5 - Übersichtsbild – Stoßantriebskonstruktion

Tabelle 1 - Verschiedene Berechnungsbeispiele mit und ohne Bremsungen, g -, Δv -, Δt -Werte

Tabelle 2 - Auswertung realer Crash-Versuche des MB- und VW Werkes. Versuchskurven mit a -, v -, s -Werten über der Zeit, für PKW und Stoßwagen (fahrbare Barriere) - 7 Versuche (3 Versuche MB S W 140: Front, Front gg. Front, Heck, 4 Versuche VW Passat [2 x gg. Stufe, 2 x gg. Variant]: gegen Heck). Alle Werks-Meßkurven. Auch zur Nachweisführung, dass bei ungebremst $\Delta t_{\text{Kompression}} = \Delta t_{\text{Restitution}}$ ist.

Auswertungen der Versuche des Allianz-Zentrums München - Tabelle 3, Diagramm 2, 3, Kurve 1, Kfz-Schadensbilder (2 Seiten)

Auswertung VW Transporter T4 - VW-Werksversuch (Unterlagen vom VW -Werk)

Tabelle 4 – Massenunterschied

Tabelle 5 – Stoßzeiten

Diagramm 1 - k-Faktor

Wertmaßstab für die Beurteilung der Insassenbelastung: a oder Δv ?

Zusammenfassung

Diverse Bilder

Literaturhinweis

Beurteilungsliste (ANSTOSS)

Berechnungsbeispiele

Formelliste

Verschiedenes, Vorausschau