

Rechen - Ergebnis <i>keine Eingabe!</i>	Wert - Eingabe	P10 - Dellenberechnung		Rechen - Ergebnis <i>keine Eingabe!</i>	Rechen - Ergebnis	Rechen - Ergebnis
		<i>Kfz - Unfall</i>				
	Kfz 1	Kfz 1 <---- Dellenverursacher		Dellenverursacher	Summe beide Kfz	Summe beide Kfz
	Kfz	Kfz		Container	<i>keine Eingabe!</i>	<i>keine Eingabe!</i>
	1400	m-Masse [kg]		190	Summe A + E	Summe A + E
		VKollisionRelativ [m/s]		2,277	od. Summe B + D	
		k-Faktor		0,700		
0,272		deltavKompression [m/s]			2,005	
0,463		deltavgesamt [m/s]			3,409	
	0,000	d-Radstand [m]		0,000		
0,0		IHochachsePKW [kgm <sup>2</sup> ]			0,0	
381,0		SKompression [Ns]			381,0	
0,000	0,000	eKompression [m]		0,000	0,000	
#DIV/0!	0,000	omega `Kompression [1/s]		0,000	#DIV/0!	
51,84		deltaEtranslationKomp [Nm]			382,00	433,84
#DIV/0!		deltaErotKomp A14, E14 [Nm]			#DIV/0!	#DIV/0!
#DIV/0!		deltaE(trans+rot)Komp [Nm]			#DIV/0!	#DIV/0!
0,0000	0,0200	dmaxBleibend [m]		0,0010	0,0000	0,0000
	258,90	C´ [kN/m]		764000,00		
51,780		WDeformationKomprC´ [Nm]			382,000	433,7800
0,272	0,000	deltavKompressionC´ [m/s]		0,000	2,005	
#DIV/0!	0,0000	dk0 [m]		0,0000	#DIV/0!	0,0000
	0,00	C´k0 [kN/m]		0,00		
0,000		WDeformationKompk0 [Nm]			0,000	0,0000
0,000	0,000	deltavKompressionk0 [m/s]		0,000	0,000	
0,0000	0,0667	ddynamisch [m]		0,0000	#DIV/0!	0,0667
	23,30	C" dynamisch [kN/m]		0,00		
51,830		WDeformatKompC" dyn [Nm]			0,000	51,8296
0,272	0,000	deltavKompressionC" dyn [m/s]		0,000	0,000	
#DIV/0!	0,0000	dmaxBleibend [m]		0,0000	#DIV/0!	0,0000
	0,00	F´ [kN/m]		0,00		
0,000		WDeformationKompF´ [Nm]			0,000	0,0000
0,000	0,000	deltavKompressionF´ [m/s]		0,000	0,000	
#DIV/0!	0,0000	ddyn [m]		0,0000	#DIV/0!	0,0000

	0,00	F"dyn [kN/m]	0,00			
0,000		WDeformationKompF"dyn [Nm]		0,000	0,0000	
0,000	0,000	deltavKompressionF"dyn [m/s]	0,000	0,000		
	0,000	EES aus Schadensbild [m/s]	0,000			
0,000		WDeformation EES [Nm]		0,000	0,0000	
<b>Insassenbelastung - ungebremst - Kompressionsphase (ohne Rotation)</b>						
		VKollisionRelativ [m/s]		2,277		
0,272		delta vKompression [m/s]		2,005		
0,272		v'g(emeinsam) [m/s]		0,272		
1,139		vmkrelKompression (bis v'g) [m/s]		1,139		
0,06670		ddynamisch [m]		0,00000	0,06670	^=ddynbeide [m]
0,0586	aus F26*2/D6	delta tKompression (bis v'g) [s]	aus F26*2/D6	0,0586		
0,474		amKarosseKomp [g] (1g=^ 9,80665 m/s²)		-3,491		
<b>Insassenbelastung - gebremst - Kompressionsphase (ohne Rotation)</b>						
Darf nur angewandt werden, wenn a1 < bis= dem a2. Ist a1 größer als a2 muß über das Massenverhältnis umgerechnet werden auf as(Karosse)gemeinsam.						
Dieses asgemeinsam ist bei B+D einzugeben. Der mittlere Verzögerungswert a ist ein negativer Wert - die Eingabe erfolgt als positiver Wert (ohne -minus-Vorzeichen).						
Es sind keine Sperrfunktionen eingebaut. Ergebnisse mit der ungebremsten Variante prüfen. Falls starke Abweichungen vorliegen prüfen, ob ein Fehler vorliegt und wo?						
Die Musterberechnungen samt der dazugehörenden Formeln finden sich in meinem Bericht "Insassenbelastung".						
0,000	0,000	amVerzög-positiv eingeben bei B+D [m/s²]	0,000	0,000	Falls a1 > a2: Eingabe aus Übersicht-	
0,000	Falls a1<a2:falsch	as(Karosse)gemeinsam [m/s²]	Falls a1<a2:falsch	0,000	lichkeitsgründen auch bei A+E.	
Falls a1 > a2: Eingabe von as(Karosse)gemeinsam bei B+D!		VKollisionRelativ o. delta v2Bremsg [m/s]		2,277		
		delta v2Bremsg. (Erhöhg. v. v2Koll) [m/s]		0,000		
		v2quer = v2Kollision (bei v1Koll=0) [m/s]		2,277		
0,272		delta vKompressioneffektiv [m/s]		2,005		
0,272		v'g(emeinsam)quer [m/s]		0,272		
1,139		vmkrelKompression (bis v'gquer) [m/s]		1,139		
0,06670		ddynamisch [m]		0,00000	0,06670	^=ddynbeide [m]
0,0586		delta tKompressionquer (bis v'gquer) [s]		0,0586		
0,474		amKarosseKompressionEffektiv=am 1 [g]		-3,491		
<b>Umrechnung von dmaxbl, dk0, ddyn [m] Reihe A B C senkrecht gehört jeweils zusammen</b>						
Ergebnis	Eingabe	0,000	k0(dvRestitution)	k0 = 1 - (dk0/ddyn)		
0,0000	0,0000	0,0200	dmaxbl [m]			
0,0000	0,0000	0,0667	dk0 = d0 [m]			
0,0000	0,0000	0,0667	ddyn [m]			

diverse Umrechnungen - C', C'k0 und C''dyn für volle Breite!					
Ergebnis	Eingabe	Eingabe			
Eingabe	Ergebnis	0,700	k-Faktor = k1		
		0,000	k2-Faktor = k2		
	0,000		k0(dvRestitution)	k0 = 1 - (dk0/ddyn)	
258,89	0,00	0,00	C' [kN/m]		
0,00	0,00	Ergebnis	C'k0f.v.Br [kN/m]	C'k0 für volle Breite [kN/m] = C''dyn [kN/m]/(1-k0)^2	
23,30	0,00	0,00	Ck1''dyn [kN/m]		
	0,00	0,00	Ck2''dyn [kN/m]		
		1400	m [kg]		
0,000	0,000		deltavKomp [m/s]		
0,0000	#DIV/0!		dk0Offs 40% [m]		
Umrechnung der a/t-Kurve auf C''dyn-Werte für Front und C''xdyn-Werte für Heck und Seite					
	Front		Heck, Seite		
Ergebnis	0,0000	VKollision [m/s]	0,0000	Ergebnis	
	0,0	x-Felderanzahl-kumuliert [mm <sup>2</sup> ]	0,0		
	0,000000	k3-Faktor(Front);k2-Faktor(Heck)	0,000000		
	0,000000	deltat-Zeitabschnitt-kumuliert [s]	0,000000		
0,00000	Eingabe	ddyn-kumuliert [m]	Eingabe	0,00000	
Kfz 1					
Energiebilanz über die Kollision mit den ABSOLUTWERTEN					
Kfz		Bei Kollisionsbeginn = Eingangsenergie		Kfz 2	
Ergebnis	Eingabe	Eingabe	Eingabe	Ergebnis	Ergebnis
	0,0000	VKollision (Geschwindigkeit) [m/s]	2,2770		Summe beide Kfz
	0,000	omega0 (Rotation) [1/s]	0,000		Summe A + E
0,00		Etranslation [Nm]		492,55	oder Summe B + D
0,00		Erotation [Nm]		0,00	
0,00		E(translation+rotation) [Nm]		492,55	
	0,00	Ediverses [Nm]	0,00		0,00
0,00		Eingangsenergie Egesamt [Nm]		492,55	492,55
		Bei Kollisionsende = Ausgangsenergie, + Deformationsarbeit KFZ (Schadensbild)			
	0,4630	V'(Auslauf) [m/s]	-1,1320		
	0,000	omega'Kompression [1/s]	0,000		
0,000	0,000	omega'(Auslauf) [1/s]	0,000	0,000	

150,06		E´translation [Nm]		121,74	271,79	
0,00		E´rotation [Nm]		0,00	0,00	
150,06		E´(translation+rotation) [Nm]		121,74	271,79	
	0,00	E´diverses ? [Nm]	0,00		0,00	
	51,80	WDeformationKompression [Nm]	382,00		433,80	
26,42		WDeformationBleibendQuerquer [Nm] = WDeformationKompression abzüglich WDefRestitutionsausk-Faktoru.WDefKomp		194,82	221,24	
176,48		Ausgangsenergie E'gesamt, +Deformationsarbeit Kfz (Schadensbild) [Nm]		316,56	493,03	493,03
<p>Für eine Übereinstimmung in der Energiebilanz - Eingangsenergie = Ausgangsenergie + Deformationsarbeit Kfz (Schadensbild) - ist zu beachten: Bei einem exakt linearen Vollstoß entsteht keine Rotation. Das heißt, falls sich ein <math>\omega'</math> ergibt, ist <math>V_{KollisionRelativ}</math> entsprechend um so viel zu vergrößern, dass die Energiebilanz stimmt. Oben, in der Impulsrechnung, wird das <math>\Delta v_{Kompression}</math> für einen exakt linearen Vollstoß gerechnet. Wenn kein solcher vorliegt, sondern ein Teilstoß, ist <math>V_{KollisionRelativ}</math> um so viel zu vergrößern, dass sich das <math>\Delta v_{Kompression}</math> des Vollstoßes ergibt. Oder der Weg ist umzudrehen. Nämlich, <math>\Delta v_{Kompression}</math> zu verkleinern, was aber auch ein kleineres <math>\omega'</math> ergibt (siehe mein Seminarbeispiel 1). Falls <math>\omega_0</math> ungleich 0 ist, ist bei der Berechnung von <math>\Delta \omega</math> auf das entsprechende Vorzeichen zu achten.</p>						
<p>Dieses Berechnungsprogramm - P10 - Dellenberechnung - darf nur in Zusammenhang mit meinem Berechnungssystem "Berechnung der Deformation an Fahrzeugen" verwendet werden. Eine Kontrolle über dieses Berechnungssystem ist unbedingt erforderlich!</p>						
Rechen - Ergebnis <i>keine Eingabe!</i>	Wert - Eingabe	P10 - Dellenberechnung <i>Kfz - Unfall</i>		Wert - Eingabe	Rechen - Ergebnis	Rechen - Ergebnis
	Kfz 1	Kfz 1 <---- Dellenverursacher		Dellenverursacher	<i>keine Eingabe!</i>	<i>keine Eingabe!</i>
	Kfz	Kfz		Container	im System Stahl	im System Alu
		m-Masse [kg]		190,0000		
		m-Masse mit $I_{a(x-x)}$ gerechnet aus $V_{KollisionRelativ}$ mit D128 [kg]			0,025	0,025
		m-Masse mit $I_p$ polar gerechnet aus $V_{KollisionRelativ}$ mit D128 [kg]			0,150	0,150
		$V_{KollisionRelativ}$ [m/s]		2,700		
		$V_{KollisionRelativ}$ mit $I_{a(x-x)}$ gerechnet aus m-Masse mit D125 [m/s]			0,031	0,031
		$V_{KollisionRelativ}$ mit $I_p$ polar gerechnet aus m-Masse mit D125 [m/s]			0,076	0,076
		k-Faktor für die Deformationstiefe		0,000	<i>Mit dem System <math>I_p</math> polar gerechnet ist richtiger.</i>	
	0,50	Blechdicke t [mm]				
	450,00	Durchbiegungsbreite - Dellenbreite l [mm]				
	250,00	Höhe der Durchbiegung - Dellenhöhe h [mm]				
	20,00	maximale bleibende Dellentiefe (Durchbiegungstiefe) $y_m$ [mm]				
	20,000	maximale dynamische Dellentiefe (Durchbiegungstiefe) $y_{dyn-m}$ [mm]				

	0,08333	Faktor n für $I_a$ ( $1/12 = 0,08333$ )			
	0,001111111111	Faktor n für $I_{pSchwerpunkt}$ : $h/b = t/l$			
	0,000000000000	Faktor n für $I_{pSchwerpunkt}$ ( $< 0,14$ ? Wert dzt. offen)			
4,6875		Flächenträgheitsmoment $I_{a(x-x)}$ - axial, bezogen auf l (Dellenbreite l) [mm <sup>4</sup> ]			
2,6042		Flächenträgheitsmoment $I_{a(z-z)}$ - axial, bezogen auf h (Dellenhöhe h) [mm <sup>4</sup> ]			
7,2917		Flächenträgheitsmoment $I_p$ polar = $I_{a(x-x)axial} + I_{a(z-z)axial}$ [mm <sup>4</sup> ]			
0,0000		Flächenträgheitsmoment $I_{pSchwerpunkt}$ polar, bezogen auf den Schwerpunkt [mm <sup>4</sup> ]-nicht verwendet			
	0,01302083	Faktor $x_1$ für $y_m$ ( $5 * 1/384 = 1/76,8$ )			
20,00		maximale dynamische Dellentiefe (Durchbiegungstiefe) $y_{dyn-m}$ [mm]			
	210000,0	Elastizitätsmodul E Blech St-13/St-14: 210.000 [N/mm <sup>2</sup> ] Alu-6009: 70.000 N/mm <sup>2</sup> - alle Werte für gerades Blech!		<i>Der E-Modul ist unabhängig von der Blechdicke (siehe Dubbel I, 11. Auflage, Seite 563 + 564).</i>	
0,0368724		verteilte Last q mit $I_a$ gerechnet [N/mm]			
0,1567347		verteilte Last q mit $I_p$ polar gerechnet [N/mm]			
9,22		Gesamtkraft F mit $I_a$ gerechnet (= $F_{max}$ ) [N]			
54,8571		Gesamtkraft F mit $I_p$ polar gerechnet (= $F_{max}$ ) [N]			
0,0922		Deformationsarbeit Kompression mit F aus q mit $I_a$ als $F_m = F/2$ gerechnet (stetig ansteigende Kraft - System Stahl) [Nm]			
0,0922		Deformationsarbeit Kompression mit F aus q mit $I_a$ als $F_m = F/2$ gerechnet (stetig ansteigende Kraft - System Alu) [Nm]			
0,5486		Deformationsarbeit Kompression mit F aus q mit $I_p$ polar als $F_m = F/2$ gerechnet (stetig ansteigende Kraft - System Stahl) [Nm]			
0,5486		Deformationsarbeit Kompression mit F aus q mit $I_p$ polar als $F_m = F/2$ gerechnet (stetig ansteigende Kraft - System Alu) [Nm]			
Rechen - Ergebnis <i>keine Eingabe!</i>	Wert - Eingabe	P10 - Dellenberechnung		Rechen - Ergebnis <i>keine Eingabe!</i>	Rechen - Ergebnis <i>keine Eingabe!</i>
		<i>Kfz - Unfall</i>			
	Kfz 1	Kfz 1 <---- Dellenverursacher			
	Kfz	Kfz		im System Stahl	im System Alu
		m-Masse [kg]			
		m-Masse mit $I_{a(x-x)}$ gerechnet aus $V_{KollisionRelativ}$ mit D164 [kg]		14,222	14,222
		m-Masse mit $I_p$ polar gerechnet aus $V_{KollisionRelativ}$ mit D164 [kg]		8,062	8,062
		$V_{KollisionRelativ}$ [m/s]		2,700	
		$V_{KollisionRelativ}$ mit $I_{a(x-x)}$ gerechnet aus m-Masse mit D161 [m/s]		0,739	0,739
		$V_{KollisionRelativ}$ mit $I_p$ polar gerechnet aus m-Masse mit D161 [m/s]		0,556	0,556
		k-Faktor für die Deformationstiefe		0,700	<i>Mit dem System <math>I_p</math> polar gerechnet ist richtiger.</i>
	0,75	Blechdicke t [mm]			
	250,00	Durchbiegungsbreite - Dellenbreite l [mm]			

	450,00	Höhe der Durchbiegung - Dellenhöhe h [mm]			
	20,00	maximale bleibende Dellentiefe (Durchbiegungstiefe) $y_m$ [mm]			
	66,667	maximale dynamische Dellentiefe (Durchbiegungstiefe) $y_{dyn-m}$ [mm]			
	0,08333	Faktor n für $I_a$ ( $1/12 = 0,08333$ )			
	0,003000000000	Faktor n für $I_{pSchwerpunkt}$ : $h/b = t/l$			
	0,000000000000	Faktor n für $I_{pSchwerpunkt}$ ( $< 0,14$ ? Wert dzt. offen)			
	8,7891	Flächenträgheitsmoment $I_{a(x-x)}$ - axial, bezogen auf l (Dellenbreite l) [mm <sup>4</sup> ]			
	15,8203	Flächenträgheitsmoment $I_{a(z-z)}$ - axial, bezogen auf h (Dellenhöhe h) [mm <sup>4</sup> ]			
	24,6094	Flächenträgheitsmoment $I_p$ polar = $I_{a(x-x)axial} + I_{a(z-z)axial}$ [mm <sup>4</sup> ]			
	0,0000	Flächenträgheitsmoment $I_{pSchwerpunkt}$ polar, bezogen auf den Schwerpunkt [mm <sup>4</sup> ]-nicht verwendet			
	0,01302083	Faktor $x_1$ für $y_m$ ( $5 * 1/384 = 1/76,8$ )			
	66,67	maximale dynamische Dellentiefe (Durchbiegungstiefe) $y_{dyn-m}$ [mm]			
	300000,0	Elastizitätsmodul E Blech St-13/St-14: 210.000 [N/mm <sup>2</sup> ] Alu-6009: 70.000 N/mm <sup>2</sup> - alle Werte für gerades Blech!		Der E-Modul ist unabhängig von der Blechdicke (siehe Dubbel I, 11. Auflage, Seite 563 + 564).	
	3,4560000	verteilte Last q mit $I_a$ gerechnet [N/mm]			
	2,5189504	verteilte Last q mit $I_p$ polar gerechnet [N/mm]			
	1555,20	Gesamtkraft F mit $I_a$ gerechnet (= $F_{max}$ ) [N]			
	881,6327	Gesamtkraft F mit $I_p$ polar gerechnet (= $F_{max}$ ) [N]			
	51,8400	Deformationsarbeit Kompression mit F aus q mit $I_a$ als $F_m = F/2$ gerechnet (stetig ansteigende Kraft - System Stahl) [Nm]			
	51,8400	Deformationsarbeit Kompression mit F aus q mit $I_a$ als $F_m = F/2$ gerechnet (stetig ansteigende Kraft - System Alu) [Nm]			
	29,3878	Deformationsarbeit Kompression mit F aus q mit $I_p$ polar als $F_m = F/2$ gerechnet (stetig ansteigende Kraft - System Stahl) [Nm]			
	29,3878	Deformationsarbeit Kompression mit F aus q mit $I_p$ polar als $F_m = F/2$ gerechnet (stetig ansteigende Kraft - System Alu) [Nm]			

System Ing. W. Huber	Stand: 15.02.2008	
© Copyright. Alle Rechte vorbehalten.		
1 m/s = ^ 3,6 km/h		
<p>Auto 80/90 ① 0</p> <p>1. Juni 1979 - Achtung Koll. Position - von anderer Vorklasse - auch Seitenkollisions - aus Sichtenerreichbar. - Aufstellung III</p> <p>Achtung III</p> <p>Quelle - Koll. Position</p> <p>Verkehrswelt</p> <p>Front/Schleife</p> <p>h = 0 - geht ca. bei Vorklasse kommt auch zu Schaden bei Front/Schleife auch bei 2/3 umstürzen - auch bei Koll. Positionen - schon durch andere Kfz in entlastend. Vork. sind in gleicher Richtung sein.</p> <p>starre Barriere gegen Hoch. VW Passat Limousine-Variant. Versuche VW Werk, Brief 1993.</p>	<p>Die von Olsson festgestellten Abhängigkeiten für k hat im Bereich 20 km/h ≤ v rel. ≤ 70 km/h darstellbar.</p> <p><math>k = 0,27 \cdot v</math></p> <p>Die Vorklasse - Klasse unterer aus Langsamfahrern: gemessen an (Daxton Polster) mechanischer Zeiger nicht mehr gültig - nicht übertragbar. neuere Messungen an europ. - Japan. Modelle. ab 40 km/h off k = 0,1. gut bedient</p>	

**Energiebetrachtung:**

$ET1 + ET2 + ER1 + ER2 = ET1' + ET2' + ER1' + ER2' + WDef1 \text{ Bleibend Quer quer} + WDef2 \text{ Bleibend Quer quer} \text{ [Nm]} \text{ (3)}$

$Eges = E'ges + WKompr ges - \Delta EResti ges \text{ [Nm]} \text{ (3a)}$

**Die Energieänderung erfolgt nicht zeitlos:**

$Eges = E'ges \text{ (ohne WRäder \{Reifen\} in Kollisionsphase, bei E'Trans nicht dabei)} + (WDef \text{ Kompression ges incl. WFederKomprges -- dieses WDef incl. [WReibung der Kfz's aneinander bei stark schleifendem Stoß + WRäder \{Reifen\} in Kollisionsphase + WWärme Kompr aus Deformation ges + WWärme aus Reibung der Kollisionspartner zueinander ges + Wdiverses \{z.B.: Reibungsarbeit am Baum, Hubarbeit\}}) - (WDef Resti ges incl. WFeder Resti ges + WWärme Resti aus Rückverformung ges) \text{ [Nm]} \text{ (3b)}$

$\Delta EK_{Kompression} = WDef_{Kompression} = m/2 \cdot \Delta v^2(0) = \text{Kompression} = 1/2 \cdot C' \cdot d^2 \text{ [Nm]} \text{ (6)}$

$\Delta EK_{Kompression} = WDef_{Kompression} = m/2 \cdot \Delta v^2(0) = \text{Kompression} = F' \cdot d \text{ (im F-Zahl-System) [Nm]} \text{ (6/1)}$