

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Bauelemente zur Reduzierung  
von Stoßwirkungen  
Stoßreduzierelemente

VDI 2061

Modular elements for reduction  
of shock effects  
Shock reducing elements

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.



Inhalt	Seite
Vorbemerkung . . . . .	3
Einleitung . . . . .	3
<b>1 Begriffe . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Formelzeichen . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>3 Zielsetzungen . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>4 Möglichkeiten zur Reduzierung von Stoßwirkungen . . . . .</b>	<b>8</b>
4.1 Physikalische Prinzipien . . . . .	8
4.2 Mögliche Kennlinien für Kräfte sowie Verzögerungen in Abhängigkeit vom Verzögerungsweg . . . . .	9
<b>5 Auslegung . . . . .</b>	<b>11</b>
5.1 Übersicht . . . . .	11
5.2 Berechnung der Aufprallenergie . . . . .	12
5.3 Formeln zur Berechnung der Zielgrößen . . . . .	15
5.3.1 Allgemeine Formeln für linear wirkendes Stoßreduzierelement . . . . .	15
5.3.2 Berücksichtigung des Einflusses nichtlinear wirkender Stoßreduzierelemente . . . . .	16
5.3.3 Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwertes . . . . .	16
5.3.4 Formeln für die praktische Auslegung von Stoßreduzierelementen . . . . .	17
5.4 Beispiele zur Ermittlung der Aufprallenergie . . . . .	18
5.4.1 Masse ohne Antriebsenergie . . . . .	18
5.4.2 Masse mit Antriebsenergie . . . . .	19

Contents	Page
Preliminary note . . . . .	3
Introduction . . . . .	3
<b>1 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Symbols . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>3 Objectives . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>4 Possibilities for the reduction of shocks . . . . .</b>	<b>8</b>
4.1 Physical principles . . . . .	8
4.2 Possible characteristics for forces, as well as deceleration, dependent on the deceleration stroke . . . . .	9
<b>5 Layout . . . . .</b>	<b>11</b>
5.1 Overview . . . . .	11
5.2 Calculation of the impact energy . . . . .	12
5.3 Formulae for the calculation of the target variables . . . . .	15
5.3.1 General formulae for a linear acting shock reducing element . . . . .	15
5.3.2 Consideration of the influence of non-linear acting shock reducing elements . . . . .	16
5.3.3 Consideration of a safety coefficient . . . . .	16
5.3.4 Formulae for the practical layout of shock reducing elements . . . . .	17
5.4 Examples for the determination of the impact energy . . . . .	18
5.4.1 Mass without propelling energy . . . . .	18
5.4.2 Mass with propelling energy . . . . .	19

VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb

Frühere Ausgabe: 01/06 Entwurf, deutsch  
Former edition: 01/06 Draft, in German only

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2007

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

	Seite		Page
5.5 Rechnerische Überprüfung der Auswirkungen von Abweichungen der Aufprallgeschwindigkeit, der Aufprallmasse und der Antriebskraft für ein projektiertes Stoßreduzierelement . . . . .	21	5.5 Arithmetical verification of the effects of deviations of the impact velocity, the impact mass and the propelling force for a projected shock reducing element . . . . .	21
5.5.1 Übersicht . . . . .	21	5.5.1 Overview . . . . .	21
5.5.2 Veränderung der Aufprallgeschwindigkeit $v_a$ . . . . .	21	5.5.2 Change of the impact velocity $v_a$ . . . . .	21
5.5.3 Veränderung der Aufprallmasse $m_a$ . . . . .	22	5.5.3 Change of the impact mass $m_a$ . . . . .	22
5.5.4 Veränderung der Antriebskraft $F_a$ . . . . .	22	5.5.4 Change of the propelling force $F_a$ . . . . .	22
<b>6 Technische Realisierung und Anwendungen</b> . . . . .	<b>22</b>	<b>6 Technical realization and applications</b> . . . . .	<b>22</b>
6.1 Allgemeine Hinweise . . . . .	22	6.1 General references . . . . .	22
6.2 Reibungspuffer (Reibbremse). . . . .	23	6.2 Friction buffer (friction brake) . . . . .	23
6.3 Stahlfeder, Reibungsfeder. . . . .	24	6.3 Steel spring, friction spring. . . . .	24
6.4 Rotationspuffer (Rotationsbremse) . . . . .	24	6.4 Rotation buffer (rotary brake) . . . . .	24
6.5 Hydraulikpuffer als Sicherheitselement (Notfallpuffer) . . . . .	24	6.5 Hydraulic buffer as a safety member (emergency buffer) . . . . .	24
6.6 Hydraulikpuffer als selbsteinstellender Industriestoßdämpfer (für Dauerbetrieb) . . . . .	26	6.6 Hydraulic buffer as a self-compensating industrial shock absorber (for continuous operation) . . . . .	26
6.7 Plastisch verformbares Element, Crashbox . . . . .	28	6.7 Plastically deformable element, crash box . . . . .	28
6.8 Pralldämpfer (kombinierter Gas-/Hydraulikpuffer + Crashbox) . . . . .	30	6.8 Impact damper (combined gas/hydraulic buffer + crash box). . . . .	30
6.9 Strukturdämpfer. . . . .	32	6.9 Profile damper . . . . .	32
6.10 Elastomerpuffer. . . . .	33	6.10 Elastomer buffer . . . . .	33
6.11 Luftpuffer . . . . .	33	6.11 Air buffer . . . . .	33
<b>7 Experimentelle Überprüfung von Kennlinien (Zielgrößen) eines dimensionierten Stoßreduzierelements</b> . . . . .	<b>35</b>	<b>7 Experimental verification of characteristic plots (target variables) of a dimensioned shock reducing element.</b> . . . . .	<b>35</b>
7.1 Übersicht . . . . .	35	7.1 Overview . . . . .	35
7.2 Prüfeinrichtung für vertikalen Aufprall (Fallprüfstand) . . . . .	36	7.2 Test equipment for vertical impact (fall-test stand) . . . . .	36
7.3 Prüfeinrichtungen für horizontalen Aufprall. . . . .	36	7.3 Test equipment for horizontal impact . . . . .	36
7.3.1 Prüfeinrichtung mit mechanischem Antrieb. . . . .	36	7.3.1 Test equipment with mechanical drive . . . . .	36
7.3.2 Prüfeinrichtung mit schiefer Ebene . . . . .	36	7.3.2 Test equipment with inclined plane . . . . .	36
7.3.3 Prüfeinrichtung (Masse gegen Masse) . . . . .	36	7.3.3 Test equipment (mass against mass) . . . . .	36
7.3.4 Prüfeinrichtung mit Einfachpendel . . . . .	37	7.3.4 Test equipment with single pendulum . . . . .	37
7.3.5 Prüfeinrichtung mit Doppelpendel . . . . .	37	7.3.5 Test equipment with double pendulum . . . . .	37
Schrifttum . . . . .	37	Bibliography . . . . .	37
<b>Anhang</b>		<b>Annex</b>	
A1 Erläuterung hydraulischer Strömungsverluste . . . . .	38	A1 Explanation of hydraulic flow losses . . . . .	38
A2 Einfluss der Veränderungen von Masse und Aufprallgeschwindigkeit auf Puffer mit über dem Hub verteilten Drosselbohrungen . . . . .	40	A2 Influence of the changes of mass and impact velocity on buffers and dimensions with throttling orifices distributed over the stroke . . . . .	40