

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Dipl.-Ing. André G. Zander,
Halberstadt

Nr. 560

Alternative Sensierungskonzepte zur Seitencrash- Erkennung

HLuHB Darmstadt



15758295



**FACHGEBIET
KRAFTFAHRZEUGE**

Inhaltsverzeichnis

<i>Abkürzungen</i>	<i>IX</i>
<i>Formelzeichen</i>	<i>XI</i>
<i>Kurzfassung</i>	<i>XIV</i>
1. Einleitung und Motivation	1
2. Fahrzeugsicherheit	5
2.1 Geschichtlicher Abriß zur Thematik Fahrzeugsicherheit	5
2.2 Grundlagen der Fahrzeugsicherheitstechnik	8
2.2.1 Verkehrssicherheit	8
2.2.2 Fahrzeugsicherheit	9
2.2.3 Passive Fahrzeugsicherheit	10
2.2.4 Innere Fahrzeugsicherheit	10
2.2.5 Insassenrückhaltesysteme	11
2.3 Unfallforschung bzw. -statistik	12
2.4 Vorschriften zur Auslegung der sicherheitstechnischen Komponenten von Kraftfahrzeugen	13
3. Seitencrash	15
3.1 Bedeutung des Seitencrashes im realen Unfallgeschehen	15
3.2 Herleitung der Anforderungen an den Seitenaufprallschutz mittels eines einfachen kinematischen Modells	18
3.3 Maßnahmen zur Erhöhung des Seitenaufprallschutzes	20
3.3.1 Frontstruktur des stoßenden Fahrzeugs	20
3.3.2 Seitenstruktur des gestoßenen Fahrzeugs	21
3.3.3 Insassenrückhaltesysteme für den Seitenaufprallschutz	21
3.4 Aufbau der passiven Insassenrückhaltesysteme für den Seitenaufprallschutz	23
3.5 Festlegung der Auslösezeit-Anforderungen von passiven Insassenrückhaltesystemen für den Seitenaufprallschutz	24
3.5.1 Festlegung des optimalen Auslösezeitpunkts von Seiten- und Kopfairbags	24
3.5.2 Festlegung des optimalen Auslösezeitpunkts von elektrischen Gurtstraffern	30

3.5.3	Auslösezeitanforderung für den neuen IIHS-Seitencrashversuch	31
4.	Seitencrash-Erkennungssysteme	33
4.1	Allgemeine Einführung	33
4.2	Frontcrash-Erkennungssysteme	33
4.2.1	Dezentrale Frontcrash-Erkennungssysteme	34
4.2.2	Zentrale Frontcrash-Erkennungssysteme	34
4.2.3	Quasi-Dezentrale Frontcrash-Erkennungssysteme	35
4.3	Seitencrash-Erkennungssysteme	37
4.3.1	Dezentrale Seitencrash-Erkennungssysteme	38
4.3.2	Zentrale Seitencrash-Erkennungssysteme	40
4.3.3	Quasi-Dezentrale Seitencrash-Erkennungssysteme	40
4.3.4	Safing-Konzepte für Seitencrash-Erkennungssysteme	41
4.4	Verwendete Satellitensensoren für Seitencrash-Erkennungssysteme	42
4.4.1	Mikromechanische Beschleunigungsaufnehmer	42
4.4.2	Luftdrucksensoren	45
4.5	Signalverarbeitung in Crash-Erkennungssystemen	46
4.5.1	Allgemeiner Überblick zur Signalverarbeitungskette	46
4.5.2	Allgemeine Erläuterung zu Seitencrash-Erkennungsalgorithmen	47
4.5.2.1	Überprüfung der Auslösebedingung mittels statischer Schwellenwerte	49
4.5.2.2	Überprüfung der Auslösebedingung mittels dynamischer Schwellenwerte	49
4.6	Anpassung von Crash-Erkennungssystemen an die Erfordernisse eines speziellen Fahrzeugmodells	50
4.6.1	Entwurf von Crash-Erkennungssystemen	50
4.6.2	Datenaufnahme, Applikation und Freigabe von Crash-Erkennungssystemen	51
4.6.3	Versuchumfänge zur Auslegung von Crash-Erkennungssystemen	51
5.	Alternativer Satellitensensor für Seitencrash-Erkennungssysteme	54
5.1	Einleitung und Problemstellung	54
5.2	Allgemeines zur Piezoelektrizität	56
5.3	Polarisierte PVDF-Folien	57
5.3.1	Polyvinylidenfluorid (PVDF)	58
5.3.2	Eigenschaften und Herstellung von polarisierten PVDF-Folien	59

5.3.2.1	Molekulare Struktur des PVDF-Polymer vor der Verarbeitung zu Folien	59
5.3.2.2	Extrudieren des PVDF-Polymer und mechanisches Verstrecken	60
5.3.2.3	Polarisieren von PVDF-Folien	61
5.3.2.4	Einfluß der Materialeigenschaften und der Polungsbedingungen auf die Polarisation	62
5.3.2.5	Kontaktieren der PVDF-Folien mit Elektrodenmaterial	63
5.3.2.6	Elektrisches Ersatzschaltbild von PVDF-Folien	63
5.4	Mathematisch physikalische Herleitung des piezoelektrischen Effektes	64
5.4.1	Vereinbarungen bezüglich Nomenklatur bei richtungsabhängigen Größen	64
5.4.1.1	Tensor- und Voigt'sche Notation	64
5.4.1.2	Probengeometrie	65
5.4.2	Mathematisch-physikalische Betrachtung des Piezoeffektes	66
5.5	Piezoelektrische Kenngrößen der verwendeten PVDF-Folie	68
5.5.1	Herstellerangaben zu den Kenngrößen der verwendeten PVDF-Folie	68
5.5.2	Bestimmung der piezoelektrischen Koeffizienten d_{3j}	69
5.5.3	Bestimmung des Polarisationsprofils	70
5.5.4	Thermische Stabilität der piezoelektrischen Eigenschaften	72
5.5.5	Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit G_f und Kapazität C_f	75
5.6	Piezoelektrischer Dehnungssensor auf Basis von PVDF-Folien	77
5.6.1	Aufgabe des Dehnungssensors	77
5.6.2	Beschreibung des Sensoraufbaus	77
5.7	Untersuchung des dynamischen Übertragungsverhalten des piezoelektrischen Dehnungssensors	82
5.7.1	Zielsetzung der Untersuchung	82
5.7.2	Versuchsaufbau	82
5.7.3	Versuchsdurchführung	86
5.7.4	Diskussion der Versuchsergebnisse	86
6.	Vergleich unterschiedlicher Seitencrash-Erkennungssysteme	91
6.1	Definition der Sensorpositionen und Beschreibung der Instrumentierung	91
6.2	Auswahl des Versuchsprogramms	94
6.3	Anforderungen an die Crasherkenntniszeiten für die durchgeführten Fahrzeugcrashversuche	97

6.4	Vergleich der Rohdaten von ausgewählten Sensorarten und -positionen	100
6.4.1	Diskussion der Rohdaten von Beschleunigungsaufnehmern	100
6.4.1.1	Rohdaten von im Aufprallbereich angebrachten Beschleunigungsaufnehmern	101
6.4.1.2	Rohdaten von an der Bodengruppe angebrachten Beschleunigungsaufnehmern	101
6.4.2	Diskussion der Rohdaten von Dehnungssensoren	102
6.4.3	Diskussion der Rohdaten von Luftdrucksensoren	103
6.4.4	Zusammenstellung der Ergebnisse für die Sensorarten und -positionen	104
6.5	Vergleich der Leistungsfähigkeit von Seitencrash-Erkennungssystemen	113
6.5.1	Erstellung von Seitencrash-Erkennungsalgorithmus-Applikationen für ausgewählte Sensorenarten und -positionen	113
6.5.2	Zuordnung der Sensoren bzw. Sensorpaare zu den Seitenairbagsystemen	116
6.5.3	Kombination ausgewählter Sensoren bzw. Sensorpaaren zu Seitencrash-Erkennungssystemen	117
6.5.4	Diskussion des Safing-Konzeptes	119
6.5.5	Seitencrash-Erkennungssysteme zur Erfüllung der Auslösezeit-Anforderungen von Seitenschutzsystemen bestehend aus Pelvis/Thorax-Seitenairbags vorn	122
6.5.6	Seitencrash-Erkennungssysteme zur Erfüllung der Auslösezeit-Anforderungen von Seitenschutzsystemen bestehend aus Pelvis/Thorax-Seitenairbags vorn, Kopfairbags sowie Pelvis/Thorax-Seitenairbags hinten	125
6.6	Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchung unterschiedlicher Seitencrash-Erkennungssysteme	127
7.	Zusammenfassung	132
8.	Ausblick	134
<i>Anhang A</i>		<i>136</i>
<i>Anhang B</i>		<i>137</i>
<i>Anhang C</i>		<i>154</i>
<i>Anhang D</i>		<i>155</i>
<i>Literaturverzeichnis</i>		<i>164</i>