

Fachbereich 2

Ingenieurwissenschaften II

Studiengang Fahrzeugtechnik



Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Integration von Rückhaltesystemen in historische Fahrzeuge

Bachelorarbeit

Remon Hirsekorn

April 2012

Fachbereich 2

Ingenieurwissenschaften II

Studiengang Fahrzeugtechnik



Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Integration von Rückhaltesystemen in historische Fahrzeuge

Bachelorarbeit

erstellt von: Remon Hirsekorn, 524182

Erstprüfer: Prof. Dipl.-Ing. Hanns-L. Rodewald

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Roland Kayser

Beginn: 30.01.2012

Abgabe: 10.04.2012

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit ohne unerlaubte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die inhaltlich oder wörtlich aus Veröffentlichungen stammen, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit lag in gleicher oder ähnlicher Weise noch keiner Prüfungsbehörde vor und wurde bisher nicht veröffentlicht.

Berlin, 02.04.2012

Remon Hirsekorn

Danksagung

Die vorliegende Bachelorarbeit wurde von mir im Zeitraum von Januar 2012 bis April 2012 erstellt. Nicht nur während der Bearbeitung dieser Thematik, sondern schon im Verlauf meines Studiums haben mich viele Menschen unterstützt. Dafür möchte ich mich bedanken.

Mein aufrichtiger Dank gilt meinem Betreuer Herrn Prof. Dipl.-Ing. Hanns-L. Rodewald und Herrn Dipl.-Ing. Roland Kayser, die mir die Bearbeitung dieses Themas ermöglichten. Die Gespräche und kritischen Auseinandersetzungen mit Ihnen und die Anregungen, die daraus hervorgingen, bilden einen großen Anteil an dieser Arbeit.

Besonderer Dank gilt schließlich meinem Vater, ohne dessen Verständnis und großzügige Unterstützung sowohl das Studium als auch diese Arbeit kaum möglich gewesen wäre.

Berlin, im April 2012

Remon Hirsekorn

Atelier Automobile GmbH
im Meilenwerk
Wiebestrasse 36-37
10553 Berlin



Tel.: +49 (0)30 33 77 83 62
Fax: +49 (0)30 33 77 83 74
info@atelier-automobile.de
www.atelier-automobile.de

Aufgabenstellung

Herr Remon Hirsekorn wird im Zeitraum vom 30.01.2012 bis 10.04.2012 durch Herrn Roland Kayser, als Betreuer und Zweitprüfer, während der Bearbeitung der Thematik begleitet.

Thema: Integration von Rückhaltesystemen in historische Fahrzeuge

Mit steigender Verkehrsdichte und dem Wissen, um die positiven Errungenschaften der passiven Fahrzeugsicherheit in relativ modernen Autos, hat sich auch das Bewusstsein vieler Oldtimerfahrer in Bezug auf die eigene Sicherheit und die der Mitfahrer geändert. Viele Fahrzeuge werden entweder auf Kundenwunsch oder im Zuge einer Restaurierung mit Dreipunkt-Automatik-Gurtsystemem ausgerüstet. Eine große Zahl von Fahrzeugen, die vor April 1970 in den Verkehr gebracht wurden, besitzen keine Rückhaltesysteme in Form von Sicherheitsgurten oder Airbags. Erst Anfang der Achtzigerjahre erreichte der Airbag seine Serienreife. Da sich eine Nachrüstung von Oldtimern mit Airbagsystemen schon auf Grund der Modellvielfalt, den technischen und optischen Gegebenheiten der Lenkrad-Konstruktionen und den Originalitätsansprüchen von Prüforganisationen oft als schwierig herausstellt, soll diese Art von Rückhaltesystem nicht vertiefend untersucht werden. Viele ältere Fahrzeuge sind schon durch den Hersteller mit geeigneten Verankerungspunkten für entsprechende Gurtsysteme ausgerüstet. Bei solchen Fahrzeugen werden – im Regelfall auf Kundenwunsch – passende Gurte an den jeweiligen Verankerungspunkten nachgerüstet. Jedoch gibt es auch historische Krafffahrzeuge, bei denen keine Verankerungen vorhanden sind. Solche

Punkte werden derzeit mit dem vorhandenen ingenieur-technischen Fachwissen individuell festgelegt und anschließend in die vorhandene Fahrzeug- bzw. Karosseriestruktur eingepasst. Im Rahmen dieser Arbeit sollen deshalb folgende Punkte näher ausgearbeitet werden:

- 1.) Ein Konzept zur Integration von Gurtverankerungspunkten und Sicherheitsgurten in historische PKW, unter Beachtung der gesetzlichen Ausgangslage für Sicherheitsgurte und Sicherheitsgurtverankerungspunkte.

- 2.) Abschätzung der Kraftaufnahmefähigkeit von verschiedenen Verankerungsvarianten, durch modellhafte Versuche an einer geeigneten Zugprüfmaschine.

Berlin, Januar 2012

Atelier Automobile GmbH

Inhalt

Eidesstattliche Erklärung	II
Danksagung	III
Aufgabenstellung.....	IV
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation.....	1
1.2 Aufbau der Bachelorarbeit	2
2 Fahrzeugsicherheit	3
2.1 Historischer Rückblick.....	3
2.2 Bereiche der Fahrzeugsicherheit	4
2.2.1 Unfallvorbeugung	5
2.2.2 Unfallfolgenmilderung.....	6
2.2.2.1 Selbstschutz	6
2.2.2.2 Wirkrichtung der Schutzmaßnahmen.....	7
2.3 Philosophie des Insassenschutzes	8
3 Insassenrückhaltesystem	9
3.1 Begriff Rückhaltesystem	9
3.2 Aktive und Passive Gurtsysteme.....	10
3.3 Sicherheitsgurt-Arten	11
3.3.1 Vergleich der unterschiedlichen Gurtarten	12
3.3.2 Das Dreipunkt-Automatik-Gurtsystem	13
3.3.3 Aufbau und Wirkungsweise	14
3.4 Vorschriften zur Lage von Sicherheitsgurt-Verankerungspunkten.....	16
4 Sicherheitsgurte in klassischen Fahrzeugen	20
4.1 Historie der Sicherheitsgurt-Ausrüstungspflicht	20
4.2 Sicherheitsgurt-Anlegepflicht nach § 21a StVO	22
4.3 Kinder-Rückhaltesysteme	23
5 Integration von Sicherheitsgurtsystemen in historische PKW	26
5.1 Zielsetzung	26
5.2 Optimaler Gurtverlauf.....	27

5.3 Konzept zur Nachrüstung von Sicherheitsgurten und	
Sicherheitsgurtverankerungen	28
5.3.1 Allgemeine Festlegungen	29
5.3.1.1 Gültigkeit.....	29
5.3.1.2 Gesetzliche Bestimmungen	29
5.3.1.3 Grundlegende Vereinbarungen.....	30
5.3.1.4 Dokumentation.....	31
5.3.1.5 Technische Abnahme.....	31
5.3.1.6 Verantwortung.....	32
5.3.1.7 Haftung	32
5.3.2 Analyse der Ausgangsbedingungen	32
5.3.2.1 Aufbauausprägung/Karosseriegrundform	32
5.3.2.2 Innenraumausstattung	39
5.3.3 Anforderungs- und Maßnahmenkatalog	39
5.3.3.1 Anforderungen an Sicherheitsgurte	40
5.3.3.2 Anordnung der Gurtsystemkomponenten	41
5.3.3.3 Auswahl der Gurtsystemkomponenten	43
5.3.3.4 Konditionierung der Sitzplätze	45
5.3.3.5 Lagebestimmung der Gurtverankerungen (Grundlagen)	48
5.3.3.6 Bestimmung der unteren Verankerungen	57
5.3.3.7 Bestimmung der oberen Verankerungen	59
5.3.3.8 Gestaltung der Verankerungspunkte	60
5.3.3.9 Hinweise zur Sicherheitsgurtmontage.....	63
5.3.4 Aufwandsanalyse	65
5.3.4.1 Zeitaufwand	65
5.3.4.2 Kostenaufwand	66
6 Festigkeitsprüfung an Gurtverankerungen	67
6.1 Versuchsziel.....	67
6.2 Versuchsprogramm.....	67
6.3 Versuchsfeld	68
6.3.1 Materialien und Zubehör	69
6.3.2 Versuchsaufbau/Versuchsanleitung	70
6.4 Versuchsergebnisse.....	71

6.5 Versuchsauswertung.....	75
7 Zusammenfassung und Ausblick	81
8 Literatur.....	83
9 Anhang	86
9.1 Abkürzungsverzeichnis	86
9.2 Abbildungsverzeichnis	87
9.3 Tabellenverzeichnis.....	89
9.4 Anlagen.....	90

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Schon kurz nach der Geburtsstunde des Automobils, die bereits mehr als ein Jahrhundert zurückliegt, stellten nicht nur dessen Konstrukteure fest, dass im Falle eines Unfalls häufig die Fahrzeuginsassen in Mitleidenschaft gezogen werden. Verletzungen bis hin zum Tod wurden als unvermeidlich hingenommen. Mit dieser Einsicht begannen die Fahrzeughersteller – bereits Anfang des letzten Jahrhunderts – sich mit den Folgen solcher Autounfälle auseinanderzusetzen. Sie entwickelten erste Ideen, mit denen sie schlimme Unfallfolgen für die Insassen abmildern konnten. Man „entschärfte“ die Lenksäule, die sich schon bei einem leichten Unfall wie ein Speer in den Fahrer bohrte und man konstruierte eine relativ steife Fahrgastzelle in Verbindung mit einer Knautschzone. Diese Konstruktionen bezogen sich jedoch mehr auf das Fahrzeug selbst und dessen Teile, als auf den direkten Schutz der Insassen beim Aufprall. Später wurden Sicherheitsgurte, Airbags und eine Vielzahl von elektronischen Hilfseinrichtungen eingesetzt. Bis heute werden zahlreiche Anstrengungen unternommen, um die Fahrzeugsicherheit weiter zu verbessern.

Die automobilen Verkehrslandschaft von heute ist vorwiegend von modernen Kraftfahrzeugen (KFZ) geprägt. Es gibt jedoch Verkehrsteilnehmer, die historische Automobile sowohl in ihrer Freizeit als auch im Alltag „bewegen“. Solche Oldtimer und zunehmend auch Youngtimer beleben das Straßenbild – im positiven Sinne – sehr. Viele dieser historischen Fahrzeuge bleiben unter dem Gesichtspunkt der Fahrzeugsicherheit, insbesondere dem der Insassensicherheit, hinter den Modernen zurück. Sie besitzen oft nur wenige wirksame sicherheitstechnische Einrichtungen, die zur aktiven und passiven Fahrzeugsicherheit beitragen. Sie sind aber bei weitem nicht so leistungsfähig, wie die moderner Autos.

Das Interesse von Fahrzeughaltern, deren Fahrzeuge keinerlei Rückhalteschutz bieten, ihre meist historischen Automobile durch qualifizierte Fachwerkstätten in puncto Insassensicherheit, durch den Einbau eines Sicherheitsgurtsystems verbessern zu lassen, ist hoch. Eine große Zahl von KFZ, die vor dem 1. April 1970 für den Straßenverkehr zugelassen wurden, verfügen jedoch nicht einmal

über Verankerungspunkte für Sicherheitsgurte. Außerdem gibt es keine konkreten Vorschriften zur Positionierung und Gestaltung von Sicherheitsgurtverankerungspunkten nachträglich integrierter Gurtsysteme. Diese Tatsachen waren Anlass sich eingehender mit dieser Thematik zu beschäftigen und gleichzeitig Grundgedanke dieser Arbeit.

1.2 Aufbau der Bachelorarbeit

Die Arbeit ist grundsätzlich in sieben Kapitel eingeteilt. Nach dem einleitenden Kapitel folgt das zweite Kapitel, indem erst ein Überblick über die historische Entwicklung der Fahrzeugsicherheit im Allgemeinen gegeben wird und die grundlegenden Bereiche der Fahrzeugsicherheit erklärt werden. In Kapitel drei und vier findet eine konkretisierende Überleitung von der Bedeutung des Insassenschutzes hin zu Sicherheitsgurt-Rückhaltesystemen statt, die auch in Oldtimern eingesetzt werden können. Außerdem sind aktuelle gesetzliche Forderungen zu möglichen Lagebereichen von unteren und oberen Sicherheitsgurtverankerungspunkten ausgearbeitet, die in das schwerpunktmäßig entwickelte Nachrüstkonzept einfließen. Des Weiteren wird der Leser über rechtliche Verpflichtungen von Oldtimerfahrern informiert, die Sicherheitsgurtausrüstungs- und Anlegepflichten betreffen, wobei auch die Mitnahme von Kindern im Oldtimer berücksichtigt ist. Das Kapitel fünf beinhaltet das Nachrüstkonzept für Sicherheitsgurte und deren Verankerungen mit allen wesentlichen Phasen, angefangen von Besonderheiten, die verschiedene Karosserieformen aufweisen bis hin zur Einschätzung der Nachrüstkosten. Im sechsten Kapitel werden Versuche ausgewertet, die an einer Zug-Prüfmaschine durchgeführt wurden, um die Kraftaufnahmefähigkeit verschiedenartig gestalteter Gurtverankerungskonstruktionen einzuschätzen. Im letzten Kapitel wird eine abschließende Zusammenfassung formuliert.

2 Fahrzeugsicherheit

2.1 Historischer Rückblick

„Die Erfindung des Rades führte zur ‚ununterbrochenen Fortbewegung‘. Bald wurden Pferde und Ochsen durch Maschinen ersetzt“ [1, S. 433]. Mit der Weiterentwicklung der Dampfmaschine 1769 durch James Watt wurde die Epoche der Industrialisierung eingeleitet. Im Fortlauf experimentierte man mit Dampfwagen – wie es Joseph Cugnot 1771 tat – und baute Dampfmaschinen in Fahrgestelle, um sich damit ohne Einsatz von Muskelkraft fort zu bewegen. Schließlich führte das Experimentieren mit Elektro- und Verbrennungsmotoren in Fahrzeugen zur Entwicklung des Patent-Motorwagens 1885 durch Carl Benz, den er 1886 zum Patent anmeldete. Dies gilt als Geburtsstunde des modernen Automobils.

Das Konzept der ersten Autos ähnelte stark dem von Pferdekutschen. Mit den immer schneller werdenden Autos, die mehr und mehr zu Gebrauchs-Automobilen wurden, entstand mit der Zeit ein geschlossener Innenraum. Er bot Sitzgelegenheit, Schutz vor Witterung und Windgeräuschen zugleich. Einen adäquaten Schutz im Falle eines Unfalls konnte er jedoch nicht bieten. Erst in den Zwanziger Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelten Ingenieure der Fahrzeugtechnik Ideen, mit denen sie die Fahrzeuginsassen im Falle eines Unfalls besser schützen konnten. Die sehr gefährliche starre Lenksäule wurde verletzungs-mindernd umkonstruiert. Autohersteller statteten ihre Fahrzeuge mit Lenkradaufprallflächen und gepolsterten Instrumententafeln aus. Der Fahrzeugboden und die Fahrzeugflanke wurden neu konzipiert, um die Insassen besser zu schützen. Das Konzept der definierten Knautschzonen in Verbindung mit einer hochfesten Fahrgastzelle, das der Ingenieur Béla Barényi 1952 patentieren ließ, bildet seither das Fundamentalprinzip der passiven Fahrzeugsicherheit [2, S. 30].

Problematisch blieben die Insassen, die bei einem Aufprall wie Puppen umher geschleudert wurden. Erst durch die Übernahme, der schon im Flugzeugbau eingesetzten Beckengurte in den Fahrzeugbau, konnte man diesem Problem erfolgreich begegnen [3]. Aus einfachen statischen Beckengurten wurden bald automatische Dreipunktgurte. Technologien wie Gurtstraffer und Gurtkraftbegrenzer kamen später zum Einsatz, um die Insassen beim Unfall fest auf dem Sitz zu

fixieren und die Gurtkräfte gleichzeitig so gering wie möglich zu halten. Ergänzt wurde dieses Rückhaltesystem durch Sicherheitskopfstützen. Detaillösungen wie Verbundscheiben, Sicherheitsschlösser, die sich auch nach einer Kollision öffnen lassen, oder automatisch ausfahrbare Überrollbügel in Cabriolets, ergänzten die Fahrzeugsicherheit weiter.

Als man schon dachte die Fahrzeugsicherheit sei annähernd ausgereizt, begann man 1967 bei Mercedes-Benz den Airbag praxistauglich weiter zu entwickeln. Verschiedene Airbagsysteme (Seitenairbag, Sitzairbag, Windowbag usw.) schützen heute die Insassen. Im Zusammenwirken mit einem Sicherheitsgurtsystem bilden sie in modernen Fahrzeugen ein nahezu optimales Insassenrückhaltessystem.

Mit dem Elektronikboom der Siebzigerjahre wurde immer mehr Wert auf die aktive Sicherheit gelegt. Das Antiblockiersystem (ABS) und das elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) wurden entwickelt, um kritische Fahrzustände zu registrieren, auszuwerten und automatisch Gegenmaßnahmen einzuleiten. In heutigen Fahrzeugen werden nicht nur Fahr- und Betriebszustände des Autos durch umfangreiche Sensorik überwacht, sondern auch der umgebende Verkehrsraum mittels Radar, Ultraschall oder Lasertechnik ausgewertet.

2.2 Bereiche der Fahrzeugsicherheit

Grundsätzlich unterscheidet man in der Fahrzeugsicherheit zwei Begriffe: „Unfallvorbeugende Sicherheit“ und „Unfallfolgenmildernde Sicherheit“. Die unfallvermeidenden Maßnahmen werden dem Bereich der umgangssprachlich genannten „*aktiven*“ Sicherheit und die unfallfolgenmildernden Maßnahmen der „*passiven*“ Sicherheit zugeordnet. Die Abbildung 2-1 verdeutlicht die Komplexität der gesamten Automobilsicherheit. Da eine einfache Unterscheidung in Unfallvorbeugung und Unfallfolgenmilderung nur ungenügend wäre, erfolgt eine Untersuchung der Unfallvorbeugenden Sicherheit nach den Aspekten Mensch, Fahrzeug und Umwelt. Die Unfallfolgenmildernde Sicherheit wird unter den Aspekten Selbstschutz, Partnerschutz und Insassenschutz betrachtet.

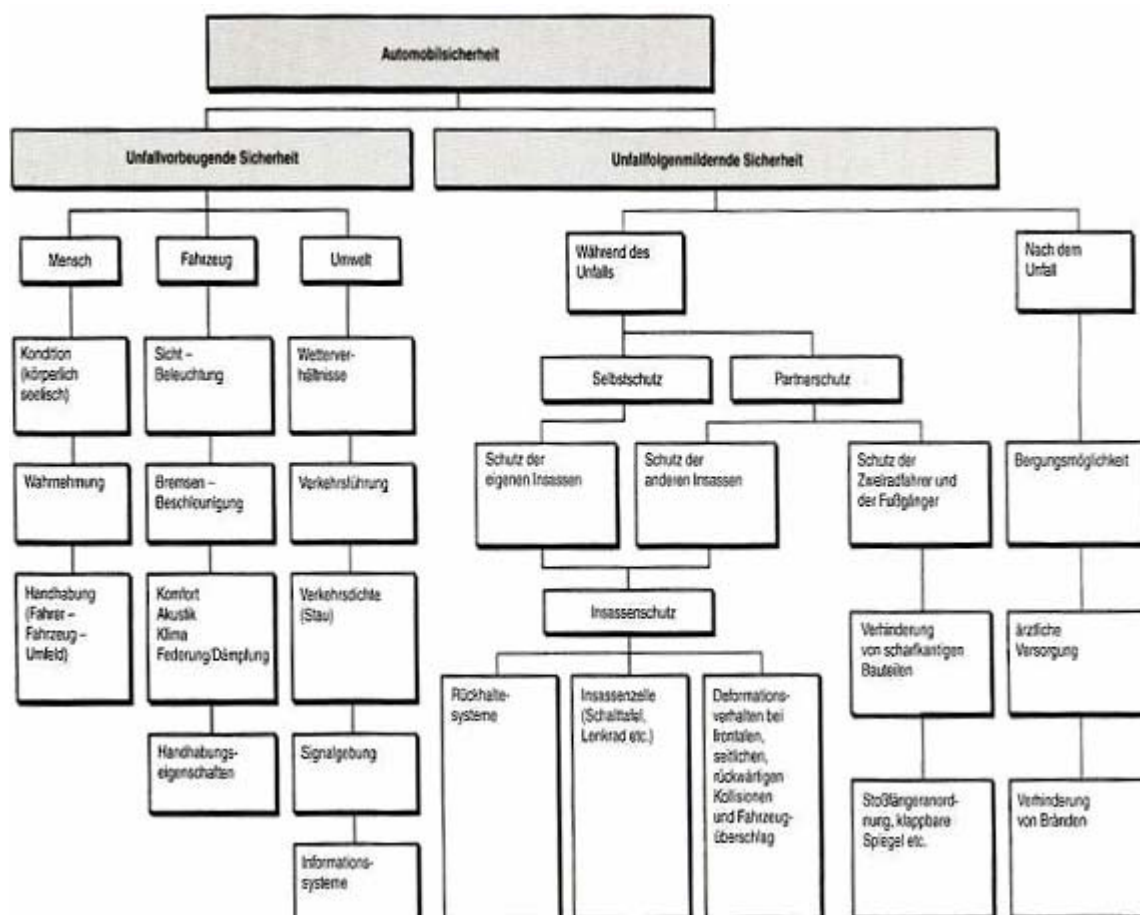


Abb. 2-1 Bereiche der Automobilsicherheit [1, S. 446]

Außerdem beschäftigen sich die Untersuchungen zur passiven Sicherheit auch mit Ereignissen, die die Bergungsmöglichkeiten von Insassen aus Fahrzeugen, die ärztliche Versorgung oder die Verhinderung von Bränden nach einem Unfall betreffen.

2.2.1 Unfallvorbeugung

Die Unfallvorbeugung (= Aktive Sicherheit) bezeichnet alle Maßnahmen, die dem Zweck dienen, Unfälle zu vermeiden. Auch die Verhaltensweise des Fahrzeugführers und ein „gutmütig-verzeihendes“ Verhalten des Fahrzeugs in kritischen Fahr-situationen werden der aktiven Sicherheit zugeschrieben. Umwelteinflüsse, das Informationsangebot für den Fahrer, die Straßenverhältnisse, die Verkehrssituation und selbstverständlich auch der technisch einwandfreie Zustand des Fahrzeugs sind Unfallvorbeugende Maßnahmen [4, S. 10].

2.2.2 Unfallfolgenmilderung

Die Unfallfolgenmilderung (= Passive Sicherheit) bezeichnet alle Maßnahmen, die dem Zweck dienen, Verletzungen zu vermeiden und die Unfallfolgen für alle in Unfälle verwickelte Personen – nicht nur Fahrzeuginsassen, sondern auch Fußgänger und Zweiradfahrer – zu minimieren. Die Maßnahmen zur Verbesserung der passiven Sicherheit lassen sich mit Hilfe der Abbildung 2-2 „zeitlich“ nach der „PreCrash-Phase“ (Unfall-Einleitungsphase) einordnen.

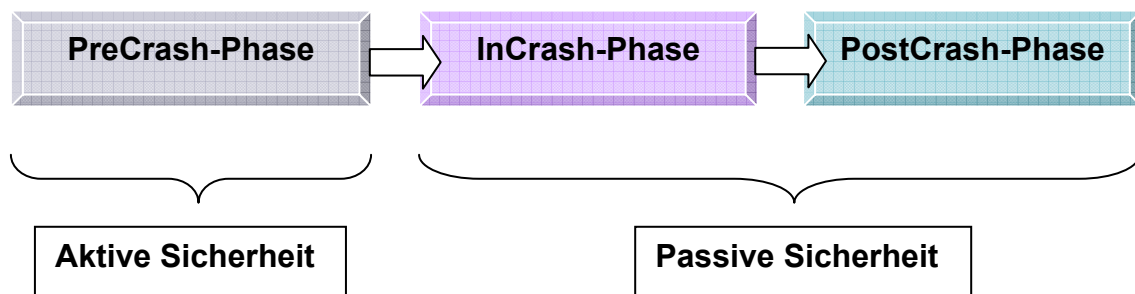


Abb. 2-2 Zeitlicher Ablauf des Unfallereignisses nach [5, S. 143]

Eine differenzierte Abgrenzung zwischen der PreCrash-Phase und der InCrash-Phase ist bei der Betrachtung von historischen Fahrzeugen noch möglich, weil bei ihnen – nicht wie bei moderneren Fahrzeugen – im Regelfall noch keine Sensorik vorhanden ist, die eine Unfallwahrscheinlichkeit oder eine definierte Unfallschwere detektiert, um sie dann in der InCrash-Phase zur Aktivierung geeigneter Schutzmaßnahmen zu verwenden [5, S. 143].

2.2.2.1 Selbstschutz

Alle Sicherheitsmaßnahmen und -einrichtungen, die dem eigenen Sicherheitsbedürfnis nützen, sind Teil des Selbstschutzes, also Teil der passiven Sicherheit. Die Abbildung 2-3 zeigt eine vereinfachte Übersicht mit dem Schwerpunkt Selbstschutz, zur Einteilung der passiven Fahrzeugsicherheit in Selbstschutz und Partnerschutz. In der Literatur ist in diesem Zusammenhang der Begriff Partnerschutz nur mäßig zutreffend, da im Falle einer Kollision von einer gegenseitigen „Partnerschaft“ keine Rede sein kann. Zutreffender ist die Bezeichnung: Kontrahentenschutz [5, S. 144].

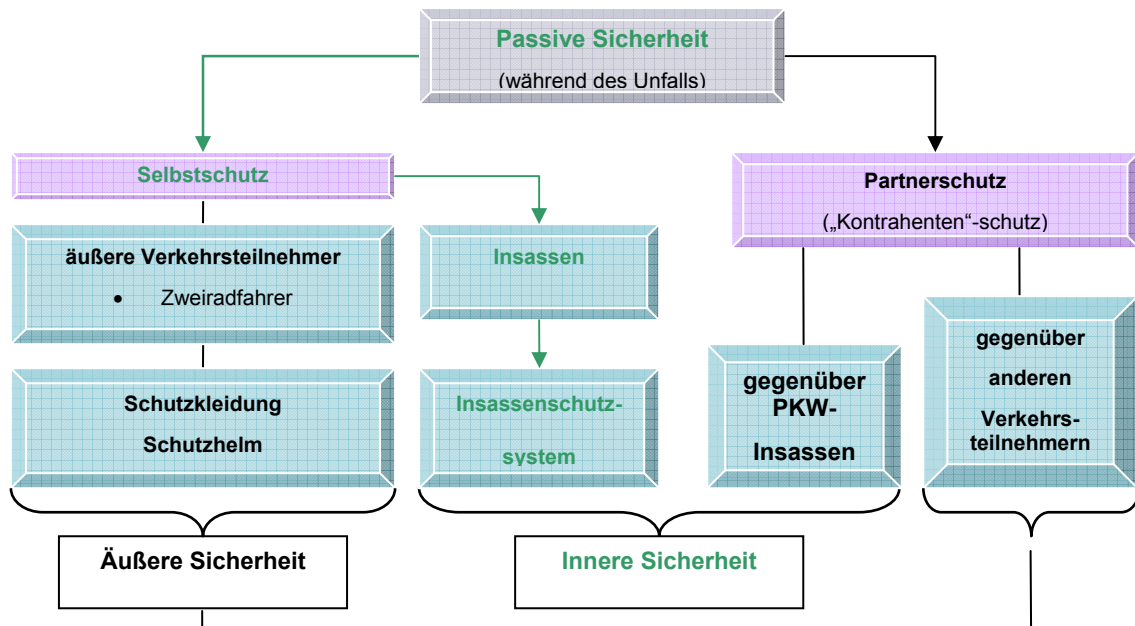


Abb. 2-3 Übersicht Passive Sicherheit mit Schwerpunkt Selbstschutz nach [5]

Diese Form der Darstellung wurde gewählt, weil der Fokus auf der inneren Sicherheit von historischen Personenkraftwagen (PKW) liegt, die mit einem Sicherheitsgurt-Rückhaltesystem ausgerüstet werden sollen. Danach ist ein Insassenschutzsystem auf die Insassen selbst ausgerichtet und unterstützt somit die Innere Sicherheit.

2.2.2.2 Wirkrichtung der Schutzmaßnahmen

Die Wirkrichtung von Schutzmaßnahmen kennzeichnet zum einen die äußere Sicherheit durch beispielsweise die Gestaltung der Fahrzeugaußenfläche, die Bauform oder das Deformationsverhalten der Kontaktstruktur des Fahrzeugs zum Schutz von Fußgängern; solche Maßnahmen wirken nach außen. Nach innen wirkende Schutzmaßnahmen sind der Airbag, die Polsterung und die Auslegung des Gurtsystems, das in dieser Arbeit thematisch ausführlicher behandelt wird.

2.3 Philosophie des Insassenschutzes

Der Insassenschutz ist eine Maßnahme zum Selbstschutz und versteht sich als Gesamtheit der im Kraftfahrzeug zur Verfügung stehenden Einrichtungen zur Gewährleistung der inneren Sicherheit. Die Umsetzung dieser Philosophie erfolgt auf verschiedene Weisen mit verschiedenen Mitteln und eröffnet zahlreiche Möglichkeiten. Ziel ist es, die Insassen im Falle eines Unfalls vor gravierenden Verletzungen zu schützen. Dazu gehört eine stabile Fahrgastzelle mit allseitig ausreichender Deformationszone ebenso wie der gesamte Fahrzeuginnenraum, der speziellen Anforderungen unterliegt. Fast jedes Teil, das sich im Bereich eines möglichen Aufschlag- oder Anprallpunktes von Fahrzeuginsassen befindet wird bei der heutigen Fahrzeugentwicklung entsprechend ausgelegt.

Schon länger nutzt man Verbund-Sicherheitsgläser, auf Grund geringer Splitterfähigkeit. Für den Seitenschutz speziell gestaltete Türinnenseiten, können dazu beitragen, Belastungen der Insassen während eines Seitenaufpralls zu minimieren. Bestimmte Teile des Fahrzeugs, zum Beispiel die Lenksäule oder die Pedalerie, dürfen nur definiert in den Innenraum eindringen. Kunststoffteile sollen nicht scharfkantig sein und dürfen nicht splintern. Selbst kleine Schalter und Bedienhebel werden in Konformität mit gesetzlichen Vorschriften entworfen. Sitze mit gutem Seitenhalt und integrierter Sitzrampe zusammen mit optimierten Gurtsystemen und Airbag-Lenkrädern sind – bezüglich Insassenschutz – von elementarer Bedeutung. Dem Gurtsystem selbst kommt dabei eine enorme Bedeutung zu. Nach der Einführung von Sicherheitsgurten in Personenwagen konnten schwere und schwerste Verletzungen sowie Unfälle mit Todesfolge drastisch reduziert werden.

Letztlich müssen, je nach Sicherheitsphilosophie, die verschiedenen Schutzmaßnahmen und daraus resultierenden Anforderungen zusammenwirken. Allein die Rückhaltewirkung von Gurt- und Airbagsystemen kann diese Aufgabe nicht erfüllen [5, S. 198]. Trotzdem übernimmt ein effektives Gurtsystem – zumindest bei einem Frontalaufprall – einen Großteil der Schutzwirkung, die auch in klassischen Fahrzeugen nicht fehlen sollte.

3 Insassenrückhaltesystem

3.1 Begriff Rückhaltesystem

Ein Rückhaltesystem beschreibt laut ECE Regelung Nr. 16 (ECE = *Economic Commission for Europe*): „Ein System für einen bestimmten Fahrzeugtyp oder einen vom Fahrzeughersteller angegebenen und vom Technischen Dienst anerkannten Typ, das aus einem Sitz und einem Gurt besteht, die mit geeigneten Mitteln am Fahrzeug befestigt werden, und außerdem alle Teile umfasst, die dazu dienen, bei einer abrupten Verzögerung des Fahrzeugs die Verletzungsgefahr für den Benutzer durch Einschränkung der Lageveränderung seines Körpers zu verringern“ [6].

Grundsätzlich erfüllt ein Rückhaltesystem in einem Kraftfahrzeug zwei Aufgaben. Im Vordergrund steht der Schutz der Insassen vor dem Zusammenprall mit Elementen des Fahrzeuginnenraums, wie Lenkrad und Armaturenbrett oder Bestandteilen der Fahrzeugstruktur, wie der Frontscheibe. Weiterhin wird mit Hilfe eines funktionierenden Rückhaltesystems der Fahrzeuginsasse, durch das Fixieren auf dem Fahrzeugsitz, vor zu großen Verzögerungen und deren Folgen während eines Unfalls geschützt. Außerdem gewährleistet es Schutz vor dem Herausschleudern aus dem Fahrzeug.

In Folge der oben genannten Definition sind auch der Airbag und die Kopfstütze Teil des Rückhaltesystems. Der Airbag schützt vor dem Zusammenprall mit Innenelementen, wie zum Beispiel dem Lenkrad. Er erhöht das Schutzpotential der angegurteten Fahrzeuginsassen aber nur dann, wenn sie richtig angeschnallt sind. Die Kopfstütze schützt vor dem Zurückschlagen des Kopfes und damit vor Überdehnung der Halswirbelsäule bei Frontal- oder Heckkollisionen. Die Funktionen von Airbag und Kopfstützen werden in den kommenden Betrachtungen nicht vertiefend spezifiziert, weil nur Sicherheitsgurte und Verankerungen, als Teil des Rückhaltesystems, nachgerüstet werden sollen.

3.2 Aktive und Passive Gurtsysteme

Für die entscheidende Rückhaltewirkung von Fahrzeuginsassen bei Frontalaufprallen sorgt, wie bereits in Abschnitt 2.3 erwähnt, der Sicherheitsgurt. Da das Anlegen von Sicherheitsgurten grundsätzlich auf zwei unterschiedliche Weisen geschehen kann, erfolgt die Einteilung in:

Aktive Gurtsysteme

Aktive Gurtsysteme werden eigenhändig durch den Insassen angelegt. So trägt er „aktiv“ zur Erhöhung der passiven Fahrzeugsicherung bei. In Europa wird dem Fahrzeugführer und den Insassen durch gesetzgeberische Maßnahmen ein hohes Maß an Verantwortung im Straßenverkehr auferlegt. Deshalb statten alle Fahrzeughersteller, die ihre Produkte auch auf dem europäischen Markt anbieten, mit diesem System aus. Das aktive Gurtsystem – in Dreipunkt-Ausführung – hat sich in nahezu allen Fahrzeugarten weltweit durchgesetzt. Die Abbildung 3-1 zeigt einen solchen Dreipunktgurt in statischer Bauweise.



Abb. 3-1 Aktives System [7]

Passive Gurtsysteme

Passive Gurtsysteme legen sich beispielsweise beim Schließen der Fahrzeugschleuse, selbsttätig am Insassenkörper an (oberer Verankerungspunkt ist an der hinteren Türzarge fixiert). Das Anlegen kann auch elektrisch gesteuert erfolgen. Die Positionierung des oberen Verankerungspunktes wird dann automatisch vorgenommen. Schließt der Fahrer die Fahrzeugschleuse wird der Verankerungspunkt über ein Schienensystem automatisch nach hinten, an den geometrisch optimalen Haltepunkt heran gefahren (Abb. 3-2). Wegen der aufwendigen Konstruktion konnten sich die passiven Gurtsysteme nicht durchsetzen.



Abb. 3-2 Passives System [8]

3.3 Sicherheitsgurt-Arten

Die verschiedenen Gurtsysteme werden je nach Anordnung unterschieden. Die Abbildung 3-3 zeigt verschiedene Arten der konstruktiven Gestaltung von Gurtsystemen und den geometrischen Verlauf der Gurtbänder.



Abb. 3-3 Verschiedene Sicherheitsgurt-Arten [5, S. 170]

Den Beckengurt findet heute nur noch selten Anwendung im PKW. Sein Anwendungsbereich beschränkt sich fast ausschließlich auf den Omnibusbau und Flugzeugbau. Eigentümer historischer Kraftfahrzeuge jedoch nutzen sie und die Schrägschultergurte – meist in Statikbauweise – noch immer in ihren Oldtimern. Das Dreipunktgurtsystem ist das weltweit meist verwendete Gurtsystem. Es ist eine Kombination aus Beckengurt und Schrägschultergurt und besitzt grundsätzlich drei Verankerungspunkte an der Fahrzeugstruktur. Dreipunktgurte gibt es in statischer und automatischer Bauweise. Statikgurte werden manuell an die jeweiligen Körpermaße angepasst. Automatikgurte besitzen einen Retraktor (Rückzieher, Aufroller), der sowohl den Beckengurtanteil, als auch den Schrägschultergurtanteil automatisch an den Insassenkörper anlegt. Die bei einer Nachrüstung in Oldtimern häufig eingesetzten Dreipunktgurtsysteme werden im Fortlauf dieser Arbeit eingehender beschrieben. Hosenträger-Gurte werden vorwiegend in Fahrzeugen mit erhöhten Sicherheitsanforderungen eingebaut. Rennfahrzeuge verfügen häufig über Vier-, Fünf- oder Sechspunkt-Hosenträger-Gurte.

Sonderbauformen, wie sie in der Darstellung 3-4 auf der nächsten Seite zu erkennen sind, werden vor allem auf dem nordamerikanischen Automobilmarkt angeboten.



Abb. 3-4 Sonderformen von Gurtsystemen [5, S. 170]

3.3.1 Vergleich der unterschiedlichen Gurtarten

Mit der Weiterentwicklung des Statikgurtes, der durch seine „Zwei-Hand-Bedienung“ das korrekte Anlegen relativ umständlich macht, zu einem automatischen Sicherheitsgurt, der eine „einhändige“ Bedienung ermöglicht, kristallisierte sich das Entwicklungspotential des Automatikgurtes zunehmend heraus. Die Bewertungstabelle 3-1 vergleicht verschiedene Gurtarten nach ausgesuchten Kriterien und verdeutlicht die Vorteile des Dreipunkt-Automatikgurtes gegenüber anderen Sicherheitsgurtarten. Voraussetzung für einen Vergleich ist ein korrekt angelegter Sicherheitsgurt.

Tab. 3-1 Bewertungstabelle Kraftfahrzeug-Sicherheitsgurte <wird fortgesetzt>

Gurtart \ Kriterien	2-Punkt-Statikgurt		2-Punkt Automatikgurt		3-Punkt Statikgurt	3-Punkt Automatikgurt	Mehrpunktgurt (Hosenträgergurt)
	Beckengurt	Schrägschultergurt	Beckengurt	Schrägschultergurt			
Körperanpassung (ohne manuelle Anpassung)	-	-	•	•	-	++	-
Tragekomfort	+	+	+	+	+	++	•
Minimierung „Submarining-Effekt“	+	-	+	-	+	+	++

++ sehr gut + gut • ausreichend - mangelhaft

Tab. 3-1 Bewertungstabelle Kraftfahrzeug-Sicherheitsgurte <Fortsetzung>

Schutzwirkung	●	–	●	–	+	+	++
Minimierung Wartungsaufwand/ Reinigungsauf- wand	●	●	●	●	●	++	+
Verhältnis Preis/Leistung	●	●	●	●	●	+	+
Eignung für Kinderrückhalte- systeme	+	–	+	–	●	+	–
++ sehr gut	+ gut	● ausreichend	– mangelhaft				

3.3.2 Das Dreipunkt-Automatik-Gurtsystem

Das Dreipunkt-Automatik-Gurtsystem hat sich im Gegensatz zu den unter Punkt 3.3 genannten Gurtsystemarten in den, durch die EG-Richtlinien festgelegten Fahrzeugklassen M1, M2, N1, N2 und N3, inzwischen weltweit durchgesetzt. Es bietet einen guten Kompromiss zwischen Rückhalteeigenschaften im Crashfall zum einem und einer geringen Einschränkung des Bewegungsspielraums und der Bequemlichkeit zum anderen. Weil die Vorteile eines Dreipunktsystems überwiegen und es deshalb auch zur Nachrüstung in Oldtimern geeignet ist, wird es im Folgenden näher beschrieben.

Der Dreipunktgurt wurde vom schwedischen Ingenieur Nils Bohlin entwickelt. 1961 erhielt Bohlin auf sein Rückhaltesystem ein Patent. Darin heißt es: „Zwei Schlaufen, die an stabilen Punkten der Karosseriestruktur angebracht sind, fixieren den Körper des Insassen im Becken- sowie Brustbereich und sind mit einer Schnalle zu lösen, um den Ein- oder Ausstieg zu erleichtern“ [9]. Ab 1959 wurden alle Volvo-Modelle serienmäßig mit statisch funktionierenden Dreipunktgurten ausgerüstet. Mit den Jahren entwickelten Ingenieure sie zu automatisch funktionierenden Dreipunktgurten weiter, wobei der Gurtaufroller (Retraktor) das Gurtband ohne manuelle Einstellung anlegt. Erstmals führte Mercedes-Benz diese Form des Sicherheitsgurtes als Serienausstattung 1973 ein [10].

3.3.3 Aufbau und Wirkungsweise

Die Abbildung 3-5 veranschaulicht den Verlauf und die Komponenten eines automatischen Dreipunkt-Gurtsystems, so wie es auch zur Gurtnachrüstung in Fahrzeugen eingesetzt und angeboten wird.

Das Gurtband (1) besteht aus unelastisch dehnbaren synthetischen Polyamid- oder Polyesterfasern. Es muss bei Belastung (9,8 kN Zugkraft) mindestens 46mm breit sein. Es überträgt die Kräfte auf die Gurtverankerungen in der Karosserie oder auf spezielle Verankerungen des Sitzgestells selbst. Die Gurtbanddehnung beträgt 6% bis 11%, in Sonderfällen bis 25% bei einer Nennlast von 11,0 kN [6].

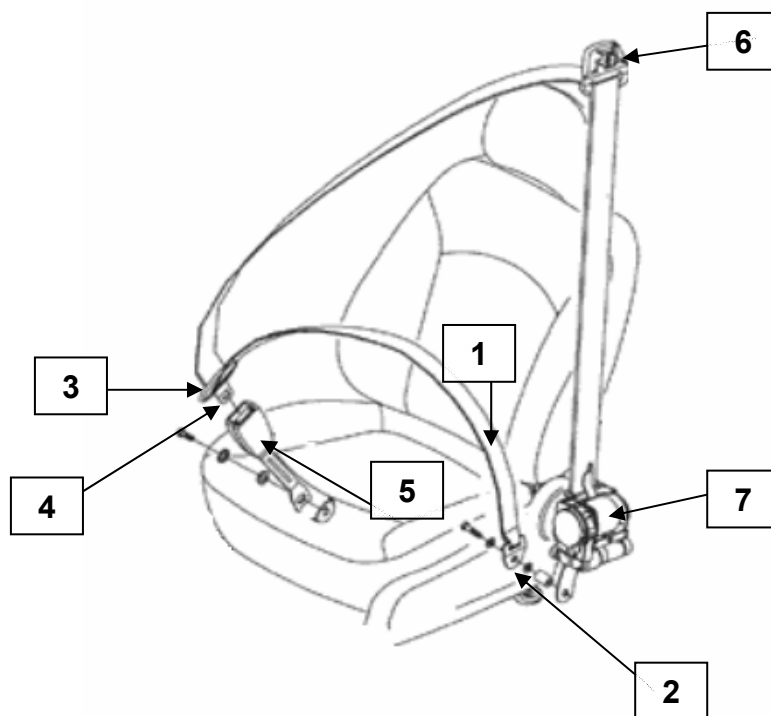


Abb. 3-5 Dreipunkt-Automatik-Gurtsystem auf dem Vordersitz nach [11]

Das Gurtband verläuft von der **Befestigungsöse (2)** am Fahrzeugboden, an der Fahrzeugstruktur oder am Sitzgestell, über das Becken des Insassen, hin zur **Öse (3)** der **Schlosszunge (4)**, die zur Verriegelung in das **Gurtschloss (5)** eingerastet wird. Das durch die Öse der Schlosszunge umgelenkte Gurtband verläuft nun weiter über den Oberkörper (Thorax) des Insassen hin zum drehbar verankerten **Umlenk-Beschlag (6)** an der B-Säule des Fahrzeugs (in Einzelfällen auch an der Sitzlehne oder einem anderen Teil der Fahrzeugstruktur befestigt). Von dort aus

wird es nach unten zum **Retraktor (7)** geführt. Der Retraktor verfügt über eine Längenverstelleinrichtung (Spule), die das Gurtband automatisch dem Körperumfang des Benutzers anpasst. Für die automatische Gurtspernung im Falle eines Unfalls sorgen zwei unabhängig voneinander wirkende Systeme. Für die Blockade der Spule und damit des Gurtbandes selbst sorgt ein Sperrhebel, der entweder durch eine definierte Fahrzeugverzögerung (auch Fahrzeugschräglage) oder durch eine bestimmte Gurtband-Auszugsgeschwindigkeit über Sensoren aktiviert wird. Die Sensoren basieren zumeist auf einem einfachen mechanischen Prinzip. Häufig genutzte Sensoren sind der Kugelsensor oder ein durch Fliehkraft ausgeleitetes Massenelement.

Zur Minimierung der **Gurtlose** (zusammengesetzt aus Bekleidungs nachgiebigkeit, Filmspuleneffekt, Gurtbanddehnung und systembedingtem Spiel) werden in moderneren Automobilen noch weitere technische Mittel eingebunden, die bei Nachrüstungen keine Anwendung finden. Ein **Gurtklemmer** wird der Gurtspule nachgeschaltet und verhindert wirksam den „Filmspuleneffekt“ (Zusammenziehen des Gurtes auf der Spule bei großer Belastung). Da der Gurtklemmer die Gurtlose nur eingeschränkt begrenzt, entwickelte man den **Gurtstraffer** (Bauweisen: Aufroller-Straffer oder Schloss-Straffer). Er generiert ein zeitlich frühes Anlegen des Gurtbandes, so dass die wirksame Insassen-Verzögerung früher einsetzt. Pyrotechnische oder mechanische Bauformen speichern die für den Straffvorgang benötigte Energie.

Was passiert mit einer angegurteten Person im Falle eines Aufpralls?

Zunächst bewegt sich die Person mit der gleichen Geschwindigkeit wie das Fahrzeug. Hat der Retraktor aufgrund zu hoher Fahrzeugverzögerung (Aufprallbeginn) blockiert, überwindet der Insasse erst die Gurtlose. Anschließend wird der Insasse durch das Gurtband, anteilig durch das Schrägschultergurtband und das Beckengurtband, relativ zum Fahrzeug zurückgehalten. Mit wachsender Kraftbeanspruchung erzeugt der Beckengurtanteil eine Vertikalkraft nach unten. Diese Kraft wird durch die Sitzkonstruktion abgestützt. Die Verzögerung des Insassen und die Rückhaltewirkung des Sicherheitsgurtes hält solange an, wie das Fahrzeug verzögert.

3.4 Vorschriften zur Lage von Sicherheitsgurt- Verankerungspunkten

Sollen Sicherheitsgurte nachgerüstet werden, müssen geometrisch günstige Befestigungspunkte für das Gurtsystem an der Karosserie bzw. Fahrzeug-Innenstruktur ermittelt werden. Da es keine konkreten Festlegungen und Regelungen für das Nachrüsten von Gurtverankerungspunkten in Fahrzeugen gibt, ist es zweckmäßig sich bei der Erarbeitung des Nachrüstkonzeptes an den derzeit gesetzlich geltenden Vorschriften zur Lage und Beschaffenheit von Verankerungspunkten zu orientieren. Die ECE-Regelung 14 schafft die einheitliche Grundlage für Fahrzeuge hinsichtlich Sicherheitsgurtverankerungen. Die maßgebenden Kriterien, die für eine Nachrüstung von Bedeutung sind, können aus der Regelung 14 abgeleitet und angepasst werden. Auf den folgenden Seiten sind deshalb alle relevanten Begriffe und Festlegungen strukturiert und zusammengefasst dargestellt. Die Zusammenstellung beschränkt sich auf Vorschriften für Fahrzeuge zur Personenbeförderung, mit maximal acht Sitzplätzen und zusätzlich einem Fahrersitz (Fahrzeugklasse M₁) auf nach vorn oder nach hinten gerichtete Sitzplätze.

Zunächst erfolgen Begriffsdefinitionen, die auch im Nachrüstkonzept in Kapitel 5 genutzt werden, um weitgehende Konformität mit der ECE-R 14 zu erreichen:

- **Gurtverankerungen** sind die Teile der Fahrzeug- oder Sitzstruktur oder eines anderen Fahrzeugteils, an dem die Befestigungsbeschläge der Sicherheitsgurte anzubringen sind.
- **Effektive Gurtverankerung** (Effektivpunkt) ist der Punkt, an dem ein Gurt befestigt werden müsste, um die beabsichtigte Lage bei Benutzung zu erreichen.
- Der **R-Punkt** oder „Sitzbezugspunkt“ ist ein vom Hersteller für jeden Sitzplatz angegebener konstruktiv festgelegter Punkt.
- Der konstruktiv festgelegte **Rumpfwinkel** ist der Winkel zwischen einer Senkrechten durch den R-Punkt und der Rumpfbezugslinie in einer Stellung, die der vom Hersteller konstruktiv festgelegten Stellung der Rückenlehne entspricht.

- Die Punkte L_1 und L_2 sind die unteren effektiven Gurtverankerungen.
- α_1 und α_2 sind die Winkel zwischen einer horizontalen Ebene und Ebenen, die rechtwinklig zur Fahrzeuginnenfläche durch den R-Punkt sowie L_1 und L_2 verlaufen. Für α_1 und α_2 gilt:

$\alpha_1 = 30^\circ - 80^\circ$ Auf der Seite auf der sich kein Gurtverschluss befindet.

$\alpha_2 = 45^\circ - 80^\circ$ Auf der Seite auf der sich der Gurtverschluss befindet.

$\alpha_1/\alpha_2 = 60^\circ \pm 10^\circ$ Wenn mindestens einer der Winkel in allen üblichen Benutzungsstellungen gleich bleibt, zum Beispiel auf nicht verstellbaren Sitzen oder bei einer am Sitz angebrachter Verankerung.

- S ist der Abstand der oberen effektiven Gurtverankerungen zur Längsmittellinie des Sitzes des Fahrzeugs bei festgelegter Sitzposition. S darf nicht kleiner als 140 mm sein.

[ECE-R14-07]

Die vereinfachte Zeichnung in Abbildung 3-6 – basierend auf der ECE-R 14, Anhang 3, Abbildung 1 – zeigt die Winkel α_1 , α_2 und die möglichen Lagebereiche der effektiven Gurtverankerungspunkte L_1 und L_2 sowie den zulässigen Bereich für die oberen Verankerungspunkte (grün markiert).

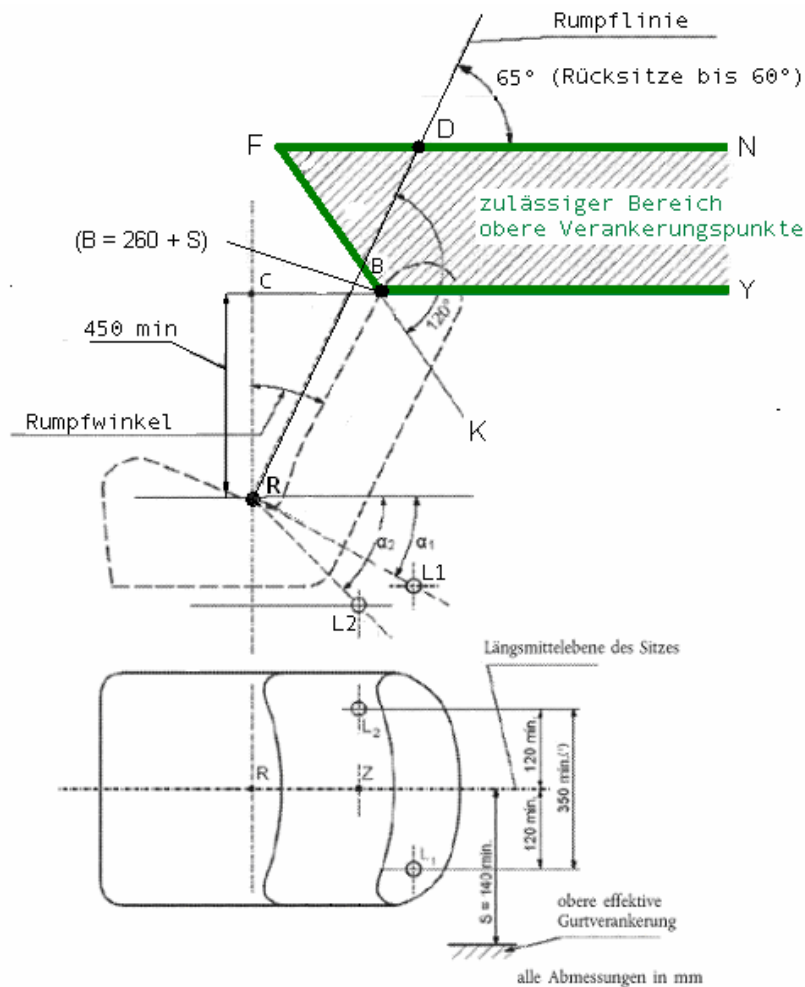


Abb. 3-6 zulässige Lagebereiche von Gurtverankerungen nach [12]

Die Tabelle 3-2 auf der nächsten Seite veranschaulicht die in der ECE-Regelung 14 detailliert formulierten Konstruktionsangaben zur Bestimmung der geometrischen Lage der unteren und oberen Gurtverankerungspunkte zusammengefasst. Sind die zusätzlichen oberen Verankerungspunkte für Schulterdoppelgurte mit Beckengurt (Hosenträgergurte) bestimmt, ist dies laut ECE-R 14 ebenfalls möglich. Ihre genaue Lagebestimmung erfolgt nach Absatz 5.4.3.7.3 der ECE-R 14. In dieser Aufstellung und in den folgenden Betrachtungen bleiben die zusätzlichen Verankerungen unberücksichtigt.

Tab. 3-2 Abstände und Winkelbereiche für Verankerungspunkte

Winkel/Abstände/Punkte	Untere Gurtverankerungen L ₁ , L ₂	
	Vordersitze	Rücksitze
α_1	30° - 80°	30° - 80°
α_2	45° - 80°	30° - 80°
α_1 oder α_2 bei einer am Sitz angebrachten Verankerung	60° ± 10°	60° ± 10°
Mindestabstand L ₁ zu L ₂	≥ 350 mm ≥ 240 mm bei Mittelsitzen	
Mindestabstand L ₁ oder L ₂ zur Längsmittellebene des Sitzes	jeweils ≥ 120 mm	
	Obere Gurtverankerungen	
	Vordersitze	Rücksitze
Abstand S	≥ 140 mm	≥ 140 mm
Mindesthöhe Punkt C von R-Punkt	450 mm	450 mm
Winkel zw. Ebene FN und Rumpflinie	65°	60° - 65°
Winkel zw. Ebene FK und Rumpflinie	120°	120°
\overline{DR}	315 mm + 1,8 · S	315 mm + 1,8 · S
\overline{BR}	260 mm + S	260 mm + S

Neben der hauptsächlich in Europa angewendeten ECE-Regelung 14, gelten außereuropäisch andere Vorschriften für die Lage von Gurtverankerungen in Kraftfahrzeugen. Erwähnt seien exemplarisch der US-amerikanische „Federal Motor Vehicle Safety Standard 210“ (FMVSS 210) oder das „Australian Design Rule 5“ (ADR 5), das aus Gründen der internationalen Harmonisierung teilweise mit der ECE-R 14 übereinstimmt.

4 Sicherheitsgurte in klassischen Fahrzeugen

4.1 Historie der Sicherheitsgurt-Ausrüstungspflicht

Im Zuge der Erhöhung der Verkehrssicherheit von Teilnehmern am Straßenverkehr, somit auch von Automobilinsassen, wurde mit Wirkung vom 1. Januar 1974 der Absatz 7 in § 35a der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) eingefügt. In Absatz 7 schreibt der Gesetzgeber die Mitführung eines Dreipunkt-Sicherheitsgurtes vor. Anschließend führte der Gesetzgeber mit Wirkung vom 1. Januar 1976 eine Nachrüstpflicht für Sicherheitsgurte ein, die für Fahrzeuge gilt, die ab 1. April 1970 erstmals in den Verkehr gekommen wurden und über entsprechende vormontierte Verankerungspunkte verfügen [13]. Eine Ausnahme stellten lediglich Cabriolets dar. Bei ihnen reichten auch auf den Vordersitzen Beckengurte aus. Für den Sicherheitsgurteinbau im Fond des Autos war der Stichtag der 1. Mai 1979 [14]. Von diesem Zeitpunkt an mussten auch hinten mindestens Zweipunkt-Statikgurte montiert sein. Obwohl – zumindest auf den Vordersitzen – der Dreipunkt-Sicherheitsgurt in statischer oder automatischer Bauweise längst zur Standardausrüstung eines Autos gehörte, wurde der automatische Dreipunktgurt erst ab dem 1. Oktober 2004 auf *allen nach vorn gerichteten Sitzplätzen* verbindlich vorgeschrieben. Auf *nach hinten gerichteten Sitzplätzen* sind nach wie vor Zweipunktgurte zulässig (Zweipunkt-Beckengurt oder Zweipunkt-Schrägschultergurt). Die auf der nächsten Seite dargestellte tabellarische Übersicht 4-1 zeigt wichtige Daten zu den Ausrüstungspflichten der Bundesrepublik Deutschland für geschlossene und offene KFZ der Klasse M₁.

Tab. 4-1 Ausrüstungspflichten für KFZ der Klasse M₁ nach [15]

Erstzulassung ab:	Vordere Sitzreihe		Hintere Sitzreihen		Bemerkungen
	äußere Sitzplätze		äußere Sitzplätze	Mittelsitze	
01.04.1970	3-P-St		–	–	Die Ausrüstung gilt nur, sofern entsprechende Verankerungen vorgesehen sind
01.01.1974	3-P-St		V	V ab 01.01.1975	–
01.05.1979	3-P-St		2-P-St *	2-P-St *	* Gilt auch für PKW, die unter Beachtung der Vorschriften der DDR bis 31.12.1990 erstmals in den Verkehr gekommen sind, wenn diese über serienmäßige Verankerungen verfügen. (Trabant 601 besitzt auf hinteren Sitzplätzen keine Verankerungen)
01.01.1992	3-P-Au		3-P-Au	2-P-St	–
01.10.1999	3-P-Au		3-P-Au	2-P-St	Kopfstützen auf vorderen Außensitzen vorgeschrieben
01.10.2004	3-P-Au		3-P-Au	3-P-Au	Kopfstützen auf vorderen Außensitzen vorgeschrieben
Offene KFZ 01.10.1999	3-P-Au		3-P-Au	2-P-St	Kopfstützen auf vorderen Außensitzen vorgeschrieben
Offene KFZ 01.10.2004	3-P-Au		3-P-Au	3-P-Au	Kopfstützen auf vorderen Außensitzen vorgeschrieben
Erstzulassung bis:	Beschreibung		Bemerkungen		
30.09.1999	Offene KFZ (Cabriolet, Spider etc.)		Offene KFZ benötigen analog den vorangestellten Forderungen in Verbindung mit dem jeweiligen Datum entsprechende Sicherheitsgurte, jedoch reicht die Ausrüstung mit Zweipunkt-Statikgurt auf allen Sitzplätzen		

2-P-St: Zweipunkt-Statikgurt

3-P-Au: Dreipunkt-Automatikgurt

3-P-St: Dreipunkt-Statikgurt

V: Verankerung vorgeschrieben

Klassische Fahrzeuge, die nicht unter die oben genannten Vorschriften fallen müssen nicht zwingend nachträglich mit Sicherheitsgurten ausgerüstet werden. Es obliegt dem Besitzer des Klassikers, ob er sein Fahrzeug mit entsprechenden Sicherheitsgurten ausstattet.

Bei Kraftfahrzeugmodellen, die im Zeitraum von ca. 1960 bis in die Mitte der Siebziger Jahre gebaut wurden befinden sich häufig schon vorinstallierte Verankerungspunkte für Sicherheitsgurte in der Fahrzeugkarosserie. Soll ein passendes Gurtsystem installiert werden, wird die ursprüngliche Optik des Innenraumes geringfügig beeinträchtigt. Dies, sowie eine geringe Jahres-Kilometerleistung und eine zurückhaltende Fahrweise, stellen keine ernsthaften Argumente gegenüber dem Sicherheitsgewinn einer Nachrüstung dar. Ein sachkundig und nachträglich integriertes Gurtsystem bietet ferner Schutz gegen das Fehlverhalten anderer Verkehrsteilnehmer.

4.2 Sicherheitsgurt-Anlegepflicht nach § 21a StVO

Im Folgenden soll gezeigt werden inwieweit die Gurtanlegepflicht in der Bundesrepublik Deutschland durch den § 21a der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) geregelt ist und welche Auswirkungen sie auf die Nutzung in klassischen Fahrzeugen hat.

Mit der Einführung der Ausrüstungspflicht für Sicherheitsgurte für Fahrzeuge, die nach dem 1. April 1970 in den Verkehr genommen wurden, wurde *keine* allgemeine Anlegepflicht durch den Gesetzgeber erwirkt. Sie wurde erst ca. zwei Jahre später mit Wirkung vom 1. Januar 1976 in den § 21a der StVO eingeführt und somit gesetzlich verbindlich vorgeschrieben [16]. Darin heißt es in Absatz 1: „Vorgeschriebene Sicherheitsgurte müssen während der Fahrt angelegt sein“ [17].

Eine Gurtanschnallpflicht ist nach dem Wortlaut der StVO auch bei nachgerüsteten Gurtsystemen nicht erforderlich. Nach dem Sinn und Zweck der Vorschrift aber, kann eine Gurtanschnallpflicht auch angenommen werden. Hier besteht auch in der Rechtsprechung Uneinigkeit.

Die Anlegepflichten von Sicherheitsgurten für Kinder werden im nächsten Gliederungspunkt 4.3 näher erläutert.

4.3 Kinder-Rückhaltesysteme

Um die Unverzichtbarkeit einer Gurnachrüstung weiter zu untermauern, sollen hier wichtige Aspekte zur Nutzung von Kinder-Rückhaltesystemen und Sicherungspflichten für Kinder beschrieben werden, für den Fall das Kinder häufig Fahrgäste im Oldtimer sind.

Kinder unterscheiden sich von Erwachsenen durch Größe und Gewicht. Sie weisen anatomische Besonderheiten, wie zum Beispiel andere Massenverteilungen und nicht vollständig entwickelte Beckenknochen auf. Um diese Unterschiede auszugleichen schreibt der Gesetzgeber Rückhaltesysteme vor, die an die körperliche Entwicklung von Kindern angepasst sind. Die ECE-Regelung 44 schafft einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von „Kinder-Rückhaltesystemen“ [18]. Die Hersteller von Kindersitzen bieten verschiedene Konstruktionsvarianten gemäß den Vorschriften der ECE-R 44 an (Abb. 4-1), entweder um den Gurtverlauf am kindlichen Körper zu verbessern oder das Rückhaltesystem mit dem vorhandenen Gurtsystem zu sichern.



Abb. 4-1 Kinder-Rückhaltesysteme für unterschiedliche Gewichtsklassen [19]

Der Gesetzgeber differenziert in § 21 der StVO bezüglich Kindermitnahme in:

1. Fahrzeuge „mit vorgeschriebenen“

Sicherheitsgurten

Kinder bis zum vollendeten 12. Lebensjahr, die kleiner als 1,50 m sind, dürfen nur mitgenommen werden, wenn zugelassene Rückhalteeinrichtungen für Kinder genutzt werden [17].

2. Fahrzeuge „ohne“ Sicherheitsgurte

Kinder unter 3 Jahren dürfen *nicht* befördert werden. Kinder ab dem vollendeten dritten Lebensjahr, die kleiner als 1,50 m sind, müssen in solchen Fahrzeugen auf dem Rücksitz befördert werden [17] und müssen nicht gesondert gesichert werden. Besitzt das Fahrzeug keine Rücksitze dürfen sie nicht mitgenommen werden.

Zusätzliche Verhaltensregeln bei Mitnahme von Kindern:

- ab 1. April 2008 gilt die Mindestprüfnorm ECE 44-03 oder ECE 44-04 für Kinder-Rückhalteeinrichtungen,
- besitzt das Auto zwar Rücksitze, hat aber nur vorne Gurte, ist es geboten die Kinder auf dem Beifahrersitz entsprechend zu sichern,
- besteht freie Sitzwahl, zur Sicherung von mitfahrenden Kindern auf der Rücksitzbank, ist der mittlere Platz der Sicherste, sofern er mit einem Dreipunktgurt ausgerüstet ist,
- ist aus Platzgründen eine Verwendung einer dritten Kinderrückhalteeinrichtung auf der Rücksitzbank nicht möglich, kann ein drittes Kind ab einem Alter von drei Jahren, mit dem Erwachsenengurt *ohne* Kindersitz gesichert werden.

Hinweis: Aufgrund zahlreicher nationaler Ausnahmen können diese Regelungen im europäischen Ausland geringfügig abweichen. Wenn Kinder jedoch wie in Deutschland vorgeschrieben gesichert werden, dürfte es im Ausland keine Probleme geben [20].

Die Vorteile, die Kinder-Rückhaltesysteme bieten, sind ohne Sicherheitsgurte nutzlos. Deshalb sollte man sorgfältig zwischen Verantwortung und deutlich erhöhtem Risiko im Falle eines Unfalls abwägen, denn insbesondere derjenige, der sich für eine Mitnahme von Kindern im Oldtimer entscheidet, sollte die Möglichkeiten einer Gurtnachrüstung zur sicheren Befestigung von Kindern und Kinder-Rückhaltesystemen nutzen.

5 Integration von Sicherheitsgurtsystemen in historische PKW

5.1 Zielsetzung

Durch die rasante Fortentwicklung des Automobils in den vergangenen Jahrzehnten sind der Individualverkehr und somit auch die Verkehrsdichte stetig gestiegen. Der Nutzen aktiver und passiver Fahrzeugsicherheit hat sich im Fahrzeugbau weitgehend vorteilhaft etabliert. Damit hat sich auch das subjektive Sicherheitsempfinden der Autofahrer signifikant geändert. Eine gewisse „Grundfahrzeugsicherheit“, wozu auch der Insassenschutz durch Sicherheitsgurte zählt, wird heute als „normal“ empfunden. Viele Oldtimerfahrer wissen inzwischen wie unzureichend der Insassenschutz ihres Fahrzeugs ohne Gurtsystem ist. Mehr und mehr Besitzer handeln deshalb verantwortungsbewusst und vorbildlich und lassen ihre Fahrzeuge mit Sicherheitsgurten nachrüsten oder rüsten sie selbst um. Die vorangegangenen Betrachtungen verdeutlichen die positiven Eigenschaften der Sicherheitsgurt-Rückhaltewirkung. Sie untermauern das Bestreben solcher Oldtimerbesitzer.

Für ein universelles Konzept zur Integration von Sicherheitsgurt-Verankerungspunkten und den dazu passenden Gurtsystemen in Oldtimern gibt es keine expliziten Arbeitsansätze. Die Bestimmung und Anordnung von Gurtverankerungspunkten im Zuge einer Sicherheitsgurtnachrüstung geschieht mehr oder weniger „beliebig“. Die Gefahren, die ungenügende Gurtbandverläufe und schlecht dimensionierte Verankerungen in sich bergen, werden vernachlässigt. Das in diesem Kapitel beschriebene Nachrüstkonzept soll Abhilfe schaffen. Besonderes Augenmerk wird auf die geometrische Anordnung und die konstruktive Gestaltung der Gurtverankerungspunkte gerichtet. Die zukünftigen Verankerungspunkte sollen sich in Bereichen der Fahrzeugstruktur befinden, die auf den Vorschriften der ECE-R 14 basieren, um auch im Oldtimer einen anforderungsgerechten und verletzungshemmenden Gurtverlauf zu erreichen.

5.2 Optimaler Gurtverlauf

Um die Bedeutsamkeit der geometrischen Lage von Verankerungspunkten und Sicherheitsgurten in klassischen Fahrzeugen, hinsichtlich eines vorteilhaften Gurtverlaufs bei einer Nachrüstung hervor zu heben, muss man den richtigen Gurtverlauf am menschlichen Körper kennen (Abb. 5-1). Der Schrägschultergurtanteil des Dreipunktgurtes sorgt für die Rückhaltung des Oberkörpers. Hierbei ist zu beachten, dass der Gurt diagonal über die Schulter verläuft. Sitzt der Schultergurt zu hoch, drohen gefährliche Gefäßverletzungen am Hals. Sitzt er zu tief, muss allein der Brustkorb die Kräfte beim Aufprall abstützen, ohne dass die Schulter einen Kraftanteil übernimmt.

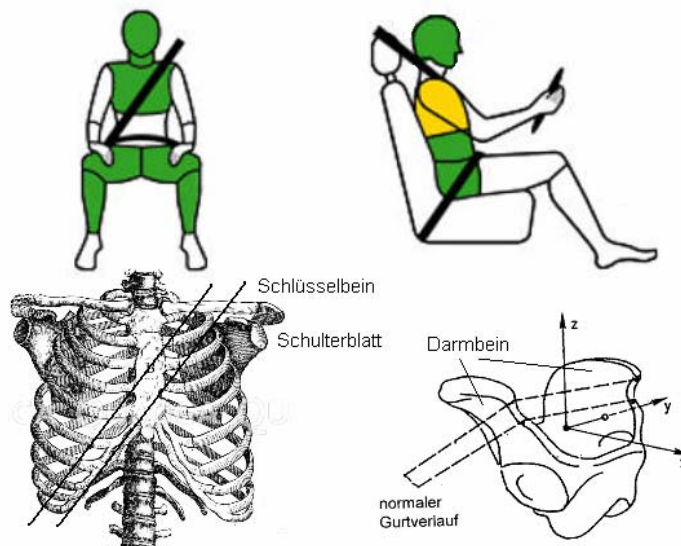


Abb. 5-1 Schultergurtverlauf aus [21] und Beckengurtverlauf nach [5, S. 132]

Mit einem guten geometrischen Gurtverlauf am menschlichen Becken erzielt man eine gute Rückhaltewirkung des Unterkörpers und kann den Submarining-Effekt („Hinwegtauchen“ unter den Beckengurt während der Kollision) deutlich minimieren. Der Beckengurt kann seine Wirkung nur dann entfalten, wenn er richtig anliegt. Dazu trägt die Position der unteren Gurtverankerungspunkte entscheidend bei. Nur der Beckenknochen kann die beim Aufprall entstehenden Gurtkräfte abstützen. In vielen Fällen sitzt der Beckengurt zu hoch und rutscht in der Kollisionsphase über das Darmbein in den Abdominalbereich des Insassenkörpers und verursacht Verletzungen der inneren Organe.

5.3 Konzept zur Nachrüstung von Sicherheitsgurten und Sicherheitsgurtverankerungen

Das Konzept soll bei der Nachrüstung und dem Einbau von Sicherheitsgurtverankerungen und den zugehörigen Sicherheitsgurten unterstützen. Es beinhaltet eine chronologische Vorgehensweise und alle wichtigen Punkte, die bei Nachrüstungen in PKW beachtet werden müssen. Der Aufbau des Gesamtkonzeptes ist mit seinen Schwerpunkten in der Abbildung 5-2 veranschaulicht.

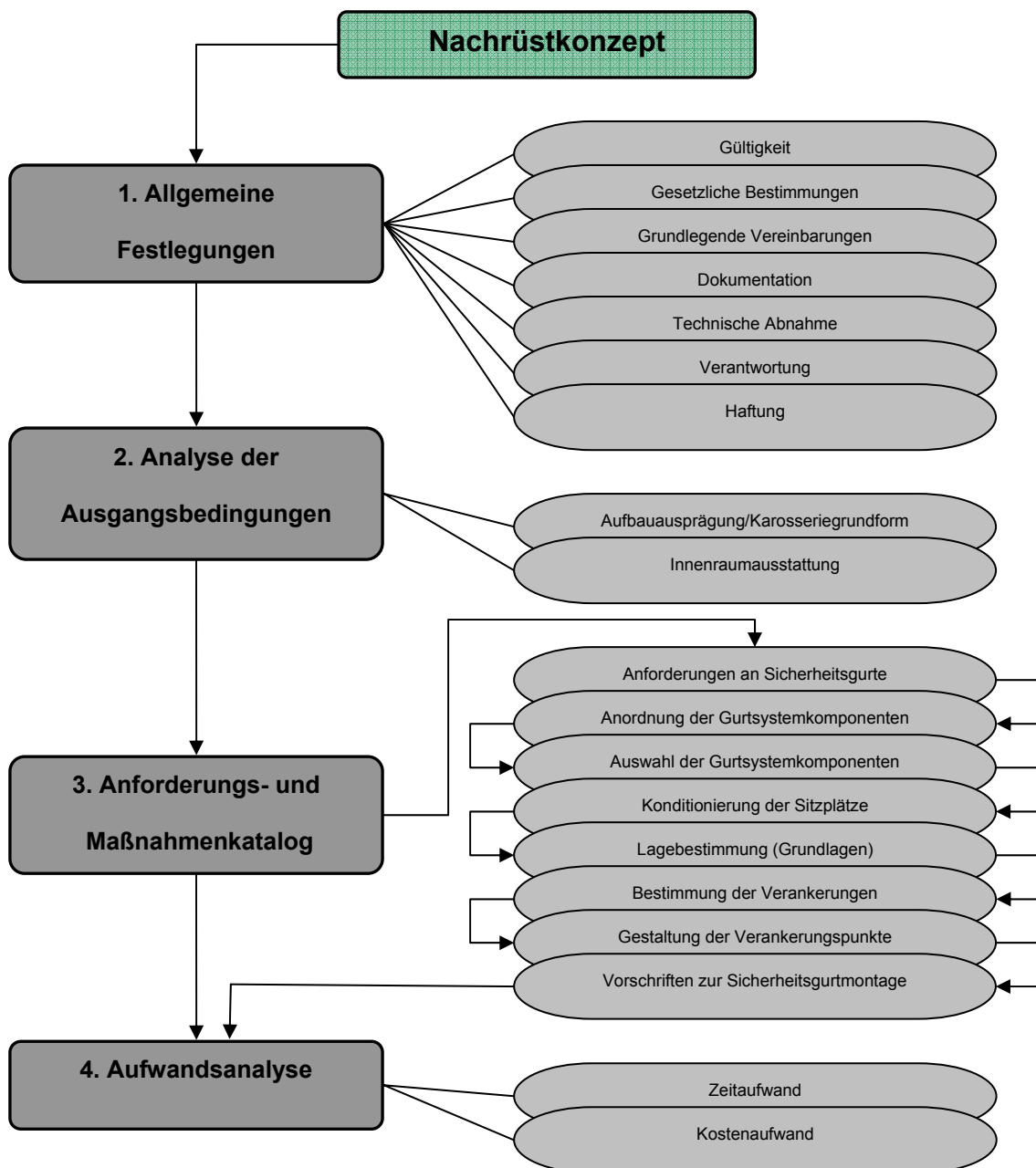


Abb. 5-2 Aufbau des Konzeptes

5.3.1 Allgemeine Festlegungen

In den allgemeinen Festlegungen werden alle mit dem Konzept verbundenen mittelbaren und unmittelbaren Festlegungen getroffen. Dazu zählt der Gültigkeitsbereich, welche gesetzlichen Bestimmungen eventuell tangiert werden, welche grundlegenden Vereinbarungen einzuhalten sind, sowie Aussagen zum Verantwortungs- und Haftungsbereich.

5.3.1.1 Gültigkeit

Das vorliegende Nachrüstkonzept gilt für Fahrzeuge der Klasse M₁, die keine durch den Hersteller vormontierten Gurtverankerungspunkte besitzen.

Fahrzeugklasse M₁: Für die Personenbeförderung ausgelegte und gebaute Kraftfahrzeuge mit mindestens vier Rädern und höchstens acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz.

Die große Anzahl an historischen Kraftfahrzeugen und der damit verbundenen Vielfalt an Karosserieformen und Fahrzeugstrukturen lassen kein vereinheitlichtes und maßgeschneidertes Nachrüstkonzept zu. Es dient als Empfehlung, wobei stets die fahrzeugspezifischen Bedingungen/Verhältnisse sowie die Einhaltung der allgemeinen Verkehrssicherheit des Fahrzeugs zu beachten sind.

5.3.1.2 Gesetzliche Bestimmungen

- (1) Eine gesetzliche Nachrüstplicht für Fahrzeuge, die vor 1. April 1970 erstmals zugelassen sind, existiert nicht. Die Nachrüstung ist freiwillig.
- (2) § 21a der StVO schreibt eine Anschnallpflicht für „vorgeschriebene“ Sicherheitsgurte vor. Nachgerüstete Sicherheitsgurte in Fahrzeugen, die vor dem 1. April 1970 zugelassen wurden, sind danach zwar „vorhanden“, aber nicht „vorgeschrieben“! Das Anschnallgebot sollte trotz dessen beachtet werden.

(3) Die beabsichtigten technischen Veränderungen bei der Nachrüstung von Sicherheitsgurtsystemen können unter anderem folgende Gesetze berühren:

- Fahrzeug-Zulassungsverordnung (FZV)
- Straßenverkehrs-Zulassungs-Verordnung (StVZO; § 23 Gutachten für die Einstufung eines Fahrzeugs als Oldtimer).

(4) Ein nachgerüstetes Sicherheitsgurtsystem, einschließlich dessen Verankerungen, muss funktionstüchtig sein.

(5) Für Fahrzeuge mit Erstzulassung vor April 1970 ist keine bestimmte Sicherheitsgurtart vorgeschrieben. Sicherheitsgurtarten für Fahrzeuge mit Erstzulassung nach dem 1. April 1970 sind Tabelle 4-1 zu entnehmen.

5.3.1.3 Grundlegende Vereinbarungen

(1) Die Bestimmung der Verankerungspunkte erfolgt unter Beachtung der herausgearbeiteten Vorschriften der ECE-R 14 in Abschnitt 3.4, die derzeit die Lage von Verankerungspunkten in modernen Fahrzeugen regelt. Damit ist es möglich ein Gurtsystem zu installieren, das mit seinen Verankerungspunkten aktuellen gesetzlichen Forderungen Nahe kommt, um ein Mindestmaß an Insassenschutz auch im Oldtimer zu ermöglichen.

(2) Die Nachrüstung mit Dreipunkt-Automatikgurten ist anzustreben. Sie bieten den besten Kompromiss zwischen Sicherheitsgewinn, Erhalt des Insassenkomforts und Bedienungsfreundlichkeit.

(3) Eine Nachrüstung mit Zwei- oder Dreipunkt-Statikgurten sollte nur für den Fall vorgesehen werden, dass für die Platzierung der Gurtaufroller keine geeignete Stelle im oder am Fahrzeug existiert.

(4) Beckengurte nur verwenden, wenn keiner der anderen zuvor erwähnten Fälle umsetzbar ist.

(5) Für Fahrzeuge mit erhöhten Anforderungen (historische Rallye- oder Rennfahrzeuge) sind Mehrpunkt Gurtsysteme eine sinnvolle Alternative. Häufig sind sie Voraussetzung bei der technischen Abnahme der jeweiligen Veranstaltung (Anforderungen müssen diesbezüglich gesondert erfragt und geprüft werden).

(6) Sicherheitsgurte sind im Fahrzeug so zu montieren, dass:

- keine zusätzliche Gefahr für die Sicherheit von Fahrzeuginsassen im Falle eines Unfalls besteht,
- vom Umbau betroffene Verkleidungsteile des Innenraumes ihre Funktion weiterhin erfüllen ohne zusätzliche Verletzungsgefahren zu verursachen,
- sie im Falle einer Rettung oder Bergung nicht unnötig behindern,
- der Sicherheitsgurt ausgebaut werden kann, ohne dass die Verankerung beschädigt wird.

5.3.1.4 Dokumentation

Alle wesentlichen Maßnahmen, die Einbauten der Verankerungen und Modifikationen von Karosserie- und Innenraumteilen betreffen, sollten auf geeignete Weise (z.B. Fotos, bemaßte technische Zeichnungen) nachvollziehbar dokumentiert werden. Auf diese Weise kann bei einer Begutachtung der Nachweis zur fachgerechten Montage erbracht werden.

5.3.1.5 Technische Abnahme

Es ist empfehlenswert, jedoch keine Pflicht, einen Sachverständigen einer kraftfahrzeugtechnischen Prüforganisation mit in die Umbauphase einzubeziehen. Die vorgenommenen technischen Änderungen müssen nicht in die Fahrzeugpapiere eingetragen werden. Die Eignung der Verankerungspunkte wird unter zu Hilfe- nahme der Dokumentation durch „Inaugenscheinnahme“ des Prüfers festgestellt.

5.3.1.6 Verantwortung

Alle Ein- und Umbauarbeiten können in der eigenen Werkstatt mit ausreichenden Kenntnissen und Fertigkeiten und der erforderlichen technischen Ausstattung in Eigeninitiative durchgeführt werden. Das Aufsuchen geeigneter Fachwerkstätten – vorzugsweise Werkstätten mit einschlägigen Erfahrungen im Oldtimerbau – ist jedoch empfehlenswert.

5.3.1.7 Haftung

Da es sich um ein empfehlendes Konzept handelt muss der Nutzer dieses Konzeptes die Anwendbarkeit vorgeschlagener Maßnahmen auf jeden vorliegenden Fall hin prüfen. Eine Haftung des Autors, der dieses Konzept erstellt hat, ist ausgeschlossen. Die Geltung gesetzlicher Regelungen, Verordnungen oder Erlasse bleibt von diesem Konzept unberührt.

5.3.2 Analyse der Ausgangsbedingungen

Fahrzeuge werden nach ihren Abmessungen in Klassen eingeteilt: untere Mittelklasse, Mittelklasse, obere Mittelklasse, Oberklasse usw. Eine Spezifizierung besonderer Konstruktionscharakteristika von Fahrzeugklassen ist hier nicht sinnvoll. Deshalb müssen verschiedene Karosserieformen analysiert werden (Limousine, Cabrio usw.), um ihre speziellen und häufig auftretenden Konstruktionsmerkmale auszuwerten. Zweckmäßig ist die Untersuchung und Einordnung der Fahrzeuge nach bestimmten Attributen. Aufbauausprägungen (Karosseriegrundformen) und Innenräume, einschließlich dessen Bestandteile können Merkmale aufweisen, die den Einbau von Gurtverankerungen begünstigen oder erschweren.

5.3.2.1 Aufbauausprägung/Karosseriegrundform

In vielen Fahrzeugkonzepten vor Baujahr 1970 waren keine Sicherheitsgurte vorgesehen. Darum wurden kaum Überlegungen dahin gehend angestellt, an welchen Stellen man die Karosserie, für einen hinreichenden Gurtverlauf für Vorder- und Rücksitze, optimieren muss. In manchen Fällen ist es deshalb schwierig geeignete Karosseriestrukturen zu finden, die ausreichende Festigkeit zur Aufnahme einer Verankerung besitzen. Den nachfolgenden Beschreibungen der Karosserie-

grundformen ist jeweils eine schematische Zeichnung in Draufsicht und Seitenansicht zugeordnet. Die grünen Bereiche kennzeichnen die typischen Stellen der Karosserie, an denen die unteren Gurtverankerungspunkte angebracht werden, wohingegen die roten Bereiche mögliche obere Verankerungspunkte symbolisieren. Einzelfälle können davon abweichen.

a) Cabriolet

Das Cabriolet zeichnet sich durch ein aufklappbares oder abnehmbares Dach aus. Beim Einbau eines Dreipunkt-Gurtsystems auf den vorderen Sitzplätzen ist das Fehlen der B-Säule oft das größte Problem. Der Umlenkpunkt der oberen Gurtverankerung kann hier nicht angesetzt werden. Ist der Verdeckkasten relativ weit hinten angeordnet, kann der obere Verankerungspunkt häufig an der bestehenden Blechkonstruktion an der Innenseite der hinteren Seitenwand angebracht werden. Dabei befindet sich die obere Gurtverankerung oft so niedrig, dass die Gefahr einer inkorrekten Gurtbandführung des Schultergurtes, nämlich zu tief oder zu dicht am Hals vorbei, sehr groß ist. Wird das Gestell des Verdeckes in der hinteren Seitenwand geführt kann der Verankerungspunkt meist nicht ohne zusätzliche Maßnahmen montiert werden. Individuelle Sonderkonstruktionen an oder in der Seitenwandstruktur sind hier keine Seltenheit. Sie müssen ausreichende Festigkeit besitzen und einen akzeptablen Gurtverlauf ermöglichen, ohne die Funktionsfähigkeit und Freigängigkeit von anderen Fahrzeugteilen zu beeinträchtigen. Die Abbildung 5-3 zeigt eine Spezialkonstruktion eines Volvo 760 GLE Cabrios, an der der Umlenkbeschlag der oberen Gurthalterung befestigt ist.

Bilder einer demontierbaren Sonderkonstruktion im Verdeckkasten eines Citroën (Modell DS 20 Cabriolet) sind in der *Anlage 3, S. 98* hinterlegt. Die Persenning ist neu angefertigt und an die neue Gurthalterung angepasst.

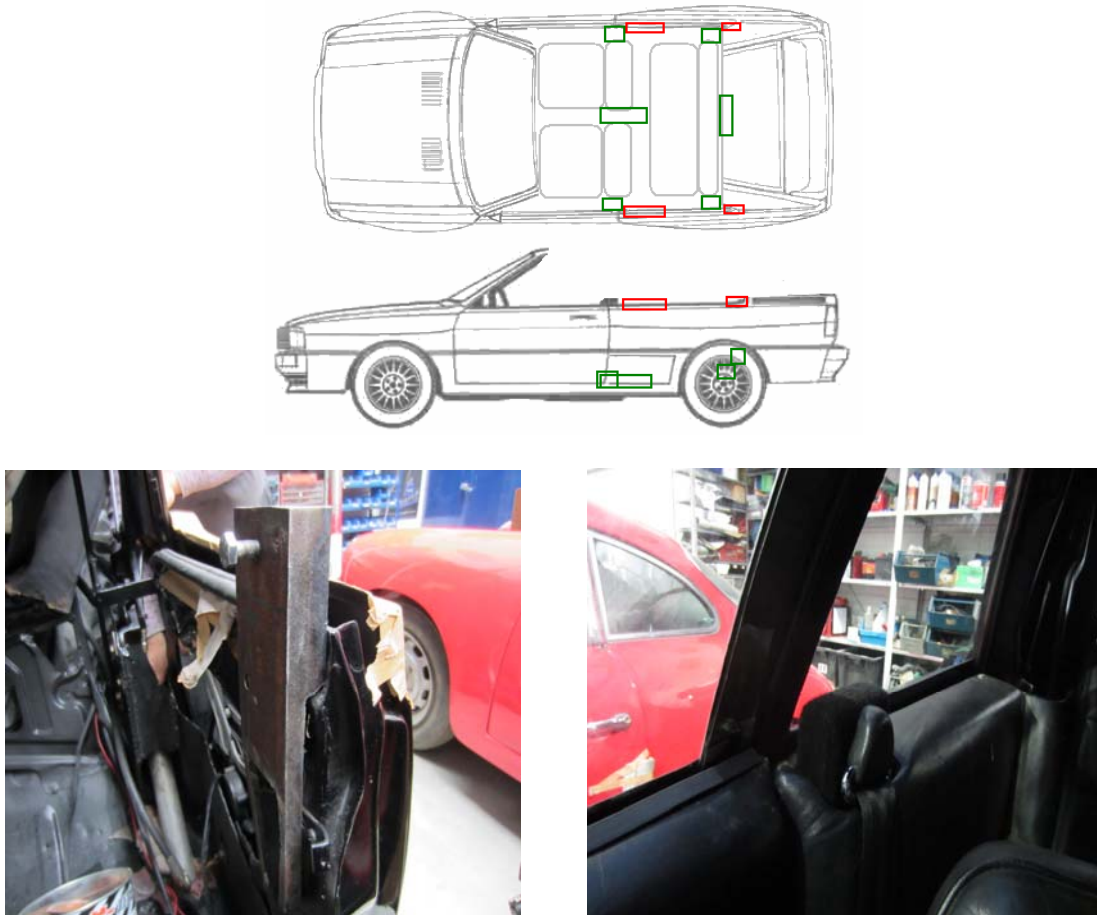


Abb. 5-3 Sonderkonstruktion mit angepasster Innenverkleidung [22]

b) Coupé

Eine ähnliche Problemstellung findet man häufig an Coupé-Karosserien. Das Fehlen der B-Säule kann auch hier zu Problemen führen. In Abhängigkeit von der Bauform des Coupés ist die C-Säule manchmal eine Alternative. Ist sie relativ weit vorn, wie bei kleineren Autos, kann hier der Befestigungspunkt innerhalb eines tolerablen Bereichs installiert werden. Die langen vorderen Fahrzeugtüren, die den Einstieg der hinten sitzenden Passagiere erleichtern, können sich nachteilig auf die Montage der Gurtaufroller auswirken, weil diese den Ein- und Ausstieg behindern. Die kleinen Fahrgastzellen von sportlichen Coupés begrenzen den möglichen Einbauraum der Gurtaufroller oft, wie beim Porsche 356 in Abbildung 5-4. Hier sind Sonderlösungen zur Unterbringung des Retraktors im hinteren Radkasten möglich. Das Gurtband wird durch die Karosserie geführt. Die Seitenverkleidung wird entsprechend angepasst.

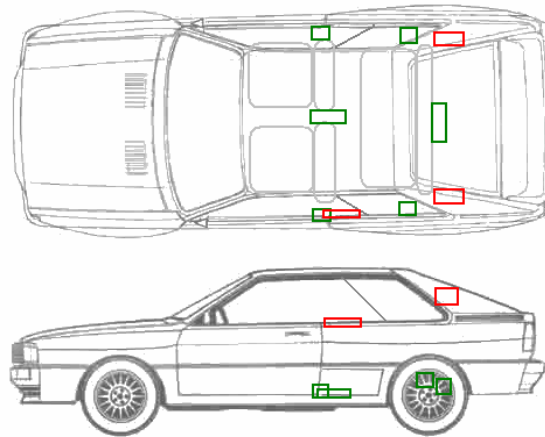


Abb. 5-4 Gurtbandführung durch die Karosserie in den Radkasten [22]

c) Limousine

Die häufigste Karosserievariante ist die Limousine in Fließ- oder Stufenheckausführung. Bei ihr treten erfahrungsgemäß selten gravierende Probleme bei einer Nachrüstung auf. In wenigen Fällen ist die B-Säule derart schmal, dass sie bei Gurtbelastung die entstehenden Zugkräfte nicht abstützen würde. Die B-Säule ist in ausreichender Stärke und Breite eine sehr gute Stelle zur Unterbringung eines Verankerungspunktes, an der die Verankerungshöhe variabel ist. Auch die Einbindung eines Gurtsystems auf den Rücksitzen ist meist unproblematisch, da die C-Säule oder eine gestaltfeste, aus Metall gefertigte Hutablage die Positionierung der Gurtaufroller erleichtern, so wie es das rechte Bild in Abbildung 5-5 verdeutlicht.

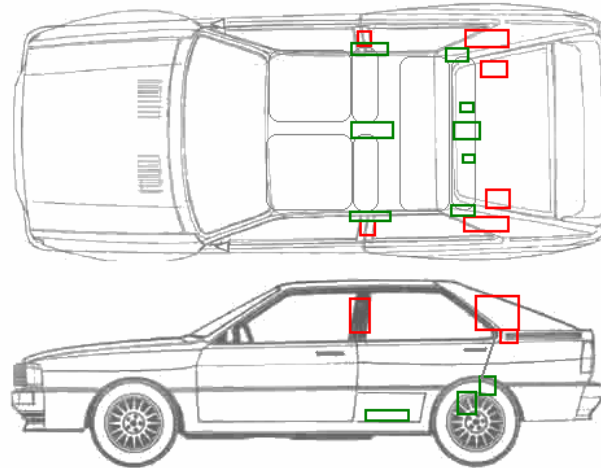


Abb. 5-5 Oberer Gurtpunkt an B-Säule und C-Säule [22]

d) Kombinationskraftwagen (Kombi)

Die Karosserie des Vorderwagens eines Kombis ähnelt oft der einer Limousine: so auch der Innenraum im Bereich der Vordersitze. Problematisch ist oft die Gestaltung und Unterbringung der Gurthaltepunkte für die Rücksitze, denn eine C-Säule, die den Ansprüchen einer ausreichenden Kraftaufnahmefähigkeit genügt, ist an den interessierenden Stellen nur selten vorhanden. Es kann dann aber ähnlich der Vorgehensweise wie an Coupé-Vordersitzen verfahren werden, um geeignete Halte- oder Umlenkpunkte für Rücksitzgurte zu finden oder es werden spezielle Halterungen gefertigt, die die oberen Gurtpunkte aufnehmen, wie in dem Citroën Kombi (Modell ID) in Abbildung 5-6.

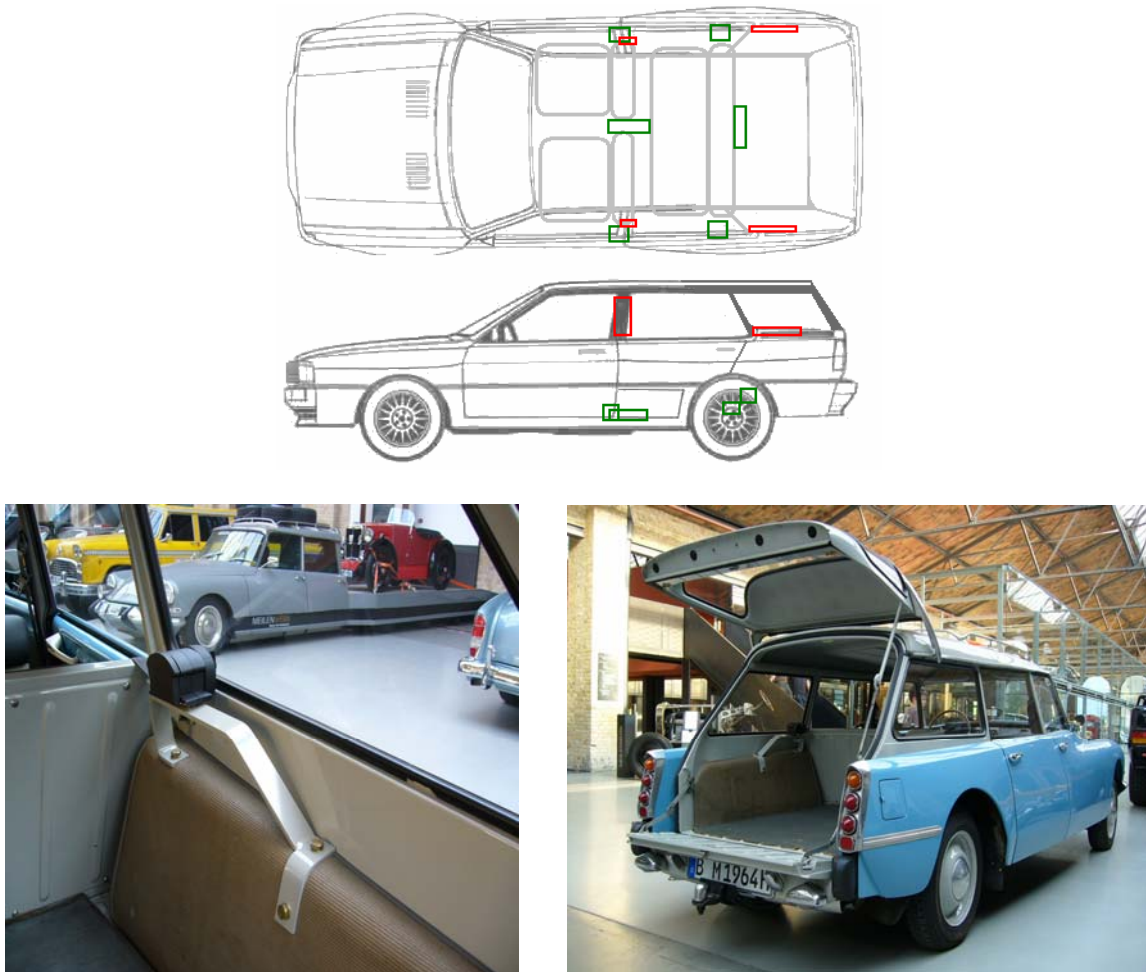


Abb. 5-6 Spezialanfertigung für Gurtrolle eines Rücksitzes [22]

e) Mischbauweisen/Sonderformen

Mischbauweisen oder Sonderformen des Karosseriebaus, wie sie beispielsweise Fahrzeuge in offener Bauweise mit Bootsheckgestaltung aufweisen, erfordern sehr häufig individuelle und spezielle Lösungsansätze. Trotz dessen können auch bei ihnen fast immer Gestaltungsvarianten gefunden werden, die eine effektive Insassenrückhaltung mittels Sicherheitsgurt ermöglichen.

Die Analyse der Fahrzeugkarosserien unterstützt nicht nur professionelle Firmen bei einer ersten Einschätzung der Sachlage. Sie hilft bei der Vorkalkulation der Umbaukosten und der Erstellung eines Angebotes. Die nachstehende Tabelle 5-1 enthält eine zusammenfassende und übersichtliche Aufstellung von typischen Karosseriemerkmalen und karosseriespezifischen Besonderheiten.

Tab. 5-1 Karosseriegrundformen, Merkmale und Besonderheiten

Karosserie- grundformen	Allgemeine Merkmale	Besonderheiten	
		begünstigend	ungünstig
Cabriolet	<ul style="list-style-type: none"> - aufklappbares oder abnehmbares Dach - meist zweitürig - zwei-, vier- oder fünfsitzig 	<ul style="list-style-type: none"> - weit hinten liegen- der Verdeckkasten - breite Seitenwand- struktur hinten 	<ul style="list-style-type: none"> - keine B-Säule - keine C-Säule - kleine Rücksitzbau- weise - Verdeckkasten
Coupé	<ul style="list-style-type: none"> - zweitürig - zwei- oder mehrsitzig 	<ul style="list-style-type: none"> - breite Seitenwand- konstruktion hinten 	<ul style="list-style-type: none"> - keine B-Säule - lange Türen - weit zurückgesetzte C-Säule - kleine Fahrgastzelle
Limousine	<ul style="list-style-type: none"> - zwei- oder mehrtürig - Stufenheck - Fließheck 	<ul style="list-style-type: none"> - breite B-Säule - breite C-Säule - Hutablage aus Metall - Zugang zum Gepäckraum 	<ul style="list-style-type: none"> - schmale B-Säule - weit zurückgesetzte C-Säule (Fließheck)
Kombi	<ul style="list-style-type: none"> - Fahrgast- und Ge- päckraum fallen zu- sammen - i.d.R. viertürig 	<ul style="list-style-type: none"> - breite B-Säule - Seitenwand- konstruktion - Zugang zum Ge- päckraum 	<ul style="list-style-type: none"> - keine C-Säule - Laderaumab- deckung
Mischbau- weisen/ Sonder- formen	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - evt. Holz- konstruktion - keine Feststellung der vorderen Rück- sitzlehnen

5.3.2.2 Innenraumausstattung

Ebenso wie bei den unterschiedlichen Karosseriekonzeptionen wurde auch bei Fahrzeug-Innenraumgestaltungen nur selten Rücksicht auf einen adäquaten In-sassenschutz genommen. Weil in der Karosserie keine Verankerungen vorgesehen waren, müssen die Innenraumverkleidungen oft durchbohrt, durchstochen oder auf andere Weise den Befestigungsbeschlägen des Gurtsystems angepasst werden. Bei nicht sichtbaren Innenraumteilen ist dies weniger belangvoll, als bei Teilen die gut sichtbar sind. Es ist darauf zu achten, dass Innenraumverkleidungsteile auch nach ihrem Umbau oder ihrer Anpassung an den Gurtverlauf, ihre eigentliche Funktion nicht verlieren. Solche Anpassungsmaßnahmen bedürfen im Interesse der inneren Sicherheit einer gewissen Kompromissbereitschaft hinsichtlich der Innenraum-Originalität, sind aber für die Erhöhung der passiven Sicherheit unerlässlich. Für die unter Gliederungspunkt 3.3.3 beschriebenen Gurtkomponenten sollte der Innenraum:

- genügend Platz zwischen den Vordersitzen bieten, um die Gurtschlösser und deren Verankerungen dort vorzusehen,
- ausreichenden Platz für die Montage von Gurtaufrollern auch hinter einer durchgehenden Sitzbank bieten, wenn die Gurtschlösser zwischen Sitzfläche und Rückenlehne geführt werden müssen,
- eine uneingeschränkte Bedienung aller Gurtsystemteile ermöglichen,
- Zugänglichkeit auch bei Rettungsmaßnahmen bieten,
- bei extrem beengten Platzverhältnissen auch Sonderlösungen ermöglichen, die im Einzelfall gesondert festgelegt werden müssen.

5.3.3 Anforderungs- und Maßnahmenkatalog

Der Anforderungs- und Maßnahmenkatalog hat einen empfehlenden Charakter. Alle in ihm beschriebenen Schritte sind nötig, um die Positionen von Verankerungen so festzulegen, dass ein passendes Sicherheitsgurtsystem installiert werden kann, dass allen ergonomischen und sicherheitstechnischen Anforderungen genügt. Im Konzept ist ein Vorschlag zur Nutzung einer Messvorrichtung (MVo) ent-

halten, die es dem Benutzer deutlich erleichtern kann, Verankerungsbereiche zu bestimmen, die einen anforderungsgerechten Gurtverlauf gewährleisten. Sie ist vorrangig für Anwender gedacht, die „professionell“ Gurte nachrüsten. Die Bedienung der Vorrichtung und die Funktion der einzelnen Bestandteile werden im Punkt 5.3.3.6 erklärt. Trotz dessen ist das Vorhandensein einer solchen Messvorrichtung nicht zwingend erforderlich. Sowohl die unteren als auch die oberen Verankerungspunkte können unter Zuhilfenahme der folgenden Erläuterungen mit herkömmlichen Meßmethoden ermittelt werden.

5.3.3.1 Anforderungen an Sicherheitsgurte

Gurtsysteme und Gurtsystemkomponenten können nicht selbst hergestellt werden. Im Interesse höherer Insassensicherheit ist es ratsam komplette Gurtsysteme von zertifizierten Herstellern zu erwerben, die basierend auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen hergestellt, geprüft und zugelassen sind. Auf deutscher und europäischer Ebene bestimmt die ECE-Regelung 16 (derzeit gültige Fassung ECE-R 16-04) – nach standardisierten Vorschriften – die Beschaffenheit, Ausführung und Prüfung von Sicherheitsgurten. Solche Sicherheitsgurte sind wie in Abbildung 5-7 an geeigneter Stelle (meist ein Aufnäher auf dem Gurtband) gekennzeichnet.



Abb. 5-7 Geprüfter und gekennzeichnete Sicherheitsgurt [23]

Die Gurtsysteme verfügen über einen Retraktor mit Notverriegelung mit mehrfacher Empfindlichkeit. Die Notverriegelung wird bei einem Unfall aktiviert durch:

1. Gurtbandauszug $> 0,8 g^1$
2. Fahrzeugverzögerung $> 0,45 g$
3. Neigung der Ansprecheinrichtung $> 12^\circ$

Werden dennoch Gurte verwendet, die nicht dem aktuellen ECE-Standard entsprechen, aber mit einer älteren Bauartgenehmigung versehen, geprüft und gekennzeichnet sind, sollten hinsichtlich Einbaueignung und Funktionsfähigkeit auf die unten stehenden Forderungen geprüft werden.

- Leichtgängigkeit der Verstelleinrichtungen
- Einrast- und Öffnungsfunktion des Gurtschlusses
- Aufroller: Leichtgängigkeit, Verriegelung bei Gurtbandauszug, Neigungsempfindlichkeit
- Gurtband: Risse, ausgefranste Gurtbandfasern, scharfe Knicke
- Sauberkeit und Funktionsfähigkeit aller Bestandteile.

5.3.3.2 Anordnung der Gurtsystemkomponenten

a) Anordnung auf außen liegenden Sitzplätzen

Bei Montage eines Dreipunkt-Systems findet man in kaum einem KFZ eine Möglichkeit die oberen Verankerungspunkte in der Fahrzeugmitte anzuordnen. Auf vorderen Sitzen empfiehlt sich die Standardanordnung, wie sie sich auch in moderneren Fahrzeugen durchgesetzt hat. Der Aufroller und der Umlenkbeschlag des oberen Verankerungspunktes befinden sich auf der Außenseite des Fahr-

¹ Erdbeschleunigung $g = 9,81\text{m/s}^2$

zeugs und das Gurtschloss in der Mitte. Ist der Einbau eines Zweipunkt-Beckengurt-Systems (statisch oder automatisch) unumgänglich, sind folgende Überlegungen zweckmäßig:

- Anbringung des Gurtschlusses auf der Außenseite, so dass bei Notfallrettung durch Dritte das Gurtschloss einfacher und schneller zu öffnen ist.
- In statischer Ausführung ergibt sich ein Vorteil für Fahrzeuge mit durchgängiger Sitzbank. Der lange Gurtbandteil mit Schlosszunge verbleibt bei Nicht-Benutzung auf der Sitzbank, bleibt sauber und kann beim Schließen der Tür nicht unbemerkt einklemmen, was bei Statikgurten häufig vorkommt und den Gurt unbrauchbar machen kann.

b) Anordnung auf außen liegenden, hinteren Rücksitzen zur vorwiegenden Nutzung von Kinder-Rückhaltesystemen

Wenn oft Kinder auf Oldtimerfahrten mitgenommen werden sollen, die aufgrund ihres Alters und Gewichts noch längere Zeit in Kinder-Rückhaltesystemen transportiert werden müssen, besteht bei der Sicherheitsgurnachrüstung die Möglichkeit – wenn es Fahrzeugausprägung und Innenraumgegebenheiten erlauben – den Einbau der Gurtgeometrie umgekehrt vorzunehmen. Umgekehrt heißt: Der Gurtverschluss befindet sich auf der Außenseite des Fahrzeugs. Es begünstigt das immer wiederkehrende An- und Abschnallen der Kinder sehr, weil der Gurtverschluss weitaus leichter erreichbar und bedienbar ist. Außerdem verringert sich die Wahrscheinlichkeit der Fehlbenutzung, weil insbesondere die Gurtführung an Kindersitzen beim Anschnallvorgang besser kontrolliert werden kann, wenn man sich nicht über die Rückhalteeinrichtung beugen muss, um das Gurtschloss zu verriegeln. Ein weiterer Aspekt ist auch hier die verbesserte Bergungsmöglichkeit und somit erhöhte passive Sicherheit nach einem Unfall.

c) Anordnung auf mittleren Sitzplätzen

Auf vorderen mittleren Sitzplätzen, zum Beispiel bei amerikanischen Fahrzeugen, deren Sitzbänke drei Sitzplätze haben, können Dreipunktgurte selten anforderungsgerecht installiert werden. Hier können Beckengurte eingesetzt werden. Die unteren Verankerungspunkte der außen liegenden Sitze können bei entsprechender Dimensionierung der Verankerung als Anschlagpunkte für die Enden der Beckengurte mit genutzt werden.

Auch auf hinteren Mittelsitzen sind Beckengurte bei einer Nachrüstung denkbar. Besteht die Möglichkeit den oberen Verankerungspunkt an geeigneter Stelle anzubringen (z.B. ausreichend gestaltfeste Hutablage, bestehend aus einer Metallkonstruktion o.Ä.), kann auch ein Dreipunktgurt integriert werden.

Auf dem Zubehörmarkt gibt es Nachrüstgurte, die wie auf der Abbildung 5-8 eine Kombination aus statischem Beckengurt und zusätzlichem automatischen Schultergurt sind.



Abb. 5-8 Dreipunktgurt für Mittelsitze [24]

5.3.3.3 Auswahl der Gurtsystemkomponenten

Bevor die genaue Lage und Anzahl der Gurtverankerungspunkte festgelegt werden kann, muss entschieden werden, welches Gurtsystem installiert werden soll. Dies geschieht unter Rücksichtnahme der zuvor eruierten fahrzeug- und karosserispezifischen Besonderheiten. Außerdem können die Beschaffenheit der Beschläge und andere Gurtkomponenten die endgültige Verankerungsposition beeinflussen.

Das Design der Gurtkomponenten, wie Gurtschlösser, Umlenkbeschläge usw. ist abhängig vom Hersteller. Lediglich die Anbindung an den Gurtverschluss ist wählbar. Die Abbildung 5-9 zeigt verschiedene Anbindungsarten des Gurtschlösses an die Karosserie, wobei das Schloss am Band vorwiegend auf hinteren Sitzplätzen eingesetzt wird.



Abb. 5-9 Gurtpeitschenarten [24]

In Fahrzeugen der Klasse M₁ werden bei der Gurtnachrüstung hauptsächlich zwei Retraktorenarten eingesetzt:

1. Einstellbare Retraktoren

(mit mehrfacher Empfindlichkeit)

Der Retraktor kann winkelunabhängig montiert werden. Er wird so justiert, dass das Gurtband in der jeweiligen Anbaustellung ausgezogen werden kann.



Abb. 5-10 Retraktor mit manueller Verstellung [24]

2. Nicht-einstellbare Retraktoren

(mit mehrfacher Empfindlichkeit)

Der Retraktor kann nur so montiert werden, dass das Gurtband vertikal nach oben aus der Spule läuft.



Abb. 5-11 Retraktor ohne Verstellmöglichkeit [24]

Die Gurtbandlängen sind bedingt abhängig von potentiellen Einbaumöglichkeiten der Verankerungspunkte im Fahrzeug und von der Erreichbarkeit aller Bedienelemente, die zur sicheren Führung des Fahrzeugs notwendig sind. Deshalb können Gurtsysteme vorkonfektioniert in mehreren Längen erworben werden. Sonderlängenanfertigungen oder Sonderfarben sind mit dem Gurthersteller abzustimmen. Übliche und im Handel erhältliche Gurtbandlängen sind 2,10 Meter bis 2,90 Meter für Dreipunktgurte. Für einstellbare Beckengurte sind Längen bis 1,20 Meter bestellbar.

Hinweis: Verschiedene im Handel erhältliche *Gurtverlängerungen* zur nachträglichen Anpassung von Gurtbandlängen besitzen i.d.R. keine Allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) und sollten ungenutzt bleiben!

5.3.3.4 Konditionierung der Sitzplätze

Der Sitz ist die wichtigste *Mensch-Maschine-Schnittstelle* und das Zentrum für Ergonomie im Fahrzeug. Die Stütz-, Halte- und Positionierungsfunktion ist in allen Fahrzeugen von großer Bedeutung. Speziell der Fahrer soll eine komfortable Grundhaltung und somit eine weitgehend ermüdungsfreie und ergonomische Körperhaltung erreichen [1, S. 406]. Die genannten Forderungen sind, wenn möglich, auch in klassischen Fahrzeugen durch Konditionierung der Sitze (= Voreinstellung der Sitze) sicherzustellen. So wie in neueren PKW soll der Sitz auch in klassischen Fahrzeugen die Basis für die Lagebestimmung aller Sicherheitsgurtverankerungspunkte sein. Die Festlegung einer „gebrauchsüblichen“ Sitzstellung ist abhängig von der Einstellbarkeit der Sitze. Nicht-einstellbare Sitze können nicht speziell konditioniert werden.

Die Sitzeinstellungen bilden die Grundlage für das Festlegen der Bereiche in denen, sowohl die unteren, als auch die oberen Gurtverankerungen in der Karosserie positioniert werden können. Das Verstellen der Sitze in ihre Extrempositionen (weit vor oder weit zurück) soll nicht dazu führen, dass die Gurtbandführung inakzeptabel wird und so, im Falle eines Unfalls, verletzungsfördernd wirkt. Bei zur vertikalen Längsebene des Fahrzeugs symmetrischem Karosserieaufbau muss jeweils ein Fahrzeugsitz so montiert sein, dass die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen durchgeführt werden können. Die ermittelten Werte können auf die gegenüberliegende Fahrzeugseite übertragen werden.

a) Sitzeinstellung abhängig von zukünftigen Fahrzeugführern

Vordersitze:

Die Einstellung der vorderen Sitzplätze wird im Beisein des zukünftigen Fahrzeugführers vorgenommen. Die Körpergröße und die ergonomischen Bedürfnisse des Fahrers sind maßgebend für die korrekte Sitzeinstellung. Vorzugsweise werden die Einstellungen auf dem Fahrersitz vorgenommen. Dazu ist durch die Betätigung der entsprechenden Verstelleinrichtungen der Sitz in die für den Fahrer gebrauchübliche Position zu bringen. Für die richtige Sitzeinstellung sind die in der die Abbildung 5-12 dargestellten Kriterien zu beachten.

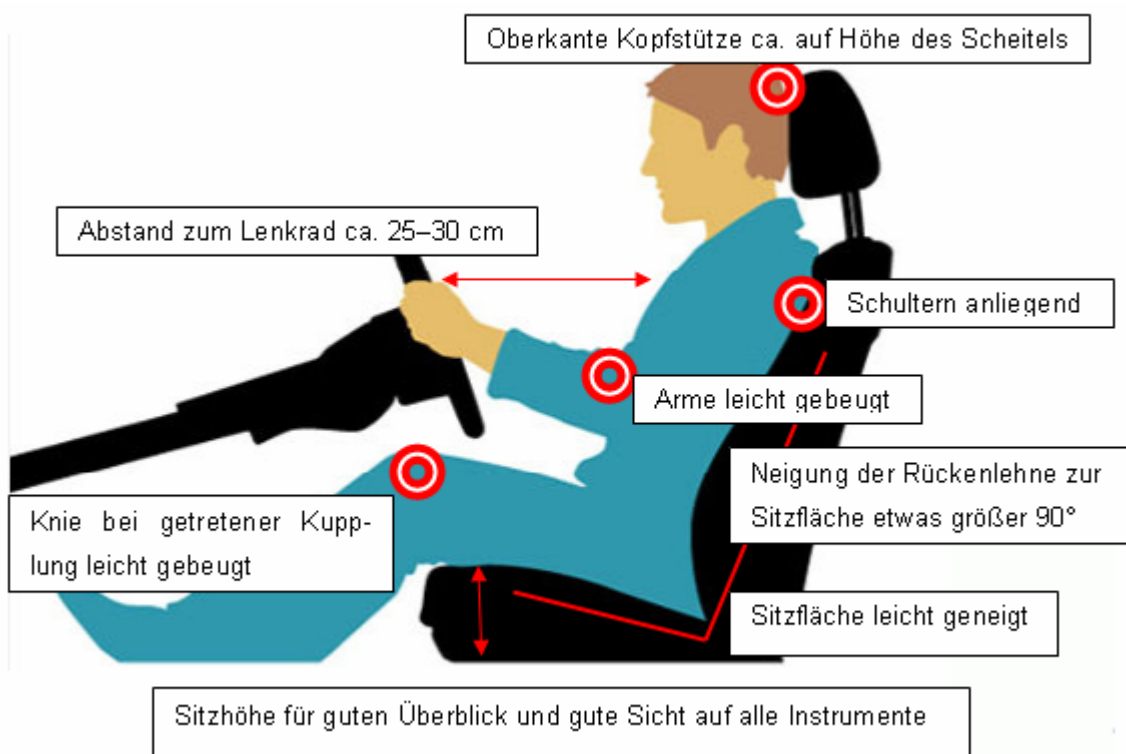


Abb. 5-12 Komfortable Sitzposition im Fahrersitz nach [25]

Rücksitze/Rücksitzbank:

Sind die Rücksitze ähnlich oder gleich denen der Vordersitze aufgebaut erfolgt die Positionierung wie in a1). Sind die Rücksitze in keiner Weise verstellbar ist darauf zu achten das die Sitzfläche und die Rücksitzlehne in den dafür vorgesehenen Befestigungspunkten ausreichend fixiert ist.

b) Sitzeinstellung unabhängig von zukünftigen Fahrzeugführern**Vordersitze:**

Wird der Sitz universell eingestellt, empfiehlt es sich, ihn in Längsrichtung in der Mittelstellung der Führungsschienen zu arretieren. Die Sitzfläche soll leicht nach hinten-unten geneigt sein. Bei höhenverstellbaren Sitzen ist die Höhen-Mittelstellung einzurichten.

Der Winkel zwischen Sitzfläche und Rückenlehne beträgt im Regelfall 90° bis 95° . Bei nicht verstellbarer, nahezu waagerechter Sitzfläche kann dieser Winkel bis zu 110° betragen. Es ist sicherzustellen, dass das Vorhandensein von Kopfstützen sich nicht nachteilig – im Sinne einer Gurtbandumlenkung – auf die Gurtbandführung des Schultergurtes auswirkt.

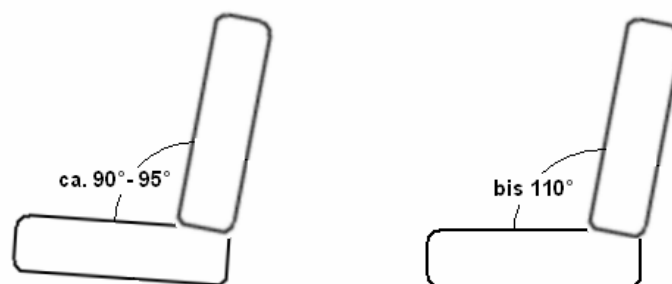


Abb. 5-13 Sitzeinstellungen mit geneigter und waagerechter Sitzfläche

Rücksitze/Rücksitzbank:

Bei verstellbaren Rücksitzen kann die Einstellung wie unter Punkt: *Vordersitze* erfolgen. Bei nicht verstellbaren Rücksitzen oder Rückbänken ist darauf zu achten, dass sie so montiert sind, wie sie es auch bei Normalbedingungen sind.

5.3.3.5 Lagebestimmung der Gurtverankerungen (Grundlagen)

Eine korrekte Gurtbandführung am menschlichen Körper ist abhängig von der geometrischen Lage der Sicherheitsgurtverankerungspunkte (siehe 5.2) und von den Komponenten des Gurtsystems selbst. Entscheidend für die Lage der Verankerungspunkte ist wiederum die Position des menschlichen Beckens im Fahrzeugsitz. Für die Bestimmung der Verankerungspunkte wird dazu ein kinematisches Drehgelenk im Beckenbereich definiert (Abb. 5-14). Das Drehgelenk ist die Drehachse zwischen Ober- und Unterkörper des Menschen für Bewegungen in Längsrichtung. Ausgehend von diesem Drehgelenk (Hüft-Bezugspunkt) werden sowohl die unteren, als auch die oberen zulässigen Bereiche festgelegt, in denen man Gurtverankerungen positioniert.

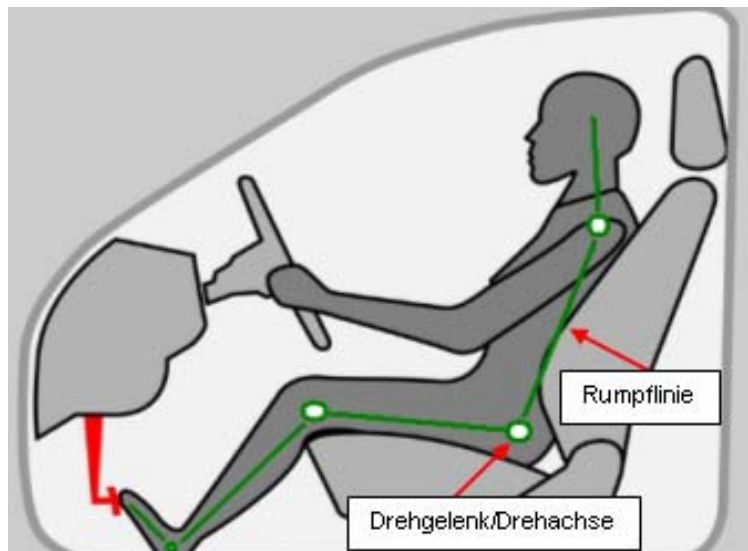


Abb. 5-14 Kinematikmodell Mensch-Autositz nach [26]

Vorstellung der Messvorrichtung zur Bestimmung der optimalen Verankerungsbereiche:

Da die zu bestimmenden Lagebereiche für die effektiven Verankerungspunkte nur ungenügend von einer Testperson auf die vorhandene Fahrzeuginnenstruktur übertragbar sind, besteht die Möglichkeit eine spezielle Messvorrichtung zu nutzen, insbesondere dann, wenn Gurte und Verankerungen häufig und in verschiedene ältere Fahrzeugmodelle integriert werden, z.B. in professionellen Werkstätten. So kann die Fehlerquote bei wiederkehrenden Messungen gering gehalten werden. Die vorgeschlagene Messvorrichtung ist universell und unabhängig von Fahrzeuginsassen einsetzbar. Auf diese Weise ist das Messverfahren standardisiert, unabhängig von der Sitzkonstruktion und in diversen klassischen Fahrzeugtypen anwendbar. Mit ihrer Hilfe ist es leicht möglich, die geometrischen Bereiche zu definieren in denen die unteren und oberen Gurtverankerungspunkte angebracht werden können.

Die Messvorrichtung², erkennbar in der Abbildung 5-15, simuliert quasi das Drehgelenk der menschlichen Hüfte durch eine künstliche „**Hüftgelenkachse**“ und die Wirbelsäule durch einen „**Rumpflinienstab**“.

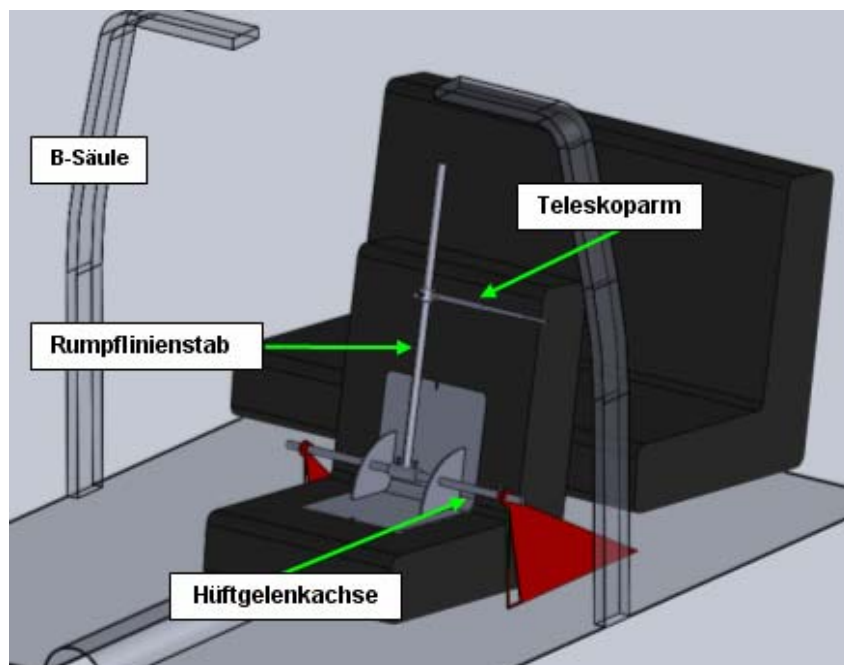


Abb. 5-15 Messvorrichtung auf dem Fahrersitz

² Die technischen Zeichnungen zur Herstellung befinden sich in den Anlagen

Die aufsteckbaren roten „Winkel-Schablonen“ helfen bei der Festlegung der Bereiche, in denen die unteren Gurtverankerungspunkte liegen dürfen. Die Schablonen sollen für mehrere Anwendungsfälle in unterschiedlichen Ausführungen angefertigt werden. Der Rumpflinienstab mit seinem in der Höhe verstellbaren **Teleskoparm** hilft bei der Lagebestimmung von oberen Verankerungen.

Die damit zu bestimmenden Bereiche entsprechen im Wesentlichen den zulässigen Bereichen der ECE-R 14 für moderne Fahrzeuge. Für obere Verankerungspunkte wird eine geringe Abweichung toleriert, die in diesem Abschnitt unter b) erläutert ist. Trotz dessen wird eine gute und sichere Gurtführung gewährleistet. Da die Verankerungen im Regelfall an die Blechkonstruktion des Fahrzeugs angepasst werden, sollten alle relevanten Verkleidungsteile demontiert und die eingebauten Sitze nach 5.3.3.4 eingestellt sein.

a) untere Gurtverankerungen

Das fehlerfreie Anliegen des Beckengurtes und der Beckengurtverlauf am Körper sind sehr wichtig. Der Verlauf wird durch die Lage der effektiven Verankerungspunkte links und rechts der Sitze entscheidend beeinflusst. Die Bereiche in denen die Effektivpunkte angebracht werden können, lassen sich mit Hilfe der Winkel-schablonen bestimmen. Werden die Effektivpunkte in den für sie definierten Bereichen angeordnet, kann von einem zufriedenstellenden Beckengurtverlauf ausgegangen werden, bei dem die Rückhaltefunktion optimal ausgenutzt ist.

Der Effektivpunkt kann je nach Gestaltung der Befestigungsbeschläge und ihrer Befestigung an der Verankerung mit dem vorhandenen Verankerungspunkt identisch sein oder nicht. Dieser Unterschied ist in der Abbildung 5-16 erkennbar.

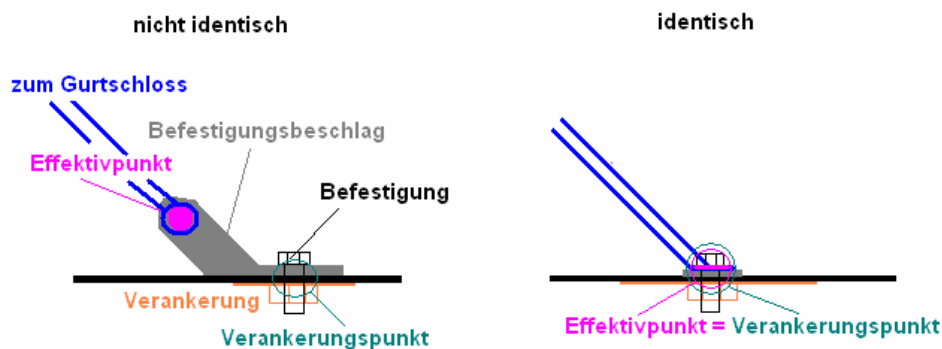


Abb. 5-16 Unterschied zwischen Effektivpunkt und Verankerung

Befindet sich der Effektivpunkt außerhalb des durch die roten Schablonen definierten Bereichs, ist die Schutzwirkung unter Umständen erheblich eingeschränkt. Verläuft der Beckengurt beispielsweise zu steil nach unten, ist die Rückhaltefunktion herab gesetzt. Würde er zu flach verlaufen, beispielsweise durch ineffektive Anbringung der Gurtpeitsche, so wie im rechten Teilbild der Abbildung 5-17, gleitet er während eines Aufpralls über die Beckenknochen hinweg und fördert so den unter Punkt 5.2 beschriebenen Submarining-Effekt.

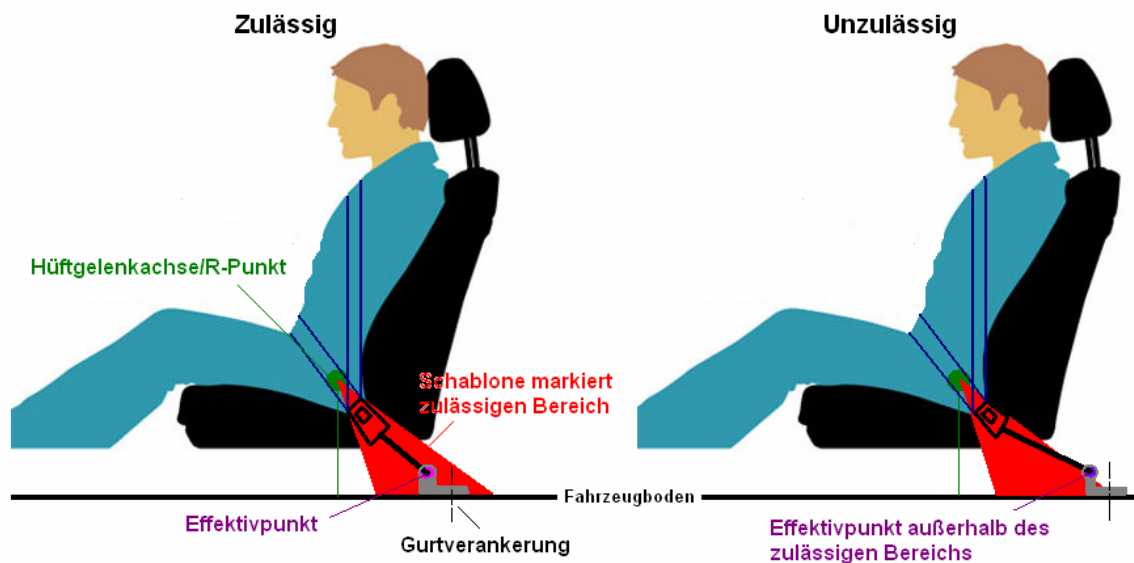


Abb. 5-17 Gurtverankerungspositionen (Gurtverschlussseite) nach [25]

Für den Einsatz im jeweiligen Kraftfahrzeug sollen die Winkelschablonen in drei verschiedenen „Winkel-Ausführungen“ und jeweils drei „Größen-Ausführungen“ vorliegen. Zur Anpassung an unterschiedliche Fahrzeugsitz-Höhen, sowie zur Nutzung auf Vorder- und Rücksitzen kann so ausreichend variiert werden. Die kommende Übersicht 5-18 zeigt Schablonen für jeden Anwendungsfall.

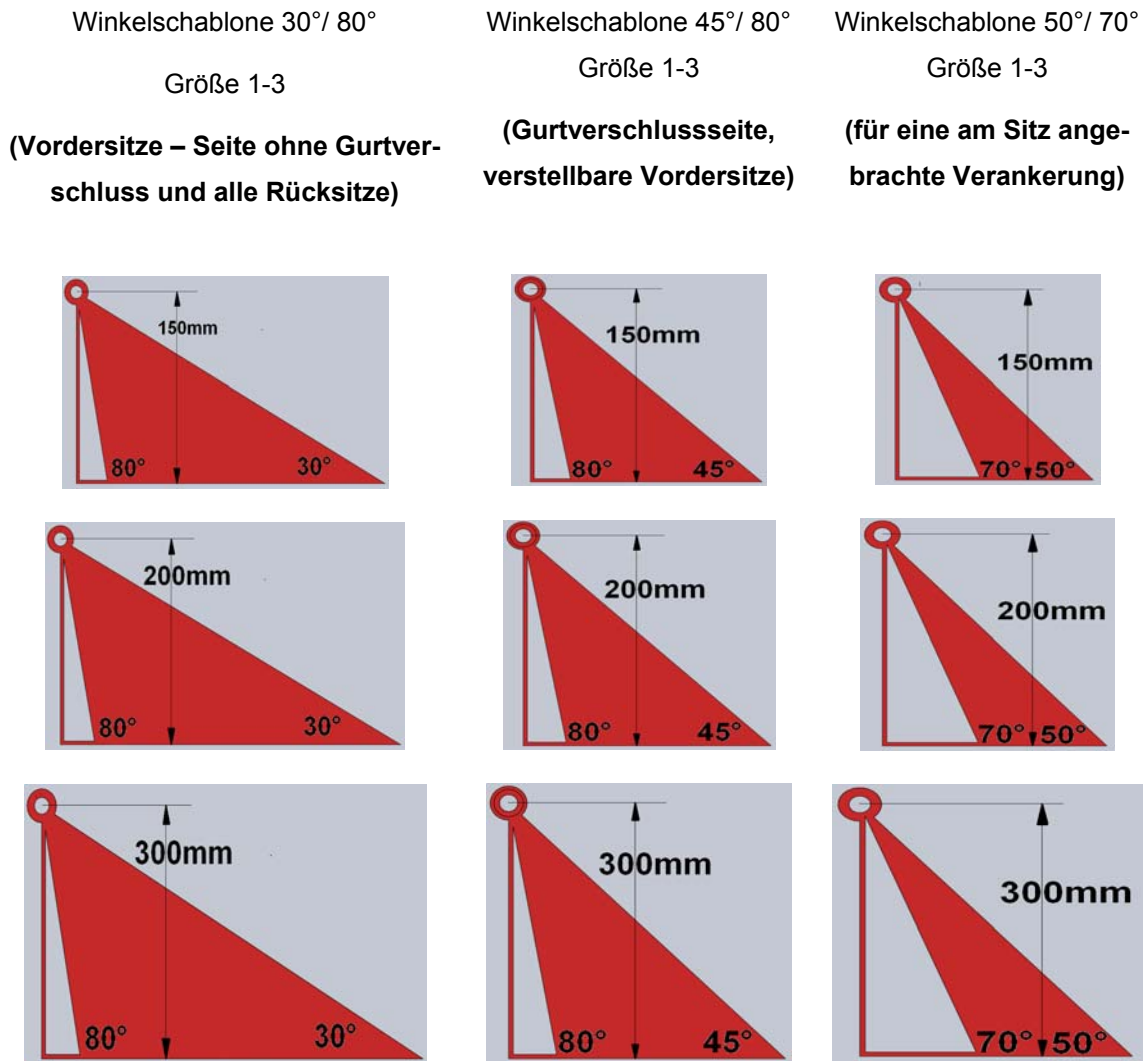


Abb. 5-18 Übersicht Winkelschablonen

b) obere Gurtverankerungen

Ebenso wichtig wie der akzeptable Verlauf des Beckengurtes ist der Verlauf des Schrägschultergurtanteils eines Dreipunkt-Systems am Körper. Um für seinen zufrieden stellenden Verlauf zu sorgen, so dass die Rückhaltewirkung optimal ausgenutzt und die Verletzungsgefahr minimiert ist, muss es auch hier einen Bereich geben, in dem seine obere effektive Verankerung liegen darf. Dieser Bereich ist sowohl nach unten und oben, als auch nach vorn begrenzt ist. Der Teleskoparm der Messvorrichtung hilft bei der Festlegung der Unter- und Obergrenze, zwischen denen die Verankerung liegen darf. Die Abbildung 5-19 zeigt den zulässigen Bereich, vorerst schematisch. Die Vorschriften zur Bestimmung der Grenzen des Bereichs werden im Folgenden erläutert.

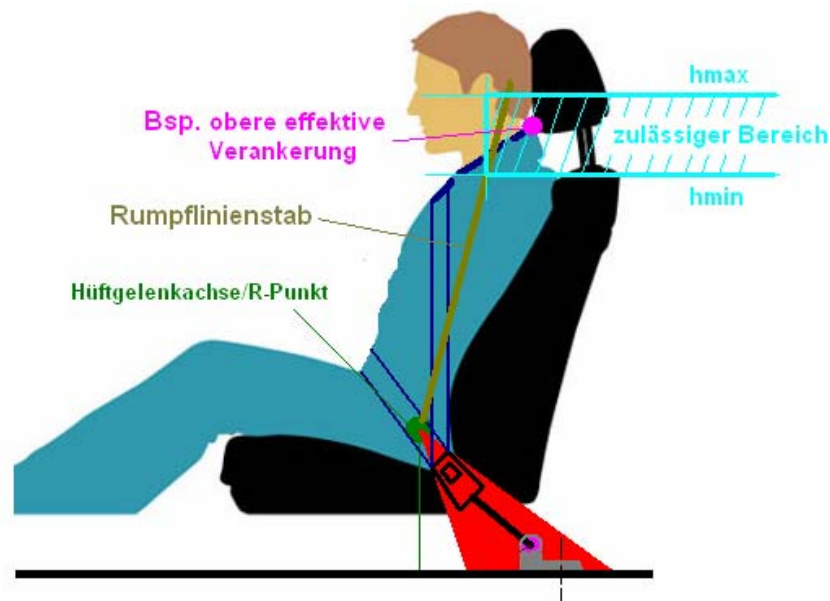


Abb. 5-19 zulässiger Bereich für obere Verankerungspunkte nach [25]

Die Höhe (h_{\min}) der unteren Grenze ist definiert durch den vertikalen Abstand zwischen Hüftgelenkachse und h_{\min} . Er beträgt stets 450 mm. Die blaue Markierung, angebracht auf dem Rumpflinienstab der Messvorrichtung, zeigt die Mindesthöhe an. Die ECE-R14 beschreibt die Obergrenze des zulässigen Bereichs mit einer geneigten Ebene FN, die den Punkt „D“ auf der Rumpflinie schneidet (Abb. 5-20, S. 55). Für Vordersitze beträgt der Winkel zwischen Rumpflinie und Ebene FN 65° , für Rücksitze bis zu 60° . Die Höhe der oberen Grenze ist abhängig vom waagerechten Abstand S der Längsmittlinie des Sitzes zur potentiellen oberen Verankerung in der Fahrzeugstruktur. Der Abstand vom Punkt D zum R-Punkt wird wie folgt ermittelt:

$$\overline{DR} = 675 \text{ mm} \quad \text{für } S \leq 200 \text{ mm} \quad \text{Gl. (1)}$$

$$\overline{DR} = 315 \text{ mm} + 1,8 \cdot S \quad \text{für: } S > 200 \text{ mm} \quad \text{Gl. (2)}$$

Der zulässige Bereich ist durch die vorangegangenen Festlegungen nach oben und unten begrenzt. Doch die obere Gurtverankerung darf in ihrem zulässigen Bereich nicht beliebig nach vorn „wandern“. Auch hier muss eine geometrische Grenze definiert werden, so dass die Schutzwirkung des Schrägschultergurtanteils stets erhalten bleibt. Die Vorschriften der ECE-R 14 sehen dazu eine Ebene FK vor, die die Rumpflinie im Punkt B (Strecke $\overline{RB} = 260 + S$) in einem Winkel von 120° schneidet.

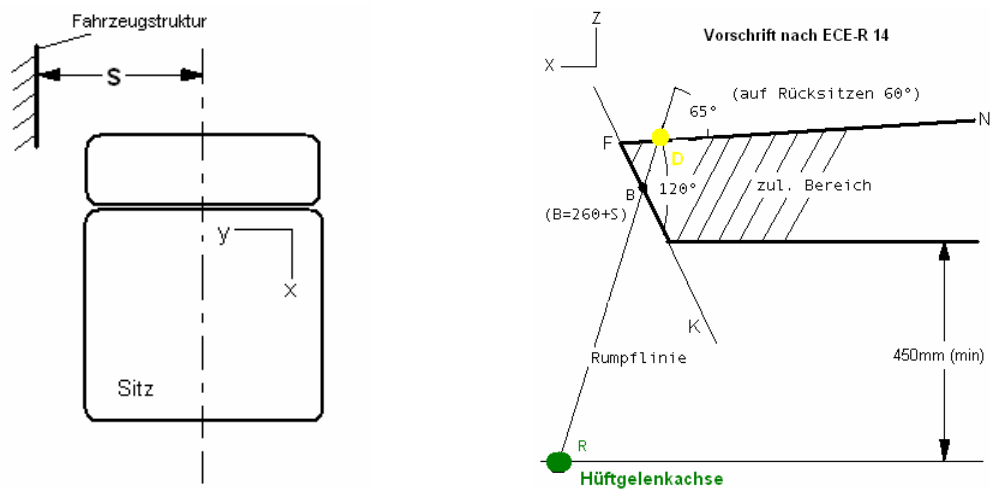


Abb. 5-20 Abstand S und zulässiger Bereich nach ECE-R 14

Bei der Verankerungsnachrüstung im Oldtimer werden die beschriebenen Sachverhalte nun minimal vereinfacht, so dass sich die ermittelten Grenzen angemessen auf die vorhandene Fahrzeugstruktur übertragen lassen und trotzdem ein tolerabler Bereich in hinreichender geometrischer Lage und Größe festgelegt werden kann.

Die tolerable Untergrenze befindet sich auch bei der Nachrüstung auf der Höhe $h_{\min} = 450 \text{ mm}$. Der Abstand S wird wie oben ermittelt. Die neue Obergrenze verläuft nach der Vereinfachung parallel zur waagerechten Untergrenze durch den Punkt D. Die geringe Abweichung zwischen der „ECE-Obergrenze“ und der neu festgelegten Obergrenze ist bei der Übertragung der Obergrenze auf die vorhandene und unveränderliche Fahrzeugstruktur minimal und deshalb akzeptabel.

Die neu definierte *senkrechte* Vordergrenze des angepassten zulässigen Bereichs schneidet die Rumpflinie an der Stelle „Z“, wo die untere Grenze des zulässigen Bereichs die Rumpflinie schneidet. Der auf die Höhe h_{\min} eingestellte und auf die Rückenlehne ausgerichtete Teleskoparm (blaue Farbmarkierung!) markiert also gleichzeitig die Vordergrenze. In der Abbildung 5-21 ist der zulässige Bereich der ECE-R 14 für moderne Fahrzeuge und die Anpassung des zulässigen Bereichs für Oldtimer gegenübergestellt.

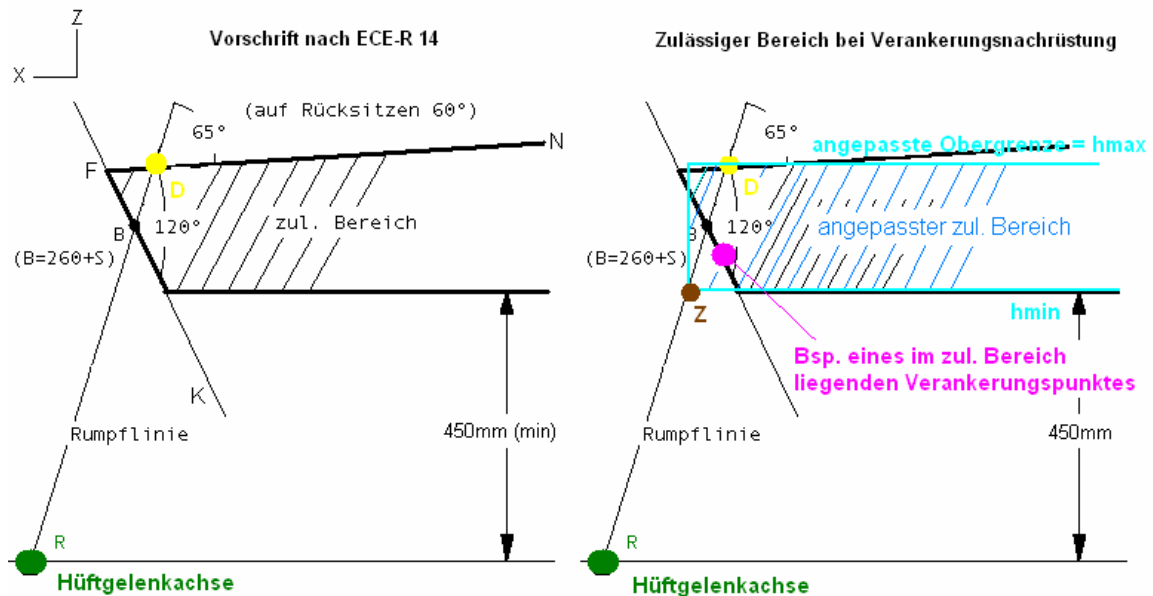


Abb. 5-21 Bereich nach ECE-R 14 und angepasster zulässiger Bereich

Beispielrechnung zur Bestimmung der Ober- und Untergrenze des zulässigen oberen Verankerungsbereiches:

Beispiel: geg. : $S = 250 \text{ mm}$ (am Fahrzeug gemessen!) $S > 200 \text{ mm}$

ges. : h_{\min}, h_{\max}

Lösg. : $h_{\min} = \underline{450 \text{ mm}}$ (immer!)

h_{\max} nach Gleichung (2)

$$h_{\max} = (315 \text{ mm} + 1,8 \cdot 250 \text{ mm})$$

$$h_{\max} = \underline{765 \text{ mm}}$$

Die errechneten Werte für h_{\max} entsprechen dem direkten Abstand zwischen Hüftgelenkachse und h_{\max} . Der Teleskoparm kann durch Messen entlang des Rumpflinienstabes auf die errechnete Höhe h_{\max} gesetzt und waagrecht auf die entsprechende Fahrzeugstruktur (B-Säule, C-Säule) ausgerichtet werden. Die Spitze des Teleskoparms zeigt dann die Obergrenze des zulässigen Bereichs an. Wie der zulässige Bereich der Beispielrechnung auf die Karosseriestruktur (hier C-Säule) übertragen wird, verdeutlicht die Abbildung 5-22.

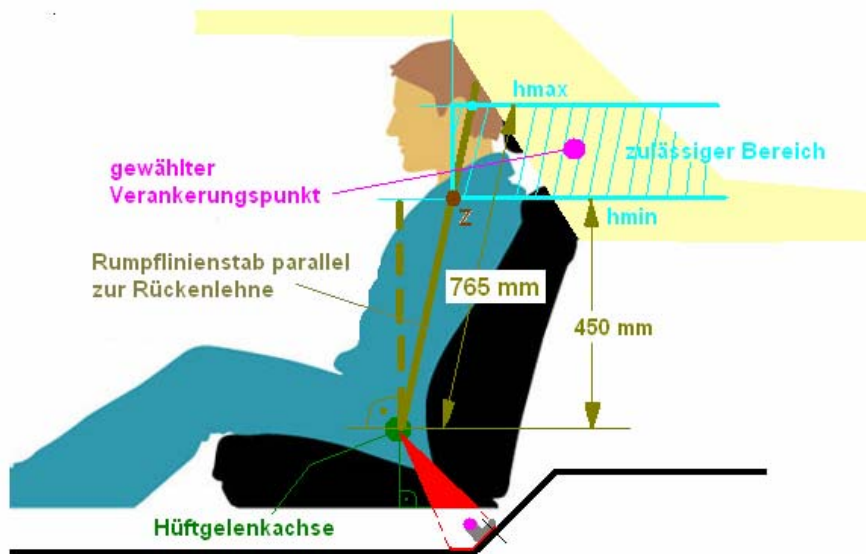


Abb. 5-22 Beispiellage einer oberen Gurtverankerung

Die vorangegangenen Überlegungen beziehen sich auf die Ermittlung der unteren und oberen Gurtverankerungspunkte außen liegender Fahrzeugsitze. Auf gleiche Art und Weise können bei Bedarf die Verankerungspunkte für Mittelsitze ermittelt werden. Der Abstand der unteren effektiven Gurtverankerungspunkte darf im Gegensatz zu äußeren Sitzplätzen (≥ 350 mm) bei Mittelsitzen 240 mm nicht unterschreiten (siehe Tab. 3-2).

5.3.3.6 Bestimmung der unteren Verankerungen (mit der Messvorrichtung)

Die Messvorrichtung im Bild 5-23 wird mit den **Kerben (1)** des **Auflageblechs (2)** auf den betreffenden Sitz mittig platziert. Die Unterseite befindet sich dazu auf der Sitzfläche, die andere Seite liegt dicht an der Rückenlehne an. Der **Rumpflinienstab** bleibt vorerst unberücksichtigt, weil er ausschließlich zur Ermittlung der oberen Verankerungspunkte eingesetzt wird. Anschließend wird die Grundplatte mit einer Masse von ca. 3 kg beschwert, so dass die Vorrichtung wackelfrei auf dem Sitz positioniert ist.

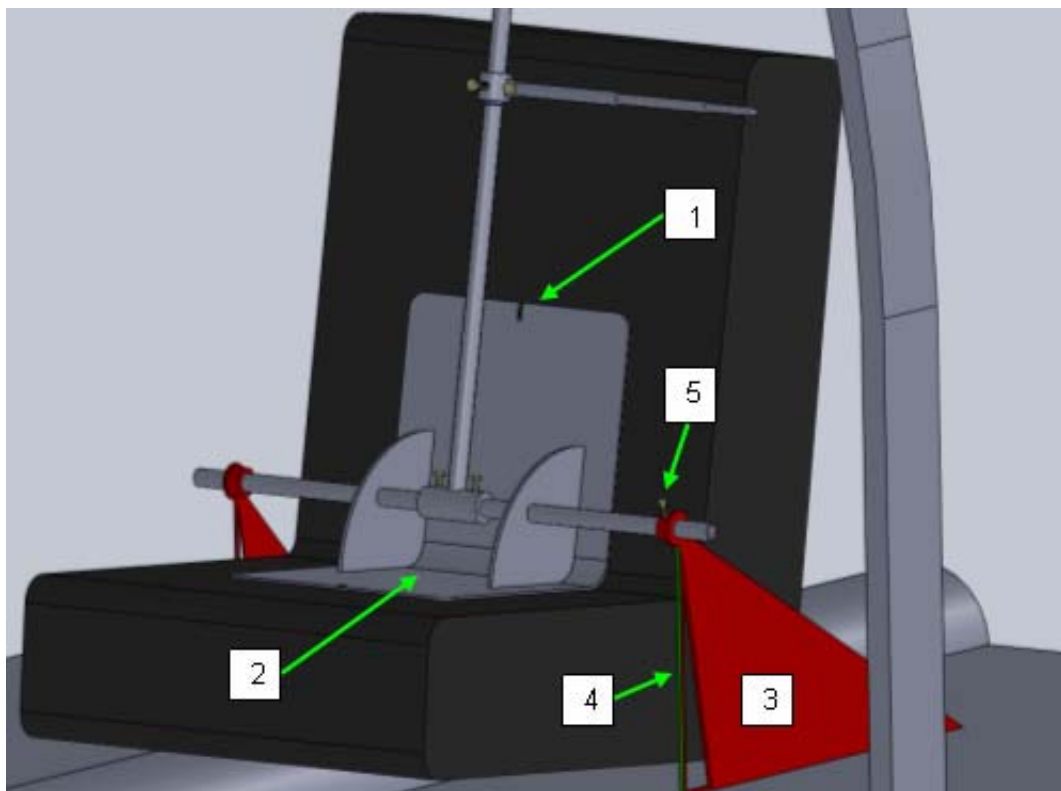


Abb. 5-23 Messvorrichtung

Die **Winkelschablonen (3)**, die in drei verschiedenen „Winkel-Ausführungen“ vorliegen (siehe Abb. 5-18, Seite 52) können nun, abhängig von der Anordnung des gewählten Gurtsystems, beidseitig auf die **Hüftgelenksachse** aufgeschoben werden. Die **grün markierte Vorderkante (4)** der entsprechenden Winkelschablone wird vertikal ausgerichtet und die Schablone mit der **Justierschraube (5)** fixiert.

In der Abbildung 5-24 ist am Beispiel Fahrzeugboden dargestellt, wie die Winkel-
 schablone in Verbindung mit der Karosseriestruktur genutzt wird, um den zulässigen
 Verankerungsbereich für die Gurtverschlussseite zu ermitteln. Die
 Verlängerung der Dreiecksschenkel der Schablone zum Fahrzeugboden markiert
 eine Strecke \overline{PQ} . Der Effektivpunkt der Gurtverankerung muss sich in Fahrzeug-
 längsrichtung zwischen P und Q befinden. Bei schmalen Sitzen darf der Abstand
 der Gurtverankerungen zur vertikalen Längsmittlebene des Sitzes 120 mm nicht
 unterschreiten. Der Abstand der unteren Gurtbefestigungen untereinander darf
 nicht weniger als 350 mm sein.

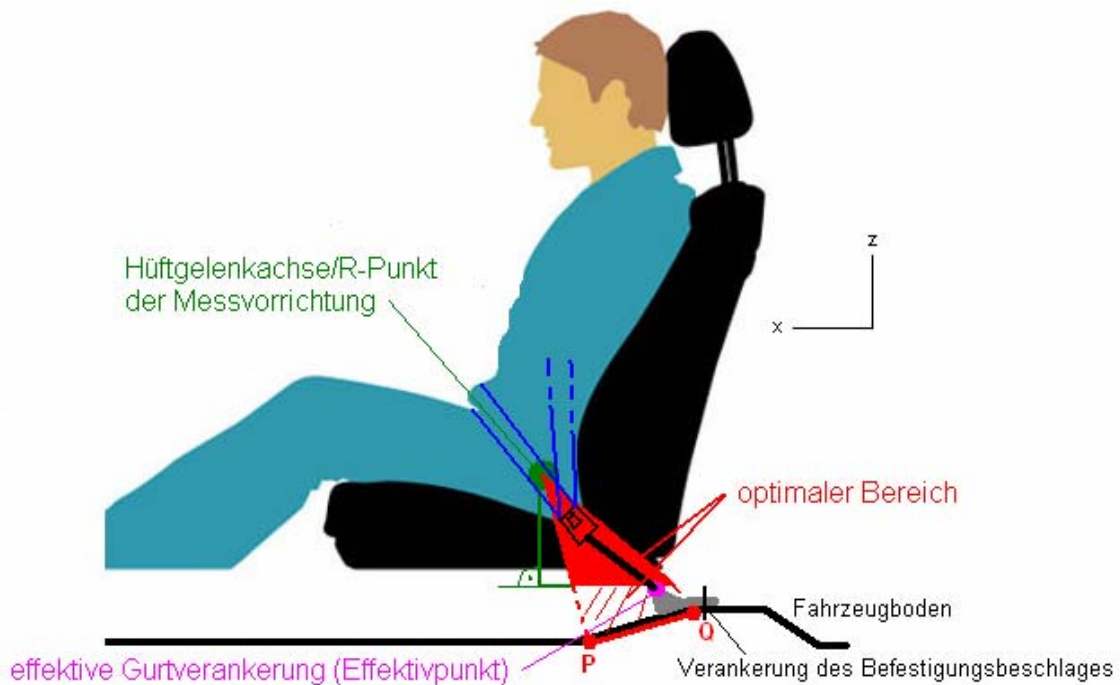


Abb. 5-24 Anordnung der Gurtverschlussverankerung im optimalen Bereich

5.3.3.7 Bestimmung der oberen Verankerungen (mit der Messvorrichtung)

Die Erklärungen zur Bestimmung der oberen Verankerungsbereiche erfolgen anhand der nachstehenden Abbildung 5-25. Sie zeigt Detailausschnitte der Messvorrichtung.

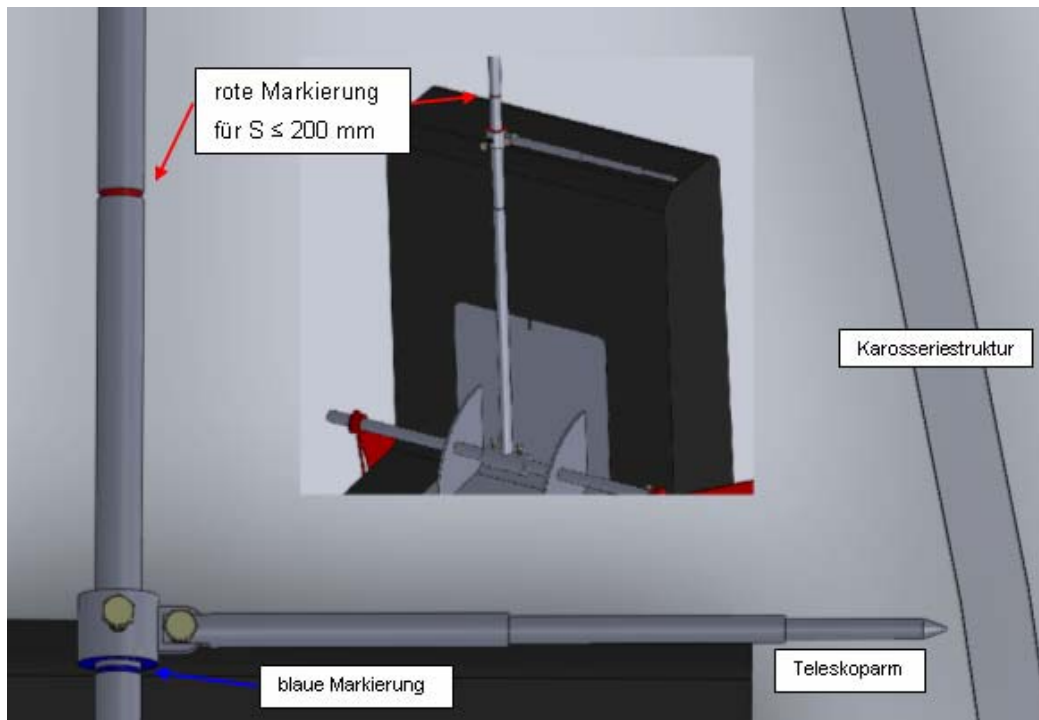


Abb. 5-25 Details der Messvorrichtung

Zunächst wird der Rumpflinienstab senkrecht ausgerichtet und in dieser Stellung mit den Halteschrauben fixiert. Auf dem Rumpflinienstab befindet sich ein drehbar gelagerter, **höhen- und winkelverstellbarer Teleskoparm**. Die Unterseite seiner **Führungsbuchse** ist blau markiert. Wird die blaue Markierung der Buchse mit der blauen Markierung des Rumpflinienstabes in Übereinstimmung gebracht, befindet sich der Teleskoparm 450 mm über der Hüftgelenkachse (vertikaler Abstand). Diese 450 mm entsprechen der geforderten Mindesthöhe.

Der teleskopierbare Arm wird nun waagrecht ausgerichtet und soweit ausgezogen und gedreht bis seine Spitze auf die Fahrzeugstruktur trifft (z.B. die B-Säule oder C-Säule), in die ein Verankerungspunkt eingebaut werden soll. Die Spitze markiert einen Punkt, der sich in einer horizontalen Ebene befindet, die die Untergrenze eines tolerierbaren Bereichs für die Verankerung festlegt.

Nur oberhalb dieser Ebene darf ein Verankerungspunkt liegen. Die Untergrenze muss an der Karosseriestruktur gekennzeichnet werden.

Der waagerechte Abstand zwischen der Teleskopspitze und der Achse des Rumpflinienstabes beschreibt den Abstand „S“ zwischen der vertikalen Längsmittlebene des Sitzes und dem oberen Verankerungspunkt. Ist der ermittelte Abstand $S \leq 200$ mm kann die Führungsbuchse mit der rot markierten Oberseite an die rote Markierung des Rumpflinienstabes gesetzt werden. Dann beträgt der Abstand zwischen Hüftgelenkachse und Teleskoparm 675 mm, wie es auch die ECE-R 14 fordert. Damit markiert die Spitze die obere Grenze. Der zukünftige Verankerungspunkt darf nur zwischen Ober- und Untergrenze liegen. Ist $S > 200$ mm erfolgt die Berechnung der Höhe der Obergrenze nach **Gl. (2)**. Wenn die Höhe ermittelt ist kann der Teleskoparm auf diesen Abstand gesetzt werden und ebenfalls auf die betreffende Karosseriestruktur ausgerichtet werden. Auch die Obergrenze muss im Fahrzeug entsprechend markiert werden.

5.3.3.8 Gestaltung der Verankerungspunkte

Alle Gurtsystem-Komponenten, z.B. Umlenkbeschlag, Verankerung des Gurt Schlosses usw., die befestigt werden müssen, werden mit der Karosserie verschraubt. Da Karosseriebleche klassischer Fahrzeuge ca. 1mm stark sind reicht das alleinige Durchbohren und Verschrauben ohne Zusatzmaßnahmen nicht aus. Die Gefahr des „Ausreißen“ bei großer Belastung ist hoch. Deshalb kommen verschiedenartige Verstärkungen zum Einsatz. Eine praktikable und vielfach angewendete Methode ist der Einsatz von speziellen Verstärkungsblechen, die mit oder ohne aufgeschweißte Gewindemutter, die auftretenden Kräfte „flächiger“ in die Karosserie einleiten. Zwei Varianten eines Verstärkungsblechs zeigt die Abbildung 5-26.



Abb. 5-26 Verstärkungsbleche, rechteckig und quadratisch [24]

Die Verstärkungsbleche können an der Karosseriestruktur unterschiedlich ein- oder angebracht sein. Fünf verschiedene Gestaltungsvarianten (Gv-1 bis Gv-5) sind in Abbildung 5-27 aufgelistet. Für die Verwendung werden an die nach 5.3.3.6 und 5.3.3.7 ermittelten Verankerungsstellen ausreichend große Löcher in die Karosserie gebohrt. Die 4 mm dicken Stahl-Verstärkungsbleche (orange dargestellt) sind mit einer Gewindemutter oder Gewindebuchse verbunden, die ein 7/16-Zoll-Gewinde (20 UNF 2B) oder alternativ ein M12 x 1,25 Feingewinde aufweisen.

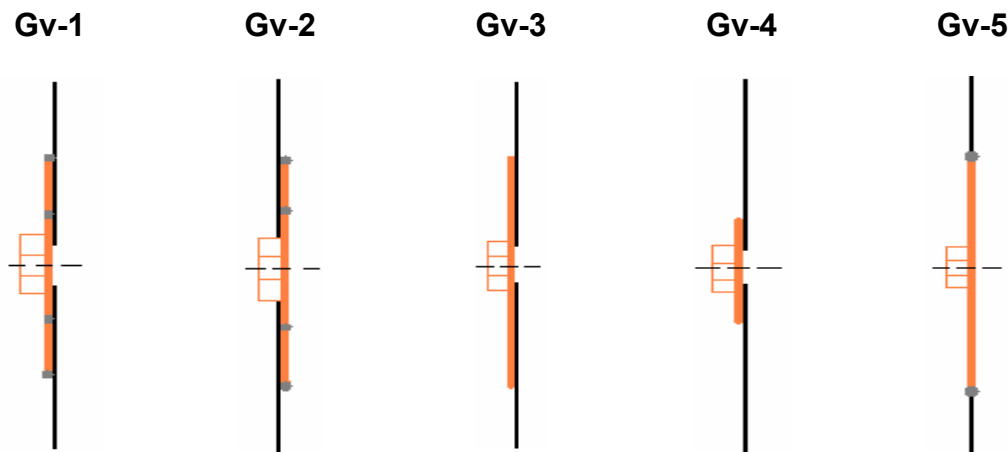


Abb. 5-27 Gestaltungsvarianten für Verankerungspunkt-Verstärkungen

Die auf die verstärkten Gurtverankerungen einwirkenden Kräfte werden durch die Gurtkräfte bei einem Unfall hervorgerufen. Die Belastungswinkel zwischen Zugkraft der Gurtbänder und Verankerungspunkten können je nach Anordnung der Gurtkomponenten an der Fahrzeugstruktur unterschiedlich sein, so wie es die Abbildung 5-28 veranschaulicht.

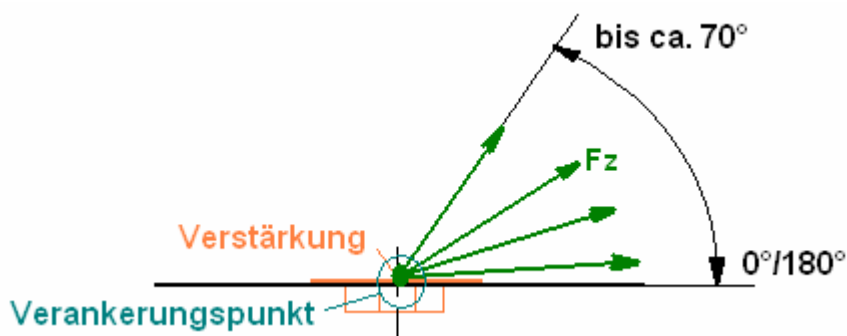


Abb. 5-28 Belastungsrichtungen auf die Verankerungspunkte

Die Gestaltungsvarianten sind winkelabhängig, unterschiedlich belastbar und eignen sich deshalb für bestimmte Anwendungsfälle gut oder weniger gut. Die Form und Größe der verschraubten oder verschweißten Verstärkungsbleche kann unterschiedlich sein. In mehreren Zugversuchen an einer Zug-Prüfmaschine, dessen Auswertungen im Kapitel 6 dargelegt sind, wurde die Kraftaufnahmefähigkeit der Verbindungsvarianten simuliert und getestet. Die Erkenntnisse daraus sind in die Erstellung der Tabelle 5-2 eingegangen.

Tab. 5-2 Einsatzmöglichkeiten der Gestaltungsvarianten

Winkelbereich	Gv-1 Größe der Verstärkungsfläche 30 cm ² (rechteckig)		Gv-2 Größe der Verstärkungsfläche 30 cm ² (rechteckig)		Gv-3 Größe der Verstärkungsfläche 30 cm ² (rechteckig)	Gv-4 Größe der Verstärkungsfläche 16 cm ² (quadratisch)	Gv-5 Größe der Verstärkungsfläche 30 cm ² (rechteckig)
	mind. 8 Schweißpunkte	umlaufend verschweißt	mind. 8 Schweißpunkte	umlaufend verschweißt			
0°-20°	●	●	●	●	●	●	●
20°-45°	●	●	●	●	●	●	●
45°-70°	●	●	●	●	●	●	●

● sehr gut geeignet
 ● gut geeignet
 ● bedingt geeignet
 ● nicht geeignet

Korrosionsschutz und Schweißverfahren:

- verschraubte Gestaltungsvarianten müssen korrosionsschutzgeschützt ausgeführt sein (z.B. galvanisch verzinkt)
- punkt- oder umlaufend verschweißte Gestaltungsvarianten müssen im Schweißnahtbereich mit geeigneten Korrosionsschutzprodukten versiegelt sein, um Spaltkorrosion vorzubeugen

- befindet sich die Verstärkung im Außenbereich des Fahrzeugs (z.B. Unterboden) soll sie nach ihrer Anbringung mit einem geeigneten Korrosionsschutzanstrich oder einer Korrosionsschutzbeschichtung behandelt werden
- das gewählte Schweißgut und Schweißverfahren muss geeignet sein, um die nötige Festigkeit zu erzielen.

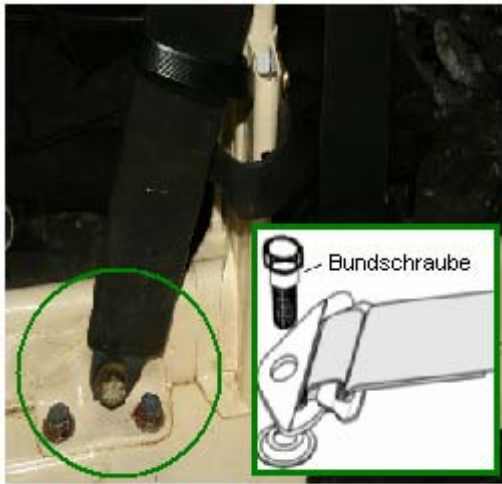
5.3.3.9 Hinweise zur Sicherheitsgurtmontage

Die hier empfohlenen Montagehinweise können von Montagehinweisen einzelner Gurthersteller abweichen. Sind dem Lieferumfang des jeweiligen Gurtsystems Montageanweisungen beigelegt sind diese zu beachten.

Die Gurtkomponenten werden passend zu den Gewinden der Verstärkungen mit Feingewindeschrauben verschraubt. Das Anzugsmoment für alle Befestigungsschrauben beträgt 45 Nm (Newtonmeter). Die Abbildung 5-29 zeigt ein typisches Nachrüst-Set eines Dreipunktgurtes. Die auf den folgenden Seiten veranschaulichten und erklärten Schritte sind bei fast jeder Gurtmontage gleich.



Abb. 5-29 Dreipunkt-Automatikgurt mit Stahlseil-Gurtpeitsche [27]



a

Abb. a)

Der Befestigungsbeschlag der unteren Gurtverankerung, der Sitzseite ohne Gurtverschluss, wird drehbar montiert. Dazu stehen Bundschrauben zur Verfügung. Der drehbare Befestigungsbeschlag ermöglicht die Anpassungsfähigkeit des Beckengurtbandes an den Insassenkörper. Hinweis: Die Verankerung des unteren Befestigungsbeschlags und die Verankerung des Gurtaufrollers dürfen übereinstimmen oder nicht.



b

Abb. b)

Die Befestigung der Gurtpeitschen (am Stahlseil oder am Gurtband) erfolgt i.d.R. am entsprechend verstärkten Fahrzeugboden oder Mitteltunnel. Die Anordnung kann für einen verbesserten Gurtverlauf auch „über Kreuz“ gewählt werden, wenn es die zulässigen Bereiche der Verankerungen erlauben.



c

Abb. c) und d)

Der Befestigungsbeschlag der oberen Gurtumlenkung wird mit einer Bundschraube, zwei Kunststoffringen und einer Distanzbuchse an der verstärkten Fahrzeugstruktur befestigt. Die Gurtführung/Gurtumlenkung bleibt drehbar.



d



e

Abb. 5-30 (a-e) Montagebeispiele [28]

Abb. d)

Die Befestigung der Gurtrolle an der Fahrzeugstruktur (B-Säule, Schwellenbereich, Hutablage, Boden etc.) erfolgt direkt oder mittels verschiedenartig gefertigter Befestigungsbeschläge. Nicht-einstellbare Aufroller müssen entsprechend ihrer vorgeschriebenen Einbaulage montiert werden. Einstellbare Aufroller werden entsprechend ihrer Einbaulage justiert. Die Auszugs- und Blockierfähigkeit ist nach dem Einbau zu prüfen.

5.3.4 Aufwandsanalyse

Die Typenvielfalt bei historischen KFZ, die keine Gurtverankerungen besitzen ist groß. Eine typenspezifische Prognose ist für ein allgemeingültiges Nachrüstkonzept schwierig. Zu berücksichtigen sind der Allgemeinzustand der Karosserie, die charakteristische Aufbauausprägung mit eventuellen Besonderheiten, die Komplexität der Innenraumverkleidung (Aus-, Um- und Wiedereinbau) und die Art des Gurtsystems. Bisher erfolgte Nachrüstungen von Sicherheitsgurten und Verankerungen zeigen die folgenden Näherungswerte unterteilt in zeitlichen Aufwand und den Kostenaufwand.

5.3.4.1 Zeitaufwand

- Cabrio: 4 – 6 Std./Sitzplatz
- Coupé: 3 – 5 Std./Sitzplatz
- Limousine: 3 – 4 Std./Sitzplatz
- Kombi: 3 – 5 Std./Sitzplatz
- Sonderkonstruktionen/
Spezialanfertigungen: nach Aufwand

5.3.4.2 Kostenaufwand

Materialien:

- Zweipunkt-Statikgurte: 30,00 € – 60,00 €
- Dreipunkt-Statikgurte: 40,00 € – 60,00 €
- Dreipunkt-Automatikgurte (Standard-Aufroller): 50,00 € – 70,00 €
- Dreipunkt-Automatikgurte (einstellbare Aufroller): 60,00 € – 80,00 €
- Dreipunkt-Gurte für Mittelsitze (Kombination aus
statischem Beckengurt und automatischem
Diagonalgurt): 80,00 € – 100,00 €
- Sonderanfertigung Gurtbandfarben: 20,00 € – 40,00 €
- Befestigungsmaterial pauschal pro Sitzplatz
(Schrauben, Verstärkungsbleche, Befestigungs-
beschläge etc.): ca. 15,00 €
- Kleinmaterial pauschal: ca. 5,00 €

Arbeitslöhne:

- Stundenlohn Montagearbeiten: 90,00 € – 95,00 €
- Stundenlohn Spenglerarbeiten: 110,00 € – 115,00 €

[alle Preise inkl. MwSt, Stand März 2012]

6 Festigkeitsprüfung an Gurtverankerungen

6.1 Versuchsziel

Sicherheitsgurte leiten die durch die Verzögerung hervorgerufenen Kräfte in die Karosserie ein. Ohne entsprechende lokale Verstärkungen können die Karosseriebleche die Kräfte bei größeren Kollisionen nicht angemessen aufnehmen. Die Verstärkungen können verschiedenartig ausgeführt sein. Die Verstärkungsvarianten sollen abhängig von verschiedenen Belastungsrichtungen getestet werden, um abzuschätzen, für welche Anwendungsfälle sie sich bei einer Verankerungsnachrüstung im KFZ eignen oder nicht.

6.2 Versuchsprogramm

Im Rahmen der Versuche werden fünf unterschiedliche Gestaltungsvarianten von Gurtverankerungen quasistatisch geprüft. Die auf sie einwirkenden Zugkräfte werden mit einer Zug-Prüfmaschine aufgebracht. Über einen Zuganker, der den Befestigungsbeschlag und das Gurtband simuliert, wird eine Zugkraft über die Verschraubung in die jeweilige Gestaltungsvariante (Blechprobe) eingeleitet und gemessen. Die Blechproben sind in einer winkelverstellbaren Einspannvorrichtung fest fixiert. Mit der Einspannvorrichtung lassen sich die Belastungswinkel 22° , 45° , 67° und 180° generieren. Die Versuche sind in vier Messreihen gegliedert, in der jede Gestaltungsvariante unter einem konstanten Winkel geprüft wird. Die bei der Auswertung gewonnenen Erkenntnisse fließen in Form von Vorschlägen zur gebrauchtsabhängigen Nutzung von Verankerungsverstärkungen in das Nachrüstkonzept ein. Sie sind bei der Erstellung der Tabelle 5-2 auf Seite 62 berücksichtigt.

6.3 Versuchsfeld

Alle Versuche wurden im Labor Werkstofftechnik, unter der Leitung von Herrn Dipl.-Ing. K. Heinrich, an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin durchgeführt. Sie wurden mit einer Material-Prüfmaschine und einer speziell für diesen Zweck angefertigten Einspannvorrichtung vorgenommen.



Abb. 6-1 Material-Prüfmaschine

Hersteller:	Zwick/Roell
Typ:	SMART.PRO
Nr.:	BZ1-MM 14740.ZW02
Maximalkraft:	100 kN
Software:	testXpert® II
Prüfgeschwindigkeit:	1mm/s
Vorkraft:	50 N

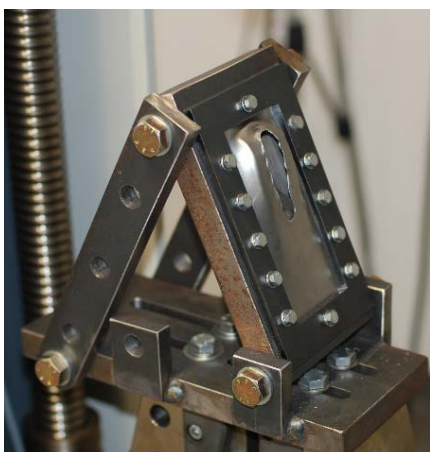


Abb. 6-2 Einspannvorrichtung

Einstellbare Belastungswinkel:

- 0°/180°
- 22°
- 45°
- 67°

6.3.1 Materialien und Zubehör

Gestaltungsvariante 1-5

der Blechproben:

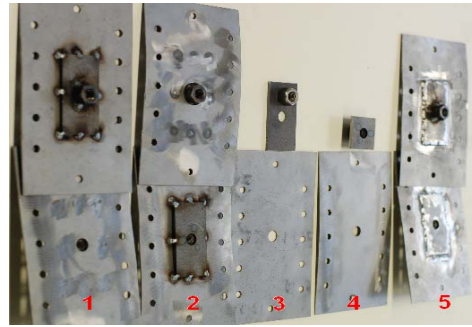


Abb. 6-3 Blechproben, Gestaltungsvarianten 1-5

Abmessungen:

Verstärkungsblech 1 (Vb-1): 40 x 80 x 4 mm ($3200 \text{ mm}^2 = 32 \text{ cm}^2$)

Verstärkungsblech 2 (Vb-2): 40 x 40 x 4 mm ($1600 \text{ mm}^2 = 16 \text{ cm}^2$)

Karosserieblechprobe: 120 x 200 x 1 mm

Gestaltungsvariante 1 (Gv-1):
(punktweise verschweißt mit Vb-1)



Gestaltungsvariante 2 (Gv-2):
(punktweise verschweißt mit Vb-1)



Gestaltungsvariante 3 (Gv-3):
(verschraubt mit Vb-1)



Gestaltungsvariante 4 (Gv-4):
(verschraubt mit Vb-2)



Gestaltungsvariante 5 (Gv-5):
(umlaufend verschweißt mit Vb-1,
Oberseite bündig eingesetzt)



Werkstoffqualität:

Karosserieblech:	St 1403
Verstärkungsblech:	S 235 JR
Zuganker:	S 235 JR

Anzahl der Schweißpunkte: je 8 Stück an Gv-1 und Gv-2

Schraube Zuganker: M12 x 30 (Feingewinde)

Anzugsmoment Zuganker: 45 Nm

6.3.2 Versuchsaufbau/Versuchsanleitung

Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 6-4 dargestellt. Die Versuchsanleitung erfolgt exemplarisch für einen Zugversuch mit dem Belastungswinkel 22° .

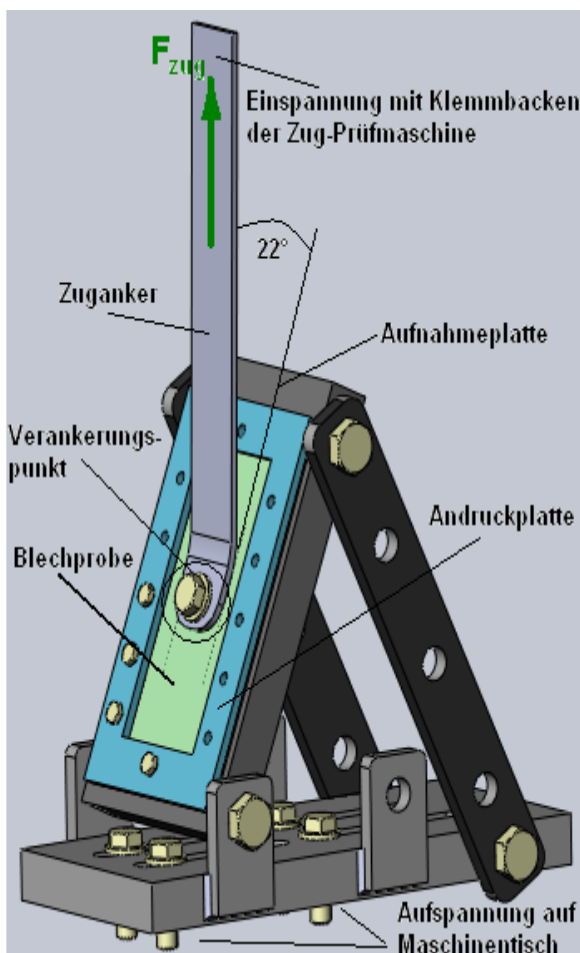


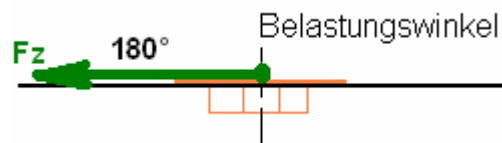
Abb. 6-4 Einspannvorrichtung eingestellt auf 22°

1. Prüfmaschine anschalten, Prüfsoftware laden.
2. Einspannvorrichtung auf Maschinentisch platzieren, Belastungswinkel einstellen, alle M16 Schrauben anziehen (60 Nm).
3. Blechprobe, Andruckplatte und 12 St. M6 Schrauben mit der Aufnahmeplatte verbinden (8-10 Nm).
4. Zuganker an Verankerungspunkt schrauben (M12 Feingewindeschraube), vertikal ausrichten und festziehen (45 Nm).
5. Zuganker auf Klemmbacken der Prüfmaschine ausrichten und festziehen (50Nm).
6. Zuganker mit Klemmbacken verspannen.
7. Zugprüfung mit Software starten.
8. Zugprüfung durchführen bis max. Kraftaufnahme der Blechprobe erreicht ist.
9. Zugprüfung mit Software beenden.
10. Zuganker und Probe ausspannen.
11. Prüfprotokoll ausdrucken.

6.4 Versuchsergebnisse

Die Versuchsergebnisse präsentieren die für alle vier Messreihen aufgenommenen Daten. Die Werte basieren auf Prüfprotokollen der Materialprüfmaschine, die den *Anlagen* zu entnehmen sind. Zu jeder Messreihe wird eine Kurzeinschätzung gegeben. Eine detaillierte Auswertung wird im nächsten Abschnitt vorgenommen.

Messreihe 1:



Tab. 6-1 Messergebnisse 180°

	Gv-1	Gv-2	Gv-3	Gv-4	Gv-5
F (kN)	39,27	37,17	14,47	17,16	47,01
Weg (mm)	10	11	11	15	14

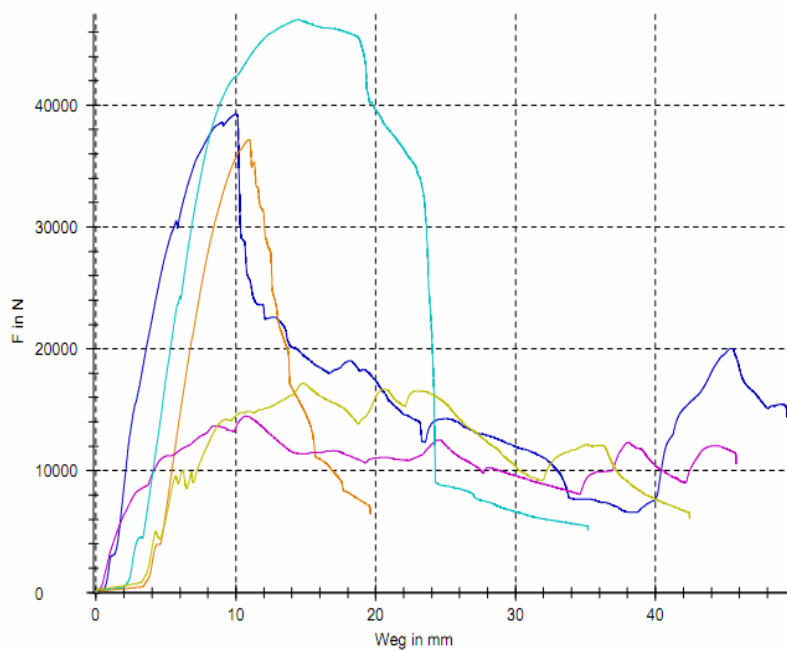
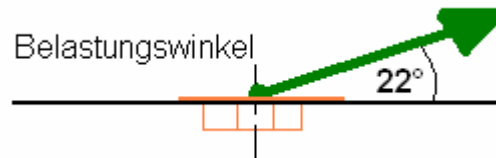


Abb. 6-5 Grafische Auswertung aus Prüfprotokoll 1

Deutlich ist der zügige Anstieg der verschweißten Gestaltungsvarianten 1, 2 und 5 über einen kleinen Verformungsweg auf ein enormes Kraftniveau, wohingegen die verschraubten Proben, dieses Niveau nicht erreichen.

Messreihe 2:



Tab. 6-2 Messergebnisse 22°

	Gv-1	Gv-2	Gv-3	Gv-4	Gv-5
F (kN)	37,01	22,77	17,53	16,20	40,38
Weg (mm)	20	7	23	19	17

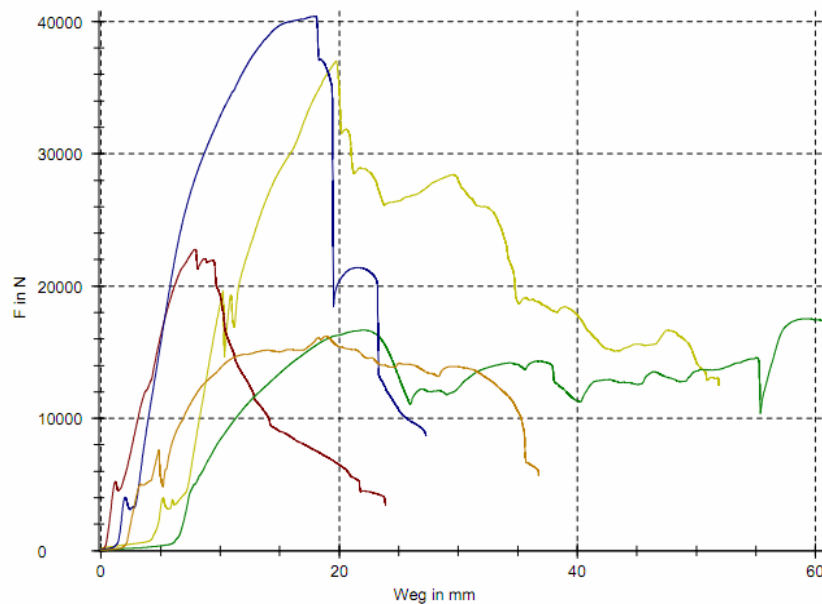
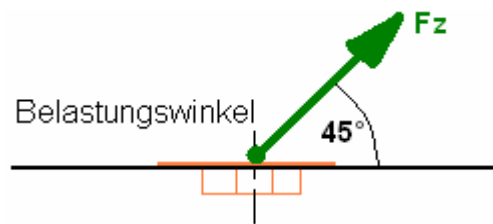


Abb. 6-6 Grafische Auswertung aus Prüfprotokoll 2

Auch hier zeigen sich die verschweißten Varianten als sehr kraftaufnahmefähig. Die Gestaltungsvariante 2 weicht jedoch ab. Die verschraubten Proben ertragen ca. 16 – 17 kN. Die Verformungswege sind gänzlich größer als in der Messreihe 1.

Messreihe 3:



Tab. 6-3 Messergebnisse 45°

	Gv-1	Gv-2	Gv-3	Gv-4	Gv-5
F (kN)	45,5	8,27	23,24	19,91	36,70
Weg (mm)	37	10	38	25	33

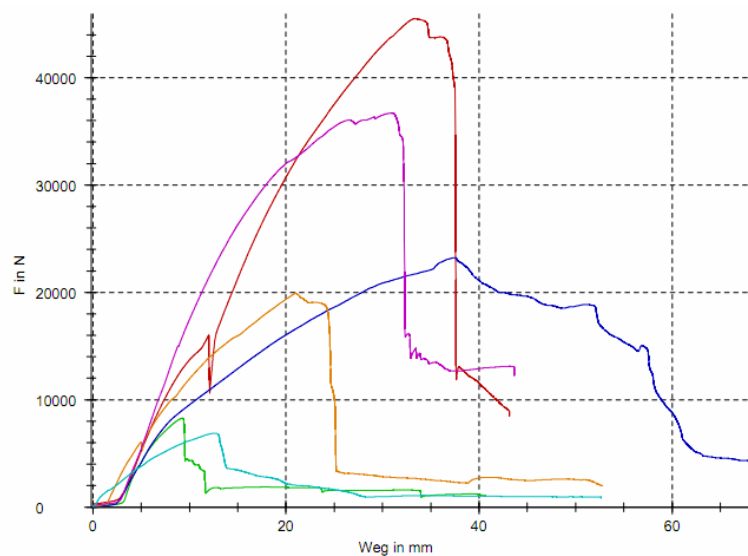
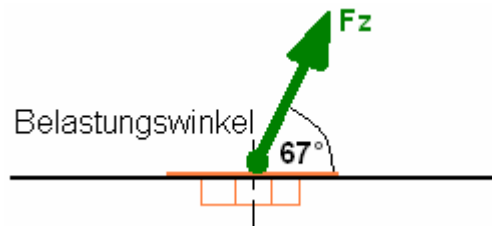


Abb. 6-7 Grafische Auswertung aus Prüfprotokoll 3

Kennzeichnend für die Messreihe 3 ist der geringe Wert für die Blechprobe 2. Die türkiesfarbene Kurve ist nicht Bestandteil der Auswertung. Sie charakterisiert einen Probeversuch, ohne jegliche Verstärkung. Erwartungsgemäß hoch ist die Kraftaufnahme der Gestaltungsvarianten 1 und 5.

Messreihe 4:



Tab. 6-4 Messergebnisse 67°

	Gv-1	Gv-2	Gv-3	Gv-4	Gv-5
F (kN)	43,72	9,94	26,00	20,81	20,92
Weg (mm)	44	16	32	35	15

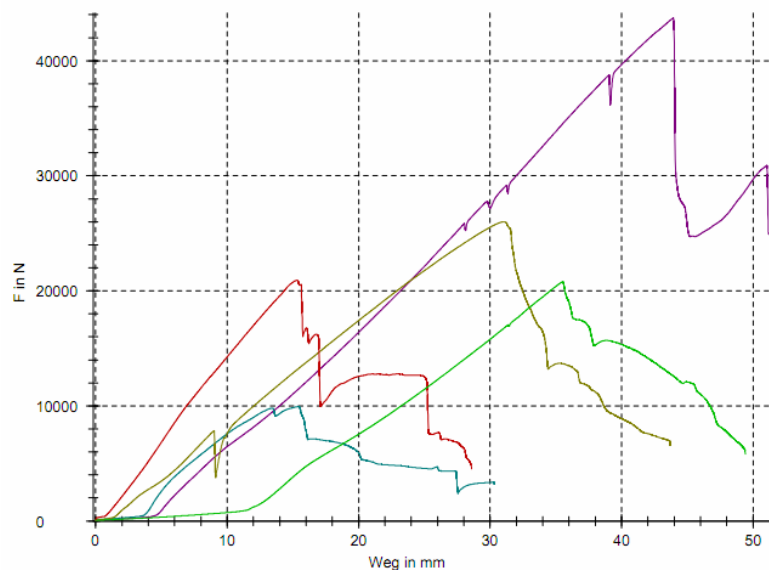


Abb. 6-8 Grafische Auswertung aus Prüfprotokoll 4

Auffällig ist der gleiche Anstieg von vier Gestaltungsvarianten. Lediglich Variante Nummer 2 weicht mit einem flacheren Anstieg leicht ab. Die Blechproben 3, 4 und 5 sind auf vergleichbarem Kraftniveau. Die Gestaltungsvariante 1 erträgt eine Maximalkraft von 43,72 kN.

6.5 Versuchsauswertung

In der Abbildung 6-9 sind die maximal ertragbaren Kräfte für alle Winkel aller Gestaltungsvarianten eingezeichnet. Die Gestaltungsvariante 1 weist in allen Beanspruchungslagen enorme Widerstandsfähigkeit auf, maximal 45,5 kN. Bezeichnend für die Gestaltungsvariante 2 ist die Abnahme ihrer Belastungsfähigkeit mit steigendem Auszugswinkel, bis auf einen Wert von nur 8,27 kN. Die Belastbarkeit der Gestaltungsvariante 3 steigt mit größer werdendem Winkel an. Ursächlich ist die kraftschlüssige Verbindung von Verstärkungsblech und Karosserieblech. Das Kraft-Weg-Diagramm in Abbildung 6-12 auf der Seite 78 lässt diese Interpretation zu.

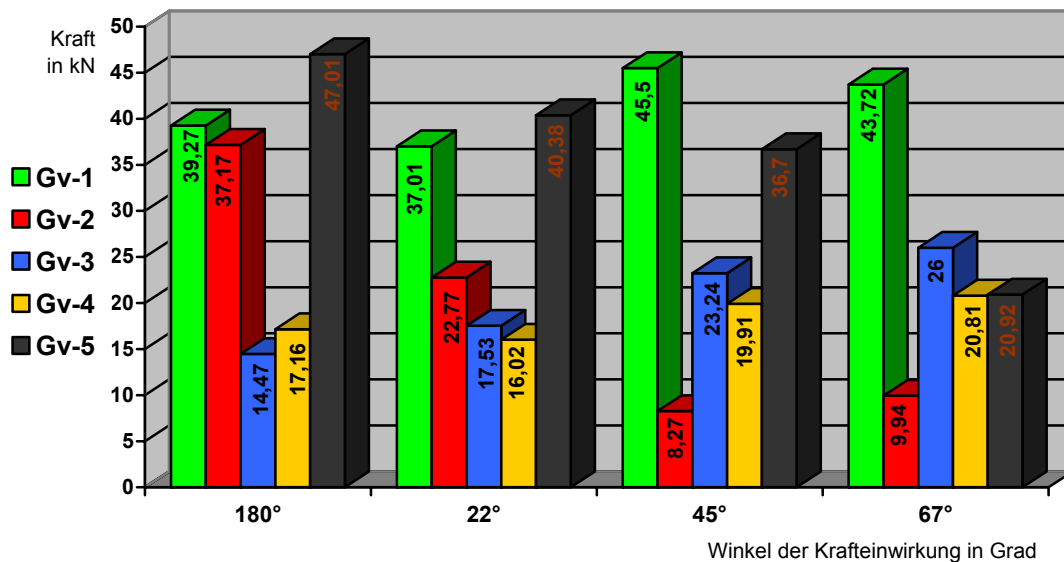


Abb. 6-9 Maximale Kraftaufnahmefähigkeiten, winkelabhängig

Ähnliches Verhalten zeigt die Gestaltungsvariante 4, jedoch auf geringerem Kraftniveau. Grund ist die fünfzig Prozent geringere Andruckfläche der Verstärkungsplatte. Die Gestaltungsvariante 5 hat bei 180° die höchste Belastbarkeit, doch auch ihre Kraftaufnahmefähigkeit sinkt rapide mit steigendem Auszugswinkel. Anlass hierfür kann die Versprödung der Metalle in der Seigerungszone der Schweißnaht oder mangelnde Schweißnahtqualität sein. Die Bilder in der Anlage 2, S. 97 deuten auf eine mangelnde Schweißnahtqualität hin.

Auswertung zur Gestaltungsvariante 1:

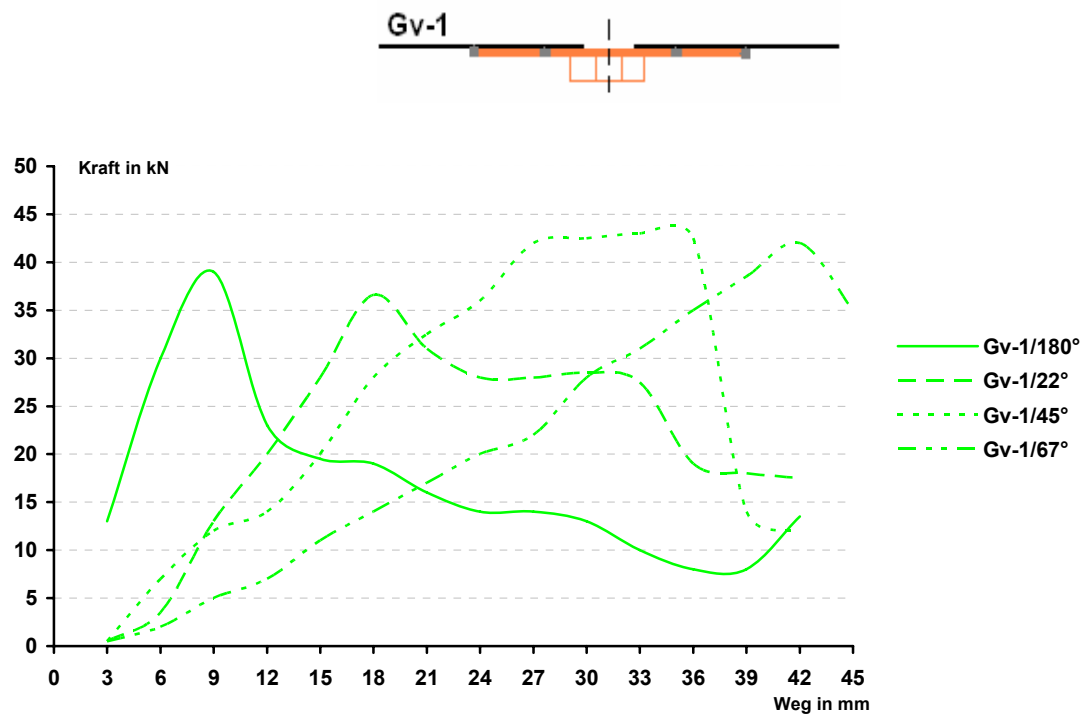


Abb. 6-10 Kraft-Weg-Diagramm für Gv-1

Die Kraftaufnahme der Gestaltungsvariante 1 ist für alle Winkel vergleichbar hoch. Deutlich ist die Vergrößerung des Verformungsweges für die Winkel 45° und 67° zu den spitzen Winkeln 180° und 22°. Die maximale Kraftaufnahmefähigkeit bei relativ spitzen Winkeln wird über einen kürzeren Weg erreicht als bei steileren Winkeln. Daraus lässt sich erkennen, dass diese Gestaltungsvariante eher für steilere Auszugswinkel geeignet ist. Würde die Gestaltungsvariante 1 umlaufend verschweißt sein, wäre sie mit großer Wahrscheinlichkeit die „universellste“ Variante aller getesteten Verstärkungen. Der Nachweis müsste in einem separaten Zugversuch erbracht werden.

Auswertung zur Gestaltungsvariante 2:

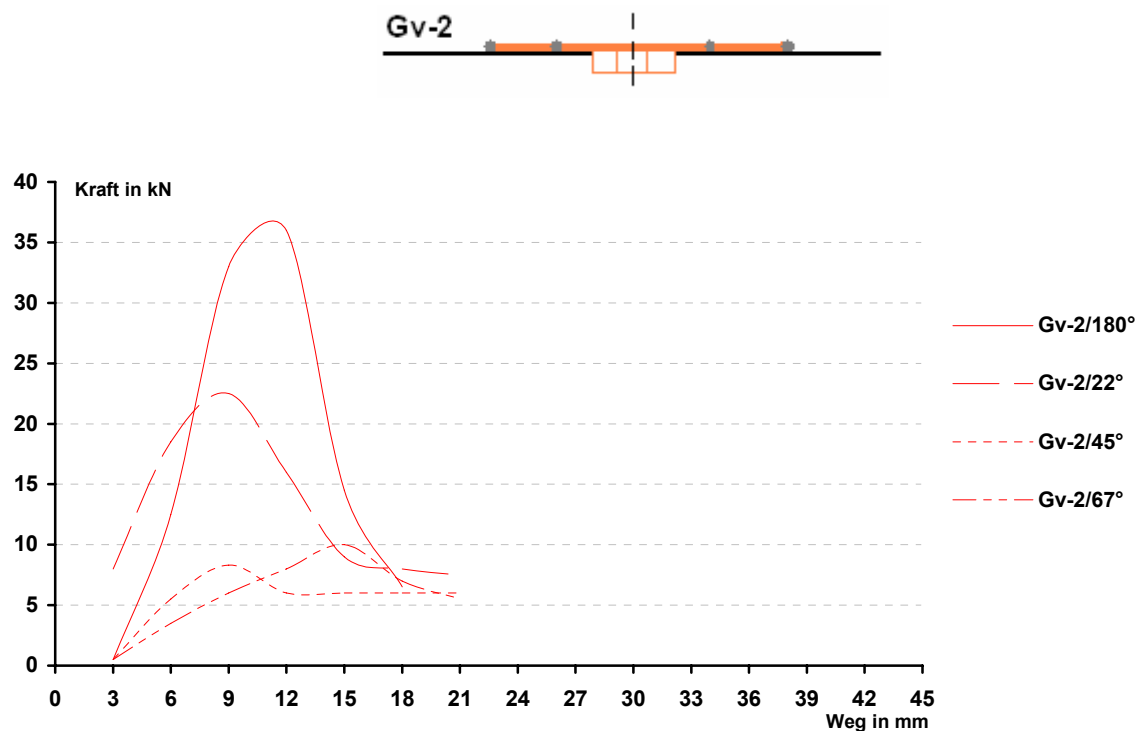


Abb. 6-11 Kraft-Weg-Diagramm für Gv-2

Die Gestaltungsvariante 2 ist nach Sichtung der Blechproben (Vgl. Anlage 2, S. 94) und Analyse der Messkurven der Grafik abhängig von der Anzahl und der Qualität der Schweißpunkte. Bei flachen Auszugswinkeln wird das ertragbare Maximum bei relativ kleinem Verformungsweg erreicht. Für die Auszugswinkel von 45° und 67° würde man ein ähnliches Verhalten vermuten. Durch den Abriss von je drei Schweißpunkten, die keinen ausreichenden Einbrand im Karosserieblech aufwiesen, haben die letzteren Proben das erwartete Kraftniveau nicht erreicht. Andere Ergebnisse wären mit einer höheren Schweißpunktanzahl oder einer umlaufenden Schweißnaht zu erreichen. Diese Vermutung müsste erneut getestet werden.

Auswertung zur Gestaltungsvariante 3:

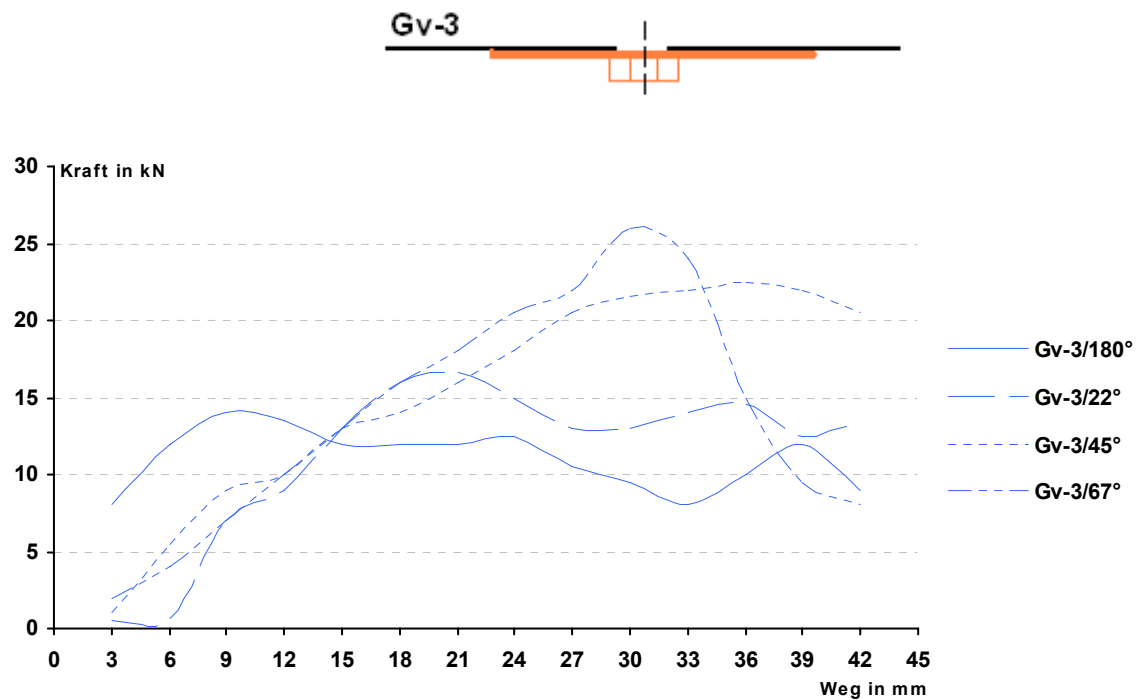


Abb. 6-12 Kraft-Weg-Diagramm für Gv-3

Die Messungen für die Gestaltungsvariante 3 veranschaulichen die ähnliche Konstruktionsweise der Verankerungsverstärkung zur Gestaltungsvariante 1. Speziell für die Winkel 45° und 67° ist der Kurvenverlauf vergleichbar. Die ertragbaren Kräfte sind zwar deutlich geringer, werden aber über annähernd gleiche Verformungswege aufgenommen. Je kleiner der Auszugswinkel wird, desto eher beginnt die kraftschlüssige Schraubverbindung zu „gleiten“ und das Karosserieblech einzureißen. Gestaltungsvariante 1 und 3 sind die Verstärkungsvarianten, die für Einsatzwinkel ab 45° zweckmäßig sind.

Auswertung der Gestaltungsvariante 4:

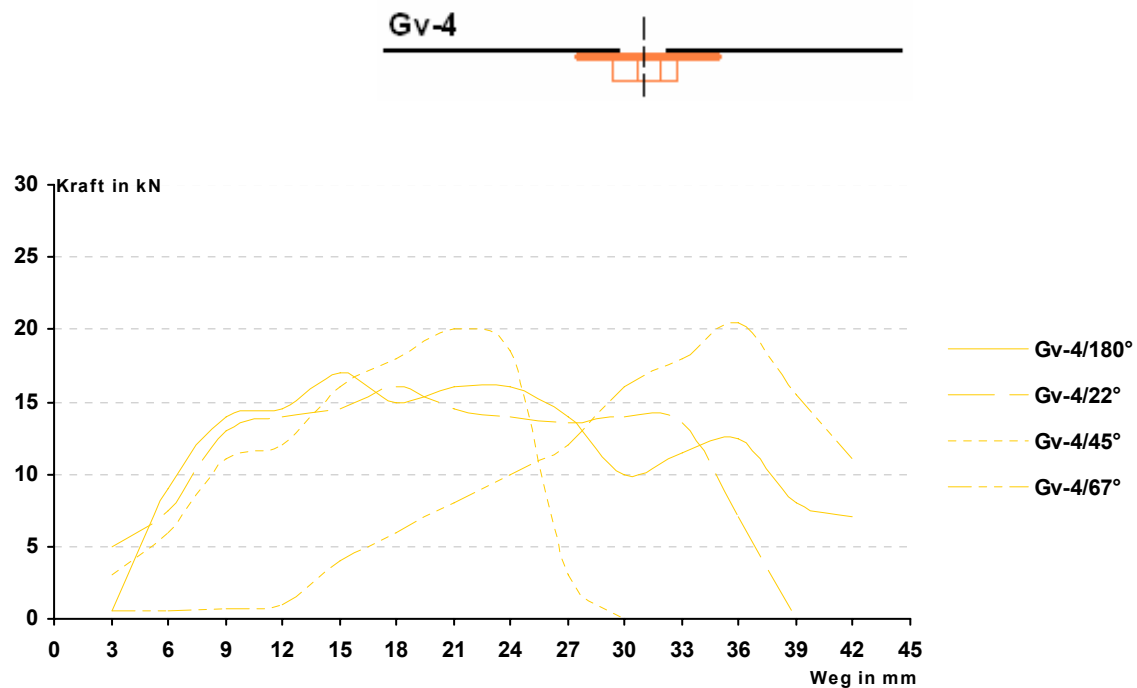


Abb. 6-13 Kraft-Weg-Diagramm für Gv-4

An den Übergängen der Kurvenverläufe der Gestaltungsvariante 4 für 180° und 22° , von steilen zu flachen Anstiegen, sind das frühe Einreißen (ca. 9 mm Verformungsweg) und die anschließende Karosserieblechfaltung über den weiteren Verformungsweg gut erkennbar (Vgl. Anlage 4, S. 96). Für kleine Winkel ist die Gestaltungsvariante 4 gänzlich ungeeignet. Mit steiler werdenden Auszugswinkeln verformt sich das Karosserieblech über einen längeren Verformungsweg plastisch, bis das Blech schließlich abrupt einreißt und die Verankerung schlagartig versagt. Trotz dessen ist die Kraftaufnahmefähigkeit dieser einfachen Schraubverbindung beachtlich.

Auswertung der Gestaltungsvariante 5:

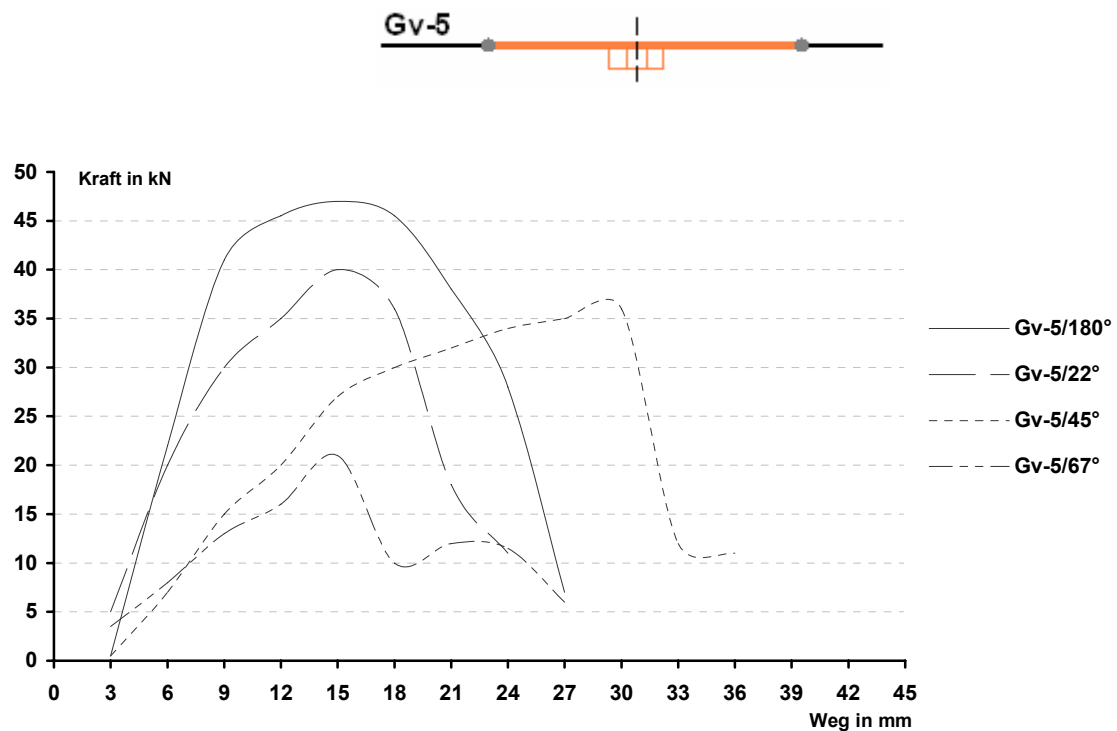


Abb. 6-14 Kraft-Weg-Diagramm für Gv-5

Die höchste Kraftaufnahme aller Blechproben zeigt die fünfte Gestaltungsvariante bei 180° Auszugswinkel. Die Kurvenanstiege für 180° und 22° sind bei geringer Blechverformung steil, bis das Verstärkungsblech und die Schweißnaht zerreißen. Auch für die Winkel 45° und 67° sind die Schweißnahtabrisse auf den Längsseiten der Verstärkungsbleche ursächlich für den plötzlichen Einbruch der Messkurven. Bei allen Proben dieser Variante hätte eine bessere Schweißnahtqualität zu anderen Ergebnissen geführt. Das gewählte Schweißverfahren (MAG-Schweißverfahren) ist für die Stoßverbindung von dünnen zu deutlich dickeren Blechen ungünstig. Um eine endgültige Einschätzung dieser Gestaltungsvariante vorzunehmen, müsste sie auf ihre Eignung unter dynamischen Belastungen geprüft werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Bei Erwerb von modernen Fahrzeugen wird ein gewisses Maß an Insassensicherheit bereits mitgeliefert. Die Anstrengungen der Automobilhersteller in den vergangenen Jahrzehnten ihre Fahrzeuge in allen Belangen der aktiven und passiven Fahrzeugsicherheit zu verbessern haben sich bewiesenermaßen gelohnt. Die Entwicklung und Einführung des Dreipunkt-Sicherheitsgurtes, in den Anfängen der Sechzigerjahre, brachte den ersten entscheidenden Fortschritt in puncto Insassensicherheit, und zwar durch den Rückhalt der Fahrzeuginsassen im Falle einer Frontalkollision. Die Fahrzeuge, die in den Jahrzehnten zuvor gebaut wurden, konnten mit dieser Art Rückhaltesystem meist nicht aufwarten.

Besitzer von klassischen Automobilen haben i.d.R. einen Anspruch an ihr Fahrzeug, nämlich damit zu fahren und dies, so sicher wie möglich. In den Fällen, in denen keine Sicherheitsgurte im Auto vorhanden sind, kann Abhilfe durch Nachrüstung von Gurtsystemen geschaffen werden. Die Wahl fällt dabei meist auf ein automatisches Dreipunktsystem, das nachweislich die besten Rückhalteeigenschaften und geringsten Komforteinbußen im Alltagsverkehr bietet. In diesem Zusammenhang treten einige Fragen auf. Kann man dieses System überhaupt ins Fahrzeug integrieren und wenn ja, was alles ist zu beachten? An welchen Stellen müssen die Verankerungspunkte liegen und wie müssen sie dimensioniert sein, um die Insassen weitestgehend zu schützen?

Das vorliegende Konzept zeigt die Probleme auf, die beim Einbau von Sicherheitsgurten auftreten können und wie man ihnen begegnen kann. Es stellt dem Leser einen Handlungskatalog zur Verfügung, der alle nötigen Informationen und Vorschläge enthält, die der Beantwortung der auftretenden Fragen genügen. Es gibt Aufschluss darüber, welche rechtlichen Vorschriften und Verpflichtungen bestehen, wenn eine Nachrüstung angestrebt wird. Sehr bedeutungsvoll ist dabei die geometrische Anordnung, Dimensionierung und Gestaltung der Sicherheitsgurtverankerungspunkte im Fahrzeug. Unter Berücksichtigung der Vorschriften, die für die Lage der Gurtverankerungen moderner Fahrzeuge gelten, ist es so möglich, gleichwertige Verankerungsanordnungen auch in klassischen Fahrzeugen zu bestimmen. Darüber hinaus wurden, basierend auf einer quasistatischen Zugprü-

fung an einer Materialprüfmaschine, verschiedene vorgeschlagene Verankerungsverstärkungen untersucht und wenn nötig Verbesserungsvorschläge gemacht. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden genutzt, um daraus Empfehlungen für Einsatzmöglichkeiten dieser Gestaltungsvarianten im Fahrzeug abzuleiten.

Für zukünftige Untersuchungen ist es denkbar, die im Konzept erarbeiteten Punkte auf ein Fahrzeug zu übertragen, das in einem Crashtest einer dynamischen Prüfung unterzogen wird. Um einen direkten Vergleich zu erhalten, könnte man ein Versuchsfahrzeug modernerer Bauart, mit werksseitig installierten Verankerungen auf der Beifahrerseite nutzen, um es auf der Fahrerseite mit Gurtverankerungen zu versehen, die unter Zuhilfenahme des Nachrüstkonzeptes integriert werden. Auf diese Weise wäre es möglich, das Systemverhalten während und nach dynamischen Belastungen zu testen und zu analysieren.

8 Literatur

- [1] *Braess/Seiffert*: Vieweg Handbuch der Kraftfahrzeugtechnik, 3. Auflage, Vieweg Verlag, Wiesbaden 2003, ISBN 3-528-23114-9
- [2] *Schilder H.-J./Kittler E.*: Autotechnik heute, 1. Auflage, Motorbuch Verlag, Stuttgart 2005, ISBN 3-613-02537-X
- [3] *Motor Klassik* (Onlinebeitrag): www.motor-klassik.de/restaurierung/restaurierungslexikon-sicherheitsgurte-1105747.html, gesehen am 17.01.2012
- [4] *Seiffert U.*: Fahrzeugsicherheit Personenwagen, VDI-Verlag, Düsseldorf 1992, ISBN 3-18-401264-6
- [5] *Kramer F.*: Passive Sicherheit von Kraftfahrzeugen – Biomechanik – Simulation – Sicherheit im Entwicklungsprozess, 3. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2009, ISBN 978-3-8348-0536-2
- [6] *ECE-R 16-04*: Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Sicherheitsgurte, Rückhaltesysteme, Kinderrückhaltesysteme und ISOFIX-Kinder-Rückhaltesysteme für Fahrzeuginsassen, Tag des Inkrafttretens: 28.01.2006
- [7] *Aktives Gurtsystem*: www.derwesten.de/img/incoming/origs721815/442638287-w552-bf3f3f3f-st/0022244946-0052752429.jpg, gesehen am 10.2.2012
- [8] *Rückhaltesysteme und Airbags*: <http://insassenschutz.50webs.com/pics/content/016.jpg>, gesehen am 08.02.2012
- [9] *Motor-Klassik* (Onlinebeitrag): <http://www.motor-klassik.de/oldtimer/meilensteine-der-fahrzeugsicherheit-1105503.html>, gesehen am 18.01.2012

- [10] *Das Auto-Magazin „Autosieger.de“*: <http://www.autosieger.de/article8340.html>, gesehen am 03.02.2012
- [11] *Grafik von autocats.net*: www.autocats.net/manual/chevrolet/graphic-pool/k/5b/1/k5b18A02.png, gesehen am 02.02.2012
- [12] *ECE-R-14-07*: „Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der Sicherheitsgurtverankerungen“, der ISOFIX-Verankerungssysteme und der Verankerungen für den oberen ISOFIX-Haltegurt, Tag des Inkrafttretens: 19.08. 2010
- [13] *Juristisches Portal „Jura-Magazin.de“*: <http://www.juramagazin.de/sicherheitsgurte>, gesehen am 30.01.2012
- [14] *ADAC-Online*: <http://www.adac.de/infotestrat/oldtimer-youngtimer/technik-zubehoer/kinder-oldtimer/default.aspx?ComponentId=44099&SourcePagelId=44916>, gesehen am 18.01.2012
- [15] *DEKRA Automobil GmbH*: Merkblatt-„Ausrüstung mit Sicherheitsgurten“, März 2007
- [16] *JURIS-„Das Rechtsportal“*: http://www.juris.de/purl/gesetze/StVO_!_21a, gesehen am 10.02.2012
- [17] *Straßenverkehrs-Ordnung (StVO)*: C.H. Beck-Verlag, 11. Auflage, 2009
- [18] *ECE-R 44-04*: „Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Rückhalteeinrichtungen für Kinder in Kraftfahrzeugen“, Tag des Inkrafttretens: 23.06.2005
- [19] *Gesellschaft Deutscher Versicherer (GDV)*: „Überblick Kinderrückhaltesysteme“, <http://www.versicherung-und-verkehr.de/typo3temp/verkehr.de/typo3temp/pics/138db5e713.gif>, gesehen am 02.03.2012
- [20] *ADAC-Online*: [AOR_2011_Kap.17_43142.pdf](http://www.adac.de/infotestrat/oldtimer-youngtimer/technik-zubehoer/kinder-oldtimer/default.aspx?ComponentId=44099&SourcePagelId=44916), gesehen am 21.02.2012
- [21] *Abb. „Menschlicher Brustkorb“*: <http://www.quagga-illustrations.de/Media/Shop/h0008682.jpg>, gesehen am 21.03.2012
- [22] *Fotos der Atelier Automobile GmbH*: Wiebestr. 36-37, 10553 Berlin (2012)

-
- [23] Gekennzeichneter Sicherheitsgurt: <http://www.hmcars.at/pic/DSC09408.JPG>, gesehen am 20.03.2012
- [24] *Gurtsystemkomponenten*: <http://www.stevens-wesel.de>, gesehen am 10.03.2012
- [25] *Sitzhaltung im Fahrzeugsitz*: <http://www.merkur-online.de/bilder/2010/11/30/1028599/599340628-auto-sicherheit-sitzen-gurt-airbag.9.jpg>, gesehen am 23.02.2012
- [26] *Kinematikmodell Mensch-Autositz*: http://www.udv.de/uploads/media/Sitzpos_KI_Insassen_h_k_but.jpg, gesehen am 27.2.2012
- [27] *Dreipunkt-Gurtsystem*: http://www.strich8basis.de/gurt_01.jpg, gesehen am 16.03.2012
- [28] *Montagebeispiele für Gurtkomponenten*: http://www.entmontage.de/bilder/montage/2cv_gurte005g.jpg, gesehen am 24.03.2012

9 Anhang

9.1 Abkürzungsverzeichnis

ABE	Allgemeine Betriebserlaubnis
ABS	Antilock Braking System („Antiblockiersystem“)
ADR	Australian Design Rule
ECE	Economic Commission for Europe
ESP	Electronic Stability Program (“Elektronisches Stabilitätsprogramm”)
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standard
FZV	Fahrzeugzulassungsverordnung
Gv	Gestaltungsvariante
KFZ	Kraftfahrzeug
kN	Kilonewton
MVo	Messvorrichtung
N	Newton
PKW	Personenkraftwagen
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
Vb	Verstärkungsblech

9.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1	Bereiche der Automobilsicherheit.....	5
Abb. 2-2	Zeitlicher Ablauf des Unfallereignisses	6
Abb. 2-3	Übersicht Passive Sicherheit mit Schwerpunkt Selbstschutz.....	7
Abb. 3-1	Aktives System.....	10
Abb. 3-2	Passives System.....	10
Abb. 3-3	Verschiedene Sicherheitsgurt-Arten.....	11
Abb. 3-4	Sonderformen von Gurtsystemen	12
Abb. 3-5	Dreipunkt-Automatik-Gurtsystem auf dem Vordersitz	14
Abb. 3-6	zulässige Lagebereiche von Gurtverankerungen.....	18
Abb. 4-1	Kinder-Rückhaltesysteme für unterschiedliche Gewichtgruppen	23
Abb. 5-1	Schultergurtverlauf und Beckengurtverlauf.....	27
Abb. 5-2	Aufbau des Konzeptes	28
Abb. 5-3	Sonderkonstruktion mit angepasster Innenverkleidung	34
Abb. 5-4	Gurtbandführung durch die Karosserie in den Radkasten	35
Abb. 5-5	Oberer Gurtpunkt an B-Säule und C-Säule	36
Abb. 5-6	Spezialanfertigung für Gurtrolle eines Rücksitzes.....	37
Abb. 5-7	Geprüfter und gekennzeichnete Sicherheitsgurt.....	40
Abb. 5-8	Dreipunktgurt für Mittelsitze	43
Abb. 5-9	Gurtpeitschenarten	44
Abb. 5-10	Retraktor mit manueller Verstellung	44
Abb. 5-11	Retraktor ohne Verstellmöglichkeit.....	44
Abb. 5-12	Komfortable Sitzposition im Fahrzeugsitz	46
Abb. 5-13	Sitzeinstellungen mit geneigter und waagerechter Sitzfläche	47
Abb. 5-14	Kinematikmodell Mensch-Autositz	48
Abb. 5-15	Messvorrichtung auf dem Fahrersitz.....	49
Abb. 5-16	Unterschied zwischen Effektivpunkt und Verankerung	50
Abb. 5-17	Gurtverankerungspositionen (Gurtverschlussseite)	51
Abb. 5-18	Übersicht Winkelschablonen.....	52
Abb. 5-19	zulässiger Bereich für obere Verankerungspunkte.....	53
Abb. 5-20	Abstand S und zulässiger Bereich nach ECE-R 14.....	54
Abb. 5-21	Bereich nach ECE-R 14 und angepasster zulässiger Bereich	55

Abb. 5-22	Beispiellage einer oberen Gurtverankerung.....	56
Abb. 5-23	Messvorrichtung.....	57
Abb. 5-24	Anordnung der Gurtverschlussverankerung im optimalen Bereich	58
Abb. 5-25	Details der Messvorrichtung.....	59
Abb. 5-26	Verstärkungsbleche, rechteckig und quadratisch.....	60
Abb. 5-27	Gestaltungsvarianten für Verankerungspunkt-Verstärkungen	61
Abb. 5-28	Belastungsrichtungen auf die Verankerungspunkte	61
Abb. 5-29	Dreipunkt-Automatikgurt mit Stahlseil-Gurtpeitsche	63
Abb. 5-30	Montagebeispiele	65
Abb. 6-1	Material-Prüfmaschine	68
Abb. 6-2	Einspannvorrichtung	68
Abb. 6-3	Blechproben, Gestaltungsvarianten 1-5.....	69
Abb. 6-4	Einspannvorrichtung eingestellt auf 22°	70
Abb. 6-5	Grafische Auswertung aus Prüfprotokoll 1	71
Abb. 6-6	Grafische Auswertung aus Prüfprotokoll 2	72
Abb. 6-7	Grafische Auswertung aus Prüfprotokoll 3	73
Abb. 6-8	Grafische Auswertung aus Prüfprotokoll 4	74
Abb. 6-9	Maximale Krafterfassungsfähigkeiten, winkelabhängig	75
Abb. 6-10	Kraft-Weg-Diagramm für Gv-1	76
Abb. 6-11	Kraft-Weg-Diagramm für Gv-2	77
Abb. 6-12	Kraft-Weg-Diagramm für Gv-3	78
Abb. 6-13	Kraft-Weg-Diagramm für Gv-4	79
Abb. 6-14	Kraft-Weg-Diagramm für Gv-5	80

9.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1	Bewertungstabelle Kraftfahrzeug-Sicherheitsgurte	12
Tab. 3-2	Abstände und Winkelbereiche für Verankerungspunkte	19
Tab. 4-1	Ausrüstungspflichten für KFZ der Klasse M ₁	21
Tab. 5-1	Karosseriegrundformen, Merkmale und Besonderheiten	38
Tab. 5-2	Einsatzmöglichkeiten der Gestaltungsvarianten	62
Tab. 6-1	Messergebnisse 180°	71
Tab. 6-2	Messergebnisse 22°	72
Tab. 6-3	Messergebnisse 45°	73
Tab. 6-4	Messergebnisse 67°	74

9.4 Anlagen

Anlage 1

– Arbeitskatalog für die Nachrüstung von Verankerungspunkten –

Arbeits-schritt	Kurzbeschreibung	Wo nachzulesen?
1	Analyse der vorhandenen Fahrzeugbedingungen: <ul style="list-style-type: none"> • karosseriespezifische Besonderheiten eruieren • ungünstige Voraussetzungen herausfiltern • Innenraum analysieren, Teile festlegen, die demontiert werden müssen 	S. 32-38 S. 39-40
2	Grundsätzliche Anordnung aller Gurtkomponenten festlegen: <ul style="list-style-type: none"> • evtl. in Absprache mit dem Kunden • Kinderrückhaltesysteme berücksichtigen 	S. 41-43 S. 42 und S. 23
3	Auswählen der passenden Gurtsysteme: <ul style="list-style-type: none"> • 2-Punkt-, 3-Punktsystem oder beide Systeme • alle Komponenten in Abhängigkeit der Möglichkeiten im Fahrzeug wählen (Gurtbandfarbe festlegen, Gurtband-Sonderlängen erforderlich?) 	S. 43
4	Einstellen der Fahrzeugsitze: <ul style="list-style-type: none"> • In Abstimmung mit dem Kunden (abhängig vom Fahrzeugführer) • Universelle Sitzeinstellung 	S. 46 S. 47
5	Aufsetzen der Messvorrichtung	S. 57
6	Lagebestimmung der unteren Verankerungspunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Schablonenwahl beachten: abhängig von der Anordnung der Gurtkomponenten (Gurtschlossseite, Seite ohne Gurtverschluss) • Lage des Effektivpunktes beachten 	S. 57-58 S. 50
7	Lagebestimmung der oberen Verankerungspunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Untergrenze des zulässigen Bereichs festlegen • Vorgrenze des zulässigen Bereichs festlegen • Abstand „S“ bestimmen • Obergrenze des zulässigen Bereichs, in Abhängigkeit von S festlegen 	S. 59-60 S. 55 S. 60 (S.55) S.60
8	Gestaltungsvarianten der Gurtverankerungsverstärkung festlegen: <ul style="list-style-type: none"> • unter Beachtung der Tabelle 5-2 und der vorhandenen Gurtsystemkomponenten (siehe Arbeitsschritt 2) • Evtl. Sonderkonstruktionen abstimmen und festlegen 	S. 60 S. 62 S. 33-34, und Anlage 3
9	Umsetzen aller festgelegten Maßnahmen	–
10	Einbau des Gurtsystems/der Gurtsysteme	s. 63-65

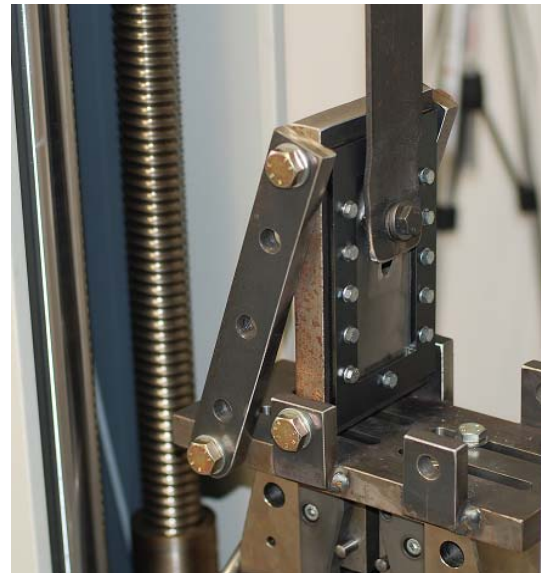
Anlage 2

– Versuchsfotos –

Gestaltungsvarianten 1-5
(unzerstört)



Zugversuch
(Auszugswinkel 0°/180°)



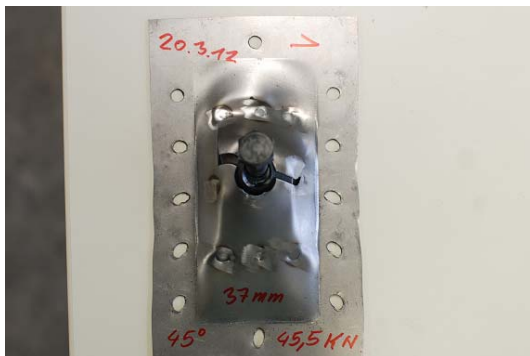
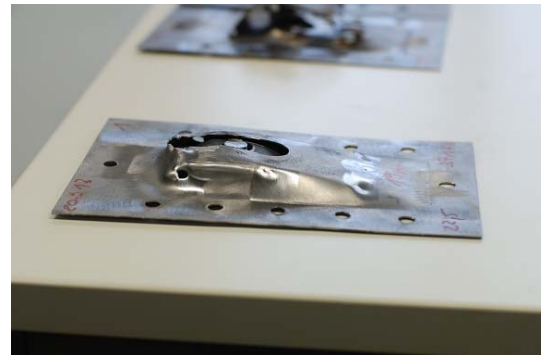
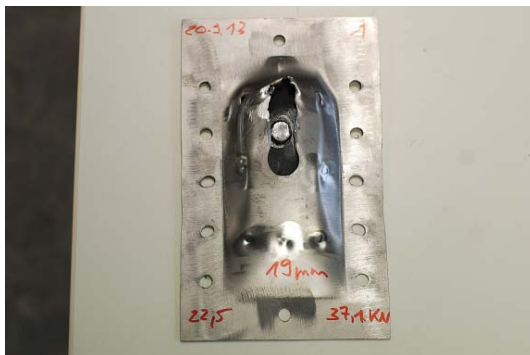
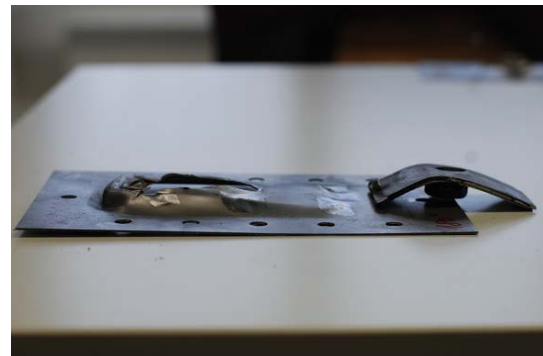
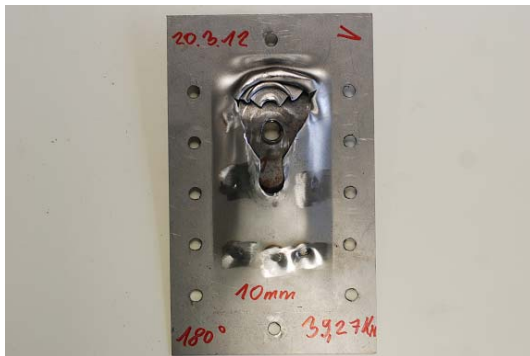
Übersicht aller Versuchsproben nach den Zugversuchen



Gestaltungsvariante 1:

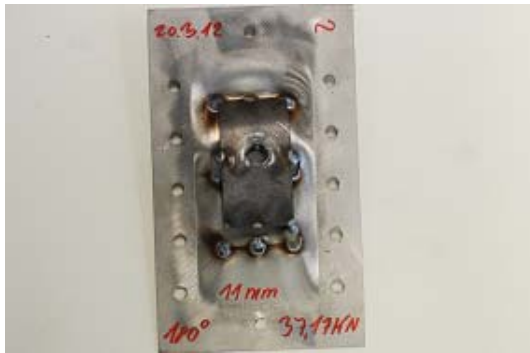
Draufsicht

Seitenansicht

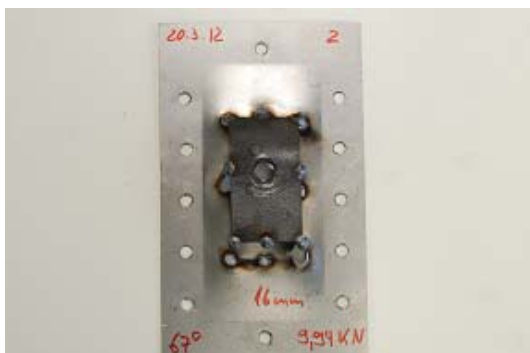
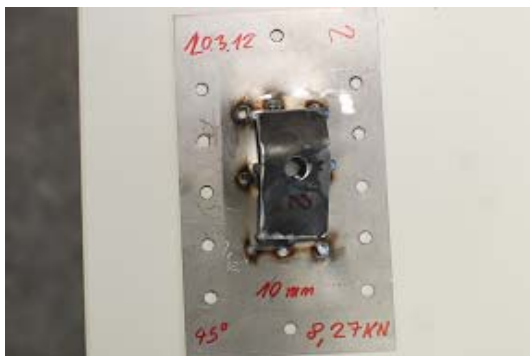
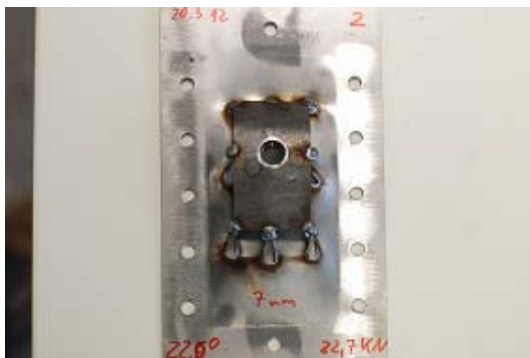


Gestaltungsvariante 2:

Draufsicht



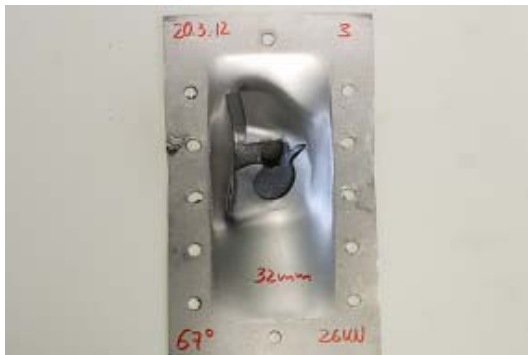
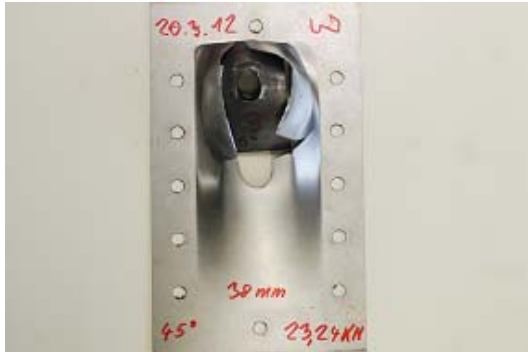
Seitenansicht



Gestaltungsvariante 3:

Draufsicht

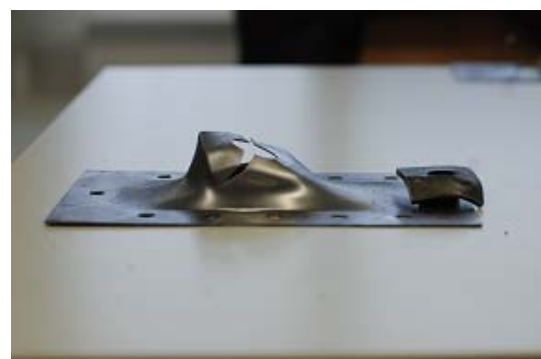
Seitenansicht



Gestaltungsvariante 4:

Draufsicht

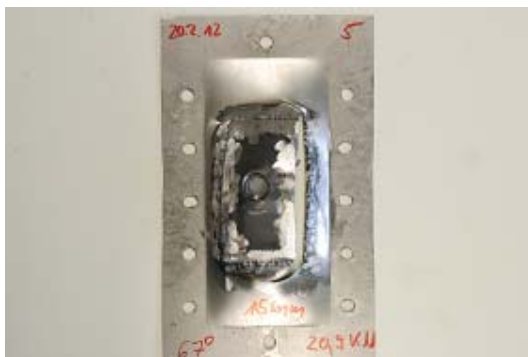
Seitenansicht



Gestaltungsvariante 5:

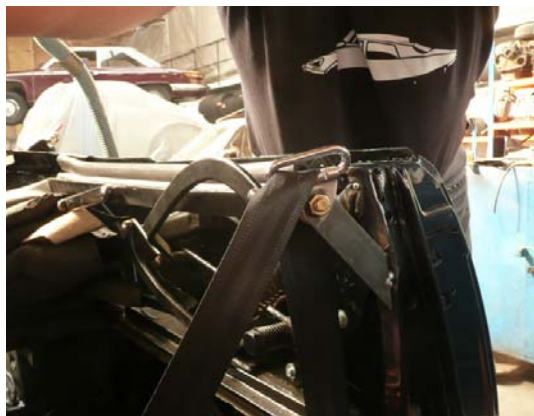
Draufsicht

Seitenansicht



Anlage 3

– demontierbare Sonderkonstruktion des oberen Verankerungspunktes eines Citroën DS 20 Cabriolets –



Anlage 4

– DEUVET-Hinweise für Sachverständige –



Anlage zu 202-5-2002, Blatt 2

„Übergangsvorschriften: was darf ich bis wann?“

Bezeichnung	Fundstelle (StVZO)	Hinweise für den Sachverständigen	
		Umrüstung zumutbar bzw. Ausnahme	Hinweise und Bemerkungen
13. Lichtquellen (auswechselbare Glühlampen)	§ 22a (1) Nr. 18 i.V.m. § 49a (6) § 22a (3) Nr. 2	Wird bei Inaugenscheinnahme das Vorhandensein nicht bauartgenehmigter Lichtquellen festgestellt, ist wie folgt zu verfahren: * Bei Lichtquellen für Scheinwerfer – für Einzelgutachten sind Lichtquellen ohne BG im Ausnahmeverfahren möglich, sofern sie einem COP-kontrollierten Serientyp entsprechen (ausländische Prüfzeichen, Herstellerbezeichnung). – für Mustergutachten sind nur Lichtquellen mit BG nach ECE-R 37 zulässig. Die Farbe des ausgestrahlten Lichtes muß weiß sein. Bei Nebelscheinwerfern ist außerdem die Farbe hellgelb zulässig. Bei Lichtquellen für andere lichttechnische Einrichtungen ist die „Etwa-Wirkung“ aufgrund einer Sichtprüfung ausreichend, sofern sie einem COP-kontrolliertem Serientyp entsprechen. * Bei Lichtquellen für Leuchten ist der auf der Leuchte bezeichnete Typ zu verwenden.	Bei Erteilung einer Ausnahme sind zwei Ersatzlampen des im „Etwa-Gutachten“ bezeichneten Typs beim Betrieb des Fahrzeuges mitzuführen. Nicht bauartgenehmigte Lichtquellen für Scheinwerfer, für die ein „Etwa-Gutachten“ eines Technischen Dienstes vorliegt, sind im Gutachten unter Ziffer 33 zu beschreiben; zusätzlicher Vermerk: „Ausnahmegenehmigung gem. § 70 StVZO erforderlich.“
14. Beleuchtungseinrichtungen für hinteres amtliches Kennzeichen	§ 22a (1) Nr. 21 i.V.m. § 60 (4)	„Etwa-Wirkung“ ausreichend.	
15. Sicherheitsgurte	§ 22a (1) Nr. 25 i.V.m. § 35a (4)	Umrüsten – ggf. auch auf 3-Punkt-Gurtsystem, wenn technisch möglich. Ausgenommen sind die Sicherheitsgurte, die mit der im Herstellerland vorgeschriebenen Kennzeichnung versehen sind; hier kann „Etwa-Wirkung“ angenommen werden.	Keine Ausnahme von Art und Anzahl.
16. Gestaltung des Fahrzeugaufbaus, insbesondere innere und äußere Fahrzeugteile	§§ 30 und 30c	Gefährliche Teile entschärfen.	Maßnahmen ggf. unter Ziffer 33 vermerken.
17. Fahrer- und Beifahrersitz	§ 35a (10)	Selbsttätige Lehnenverriegelung nachrüsten.	
18. Verankerungspunkte für die Sicherheitsgurte	§ 35a (3)	Anforderungen gelten als erfüllt, wenn serienmäßige Verankerungspunkte in der Fahrzeugstruktur integriert sind oder bei anderen Verankerungspunkten die Eignung durch Inaugenscheinnahme festgestellt wird. Andere Verankerungspunkte müssen durch geeignete abgerundete Bleche ausreichender Größe und Dicke verstärkt sein.	
19. Räder, Bereifung und Radabdeckungen	§§ 36 und 36a	Umrüstung auf vorschriftsmäßige Bereifung und Radabdeckungen.	Ggf. Herstellerangaben mit Freigabebescheinigung zwecks eindeutiger Identifizierung; unter Ziffer 20 bis 23 und/oder Ziffer 33 vermerken.

Anlage 5

– Auszug aus der ECE-R 14 –

LAGE DER EFFEKTIVEN GURTVERANKERUNGEN

Abbildung 1

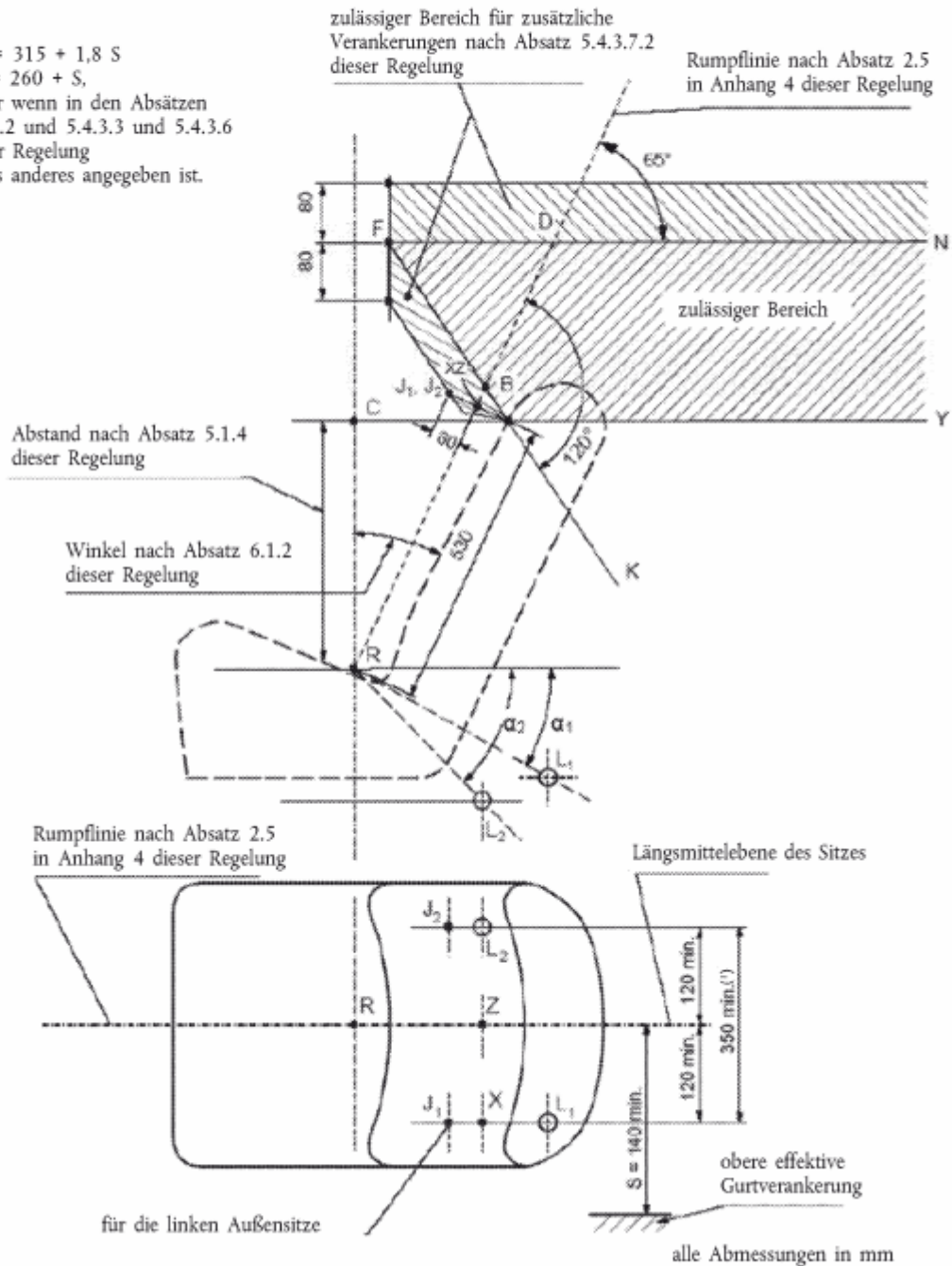
Anbringungsbereiche der effektiven Gurtverankerungen

(in dem wiedergegebenen Beispiel ist die obere Gurtverankerung an der Seitenwand der Fahrzeugstruktur befestigt)

$$DR = 315 + 1,8 S$$

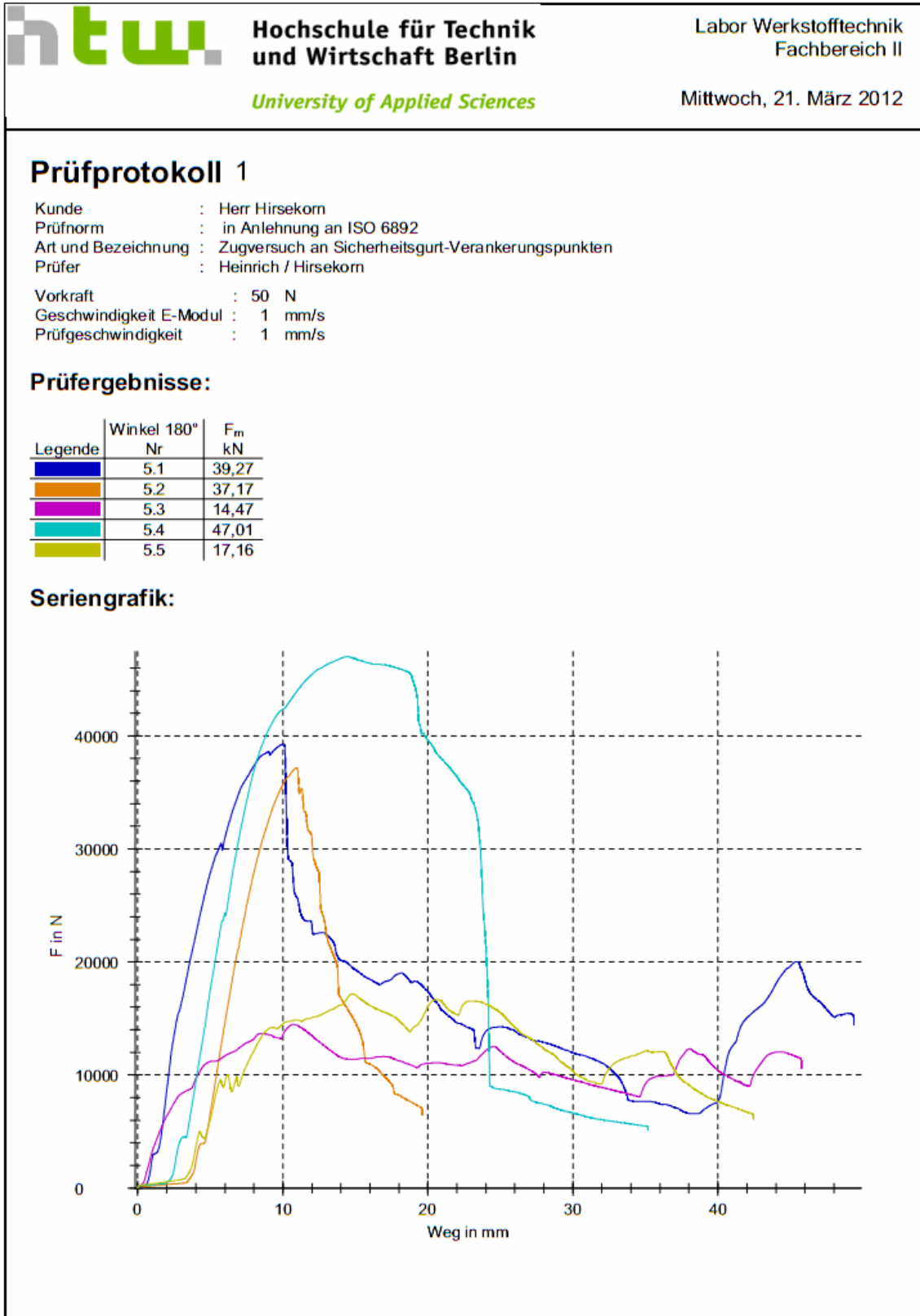
$$BR = 260 + S,$$

außer wenn in den Absätzen 5.4.3.2 und 5.4.3.3 und 5.4.3.6 dieser Regelung etwas anderes angegeben ist.



Anlage 5






– Prüfprotokolle der Zugversuche –



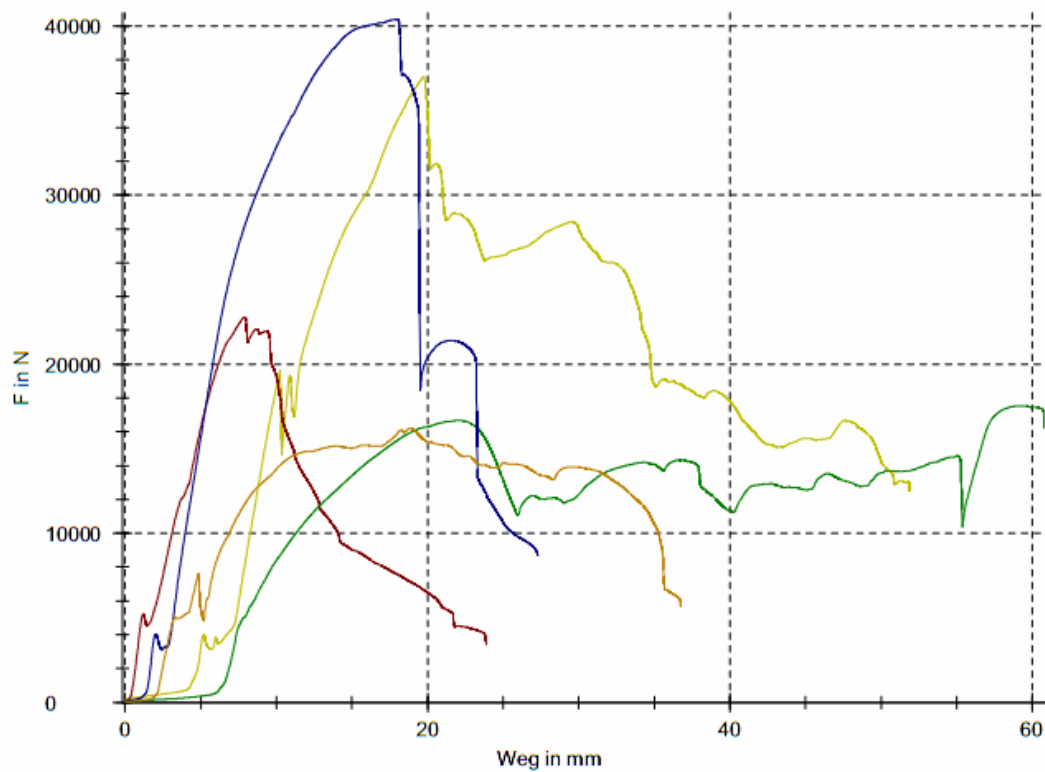
Prüfprotokoll 2

Kunde : Herr Hirsekorn
 Prüfnorm : in Anlehnung an ISO 6892
 Art und Bezeichnung : Zugversuch an Sicherheitsgurt-Verankerungspunkten
 Prüfer : Heinrich / Hirsekorn
 Vorkraft : 50 N
 Geschwindigkeit E-Modul : 1 mm/s
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/s

Prüfergebnisse:

Legende	Winkel 22,5°	
	Nr	F _m kN
	3.1	37,01
	3.2	22,77
	3.3	17,53
	3.4	40,38
	3.6	16,20

Seriengrafik:



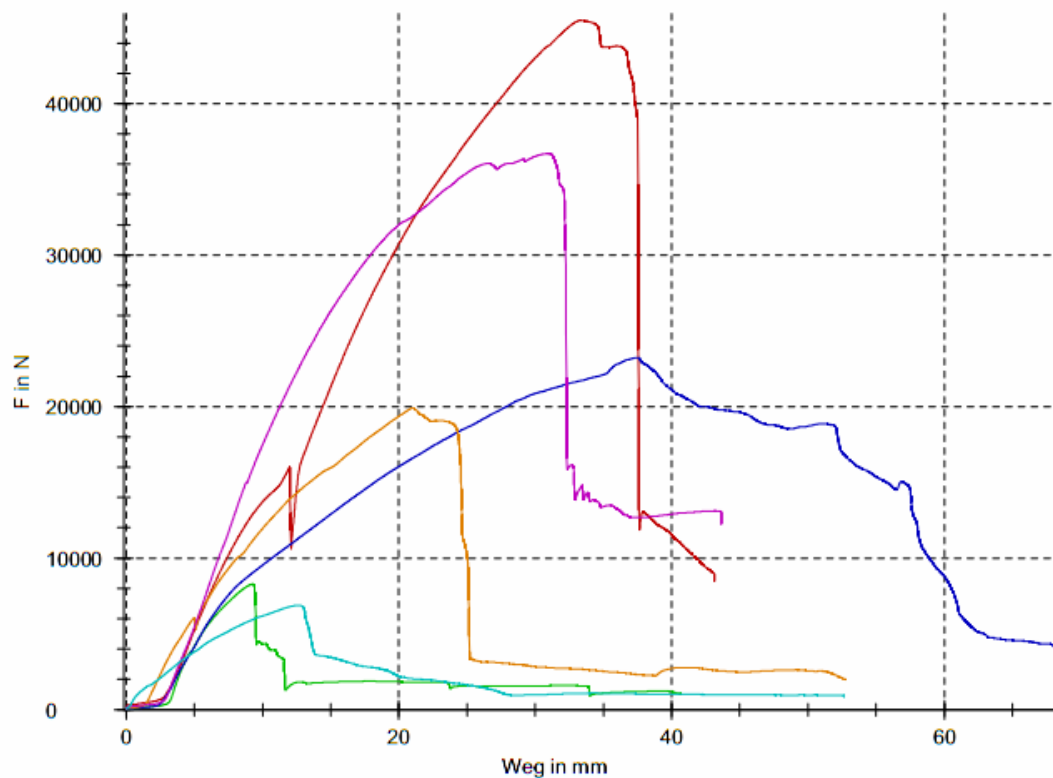
Prüfprotokoll 3

Kunde : Herr Hirsekorn
 Prüfnorm : in Anlehnung an ISO 6892
 Art und Bezeichnung : Zugversuch an Sicherheitsgurt-Verankerungspunkten
 Prüfer : Heinrich / Hirsekorn
 Vorkraft : 50 N
 Geschwindigkeit E-Modul : 1 mm/s
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/s

Prüfergebnisse:

Legende	Winkel 45°	
	Nr	F _m kN
■	1.1	45,50
■	1.2	8,27
■	1.4	23,24
■	1.5	19,91
■	1.6	36,70
■	1.7	6,89

Seriengrafik:








Prüfprotokoll 4

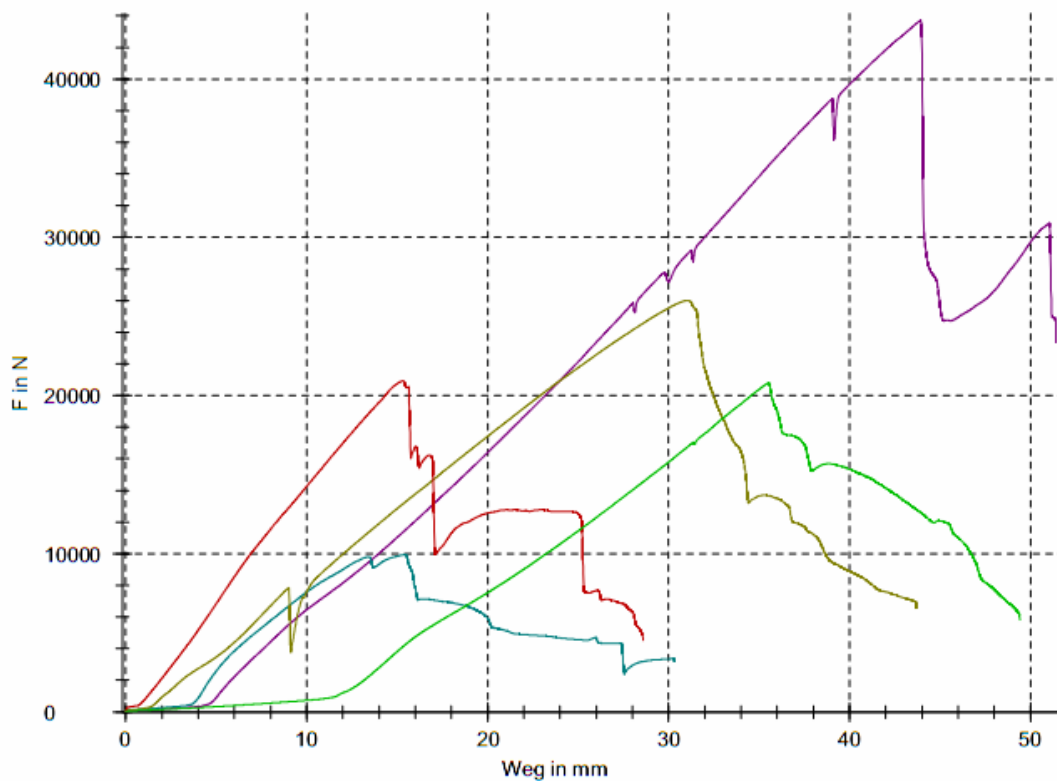
Kunde : Herr Hirsekorn
 Prüfnorm : in Anlehnung an ISO 6892
 Art und Bezeichnung : Zugversuch an Sicherheitsgurt-Verankerungspunkten
 Prüfer : Heinrich / Hirsekorn

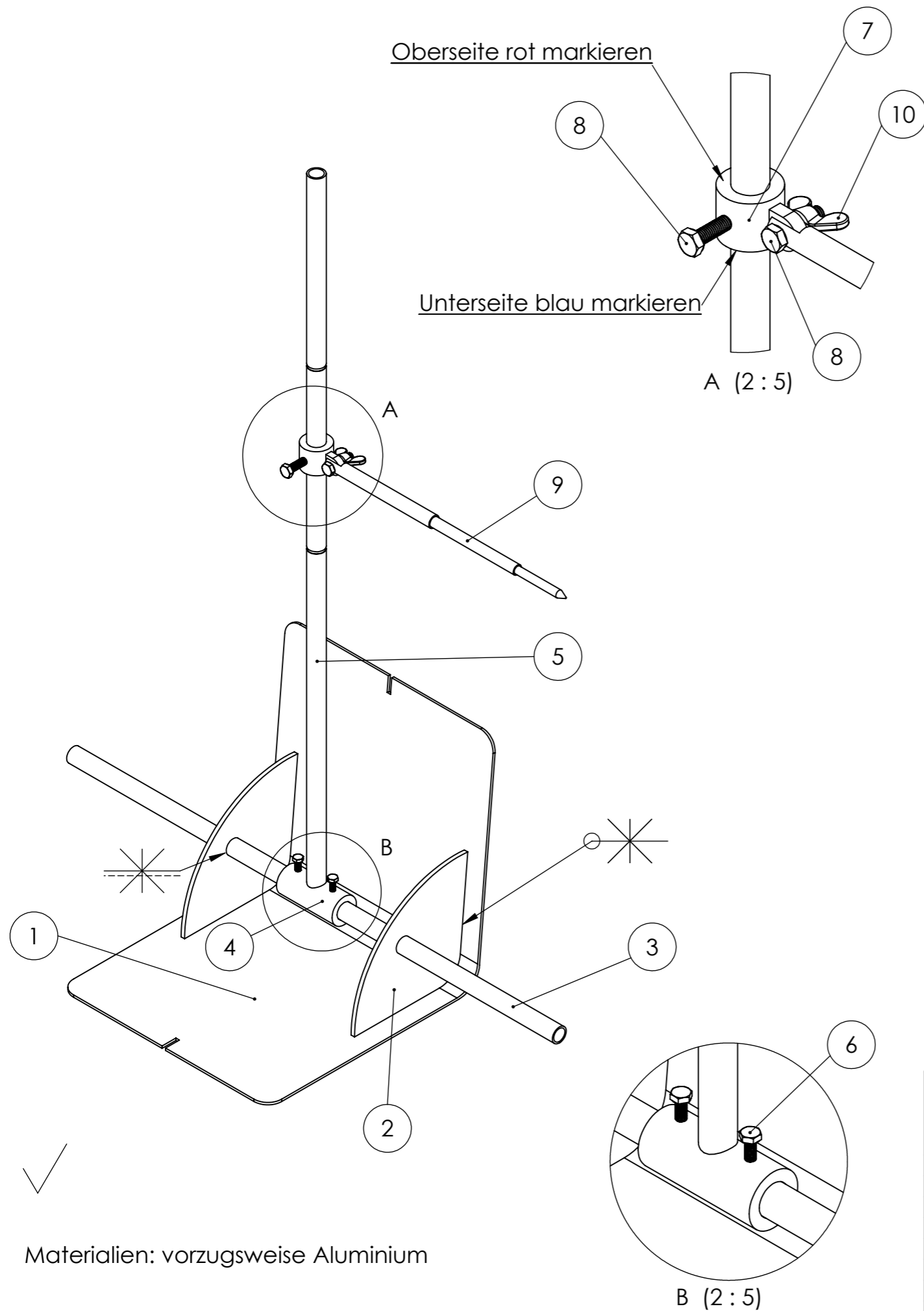
Vorkraft : 50 N
 Geschwindigkeit E-Modul : 1 mm/s
 Prüfgeschwindigkeit : 1 mm/s

Prüfergebnisse:

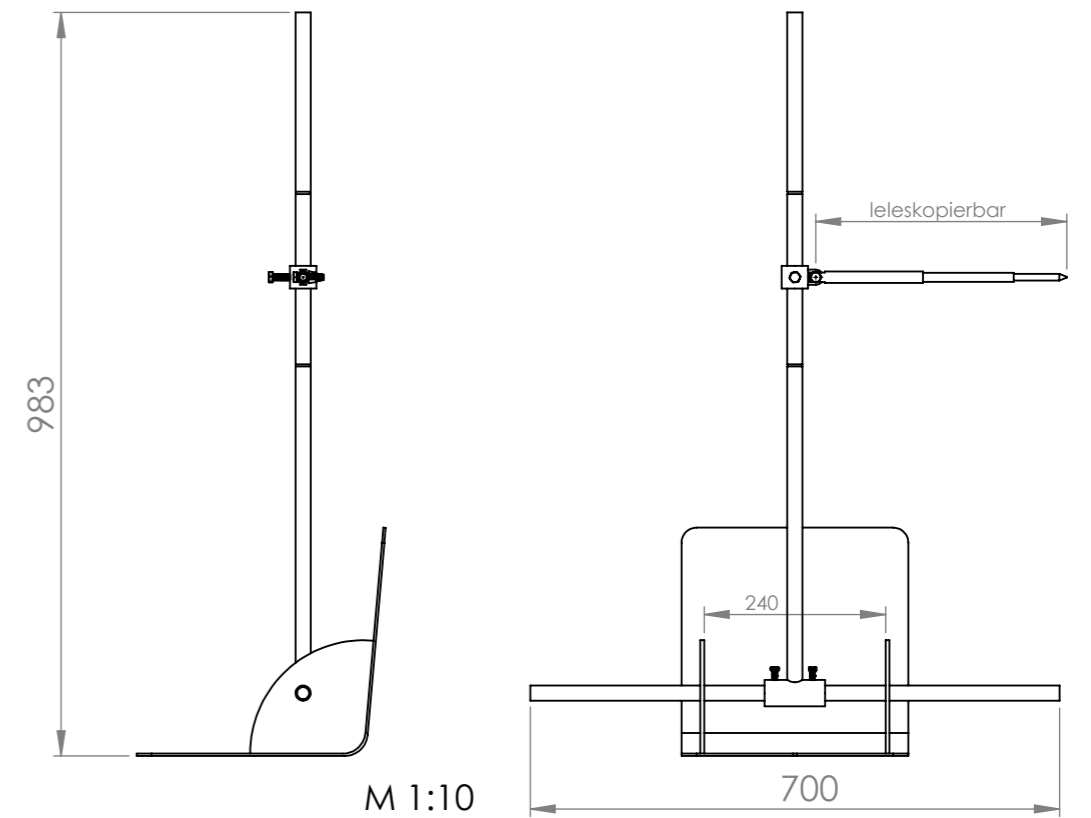
Legende	Winkel 67°	F _m
	Nr	kN
	4.1	43,72
	4.2	9,94
	4.3	26,00
	4.4	20,92
	4.5	20,81

Seriengrafik:



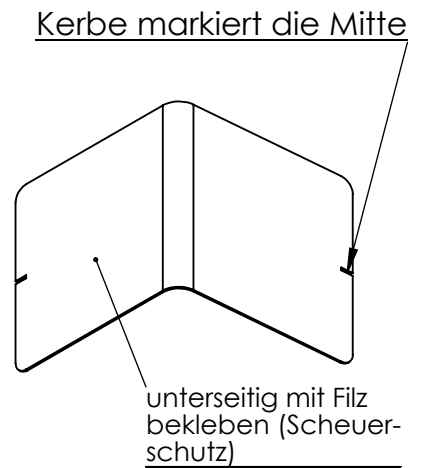
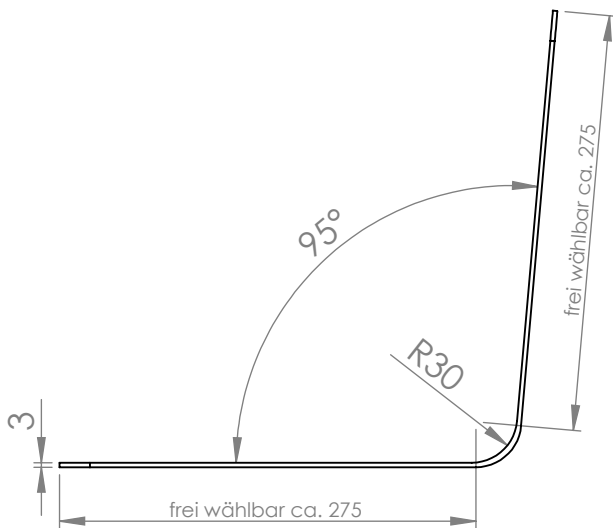
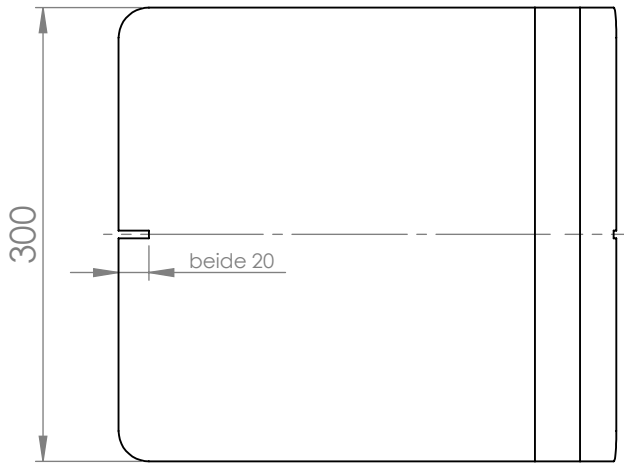


POS-NR.	BENENNUNG	Zeichnungsnummer	MENGE
1	Sitzblech	01-001	1
2	Achsführung	01-002	2
3	Achse	01-003	1
4	Buchse-unten	01-004	1
5	Rumpflinienstab	01-005	1
6	Sechskantschraube mit Gewinde bis Kopf ISO 4017 - M6 x 25	Kaufteil	2
7	höhenverstellbare Buchse	01-006	1
8	Sechskantschraube mit Gewinde bis Kopf ISO 4017 - M8 x 30	Kaufteil	2
9	Horizontalstab-teleskopierbar	01-007	1
10	Flügelmutter DIN 315 - M8	Kaufteil	1



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: m LINEAR: WINKEL:		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
GEZEICHNET	NAME	SIGNATUR	DATUM			BENENNUNG:			
GEPRÜFT	R.H.					(MVo-Bg) Messvorrichtung			
GENEHMIGT						ZEICHNUNGSNR.		A3	
PRODUKTION				WERKSTOFF:		01-000			
QUALITÄT				GEWICHT:		MASSSTAB 1:5		BLATT 1 VON 1	

Materialien: vorzugsweise Aluminium



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT:
BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER
OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT:
TOLERANZEN: m
LINEAR:
WINKEL:

OBERFLÄCHENGÜTE:

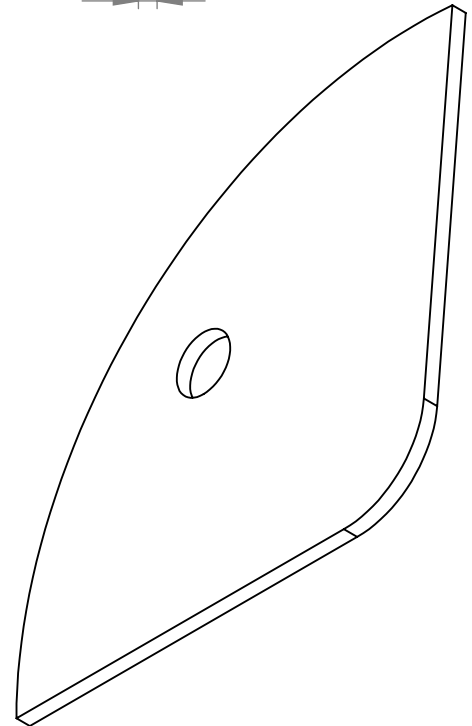
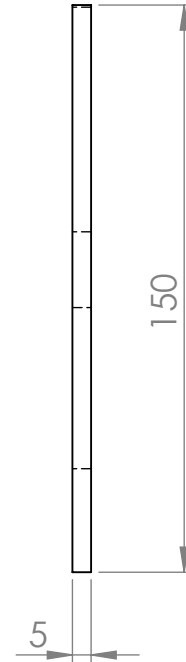
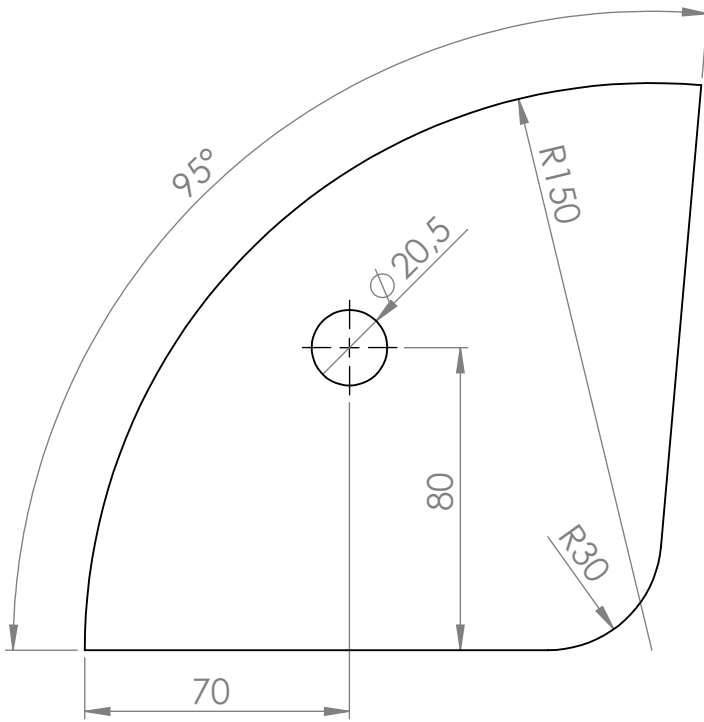
ENTGRATEN
UND SCHARFE
KANTEN
BRECHEN

ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN

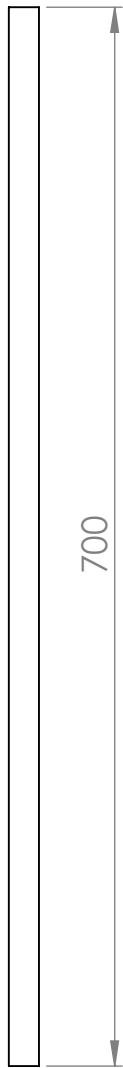
ÄNDERUNG

	NAME	SIGNATUR	DATUM		
GEZEICHNET	R.H.				
GEPRÜFT					
GENEHMIGT					
PRODUKTION					
QUALITÄT				WERKSTOFF:	
				GEWICHT:	

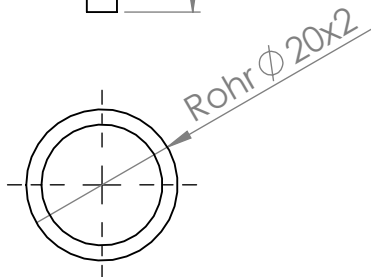
BENENNUNG:		Sitzblech	
ZEICHNUNGSNR.	01-001	A4	
MASSTAB: 1:5		BLATT 1 VON 1	



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: m LINEAR: WINKEL:		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
NAME		SIGNATUR		DATUM		BENENNUNG:			
GEZEICHNET		R.H.				Achsführung			
GEPRÜFT									
GENEHMIGT						ZEICHNUNGSNR. 01-002			
PRODUKTION									
QUALITÄT				WERKSTOFF:		A4			
				GEWICHT:		MASSSTAB: 1:2		BLATT 1 VON 1	



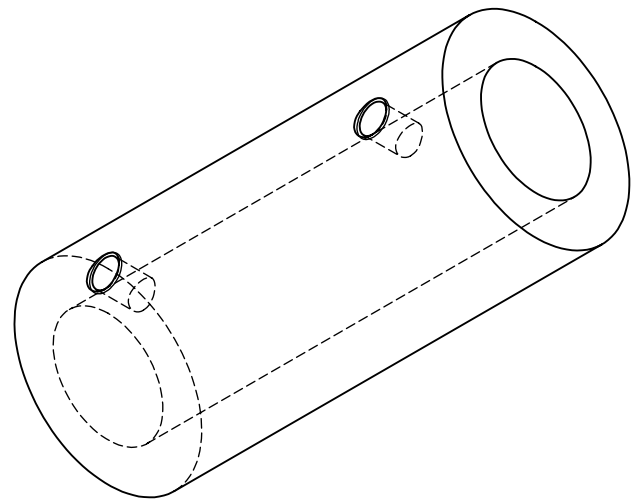
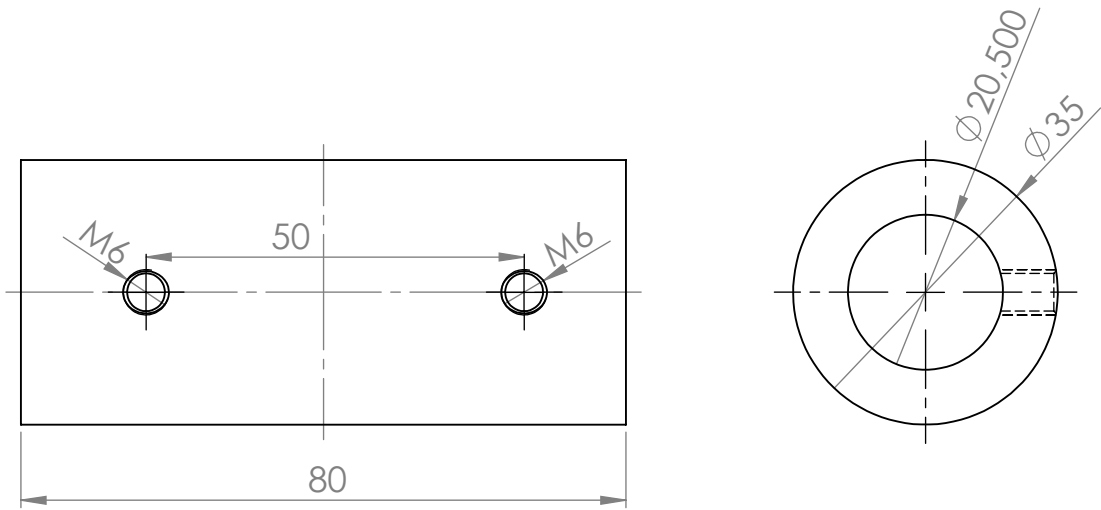
700



M 1:1

WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: m LINEAR: WINKEL:		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
NAME		SIGNATUR		DATUM		BENENNUNG:			
GEZEICHNET		R.H.				Hüftgelenkachse			
GEPRÜFT									
GENEHMIGT						ZEICHNUNGSNR. 01-003			
PRODUKTION									
QUALITÄT				WERKSTOFF:		MASSSTAB: 1:5		BLATT 1 VON 1	
				GEWICHT:					

A4



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT:
 BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER
 OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT:
 TOLERANZEN: m
 LINEAR:
 WINKEL:

OBERFLÄCHENGÜTE:

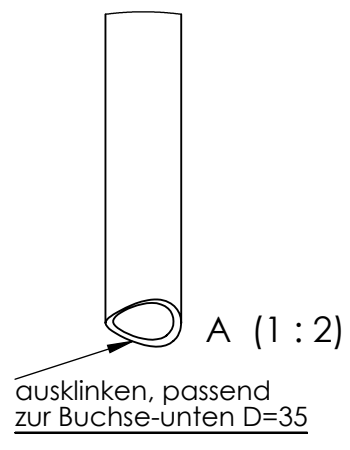
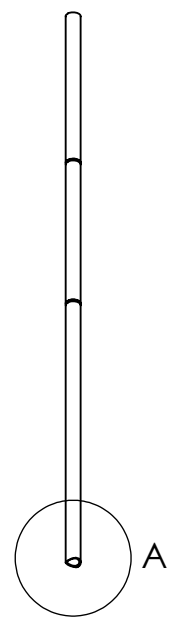
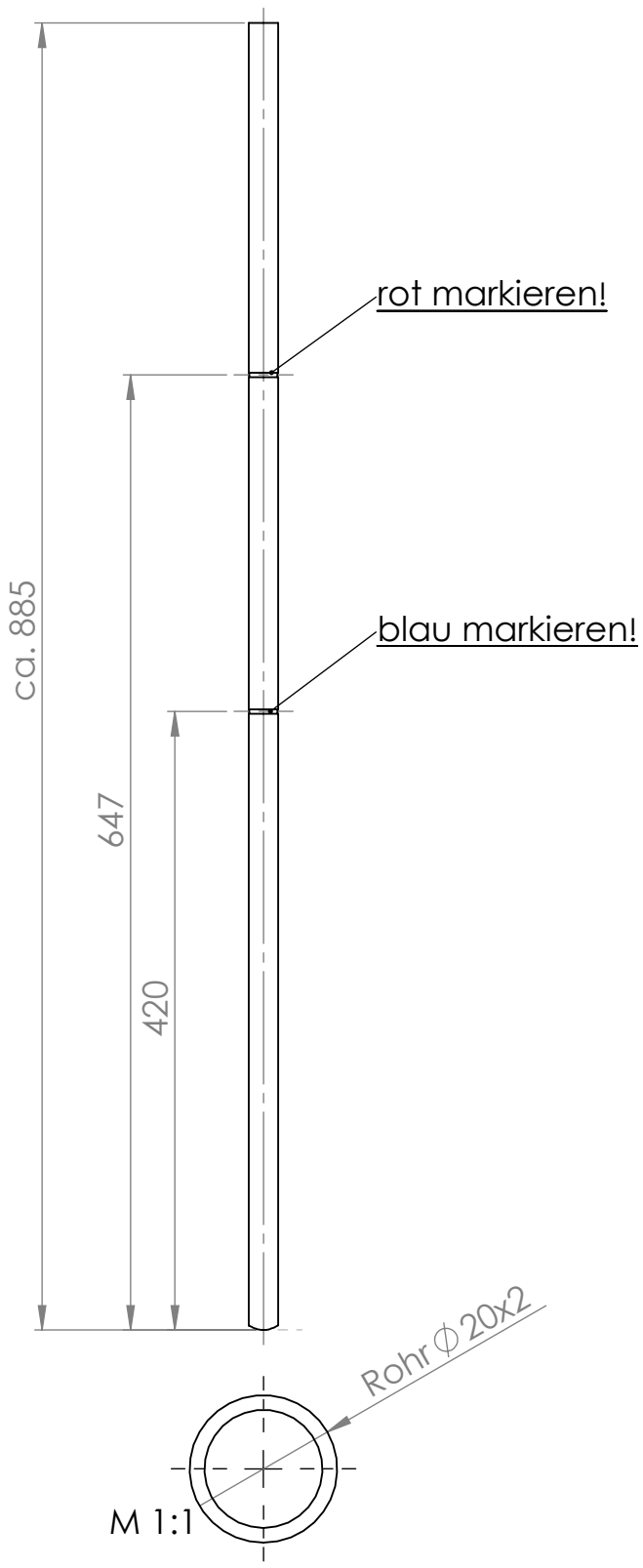
ENTGRATEN
 UND SCHARFE
 KANTEN
 BRECHEN

ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN

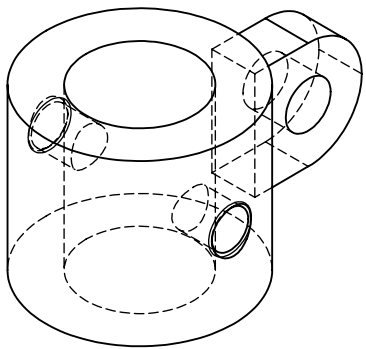
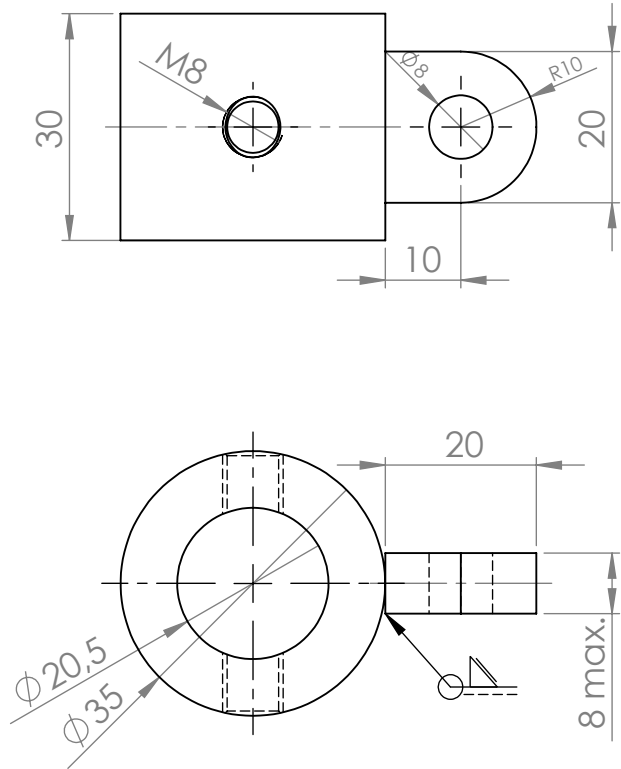
ÄNDERUNG

	NAME	SIGNATUR	DATUM		
GEZEICHNET	R.H.				
GEPRÜFT					
GENEHMIGT					
PRODUKTION					
QUALITÄT				WERKSTOFF:	
				GEWICHT:	

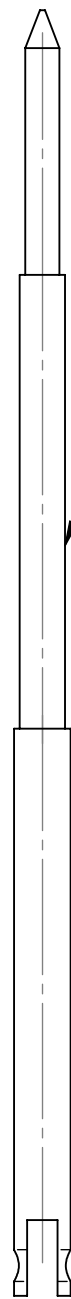
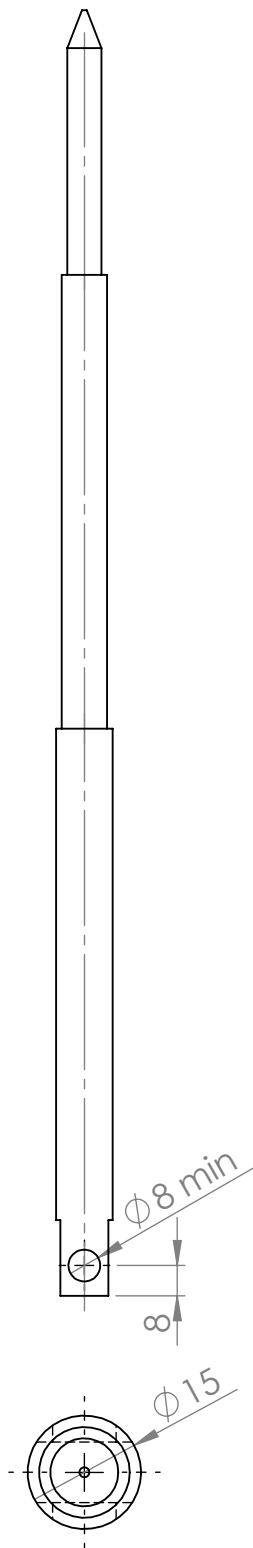
BENENNUNG:		<h1>Buchse-unten</h1>	
ZEICHNUNGSNR.	01-004	A4	
MASSSTAB: 1:1	BLATT 1 VON 1		



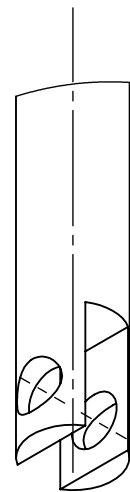
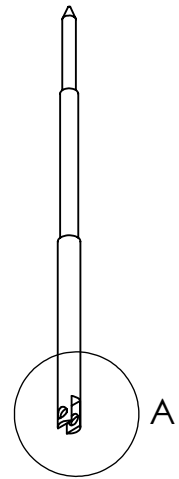
WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: m LINEAR: WINKEL:		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
NAME		SIGNATUR		DATUM		BENENNUNG:			
GEZEICHNET		R.H.				Rumpflinienstab			
GEPRÜFT									
GENEHMIGT									
PRODUKTION						ZEICHNUNGSNR.		01-005	
QUALITÄT				WERKSTOFF:				A4	
				GEWICHT:		MASSSTAB: 1:5		BLATT 1 VON 1	



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: m LINEAR: WINKEL:		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
NAME R.H.		SIGNATUR		DATUM		BENENNUNG: <h2 style="text-align: center;">höhenverstellbare Buchse</h2>			
GEZEICHNET		GEPRÜFT		GENEHMIGT		ZEICHNUNGSNR. 01-006			
PRODUKTION		WERKSTOFF:		MASSSTAB: 1:1		BLATT 1 VON 1		A4	
QUALITÄT		GEWICHT:		MASSSTAB: 1:1		BLATT 1 VON 1		A4	



teleskopierbarer Horizontalstab, herstellbar nach Wahl des Nutzers aus Kunststoff o. Metall

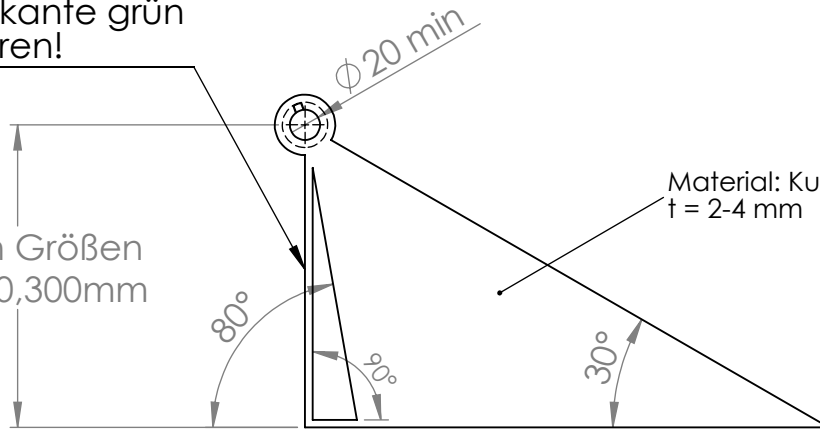


A (1:1)

WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: m LINEAR: WINKEL:		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
NAME		SIGNATUR		DATUM		BENENNUNG:			
GEZEICHNET		R.H.				Horizontalstab-teleskopierbar			
GEPRÜFT									
GENEHMIGT									
PRODUKTION						ZEICHNUNGSNR.			
QUALITÄT				WERKSTOFF:		01-007		A4	
				GEWICHT:		MASSSTAB 1:2		BLATT 1 VON 1	

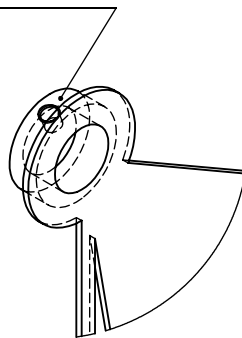
Vorderkante grün markieren!

in den Größen
150, 200, 300mm

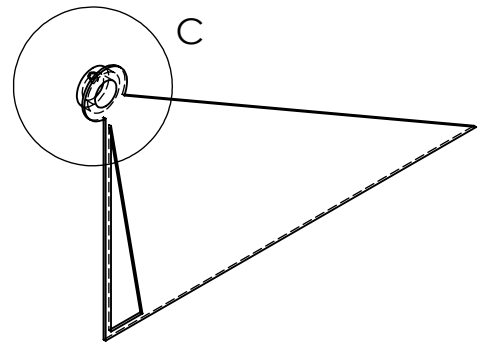


Befestigungsbuchse zur vertikalen Ausrichtung

Konstruktion nach Wahl des Nutzers



C (1 : 2)



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT:
BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER
OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT:
TOLERANZEN: m
LINEAR:
WINKEL:

OBERFLÄCHENGÜTE:

ENTGRATEN
UND SCHARFE
KANTEN
BRECHEN

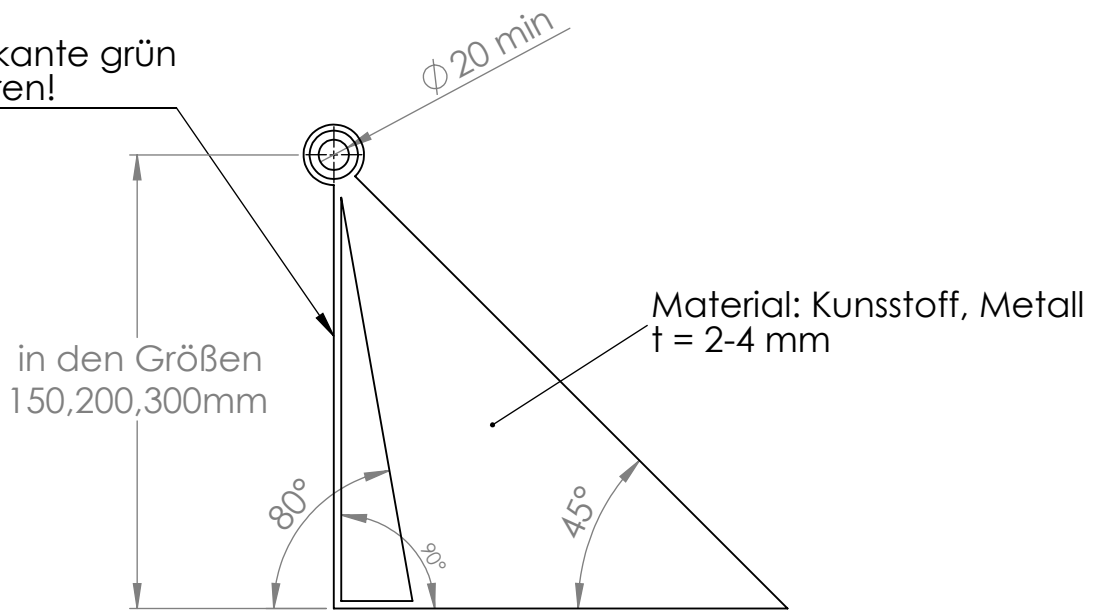
ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN

ÄNDERUNG

	NAME	SIGNATUR	DATUM		
GEZEICHNET	R.H.				
GEPRÜFT					
GENEHMIGT					
PRODUKTION					
QUALITÄT				WERKSTOFF:	
				GEWICHT:	

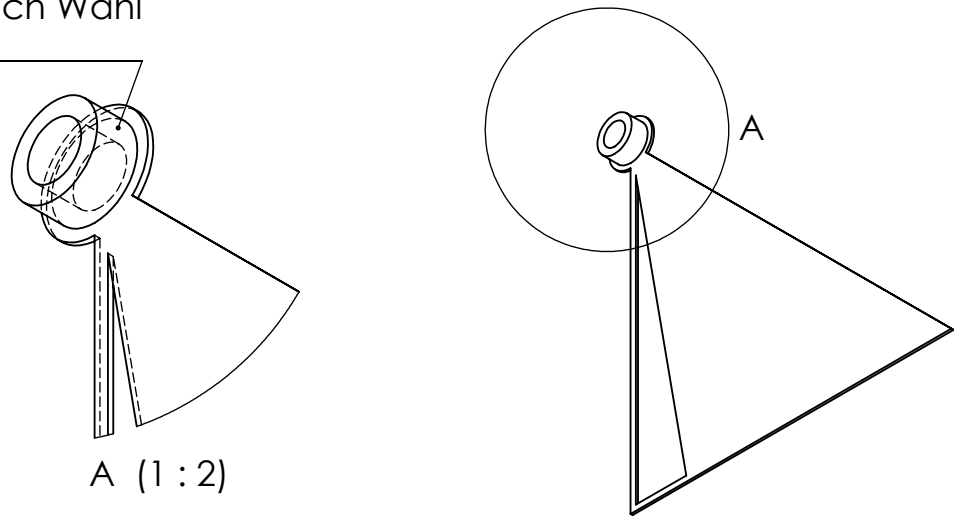
BENENNUNG:		Schablone 30°/80°	
ZEICHNUNGSNR.	00A		A4
MASSSTAB: 1:5		BLATT 1 VON 1	

Vorderkante grün markieren!



Befestigungsbuchse zur vertikalen Ausrichtung

Konstruktion nach Wahl des Nutzers



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT:
BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER
OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT:
TOLERANZEN: m
LINEAR:
WINKEL:

OBERFLÄCHENGÜTE:

ENTGRATEN
UND SCHARFE
KANTEN
BRECHEN

ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN

ÄNDERUNG

	NAME	SIGNATUR	DATUM
GEZEICHNET	R.H.		
GEPRÜFT			
GENEHMIGT			
PRODUKTION			
QUALITÄT			

BENENNUNG:

Schablone 45°/80°

ZEICHNUNGSNR.

00B

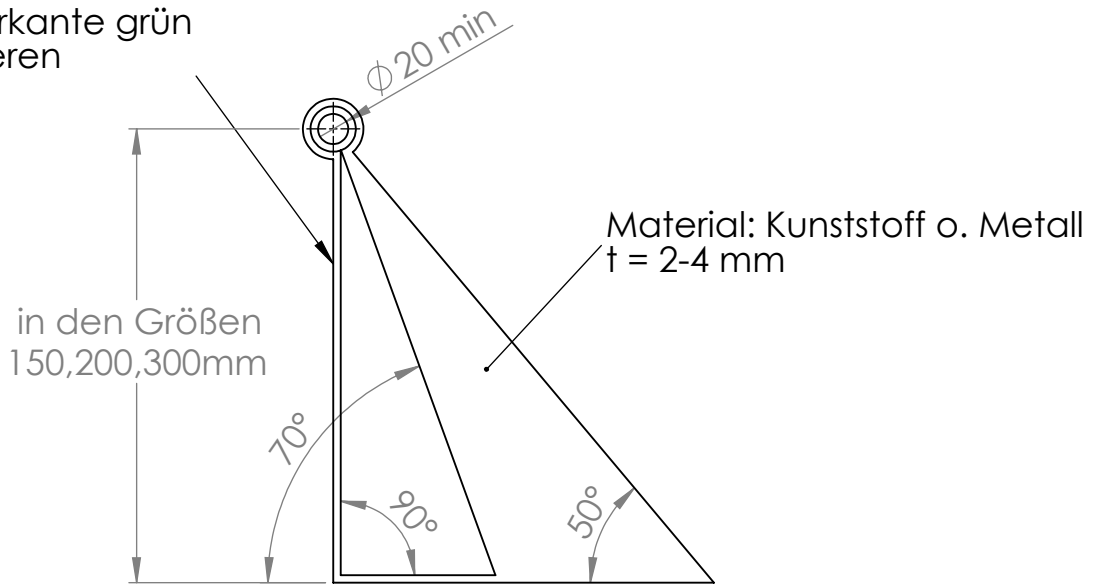
A4

GEWICHT:

MASSSTAB: 1:5

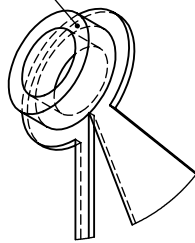
BLATT 1 VON 1

Vorderkante grün markieren

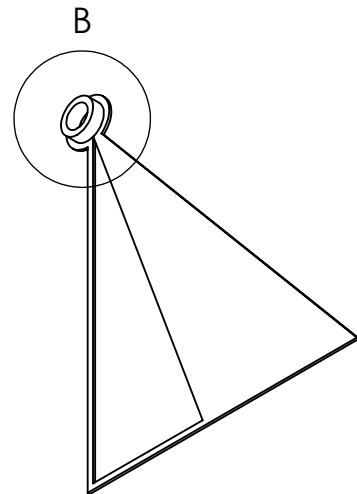


Befestigungsbuchse zur vertikalen Ausrichtung

Konstruktion nach Wahl des Nutzers



B (1 : 2)



WENN NICHT ANDERS DEFINIERT: BEMASSUNGEN SIND IN MILLIMETER OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT: TOLERANZEN: m LINEAR: WINKEL:		OBERFLÄCHENGÜTE:		ENTGRATEN UND SCHARFE KANTEN BRECHEN		ZEICHNUNG NICHT SKALIEREN		ÄNDERUNG	
NAME		SIGNATUR		DATUM		BENENNUNG:			
GEZEICHNET		R.H.				Schablone 50°/70°			
GEPRÜFT									
GENEHMIGT						ZEICHNUNGSNR. 00C			
PRODUKTION									
QUALITÄT				WERKSTOFF:		MASSSTAB: 1:5		BLATT 1 VON 1	
				GEWICHT:				A4	