

Parametrisch assoziative Methoden für konzeptionelle Ergonomie-Untersuchungen in der Automobilentwicklung

Diplomarbeit
von
Hannes Hintringer

Betreuer: Dipl. -Ing. Dr. techn. Mario Hirz

eingereicht am
Institut für Fahrzeugtechnik [FSI Frank Stronach Institute]
Univ.-Prof. Dr. techn. Wolfgang Hirschberg

Graz, Oktober 10

Vorwort und Danksagung

Im Rahmen meines Studiums Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau an der Technischen Universität Graz entschied ich mich, auf Grund persönlicher Interessen und Berufserfahrung, eine Diplomarbeit im Bereich der parametrisch-assoziativen CAD-Methoden durchzuführen.

Da in diesem Bereich das Institut für Fahrzeugtechnik, als Mitglied des Frank Stronach Instituts die größte Kompetenz besitzt, fand ich auch hier die richtigen Ansprechpartner.

Ich möchte mich an dieser Stelle bei Herrn Eduard Kober, als Projektleiter seitens des Industriepartners und Herrn Bernhard Hofer herzlich bedanken. In angenehmem Besprechungsklima floss ihr fundiertes Know-How aus langjähriger Tätigkeit in der Fahrzeugentwicklung, durch wichtige Kritikpunkte und Anregungen in die Arbeit mit ein und trug maßgeblich zum positiven Abschluss des Projektes bei.

Besonderer Dank geht an meinen Betreuer Herrn Dipl. -Ing. Dr. techn. Mario Hirz, der mir mit seinem CATIA-Wissen und als Besprechungspartner immer unterstützend zur Seite gestanden ist.

Weiters möchte ich mich bei allen Institutsmitarbeitern die in Zusammenhang mit dieser Arbeit stehen sehr herzlich bedanken. Hervorheben möchte ich Herrn Dipl.-Ing. Patrick Rossbacher, der aufgrund seiner Erfahrung in der parametrischen Konstruktion und in technischen Fragen immer Rat wusste.

Ein besonderer Dank gebührt Herrn Univ.-Prof. Dr. techn. Wolfgang Hirschberg, der diese Diplomarbeit ermöglicht hat.

Kurzfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit virtuellen Auslegungswerkzeugen für konzeptionelle Ergonomie-Untersuchungen im Fahrzeuginnenraum während der Packagingphase.

Ziel der Arbeit war eine Zeit- und Kostenersparnis durch die Anwendung von automatisierten CAD-Modellen für die Gurtverankerungs-Untersuchungen an PKWs. Mit diesem Projekt wird ein sehr großer Anwendungsbereich abgedeckt, deshalb wird es auf Teilmodule heruntergebrochen und im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit abgearbeitet.

Ein wesentlicher Teil der Arbeit besteht darin, parametrisch-assoziative Modelle zu entwickeln mit welchen die gesetzlich zulässigen Bereiche für Gurtverankerungen visualisiert werden. Es sollten unterschiedliche Gesetzesvorgaben abgebildet werden, damit für verschiedene Verkaufsregionen von Fahrzeugen, die entsprechenden gesetzlichen Vorgaben erfüllt werden können.

Aufbauend auf diesem Grundmodell werden weitere Module entwickelt, welche für die Entwicklung des Innenraum-Package von Bedeutung sind. Diese Module lauten folgend:

- Modul Dummy: Es werden CAD-Manikins auf Basis der SAE-Richtlinien geschaffen, um in der Konzeptphase Ergonomie-Untersuchungen durchführen zu können. Der Einsatz von virtuellen Menschenmodellen ermöglicht bereits während der Packagingphase einer Fahrzeugentwicklung eine Optimierung hinsichtlich Passagierkomfort und -Sicherheit.

Ein zusätzliches Modell auf Basis des für Crashuntersuchungen verwendeten Hybrid-3-Dummies ermöglicht eine Simulation des Bewegungsverhaltens eines menschlichen Körpers im Crashfall.

- Modul Gurtverlauf: Ein eigenes Modul unterstützt die Vorauslegung des Gurtverlaufes entsprechend der in Kanada vorgeschriebenen eBTD- (electronic Belt Test Device) Normen.

- Modul Sitz: Hierbei werden ein Einzelsitz und eine Rückbank entwickelt, deren Geometrien eine eventuelle Beeinflussung des Gurtverlaufes nach sich zieht und somit für die eBTD-Untersuchung relevant sind. Aus den erzeugten dreidimensionalen Sitzmodellen können weitere Daten abgeleitet werden, wie zum Beispiel der grobe Nahtverlauf und Lederzuschnitte, welche einfach als 2D-Abwicklungen dargestellt werden können. Zusätzlich sollte dieses Modell zur Klassifizierung des Kopfstützendesigns dienen, um das Verletzungsrisiko im Nacken- bzw. Kopfbereich zu reduzieren.

Abstract

This thesis deals with ergonomic studies regarding the vehicle interior development in the conceptual packaging phase.

Because automated models for seat belt anchorage investigations offer time and cost savings, the present project includes the development of new methods for different interior related engineering processes. As this project covers a very large area of applications, it is broken down to sub-modules, which are developed in the course of the present thesis.

An essential part of the work is the development of parametric-associative models for the visualization of the permitted areas of seat belt anchorages. This module is developed for different legislations to satisfy the requirements of different markets worldwide. Based on this module further modules are developed, which are important for the engineering and optimization of vehicle interior packages. These further models are integrated in the main investigation module.

The following modules are created:

- Dummy module: Manikins, following the SAE standards, are created for the investigation of ergonomic aspects and to enable a high level of comfort and safety in the conceptual interior layout. An additional Hybrid-3-Dummy with kinematic properties is created to simulate the movement behavior in crash scenarios.
- Belt Fit Test module: A Canadian legislation prescribes a check of the belt routing characteristics. To enable a virtual pre-layout of the belt, an electronic Belt Fit Test Device (eBTD) module is created and integrated into the interior layout tool.
- Seat module: The objective is to develop a parametric-associative single seat and a back seat model. The geometry of the seats also considers the belt routing to support the belt routing module.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

.....

(Hannes Hintringer)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagung.....	2
Kurzfassung	3
Abstract	4
Eidesstattliche Erklärung.....	5
Inhaltsverzeichnis.....	6
1 Einleitung.....	9
1.1 Ausgangssituation.....	10
1.2 Zielsetzungen.....	10
1.3 Gliederung der Arbeit.....	12
1.4 Grundlegendes und allgemeine Definitionen.....	13
1.4.1 Entwicklungsschritte in der Automobilentwicklung	13
1.4.2 Ergonomie.....	14
1.4.3 Package	14
1.4.4 SRP	15
1.4.5 H-Punkt	15
1.4.6 HPM	15
1.4.7 Torsolinie und Torsowinkel.....	16
1.4.8 Sitzverstellfeld.....	16
2 Produktarchitektur der Hauptmodule	17
2.1 Allgemein.....	17
2.2 Modul Gurtpunkt Untersuchung.....	17
2.3 Modul eBTD Untersuchung	21
3 Teilmodule.....	22
3.1 Modul Gurtpunkt Untersuchung.....	22
3.1.1 Allgemein	22
3.1.2 Normen	23
3.1.2.1 Allgemein.....	23
3.1.2.2 Gurtfelder ECE R14	24
3.1.2.3 Gurtfelder FMVSS 210	29
3.1.2.4 Gurtfelder ADR 5/04.....	31
3.1.2.5 Untere und obere ISOFIX-Verankerung.....	35
3.1.3 Konstruktionsmethodik	49

3.1.3.1	Allgemein	49
3.1.3.2	Gurtfeldnormen.....	51
3.1.3.3	Gurtpunkte	64
3.1.3.4	ISOFIX Prüfkörper	66
3.1.3.5	IIHS Kopfstützen – Geometrie	69
3.1.3.6	Sitz	70
3.1.3.7	SAE Dummy	71
3.1.3.8	Zeichnungsableitungen	72
3.2	Parametrisierte Sitz Untersuchung	73
3.2.1	Allgemein	73
3.2.2	Anforderungen an Autositze	73
3.2.3	Definitionen nach SAE J2732	73
3.2.4	Konstruktionsmethodik Einzelsitz.....	76
3.2.4.1	Einzelsitz Zusammenbau	76
3.2.4.2	Sitzkissen	80
3.2.4.3	Rückenlehne	80
3.2.4.4	Verstellschiene	81
3.2.4.5	Kopfstütze und Kopfstützengestänge.....	82
3.2.4.6	Verknüpfung mit der Excel Datenbank.....	83
3.2.5	Konstruktionsmethodik Rückbank.....	84
3.2.5.1	Rückbank Zusammenbau.....	85
3.2.5.2	Sitzkissen Außen	86
3.2.5.3	Sitzkissen Mitte.....	87
3.2.5.4	Rückenlehne Außen.....	88
3.2.5.5	Rückenlehne Mitte	88
3.2.5.6	Verstellschiene	89
3.2.5.7	Kopfstütze und Kopfstützengestänge.....	89
3.2.5.8	Verknüpfung mit der Excel Datenbank.....	89
3.3	Parametrisierte Dummies.....	90
3.3.1	Anthropometrie im Entwicklungsprozess.....	90
3.3.2	Perzentile im Fahrzeugbau	90
3.3.2.1	Drei charakteristische SAE-Perzentile	91
3.3.2.2	Hybrid-3-Dummy	92
3.3.3	Definitionen	92
3.3.4	Konstruktionsmethodik	95

3.3.4.1	Allgemein	95
3.3.4.2	SAE Manikin	96
3.3.4.3	Hybrid-3-Dummy	99
3.4	Parametrisierte Gurtverlaufs Untersuchung - eBTD	101
3.4.1	Allgemein	101
3.4.2	Gesetzliche Forderungen – Vereinbarungen mit dem Industriepartner	104
3.4.3	Konstruktionsmethodik Modul-eBTD	105
3.4.3.1	Modul-eBTD Zusammenbau	106
3.4.3.2	Referenzen und Positionierung	107
3.4.3.3	eBTD-Dummy.....	107
3.4.3.4	Gurtverlauf Torso	109
3.4.3.5	Gurtverlauf Hüfte	111
3.4.3.6	Parametersteuerung	114
4	Zusammenfassung und Ausblick	115
	Literaturverzeichnis	117
	Abkürzungsverzeichnis	119
	Abbildungsverzeichnis.....	120
	Tabellenverzeichnis	122
	Anhänge.....	123

1 Einleitung

Im Februar 2010 wurde von Herrn Dipl. -Ing. Dr. techn. Mario Hirz dieses sehr interessante Forschungsprojekt vorgestellt, das vom Projektpartner MSF (MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik) in Auftrag gegeben wurde.

Der Arbeitstitel des Projektes, welches im Rahmen von mehreren Diplomarbeiten und konstruktiven Projekten am Institut für Fahrzeugtechnik bearbeitet wird, ist „ParamSitz“. Dieses Projekt setzt in der frühen Designphase der Fahrzeugentwicklung an, wobei sich die Anwendung von einigen Modulen bis in die Homologationsphase erstreckt.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit beschäftigten mich die sachlichen Themen:

- Gurtfeldnormen
- ISOFIX-Verankerungssysteme (Kinder-Rückhaltesysteme)
- IIHS-Kopfstützendesign
- Einzelsitzentwicklung
- Rückbankentwicklung
- SAE-Manikin
- H3-Dummy
- Gurtverlaufs-Untersuchung

Informationen zum Industriepartner:

Unternehmensziel von MSF ist die Fahrzeugentwicklung. MSF bietet Kompetenzen in der Gesamtfahrzeugentwicklung, Baugruppen- und Komponentenentwicklung, sowie die Montage von Fahrzeugen für die drei geografischen Segmente Nordamerika, Europa und Rest der Welt.

Im Juni 2010 verfügte MSF über 242 Produktionsstätten sowie 79 Engineering- und F&E-Zentren in 25 Ländern auf 5 Kontinenten, [17].

1.1 Ausgangssituation

Für einen Teilbereich dieser Diplomarbeit, der Gurtpunkt-Untersuchung, gab es beim Projektpartner ein bestehendes CAD-Modell. Dieses war jedoch sehr einfach als Flächenmodell aufgebaut und wurde nicht allen Anforderungen gerecht. Es galt eine neue Modellarchitektur zu entwickeln, welche die Integrationsmöglichkeit von unterschiedlichen Modellen vorsieht.

Unter den Daten die übergeben wurden, war ein sehr detailliertes Fahrersitzmodell, welches analysiert und vereinfacht werden sollte. Ebenso waren unter den Daten für die Sitzentwicklung Excel-Tabellen mit Messreihen von bereits entwickelten Seriensitzen.

Um die CAD-Dummies (virtuelle Menschenmodelle) zu entwickeln wurden weitere CATIA-Daten übergeben, unter anderem 2D-Schablonen und ein H3-Dummy (Hybrid-3-Dummy). Es wurden je nach Bedarf weitere CAD-Modelle zur Verfügung gestellt, die eine Modellierung und Verifikation der im Zuge der Diplomarbeit erstellten Modelle möglich machten.

1.2 Zielsetzungen

Die Aufgabenstellung in dieser Diplomarbeit gliedert sich wie oben angesprochen in mehrere Teilbereiche. Folglich wurden auch für die einzelnen Teilbereiche unterschiedliche Zielsetzungen definiert.

Das Modul zur Gurtpunkt-Untersuchung sollte in der frühen Packagingphase der Interieuentwicklung zur Visualisierung der groben Konzeptionsdaten verwendet werden. Hierbei werden die genormten Zonen für Gurt-Befestigungspunkte und effektive Gurtpunkte verwendet, um die ersten Fahrzeugparameter in der Designphase zu gewinnen. Die Anwendung des in der Diplomarbeit erstellten Moduls sollte jedoch über die Konzeptionsphase hinausgehen. Ein Ziel war es, in der Homologationsphase mit den detaillierten Bauteilgeometrien ebenso gültige und brauchbare Zeichnungsableitungen zu erhalten, wie in der Konzeptphase.

Als Zielvorstellung für ein parametrisches Sitzmodell wurden je ein vollständig parametrisiertes Modell einer Rückbank und eines Einzelsitzes definiert. Die Steuerung der einzelnen Parameter sollte via Excel-Tabellen durchgeführt werden. In Excel sollte die Möglichkeit gegeben sein, dass die Parameter eines Sitzmodelles abgespeichert werden können. Eine weitere Vorgabe war die Integrationsmöglichkeit dieses Teilmoduls in übergeordnete Module. Diese Module sind zum Beispiel die parametrische Gurtpunkt-Untersuchung, wo die Sitzgeometrie benötigt wird, um in ersten Designprozessen die Gurtpunkte und die Abrolllänge des Obergurtes zum Top-Tether-

Verankerungspunkt (oberer ISOFIX-Verankerungspunkt) zu berechnen. Weiters kann die Länge der Rückenlehne den Gurtverlauf über den Torso in der eBTD-Untersuchung beeinflussen.

Mit der Modellierung von SAE-Manikins sollten Menschenmodelle abgebildet werden, die den Konstruktionsprozess in der frühen Konzeptphase unterstützen. Betrachtet werden hierbei ergonomische Gesichtspunkte in Bezug auf Sitzposition, Sitzwinkel, Beinfreiheit und dergleichen. Abgebildet werden sollten unterschiedliche Perzentile (Größenprofile), die für den Fahrzeugbau wichtig sind.

Die geometrischen Ausdehnungen des H3-Dummy, wie Schulterbreite und Tiefe des Torso, sollten jenen der SAE 2D-Sitzschablone angepasst werden. Dieses Modell sollte außerdem mit einer Kinematik hinterlegt werden, um zwei unterschiedliche Szenarien eines Frontcrash zu simulieren. Das eine Szenario wäre das Rutschen des Dummy auf dem Sitzkissen. Hierbei sollten Werte für die Knie und Schienbeinabstände zum Armaturenbrett gemessen werden. Aus diesem Grund sollten zusätzlich noch die Geometrie der Knie und Schienbeine ergänzt werden, um im untersuchten Crashfall realistische Werte für Abstände zwischen Knie und Armaturenbrett erhalten zu können.

Das zweite Szenario wäre das Vorklappen des Dummy-Torsos. Hierbei sollte der Kopfabstand zur Dachstruktur gemessen werden.

Das letzte Teilgebiet der vorliegenden Diplomarbeit betrifft die Gurtverlaufs-Untersuchung. Das Teilgebiet, das auch eBTD-Untersuchung genannt wird, ist noch ein sehr junges Forschungsgebiet. Der Nachweis des Gurtverlaufs muss nach heutigem Stand der Homologationsregeln nur für den kanadischen Verkaufsmarkt nachgewiesen werden.

Mit Hilfe von Voruntersuchungen, mittels dieses CATIA-Modules, soll die geometrische Vorauslegung des Gurtverlaufes optimiert und somit Entwicklungskosten reduziert werden.

1.3 Gliederung der Arbeit

Eine wichtige Grundlage zum besseren Verständnis dieser Arbeit bilden Definitionen von relevanten Geometrien für das Innenraumpackage. Diese Geometrieelemente werden kurz erklärt, um so ein besseres Verständnis für die Wichtigkeit dieser zentralen Elemente zu geben.

Danach folgen Übersichten über die Produktarchitekturen der Hauptmodule als Hierarchiemodelle. Durch diese Darstellung wird ein besserer Überblick über den Umfang dieser Diplomarbeit ermöglicht und dem Leser die Zusammenhänge der Module dargestellt.

In den danach folgenden Kapiteln werden alle Module in Aufbauweise und Funktion im Detail erklärt. Begonnen wird mit dem Modul Gurtpunkt-Untersuchung, da dieses Modul die meisten Teilmodule in sich enthält. Das Kapitel startet mit einer Übersicht über die unterschiedlichen Gesetzestexte, da diese die Konstruktionsbasis darstellen. Danach erfolgt eine Erklärung der Konstruktion der einzelnen Baugruppen, wobei nur jene genauer erklärt werden, die ausschließlich in diesem Modul vorkommen. Jene Modelle, die auch als einzelne Module lauffähig sind, werden in separaten Kapiteln detailliert behandelt.

Hinweis zu den Sitzpositionen:

Die meisten Module dieser Arbeit wurden für fünf Sitzpositionen im Fahrzeug entwickelt. Diese Sitzpositionen sind Fahrer, Beifahrer, hinten links, hinten mitte und hinten rechts. Vereinfachend werden Erklärungen immer nur für eine jeweilige Sitzposition dargestellt, da die restlichen analog oder symmetrisch dazu aufgebaut sind.

Hinweis zu den Gesetzestexten:

Da sich in dieser Arbeit sehr viele Normen und Standards in englischer Sprache wiederfinden, wurde teilweise auf die Übersetzung der Auszüge aus den Normen verzichtet. Das Verständnis sollte trotzdem gegeben sein, da diese Gesetzestexte immer mit Erklärungsskizzen erläutert werden. Die Absatznummern und Referenzen der einzelnen Normdefinitionen wurden in dieser Diplomarbeit beibehalten, um diese in den Gesetzestexten einfacher wieder finden zu können. Jedoch wurden sie in runde Klammern gesetzt, um eine eindeutige Kennzeichnung zu ermöglichen.

1.4 Grundlegendes und allgemeine Definitionen

An dieser Stelle sollen ein paar grundlegende Definitionen erwähnt werden, die für alle Teilkapitel von Bedeutung sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit befinden sich weitere benötigte Definitionen im jeweiligen Teilkapitel.

1.4.1 Entwicklungsschritte in der Automobilentwicklung [1]

Frühphase

In der Frühphase findet die Definition von Anforderungen und strategischen Zielen statt. Es werden erste Konzepte ausgearbeitet und bewertet. In dieser Phase finden die Tools der vorliegenden Diplomarbeit Anwendung, um den Konstrukteur bei der Entwicklung des Interieurpackages zu unterstützen.

Serienentwicklung

Konzepte der Frühphase werden ausgestaltet und bewertet. Nachdem ein Gesamtfahrzeugkonzept definiert wurde, wird der Serienanlauf in den Werken vorbereitet.

Weiterentwicklung

Der Prozess der Weiterentwicklung wird ausgelöst durch neue gesetzliche oder kundenspezifische Anforderungen, die sich in der Integration neuer, oder verbesserter Komponenten äußert.

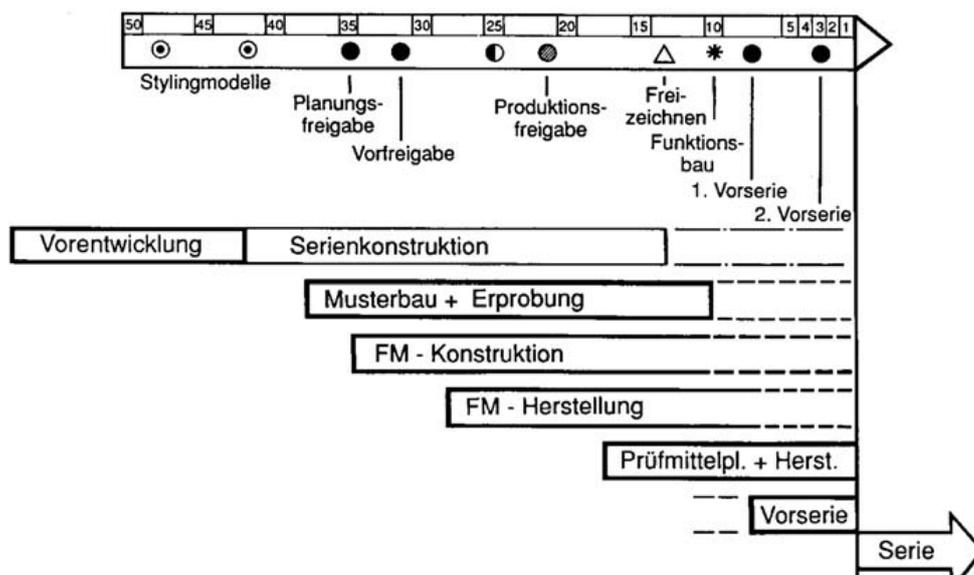


Abbildung 1.1: Meilensteinplan einer Fahrzeugentwicklung [1]

1.4.2 Ergonomie

Die Ergonomie ist ein Teil der Arbeitswissenschaften und beschäftigt sich vornehmlich mit der Anpassung der Technik an den Menschen zur Erleichterung der Arbeit. Für den Fahrzeugbau sind die Bereiche Arbeitsplatzgestaltung, Produktgestaltung und Mensch-Maschine-Schnittstelle von besonderer Bedeutung. In der Automobilindustrie nimmt die Ergonomie wegen dem damit verbundenen Komfortgewinn und der Differenzierungsmöglichkeit der Marken eine immer stärkere Rolle ein, [1].

1.4.3 Package

Der Packageprozess managt und harmonisiert die Anforderungen an die Bauräume eines Fahrzeugs und begleitet die Entwicklung von der Idee bis zur Serienfertigung, [1].

Im Package des Gesamtfahrzeugkonzepts sind alle Kundenwünsche durch den Anforderungskatalog festgelegt, weiters werden im Wesentlichen Hauptabmessungen definiert, an welche der Konstrukteur sein Package anpassen muss.

Das Gesamtfahrzeugpackage muss auf sehr viele Einflüsse Rücksicht nehmen. Einflüsse hierbei sind Kundenanforderungen, ergonomische und fahrsicherheitstechnische Gesichtspunkte und gesetzliche Vorgaben, um nur einige zu nennen.

In folgender Abbildung sind einzelne Geometrien dargestellt, die für die Bauraumdefinition des Gesamtfahrzeugkonzepts von Bedeutung sind.

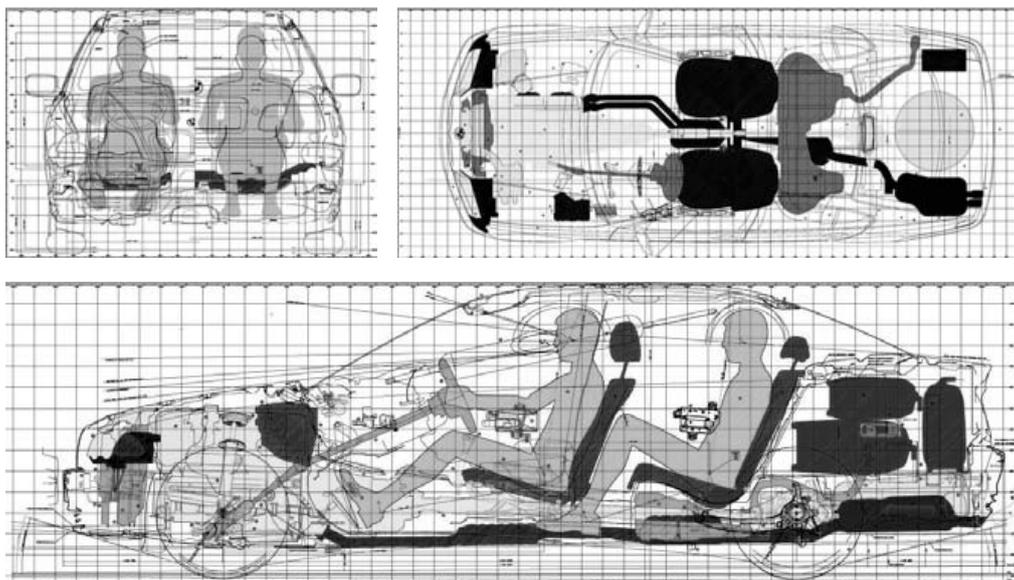


Abbildung 1.2: Bauraumbereiche eines Gesamtfahrzeuges [1]

Legt man das Hauptaugenmerk nun auf das Innenraumpackage, gibt es für die Bestimmung der Bauräume eine Reihe von wichtigen Geometrien und Definitionen. Einige wichtige Geometrien und Definitionen sind beispielsweise:

- SRP (Sitz-Referenz-Punkt)
- H-Punkt (Hüft-Punkt)
- HPM (H-Punkt-Maschine)
- Torsolinie und Torsowinkel
- Sitzverstellfeld

1.4.4 SRP

Die Bezeichnung SRP oder auch SgRP steht für Sitz-Referenz-Punkt, oder Seating-Reference-Point. Es wird für einen verstellbaren Sitz immer mehrere H-Punkte (siehe nächste Definition) geben, wobei man einen Punkt in der Design-Stellung (dies ist die Standardposition) des Sitzes als SRP definiert. Dieser Punkt wird im frühen Designprozess festgelegt und ist Basis für eine Reihe weiterer Geometrien und Abmessungen. Die Regelungen bezüglich der Definition dieses Punktes sind in verschiedenen Standards und Normen niedergeschrieben. (z.B.: HPM (H-Punkt-Maschine) nach SAE J1516 [20] & 1517 [21], HPM-II nach SAE 4004 [22]), [2].

1.4.5 H-Punkt

Der H-Punkt befindet sich auf der H-Punkt-Maschine und liegt im Zusammenbau-Gelenk der Sitzkissen-Pfanne und der Rücken-Pfanne. Weiters kann der H-Punkt auch als der Schnittpunkt zwischen der Sitzkissen-Linie und der Torso-Linie angesehen werden. Der Punkt wird in Abbildung 1.3. dargestellt. Im Zuge der Interieurentwicklung wird der H-Punkt als Representativ der Passagierposition auf den SRP gelegt, um die Konstruktionslage des Sitzes zu definieren, [2].

1.4.6 HPM

Eine HPM (H-Punkt Maschine) wird verwendet, um spezifische Punkte und Dimensionen im Fahrzeug-Innenraum zu ermitteln. Der H-Punkt ist der wichtigste, der aus dieser Untersuchung ermittelt wird. Um den H-Punkt zu ermitteln gibt es drei unterschiedliche Hilfsmittel. Diese sind die originale H-Punkt Maschine (HPM) und die 2D-Schablone nach SAE J826 [19], die neue H-Punkt Maschine (HPM-II) definiert in SAE J4002 [18] und das H-Punkt Design Tool (HPD) definiert in der SAE Norm J4004 [22]. Die HPM und HPM-II sind physische Prüfkörper, die für Untersuchungen eingesetzt werden. Die HPD ist ein CAD-Modell, das zur Innenraumentwicklung eingesetzt wird, [2].

1.4.7 Torsolinie und Torsowinkel

Die Torso-Linie ist eine Linie der Rückenpfanne (Außenkontur des Rückens) einer H-Punkt Maschine, welche vom H-Punkt aufwärts geht. Bei einer HPM-II verbindet die Torso-Linie den H-Punkt mit dem verstellbaren Brustkorb-Gelenk, [2].

Der Torsowinkel wird zwischen der Torsolinie und der Vertikalachse gemessen.

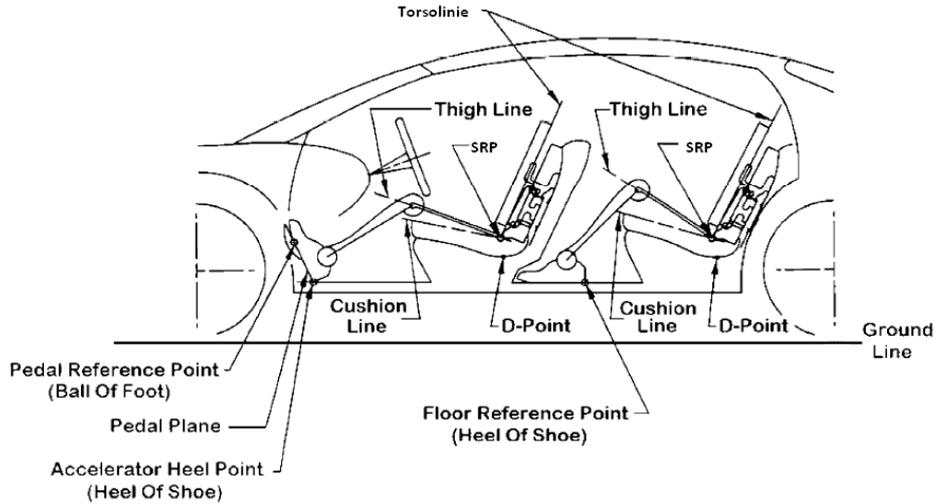


Abbildung 1.3: Definition von SRP und Torso-Linie [2]

1.4.8 Sitzverstellfeld

Da ein Fahrzeug für unterschiedliche Personengrößen entwickelt wird, muss der Sitz verstellt werden können, um eine gute Erreichbarkeit der Bedienelemente zu gewährleisten. Ein verstellbarer Sitz befindet sich während der Konstruktion in Konstruktionslage, also in der Ursprungslage, im SRP. In der folgenden Abbildung sind die charakteristischen Extrempunkte eines Sitzverstellfeldes dargestellt. Position eins stellt die Sitzverstellposition oben vorne dar, also jene einer kleinen Person. Position zwei würde ganz hinten unten bedeuten, was der Sitzposition eines großen Mannes entspräche. Innerhalb dieses Verstellfeldes kann der Sitz jeden Punkt erreichen.

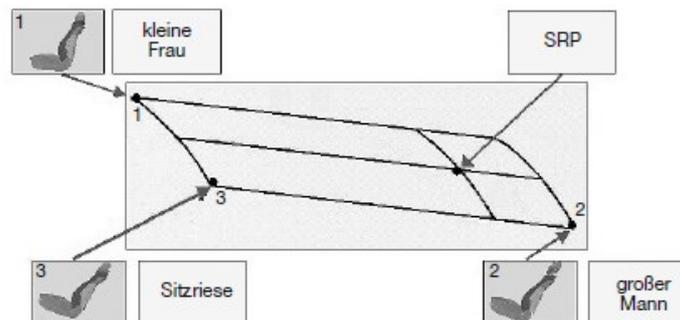


Abbildung 1.4: Sitzverstellfeld [1]

2 Produktarchitektur der Hauptmodule

2.1 Allgemein

Eine Herausforderung dieser Arbeit bestand darin, die einzelnen Teilmodule zu strukturieren und eine Hierarchie festzulegen, wie die Teilmodule zueinander verbaut werden können, sowie die Festlegung und Untersuchung von gegenseitigen Beeinflussungen.

Um einen besseren Überblick über den Umfang der Diplomarbeit zu geben, sollen zuerst die beiden Haupt-Untersuchungstools als Hierarchiemodelle dargestellt werden. Eine detaillierte Beschreibung der beiden Module erfolgt in Kapitel 3.1 und 3.4.

Mit Hilfe des Hierarchiemodells soll ein Überblick über die einzelnen Teilmodule im Kontext des Gesamtkonzeptes gegeben werden, da die Integration der Teilmodule in Hauptmodule einen wichtigen Punkt der Diplomarbeit darstellt.

Die Hierarchien in den Abbildungen 2.1 und 2.2 entsprechen dem Aufbau im CATIA-Strukturbaum.

2.2 Modul Gurtpunkt Untersuchung

Dieses Modul stellt das größte Modul der vorliegenden Arbeit dar. Es umfasst die Teilmodule der Gurtfelder, Dummies, Sitze, ISOFIX-Prüfgeometrien, Daten der Homologation, IIHS-Geometrien und Gurtpunkte. Da dieses Modul eine erhebliche Größe erreicht hat, wurden bei der Integration in das Untersuchungstool Modifikationen und Vereinfachungen an den Teilmodulen durchgeführt, um die Lauffähigkeit des Gesamtsystems zu gewährleisten.

Der wesentliche Vorteil bei der Modularisierung von Baugruppen im 3D-CAD besteht darin, dass neue Modelle einfach integriert werden können. Es könnten in der Hierarchie über ein bestehendes Modul weitere Hauptbaugruppen gesetzt werden, um weitere Bereiche der Fahrzeugkonzeption zu erfassen. Ebenfalls möglich ist eine Integration von Zusatzfunktionen auf gleicher Baugruppenebene, solange die Parameterstruktur und die Konstruktionsmethodik berücksichtigt werden.

Es bedarf jedoch bei jeder Integration von Modulen Anpassungen der gegenseitigen Verknüpfungen und Parameterlisten, die nur möglich sind wenn der Aufbau der Hierarchie berücksichtigt wird, da

ansonsten die Übersichtlichkeit und Abgrenzung der einzelnen Module zueinander verloren gehen kann.

In der folgenden Abbildung ist das Gesamtmodul zur Gurtpunkt-Untersuchung abgebildet. In rot dargestellt sind Module, die in Zukunft integriert werden können, um Untersuchungen für die Gesamtfahrzeugkonzeption durchzuführen.

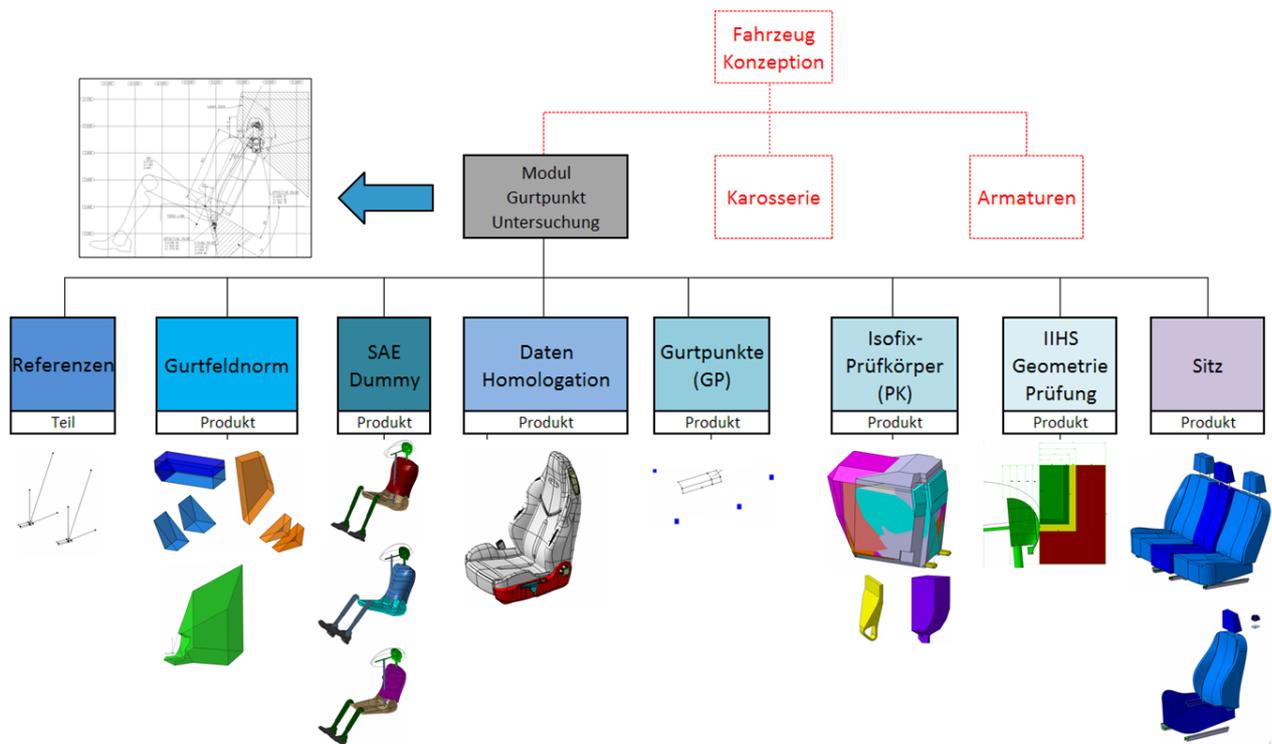
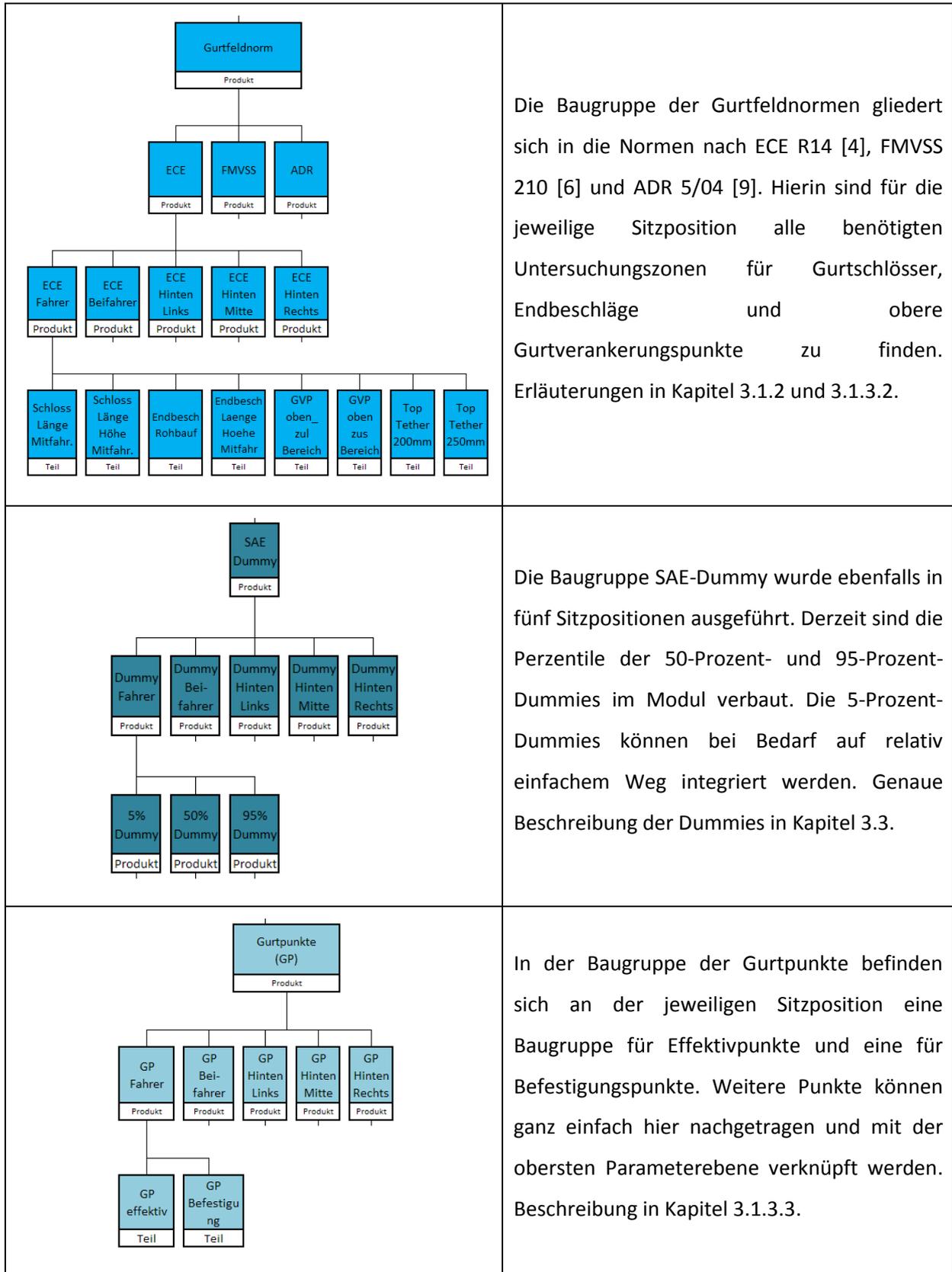


Abbildung 2.1: Hierarchie - Modul Gurtpunkt-Gesamtübersicht



	<p>Die IIHS-Geometrieprüfung [16] besteht aus Flächenmodellen, die in Abhängigkeit der Dummies ihre Position verändern. Diese Zonen sind assoziativ zu den 95-Prozent-Dummies und wurden an jeder Sitzposition erstellt. Nähere Informationen in Kapitel 3.1.2.5.7.</p>
	<p>Aufgrund komplexer Flächenerzeugungs-Operationen ist die Geometrieerzeugung der Sitze fehleranfälliger. Aus diesem Grund wurden vom Modul der Sitze nur relevante Steuergeometrien übernommen, um die Stabilität des Moduls zu wahren. Beschreibung der Steuergeometrie der Sitze in Kapitel 3.1.3.6.</p>

Tabelle 2.1: Hierarchie - Modul Gurtpunkt-Untersuchung - Details

2.3 Modul eBTD Untersuchung

Zur Untersuchung des Gurtverlaufes wird im kanadischen Raum die BT-D-Untersuchung (Belt Fit Test Device) im Homologationsverfahren vorgeschrieben. Um Entwicklungskosten zu sparen, wurde ergänzend zur physischen BT-D-Untersuchung eine virtuelle Untersuchung entwickelt, die eBTD-Untersuchung, [14], [13].

Um eine Voruntersuchung in der Konzeptphase durchführen zu können, wurde ein eigenes eBTD-Modul entwickelt. Es soll eine Optimierung der Gurtverläufe bereits in der konzeptionellen Entwicklung unterstützen und dadurch helfen, eine Anfrage an die Zertifizierungsstelle bereits im ersten Anlauf positiv beantworten zu können. Durch Verringerung der Anfragezyklen sollen Kosten und Entwicklungszeit eingespart werden.

In Abbildung 2.2 ist die Hierarchie des eBTD-Moduls, inklusive eventueller Integration von Zusatzmodulen dargestellt. Eine Integration von zusätzlichen Geometrieelementen würde aber in jedem Fall eine Neudefinition des Gurtverlaufes nach sich ziehen.

Der Dummy wurde nach Rücksprache mit dem Industriepartner aus zwei unterschiedlichen Geometriestandards zusammengesetzt. Der Torso wurde auf Basis der SAE 2D-Sitzschablone konzipiert und entspricht dem 50-Prozent-Mann. Anders der Hüftbereich, welcher der Geometrie eines 50-Prozent-Hybrid-3-Modelles entspricht. Der Gurtverlauf besteht aus zwei Einzelteilen, welcher sich in Hüftgurt und Torsogurt gliedert.

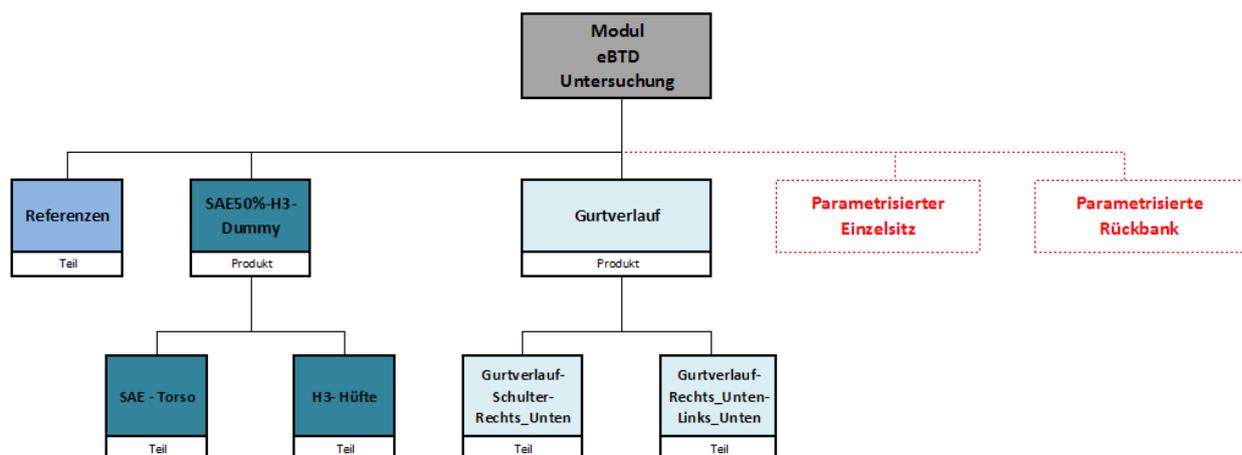


Abbildung 2.2: Hierarchie von Modul eBTD-Untersuchung

3 Teilmodule

3.1 Modul Gurtpunkt Untersuchung

3.1.1 Allgemein

In diesem Kapitel wird auf den Sinn und Zweck dieses Untersuchungstools, durch detaillierte Erklärung der Einzelkomponenten, eingegangen. Bevor jedoch die CATIA-Konstruktionsmethodik erklärt wird, werden benötigte Auszüge aus verschiedenen Normen genannt, die die Konstruktionsbasis darstellen.

Dieses Modul wird, wie erwähnt, in der frühen Konzeptphase zur virtuellen Innenraumentwicklung angewendet. Im Innenraum müssen charakteristische Abstände und Positionen definiert werden, um den gesetzlichen Bestimmungen aus Normen und Anforderungen an Sicherheit und Ergonomie gerecht zu werden. Dieses Tool soll dabei helfen, auf schnelle Art und Weise erlaubte Zonen für Gurtverankerungen in Abhängigkeit von Parametern wie SRP, Torsowinkel, Sitzhöhe etc. zu visualisieren.

Derzeit erstreckt sich die Visualisierung auf die Komponenten:

- Gurtfelder
- Dummies
- IIHS-Geometrien
- Gurtpunkte
- ISOFIX-Prüfkörper
- Daten der Homologation
- Sitz (nur relevante Steuergeometrie)

Zum anderen wird das Modul in der Homologationsphase eingesetzt, um mit den tatsächlichen Fahrzeuggeometrien 2D-Zeichnungsableitungen zu liefern. Es ist wichtig, dass das 3D-Modell qualitativ gute Zeichnungsableitungen liefert, da diese mit den detaillierten Fahrzeugkomponenten aus dem Detail-Engineering als Dokumentationsunterlagen für den Kunden verwendet werden.

3.1.2 Normen

3.1.2.1 Allgemein

Um ein Fahrzeug in einem jeweiligen Verkaufsraum auf den Markt bringen zu können, müssen Fahrzeuge und Fahrzeugteile den dort gültigen Gesetzen gerecht werden. Dieser Zulassungsprozess wird als „Homologation“ bezeichnet. In Europa werden Fahrzeuge und Fahrzeugteile nach ECE- (Economic Commission for Europe) und EG-Typzulassungssystem (Europäische Gemeinschaft) zugelassen. Das ECE-Zulassungssystem ist nicht, so wie das EG-Zulassungssystem, nur auf europäische Länder beschränkt. Somit können auch nicht-europäische Länder dem Abkommen beitreten. Gravierend unterscheiden sich die Zulassungsvorschriften der Vereinigten Staaten von Amerika von den ECE-Regelungen. Hier werden keinerlei ECE-Regelungen anerkannt. Die dort angewendeten Regelungen sind die Standards der FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards).

Es gibt noch andere Zulassungssysteme wie zum Beispiel: [17]

- TRIAS für Japan,
- ADR (Australian Design Rules) für Australien und
- CCC (China Compulsory Certification) für China,

jedoch sind deren Vorschriften an die ECE-Regelungen angelehnt.

Nach Abstimmung mit dem Industriepartner wurden als die wichtigsten Vorschriften die das Thema der Gurtfelder betreffen, die der ECE R14 [4] und der FMVSS 210 [6] festgelegt. Die Vorschriften nach ADR 5/04 [19] wurden noch im Modul zur Gurtpunkt-Untersuchung implementiert, diese haben aber bei der Entwicklung von neuen Fahrzeugen keinerlei Gültigkeit mehr.

Um eine Übersicht über alle Normen und Standards zu geben, die die Modellerzeugung dieser Diplomarbeit betreffen, werden diese in der folgenden Tabelle gelistet. Diese Tabelle enthält alle benötigten Regelungen, die als Konstruktionsgrundlagen in dieser Arbeit verwendet wurden.

Die Standards der SAE (Society of Automotive Engineers) sind hier besonders anzusprechen, denn die SAE erstellt im Gegensatz zu den anderen keine Normen, sondern Richtlinien. Diese wurden im Wesentlichen von den meisten Autoherstellern in deren Standards aufgenommen.

	Vorschrift			
	ECE (Norm) International	ADR (Norm) Australien	FMVSS (Norm) USA	SAE (Richtlinie) International
Gurtfeld-Norm	ECE R14 [4]	Alt: ADR5/04 [9] Neu: ADR5/05 [8]	FMVSS 210 [6]	x
Obere ISOFIX-Verankerung	ECE R14 [4]	ADR 34/01 [11]	FMVSS 225 [15]	x
Untere ISOFIX-Verankerung	ECE R14 [4]	ADR 34/01 [11]	FMVSS 225 [15]	x
ISOFIX-Kinderhalteeinrichtung	ECE R16 [10]	ADR 5/05 [8]	FMVSS 225 [15]	x
Sitz Design	x	x	x	SAE J2732 [23] SAE J1100 [2]
Dummy-Design	x	x	x	SAE J826 [19] SAE J1100 [2]

Tabelle 3.1: Übersicht über verwendete Normen

3.1.2.2 Gurtfelder ECE R14

Am 20. März 1958 wurde im Rahmen der Wirtschaftskommission für Europa (Economic Commission for Europe, ECE) ein "Übereinkommen über die Annahme einheitlicher technischer Vorschriften für Radfahrzeuge, Ausrüstungsgegenstände und Teile, die in Radfahrzeuge(n) eingebaut und/oder verwendet werden können, und die Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung von Genehmigungen, die nach diesen Vorschriften erteilt wurden" getroffen. Diese Vorschriften für Kraftfahrzeuge wurden harmonisiert, um Schranken im Handel mit Zubehörteilen und Kraftfahrzeugen abzubauen. Dem Übereinkommen gehören zurzeit 48 Vertragsparteien an. Dieses Übereinkommen ermöglicht einheitliche technische Vorschriften und gegenseitige Anerkennung der Prüfplakette. Seit 1958 wurden über 100 Richtlinien erarbeitet und verabschiedet, welche auch von den Vertragsparteien in internationales Recht übernommen wurden, [3].

Man bekommt also mit einem Fahrzeug das nach ECE-Richtlinien entwickelt wurde in einem sehr großen Verkaufsmarkt eine Straßenzulassung. Jedoch ist es den Vertragsparteien gestattet, zusätzlich

zu den ECE-Regelungen eigene zu verabschieden, welchen man natürlich auch entsprechen muss, wenn man das Fahrzeug dort auf den Markt bringen möchte.

3.1.2.2.1 Oberer Gurtverankerungspunkt

Der Lagebereich für Verankerungen des oberen Gurtverankerungspunktes, nach Regelung ECE R14 [4], wird in Abbildung 3.1 gezeigt. Diese Skizze wird durch den folgenden Gesetzestext aus der Norm definiert.

Lage der oberen effektiven Gurtverankerungen [4]

(5.4.3.1.) Wenn eine Gurtführung oder eine ähnliche Einrichtung verwendet wird, die einen Einfluss auf die Lage der oberen effektiven Gurtverankerung hat, wird diese Lage üblicherweise bestimmt, indem für die Verankerung eine Lage angenommen wird, bei der die Längsmittellinie des Gurtbands durch einen Punkt J1 verläuft, der, ausgehend vom „R“-Punkt, nacheinander mit Hilfe der folgenden drei Strecken bestimmt wird:

RZ: eine 530 mm lange Strecke, die auf der Rumpflinie, ausgehend vom „R“-Punkt, nach oben gemessen wird;

ZX: eine 120 mm lange Strecke, die senkrecht zur Längsmittlebene des Fahrzeugs, ausgehend von dem Punkt Z, in Richtung der Verankerung gemessen wird;

XJ1: eine 60 mm lange Strecke, die senkrecht zu der Ebene, die durch die Strecken RZ und ZX bestimmt ist, ausgehend von dem Punkt X, nach vorn gemessen wird.

Der Punkt J2 liegt symmetrisch zu Punkt J1 in Bezug auf die vertikale Längsebene, die durch die in (5.1.2) definierte Rumpflinie der auf den betreffenden Platz aufgesetzten Prüfpuppe geht. Wenn bei einem zweitürigen Fahrzeug für den Zugang zu Vorder- und Rücksitzen nur jeweils eine Tür vorhanden ist und die obere Verankerung an der B-Säule angebracht ist, muss das System so ausgelegt sein, dass es beim Ein- oder Aussteigen nicht hinderlich ist.

(5.4.3.2.) Die obere effektive Verankerung muss sich unter der Ebene FN befinden, die senkrecht zur Längsmittlebene des Sitzes liegt und mit der Rumpflinie einen Winkel von 65° bildet. Bei Rücksitzen kann der Winkel auf 60° verringert sein. Die Ebene FN muss so liegen, dass sie die Rumpflinie in einem Punkt D so schneidet, dass $DR = 315 \text{ mm} + 1,8 S$ ist. Bei $S \leq 200 \text{ mm}$ ist $DR = 675 \text{ mm}$.

(5.4.3.3.) Die obere effektive Gurtverankerung muss sich hinter einer Ebene FK befinden, die senkrecht zur Längsmittlebene des Sitzes liegt und die Rumpflinie in einem Winkel von 120° in einem Punkt B so schneidet, dass $BR = 260 \text{ mm} + S$ ist. Bei $S \geq 280 \text{ mm}$ kann der Hersteller auch die Formel $BR = 260 \text{ mm} + 0,8 S$ anwenden.

(5.4.3.4.) Der Wert von S darf nicht weniger als 140 mm betragen.

(5.4.3.5.) Die obere effektive Gurtverankerung muss sich hinter einer Vertikalebene befinden, die senkrecht zur Längsmittlebene des Fahrzeugs liegt und durch den „R“-Punkt, wie in (Anhang 3) dargestellt, geht.

(5.4.3.6.) Die obere effektive Gurtverankerung muss sich über einer Horizontalebene befinden, die durch den in (5.1.4) definierten Punkt C geht.

(5.4.3.7.) Zusätzlich zur oberen Verankerung nach (5.4.3.1) können weitere obere effektive Verankerungen angebracht sein, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

(5.4.3.7.1.) Die zusätzlichen Verankerungen entsprechen den Vorschriften in (5.4.3.1) bis (5.4.3.6.).

(5.4.3.7.2.) Die zusätzlichen Verankerungen können ohne Zuhilfenahme von Werkzeugen verwendet werden, entsprechen den Vorschriften in (5.4.3.5) und (5.4.3.6) und befinden sich in einem der Bereiche, die bestimmt werden, indem der in der (Abbildung 1) in (Anhang 3) dieser Regelung dargestellte Bereich um 80 mm vertikal nach oben oder unten verschoben wird.

(5.4.3.7.3.) Die Verankerung(en) ist (sind) für einen Hosenträgergurt bestimmt, entspricht (entsprechen) den Vorschriften in (5.4.3.6), wenn sie sich hinter der Querebene befindet (befinden), die durch die Bezugslinie geht, und ist (sind) wie folgt angeordnet:

(5.4.3.7.3.1.) bei einer einzigen Verankerung in dem gemeinsamen Bereich zweier Dieder, die durch die Vertikalen durch die Punkte J1 und J2 nach (5.4.3.1) bestimmt sind und deren Horizontalschnitte in der (Abbildung 2) in (Anhang 3) dieser Regelung dargestellt sind; (5.4.3.7.3.2.) bei zwei Verankerungen in dem der beiden oben genannten Dieder, der dafür geeignet ist, sofern jede Verankerung nicht mehr als 50 mm von der Symmetrielage der anderen Verankerung zu der in (5.1.6) definierten Ebene P des betreffenden Sitzes entfernt ist.

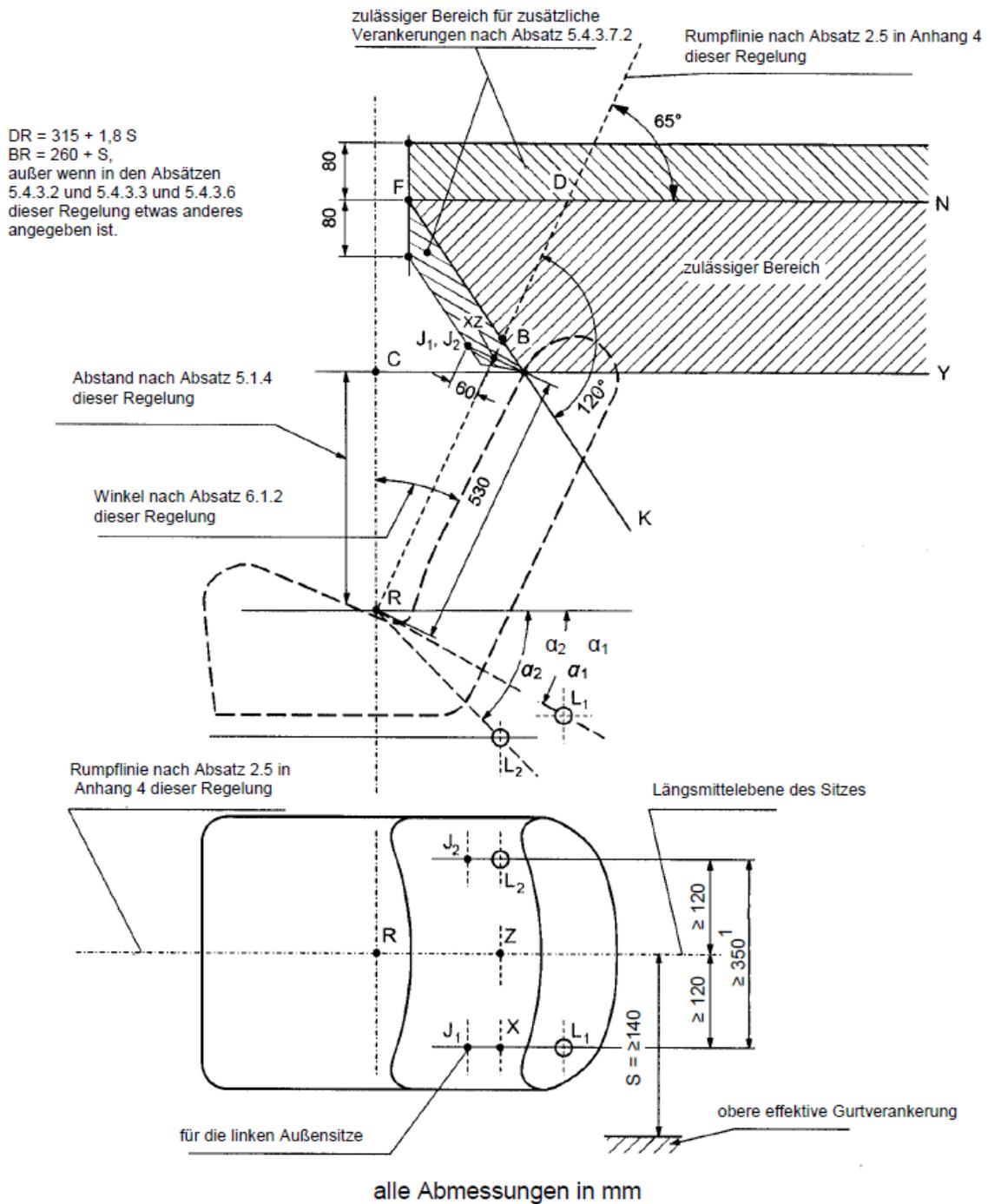


Abbildung 3.1: ECE Lagebereiche der oberen effektiven Gurtverankerungen [4]

3.1.2.2.2 Untere Gurtverankerungspunkte

In Tabelle 3.2 sind die Winkel für die Zonen der Gurtschlösser und Endbeschläge definiert. Je nachdem ob ein Gurtschloss oder Endbeschlag sitz- oder rohbaufest ist, werden in der Norm unterschiedliche Winkel definiert.

Lage der unteren effektiven Gurtverankerungen [4]

(5.4.2.1.) Vordersitze bei Fahrzeugen der Klasse M1

Bei Kraftfahrzeugen der Klasse M1 muss der Winkel α_1 (auf der Seite, auf der sich kein Gurtverschluss befindet) 30° bis 80° und der Winkel α_2 (auf der Seite, auf der sich der Gurtverschluss befindet) 45° bis 80° betragen. Beide vorgeschriebenen Winkelbereiche gelten für alle üblichen Benutzungsstellungen der Vordersitze. Bleibt zumindest einer der Winkel α_1 und α_2 in allen üblichen Benutzungsstellungen gleich (zum Beispiel bei einer am Sitz angebrachten Verankerung), so muss der Wert $60^\circ + 10^\circ$ betragen. Bei einstellbaren Sitzen mit einer Einstelleinrichtung nach 2.12 und einem Rückenlehnen-Neigungswinkel von weniger als 20° (siehe Anhang 3, Abbildung 1) kann der Winkel α_1 kleiner als vorgeschrieben (30°) sein, sofern er in jeder üblichen Benutzungsstellung nicht weniger als 20° beträgt.

(5.4.2.2.) Rucksitze bei Fahrzeugen der Klasse M1

Bei Kraftfahrzeugen der Klasse M1 müssen die Winkel α_1 und α_2 bei allen Rucksitzen 30° bis 80° betragen. Sind die Rucksitze einstellbar, so gelten diese Werte für alle üblichen Benutzungsstellungen.

Sitz		M1	Andere als M1
Vorn(*)	Seite mit Gurtverschluss (α_2)	$45^\circ - 80^\circ$	$30^\circ - 80^\circ$
	Andere Seite (α_1)	$30^\circ - 80^\circ$	$30^\circ - 80^\circ$
	Konstanter Winkel	$50^\circ - 70^\circ$	$50^\circ - 70^\circ$
	Sitzbank – Seite mit Gurtverschluss (α_2)	$45^\circ - 80^\circ$	$20^\circ - 80^\circ$
	Sitzbank – andere Seite (α_1)	$30^\circ - 80^\circ$	$20^\circ - 80^\circ$
	Verstellbarer Sitz mit Rückenlehnen-Neigungswinkel $< 20^\circ$	$45^\circ - 80^\circ$ (α_2) (*) $20^\circ - 80^\circ$ (α_1) (*)	$20^\circ - 80^\circ$
Hinten (**)		$30^\circ - 80^\circ$	$20^\circ - 80^\circ$ (***)
Klappsitz	Keine Gurtverankerung erforderlich. Falls Verankerungen vorhanden sind, siehe vorgeschriebene Winkel für vorn und hinten.		

(*): bei nicht konstantem Winkel siehe (5.4.2.1) ECE R14 [4]

(**): außen und mitte

(***): $45^\circ - 90^\circ$ bei Sitzen von Fahrzeugen der Klassen M2 und M3

Tabelle 3.2: ECE Lagebereiche der unteren effektiven Gurtverankerungen [4]

3.1.2.3.2 Untere Gurtverankerungspunkte

Die unteren Gurtpunkte werden nach folgendem Gesetzestext geregelt. Angefügt wurde eine freie Übersetzung der Norm. In den Regelungen der FMVSS werden für die unteren Gurtpunkte nur fix definierte Winkel verwendet und nicht wie bei der ECE-Norm Schnittbereiche aus unterschiedlichen Positionen des Sitzverstellfeldes gebildet.

Lage der unteren effektiven Gurtverankerungen [6]

(S4.3.1.1) In an installation in which the seat belt does not bear upon the seat frame:

- (a) If the seat is a nonadjustable seat, then a line from the seating reference point to the nearest contact point of the belt with the anchorage shall extend forward from the anchorage at an angle with the horizontal of not less than 30 degrees and not more than 75 degrees.
- (b) If the seat is an adjustable seat, then a line from a point 64 mm forward of and 10 mm above the seating reference point to the nearest contact point of the belt with the anchorage shall extend forward from the anchorage at an angle with the horizontal of not less than 30 degrees and not more than 75 degrees.

Freie Übersetzung von FMVSS 210 – S4.3.1.1

- (a) Handelt es sich um einen nicht verstellbaren Sitz befindet sich der Ursprungspunkt des Gurtfeldes im SRP und schließt einen Winkel zwischen 30° und 75° ein.
- (b) Ist der Sitz verstellbar, liegt der Ursprungspunkt des Gurtfeldes 64mm vor und 10mm oberhalb des SRP und schließt ebenfalls einen Winkel zwischen 30° und 75° ein.

3.1.2.4 Gurtfelder ADR 5/04

ADR steht für Australian Design Rule [9] und wird im australischen Verkaufsraum angewendet.

Für Fahrzeuge die bis zum Juli 1989 erzeugt wurden gelten die ADR-Revisionen der zweiten und dritten Ausgabe. Die Verantwortung über die Anwendung der ADR-Normen liegt hier bei den Landesregierungen.

Für Fahrzeuge die nach Juli 1989 gebaut wurden bzw. werden, liegt die Verantwortung über den Einsatz der ADR-Normen nicht mehr bei den Landesregierungen, sondern bei der australischen Bundesregierung. Das Übereinkommen dieser Anwendung wird durch die „Motor Vehicle Standards Act 1989“ geregelt, [7].

Wichtige Anmerkung: [8]

Durch eine Revision der ADR05/04 [9] auf ADR5/05 [8], fand eine Neudefinition der Gurtverankerungen statt. Diese werden durch die Übernahme der ECE-Regularien in der Revision gleich definiert wie in ECE R14 [4], siehe Kapitel 3.1.2.2.

Anwendung findet diese Revision bei allen Fahrzeugen die am, oder nach 1.Juli 2008 erzeugt wurden bzw. werden.

3.1.2.4.1 Oberer Gurtverankerungspunkt

Abbildung 3.3 definiert das Gurtfeld für den oberen Gurtverankerungspunkt nach ADR5/04 [9]. Nach Absprache mit dem Projektpartner wurde das Modell entsprechend ADR5/04 [9] generiert. Wie oben erwähnt existiert eine neue Revision dieses Standards, welche aber nicht separat erzeugt werden musste, da diese nur an den ECE-Standard angeglichen wurde. Für zukünftige Untersuchungen steht es dem Industriepartner frei, mit welchem Standard die Untersuchungen durchgeführt werden.

Im folgenden Absatz findet wiederum die Definition der oberen Gurtverankerung statt. Da zu diesem Gesetzestext auch eine Abbildung verfügbar ist, wurde auf die freie Übersetzung verzichtet.

Lage der oberen effektiven Gurtverankerungen [9]

(11.1.) 'Area A'

(11.1.1.) 'Area A' is dependent on the 'Seat Back Angle' and on 'Transverse Distance S' from the 'Seating Reference Plane'. The 'Seat Back Angle' must be taken as the design 'Seat Back Angle'.

(11.1.2.) For a particular value of S and subject to clause (11.1.3), 'Area A' is located as follows (ref. Abbildung 3.3):

(11.1.2.1.) above a horizontal transverse plane DJ located 450 mm above the 'Seating Reference Point' R;

(11.1.2.2.) to the rear of a transverse plane FK inclined downward at the rear 120° to the 'Torso Reference Line' and passing through a point B on the 'Torso Reference Line' and located 260 mm + S from the 'Seating Reference Point';

(11.1.2.3.) below a transverse plane FN inclined upward at the rear 65° to the 'Torso Reference Line' and passing through a point C along the 'Torso Reference Line' located 315 mm + 1.6 S from the 'Seating Reference Point' R; and

(11.1.2.4.) 'Forward' of a vertical transverse plane NJ located 1.3 S 'Rearward' of point M on the 'Torso Reference Line'.

(11.1.3.) In cases where S is less than 200 mm, 'Area A' as defined in clause (11.1.2) is extended by the addition of an area KPQT constructed as follows:

(11.1.3.1.) extend DJ to point P so that $MP = 250$ mm

(11.1.3.2.) draw line DQ so that angle PDQ is 20° and angle DPQ is 90° ; and

(11.1.3.3.) extend FK to intersect DQ at point T.

(11.2.) 'Area B'

(11.2.1.) Transverse Location - 'Area B' extends transversely from a plane 140 mm from and parallel to the 'Seating Reference Plane' and on the same side as the 'Sash Guide'.

(11.2.2.) Longitudinal Location - In side elevation relative to the 'Seating Reference Plane', 'Area B' is established as follows:

(11.2.2.1.) to the rear of a transverse vertical plane CD located 100 mm 'Rearward' of the 'Seating Reference Point' R;

(11.2.2.2.) above a horizontal plane CE located 400 mm above the 'Seating Reference Point' R; and

(11.2.2.3.) below a horizontal DF located 710 mm above the 'Seating Reference Point' R.

(11.2.3.) Notwithstanding the requirements of clauses (11.2.2.1), (11.2.2.2) and (11.2.2.3) above the location in side elevation may be as follows:

(11.2.3.1.) to the rear of a point G located 555 mm above and 120 mm 'Rearward' of the 'Seating Reference Point' R;

(11.2.3.2.) below a transverse plane GF inclined 40° above the horizontal; and

(11.2.3.3.) above a transverse plane GE inclined 40° below the horizontal.

$$\begin{aligned} CR &= 315 + 1.6 s & MJ &= 1.3 s \\ RB &= 260 + s & MP &= 250 \end{aligned}$$

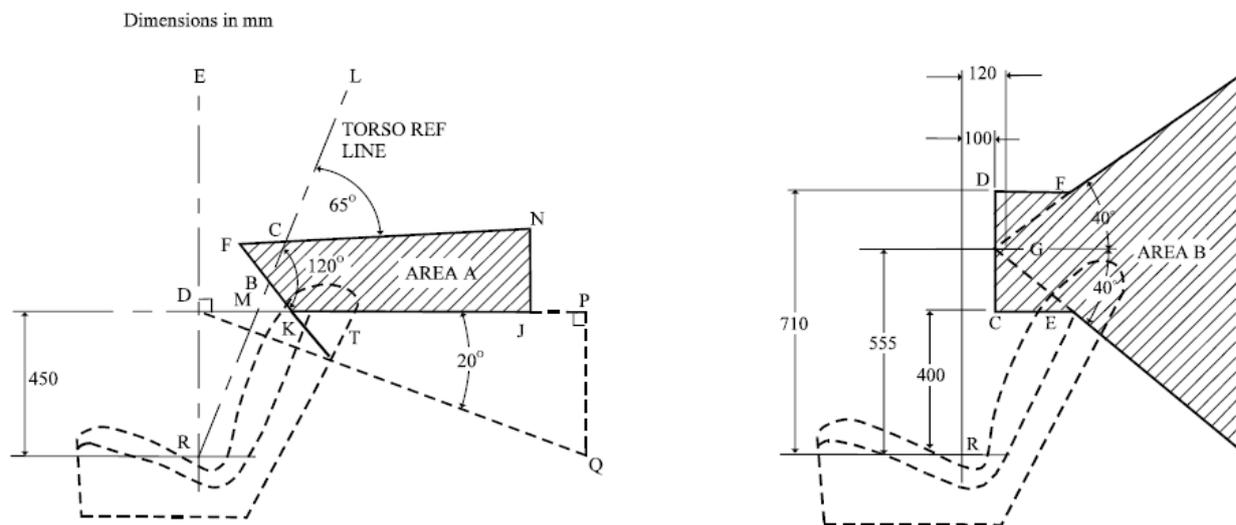


Abbildung 3.3: ADR - Lagebereiche der effektiven Gurtverankerungen [9]

Auf die Modellierung der B-Zone wurde nach Rücksprache mit dem Industriepartner verzichtet, da diese für die Untersuchungen noch nie verwendet wurde.

3.1.2.4.2 Untere Gurtverankerungspunkte

Zusammenfassend kann über den folgenden Gesetzestext gesagt werden, dass dieser den Regelungen nach ECE R14 [4] entspricht und somit auch gleich abgebildet wurde. Für detaillierte Informationen bitte an Tabelle 3.2 halten.

Lage der effektiven unteren Gurtverankerungen [9]

(7.1.1.) The two lap 'Anchor Points' provided for a particular seating position must lie on opposite sides of the 'Seating Reference Plane' in such a way that the sum of distances measured normal to the 'Seating Reference Plane' is not less than 165 mm.

(7.1.2.) The lines joining the lap 'Anchor Point' to the extreme points on the 'Pelvis Reference Locus' must be inclined to the horizontal at angles of not less than 25° nor more than 80° when viewed normal to the 'Seating Reference Plane'.

(7.1.3.) In cases where the line representing the centreline of the 'Strap' is not a straight line when viewed normal to the 'Seating Reference Plane' then:

(7.1.3.1.) with the 'Seat' in its foremost driving or riding position the line passing through the foremost point on the 'Pelvis Reference Locus' and extending 'Rearward' to the first point of contact with the 'Seat' or other device must be inclined to the horizontal at an angle of not less than 25°; and

(7.1.3.2.) with the 'Seat' in the rearmost driving or riding position the distance from the 'Pelvis Reference Point' to the lap 'Anchor Point' measured along the centreline of the 'Strap' must not exceed by more than 60 mm the distance from the 'Pelvis Reference Point' to the lap 'Anchor Point', except in the cases where the system is so designed that when tested in accordance with the load requirements of clause 5.7 the components of the vehicle or 'Seat' which cause the centreline of the 'Strap' between the lap 'Anchor Point' and the 'Pelvis Reference Point' to vary from a straight line, do not deflect or fail in such a manner that the effective length of the 'Strap' measured along the centreline between the lap 'Anchor Point' and the 'Pelvis Reference Point' is reduced by more than 60 mm.

3.1.2.5 Untere und obere ISOFIX-Verankerung

3.1.2.5.1 Allgemein

ISOFIX ist ein System zur Befestigung von Kinder-Rückhaltesystemen in Fahrzeugen. Es besteht aus zwei festen Verankerungen im Fahrzeug, zwei festen Gegenstücken am Kinder-Rückhaltesystem und einer Vorrichtung, mit der die Drehung des Kinder-Rückhaltesystems um die Querachse begrenzt wird, [4].

Definitionen nach ECE R14 [4]

(2.18.) „ISOFIX-Anschlussstelle ein System, an dem folgende Einrichtungen befestigt werden können:

- (a) entweder ein nach vorn gerichtetes ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem der Kategorie „universal“ entsprechend der Definition in der (Regelung Nr. 44)
- (b) oder ein nach vorn gerichtetes ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem der Kategorie „semi-universal“ entsprechend der Definition in der (Regelung Nr. 44)
- (c) oder ein nach hinten gerichtetes ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem der Kategorie „semi-universal“ entsprechend der Definition in der (Regelung Nr. 44)
- (d) oder ein zur Seite gerichtetes ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem der Kategorie „semi-universal“ entsprechend der Definition in der (Regelung Nr. 44)
- (e) oder ein ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem der Kategorie „Spezielles Fahrzeug“ entsprechend der Definition in der (Regelung Nr. 44)

(2.19.) „untere ISOFIX-Verankerung“ ist eine runde, starre, waagerechte Stange mit einem Durchmesser von 6 mm, die an der Fahrzeug- oder Sitzstruktur angebracht und zur Aufnahme und Fixierung eines ISOFIX Kinder-Rückhaltesystems mit ISOFIX-Befestigungseinrichtungen bestimmt ist.

(2.20.) „ISOFIX-Verankerungssystem“ ist ein System, das aus zwei unteren ISOFIX-Verankerungen besteht und zusammen mit einem Drehbegrenzer zur Befestigung eines ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystems bestimmt ist.

(2.21.) „ISOFIX-Befestigungseinrichtung“ ist eines der beiden Verbindungsteile, die den Vorschriften der (Regelung Nr. 44) entsprechen, an der Struktur des ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystems angebracht und mit einer unteren ISOFIX-Verankerung kompatibel sind.

(2.22.) „ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem“ ist ein Kinder-Rückhaltesystem, das den Vorschriften der (Regelung Nr. 44) entspricht und an einem ISOFIX-Verankerungssystem anzubringen ist.

(2.23.) „Einrichtung zum Aufbringen statischer Kräfte“ ist eine Prüfeinrichtung, die an den ISOFIX-Verankerungssystemen des Fahrzeugs befestigt wird und mit der diese auf ihre Festigkeit und die Fahrzeug- oder Sitzstruktur auf ihre Fähigkeit, die Drehung bei einer statischen Prüfung zu begrenzen, geprüft werden. Die Prüfeinrichtung ist in den (Abbildungen 1) und (2) in (Anhang 9) dargestellt.

(2.24.) „Drehbegrenzer“

- (a) Ein Drehbegrenzer für ein ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem der Kategorie „universal“ ist der obere ISOFIX-Haltegurt.
- (b) Ein Drehbegrenzer für ein ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem der Kategorie „semi-universal“ ist entweder ein oberer Haltegurt, das Armaturenbrett des Fahrzeugs oder ein Stützfuß, der die Drehung des Rückhaltesystems bei einem Frontalaufprall begrenzen soll.
- (c) Für ISOFIX-Kinder-Rückhaltesysteme der Kategorien „universal“ und „semi-universal“ gilt der Fahrzeugsitz selbst nicht als Drehbegrenzer.

(2.25.) „Verankerung für den oberen ISOFIX-Haltegurt“ ist eine Einrichtung, wie z. B. eine in einem bestimmten Bereich angebrachte Stange, die zur Aufnahme eines Verbindungsteils am oberen ISOFIX-Haltegurt und zur Übertragung seiner Rückhaltekraft auf die Fahrzeugstruktur bestimmt ist;

(2.26.) „Verbindungsteil am oberen ISOFIX-Haltegurt“ ist eine Einrichtung, die an einer Verankerung für den oberen ISOFIX-Haltegurt befestigt werden soll.

(2.27.) „Haken am oberen ISOFIX-Haltegurt“ ist ein Verbindungsteil am oberen ISOFIX-Haltegurt, das zur Befestigung eines oberen ISOFIX-Haltegurts an einer Verankerung für den oberen ISOFIX-Haltegurt entsprechend der Darstellung in der (Abbildung 3) in (Anhang 9) dieser Regelung zu verwenden ist.

(2.28.) „oberer ISOFIX-Haltegurt“ ist ein Gurtband (oder etwas Vergleichbares) zwischen dem oberen Teil eines ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystems und der Verankerung für den oberen ISOFIX-Haltegurt, das mit einer Einstelleinrichtung, einer Entlastungseinrichtung und einem Verbindungsteil für den oberen ISOFIX-Haltegurt versehen ist.

(2.29.) „Führungseinrichtung“ ist eine Einrichtung, die den Einbau des ISOFIX Kinder-Rückhaltesystems dadurch erleichtern soll, dass die ISOFIX-Befestigungseinrichtungen an dem

ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem so an die unteren ISOFIX-Verankerungen herangeführt werden, dass das Einrasten erleichtert wird.

(2.30.) „ISOFIX-Kennzeichnung“ sind Angaben für jemanden, der ein ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem in ein Fahrzeug einbauen möchte, zu den ISOFIX Anschlussstellen im Fahrzeug und der Lage des jeweiligen ISOFIX-Verankerungssystems.

(2.31.) „ISOFIX-Prüfeinrichtung“ ist eine Einrichtung, die einem ISOFIX-Kinder-Rückhaltesystem einer der sieben Größenklassen nach (Abschnitt 4) in der (Anlage 2) zum (Anhang 17) der (Regelung Nr. 16) entspricht, für die Abmessungen in den (Abbildungen 1) bis (7) in (Abschnitt 4) angegeben sind. Diese ISOFIX-Prüfeinrichtungen werden nach den Vorschriften der (Regelung Nr. 16) verwendet, um festzustellen, für welche ISOFIX-Größenklassen die ISOFIX-Anschlussstellen im Fahrzeug geeignet sind. Eine der ISOFIX-Prüfeinrichtungen der so genannten Größenkategorie ISO/F2 (B), die in der (Abbildung 2) in (Abschnitt 4) dargestellt ist, wird nach den Vorschriften dieser Regelung verwendet, um die Anordnung und den möglichen Zugang zu den ISOFIX-Verankerungssystemen zu überprüfen.

3.1.2.5.2 Obere ISOFIX-Verankerung

Beim ISOFIX-Verankerungssystem „universal“ und „semi-universal“ wird mittels eines Gurtbandes die Drehung des Kindersitzes um die Querachse beschränkt. Die Verankerung dieses Gurtbandes wird als obere ISOFIX-Verankerung, oder auch Top-Tether bezeichnet. Dieser Verankerungspunkt muss in der Zone der jeweiligen Norm liegen.

Die Außengeometrien werden in den Normen nach ECE, FMVSS und ADR gesondert geregelt. Der Kopffreischnitt der Zone wird allerdings bei allen Normen gleich ausgeführt, somit wird die Vorgehensweise exemplarisch für alle nur durch die Anmerkungen in Abbildung 3.4 erklärt.

Obere ISOFIX-Verankerung nach ECE R14 [4]

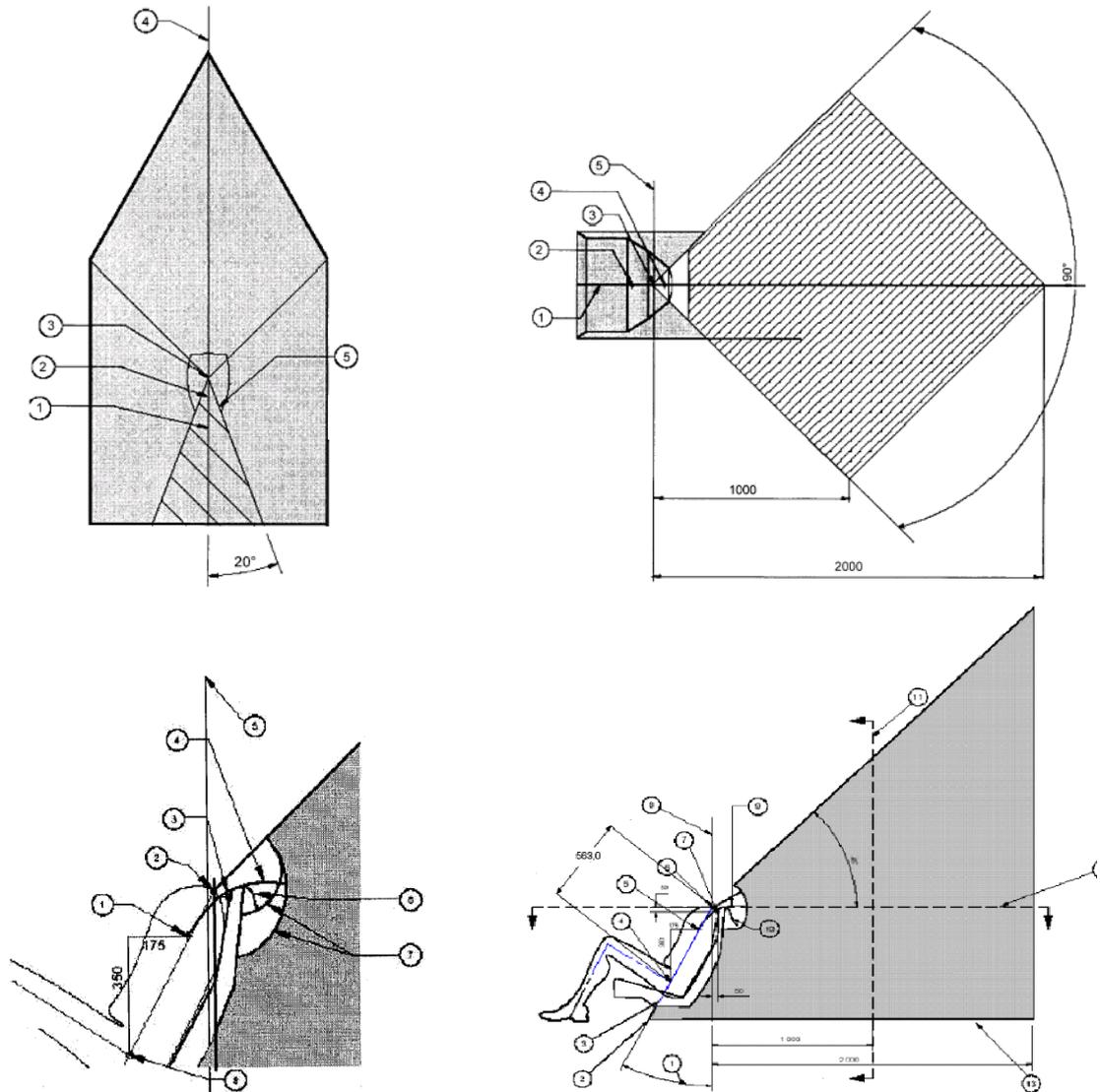


Abbildung 7: Lage der Verankerung für den oberen ISOFIX-Haltegurt, ISOFIX-Zone - Vergrößerte Seitenansicht des Abwicklungsbereichs des Gurtbands

Legende

- 1 „V“-Punkt
- 2 „R“-Punkt
- 3 „W“-Punkt
- 4 Abwicklungslänge des Gurtbands vom „V“-Punkt aus: 250 mm
- 5 vertikale Längsebene
- 6 Abwicklungslänge des Gurtbands vom „W“-Punkt aus: 200 mm
- 7 mit Abwicklungslängen erzeugte Bogen
- 8 „H“-Punkt

- Anmerkung 1 Teil der Verankerung für den oberen Haltegurt, der an den Haken am oberen Haltegurt angeschlossen werden soll und in der schattierten Zone liegen muss
- Anmerkung 2 „R“-Punkt: Schulterbezugspunkt
- Anmerkung 3 „V“-Punkt: Bezugspunkt V, 350 mm vertikal über und 175 mm horizontal hinter dem „H“-Punkt
- Anmerkung 4 „W“-Punkt: Bezugspunkt W, 50 mm vertikal unter und 50 mm horizontal hinter dem „R“-Punkt
- Anmerkung 5 „M“-Ebene: Bezugsebene M, 1 000 mm horizontal hinter dem „R“-Punkt
- Anmerkung 6 Die vordersten Flächen der Zone werden dadurch erzeugt, dass die beiden Abwicklungslinien ihren gesamten Bereich im vorderen Teil der Zone durchlaufen. Die Abwicklungslinien stellen die eingestellte Mindestlänge gebräuchlicher oberer Haltegurte dar, die entweder von dem oberen Teil des Kinder-Rückhaltesystems („W“-Punkt) oder von einem weiter unten an der Rückenlehne des Kinder-Rückhaltesystems liegenden Punkt („V“-Punkt“ aus gemessen wird.

Abbildung 3.4: ECE R14 – ISOFIX Top-Tether Verankerungszone [4]

Obere ISOFIX-Verankerung nach FMVSS 225 [15]

Die ISOFIX-Verankerungszone von FMVSS 225 [15] unterscheidet sich von jener der ECE R14 [4] nur in den Hauptabmessungen, siehe Abbildung unten. Das Abwickeln der beiden Gurtbänder mit 200mm und 250mm funktioniert analog zur ECE R14 [4]. Anmerkungen über die Durchführung dieses Prüfverfahrens bitte Abbildung 3.4 entnehmen.

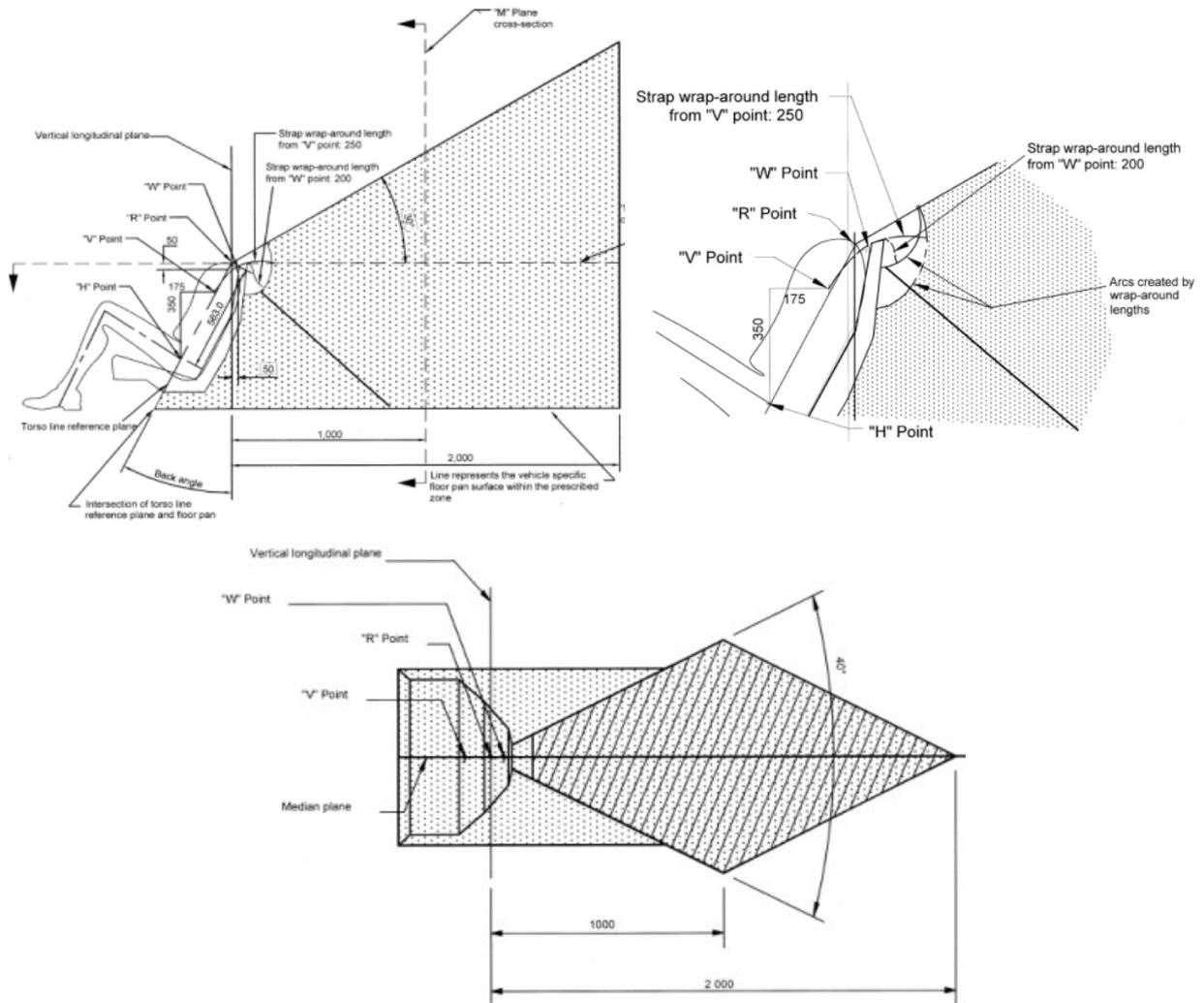


Abbildung 3.5: FMVSS – ISOFIX Top-Tether Verankerungszone [15]

Obere ISOFIX-Verankerung ADR 34/01 [11]

Für die obere ISOFIX-Verankerungszone werden in der ADR-Norm drei unterschiedliche Kopffreischritte verwendet um den Kopffreischritt zu erzeugen.

Für eine erste Vorauslegung wird ein einfacher Freischritt mit 230mm Radius vom Schulterbezugspunkt „R-Punkt“ abgeschlagen. In der Homologationsphase werden wie bei den Untersuchungen nach der ECE- und FMVSS-Norm, zusätzlich noch ein Gurt mit 200mm und 250mm über die Sitzgeometrie abgerollt. Die Vorgehensweise ist ebenso den Anmerkungen aus Abbildung 3.4 entnehmen.

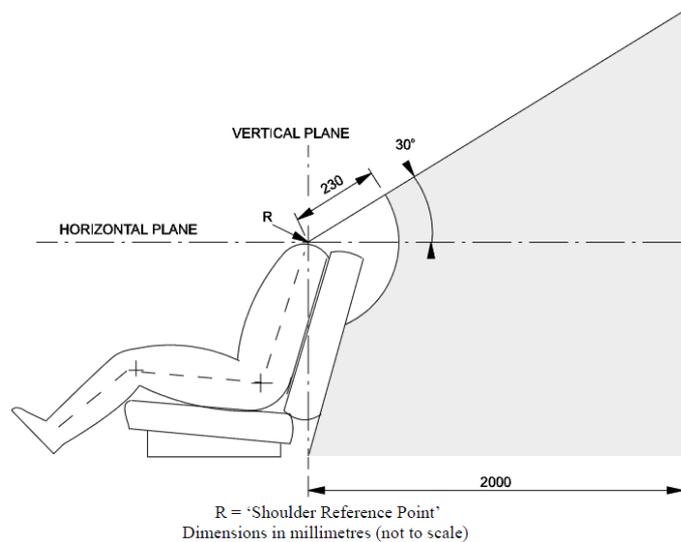


Abbildung 3.6: ADR - ISOFIX Top-Tether Verankerungszone R230mm [11]

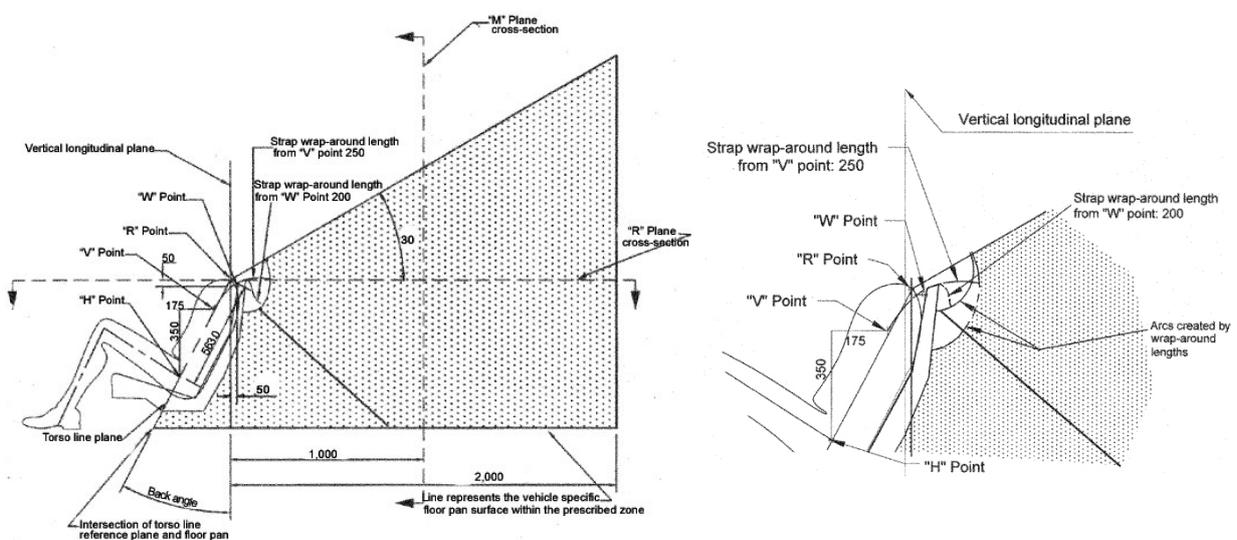


Abbildung 3.7: ADR – obere ISOFIX Top-Verankerung 200mm und 250mm [11]

3.1.2.5.3 Untere ISOFIX-Verankerung

Definition nach ECE R14 [4]

Die untere ISOFIX-Verankerung ist eine runde, starre, waagerechte Stange mit einem Durchmesser von 6mm, die an der Fahrzeug- oder Sitzstruktur angebracht und zur Aufnahme und Fixierung eines ISOFIX Kinder-Rückhaltesystems mit ISOFIX-Befestigungseinrichtungen bestimmt ist.

Nachfolgende Abbildung zeigt die beiden unteren ISOFIX-Verankerungen mit deren Minimal- und Maximalabmessungen.

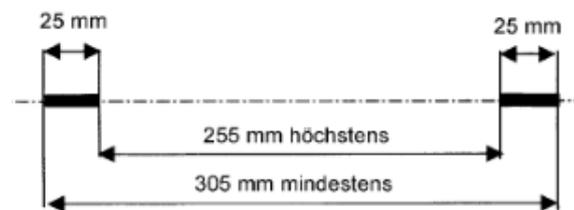
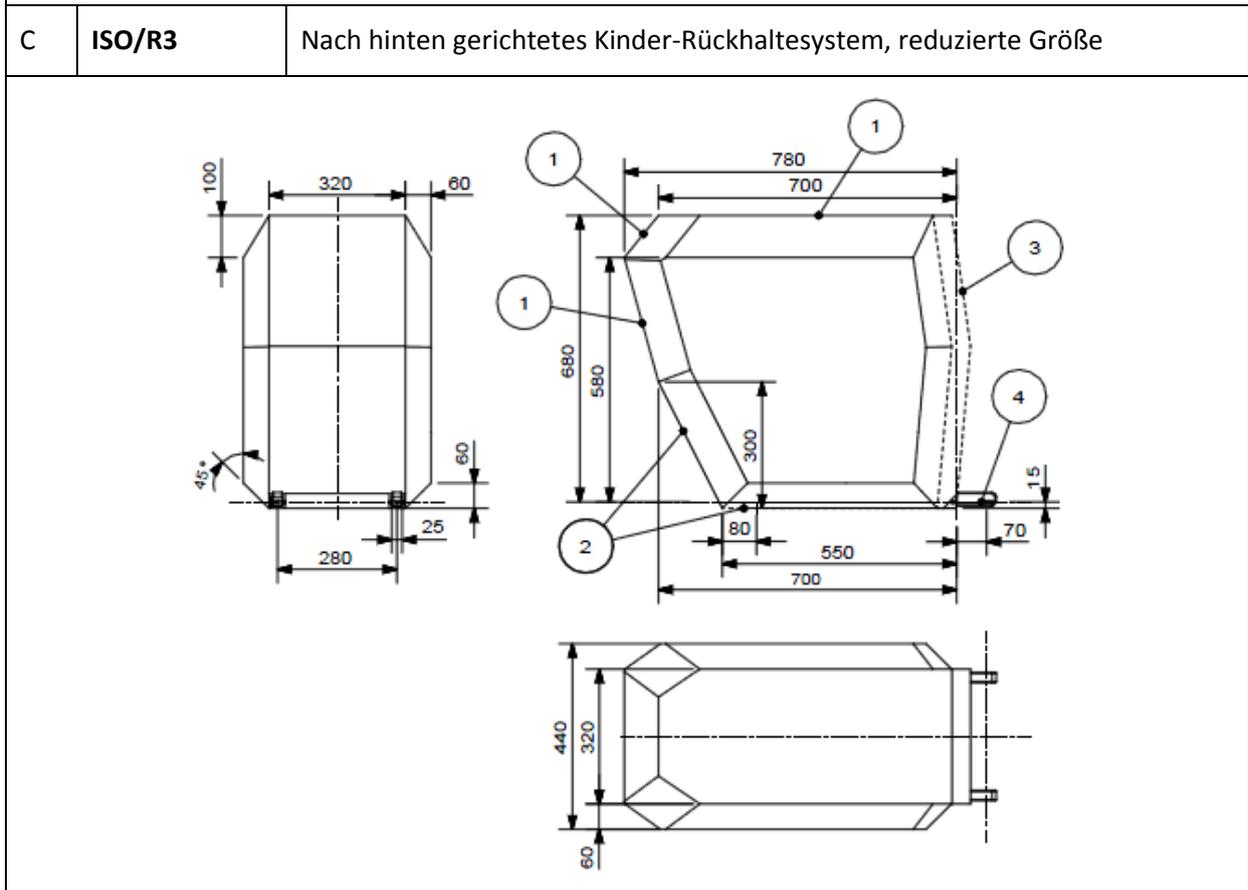
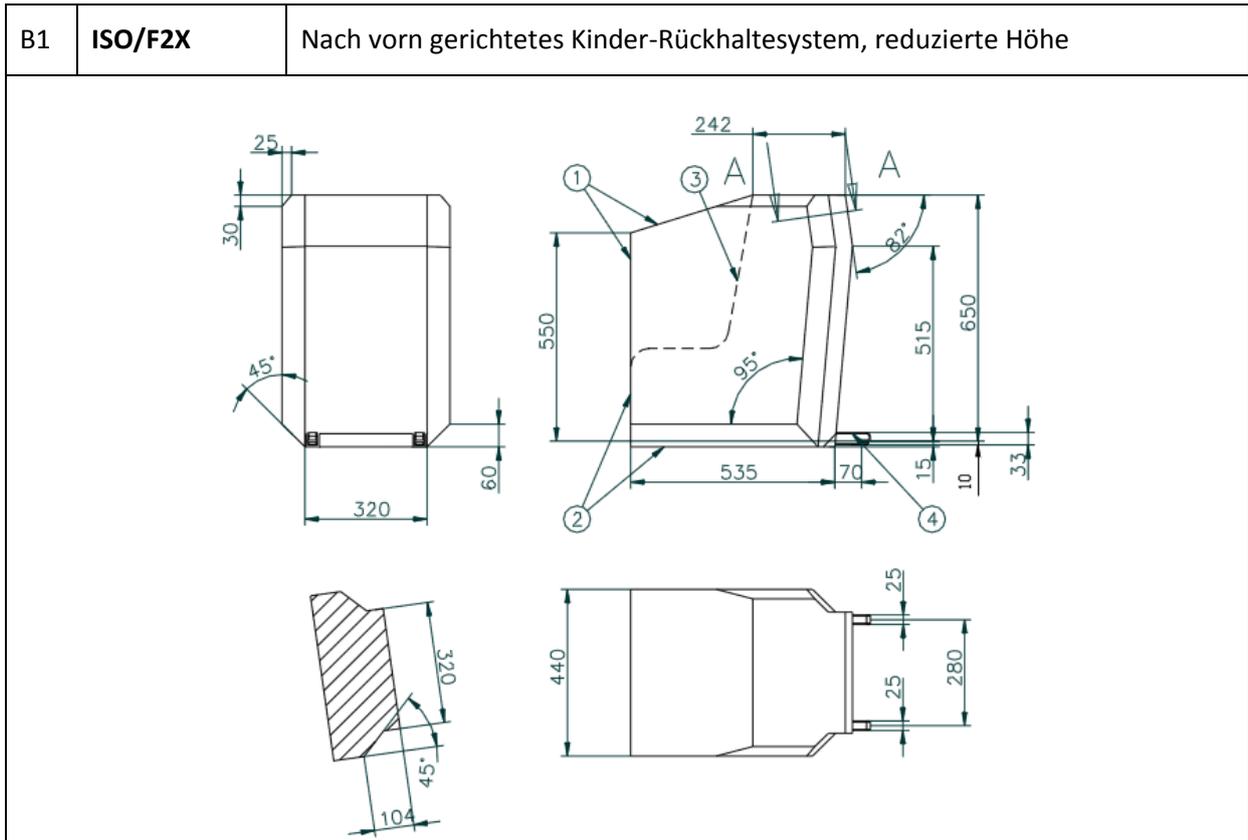


Abbildung 3.8: Abstand zwischen zwei unteren Verankerungszonen [4]



D	ISO/R2	Nach hinten gerichtetes Kinder-Rückhaltesystem, reduzierte Größe
E	ISO/R1	Nach hinten gerichtetes Kinder-Rückhaltesystem

F	ISO/L1	Nach links gerichtetes Kinder-Rückhaltesystem (Babytragetasche)
G	ISO/L2	Nach rechts gerichtetes Kinder-Rückhaltesystem (Babytragetasche)

Tabelle 3.3: ISOFIX-Größenklassen und Kategorien [10]

3.1.2.5.5 Greifraum

Der Greifraum dient als Freiraum für die obere ISOFIX-Verankerung, also den ISOFIX-Haken. Dieser Raum darf nicht mit tragenden Strukturbauteilen oder ähnlichem verbaut werden und soll dem Benutzer das Spannen und Entspannen des ISOFIX-Haken erleichtern.

Definition nach ADR 34/01 [11]

(34.6.) ACCESSIBILITY TO ENGAGE 'ATTACHING CLIP'

(34.6.1.) Clearance shall be provided around each 'Child Restraint Anchor Fitting' to allow latching and unlatching, without the use of tools, of the 'Attaching Clip' to the 'Child Restraint Anchor Fitting' when it is installed in the vehicle.

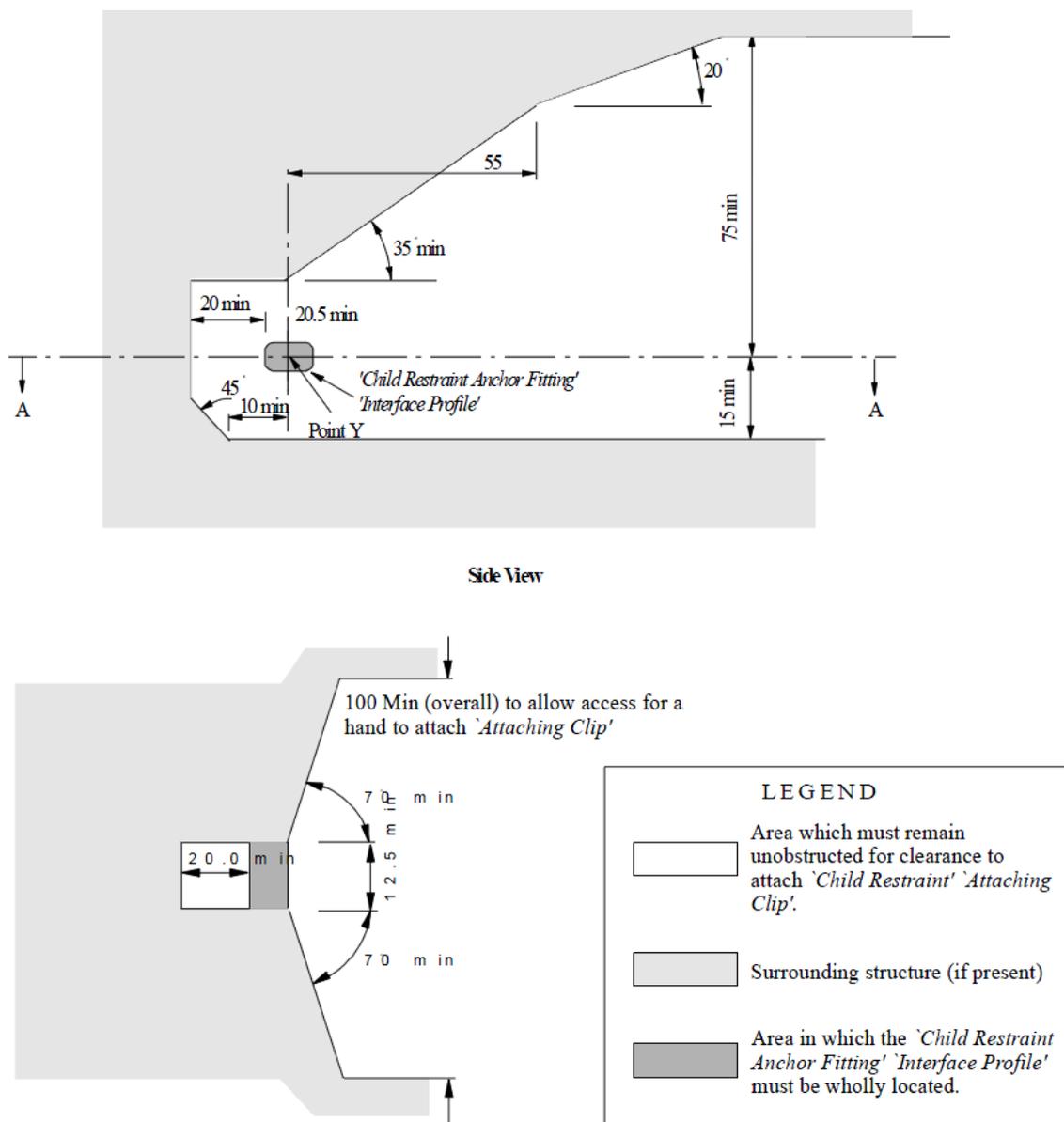


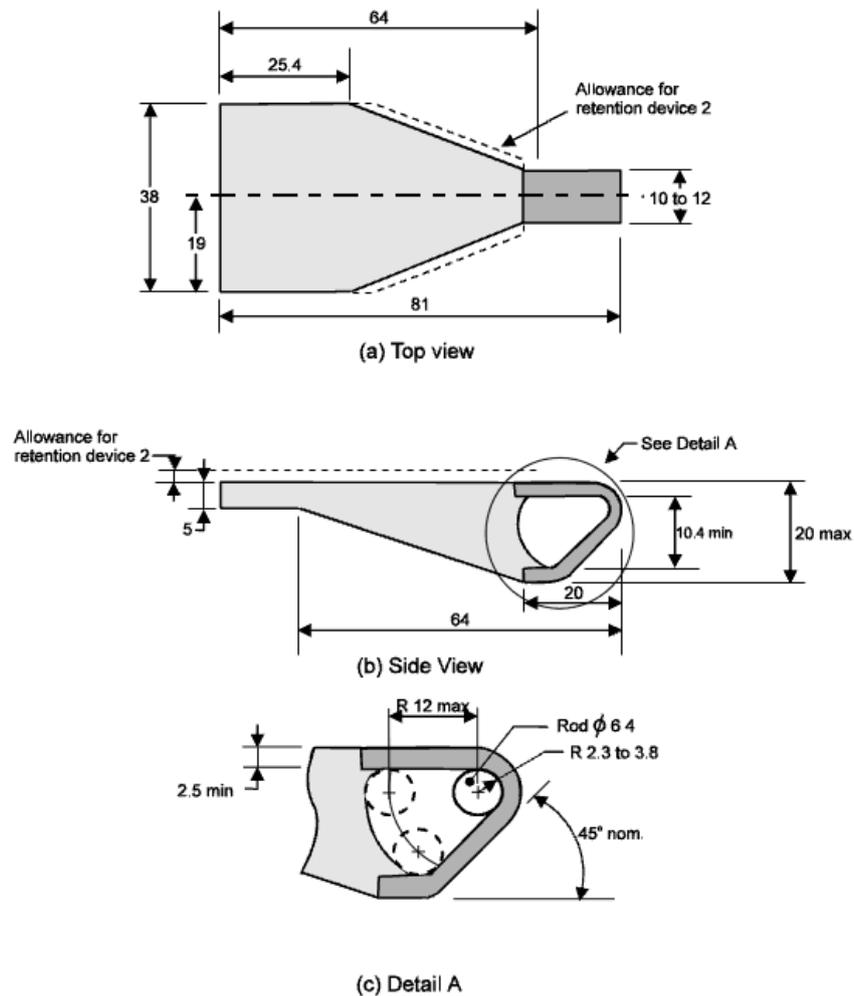
Abbildung 3.9: ISOFIX-Greifraum - Definition [11]

3.1.2.5.6 ISOFIX-Haken

Der ISOFIX-Haken wird zur Fixierung des oberen ISOFIX-Haltegurtes eines Kinderrückhaltesystems verwendet. Dadurch soll die Drehung der Kinder-Rückhaltesysteme im Crashfall begrenzt werden.

Definition nach ECE R14 [4]

Der Haken am oberen ISOFIX-Haltegurt ist ein Verbindungsteil, das zur Befestigung eines oberen ISOFIX-Haltegurts an einer Verankerung für den oberen ISOFIX-Haltegurt entsprechend der Darstellung in der (Abbildung 3) in (Anhang 9) dieser Regelung zu verwenden ist.



Legend

- Maximum unobstructed area in which the 'Child Restraint Anchor Fitting' 'Interface Profile' can move.
- Surrounding structure (if present)
- Area in which the child restraint 'Attaching Clip' 'Interface Profile' must be wholly located

Abbildung 3.10: ISOFIX Top-Tether Haken [4]

3.1.2.5.7 IHS Kopfstützen-Geometrie

Mit Hilfe dieser Bewertungsprozedur hat der Entwickler die Möglichkeit, das Kopfstützen-Design zu bewerten und zu verbessern. Das in der unteren Abbildung gezeigte Bewertungsfeld trägt durch Aufschlüsselung in gute und schlechte Zonen dazu bei, das Nackenverletzungsrisiko und Kopfverletzungen aller Art bei einem Crash zu verringern.

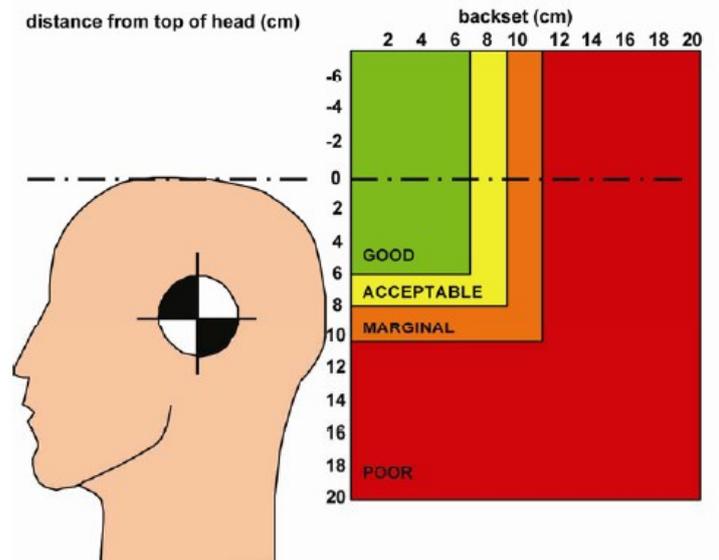


Abbildung 3.11: Kopfstützen Bewertungs-Diagramm [16]

	Versetzung (B)	Höhe (H)	Bewertung
Zone 1	$B \leq 7\text{cm}$	$H \leq 6\text{cm}$	Gut
Zone 2	$7\text{cm} < B \leq 9\text{cm}$	$6\text{cm} < H \leq 8\text{cm}$	Akzeptabel
Zone 3	$9\text{cm} < B \leq 11\text{cm}$	$8\text{cm} < H \leq 10\text{cm}$	Grenzwertig
Zone 4	$B > 11\text{cm}$	$H > 10\text{cm}$	Schlecht

Tabelle 3.4: Bewertungs-Diagramm [16]

3.1.3 Konstruktionsmethodik

3.1.3.1 Allgemein

Um die Lauffähigkeit des CATIA-Modells zu gewährleisten, soll zunächst auf ein paar grundlegende Einstellungen und Fehlerquellen hingewiesen werden. Wie in Abbildung 3.12 dargestellt, muss in CATIA V5 unter „Teileinfrastruktur“ – „Alle externen Verweise beim Aktualisieren synchronisieren“, aktiviert sein. Ohne diese Einstellung verlieren externe Verweise ihren Bezug, und CATIA aktualisiert das Modell falsch, ohne eine Rückmeldung über den Verlust der Bezüge zu geben.

Da die Bauteil- und Parameterebenen in den vorliegenden Modellen eine erhebliche Tiefe erreicht haben, kann es bei der Aktualisierung der externen Parameter im Bereich der Dummies zu Problemen kommen, falls mittels des Update-Buttons aktualisiert wird. Um sicher zu gehen, dass das Modell richtig aktualisiert wird, muß das Modell mit Hilfe der Funktion „Aktualisieren“ im Menü „Analyse“ aktualisiert werden.

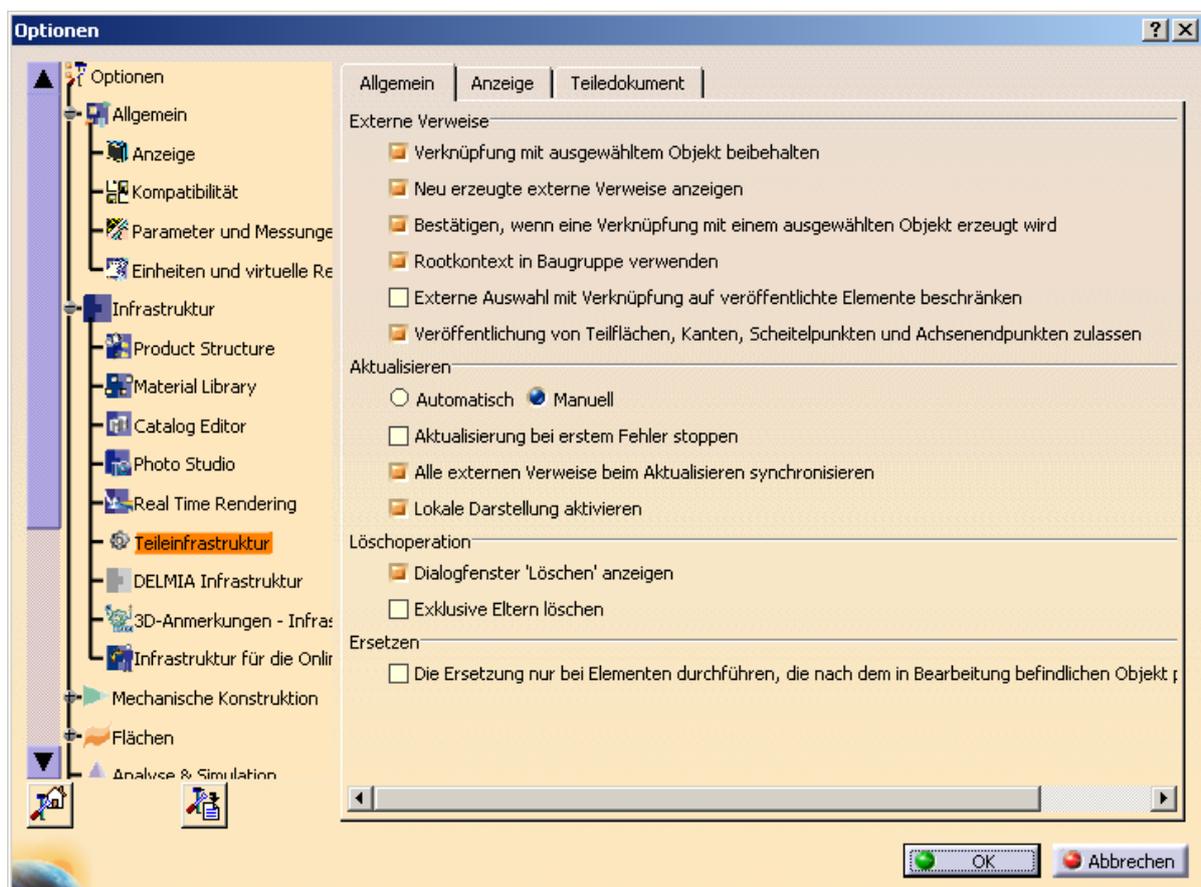


Abbildung 3.12: wichtige CATIA Einstellungen

Um eine Gesamtübersicht über das CATIA-Modell zu geben, wurden für die folgende Abbildung die unterschiedlichen Komponenten der einzelnen Sitzpositionen geladen. Alle angezeigten Komponenten sind an jeder der fünf Sitzpositionen verbaut.

- 1... ISOFIX-Prüfkörper
- 2... FMVSS-Gurtfeld
- 3... ECE-Gurtfeld
- 4... FMVSS-ISOFIX-Zone
- 5... 95-Prozent-Manikin
- 6... 50-Prozent-Manikin
- 7... Homologations-Dateien
- 8... IIHS-Prüfgeometrie
- 9... ADR-Gurtfeld

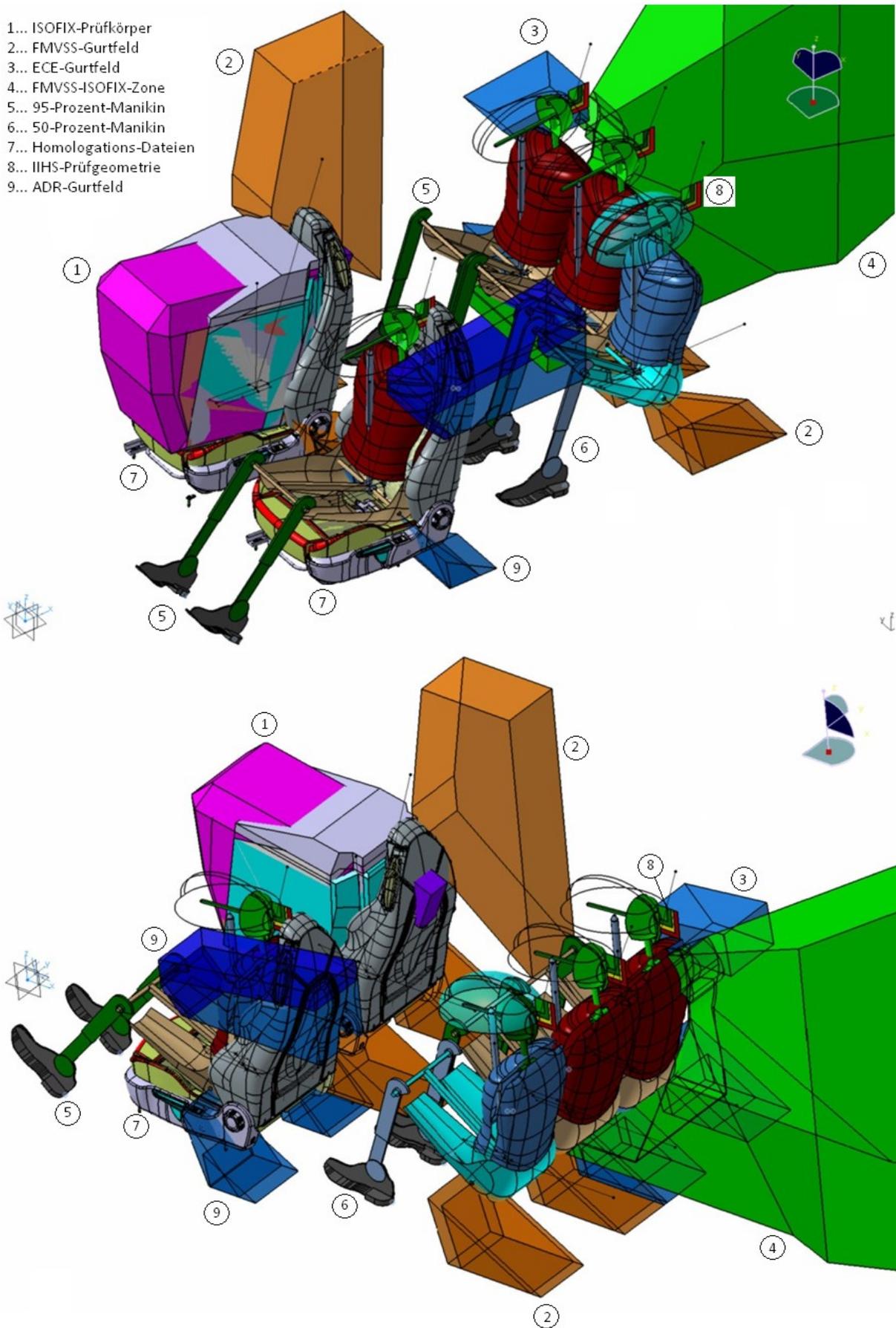


Abbildung 3.13: CATIA - Modul Gurtpunkt-Untersuchung Gesamtübersicht

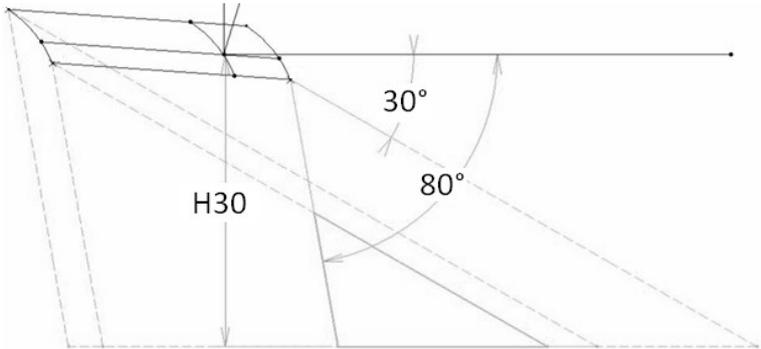
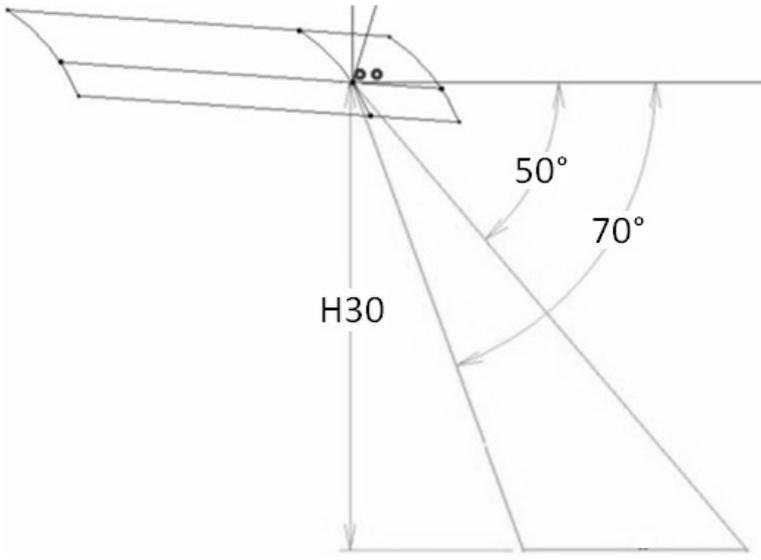
3.1.3.2 Gurtfeldnormen

Wie im Kapitel Normen schon erwähnt, sind für den Bereich der Gurtfelder drei Normen relevant. Im CATIA-Modell sind diese in der Baugruppe der Gurtfeldnormen zu finden, welche sich weiter in die Unterbaugruppen ECE, FMVSS und ADR aufteilt. Innerhalb dieser Normen wird noch nach Sitzpositionen unterschieden, worin sich die einzelnen Bauteile der Gurtfeldzonen befinden. Der Name der Bauteile in der folgenden Tabelle entspricht dem Dateinamen in CATIA.

3.1.3.2.1 ECE

3.1.3.2.1.1 Gurtschloss, Endbeschlag und oberer Gurtverankerungspunkt

<p>„ECE_Gurtschloss_Laenge_Mitfahrend“</p>	<p>Dieses Gurtfeld wird verwendet wenn es sich um ein verstellbarenfixes Gurtschloss handelt. Es müsste hier die Schnittmenge aus Sitzposition „SRP oben“ und „SRP unten“ gebildet werden. Darauf wurde nach Rücksprache mit dem Industriepartner verzichtet, da dieser Fall so gut wie nie eintritt. Die Größe des Feldes wird definiert durch Tabelle 3.2.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „H30“</p>	<p>Ist ein Gurtschloss sitzfest montiert, wird diese Zone angewendet. Das Feld hat seinen Ausgangspunkt im SRP und steht immer in konstantem Winkel zur Sitzposition. Die Größe des Feldes ist festgelegt durch Tabelle 3.2.</p>
<p>„ECE_Gurtschloss_Länge_Höhe_Mitfahrend“</p>	<p>Ist ein Gurtschloss sitzfest montiert, wird diese Zone angewendet. Das Feld hat seinen Ausgangspunkt im SRP und steht immer in konstantem Winkel zur Sitzposition. Die Größe des Feldes ist festgelegt durch Tabelle 3.2.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „H30“</p>	

<p>„Endbeschlag_Rohbaufest_Führungsbügel“</p> 	<p>Wird der Endbeschlag fix am Rohbau verankert und ein Führungsbügel eingesetzt, dann findet diese Zone Anwendung. Aus den Sitzpositionen hinten unten und vorne unten wird die Schnittmenge gebildet, welche die gesetzlich erlaubte Verankerungszone darstellt. Winkelwerte werden definiert durch Tabelle 3.2.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „H30“</p>	<p>„Endbeschlag_Länge_Höhe_Mitfahrend“</p> 
<p>Veränderliche Parameter: „H30“</p>	<p>Fährt der Endbeschlag in Länge und Höhe bei der Sitzverstellung mit, befindet sich der Endbeschlag wieder im konstanten Winkel zum SRP. Die Größe des Gurtfeldes wird ebenfalls definiert durch Tabelle 3.2.</p>

<p>„Oberer_GVP_Ohne_Zusatzfelder“</p>	<p>Die Zone für den oberen effektiven Gurtverankerungspunkt wird durch die Norm in Abbildung 3.1 festgelegt. Das CATIA-Modell ist ident mit der Normdarstellung. Als Länge der Zone wurde 700mm gewählt, da diese in der Norm nicht explizit definiert ist. Diese Länge wurde hinreichend groß gewählt um alle möglichen Fälle abzudecken.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „S“ , „Torsowinkel α“</p>	
<p>„Oberer_GVP_Zusatzfelder“</p>	<p>Die Zusatzfelder für den oberen effektiven Gurtverankerungspunkt entsprechen bis auf eine Abänderung ebenfalls den Normvorgaben aus Abbildung 3.1. Geändert wurde die Höhe des unteren Zusatzfeldes von 80mm auf 40mm, um Selbstverschneidungen der Skizze bei kleinen Werten des Parameters „S“ entgegen zu wirken.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „S“ , „Torsowinkel α“</p>	

Tabelle 3.5: CATIA - Skizzen von ECE Gurtfeldern

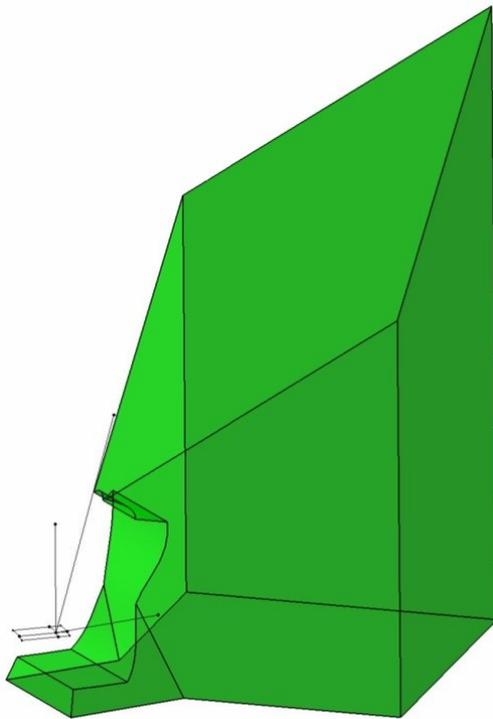
3.1.3.2.1.2 ECE - obere ISOFIX-Verankerung

Da für die Konstruktion des Kopffreischchnittes an der ISOFIX-Zone die Geometrie des Sitzes ausschlaggebend ist, wurde ein Modell des Sitzes benötigt. Um eine Überladung des Modules mit zu vielen Komponenten zu verhindern, wurden zu diesem Zweck nur die maßgeblichen Steuergeometrien eines Sitzes direkt in den ISOFIX Top-Tether-Zonen abgebildet. Für die ECE-Norm werden zwei unterschiedliche Gurtlängen vorgeschrieben, die von zwei unterschiedlichen Punkten abgewickelt werden. Diese Punkte sind der V- und der W-Punkt mit den Gurtbandlängen von 250mm und 200mm. Die Definition hierzu ist in Kapitel 3.1.2.5.2 zu finden. Da die normgerechte Abbildung zu Stabilitätsproblemen der CATIA-Modelle führt, weichen manche ISOFIX-Zonen von jenen der Norm ab. Abänderungen der Modelle von der Norm sind in jedem Fall, direkt bei der Erklärung der Modelle, vermerkt worden.

Ebenfalls wichtig für die Geometrie der Zone für den oberen ISOFIX-Verankerungspunkt ist die B-Fläche des Sitzes, siehe Kapitel 3.1.3.6. Diese B-Fläche beschneidet die vordere Ausdehnung der ISOFIX-Zone. Da pro Sitzposition sieben einzelne ISOFIX-Zonen erzeugt wurden, das ergibt in Summe 35 Top-Tether-Zonen, würde eine Anpassung der Fläche auf Bauteilebene zu einem sehr hohen Zeitaufwand führen. Um die Bedienbarkeit zu wahren, wurden hierfür einzelne Teile erzeugt, die sich im Strukturbaum unter der Baugruppe „Sitz“ befinden. Der Bauteilname dieser Steuergeometrie ist „Sitz_Steuergeometrie“. Hier ist eine Skizze enthalten, in der man via Splines die B-Flächen des Sitzes einfach nachbilden kann. Diese Skizze wird dann für die jeweilige Sitzposition verwendet, um alle verbauten Top-Tether-Zonen zu beschneiden.

In der unten angeführten Übersichtstabelle sind die einzelnen ISOFIX-Zonen nach ECE-Norm zu sehen, die als Bauteile in CATIA realisiert wurden.

„ECE_Isofix_Top_Tether_Zone“

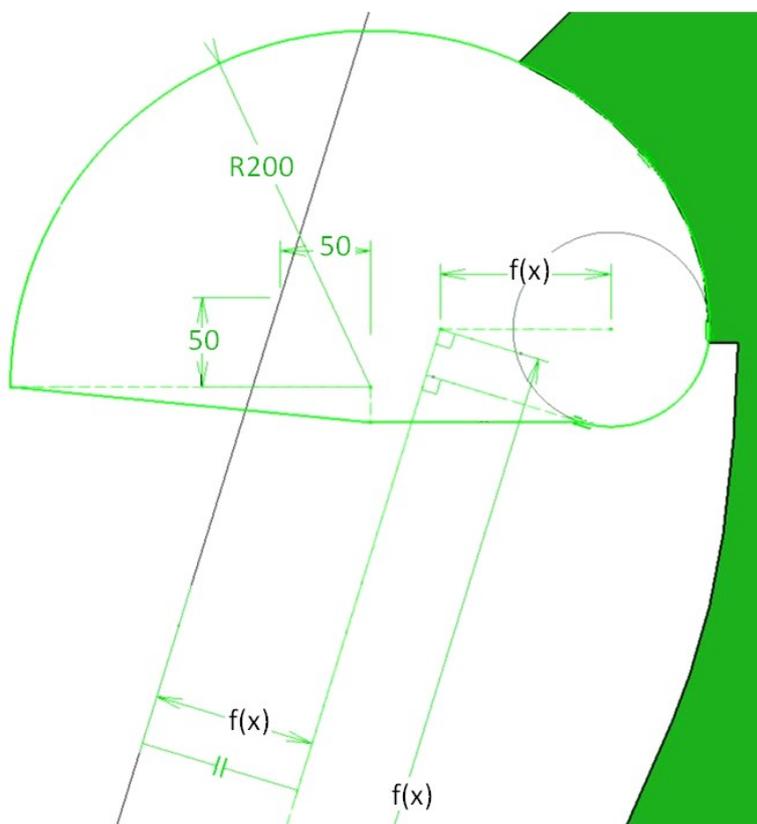


Die Hauptabmessungen der Top-Tether-Zone entsprechen den Vorgaben der Norm ECE R14 [4]. Diese Hauptabmessungen sind für alle ISOFIX-Zonen der ECE-Baugruppe gleich und werden in Kapitel 3.1.2.5.2 definiert.

Veränderliche Parameter:

„S“, „Torsowinkel“, „Rueckenlehnenlaenge“, „Abstand_SRP-Rueckenlehne_A_Flaeche“, „Rueckenlehntiefe_Oben“

„ECE_Isofix_Top_Tether_200mm Freischnitt“



Im Bild links ist der Kopffreischnitt durch die Gurtabwicklung vom W-Punkt erkennbar. Von Diesem Punkt wurden 200mm abgeschlagen, welcher dann über die Sitzgeometrie abgewickelt wird.

Die Längen der Rückenlehne und der Abstand der A-Fläche werden vom SRP aus gemessen.

Das Modell entspricht der Normvorgabe aus Abbildung 3.4.

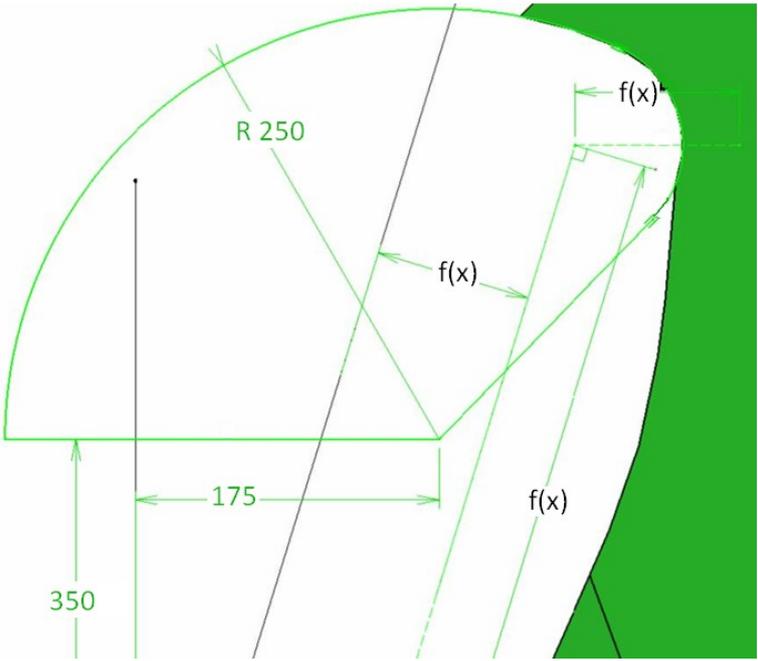
<p>„ECE_Isofix_Top_Tether_250mm Freischnitt“</p> 	<p>Das CATIA-Modell weicht von der Normdarstellung in Abbildung 3.4 ab. Die Definition des V-Punktes entspricht den Normvorgaben. Die Gurtlänge von 250mm wird hier vom V-Punkt abgeschlagen. Da die Gurtlänge im Normalfall zu kurz ist, um noch einen dritten Kreis abzurollen, wurde das Modell nur mit zwei abgewickelten Kreisen erzeugt. Dies soll Selbstverschneidungen und somit Fehlermeldungen in CATIA vorzubeugen.</p>
--	--

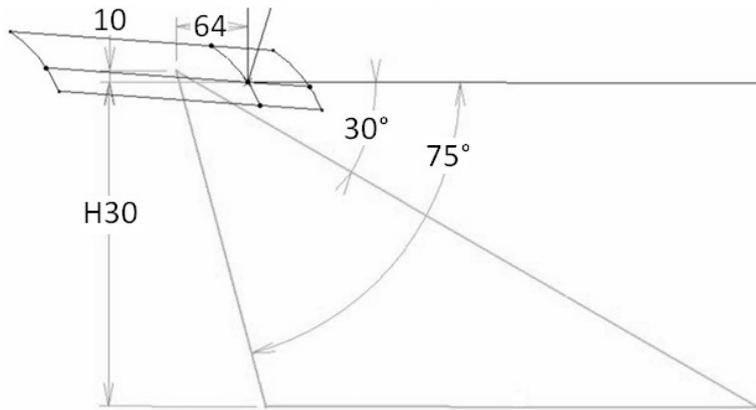
Tabelle 3.6: CATIA - Skizzen von ECE ISOFIX Top-Tether Zonen

3.1.3.2.2 FMVSS

3.1.3.2.2.1 Gurtschloss, Endbeschlag und oberer Gurtverankerungspunkt

<p>„FMVSS_Gurtschloss_Laenge_Mitfahrend“</p>	<p>Dieses Gurtfeld wird verwendet, wenn es sich um ein verstellbarenfixes Gurtschloss handelt. Laut Norm muss die Schnittmenge aus den Sitzpositionen „SRP oben“ und „SRP unten“ gebildet werden. Dies ist ein unrealistischer Fall, worauf somit nach Rücksprache mit dem Industriepartner verzichtet wurde. Größe und Form des Feldes wird beschrieben in Kapitel 3.1.2.3.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „H30“</p>	
<p>„FMVSS_Gurtschloss_Laenge_Hoehe_Mitfahrend“</p>	<p>Ist ein Gurtschloss sitzfest montiert, wird diese Zone angewendet. Das Feld hat seinen Ausgangspunkt im SRP und steht immer in konstantem Winkel zur Sitzposition. Die Größe des Feldes ist festgelegt in Kapitel 3.1.2.3.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „H30“</p>	
<p>„FMVSS_Endbeschlag_Laenge_Hoehe_Mitfahrend“</p>	<p>Wird im Konzept der Endbeschlag fix am Rohbau verankert und ein Führungsbügel eingesetzt, dann findet diese Zone Anwendung. Die Winkelwerte werden in Kapitel 3.1.2.3 definiert.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „H30“</p>	

„FMVSS_Endbeschlag_Rohbaufest_Fuehrungsbuegel“

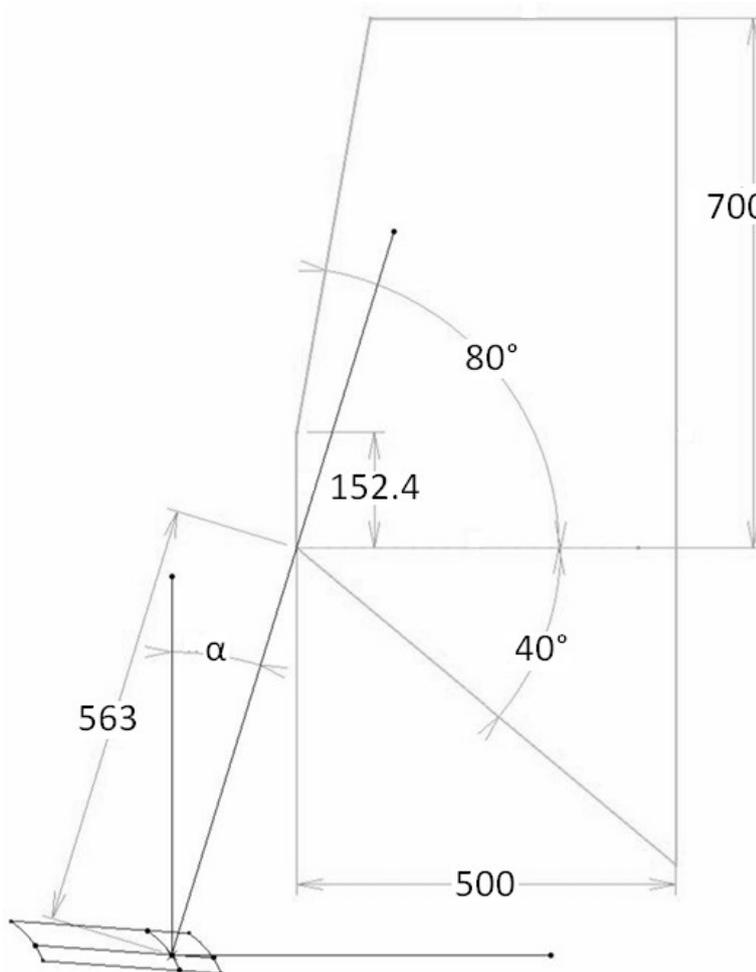


Handelt es sich um einen verstellbaren Sitz, wird diese Zone für den Führungsbügel verwendet. Die Zone schließt wieder einen Winkel von 30deg - 75deg ein und hat ihr Zentrum 10mm über und 64mm vor dem SRP. Definition der Zone in Kapitel 3.1.2.3.

Veränderliche Parameter:

„H30“

„FMVSS_Oberer_GVP“



Die Zone für den oberen Gurtverankerungspunkt ist nur abhängig vom Torsowinkel. Ansonsten hat die Zone keine assoziativen Parameter, die verändert werden könnten.

Veränderliche Parameter:

„Torsowinkel α “

<p>„FMVSS_Oberer_GVP_OEM“</p>	<p>Diese Zone wurde zusätzlich zu den Normen geschaffen, da sie als Kontrollzone für die Vorgaben des Sitz-OEM dient. Die Untersuchung wird im Normalfall bei 0deg Torsowinkel durchgeführt und hat als Ursprungspunkt nicht den SRP sondern den untersten, hintersten Punkt im Sitzverstellfeld. Der Torsowinkel kann als separater Parameter eingestellt werden, falls vom Sitzhersteller neue Untersuchungskriterien veröffentlicht werden.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „Torsowinkel α OEM“</p>	

Tabelle 3.7: CATIA - Skizzen von ECE Gurtfeldern

3.1.3.2.2.2 FMVSS - obere ISOFIX-Verankerungszone

Die Modelle der FMVSS ISOFIX Top-Tether-Zonen entsprechen in ihrer Aufbauweise jenen der ECE-Norm. Einziger Unterschied in den Modellen sind die Hauptabmessungen, die in Kapitel 3.1.2.5 definiert sind.

Die Konstruktionsweise der Kopffreischnitte und der Beschneidung durch die Lehne des Sitzes funktioniert ebenfalls analog zur ECE-Norm und kann im vorigen Kapitel eingesehen werden.

In der unten angeführten Übersichtstabelle ist exemplarisch für alle ISOFIX Top-Tether-Zonen der FMVSS-Norm eine Abbildung dargestellt. Diese ISOFIX-Zone ist etwas kleiner als jene der ECE-Norm. Exakte Geometrieabmaße können der Normdefinition in Kapitel 3.1.2.5.2 entnommen werden.

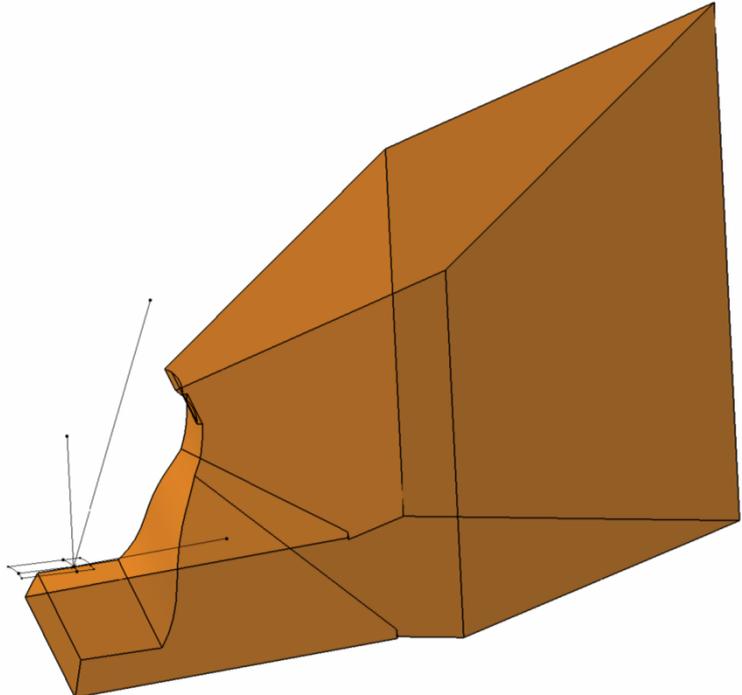
<p>„FMVSS_Isifix_Top_Tether_Zone“</p> 	<p>Die Hauptabmessungen der Top Tether Zone entsprechen den Vorgaben der ECE R14 Norm. Diese Hauptabmessungen sind für die Bauteile „FMVSS_ISOFIX_Zone_Top_Tether_VPunkt_250mm“ „FMVSS_ISOFIX_Zone_Top_Tether_WPunkt_200mm“ gleich.</p>
<p><i>Veränderliche Parameter:</i> „S“, „Torsowinkel“, „Rueckenlehnenlaenge“, „Abstand_SRP-Rueckenlehne_A_Flaeche“, „Rueckenlehntiefe_Oben“</p>	

Tabelle 3.8: CATIA - Skizzen von FMVSS ISOFIX Top-Tether Zonen

3.1.3.2.3 ADR

3.1.3.2.3.1 ADR - Gurtschloss, Endbeschlag und oberer Gurtverankerungspunkt

Da für diese Norm eine Revision verfügbar ist, musste abgeklärt werden welche Norm nun abgebildet werden sollte. Die Modelle der einzelnen ADR-Gurtfeldzonen wurden nach Rücksprache mit dem Projektpartner entsprechend der Norm ADR05/04 [9] ausgeführt.

Wie in Kapitel 3.1.2.4 erwähnt, wurden die Regelungen der ECE R14 [4] in die ADR05/05 [8] übernommen. Um den Regelungen nach ADR05/05 [8] zu genügen, können die Untersuchungen somit mit der ECE R14 [4] Norm durchgeführt werden.

Die unteren Gurtverankerungszonen der ADR-Norm sind gleich der ECE-Norm und werden in diesem Kapitel nicht mehr behandelt. Details zur Konstruktionsmethodik bitte aus Tabelle 3.5 entnehmen. Der obere Gurtverankerungspunkt ist in ADR05/04 [9] anders definiert als in ECE R14 [4]. Die Ausführung dieses CATIA-Modells ist in folgender Tabelle ersichtlich.

<p>„ADR_Oberer_GVP_Ohne_Zusatzfelder“</p>	<p>Die Abbildung des oberen Gurtverankerungspunktes in der ADR05/04 [9] ist ähnlich der ECE R14 [4]. Details der Konstruktion sind in Kapitel 3.1.2.4 einsehbar.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „S“, „Torsowinkel α“</p>	

<p>„ADR_Oberer_GVP_Zusatzfelder“</p>	<p>Dieses Feld ist nur zu verwenden wenn der Parameter „S“ kleiner als 200mm ist, in diesem Fall wird das Gurtfeld um diese Zone erweitert.</p>
<p>Veränderliche Parameter: „S“ , „Torsowinkel α“</p>	

Tabelle 3.9: CATIA - Skizzen von ADR Gurtfeldern

3.1.3.2.3.2 ADR - obere ISOFIX-Verankerungszone

In der ADR-Norm werden wie im Kapitel der Normen erwähnt, drei unterschiedliche ISOFIX-Zonen verwendet. Für die Erstausslegung wird die Zone mit 230mm Radius verwendet. In der Homologationsphase wird der Kopffreischnitt der ISOFIX-Zone zusätzlich noch mit den Gurtbandlängen von 200mm und 250mm überprüft.

In der folgenden Tabelle ist nur die zusätzliche Zone (230mm Radius) genauer erklärt. Nähere Informationen für die Abwicklung des 200mm und 250mm Gurtes können Tabelle 3.6 entnommen werden.

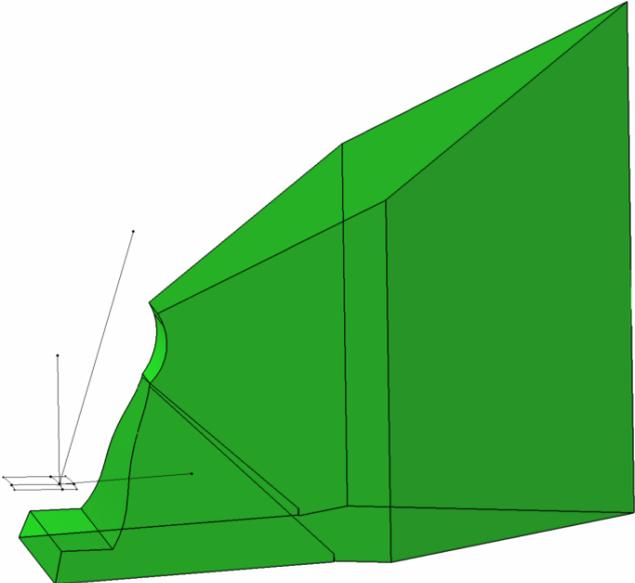
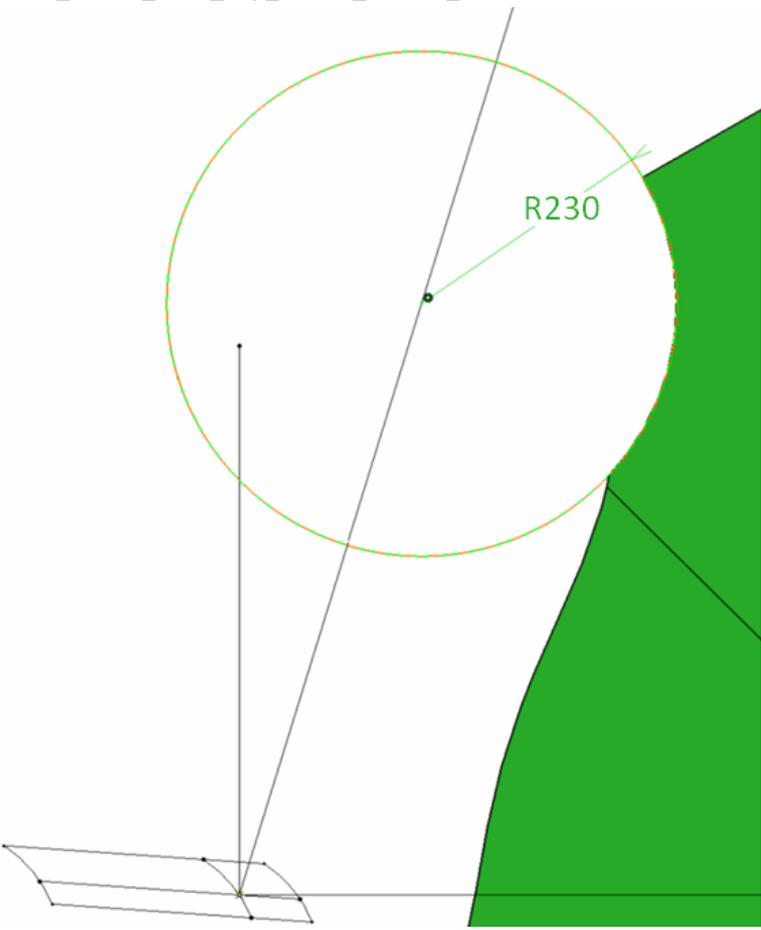
<p>„ADR_Isofix_Top_Tether_Zone“</p> 	<p>Die Hauptabmessungen der Top-Tether-Zone entsprechen den Vorgaben der ADR5/04 [9] Norm und können in Kapitel 3.1.2.5.2 eingesehen werden.</p> <p>Diese Hauptabmessungen sind für die folgende Bauteile gleich:</p> <ul style="list-style-type: none"> „ADR_ISOFIX_Zone_Top_Tether_VPunkt_250mm“ „ADR_ISOFIX_Zone_Top_Tether_WPunkt_200mm“ „ADR_ISOFIX_Zone_Top_Tether_RPunkt_230mm“
<p><i>Veränderliche Parameter:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> „S“, „Torsowinkel“, „Rueckenlehnenlaenge“, „Abstand_SRP-Rueckenlehne_A_Flaeche“, „Rueckenlehntiefe_Oben“ 	
<p>„ADR_ISOFIX_Zone_Top_Tether_RPunkt_230mm“</p> 	<p>Dieses Feld wird für die Erstausslegung des Top-Tethers verwendet. Hier wird ein Radius von 230mm vom Schulterreferenzpunkt „R“ abgeschlagen und der Kopfreischnitt für die ISOFIX-Zone erzeugt.</p>

Tabelle 3.10: CATIA - Skizzen von ADR ISOFIX Top-Tether Zonen

3.1.3.3 Gurtpunkte

Alle vom Projektpartner vorgegebenen Gurtpunkte wurden nur in Zusammenhang mit diesem Modul erstellt und werden somit auch nur in diesem Kapitel näher behandelt. Die Gurtpunkte des eBTD-Moduls in Kapitel 3.4.3 stellen eine vereinfachte Version aller im Fahrzeug verwendeten Gurtpunkte dar und können nur zur Berechnung des Gurtverlaufes, nicht aber zur Kontrolle der Lage in den Normzonen verwendet werden.

Die Gurtpunkte werden, wie alle Elemente dieser Arbeit, mittels Parameter aus der obersten Parameterebene gesteuert.

Da natürlich in folgenden Projekten zusätzliche Gurtpunkte benötigt werden können, müssen diese zuerst erzeugt werden. Ergänzende Punkte werden an der jeweiligen Sitzposition, im geometrischen Set für Effektivpunkte oder für Befestigungspunkte, erzeugt und durch externe Parameter in die oberste Parameterebene verknüpft.

Diese Gurtpunkte werden nun dazu benötigt, um die charakteristischen Punkte eines Gurtsystems zu definieren. Die meisten dieser Punkte werden nur in den 2D-Ableitung eingeblendet und mit Koordinaten bemaßt, jedoch gibt es auch Punkte auf welchen weitere Geometrieelemente in der 3D-Untersuchung referenziert sind.

Diese Punkte sind zum Beispiel:

- der Top-Tether-Punkt, an welchem der Greifraum und der ISOFIX-Haken hängt, oder
- der ISOFIX-Links-Punkt, wo der Connector für die ISOFIX-Prüfkörper positioniert ist, oder
- der ISOFIX-Rechts-Punkt, der sich 280mm weiter rechts vom linken-ISOFIX-Punkt befindet.

Diese Gurtpunkte müssen im CATIA - Modell immer aktiviert sein, wenn mit den ISOFIX-Geometrien Untersuchungen durchgeführt werden sollen.

In nachfolgender Abbildung ist der Aufbau der Baugruppe „Gurtpunkte“ ersichtlich. Das Hauptprodukt enthält fünf weitere Produkte der einzelnen Sitzpositionen, wovon in Abbildung 3.14 aus Übersichtlichkeitsgründen nur die effektiven Gurtpunkte und die Befestigungspunkte einer Sitzposition eingeblendet sind. Für die restlichen Sitzpositionen sind die gleichen Punkte vorgesehen.



Das Produkt der Gurtpunkte gliedert sich zunächst in fünf Sitzpositionen, wobei jede Sitzposition wiederum aus zwei Bauteilen besteht. Diese Bauteile sind die Effektivpunkte und die Befestigungspunkte. Innerhalb der Bauteile befinden sich alle Punkte in einem Geometrischen Set, welches nach Belieben um Punkte erweitert werden kann. Werden neue Punkte erzeugt, müssen diese durch externe Parameter an die oberste Parameterebene verknüpft werden, wo die Parameter zur Steuerung der Punkte in gleichnamigen Parametersets angelegt werden.

Abbildung 3.14: CATIA - Strukturbaum der Gurtpunkte

3.1.3.4 ISOFIX Prüfkörper

Wie im ersten Bild aus Tabelle 3.11 ersichtlich, werden die einzelnen Prüfkörper überlagert und mittels Beziehungen platziert. Sämtliche Prüfkörper werden an jeder Sitzposition auf den linken Connector referenziert, welcher am Gurtpunkt „ISOFIX-Links“ positioniert ist. Der zweite Connector befindet sich 280mm weiter rechts vom linken ISOFIX-Gurtpunkt.

In der folgenden Abbildung wird die ISOFIX-Untersuchung detailliert dargestellt.

Die Orientierung der Prüfkörper kann durch zwei Parameter verändert werden. Mit dem Parameter „Abstand_Prüfkörper_Rückenlehne“ wird der Abstand der Prüfkörper zur A-Fläche der Rückenlehne und mit dem Parameter „Sitzkissenwinkel“ der Winkel zur Horizontalachse verändert, um so die Prüfkörper optimal an den Sitz anzupassen.

Der Greifraum und der Verbindungshaken des oberen ISOFIX-Gurtbandes sind am Punkt „Gurtpunkte_EFF_Top_Tether“ platziert, deren Orientierung durch jeweils zwei Winkel-Parameter gesteuert wird. So ist es möglich den Greifraum und den Haken an jedem beliebigen Ort und in jeder beliebigen Orientierung zu positionieren.

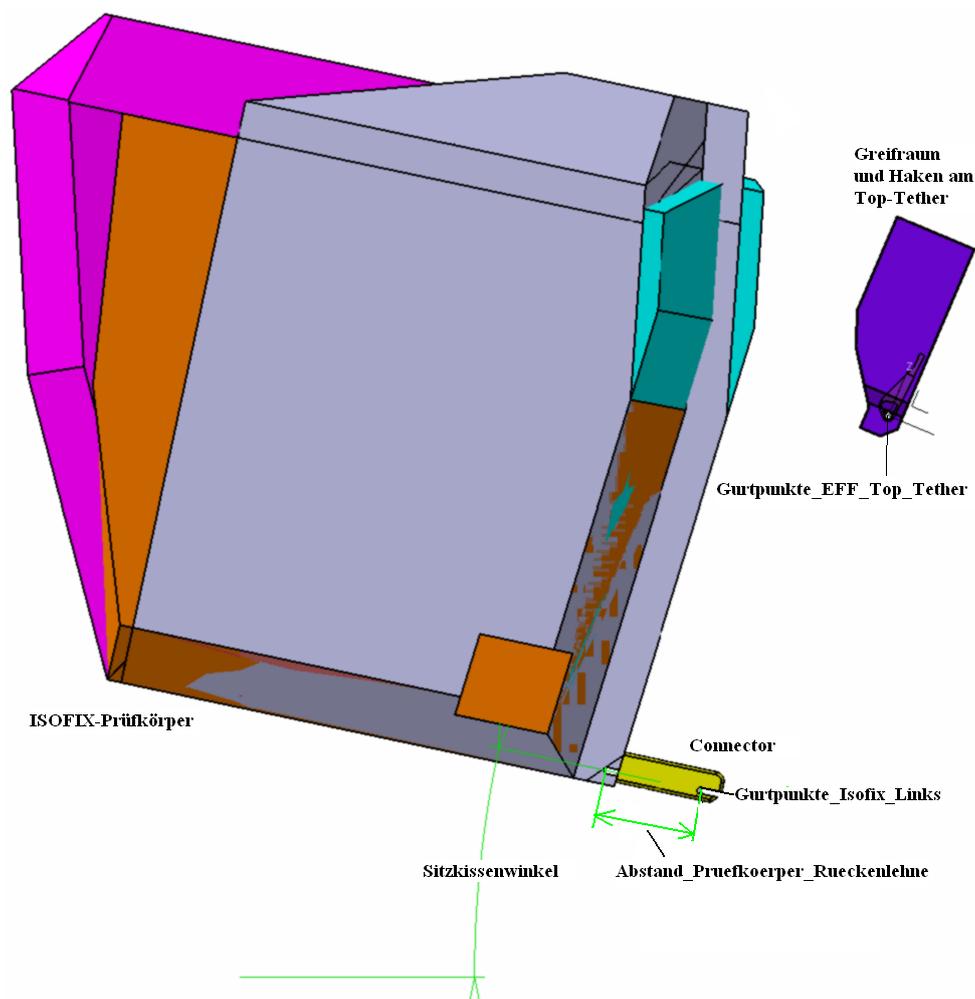
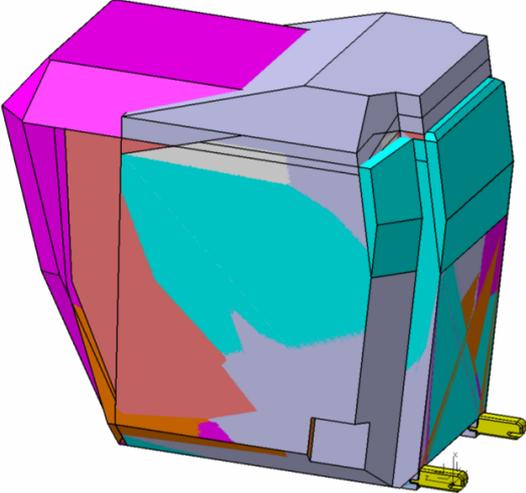
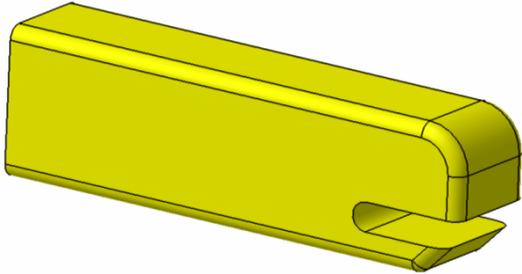
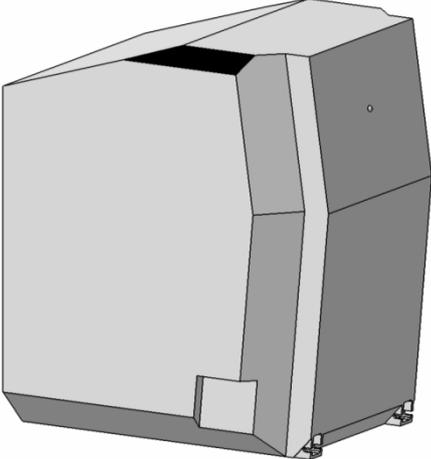
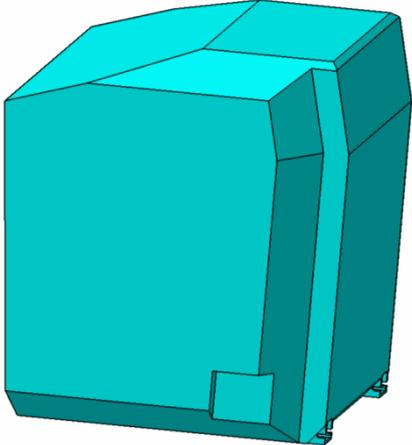
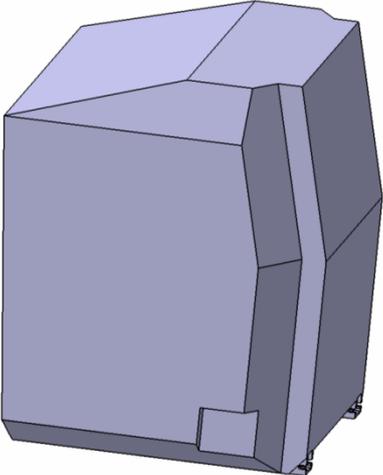
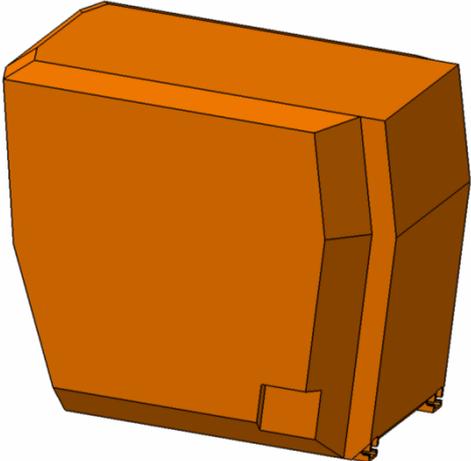


Abbildung 3.15: CATIA -ISOFIX-Untersuchung

Die Kategorisierung der ISOFIX-Prüfkörper ist in Kapitel 3.1.2.5.4 durchgeführt worden. In der folgenden Tabelle ist eine Übersicht über die in CATIA erzeugten Bauteilgeometrien dargestellt.

Zusammenbau	Connector
	
<p>ISO/F2, reduzierte Höhe, vorwärts</p>	<p>ISO/F2X, reduzierte Höhe, vorwärts</p>
	
<p>ISO/F3, volle Höhe, vorwärts</p>	<p>ISO/R1, rückwärts</p>
	

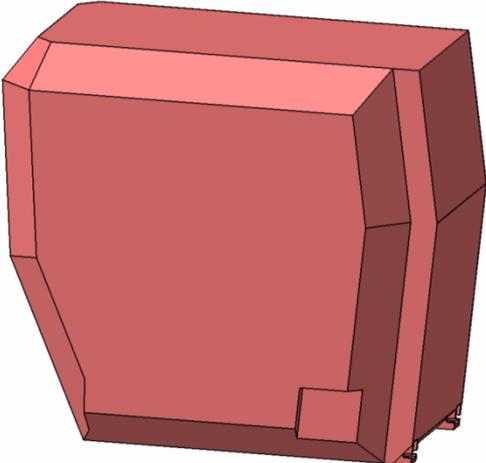
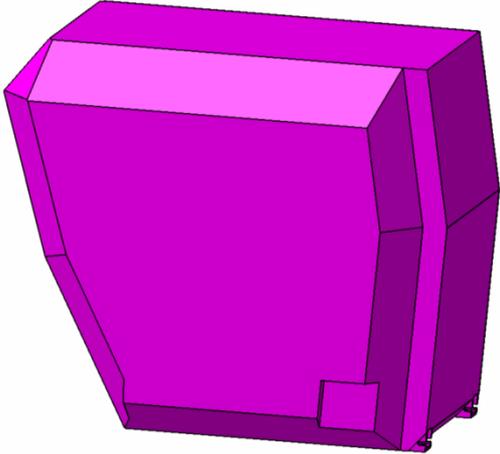
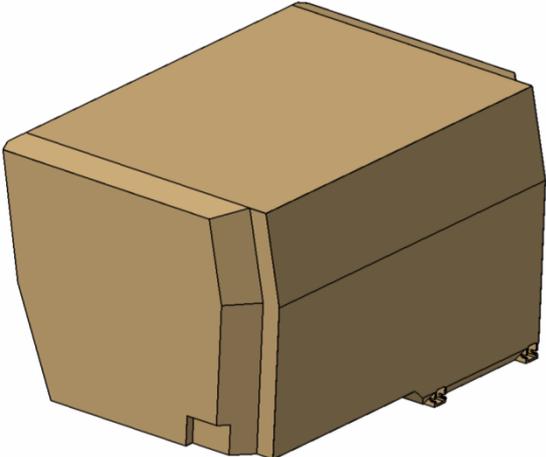
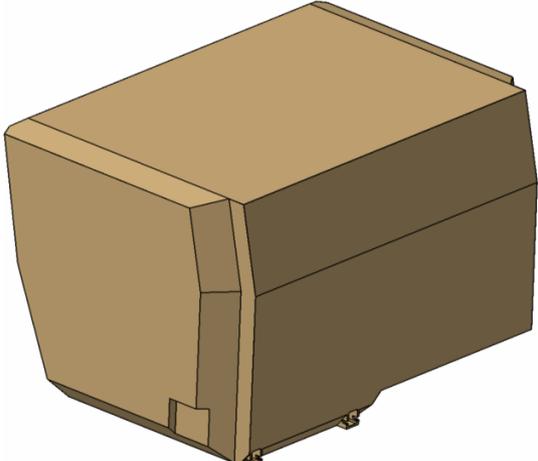
ISO/R2, reduzierte Größe, rückwärts	ISO/R3, volle Größe, rückwärts
	
ISO/L1, seitlich	ISO/L2, seitlich
	

Tabelle 3.11: CATIA - ISOFIX-Prüfkörper für Kinder-Rückhaltesysteme

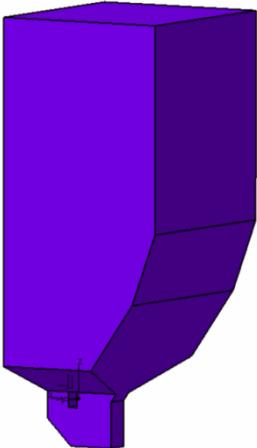
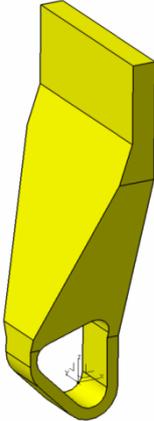
Greifraum	Obere ISOFIX-Verankerung - Haken
	

Tabelle 3.12: CATIA - Greifraum und Top-Tether-Haken

3.1.3.5 IIHS Kopfstützen - Geometrie

Das Modell für die IIHS Kopfstützen-Geometrie wurde nach Normvorgaben ausgeführt. Nachzulesen ist dies in Kapitel 3.1.2.5.7.

Diese Untersuchung wird nach Vorgaben vom Industriepartner mit den 95-Prozent-Dummies durchgeführt. Um eine assoziative IIHS-Zone zu erhalten, werden die 95-Prozent-Dummies benötigt. Diese müssen für diese Untersuchung im Strukturbaum aktiviert werden.

Die Klassifizierungszone ist durch externe Verweise an die Geometrie des Dummy-Kopfmoduls referenziert. In horizontaler Richtung befindet sich die Nulllinie der Zone an der Oberkante des Kopfes. An der Hinterkante des Kopfes ist die Nulllinie in vertikaler Richtung definiert. Je nach Winkel-, oder Höhenverstellung des Dummy wandert diese Zone somit vollparametrisch mit.

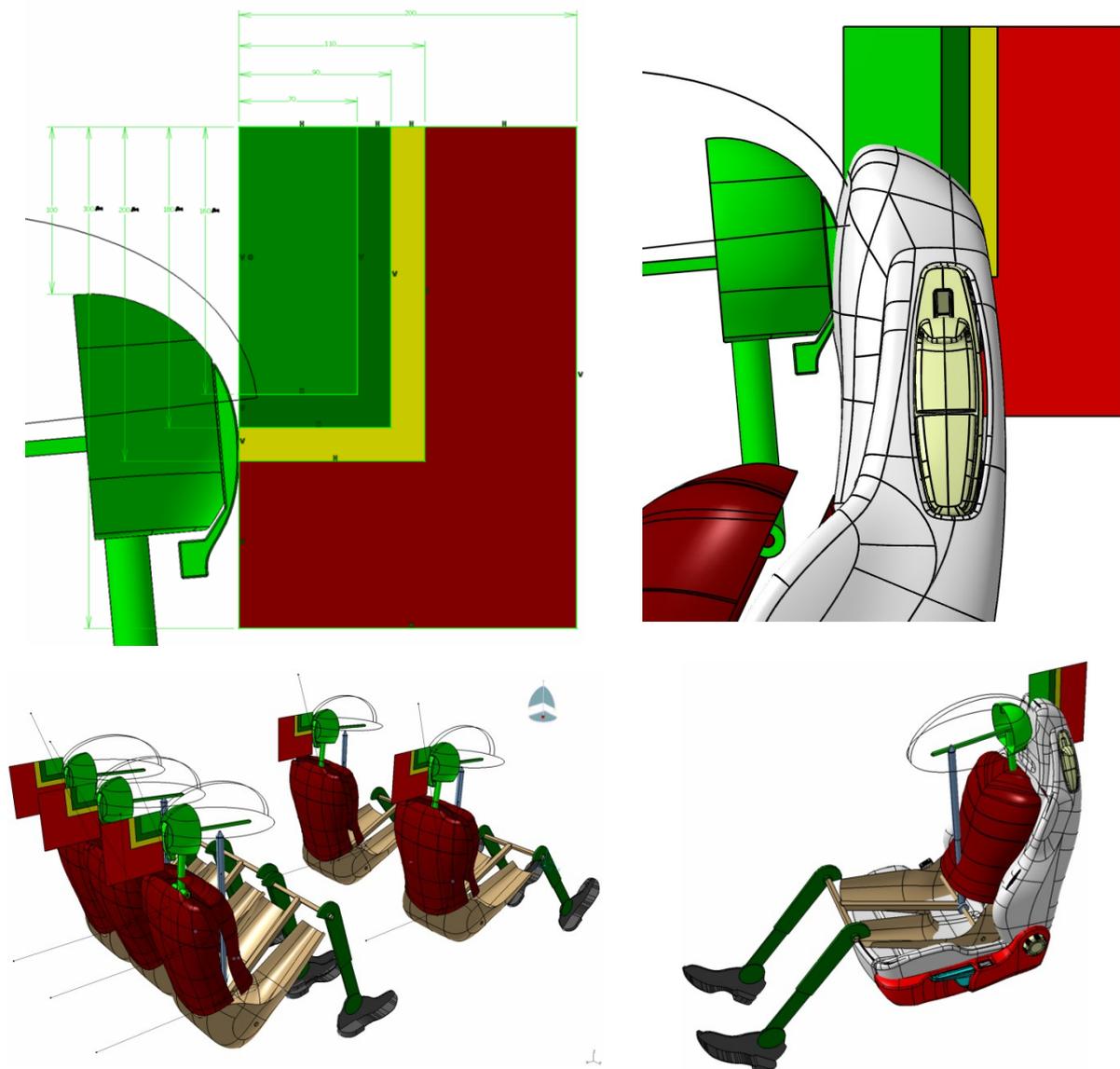


Abbildung 3.16: CATIA - IIHS Kopfstützen-Geometrie

3.1.3.6 Sitz

Um den Umfang der vorliegenden Diplomarbeit nicht zu sprengen, wurde nur die methodisch relevante Steuergeometrie in das Modul zur Gurtpunkt-Untersuchung integriert.

Dies minimiert die Fehleranfälligkeit des Moduls, denn die Entwicklung der 3D-Flächen im Sitzmodul kann bei gewissen Parameterkombinationen instabil werden. Zustimmung zur Verwendung von Steuergeometrien gab es von Seiten des Industriepartners. Diese Steuergeometrien sind in der Baugruppe „Sitz“ zu finden und sind ebenfalls für jede Sitzposition modelliert. In dieser Steuergeometrie befindet sich eine Skizze, die an die B-Flächen der Sitze aus den Homologationsdateien angepasst wird. Diese Skizzen dienen als Grundlage für die Beschneidung der ISOFIX-Zonen, die in den Gurtfeldnormen verbaut sind. In der folgenden Abbildung ist genau diese Skizze zu sehen, die eine ISOFIX-Zone beschneidet.

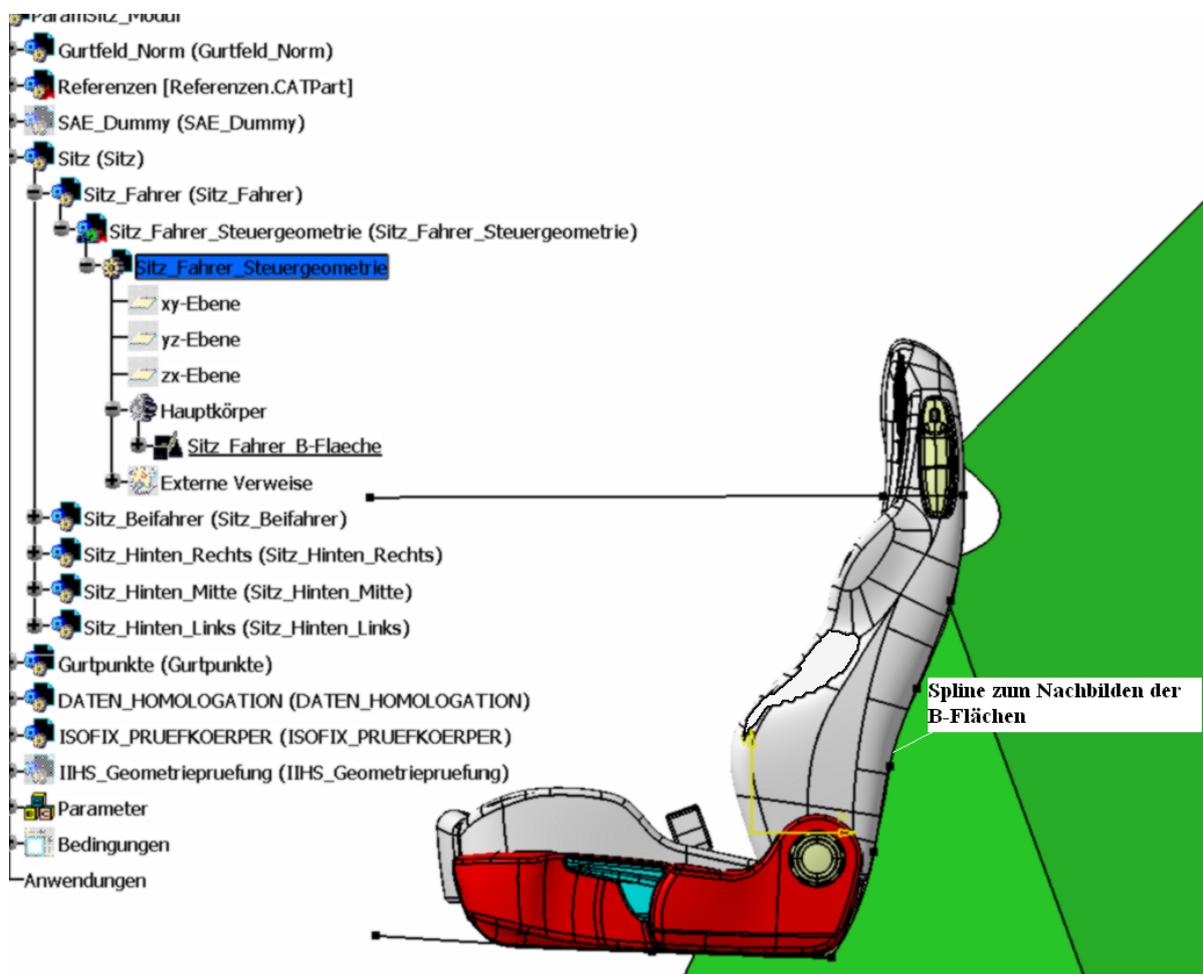


Abbildung 3.17: CATIA – Spline der B-Flächen

In einer weiteren Ausbaustufe des vorliegenden Werkzeugs kann das Thema einer vollständigen Integration des Sitzmodules aufgegriffen werden.

3.1.3.7 SAE Dummy

Der Aufbauweise der Dummies wird ein eigenes Kapitel gewidmet. In diesem Kapitel wird nur auf die Modifikation der Dummies bei der Integration in dieses Modul eingegangen.

Da im Dummy-Modell die Positionierung mittels des SRP-Bauteils geschieht und dieser durch Parameter gesteuert wird, wurde es unmöglich ein und denselben Dummy mehrfach in das CATIA-Produkt einzufügen, wenn dafür unterschiedliche Werte für den SRP benötigt werden. Gelöst wurde dieses Problem durch eine eindeutige Teilenummerierung. Diese Teilenummer ist wie im gesamten Projekt mit „Sitzposition_Teilnamen“ vergeben worden, um eine klare Struktur zu ermöglichen. Jeder Dummy wurde somit für jede Sitzposition einzeln zusammengebaut und dann in das Gesamtprodukt integriert. Bis zum Stand der vorliegenden Arbeit werden nur die 50- und 95-Prozent-Dummies für die Untersuchungen benötigt. Falls benötigt, kann die 5-Prozent-Frau wie oben beschrieben, durch Berücksichtigung der Teilenummerierung ins Modell integriert werden. In Abbildung 3.18 ist die Dummy-Baugruppe mit 50- und 95-Prozent-Dummies zu sehen. Die beiden Perzentile sind überlagert, da sie für jede Sitzposition mit den gleichen Parametern angesteuert werden.



Abbildung 3.18: CATIA – Dummies in Gurtpunkt-Untersuchung

3.1.3.8 Zeichnungsableitungen

Um die 3D-Daten aus der Gurtpunkt-Untersuchung weiter verwenden zu können, werden diese in 2D-Zeichnungen abgeleitet.

Es wurde für jede Sitzposition ein eigenes Standard Template angelegt. In dieser Zeichnung sind alle einzelnen Gurtfeldzonen, Prüfkörper, Gurtpunkte, Dummies etc. als eigene Ansichten angelegt. Um die Standard Templates nicht zu verändern, werden diese Ansichten kopiert und auf einem eigenen Blatt mittels der Funktion „rechte Maus Taste – Ansichtenposition – Überlagern“ zur gewünschten Ansicht übereinander gelegt.

Vorteile dieser Arbeitsweise:

- Sehr modular, kann an jede Anforderung einfach angepasst werden.
- Um beliebig viele Ansichten erweiterbar.
- „Röntgenblick“, es werden keine Geometrien verdeckt.
- Schnitte müssen nicht neu gelegt werden.
- Schraffur wird einfach erzeugt.

Das Resultat dieser Zeichnungsableitungen ist in Abbildung 3.19 dargestellt, dazu müssen jedoch noch gewünschte Feineinstellungen und Detailarbeit im 2D-Bereich durch den Benutzer durchgeführt werden.

Exemplarisch für alle Sitzpositionen des Modules ist im Anhang ein Standard Template für eine Sitzposition einsehbar.

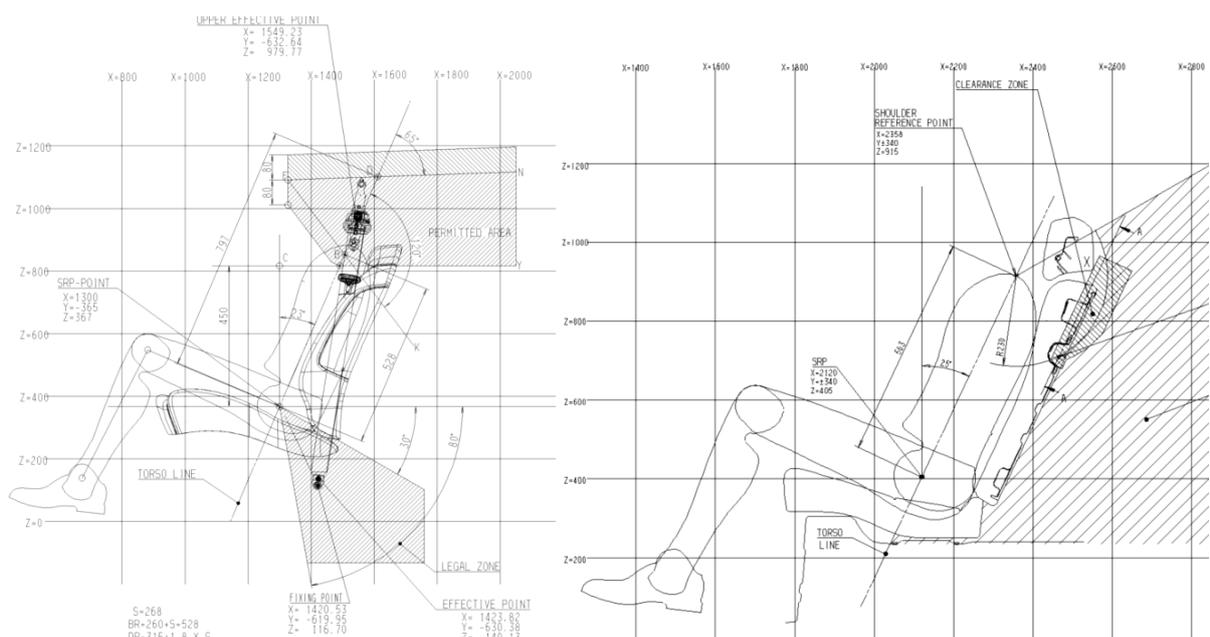


Abbildung 3.19: CATIA – Zeichnungsableitungen [17]

3.2 Parametrisierte Sitz Untersuchung

3.2.1 Allgemein

In diesem Kapitel der Arbeit wird das Thema der parametrischen Sitzmodell-Entwicklung erläutert. Die grundlegende Zielvereinbarung sah ein Einzelsitz- und Rücksitzmodell vor, das alle für das Package wichtigen Hauptabmessungen und Geometrien beinhaltet. Es soll in weiterer Folge dazu dienen, die Beeinflussung des Gurtverlaufes durch den Sitz zu simulieren und die Vorausberechnung des Nahtverlaufes zu bestimmen. Die Steuerung des Modells erfolgt durch eine Datenbank in Excel, damit schnell zwischen den unterschiedlichen Modellvarianten ausgewählt werden kann.

3.2.2 Anforderungen an Autositze [1]

Sitze eines Fahrzeugs müssen zahlreiche Anforderungen erfüllen. Diese sind Anforderungen an Komfort und Ergonomie, sowie Sicherheit. Besondere Belastungen kommen bei einem Aufprall der Rückenlehne und Kopfstütze zu. Die Verstellchiene, die das Bindeglied zwischen Unterboden und Sitz darstellt, muss in einem Crash ebenfalls hohen Kräften standhalten.

Betrachtet man die Anforderungen an einen Sitz bezüglich Ergonomie, muss von jeder Sitzverstellfeldposition aus die gute Erreichbarkeit der Bedienelemente wie Lenkrad, Schalthebel, Pedale usw. sichergestellt werden.

3.2.3 Definitionen nach SAE J2732 [23]

Als Modellierungsgrundlage wurden größtenteils die standardisierten Abmaße und Definitionen der Richtlinien SAE J2732 [23] und SAE J1100 [2] herangezogen. Diese decken sich auch mit den Anforderungen des Projektpartners und bieten bereits eine sehr gute Basis für die Parametrisierung der Modelle.

Sitzkissenlinie, Torsolinie und Flächen

In nachstehender Abbildung sind die Sitzkissenlinie (Cushion Line) und die Torsolinie (Torso Line) zu sehen. Gemessen werden die Winkel der Linien zur Horizontalen für die Sitzkissenlinie und zur Vertikalen für die Torsolinie. Als die A-Fläche wird jeweils die Sitzkissen- oder Rückenlehnenfläche bezeichnet, die sich am nächsten beim Körper befindet. Die B-Fläche ist folglich immer jene, die sich am weitesten weg vom Körper befindet. Der H-Punkt ist, wie bereits erwähnt, der Hüft-Punkt des Dummy und ist im Sitzdesign deckungsgleich mit dem SRP.

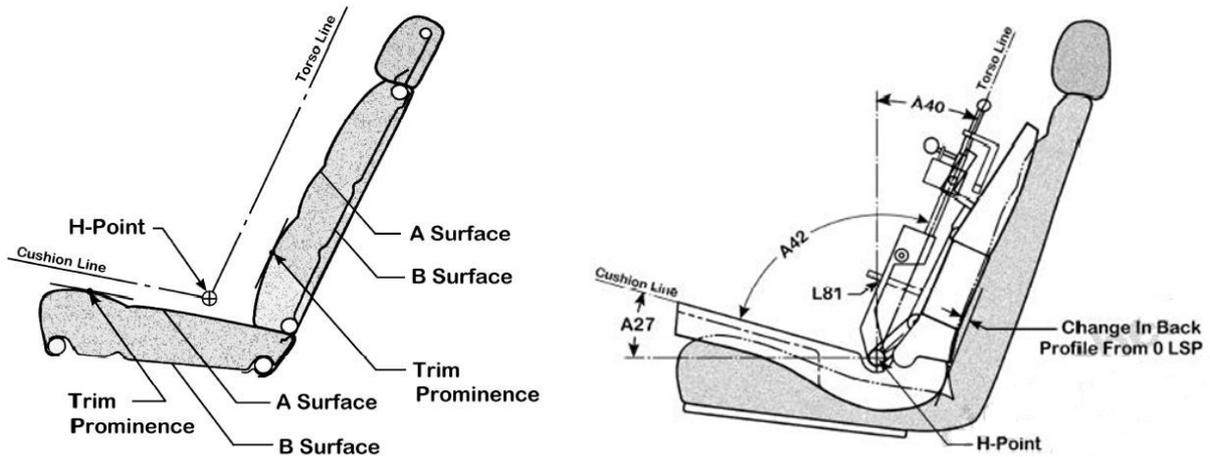


Abbildung 3.20: Konstruktionsreferenzen für Sitzdesign [23]

Sitzschnitt

In der Richtlinie SAE J2732 [23] werden ebenfalls Referenzmaße für Sitzschnitte vorgegeben, um diese Abmessungen zu standardisieren. Dabei werden die einzelnen Weiten und Höhen des Sitzquerschnittes für jeden Sitzschnitt getrennt angegeben. Für die Rückenlehne und das Sitzkissen des CAD Modells wurden die Sitzschnitte ähnlich aufgebaut, jedoch waren ein paar kleine Änderungen nötig. In Abbildung 3.21 links, ist ein Sitzschnitt nach SAE J2732 [23] zu sehen.

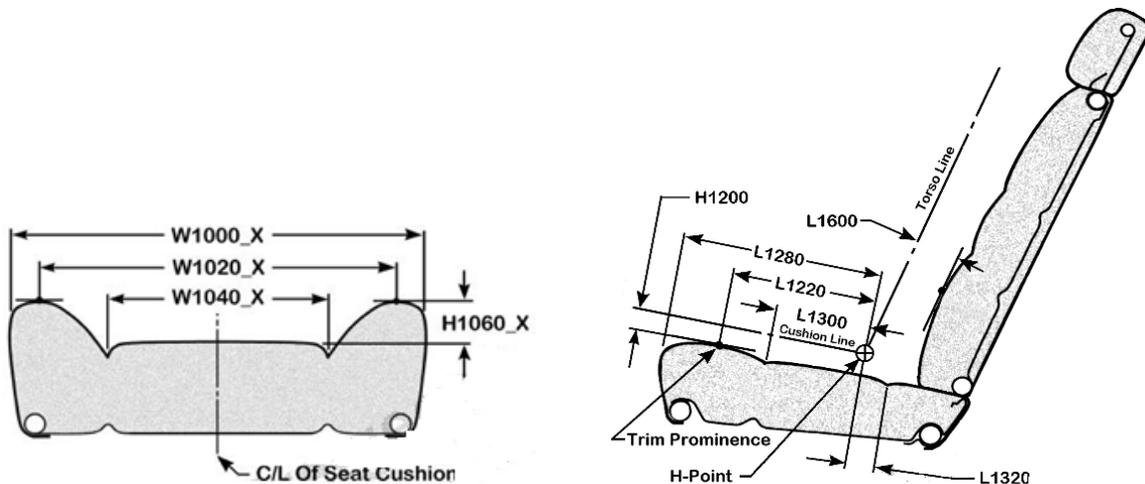


Abbildung 3.21: Laterale Querschnitts-Abmessungen für Sitzdesign [23]

Sitzschnitt Positionierung

Die in obiger Abbildung links dargestellten Sitzschnitte werden nun normal zur Sitzkissenlinie und der Torsolinie platziert. In der folgenden Abbildung nach SAE-Richtlinie ist zu sehen, in welchen Abständen, vom H-Punkt aus gemessen, diese Sitzschnitte liegen sollen. Da die Anzahl der Schnitte jedoch für eine Parametrisierung nicht ausreicht, wurde mit dem Industriepartner ein Kompromiss zwischen den Industrie-Standards und SAE-Richtlinie vereinbart.

Die positive Koordinatenrichtung entspricht den Normvorgaben. Im CATIA-Modell liegt der erste Schnitt beim Sitzkissen vorne und bei der Rückenlehne unten. Die Tabellen mit den exakten Positionen der Sitzschnitte finden Sie in den Kapiteln 3.2.4.2 und 3.2.4.3. Dort kann auch eine detaillierte Skizze bezüglich der Positionierung der Sitzschnitte eingesehen werden.

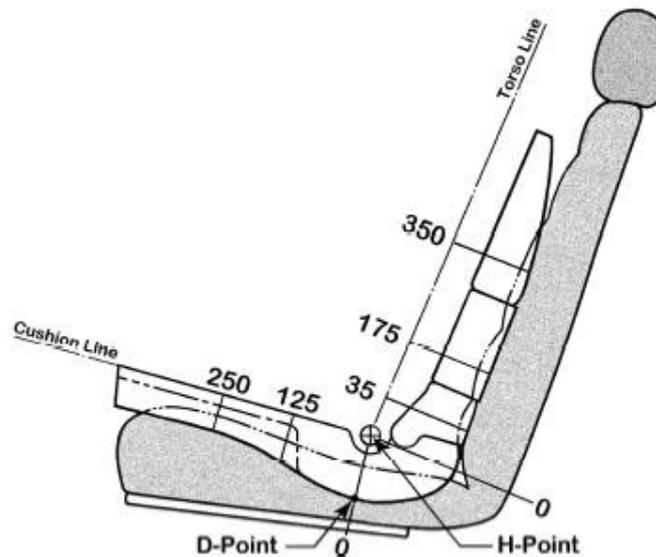


Abbildung 3.22: Sitzschnittpositionen nach SAE [23]

3.2.4 Konstruktionsmethodik Einzelsitz

Die Parametrisierungsstrategie zur Erstellung eines assoziativen Modells unterscheidet sich nicht von den anderen Modulen der vorliegenden Arbeit.

Im Referenz Bauteil, das sich auf erster Ebene im Strukturbaum befindet, sind alle für die Konstruktion der einzelnen Parts wichtigen Abmessungen und Steuergeometrien enthalten.

Zentrales Element ist wie immer der SRP. Dieser wird mittels Parametern aus oberster Parameterebene gesteuert. Auf diesen Punkt werden nun im Referenzpart Skizzen referenziert, die als Basis für die weitere Parametrisierung dienen.

Die einzelnen Bauteile werden im Hauptprodukt erzeugt und die relevanten Geometrien aus dem Referenzpart verknüpft. Im jeweiligen Part werden dann alle weiteren Geometrien erzeugt.

3.2.4.1 Einzelsitz Zusammenbau

Der Einzelsitz sieht als Baugruppe so, wie in Abbildung 3.23 dargestellt, aus. Der Einzelsitz besteht aus den Komponenten Sitzkissen, Rückenlehne, Kopfstütze und Kopfstützengestänge, Verstell­schiene unten und Verstell­schiene oben. Es ist möglich, eine Reihe von Parametern zu verändern, die die Sitzgeometrie in hohem Maße beeinflussen. Somit können fast alle möglichen Sitzgeometrien angenähert werden. Dieses Modell hat natürlich Grenzen, wie es bei jeder Parametrisierung der Fall ist. Um einen Einsatzbereich zu nennen in welchem das Modell verwendet werden kann, lässt sich hier exemplarisch der Torsowinkel nennen. Das Modell ist in einem Wertebereich von 1deg bis 55deg lauffähig. Dies sollte alle für den Fahrzeugbau relevante Anforderungen abdecken.

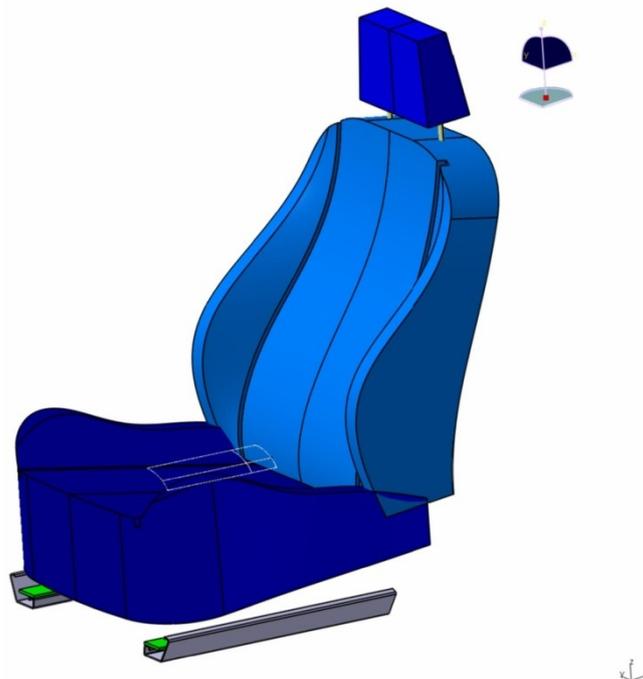
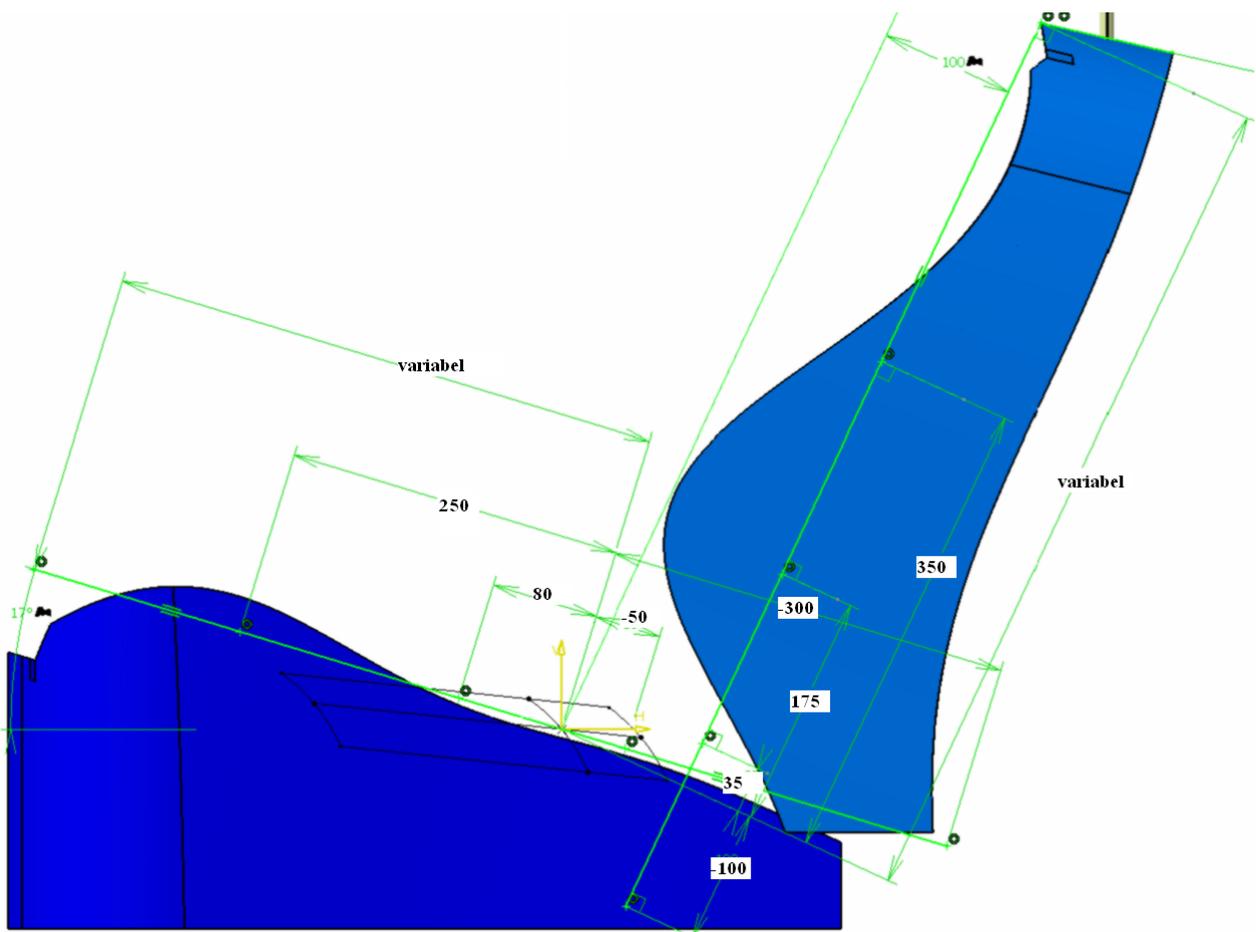


Abbildung 3.23: CATIA - Einzelsitz-Zusammenbau

In der folgenden Tabelle sind die Parametersets des Einzelsitzes ersichtlich. Da schon etliche Parameter in den vorigen Modulen erklärt wurden, werden hier nur die noch nicht bekannten Parametersets aufgeklappt und erklärt.

	<p>Die Eingabe von SRP, Sitzverstellfeld und Torsowinkel funktioniert wie in anderen, schon genannten Modulen.</p> <p>Die Grundgeometrie des Sitzkissens wird durch mehrere allgemeine Eingaben gesteuert, wobei die Geometrie eines jeden Sitzschnittes gesondert angesteuert werden kann. Die Steuerung der Rückenlehne funktioniert gleich wie die des Sitzkissens.</p> <p>Durch die Eingaben im Parameterset Kopfstütze kann man die Geometrie, die Position und die Neigung der Kopfstütze verändern.</p> <p>Die Verstellchiene ändert durch ihre Parameter die Fixierweite am Bodenblech, die Position in Fahrtrichtung, die Verstellchiene Länge und das Packmass.</p>
--	---

Tabelle 3.13: CATIA – Parameterliste Einzelsitz

Positionen der Sitzschnitte**Abbildung 3.24: CATIA – Positionierung der Sitzschnitte**

In obiger Abbildung sind die Längenmaße eingetragen in welchen die Skizzen der Sitzschnitte positioniert werden. Die Maße werden für das Sitzkissen parallel zum Sitzkissenwinkel, vom SRP aus, gemessen. Die Rückenlehne wird parallel zum Torsowinkel gemessen, ebenfalls vom SRP ausgehend.

Die Positionsmaße der Skizzen sind in den folgenden Tabellen aufgelistet.

Beim Sitzkissen ist der erste Schnitt in Abbildung 3.25 im linken Bild zu sehen. Der erste Schnitt wurde mit „S1“ gekennzeichnet. Die Nummerierung der Schnitte wird dann in Richtung des SRP fortgesetzt.

Für das Sitzkissen sind die Positionen der Sitzschnitte wie folgt gewählt worden.

Schnitt 1:	388mm Hilfsschnitt (veränderlicher Wert je nach Sitzkissenlänge)
Schnitt 2:	250mm Normschnitt
Schnitt 3:	80mm MSF Standard
Schnitt 4:	-50mm MSF Standard
Schnitt 5:	-300mm Hilfsschnitt

Tabelle 3.14: Sitzschnittpositionen Sitzkissen

Bei der Rückenlehne liegt der erste Schnitt, wie in Abbildung 3.26 dargestellt, unten. In positiver Koordinatenrichtung wird nun die Nummerierung der Sitzschnitte fortgesetzt.

Für die Rückenlehne sind die Positionen der Sitzschnitte wie folgt gewählt worden.

Schnitt 1:	-100mm Hilfsschnitt
Schnitt 2:	35mm Normschnitt
Schnitt 3:	175mm Normschnitt
Schnitt 4:	350mm Normschnitt
Schnitt 5:	630mm Hilfsschnitt (veränderlicher Wert je nach Rückenlehnenlänge)

Tabelle 3.15: Sitzschnittpositionen Rückenlehne

3.2.4.2 Sitzkissen

Ausgehend von der Sitzkissenlinie aus dem Referenzbauteil wurden die Sitzschnitte als Skizzen platziert. Diese Skizzen sind identer Struktur. Es können die einzelnen Abmessungen durch Parametervariationen verändert werden. Die Parameternamen entsprechen den Richtlinien nach SAE in Kapitel 3.2.3. An die charakteristischen Eckpunkte der einzelnen Skizzen wurden Splines gehängt, welche als Führungselemente für die Flächenerzeugungsfunktion „Mehrfachschnitte“ verwendet werden. Nach Erzeugung des Mehrfachschnittes wurde der Sitz noch mittels einer B-Fläche beschnitten und an der Vorderseite mit einer Kantenverrundung versehen.

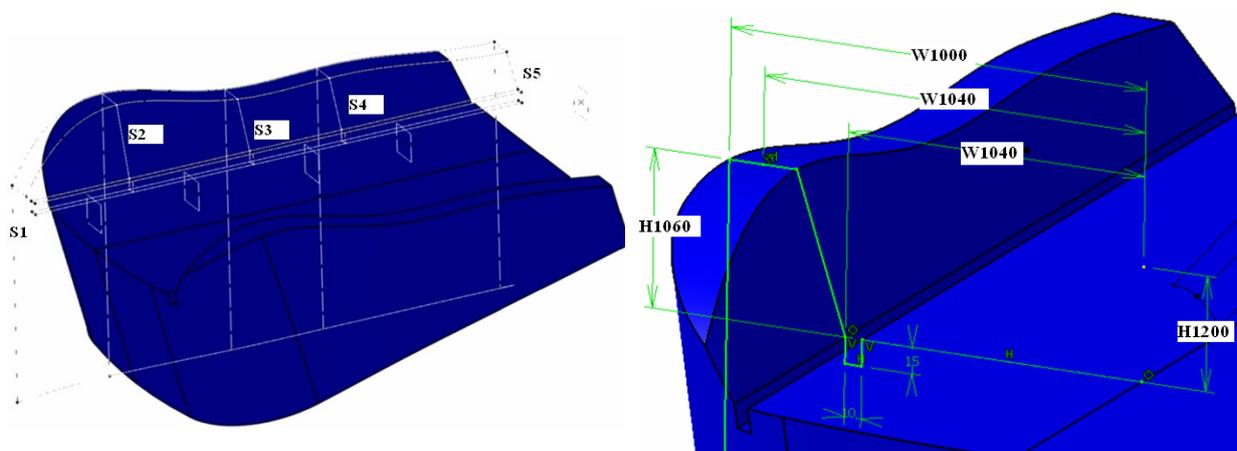


Abbildung 3.25: CATIA – Sitzkissen-Skizzen

3.2.4.3 Rückenlehne

Der Aufbau des Modells ist gleich wie der des Sitzkissens. Es wurden ebenso fünf Sitzschnitte definiert, wodurch die Geometrie der Rückenlehne gesteuert wird. Es gibt auch hier wieder eine Kantenverrundung an der Oberseite der Rückenlehne, deren Radius über einen Parameter gesteuert werden kann. Veränderliche Parameter in den Sitzschnitten sind gleich wie beim Sitzkissen, jedoch wurde ein zusätzlicher eingefügt, der den Abstand zwischen A- und B-Fläche, im jeweiligen Querschnitt, beschreibt. Da hier kein konstanter Abstand gewählt wird, kann auch die B-Fläche des Sitzes für die Passagiere auf der Rückbank ergonomisch geformt werden, sodass genügend Beinfreiheit vorhanden ist. In der folgenden Abbildung links ist die Nummerierung der Sitzschnitte an der Rückenlehne ersichtlich. Im rechten Bild sieht man den Skizzenaufbau mit den Parameternamen.

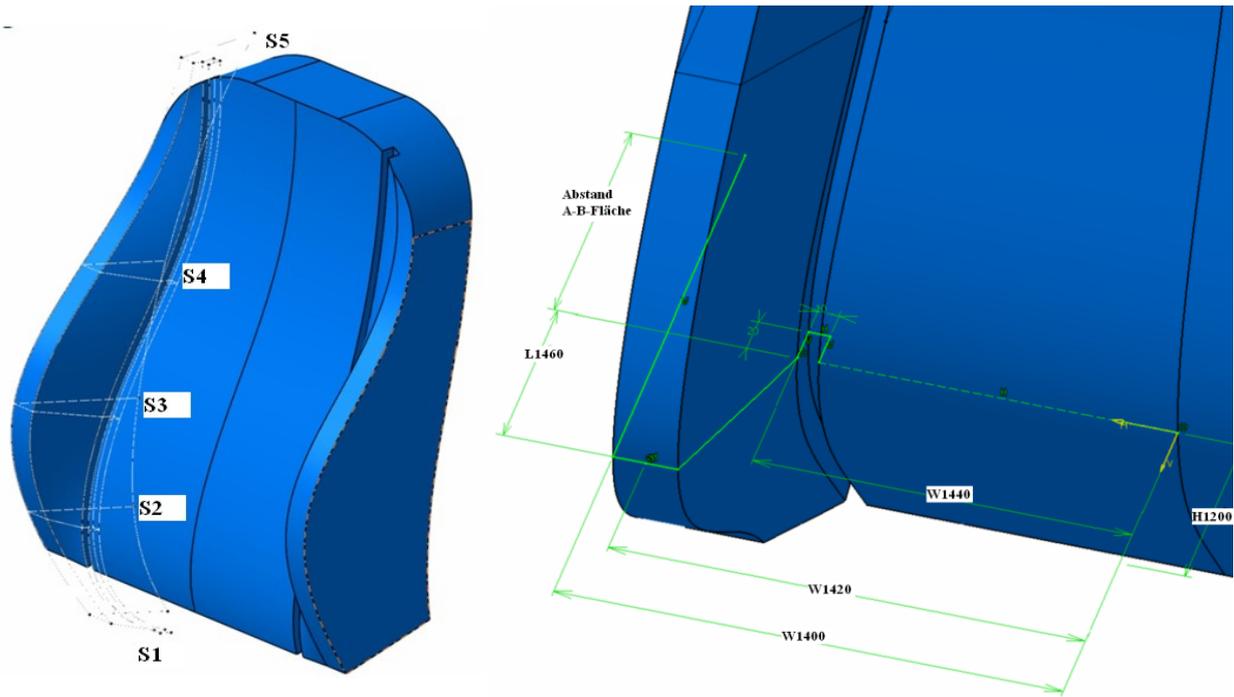


Abbildung 3.26: CATIA - Rückenlehne-Skizzen

3.2.4.4 Verstellchiene

Die Verstellchiene ist aus konstruktiver Sichtweise ein vergleichsweise einfaches Teil, denn es muss nur die Fixierweite, das Packmaß, die Länge und die Position in Längsrichtung ändern können. In unterer Abbildung ist die Geometrie der Verstellchiene zu sehen. Einziges detaillierter gezeigtes Maß ist das Packmaß, da der Name nicht auf die Position des Maßes schließen lässt. Das Packmaß wird von der Unterkante des Sitzverstellfeldes bis zur Unterkante der Verstellchiene gemessen. Ebenfalls ersichtlich, aber nicht namentlich bemaßt, sind die Verstellchiene Länge und die Position in X-Richtung.

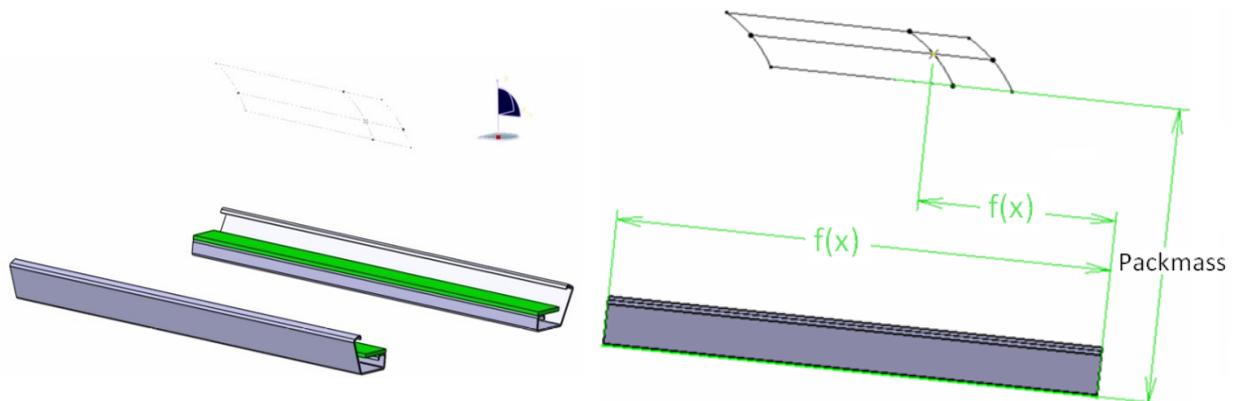


Abbildung 3.27: CATIA - Verstellchiene Unten und Oben

3.2.4.5 Kopfstütze und Kopfstützengestänge

Hier ist die Abbildung der Kopfstütze als Baugruppe mit dem Kopfstützengestänge zu sehen.

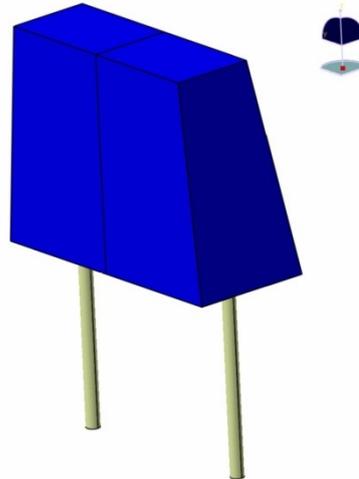


Abbildung 3.28: CATIA - Kopfstütze mit Kopfstützengestänge

Die Geometrie der Kopfstütze kann sich in Höhe, Weite und Tiefe ändern, was im Bild unten rechts ersichtlich ist. Die Position der Kopfstütze wird festgelegt durch einen Parameter, der vom SRP bis zur Unterkante der Kopfstütze gemessen wird (Ersichtlich im linken Bild). Die Kopfstütze ist auch neigungsverstellbar, hierzu wurde ein Winkel zwischen dem Kopfstützengestänge und der Torsolinie eingeführt.

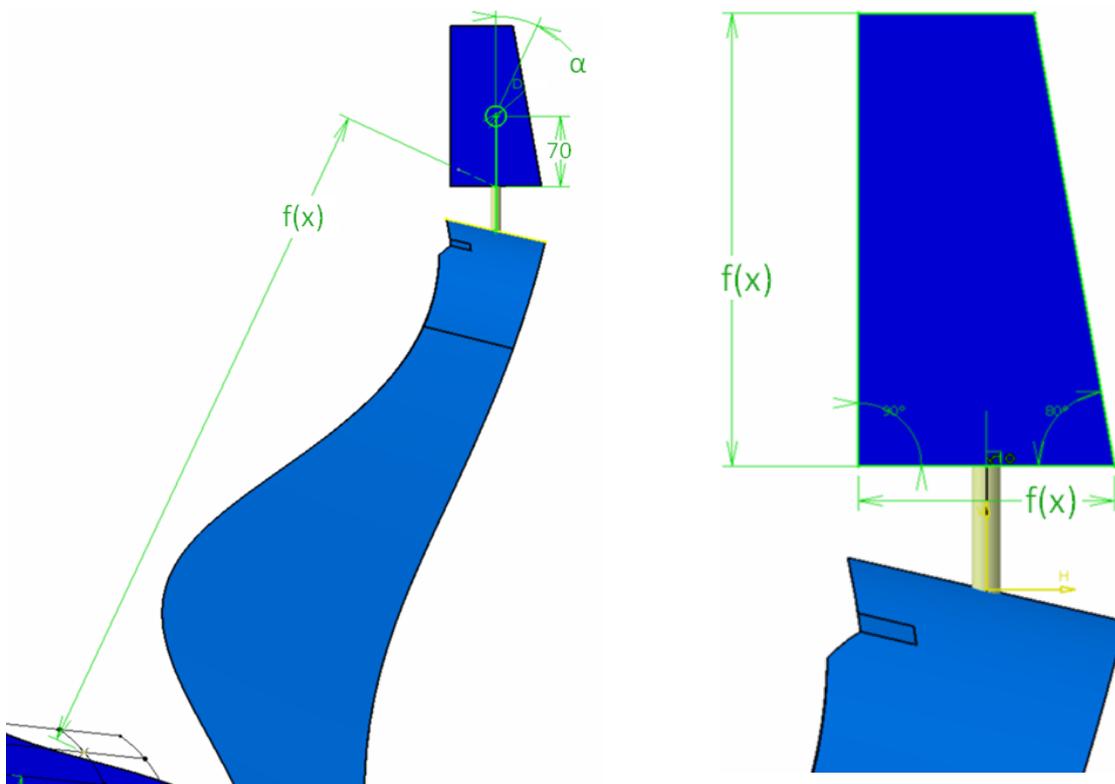


Abbildung 3.29: CATIA – Details zur Kopfstütze

3.2.4.6 Verknüpfung mit der Excel Datenbank

Um die Bedienbarkeit des Sitzmodules zu erhöhen, wurde die Parametersteuerung mittels Excel gewählt. Es gibt hier die Möglichkeit, durch einfache Auswahl eines Parametersatzes das gewünschte Modell zu generieren. Der Datenaustausch erfolgt in CATIA über eine Konstruktionstabelle, die auf die erste Tabelle des Excel-Files zugreift. Dieses erste Datenblatt ist mit dem Arbeitsblatt verknüpft (zweites Datenblatt im Excel-File), in welchem alle Änderungen der Parameter durchgeführt werden. Das dritte Blatt der Excel Tabelle wird als Modelldatenbank genutzt. Fertiggestellte Modelle werden dort abgelegt und können jederzeit wieder einfach ins Arbeitsblatt geladen werden. Im nächsten Bild wird schematisch dargestellt, wie der Datentransfer zwischen den einzelnen Datenblättern und der CATIA-Konstruktionstabelle funktioniert.

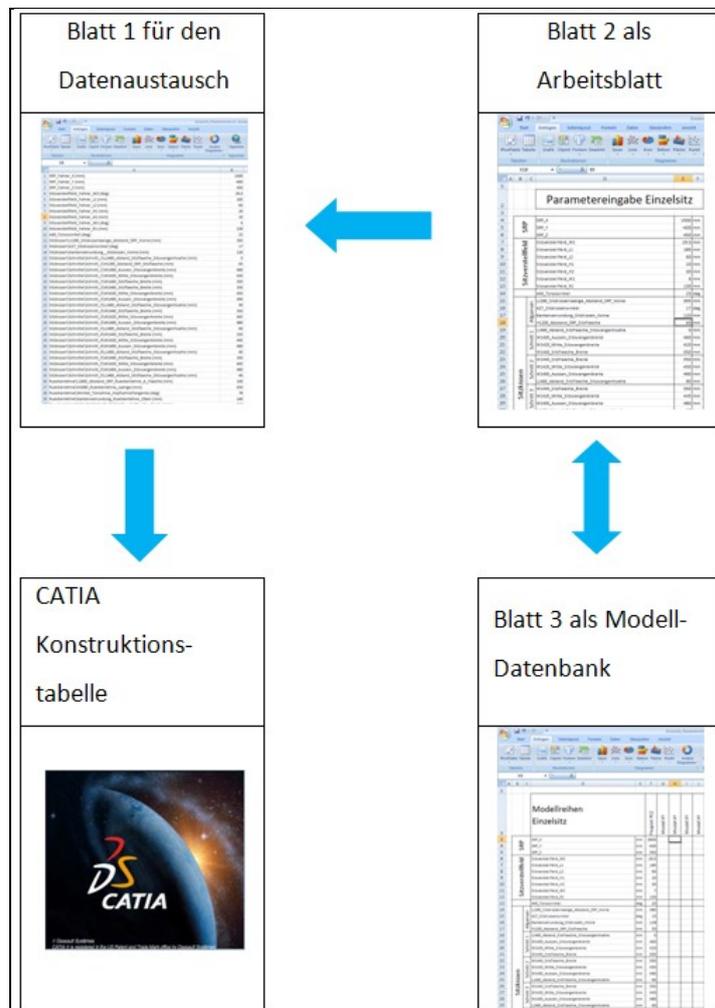


Abbildung 3.30: Datenaustausch zwischen CATIA und Excel

3.2.5 Konstruktionsmethodik Rückbank

Für die Rückbank wurden die Referenzen im Referenzbauteil auf drei einzelne Geometrische Sets aufgeteilt, da dies übersichtlicher ist. Diese sind nach Sitzpositionen aufgeteilt in die Referenzen links, mitte und rechts. In Abbildung 3.31 sind diese einzelnen Steuergeometrien ersichtlich (schwarze Skelettlinien), welche die Konstruktionsbasis für jede weitere Geometrie in der Rückbank darstellt. Betrachtet man die Rückbank im Detail, so ist deren Geometrie auf den ersten Blick sehr unterschiedlich im Gegensatz zum Einzelsitz. Betrachtet man die Vorgehensweisen für die Parametrisierung, unterscheiden sich diese nur sehr wenig voneinander. Die Definitionen der einzelnen Steuerskelette sind sehr ähnlich. Die Skizzen der Sitzschnitte sind gleich, jedoch nur an den Außenbereichen mit Seitenwangen versehen. In der mittleren Sitzposition wird die Sitzflächenbreite durch einen Parameter definiert und die äußeren Sitzflächen füllen bis zu dieser Weite automatisch auf. Da nun die Konstruktionsmethodik von Einzelsitz und Rückbank sehr ähnlich ist, wird dazu in diesem Kapitel nicht weiter ins Detail gegangen, da dies bereits im vorigen Kapitel ausführlich behandelt worden ist.

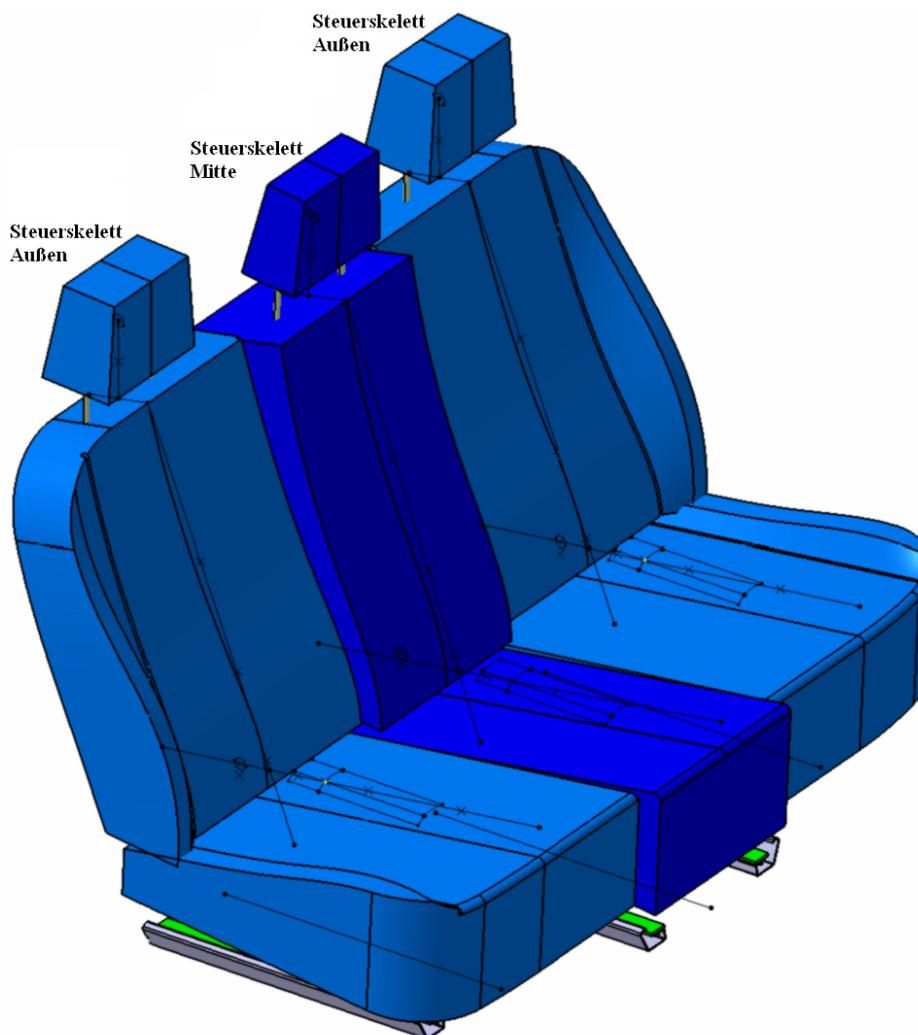


Abbildung 3.31: CATIA – Steuergeometrie der Rückbank

3.2.5.1 Rückbank Zusammenbau

In der folgenden Abbildung sieht man die gesamte Baugruppe der Rückbank. Das Hauptprodukt besteht aus den drei Unterprodukten der jeweiligen Sitzpositionen, in welchen sich dann die Einzelteile des Sitzes wiederfinden. Die Namen der erzeugten Einzelteile sind gleich wie beim Einzelsitz. Auch hier ist ein Referenzteil verbaut, in welchem sich alle wichtigen Steuerskelette befinden, die als Grundlage zur Parametrisierung dienen. Um die Strukturierung der Parameter darzustellen, wurden exemplarisch im Strukturbaum eine Auswahl an Parametersets aufgeklappt. Es können drei unterschiedliche SRPs eingegeben werden, wobei diese nicht symmetrisch um den mittleren SRP sein müssen. Die restlichen Parametereingaben sind für die beiden äußeren Sitzpositionen symmetrisch. Somit sind für die Außenseiten der Rückbank die Sitzverstellfelder, der Torsowinkel, die Seitenwangengeometrie usw. gleich. Für die mittlere Sitzposition werden die Parameterwerte separat eingegeben.

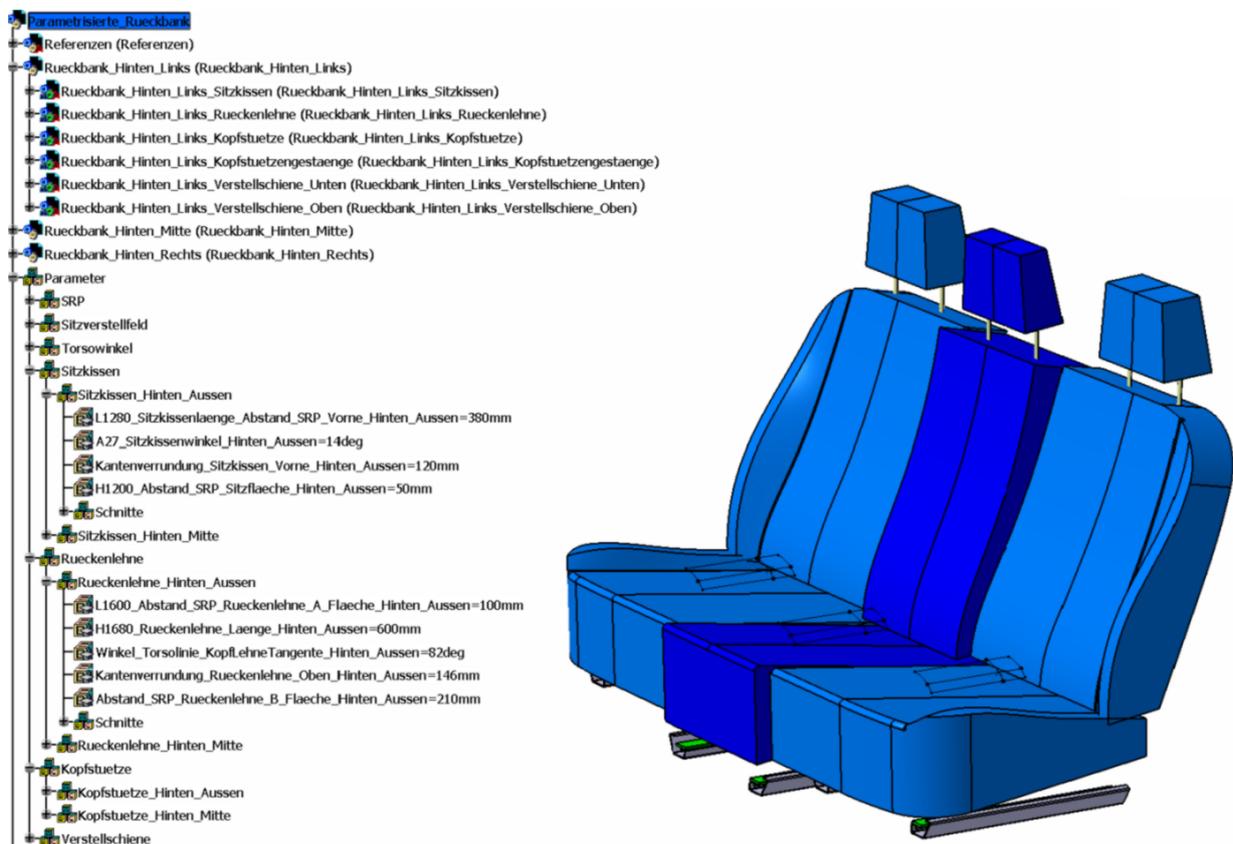


Abbildung 3.32: CATIA - Rückbank Zusammenbau

3.2.5.2 Sitzkissen Außen

Das Sitzkissen an der Außenseite der Rückbank ist gleich aufgebaut wie das Sitzkissen des Einzelsitzes. Da bei der Rückbank an der Innenseite keine Sitzwangen benötigt werden, wurde auf diese verzichtet. Unterschied bei der Eingabe der Parameterwerte ist im Gegensatz zu den Eingaben beim Einzelsitz, dass für die äußeren Sitzpolster nur immer die halben Werte eingegeben werden. Die Ausdehnung des Sitzkissens zur Mitte erfolgt automatisch bis auf die Position des Sitzkissens der Mitte, dessen Breite durch den Benutzer festgelegt wird.

In der folgenden linken Abbildung ist die Nummerierung der Sitzschnitte zu sehen. Für die exakte Position der Sitzschnitte gelten die Werte nach Tabelle 3.14. Rechts sind die Maße der Sitzschnitte und deren Parameternamen ersichtlich.

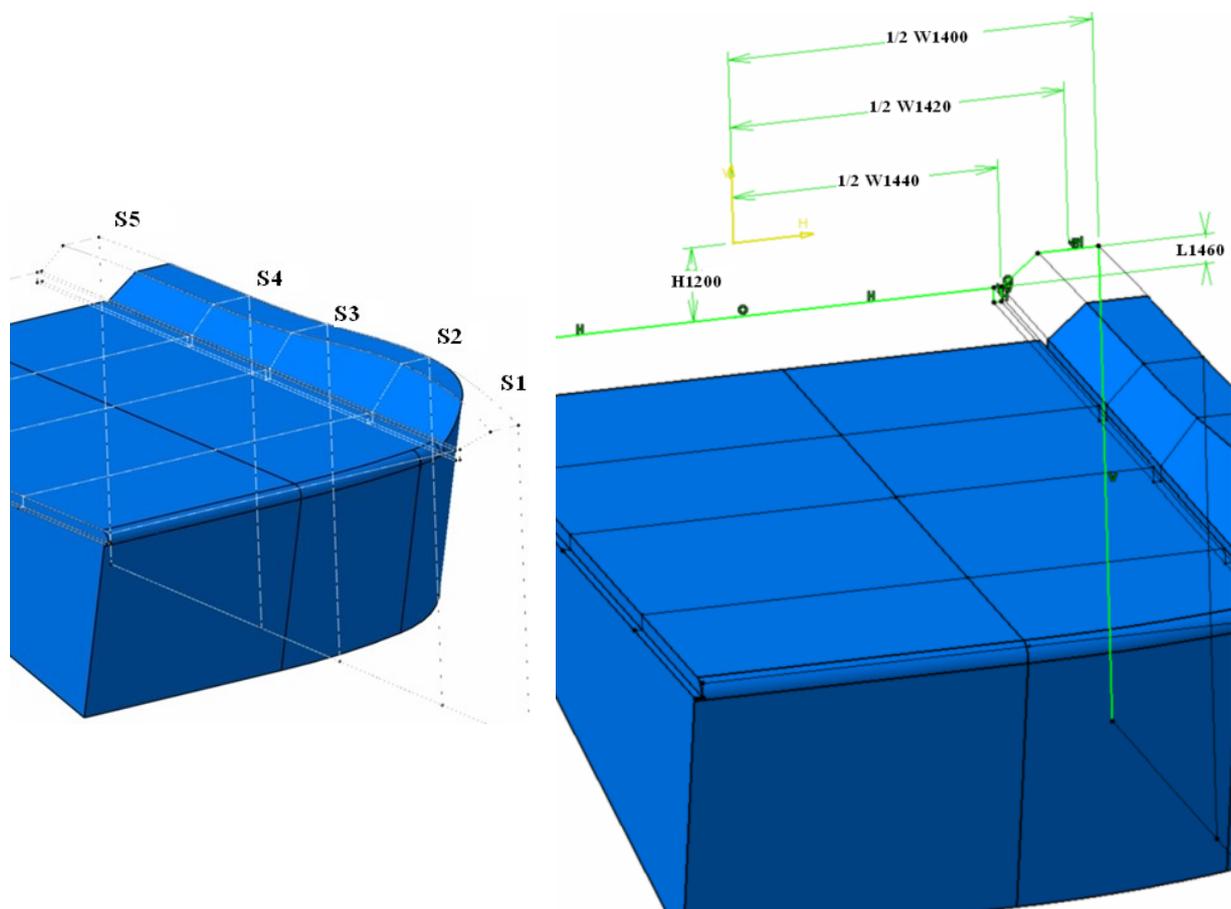


Abbildung 3.33: CATIA - Rückbank Sitzkissen Außen-Skizzen

3.2.5.3 Sitzkissen Mitte

Für das mittlere Sitzkissen werden keine Seitenwangen vorgesehen, folglich handelt es sich hierbei um eine sehr einfache Geometrie. Der Aufbau des Sitzkissens ist ähnlich wie für die Außenpolster der Rückbank, sprich mit fünf Sitzschnitten. Bis dato bestand von Seiten des Industriepartners nur die Vorgabe eines Mittelpolsters mit geraden Außenkonturen, somit würde für die Konstruktion nur ein Sitzschnitt ausreichen, jedoch entspricht die Konstruktion des Sitzkissens mit fünf Sitzschnitten dem Gesamtkonzept. Weiters wird durch diese Vorgehensweise die einfache Aufnahme von zusätzlichen Parametern ins Modell ermöglicht, ohne eine völlige Neukonstruktion der Rückbank durchführen zu müssen. Dies wäre nötig wenn z.B. ein Mittelstück mit einer variablen Außenkontur benötigen würde. In Abbildung 3.34 ist links die Schnittaufteilung und rechts die Eingabe der Parameterwerte zu sehen. Die Abstände für die Positionen der Sitzschnitte entsprechen jenen der äußeren Sitzkissen.

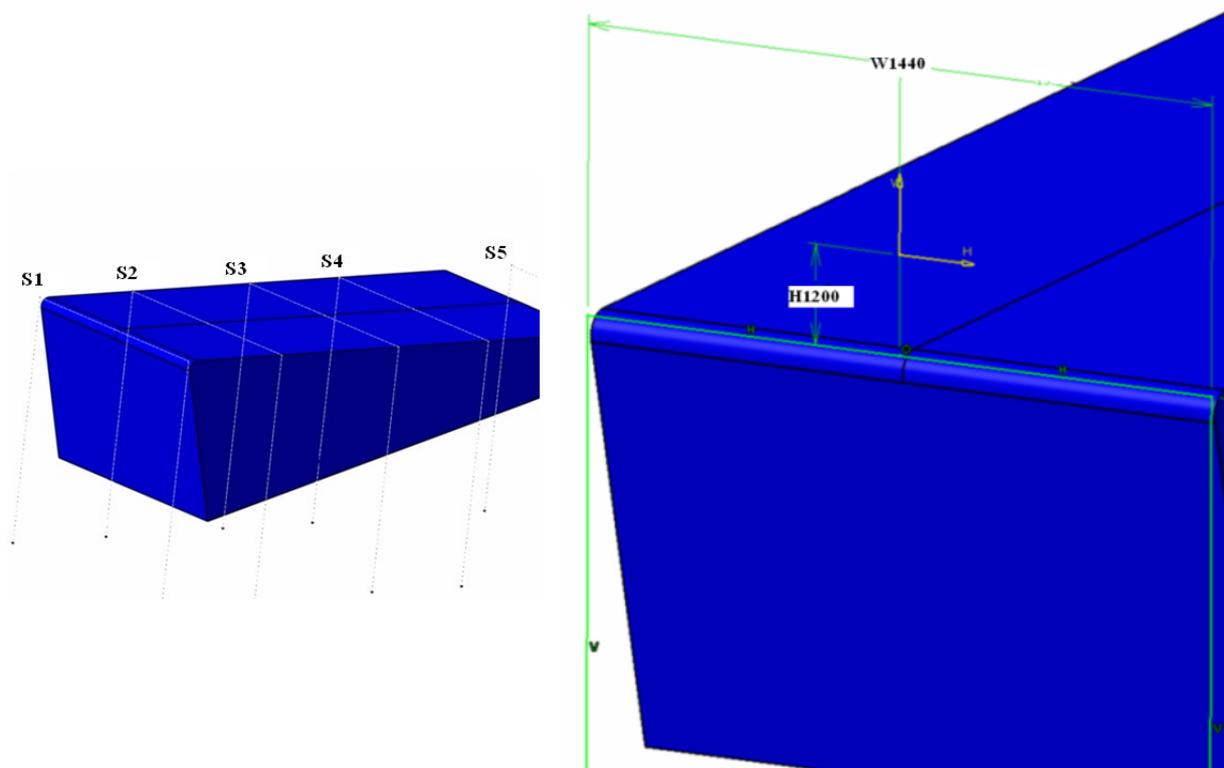


Abbildung 3.34: CATIA - Rückbank Sitzkissen Mitte

3.2.5.4 Rückenlehne Außen

Die Steuerung der einzelnen Abmaße in den Sitzschnitten funktioniert für die Rückenlehne gleich, wie für das äußere Sitzkissen. Es wird hier noch ein weiterer Parameter verwendet, mit dem man den Abstand der B-Fläche, vom SRP aus gemessen, steuert. Die Positionierung der Sitzschnitte erfolgt wie beim Einzelsitz und entspricht den Abständen aus Tabelle 3.15.

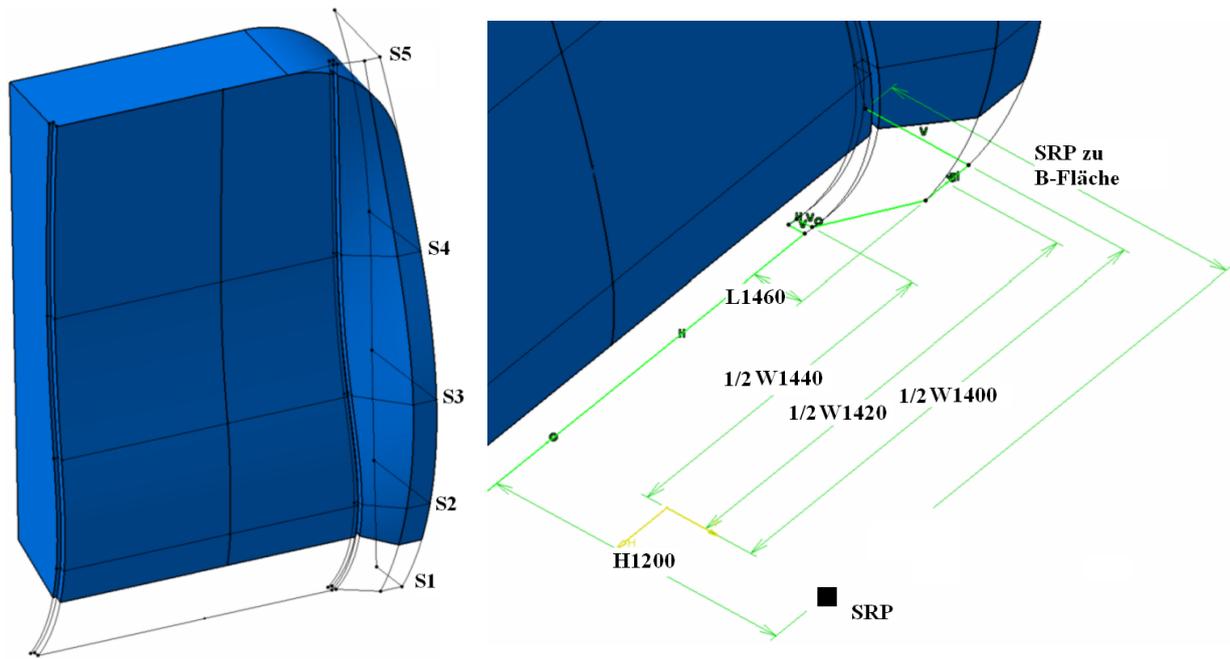


Abbildung 3.35: CATIA - Außenpolster der Rückenlehne

3.2.5.5 Rückenlehne Mitte

Das Mittelstück der Rückenlehne entspricht wiederum der Konstruktionsmethodik mit fünf Sitzschnitten. Hier sind diese, anders als beim mittleren Sitzkissen, tatsächlich notwendig, da die A-Fläche der Rückenlehne nicht gerade, sondern ergonomisch geformt ist.

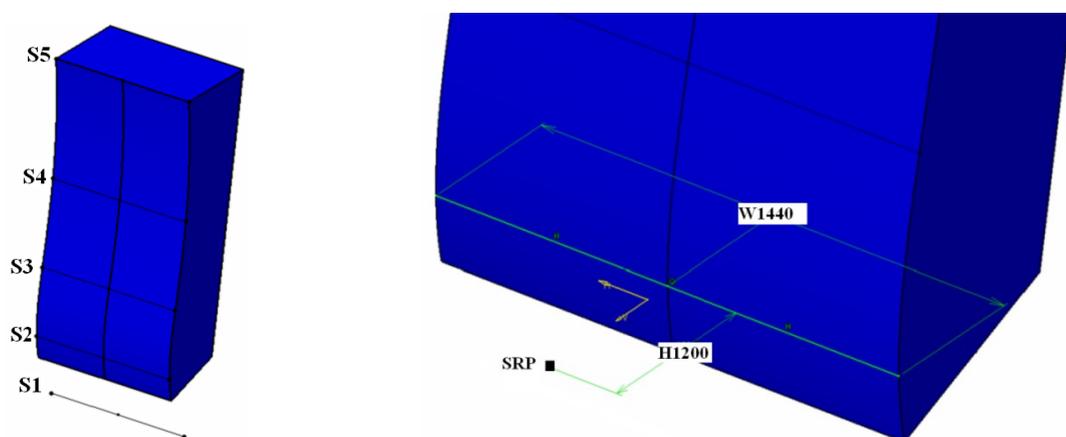


Abbildung 3.36: CATIA - Mittelpolster der Rückenlehne

3.2.5.6 Verstellchiene

Die Verstellschienen sind auf die gleiche Art und Weise erstellt worden wie beim Einzelsitz. Diese wurden lediglich drei Mal verbaut. Nähere Details zur Konstruktionsweise befinden sich in Kapitel 3.2.4.4.

3.2.5.7 Kopfstütze und Kopfstützengestänge

Die Kopfstützen der Rückbank verfügen über dieselben Verstellmöglichkeiten wie beim Einzelsitz. Einziger Unterschied ist die Positionierung des Kopfstützengestänges in der Sitzbankmitte. Da es hier nicht so sinnvoll erschien, das Gestänge genau in der Mitte zwischen A- und B-Fläche zu positionieren, wurde ein Parameter eingefügt, der den Abstand zwischen A-Fläche und dem Gestänge darstellt. Dieser Parameter ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Ansonsten sind in Konstruktionsweise und Bedienung des Modells keinerlei Unterschiede zum Einzelsitz vorhanden. Nähere Details zu den Bewegungsmöglichkeiten und zur Geometrieerzeugung sind in Kapitel 3.2.4.5 enthalten.

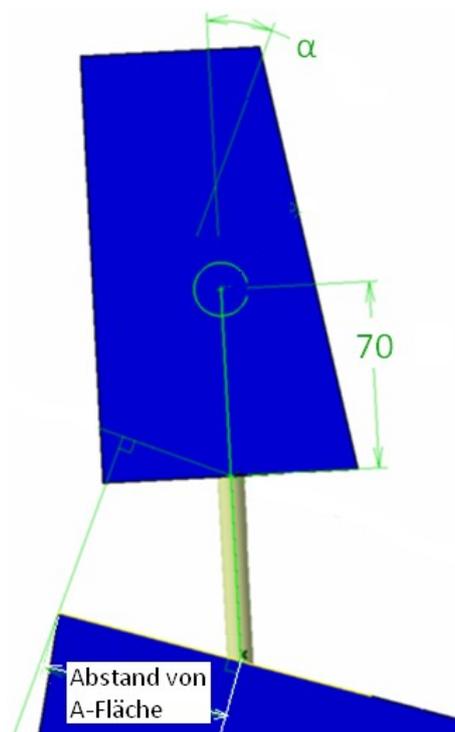


Abbildung 3.37: CATIA – mittlere Kopfstützenposition

3.2.5.8 Verknüpfung mit der Excel Datenbank

Um auch dieses Modell einfach steuern zu können, wurde auf eine CAD-externe Parametersteuerung (Bedienung mittels einer Excel – Datenbank) zurückgegriffen. Die Bedienung und Aufbauweise der Datenblätter ist gleich wie beim Einzelsitz. Im Anhang können die Datenblätter eingesehen werden.

3.3 Parametrisierte Dummies

3.3.1 Anthropometrie im Entwicklungsprozess

Anthropometrie ist die Lehre der Ermittlung und Anwendung der Maße des menschlichen Körpers. Anthropometrie wird vor allem in der Ergonomie zur Gestaltung von Arbeitsplätzen, in Fahrzeugen zur Definition des Package und zur Festlegung von Sicherheitsabständen und Schutzabdeckungen zu gefährlichen Teilen verwendet, [12].

3.3.2 Perzentile im Fahrzeugbau [1]

Zur Entwicklung eines Fahrerplatzes nach ergonomischen und anthropometrischen Gesichtspunkten, werden im Fahrzeugbau heute noch zweidimensionale Schablonen des Menschen eingesetzt. Diese sind jedoch nur bedingt für die Fahrzeug-Anthropologie geeignet, da sie ursprünglich allein für die Industrie-Anthropologie gedacht waren. Die Menschen-Schablonen stellen die Größenprofile dar, auf die bestimmte Anteile der Gesamtbevölkerung entsprechend der Körpergröße entfallen. Die Einteilung erfolgt heute international nach Perzentilen. Zur Auslegung von Fahrzeugen wird von der Automobilindustrie im Regelfall der gesamte Bereich zwischen dem 5- und dem 95-Perzentil genutzt. Dieser Bereich umschließt also 90 Prozent der Bevölkerung.

Die genannten 2D-Schablonen stellen eine rein statische Auslegungshilfe dar. Sie berücksichtigen nicht, dass der Mensch im Fahrzeug ein dynamisches System darstellt, denn der Fahrer übt auf seinem Platz eine Tätigkeit aus, die mit Bewegungen und dem Aufbringen von Kräften verbunden ist. Zur Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse im Fahrbetrieb war deshalb die Entwicklung von dreidimensionalen Menschenmodellen notwendig.

In folgender Abbildung ist die Bevölkerungsverteilung durch eine Gauß'sche-Normalverteilung dargestellt. Es wird auch die statistische Größenänderung dargestellt, die sich in den Erhebungsjahren von 1995 bis 2000 eingestellt hat (für den Längenzuwachs der Bevölkerung in Europa). Die Erhebungsdaten werden je nach Region getrennt und bieten dem Konstrukteur die Möglichkeit, im jeweiligen Verkaufsraum auf die statistische Größenverteilung Rücksicht zu nehmen.

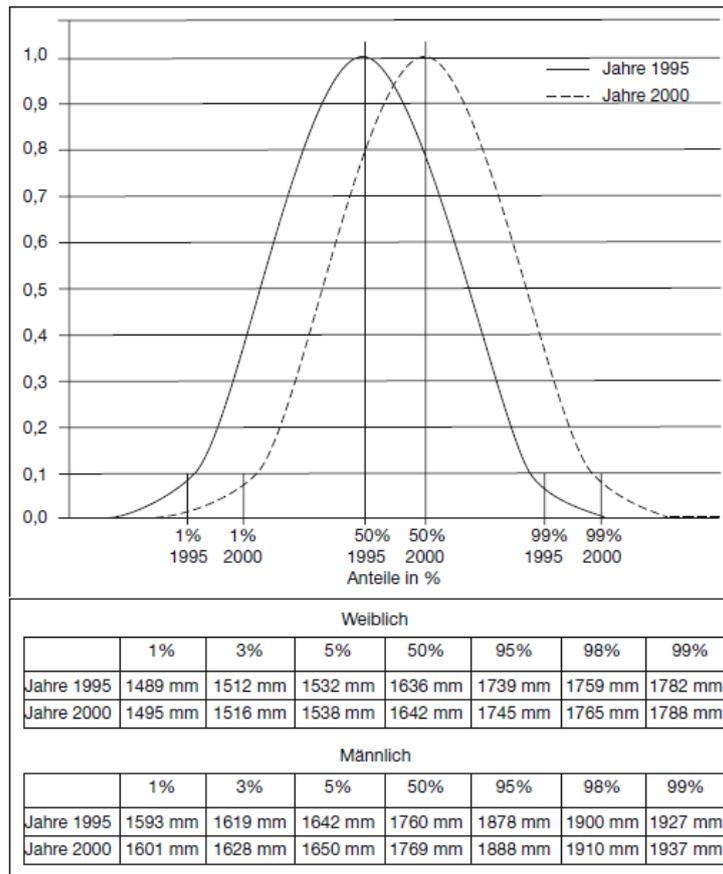


Abbildung 3.38: Bevölkerungsnormalverteilung und ihre Änderung über der Zeit [1]

3.3.2.1 Drei charakteristische SAE-Perzentile

Wie oben erwähnt werden im Fahrzeugbau charakteristische Perzentile verwendet, um die gängigen Ergonomie- und Sicherheits-Untersuchungen durchzuführen. Die CAD-Menschenmodelle bestimmter Perzentile werden auch Manikins genannt. Im Regelfall kommen die folgenden Modelle zur Anwendung:

5-Prozent-Frau

5-Perzentil: 5 Prozent der weiblichen Bevölkerung sind kleiner oder gleich diesem Maß, 95 Prozent sind größer.

50-Prozent-Mann

50-Perzentil: 50 Prozent der männlichen Bevölkerung sind kleiner oder gleich diesem Maß, 50 Prozent sind größer.

95-Prozent-Mann

95-Perzentil: 95 Prozent der männlichen Bevölkerung sind kleiner oder gleich diesem Maß, 5 Prozent sind größer.

3.3.2.2 Hybrid-3-Dummy

Dieser Dummy wurde entwickelt, um Untersuchungen mit einem realistischen Menschenmodell im Crashfall zu durchführen zu können. Im Jahre 1976 wurde von General Motors der erste H3-Dummy vorgestellt, welcher dem Größenprofil eines 50-Prozent-Mannes entsprach. Mittlerweile gibt es eine H3-Dummyfamilie mit den Perzentilen eines 95-Prozent-Mannes, eines 50-Prozent-Mannes, einer 5-Prozent-Frau und zwei weitere Dummies, die Kinder im Alter von drei und sechs Jahren darstellen. Der in dieser Arbeit entwickelte H3-Dummy entspricht den Größenverhältnissen eines 50-Prozent-Mannes.

3.3.3 Definitionen

In den folgenden Punkten werden Definitionen beschrieben, die für die Konstruktion der Manikins von Bedeutung sind. In den Abbildungen 3.39 und 3.40 sind die Punkte und Linien aus den folgenden Definitionen, ergänzend zum Gesetzestext, bildlich dargestellt.

HPM

Eine HPM (H-Punkt Maschine) wird verwendet, um spezifische Punkte und Dimensionen im Fahrzeug-Innenraum zu ermitteln. Der H-Punkt ist die wichtigste Charakteristik, die in dieser Untersuchung ermittelt wird. Um den H-Punkt zu ermitteln, gibt es drei unterschiedliche Typen. Diese sind die originale H-Punkt Maschine (HPM) und die 2D-Sitzschablone nach SAE J826 [19], die neue H-Punkt Maschine (HPM-II) definiert in SAE J4002 [18] und das H-Punkt Design Tool (HPD) definiert in der SAE Norm J4004 [22]. Die HPM und HPM-II sind physische Prüfkörper, die für Untersuchungen eingesetzt werden. Die HPD ist ein CAD-Modell, das zur Innenraumentwicklung eingesetzt wird, [2].

Accelerator Heel Point (AHP)

A point on the shoe located at the intersection of the heel of shoe and the depressed floor covering, when the shoe tool is properly positioned. (Essentially, with the ball of foot contacting the lateral centerline of the undepressed accelerator pedal, while the bottom of shoe is maintained on the pedal plane). (Abbildung 3.39)

Ball of Foot (BOF)

A point on the lateral centerline of the shoe 200mm (J4002 [18] and J4004 [22]) from the heel (HOS). (Abbildung 3.39). NOTE—For pedals designed according to SAE J826 [19] and J1516 [20], a distance of 203mm from BOF to AHP is permitted.

Bare Foot Flesh Line

A line in side view, 6.5 degrees from the bottom of shoe. The origin of the angle is 286.9 mm forward of the heel of shoe on a line from AHP through the BOF.

Bottom of Shoe (BOS)

The underside of the shoe, used in side view to establish planes or angles. Only the flat section of the BOS, from AHP to BOF, is of concern. NOTE—For the shoe described in SAE J826 [19], construct the flat section by connecting the AHP to BOF.

Floor Plane and Floor Plane Angle (FPA)

A plane normal to the Y-Plane, established by the bottom of shoe contacting the floor, with the heel of shoe on the depressed floor covering at the floor reference point. The floor plane angle is the angle of the floor plane measured from the horizontal.

Floor Reference Point (FRP) - Passengers

FRP is established using the shoe of an H-point device. It is the intersection of the heel of shoe and the depressed floor covering, with the bottom of shoe resting on the depressed floor covering. It is determined within 127mm to either side of centerline of occupant, with the shoe and/or lower leg segment moved forward to rest against the seat in front (contacting the underseat structure, lower portion of the seat back trim, etc.). (Abbildung 3.39)

NOTE 1—For long-coupled seating, the FRP and FPA are established using a maximum ankle angle of 130 degrees.

NOTE 2—The HPM-II lower leg may be attached to the shoe and detached from the H-point device to aid in positioning the shoe when determining the FRP. No interference is permitted below the ankle pivot circumference. Interference above the ankle pivot circumference is ignored.

NOTE 3—For short-coupled seating, where the shoe cannot be fitted between the seats, the rear of the shoe is moved as far rearward as possible, with the front of the shoe intruding into the preceding seat trim and/or structure.

Heel of Shoe (HOS)

A point on the shoe tool, located at the lateral centerline, bottom-back of the shoe.

Pedal Plane

A plane normal to the Y-Plane. Established for the undepressed accelerator in its design position.

(1) Flat Pedals: The pedal plane is the same plane as the pedal face.

(2) Curved Pedals: The pedal plane is established by finding a tangent on the accelerator surface at a 200mm (J4002 [18]) straight line distance from the depressed floor covering. If the shoe tool is used, the pedal plane is defined by the bottom of the shoe when the heel of shoe is at the AHP, and the ball of foot is contacting the undepressed accelerator. (Abbildung 3.39)

NOTE—For designs based on SAE J826 [19] and J1516 [20], the carryover pedal plane and pedal plane angle established with the theta equation is permitted. In this case the BOF does not have to contact the undepressed accelerator pedal surface.

Pedal Reference Point (PRP)

The point on the accelerator pedal lateral centerline where the ball of foot contacts the pedal when the shoe is properly positioned (heel of shoe at AHP, bottom of shoe on pedal plane). If a pedal plane based on SAE J826 [19] and J1516 [20] is used, the BOF point shall be taken as the PRP. The PRP is a key landmark for occupant packaging. Several SAE tools are positioned relative to the PRP (e.g., Eyellipses, SgRP).

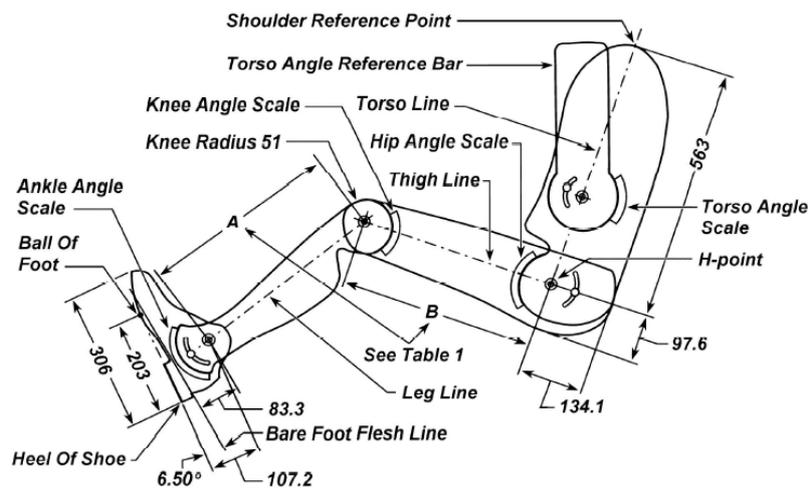


Abbildung 3.39: Schablone der SAE H-Punkt-Maschinen [19]

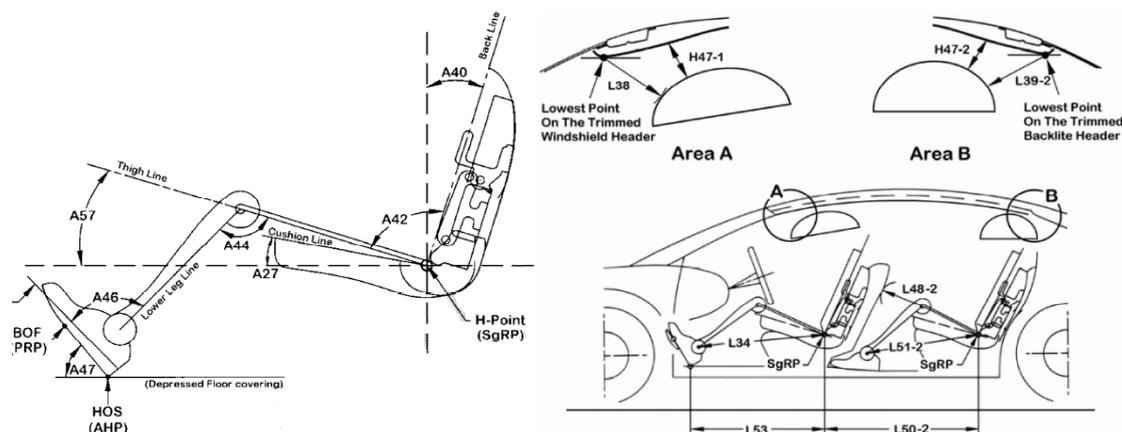


Abbildung 3.40: SAE Dummy - Standardisierte Abmaße nach SAE J1100 [2]

3.3.4 Konstruktionsmethodik

3.3.4.1 Allgemein

Die Aufgabenstellung bestand darin, Dummies für die vordere und die hintere Sitzreihe zu entwickeln. Es handelt sich hierbei eigentlich um das gleiche Modell, jedoch sind die Namen der Maße in der Richtlinie von SAE J1100 [2], für die vordere und die hintere Sitzreihe unterschiedlich definiert.

Wie im Kapitel 3.3.2.1 erklärt, wurden die drei, für den Fahrzeugbau charakteristischen Perzentile, modelliert. Diese sind die 5-Prozent-Frau, der 50-Prozent-Mann und der 95-Prozent-Mann.

Da die Konstruktionsmethodik dieser drei Perzentile ein und dieselbe ist, wird im folgenden Kapitel die Vorgangsweise am Beispiel des 50-Prozent-Mann Perzentils erklärt. Analog sind die anderen Manikins aufgebaut.

Als Konstruktionsgrundlage für die Größenverhältnisse wurde die SAE 2D-Sitzschablone verwendet, siehe Abbildung 3.39. Die Maße der zu entwickelnden Perzentile wurden aus dem Standard SAE J826 [19] entnommen.

Zu diesen drei Manikins wurde des Weiteren noch ein H3-Dummy für Crash-Untersuchungen modelliert. Dieser Dummy besitzt zusätzlich zu den Geometrien der 2D-Schablone noch die Geometrie der Knie und Schienbeine. Weiters wurde dieses Modell zusätzlich noch mit einer Kinematik ausgestattet, das zur Untersuchung von zwei unterschiedlichen Szenarien verwendet wird. Einerseits wird das Vorrutschen des Dummy-Modells auf dem Sitzkissen im Fall eines Frontcrashes untersucht. Hierbei sind Knie und Schienbeingeometrie relevant, da die Abstände zum Armaturenbrett gemessen werden. Andererseits werden durch das Vorklappen des Torsos im Frontcrash Abstände zwischen der Kopfellipse und der Dachstruktur gemessen. Vom Industriepartner wurde als Größenprofil für die Crash-Untersuchungen das des 50-Prozent-Mannes festgelegt.

3.3.4.2 SAE Manikin

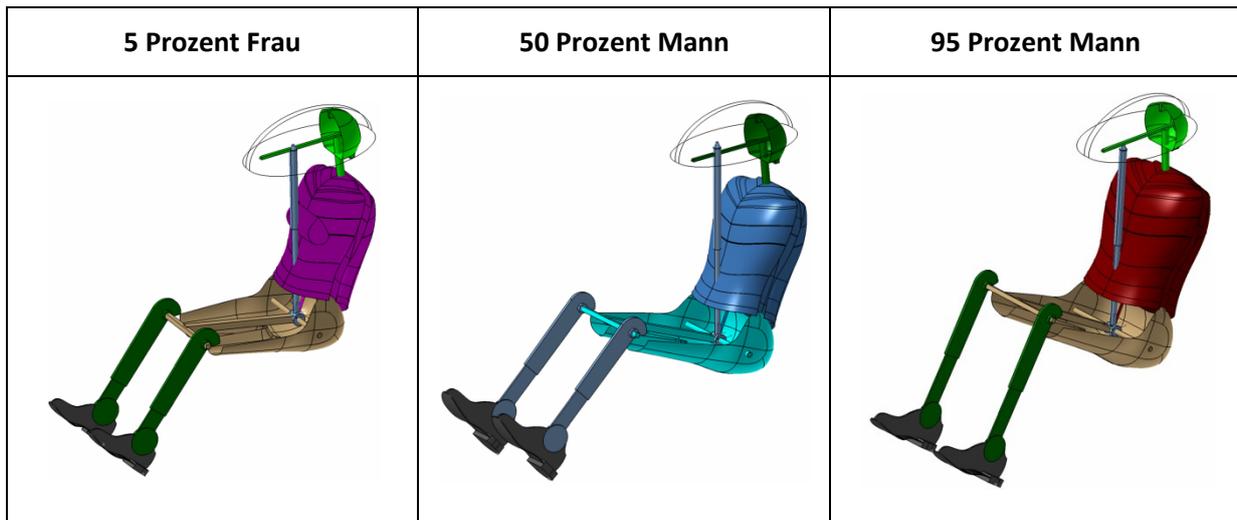


Tabelle 3.16: CATIA – SAE Manikin-Übersicht

In der folgenden Abbildung ist der Strukturbaum des 50-Prozent-Mannes ersichtlich. Alle beweglichen Komponenten wurden als einzelne Teile erzeugt, welche im Strukturbaum ersichtlich sind. Die Steuerung des Modells funktioniert ebenfalls von oberster Parameterebene aus.

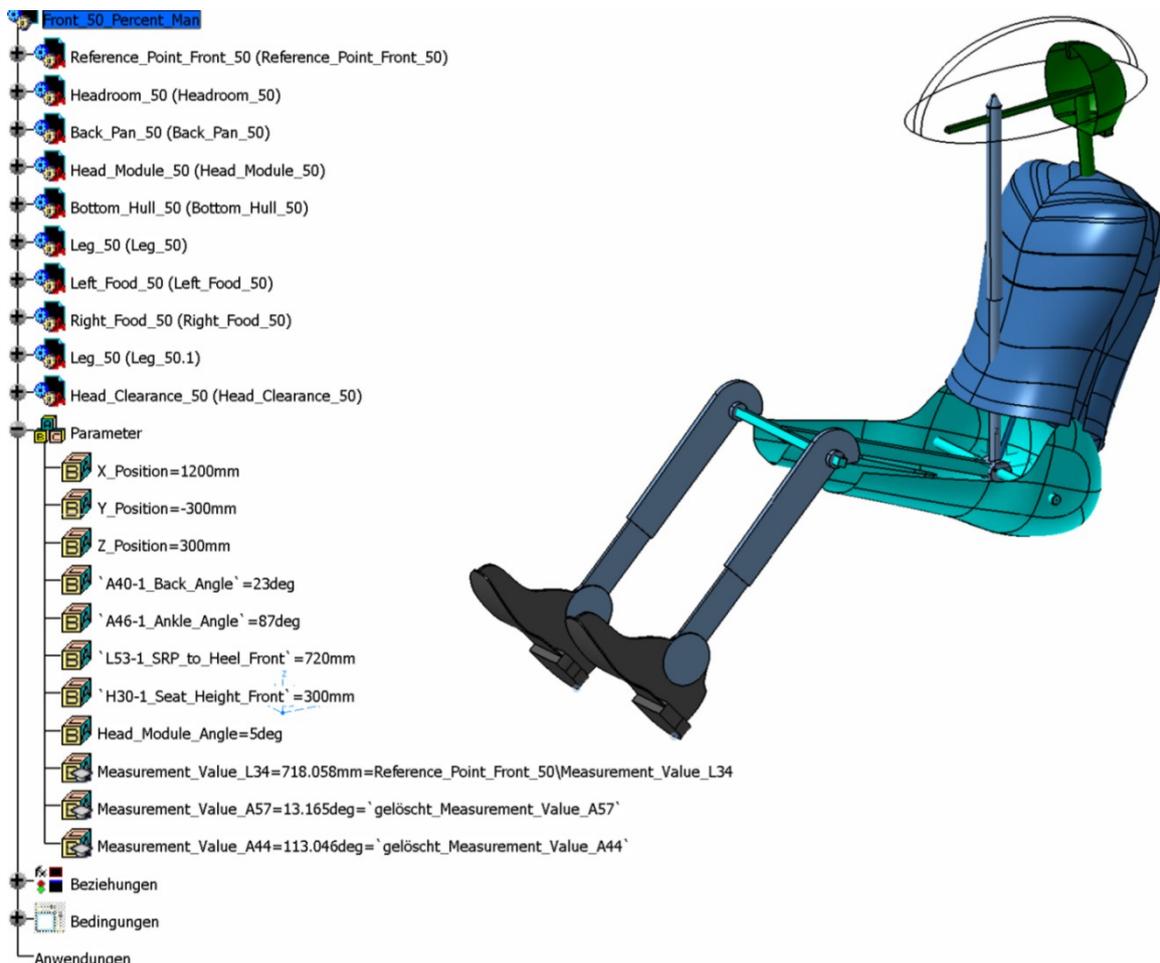


Abbildung 3.41: CATIA – SAE Manikin Strukturbaum

3.3.4.2.1 Steuerskizze

Abbildung 3.42 zeigt das Referenzskelett des Manikins. Diese Skizze ist am SRP positioniert und befindet sich im Bauteil „Reference_Point“. In dieser Skizze sind alle charakteristischen Maße abgebildet, die durch die SAE-Richtlinie im vorigen Kapitel definiert wurden. Diese Richtlinie bietet eine sehr gute Basis zum Aufbau und zur Steuerbarkeit des CAD-Modells. Dieses Steuerskelett wird als Grundlage für die Konstruktion aller weiteren Bauteile verwendet.

Um die erzeugten Bauteile zueinander zu positionieren, wurden Baugruppenbeziehungen verwendet. Neben der Steuerung von Maßen in der Steuerskizze werden auch Referenzmaße verwendet, die Messwerte an den Konstrukteur zurückgeben. Diese Messwerte, welche in der Abbildung unten in Klammern dargestellt werden, werden an die oberste Parameterebene weitergegeben und dort angezeigt.

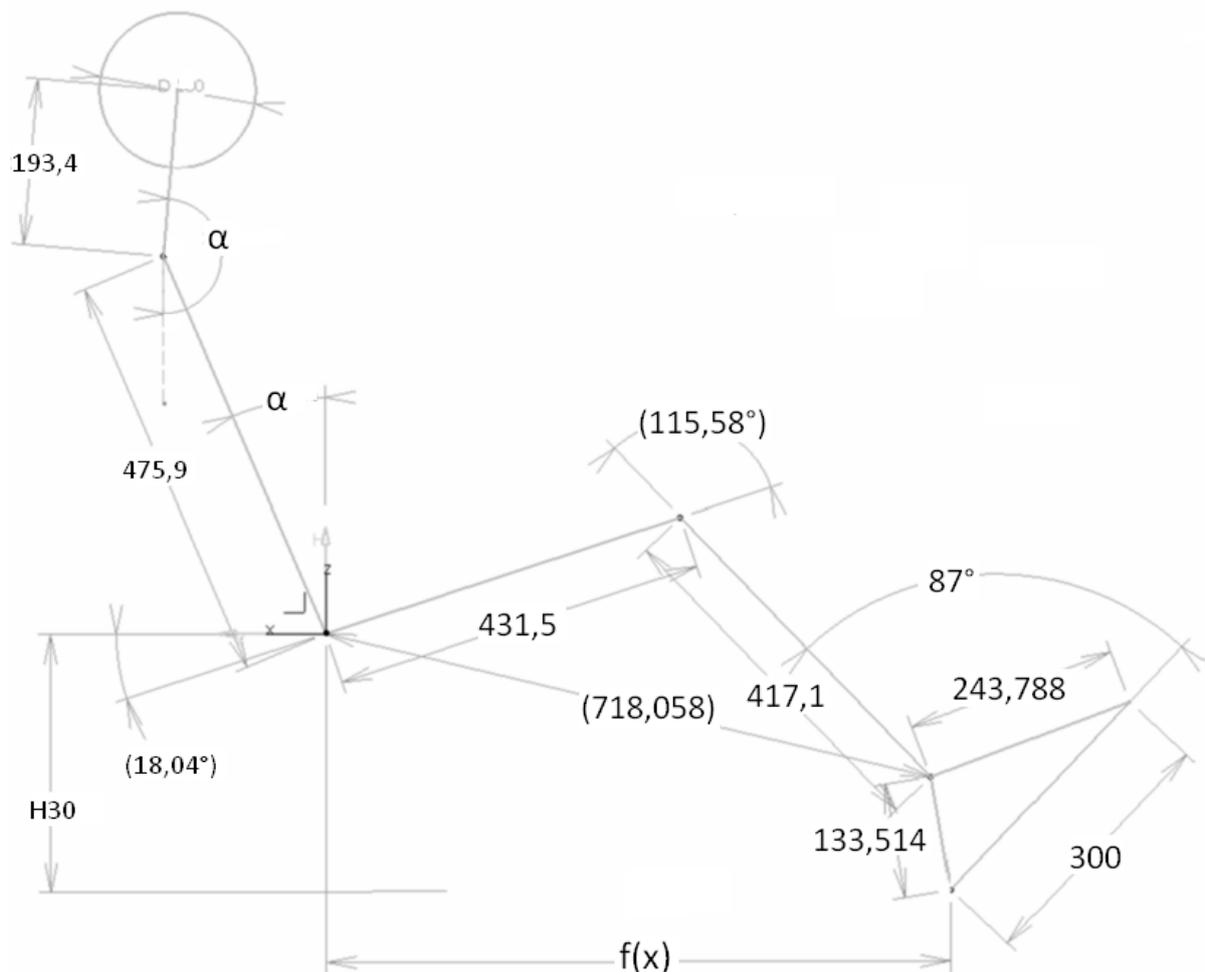


Abbildung 3.42: CATIA - SAE Manikin - Skelett

Um einen Überblick über die Parameter zu geben mit welchen das Modell bedient wird, werden in der folgenden Tabelle die verwendeten Parameter kurz erklärt. Die Parameternamen entsprechen jenen der SAE-Standards und sind in der Steuerskizze eingetragen.

In Abbildung 3.40 und 3.39 können die Namen und Positionen der Messwerte eingesehen werden.

„X_Position“	Eingabe des SRP in X/Y/Z – Richtung. Die Koordinaten werden vom Standard-CATIA-Koordinatensystem aus gemessen.
„Y_Position“	
„Z_Position“	
„A40_Back_Angle“	Torsowinkel gemessen zur Vertikalachse
„A46_Ankle_Angle“	Winkel von Fußsohle zur Achse des Unterschenkels
„L53_SRP_to_Heel“	Abstand vom SRP zur Ferse
„H30_Seat_Height“	Sitzhöhe gemessen zwischen SRP und Bodenplatte
„Head_Module_Angle“	Winkel des Kopfes gemessen zur Vertikalachse
„Measurement_Value_L34“	Gemessener Abstand zwischen Knöchel und SRP
„Measurement_Value_A57“	Gemessener Winkel der Oberschenkelachse zur Horizontalachse
„Measurement_Value_A44“	Gemessener Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel

Tabelle 3.17: SAE Manikin – Parametererklärung

Die Parametrisierungsstrategie wurde schon in vorhergehenden Kapiteln besprochen, somit wird diese in diesem Kapitel nicht näher betrachtet. Da es sich bei den Körpergeometrien der Manikins um starre Einzelkörper handelt (nicht mehr parametrisch-assoziative Geometrien), wird deren Konstruktionsweise nicht näher erläutert. Somit werden Elemente wie Torso, Hüftschale, Beine, Füße, Ellipsoid der Kopffreiheit und Kopf nicht mehr weiter im Detail erklärt.

3.3.4.2.2 2D-Schablonen als Außengeometriegrundlage

Auf Basis der vom Projektpartner übergebenen 2D-Sitzschablonen, die den SAE-Standards entsprechen, entstand das Design der Außenkonturen der Manikins. Fehlende Maße wurden aus der SAE-Richtlinie SAE J826 [19] entnommen.

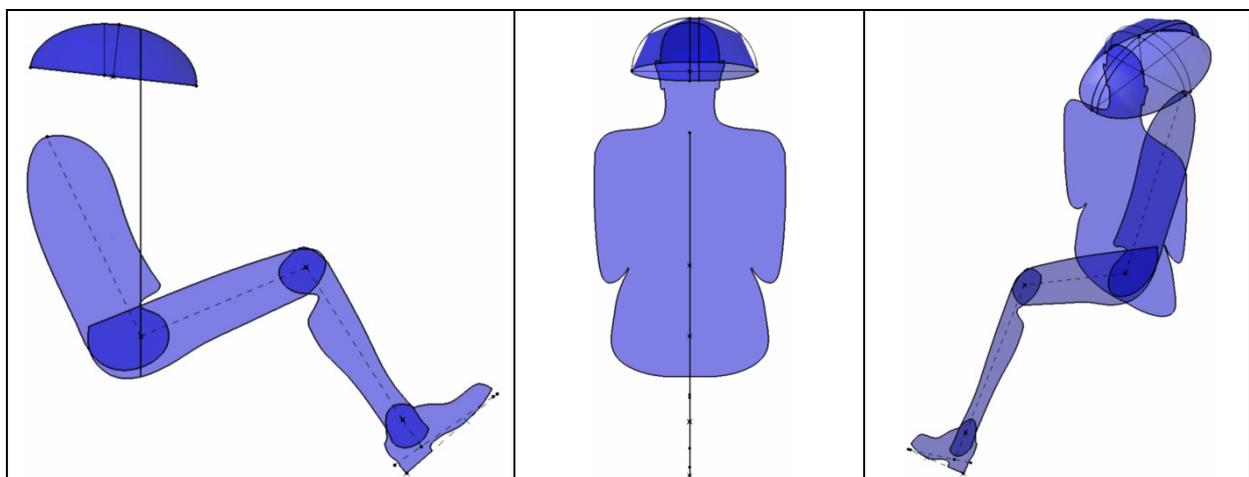


Tabelle 3.18: CATIA – 2D Schablone - SAE Manikins

3.3.4.3 Hybrid-3-Dummy

Der entwickelte H3-Dummy entspricht im Wesentlichen den Geometrien des 50-Prozent-Manikins. Die ergänzte Geometrie von Schienbein und Knie stellt die Untersuchungsgeometrien des Dummies dar, die jenem eines H3-Dummy entsprechen. Da das detaillierte H3-Dummy-Modell des Projektpartners erst in einer fortgeschrittenen Projektphase übergeben wurde, wurden die Abmaße für die relevanten Geometrien an einem physisch vorhandenen H3-Dummy-Modell abgemessen und in das CAD-Modell übertragen. Der vom Industriepartner gelieferte H3-Dummy wurde erst im nächsten Kapitel zur eBTD-Untersuchung herangezogen, um den Hüftbereich zu modellieren.

In der nachfolgenden Abbildung ist der Strukturbaum des H3-Dummy zu sehen. Die Aufbauweise ist ident mit jener der SAE Manikins, womit an dieser Stelle auf eine nähere Erklärung der schon erwähnten Parameter und der Konstruktionsweise verzichtet wird. Allerdings wurde dem Modell des H3-Dummy, zu den Parametern des SAE-Manikin, noch ein weiterer hinzugefügt. Dieser Parameter ist für die Kinematik relevant, da dieser den Winkel der Sitzkissenlinie steuert, die die Rutschrichtung am Sitzkissen widerspiegelt.

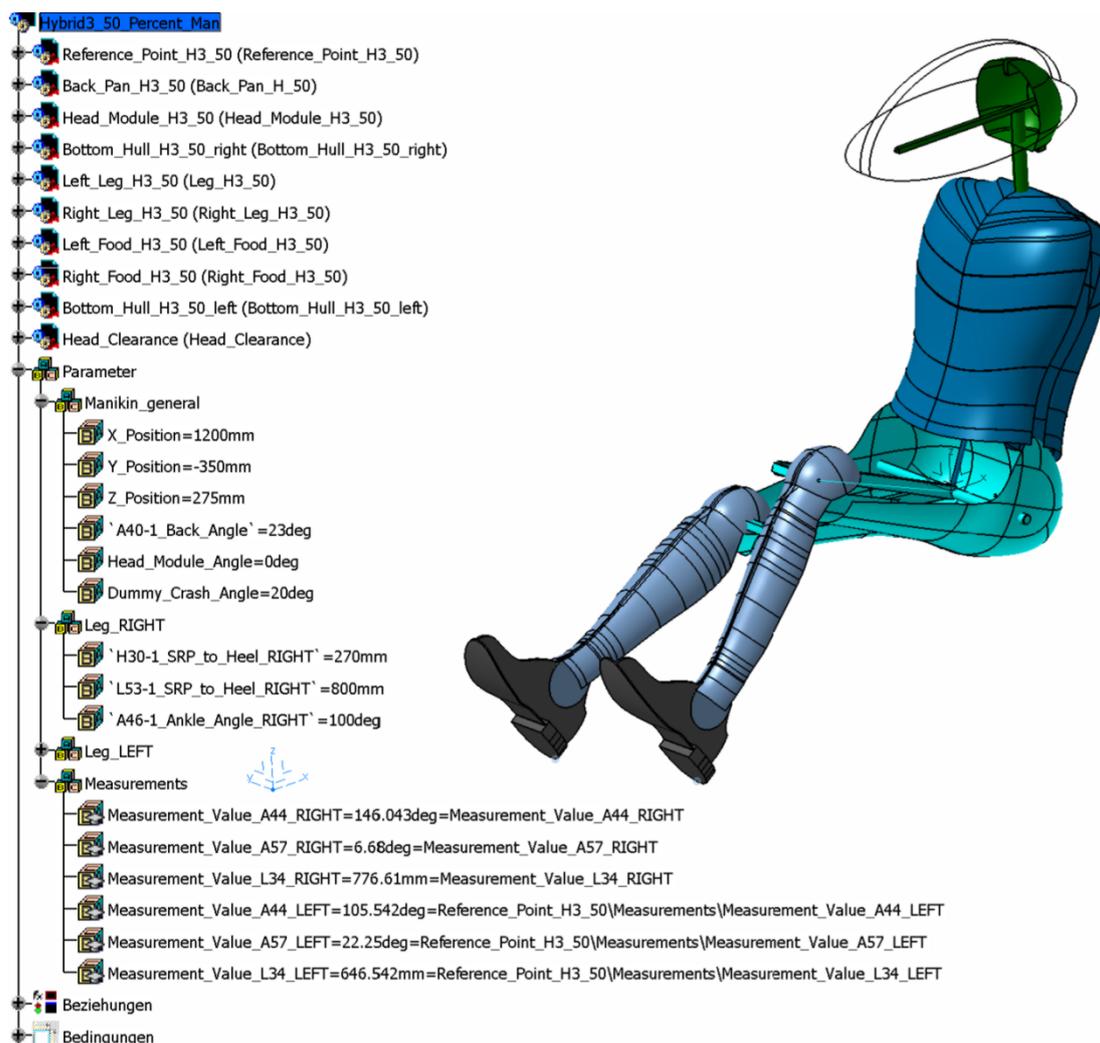


Abbildung 3.43: CATIA - Hybrid 3 Dummy Strukturbaum

3.3.4.3.1 Kinematik

Zum Problem, im Falle eines Frontcrashes, können Knie und Schienbeine werden, wenn sie an die Armaturen anstoßen. Aus diesem Grund wurde dieser H3-Dummy um ein Kinematik-Modul erweitert, welches dem Benutzer erlaubt, Abstandsmessungen zu relevanten Geometrien durchzuführen. Die Richtungsvektoren der Verstellmöglichkeiten sind in Abbildung 3.44 ersichtlich.

Untersuchungsmöglichkeiten:

- Vorrutschen des Dummy im Sitzkissenwinkel: Abstände von Knie und Schienbein zu den Armaturen werden gemessen.
- Vorklappen des Torsos: Kopffreiheit des Dummy zur Dachstruktur wird überprüft.

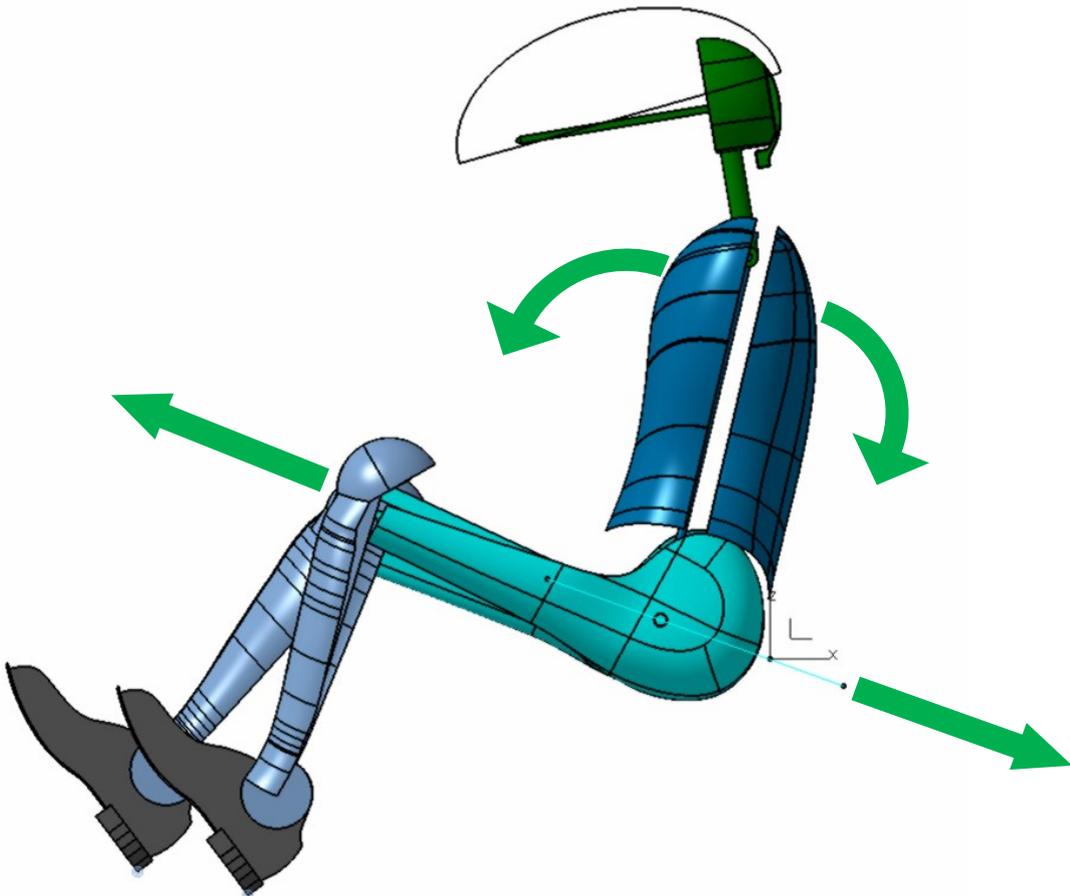


Abbildung 3.44: CATIA - H3-Dummy Kinematik

3.4 Parametrisierte Gurtverlaufs Untersuchung - eBTD

3.4.1 Allgemein

Transportation Canada, eine dem kanadischen Transportministerium zugeordnete Institution, hat auf Basis der SAE H-Punkt-Messmaschine (SAE J826 [19]) das sogenannte BTM (Belt Fit Test Device) entwickelt. Mit Hilfe dieses physischen Prüfkörpers wird der Verlauf von Sicherheitsgurten in Fahrzeugen analysiert und unter Sicherheitsgesichtspunkten bewertet. Positive Tests mit diesem Prüfkörper sind seit dem Jahr 2006 Bestandteil der Zulassungsvoraussetzungen von Fahrzeugen für den kanadischen Verkaufsmarkt. Das BTM besteht aus der Nachbildung eines Brustkorbs und des Hüftbereiches eines Menschen. Der Torso und die Hüftschalen repräsentieren die Dimensionen des 50. Perzentil eines erwachsenen Kanadiers und wurden mit Skalierungen an Schlüsselbein, Brustbein und Hüftbereich versehen. Durch die Platzierung des BTM im Fahrzeug kann dann der exakte Gurtverlauf ermittelt werden. Das Ergebnis kann danach mit einer Reihe von Passformkriterien verglichen werden. Diese Passformkriterien wurden eingeführt, um das Risiko ernsthafter Gewebe- und Organschäden, die im Crashfall durch den Gurt verursacht werden können, zu verringern. Ist der Test mit dem BTM negativ, d. h. verläuft der Gurt nicht innerhalb der vorgegebenen Skalierungen und somit außerhalb der Sicherheitswerte, wird das Fahrzeug nicht für den Betrieb auf kanadischen Straßen zugelassen, [13].

Da physische Tests mit der SAE HPM im Entwicklungsprozess kosten- und zeitintensiv sind, entstand der Bedarf an einer virtuellen Integration dieses Evaluierungsprozesses in den CAD-Entwicklungsprozess. Das Ziel lag darin, ein digitales Zertifizierungs-Werkzeug zu schaffen, welches die physische BTM-Untersuchung ablösen sollte.

Zu diesem Zweck wurde ein Konsortium aus drei wichtigen Akteuren gebildet:

- Transportation Canada als Gesetzgeber,
- die Automobil Industrie, zusammengesetzt aus den führenden Automobilherstellern und
- Interessensgruppen wie Human Solutions und Auto Alliance, welche als Joint Working Group bezeichnet wurden.

Im Juli 2006 wurde dann zwischen Transportation Canada und den Vertretern der Automobilindustrie das MOU (Memorandum of Understanding) abgeschlossen, welches ein Übereinkommen über die Durchführung der Zertifizierung war, siehe Abbildung 3.45.

Einige wichtige Vereinbarungen dieses Abkommens waren:

- BTD und eBTD Zertifizierungs-Vorschriften.
- Nur Prüfung von Vordersitzen für Fahrzeuge bis 3856kg.
- Zufriedenstellende Qualität der eingesetzten Untersuchungssoftware.
- Technisches Rahmenwerk der Untersuchung.
- Jährlicher Bericht an Transportation Canada.

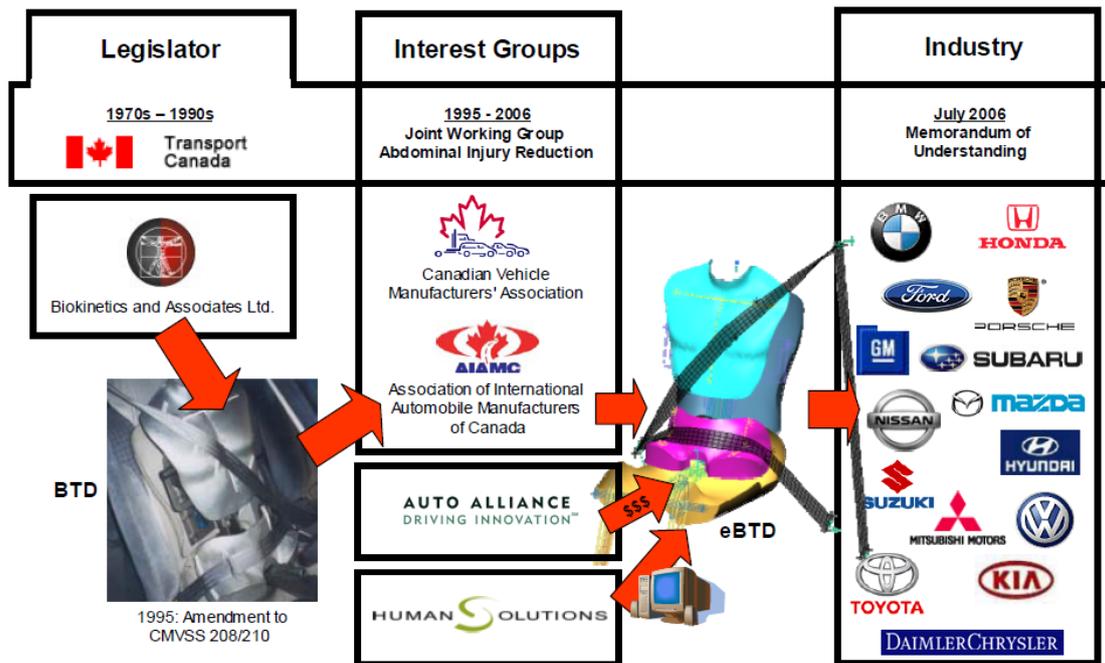


Abbildung 3.45: Kooperationspartner und Projekt des eBTD [14]

Die entwickelte Software ist unter dem Namen „RAMSIS - Electronic Belt Fit Test Device“ zu finden, welche unter den Automobilherstellern auch weitverbreitet im Einsatz ist.

RAMSIS – Electronic Belt Fit Test Device

An dieser Stelle wird ein Überblick über die Arbeitsweise dieses Untersuchungstools gegeben, da dies zur Methodenentwicklung des eBTD-Moduls der vorliegenden Diplomarbeit von Bedeutung ist.

Um RAMSIS – eBTD zu entwickeln, wurden eine Reihe von Vereinfachungen getroffen: [14]

- Das Gewicht des Gurtbandes und der Verankerungen ist vernachlässigbar im Vergleich zu den Zugkräften.
- Die Reibung zwischen Gurtband und Kontaktflächen ist vernachlässigbar.
- Temperatur und andere Umgebungseinflüsse haben keinen Einfluss auf das Ergebnis.

Die Funktionsweise der Software basiert im Wesentlichen auf drei Komponenten:

- Ein Federnetzwerk das den Gurtverlauf darstellt.
- Verankerungspunkte mittels eines kinematischen Bewegungsverlaufes.
- CAD-Modell des BTB.

Zur Arbeitsweise mit dem RAMSIS-eBTD-Tool:

Man beginnt mit dem Import des Flächenmodells des BTB in die Software. Es kann dann zwischen einer Vielzahl von Verankerungen und Parametern gewählt werden, die den Gurtverlauf beeinflussen. Sind alle wichtigen Einstellungen getroffen, wird der Gurtverlauf mittels des Federnetzwerkes berechnet, dessen Algorithmus auf dem Kräfteausgleich von Knotenpunkten dieses Netzwerkes besteht. Ein weiterer separater Lösungsalgorithmus wird eingesetzt, um die Beeinflussung des Gurtverlaufes durch den Kontakt zwischen dem betrachteten Knotenpunkt und der BTB-Geometrie zu berechnen.

Anschließend werden die Ergebnisse in einem umfassenden Bericht, über bestandene oder nicht bestandene Prüfkriterien, ausgegeben.

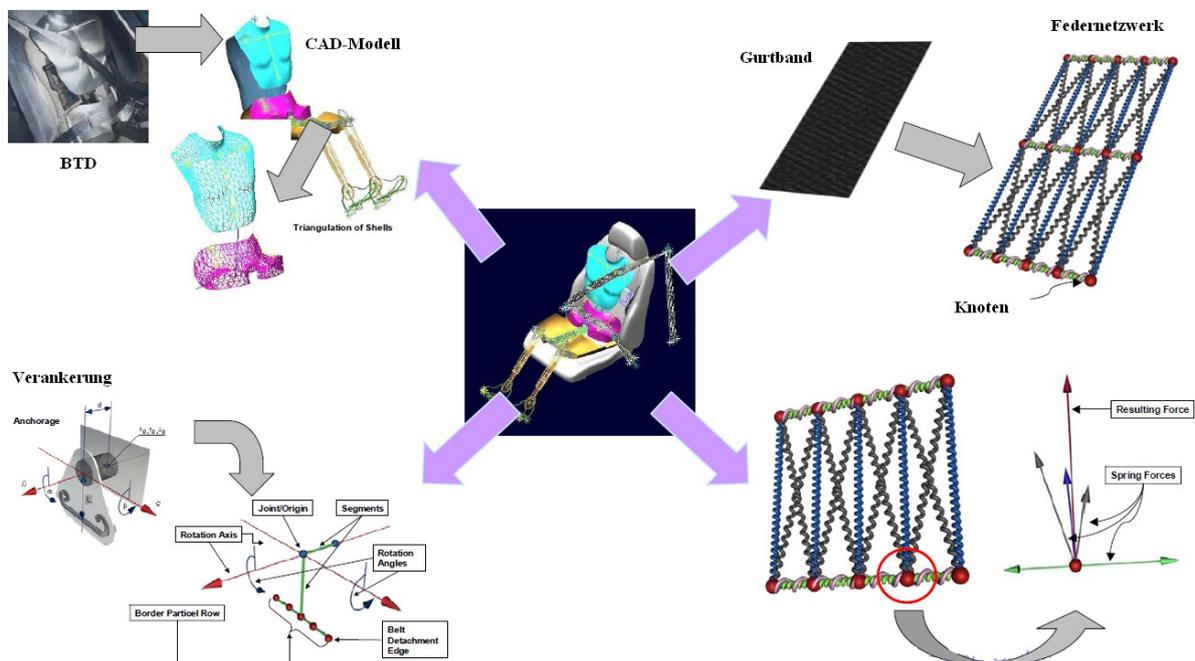


Abbildung 3.46: RAMSIS - eBTD Komponenten und Funktionsweise [14]

3.4.2 Gesetzliche Forderungen – Vereinbarungen mit dem Industriepartner

Es gibt nun eine Reihe von gesetzlichen Anforderungen, welchen der Gurtverlauf genügen muss, soll das entwickelte Gurtpackage eine Zertifizierung erhalten. Da für die Entwicklung dieses Untersuchungswerkzeuges ein sehr kleines Zeitfenster im Projektplan blieb, wurden nur die wichtigsten Prüfkriterien erarbeitet und nach Absprache mit dem Industriepartner so abgebildet.

Getroffene Vereinbarungen mit dem Industriepartner für das eBTD-Tool:

- Der Gurtverlauf wird als reibungsfrei betrachtet.
- Die Sitzgeometrie hat keinen Einfluss auf den Gurtverlauf.
- Der Torso des BTD entspricht dem 50-Prozent-Manikin.
- Die Geometrie des Hüftbereichs entspricht dem H3-Dummy-Modell des Industriepartners.
- Die eBTD-Untersuchung wird an der Sitzverstellfeld-Position unten, Mitte durchgeführt, siehe Abbildung 3.50.
- Untersuchte Gurtunkte sind keine Verankerungspunkte, sondern effektive Umlenkpunkte des Gurtverlaufes.
- Darstellung der Gurtmittellinie und nicht des Gurtbandes.

Gesetzliche Prüfanforderungen

Wie in folgender Abbildung dargestellt, muss sich der Gurtverlauf in folgenden Skalenbereichen befinden. Die Mittellinie des Gurtverlaufs muss die vertikale Brustbeinskala im Bereich zwischen 12cm und 22cm schneiden. Die horizontale Brustbeinskala muss im Bereich zwischen 7cm und 14cm geschnitten werden. Die äußere und innere Beckenskala muss an einem Wert größer als 1,5cm geschnitten werden.

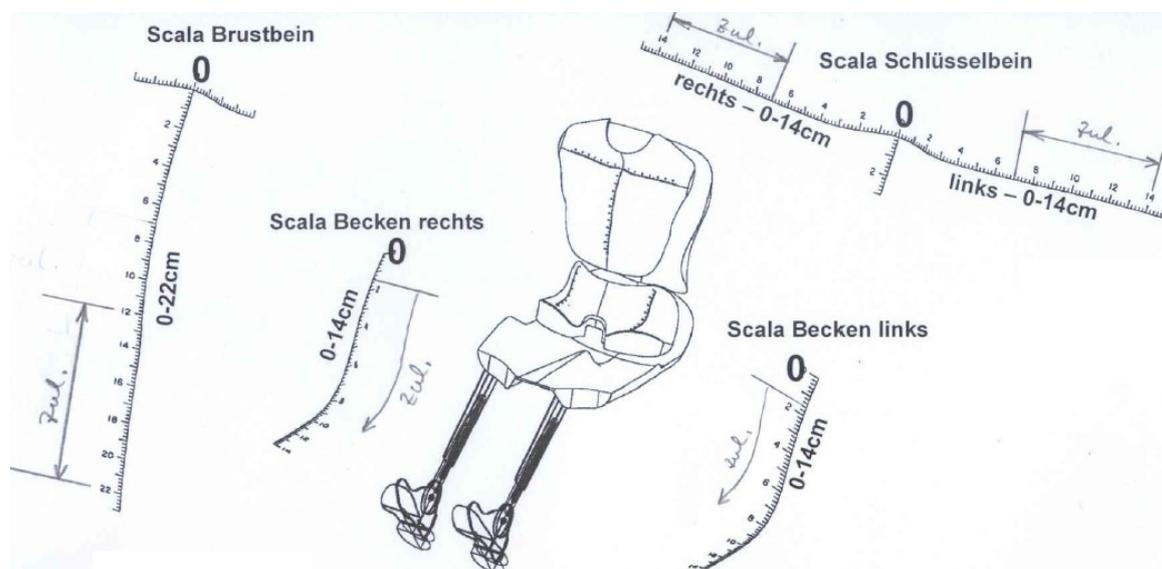


Abbildung 3.47: eBTD – Skalenbereiche [17]

3.4.3 Konstruktionsmethodik Modul-eBTD

Der Grundgedanke für den Aufbau des Modells basiert auf dem Einstellen der minimalen Gurtlänge unter Zugbelastung.

Unter den getroffenen Annahmen aus dem vorigen Kapitel, wird versucht durch manuelle Parametersteuerung die kürzeste Gurtlänge über den Torso oder die Hüfte zu finden.

Der Gurtverlauf wird aufgeteilt in den Torso-Gurt und den Hüft-Gurt. Die Länge des Torso-Gurtverlaufes kann mittels eines Parameters verändert werden und wird manuell so verstellt, bis sich die minimale Gurtlänge einstellt.

Diese beiden Gurtabschnitte werden gemessen und dem Benutzer angezeigt.

Das Modul setzt sich zusammen aus den Referenzen, welche das Sitzverstellfeld und die Positionierung des eBTD-Dummy enthält.

Der eBTD-Dummy wurde auf Basis des H3-Dummy-Modells, aus Kapitel 3.3.4.4, entwickelt. Er setzt sich zusammen aus dem Torso eines 50-Prozent-Manikins und dem Hüftbereich des 50-Prozent-H3-Modells, das vom Industriepartner zur Verfügung gestellt wurde.

Der Gurtverlauf wird aus zwei einzelnen Bauteilen zusammengesetzt, da diese autonom behandelt werden können und dies ein stabileres Modell liefert.

Die Hierarchie in Abbildung 3.48 wurde um eventuelle zukünftige Teilmodule (rot dargestellt) erweitert. Die Integration dieser Modelle wurde im Zuge der vorliegenden Arbeit aus Zeitgründen noch nicht durchgeführt, würde aber in jedem Fall die Untersuchungsqualität des Gurtverlaufes aufwerten.

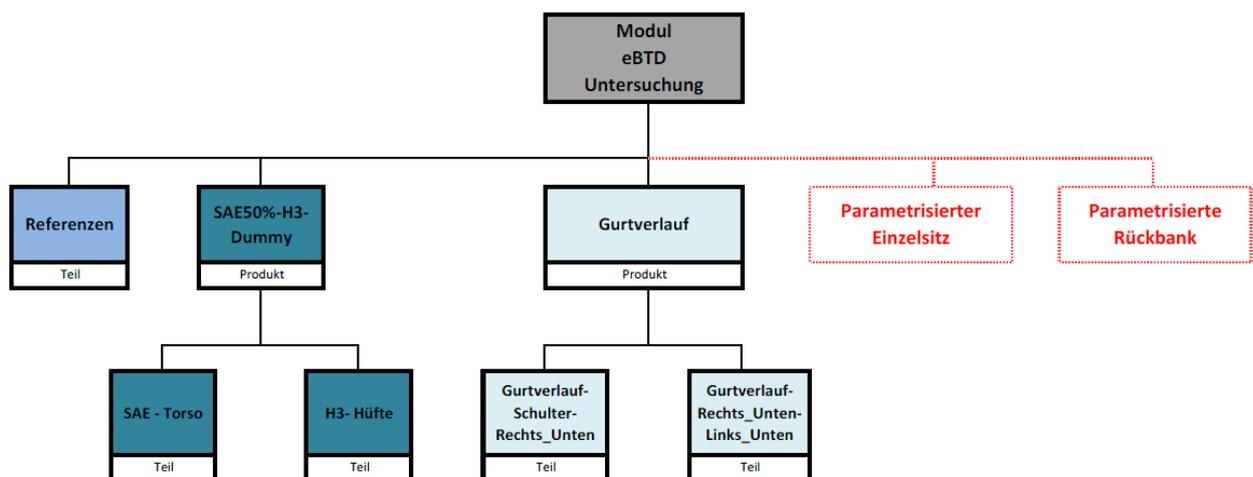


Abbildung 3.48: Hierarchiemodell von Modul eBTD-Untersuchung

3.4.3.1 Modul-eBTD Zusammenbau

Der dargestellte Strukturbaum des CATIA-Modells in Abbildung 3.49 gliedert sich in die dargestellten Komponenten aus Abbildung 3.48. Ebenfalls im Strukturbaum des eBTD-Modells zu sehen sind die Parametersets, die zur Steuerung des Modells notwendig sind. Gelb dargestellt ist die Mittellinie des Gurtverlaufes, die über den Prüfkörper verläuft.

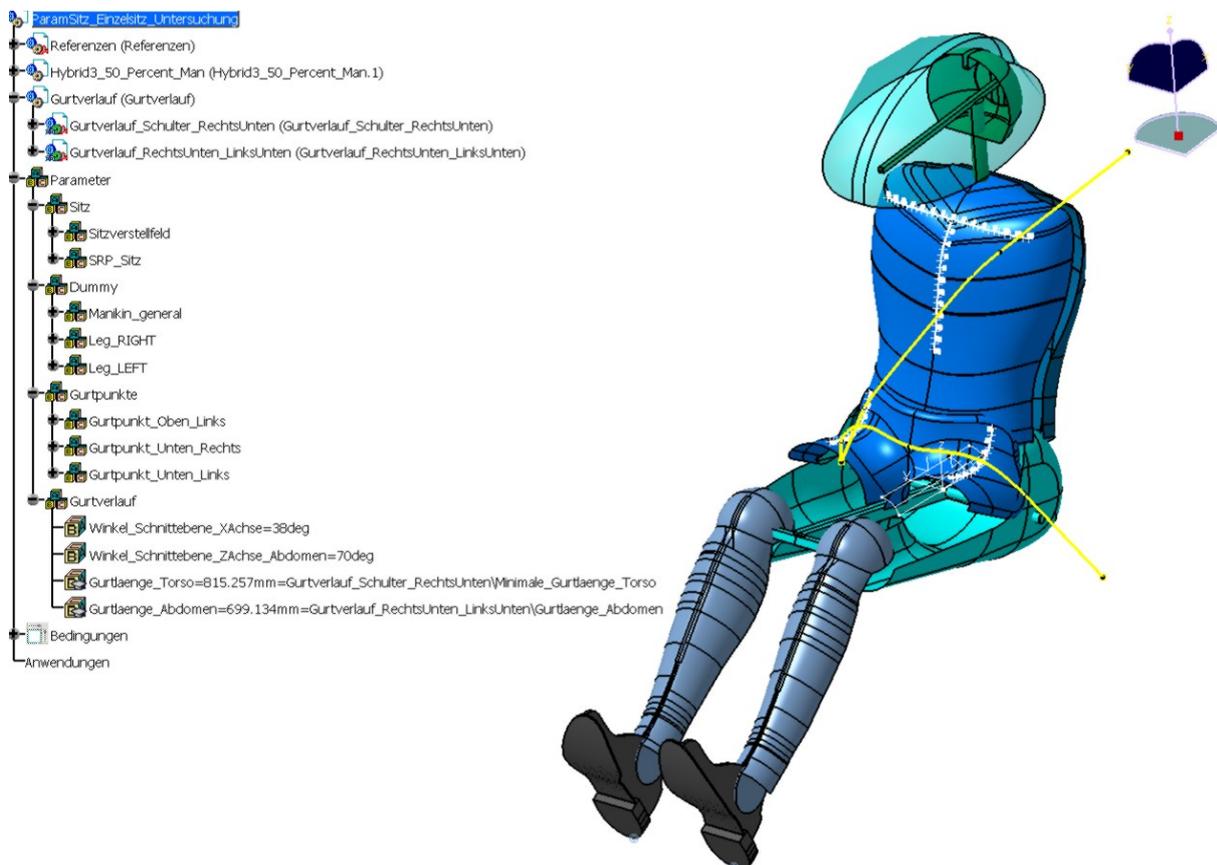


Abbildung 3.49: CATIA – Strukturbaum-Modul eBTD

3.4.3.2 Referenzen und Positionierung

In der folgenden Abbildung ist das CATIA-Modell der Referenzen dargestellt. Erkennbar ist das Sitzverstellfeld, das wie in allen Teilmodulen gleich aufgebaut ist und parametrisch angesteuert wird. Der Punkt „Sitzposition_Unten_Mitte“ ist der gesetzlich vorgeschriebene eBTD-Untersuchungspunkt, welcher deckungsgleich mit dem H-Punkt des eBTD-Dummy ist.

Weiters in den Referenzen enthalten sind die drei charakteristischen Gurtumlenpunkte, die für den Gurtverlauf von Bedeutung sind. Diese Punkte werden ebenfalls mittels Parameter in X/Y/Z- Richtung eingegeben.

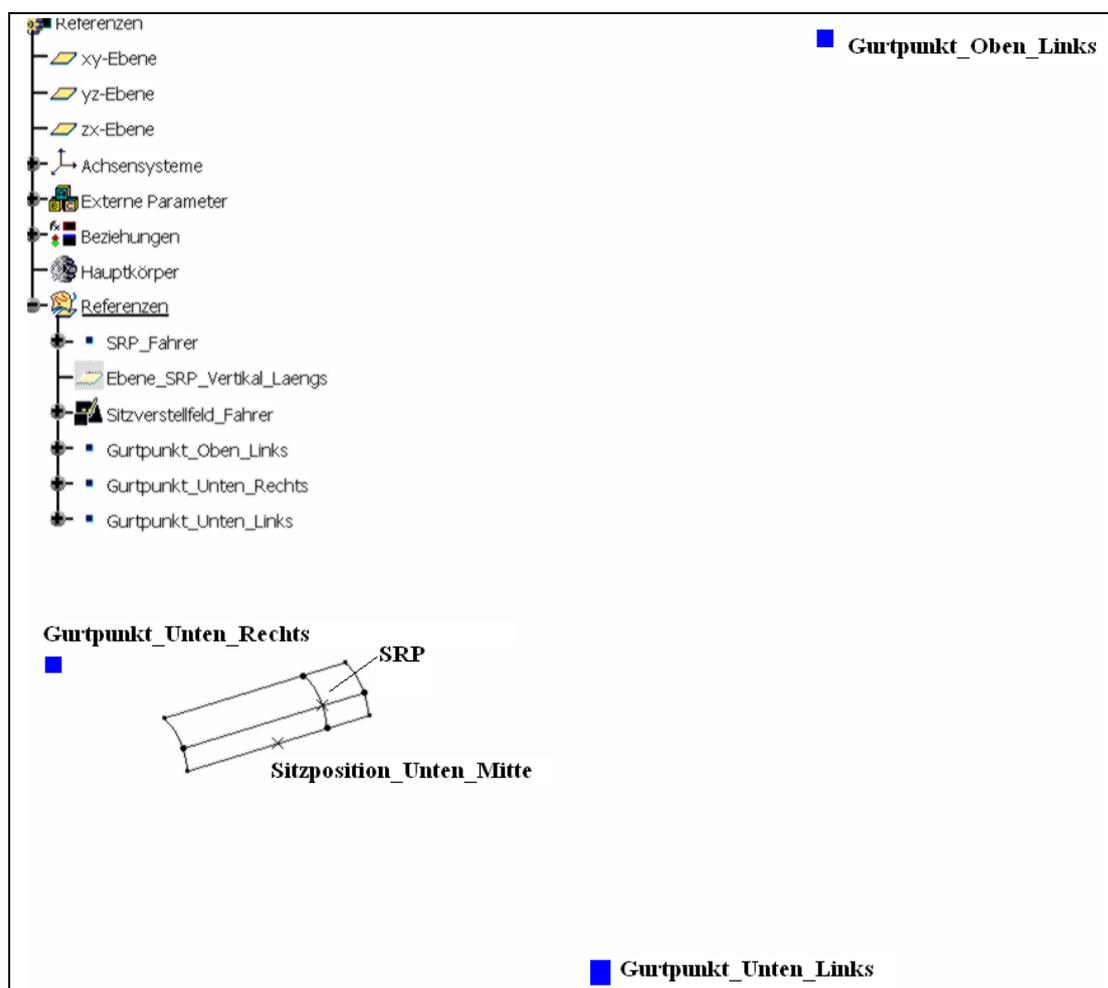


Abbildung 3.50: CATIA – Referenzen von Modul eBTD

3.4.3.3 eBTD-Dummy

Wie erwähnt, entspricht der Torso des eBTD-Dummy dem 50-Prozent-Manikin nach SAE-Richtlinie und der Hüftbereich dem des vom Projektpartner zur Verfügung gestellten H3-Dummy-Modells. Für die Untersuchung wichtig war das Aufbringen der Skalen für die zulässigen Gurtverlaufs-Bereiche. In

der unten stehenden Abbildung sind die Skalen an der Hüfte und am Torso, in Horizontal- und Vertikalrichtung zu sehen.

Da für die exakte Position der Skalen keinerlei Unterlagen zur Verfügung gestellt wurden, wurde die Position der Skalen aus Dokumentationsunterlagen nachgebildet. Eine Verifikation der Skalen-Position durch den Industriepartner wäre in jedem Fall anzuraten. Für die Positionen der vertikalen Torso-Skala und der Hüft-Skalen wurden Parameter eingefügt, mit welchen sich die Skalen auf einfachem Weg positioniert lassen.

In der folgenden Abbildung sind die Skalen ersichtlich, die für die Gurtverlaufs-Untersuchung relevant sind.

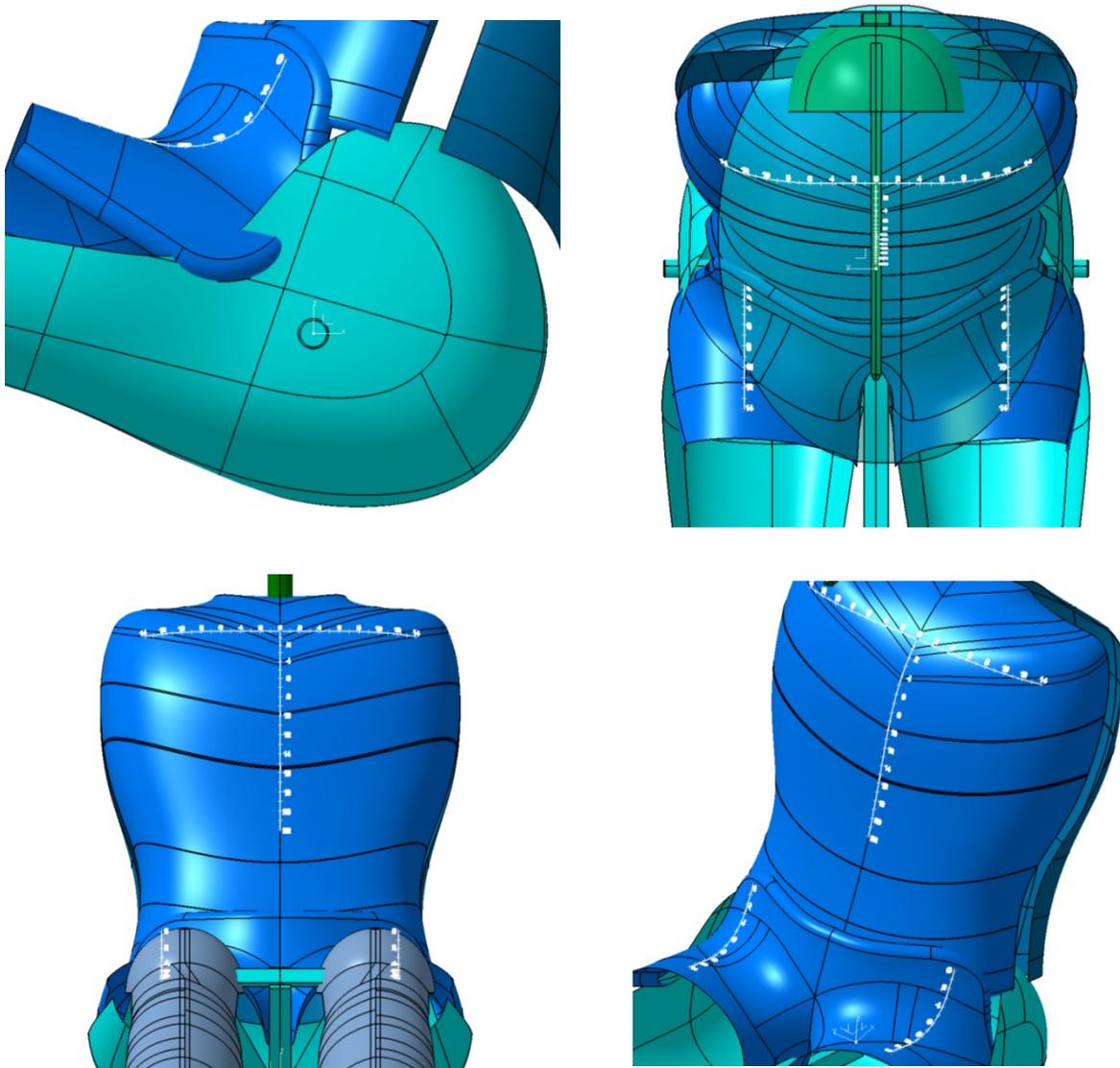


Abbildung 3.51: CATIA – Skalen im eBTD-Modul

3.4.3.4 Gurtverlauf Torso

In der folgenden Abbildung ist eine isometrische Ansicht des Gurtverlaufs über den Torso dargestellt. Im Strukturbaum ist die Torso-Fläche des eBTD-Dummy durch einen externen Verweis in das Bauteil verknüpft. Weiters im Strukturbaum ersichtlich sind die drei Gurtsegmente die gemessen werden und in einem Parameter aufsummiert werden.

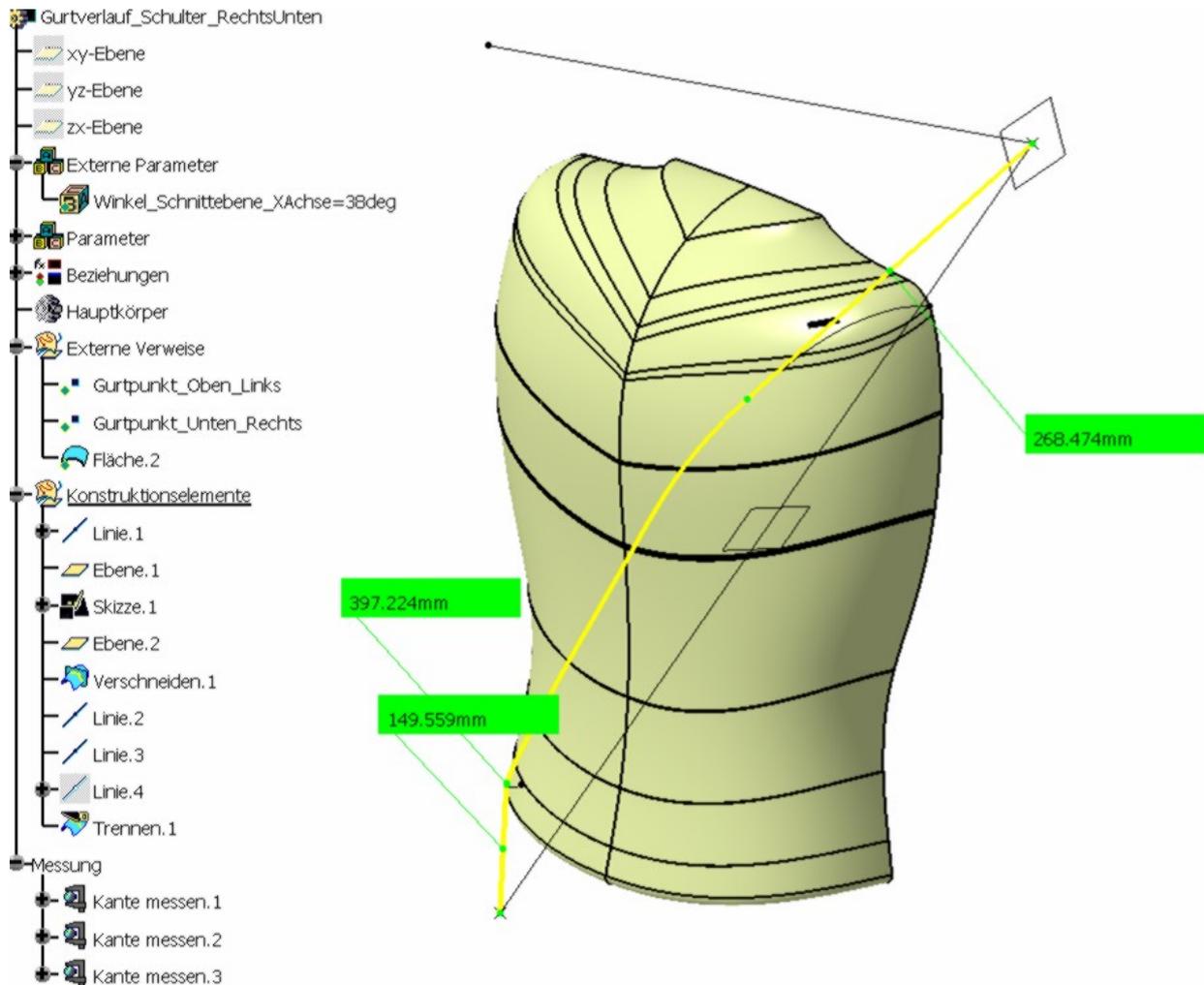


Abbildung 3.52: CATIA - Gurtverlauf Torso

In Abbildung 3.53 ist die Steuerskizze dargestellt, durch welche die Schnittebene gesteuert wird. Diese Schnittebene erzeugt eine Verschneidung mit der Torso-Fläche. Mittels des Parameters „Winkel_Schnittebene_XAchse“ wird der Wert für den Winkel der Schnittebene verändert, wobei ein Parameterwert von 0deg eine Schnittrichtung parallel zur X-Achse bedeuten würde. Je nach Winkeleinstellung wandert der Schnitt über den Torso. Zwischen den Gurtverankerungspunkten und der 3D-Schnittlinie auf dem Torso wurden tangentielle Linien definiert, welche an spezifischen Punkten das Ablösen des Gurtes vom Torso darstellen. Um die Gurtlänge bestimmen zu können, werden die Längen der drei einzelnen Gurtsegmente mit der CATIA-Funktion „Messen“ gemessen. Diese Rückgabewerte werden in einem Parameter aufsummiert und an die oberste Parameterebene übergeben, wo der Wert dem Benutzer angezeigt wird.

Bei jener Position der Schnittebene, welche einen minimalen Wert des Parameters „Winkel_Schnittebene_XAchse“ ergibt, ist das gesuchte Untersuchungsergebnis für den Torso-Gurtverlauf.

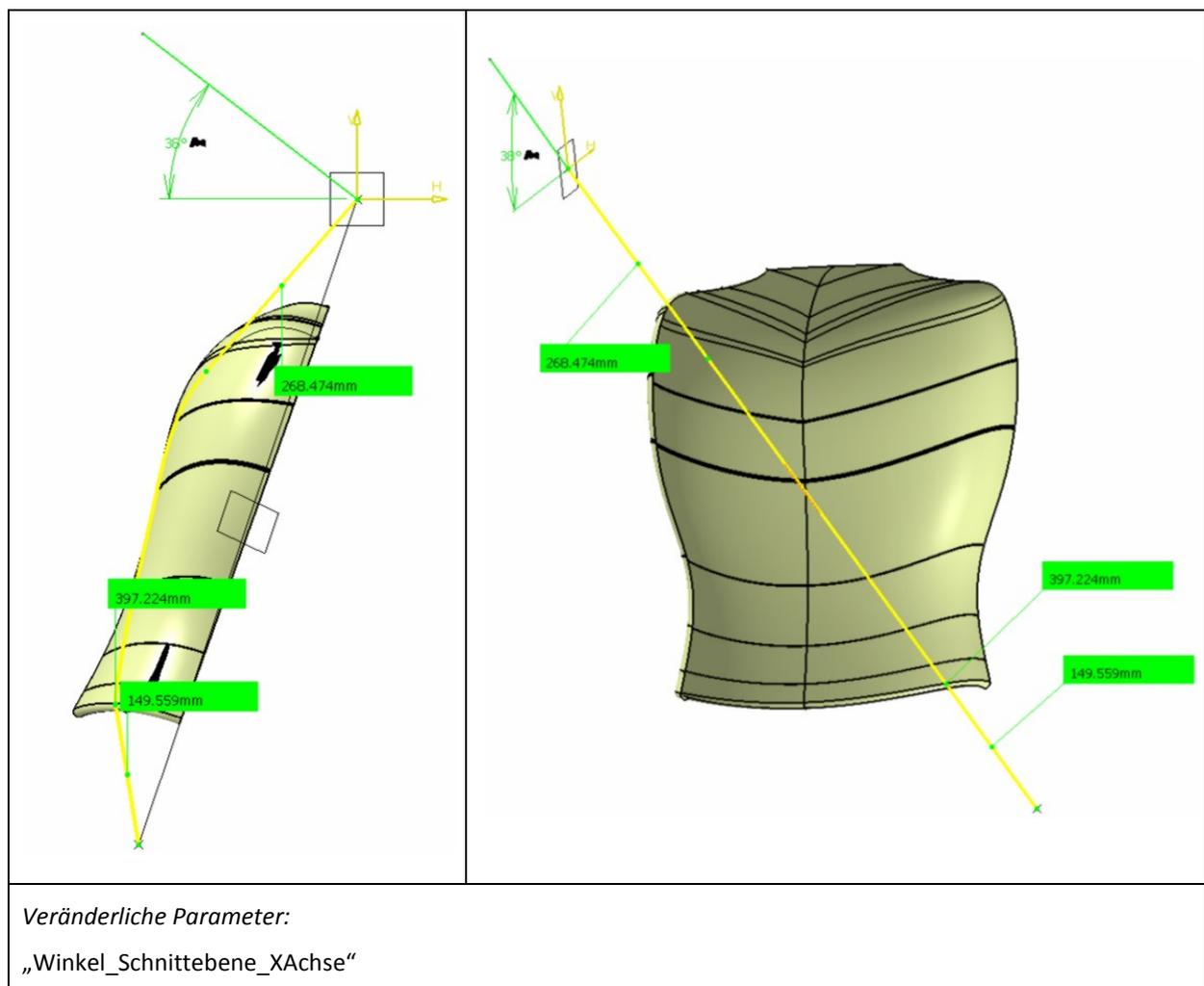


Abbildung 3.53: CATIA - Gurtverlauf Torso - Steuerelemente

3.4.3.5 Gurtverlauf Hüfte

Um die Hüftschale zu modellieren, wurde vom Industriepartner ein H3-Dummy-Modell zur Verfügung gestellt. Nach den Referenzmaßen dieses Modells wurde der Hüftbereich des eBTD-Dummy aufgebaut. Das H3-Modell des Auftraggebers ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

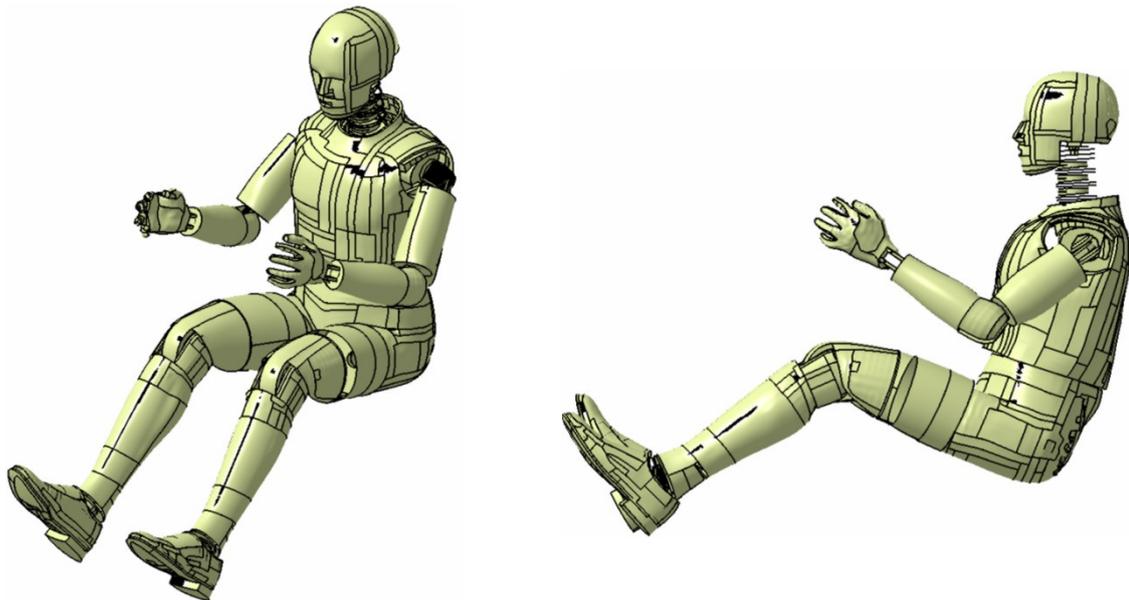


Abbildung 3.54: CATIA - H3-Dummy-Modell des Industriepartners [17]

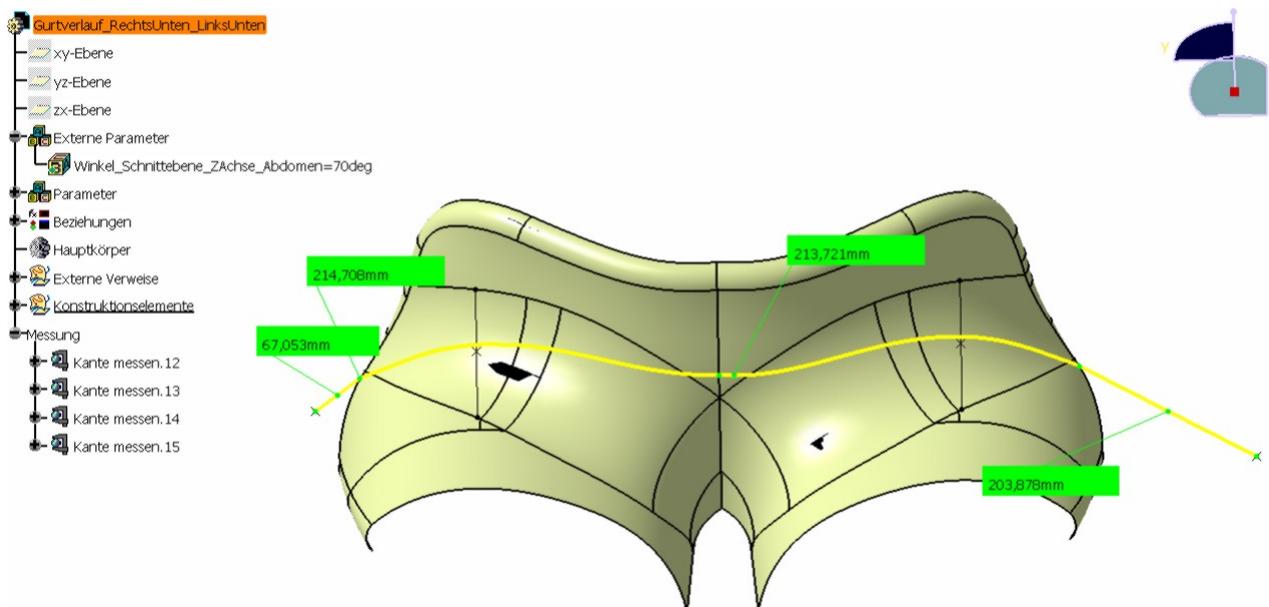


Abbildung 3.55: CATIA – Gurtverlauf Hüfte

In obiger Abbildung ist der Gurtverlauf der Hüfte zu sehen, welcher sich aus vier Gurtsegmenten zusammensetzt. Der Gurtverlauf wird prinzipiell nur von den Lagekoordinaten der unteren Gurtpunkte beeinflusst. Nachdem diese Punkte eingegeben wurden, sucht sich das Modul automatisch den kürzesten Gurtverlauf bis zu den Schnittpunkten an den eBTD-Skalen des Beckens. Es gibt also für die Schnittpunkte mit den eBTD-Skalen immer nur eine Lösung, welche vom Benutzer nicht manuell gesucht werden muss.

Realisiert wurde dies mittels einer eigenen Skizze, die zwischen einem unteren Gurtpunkt und der eBTD-Skala eine Gerade aufspannt, welche normal auf diese Skala liegt und somit die kürzeste Verbindung darstellt, siehe Abbildung 3.56 oben. Dieses Lösungskonzept wird bei den beiden unteren Gurtpunkten jeweils separat angewendet, um eine höhere Genauigkeit zu erzielen, da die Winkel, in welchen die Gurtpunkte zu den Skalen stehen, unterschiedlich sind.

Mit Hilfe dieser Geraden werden Ebenen aufgespannt, mit welchen eine Verschneidung mit dem Flächenmodell erzeugt wird.

An diese Verschneidungen werden, analog zur Konstruktionsmethodik des Gurtverlaufes über den Torso, tangentielle Linien gelegt, die die Ablösung des Gurtbandes vom eBTD-Dummy simulieren.

Für repräsentative Zwecke wurde für den Verlauf des Gurtes im abdominalen Bereich noch ein Parameter („Winkel_Schnittebene_ZAchse_Abdomen“) eingefügt, mit dem der Gurtverlauf in eine „optisch“ richtige Lage bewegt werden kann. Dies ermöglicht die Darstellungen eines harmonischen Gurtverlaufes für Dokumentationsunterlagen, dargestellt in Abbildung 3.56 unten.

Eine Veränderung dieses Parameters hat aber auf die Schnittpunkte mit den eBTD-Skalen keinerlei Einfluss.

Sind nun die charakteristischen Punkte, wie Schnittpunkt mit der linken eBTD-Skala, Schnittpunkt mit der rechten eBTD-Skala, die beiden Gurt-Ablösepunkte an der eBTD-Hüftgeometrie und der Gurtverlauf über den abdominalen Bereich bestimmt, werden diese Punkte mittels Splines verbunden. Diese Splines bilden einen harmonischen Gurtverlauf.

Nachdem die vier einzelnen Gurtsegmente erzeugt wurden, werden diese ebenso mittels der CATIA-Funktion „Messen“ gemessen und in einem Parameter aufsummiert. Der Wert dieses Parameters wird dem Benutzer auf oberster Parameterebene angezeigt.

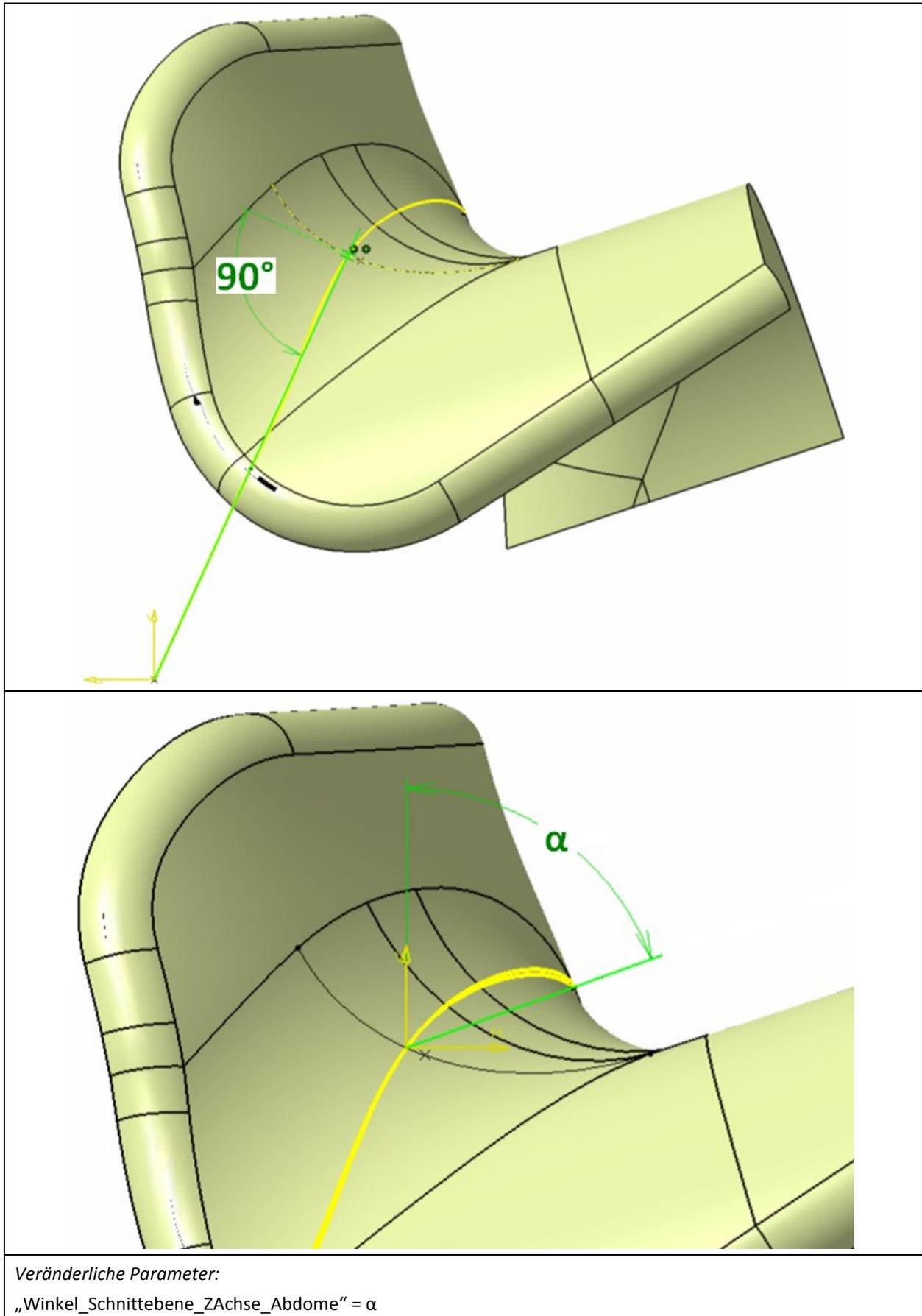


Abbildung 3.56: CATIA – Gurtverlauf Hüfte – Steuerelemente

3.4.3.6 Parametersteuerung

	<p>Eingabe des SRP in X/Y/Z-Richtung.</p> <p>Der Dummy positioniert sich nach diesen Eingaben automatisch an die untere mittlere Sitzposition des Sitzverstellfeldes, siehe Abbildung 3.50.</p> <p>Im Parameterset „Dummy“ sind nur Änderungen des Torsowinkels relevant. Die übrigen Parameter haben keinen Einfluss auf den Gurtverlauf und dienen nur repräsentativen Zwecken, bzw. zur Erstellung von Dokumentationsunterlagen.</p> <p>Die Gurtpunkte werden ebenfalls in X/Y/Z-Richtung eingegeben.</p> <p>Mittels „Winkel_Schnittebene_XAchse“ verändert man schrittweise den Winkel der Schnittebene des Torso-Gurtverlaufs bis sich beim Rückgabewert „Gurtlänge_Torso“ ein Minimum einstellt.</p> <p>„Winkel_Schnittebene_ZAchse“ wird verändert, um den Hüft-Gurtverlauf zu steuern, dieser Parameter hat jedoch auf die Schnittpunkte mit den eBTD-Skalen keinen Einfluss.</p>
--	---

Tabelle 3.19: CATIA – Parameterliste eBTD-Untersuchung

4 Zusammenfassung und Ausblick

Um dem hohen Wettbewerbsdruck in der Automobilbranche gerecht zu werden, entsteht das Erfordernis nach einer weiteren Optimierung der Entwicklungs- und Konstruktionsprozesse. Diese sollen sich dynamisch an neue Kundenanforderungen und gesetzliche Vorgaben anpassen können, um so Konzepte effizienter zu entwickeln bzw. abzusichern und somit eine Verkürzung der Entwicklungszeit zu ermöglichen. Im Sinne von auf Frontloading basierten Ansätzen müssen problematische Entwicklungsschritte bereits in frühen Konzeptphasen untersucht und bewertet werden, wo Iterationsschleifen im Entwicklungsprozess noch kurz sind und Änderungen kostengünstig durchgeführt werden können.

Ziel der vorliegenden Diplomarbeit war, einen effizienten Konstruktionsprozess in der Frühphase der Automobilentwicklung zu unterstützen und effiziente parametrisierte Voruntersuchungen in den Bereichen der Passagierergonomie und der dazugehörigen gesetzlichen Homologationsvorschriften durchzuführen.

- Das Ziel eines effizienten Konstruktionsprozesses im Bereich der konzeptionellen Interieurentwicklung wird realisiert, indem dieser durchgängig in CATIA V5 durchgeführt wird. Die Vorteile und Möglichkeiten dieses durchgängigen integrierten Prozesses sind:

- Konvertierung von Daten in andere Dateiformate ist nicht nötig,
- Verkürzung der Entwicklungszeit bei gleichzeitiger Verbesserung der Datenqualität,
- Zeit- und Kostenersparnis, da keine Einarbeitung in andere Softwareprodukte nötig ist und zusätzliche Lizenzkosten wegfallen,
- Erweiterbarkeit der entwickelten Modelle durch modulare Aufbauweise.

- Da durch den Einsatz der entwickelten Methoden jene Voruntersuchungen, die früher in einem späteren Entwicklungsstadium durchgeführt wurden, in die frühe Konzeptphase verlagert werden, ergeben sich ebenfalls eine Reihe von allgemeinen Vorteilen.

- Technische Probleme werden zu einem frühen Zeitpunkt erkannt,
- Verkürzung der Entwicklungszeit durch Prozessparallelisierung,
- Verbesserung der Datenqualität in der frühen Konzeptphase, da durch den Einsatz der Modelle bereits abgesicherte Fahrzeugparameter gewonnen werden können.

Um nun diese Voruntersuchungen durchführen zu können werden mehrere Modelle erstellt, wobei sich diese in die folgenden Module gliedern:

- **Modul Gurtpunkt Untersuchung:** Dieses Modell umfasst den Hauptteil der in dieser Diplomarbeit entwickelten Modelle und dient zur Untersuchung von Gurtverankerungspunkten nach verschiedenen Homologationsregeln. Mit diesem Tool werden des Weiteren relevante Ergonomie-Untersuchungen durchgeführt. Hierzu werden virtuelle Menschenmodelle entwickelt, mit welchen auf die Platzanforderungen der Passagiere eingegangen wird. Ebenfalls möglich ist mit diesem Werkzeug das Kopfstützendesign von Einzelsitzen und Rücksitzen nach Gesichtspunkten des Verletzungsrisikos im Crashfall zu klassifizieren und daraus Verbesserungsvorschläge abzuleiten. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Möglichkeit, mit verschiedenen genormten Prüfkörpern für Kinder-Rückhaltesysteme, Untersuchungen durchführen zu können. Neben Untersuchungen im geometrischen 3D-Raum wird dieses Werkzeug eingesetzt, um in der Homologationsphase 2D-Zeichnungsableitungen zu erstellen, die als Dokumentationsunterlagen verwendet werden können.
- **Modul Gurtverlauf:** Durch den Einsatz dieses Moduls können Voruntersuchungen durchgeführt werden, um Probleme des Gurtverlaufes, welche durch die geometrische Konstellation der Gurtpunkte hervorgerufen werden, rechtzeitig zu identifizieren und zu verbessern.
- **Modul Dummy:** Es werden CAD-Manikins geschaffen, um Ergonomie-Untersuchungen durchführen zu können. Der Einsatz dieser virtuellen Menschenmodelle ermöglicht bereits während der Packagingphase einer Fahrzeugentwicklung eine Optimierung hinsichtlich Passagierkomfort und -Sicherheit. Ein zusätzliches Hybrid-3-Dummy-Modell wird erzeugt, um Untersuchungen des Bewegungsverhaltens eines menschlichen Körpers im Crashfall durchzuführen.
- **Modul Sitz:** Hierbei werden ein Einzelsitz und eine Rückbank entwickelt, deren Geometrien eine eventuelle Beeinflussung des Gurtverlaufes nach sich ziehen und somit für die Gurtverlaufs-Untersuchung relevant sein können. Es besteht die Möglichkeit in einem weiteren Projektschritt aus diesen Sitzmodellen weitere Daten abzuleiten. Zusätzlich soll dieses Modell zur Klassifizierung des Kopfstützendesigns dienen, um das Verletzungsrisiko im Nacken- bzw. Kopfbereich zu reduzieren.

Mit den beschriebenen Modellen können umfassende Ergonomie- und Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt werden, welche für die Konzeptentwicklung in der Frühphase der Automobilentwicklung von hoher Wichtigkeit sind.

Literaturverzeichnis

- [1] Jörg Grabner; Richard Nothhaft: *Konstruieren von Pkw-Karosserien*. Berlin: Springer Verlag, 2005.
ISBN-10 3-540-23884-0
- [2] Society of Automotive Engineers: *SAE J1100 Revised SEP 2500 – Motor Vehicle Dimensions*, 2005.
- [3] *Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung*,
Verfügbar unter: <http://www.bmvbs.de/Verkehr/Strasse/Kfz-technische-Vorschriften-1446.1039329/Internationale%20Harmonisierung-.htm>, [Datum des Zugriffs: 28.08.2010]
- [4] Economic Commission for Europe: *ECE-R14 Revision 4 – Verankerung der Sicherheitsgurte*,
Verfügbar unter: <http://www.bmvbs.de/static/ECE/R-14-Verankerung-der-Sicherheitsgurte.pdf>
[Datum des Zugriffs: 29.08.2010]
- [5] National Highway Traffic Safety Administration.
Verfügbar unter: <http://icsw.nhtsa.gov/cars/rules/standards/FMVSS-Regs/pages/Forward.htm>,
[Datum des Zugriffs: 29.08.2010]
- [6] Federal Motor Vehicle Safety Standards: *FMVSS 210 - Seat belt assembly anchorages*, 2008.
- [7] *Australian Design Rules - Third Edition*, Verfügbar unter:
http://www.infrastructure.gov.au/roads/motor/design/adr_online.aspx,
[Datum des Zugriffs: 27.08.2010]
- [8] Australian Design Rule: *Australian Design Rule 5/05 – Anchorages for Seatbelts*, 2006.
Verfügbar unter:
[http://www.comlaw.gov.au/ComLaw/legislation/legislativeinstrumentcompilation1.nsf/0/65B925893234556CCA257569001E4549/\\$file/ADR505comp1V20.pdf](http://www.comlaw.gov.au/ComLaw/legislation/legislativeinstrumentcompilation1.nsf/0/65B925893234556CCA257569001E4549/$file/ADR505comp1V20.pdf), [Datum des Zugriffs: 25.08.2010]
- [9] Australian Design Rule: *Australian Design Rule 5/04 – Anchorages for Seatbelts*, 2005.
Verfügbar unter:
[http://www.comlaw.gov.au/ComLaw/Legislation/LegislativeInstrumentCompilation1.nsf/0/DAEE77A41CD3DBF2CA257273001D35FB/\\$file/ADR504comp1FINALFRLI.pdf](http://www.comlaw.gov.au/ComLaw/Legislation/LegislativeInstrumentCompilation1.nsf/0/DAEE77A41CD3DBF2CA257273001D35FB/$file/ADR504comp1FINALFRLI.pdf), [Datum des Zugriffs: 28.08.2010]
- [10] Economic Commission for Europe: *ECE R16 – Sicherheitsgurte*, 2010. Verfügbar unter:
<http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/44840/publicationFile/11208/r-16-sicherheitsgurte-pdf.pdf>, [Datum des Zugriffs: 28.08.2010]

- [11] Australian Design Rule: *Australian Design Rule 34/01 - Child Restraint Anchorages and Child Restraint Anchor Fittings*. 2005. Verfügbar unter:
[http://www.fedlaw.gov.au/ComLaw/legislation/LegislativeInstrument1.nsf/0/4BD6A1896031C365CA2570D500214487/\\$file/ADR+34-01+%5BFINAL+FRLI%5D_original.pdf](http://www.fedlaw.gov.au/ComLaw/legislation/LegislativeInstrument1.nsf/0/4BD6A1896031C365CA2570D500214487/$file/ADR+34-01+%5BFINAL+FRLI%5D_original.pdf),
[Datum des Zugriffs: 25.08.2010]
- [12] *Anthropometrie*, Verfügbar unter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Anthropometrie>,
[Datum des Zugriffs: 28.08.2010]
- [13] Human Solutions – eBTD, Verfügbar unter:
http://www.human-solutions.com/automotive/products_ebtd_certification_de.php,
[Datum des Zugriffs: 28.08.2010]
- [14] Hans Joachim Wirsching; Suzanne Tylko: *The eBTD - Activity Update*. 2008.
Verfügbar unter: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/esv/esv20/print16.pdf>,
[Datum des Zugriffs: 28.08.2010]
- [15] Federal Motor Vehicle Safety Standards: *FMVSS 225 - Child restraint anchorage systems*.
Verfügbar unter: http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2008/octqtr/pdf/49cfr571.225.pdf,
[Datum des Zugriffs: 25.08.2010]
- [16] IIHS. *IIHS – A Procedure for Evaluating Motor Vehicle Head Restraints*.
Verfügbar unter: http://www.rcar.org/Papers/Procedures/static_head_restraint_evaluation.pdf
[Datum des Zugriffs: 29.08.2010]
- [17] *MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik*.
Verfügbar unter: <http://www.magna.com> [Datum des Zugriffs: 10.09.2010]
- [18] Society of Automotive Engineers: *SAE J4002—H-Point Machine (HPM-II) Specifications and Procedure for H-Point Determination - Auditing Vehicle Seats*, 2010.
- [19] Society of Automotive Engineers: *SAE J826 - Devices for Use in Defining and Measuring Vehicle Seating Accommodation*, 2008.
- [20] Society of Automotive Engineers: *SAE J1516—Accommodation Tool Reference Point*, 2009.
- [21] Society of Automotive Engineers: *SAE J1517—Driver Selected Seat Position*, 2009.
- [22] Society of Automotive Engineers: *SAE J4004—Positioning the H-Point Design Tool—Seating Reference Point and Seat Track Length*, 2008.
- [23] Society of Automotive Engineers: *SAE J2732— Motor Vehicle Seat Dimensions*, 2008.
- [24] Homepage CATIA V5.
Verfügbar unter: <http://www.3ds.com> [Datum des Zugriffs: 08.10.2010]

Abkürzungsverzeichnis

2D.....	zweidimensional
3D.....	dreidimensional
ECE.....	Economic Comission for Europe
ADR.....	Australian Design Rule
AHP.....	Accelerator Heel Point
BOF.....	Ball of Foot
BOS.....	Bottom of Shoe
BTD.....	Belt Fit Test Device
CAD.....	Computer Aided Design
eBTD.....	Electronic Belt Fit Test Device
FMVSS.....	Federal Motor Vehicle Safety Standards
FPA.....	Floor Plane and Floor Plane Angle
FRP.....	Floor Reference Point
H3-Dummy.	Hybrid-3-Dummy
HOS.....	Heel of Shoe
HPD.....	H-Punkt Design Tool
HPM.....	H-Punkt Maschine
H-Punkt.....	Hüft Punkt
IIHS.....	Insurance Institute for Highway Safety
MOU.....	Memorandum of Understanding
MSF.....	MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik
OEM.....	Original Equipment Manufacturer
NHTSA.....	National Highway Traffic Safety Administration
PRP.....	Pedal Reference Point
RAMSIS.....	Rechnergestütztes Anthropometrisch-Mathematisches System zur Insassen-Simulation
SAE.....	Society of Automotive Engineers
SRP.....	Sitz Referenz Punkt

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Meilensteinplan einer Fahrzeugentwicklung	13
Abbildung 1.2: Bauraumbereiche eines Gesamtfahrzeuges	14
Abbildung 1.3: Definition von SRP und Torso-Linie	16
Abbildung 1.4: Sitzverstellfeld	16
Abbildung 2.1: Hierarchie - Modul Gurtpunkt-Gesamtübersicht	18
Abbildung 2.2: Hierarchie von Modul eBTD-Untersuchung	21
Abbildung 3.1: ECE Lagebereiche der oberen effektiven Gurtverankerungen	27
Abbildung 3.2: FMVSS – Oberer Gurtverankerungspunkt	29
Abbildung 3.3: ADR - Lagebereiche der effektiven Gurtverankerungen	33
Abbildung 3.4: ECE R14 – ISOFIX Top-Tether Verankerungszone	38
Abbildung 3.5: FMVSS – ISOFIX Top-Tether Verankerungszone	39
Abbildung 3.6: ADR - ISOFIX Top-Tether Verankerungszone R230mm	40
Abbildung 3.7: ADR – obere ISOFIX Top-Verankerung 200mm und 250mm	40
Abbildung 3.8: Abstand zwischen zwei unteren Verankerungszonen	41
Abbildung 3.9: ISOFIX-Greifraum - Definition	46
Abbildung 3.10: ISOFIX Top-Tether Haken	47
Abbildung 3.11: Kopfstützen Bewertungs-Diagramm	48
Abbildung 3.12: wichtige CATIA Einstellungen.....	49
Abbildung 3.13: CATIA – Modul Gurtpunkt-Untersuchung Gesamtübersicht	50
Abbildung 3.14: CATIA - Strukturbaum der Gurtpunkte.....	65
Abbildung 3.15: CATIA –ISOFIX-Untersuchung.....	66
Abbildung 3.16: CATIA - IIHS Kopfstützen-Geometrie	69
Abbildung 3.17: CATIA – Spline der B-Flächen	70
Abbildung 3.18: CATIA – Dummies in Gurtpunkt-Untersuchung.....	71
Abbildung 3.19: CATIA – Zeichnungsableitungen	72
Abbildung 3.20: Konstruktionsreferenzen für Sitzdesign	74
Abbildung 3.21: Laterale Querschnitts-Abmessungen für Sitzdesign	74
Abbildung 3.22: Sitzschnittpositionen nach SAE	75
Abbildung 3.23: CATIA - Einzelsitz-Zusammenbau	76
Abbildung 3.24: CATIA – Positionierung der Sitzschnitte	78
Abbildung 3.25: CATIA – Sitzkissen-Skizzen.....	80
Abbildung 3.26: CATIA – Rückenlehne-Skizzen.....	81
Abbildung 3.27: CATIA - Verstellchiene Unten und Oben	81
Abbildung 3.28: CATIA - Kopfstütze mit Kopfstützengestänge	82
Abbildung 3.29: CATIA – Details zur Kopfstütze	82
Abbildung 3.30: Datenaustausch zwischen CATIA und Excel	83

Abbildung 3.31: CATIA – Steuergeometrie der Rückbank	84
Abbildung 3.32: CATIA - Rückbank Zusammenbau	85
Abbildung 3.33: CATIA - Rückbank Sitzkissen Außen-Skizzen.....	86
Abbildung 3.34: CATIA - Rückbank Sitzkissen Mitte.....	87
Abbildung 3.35: CATIA – Außenpolster der Rücklehne.....	88
Abbildung 3.36: CATIA –Mittelpolster der Rückenlehne	88
Abbildung 3.37: CATIA – mittlere Kopfstützenposition	89
Abbildung 3.38: Bevölkerungsnormalverteilung und ihre Änderung über der Zeit	91
Abbildung 3.39: Schablone der SAE H-Punkt-Maschinen	94
Abbildung 3.40: SAE Dummy – Standardisierte Abmaße nach SAE J1100	94
Abbildung 3.41: CATIA – SAE Manikin Strukturbaum.....	96
Abbildung 3.42: CATIA – SAE Manikin – Skelett.....	97
Abbildung 3.43: CATIA - Hybrid 3 Dummy Strukturbaum	99
Abbildung 3.44: CATIA – H3-Dummy Kinematik.....	100
Abbildung 3.45: Kooperationspartner und Projekt des eBTD	102
Abbildung 3.46: RAMSIS - eBTD Komponenten und Funktionsweise	103
Abbildung 3.47: eBTD – Skalenbereiche	104
Abbildung 3.48: Hierarchiemodell von Modul eBTD-Untersuchung.....	105
Abbildung 3.49: CATIA – Strukturbaum-Modul eBTD.....	106
Abbildung 3.50: CATIA – Referenzen von Modul eBTD	107
Abbildung 3.51: CATIA – Skalen im eBTD-Modul	108
Abbildung 3.52: CATIA – Gurtverlauf Torso.....	109
Abbildung 3.53: CATIA – Gurtverlauf Torso – Steuerelemente	110
Abbildung 3.54: CATIA - H3-Dummy-Modell des Industriepartners	111
Abbildung 3.55: CATIA – Gurtverlauf Hüfte.....	111
Abbildung 3.56: CATIA – Gurtverlauf Hüfte – Steuerelemente	113

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 2.1: Hierarchie - Modul Gurtpunkt-Untersuchung - Details.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabelle 3.1: Übersicht über verwendete Normen.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabelle 3.2: ECE Lagebereiche der unteren effektiven Gurtverankerungen</i>	<i>28</i>
<i>Tabelle 3.3: ISOFIX-Größenklassen und Kategorien</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 3.4: Bewertungs-Diagramm</i>	<i>48</i>
<i>Tabelle 3.5: CATIA - Skizzen von ECE Gurtfeldern.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabelle 3.6: CATIA - Skizzen von ECE ISOFIX Top-Tether Zonen.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabelle 3.7: CATIA - Skizzen von ECE Gurtfeldern.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabelle 3.8: CATIA - Skizzen von FMVSS ISOFIX Top-Tether Zonen.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabelle 3.9: CATIA - Skizzen von ADR Gurtfeldern.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabelle 3.10: CATIA - Skizzen von ADR ISOFIX Top-Tether Zonen.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabelle 3.11: CATIA – ISOFIX-Prüfkörper für Kinder-Rückhaltesysteme</i>	<i>68</i>
<i>Tabelle 3.12: CATIA – Greifraum und Top-Tether-Haken</i>	<i>68</i>
<i>Tabelle 3.13: CATIA – Parameterliste Einzelsitz</i>	<i>77</i>
<i>Tabelle 3.14: Sitzschnittpositionen Sitzkissen</i>	<i>79</i>
<i>Tabelle 3.15: Sitzschnittpositionen Rückenlehne</i>	<i>79</i>
<i>Tabelle 3.16: CATIA – SAE Manikin-Übersicht.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabelle 3.17: SAE Manikin – Parametererklärung</i>	<i>98</i>
<i>Tabelle 3.18: CATIA – 2D Schablone - SAE Manikins</i>	<i>98</i>
<i>Tabelle 3.19: CATIA – Parameterliste eBTD-Untersuchung.....</i>	<i>114</i>

Anhänge

Anhang I

Einzelsitz - Arbeitsblatt

Parametereingabe Einzelsitz

SRP	SRP_X	1500 mm	
	SRP_Y	-400 mm	
	SRP_Z	450 mm	
Sitzverstellfeld	Sitzverstellfeld_W2	29,5 mm	
	Sitzverstellfeld_L1	185 mm	
	Sitzverstellfeld_L2	60 mm	
	Sitzverstellfeld_H1	20 mm	
	Sitzverstellfeld_H2	30 mm	
	Sitzverstellfeld_W1	6 mm	
	Sitzverstellfeld_R1	130 mm	
	A40_Torsowinkel	25 deg	
Sitzkissen	Allgemein	L1280_Sitzkissenlaenge_Abstand_SRP_Vorne	395 mm
		A27_Sitzkissenwinkel	17 deg
		Kantenverrundung_Sitzkissen_Vorne	120 mm
		H1200_Abstand_SRP_Sitzflaeche	65 mm
	Schnitt 1	L1460_Abtand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe	0 mm
		W1400_Aussen_Sitzwangenbreite	460 mm
		W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	420 mm
		W1440_Sitzflaeche_Breite	350 mm
	Schnitt 2	W1440_Sitzflaeche_Breite	350 mm
		W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	450 mm
		W1400_Aussen_Sitzwangenbreite	490 mm
		L1460_Abtand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe	90 mm
	Schnitt 3	W1440_Sitzflaeche_Breite	350 mm
		W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	445 mm
		W1400_Aussen_Sitzwangenbreite	480 mm
		L1460_Abtand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe	60 mm
	Schnitt 4	W1440_Sitzflaeche_Breite	350 mm
		W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	445 mm
		W1400_Aussen_Sitzwangenbreite	480 mm
		L1460_Abtand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe	40 mm
Schnitt 5	W1440_Sitzflaeche_Breite	350 mm	
	W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	445 mm	
	W1400_Aussen_Sitzwangenbreite	480 mm	
	L1460_Abtand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe	40 mm	

Rückenlehne	Allgemein	L1600_Abstand_SRP_Rueckenlehne_A_Flaeche	100 mm
		H1680_Rueckenlehne_Laenge	630 mm
		Winkel_Torsolinie_KopfLehneTangente	78 deg
		Kantenverrundung_Rueckenlehne_Oben	140 mm
	Schnitt 1	W1440_Lehnflaeche_Breite	350 mm
		W1420_Mitte_Lehnenwangenbreite	445 mm
		W1400_Aussen_Lehnenwangenbreite	480 mm
		H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche	190 mm
		L1460_Abstand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe	45 mm
		Abtand_A_Flaeche_B_Flaeche	100 mm
	Schnitt 2	W1440_Lehnflaeche_Breite	350 mm
		W1420_Mitte_Lehnenwangenbreite	445 mm
		W1400_Aussen_Lehnenwangenbreite	480 mm
		H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche	190 mm
		L1460_Abstand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe	45 mm
		Abtand_A_Flaeche_B_Flaeche	100 mm
	Schnitt 3	W1440_Lehnflaeche_Breite	350 mm
		W1420_Mitte_Lehnenwangenbreite	440 mm
		W1400_Aussen_Lehnenwangenbreite	470 mm
		H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche	100 mm
		L1460_Abstand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe	95 mm
Abtand_A_Flaeche_B_Flaeche		135 mm	
Schnitt 4	W1440_Lehnflaeche_Breite	320 mm	
	W1420_Mitte_Lehnenwangenbreite	430 mm	
	W1400_Aussen_Lehnenwangenbreite	460 mm	
	H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche	130 mm	
	L1460_Abstand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe	65 mm	
	Abtand_A_Flaeche_B_Flaeche	90 mm	
Schnitt 5	W1440_Lehnflaeche_Breite	300 mm	
	W1420_Mitte_Lehnenwangenbreite	330 mm	
	W1400_Aussen_Lehnenwangenbreite	350 mm	
	H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche	110 mm	
	L1460_Abstand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe	10 mm	
	Abtand_A_Flaeche_B_Flaeche	100 mm	
Kopfstütze	Winkel_Torsolinie_Kopfstuetzengestaenge	-25 deg	
	Kopfstuetzenbreite	171 mm	
	Kopfstuetzenhoehe_Abstand_KopfstuetzeUnterkante_SRP	680 mm	
	Kopfstuetzenhoehe	160 mm	
	Kopfstuetzentiefe	90 mm	
Verstell- schiene	Verstellschiene_Unten_Laenge	500 mm	
	Verstellschiene_Abstand_SRP_Hinten	200 mm	
	Verstellschienen_Fixierschrauben_Weite	368 mm	
	Packmass_Abstand_SRP_Verstellschiene	300 mm	

Anhang II

Einzelsitz - Modellhistorie

Diese Tabelle ist nicht vollständig abgebildet, da die restlichen Parameter gleich sind wie im Arbeitsblatt zuvor.

Modellreihen Einzelsitz		Peugeot RCZ																									
		3900	-400	350	29,5	185	60	20	30	7	130	20	380	15	128	55	0	460	420	350	350	450	490	90	350	445	
SRP	SRP_X	mm																									
	SRP_Y	mm																									
	SRP_Z	mm																									
Sitzverstellfeld	Sitzverstellfeld_W2	mm																									
	Sitzverstellfeld_L1	mm																									
	Sitzverstellfeld_L2	mm																									
	Sitzverstellfeld_H1	mm																									
	Sitzverstellfeld_H2	mm																									
	Sitzverstellfeld_W1	mm																									
	Sitzverstellfeld_R1	mm																									
	A40_Torsowinkel	deg																									
Sitzkissen	Allgemein	L1280_Sitzkissenlaenge_Abstand_SRP_Vorne	mm																								
		A27_Sitzkissenwinkel	deg																								
		Kantenverrundung_Sitzkissen_Vorne	mm																								
		H1200_Abstand_SRP_Sitzflaeche	mm																								
		L1460_Abstand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe	mm																								
		W1400_Aussen_Sitzwangenbreite	mm																								
		W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	mm																								
		W1440_Sitzflaeche_Breite	mm																								
		W1440_Sitzflaeche_Breite	mm																								
		W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	mm																								
		W1400_Aussen_Sitzwangenbreite	mm																								
		L1460_Abstand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe	mm																								
		W1440_Sitzflaeche_Breite	mm																								
		W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	mm																								
Schnitt 3	W1440_Sitzflaeche_Breite	mm																									
	W1420_Mitte_Sitzwangenbreite	mm																									

Anhang III

Rückbank - Arbeitsblatt

Parametereingabe Rückbank

SRP	Links	SRP_Hinten_Links_X	1000	mm
		SRP_Hinten_Links_Y	-370	mm
		SRP_Hinten_Links_Z	315	mm
	Mitte	SRP_Hinten_Mitte_X	950	mm
		SRP_Hinten_Mitte_Y	0	mm
		SRP_Hinten_Mitte_Z	320	mm
	Rechts	SRP_Hinten_Rechts_X	1000	mm
		SRP_Hinten_Rechts_Y	370	mm
		SRP_Hinten_Rechts_Z	315	mm
Sitzverstellfeld	Aussen	Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_W2	29,5	deg
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_L1	180	mm
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_L2	55	mm
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_H1	30	mm
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_H2	20	mm
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_W1	7	deg
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_R1	115	mm
	Mitte	Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_W2	29,5	deg
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_L1	180	mm
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_L2	55	mm
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_H1	30	mm
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_H2	20	mm
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_W1	7	deg
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_R1	115	mm
		A40_Torsowinkel_Hinten_Aussen		25
A40_Torsowinkel_Hinten_Mitte		23	deg	
Sitzkissen	Allgemein	L1280_Sitzkissenlaenge_Abstand_SRP_Vorne_Hinten_Aussen	380	mm
		A27_Sitzkissenwinkel_Hinten_Aussen	14	deg
		Kantenverrundung_Sitzkissen_Vorne_Hinten_Aussen	120	mm
		H1200_Abstand_SRP_Sitzflaeche_Hinten_Aussen	50	mm
	Schnitt 1	W1440_Halber_Abstand_Sitzflaeche_Breite_Hinten_Aussen	175	mm
		W1420_Halber_Abstand_Mitte_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen	225	mm
		W1400_Halber_Abstand_Aussen_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen	240	mm
		L1460_Abstand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe_Hinten_Aussen	10	mm
	Schnitt 2	W1440_Halber_Abstand_Sitzflaeche_Breite_Hinten_Aussen	175	mm
		W1420_Halber_Abstand_Mitte_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen	220	mm
		W1400_Halber_Abstand_Aussen_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen	240	mm
		L1460_Abstand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe_Hinten_Aussen	40	mm
	Schnitt 3	W1440_Halber_Abstand_Sitzflaeche_Breite_Hinten_Aussen	175	mm
		W1420_Halber_Abstand_Mitte_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen	220	mm
		W1400_Halber_Abstand_Aussen_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen	240	mm
		L1460_Abstand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe_Hinten_Aussen	30	mm
	Schnitt 4	W1440_Halber_Abstand_Sitzflaeche_Breite_Hinten_Aussen	175	mm
W1420_Halber_Abstand_Mitte_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen		220	mm	
W1400_Halber_Abstand_Aussen_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen		240	mm	
L1460_Abstand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe_Hinten_Aussen		25	mm	

Rückenlehne	Mitte	Schnitt 5	W1440_Halber_Abstand_Sitzflaeche_Breite_Hinten_Aussen	175	mm	
			W1420_Halber_Abstand_Mitte_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen	220	mm	
			W1400_Halber_Abstand_Aussen_Sitzwangenbreite_Hinten_Aussen	240	mm	
			L1460_Abtand_Sitzflaeche_Sitzwangenhoehe_Hinten_Aussen	20	mm	
			L1280_Sitzkissenlaenge_Abstand_SRP_Vorne_Hinten_Mitte	370	mm	
		A27_Sitzkissenwinkel_Hinten_Mitte	15	deg		
		H1200_Abstand_SRP_Sitzflaeche_Hinten_Mitte	45	mm		
		W1440_Sitzflaeche_Breite_Hinten_Mitte	300	mm		
	Aussen	Allgemein		L1600_Abstand_SRP_Rueckenlehne_A_Flaeche_Hinten_Aussen	100	mm
				H1680_Rueckenlehne_Laenge_Hinten_Aussen	600	mm
				Winkel_Torsolinie_KopfLehneTangente_Hinten_Aussen	82	deg
				Kantenverrundung_Rueckenlehne_Oben_Hinten_Aussen	146	mm
				Abstand_SRP_Rueckenlehne_B_Flaeche_Hinten_Aussen	210	mm
		Schnitt 1		W1440_Halber_Abstand_Lehnflaeche_Breite_Hinten_Aussen	170	mm
				L1460_Abtand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe_Hinten_Aussen	30	mm
				W1400_Halber_Abstand_Aussen_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	240	mm
				W1420_Halber_Abstand_Mitte_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	226	mm
				H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche_Hinten_Aussen	175	mm
Schnitt 2			W1440_Halber_Abstand_Lehnflaeche_Breite_Hinten_Aussen	170	mm	
			L1460_Abtand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe_Hinten_Aussen	35	mm	
			W1400_Halber_Abstand_Aussen_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	240	mm	
			W1420_Halber_Abstand_Mitte_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	225	mm	
			H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche_Hinten_Aussen	104	mm	
Schnitt 3			W1440_Halber_Abstand_Lehnflaeche_Breite_Hinten_Aussen	160	mm	
			L1460_Abtand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe_Hinten_Aussen	58	mm	
			W1400_Halber_Abstand_Aussen_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	240	mm	
			W1420_Halber_Abstand_Mitte_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	225	mm	
			H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche_Hinten_Aussen	105	mm	
Schnitt 4			W1440_Halber_Abstand_Lehnflaeche_Breite_Hinten_Aussen	155	mm	
			L1460_Abtand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe_Hinten_Aussen	35	mm	
			W1400_Halber_Abstand_Aussen_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	240	mm	
			W1420_Halber_Abstand_Mitte_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	225	mm	
		H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche_Hinten_Aussen	115	mm		
Schnitt 5		W1440_Halber_Abstand_Lehnflaeche_Breite_Hinten_Aussen	147,5	mm		
		L1460_Abtand_Lehnflaeche_Lehnenwangenhoehe_Hinten_Aussen	5	mm		
		W1400_Halber_Abstand_Aussen_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	200	mm		
		W1420_Halber_Abstand_Mitte_Lehnenwangenbreite_Hinten_Aussen	190	mm		
Mitte	Allgemein		L1600_Abstand_SRP_Rueckenlehne_A_Flaeche_Hinten_Mitte	100	mm	
			H1680_Rueckenlehne_Laenge_Hinten_Mitte	600	mm	
			Winkel_Torsolinie_KopfLehneTangente_Hinten_Mitte	85	deg	
			H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche_Hinten_Mitte	190	mm	
			H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche_Hinten_Mitte	120	mm	
	H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche_Hinten_Mitte	118	mm			
	H1200_Abstand_SRP_Lehnflaeche_Hinten_Mitte	127	mm			
Kopfstütze	Aussen		Winkel_Torsolinie_Kopfstuetzengestaenge_Hinten_Aussen	-22	deg	
			Kopfstuetzenbreite_Hinten_Aussen	170	mm	
			Kopfstuetzenhoehe_Abstand_KopfstuetzeUnterkante_SRP_Hinten_Aussen	666	mm	
			Kopfstuetzenhoehe_Hinten_Aussen	160	mm	
			Kopfstuetzentiefe_Hinten_Aussen	120	mm	
	Mitte		Winkel_Torsolinie_Kopfstuetzengestaenge_Hinten_Mitte	-23	deg	
			Kopfstuetzenbreite_Hinten_Mitte	170	mm	
			Kopfstuetzenhoehe_Abstand_KopfstuetzeUnterkante_SRP_Hinten_Mitte	670	mm	
			Kopfstuetzenhoehe_Hinten_Mitte	160	mm	
			Kopfstuetzentiefe_Hinten_Mitte	95	mm	
	Kopfstuetzengestaengenposition_Abstand_von_AFlaeche	70	mm			
Verstellschiene	Aussen		Verstellschiene_Unten_Laenge_Hinten_Aussen	500	mm	
			Verstellschiene_Unten_Weite_Hinten_Aussen	300	mm	
			Verstellschiene_Hinten_Aussen_Abstand_SRP_Hinten	200	mm	
			Packmass_Abstand_SRP_Verstellschiene_Hinten_Aussen	230	mm	
	Mitte		Verstellschiene_Unten_Laenge_Hinten_Mitte	500	mm	
			Verstellschiene_Unten_Weite_Hinten_Mitte	250	mm	
			Verstellschiene_Hinten_Mitte_Abstand_SRP_Hinten	160	mm	
			Packmass_Abstand_SRP_Verstellschiene_Hinten_Mitte	250	mm	

Anhang IV

Rückbank - Modellhistorie

Diese Tabelle ist nicht vollständig abgebildet, da die restlichen Parameter gleich sind wie im Arbeitsblatt zuvor.

Parameter eingabe Rückbank		Modell XY		Modell XY		Modell XY		Modell XY		Modell XY		Modell XY		
SRP	Links	SRP_Hinten_Links_X SRP_Hinten_Links_Y SRP_Hinten_Links_Z	mm mm mm	3903 -370 315										
	Mitte	SRP_Hinten_Mitte_X SRP_Hinten_Mitte_Y SRP_Hinten_Mitte_Z	mm mm mm	3890 0 320										
	Rechts	SRP_Hinten_Rechts_X SRP_Hinten_Rechts_Y SRP_Hinten_Rechts_Z	mm mm mm	3903 370 315										
Sitzverstellfeld	Aussen	Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_W2	deg	29,5										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_L1	mm	180										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_L2	mm	55										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_H1	mm	30										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_H2	mm	20										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_W1	deg	7										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Aussen_R1	mm	115										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_W2	deg	29,5										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_L1	mm	180										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_L2	mm	55										
	Mitte	Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_H1	mm	30										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_H2	mm	20										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_W1	deg	7										
		Sitzverstellfeld_Hinten_Mitte_R1	mm	115										
		A40_Torsowinkel_Hinten_Aussen	deg	25										
		A40_Torsowinkel_Hinten_Mitte	deg	23										

Anhang V

Projektplan - ParamSitz

PARAMSITZ - Projektplan Update 10.07.2010																													
Aufgaben	Status	Verantwortlicher	Starttermin	Endtermin	KW 12	KW 13	KW 14	KW 15	KW 16	KW 17	KW 18	KW 19	KW 20	KW 21	KW 22	KW 23	KW 24	KW 25	KW 26	KW 27	KW 28	KW 29	KW 30	KW 31	KW 32	KW 33	KW 34		
Projektausgabe																													
3D - CAD Gurtfelder																													
EGE-ISO/VDI-Funktionsfeldern mit Sitzgeometrie		Kober	KW 13	KW 27																									
EGE-ISO/VDI-Funktionsfeldern mit Sitzgeometrie		Hintringer	KW 17	KW 19																									
EGE-ISO/VDI-Funktionsfeldern mit Sitzgeometrie		Kober	KW 18	KW 19																									
EGE-ISO/VDI-Funktionsfeldern mit Sitzgeometrie		Hintringer	KW 17	KW 18																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Hintringer	KW 17	KW 17																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Hintringer	KW 17	KW 17																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Hintringer	KW 18	KW 19																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Hintringer	KW 18	KW 19																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Hintringer	KW 19	KW 19																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Kober	KW 20	KW 20																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Holer / Kober	KW 18	KW 21																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Hintringer	KW 25	KW 25																									
Parametrisierung des E-Gurtes		Hintringer	KW 18	KW 25																									
3D - CAD Parametrisierter Sitz																													
Sitzschleife erstellen laut Norm bzw. Magna-Präzisenation		Hintringer	KW 18	KW 25																									
AB-Funktionsfelder erzeugen		Hintringer	KW 18	KW 22																									
Kopfstütze erzeugen		Hintringer	KW 21	KW 22																									
Sitzschleife erzeugen		Hintringer	KW 18	KW 22																									
Abspegnung von Einzelteilen durch Kober		Kober	KW 23	KW 23																									
Platzhalter erzeugen		Hintringer	KW 23	KW 25																									
Abspegnung von Einzelteilen durch Kober		Kober	KW 25	KW 25																									
Einbindung der parametrisierten Sitz- in ParamSitz-Modul		Hintringer	KW 25	KW 25																									
Einbindung der parametrisierten Sitz- in ParamSitz-Modul		Hintringer	KW 25	KW 25																									
Parametrierte SAE Dummies																													
Starttermin 2010-09-08		Hitz	KW 12	KW 25																									
Untersuchungen bestehender Modelle zB H2009		Kober	KW 4	KW 4																									
Parametrisierung der Modelle zB SAE-Template-01-2010		Hitz	KW 4	KW 4																									
H2-Dummy zB 2010		Hitz	KW 4	KW 4																									
Änderungen laut Begehrungen		Hitz	KW 4	KW 18																									
Modellierung der Kopfstütze		Hitz	KW 16	KW 18																									
Kontrolle der Kopfförderung durch Kober		Kober	KW 19	KW 19																									
3D - CAD Gurtbandverlauf eBTD																													
Erstellen des Hüftbereiches beim H2		Hintringer	KW 24	KW 33																									
Positionierung des Gurtband am Sitzverstellfeld		Hintringer	KW 19	KW 25																									
Erstellen des Testgurt		Hintringer	KW 19	KW 25																									
Erstellen des Highgurt		Hintringer	KW 19	KW 25																									
Abspegnung durch Kober		Kober	KW 19	KW 25																									
IHS Geometriepfegung																													
Erstellen der Geometrie		Hintringer	KW 25	KW 27																									
Einbindung ins Modul		Hintringer	KW 25	KW 25																									
Abspegnung durch Kober		Hintringer	KW 25	KW 25																									
Erstellen für alle Sitzpositionen		Hintringer	KW 25	KW 27																									
Abspegnung durch Kober		Kober	KW 27	KW 28																									
MTM- Komfortschnitte																													
		xxx		KW 30																									
Fibchenberechnung und Abwicklung, Mahfestlegung																													
		xxx		KW 24																									

