

## 1. Einleitung

### 1.1 Firmenprofil

Die Firma, für die und mit deren Unterstützung diese Diplomarbeit erstellt wurde wird im folgenden JCI genannt. JCI ist der weltweit größte Sitzhersteller. Durch den Wandel in der Automobilindustrie entwickelte sich JCI in den letzten Jahren vom Teilelieferanten für Sitzschäume usw., zu Systemlieferanten. Mit diesem Wandel wird auch die Konstruktion und das Design von Sitzanlagen sowie das Testen dieser Anlagen bei JCI durchgeführt. Auch die Aufgaben der Homologation sind jetzt weitestgehend bei JCI. Die Kompetenz von JCI lag früher bei der just-in-time-Fertigung für die Automobilwerke - meist in der Nähe des Einbauortes .. In den letzten Jahren hat JCI auch eine große Kompetenz bei der Konstruktion und Design von Komplettsitzen entwickelt. Der Stammsitz von JCI liegt in den USA, von dort kommen einige Innovationen für die Sitze von heute und für die Zukunft.

Die konstruktionsbegleitenden Versuche sollten im Hause durchgeführt werden damit möglichst wenig Know-how verloren geht. Hierbei ist es besonders wichtig, daß die Ergebnisse, die auf den eigenen Versuchsmaschinen erzielt wurden, später auch auf den Versuchsmaschinen des Kunden oder des TÜV's erzielt werden.

### 1.2 Begriffe und Definitionen

1.2.1 Homologation : Ist der Prozeß, bis ein Fahrzeug oder eine Fahrzeugkomponente eine Typenzulassung erhält. Hier wird von einem, vom KBA akkreditierten Prüfinstitut überprüft, ob alle Richtlinien erfüllt worden sind. Hierzu werden verschiedene Prüfungen, meist zerstörende Prüfungen, an den zu homologisierenden Komponenten durchgeführt. Diese Prüfungen können bei einem Prüfinstitut oder auf einer beliebigen, vom Prüfer als geeignet eingestuft, Prüfeinrichtung durchgeführt werden.

1.2.2 ECE und SAE: Sind europäische und amerikanische Richtlinien, in denen die Mindestanforderungen an Fahrzeuge und Fahrzeugkomponenten, die in den jeweiligen Regionen zugelassen werden sollen, beschrieben sind. Diese Richtlinien beschreiben auch wie die Prüfeinrichtung für die Versuche gestaltet sein können und geben Mindestanforderungen an die Meßtechnik vor.

Diese Richtlinien werden ähnlich wie Normen erstellt. Sie werden nach einigen Jahren überarbeitet und als neuer Entwurf veröffentlicht. Dieser Entwurf ist nur eine Information wie die nächste Richtlinie aussehen wird, falls hiergegen keine Einsprüche erhoben werden.

1.2.3 H-Punkt : Ist der Punkt um den sich der Oberkörper eines Menschen bewegt, er ist in der Höhe der Hüfte. Dieser Punkt ist durch eine Studie an hundert Menschen ermittelt worden und ist eine wichtige Größe für die

Konstruktion eines Sitzes und wird vom Fahrzeugherrsteller vorgegeben. Auf ihn beziehen sich viele Angaben in den ECE Richtlinien, wie z.B. die Mindesthöhe von Kopfstützen.

Der H-Punkt kann nur im Versuch genau bestimmt werden. Hierzu wird ein in der ECE bzw. SAE spezifiziertes Mannequin auf dem Sitz plaziert und dann vermessen.

Dieser Vorgang des Einsetzens in einen Fahrzeugsitz ist nur sehr grob durch Berechnungen mit der Finite-Elemente-Methode anzunähern.

**1.2.4 Fahrzeugkoordinatensystem:** In der ganzen Diplomarbeit beziehe ich mich auf das in Bild 1 gezeigte Koordinatensystem.

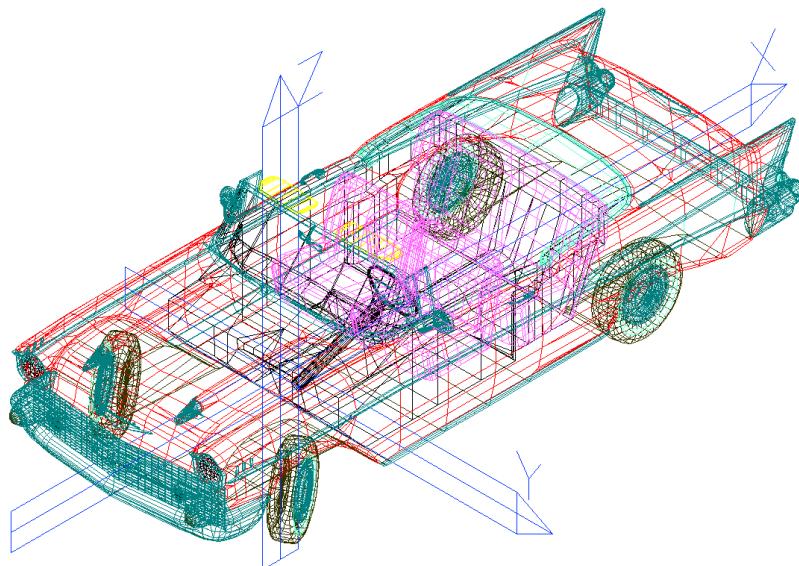


Bild 1

### **1.3 Beschreibung der Kopfstützenprüfung**

Bei der dynamischen Kopfstützen-Prüfung soll das Verhalten der Kopfstütze, bei einem Unfall, bei dem der Kopf gegen die Kopfstütze prallt, untersucht werden. Hierzu trifft eine geführte Halbkugel mit einer reduzierten Masse von 6,8kg, einem Durchmesser von 165 mm und einer Geschwindigkeit 6,7m/s auf die Kopfstütze auf. Die Beschleunigung mit der die Kopfstütze die Halbkugel verzögert wird mit 2 Beschleunigungssensoren aufgenommen. Die Beschleunigung darf einen Wert von 80g für nur 3ms überschreiten. Ferner dürfen keine scharfen Kanten oder Brüche entstehen.

Bei der statischen Kopfstützen-Prüfung wird eine Halbkugel statisch in die Kopfstütze gedrückt und darf dabei nur einen bestimmten Weg zurücklegen. Durch die beiden Prüfungen ist die Steifigkeit einer Kopfstütze in gewissen Grenzen vorgegeben und es wird vermieden, daß die Kopfstütze sich bei einem Unfall nach hinten verlagert.

#### **1.4 Entscheidung über die Vergabe als Diplomarbeit**

Das bestehende Kopfstützen-Pendel liefert bei härteren Schlägen nicht reproduzierbare Ergebnisse. Dies liegt zum einen an dem sehr labilen Gestell und zum anderen an der wenig steifen Pendelstange.

Eine Neuanschaffung eines Pendels oder eines Fallkörpers (Giollotine) mit Meßtechnik und Auswertesoftware würde eine Investition von ca. 150 TDM bedeuten.

Ein H-Punkt-Pendel ( Pendelschlag um den H-Punkt ) steht in unserem Unternehmen nicht einsatzbereit im Regal. Es bestehend aus dem Gestell, Beschleunigungsantrieb, Hydraulikpumpe und Pendelstange mit Prüfkörper. Dieses Verfahren der Kopfstützen-Prüfung wird von einem Kunden aus dem Stuttgarter Raum bevorzugt, ist jedoch nicht für alle Versuche sinnvoll einsetzbar. Dieses Pendel ist das Produkt einer Diplomarbeit und ist nie, da die Ansteuerung und die Meßtechnik nicht Bestandteil der Diplomarbeit waren, in Betrieb genommen worden. Einige Versuche von uns ergaben, daß die Reproduzierbarkeit der Aufprallgeschwindigkeit nicht zu gewährleisten war. Um das H-Punkt –Pendel nutzen zu können, müssen wir noch eine Ansteuerung und Auswertung entwerfen und anschaffen.

Eine grobe Kalkulation ergab, daß wir

- eine neue Pendelschlag-Anlage
- eine Auswertung und
- Ansteuerung für beide Pendel

für ca. 80 bis 100 TDM realisieren können. Ein weiterer Vorteil wäre die verwandte Erfassungs- und Regelungssoftware, die bei uns schon vielfach eingesetzt wird und von den meisten Kollegen in Grundzügen beherrscht wird.

Als Nachteil wurde von meinen Kollegen auf die Diplomarbeiten anderer Studenten hingewiesen, die meist nicht mit 100% einsatzbereiten Maschinen endeten. Außerdem müsste ein namhafter Hersteller auch Garantie geben. Ferner wäre dies eine Versuchseinrichtung, die für die Homologation eingesetzt würde und so etwas müsste auch professionell aussehen.

Nachdem ich meinem Chef und meinen Kollegen versichert habe, daß ich ihnen bis zum Ende meines Studiums zur Verfügung stehe und soweit wie möglich auf Norm- und Standartteile zurückgreifen werde, und wo dies nicht möglich ist, alle Teile doppelt fertigen zu lassen, um einen reibungslosen Betrieb der Anlage auf Dauer gewährleisten zu können, traf mein Chef die Entscheidung das Projekt als Diplomarbeit an mich zu vergeben.

## 1.5 Zusammenfassung der Diplomarbeit

Auf das Lastenheft bezogen, welches der Angebotserstellung einer Pendelprüf-anlage für die externen Anbieter diente, habe ich zunächst die Pendellänge und die entsprechende Auslenkung errechnet, die erforderlich ist um ohne zusätzlichen Antrieb eine Aufprallgeschwindigkeit von 6,7m/s zu erhalten. Aus der Länge und dem im Lastenheft vorgegeben Einstellbereich sowie der Mindestbreite ergaben sich die Abmaße für die Stahlkonstruktion. Diese wurde unter optischen und Steifigkeits-Gesichts-punkten ausgeführt.

Nachdem fast alle Angebote für die einzelnen Komponenten, auch für das H-Punkt-Pendel, eingegangen waren, haben wir den CAR ( Capital Appropriation Request ) und die Investitionskostenrechnung ausgefüllt und den entsprechenden Mitarbeitern des Unternehmens zur Genehmigung vorgelegt. Die Summe über alles betrug ca.100TDM und der Return on Invest lag unter einem Jahr.

Nach der Vorauslegung wurde bekannt, daß es zwischenzeitlich einen neuen SAE-Entwurf gibt, in dem vorgesehen sei, daß der Prüfkörper eine Eigenfrequenz von mehr als 3kHz haben sollte, diese aber auf keinen Fall mit bekannten Werkstoffen zu vertretbaren Kosten mit einem Pendel zu realisieren ist und wir demnächst Tests für Innenräume durchführen, hier jedoch ebenfalls ein Pendel nicht zum Einsatz kommen kann, habe ich alternativ eine lineare Prüfeinrichtung konstruiert, die auch zu einen Freiflugkörper modifiziert werden kann. Dieses Prüfstand-Konzept wurde von meinen Kollegen favorisiert.

Um einen möglichst kurzen Prüfkörper zu erhalten, mußte ich eine sehr kurze Beschleunigungsstrecke vorsehen und kam bei den Berechnungen auf eine Beschleunigung von ca. 20g. Diese Beschleunigung ist nur pneumatisch, pyrotechnisch, hydraulisch oder mit Federkraft zu realisieren. Die pneumatisch Lösung schien mir als die geeignete Alternative. Zu der pneumatischen Lösung habe ich einen Prototypen gebaut, an dem ich die Reproduzierbarkeit der Geschwindigkeit und den Verschleiß sowie die Eigenfrequenz in Längsrichtung verifiziert haben. Ferner habe ich die Stoßkräfte und die dadurch entstehenden Reibkräfte ermittelt und den Fehler durch diese abgeschätzt.

Nach erfolgreichen Tests habe ich die komplette Konstruktion in 3D im Rechner durchgeführt und die Komponenten bestellt bzw. fertigen lassen. Parallel dazu habe ich die Software dem Einsatzzweck angepaßt und den Schaltplan für das H-Punkt-Pendel und den linearen Prüfstand entworfen und den Schaltschrank entsprechend zusammengebaut.