

# Der Fluggaststz – vom Konzept zum Produkt

Vortrag erstellt im Rahmen der Vortragsreihe der  
**HAW Hamburg**  
in Zusammenarbeit mit **DGLR und VDI**

Hamburg, 13. Oktober 2005

von Peter Miehke  
AIDA Development GmbH  
Schwäbisch Hall



# Der Fluggaststz – vom Konzept zum Produkt

## Die AIDA Group:



**AIDA Development** mit Standort Hamburg  
Kernkompetenz Entwicklung und  
Konstruktion von Struktur- und  
Interieurbauteilen für Luftfahrzeuge



**AIDA Development** Hauptsitz Schwäbisch  
Hall Kernkompetenz Entwicklung und  
Konstruktion von Fluggastsitzen & Interieur  
sowie Strukturbauteilen für Luftfahrzeuge und  
andere Verkehrsmittel



**AIDA Development** Standort München  
Kernkompetenz Entwicklung & Konstruktion  
von Strukturbauteilen für Helikopter und  
Flugzeuge



**AIDA Development** Standort Friedrichshafen  
Kernkompetenz Entwicklung von  
Fluggastsitzen & Sitzmöbeln sowie  
Einrichtungen im medizinischen Bereich



# Der Fluggastsitz – vom Konzept zum Produkt

## SITTING IN THE PUBLIC SPHERE



Oktober 2005

Seite 3



Der Fluggastsitz  
Vom Konzept zum Produkt

# Fluggastsitz = Schnittstelle zwischen Passagier und Flugzeug

In der modernen Welt ist die Reise mit dem Flugzeug für uns längst zur einer Selbstverständlichkeit geworden.

Flugzeuge bringen uns sicher, bequem und in kurzer Zeit von A nach B.

Im Gegensatz zu anderen Massentransportmitteln, wie Bahn und Schiffe, bei denen sich der Passagier während der Reise innerhalb des Transportmittels frei bewegen kann, ist diese Bewegungsfreiheit im Flugzeug eingeschränkt.

Tatsächlich erlebt der Flugzeugpassagier seine Reise zu etwa

**95% im Sitzen.**

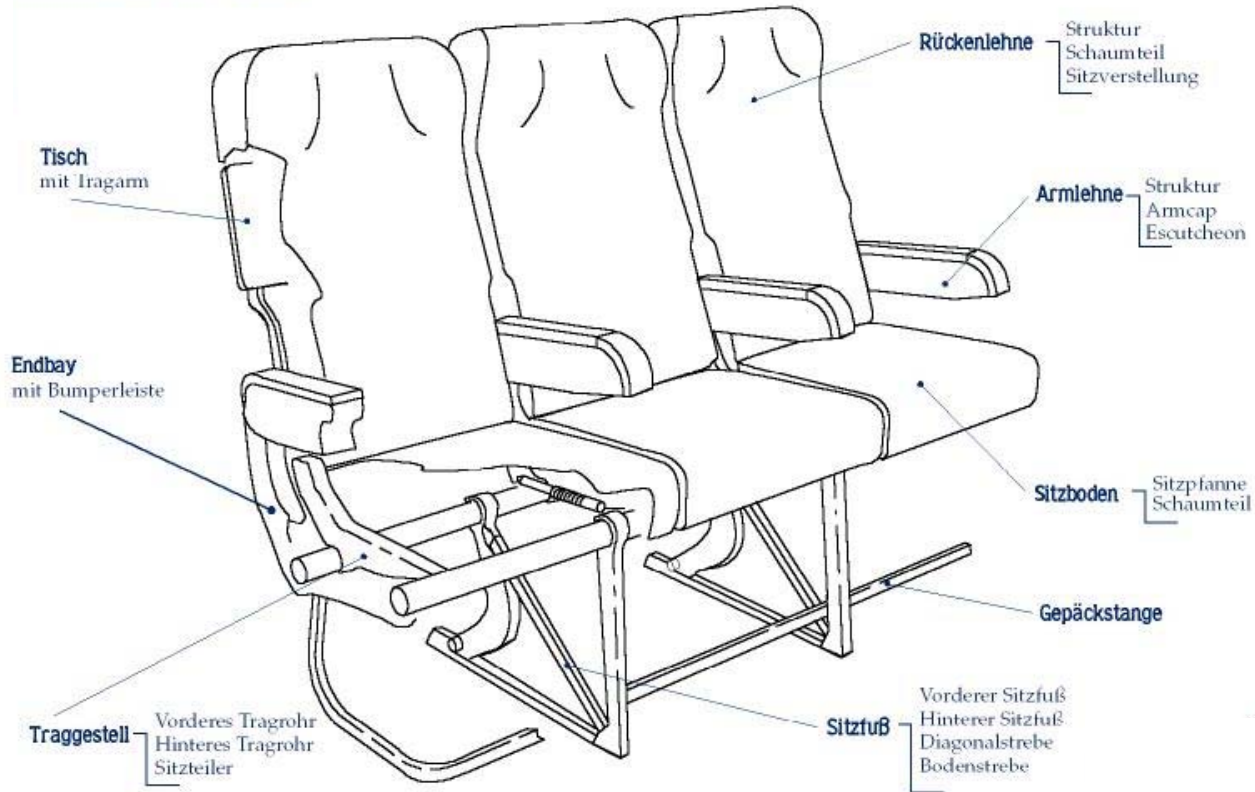
Und deshalb ist eine Flugzeugkomponente für den Flugzeugreisenden die ausschlaggebende Komponente,

**der Fluggastsitz**



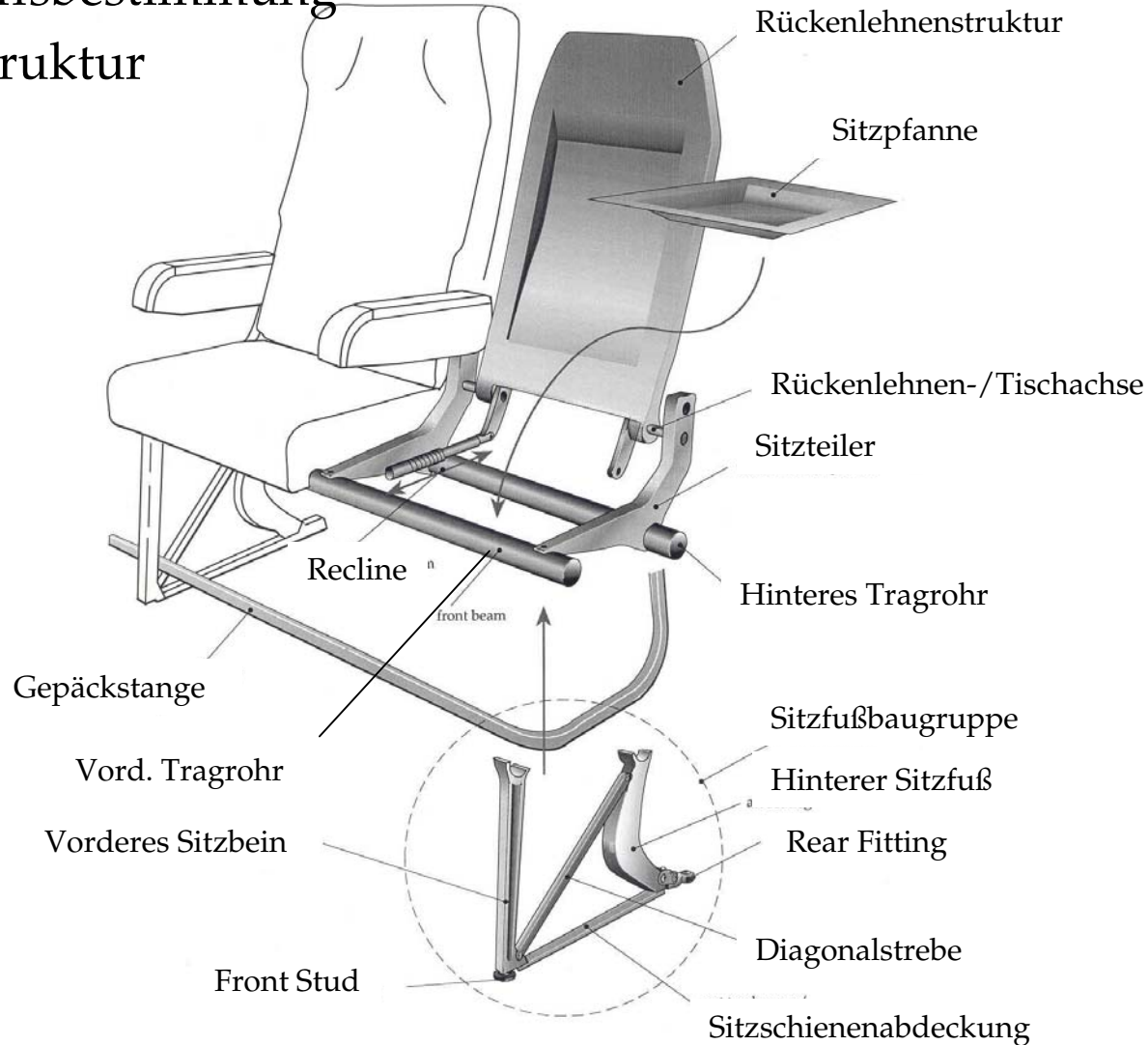
# Fluggaststz, was ist das?

## Begriffsbestimmung



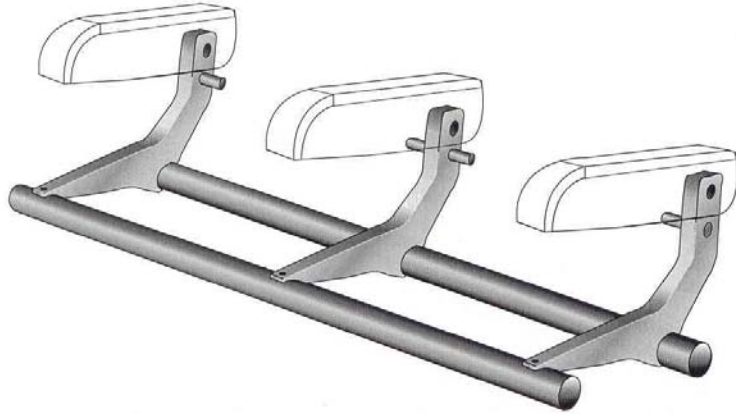
# Fluggaststz, was ist das?

## Begriffsbestimmung Sitzstruktur

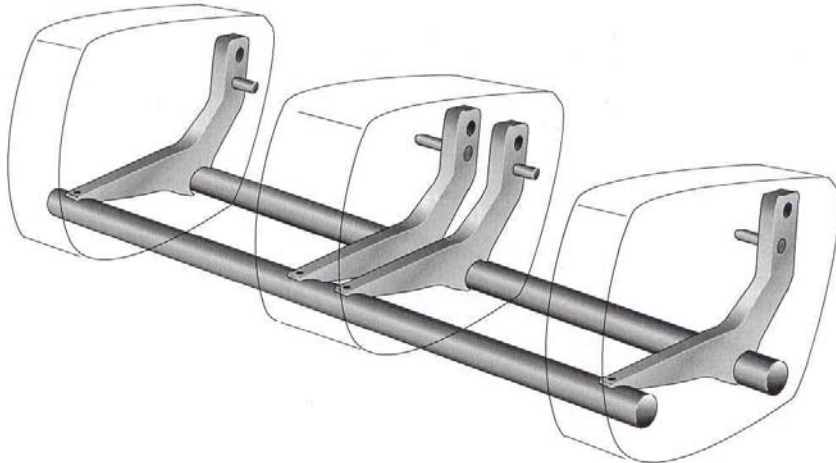


# Fluggastsitz, was ist das?

## Sitzgestellarten



Sitzgestell Economy Class



Sitzgestell Business  
und First Class



# Fluggastsitz = Schnittstelle zwischen Passagier und Flugzeug

## Fluggastsitz => Kategorie der Reisesitze

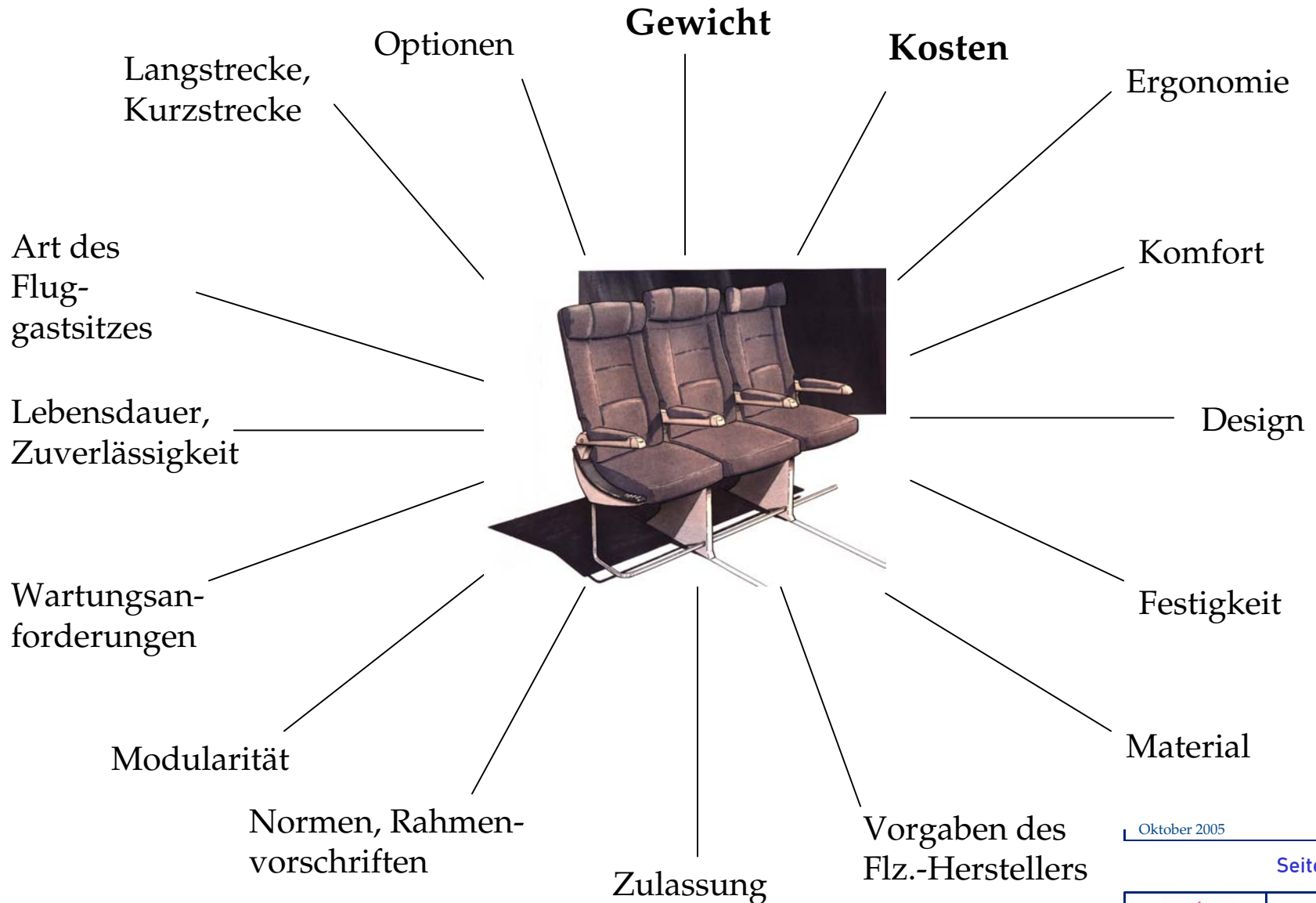
Reisesitze dienen hauptsächlich, im Gegensatz zu anderen Fahrzeugsitzen, der Entspannung und Erholung des Sitzenden, weshalb die Bequemlichkeit im Vordergrund steht.

Bei der Auslegung, Konzeption und Konstruktion nehmen aber weit mehr Parameter Einfluss auf die Gestaltung eines Fluggastsitzes. Ziel ist es diesen Parametern Rechnung zu tragen.

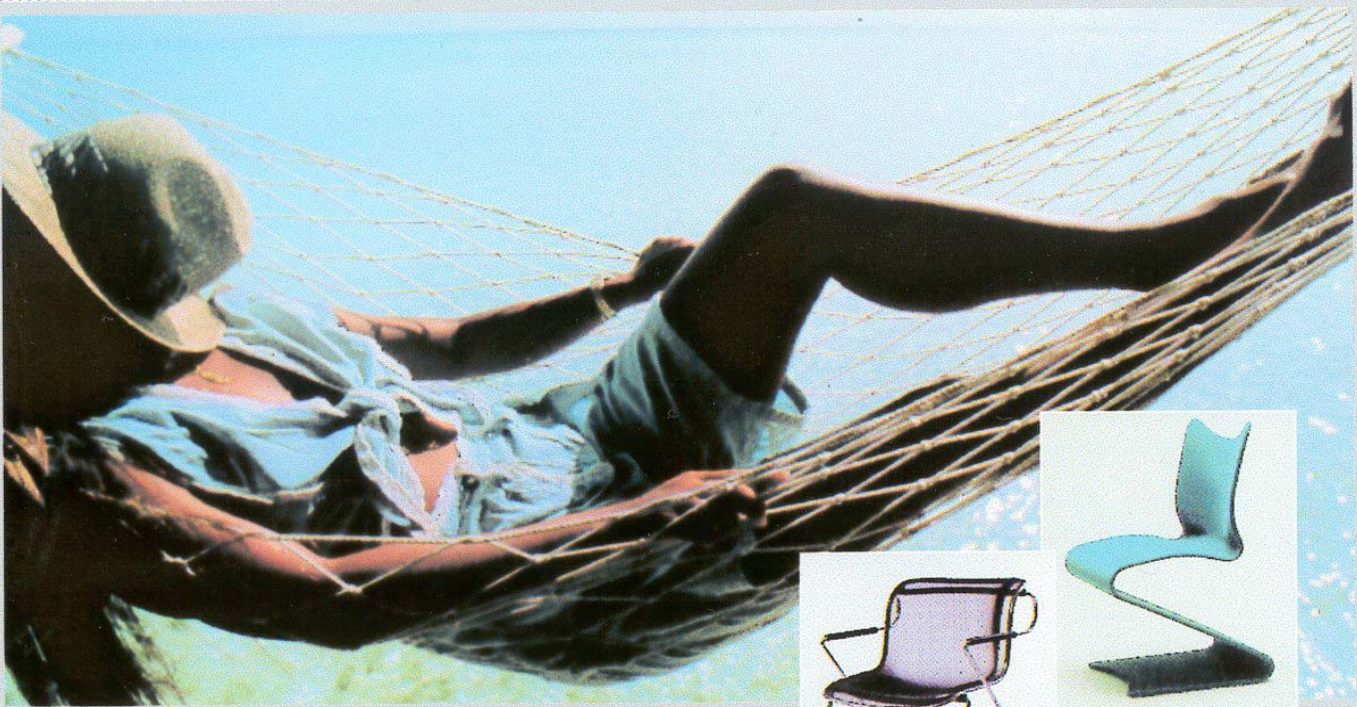




# Einflüsse auf den Fluggastsitz



## THE SEAT FOR COMMUTER TRANSPORT ... LIGHT ...



R E L A X A T I O N

W E I G H T L E S S N E S S

Oktober 2005



# Gewicht

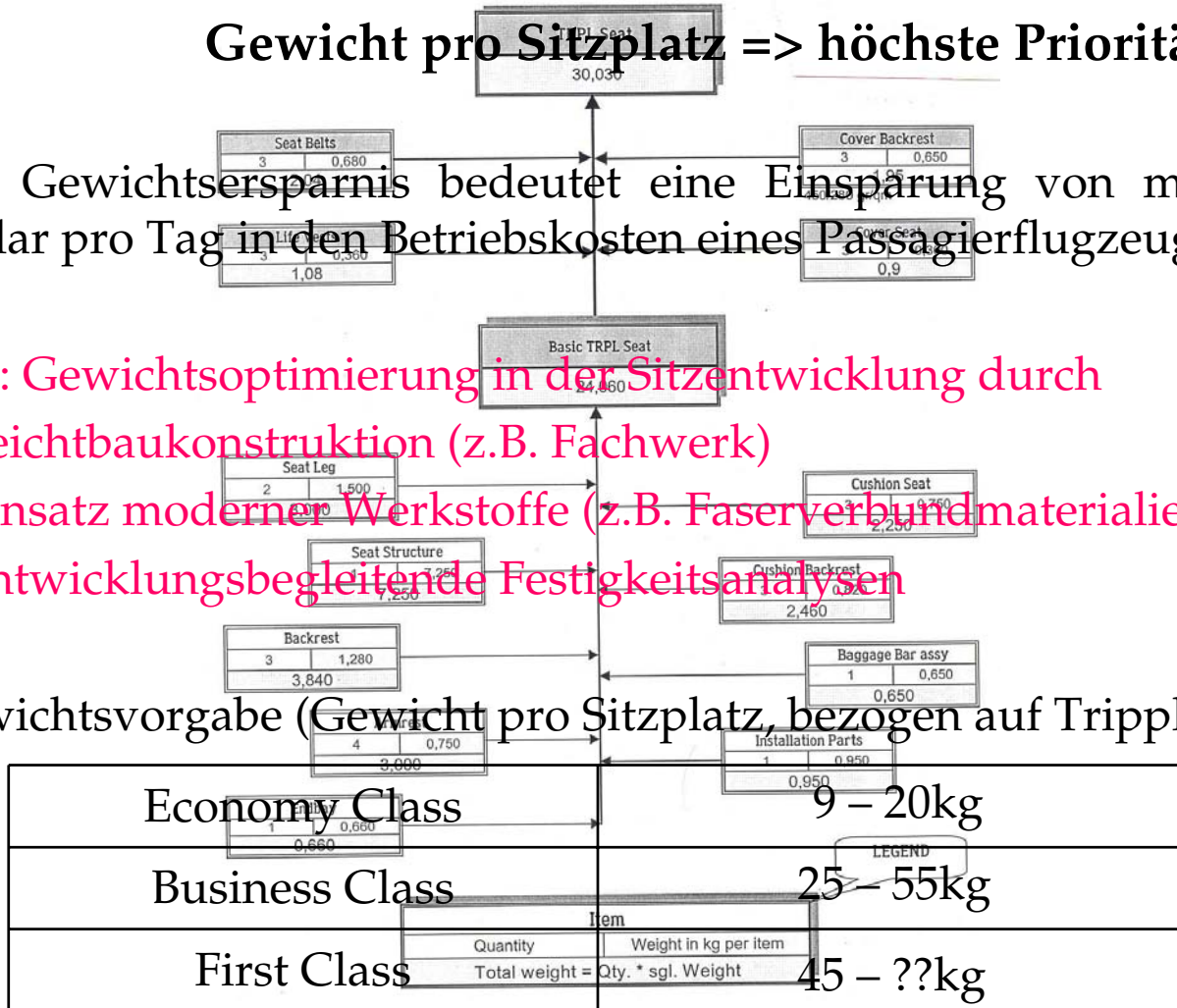
**Gewicht pro Sitzplatz => höchste Priorität**

1kg Gewichtsersparnis bedeutet eine Einsparung von mehreren tausend Dollar pro Tag in den Betriebskosten eines Passagierflugzeuges.

Ziel: Gewichtsoptimierung in der Sitzentwicklung durch

- Leichtbaukonstruktion (z.B. Fachwerk)
- Einsatz moderner Werkstoffe (z.B. Faserverbundmaterialien)
- Entwicklungsbegleitende Festigkeitsanalysen

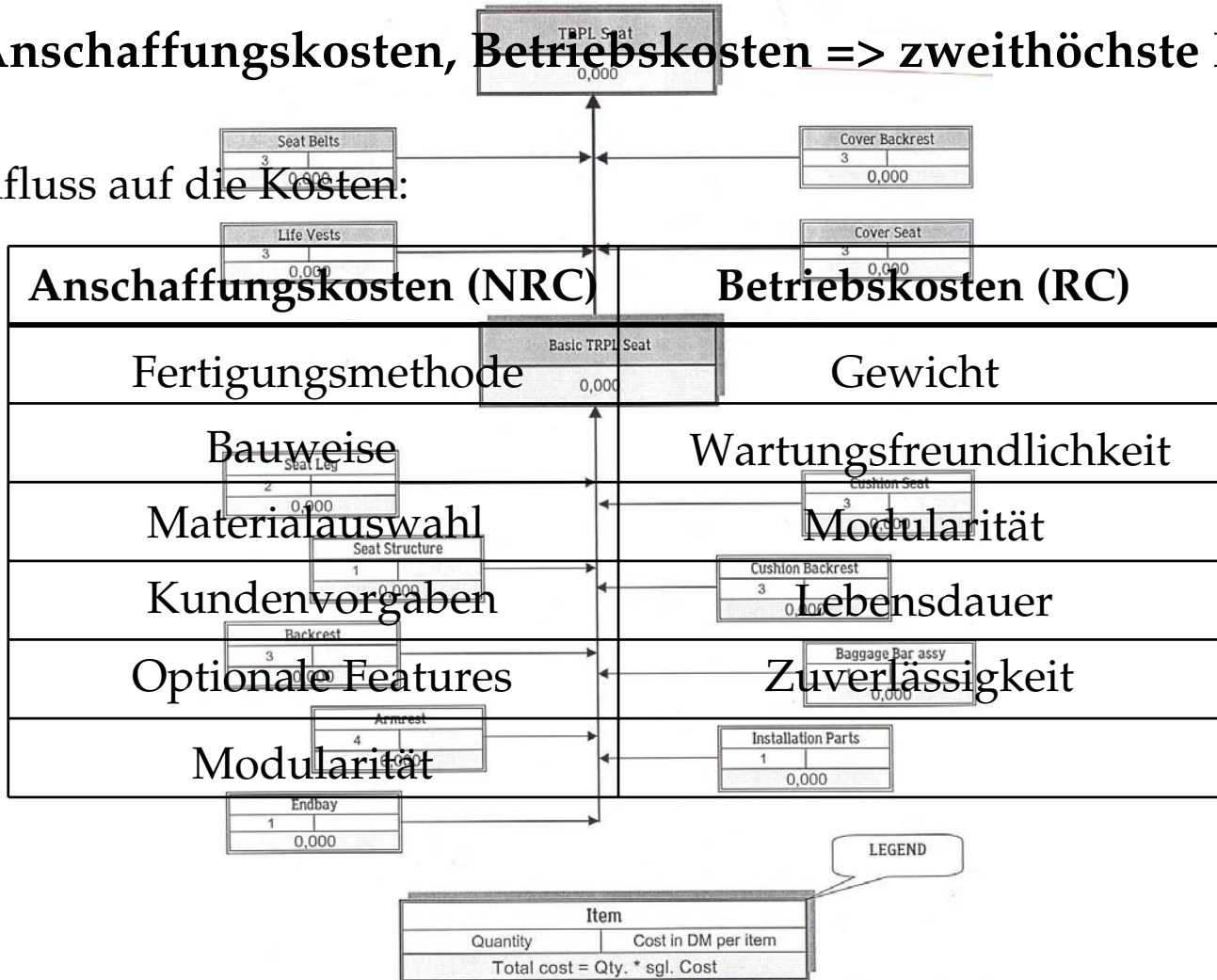
Gewichtsvorgabe (Gewicht pro Sitzplatz, bezogen auf Tripple Sitz)



# Kosten

Anschaffungskosten, Betriebskosten => zweithöchste Priorität

Einfluss auf die Kosten:



# Kosten

## Was kostet ein Sitz??

Starke Abhängigkeit vom Einsatzzweck (Langstrecke/Kurzstrecke), von der Ausstattung (Einstellbarkeit, Komfort Features, IFE, etc.) und von der strategischen Preisgestaltung des Sitzherstellers.

Tabelle zeigt **Kosten (Verkaufspreis) pro Sitzplatz** bezogen auf einen Tripple-, bzw. Doppelsitz (Preise sind Erfahrungswerte des Autors):

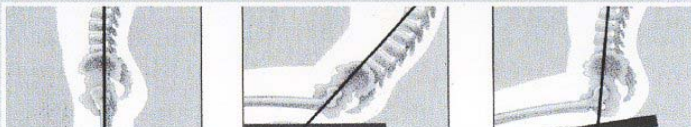
Economy Class	800,- bis 2.500,-US\$
Business Class	3.000,- bis 50.000,-US\$
First Class	20.000,- bis 75.000,-US\$

Zum Vergleich: der Verkaufspreis eines Erster Klasse Sitzes im ICE beträgt **250,-€!**

# Ergonomie

## ERGONOMICS

„ALL PEOPLE ARE NOT EQUAL“



Oktober 2005



# Ergonomie

**Ergonomie (griech.) = „ergon“ (Arbeit) + „nomos“ (Lehre, Gesetz)**

Ergonomie ist also eine Arbeitslehre mit dem Ziel den „Arbeitsplatz“, in unserem Fall den Fluggastsitz, so zu gestalten, dass er der Natur des Menschen gerecht wird.

Hauptsächlich sind die folgenden Körperteile maßgeblich am Sitzen beteiligt:

- **Wirbelsäule,**
- **Becken,**
- **Muskulatur und**
- **Gelenke.**

**Ziel: Aufgabe des Fluggastsitzes ist es dem Sitzenden, bzw. Passagier, hauptsächlich über diese Körperteile, ein Optimum, auch für längere Zeit, an ergonomischer Bequemlichkeit zu vermitteln.**

Sitzsysteme haben sich deshalb den individuellen Körpermaßen ihrer Benutzer anzupassen und sind darum verstellbar zu gestalten.



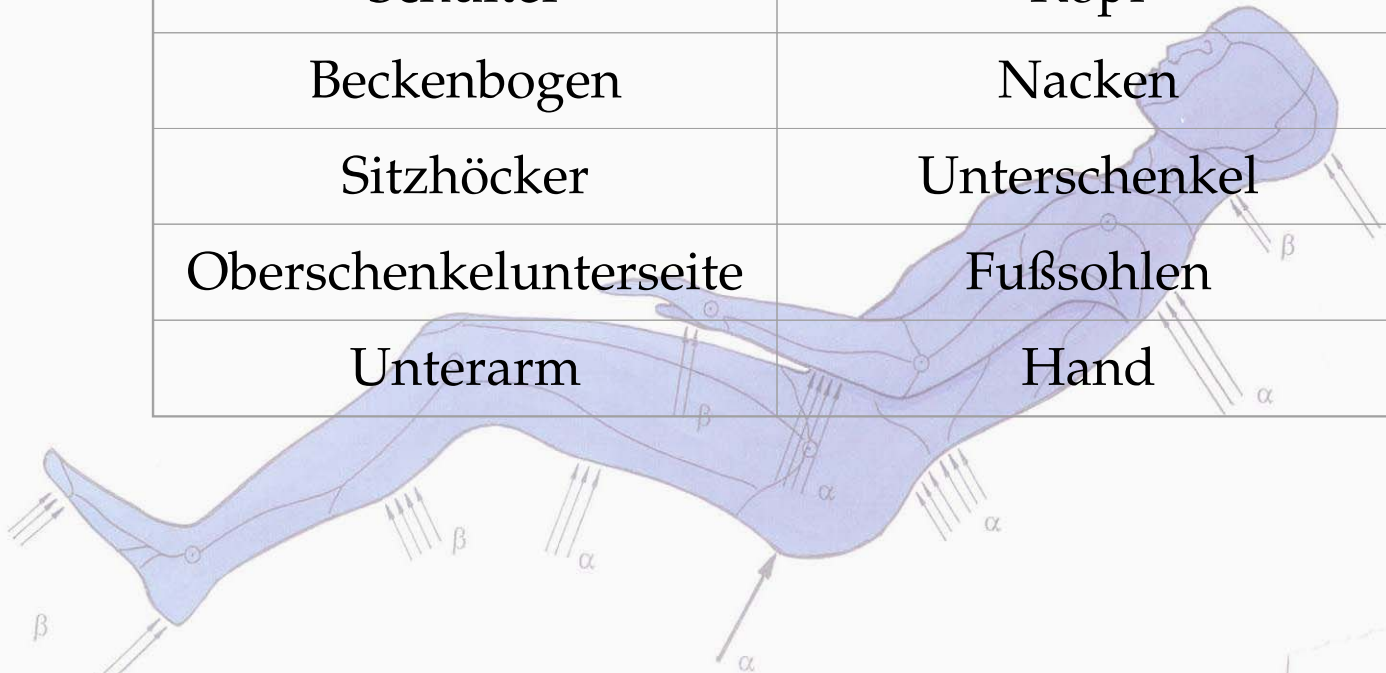
# Ergonomie

## Körperunterstützungszonen

Unterteilung in Alpha und Beta Zonen.

**Ziel: Alpha Zonen vom Sitz unterstützen, Beta Zonen beschreiben zusätzliche Komfortzonen.**

ALPHA Zonen	BETA Zonen
Schulter	Kopf
Beckenbogen	Nacken
Sitzhöcker	Unterschenkel
Oberschenkelunterseite	Fußsohlen
Unterarm	Hand

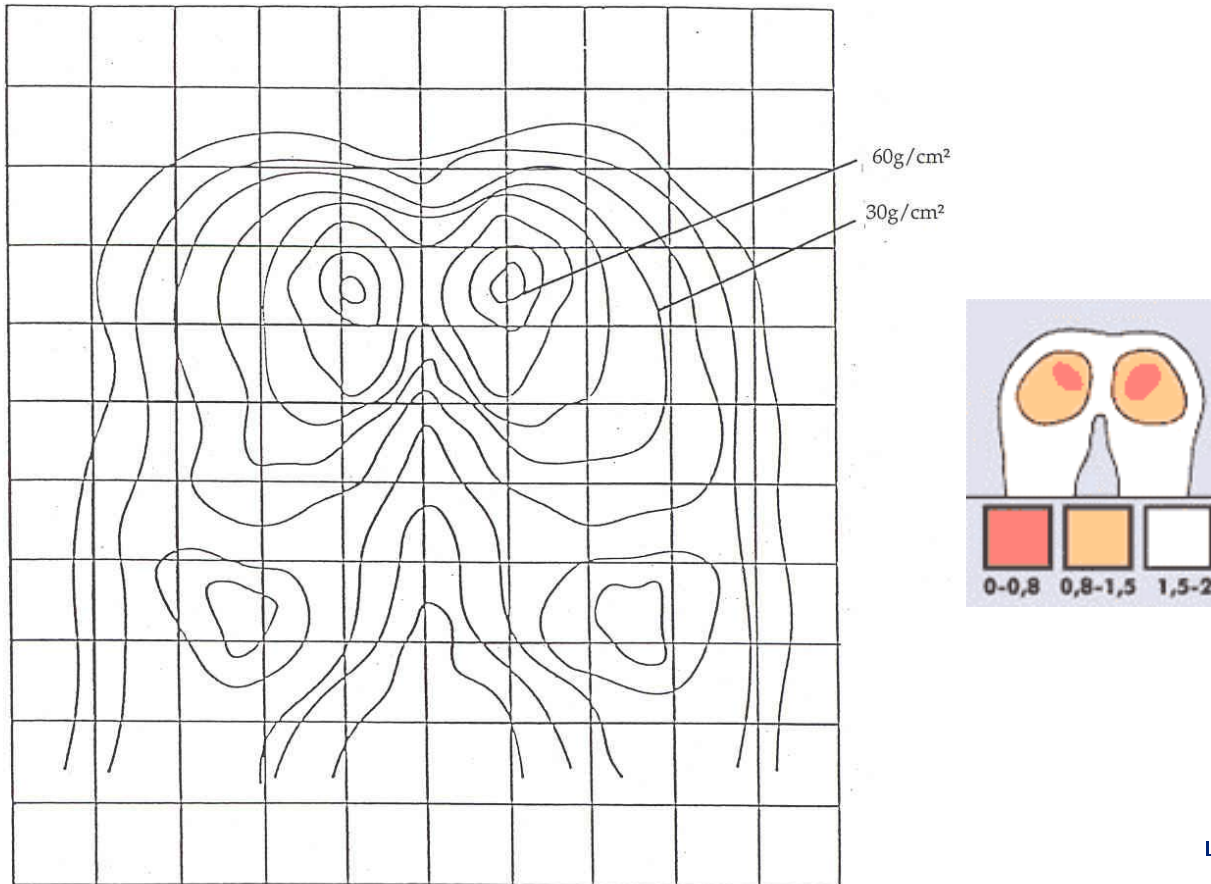




# Ergonomie

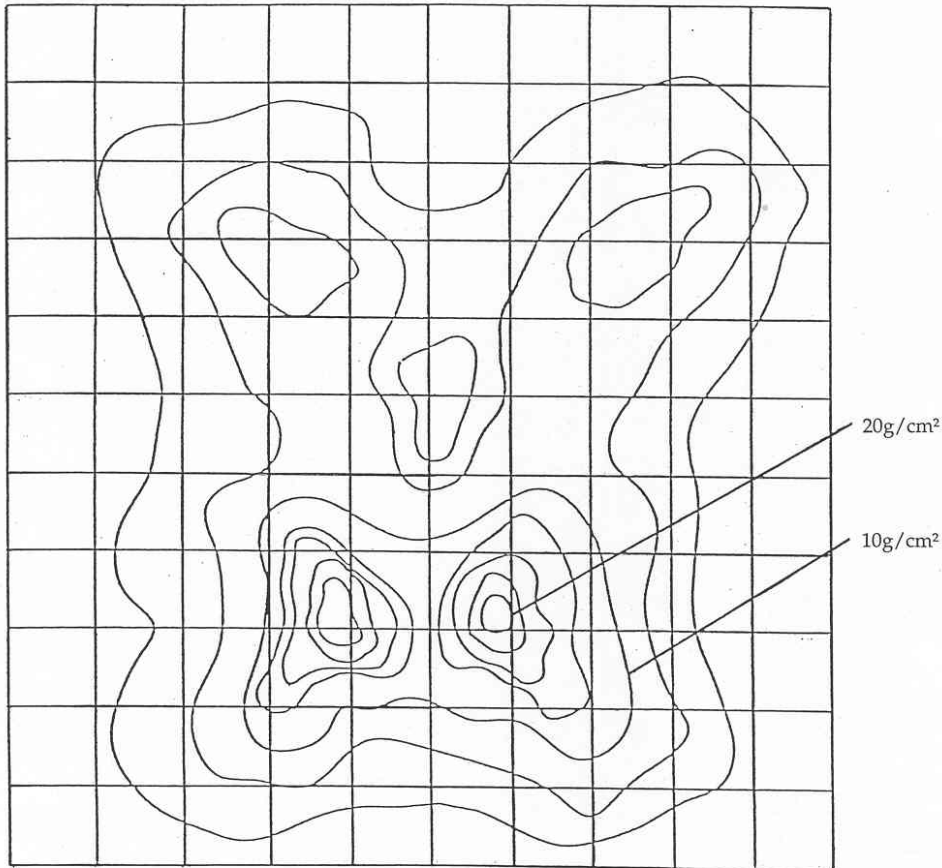
## Druckverteilung am Sitzboden

Ziel: Optimale Gestaltung des Sitzkissens (genügende Schaumdicke und Härte RG65) und der Sitzpfanne (ergonomisch angepasst).



## Druckverteilung in der Rückenlehne

Ziel: Optimale Gestaltung des Rückenkissens (genügende Schaumdicke und Härte RG45).

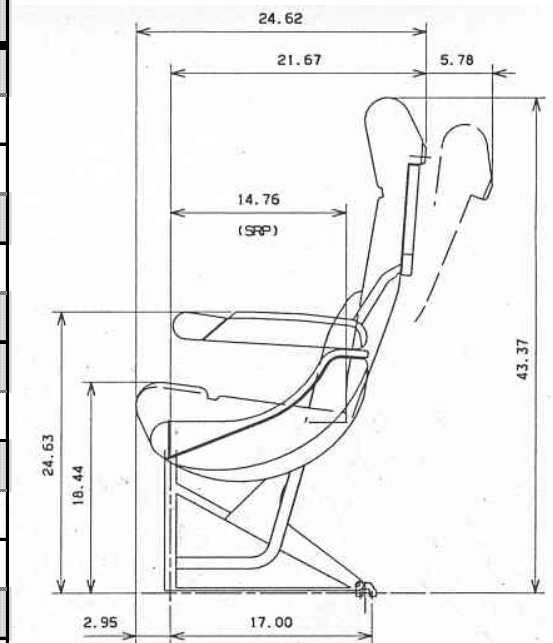


# Ergonomie

## Basissitzmaße

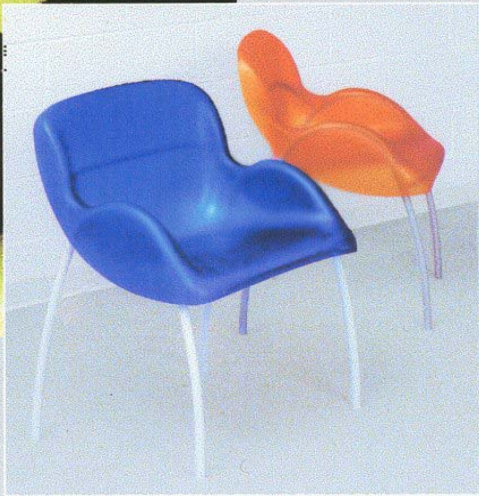
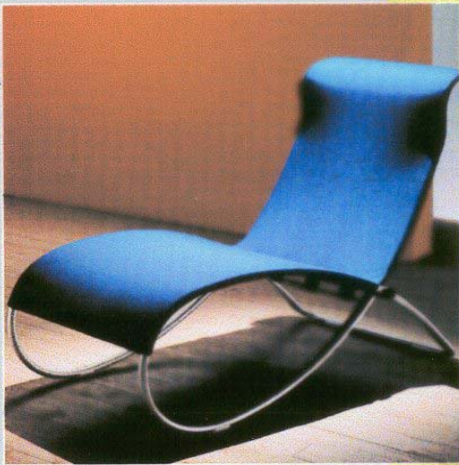
Ziel: grau unterlegte Werte bei der Sitzauslegung bevorzugt berücksichtigen.

Körpermaß	Sitzmaß	Person	mm	Zoll
Sitzflächenhöhe	Sitzhöhe	5% Frau	347	13,7
		95% Mann	484	19,1
Kopfhöhe im Sitzen	Oberkante Rückenlehne	5% Frau	809	31,9
		95% Mann	972	38,3
Ellbogenhöhe im Sitzen	Armlehnenhöhe	5% Frau	196	7,7
		95% Mann	280	11
Unterarmlänge	Armlehnenlänge	5% Frau	293	11,5
		95% Mann	391	15,4
Körpertiefe im Sitzen	Sitztiefe	5% Frau	425	16,7
		95% Mann	566	22,3
Weite zwischen Ellbogen	Sitzbreite über alles	5% Frau	370	14,6
		95% Mann	512	20,2
Hüfthöhe	Sitzbreite zw. Armlehnen	5% Frau	341	13,4
		95% Mann	381	15



# Komfortanforderungen, Living Space, Privatsphäre

## COMFORTABLE AND SAFE



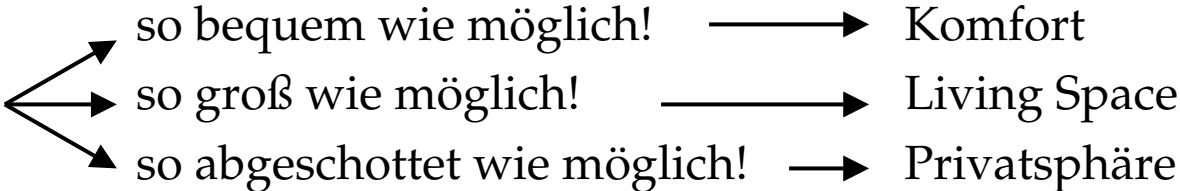
Oktober 2005



# Komfortanforderungen, Living Space, Privatsphäre

Mit dem Kauf eines Tickets erwirbt der Fluggast einen **Lebensraum auf Zeit**.

**Ziel: Den Lebensraum so optimal wie möglich zu gestalten.**

Optimal = 

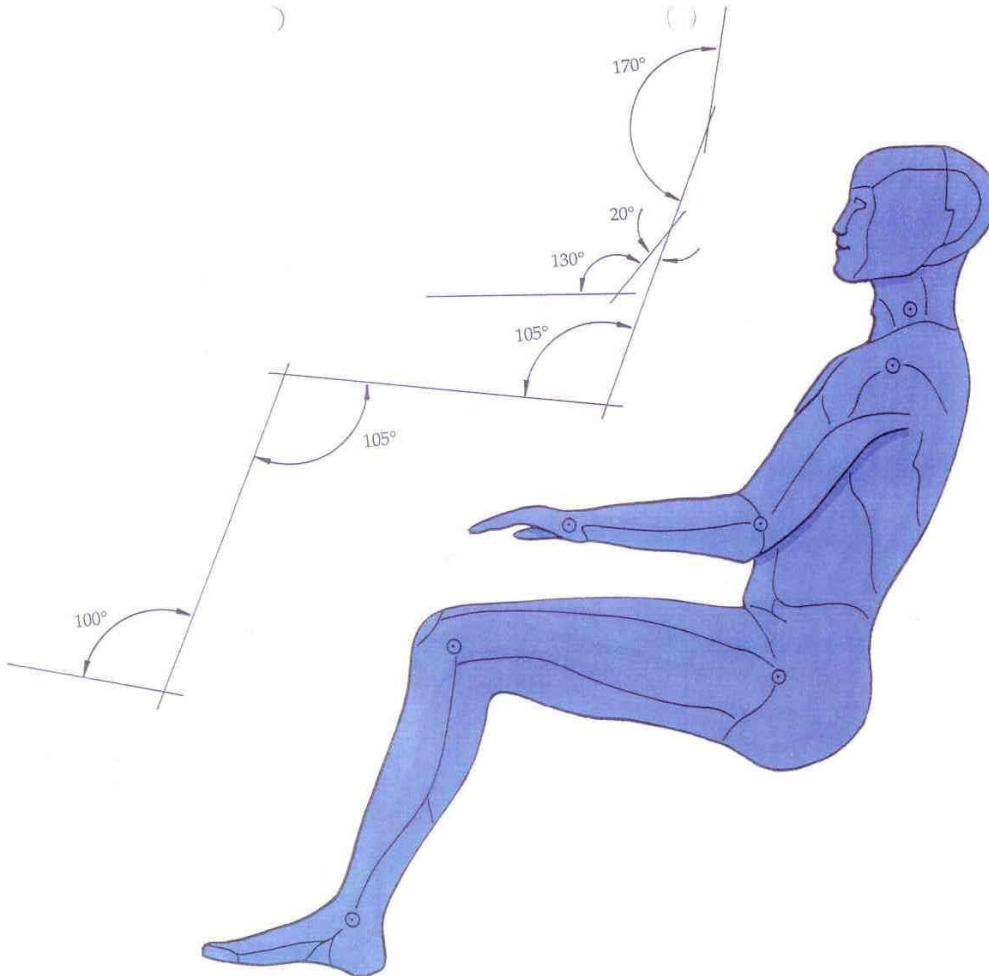
- so bequem wie möglich! —> Komfort
- so groß wie möglich! —> Living Space
- so abgeschottet wie möglich! —> Privatsphäre



# Komfortanforderungen, Living Space, Privatsphäre

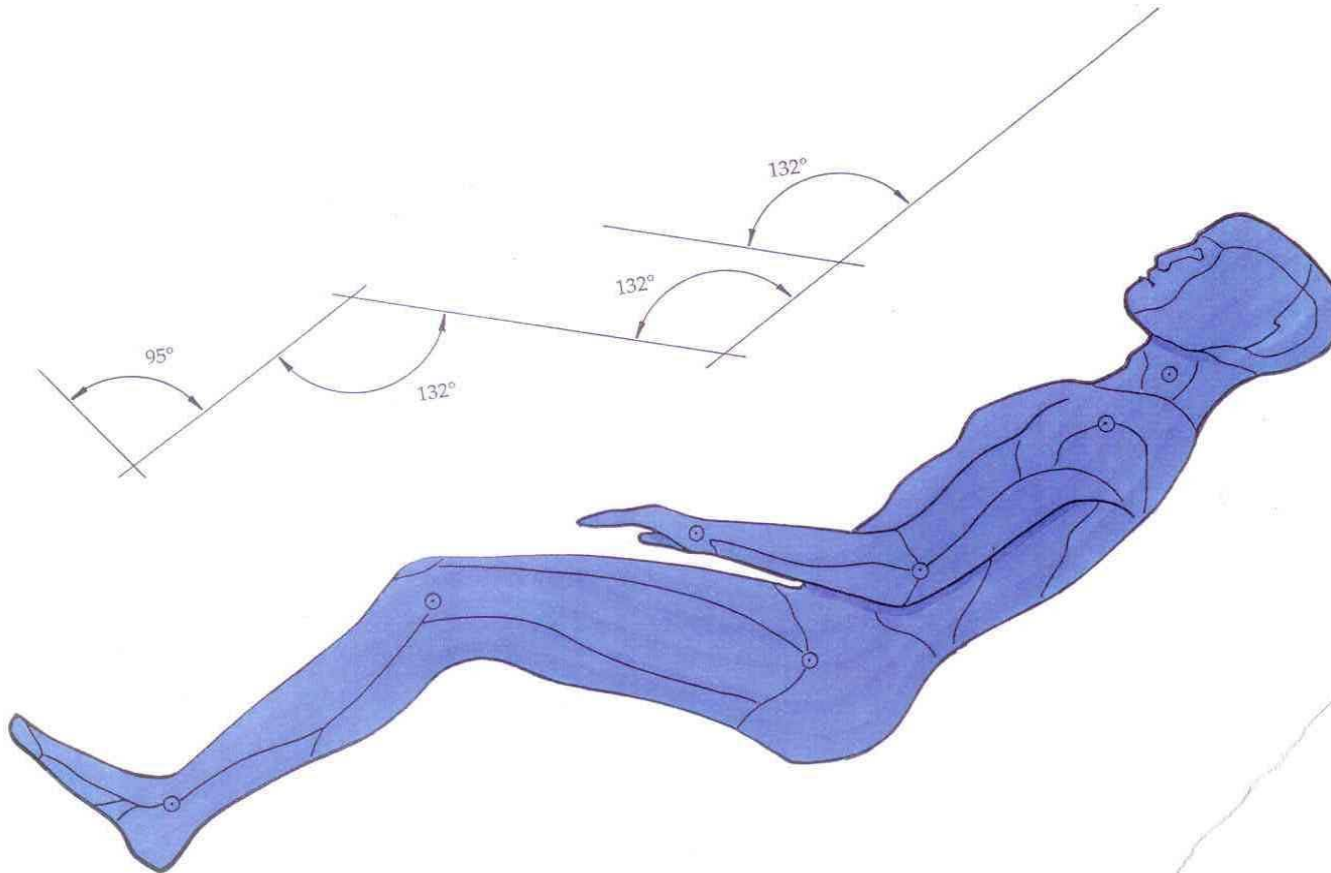
Sitzwinkel für optimalen Sitzkomfort im Aufrecht sitzen

Ziel: die Unterstützungsflächen des Sitzes darauf ausrichten.



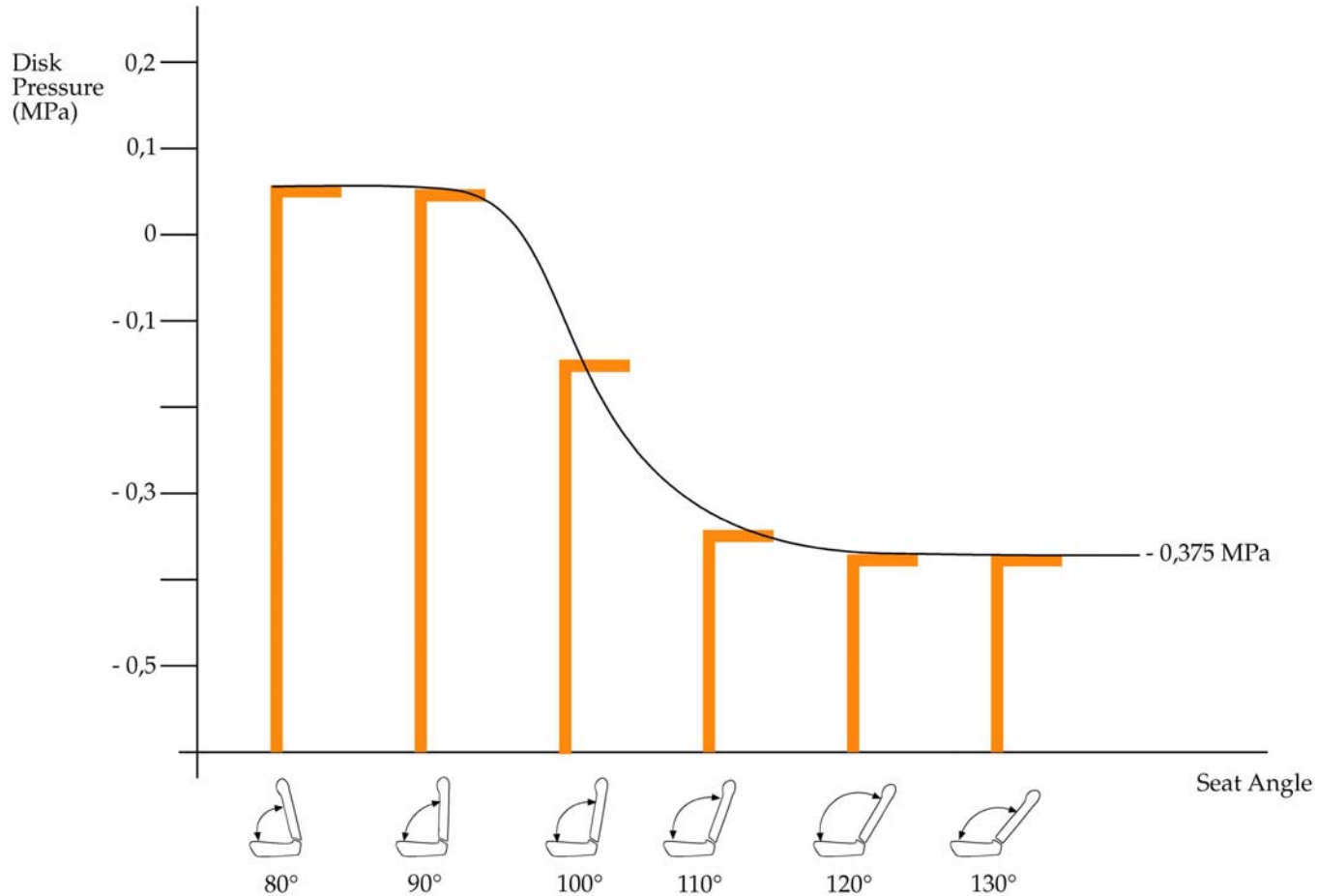
# Komfortanforderungen, Living Space, Privatsphäre

Sitzwinkel für optimale Sitzkomfort in halbliegender Sitzposition.  
Diese Position wurde in Tests ermittelt bei denen der Bandscheibendruck gemessen wurde (siehe nächste Seite).



# Komfortanforderungen, Living Space, Privatsphäre

## Bandscheibendruckverteilung





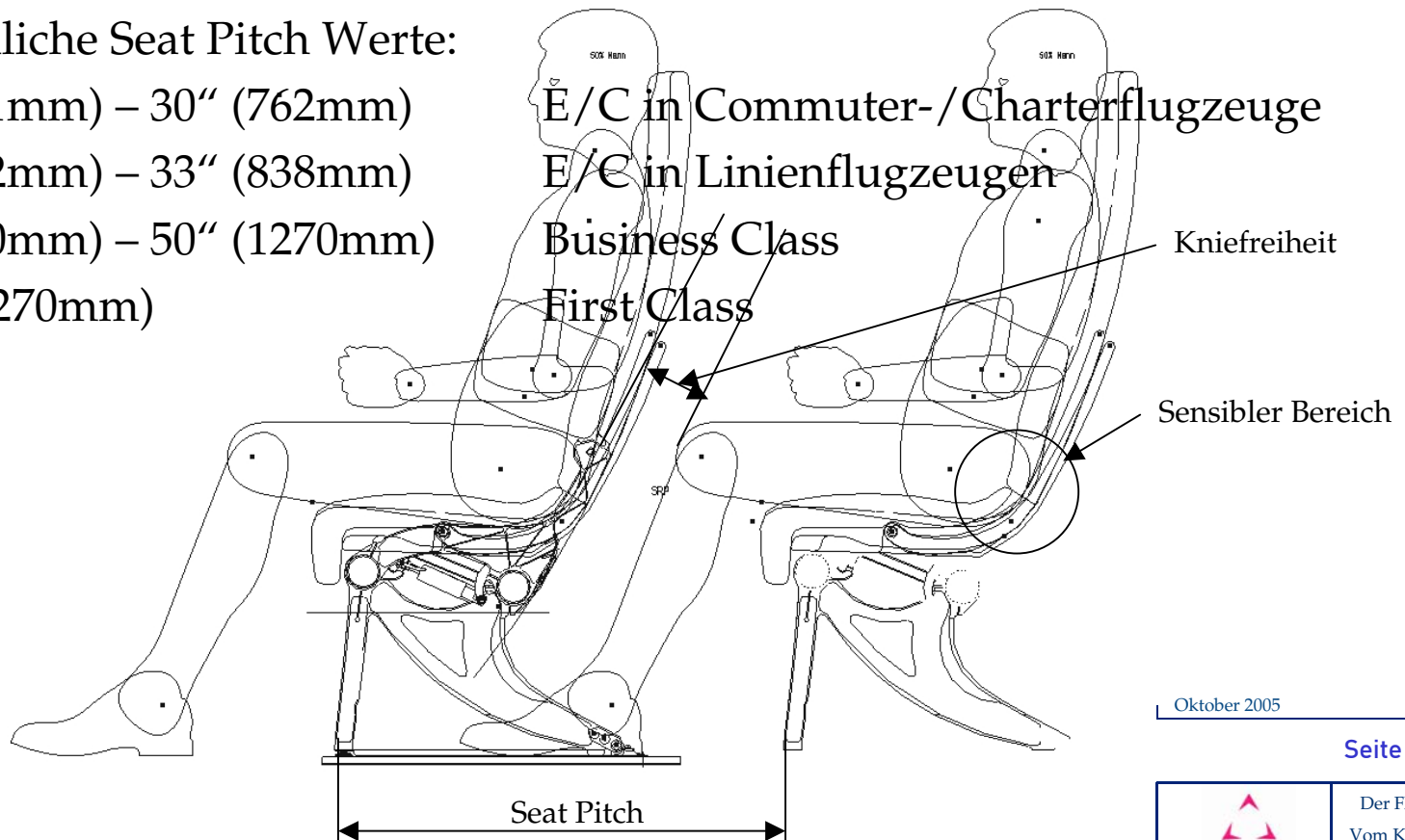
# Komfortanforderungen, Living Space, Privatsphäre

Maßgebend für den Sitzkomfort ist der Abstand zwischen den Sitzen, „Seat Pitch“ genannt. Aus ihm ergibt sich die „Kniefreiheit“.

**Ziel: Je dünner die Rückenlehne im Kniebereich gestaltet ist, desto mehr Kniefreiheit (= Platz/Komfort) erhält der Passagier.**

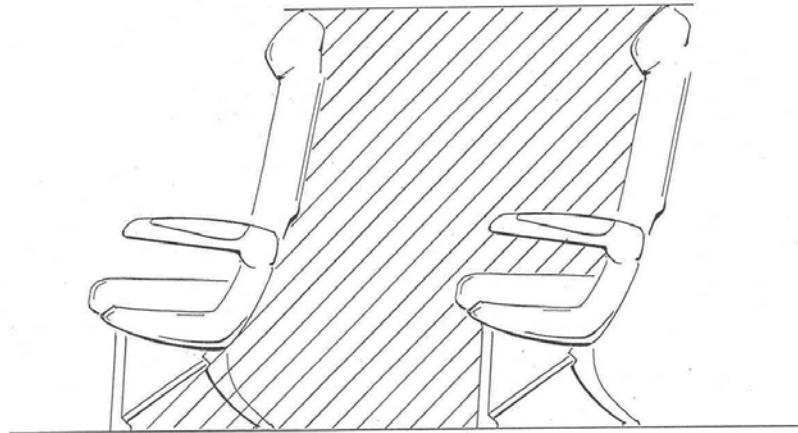
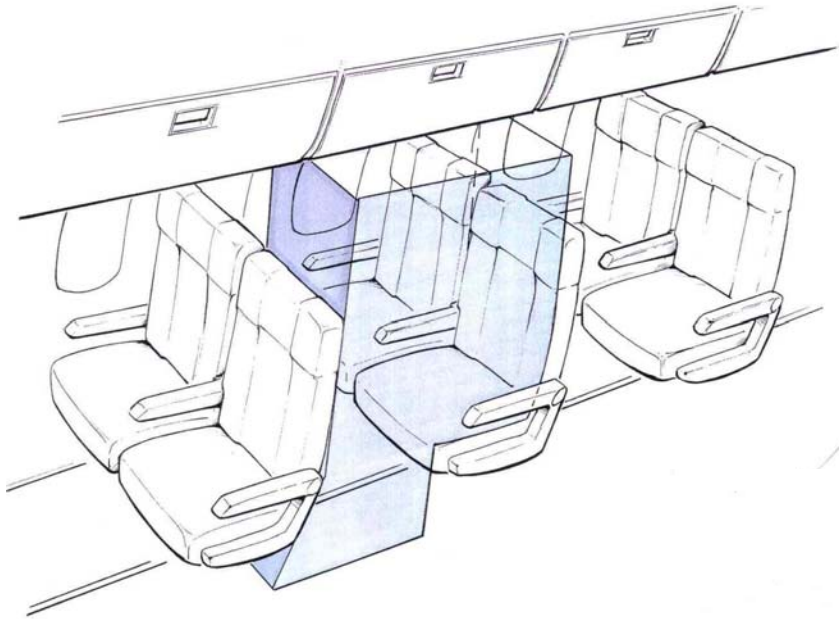
Gebräuchliche Seat Pitch Werte:

- 28" (711mm) – 30" (762mm)
- 30" (762mm) – 33" (838mm)
- 37" (940mm) – 50" (1270mm)
- >50" (1270mm)



# Komfortanforderungen, Living Space, Privatsphäre

Tatsächlich zur Verfügung stehender Raum, den es optimal zu gestalten und auszunutzen gilt.



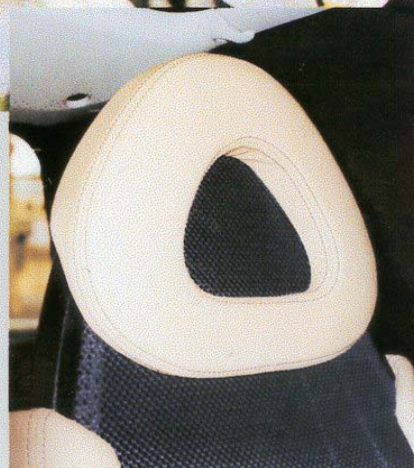
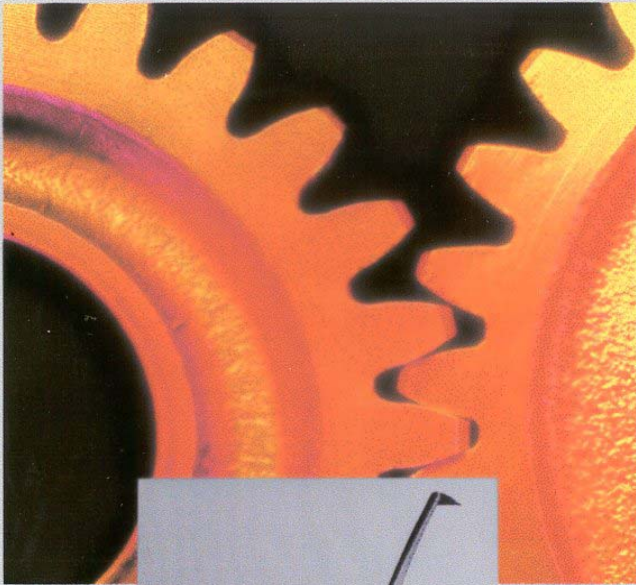
# Komfortanforderungen, Living Space, Privatsphäre

Privatsphäre ist ein weiterer wichtiger Punkt bei der Gestaltung von Sitzen und wird vor allem bei den beiden höheren Klassen mittlerweile konsequent umgesetzt .



# Design

## ATTRACTIVE DESIGN & FUNCTION



Oktober 2005

Seite 28

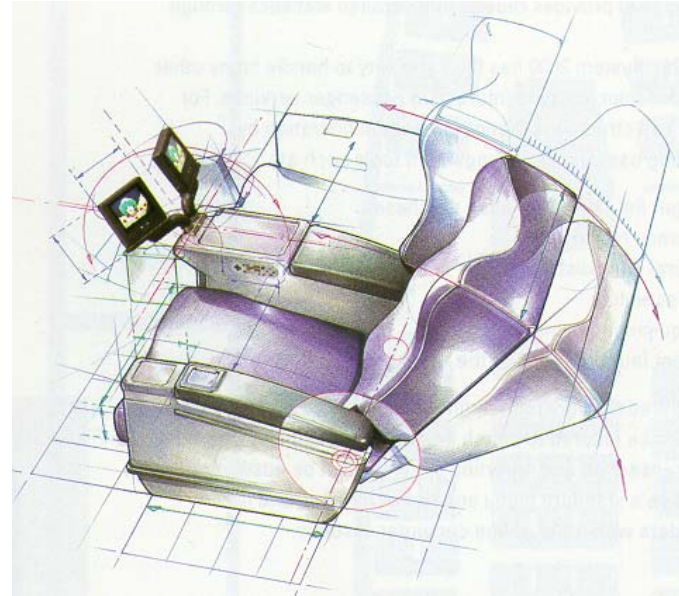


Der Fluggast  
Vom Konzept

## Sitzdesign - das Auge „sitzt“ mit!

Gutes Design vermittelt:

- Sicherheit
- Komfort
- Transparenz
- Privatsphäre
- Stabilität
- Bequemlichkeit
- Leichtigkeit
- Platzangebot
- Identität/CI der  
Airline
- etc.



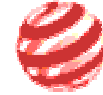
**Ziel: Form follows Function, d.h. gutes Design verdeckt die Funktion und/oder verbindet mehrere Funktionen miteinander.**



# Design

## Sitzdesign

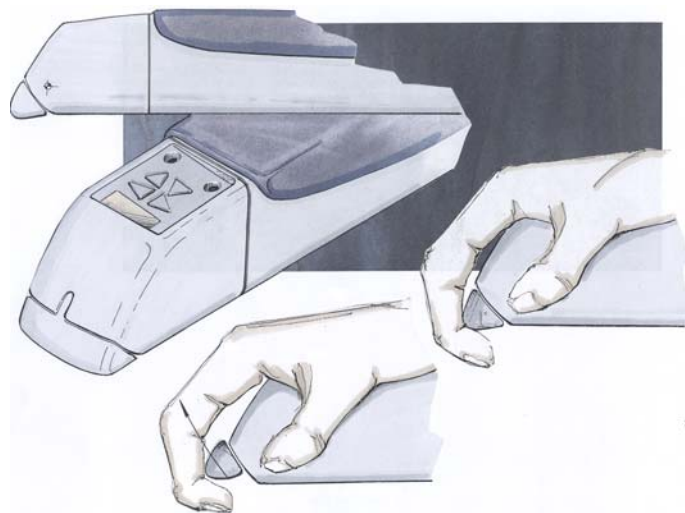
Design eines Sitzes am Beispiel des FAST Primo Commuter Seat, ausgezeichnet mit dem Red Dot Design Award (Roter Punkt)



# Design

## Detaildesign

Design eines Armlehnedetails am Beispiel eines Reclineknopfes, eines Aschenbechers und einer Polsterstudie.

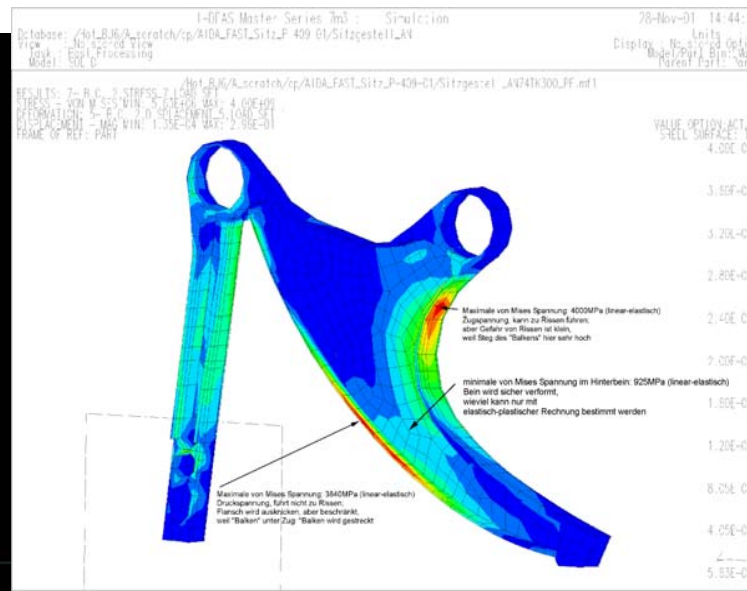
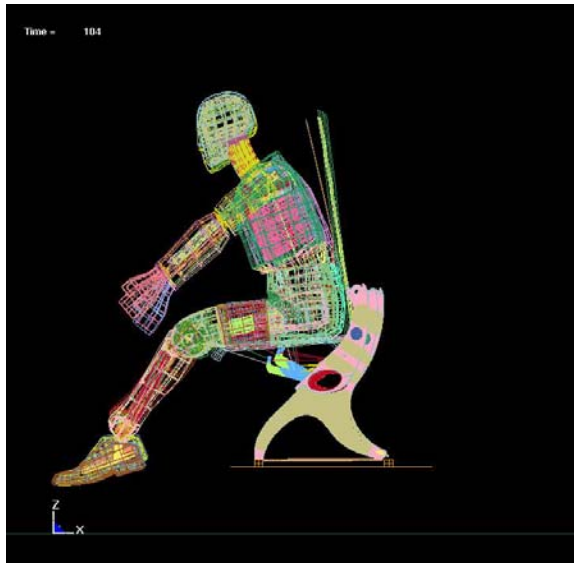


# Festigkeit, Schnittstellenlasten

## Festigkeit

In einem frühen Stadium des Sitzentwicklungsprozesses geben fortlaufende **Festigkeitsanalysen**, zunächst mit **einfachen Handrechnungen**, später mit **FEM (Finite Elemente Methode)** und **Crashsimulationen**, erste Aufschlüsse über das spätere Verhalten des Sitzes und seiner Bauteile unter Last.

**Ziel: optimale Gestaltung/Konstruktion der Bauteile hinsichtlich Spannungsverlauf und Gewicht unter Ausnutzung ihrer Werkstoffeigenschaften zum Abbau der kinetischen Energie durch Materialverformung.**





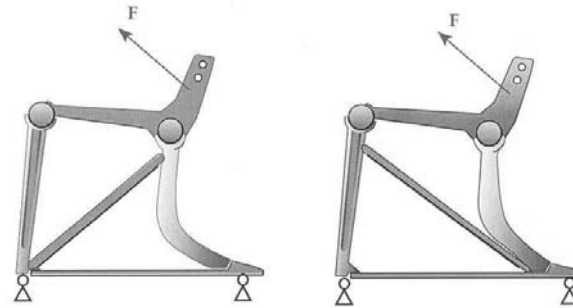
# Festigkeit, Schnittstellenlasten

## Steifigkeit

Im Bild: diverse Arten  
von Sitzfußkonstruktionen

- 1) Energieabsorbierender  
hinterer Sitzfuß
- 2) X-Sitzfuß
- 3) Sitzfuß mit aktiven  
Dämpfungselement

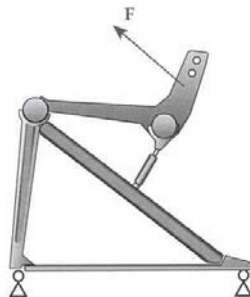
1



2



3



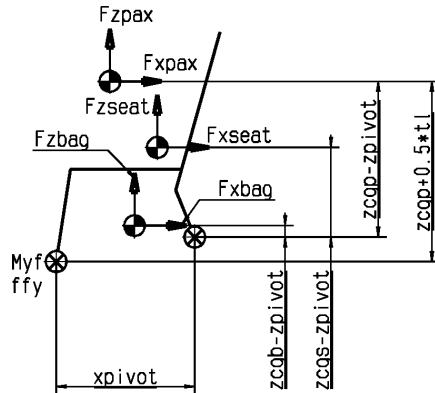
# Festigkeit, Schnittstellenlasten

## Schnittstellenlasten (Interface Loads)

Schnittstelle der Sitze zum Flugzeug ist die im Flugzeug fest verankerte, genormte **Sitzschiene** (1"-Rasterung). Die Befestigung der Sitze in der Sitzschiene erfolgt über die **Front Studs** und die **Rear Fittings**. Die maximalen **Schnittstellenlasten (Interface Loads)** für die Sitzschienen sind eine Vorgabe der Flugzeughersteller.

**Ziel: Sitzfußkonstruktion auf großen Abstand (Pitch) von Front Stud zu Rear Fitting auslegen, Last auf möglichst große Fläche verteilen.**

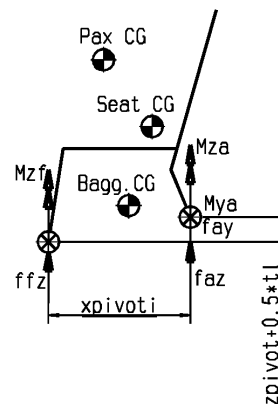
Leg My From X and Z Loads



$$Myf = -Fzpax * xcgp + Fxpax * (zcgp + 0.5 * tl) - Fzseat * xcgs + Fxseat * (zcgs + 0.5 * tl) - Fzbag * xcgb + Fxbag * (zcgb + 0.5 * tl)$$

$$Mya = Fzpax * (xpivot - xcgp) + Fxpax * (zcgp - zpivot) + Fzseat * (xpivot - xcgs) + Fxseat * (zcgs - zpivot) + Fzbag * (xpivot - xcgb) + Fxbag * (zcgb - zpivot) +$$

Leg Loads on Floor



$$ffz = -Mza / xpivot$$

$$ffz = Mya / xpivot$$

$$fax = Fxpax + Fxseat + Fxbag$$

$$fay = Mzf / xpivot$$

$$faz = -Myf / xpivot + fax * (zpivot + 0.5 * tl) / xpivot$$

# Materialauswahl, Fertigungsmethode

## Materialauswahl

Parameter zur Wahl der Werkstoffe bei Fluggaststühlen:

- **Gewicht**
- **Kosten**
- **Brennbarkeit (FAR25.853)** und
- **Rauchgasemission** (vor allem bei Kunststoffen)

Allgemein kommen deshalb folgende Materialien zur Anwendung:

- **Nichteisenmetalle**, insbesondere Aluminium in Luftfahrtqualität
- **Eisenmetalle** (nur in Ausnahmen bei hochbelasteten Bauteilen)
- **Kunststoffe**, insbesondere Polycarbonat und Polyamid
- **Faserverbundwerkstoffe**, aber: derzeit noch hohe Kosten für die Qualifizierung und der Reproduzierbarkeit der Bauteile in der Fertigung. Aus diesem Grunde können die Gewichtsvorteile nicht voll genutzt werden und man setzt diese Teile hauptsächlich im Bereich der Sekundärstruktur ein.



## Fertigungsverfahren

Bei der Fertigung von Fluggastsitzen der heutigen Generation kommen im Wesentlichen nachfolgende Fertigungsverfahren zur Anwendung:



- **Blechumformung** (i.d.R. Abkanten, Tiefziehen mittels Gummiforming)
- **Extrudieren** und **Umformen** bei Kunststoffteilen
- **Drehen**
- **Fräsen**
- **Gießen**
- **Autoklav** oder **Pressformen** für Faserverbundmaterialien

Aufgrund der existierenden hohen Variantenvielfalt wird auf Gussteile weitestgehend verzichtet, obwohl einige Hersteller versuchen das hier drin verborgene Kostenpotential zu heben und Ihre Sitze, bzw. die einzelnen Komponenten stärker zu standardisieren.





# Materialauswahl, Fertigungsmethode

## Übersichtstabelle der Baugruppen und jeweiligen Fertigungsverfahren

Baugruppe	Bauweise	Material	Fertigungsverfahren	Besonderheiten
Sitzfüße	Differential, Integral	Aluminium	Fräs- oder Gussteile, je nach Standardisierungsgrad.	Anschlusselemente zur Sitzschiene (Fitting) aus Stahl.
Traggstell 	Differential	Aluminium	Sitzteiler gefräst.	Sitzteiler mit hoher Variantenvielfalt.
			Tragrohre gezogen (Strangpressprofil).	Sämtliche Befestigungen am Tragrohr nur über Klemmung.
Armlehnen 	Differential	Aluminium	Blechteile tiefgezogen	Hohe Variantenvielfalt durch Kundenwünsche im Bezug auf die Form und den Einbau verschiedener Funktionselemente.
			Innere Beschläge und Versteifungen als Frästeile.	
		Polycarbonat	Verkleidungen aus Polycarbonat.	
		PU-Schaum	Armauflage entweder Schaumkern mit Lederüberzug oder durchgeschäumtes Teil.	
	Integral	Aluminium	Frästeil, Armauflage separat gefertigt.	

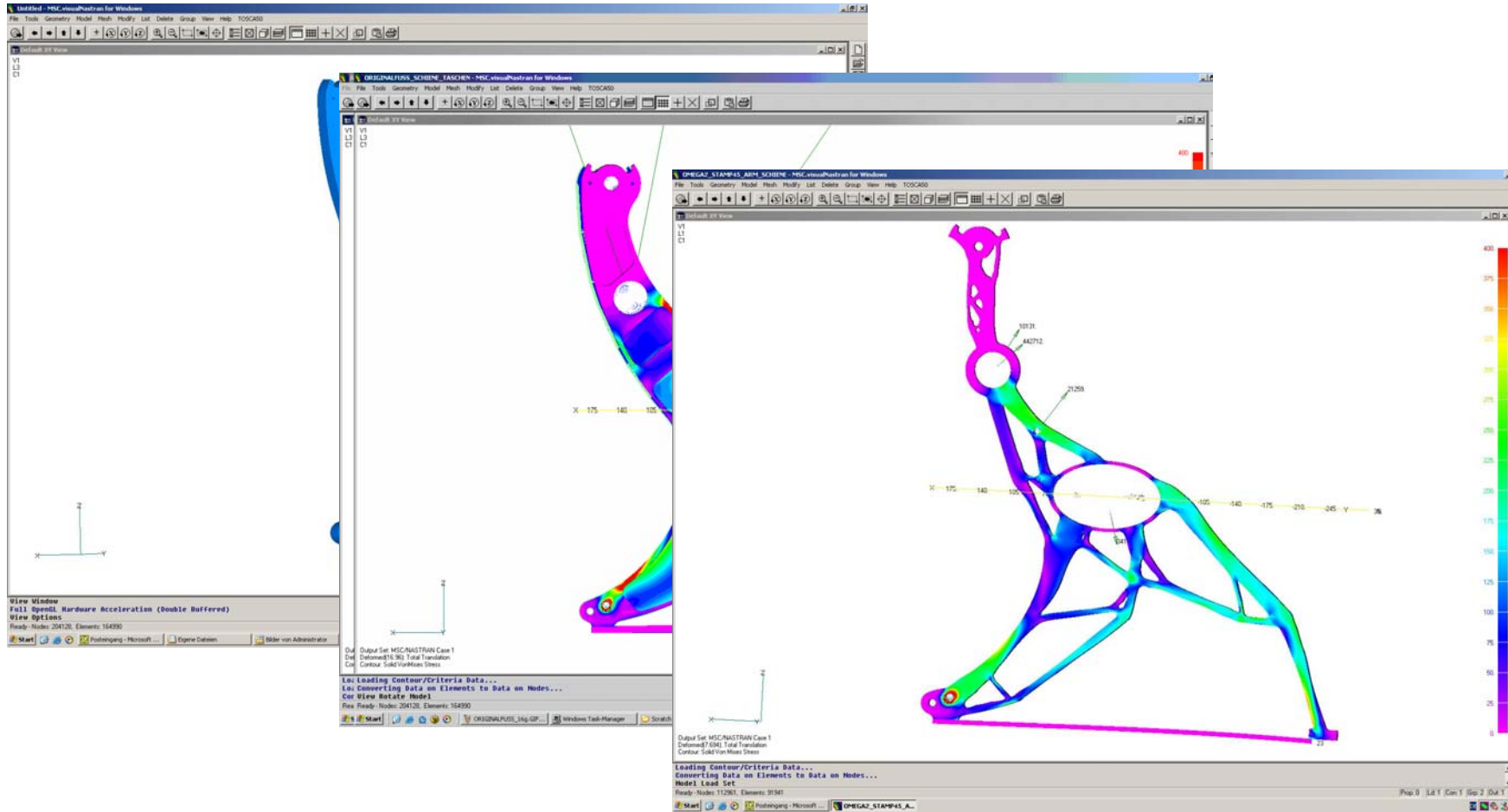


# Materialauswahl, Fertigungsmethode

Baugruppe	Bauweise	Material	Fertigungsverfahren	Besonderheiten
<b>Rückenlehnen</b> 	Differential	Aluminium	Blechteile tiefgezogen	Beschläge aufgrund hoher Lasten bei geringer Lastbasis im Einzelfall aus
		Stahl	Beschläge als Fresteile.	
		Polycarbonat	Verkleidungen aus Polycarbonat	
	Integral	Faserverbund	Press moulding	Standard für die Zukunft aus heutiger Sicht.
			Autoklaventechnologie	Befestigungen und Anschraubpunkte aus Stahl in der Form integriert
<b>Esstische</b> 	Differential	Aluminium	Geformte und verklebte PC-Halbschalen	Bei IAT, welche in einer Armlehene verstaut sind, wird ein anderes Fertigungsverfahren angewendet
		Stahl	Integrierter Stutzschaum.	
		Polycarbonat	Gefraste Führungs- und Befestigungselemente.	

# Materialauswahl, Fertigungsmethode

## Topologie optimierte Konstruktion am Beispiel eines Sitzfusses



Oktober 2005

# Normen, allgemeine und firmeneigene Rahmenvorschriften

## Hierarchie der Rahmenvorschriften = russische Matroschka Puppe

Kern aller Vorschriften sind die Regularien der Certification Standards CS (früher JAR = Joint Aviation Regulations) und die FAR (Federal Aviation Regulations). Herausgeber sind die EASA (European Aviation Safety Agency) und die FAA (Federal Aviation Administration). Darüber bauen sich die Technical Standard Orders auf, die wiederum von der Flugzeughersteller- und zum Schluss von der Airline Spezifikation umschlossen werden.





# Normen, allgemeine und firmeneigene Rahmenvorschriften

## Zulassungslandschaft

Die CS/FAR 25 regelt allgemein die Zulassung von großen Flugzeugen und deren Einbauten.

Die Anforderungen sind so formuliert, dass der Sitz **sämtlichen Betriebslasten** widerstehen muss. Darüber hinaus sind Lasten für Notlandungen definiert:

- statisch:

9g	forward
4g	sideward
3g	upward
6g	downward
1,5g	rearward
- dynamisch:

16g	forward
14g	downward

Von Seiten der Flugzeughersteller werden zum Teil deutlich höhere Lasten gefordert (z.B. für A340-600 => 8,1g down, Böenlasten).

Die jeweils größeren Belastungen aus Fluglasten und Notlandebedingungen sind zu erfüllen (Worst Case Scenario). Ebenso sind **Brandschutzforderungen** definiert, denen das gesamte Interieur genügen muss.

# Normen, allgemeine und firmeneigene Rahmenvorschriften

## Zulassungslandschaft

Im Allgemeinen wird ein Flugzeug nicht zusammen mit seinen Sitzen nach **CS/FAR 25** zugelassen. Würde man dies tun, so ist das Flugzeug mit seinen Sitzen in einem bestimmten Layout als eine Einheit zertifiziert. Eine nachträgliche Änderung von Layout oder die Verwendung alternativer Passagiersitze ist nicht möglich.

Aus diesem Grund wird das Flugzeug meist **ohne Sitze zugelassen**. Anschließend werden in das Flugzeug **zugelassene Sitze** in einem **zertifizierungsfähigem Layout** (Sitzanordnung in der Kabine) eingebaut.

Die **ETSO/TSO-C127a (Aircraft Seats and Berths)** ist das derzeit gültige Verweisdokument und Basis für die Zulassung von Fluggastsitzen (früher TSO-C39b). Sie verweist auf die **SAE AS8049b (Performance Standard for Seats in Civil Rotorcraft, Transport Aircraft and General Aviation Aircraft)**. Dieses Dokument ist die entscheidende „Vorschrift“ für die derzeitige Sitzentwicklung, obwohl es im eigentlichen Sinne keine Vorschrift ist. Sie wird es erst durch die verbindliche **ETSO/TSO-C127a**, die auf diese SAE Norm verweist. Hierin sind die notwendigen Strukturtests, Brandtests und der detaillierte Ablauf der Zulassung festgelegt.

**Ziel: allen Anforderungen der ETSO/TSO-C127a zu genügen.**



# Normen, allgemeine und firmeneigene Rahmenvorschriften

## Firmeneigene Zulassungsforderungen

**Sitzzulassung nach ETSO/TSO-C127a = Zulassung nach Mindestanforderungen.**

Flugzeughersteller (und auch Airliner) haben ihrerseits Sitzspezifikationen veröffentlicht.

**Handling Loads**, sind zwar in der SAE AS8049b definiert, werden jedoch durch die ETSO/TSO-C127a nicht zwangsläufig zu Zulassungsbedingungen. Die Flugzeughersteller legen hierauf jedoch großen Wert und haben diese Lasten in ihren **Lastenheften spezifiziert**.

Ebenfalls nicht von der ETSO/TSO-C127a abgedeckt, zum Einsatz in Flugzeugen jedoch eminent wichtig, sind die Lasten, die vom Sitz in die Sitzverankerungen im Flugzeug (**Sitzschienenlasten**) eingeleitet werden. Diese Werte finden sich ebenfalls in den Vorgaben der Flugzeughersteller.

**Brandschutzforderungen** nichtmetallischer Werkstoffe sind in der ETSO/TSO-C127a spezifiziert, beschränken sich jedoch i.A. auf die Brenndauer dieses Bauteils. Auch hier werden die Anforderungen erweitert, indem nicht nur Brenndauer, sondern auch **Rauchentwicklung** und **Toxizität** spezifiziert sind (z.B. **ATS1000, ABD0031**)

Ein Sitz zur Installation im Flugzeug muss in den zur Verfügung stehenden Bauraum passen. Deshalb ist der **Mindestabstand** zu Seitenverkleidungen und Dekompressionspaneelen ebenso definiert, wie **Sitzschienenabstände, freizuhaltende Fluchtwege** etc.

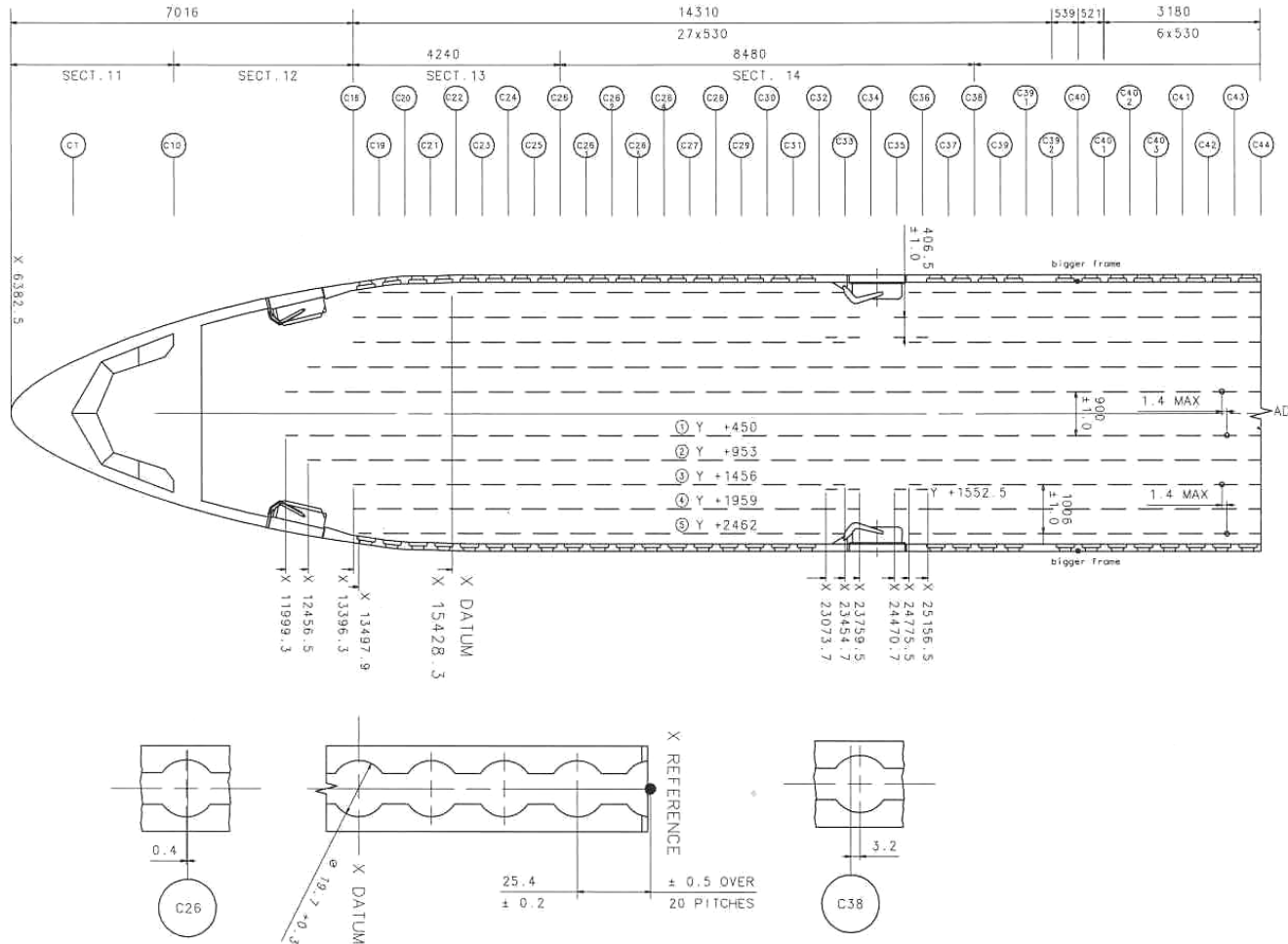
Daneben bestehen noch weitere Forderungen, wie **Lebensdauer, Wartbarkeit, Gepäckunterbringung, Verstellbarkeit**, etc.



# Vorgaben des Flugzeugherstellers, Layout

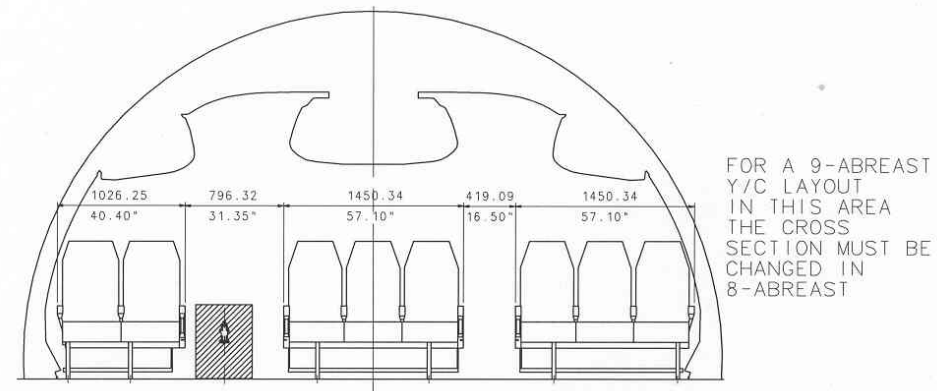
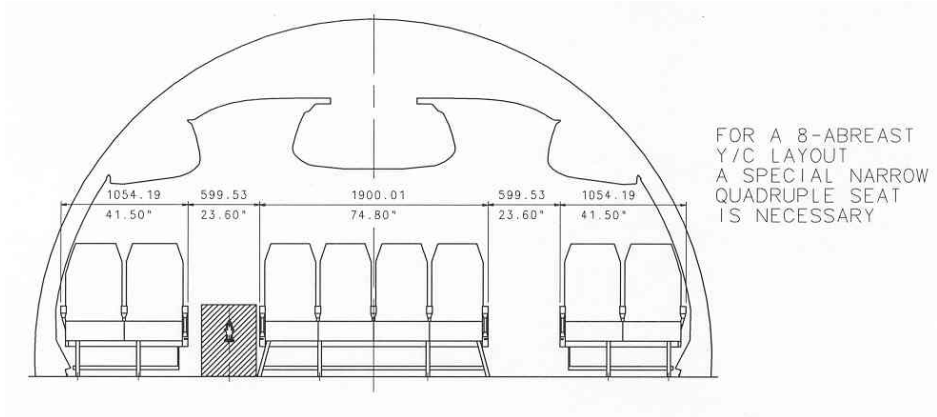
## Sitzschienenlayout einer A340

NOTE: SEAT TRACK ARRANGEMENT IS SYMMETRICAL ABOUT AD



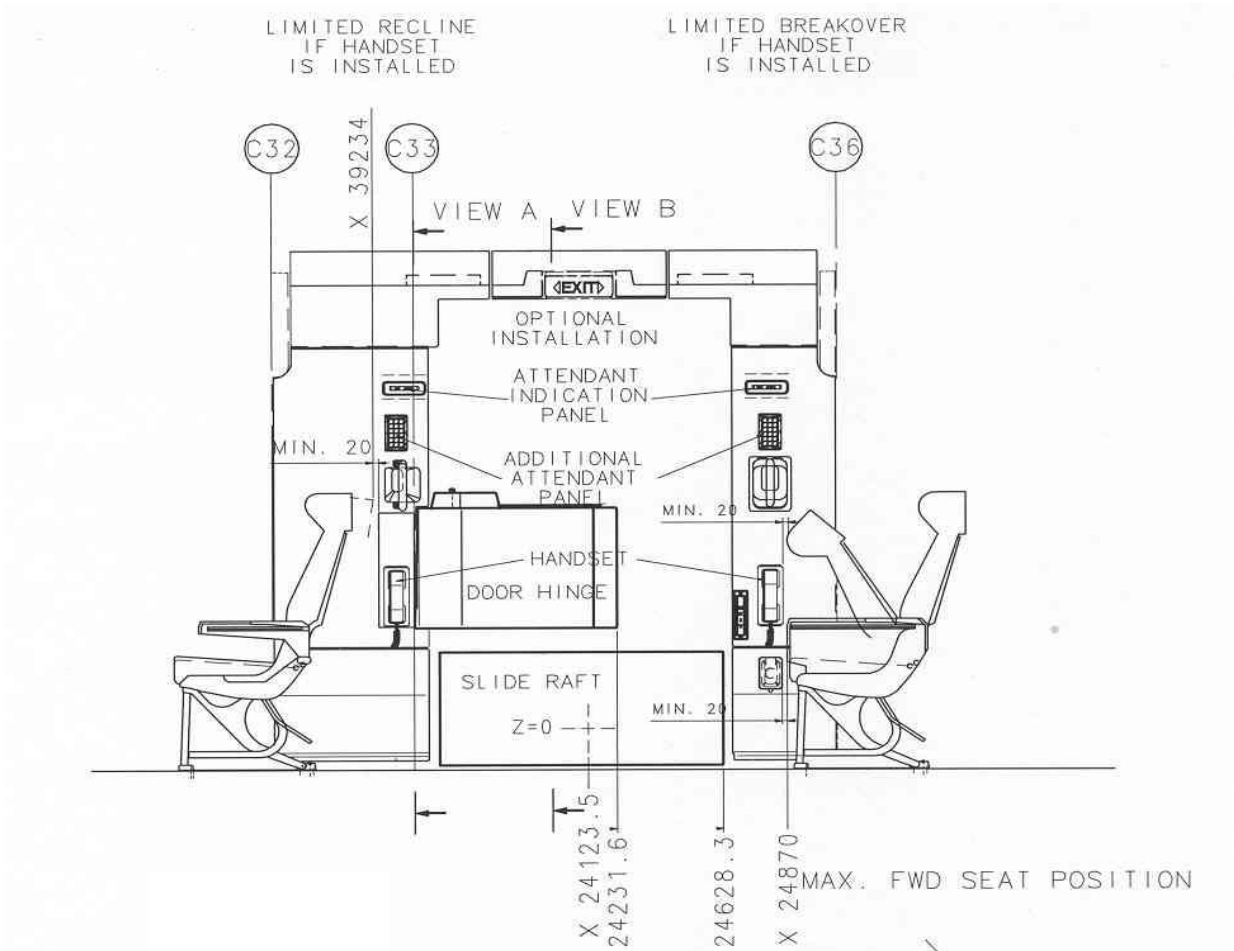
# Vorgaben des Flugzeugherstellers, Layout

## Cross Section Vorgaben bei einer A340



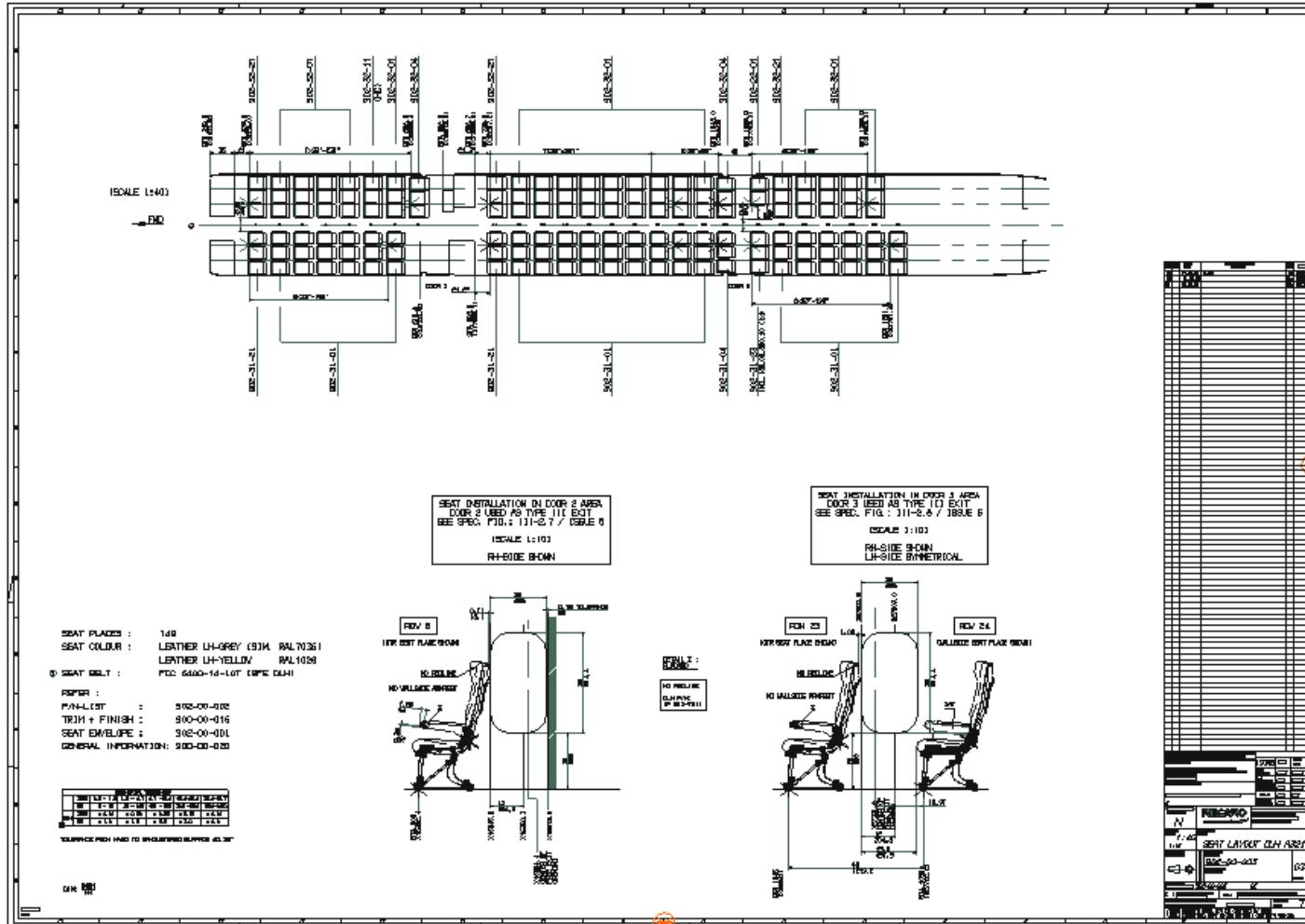
# Vorgaben des Flugzeugherstellers, Layout

## EXIT Vorgaben bei einer A340



# Vorgaben des Flugzeugherstellers, Layout

Typisches Airline Standard Layout am Beispiel einer A321, Seat Pitch 31",  
3 zu 3 Anordnung

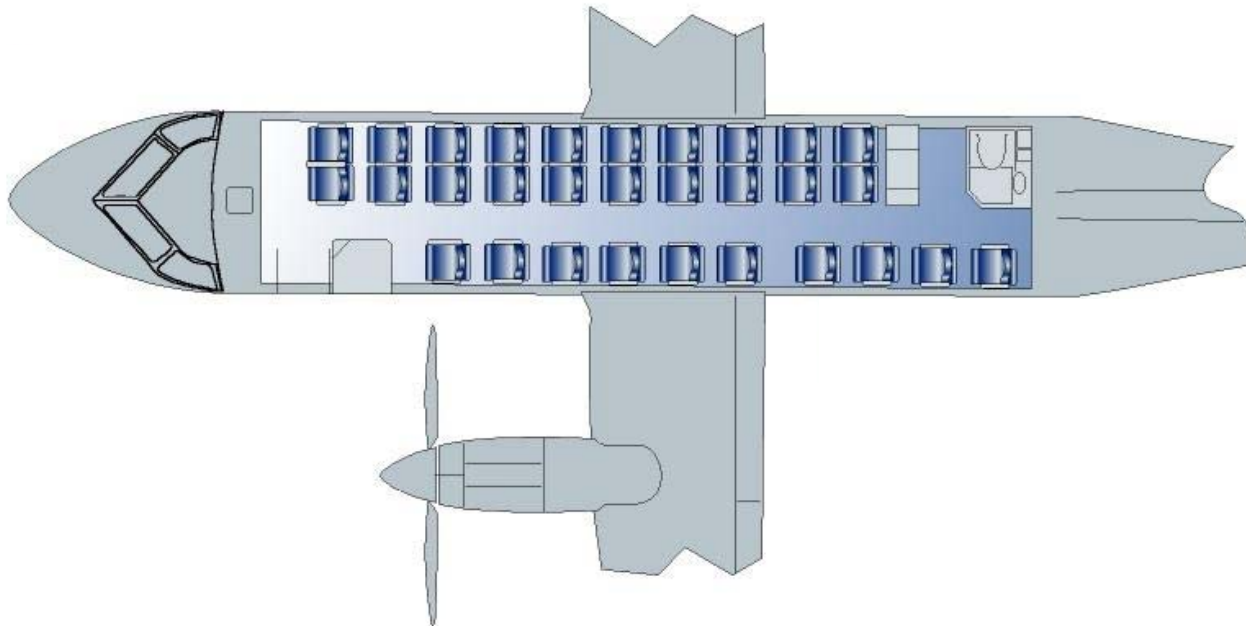


Oktober 2005



# Vorgaben des Flugzeugherstellers, Layout

Typisches Commuter Interior Layout am Beispiel einer DO328, Seat Pitch 31", 1 zu 2 Anordnung

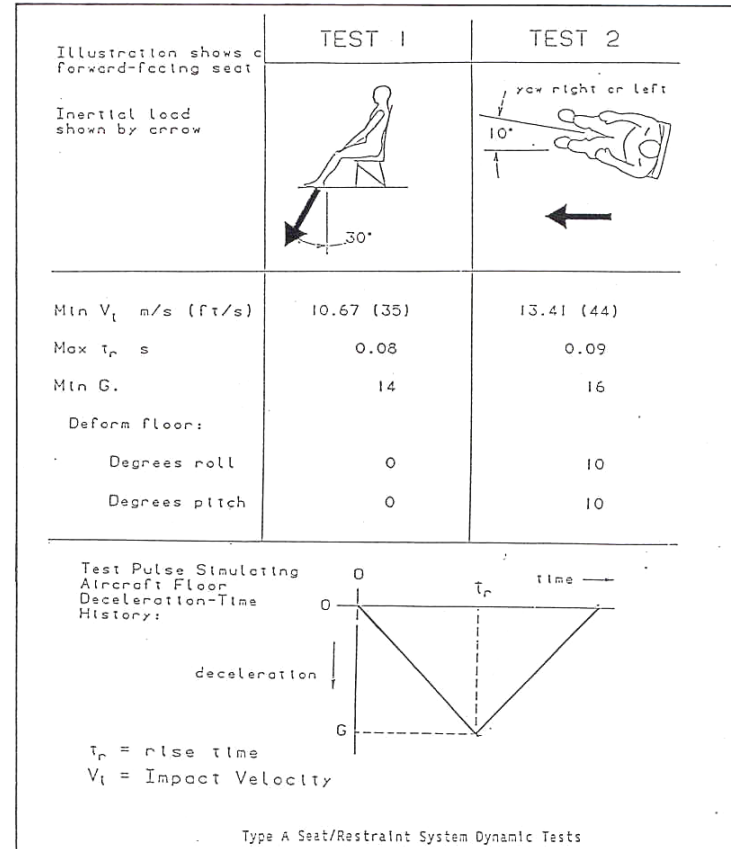




# Zulassungsanforderungen

## Übersicht geforderte Zulassungstests

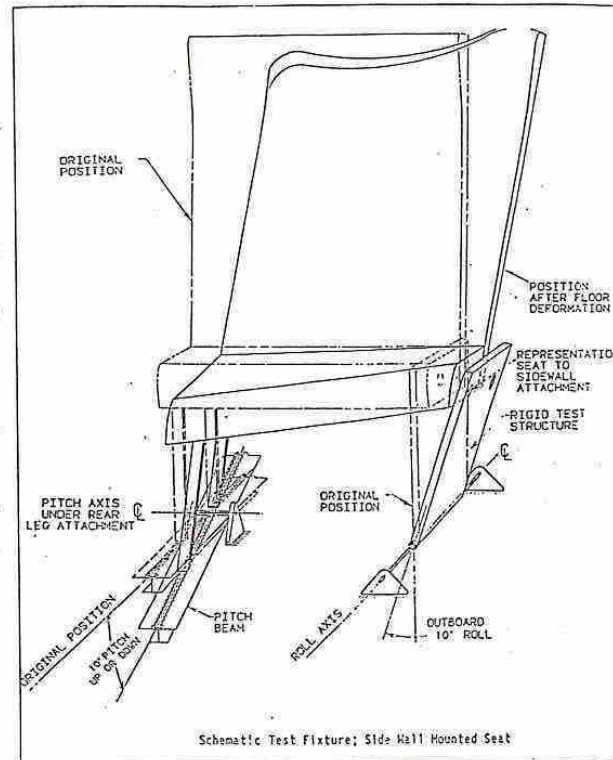
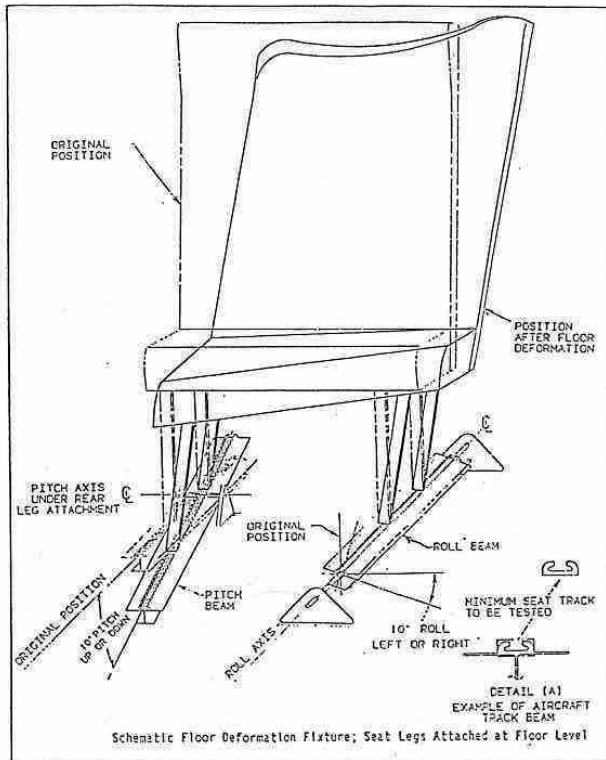
Item	9g Rule (old)		16g Rule (new)	
	Seat Certification	Seat in A/C Certif.	Seat Certification	Seat in A/C Certif.
Rule	<b>TSO C 39b</b>	FAR 25.561	<b>TSO C127a</b>	FAR 25.561 & .562
Reference	NAS 809		<b>AS 8049b</b>	(AC 25.562-1A)
Static Test	9g fwd	9g fwd	9g fwd	9g fwd
	3g side	3g side	4g side	4g side
	2g up	3g up	3g up	3g up
	6g down	6g down	6g down	6g down
	no rear	1,5g rear	1,5g rear	1,5g rear
Dynamic Test	No	No	16g fwd	16g fwd
			14g down	14g down
Deformation Limits	No	No	3.0" fwd	3.0" fwd or 6.0" free between deformed and undeformed seat
(beside others)				
Detail Requirements (passenger seats)			Lumbar Load	Lumbar Load
			HIC for one standard seat to seat	HIC for every seat place
				HIC for front row
			Femur Load	Femur Load



# Zulassungsanforderungen

Einspannung des Sitzes für den dynamischen 16g-Vorwärtstest

Formverformung des Bodens wird simuliert: 10° Pitch, 10° Roll, 10° Yaw



# Zulassungsanforderungen

Einspannung des Sitzes für den dynamischen 16g-Vorwärtstest am Beispiel des FAST Primo



Oktober 2005

Seite 51



Der Fluggast  
Vom Konzept

# Zulassungsanforderungen

FAST Primo, 16g fwd Test



Oktober 2005

Seite 52



Der Fluggast  
Vom Konzept z

# Zulassungsanforderungen

FAST Primo, 16g fwd Test, HIC-Ermittlung  
(HIC = Head Injury Criteria)



Oktober 2005

Seite 53



Der Fluggast  
Vom Konzept

# Modularität

## One Part fits all

Eine **modulare Sitzkonstruktion** erlaubt eine extreme Flexibilität bei der Zusammenstellung ihrer Komponenten.

Vorteile:

- **Weniger verschiedene Teile**
- **Geringere Lagerhaltungskosten**
- **Niedrigere Wartungskosten**
- **Reduzierte Versuchs- und Zulassungskosten**

Voraussetzung:

Bei der Auslegung von Sitzteilern und Sitzfüßen muss in **jedlicher Position** der Bauteile eine **Interferenz vermieden** werden.

Ziel: ein **Basisdesign** zu finden, welches in **verschiedenen Flugzeugtypen** installiert werden kann. Unter Beibehaltung von **97%** aller Teile kann der Sitz durch **Verschieben der Sitzfüße und Sitzteiler** auf den Tragrohren angepasst werden.

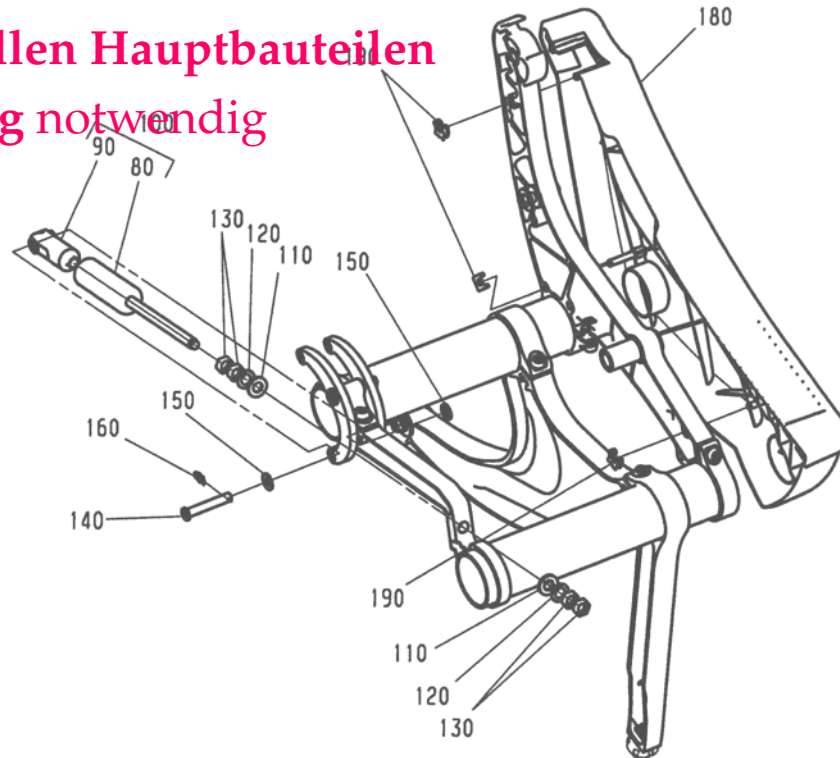


# Wartungsanforderungen

**Forderung:** Reparaturen müssen auf Station ausgeführt werden können ohne den Sitz aus dem Flugzeug ausbauen zu müssen.

**Ziel:** Entwicklung eines wartungsfreundlichen Sitzes, d.h.:

- wenige Teile, bzw. viele gleiche Teile am Sitz, modularer Aufbau
- Minimum an Aktionsschritten um Bauteil aus- und wieder einzubauen
- direkter Zugang zu allen Hauptbauteilen
- kein Spezialwerkzeug notwendig



# Lebensdauer, Zuverlässigkeit

Um seinem Produkt eine **lange Lebensdauer** garantieren zu können unterziehen der Sitzhersteller sämtliche Komponenten des Sitzes **Lebensdauertests** und/oder einer **MTBF-Analyse** (Mean Time between Failure).

Schwingungs- und Vibrationstests gehören ebenso zu diesem Programm.

**Ziel: Erkennen und Ausmerzen von Konstruktionsschwachstellen in einer frühen Phase der Entwicklung.**

Tabelle mit Lebensdauertests (im Beispiel):

Art	Kraft[N]	Zyklen	Kraftangriffsstelle
Abstützkraft an der Rückenlehne	370	20000	Obere Eckkante der RL (nach hinten und vorne)
Lebensdauertest an der Armlehne	220	10000	Vorderer Bereich der AL (nach außen und innen)
Lebensdauertest der Mittelarmlehne	N/A	20000	Aus-/einklappen der Armlehne
Lebensdauertest der Tischmechanik	N/A	20000	Aus-/einklappen des Tisches
Belastung der Tischträger	220	10000	In der Mitte der Tischplatte (nach unten)





# Sitze für Kurzstrecke, Sitze für Langstrecke

## Unterschied zwischen Kurzstrecken- und Langstreckensitze

Sitze für die Kurz- oder Langstrecke unterscheiden sich hauptsächlich in der **Komfortausstattung** und den **optionalen Features**. Während für die Kurzstrecke wenig mehr als die Reclinemöglichkeit angeboten wird, sind Sitze für die Langstrecke zum Teil mit **IFE (Inflight Entertainment)** und anderen, die **Bequemlichkeit fördernden Accessoires** ausgestattet.



# Optionale Features

## Esstisch Optionen

- Horizontale Verschiebung um ca. 75mm
- Cup Holder



## Beinauflage

- nur für Business und First Class Sitze gebräuchlich
- sinnvoll ab Seat Pitch von 38"

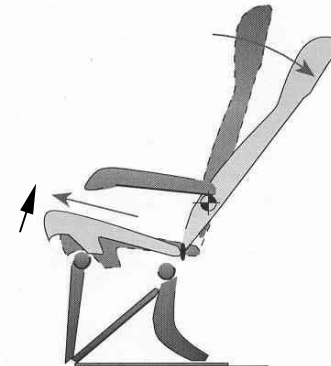
## Fußstütze

- sinnvoll ab Seat Pitch von 32"
- nur für die Langstrecke gebräuchlich



## Articulating Seat Pan

- Sitzpfanne kippt bei Recline mit nach unten
- sinnvoll für Langstreckensitze
- (fast) Standard bei B/C- und F/C-Sitzen



# Optionale Features

## Handicapped Armrest

- gangseitige AL mit Hochklappmöglichkeit für behinderte Passagiere

## Verstellbare Lordosenstütze

- nur für Business und First Class Sitze gebräuchlich
- i.d.R. elektrisch betätigt



## Einstellbare Kopfstütze

- sinnvoll für Langstreckensitze
- Verstellung hoch/runter und klappbare Ohren vorsehen

## Full Flat Bed

- nur in der gehobenen B/C und F/C gebräuchlich



# Optionale Features

## PCU (Passenger Control Unit)

- PCU ist Schnittstelle zum In-Flight-Entertainment (IFE) System.
- Kopfhörer wird i.d.R. ebenfalls direkt an die PCU angeschlossen.
- Standardfunktionen „Leselicht“ und „Flugbegleiterruf“
- Unterbringung der PCU meistens in Armlehne

## IFE (Inflight Entertainment)

- Audio/Video
- PC-Anschluss
- nur für Langstrecke sinnvoll
- derzeit im Versuch: Internetzugang während des Fluges



# Optionale Features

## Telephon

- Nur für Langstrecke sinnvoll
- Unterbringung meistens in der Armlehne



## In Armrest Table

- Laterale Verstellmöglichkeit von 3" ist Standard
- Abstützung auf der "freien" Seite ist sinnvoll
- der Tisch selbst sollte aus zwei klappbaren Teilen bestehen.



# Zukunft des Passagiersitzes

Zukunftstrends am Beispiel eines Klappsitzes zur Verkürzung der Turn-Around Zeiten.



# Zukunft des Passagiersitzes

Basierend auf dem heutigen Stand der Technik lassen sich im Bereich der Fluggaststühle weitere **nachfolgende Trends** ausmachen:

Die Verwendung **moderner Materialien**, insbesondere Faserverbund-strukturen, gewinnt vor allem bei den Sekundärkomponenten aber auch bei der Primärstruktur eine immer stärkere Bedeutung. Durch konsequente Anwendung dieser Materialien lässt sich eine **Gewichtsreduktion** des Gesamtsystems Sitz um ca. **20%** realisieren.



Oktober 2005

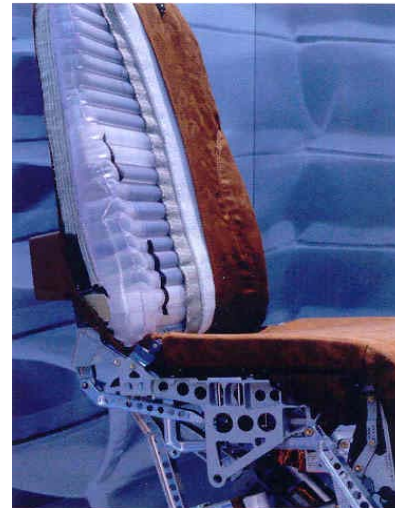
Seite 63



Der Fluggaststuhl  
Vom Konzept

# Zukunft des Passagiersitzes

- Folgend dem Zeitalter der Informationstechnologie wird es immer wichtiger auch den einfachsten Fluggaststuhlsitz mit entsprechenden **Informations- und Entertainment Komponenten** auszustatten => Internetanschluss, Audio/Video, etc..
- Dem Wunsch nach **mehr passiver Sicherheit** folgend werden immer mehr bewährte **Sicherheitskomponenten** aus dem Automobilbau im Flugzeug Einzug halten => Drei-Punkt-Gurt, Airbag (schon existent), pyrotechnische Gurtstraffer, etc.. Dies wird aber wahrscheinlich eine Verschärfung der minimalen Belastungsstandards nach sich ziehen.
- Im B/C und F/C Segment werden und sind schon **neue Komfort Features** hinzugekommen => Massagekissen, aktive Hinterlüftung, etc.





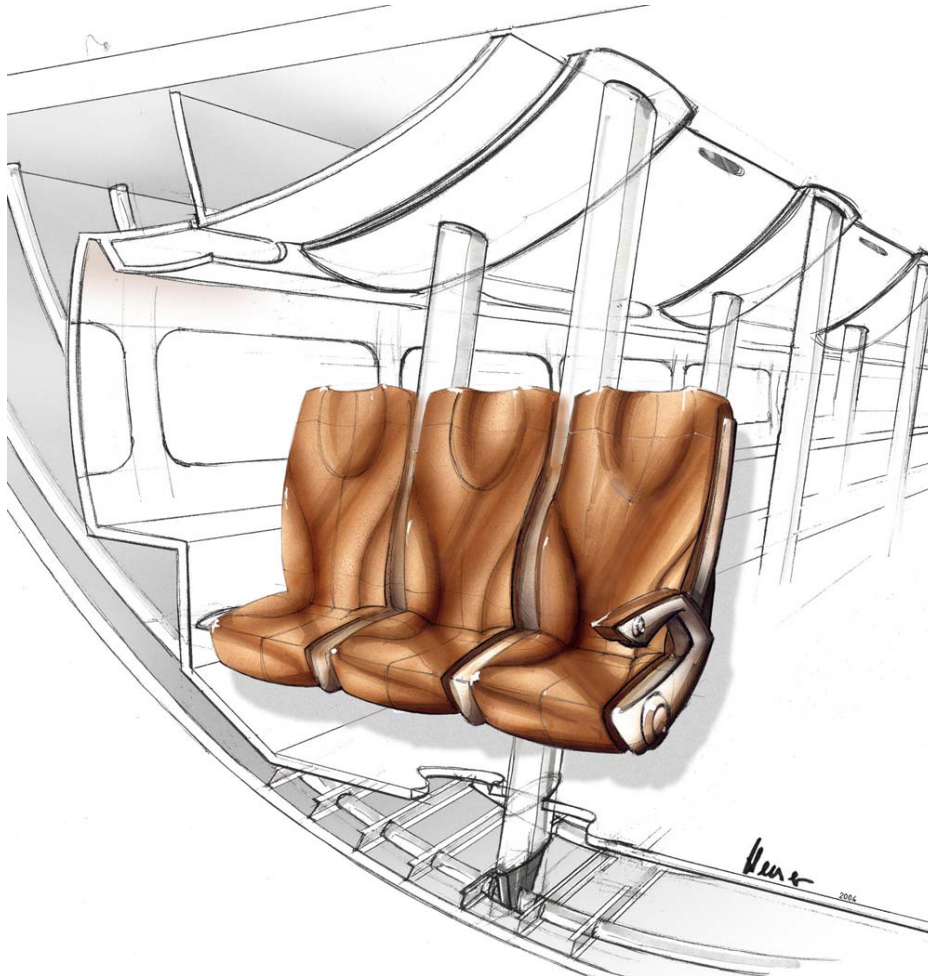
# Zukunft des Passagiersitzes

- Neue, innovative Kabinenkonzepte und Sitzanordnungen haben ebenfalls einen Einfluss auf die Gestaltung von Sitzen



# Zukunft des Passagiersitzes

- Eine **Nutzung des Lower Decks** könnte zusätzliche Sitzplätze bringen, stellt aber auch neue Anforderungen an die Struktur des Sitzes und des Flugzeuges.



# Zukunft des Passagiersitzes

Des Weiteren werden den **Bedürfnissen von Randgruppen** immer mehr Rechnung getragen. So wird derzeit die Passagiergruppe der Kinder in den Focus der Entwicklung genommen:

Die normalen Passagiersitze sind nicht auf die Ergonomie von Kindern ausgelegt und bieten deshalb kaum ein Optimum an Sicherheit. Erste Lösungen existieren bereits, in dem einige Fluggesellschaften es den Eltern gestatten bestimmte Autokindersitze mit in das Flugzeug zu bringen. Außerdem existiert ein dynamisch zugelassene Kindersitz eines deutschen Herstellers und ein aufblasbares System. Alle Systeme stellen allerdings „Add-On“ Lösungen mit all Ihren Vor-, aber auch Nachteilen dar.



Oktober 2005

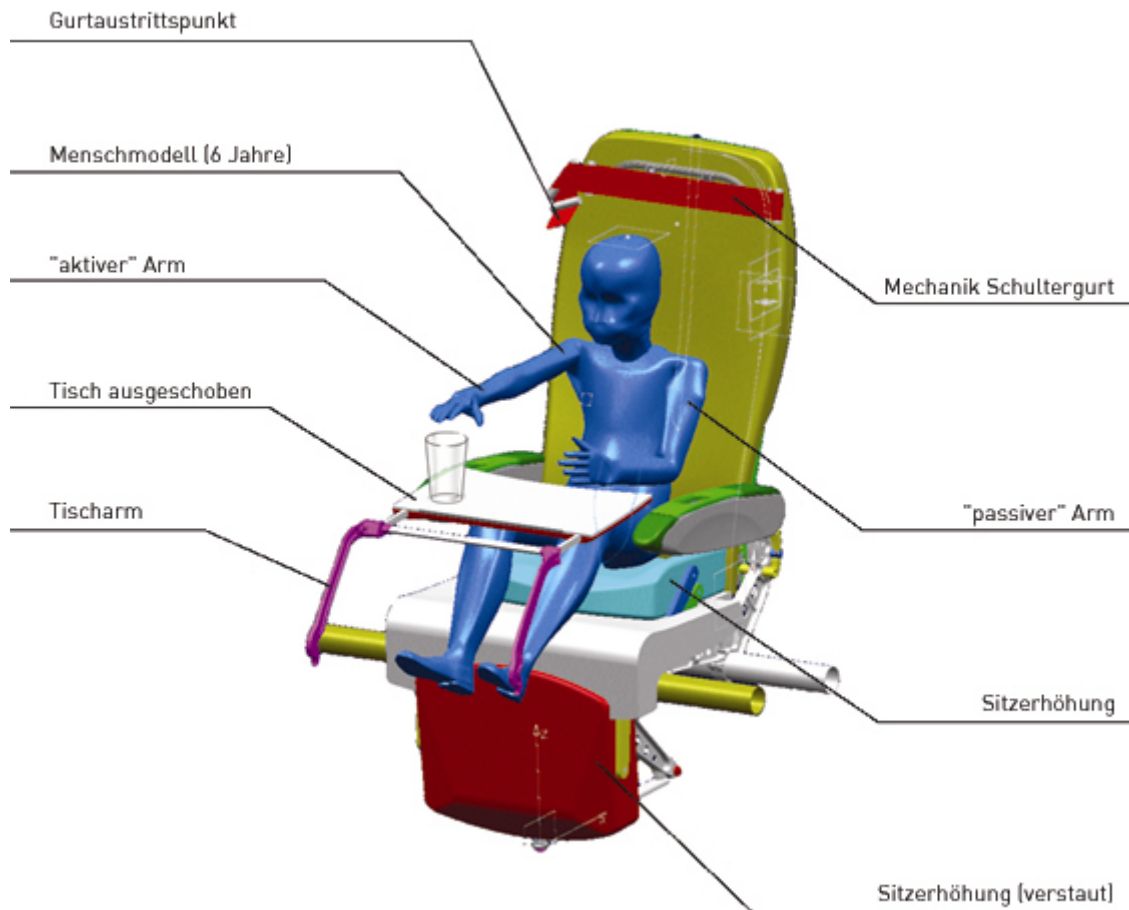
Seite 67



Der Fluggast  
Vom Konzept

# Zukunft des Passagiersitzes

Neuste Entwicklungen sehen deshalb eine integrierte Konstruktion vor, bei der in einen Standard E/C Sitz ein **herausklappbarer Kindersitz** eingebaut ist.



# Zukunft des Passagiersitzes

Jüngste Entwicklungsüberlegungen integrieren den Inhalt, oder Teile davon, der Passenger Service Unit (PSU) in den Sitz.

Vorteil: bei einer Änderung der Sitzanordnung (Layoutänderung) muss nicht auch zwangsläufig die Anordnung des PSU Channels mit Lüftung, Sauerstoffmasken, Licht, etc. geändert werden.



Oktober 2005



# Schlussbemerkung

Vielleicht schaut die Zukunft des Flugzeugbaus aber auch ganz anders aus ....





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Peter Miehlke**

c/o AIDA Development GmbH

74523 Schwäbisch Hall

Tel.: 0791/93110-0

Fax. 0791/93110-50

eMail: [miehlke@aida-development.de](mailto:miehlke@aida-development.de)

Url: [www.aida-development.de](http://www.aida-development.de)

