



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Projekt

Studiendepartment Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Die Nutzlast ziviler Transportflugzeuge

Verfasser: Thomas Dyszluk

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Abgabedatum: 19.11.2007

Kurzreferat

Alleinig durch den Transport von Nutzlast erzielen Fluggesellschaften Umsatz. In der zivilen, kommerziellen Luftfahrt besteht die Nutzlast eines Flugzeuges in der Regel aus Passagieren, deren Gepäck und Fracht. Für eine genaue Nutzlastanalyse werden die anteiligen Massen dieser drei Komponenten benötigt. Hierzu werden die Gewichtsannahmen pro Passagier der Fluggesellschaften und Regulationsbehörden aufgeführt.

Die Unterbringung von Passagieren und Handgepäck erfolgt in der Kabine. Große Gepäckstücke und Fracht hingegen kommen im Frachtraum unter. Raum im Flugzeug ist begrenzt, die Auslegung der Kabinen ist immer ein Kompromiss zwischen Komfort und optimaler Ausnutzung. Es bedarf genauesten anthropometrischen Wissens um eine Kabine ergonomisch ideal zu gestalten. So befasst sich dieses Projekt neben der Anthropometrie der Fluggäste verschiedener Ethnien und Nationalitäten hauptsächlich mit der Verstaung von Handgepäck, dem Platzangebot für Passagiere und dem generellem Gepäckaufkommen bezüglich Hand- und Reisegepäck auf verschiedenen Streckentypen.

Die Auslegung der Gepäckfächer richtet sich nach verschiedensten Kriterien. Den Ansprüchen der Fluggäste nach Komfort und Verstaungsmöglichkeiten in der Kabine müssen die Fluggesellschaften und letztlich auch die Hersteller Rechnung tragen. Auch hier bedarf es genauester Analysen der Form und Masse des mitgeführten Gepäcks.

Ziel der Arbeit ist die Darstellung komplexer Zusammenhänge und Probleme zwischen Nutzlast, Passagier, Gepäck und Fracht.





DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Die Nutzlast ziviler Transportflugzeuge

Aufgabenstellung zum *Projekt 2* gemäß Prüfungsordnung

Hintergrund

Der Flugzeugentwurf ziviler Flugzeuge ist insbesondere durch zwei Anforderungen geprägt: die Nutzlast und die Reichweite. In dieser Arbeit soll die Nutzlast und deren Unterbringung im Flugzeug betrachtet werden. Nutzlast (payload) sind im kommerziellen Bereich die Zuladungen, mit deren Transport Geld verdient wird. Es handelt sich um Passagiere, deren Gepäck und Fracht.

Aufgabe

In der Arbeit sollen detaillierte Daten der Nutzlast ziviler Transportflugzeuge recherchiert werden. Ziel ist dabei die Anforderung "Nutzlast" (als Masse in kg) im Flugzeugentwurf aus Einzelanforderungen zu Passagieren, Gepäck und Fracht zu ermitteln.

Die Aufgabenstellung lässt weitgehenden Freiraum bei der Bearbeitung. Angestrebt wird ein Wissenszuwachs durch umfangreiche Recherchen, der über die Informationen aus Lehrbüchern deutlich hinausgeht.

Stichpunkte zum Thema sind u.a.: Masse von Passagieren und von deren Gepäck (gesamt und Handgepäck) (angenommen im Flugzeugentwurf, angenommen von Fluggesellschaften, reguliert durch IATA, tatsächlich); Art und Größe des Stauraumes für Handgepäck in Flugzeugen; Vereinheitlichungen in der Größe des Handgepäcks und der Gepäckfächer; Unterbringung der Fracht und des aufgegebenen Gepäcks in Passagierflugzeugen; Gepäck- und Frachtdichten; Bedeutung von Zusatzfracht auf Linienflügen von Passagierflugzeugen; Frachtflugzeuge und Combifrachter; der Einsatz von reinen Frachtflugzeugen; Arten der Unterbringung der Fracht; Containergrößen; ...

Bei der Erstellung des Berichtes sind die entsprechenden DIN-Normen zu beachten.

Inhalt

	Seite
Verzeichnis der Bilder.....	5
Verzeichnis der Tabellen.....	7
Liste der Symbole.....	10
Liste der Abkürzungen	11
Verzeichnis der Begriffe und Definitionen	12
1 Einleitung	14
2 Der Fluggast	16
2.1 Überblick	16
2.2 Körpergrößen verschiedener Nationalitäten	16
2.3 Körpermaße im Vergleich	20
2.4 Körpermaße nach DIN.....	28
2.5 Körpergewicht.....	33
2.5.1 Mikrozensus	33
2.5.2 Studie der CAA	37
2.5.3 Passagiergewichte der FAA.....	38
2.5.4 Passagiergewichte nach Transport Canada.....	39
2.5.5 Gewichtsannahmen der Lufthansa.....	40
2.6 Das digitale Menschenmodell	41
2.7 Zusammenfassung	46
3 Gepäck	47
3.1 Überblick	47
3.2 Handgepäck	48
3.2.1 Bestimmungen.....	48
3.2.2 Untersuchung der CAA	51
3.2.3 Taschenstandard	54
3.2.4 Daten von Lufthansa.....	56
3.3 Reisegepäck	57
3.3.1 Bestimmungen.....	57
3.3.2 Daten verschiedener Fluggesellschaften	60
3.4 Zusammenfassung	68
4 Kabine	70
4.1 Sitzabstand	70
4.2 Gepäckablagen	72
4.2.1 Allgemein	72

4.2.2	Fixierte Gepäckablagen	73
4.2.3	Bewegliche Gepäckablagen.....	75
4.2.4	Basisdaten.....	79
4.2.5	Berechnung.....	81
4.2.6	Single-Aisle Flugzeuge	85
4.2.7	Airbus A380	89
4.2.8	Airbus A350	97
4.3	Zusammenfassung	104
5	Fracht	105
6	Zusammenfassung	115
	Literaturverzeichnis.....	118
	Anhang A	121
	Anhang B	125
	Anhang C CD-ROM.....	133

Verzeichnis der Bilder

Bild 2.1	Anthropometrische Daten einer 40-jährigen japanischen Frau (1).....	20
Bild 2.2	Anthropometrische Daten eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (1)	21
Bild 2.3	Anthropometrische Daten einer 40-jährigen japanischen Frau (2).....	22
Bild 2.4	Anthropometrische Daten eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (2)	23
Bild 2.5	Anthropometrische Daten einer 40-jährigen japanischen Frau (3).....	24
Bild 2.6	Anthropometrische Daten eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (3)	25
Bild 2.7	Anthropometrische Daten einer 40-jährigen japanischen Frau (4).....	26
Bild 2.8	Anthropometrische Daten eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (4)	27
Bild 2.9	Körpermaße für einen unbedeckten, stehenden Menschen nach DIN 33402	28
Bild 2.10	Körpermaße für einen unbedeckten, sitzenden Menschen nach DIN 33402	30
Bild 2.11	2-D Menschensablonne in LKW-Fahrgastzelle.....	41
Bild 2.12	Ramsis Aircraft 3-D Cockpit Animation.....	42
Bild 2.13	Ramsis Aircraft Komfortanalyse	43
Bild 2.14	Ramsis Aircraft Darstellung der Körpermasse.....	44
Bild 2.15	Ramsis Aircraft Darstellung der Körpermaße	45
Bild 3.1	Durchschnittliche prozentuale Verteilung der Handgepäckkategorien	52
Bild 3.2	Prozentuale Marktanteile der Gewichtsobergrenzen für Handgepäck	53
Bild 3.3	Prozentuale Verteilung Gewicht Handgepäck.....	53
Bild 4.1	Darstellung des Sitzabstandes in einer Flugzeugkabine.....	70
Bild 4.2	Ursprüngliche Hatracks in der Boeing 707	73
Bild 4.3	Gezeichneter Querschnitt einer fixierten Gepäckablage	74
Bild 4.4	Box und Gehäuse einer zentralen, beweglichen Gepäckablage	75
Bild 4.5	Zeichnung einer schwenkenden, seitlichen Gepäckablage der zukünftigen A350 Kabine	76
Bild 4.6	Zeichnung einer hängenden Gepäckablage	77
Bild 4.7	Hängenden Gepäckablage A340	78
Bild 4.8	Interne Länge und Querschnittsfläche	82
Bild 4.9	Fixierte Gepäckablagen in der Boeing 737 NG.....	85
Bild 4.10	Airbus A380	89
Bild 4.11	Querschnitt Rumpfsektion Airbus A380	90
Bild 4.12	Öffnungsmechanismus eines Schwenksystems.....	91
Bild 4.13	MHCS - Prinzipielles System.....	92
Bild 4.14	EHCS - Prinzipielles System.....	92
Bild 4.15	Hauptdeck A380.....	95
Bild 4.16	Rumpfqerschnitt A380	96

Bild 4.17	Rumpfquerschnitt A380	96
Bild 4.18	Einheitliche Fixierung von Gepäckablagen (links) und Toiletten/ Küchen (rechts)	97
Bild 4.19	Business-Klasse A350	98
Bild 4.20	3-Rahmen Schwenksystem A350	98
Bild 4.21	Rumpfquerschnitt A350	100
Bild 4.22	Rumpfquerschnitt A350	100
Bild 4.23	Kabinendesign A350 Economie-Klasse	101
Bild 4.24	Rumpfquerschnitt A350	103
Bild 4.25	Rumpfquerschnitt A350	103
Bild 5.1	Beladung einer MD-11 der Lufthansa Cargo Flotte	105
Bild 5.2	Tiertransporte auch in der Luft	106
Bild 5.3	Pferdebox für den Lufttransport	108
Bild 5.4	Beladung eines Containers	109
Bild 5.5	LD3-Container	111
Bild 5.6	LD6-Container	111
Bild 5.7	LD11-Palette	111
Bild 5.8	Frachtkapazität verschiedener Flugzeugtypen	113
Bild 5.9	Beladung des A300-600ST	114

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2.1	Durchschnittliche Körpergrößen verschiedener europäischer Nationalitäten.....	17
Tabelle 2.2	Durchschnittliche Körpergrößen verschiedener amerikanischer Nationalitäten.....	18
Tabelle 2.3	Durchschnittliche Körpergrößen verschiedener asiatischer Nationalitäten	18
Tabelle 2.4	Durchschnitts Körpergrößen von Europäern, Amerikaner und Asiaten	19
Tabelle 2.5	Körpermaße einer 40-jährigen japanischen Frau (1).....	20
Tabelle 2.6	Körpermaße eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (1).....	21
Tabelle 2.7	Körpermaße einer 40-jährigen japanischen Frau (2).....	22
Tabelle 2.8	Körpermaße eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (2).....	23
Tabelle 2.9	Körpermaße einer 40-jährigen japanischen Frau (3).....	24
Tabelle 2.10	Körpermaße eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (3).....	25
Tabelle 2.11	Körpermaße einer 40-jährigen japanischen Frau (4).....	26
Tabelle 2.12	Körpermaße eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (4).....	27
Tabelle 2.13	Anthropometrische Daten für 16-60 jährige stehende, männliche Deutsche nach DIN.....	29
Tabelle 2.14	Anthropometrische Daten für 16-60 jährige stehende, weibliche Deutsche nach DIN.....	29
Tabelle 2.15	Anthropometrische Daten für 16-60 jährige sitzende, männliche Deutsche nach DIN.....	31
Tabelle 2.16	Anthropometrische Daten für 16-60 jährige sitzende, weibliche Deutsche nach DIN.....	31
Tabelle 2.17	Anwendungsbeispiele aufgeführter Maßangaben	32
Tabelle 2.18	Alterdifferenzierte Körpergröße erwachsener, männlicher Deutsche.....	32
Tabelle 2.19	Durchschnittsgewicht der männlichen Bevölkerung Deutschlands.....	34
Tabelle 2.20	Durchschnittsgewicht der weiblichen Bevölkerung Deutschlands	35
Tabelle 2.21	Durchschnittsgewicht der Gesamtbevölkerung Deutschlands.....	36
Tabelle 2.22	Standardpassagiergewichte der CAA.....	37
Tabelle 2.23	Standardpassagiergewichte der FAA für Flüge vom 1.Mai - 31. Oktober.....	38
Tabelle 2.24	Standardpassagiergewichte der FAA für Flüge vom 1. November - 30. April.....	38
Tabelle 2.25	Standardgewichte für Passagiere in Sommerbekleidung nach Transport Canada	39

Tabelle 2.26	Standardgewichte für Passagiere in Winterbekleidung nach Transport Canada	39
Tabelle 2.27	Standardgewichte für Passagiere der Lufthansa.....	40
Tabelle 2.28	Standardgewichte für Passagiere der Lufthansa.....	46
Tabelle 3.1	Handgepäckbestimmungen größerer Fluggesellschaften.....	49
Tabelle 3.2	Handgepäckbestimmungen Low-Cost-Carrier	50
Tabelle 3.3	Maximale Taschenmaße für Gepäckfachentwurf	54
Tabelle 3.4	Airbus Taschenstandard.....	55
Tabelle 3.5	Handgepäckdaten Lufthansa bzw. Condor	56
Tabelle 3.6	Reisegepäckbestimmungen größerer Fluggesellschaften.....	58
Tabelle 3.7	Reisegepäckbestimmungen Low-Cost-Carrier.....	59
Tabelle 3.8	Reichweitenklassifikation	60
Tabelle 3.9	Durchschnittliches Gewicht des Reisegepäckes auf Kurzstrecken von Swiss	60
Tabelle 3.10	Kurzstreckenflotte Swiss	60
Tabelle 3.11	Durchschnittliches Gewicht des Reisegepäckes auf Langstrecken von Swiss	61
Tabelle 3.12	Langstreckenflotte Swiss	61
Tabelle 3.13	Regional- und Kurzstrecken Gepäck- und Passagierdaten (Fluggesellschaft geheim) Sommeraison	62
Tabelle 3.14	Regional- und Kurzstrecken Gepäck- und Passagierdaten (Fluggesellschaft geheim) Wintersaison	62
Tabelle 3.15	Regional- und Kurzstrecken Gepäck- und Passagierdaten (Fluggesellschaft geheim) Jahresdurchschnitt.....	62
Tabelle 3.16	Kurzstreckenflotte (Fluggesellschaft geheim)	62
Tabelle 3.17	Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten Auckland (AKL) – Los Angeles (LAX) 10.504km (5.672NM) (Fluggesellschaft geheim)	63
Tabelle 3.18	Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten Auckland (AKL) – San Francisco (SFO) 10.513km (5.677NM) (Fluggesellschaft geheim)	63
Tabelle 3.19	Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten Auckland (AKL) – Honolulu (HNL) 7.084km (3.825NM) (Fluggesellschaft geheim)	64

Tabelle 3.20	Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten Departure USA – Destination Neuseeland (Fluggesellschaft geheim)	65
Tabelle 3.21	Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten Departure Neuseeland – Destination USA (Fluggesellschaft geheim)	65
Tabelle 3.22	Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten Zusammenfassung (Fluggesellschaft geheim)	65
Tabelle 3.23	Langstreckenflotte (Fluggesellschaft geheim)	65
Tabelle 3.24	Gepäckdaten Lufthansa bzw. Condor	66
Tabelle 3.25	Mittel-, Kurz- und Regionalstreckenflotte Lufthansa	66
Tabelle 3.26	Langstreckenflotte Lufthansa	67
Tabelle 3.27	Hand- und Reisegepäckdaten Lufthansa bzw. Condor	69
Tabelle 4.1	Sitzabstand Fluggesellschaften weltweit im Überblick	71
Tabelle 4.2	Sitzabstand europäischer Low-Cost-Carrier	71
Tabelle 4.3	Parameter Gepäckablagen Business-Klasse.....	86
Tabelle 4.4	Parameter Gepäckablagen Economie-Klasse.....	87
Tabelle 4.5	Parameter Gepäckablagen Gesamt.....	88
Tabelle 4.6	A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im Oberdeck (1.Klasse/ 16Pax)	93
Tabelle 4.7	A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im Oberdeck (Businessklasse/ 84Pax).....	94
Tabelle 4.8	A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im Hauptdeck (Economie-Klasse/ 405Pax).....	95
Tabelle 4.9	A350 - Basisdaten Gepäckablagen in den Economie-Klassen	101
Tabelle 4.10	A350 - Basisdaten Gepäckablagen der Business-Klassen	102
Tabelle 5.1	Luftfracht in Großbritannien 2000	108
Tabelle 5.2	Containerdaten	110
Tabelle 5.3	Palettendaten	110
Tabelle 5.4	Containerkapazitäten verschiedener Flugzeugtypen.....	112
Tabelle 6.1	Passagier- und Gepäck- und Gesamtmassen.....	116
Tabelle A.1	Sitzabstand europäischer Fluggesellschaften.....	121
Tabelle A.2	Sitzabstand amerikanischer Fluggesellschaften.....	122
Tabelle A.3	Sitzabstand asiatischer Fluggesellschaften	123
Tabelle A.4	Sitzabstand afrikanischer und mittelöstlicher Fluggesellschaften	124
Tabelle B.1	Parameter Gepäckablagen für Single-Aisle	125
Tabelle B.2	Anzahl Gepäckablagen nach Klassen und Flugzeugtyp	127
Tabelle B.3	A380 – Parameter fixierter Gepäckablagen in max. Größe.....	128
Tabelle B.4	A380 – Parameter schwenkender Gepäckablagen in max. Größe	129
Tabelle B.5	A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im konstanten Rumpfbereich.....	130
Tabelle B.6	A350 - Basisdaten der Gepäckablagen	132

Liste der Symbole

F_{ges}	Gesamtfassungsvermögen für Standardgepäckstücke aller Gepäckablagen
F_i	Fassungsvermögen für Standardgepäckstücke der Gepäckablage Typ i
F_{pp}	Fassungsvermögen pro Passagier für Standardgepäckstücke
l_{ges}	Interne Gesamtlänge aller Gepäckablagen
l_i	Interne Länge Gepäckablage Typ i
l_{pp}	Interne Länge pro Passagier
P	Anzahl Passagiere
Q_i	Anzahl Gepäckablagen Typ i
R	Anzahl der Rahmen
S	Querschnittsfläche
V_i	Volumen Gepäckablage Typ i
V_{ges}	Gesamtvolumen aller Gepäckablagen
V_{pp}	Volumen pro Passagier
w_R	Reite der Spantteilung
w_g	Breite der Lücke zwischen zwei Gepäckfächern

Liste der Abkürzungen

A	Airbus
B	Boeing
C	Business-Klasse
cm	Zentimeter
CAA	Civil Aviation Authority
ER	Extended Range
EU	Europäische Union
F	1.Klasse
FAA	Federal Aviation Administration
FAR	Federal Aviation Regulations
GB	Großbritannien
in	Inch
kg	Kilogramm
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
Pax	Passagier, Fluggast
t	Tonne
ULD	Unit Load Device
WWW	World Wide Web
Y	Economie-Klasse

Verzeichnis der Begriffe und Definitionen

Anthropometrie

Lehre der Ermittlung und Anwendung der Maße des menschlichen Körpers.

Check-in

Der Check-in ist der Abfertigungsvorgang für Reisende zur Feststellung der Anwesenheit und zur Feststellung und Aufgabe der mitgeführten Gepäckmenge am Flughafen.

Fly-by-wire

Die Bewegungen des Piloten an den Steuerelementen werden in elektrische Signale umgewandelt und von einem Flugsteuerungscomputer überprüft, die schließlich durch Servomotoren oder von mittels elektrischer Ventile angesteuerten Hydraulikzylindern wieder in Bewegungen der Steuerflächen umgesetzt werden

Ergonomie

Die Ergonomie ist die Wissenschaft von der Gesetzmäßigkeit menschlicher Arbeit. Zentrales Ziel der Ergonomie ist die Schaffung geeigneter Ausführungsbedingungen für die Arbeit des Menschen, wobei neben der menschengerechten Gestaltung des Arbeitsraumes vor allem die Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle zwischen Benutzer und Objekt in einem Mensch-Maschine-System eine besondere Bedeutung besitzt. **(Wikipedia)**

Ethnie

Begriff aus der Völkerkunde (Ethnologie). Ethnologen fassen mit diesem Begriff Menschen mit gleichen sprachlichen und kulturellen Eigenschaften bzw. Merkmalen zusammen. **(Wikipedia)**

Low-Cost-Carrier

Englischer Begriff für Billigfluggesellschaft. Billigfluggesellschaft ist die etablierte Bezeichnung für Fluggesellschaften mit der Marktstrategie, sich auf die Kerndienstleistung „Personentransport“ zu konzentrieren. Sie bieten Services, wie z. B. Catering, wenn überhaupt, so meist nur gegen Bezahlung an. Die gewonnenen Kostenvorteile geben die Billigfluggesellschaften überwiegend an die Kunden weiter - sie sind deutlich günstiger als andere Marktteilnehmer. **(Wikipedia)**

Mock-up

Anschauungsmodell einer Kabine und deren Ausstattung, die den zukünftigen Kunden bereits einen Eindruck vom Aussehen und Handling des geben soll.

Narrow Body

Englischer Begriff Standardrumpfflugzeug (engl. *narrow body* wörtlich übersetzt *schmaler Körper*) ist ein Flugzeug mit einem Rumpfdurchmesser zwischen drei und vier Metern und einem Gang, sowie sechs Sitzen pro Reihe in der Economy-Klasse. (**Wikipedia**)

Nutzlast

Last, die ein Flugzeug aufnehmen kann, bis die maximal zulässige Gesamtmasse erreicht ist. Es entspricht dem Gewicht der Zuladung, die transportiert werden darf. Sie besteht in der zivilen Luftfahrt aus dem Gewicht der Passagiere, deren Gepäck und der geladenen Fracht.

Overhead-Stowage-Compartements

Englischer Begriff für Gepäckablagen in der Flugzeugkabine, die meist über den Köpfen der Fluggäste angebracht sind.

Perzentil

Durch Perzentile (lat. „Hundertstelwerte“) wird die Verteilung in 100 gleich große Teile zerlegt. Perzentile teilen die Verteilung also in 1 %-Segmente auf. Das Perzentil P97 bedeutet, dass unterhalb dieses Punktes 97% aller Fälle der Verteilung liegen.

Single-Aisle

Siehe Narrow Body

Star Alliance

Die *Star Alliance* ist eine 1997 gegründete Allianz von derzeit 17 Fluggesellschaften (Stand: 31. Januar 2007). Im Verbund der *Star Alliance* finden täglich mehr als 16.000 Flüge statt. Es werden 855 Ziele in 155 Ländern angeflogen. Alle Mitglieder zusammen haben eine Flottenstärke von rund 2800 Flugzeugen und beförderten 2005 rund 400 Millionen Passagiere. Damit ist die *Star Alliance* die größte Luftfahrtallianz der Welt.

Twin-Aisle

Siehe Wide Body

Wide Body

Englischer Begriff Großraumflugzeug (engl. *wide body* wörtlich übersetzt *breiter Körper*) ist ein Flugzeug mit mehr als 5 m Rumpfdurchmesser und mindestens zwei Gängen (engl. *Twin Aisle*) in der Passagierkabine. (**Wikipedia**)

1 Einleitung

Befördertes Gewicht in Form von Passagieren und Transportgut (Reise- und Handgepäck, Fracht und Zusatzfracht) ist Einnahmequelle einer Fluggesellschaft.

Diese Massen des Gepäcks differieren stark zwischen Streckentypen (Kurz-, Mittel- und Langstrecke und Charterflüge) und Kabinenklassen (1.-, Business- und Economy-Klasse) jedoch auch zwischen Billigfluggesellschaften und größeren, etablierten Fluggesellschaften. Daten über durchschnittliche Gepäckgewichte pro Passagier werden von Fluggesellschaften nur ungern veröffentlicht oder herausgegeben und sind daher sehr rar, dennoch in dieser Ausarbeitung aufgeführt. Aber auch die Geometrie der Handgepäckstücke spielt heutzutage bei der Gestaltung der Gepäckablagen eine Rolle. Hierfür bedarf es umfangreicher Studien, auf die Hersteller wie *Airbus* oder *Boeing* zurückgreifen um Ablagen so optimal wie möglich zu gestalten.

Das Gewicht und Größe des Fluggastes stellen weitere Unbekannte dar. Sie variieren je nach Nationalität und ethnischer Gruppe. In erster Linie aber zwischen Mann, Frau und Kind. Die Abschätzung von Massen ist zur Berechnung der begrenzenden Parameter wie zum Beispiel des maximalen Start- und Landegewichtes aus Gründen der Sicherheit im Flugbetrieb unerlässlich.

Die Körpermaße der Fluggäste sind für die Auslegung der Kabine sehr wichtig um den Komfort so groß, aber auch so effizient wie möglich zu gestalten. Fluggesellschaften, die Langstrecken bedienen, wollen größtmöglichen Komfort bieten. Dagegen müssen *Billigairlines* die Kabine mit maximalem Platzangebot ausstatten. Kabinenausstattung, Sitzabstand, Freigeepäck und Verstaumöglichkeiten für Handgepäck sind neben den Flugpreisen für Fluggäste Hauptkriterium für die Wahl einer Gesellschaft und deshalb groß umkämpft.

Ziel und Aufgabe dieses Projektes ist dem Leser diese Zusammenhänge zu verdeutlichen.

Um den Inhalt übersichtlicher zu gestalten, wurde diese Ausarbeitung in, auf nachfolgender Seite dargestellt, fünf Abschnitte unterteilt.

- Abschnitt 1** enthält die Einleitung
- Abschnitt 2** befasst sich mit Eigenschaften des Fluggastes. Körpermaße verschiedener Studien werden dargestellt. Weiterhin werden Abschätzungen zum Körpergewicht des Passagiers von Regulationsbehörden und der *Lufthansa* aufgeführt.
- Abschnitt 3** behandelt Hand- und Reisegepäck. Dargestellt sind Bestimmungen größerer Fluggesellschaften und *Low-Cost-Carrier* sowie eine Studie zur Standardisierung von Handgepäck und Daten verschiedener Fluggesellschaften.
- Abschnitt 4** widmet sich dem Thema Kabine. Vergleicht gebotenen Komfort bezüglich Sitzabstand weltweiter Airlines und insbesondere renommierter Fluggesellschaften mit den sogenannten *Billigairlines*. Weiterhin wird auf die Gestaltung und Auslegung Gepäckablagen in der Kabine eingegangen.
- Abschnitt 5** behandelt Luftfracht und deren Unterbringung im Frachtraum.
- Abschnitt 6** fasst alle Ergebnisse und Massenannahmen zusammen.

2 Der Fluggast

2.1 Überblick

Das Eigengewicht der Passagiere nimmt den größten Teil der zur Verfügung stehenden Nutzlast auf Linien- und Charterflügen ein. Auch die Körpergröße der Fluggäste spielt beim Fassungsvermögen von Kabinen eine gewichtige Rolle. Allein durch den Sitzabstand ist es möglich die Kapazität einer Flugzeugkabine zu erhöhen. Die Verifizierung und Optimierung vorhandener Kabinengeometrien stellt eine bedeutende ergonomische Herausforderung dar. Sie ist auf kleinstem Raum zugleich Reiseumfeld für den Passagier, als auch Arbeitsumfeld für den Flugbegleiter.

Körpergröße, -maße und -gewicht variieren zwischen verschiedenen Nationalitäten bzw. Ethnien. Die Darstellung und Erfassung dieser Daten ist für den Flugzeugentwurf und der Kabinengestaltung von essentieller Bedeutung.

2.2 Körpergrößen verschiedener Nationalitäten

In diesem Abschnitt soll einleitend auf die Körpergrößen verschiedener Nationalitäten und Ethnien eingegangen werden, die wie anzunehmen, beträchtliche Unterschiede aufweisen. Nachfolgende Tabellen stellen die Körpergrößen europäischer, amerikanischer und asiatischer Völkergruppen in Zentimeter und Inch dar.

Tabelle 2.1 Durchschnittliche Körpergrößen verschiedener europäischer Nationalitäten [cm]
(Wikipedia)

Nationalität/ Region/ Ethnie	Mann	Frau	Altersklasse
Deutschland	177,0	165,0	Erwachsen
Frankreich	176,6	164,0	20-39
Finnland	178,2	164,7	15-64
Großbritannien	177,0	163,2	16-24
Nord- und Mittelitalien	176,9	163,2	20+
Süditalien	174,2	160,8	20+
Malta	175,2	163,8	25-34
Malta	165,3	156,8	65+
Niederlande	183,0	170,6	20+
Norwegen	179,9	167,2	18-19
Spanien, Katalonien	173,0	164,0	18
Spanien, Galizien	177,0	164,0	18
Spanien, Madrid	177,0	164,0	18
Schweden	180,0	166,9	16-24
Schweiz	175,5	164,0	.

Tabelle 2.2 Durchschnittliche Körpergrößen verschiedener amerikanischer Nationalitäten [cm]
(Wikipedia)

Nationalität/ Region/ Ethnie	Mann	Frau	Altersklasse
Brasilien	170,1	160,3	Erwachsen
Brasilien	176,2	164,2	17-19
Kanada	174,0	161,0	Erwachsen
Kanada	180,0	165	18-24
USA	175,8	162,0	20+
USA	176,4	162,5	20-39
USA, Non-Hispanic Whites	178,2	164,0	20-39
USA, Non-Hispanics Blacks	177,8	164,0	20-39
USA, Hispanics	169,7	158,0	20-39

Tabelle 2.3 Durchschnittliche Körpergrößen verschiedener asiatischer Nationalitäten [cm]
(Wikipedia)

Nationalität/ Region/ Ethnie	Mann	Frau	Altersklasse
China	172,3	161,2	.
Japan	170,7	158,0	17
Japan	172,2	158,9	20-24
Südkorea	173,6	161,2	20
Singapur	171,0	161,0	.
Taiwan	171,4	159,1	18

Tabelle 2.4 Durchschnitts Körpergrößen von Europäern, Amerikaner und Asiaten [cm] [in]

Nationalität/ Region/ Ethnie	Mann [cm] / [in]		Frau [cm] / [in]	
Europäer	176,3	69,4	164,0	64,9
Amerikaner	175,4	69,1	162,3	63,9
Asiaten	171,9	67,7	159,9	63,0

Zusammengefasst zeigt Tabelle 2.7 einen generellen Größenunterschied zwischen Amerikanern/ Europäern und Asiaten. Gründe hierfür sind nach Ansicht der meisten Anthropologen unterschiedliche hygienische Verhältnisse, Ernährung und medizinische Versorgung, welche jedoch im Sinne dieser Ausarbeitung nicht weiter vertieft werden sollen.

2.3 Körpermaße im Vergleich

Kapitel 2.2 hat einen generellen Größenunterschied zwischen Europäern/ Amerikanern und Asiaten aufgezeigt, der in diesem Kapitel weiter vertieft werden soll. Nachfolgend werden für die Kabinenauslegung relevanten Körpermaße amerikanischer Männer und japanischen Frauen, der also durchschnittlich größten und kleinsten Bevölkerungsgruppe, differenziert im 5., 50. und 95. Perzentil angegeben. Die Daten sind angelehnt an eine Ausarbeitung der *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* aus dem Jahre 2000 und beziehen sich auf die atmosphärische Belastung von 1g.

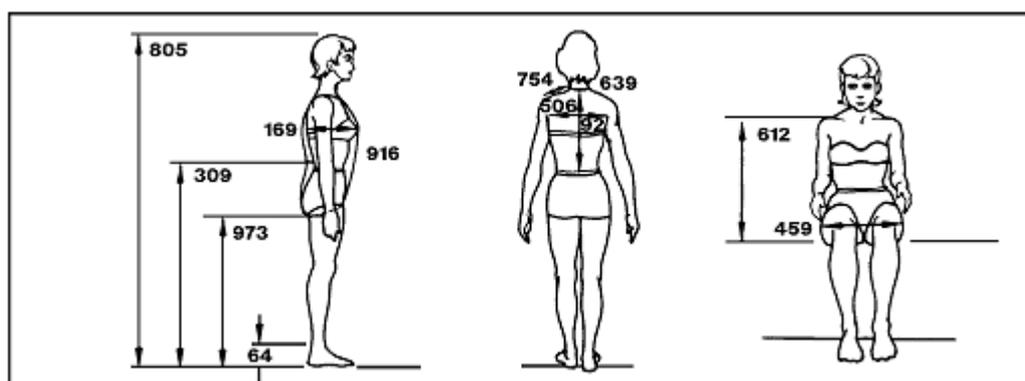


Bild 2.1 Körpermaße einer 40-jährigen japanischen Frau (1) (NASA 1995)

Tabelle 2.5 Anthropometrische Daten einer 40-jährigen japanischen Frau (1) (NASA 1995)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
805	Körpergröße	148,9	58,6	157,0	61,8	165,1	65,0
309	Höhe Ellenbogen	92,8	38,5	98,4	38,8	104,1	41,0
459	Hüftbreite sitzend	30,4	12,0	33,7	13,3	37,0	14,6
612	Schulterhöhe sitzend	.	.	.	.	.	.
169	Brusttiefe	17,4	6,8	20,5	8,5	23,6	9,3

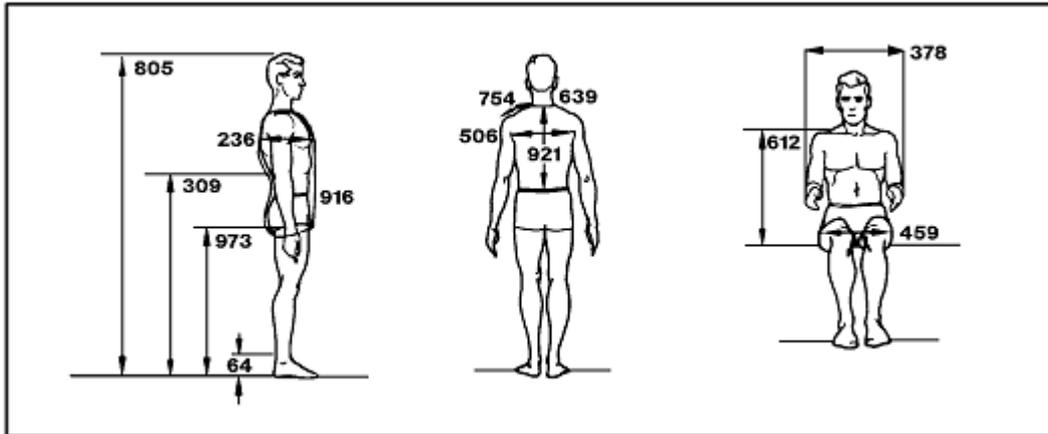


Bild 2.2 Körpermaße eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (1) (NASA 1995)

Tabelle 2.6 Anthropometrische Daten eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (1) (NASA 1995)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
805	Körpergröße	169,7	66,8	179,9	70,8	190,1	74,8
309	Höhe Ellenbogen	.	.	.	.	.	.
459	Hüftbreite sitzend	34,6	13,6	38,4	15,1	42,3	16,6
612	Schulterhöhe sitzend	60,8	23,9	65,4	25,7	70,0	27,5
236	Brusttiefe	21,8	8,6	25,0	9,8	28,2	11,1
378	Abstand Unterarm-Unterarm	48,8	19,2	55,1	21,7	61,5	24,2

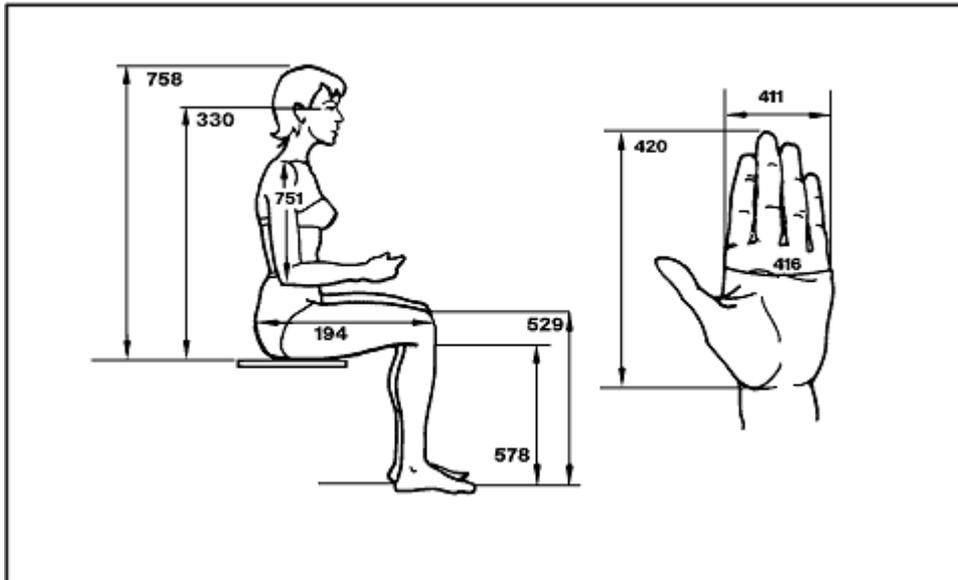


Bild 2.3 Körpermaße einer 40-jährigen japanischen Frau (2) (NASA 1995)

Tabelle 2.7 Anthropometrische Daten einer 40-jährigen japanischen Frau (2) (NASA 1995)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
758	Sitzgröße	78,3	30,8	84,8	33,4	91,2	35,9
330	Augenhöhe sitzend	68,1	26,8	73,8	29,1	79,5	31,4
529	Kniehöhe sitzend	41,6	16,4	45,6	17,9	49,5	19,5
578	Poplitealhöhe sitzend	34,7	13,6	38,3	15,1	41,9	16,5
751	Schulter- Ellenbogen- Länge	27,2	10,7	29,8	11,7	32,4	12,8
194	Gesäß-Knie Länge	48,9	19,2	53,3	21,0	57,8	22,7

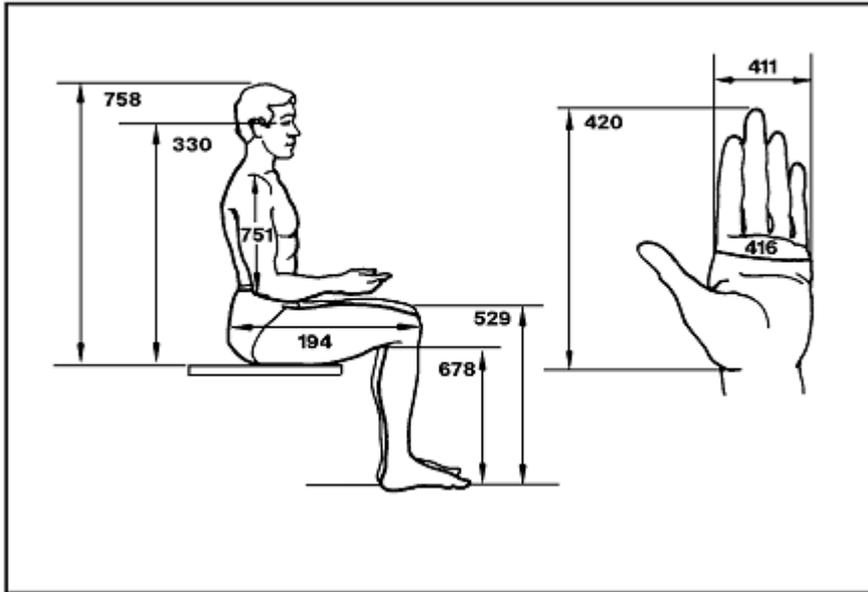


Bild 2.4 Körpermaße eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (2) (NASA 1995)

Tabelle 2.8 Anthropometrische Daten eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (2) (NASA 1995)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
758	Sitzgröße	88,9	35,0	94,2	37,1	99,5	39,2
330	Augenhöhe sitzend	76,8	30,3	81,9	32,2	86,9	34,2
529	Kniehöhe sitzend	52,6	20,7	56,7	22,3	60,9	24,0
578	Poplitealhöhe sitzend	40,6	16,0	44,4	17,5	48,1	19,0
751	Schulter- Ellenbogen- Länge	33,7	13,3	36,6	14,4	39,4	15,5
194	Gesäß-Knie Länge	56,8	22,4	61,3	24,1	65,8	25,9

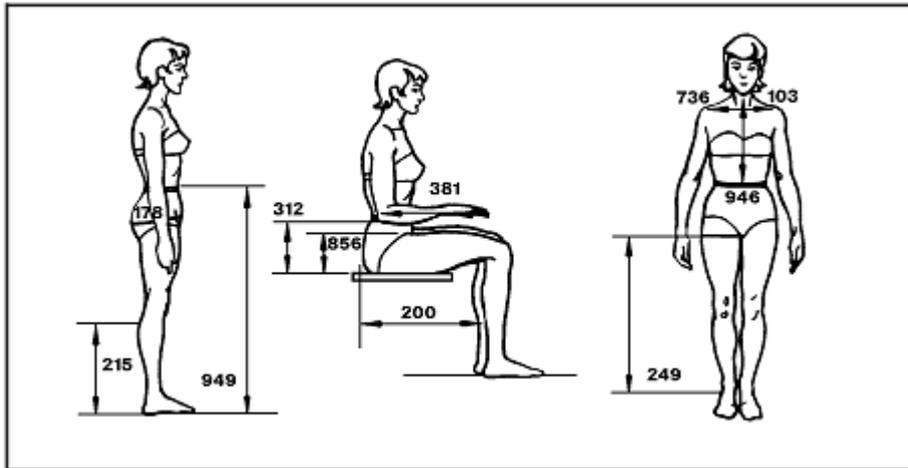


Bild 2.5 Körpermaße einer 40-jährigen japanischen Frau (3) (NASA 1995)

Tabelle 2.9 Anthropometrische Daten einer 40-jährigen japanischen Frau (3) (NASA 1995)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
949	Höhe Taille	90,1	35,5	96,7	38,1	103,4	40,7
381	Unterarm-Hand Länge	37,3	14,7	41,7	16,4	44,6	17,6
312	Ellenbogenhöhe sitzend	20,7	8,2	25,0	9,9	29,3	11,5
200	Gesäß-Popliteal Länge	37,9	14,7	41,7	16,4	45,5	17,9

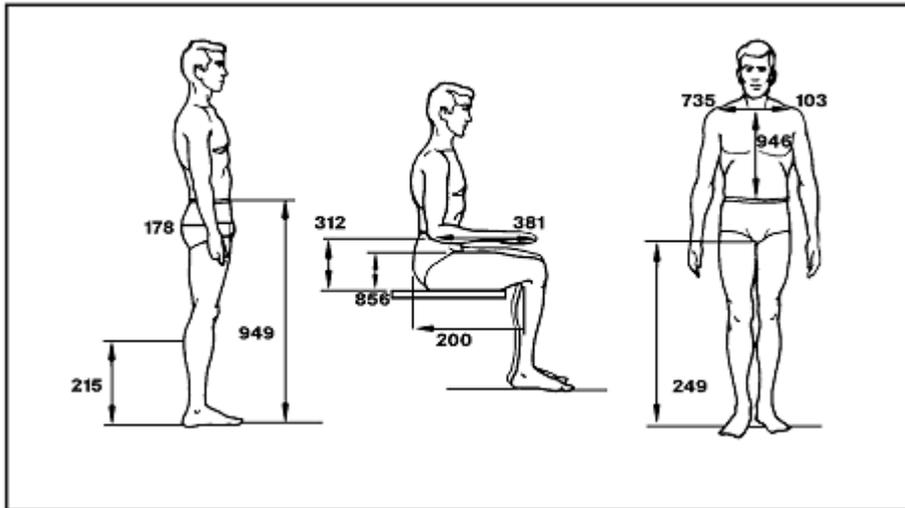


Bild 2.6 Körpermaße eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (3) (NASA 1995)

Tabelle 2.10 Anthropometrische Daten eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (3) (NASA 1995)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
949	Höhe Taille	100,4	39,5	108,3	42,6	116,2	45,7
381	Unterarm-Hand Länge	.	.	.	.	.	.
312	Ellenbogenhöhe sitzend	21,1	8,3	25,4	10,0	29,7	11,7
200	Gesäß-Popliteal Länge	46,9	18,5	51,2	20,2	55,5	21,9

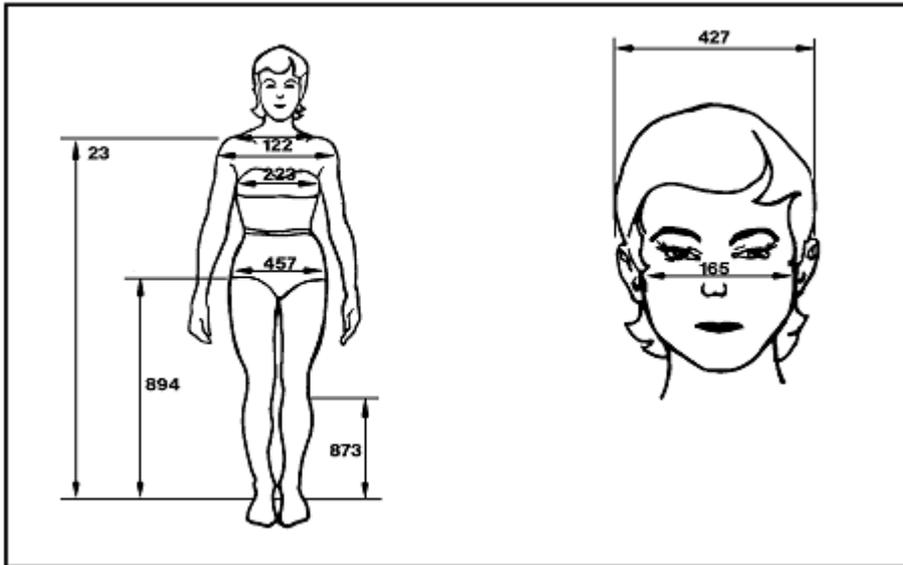


Bild 2.7 Körpermaße einer 40-jährigen japanischen Frau (4) (NASA 1995)

Tabelle 2.11 Anthropometrische Daten einer 40-jährigen japanischen Frau (4) (NASA 1995)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
122	Schulterbreite	35,6	14,0	38,9	15,3	42,1	16,6
457	Hüftbreite	30,5	12,0	32,9	12,9	35,3	13,9
23	Schulterhöhe	119,6	47,1	127,1	50,0	134,5	53,0
427	Kopfbreite	14,4	5,7	15,6	6,1	16,8	6,6

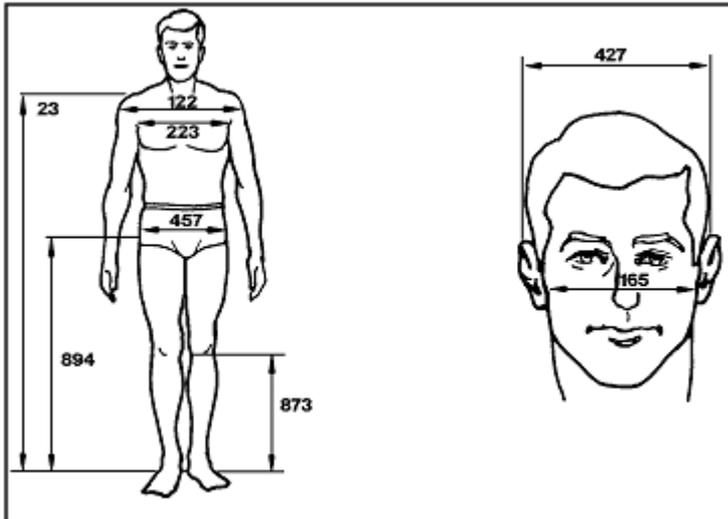


Bild 2.8 Körpermaße eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (4) (NASA 1995)

Tabelle 2.12 Anthropometrische Daten eines 40-jährigen amerikanischen Mannes (4) (NASA 1995)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
122	Schulterbreite	44,6	17,6	48,9	19,3	53,2	20,9
457	Hüftbreite	32,7	12,9	35,8	14,1	39,0	15,4
23	Schulterhöhe	138,0	54,3	147,6	58,1	157,3	61,9
427	Kopfbreite	14,8	5,8	15,7	6,2	16,5	6,5

2.4 Körpermaße nach DIN

Durch Beachtung von Körpermaßen und eine ergonomisch sinnvolle Dimensionierung für die entsprechende Zielgruppe können Produkte, die körpernah genutzt werden, eine beträchtliche Qualitätssteigerung erreichen. Das gilt für eine breite Produktpalette und wie schon erwähnt für die Auslegung von Flugzeugkabinen.

Für die maßlich menschengerechte Konstruktion benötigen Konstrukteure und Designer zuverlässige Angaben über Mittelwerte und Variabilitätsbereiche der konstruktionsrelevanten Körpermaße. Diese wiederum sind nur dadurch zu bestimmen, dass an ausreichend repräsentativen Stichproben von Personen aus der Bevölkerung mit zuverlässigen Methoden Körpermaße bestimmt werden.

Mit einer anthropometrischen Untersuchung der Bevölkerung befasst hat sich das Deutsche Institut für Normung (DIN) u.a. am Ende der 80er Jahre. In der heute gültigen DIN 33402 von 1986 sind 56 Körpermaße dokumentiert und im Vergleich zur Untersuchung der NASA in gleicher Weise im 5., 50. und 95. Perzentil dargestellt:

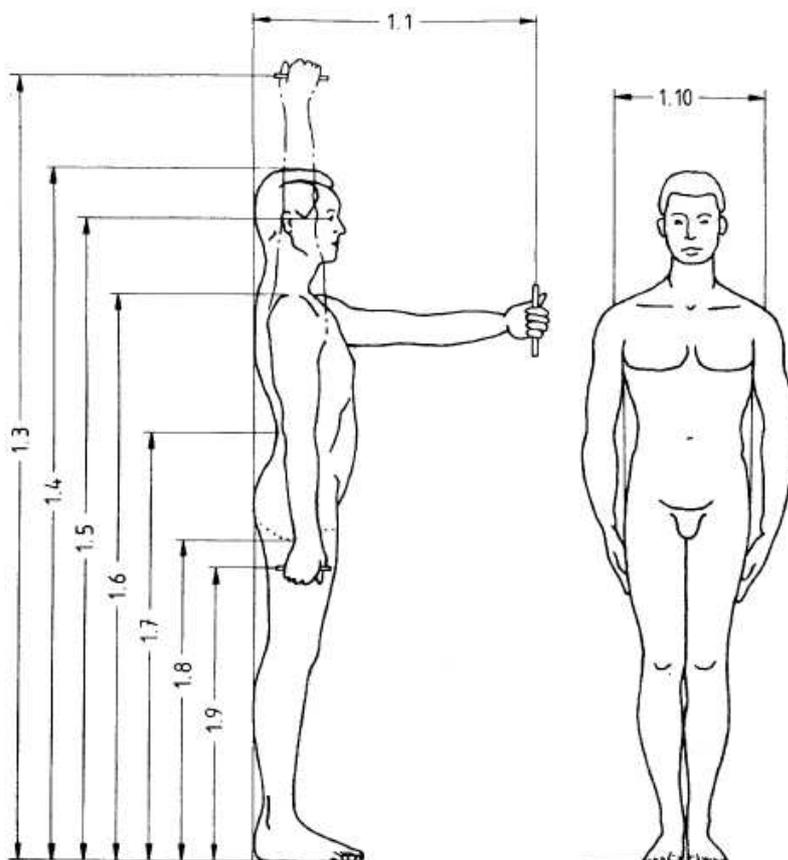


Bild 2.9 Körpermaße für einen unbekleideten, stehenden Menschen nach DIN 33402 (DIN 33402-2)

Tabelle 2.13 und 2.14 stellen anthropometrische Daten für diverse Körpermaße der stehenden, deutschen, männlichen und weiblichen Bevölkerung aus Bild 2.X in cm und in dar.

Tabelle 2.13 Anthropometrische Daten für 16-60 jährige stehende, männliche Deutsche nach DIN (DIN 33402-2)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[mm]	[in]	[mm]	[in]	[mm]	[in]
1.4	Körperhöhe	1629	64,1	1733	68,2	1841	72,5
1.5	Augenhöhe	1509	59,4	1613	63,5	1721	67,8
1.6	Schulterhöhe	1349	53,1	1445	56,9	1542	60,7
1.7	Ellenbogenhöhe	1021	40,2	1096	43,2	1179	46,4
1,9	Höhe der Hand	728	28,7	767	30,2	828	32,6
1.1	Reichweite nach vorne	662	26,1	722	28,4	787	31,0
1.10	Schulterbreite	367	14,5	398	15,7	428	16,9

Tabelle 2.14 Anthropometrische Daten für 16-60 jährige stehende, weibliche Deutsche nach DIN (DIN 33402-2)

Nummer	Maßbezeichnung	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
		[mm]	[in]	[mm]	[in]	[mm]	[in]
1.4	Körperhöhe	1510	59,5	1619	63,7	1725	67,9
1.5	Augenhöhe	1402	55,2	1502	59,1	1596	62,8
1.6	Schulterhöhe	1234	48,6	1339	52,7	1436	56,5
1.7	Ellenbogenhöhe	957	37,7	1030	40,6	1100	43,3
1,9	Höhe der Hand	664	26,1	738	29,1	803	31,6
1.2	Reichweite nach vorne	616	26,1	690	27,2	762	30,0
1.10	Schulterbreite	323	12,7	355	14,0	388	15,3

Für nachfolgendes Bild 2.10 sind in den Tabellen 2.15 und 2.16 Daten diverser Körpermaße der sitzenden, deutschen, männlichen und weiblichen Bevölkerung dargestellt.

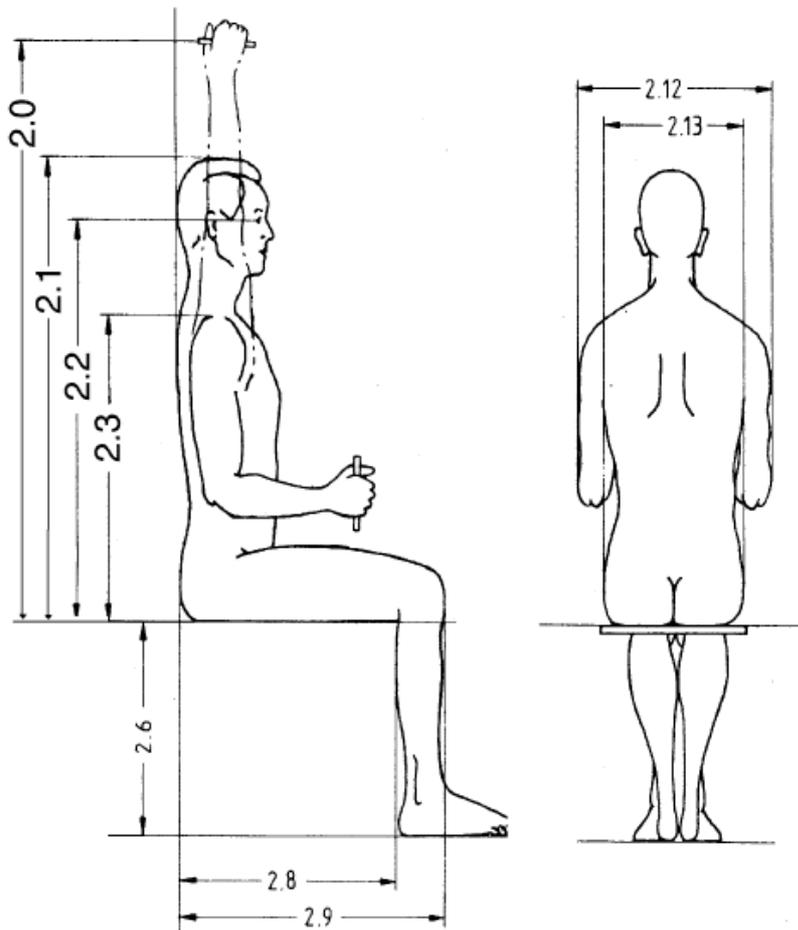


Bild 2.10 Körpermaße für einen unbedeckten, sitzenden Menschen nach DIN

Tabelle 2.15 Anthropometrische Daten für 16-60 jährige sitzende, männliche Deutsche nach DIN (DIN 33402-2)

Nummer	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
	[mm]	[in]	[mm]	[in]	[mm]	[in]
2.0	1458	57,4	1551	61,1	1658	65,3
2.1	849	33,4	907	35,7	962	37,9
2.2	739	29,1	790	31,1	844	33,2
2.3	561	22,1	610	24,0	655	25,8
2.6	399	15,7	442	17,4	480	18,9
2.8	452	17,8	500	19,7	552	21,7
2.9	554	21,8	599	23,6	645	25,4
2.12	399	15,7	451	17,8	512	20,2
2.13	325	12,8	362	14,3	391	15,4

Tabelle 2.16 Anthropometrische Daten für 16-60 jährige sitzende, weibliche Deutsche nach DIN (DIN 33402-2)

Nummer	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
	[mm]	[in]	[mm]	[in]	[mm]	[in]
2.0	1322	52,1	1386	54,6	1468	57,8
2.1	805	31,7	857	33,7	914	36,0
2.2	680	26,8	735	28,9	785	30,9
2.3	538	21,1	585	23,0	631	24,8
2.6	351	13,8	395	15,6	434	17,1
2.8	426	16,8	484	19,1	532	21,0
2.9	530	20,9	587	23,1	631	24,8
2.12	370	14,6	456	18,0	544	21,4
2.13	340	13,4	387	15,2	451	17,8

Tabelle 2.17 zeigt Anwendungsbeispiele für die auf vorherigen Seiten dargestellten Werte.

Tabelle 2.17 Anwendungsbeispiele aufgeführter Maßangaben
(DIN 33402-2)

Nummer	Maßbezeichnung	Anwendungsbeispiele
1.4	Körperhöhe	Türöffnungen
1.5	Augenhöhe	Anordnung von Anzeigen
1.6	Schulterhöhe	Rampen
1.7	Ellenbogenhöhe	Arbeitsplatten für Steharbeiten, Theken und Bars
1.9	Höhe der Hand	Koffer, Taschen, Rollis
1.1	Reichweite nach vorne	Bedienelemente, Tastenfelder
1.10	Schulterbreite	Fluchtöffnungen, Gitterweite in Gefängnissen

Die Körpergröße erwachsener Deutsche muss zusätzlich nach Altersgruppen unterteilt werden. Hierbei handelt es sich um Angaben der unbekleideten Bevölkerung. Für den bekleideten Passagier müssen ca. 300 – 400 mm für das Schuhwerk addiert werden.

Tabelle 2.18 Altersdifferenzierte Körpergröße erwachsener, männlicher Deutsche
(DIN 33402-2)

Alter	5. Perzentil		50. Perzentil		95. Perzentil	
	[mm]	[in]	[mm]	[in]	[mm]	[in]
18-19	1681	66,2	1789	70,4	1906	75,0
20-25	1683	66,3	1788	70,4	1916	75,3
26-40	1665	65,6	1764	69,5	1870	73,6

2.5 Körpergewicht

Das Körpergewicht der Passagiere nimmt, wie schon erwähnt, einen großen Teil der zur Verfügung stehenden Nutzlast auf Linien- bzw. Charterflügen ein.

Bereits zur Abschätzung der Nutzlast im Flugzeugentwurf und unter anderem zur Berechnung des Startgewichtes ist eine Angabe über das Gesamtgewicht der Passagiere unbedingt notwendig.

Aus diesem Grunde wird in der Luftfahrt mit standardisierten Massen gerechnet. Laut **Scholz 1999** liegt die Entwurfsannahme der Masse des Passagiers nach bei 79,4 kg. Diesen Wert gilt es zu überprüfen.

2.5.1 Mikrozensus

Nachfolgend sind die Ergebnisse einer medizinischen Studie zum Körpergewicht der Bevölkerung Deutschlands, des *Mikrozensus 2005*, unterteilt in weibliche, männliche und Gesamtbevölkerung dargestellt. Der *Mikrozensus* ist eine statistische Erhebung, bei der im Gegensatz zur Volkszählung nur nach bestimmten Zufallskriterien ausgewählte Haushalte beteiligt sind. Die Anzahl der Haushalte wird so gewählt, dass die Repräsentativität der Ergebnisse statistisch gesichert ist. Der *Mikrozensus* dient dazu, die im Rahmen von umfassenden Volkszählungen erhobenen Daten in kurzen Zeitabständen mit überschaubarem organisatorischem Aufwand zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Alle Gewichtsangaben für unbedeckte Menschen.

Tabelle 2.19 Durchschnittsgewicht der männlichen Bevölkerung Deutschlands (**Mikrozensus 2005**)

Altersgruppe	Anteil an deutscher Bevölkerung	Körpergewicht
[Jahre]	[in 1000]	[kg]
18-20	1006	73,9
20-25	2525	76,8
25-30	2444	80,1
30-35	2591	82,5
35-40	3395	83,6
40-45	3668	84,1
45-50	3063	84,7
50-55	2751	85,0
55-60	2392	84,6
60-65	2450	84,4
65-70	2612	83,6
70-75	1722	82,3
75+	2286	77,7
insgesamt	32905	82,4

Tabelle 2.20 Durchschnittsgewicht der weiblichen Bevölkerung Deutschlands (**Mikrozensus 2005**)

Altersgruppe	Anteil an deutscher Bevölkerung	Körpergewicht
[Jahre]	[in 1000]	[kg]
18-20	942	60,5
20-25	2390	62,0
25-30	2364	64,2
30-35	2500	65,6
35-40	3270	66,4
40-45	3544	67,0
45-50	3075	68,2
50-55	2841	69,3
55-60	2410	70,2
60-65	2537	70,7
65-70	2848	71,5
70-75	2053	71,1
75+	4334	66,3
insgesamt	35107	67,5

Tabelle 2.21 Durchschnittsgewicht der Gesamtbevölkerung Deutschlands (**Mikrozensus 2005**)

Altersgruppe	Anteil an deutscher Bevölkerung	Körpergewicht
[Jahre]	[in 1000]	[kg]
18-20	1948	67,5
20-25	4916	69,7
25-30	4807	72,4
30-35	5091	74,4
35-40	6665	75,4
40-45	7212	75,8
45-50	6138	76,7
50-55	5591	77,2
55-60	4803	77,5
60-65	4987	77,5
65-70	5460	77,4
70-75	3775	76,3
75+	6620	70,5
insgesamt	68012	74,9

2.5.2 Studie der CAA

Im September 1990 veröffentlichte die CAA (*Civil Aviation Safety Authority*) eine Studie zur Standardisierung von Passagiergewichten (235-1(1)). Danach rät die CAA zu einer Differenzierung zwischen verschiedenen Sitzkapazitäten, da die Nutzung eines gemeinsamen Wertes für alle Flugzeugtypen ein hohes Risiko von Überladung bürge. Beispielsweise läge die statistische Wahrscheinlichkeit einer Überladung eines Kleinflugzeuges für 12 Passagiere bei Nutzung eines Standardgewichtes von 77kg bei 25%. Im Vergleich zu einer 400 Passagiere fassende Boeing 747 wäre die Wahrscheinlichkeit der Überladung bei Nutzung gleichen Wertes bei minimalen 0,0014%. Um diese Gefahr in akzeptablen Bereichen zu halten, rät die CAA zur Nutzung von folgenden Werten (Gewichtsangaben enthalten Bekleidung):

Tabelle 2.22 Standardpassagiergewichte der CAA (CAA 1990)

Sitzkapazität inkl. Crew	Erwachsen ≥16 Jahre		Heranwachsend 13-16 Jahre		Kind 4-12 Jahre	Kind 0-3 Jahre
	männl. [kg]	weibl. [kg]	männl. [kg]	weibl. [kg]	[kg]	[kg]
7-9	86,0	71,0	65,0	58,0	44,0	17,0
10-14	86,0	70,0	64,0	58,0	43,0	16,0
15-19	85,0	69,0	63,0	57,0	43,0	16,0
20-39	84,0	69,0	63,0	57,0	42,0	16,0
40-59	83,0	68,0	62,0	56,0	42,0	16,0
60-79	82,5	67,3	61,4	55,4	41,0	16,0
80-99	82,2	67,1	61,2	55,3	41,0	16,0
100-149	82,0	66,9	61,1	55,2	41,0	16,0
150-299	81,8	66,7	60,9	55,0	41,0	16,0
300-499	81,4	66,3	60,6	54,8	41,0	16,0
≥ 500	81,2	66,1	60,5	54,7	41,0	16,0

2.5.3 Passagiergewichte der FAA

Die *Federal Aviation Administration (FAA)* ist ein Teil der Bundesregierung der Vereinigten Staaten und ist dem Verkehrsministerium unterstellt. Die Hauptaufgabe der Behörde besteht darin, Sicherheitsvorschriften und Richtlinien für den gesamten Flugverkehr der USA zu erlassen und somit vorbeugende Maßnahmen zur Unfallvermeidung zu treffen.

Nachfolgend sind Standardpassagiergewichte aus dem Jahre 1995 dargestellt. Diese sind nach Sommer- (Tabelle 2.26) und Winterzeit (Tabelle 2.27) unterteilt, da Winterbekleidung schwerer ist als Sommerbekleidung

Tabelle 2.23 Standardpassagiergewichte der FAA für Flüge vom 1. Mai - 31. Oktober

Mann [kg]	Frau [kg]	Kinder [kg]
79,4	61,2	36,3

Tabelle 2.24 Standardpassagiergewichte der FAA für Flüge vom 1. November - 30. April

Mann [kg]	Frau [kg]	Kinder [kg]
81,6	63,5	36,3

2.5.4 Passagiergewichte nach Transport Canada

Transport Canada veröffentlichte im November 2005 eine Statistik über Passagiergewichte nachdem sich Abstürze von Kleinflugzeugen aufgrund Überladung gehäuft hatten. Die Ursache für einen Großteil dieser Unfälle wären nachweislich Diskrepanzen zwischen dem Standard- und tatsächlichem Gewicht der Passagiere, welche zu einem überladenen Zustand geführt hätten. Die Standardpassagiergewichte der *FAA* von 1995 (siehe 2.5.3) reflektierten nicht mehr die derzeitige Gewichtsstruktur der amerikanischen bzw.- kanadischen Bevölkerung und folglich wäre es wahrscheinlich, dass viele Flüge tatsächlich schwerer als errechnet seien. Überladene Flugzeuge neigen zu einer Erhöhung der Stallgeschwindigkeit. Wenn der Pilot über die folglich veränderten Flugleistungen ahnungslos ist, kann dies im schlimmsten Fall zu einem Absturz führen. Jedoch spricht sich auch *Transport Canada* für Verwendung von tatsächlichen Passagiergewichten und damit gegen die Nutzung von Standardgewichten für Kleinflugzeuge unter einer Kapazität von neun Passagieren aus.

Tabelle 2.25 Standardgewichte für Passagiere in Sommerbekleidung nach Transport Canada (Transport Canada 2007)

Männer [kg]	Frauen [kg]	Kinder (2-11 Jahre) [kg]	Kleinkinder (bis 2 Jahre) [kg]
90,7	74,8	34,0	13,6

Tabelle 2.26 Standardgewichte für Passagiere in Winterbekleidung nach Transport Canada (Transport Canada 2007)

Männer [kg]	Frauen [kg]	Kinder (2-11 Jahre) [kg]	Kleinkinder (bis 2 Jahre) [kg]
93,4	77,5	34,0	13,6

2.5.5 Gewichtsannahmen der Lufthansa

Die *Lufthansa* kalkuliert mit folgenden Gewichten pro Passagier auf verschiedenen Streckentypen:

Tabelle 2.27 Standardgewichte für Passagiere der *Lufthansa* (**Lufthansa 2007**)

Streckentyp	Gewicht pro Pax [kg]
Regionalstrecke	78
Kurzstrecke	78
Mittelstrecke	78
Langstrecke	78
Charter	76

Aufgrund des höheren Anteils an Frauen und Kindern auf Charterflügen der *Condor* ist das durchschnittliche Gewicht eines Passagiers um 2 kg geringer als auf anderen Streckentypen, bei denen eine Verteilung 60% männliche und 40% weibliche Passagiere zugrundegelegt wurde.

2.6 Das digitale Menschenmodell

Schon während der Strategie- und Konzeptionsphase, in einer sehr frühen Phase des Entwicklungsprozesses, müssen die ergonomischen bzw. anthropometrischen Anforderungen berücksichtigt werden, da Flugzeuge häufig bereits im digitalen Modellstatus verkauft werden. Die digitale Ergonomieauslegung zeigt dem Kunden – ohne Mock-up – wie sich ein Fluggast bzw. Crew-Mitglied später im realen Flugzeug bewegen kann. Früher wurden hierfür Zeichenschablonen verwendet, die jedoch kinematisch sehr ungenau waren. Diese waren in ihrer Ausmodellierung nur an der Körperhöhe orientiert und nahmen keine Rücksicht auf Unterschiede in der Morphologie bei gleicher Körpergröße, wie zum Beispiel Sitzriese und –zwerg.

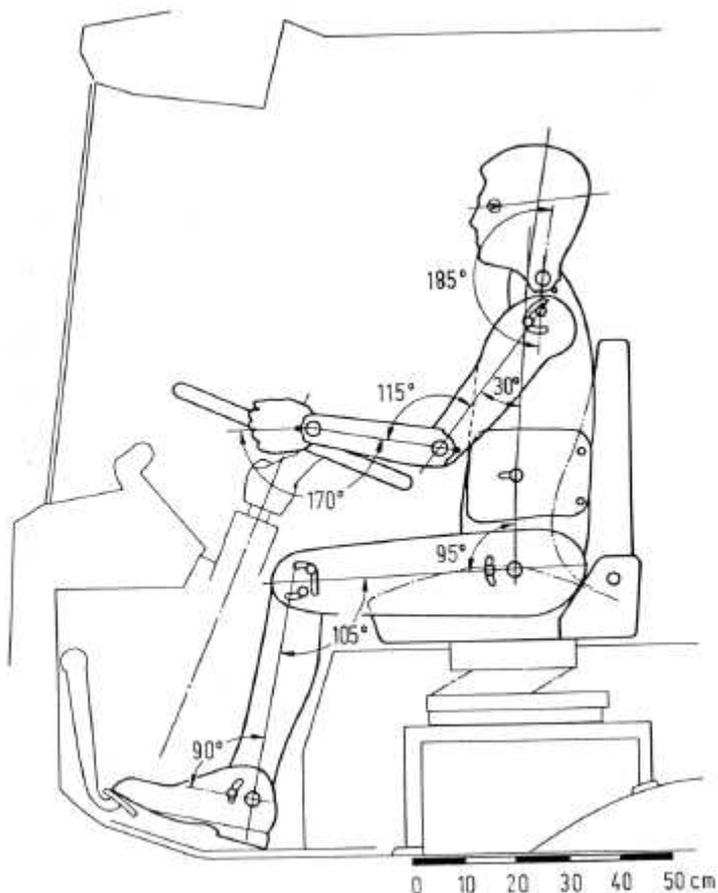


Bild 2.11 2-D Menschenchablone in LKW-Fahrgastzelle

All dies wird erleichtert durch das Bereitstellen von dreidimensionalen, digitalen, anthropometrischen Menschenmodellen wie zum Beispiel in *Ramsis Aircraft*, welches von der Forschungsgruppe Automobiltechnik (FAT) aufgrund der oben aufgeführten Nachteile der 2-D-Schablone entwickelt wurde.

Ramsis steht für **R**echnerunterstütztes **A**nthropologisches **M**athematisches **S**ystem zur **I**nsassen**S**imulation.

Bei der Verwendung dieser Menschenmodelle in der Konstruktion ist die Güte der Gestaltung in sehr hohem Maße von der Verwendung des zugrundeliegenden anthropometrischen Datenmaterials abhängig. Unter anderem werden für Programme dieser Art die in 2.4 dargestellten Körpermaße nach DIN genutzt.

Die vordefinierte *Ramsis*-Typologie besteht aus 45 Typen für jedes Geschlecht. Diese können nach Körperhöhe, Korpulenz und Proportion frei gewählt werden. Weiter können auch Altersabhängigkeiten berücksichtigt werden. So steht eine Altersgruppe von 18 – 70 Jahren in drei altersdifferenzierte Typologien der Altersgruppen 18 – 29 Jahren, 30 – 49 Jahren und 50 – 70 Jahren zur Verfügung. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit über die *Ramsis*-Standardtypen hinaus einen Typen frei zu definieren. Durch bestimmte Algorithmen wird sichergestellt, dass auch diese frei definierten Manikins realistisch sind. Damit der Anwender die gewünschten Dummies nicht manuell in der jeweiligen Umgebung zu positionieren hat, wurden reale Haltungsmodelle entwickelt, die es erlauben den virtuellen Menschen unter frei wählbaren Randbedingungen zu animieren.



Bild 2.12 Ramsis Aircraft 3-D Cockpit Animation (www.human-solutions.de)

Ziele der ergonomischen Analysen sind die Verifizierung und Optimierung von Kabinengeometrien, Kabinensystemen und der beteiligten Bewegungsabläufen des Menschen. Interessante Bewegungsabläufe in der Flugzeugkabine sind Passagierprozesse und manuelle Arbeitsabläufe aus den Bereichen Service, Kabinenreinigung und Wartung. Wichtige Aspekte sind Untersuchungen wie Haltungs-, Kraft- und Komfortanalysen und die Darstellung von Freiräumen, Greifräumen, Erreichbarkeit und Sichtfeldern. *Ramsis Aircraft* ermöglicht die Darstellung aller aufgeführter Aspekte.

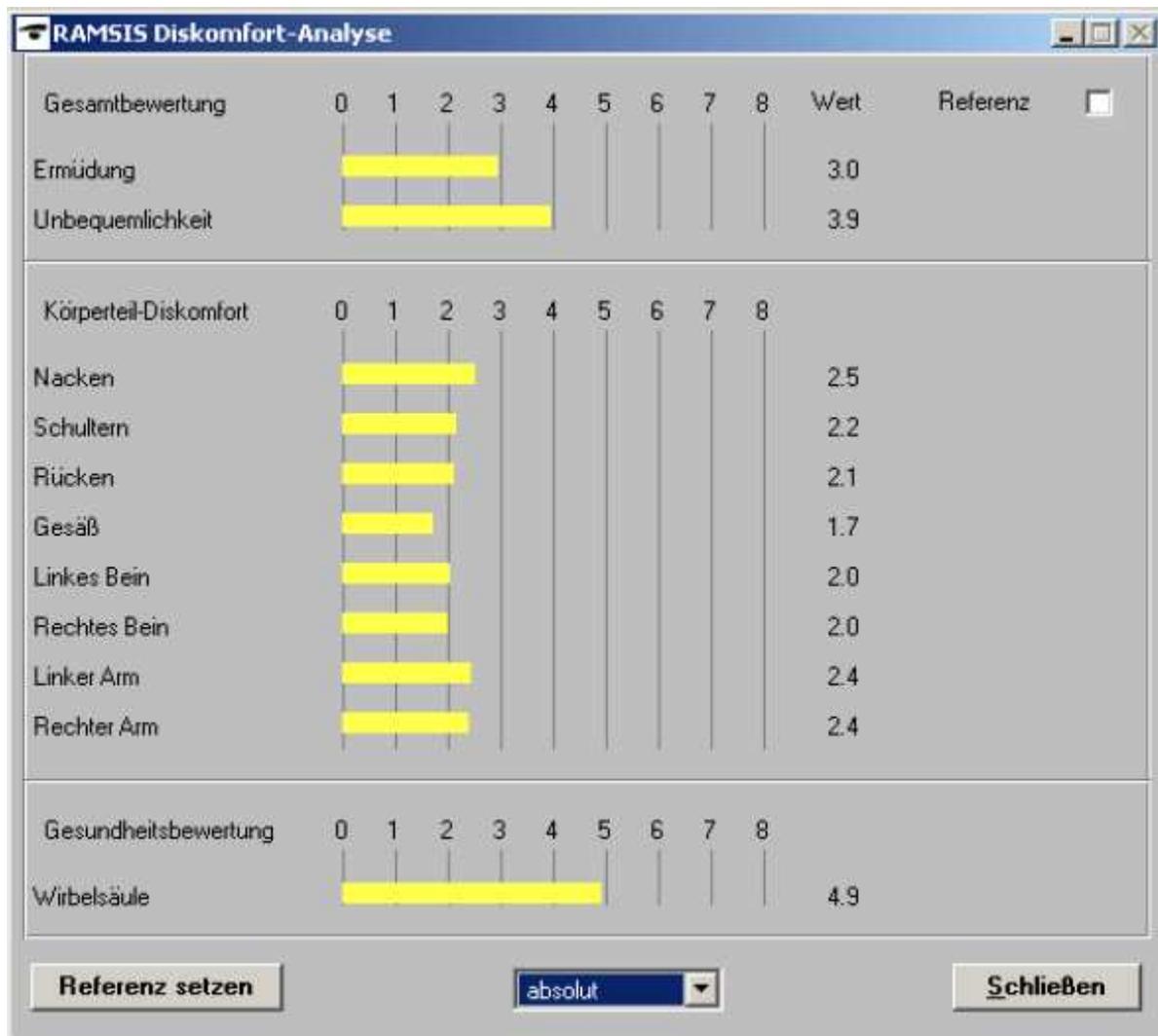


Bild 2.13 Ramsis Aircraft Komfortanalyse (www.human-solutions.de)

Weiterhin erlaubt die Betrachtung der anthropometrischen Maßentwicklung über einen Zeitraum von 40 Jahren die Modellierung der sekulären Akzeleration. *Ramsis Aircraft* steht sowohl als sogenannte Stand-Alone Version als auch als integriertes Modul in CAD-Programmen wie zum Beispiel CatiaV5 zur Verfügung.

RAMSIS Analyse Körpermasse

Gesamtkörpermasse (kg)

Gesamtschwerpunkt (X,Y,Z)

Körperteil	Körperteilsname	Masse (kg)	Schwerpunkt X	Schwerpunkt Y	Schwerpunkt Z
BEC	Becken	8.275	950.2	-398.6	592.3
ULW	U-Lendenwirbels	6.040	971.5	-398.9	713.9
DLW	D-Lendenwirbels	6.794	1002.9	-397.9	786.2
UBW	U-Brustwirbels	7.612	1039.1	-396.7	885.3
DBW	D-Brustwirbels	9.801	1073.8	-395.4	1011.6
UHW	U-Halswirbels	0.776	1071.3	-395.5	1128.6
OHW	O-Halswirbels	0.652	1048.1	-396.5	1184.5
SBR	Schullesseibeinr	1.037	1062.5	-269.4	1103.9
OAR	Oberarmr	1.759	968.7	-198.5	982.1
UAR	Unterarmr	1.439	779.0	-224.7	861.4
HAR	Hand-r	0.296	595.5	-260.7	843.8
DG1R	Daumenglied1r	0.057	614.7	-294.5	874.4
DG2R	Daumenglied2r	0.024	595.1	-311.7	893.0
DG3R	Daumenglied3r	0.011	572.5	-323.7	904.4
ZG1R	Zeigefinger1r	0.015	537.0	-273.9	874.7
ZG2R	Zeigefinger2r	0.011	509.7	-290.1	870.4
ZG3R	Zeigefinger3r	0.004	488.0	-301.5	866.6
MG1R	Mittelfinger1r	0.021	528.3	-275.7	849.5
MG2R	Mittelfinger2r	0.015	497.7	-287.3	845.1
MG3R	Mittelfinger3r	0.005	471.3	-301.1	840.5
RG1R	Ringfinger1r	0.015	534.8	-268.7	825.3

Schließen

Bild 2.14 Ramsis Aircraft Darstellung der Körpermasse (www.human-solutions.de)

The screenshot shows a software window titled "RAMSIS Analyse der Körpermaße". It contains a table with two columns: "Maßname" (Measurement Name) and "Maßwert (mm)" (Measurement Value in mm). The table lists 27 different body measurements. At the bottom of the window, there is a button labeled "Schließen" (Close).

Maßname	Maßwert (mm)
Körperhöhe	1776.7
Körperhöhe mit Schuh	1791.7
Stammlänge	935.1
Kopfhöhe	224.9
Kopfbreite	159.9
Kopflänge	196.1
Halblänge	97.8
Schulterbreite-deltoidal	479.8
Oberarmlänge	337.2
Unterarmlänge mit Hand	475.5
Unterarmumfang	283.1
Brustkorbreite	308.8
Brustkorbreite	226.2
Tailenumfang	905.8
Beckenbreite	309.9
Hüftbreite	351.8
Kniegelenklänge	616.9
Kniehöhe im Sitzen mit Schuh	562.8
Fußhöhe mit Schuh	92.8
Fußlänge mit Schuh	295.9
Fußbreite mit Schuh	107.8
Oberarmumfang	249.0
Wadenumfang	340.5
Oberschenkelumfang	526.3

Bild 2.15 Ramsis Aircraft Darstellung der Körpermaße (www.human-solutions.de)

2.7 Zusammenfassung

Die Körpermaße des Fluggastes spielen bei der Gestaltung der Kabine eine wichtige Rolle. Diverse Studien befassen sich mit der Ergonomie des Menschen auf die Flugzeughersteller wie Airbus und Boeing zurückgreifen und die Kabine so optimal und komfortabel wie irgend möglich gestalten zu können. Dies beinhaltet nicht nur die Beinfreiheit, sondern auch wichtige Aspekte wie Erreichbarkeiten und Freiräume. Aber auch Softwareentwickler, wie in diesem Beispiel *Human Solutions* für *Ramsis Aircraft*, bedienen sich dieser aufwendigst recherchierter Daten um eine reale Animation des Passagiers in seinem Umfeld zu ermöglichen. Mit Hilfe dieser Software können beispielsweise Haltungs-, Kraft- und Komfortanalysen durchgeführt und bewertet werden.

Das Körpergewicht der Reisenden ist von vielen Faktoren abhängig. Nach Alter, Geschlecht und Nationalität empfehlen viele Organisationen, wie die *FAA*, eine Differenzierung zwischen Sommer- und Winterbekleidung. Insbesondere für kleinere Flugzeugtypen bis zu 12 Passagieren müsse, um eine Überladung zu vermeiden, mit höheren Massenannahmen kalkuliert, wenn nicht sogar das reale Gewicht eines jeden Passagiers berücksichtigt werden. Die Gewichtsannahmen der *Lufthansa* von 78kg/ Pax, bei 60 % männlicher Passagiere, spiegeln in etwa die Forschungsergebnisse des *Mikrozensus 2005* (Mann: 82,4kg/ Frau 67,5kg) wieder und werden nachfolgend noch einmal aufgeführt:

Tabelle 2.28 Standardgewichte für Passagiere der *Lufthansa* (**Lufthansa 2007**)

Streckentyp	Gewicht pro Pax [kg]
Regionalstrecke	78
Kurzstrecke	78
Mittelstrecke	78
Langstrecke	78
Charter	76

3 Gepäck

3.1 Überblick

Als Gepäck bezeichnet man die Gesamtheit aller auf einer Reise mitgenommenen Gegenstände. Im Flugbetrieb wird zwischen Handgepäck und aufgegebenem Gepäck, nachfolgend Reisegepäck genannt, differenziert. Während der Passagier das Handgepäck in Form von kleineren Taschen mit in die Kabine nimmt und in den Gepäckablagen (*Overhead Stowage Compartments*) verstaut, müssen größere Gepäckstücke beim Check-in aufgegeben werden.

Das Gepäckverhalten hat sich, wie die Entwicklung der letzten Jahre zeigt, zum Handgepäck verschoben. Insbesondere Vielflieger und Businessclass-Passagiere vermeiden durch ausschließliche Mitnahme von Handgepäck Wartezeiten beim Check-in und bei der Gepäckaussgabe. Hinzu kommt noch die gewachsene Anzahl fehlgeleiteten und verspäteten bzw. verlorenen Gepäcks.

Fluggesellschaften und Flugzeughersteller sind gezwungen sich auf diese Entwicklung einzulassen und eine sichere Verstaung des Handgepäcks zu gewährleisten.

3.2 Handgepäck

3.2.1 Bestimmungen

Diese Entwicklung stellte Airlines und Hersteller vor große Probleme und war zusätzliche eine Gefahr für Passagiere und Besatzung. Bei Turbulenzen herumfliegende Gepäckstücke führen nicht selten zu Verletzungen.

Um Handgepäckregelarien zwischen den Airlines entbrannte ein starker Konkurrenzkampf, so dass die *FAA* auf den Plan gerufen wurde eine Vereinheitlichung dieser Regelarien bezüglich Größe vorzuschlagen. Ein Handgepäckstück solle demnach bei max. 20 – 40 – 55 cm liegen bzw. in Summe ein Maß von 115 cm bzw. 45 in nicht überschreiten. Obwohl diese Vorgabe kein striktes Gesetz ist, halten sich die meisten Fluggesellschaften an diese Empfehlung. Bei allen anderen Airlines kommt die Summe der Maße in der Regel immer auf 115 cm. Fast durchgängig gilt: 1 Handgepäckstück in der Economy-Klasse, 2 für Business- und 1.Klasse. Statt Handgepäck dulden die meisten Fluggesellschaften auch einen Kleidersack mit den Maßen 57 – 54 – 15 cm. Zusätzlich zum Handgepäck dürfen in der Regel ein Mantel o.ä., Schirm oder Stock, Kamera oder Fernglas, Bücher, ein Babytragekorb und orthopädische Hilfen in der Kabine verstaut werden.

Bezüglich des erlaubten Gewichtes gibt es je nach Fluggesellschaft jedoch relativ große Unterschiede.

Tabelle 3.1 Handgepäckbestimmungen größerer Fluggesellschaften
(Homepages der Fluggesellschaften)

Fluggesellschaft	Masse max. [kg]			Maße max. [cm]	Summe Maße [cm]	Volumen [m³]
	Economie-	Business-	1. Klasse			
Air Canada	10	10	10	23 – 40 – 55	118	0,051
Air New Zealand	7	7 + 7	7 + 7	20 – 40 – 55	115	0,044
ANA	10	10	10	20 – 40 – 55	115	0,044
Austrian Airlines	8	8 + 4	-	23 – 40 – 55	118	0,051
British Airways	6	6 + 6	6 + 6 + 6	25 – 45 – 56	124	0,063
Cathay Pacific	7	10	15	23 – 36 – 56	115	0,046
Emirates	7	12	12	20 – 40 – 55	115	0,044
KLM	12	12 + 6	12 + 6	23 – 35 – 55	113	0,044
Lufthansa	8	8 + 8	8 + 8	20 – 40 – 55	115	0,044
Malaysia Airlines	5	10	10	23 – 36 – 56	115	0,046
SAS	8	8 + 8	8 + 8	20 – 40 – 55	115	0,044
Singapore Airlines	7	7 + 7	7 + 7	20 – 40 – 55	115	0,044
Swiss	8	8 + 8	8 + 8	20 – 40 – 55	115	0,044
Thai Airways	7	7	7	20 – 40 – 55	115	0,044
United Airlines	7	7 + 7	7 + 7	23 – 36 – 56	115	0,046
Ø	7,8	12,7	13,6	-	116	0,047

Tabelle 3.2 Handgepäckbestimmungen Low-Cost-Carrier
(Homepages der Fluggesellschaften)

Fluggesellschaft	Masse max. [kg]	Maße max. [cm]	Summe Maße [cm]	Volumen [m ³]
Air Berlin	6	20 – 40 – 55	115	0,044
Condor	6	20 – 40 – 55	115	0,044
Flydba	6	20 – 40 – 55	115	0,044
easyjet	-	16 – 35 – 45	96	0,025
Germanwings	8	-	-	-
Hapagfly	6	20 – 40 – 55	115	0,044
Hapag Lloyd Express	5	20 – 35 – 45	100	0,032
LTU	8	20 – 40 – 55	115	0,044
Ryanair	10	20 – 40 – 55	115	0,044
TUIfly	5	20 – 35 – 45	100	0,032
Ø	6,7	-	109,5	0,040

Ab dem 06.11.2006 gibt es neue EU-Richtlinien für die Beförderung von Handgepäck. Die neuen Regeln gelten für alle Abflüge innerhalb Europas. Demnach dürfen Flüssigkeiten nur noch eingeschränkt im Handgepäck transportiert werden. Das Mitführen von Flüssigkeiten im Handgepäck (Parfum, Gels, Zahnpasta, Cremes, Rasiermittel und Sprays) ist nur noch in Behältern von maximal 100 Millilitern erlaubt. Die Behälter müssen dabei locker in einen durchsichtigen und verschließbaren Plastikbeutel von maximal 1 Liter Fassungsvermögen verpackt werden. Der Beutel ist bei der Sicherheitskontrolle einzeln vorzuzeigen und wird, wie elektronische Geräte, extra durchleuchtet. Pro Passagier ist jeweils nur ein Beutel mit Flüssigkeiten erlaubt.

Verboten sind neben allen Arten von Waffen (Pistolen, Elektroschocker etc.) auch Spitze oder scharfe Gegenstände wie Messer, Scheren (auch Nagelscheren und Manikür-Sets), Wanderstöcke, Skistöcke, Billardstöcke und Angelruten; Stumpfe Gegenstände wie Baseball- oder Golfschläger; Feuerzeuge, Sprengstoffe oder brennbare Stoffe wie Munition oder Gasbehälter; chemische und toxische Stoffe wie Säuren oder Pfefferspray sowie Streichhölzer, Explosivstoffe, ätzende Substanzen, oxydierende Substanzen, z.B. Bleichpulver, Superoxyd, giftige oder ansteckende Substanzen, z. B. Quecksilber, Bakterien- oder Viruskulturen und sogar Spielzeugpistolen.

Seit dem 1. März 2005 verbieten die Behörden der USA das Mitführen von Feuerzeugen jeglicher Art sowohl im aufgegebenen Gepäck, als auch im Handgepäck und auch am Körper. Erlaubt sind verschreibungspflichtige Medikamente wie Augentropfen oder Kontaktlinsenmittel (maximal 120 ml) sowie Flüssigkeiten, die aus medizinischen Gründen notwendig sind (etwa Insulin für Diabetiker, maximal 148 ml), sowie verschreibungspflichtige Medikamente in Pulver-, Tabletten- oder Aerosolform, z.B. ein Asthma-Spray (ärztliche Bestätigung erforderlich). Außerdem Babynahrung in kleinen Mengen, Laptops, Handies und MP3-Player. Kleinere Fotoapparate oder Kamerazubehör können als Teil des Handgepäcks ebenfalls mitgenommen werden.

3.2.2 Untersuchung der CAA

1997 veröffentlichte die CAA im Paper 97007 den *Overhead Bin Weight Survey Report*. Im Jahre 1995 wurden von März bis Dezember über 3500 Taschen und der Inhalt von 1067 Gepäckfächern britischer Fluggesellschaften vermessen und gewogen. Als Ergebnis wurde das Handgepäck der Passagiere in 12 Gruppen kategorisiert:

Aktenkoffer:

Beinhaltet alle Standardaktenkoffer.

Große Aktenkoffer:

Erweiterter Aktenkoffer in etwa doppelter Größe des Standardaktenkoffers.

Plastiktüten:

Zum Beispiel Plastiktüten aus Duty Free Shops.

Sporttaschen:

Weich, keine harte Schale.

Kleidersäcke:

Beutel für Anzüge etc..

Tragetaschen:

Beinhaltet jegliche Arten von Tragetaschen aus Geschäften und Kaufhäusern.

Umhängetaschen:

Beinhaltet ein großes Spektrum an über die Schulter getragene Taschen.

Kleine Koffer:

Schließt alle kleinen Koffer bis einschließlich Aktenkoffergröße mit ein.

Mittlere Koffer:

Größer als kleine Koffer, jedoch nicht auf Rollen/ Rädern.

Große Koffer:

Normalerweise Rollkoffer. Wirkt zu groß, als dass er in eine Gepäckablage passen würde.

Rucksäcke:

Rucksäcke aller Art.

Andere:

Alle anderen Gegenstände, wie z.B.: Regenschirme, Gehilfen, Bilder etc..

Das folgende Diagramm zeigt die durchschnittliche Verteilung dieser 12 Kategorien pro Flug. Diese Daten gelten nur zur allgemeinen Orientierung, da die prozentuale Verteilungen je nach Flugdauer und -ziel, Saison und demographischer Struktur der Passagiere stark variieren.

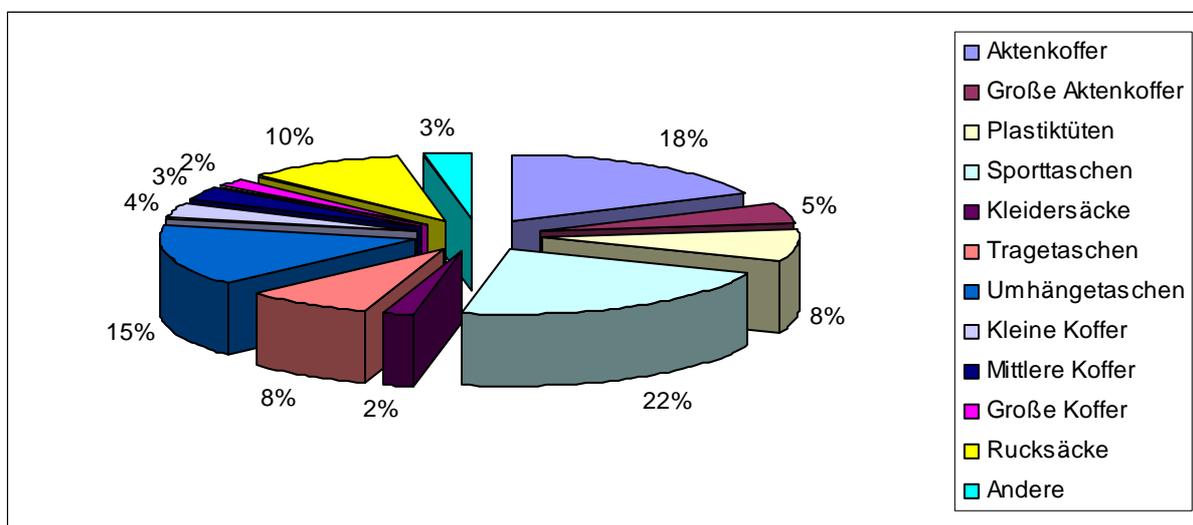


Bild 3.1 Durchschnittliche prozentuale Verteilung der Handgepäckkategorien (CAA 97007)

Neben Form und Größe des Handgepäckes ist spielt natürlich auch das durchschnittliche Gewicht der Gepäckstücke bzw. Gegenstände eine Rolle. Die Gepäckfächer sind mehr oder weniger nach den FAA- Standards ausgelegt. Das heißt, für die oben genannten Maße 20 – 40 – 55 cm und für ein maximales Gewicht von 13kg pro Teil. Die Dichte des Handgepäckes sollte dabei 285kg/m^3 nicht überschreiten. Nachfolgende Tabelle zeigt, dass durch die Gewichtsvorgabe von 13kg pro Gegenstand ca. 96% des Marktes abgedeckt sind.

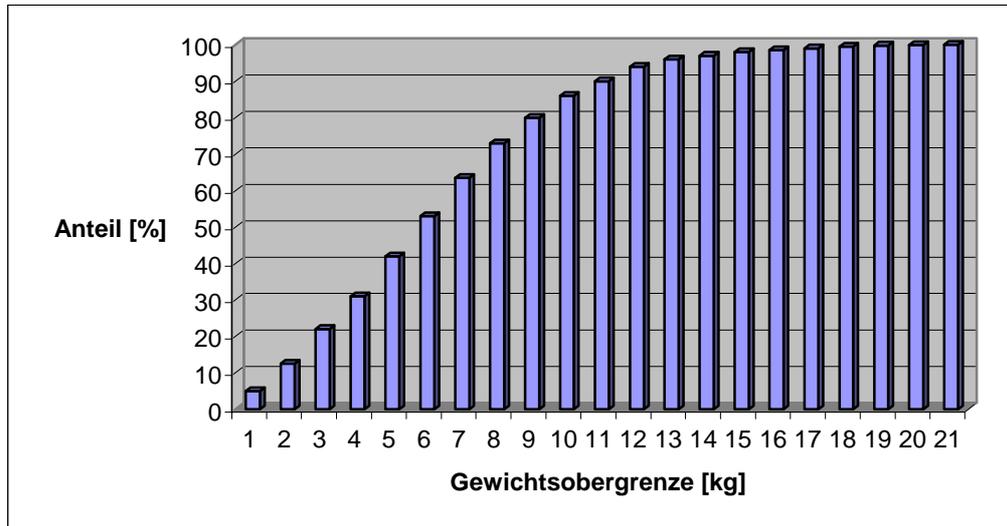


Bild 3.2 Prozentualer Marktanteil der Gewichtsobergrenzen für Handgepäck (CAA 97007)

Bild 3.3 verdeutlicht noch einmal, dass bei einer Obergrenze von 13kg pro Gepäckstück der Großteil des Marktes abgedeckt ist. Gepäckstücke mit einem Gewicht höher als 13 kg treten mit großer Seltenheit auf. Das durchschnittliche Gewicht pro Handgepäckstück beträgt nach Untersuchung der CAA 6kg.

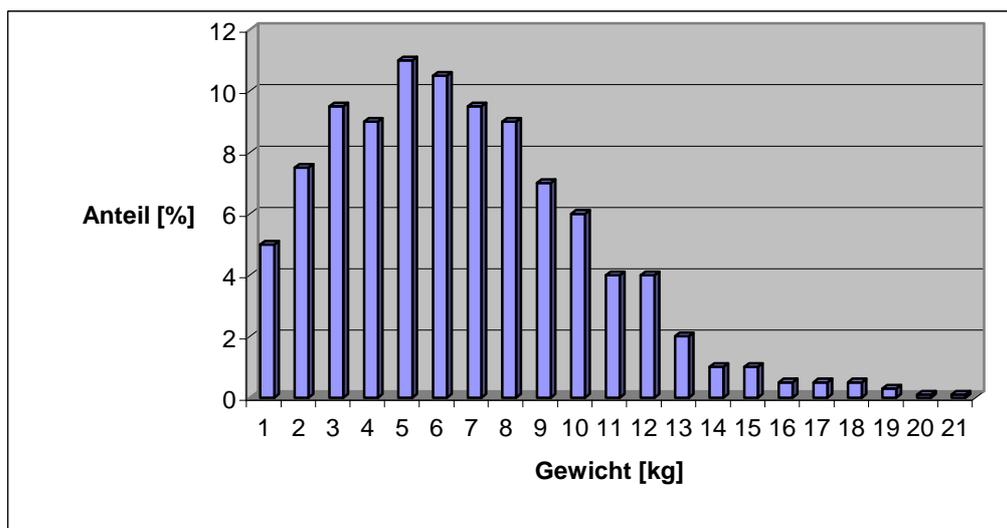


Bild 3.3 Prozentuale Verteilung Gewicht Handgepäck (CAA 97007)

3.2.3 Taschenstandard

Airbus und Boeing haben viel Zeit und Kosten in die Entwicklung der neuen Generation der Gepäckablagen für die konkurrierenden Langstreckenflugzeuge A350 und B787 investiert. Erstmals wurden die Gepäckfächer nach den am häufigsten verwendeten Taschen ausgelegt. Beide Hersteller untersuchten in umfassenden Studien das Handgepäck in vergleichbarer Form wie die CAA (Kapitel 3.2.2) und entwarfen eine „Worst-Case-Tasche“ mit den maximal erlaubten Ausmaßen. Um diese Tasche wiederum wurden die Gepäckablagen entworfen.

Tabelle 3.3 Maximale Taschenmaße für Gepäckfachentwurf

Hersteller	Maße [cm]	Maße [in]	Summe Maße	
			[cm]	[in]
Airbus	61,0 – 41,0 – 28,0	24,0 – 16,0 – 11,0	130	51
Boeing	63,5 – 41,0 – 30,5	25,0 – 16,0 – 12,0	135	53

Wie in Tabelle 3.3 zu erkennen ist, differieren die Summen der Maße für Handgepäckstücke für den Entwurf von Gepäckfächern (130cm/ 51in Airbus und 135cm/ 53 in Boeing) zu den von der FAA vorgeschlagen 115cm bzw. 45in. Aus diesem Grunde eignet sich der Taschenstandard allein für Marketingzwecke und Positionsanalysen der Hersteller Airbus und Boeing. Dennoch könne alle 12 im vorherigen Kapitel angegebenen Kategorien in den Gepäckfächern beider Hersteller untergebracht werden.

Boeing wirbt mit den Taschenstandards der FAA (20 – 40 – 55cm), Airbus dagegen mit vier verschiedenen Taschentypen, die den Markt der meist genutzten Taschen abdecken.

Tabelle 3.4 Airbus Taschenstandard (Stefanik 2006)

Abbildung	Beschreibung	Maße	Volumen
	<i>TravelPro</i> Standardkoffer auf Rollen	61,0 – 37,0 – 28,0 cm 126,0 cm 24,0 – 14,5 – 11,0 Inch 49,5 Inch	0,063 m ³
	<i>Rimowa</i> Hartschalenkoffer, mit oder ohne Rollen erhältlich	56,0 – 41,0 – 23,0 cm 120,0 cm 22,0 – 16,0 – 9,0 Inch 47,0 Inch	0,051 m ³
	<i>Soft bag</i> Am häufigsten genutzt (22%). Vergleichbar mit einer Sport- tasche	43,0 – 29,5 – 30,5 cm 103,0 cm 16,9 – 11,6 – 12,0 Inch 40,5 Inch	0,037 m ³
	<i>Computer bag</i> Für Notebooks und Zubehör	43,0 – 39,0 – 13,0 cm 95 cm 17,0 – 15,5 – 5,0 Inch 37,5 Inch	0,022m ³

3.2.4 Daten von Lufthansa

Tabelle 3.5 Handgepäckdaten *Lufthansa* bzw. *Condor* (Lufthansa 2007)

Streckentyp	Handgepäck [kg]
Regional	8,0
Kurz	8,0
Mittel	8,0
Lang	3,0
Charter (Condor)	5,0

3.3 Reisegepäck

3.3.1 Bestimmungen

Aus Sicherheitsgründen darf das Reisegepäck folgende Artikel oder Stoffe nicht enthalten:

- Aktentaschen oder Sicherheitskoffer mit installierten Alarmvorrichtungen oder integrierten Lithium-Batterien und/ oder pyrotechnisches Material.
- Explosivstoffe, Munition, Feuerwerke oder Leuchtraketen.
- Gase: entzündliche, nichtentzündliche, tiefgekühlte und giftige, wie zum Beispiel Campinggas oder Aerosol, Propan und Butan.
- Entflammbare flüssige Stoffe wie z.B. Bleichmittel, Peroxyde, Benzin und Methanol (Feuerzeugfüllung, Farben, Verdünnung).
- Entflammbare feste Stoffe und reaktive Stoffe, einschließlich Magnesium, Feueranzünder, Feuerwerkskörper und Fackeln.
- Oxidationsmittel und organische Peroxyde, einschließlich Bleichmittel, Sets zur Ausbesserung von Kfz-Karosserien.
- Toxische Stoffe oder infektiöse Stoffe, einschließlich Rattengift, infiziertes Blut und Krankheitserreger.
- Radioaktives Material, einschließlich medizinische oder gewerbliche Isotope.
- Ätzende Stoffe, wie Quecksilber, das in Thermometern enthalten sein kann, Säuren, Alkali und Batterien.
- Magnetisierende Stoffe.

Tabelle 3.6 Reisegepäckbestimmungen größerer Fluggesellschaften
(Homepages der Fluggesellschaften)

Fluggesellschaft	Freigepäck [kg]		
	Economy-	Business-	1. Klasse
Air France	20	30	40
Air New Zealand	20	30	40
Alitalia	20	30	-
American Airlines	2 x 23	2 x 23	2 x 23
British Airways	23	30	40
Cathay Pacific	23	30	-
Continental Airlines	2 x 23	64	96
Delta Airlines	2 x 23	2 x 23	2 x 23
Emirates	20	30	40
Gulf Air	20	30	40
Iberia	20	30	-
Japan Airlines	20	30	40
Lufthansa	20	30	40
Malaysia Airlines	20	30	-
Quantas	20	30	-
Scandinavian Airlines System	20	30	-
Swiss	20	30	40
Thai Airways	20	30	40
United Airlines	2 x 23	2 x 23	2 x 23

Tabelle 3.6 zeigt, dass amerikanische Fluggesellschaften ein weitaus höheres Freigepäck gewähren, als z.B. europäische Fluggesellschaften. Vorteilhaft sind die Gepäckbestimmungen bei Linienflügen über den Atlantik. In der Economy-Klasse gilt weltweit eine Freigepäckmengengrenze von 20 kg, bei Flügen nach und innerhalb von Nordamerika darf man aber zwei Gepäckstücke bis zu je 23 kg mitnehmen (bis Oktober 2005 galt allgemein sogar eine Freigepäckgrenze von 32 kg). Dabei kommt es auf das Einhalten der Gepäckgrenze pro Gepäckstück an. Das früher akzeptierte *Pooling*, bei dem Gepäckstücke zusammen gewogen wurden, ist nicht mehr möglich. In der Business-Klasse werden in der Regel 30 kg und in der 1.Klasse, wenn vorhanden, 40 kg Freigepäck akzeptiert.

Neben der Gewichtsgrenze sind je Gepäckstück auch bestimmte Abmessungen einzuhalten. Länge, Höhe und Breite je Gepäckstück werden zusammengerechnet und sollen 158 cm (Lufthansa) bzw. 157,5 cm (Delta Airlines) nicht überschreiten. Die genauen Regelungen variieren – meist geringfügig abweichend von den hier gegebenen Angaben – von Fluggesellschaft zu Fluggesellschaft.

Tabelle 3.7 Reisegepäckbestimmungen Low-Cost-Carrier
(Homepages der Fluggesellschaften)

Fluggesellschaft	Freigepäck [kg]
Air Berlin	20
Condor	20 / 40
Flydba	20
Easyjet	20
Germanwings	20
Hapagfly	20
Hapag Lloyd Express	20
LTU	20 / 30
Ryanair	20
TUIfly	20

3.3.2 Daten verschiedener Fluggesellschaften

Nachfolgende Daten wurden von der schweizer Fluggesellschaft *Swiss*, der deutschen Fluggesellschaft *Lufthansa* freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Hinzu kommen Informationen einer namentlich nicht zur veröffentlichen Fluggesellschaft. *Swiss* und *Lufthansa* sind Mitglieder der 1997 gegründeten *Star Alliance*.

Tabelle 3.8 Reichweitenklassifikation (Scholz 1999)

Reichweitenklassifikation	Reichweite	
	[NM]	[km]
Kurzstrecke	bis 2000	bis 3700
Mittelstrecke	2000 bis 3000	3700 bis 5600
Langstrecke	mehr als 3000	mehr als 5600

Tabelle 3.9 Durchschnittliches Gewicht des Reisegepäcks auf Kurzstrecken von *Swiss* (Swiss 2007)

Strecke	Distanz		Reisegepäck [kg]		
	[km]	[NM]	Y	C	F
Zürich – Frankfurt	306	165	14,0	10,0	-
Zürich – London	777	420	14,0	16,0	-
Zürich – Athen	1618	874	18,0	22,0	-
Ø			15,3	16,0	-

Tabelle 3.10 Kurzstreckenflotte *Swiss* (Swiss 2007)

Hersteller	Typ	Anzahl	Nutzlast [kg]	Passagierzahl			
				gesamt	Y	C	F
Airbus	319 – 112	7	13.000	110	35	75	-
Airbus	320 – 214	17	16.250	136	72	64	-
Airbus	321	6	20.500	170	94	76	-

Tabelle 3.11 Durchschnittliches Gewicht des Reisegepäcks auf Langstrecken von Swiss
(Swiss 2007)

Strecke	Distanz		Reisegepäck [kg]		
	[km]	[NM]	Y	C	F
Zürich – New York	6330	3420	25,0	16,0	14,0
Zürich – Johannesburg	8419	4546	21,0	19,0	21,0
Zürich – Bangkok	9040	4882	19,0	16,0	23,0
Zürich – Sao Paulo	9628	5227	28,0	19,0	27,0
Ø			23,25	17,5	21,25

Tabelle 3.12 Langstreckenflotte Swiss (Swiss 2007)

Hersteller	Typ	Anzahl	Nutzlast [kg]	gesamt	Passagierzahl		
					Y	C	F
Airbus	330 – 200	5	36.000	230	182	48	-
Airbus	330 – 200	6	36.000	196	142	42	12
Airbus	340 – 300	10	41.000	228	172	48	8

Tabelle 3.13 Regional- und Kurzstrecken Gepäck- und Passagierdaten (Fluggesellschaft geheim)
Sommersaison

1.Oktober – 14.Dezember		15.Dezember – 5.April	
Gepäckgewicht / Pax [kg]	Teile / Pax	Gepäckgewicht / Pax [kg]	Teile / Pax
11,3	1,1	11,9	1,1

Tabelle 3.14 Regional- und Kurzstrecken Gepäck- und Passagierdaten (Fluggesellschaft geheim)
Wintersaison

6.April – 29.Juni		30.Juni – 30.September	
Gepäckgewicht / Pax [kg]	Teile / Pax	Gepäckgewicht / Pax [kg]	Teile / Pax
11,6	1,0	11,5	1,1

Tabelle 3.15 Regional- und Kurzstrecken Gepäck- und Passagierdaten (Fluggesellschaft geheim)
Jahresdurchschnitt

Gepäckgewicht / Pax [kg]	Teile / Pax
11,6	1,1

Tabelle 3.16 Kurzstreckenflotte (Fluggesellschaft geheim)

Hersteller	Typ	Anzahl	Nutzlast [kg]	Passagierzahl
Boeing	737-300	14	16.600	136
Aerospatiale	ATR72-500	11	7.300	68
Bombardier	Q300	17	5.670	50
Saab	340A	3	-	-
Beechcraft	1900D	17	2.200	19

Tabelle 3.17 Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten
Auckland (AKL) – Los Angeles (LAX) 10.504km (5.672NM)
(Fluggesellschaft geheim)

Richtung	Saison	Pax	Gepäckstücke		Gepäckgewicht		
			Gesamt	Ø pro Pax	Gesamt [kg]	Ø pro Teil [kg]	Ø pro Pax [kg]
AKL – LAX	Winter	86.004	123.337	1,43	2.150.827	17,44	25,01
LAX – AKL	Winter	71.941	104.598	1,45	1.904.932	18,21	26,48
AKL – LAX	Sommer	124.435	170.416	1,37	2.943.494	17,27	23,65
LAX – AKL	Sommer	98.157	145.261	1,48	2.670.613	18,38	27,21
Gesamt		380.537	543.612	1,43	9.669.866	17,79	25,59

Tabelle 3.18 Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten
Auckland (AKL) – San Francisco (SFO) 10.513km (5.677NM)
(Fluggesellschaft geheim)

Richtung	Saison	Pax	Gepäckstücke		Gepäckgewicht		
			Gesamt	Ø pro Pax	Gesamt [kg]	Ø pro Teil [kg]	Ø pro Pax [kg]
AKL – SFO	Winter	37.422	54.128	1,45	929.322	17,17	24,83
SFO – AKL	Winter	38.986	57.598	1,48	1.071.482	18,60	27,48
AKL – SFO	Sommer	44.754	60.398	1,35	1.026.461	16,99	22,93
SFO – AKL	Sommer	43.206	65.415	1,51	1.244.485	19,02	28,80
Gesamt		164.368	237.539	1,45	4.271.750	17,95	26,01

Tabelle 3.19 Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten
 Auckland (AKL) – Honolulu (HNL) 7.084km (3.825NM)
 (Fluggesellschaft geheim)

Richtung	Saison	Pax	Gepäckstücke		Gepäckgewicht		
			Gesamt	Ø pro Pax	Gesamt [kg]	Ø pro Teil [kg]	Ø pro Pax [kg]
AKL – HNL	Winter	7.967	11.433	1,44	192.598	16,85	24,17
HNL – AKL	Winter	9.455	14.551	1,54	266.500	18,31	28,19
AKL – HNL	Sommer	12.819	17.285	1,35	282.636	16,35	22,05
HNL – AKL	Sommer	14.698	22.306	1,52	404.444	18,13	27,52
Gesamt		44.939	65.575	1,46	1.146.178	17,48	25,51

Tabelle 3.20 Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten
Departure USA – Destination Neuseeland
(Fluggesellschaft geheim)

Saison	Pax	Gepäckstücke		Gesamt [kg]	Gepäckgewicht	
		Gesamt	Ø pro Pax		Ø pro Teil [kg]	Ø pro Pax [kg]
Winter	120.382	176.747	1,46	3.242.914	18,34	26,94
Sommer	156.061	232.982	1,49	4.319.542	18,54	27,68
Gesamt	276.443	409.729	1,48	7.562.456	18,45	27,36

Tabelle 3.21 Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten
Departure Neuseeland – Destination USA
(Fluggesellschaft geheim)

Saison	Pax	Gepäckstücke		Gesamt [kg]	Gepäckgewicht	
		Gesamt	Ø pro Pax		Ø pro Teil [kg]	Ø pro Pax [kg]
Winter	131.393	188.898	1,44	3.272.747	17,33	24,90
Sommer	182.008	248.099	1,36	4.252.591	17,14	23,36
Gesamt	313.401	436.997	1,39	7.525.338	17,22	24,01

Tabelle 3.22 Langstrecken Gepäck- und Passagierdaten
Zusammenfassung
(Fluggesellschaft geheim)

Pax	Gepäckstücke		Gesamt [kg]	Gepäckgewicht	
	Gesamt	Ø pro Pax		Ø pro Teil [kg]	Ø pro Pax [kg]
589.844	846.726	1,44	15.087.794	17,82	25,58

Tabelle 3.23 Langstreckenflotte (Fluggesellschaft geheim)

Hersteller	Typ	Anzahl	Nutzlast [kg]	Passagierzahl			
				gesamt	Y	C	F
Airbus	320	12	16.250	152	144	8	-
Boeing	747 – 400	8	66.000	386	309	31	46
Boeing	767 – 300	5	39.700	234	210	24	-
Boeing	777 – 200ER	8	49.000	313	269	18	26

Tabelle 3.24 Gepäckdaten *Lufthansa* bzw. *Condor* (**Lufthansa 2007**)

Streckentyp	Reisegepäck [kg]
Regional	14,0
Kurz	14,0
Mittel	14,0
Lang	19,6
Charter	10,0

Tabelle 3.25 Mittel-, Kurz- und Regionalstreckenflotte *Lufthansa* (**Lufthansa 2007**)

Hersteller	Typ	Anzahl	Nutzlast [kg]	gesamt	Passagierzahl		
					Y	C	F
Airbus	321 – 100	26	19.000	182	149	33	-
Airbus	320 – 200	36	16.250	150	114	36	-
Airbus	319 – 100	20	13.000	126	122	24	-
Boeing	737 – 300	33	16.600	127	109	18	-
Boeing	737 – 500	30	15.200	111	93	18	-
Avro	RJ 85	18	11.233	93	78	15	-
Avro	RJ 100	-	11.700	98	82	16	-
Canadair	CRJ – 100	25	-	48	42	6	-
Canadair	CRJ – 700	20	8.000	70	61	9	-
Canadair	CRJ – 900	12	-	84	74	10	-
Aerospatiale	ATR 72 – 500	8	7.300	68	57	11	-
Aerospatiale	ATR 42 – 500	6	5.400	44	39	5	-
Bombardier	Dash 8Q – 300	-	-	50	43	7	-
Bombardier	Dash 8Q – 400	-	8.250	70	62	8	-

Tabelle 3.26 Langstreckenflotte *Lufthansa* (**Lufthansa 2007**)

Hersteller	Typ	Anzahl	Nutzlast [kg]	Passagierzahl		F
				gesamt	Y C	
Boeing	747 – 400	30	66.000	352	270 66	16
Airbus	340 – 600	17	55.800	306	238 60	8
Airbus	340 – 300	28	41.000	247	197 42	8
Airbus	330 – 300	10	45.900	221	165 48	8
Airbus	300 – 600	14	41.000	280	226 54	-

3.4 Zusammenfassung

Den Handgepäckbestimmungen zu Folge sind sich die Fluggesellschaften weitestgehend einig. Handgepäckstücke sollen demnach die Maße 20 – 40 – 55 cm nicht überschreiten. Das erlaubte Gewicht hingegen variiert und liegt gemittelt bei 7,8 kg pro Passagier in der Economy-Klasse. Passagiere dieser Klasse dürfen in der Regel ein Gepäckstück, Business-Klassen-Passagiere zwei Gepäckstücke und Fluggäste der First 1.Klasse teilweise bis zu drei Gepäckstücke in der Kabine verstauen. Selbst die sogenannten *Billigairlines* fallen nicht weit ab: Durchschnittliches erlaubtes Handgepäckgewicht liegt hier bei 6,7 kg.

Das Handgepäckaufkommen variiert jedoch stark zwischen Flugstrecke, -gast und -klasse. Laut *Lufthansa* versuchen insbesondere Vielflieger und Berufspendler ihr gesamtes Gepäck in der Kabine zu verstauen, um lästige Wartezeiten beim Check-in und an den Gepäckausgaben zu vermeiden. Auf Linienflügen im Regional-, Kurz- und Mittelstreckenbereich wiegt das durchschnittlich in der Flugzeugkabine untergebrachte Handgepäck 8,0 kg.

Auf Langstrecken bevorzugen die meisten Passagiere die Aufgabe ihres kompletten Gepäcks, um sich bei eventuellen Zwischenstopps so frei und flexibel wie irgend möglich bewegen zu können. So kommt es, dass Handgepäck auf Langstrecken im Durchschnitt nur 3,0 kg wiegt. Auf Charterflügen der Fluggesellschaft *Condor*, welche insbesondere Urlaubsziele anfliegen, wiegt Handgepäck 5,0 kg pro Fluggast.

In den Bestimmungen für das aufgegebene Gepäck hält es sich ähnlich. Auch hier gibt es kaum Unterschiede zwischen „Low-Cost-Carriern“ und größeren Fluggesellschaften. Freigepäck beinhaltet in der 20 kg in der Economy-, 30 kg in der Business- und 40 kg in der 1. Klasse. Für Flüge nach und innerhalb von Nordamerika darf jeder Fluggast, unabhängig der gebuchten Klasse, jedoch zwei Gepäckstücke bis zu je 23 kg aufgeben. Je Gepäckstück sind auch bestimmte Maße einzuhalten. Die Summe der Länge, Höhe und Breite sollen 158 cm nicht überschreiten.

Eine Zusammenfassung der Gewichtsdaten des Reisegepäcks gestaltet sich hingegen schwieriger, da zwischen verschiedenen Streckentypen differenziert werden muss. Jedoch decken sich die Angaben der *Lufthansa* weitestgehend mit denen der anderen Fluggesellschaften. Es handelt sich hierbei dennoch um Durchschnittswerte. Mit Abweichungen auf bestimmten Streckentypen ist zu rechnen.

Tabelle 3.27 Hand- und Reisegepäckdaten *Lufthansa* bzw. *Condor* (**Lufthansa 2007**)

Streckentyp	Handgepäck [kg]	Reisegepäck [kg]	Gesamt [kg]
Regional	8,0	14,0	21,0
Kurz	8,0	14,0	21,0
Mittel	8,0	14,0	21,0
Lang	3,0	19,6	22,6
Charter	5,0	10,0	15,0

Interessant ist eine zusätzlich Angabe von der namentlich nicht zu nennenden Gesellschaft. Hiernach wiegt ein aufgegebenes Gepäckstück auf Regional- und Kurzstrecken 10,5 kg und auf Langstrecken 17,8 kg.

Laut *Lufthansa* gibt das spezifische Gewicht des Reisegepäckes mit 165 kg/m³ an.

4 Kabine

4.1 Sitzabstand

In Kapitel 2 hat die Analyse der Körpermaße herausgestellt, dass Asiaten die kleinste Bevölkerungsgruppe darstellen. Nachfolgende Tabellen zeigen den Sitzabstand europäischer, amerikanischer, asiatischer und afrikanischer/ mittelöstlicher Fluggesellschaften.

Es stellt sich die Frage, ob Fluggesellschaften, insbesondere aus dem asiatischen Raum, den Sitzabstand den anthropometrischen Eigenschaften ihrer Fluggäste angepasst haben, oder aufgrund der Globalisierung bzw. ständigen Ausweitung der Streckennetze es keine Unterschiede hinsichtlich der Kabinenauslegung geben kann.

Tabelle 4.1 zeigt, dass die Economyklassen europäischer Fluggesellschaften sogar etwas enger bestückt sind als beispielsweise afrikanischer oder asiatischer Fluggesellschaften. In den besseren Flugklassen ist der Sitzabstand europäischer und amerikanischer Gesellschaften wiederum deutlich größer im Vergleich zur asiatischen oder afrikanischen Konkurrenz. Wie zu erwarten liegen die *Billigairlines* mit durchschnittlichen 75,2cm (29,6in) Sitzabstand weit bgeschlagen. Weitere Tabellen mit Angaben zu einzelnen Fluggesellschaften im Anhang A.

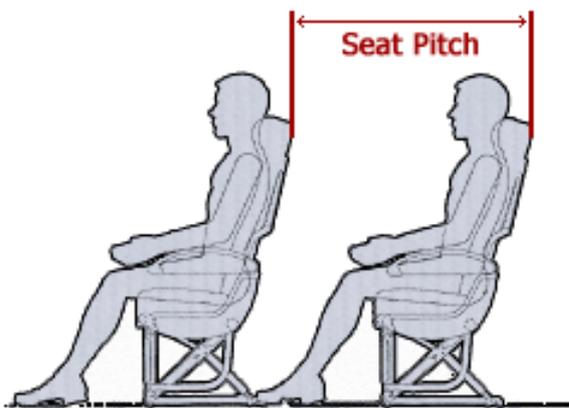


Bild 4.1 Darstellung des Sitzabstandes in einer Flugzeugkabine

Tabelle 4.1 Sitzabstand Fluggesellschaften weltweit im Überblick

Fluggesellschaften Raum	Klasse					
	Y		C		F	
	[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
Europa	80,5	31,7	148,3	58,4	211,5	83,3
Amerika	81,7	32,2	143,0	56,3	215,9	85,0
Asien	83,3	32,8	137,8	54,3	202,5	79,7
Afrika/ Mittlerer Osten	83,5	32,9	133,0	52,4	182,3	71,8

Tabelle 4.2 Sitzabstand europäischer Low-Cost-Carrier (www.airlinequality.com)

Fluggesellschaft	Sitzabstand	
	[cm]	[in]
Air Berlin	76	30
Flydba	76	30
Easyjet	74	29
Germanwings	76	30
Hapag Lloyd Express	76	30
LTU	74	29
Ryanair	76	30
TUIfly	74	29
Ø	75,2	29,6

4.2 Gepäckablagen

4.2.1 Allgemein

Kabinendesign ist heutzutage eines der Hauptkriterien für den Erfolg im Geschäft der zivilen Luftfahrt. Komfort für Passagiere hat höchste Priorität für Fluggesellschaften, die Langstrecken bedienen. Aus technischer Sicht, stellen Flüge zwischen New York und Singapur oder Dubai und Sydney ohne Zwischenlandung keinerlei Probleme dar. Jedoch dauern diese Ultralangstreckenflüge bis zu 18 Stunden und stellen den menschlichen Organismus vor eine große Herausforderung. Aus diesem Grunde muss die Flugzeugkabine dem Fluggast zumindest ausreichenden Platz, Komfort und Unterhaltung bieten. Den Flug zur Erholung machen, sollte das höchste Ziel der Kabinengestaltung sein.

Die Erweiterung des Platzangebotes stellt die Konstrukteure und Designer jedoch vor die größte Herausforderung. Hinzu kommt eine Entwicklung der letzten Jahre, der die Hersteller und Fluggesellschaften Rechnung tragen müssen. Insbesondere auf Kurz- und Businessstrecken bevorzugen Passagiere ihr komplettes Gepäck in Form von Handgepäck in den Gepäckfächern der Kabine zu verstauen um keine wertvolle Zeit beim Check-in bzw. bei der Gepäckausgabe zu verlieren. Aus diesem Grunde müssen die Gepäckablagen, welche über den Köpfen der Passagiere positioniert sind, immer voluminöser gestaltet werden, ohne jedoch zu viel Platz in Anspruch zu nehmen.

Früher wurden die sogenannten *Hatracks* ausschließlich für Notfallausrüstungen und leichte Gegenstände wie zum Beispiel Jacken, Mäntel, Decken und Kissen genutzt. Die Weiterentwicklung der zukünftigen Gepäckablagen in den zukünftigen Kabinen der *Boeing 787* und der *Airbus A350* stellt die Ingenieure und Designer permanent vor einen Kompromiss zwischen Marktanforderung, Kabinendesign, technischer Machbarkeit, Sicherheit und aktuellen Lufttüchtigkeitsvorschriften.

Es gibt grundsätzlich zwei unterschiedliche Arten von *Hatracks*: Fixierte und bewegliche, auf die nachfolgend eingegangen wird.

Anforderungen an heutige Gepäckablagen:

- Leichte Struktur
- Optimierte Beladbarkeit
- Einfache Zugänglichkeit, Erreichbarkeit
- Zuverlässigkeit
- Sicherheit
- Designabstimmung mit Kabine
- Intuitiv zu erkennender Öffnungsmechanismus

4.2.2 Fixierte Gepäckablagen

Fixierte Gepäckablagen finden Verwendung in beiden Flugzeugtypen, in den sogenannten Single-Aisle und Twin-Aisle Maschinen. Diese Art der Ablage ist den ursprünglichen *Hatracks* am ähnlichsten.



Bild 4.2 Ursprüngliche Hatracks in der *Boeing 707* (Stefanik 2006)

Charakteristisch für diese Form ist eine Klappe die nach außen und oben geöffnet wird. Es entsteht, im Gegensatz zu den beweglichen Gepäckfächern, kein Platzverlust bei geöffneten Ablagen. Durch eine einfach gehaltene Struktur und einen simplen Öffnungsmechanismus ist zum einen das Gewicht zum anderen das Verhältnis externes/ internes Volumen gering gehalten. Bei ansteigender Nachfrage an Handgepäck, kann die Klappe dieser Ablagen ausgetauscht und das interne Volumen erhöht werden, ohne dabei den Flugbetrieb signifikant zu beeinflussen. So geschehen bei vielen *A320*, *A330/340*, *B737* und *B757* Operatoren.

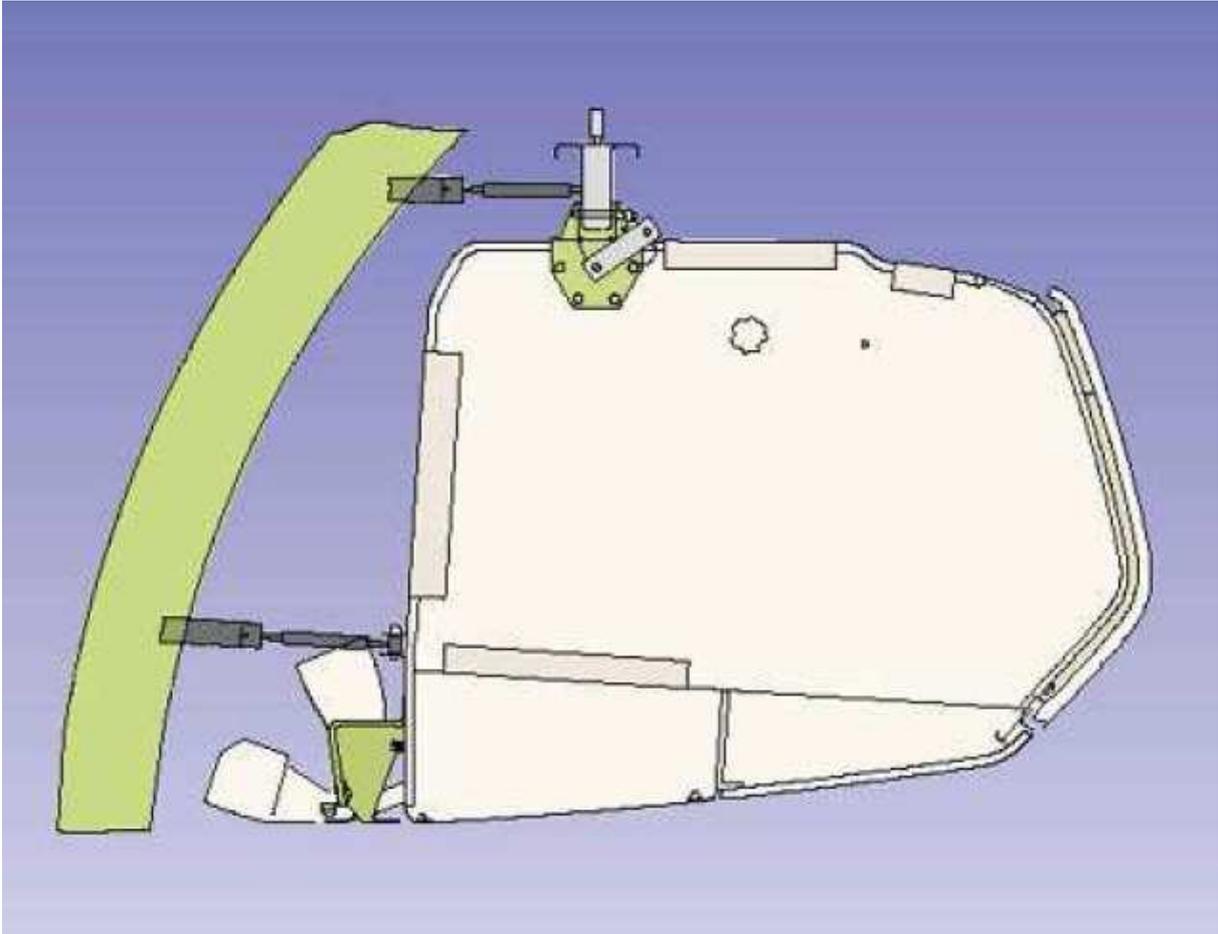


Bild 4.3 Gezeichneter Querschnitt einer fixierten Gepäckablage (Stefanik 2006)

Vorteile fixierter Ablagen:

- Leichte Struktur
- Simpler Öffnungsmechanismus
- Kein Einschnitt geöffneter Fächer in das Platzangebot der Kabine
- Öffnungsmechanismus wird nicht durch das abgelegte Gepäck beeinflusst
- Einfache Wartbarkeit

Nachteile fixierter Ablagen:

- In Wide Body Flugzeugen schlechte Erreichbarkeit
- Schwierig zu integrieren in das Kabinendesign

4.2.3 Bewegliche Gepäckablagen

Es gibt zwei verschiedene Typen von beweglichen Gepäckablagen: Schwenkende und hängende. Der Unterschied liegt im Öffnungsmechanismus, obwohl die Klappen beider nach außen und unten öffnen. Schwenkende Ablagen werden hauptsächlich für seitliche, hängende dagegen für zentrale Verstaung in Twin-Aisle Maschinen verwendet. Bewegliche Ablagen verringern die Höhe des zu beladenen Faches, welches die Erreichbarkeit durch den Passagier bzw. der Crew deutlich verbessert. Handgepäck kann so schneller und sicherer Untergebracht werden. Geöffnet ist das Fach unten und zum verschließen wird es nach oben gedrückt bis es einrastet. Unterstützend wirken optional u.a. im *A380* und in der *B777* mechanische Systeme, die einen Teil des zu hebenden Gewichtes abnehmen (EHCS: Electrical Hand-force Control System, MHCS: Mechanical Hand-force Control System).

Diese Art der Ablage ist besser in die Seitenwände und Decken der Kabine integriert und bieten dem Passagier so mehr Freiraum beim Einnehmen oder Verlassen des Sitzes. Nachteilig hingegen wirkt sich das Gewicht der Struktur aus. Tatsächlich können bewegliche Gepäckablagen als Box in Box beschrieben werden. Der bewegliche Kasten wird in das Gehäuse geführt und verdeckt.

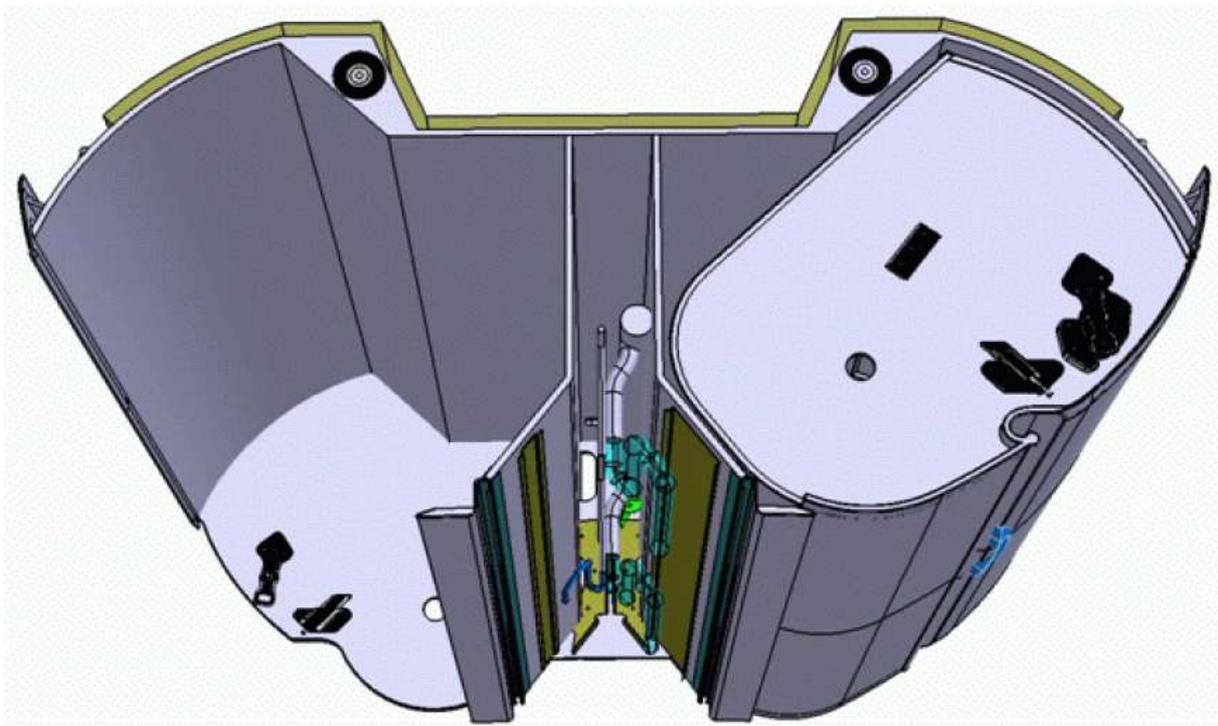


Bild 4.4 Box und Gehäuse einer zentralen, beweglichen Gepäckablage (Stefanik 2006)

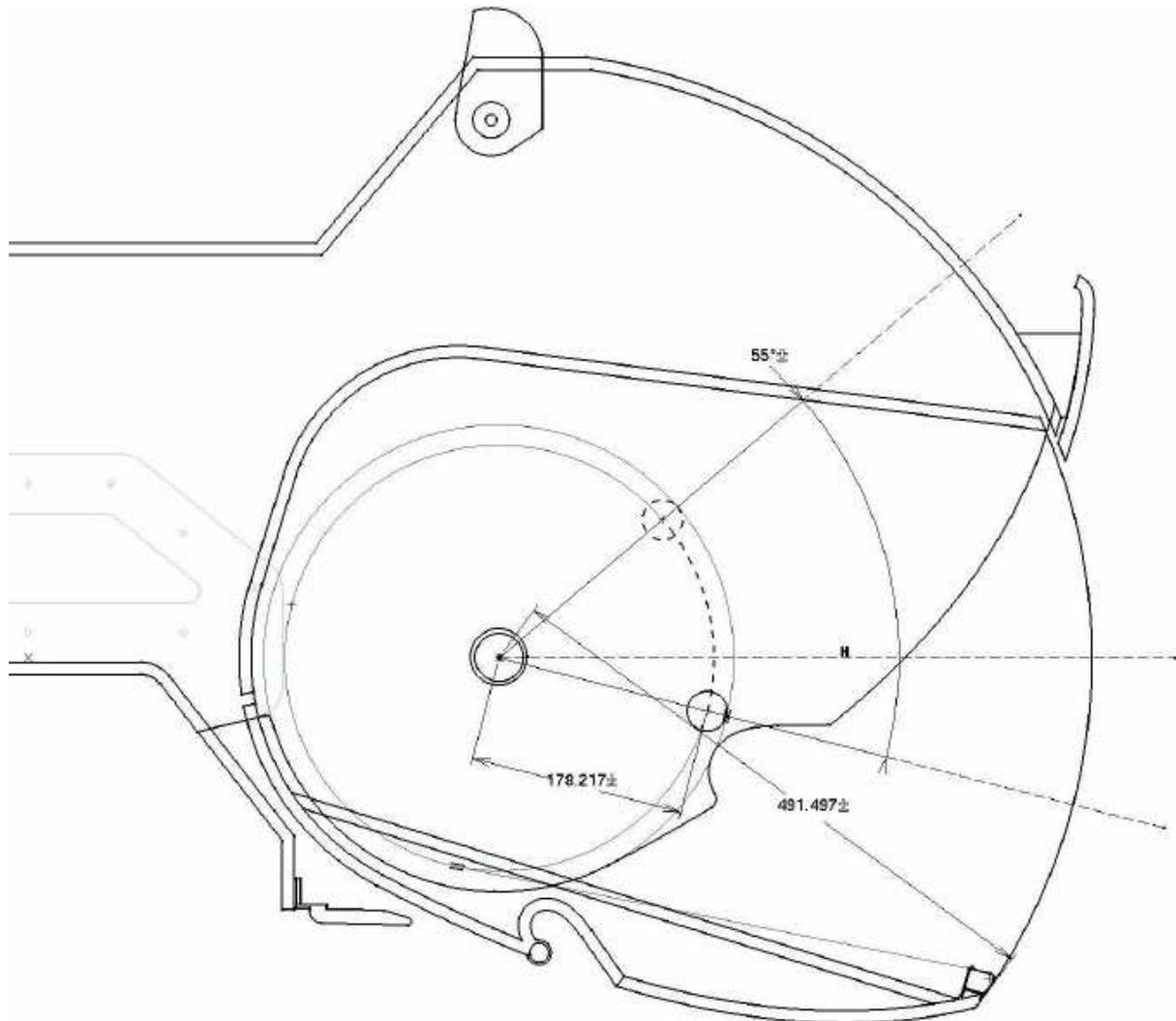


Bild 4.5 Zeichnung einer schwenkenden, seitlichen Gepäckablage der zukünftigen A350 Kabine (Stefanik 2006)

Die Box eines schwenkenden Systems ist an zwei Punkten des Gehäuses gelagert, die eine virtuelle Achse darstellen, über welche die Box beim Öffnen und Schließen rotiert.

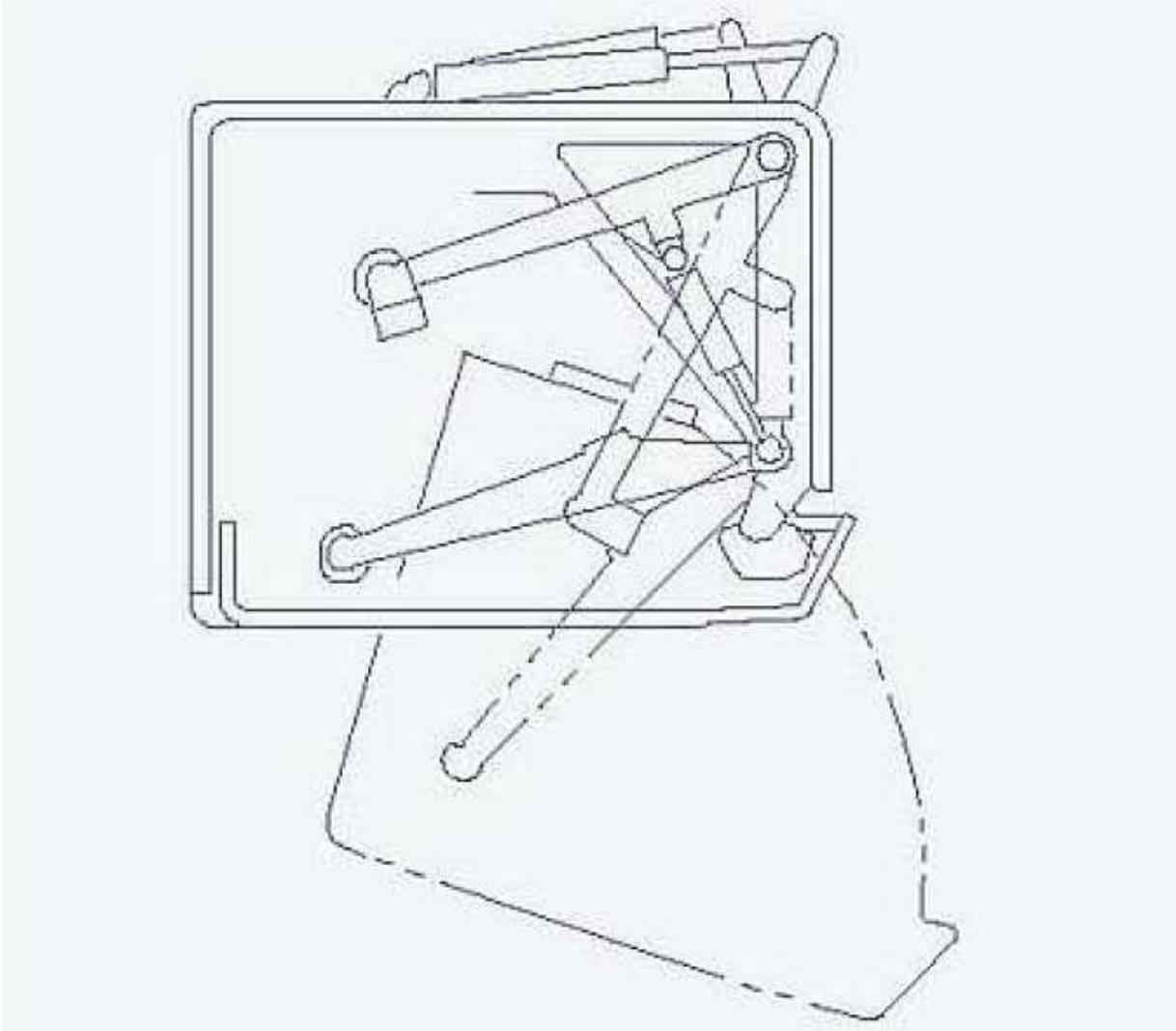


Bild 4.6 Zeichnung einer hängenden Gepäckablage (Stefanik 2006)

Das hängende System ist umfangreicher und schwerer als Schwenksysteme. Gelagert ist die Box an verschiedenen Armen des Gehäuses und der Passagier muss das gesamte Gewicht heben um die Ablage zu schließen und zu arretieren.



Bild 4.7 Hängenden Gepäckablage A340 (Stefanik 2006)

Vorteile beweglicher Ablagen:

- Gute Zugänglichkeit
- Integrierbarkeit in das Kabinendesign
- Im Vergleich zu fixierten Ablagen größerer Überkopffreiraum

Nachteile beweglicher Ablagen:

- Hohes Gewicht
- Schwierige Wartbarkeit des Öffnungsmechanismus und unterstützender Systeme
- Öffnungsmechanismus verkleinert internes Volumen
- Lücken zwischen zweier Ablagen

4.2.4 Basisdaten

Die Hauptparameter der Gepäckablagen hängen ab von verschiedensten Faktoren. Unter anderem einschränkende Faktoren wie zum Beispiel die Rumpfgeometrie und das Kabinendesign. Während die Rumpfgeometrie unveränderbare Größen darstellen bieten sich bei der Gestaltung des Kabinendesigns und der Integrierung der Gepäckablagen ständig Modernisierungs- und Optimierungsmöglichkeiten. Gepäckablagen müssen in Lage sein, die meisten Handgepäcktypen zu verstauen und gleichzeitig den Kabinenraum nicht unnötig zu beengen.

Die Gepäckablagen der zukünftigen Flugzeuge *A350* und *B787* der konkurrierenden Hersteller Airbus und Boeing wurden anhand der Ausmaße der am meist verwendeten Handgepäckstücke (*TravelPro* und *Rimowa*) gestaltet.

- **Volumen [m³]**
Internes Volumen einer Gepäckablage
- **Gesamtvolumen [m³]**
Internes Volumen der Gepäckablagen einer Klasse bzw. des gesamten Flugzeuges.
- **Volumen pro Passagier [m³/ Pax]**
Zur Verfügung stehendes durchschnittliches Volumen pro Passagier.
Dieser Wert ist beeinflusst durch die Sitzkapazität des Flugzeuges.
- **Fassungsvermögen [\sum Taschen]**
Gesamtanzahl an Taschen eines Typs. In der Regel TravelPro, Rimowa oder FAA-Taschenstandard (siehe Kapitel 3.2.3 Taschenstandard).
- **Fassungsvermögen pro Passagier [Taschen/ Pax]**
Der wichtigste Parameter. Bewertet die Effizienz der Gepäckablagen.
- **Gesamtlänge intern [m]**
Pro Klasse oder des gesamten Flugzeuges.
- **Interne Länge pro Passagier [m/ Pax]**
- **Lastlimit [kg/ Rahmen]**
Maximalgewicht an Gepäck, welches in den Ablagen verstaut werden kann und nicht überschritten werden darf.

- **Gesamtlastlimit [kg]**

Gesamtgewicht an Gepäck, welches in allen Ablagen des Flugzeuges verstaut werden kann.

- **Überkopffreiraum [m]**

Distanz zwischen Kabinenboden und den tiefsten Punkt der geschlossenen Ablage.

- **Ladehöhe [m]**

Distanz zwischen Kabinenboden und Unterkante der geöffneten Ablage. Bewertet die Zugänglichkeit der Gepäckablagen.

- **Griffhöhe [m]**

Distanz zwischen Kabinenboden und Höhe des Griffes zur Betätigung des Öffnungsmechanismus.

4.2.5 Berechnung

Zur Aufstellung einer gesamten Bilanz ist es notwendig Parameter der einzelnen Ablagen zu berechnen. Die wichtigsten Größen sind Volumen, Fassungsvermögen und interne Länge. Während interne Länge und Volumen exakt berechnet werden können, hängt das Fassungsvermögen ab von der Form der Gepäckablage und des verwendeten Taschenstandards. Einfluss auf die Wahl der Gepäckfächer haben Kabinendesign, Spantteilung bzw. Rahmenbreite und der gewünschte Öffnungsmechanismus.

Interne Länge und Volumen:

$$l_i = (R \times w_R - w_g)$$

l_i *Interne Länge Ablage i [m]*

R *Anzahl der Rahmen (Spantteilungen)*

w_R *Breite der Spantteilung [m]*

w_g *Breite der Lücke zwischen zwei Gepäckfächern [m]*

$$V_i = S \times l_i$$

V_i *Volumen Gepäckablagen Typ i [m³]*

S *Querschnittsfläche [m²]*

l_i *Interne Länge Ablage i [m]*

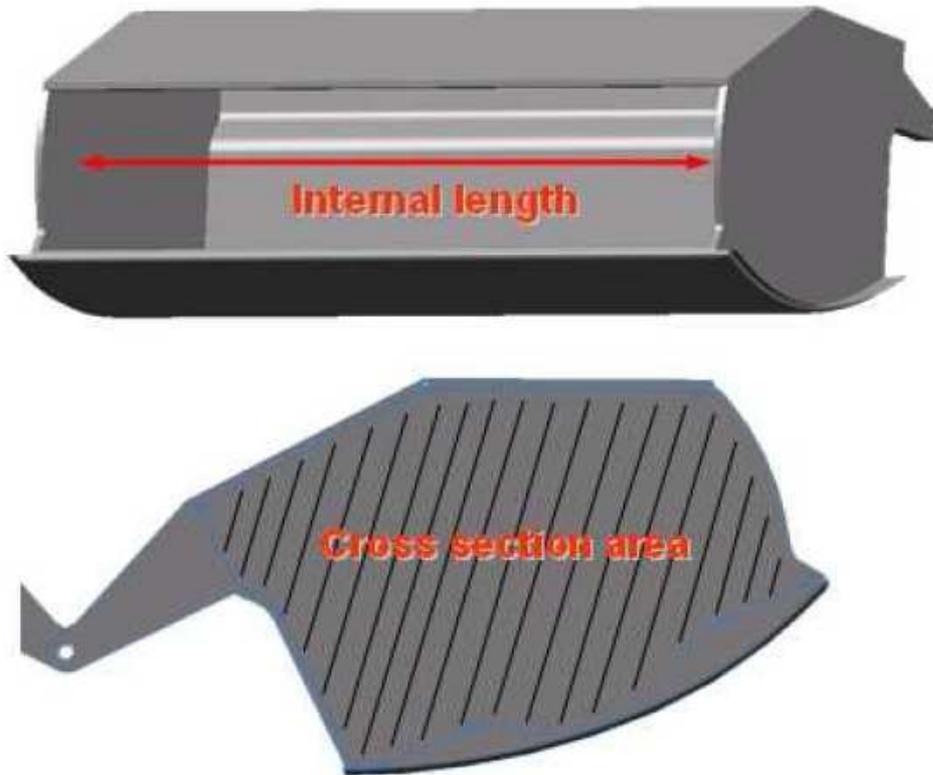


Bild 4.8 Interne Länge und Querschnittsfläche (Stefanik 2006)

Gesamtvolumen:

$$V_{ges} = \sum_{i=1}^n V_i \times Q_i$$

V_{ges} Gesamtvolumen aller Gepäckablagen [m^3]

V_i Volumen Gepäckablagen Typ i [m^3]

Q_i Anzahl Gepäckablagen Typ i

Volumen pro Passagier:

$$V_{pp} = \frac{V_{ges}}{P}$$

V_{pp} *Volumen pro Passagier* $[m^3/Pax]$

V_{ges} *Gesamtvolumen aller Gepäckablagen* $[m^3]$

P *Anzahl Passagiere*

Interne Gesamtlänge:

$$l_{ges} = \sum_{i=1}^n l_i \times Q_i$$

l_{ges} *Interne Gesamtlänge aller Gepäckablagen* $[m]$

l_i *Interne Länge Ablage i* $[m]$

Q_i *Anzahl Gepäckablagen Typ i*

Interne Länge pro Passagier:

$$l_{pp} = \frac{l_{ges}}{P}$$

l_{pp} *Interne Länge pro Passagier* $[m]$

l_{ges} *Interne Gesamtlänge aller Gepäckablage* $[m]$

P *Anzahl Passagiere*

Gesamtfassungsvermögen:

$$F_{ges} = \sum_{i=1}^n F_i \times Q_i$$

F_{ges} Gesamtfassungsvermögen für S tan dardgepäckstücke aller Gepäckablagen

F_i Fassungsvermögen für S tan dardgepäckstücke der Gepäckablage Typ i

Q_i Anzahl Gepäckablagen Typ i

Fassungsvermögen pro Passagier:

$$F_{pp} = \frac{F_{ges}}{P}$$

F_{pp} Fassungsvermögen pro Passagier für S tan dardgepäckstücke

F_{ges} Gesamtfassungsvermögen für S tan dardgepäckstücke aller Gepäckablagen

P Anzahl der Passagiere

Lastlimit:

$$LL_{ges} = LL \times \sum_{i=1}^n R_i \times Q_i$$

LL_{ges} Gesamtlast limit aller Gepäckablagen [kg]

LL Last limit pro Rahmen $\left[\frac{\text{kg}}{\text{Rahmen}} \right]$

R_i Anzahl Rahmen der Gepäckablage Typ i

Q_i Anzahl der Gepäckablagen Typ i

4.2.6 Single-Aisle Flugzeuge

Die *Boeing 737* und die *Airbus A320-Familie* sind ausgestattet mit fixierten Gepäckablagen auf jeder Seite. Im Gegensatz zu den meisten Twin-Aisle Maschinen verlaufen die Gepäckablagen in beiden dieser Flugzeugtypen ununterbrochen von den vorderen Plätzen bis zum Heck des Flugzeuges. Keine Küche, Toilette oder Kabinenunterteilung verhindert eine durchgängige Anbringung. Einzig der *A321* fällt aus diesem Raster. Wird Tür Nr. 2 als Passagiertür gewählt, so ist durchgängige Ausstattung mit Gepäckablagen nicht möglich.

Boeing bietet die *737* mit zwei unterschiedlichen Größen fixierter Ablagen an. In nachfolgenden Tabellen sind die größeren Ablagen mit einem Sternchen gekennzeichnet.



Bild 4.9 Fixierte Gepäckablagen in der *Boeing 737 NG* (www.boeing.com)

Tabelle 4.3 Parameter Gepäckablagen Business-Klasse (Stefanik 2007)

Flugzeugtyp	Pax	Volumen [m ³]	Interne Länge [m]	TravelPro	Rimowa	Gesamtlastlimit [kg]
A318	8	0,868	4,161	10	8	152
B737-600	8	0,750	3,998	6	6	144
B737-600*	8	0,838	3,998	10	8	144
A319	8	0,868	4,161	10	8	152
B737-700	8	0,750	3,998	6	6	144
B737-700*	8	0,838	3,998	10	8	144
A320	12	1,290	6,187	14	12	228
B737-800	12	1,118	5,964	8	8	216
B737-800*	12	1,250	5,964	14	12	216
A321	16	1,736	8,321	20	16	304
B737-900	16	1,500	7,996	12	12	288
B737-900*	16	1,676	7,996	20	16	288

Tabelle 4.4 Parameter Gepäckablagen Economy-Klasse (**Stefanik 2007**)

Flugzeugtyp	Pax	Volumen [m³]	Interne Länge [m]	TravelPro	Rimowa	Gesamtlastlimit [kg]
A318	99	5,719	27,417	65	54	1007
B737-600	100	4,868	25,954	38	38	936
B737-600*	100	5,440	25,954	64	52	936
A319	116	6,675	32,004	75	62	1178
B737-700	116	6,000	31,984	48	48	1152
B737-700*	116	6,704	31,984	80	64	1152
A320	138	7,566	36,271	86	70	1330
B737-800	145	6,736	35,916	52	52	1296
B737-800*	145	7,528	35,916	88	72	1296
A321	169	9,564	45,872	104	90	1691
B737-900	157	7,404	39,472	58	60	1422
B737-900*	157	8,274	39,472	98	80	1422

Tabelle 4.5 Parameter Gepäckablagen Gesamt (**Stefanik 2007**)

Flugzeugtyp	Pax	Volumen [m ³]	Interne Länge [m]	TravelPro	Rimowa	Gesamtlastlimit [kg]
A318	107	6,587	31,578	75	62	1159
B737-600	108	5,618	29,952	44	44	1080
B737-600*	108	6,278	29,952	74	60	1080
A319	124	7,543	36,165	85	70	1330
B737-700	124	6,750	35,982	54	54	1296
B737-700*	124	7,542	35,982	90	72	1296
A320	150	8,856	42,458	100	82	1558
B737-800	157	7,854	41,880	60	60	1512
B737-800*	157	8,778	41,880	102	84	1512
A321	185	11,300	54,193	124	106	1995
B737-900	173	8,904	47,468	70	72	1710
B737-900*	173	9,950	47,468	118	96	1710

4.2.7 Airbus A380

Am 15. Oktober 2007, nach fast zweijähriger Verspätung, wurde der erste Airbus A380 feierlich seinem Betreiber *Singapore Airlines* übergeben.

An der Entwicklung des zweistöckigen Großraumflugzeuges haben seit 1996 nicht nur Airbus selbst, sondern u.a. auch Fluggesellschaften, Flughäfen und gesetzgebende Organisationen mitgewirkt. Das weltweit größte Passagierflugzeug bietet in der Version *A380-900* bei einer 3-Klassen-Bestuhlung platz für 665 Passagiere. Der *A380* ist das Flaggship der *Airbus Fly-by-wire* Familie und bietet auf zwei Ebenen hohe Sitzkapazität und Komfort in einem.

Den Fluggesellschaften ermöglicht *Airbus* jede erdenkliche Kabinenkonfiguration um eine optimale Anpassung an den jeweiligen Markt zu gewährleisten. Beide Decks des *A380* sind erhältlich mit beweglichen oder fixierten Gepäckablagen, jedoch werden innerhalb einer Ebene keine unterschiedlichen Ablagen verwendet. Aufgrund der höheren Sitzkapazität im Hauptdeck, sind die seitlichen Ablagen im Vergleich zu denen im Oberdeck voluminöser gestaltet.

In diesem Kapitel wird eine Analyse des Gepäckablagensystems des *A380* für eine Drei-Klassen-Bestuhlung für 505 Personen durchgeführt. (Y = 405 Plätze, C = 84 Plätze, F = 16 Plätze).



Bild 4.10 *Airbus A380* (www.flugzeugbilder.net)

Auch diese Gepäckablagen wurden um die Tasche herum gestaltet. Jedoch verwendete *Airbus* eigene Taschenstandards:

- Rollkoffer: 24“ – 14“ – 10“ (61cm – 36cm – 25cm)
- Aktentasche: 18,5“ – 17,5“ – 5“ (47cm – 44cm -13cm)

Der Rollkoffer ist vergleichbar mit dem *TravelPro*. Wenn jedoch der Koffer *Rimowa* als Faktor herangezogen wird, ist das Fassungsvermögen deutlich verringert. Weder die seitlich fixierten noch beweglichen Ablagen können einen Koffer des Typs *Rimowa* unterbringen. Dies könnte ein Problem für Fluggesellschaften darstellen, welche diese Abmaße als Handgepäck erlauben.

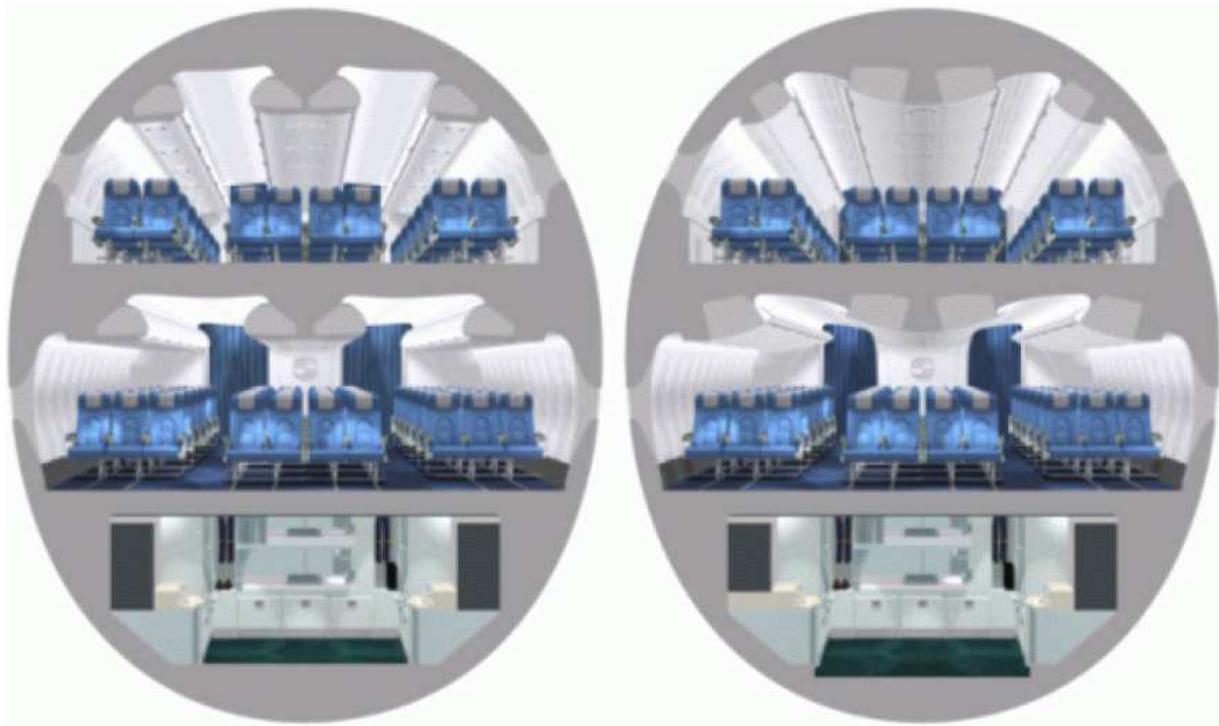


Bild 4.11 Querschnitt Rumpfsektion *Airbus A380*
 Links fixierte Gepäckablagen (seitlich und zentral)
 Rechts schwenkende Gepäckablagen (seitlich und zentral)
 (Stefanik 2006)

Das Gepäckablagensystem des A380 ist sehr komplex. Die Spantteilung verlaufen nicht mit konstantem Abstand, sondern schwanken zwischen 25 und 26 in. Insgesamt gibt es für die seitlichen 19 und für die zentralen Ablagen drei verschieden große Elemente, die u.a. in den konischen Bereichen des Rumpfes angebracht werden.

Im Hauptdeck ist das Fassungsvermögen der Fächer im verengten Bereich deutlich geringer, da die Reihe der Ablagefächer bis ins Heck auf einer Linie verläuft. Die Gepäckfächer im Oberdeck verlaufen angepasst an die Form des Rumpfes und so wird dort lediglich der Platz der Kabine eingeschränkt. Im Bereich der Business-Klasse im Oberdeck (2 – 2 – 2 Platzkonfiguration) weichen aufgrund des geringeren Gepäckaufkommens die großen Gepäckablagen in der Mittelkonsole kleineren Ablagen zugunsten einer etwas höheren Decke.

Daten der Gepäckfächer für den konstanten Rumpfbereich sind nachfolgenden im Anhang in Tabelle B.5 dargestellt.

Alle beweglichen Ablagen sind mit Schwenkmechanismen ausgestattet, die im geöffneten Zustand eine absolut horizontale Ladefläche bieten. Die Fähigkeit hatten die mitwirkenden Fluggesellschaften während des Entwicklungsprozesses gefordert. Es gibt zwei Arten von mechanische Systemen, die einen Teil des zu hebenden Gewichtes unterstützen (EHCS: Electrical Hand-force Control Sytem, MHCS: Mechanical Hand-force Control Sytem). Beide Systeme arbeiten mit Hilfe von Gasdruckfedern und heben bis zu 61,3% des Gesamtgewichtes der Ablage. In diesem Fall, bei maximaler Beladung von 50kg und 8kg Leergewicht der Box, bis zu 35,6kg (356N). Der Grad der Unterstützung hängt jedoch ab vom Gewicht des im Gepäckfach untergebrachten Handgepäckes. Das Gewicht der Mechanik beträgt 5kg pro Gepäckablage. Bei 200 Ablagen im *Airbus A380* entsteht so zusätzlich ein Gewicht von 1000kg.

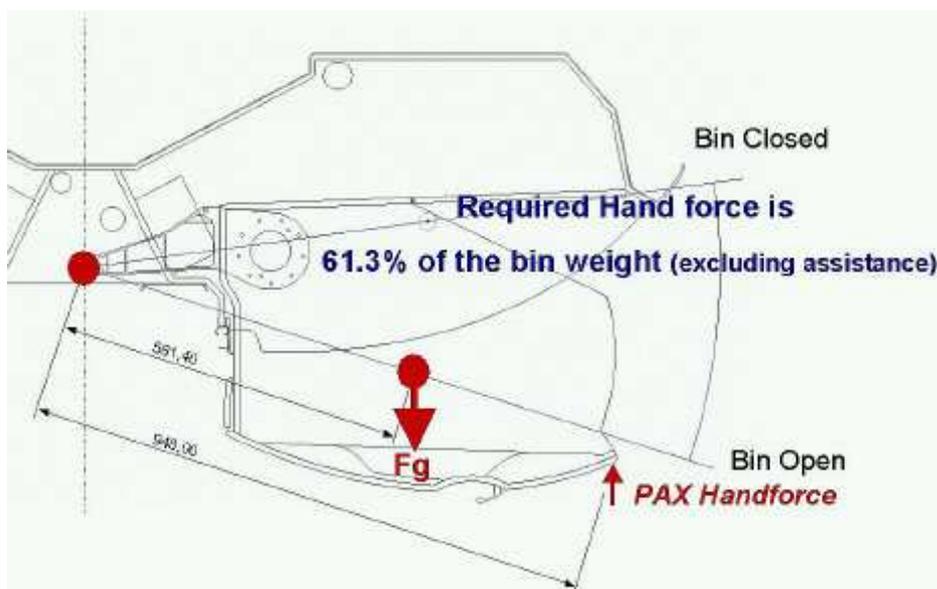


Bild 4.12 Öffnungsmechanismus eines Schwenksystems (Stefanik 2006)

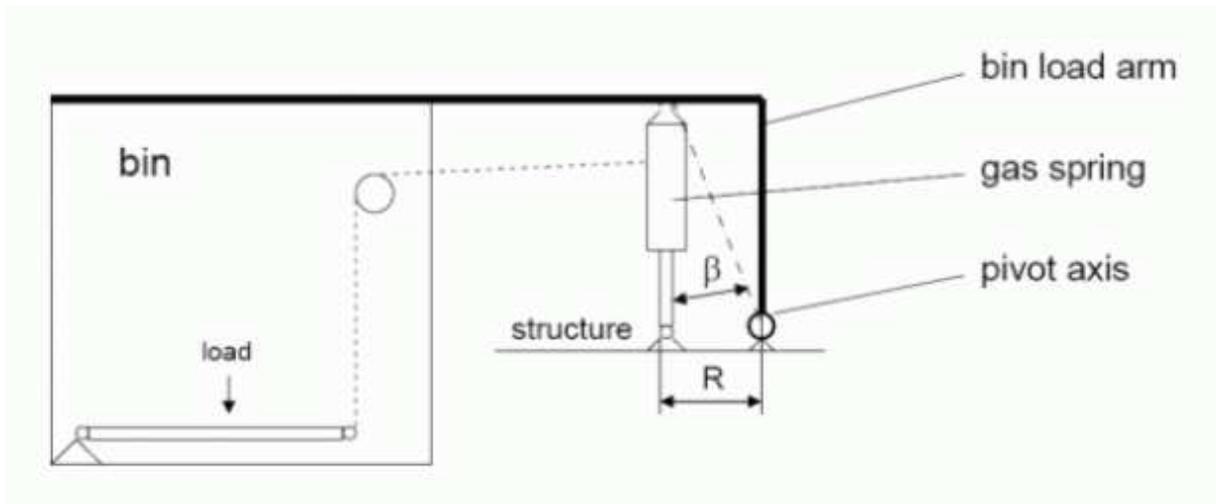


Bild 4.13 MHCS - Prinzipielles System (Stefanik 2006)

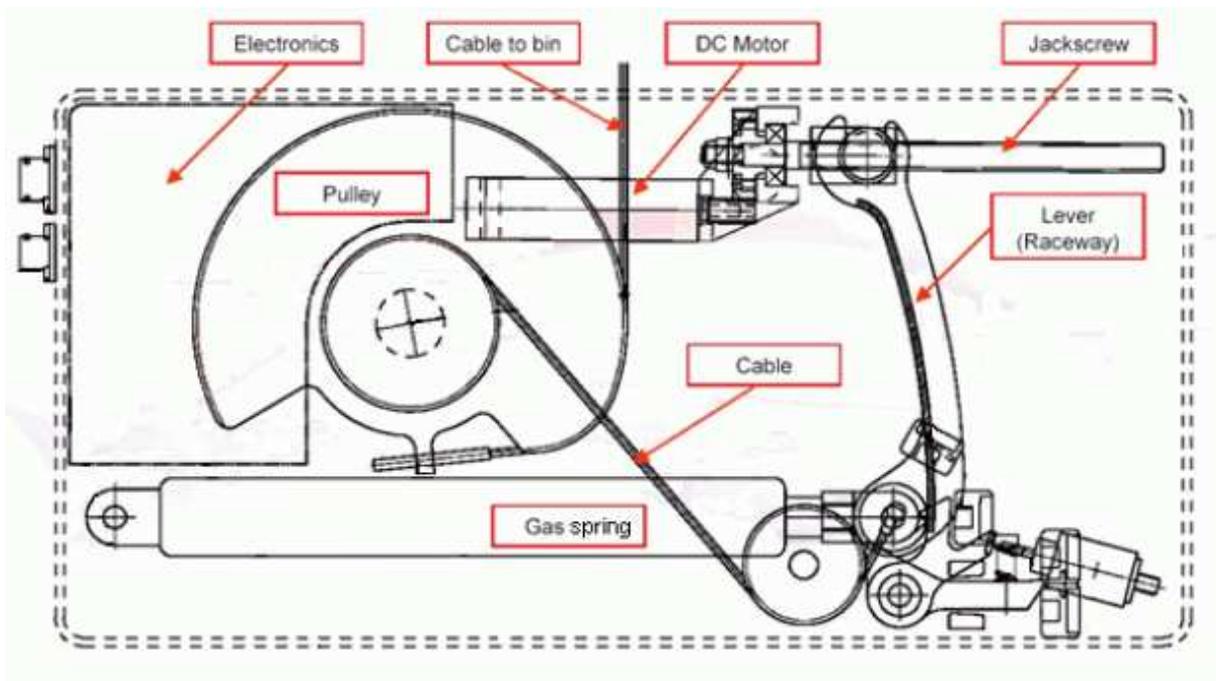


Bild 4.14 EHCS - Prinzipielles System (Stefanik 2006)

Im Oberdeck befinden sich bei dieser A380-Version die 1.- und Business-Klasse. Die erste Klasse dieses Flugzeugs ist mit 16 Plätzen ausgestattet. 4 Plätze sind jeweils über die Breite der Kabine nebeneinander angeordnet. Zugunsten einer hohen Decke werden die Ablagen in der Mittelkonsole ausgelassen. Wird der *TravelPro* als Maßstab berücksichtigt ist das Fassungsvermögen der seitlichen Ablagen absolut ausreichen. Jedoch kann in keine dieser Fächer ein Koffer des Typs *Rimowa* verstaut werden.

Die Business-Klasse fasst in einer 2-2-2 Sitzkonfiguration 84 Flugreisende. Der Sitzabstand beträgt in diesem Fall 60 in (152,4cm). Es sind die verschiedensten Gepäckfachanordnungen möglich, wie in den Tabellen 4.6 und 4.7 dargestellt.

Die Konfiguration mit seitlich und zentral angeordneten schwenkenden Gepäckablagen ist vom Fassungsvermögen und der Überkopffreiraum von 191cm absolut zufriedenstellend. Ein Gepäckablagensystem aus fixierten Elementen bietet zwar ein deutlich besseres Fassungsvermögen (insbesondere für das Modell *Rimowa*) jedoch ist der Überkopffreiraum im Vergleich zu den Schwenksystemen um 14cm geringer. Die Ausstattung hängt letztlich ab von den Ansprüchen des Kunden und des Einsatzspektrum des Flugzeuges.

Tabelle 4.6 A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im Oberdeck (1.Klasse/ 16Pax)
(Stefanik 2006)

Gepäckablage	Parameter	
	Gesamtvolumen [m³]	1,77
Fixierte Ablagen seitlich	Volumen pro Pax [m³]	0,111
Mittelkonsole ohne Ablagen	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	20/ 0
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	1,25/ 0
	Gesamtlänge intern [m]	12,245
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,765
	Gesamtlastlimit [kg]	500
	Gesamtvolumen [m³]	1,27
Schwenkende Ablagen seitlich	Volumen pro Pax [m³]	0,079
Mittelkonsole ohne Ablagen	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	20/ 0
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	1,25/ 0
	Gesamtlänge intern [m]	11,699
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,731
	Gesamtlastlimit [kg]	500

Tabelle 4.7 A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im Oberdeck (Businessklasse/ 84Pax)
(Stefanik 2006)

Gepäckablage	Parameter	
	Gesamtvolumen [m³]	5,918
Fixierte Ablagen seitlich	Volumen pro Pax [m³]	0,070
Mittelkonsole ohne Ablagen	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	64/ 0
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	0,76/ 0
	Gesamtlänge intern [m]	40,974
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,488
	Gesamtlastlimit [kg]	1.650
	Gesamtvolumen [m³]	16,256
Fixierte Ablagen seitlich	Volumen pro Pax [m³]	0,194
Fixierte Ablagen zentral	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	160/ 96
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	1,91/ 1,14
	Gesamtlänge intern [m]	81,806
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,974
	Gesamtlastlimit [kg]	3.300
	Gesamtvolumen [m³]	4,252
Schwenksysteme seitlich	Volumen pro Pax [m³]	0,051
Mittelkonsole ohne Ablagen	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	64/ 0
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	0,76/ 0
	Gesamtlänge intern [m]	39,117
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,466
	Gesamtlastlimit [kg]	1.650
	Gesamtvolumen [m³]	11,598
Schwenksysteme seitlich und zentral	Volumen pro Pax [m³]	0,138
	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	130/ 0
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	1,55/ 0
	Gesamtlänge intern [m]	77,983
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,928
	Gesamtlastlimit [kg]	3.300

Das Hauptdeck des Airbus A380 hat den größten in der zivilen Luftfahrt vorhandenen Kabinendurchmesser. Die mit 10 Plätzen in einer Reihe ausgestattete Kabine der Economy-Klasse bietet größtmöglichen Komfort.



Bild 4.15 Hauptdeck A380 (Stefanik)

Tabelle 4.8 A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im Hauptdeck (Economy-Klasse/ 405Pax) (Stefanik 2006)

Gepäckablage	Parameter	
	Gesamtvolumen [m³]	30,666
Fixierte Ablagen	Volumen pro Pax [m³]	0,076
seitlich und zentral	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	276/ 276
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	0,68/ 0,68
	Gesamtlänge intern [m]	120,900
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,299
	Gesamtlastlimit [kg]	4.900
	Gesamtvolumen [m³]	28,694
Schwenksysteme	Volumen pro Pax [m³]	0,071
seitlich und zentral	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	276/ 214
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	0,68/ 0,53
	Gesamtlänge intern [m]	115,220
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,284
	Gesamtlastlimit [kg]	4.900

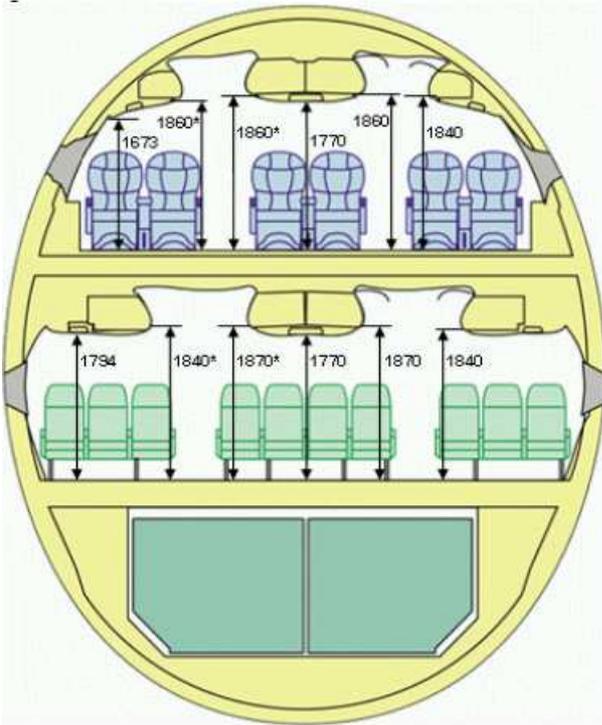


Bild 4.16 Rumpfquerschnitt A380
Oberdeck: Business-Klasse, Hauptdeck: Economie-Klasse
Konfiguration mit fixierten Gepäckablagen inkl. Maßangabe Überkopffreiraum
(Stefanik 2006)

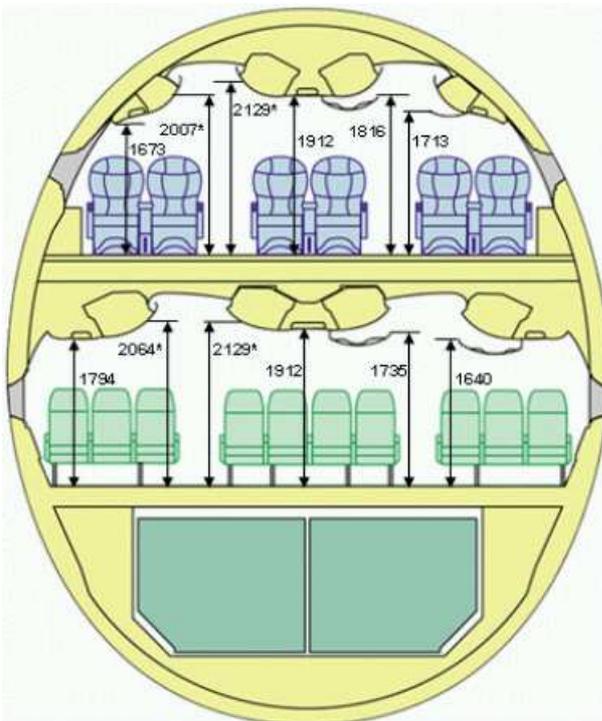


Bild 4.17 Hauptdeck A380
Oberdeck: Business-Klasse, Hauptdeck: Economie-Klasse
Konfiguration mit schwenkenden Gepäckablagen inkl. Maßangabe Überkopffreiraum
(Stefanik 2006)

4.2.8 Airbus A350

Der A350 ist das neueste Mitglied der *Airbus Fly-by-wire* Familie. Das Projekt wurde am 6. Oktober 2005 offiziell gestartet und vervollständigt die Langstreckenflotte von Airbus. Dieser Flugzeug ist sparsamer im Kraftstoffverbrauch und besticht durch geringe Wartungskosten. Die erste Auslieferung des A350 ist für 2010 geplant. In vorerst zwei Versionen wird der A350 in den Markt eingeführt. Der A350-800 ist etwas kürzer als der A350-900. Der Rumpf basiert auf Basis des A330/340. Jedoch aufgrund innovativen Materials wird die Kabine um 4,5 in (11,4cm) breiter als die des A330/340. Dies bietet dem Fluggast mehr Platz und Komfort und der Kabinenausstattung ein hohes Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten.

Airbus ermöglicht den Fluggesellschaften mit einer sehr flexiblen und vielfältigen Kabinengestaltung die Anpassung an saisonbedingte und generelle Marktveränderungen und so effiziente Auslastungen des A350.

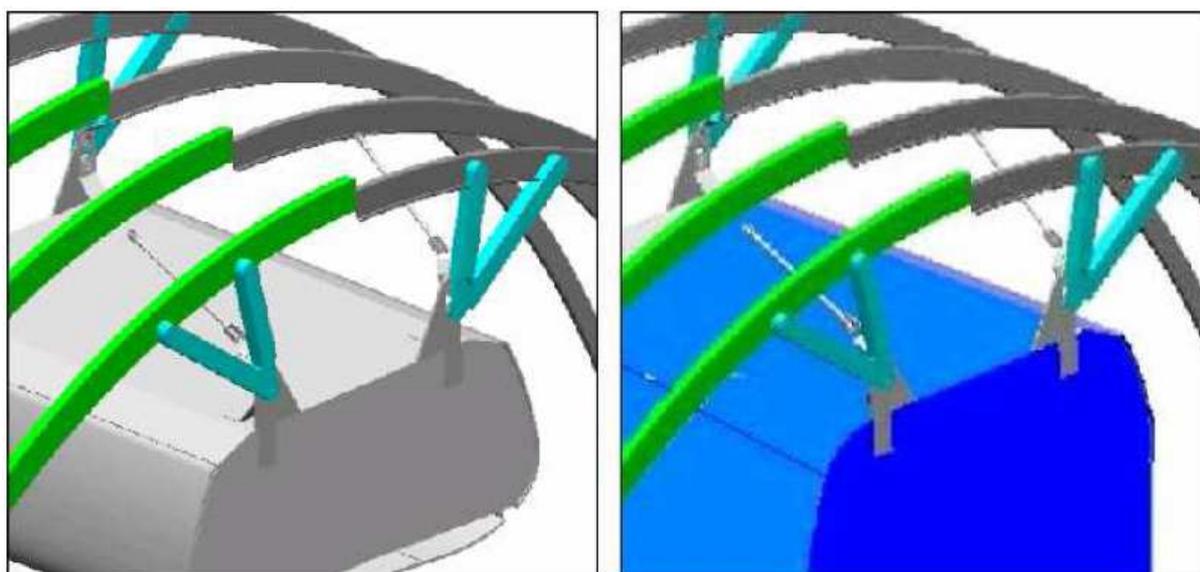


Bild 4.18 Einheitliche Fixierung von Gepäckablagen (links) und Toiletten/ Küchen (rechts) (Stefanik 2006)

Die vorteilhafte 3-Rahmen-Architektur erlaubt den Designern die Entwicklung von sehr großen Gepäckablagen mit verbesserten Fassungsvermögen. Alle beweglichen Ablagen sind mit Schwenksystemen ausgestattet und aktuell die größten auf dem Markt.

Im Gegensatz zum A380 erlauben die seitlich Ablagen die Unterbringung der Koffer *TravelPro* und *Rimowa* ohne signifikante Einbußen des Kabinenraumes. Durch diese Effizienz kann die Mittelkonsole in der 1.-und Business-Klasse ohne Probleme zugunsten einer hohen Decke gespart werden. Interessant ist die absolut flach gestaltetete Decke. Ein Novum der zivilen Luftfahrt.



Bild 4.19 Business-Klasse A350 (Stefanik 2006)

Traditionell sind die zentralen Gepäckablagen voluminöser als die Seitlichen und ermöglichen eine vertikale Lagerung von Rollkoffern. Tatsächlich stellen diese 56% der gesamten Kapazität dieses Flugzeugtyps. Eine zentrale 3-Rahmen-Gepäckablage lagert bis zu 5 *TravelPro*. Alle Ablagen werden mit unterstützenden Ein- und Ausfahrmechanismen ausgestattet.



Bild 4.20 3-Rahmen Schwenksystem A350 (Stefanik 2006)

Die seitlichen und zentralen Ablagen bestehen aus 1-, 2- und 3-Rahmen Boxen. Zusätzlich gibt es für den konischen Bereich des Flugzeugs diverse Sonderanfertigungen. Diese befinden sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch in der Entwicklungsphase und es ist schwer abzuschätzen, ob es zu Einbußen des Fassungsvermögens in diesem Bereich kommen wird.

Die Standardausstattung des *A350* verfügt über eine *8-Seats-abreast* Konfiguration mit einem 32 inch Sitzabstand. Dieses Kabinenlayout kann mit zwei verschiedenen Ablagensystemen vervollständigt werden, mit schwenkenden Ablagen seitlich und/oder fixierten Ablagen zentral. Die meisten Fluggesellschaften haben sich jedoch für Schwenksysteme in der Mittelkonsole entschieden, um den Passagier eine größere „Stehhöhe“ unter den Ablagen zu gewährleisten. Jedoch beträgt der Unterschied zwischen beiden Systemen nur 39mm. Es scheint als wären Design, Gewicht und Zugänglichkeit/ Erreichbarkeit das Hauptkriterium.

Die Economy-Klasse des Airbus *A350-800* ist mit 222 Plätzen, die des *A350-900* dagegen sogar mit 280 Plätzen ausgestattet.

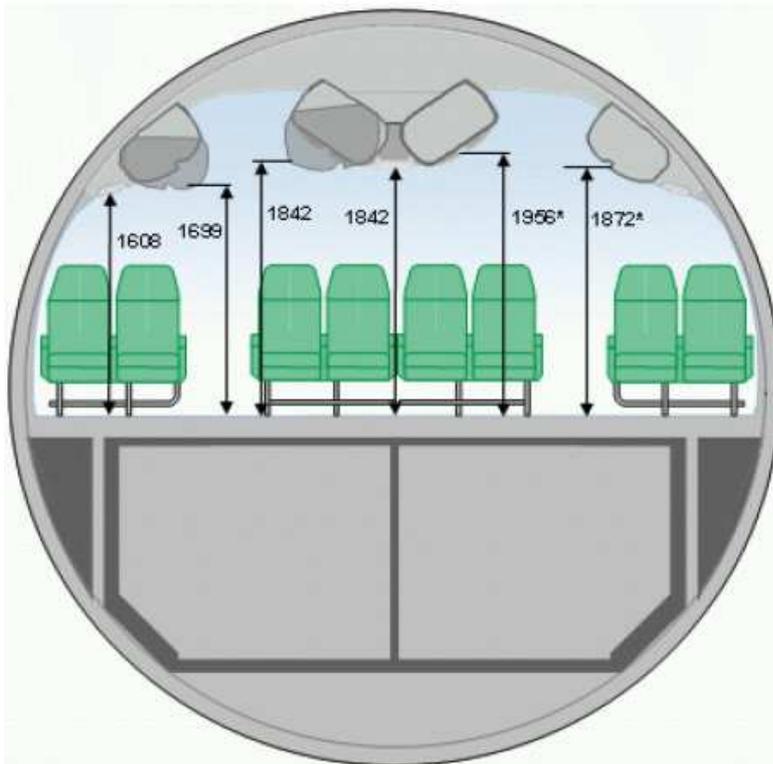


Bild 4.21 Rumpfquerschnitt A350
Economie-Klasse mit Schwenksystemen
(Stefanik 2006)

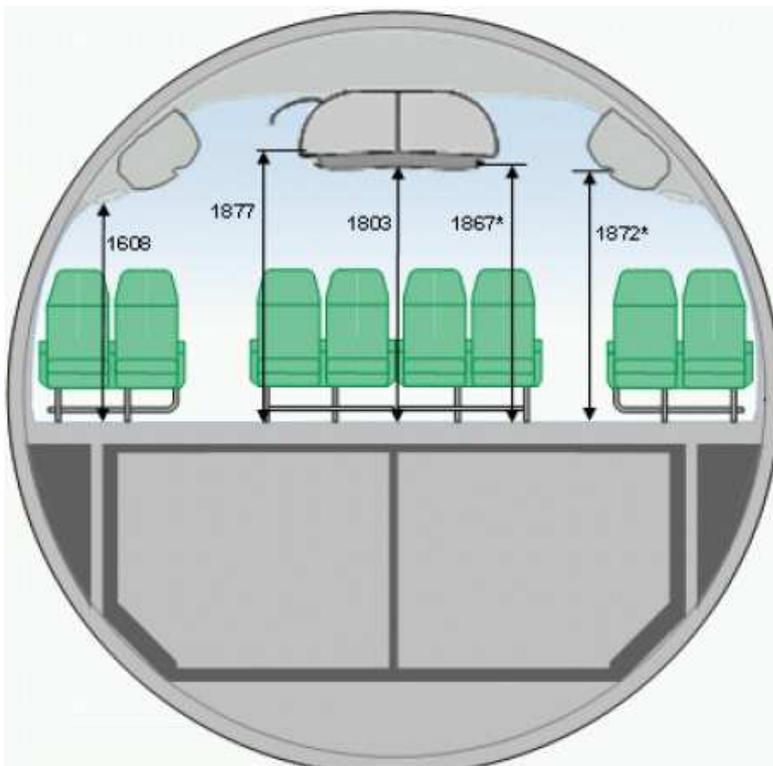


Bild 4.22 Rumpfquerschnitt A350
Economie-Klasse mit Schwenksystemen seitlich und fixierten Ablagen zentral
(Stefanik 2006)



Bild 4.23 Kabinendesign A350 Economy-Klasse (Stefanik 2006)

Tabelle 4.9 A350 - Basisdaten Gepäckablagen in den Economy-Klassen (Stefanik 2006)

Gepäckablage	Parameter	A350-800	A350-900
Schwenksysteme seitlich - Fixierte Ablagen zentral	Gesamtvolumen [m³]	22,913	28,354
	Volumen pro Pax [m³]	0,103	0,101
	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	256/ 264	318/ 326
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	1,15/ 1,19	1,14/ 1,16
	Gesamtlänge intern [m]	88,455	107,792
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,398	0,385
	Gesamtlastlimit [kg]	3.673	4.466
Schwenksysteme seitlich und zentral	Gesamtvolumen [m³]	20,061	24,770
	Volumen pro Pax [m³]	0,090	0,088
	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	256/ 258	318/ 324
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	1,15/ 1,16	1,14/ 1,16
	Gesamtlänge intern [m]	86,434	105,414
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,389	0,376
	Gesamtlastlimit [kg]	3.673	4.466

Die Business-Klassen beider Flugzeugtypen sind ausgestattet mit 36 Plätzen (6 in Reihe) und einem Sitzabstand von 60 inch (1,52m). Für diese Klasse gibt es drei verschiedenen Zusammenstellungen der Gepäckablagen: Schwenksysteme seitlich - hohe Decke zentral, Schwenksysteme seitlich/ zentral und Schwenksysteme seitlich - fixierte Ablagen zentral.

Tabelle 4.10 A350 - Basisdaten Gepäckablagen der Business-Klassen (**Stefanik 2006**)

Gepäckablage	Parameter	A350-800	A350-900
Schwenksysteme seitlich - Mittelkonsole ohne Ablagen	Gesamtvolumen [m³]	3,330	3,372
	Volumen pro Pax [m³]	0,093	0,094
	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	42/ 34	44/ 34
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	1,17/ 0,94	1,22/ 0,94
	Gesamtlänge intern [m]	16,546	16,756
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,460	0,465
	Gesamtlastlimit [kg]	710	710
Schwenksysteme seitlich und zentral	Gesamtvolumen [m³]	8,358	7,886
	Volumen pro Pax [m³]	0,232	0,219
	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	104/ 110	100/ 102
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	2,89/ 3,06	2,78/ 2,83
	Gesamtlänge intern [m]	35,212	33,512
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	0,978	0,931
	Gesamtlastlimit [kg]	1.503	1.419
Schwenksysteme seitlich - Fixierte Systeme zentral	Gesamtvolumen [m³]	9,580	8,971
	Volumen pro Pax [m³]	0,266	0,249
	Fassungsvermögen [TP/ Rim]	104/ 110	100/ 102
	Fassungsvermögen pro Pax [TP/ Rim]	2,89/ 3,06	2,78/ 2,83
	Gesamtlänge intern [m]	36,044	34,225
	Gesamtlänge intern pro Pax [m]	1,001	0,951
	Gesamtlastlimit [kg]	1.503	1.419

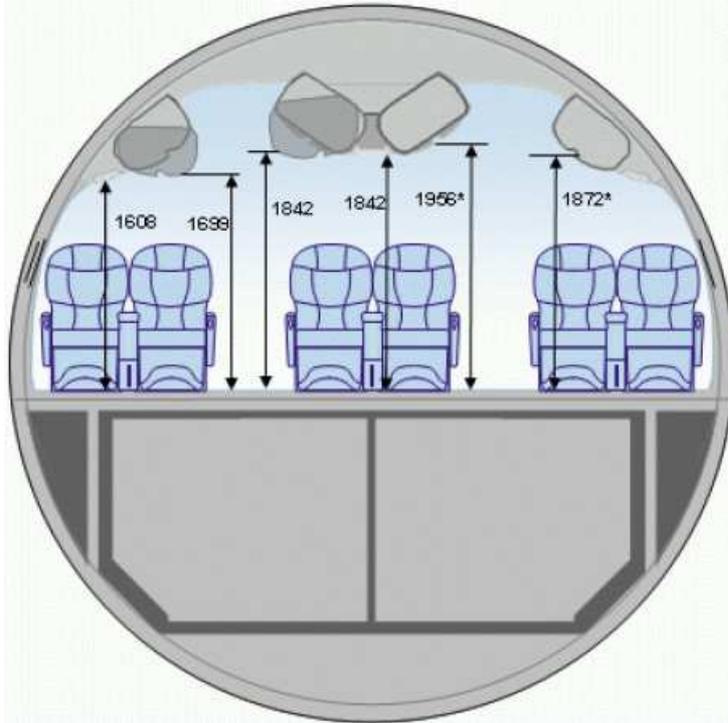


Bild 4.24 Rumpfquerschnitt A350
Business-Klasse mit Schwenksystemen
(Stefanik 2006)

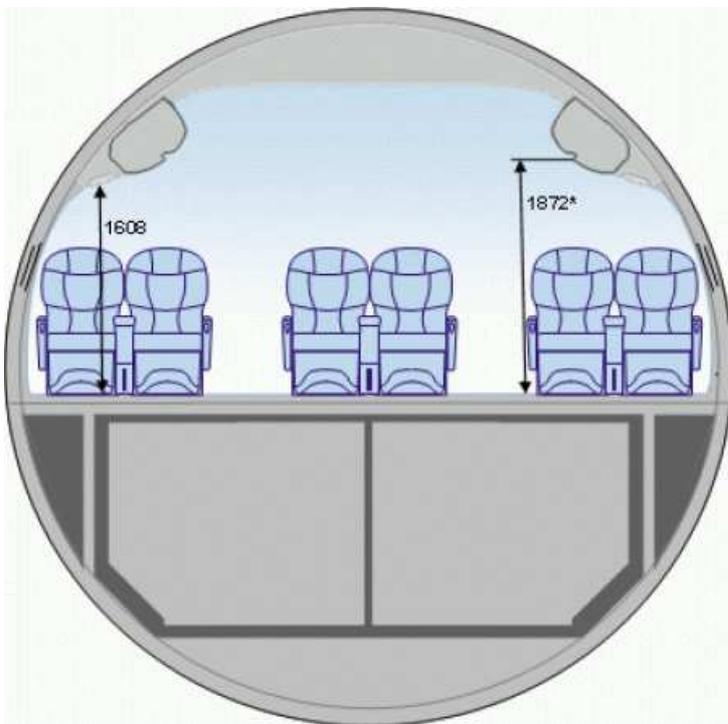


Bild 4.25 Rumpfquerschnitt A350
Business-Klasse mit Schwenksystemen seitlich hoher Decke zentral
(Stefanik 2006)

4.3 Zusammenfassung

Der Sitzabstand in der Economy-, auch Touristenklasse genannt, europäischer Billigairlines liegt bei durchschnittlichen 75,2cm (29,6in) und ist damit nicht unwesentlich geringer als 80,5cm (32,9in) größerer und renommierter, europäischer Fluggesellschaften. Damit liegen europäische Fluggesellschaften jedoch sogar hinter ihrer amerikanischen (81,7 cm bzw. 32,2in), asiatischen (83,3cm bzw. 32,8in) und afrikanischen/mittelöstlichen (83,5cm bzw 32,9in) Konkurrenz. Andersherum hält es sich in den Business- und 1.Klassen. Europäische Unternehmen führen dieses Marktsegment an. Gefolgt von den Amerikanern, Asiaten und letztlich afrikanischen und mittelöstlichen Fluggesellschaften.

In die Kabine mitgenommenes Handgepäck wird in den Gepäckablagen über den Plätzen der Passagiere verstaut. Früher wurden die sogenannten Hatracks ausschließlich für Notfallausrüstungen und leichte Gegenstände wie zum Beispiel Jacken, Mäntel, Decken und Kissen verwendet. Heutzutage hat sich die Verwendung der Gepäckablagen verschoben. Insbesondere auf Kurz- und Businessstrecken bevorzugen Passagiere ihr komplettes Gepäck in Form von Handgepäck in den Gepäckfächern der Kabine zu verstauen um keine wertvolle Zeit beim Check-in bzw. bei der Gepäckausgabe zu verlieren. Aus diesem Grunde müssen die Gepäckablagen immer voluminöser gestaltet werden, ohne jedoch zu viel Platz in Anspruch zu nehmen und damit die Kabine zu beengen. Aus diesem Grunde wurde Handgepäck nach jahrelangen Studien analysiert, kategorisiert und standardisiert. In den neuesten Flugzeugtypen Airbus A380, A350, und Boeing 788 wurden erstmals Gepäckablagen und die Handgepäckstücke gestaltet um das Fassungsvermögen bei idealer Kabinennutzung zu optimieren. Nach Meinung vieler Experten ist damit der Zenit der Optimierung von Gepäckablagen über den Sitzen der Passagiere erreicht. Es gibt grundsätzlich zwei unterschiedliche Arten von Gepäcksystemen: Bewegliche und fixierte Ablagen.

Anforderungen an heutige Gepäckablagen:

- Leichte Struktur
- Optimierte Beladbarkeit
- Einfache Zugänglichkeit, Erreichbarkeit
- Zuverlässigkeit
- Sicherheit
- Designabstimmung mit Kabine
- Intuitiv zu erkennender Öffnungsmechanismus

5 Fracht

Die anhaltende Ausweitung des Welthandels ist eine Ursache für die rasante Zunahme des Luftfrachtaufkommens in den letzten Jahrzehnten. Luftfracht verzeichnet von allen Beförderungsmethoden die höchsten Zuwächse und hat weiter steigende Tendenz.

Die Vorteile der Luftfracht sind kurze Beförderungszeiten über lange Strecken hinweg, schneller Güterumschlag und zügige Weiterleitung. Da die Transportketten im Luftfrachtverkehr sehr präzise organisiert sind, ist Luftfracht daher die ideale Transportmethode von Gütern mit hoher Eilbedürftigkeit. Hierzu zählen Hilfsgüter, hochwertige Waren, Ersatzteile, lebende Tiere und Pflanzen, die über große Entfernungen transportiert werden müssen. Zu den weiteren Vorteilen des Luftfrachtbusiness zählen die hohen Sicherheitsstandards, die im Luftverkehr allgemein gelten. Minutiös eingehaltene Flugpläne gewährleisten die zeitlich exakte Disponierbarkeit von Sendungen. Das logistische Gesamtkonzept ist daher weniger stör anfällig als das anderer Frachtmethode. Viele Paket- und Kurierdienste haben sich aufgrund der Eilbedürftigkeit ihrer Sendungen auf Luftfracht spezialisiert und unterhalten eigene Transportflotten, die nach festen Plänen linienverkehrsmäßig betrieben werden.

Bei der Versorgung der Bevölkerung mit Hilfsgütern in Katastrophen- und Krisengebieten gibt es ohne Frage zur Luftfracht kaum eine vernünftige Alternative.



Bild 5.1 Beladung einer MD-11 der Lufthansa Cargo Flotte (Lufthansa 2007)

Zu den Nachteilen der Luftfracht zählen sicherlich die höheren Transportkosten, die verglichen mit anderen Transportmethoden relativ hoch sind. Der Grund hierfür ist der höhere Treibstoffverbrauch von Flugzeugen. Für eine vergleichbare Beförderungsleistung verbraucht ein Flugzeug ungefähr zwölfmal mehr Treibstoff wie z.B. ein Seeschiff. Für den Transport von 100 kg/100 km verbraucht ein Flugzeug drei Liter Kerosin, ein Seeschiff benötigt für die gleiche Beförderungsleistung ungefähr ein viertel Liter Dieselmotorkraftstoff. **Aufgrund der hohen Sicherheitsstandards im Luftverkehr sind Beförderungen von Gütern und Stoffen, von denen Gefahren ausgehen können, vom Transport ausgeschlossen.**

Die Luftfracht ist und bleibt einer der wichtigsten Wachstumsmotoren im weltweiten Transportgeschäft. Die große logistische Leistung, die in dieser Frachtmethode steckt, ist zwar etwas teurer als andere Beförderungssysteme, aber keine andere Transportmethode bietet in punkto Schnelligkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit eine vergleichbare Leistung.



Bild 5.2 Tiertransporte auch in der Luft (Lufthansa 2007)

Ausgehend vom Warengewicht der grenzüberschreitend transportierten Güter scheint die Luftfracht mit einem Anteil von weniger als einem Prozent eine Größe zu sein, die vernachlässigt werden kann. Wird jedoch der Wert der gehandelten Ware zu Grunde gelegt, steigt der Anteil der Luftfracht auf 40 Prozent. Denn im Gegensatz zur Seefracht konzentriert sich der Luftfrachtverkehr auf kapitalintensive, kurzlebige und verderbliche Güter. Insbesondere für Produkte aus dem Kommunikations- und EDV-Bereich ist der Produktzyklus sehr kurz, bei ihnen werden die Hauptumsätze in den ersten Monaten nach Markteinführung erzielt. Lange Transportzeiten auf See würden sich kontraproduktiv auswirken.

Entsprechend der Zunahme des grenzüberschreitenden Warenhandels hat auch die grenzüberschreitende Luftfrachtmenge von 5,1 Millionen Tonnen 1986 auf über 20 Millionen Tonnen in 2003 zugenommen. Das entspricht einer durchschnittlichen Steigerung von knapp acht Prozent pro Jahr.

Die Luftfrachtindustrie operiert in einem klassischen Wachstumsmarkt. Das Marktvolumen ist in den vergangenen Jahren permanent angewachsen und es ist davon auszugehen, dass sich das Wachstum in den kommenden Jahren noch weiter beschleunigen wird. Die Terroranschläge des 11. September 2001 haben diese Industrie nur kurz von ihrem langfristigen Wachstum abgebracht. Trotz permanenten und kontinuierlichen Wachstums des Gesamtmarktes werden sich einzelne Marktsegmente unterschiedlich entwickeln. Asien wird stärker wachsen als andere Regionen, der Anteil an High-Tech-Ware am Luftfrachtvolumen wird zunehmen und das Wachstum von Expressfracht wird größer als der von Standard-Cargo sein.

Neben dem langfristigen, kontinuierlichen Wachstum ist die hohe Volatilität ein weiteres wesentliches Charakteristikum des Luftfrachtmarktes. Die Luftfrachtvolumina werden stark von der Konjunktur bestimmt und nicht umsonst als Frühindikator für wirtschaftliche Entwicklungen herangezogen. Es gibt in beide Richtungen starke Ausschläge und es wird die zentrale Herausforderung für Cargogesellschaften ein hohes Maß an Flexibilität zu behalten. Dazu gehört, im Aufschwung möglichst schnell die Kapazität aufstocken und im Abschwung schnell die Fixkosten herunterfahren zu können.

Es gibt grundsätzlich zwei verschiedene Arten des Frachttransportes in der Luftfahrt. Zum einen der Transport mit Frachtflugzeugen, die ausschließlich Fracht transportieren, zum anderen als Zusatzfracht auf Linienflügen, insbesondere auf Langstrecken. Die Fluggesellschaft *Lufthansa* plant, wie alle anderen großen Fluggesellschaften auf Langstrecken mit Zusatzfracht, da anderenfalls Kapazitäten im Frachtraum der Maschine frei blieben und so der Flug nicht effizient genutzt werden könnte. Laut einer Statistik der CAA machte Zusatzfracht, transportiert in den Frachträumen von Passagierflugzeugen, im Jahr 2005 64% der Gesamtluftfrachtmasse von, nach und durch Großbritannien aus. Im Gegensatz dazu wird auf Kurzstrecken nur selten Zusatzfracht transportiert. Der Transport durch LKWs oder Güterzüge ist günstiger, weniger umständlich und von der Transportzeit auf vielen Strecken nur unwesentlich länger.

Nachfolgen sind Luftfrachtdaten Großbritanniens von 2000 dargestellt:

Tabelle 5.1 Luftfracht in Großbritannien 2000 (Cairns 2006)

Richtung	Masse in [t]	% vom Gesamttransport
Von GB in die EU	130.000	6,6
Von GB in Nicht-EU Staaten	600.000	30,6
Von der EU nach GB	90.000	4,6
Von Nicht-EU Staaten nach GB	700.000	35,7
Von der EU durch GB	130.000	6,6
Durch GB in die EU	90.000	4,6
Von Nicht-EU Staaten durch GB	90.000	4,6
Zu Nicht-EU Staaten durch GB	130.000	6,6

Millionen von Tieren werden jährlich von, über und nach Deutschland transportiert – die meisten inzwischen per Luftfracht. Die Tierärztliche Kontrollstelle am Flughafen Frankfurt/Main, Deutschlands einzigem Flughafen für lebende Tiere aller Art, meldet insgesamt 80 Mio. lebende Tiere jährlich als Luftfracht. Von Vorteil ist die kürzere Transportdauer im Vergleich zur Straße, Schiene oder See und dem somit schonenderen Transport insbesondere für stressanfällige Tiere. Damit stellt der Lufttransport von Tieren einen wichtigen Wirtschaftsfaktor für die Fluggesellschaften und Händler dar.

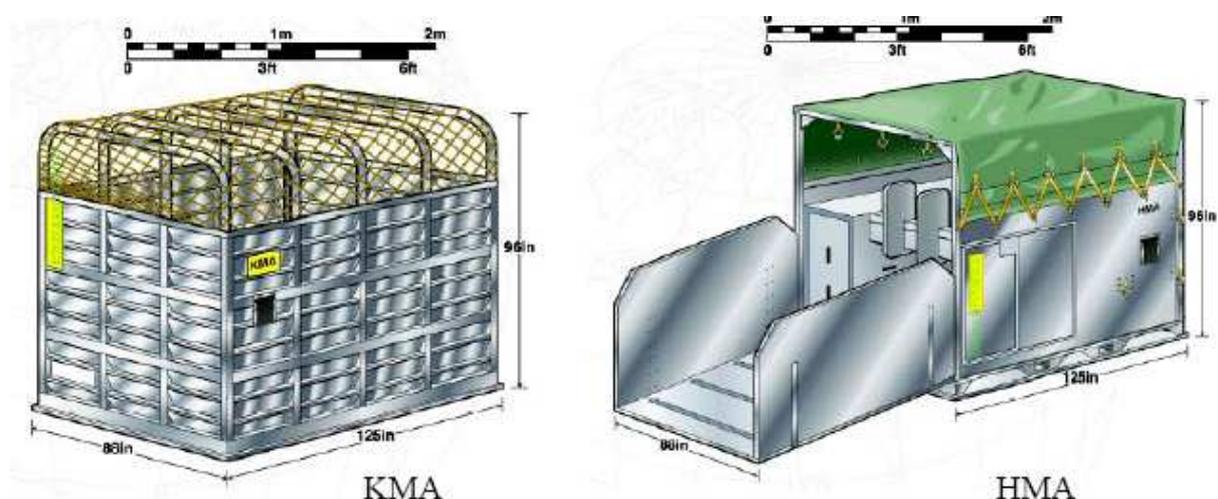


Bild 5.3 Pferdetransportbox für den Lufttransport (Freightersonline.com)

Fracht und Gepäck werden in Container und Paletten (**Unit Load Device**) im Frachtraum des Flugzeugs verstaut. Sie ermöglichen es, dass große Mengen an Beförderungsgut in große Einheiten gebündelt werden. Ihre Benutzung führt dazu, dass weniger Einheiten geladen werden müssen und sie sparen den Abfertigungsunternehmen Bodenpersonal, Zeit und Aufwand.

Das spezifische Frachtgewicht liegt laut *Lufthansa* bei durchschnittlichen 165 kg/m^3 .

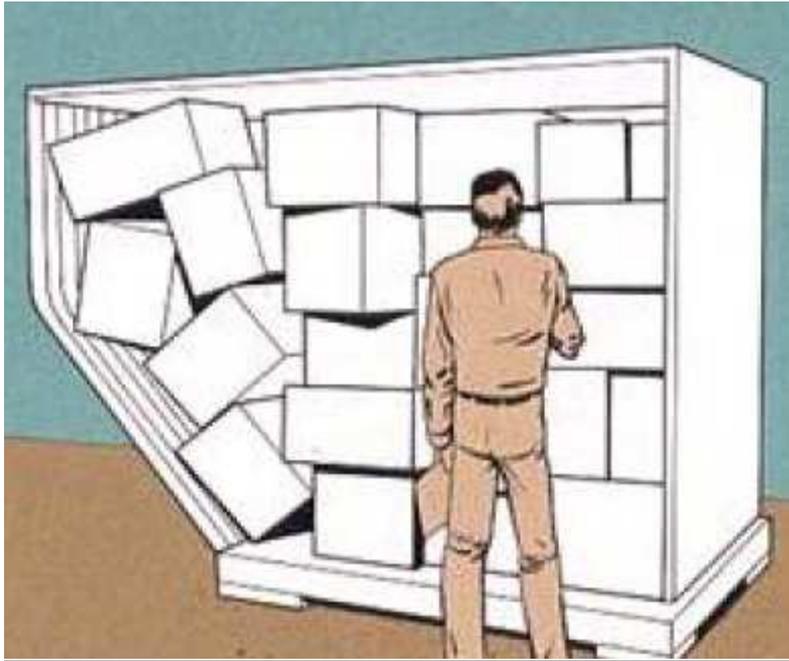


Bild 5.4 Beladung eines Containers (Vrydag 2007)

Tabelle 5.2 Containerdaten (Wikipedia)

Containertyp	Volumen	Bemerkungen
LD2	3,4 m ³	abgeschrägt, halbe Breite
LD3	4,3 m ³	abgeschrägt, halbe Breite
LD6	8,8 m ³	abgeschrägt, ganze Breite. Äquivalent zu 2 LD3-Containern
LD8	6,9 m ³	abgeschrägt, ganze Breite. Äquivalent zu 2 LD2-Containern
LD11	7,2 m ³	rechteckig, ganze Breite

Tabelle 5.3 Palettendaten (Wikipedia)

Palettentyp	Volumen	Dimension	Bemerkungen
LD8	6,9 m ³	153 x 244 cm	gleiche Bodendimension wie Containervariante
LD7	11,6 m ³	153 x 318 cm	
LD11	7,2 m ³	153 x 318 cm	gleiche Bodendimension wie Containervariante

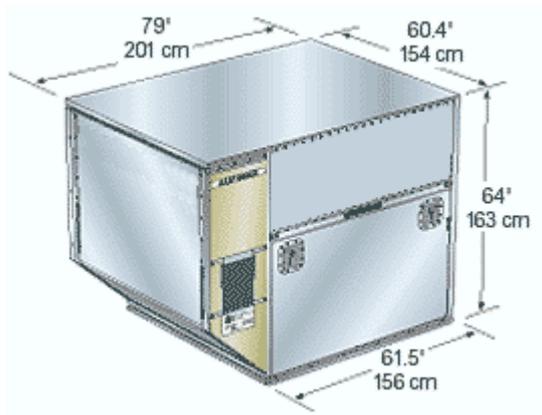


Bild 5.5 LD3-Container (www.novoexpress.com)

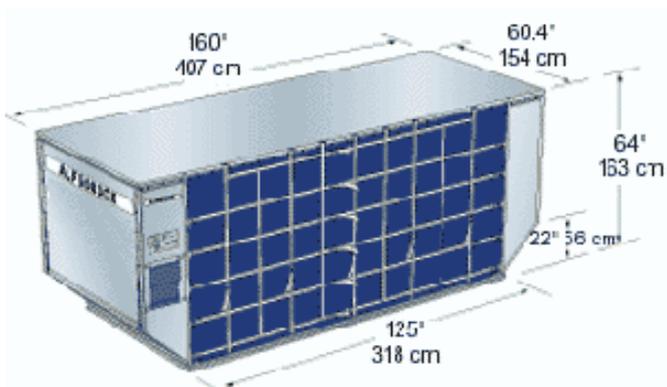


Bild 5.6 LD6-Container (www.novoexpress.com)

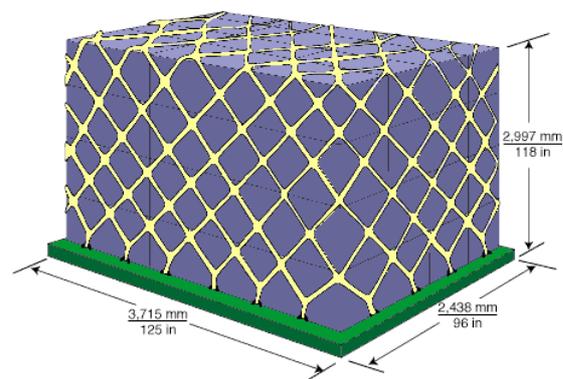


Bild 5.7 LD11-Palette (www.novoexpress.com)

Tabelle 5.4 Containerkapazitäten verschiedener Flugzeugtypen (**Wikipedia**)

Flugzeugtyp	Kapazität		Bemerkung
	Container	Paletten	
A380-800F	71 LD3	-	Frachtversion, alle Decks beladen
A380-800	38 LD3	13	
B747-400F	32 LD1 Unterdeck	30 Hauptdeck	Frachtversion, alle Decks beladen
B747-400ER	28 LD1	4	
B747-400	30 LD1	5	gilt auch für die 300, 200, 100 Version
B777F	30 LD3	37	
B777-300ER	44 LD3	8	
B777-200ER	32 LD3	6	
A340-600	42 LD3	14	
A340-500	30 LD3	10	
A340-300	32 LD3	11	
A340-200	18 LD3	6	
MD-11	32LD3	6	
B787-900	26 LD3	6	
B787-800	20 LD3	5	gilt auch für die 300 Version
A330-300	32 LD3	11	
A330-200	18 LD3	26	
A300-600	22 LD3	4	
B767-400ER	38 LD2	5	
B767-300F	30 LD2	24	
B767-300ER	30 LD2	4	
B767-300	30 LD2	0	

Aircraft		Cubic Capacity	Maximum freight capacity	Access door dimensions
	Airbus A-300C Main deck Forward Aft	7,169 cu.ft. - 203 cu.m. 1,896 cu.ft. - 53.7 cu.m. 1,264 cu.ft. - 35.81 cu.m.	111,763 lbs - 50,695 kgs (total freight capacity)	101" x 141" - 257cm x 358cm 95.9" x 67.5" - 24.3cm x 171cm 71.3" x 67.4" - 181cm x 171cm
	Boeing 767-300 Main deck Forward Aft	3,600 cu.ft. - 101.9cu.m.	69,850 lbs - 31,684 kgs	AFT 700" x 69" - 178cmx175cm
	Boeing 757 Forward Aft	700 cu.ft. - 19 cu.m. 1,090 cu.ft. - 30 cu.m.	25,700 lbs- 11,657 kgs (total freight capacity)	FWD 55" x 44"-140cm x 112cm AFT 55" x 44"-140cm x 112cm
	Boeing 747C Main deck Forward Aft Bulk compartment	9,145 cu.ft. - 259 cu.m. 2,225 cu.ft. - 63 cu.m. 742 cu.ft. - 21 cu.m. 1,271 cu.ft. - 63 cu.m. 800 cu.ft. - 22.6 cu.m.	92,000 lbs- 41,500 kgs 55,500 lbs- 25,175 kgs 20,400 lbs- 9,250 kgs 22,600 lbs- 10,280 kgs 14,800 lbs- 6,750 kgs	134" x 120"- 340cm x 305cm 104" x 66" - 264cm x 168cm 104" x 66" - 264cm x 168cm 44" x 47" - 112cm x 119cm
	Boeing 747F Main deck Forward Aft Bulk compartment	21,270 cu.ft. - 602 cu.m. 2,528 cu.ft. - 72 cu.m. 2,212 cu.ft. - 63 cu.m. 800 cu.ft. - 22.6 cu.m.	260,000 lbs- 117,936 kgs (total freight capacity)	134" x 123"- 340cm x 312cm 104" x 68" - 264cm x 173cm 104" x 68" - 264cm x 173cm 44" x 47" - 112cm x 119cm
	Boeing 737 Main deck Forward Aft	2,730 cu.ft. - 77.3 cu.m. 875 cu.ft. - 24.9 cu.m.	39,000 lbs- 17,687 kgs (total freight capacity)	134" x 84.5" - 340cm x 214cm
	Boeing 707F Main deck Forward Aft	8,000 cu.ft - 227.2 cu.m. 875 cu.ft. - 24.9 cu.m. 910 cu.ft. - 25.8 cu.m.	90,000 lbs- 40,824 kgs 14,300 lbs- 6,486 kgs 13,900 lbs- 6,305 kgs	134" x 86.6" - 340cm x 224cm 48" x 50" - 122cm x 127cm 48" x 48" - 122cm x 122cm 35" x 30" - 39cm x 76cm (smaller rear door)
	Boeing 727-100C Main deck Forward Aft	3,300 cu.ft. - 93 cu.m. 420 cu.ft. - 119cu.m. 470 cu.ft. - 133 cu.m.	37,960 lbs- 17,236 kgs (total freight capacity)	86" x 134" - 224cm x 340cm 48" x 35" - 122cm x 89cm 48" x 35" - 122cm x 89cm
	DC 10-30CF Main deck Forward hold Aft Bulk Compartment	12,236 cu.ft. - 346 cu.m. 2,155 cu.ft. - 61 cu.m. 1,413 cu.ft. - 40 cu.m. 459 cu.ft. - 13 cu.m.	84,865 lbs- 38,495 kgs 56,000 lbs- 25,401 kgs 35,000 lbs- 15,875 kgs 7,480 lbs- 3,400 kgs	102" x 140" - 259cm x 356cm 104" x 66" - 264cm x 168cm 70" x 66" - 178cm x 168cm 30" x 36" - 76cm x 91cm
	DC 8F Jet Freighter Main deck Forward hold Aft hold	5,092 cu.ft. - 144.2 cu.m. 688 cu.ft. - 19.5 cu.m. 724 cu.ft. - 20.5 cu.m.	83,790 lbs- 38,000 kgs 10,320 lbs- 4,690 kgs 10,470 lbs- 4,760 kgs	140" x 85" - 356cm x 216cm 36" x 44" - 91cm x 112cm 36" x 44" - 91cm x 112cm
	DC 8 Combi Freighter Forward cabin Forward hold Aft hold	1,600 cu.ft. - 45.2 cu.m. 688 cu.ft. - 19.5 cu.m. 724 cu.ft. - 20.5 cu.m.	8,000 lbs- 3,600 kgs 10,320 lbs- 4,690 kgs 10,470 lbs- 4,760 kgs	140" x 85" - 356cm x 216cm 36" x 44" - 91cm x 112cm 85" x 140" - 216cm x 356cm
	Super DC 8-63F Cabin Forward hold Aft hold	10,331 cu.ft. - 293 cu.m. 2,500 cu.ft. - 71 cu.m.	119,000 lbs- 54,000 kgs (total freight capacity)	85" x 140" - 216cm x 356cm 63" x 54" - 160cm x 137cm
	DC 9-33RC Freighter Main deck Aft	2,680 cu.ft. - 76 cu.m. 420 cu.ft. - 11.9 cu.m. 318cu.ft. - 9 cu.m.	33,297 lbs- 15,135 kgs 6,952 lbs- 3,160 kgs 5,000 lbs- 2,265 kgs	113" x 81" - 341cm x 203cm 53" x 50" - 135cm x 127cm 36" x 50" - 91cm x 127cm
	DC 9-15 Forward hold Aft hold	373 cu.ft. - 10.5 cu.m. 227 cu.ft. - 6.4 cu.m.	5,595 lbs- kgs 3,403 lbs- kgs	53" x 50" - 135cm x 127cm 36" x 50" - 91cm x 127cm
	L1011-500F Main deck Lower deck	12,066 cu.ft. - 342 cu.m. 3,415 cu.ft. - 98 cu.m.	146,500 lbs-66,518 kgs (total freight capacity)	134" x 100" - 340cm x 254cm
	MD-88 Main deck Aft	1253 cu.ft. - 35.5 cu.m.	18,795 lbs- 8,525 kgs	FWD 48" x 34" - 122cm x 86cm AFT 48" x 35" - 122cm x 89cm

Bild 5.8

Frachtkapazität verschiedener Flugzeugtypen (Vrydag 2007)



Bild 5.9 Beladung des A300-600ST (Wikipedia)

Airbus benötigt aufgrund der dezentralen Lage der Fertigungsstätten ein leistungsfähiges Transportflugzeug, mit dem es zum Beispiel möglich ist, eine Rumpfsektion eines Airbus A340 von Hamburg nach Toulouse zu fliegen. Am Anfang reichte hierfür der Super Guppy aus, doch da die Teile mit der Entwicklung des Airbus A330/340 immer größer wurden, entwickelte man aus der Serie des Airbus A300 ein solches Transportflugzeug, den Airbus A300-600ST, besser bekannt als *Beluga*. Der Name *Beluga* entstand durch die Form des Rumpfes, die an den Belugawal erinnert. Der Erstflug fand im September 1994 statt. In seinem sehr großen Laderaum mit einem Nutzraumvolumen von mehr als 1.400 m³ kann die *Beluga* eine Nutzlast von etwa 47 t befördern. Der Laderaum ist 37,7 m lang und hat eine Ladeflächenbreite von 5,43 m. Der Rumpfdurchmesser beträgt 7,40 m. Mit diesen Abmessungen kann der *Beluga* auch ein vollausgestattetes Tragflügelpaar für den Airbus A340 oder einen großen Teil des Rumpfes des Airbus A319 aufnehmen. (Wikipedia)

6 Zusammenfassung

Die Körpermaße des Fluggastes spielen bei der Gestaltung der Kabine eine wichtige Rolle. Diverse Studien befassen sich mit der Ergonomie des Menschen auf die Flugzeughersteller wie Airbus und Boeing zurückgreifen und die Kabine so optimal und komfortabel wie irgend möglich gestalten zu können. Dies beinhaltet nicht nur die Beinfreiheit, sondern auch wichtige Aspekte wie Erreichbarkeiten und Freiräume. Aber auch Softwareentwickler, wie in diesem Beispiel *Human Solutions* für *Ramsis Aircraft*, bedienen sich dieser aufwendigst recherchierter Daten um eine reale Animation des Passagiers in seinem Umfeld zu ermöglichen. Mit Hilfe dieser Software können beispielsweise Haltungs-, Kraft- und Komfortanalysen durchgeführt und bewertet werden.

Das Körpergewicht der Reisenden ist von vielen Faktoren abhängig. Nach Alter, Geschlecht und Nationalität empfehlen viele Organisationen, wie die FAA, eine Differenzierung zwischen Sommer- und Winterbekleidung. Insbesondere für kleinere Flugzeugtypen bis zu 12 Passagieren müsse, um eine Überladung zu vermeiden, mit höheren Massenannahmen kalkuliert, wenn nicht sogar das reale Gewicht eines jeden Passagiers berücksichtigt werden. Die Gewichtsannahmen der *Lufthansa* von 78kg/ Pax, bei 60 % männlicher Passagiere, spiegeln in etwa die Forschungsergebnisse des *Mikrozensus 2005* (Mann: 82,4kg/ Frau 67,5kg) wieder.

Den Handgepäckbestimmungen zu Folge sind sich die Fluggesellschaften weitestgehend einig. Handgepäckstücke sollen demnach die Maße 20 – 40 – 55 cm nicht überschreiten. Das erlaubte Gewicht hingegen variiert und liegt gemittelt bei 7,8 kg pro Passagier in der Economy-Klasse. Passagiere dieser Klasse dürfen in der Regel ein Gepäckstück, Business-Klassen-Passagiere zwei Gepäckstücke und Fluggäste der First 1.Klasse teilweise bis zu drei Gepäckstücke in der Kabine verstauen. Selbst die sogenannten *Billigairlines* fallen nicht weit ab: Durchschnittliches erlaubtes Handgepäckgewicht liegt hier bei 6,7 kg. Das Handgepäckaufkommen variiert jedoch stark zwischen Flugstrecke, -gast und -klasse. Laut *Lufthansa* versuchen insbesondere Vielflieger und Berufspendler ihr gesamtes Gepäck in der Kabine zu verstauen, um lästige Wartezeiten beim Check-in und an den Gepäckausgaben zu vermeiden. Auf Linienflügen im Regional-, Kurz- und Mittelstreckenbereich wiegt das durchschnittlich in der Flugzeugkabine untergebrachte Handgepäck 8,0 kg. Auf Langstrecken bevorzugen die meisten Passagiere die Aufgabe ihres kompletten Gepäcks, um sich bei eventuellen Zwischenstopps so frei und flexibel wie irgend möglich bewegen zu können. So kommt es, dass Handgepäck auf Langstrecken im Durchschnitt nur 3,0 kg wiegt. Auf Charterflügen der Fluggesellschaft *Condor*, welche insbesondere Urlaubsziele anfliegen, wiegt Handgepäck 5,0 kg pro Fluggast.

In den Bestimmungen für das aufgegebene Gepäck hält es sich ähnlich. Auch hier gibt es kaum Unterschiede zwischen „Low-Cost-Carriern“ und größeren Fluggesellschaften. Freigepäck beinhaltet in der 20 kg in der Economy-, 30 kg in der Business- und 40 kg in der 1. Klasse. Für Flüge nach und innerhalb von Nordamerika darf jeder Fluggast, unabhängig der gebuchten Klasse, jedoch zwei Gepäckstücke bis zu je 23 kg aufgeben. Je Gepäckstück sind auch bestimmte Maße einzuhalten. Die Summe der Länge, Höhe und Breite sollen 158 cm nicht überschreiten. Eine Zusammenfassung der Gewichtsdaten des Reisegepäcks gestaltet sich hingegen schwieriger, da zwischen verschiedenen Streckentypen differenziert werden muss. Jedoch decken sich die Angaben der *Lufthansa* weitestgehend mit denen der anderen Fluggesellschaften. Es handelt sich hierbei dennoch um Durchschnittswerte bei denen auf bestimmten Streckentypen mit Abweichung zu rechnen ist.

Tabelle 6.1 Passagier-, Gepäck- und Gesamtmassen (*Lufthansa* 2007)

Streckentyp	Passagier [kg]	Handgepäck [kg]	Reisegepäck [kg]	Gesamt [kg]
Regional	78	8,0	14,0	100,0
Kurz	78	8,0	14,0	100,0
Mittel	78	8,0	14,0	100,0
Lang	78	3,0	19,6	100,6
Charter	78	5,0	10,0	93,0

Der Sitzabstand in der Economy-, auch Touristenklasse genannt, europäischer *Billigairlines* liegt bei durchschnittlichen 75,2cm (29,6in) und ist damit nicht unwesentlich geringer als 80,5cm (32,9in) größerer und renommierter, europäischer Fluggesellschaften. Damit liegen europäische Fluggesellschaften jedoch sogar hinter ihrer amerikanischen (81,7 cm bzw. 32,2in), asiatischen (83,3cm bzw. 32,8in) und afrikanischen/mittelöstlichen (83,5cm bzw. 32,9in) Konkurrenz. Andersherum hält es sich in den Business- und 1.Klassen. Europäische Unternehmen führen dieses Marktsegment an. Gefolgt von den Amerikanern, Asiaten und letztlich afrikanischen und mittelöstlichen Fluggesellschaften.

In die Kabine mitgenommenes Handgepäck wird in den Gepäckablagen über den Plätzen der Passagiere verstaut. Früher wurden die sogenannten *Hatracks* ausschließlich für Notfallausrüstungen und leichte Gegenstände wie zum Beispiel Jacken, Mäntel, Decken und Kissen verwendet. Heutzutage hat sich die Verwendung der Gepäckablagen verschoben. Insbesondere auf Kurz- und Businessstrecken bevorzugen Passagiere ihr komplettes Gepäck in Form von Handgepäck in den Gepäckfächern der Kabine zu verstauen um keine wertvolle Zeit beim Check-in bzw. bei der Gepäckausgabe zu verlieren. Aus diesem Grunde müssen die Gepäckablagen immer voluminöser gestaltet werden, ohne jedoch zu viel Platz in Anspruch zu nehmen und damit die Kabine zu beengen. Aus diesem Grunde wurde Handgepäck nach jahrelangen Studien analysiert, kategorisiert und standardisiert. In den neuesten Flugzeugtypen Airbus A380, A350, und Boeing 788 wurden erstmals Gepäckablagen und die Handgepäckstücke gestaltet um das Fassungsvermögen bei idealer Kabinennutzung zu optimieren. Nach Meinung vieler Experten ist damit der Zenit der Optimierung von Gepäckablagen über den Sitzen der Passagiere erreicht. Es gibt grundsätzlich zwei unterschiedliche Arten von Gepäcksystemen: Bewegliche und fixierte Ablagen.

Nach Passagier- und Gepäckmassen ist die dritte Unbekannte die Fracht. Luftfracht kann auf zwei verschiedenen Weisen transportiert werden: Als Fracht in reinen Frachtflugzeugen oder als Zusatzfracht in nicht ausgelasteten Bellies (Frachträume) von Passagierflugzeugen. Jedoch wird fast ausschließlich auf Mittel- und Langstrecken Zusatzfracht geflogen. Auf Kurzstrecken sind Transporte auf der Straße oder Schiene nicht nur günstiger sondern oft auch schneller. Luftfracht besteht in der Regel aus schnell verderblichen, high-tech oder lebenden Gütern bei denen eine kurze Transportdauer Priorität hat.

Literaturverzeichnis

- CAA 1990** Civil Aviation Safety Authority
Standard Passenger an Baggage Weights, 1990
- CAA 97007** Civil Aviation Authority: *Overhead Bin Weight Survey Report*,
Paper 97007, 1997
- Cairns 2006** *Predict and decide – Aviation, climate change and UK policy*,
Oxford, 2006
- DIN 33402-2** Deutsches Institut für Normung e.V.
Körpermaße des Menschen, 2005
- FAA 1995** *Aircraft Weight and Balance Control*, 1995
www.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library
- Lufthansa 2007** www.lufthansa.de
Zusätzlich mündliche Auskunft der Abteilung für Flugbetrieb
HAM OB/M-I, 2007-09-20
- Mikrozensus 2005** Publikation zum Körpergewicht, 2005
www.destatis.de, 2007-07-10
- NASA 1995** *Men-Systems Integration Standards*, 1995
<http://msis.jsc.nasa.gov>, 2007-07-13
- Scholz 1999** *Skriptum zu Vorlesung Flugzeugentwurf*, 1999
- Stefanik 2006** Master Thesis: *Overhead Stowage Compartments on Twin-Aisle Aircraft*, 2006
- Stefanik 2007** Schriftliche Äußerung zum Thema Single-Aisle Aircraft, 2007-07-23
- Swiss 2007** Swiss International Air Lines Ltd.
Schriftliche Auskunft zum Thema Gepäckmassen,
Groundservice, Hr. Schmid, Patrick, 2007-08-14
www.swiss.com

- Transport Canada** Interim Aviation Safety Recommendations
2007 *Standard Passenger Weights- Use an Validity of Standard Values,*
 2007 , Kanada
<http://www.tc.gc.ca>, 2007-08-27
- Vrydag 2007** *Contributions of Air Cargo to Today's and Future Intermodal Freight*
Transport, Hamburg, 2007
- Wikipedia** www.wikipedia.org
www.wikipedia.org/wiki/körpermaße
www.wikipedia.org/wiki/anthropologie
www.wikipedia.org/wiki/körpermasse
www.wikipedia.org/wiki/ergonomie
www.wikipedia.org/wiki/ethnie
www.wikipedia.org/wiki/low-cost-carrier
www.wikipedia.org/wiki/narrow-body
www.wikipedia.org/wiki/wide-body
www.wikipedia.org/wiki/DIN
www.wikipedia.org/wiki/perzentil
www.wikipedia.org/wiki/beluga
www.wikipedia.org/wiki/uld
www.wikipedia.org/wiki/fracht
www.wikipedia.org/wiki/frachtflugzeug
www.wikipedia.org/wiki/gepäckbestimmungen
www.wikipedia.org/wiki/a380
www.wikipedia.org/wiki/a350
www.wikipedia.org/wiki/container
http://en.wikipedia.org/wiki/Human_height

Zitierte Internetseiten:

www.aa.com
www.aerolineas.com
www.aeromexico.com
www.airberlin.com
www.airbus.com
www.aircanada.ca
www.airfrance.de
www.airjamaica.com
www.airlinequality.com
www.airnz.com

www.alitalia.com
www.anaskyweb.com
www.austrianairlines.de
www.ba.com
www.boeing.com
www.cathaypacific.com
www.condor.de
www.continental.com
www.czechairlines.de
www.delta.com
www.easyjet.de
www.emirates.de
www.finnair.com
www.flugzeugbilder.net
www.freightersonline.com
www.flysas.com
www.germanwings.com
www.gulfair.com
www.human-solutions.de
www.iberia.de
www.jal-europe.com
www.kepspeed.de
www.klm.de
www.lanchile.com
www.lot.com
www.ltu.de
www.lufthansa.de
www.malaysiaairlines.de
www.megaflieger.de
www.nwa.com
www.novoexpress.com
www.quantas.com
www.ryanair.com
www.singaporeairlines.de
www.swiss.com
www.thaiair.de
www.tuifly.de
www.turkishairlines.de
www.unitedairlines.de
www.usairways.com
www.varig.com

Anhang A

Tabelle A.1 Sitzabstand europäischer Fluggesellschaften (www.airlinequality.com)

Fluggesellschaft	Klasse					
	Y		C		F	
	[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
Air France	79	31	155	61	208	82
Alitalia	81	32	140	55	-	-
Austrian Airlines	81	32	155	61	-	-
British Airways	79	31	185	73	198	78
Czech Airlines	81	32	119	47	-	-
Finnair	81	32	160	63	-	-
Iberia	81	32	152	60	-	-
KLM	79	31	152	60	-	-
LOT Polish Airlines	81	32	145	57	-	-
Lufthansa	81	32	152	60	229	90
SAS	81	32	152	60	-	-
Swiss	79	31	122	48	211	83
Turkish Airlines	81	32	137	54	-	-
Ø	80,5	31,7	148,3	58,4	211,5	83,3

Tabelle A.2 Sitzabstand amerikanischer Fluggesellschaften (www.airlinequality.com)

Fluggesellschaft	Klasse					
	Y		C		F	
	[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
Aerolineas Argentinas	86	34	127	50	203	80
Aeromexico	79	31	152	60	-	-
Air Canada	81	32	147	58	-	-
Air Jamaica	81	32	152	60	213	84
American Airlines	86	34	152	60	226	89
Continental Airlines	79	31	140	55	-	-
Delta Airlines	81	32	152	60	-	-
LanChile	81	32	140	55	211	83
Northwest Airlines	79	31	152	60	-	-
United Airlines	79	31	140	55	224	88
US Airways	84	33	140	55	239	94
Varig Brazillian	84	33	122	48	196	77
Ø	81,7	32,2	143,0	56,3	215,9	85,0

Tabelle A.3 Sitzabstand asiatischer Fluggesellschaften (www.airlinequality.com)

Fluggesellschaft	Klasse					
	Y		C		F	
	[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
Air China	86	34	107	42	157	62
Air India	84	33	122	48	198	78
All Nippon Airways	81	32	165	65	211	83
Asiana Airlines	86	34	127	50	211	83
Cathay Pacific	81	32	152	60	201	79
China Airlines	81	32	127	50	211	83
EVA Air	84	33	155	61	203	80
Japan Airlines	84	33	157	62	211	83
Korean Air	84	33	125	60	211	83
Malaysia Airlines	86	34	147	58	203	80
Phillippine Airlines	81	32	114	45	208	82
Royal Brunei	81	32	145	57	208	82
Srilankan Airlines	81	32	122	48	-	-
Singapore Airlines	81	32	147	58	198	78
Thai Airways	86	34	127	50	203	80
Ø	83,3	32,8	137,8	54,3	202,5	79,7

Tabelle A.4 Sitzabstand afrikanischer und mittelöstlicher Fluggesellschaften
(www.airlinequality.com)

Fluggesellschaft	Klasse					
	Y		C		F	
	[cm]	[in]	[cm]	[in]	[cm]	[in]
Air Mauritius	84	33	122	48	185	73
Air Namibia	86	34	160	63	-	-
Air Seychelles	81	32	127	50	-	-
Egyptair	84	33	122	48	157	62
Emirates	84	33	122	48	175	69
Etihad Airways	81	32	-	-	191	75
Gulf Air	86	34	127	50	203	80
Kuwait Airways	81	32	114	45	155	61
Middle East Airlines	81	32	122	48	-	-
Oman Air	81	32	102	40	-	-
Royal Air Maroc	81	32	91	36	-	-
Royal Jordanian	86	34	208	82	-	-
Qatar Airways	81	32	132	52	201	79
Saudi Arabian	86	34	114	45	163	64
South African Airways	86	34	198	78	211	83
Ø	83,5	32,9	133,0	52,4	182,3	71,8

Anhang B

Tabelle B.1 Parameter Gepäckablagen für Single-Aisle (Stefanik 2007)

	A320	B737 Standardablage	B737 Große Ablage
Querschnittsfläche [m ²]	0,2086	0,1876	0,2096
Spannteilung [mm]	533,4	508,0	508,0
Breite Lücke zweier Boxen [mm]	53,3	33,0	33,0
Lastlimit [kg/ Spantteilung]	19,0	18,0	18,0
4-Rahmen Ablage			
Volumen [m ³]	0,434	0,375	0,419
Interne Länge [mm]	2080,26	1998,98	1998,98
Fassungsvermögen <i>TravelPro</i>	5	3	5
Fassungsvermögen <i>Rimowa</i>	4	3	4
Gesamtlastlimit [kg/ Ablage]	76	72	76
3,5-Rahmen Ablage			
Volumen [m ³]	0,378	0,327	0,366
Interne Länge [mm]	1813,56	1744,98	1744,98
Fassungsvermögen <i>TravelPro</i>	4	2	4
Fassungsvermögen <i>Rimowa</i>	4	3	4
Gesamtlastlimit [kg/ Ablage]	67	63	63
3-Rahmen Ablage			
Volumen [m ³]	0,323	0,280	0,313
Interne Länge [mm]	1546,86	1490,98	1490,98
Fassungsvermögen <i>TravelPro</i>	4	2	4
Fassungsvermögen <i>Rimowa</i>	3	2	3
Gesamtlastlimit [kg/ Ablage]	57	54	54

Tabelle B.1 Parameter Gepäckablagen für Single-Aisle (**Stefanik 2007**)

	A320	B737 Standardablage	B737 Große Ablage
2-Rahmen Ablage			
Volumen [m ³]	0,211	0,184	0,206
Interne Länge [mm]	1013,46	982,98	982,98
Fassungsvermögen <i>TravelPro</i>	2	1	2
Fassungsvermögen <i>Rimowa</i>	2	1	2
Gesamtlastlimit [kg/ Ablage]	38	36	36
1,5-Rahmen Ablage			
Volumen [m ³]	0,156	0,137	0,153
Interne Länge [mm]	747,76	728,98	728,98
Fassungsvermögen <i>TravelPro</i>	2	1	1
Fassungsvermögen <i>Rimowa</i>	1	1	1
Gesamtlastlimit [kg/ Ablage]	29	27	27
1-Rahmen Ablage			
Volumen [m ³]	0,1	0,089	0,1
Interne Länge [mm]	480,06	474,98	474,98
Fassungsvermögen <i>TravelPro</i>	1	0	1
Fassungsvermögen <i>Rimowa</i>	1	0	1
Gesamtlastlimit [kg/ Ablage]	19	18	18

Tabelle B.2 Anzahl Gepäckablagen nach Klassen und Flugzeugtyp (**Stefanik 2007**)

Flugzeugtyp	Anzahl Rahmen der Gepäckablage					
	4	3,5	3	2	1,5	1
	B/Y	B/Y	B/Y	B/Y	B/Y	B/Y
A318	2/10	0/2	0/1	0/0	0/0	0/3
B737-600	2/12	0/0	0/0	0/2	0/0	0/0
A319	2/12	0/0	0/1	0/4	0/0	0/3
B737-700	2/16	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
A320	2/16	0/0	0/0	2/2	0/0	0/1
B737-800	2/16	0/0	0/0	2/4	0/0	0/0
A321	4/14	0/2	0/0	0/12	0/0	0/2
B737-900	4/18	0/2	0/0	0/0	0/0	0/0

Tabelle B.3 A380 – Parameter fixierter Gepäckablagen in max. Größe (**Stefanik 2006**)

Ebene	Parameter	Ablagen		Gesamt
		Seitlich	Zentral	
Oberdeck	Volumen [m³]	9,628	18,708	28,336
	Fassungsvermögen [TravelPro/ Rimowa]	104/ 0	176/ 176	280/ 176
	Interne Länge [m]	66,644	73,899	140,543
	Gesamtlastlimit [kg]	2.700	3.000	5.700
Hauptdeck	Volumen [m³]	17,958	18,716	36,674
	Fassungsvermögen [TravelPro/ Rimowa]	156/ 156	176/ 176	332/ 332
	Interne Länge [m]	70,373	73,900	144,273
	Gesamtlastlimit [kg]	2.850	3.000	5.850

Tabelle B.4 A380 – Parameter schwenkender Gepäckablagen in max. Größe (**Stefanik 2006**)

Ebene	Parameter	Ablagen		Gesamt
		Seitlich	Zentral	
Oberdeck	Volumen [m³]	6,908	17,460	24,368
	Fassungsvermögen [TravelPro/ Rimowa]	104/ 0	176/ 132	280/ 132
	Interne Länge [m]	63,585	70,405	133,990
	Gesamtlastlimit [kg]	2.700	3.000	5.700
Hauptdeck	Volumen [m³]	16,864	17,460	34,324
	Fassungsvermögen [TravelPro/ Rimowa]	156/ 122	176/ 132	332/ 254
	Interne Länge [m]	67,097	70,404	137,501
	Gesamtlastlimit [kg]	2.850	3.000	5.850

Tabelle B.5 A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im konstanten Rumpfbereich (Stefanik 2006)

Gepäckablage	Parameter	Oberdeck	Hauptdeck
Seitlich fixiert	Querschnittsfläche S [m²]	0,1445	0,2719
	Breite der Lücke zw. zwei Gepäckfächern w_g [m]	0,0455	0,0455
	Lastlimit [kg/ Rahmen]	25	25
	Überkopffreiraum [m]	1,673	1,794
	Ladehöhe [m]	1,840	1,840
	Griffhöhe [m]	1,860	1,840
Seitlich schwenkend	Querschnittsfläche S [m²]	0,1086	0,2710
	Breite der Lücke zw. zwei Gepäckfächern w_g [m]	0,1001	0,1001
	Lastlimit [kg/ Rahmen]	25	25
	Überkopffreiraum [m]	1,673	1,794
	Ladehöhe [m]	1,713	1,640
	Griffhöhe [m]	2,007	2,064
Zentral fixiert	Querschnittsfläche S [m²]	0,2532	0,2532
	Breite der Lücke zw. zwei Gepäckfächern w_g [m]	0,0455	0,0455
	Lastlimit [kg/ Rahmen]	25	25
	Überkopffreiraum [m]	1,770	1,770
	Ladehöhe [m]	1,860	1,870
	Griffhöhe [m]	1,860	1,870
Zentral schwenkend	Querschnittsfläche S [m²]	0,2479	0,2479
	Breite der Lücke zw. zwei Gepäckfächern w_g [m]	0,1001	0,1001
	Lastlimit [kg/ Rahmen]	25	25
	Überkopffreiraum [m]	1,912	1,912
	Ladehöhe [m]	1,735	1,735
	Griffhöhe [m]	2,129	2,129

Tabelle B.5 A380 - Basisdaten der Gepäckablagen im konstanten Rumpfbereich (**Stefanik 2006**)

Gepäckablage	Parameter	Oberdeck	Hauptdeck
Zentral schwenkend (klein)	Querschnittsfläche S [m²]	0,1889	-
	Breite der Lücke zw. zwei Gepäckfächern w_g [m]	0,1001	-
	Lastlimit [kg/ Rahmen]	25	-
	Überkopffreiraum [m]	1,912	-
	Ladehöhe [m]	1,816	-
	Griffhöhe [m]	2,129	-

Tabelle B.6 A350 - Basisdaten der Gepäckablagen (Stefanik 2006)

Gepäckablage	Parameter	
Seitlich schwenkend	Querschnittsfläche S [m²]	0,2027
	Breite der Lücke zw. zwei Gepäckfächern w_g [m]	0,105
	Lastlimit [kg/ Rahmen]	20,87
	Überkopffreiraum [m]	1,608
	Ladehöhe [m]	1,699
	Griffhöhe [m]	1,872
Zentral fixiert	Querschnittsfläche S [m²]	0,3206
	Breite der Lücke zw. zwei Gepäckfächern w_g [m]	0,045
	Lastlimit [kg/ Rahmen]	20,87
	Überkopffreiraum [m]	1,803
	Ladehöhe [m]	1,877
	Griffhöhe [m]	1,867
Zentral schwenkend	Querschnittsfläche S [m²]	0,2694
	Breite der Lücke zw. zwei Gepäckfächern w_g [m]	0,105
	Lastlimit [kg/ Rahmen]	20,87
	Überkopffreiraum [m]	1,842
	Ladehöhe [m]	1,842
	Griffhöhe [m]	1,956

Anhang C

CD-ROM

CD-ROM mit der Projektarbeit im PDF- und Wordformat inkl. Aufgabenstellung.