

JustFly! – Einfach Fliegen

Wettbewerbsbeitrag zum Designwettbewerb der Oskar-Ursinus-Vereinigung (OUV) 2011/2012

Eingereicht vom Team:

„**Angle of Attack**“

Initiator:

Dipl.-Ing. Tim-Peter Voß freier Luftfahrtingenieur (www.justfly-aircraft.de)

Teammitglieder:

Robert Adam Student der TU Dresden (Maschinenbau, LRT)

Philipp Heinemann Student der TU Dresden (Maschinenbau, LRT)

Jens Griebhammer Student der TU Dresden (Maschinenbau, Arbeitswissenschaft)

Dr.-Ing. Christiane Kamusella wiss. Mitarbeiterin der TU Dresden (Maschinenwesen, Professur für Arbeitswissenschaft)

Die OUV – Oskar Ursinus Vereinigung – fördert den Eigenbau von Luftfahrtgeräten in Deutschland

JustFly! ist ein nichtkommerzielles Projekt für den Flugzeugamateurbau: Amateurbauer sollen das Flugzeug bauen und fliegen können

Zielstellung:

- Einfache, kostengünstige Bauweise
- Aerodynamische Auslegung möglichst wenig komplex
- Ergonomische Gestaltung des Cockpits
- Einsitziges Flugzeug
- motorisierter ultraleichter Dreiachser mit maximal 120 kg Leermasse (inklusive Gurtzeug und Rettungssystem)

Initiiert wurde das Projekt durch Herrn Tim Peter Voß, Dipl.-Ing. der Luft- und Raumfahrt. Seine Idee entstammt der Leidenschaft für Flugzeuge und das Fliegen und dem Traum, mal ein eigenes Design umzusetzen: „...einmal ein selbsterdachtes und -gemachtes Flugzeug zu fliegen.“

Weiterhin arbeiteten am Projekt die Luftfahrt-Diplomanden der TU Dresden, Philipp Heinemann und Robert Adam mit, unterstützt durch weitere Studienarbeiten zur Auslegung des Flugzeugs in Betreuung durch Herrn Prof. K. Wolf, Lehrstuhl für Luftfahrzeugtechnik der TU Dresden.

Die Erarbeitung eines ersten **ergonomischen Cockpitentwurfs** erfolgte durch die Studienarbeit (Großer Beleg) des Studenten Jens Griebhammer der **Professur für Arbeitswissenschaft** in Betreuung von Frau Dr. Kamusella.

Der endgültige ergonomische Cockpitentwurf und das entsprechende Kapitel „Cockpit“ in den Wettbewerbsunterlagen wurden durch Frau Dr. Kamusella erarbeitet.

Cockpitergonomie

Kamusella/Griebhammer: TU Dresden, Professur für Arbeitswissenschaft

Neben der Auslegung eines Flugzeugs für gute Flugleistungen und Flugeigenschaften ist es, für mantragende Luftfahrtgeräte, ebenso wichtig den Transport des Piloten und die Bedienung durch

den Piloten zu berücksichtigen und zu optimieren. Sowohl die Flugleistungen als auch die Flugeigenschaften eines Flugzeuges können nur dann voll ausgeschöpft werden, wenn der Pilot nicht, durch die Art und Weise wie er in der „Maschine“ positioniert ist und wie die Bedienelemente für ihn zu erreichen sind, beeinträchtigt ist. Das Cockpit stellt im Flugzeug den Arbeitsplatz des Piloten und damit die wichtigste Schnittstelle im Mensch-Maschine-System dar. Da der Mensch selbst sich aber nicht so einfach mit ein paar Eckdaten beschreiben lässt ist diese Aufgabe eine Herausforderung an die Entwicklung eines Flugzeuges, die zu oft vernachlässigt oder nicht ausreichend bearbeitet wird. Just Fly! soll eine große Anzahl von verschiedensten Personen für den Bau eines Amateurflugzeugs begeistern. Daher muss sichergestellt werden, dass ein großer Teil der Gesellschaft mit verschiedenster Größe und Statur komfortabel positioniert werden und das Flugzeug bedienen kann. Daraus ergeben sich die Grenzen einer potentiellen Nutzergruppe die hier als Vorgabe in die Auslegung eingeht.

Repräsentative Nutzergruppe

Für Just Fly! wurde folgende Nutzergruppe definiert:

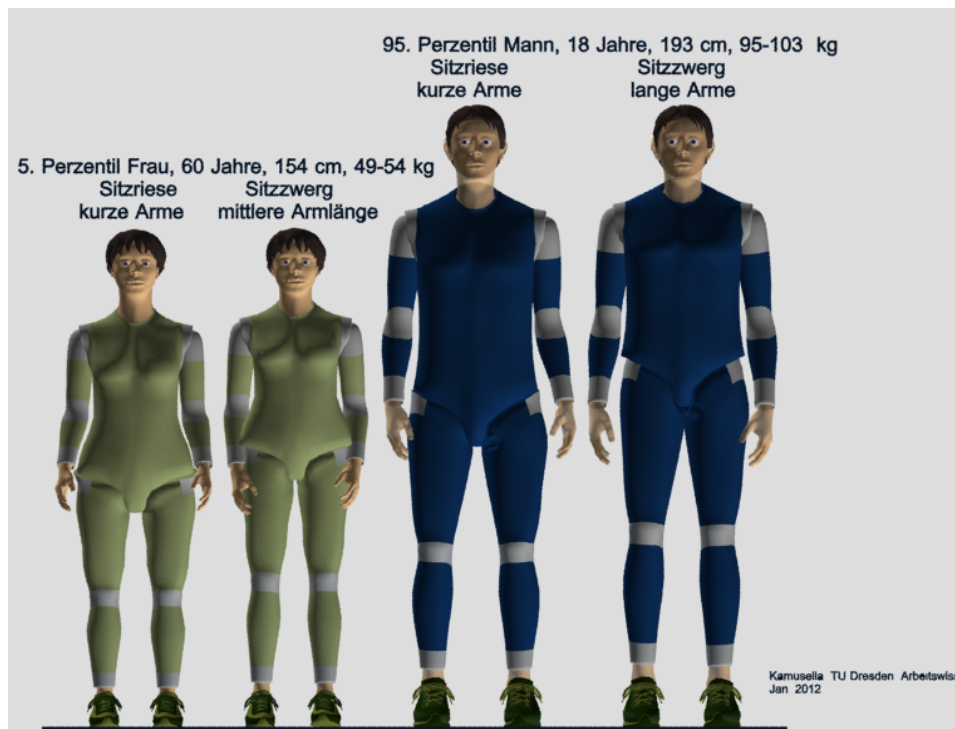
- Nationalität: deutsch
- Altersgruppe: 18 bis 65 Jahre
- Geschlecht: Frauen und Männer
- Bandbreite: 5.Perzentil der Frauen bis 95.Perzentil der Männer

Die Auslegung erfolgt für die Streubreite anthropometrischer Daten der deutschen Wohnbevölkerung gemäß der Ergonomienorm DIN 33402-2:2005-12.

Damit sind 90% der deutschen Bevölkerung im genannten Altersbereich erfasst.

Große Anteile der Bevölkerungen anderer Nationalitäten werden so mit abgedeckt und nur deren Extreme (große Skandinavier – kleine Südeuropäer) sind nicht eingeschlossen. Das bedeutet allerdings nicht, das Just Fly! für diese Personen nicht in Frage kommt. Es ist aber mit Einschränkungen beim hier angesetzten hohen Komfortanspruch zu rechnen.

Folgende kritische Referenzpersonen der Nutzergruppe wurden identifiziert und für die Auslegung berücksichtigt:



Ausgewählte Referenzpersonen

a) Kleine Frau (1540 mm), 60 Jahre, 5. Perzentil Frau:

Diese Person weist besonders kleine Körpermaße auf und nur 5 Prozent der Frauen dieser Altersgruppe besitzen noch kleinere Körpermaße.

Weiterhin werden Disproportionen von Körperstamm (Rumpf) zur Beinlänge sowie unterschiedlicher Armlängen berücksichtigt.

Sitzriese (s. Bild, Erste v.li.):

Langer Rumpf und kurze Beine. Die besonders kurze Beinlänge hat Einfluss auf die Sitzposition sowie auf die Erreichbarkeit von Pedalen, dadurch kann die kürzeste Entfernung zu den Pedalen ermittelt werden.

Sitzzwerg (s. Bild, Zweite v.li.):

Kurzer Rumpf und lange Beine. Durch die besonders niedrige Rumpfhöhe ergibt sich eine niedrige Augenhöhe, die auf die Sicht nach außen und auf Sichtverdeckungen Einfluss hat.

Kurze Arme (s. Bild, Erste v.li.):

Dieses Merkmal ist wichtig, um die Erreichbarkeit von Stellteilen zu überprüfen und geeignet festzulegen. Weiterhin wird dadurch die vorderste Sitzposition beeinflusst

Gewicht:

Ca. 49 kg bis 54 kg, es wird eine besonders leichte Person berücksichtigt

b) Großer Mann (1930 mm), 18 Jahre, 95. Perzentil:

Diese Person weist besonders große Körpermaße auf. Als Vertreter einer jungen Altersgruppe sind die Körpermaße bereits akzeleriert, die Tendenz des Größenzuwachses in der Bevölkerung wird berücksichtigt, d. h. große ältere Männer haben hingegen etwas kleinere Körpermaße.

Nur 5 Prozent der Männer dieser Altersgruppe weisen noch größere Körpermaße auf.

Sitzriese (s. Bild, zweite v.re.):

Berücksichtigung findet ein besonders großer Körperstamm, der Einfluss auf die größte nötige Cockpithöhe hat. Dadurch kann die Bauhöhe des Cockpits festgelegt werden.

Sitzzwerg (s. Bild, erste v.re.):

Berücksichtigung besonders langer Beine: damit wird die vorderste notwendige Pedalposition und der Platzbedarf der Beine im Cockpit bestimmt.

Kurze/lange Arme (s. Bild, Männer):

Dadurch wird der Einfluss auf die Stellteilbewegung und den Bewegungsausschlag (Stellwinkel, -weg) kontrolliert.

Gewicht: ca. 95 kg bis 103 kg:

Es werden besonders schwere Personen berücksichtigt

Cockpitdimensionen

Um eine Reserve der Cockpitabmessungen für Struktur und eine gewisse Sicherheit gegenüber Abweichungen von den Auslegungswerten zu erhalten, wurden ein paar wenige aber nötige Randbedingungen zur Cockpitgestaltung definiert:

- a) Kopffreiheit: Der Abstand des höchsten Punktes (Vertex) zu Kabinenhaube soll mind. 5 cm betragen, um eine Kopfbedeckung und den Bügel eines Headsets zu berücksichtigen.
- b) Fußraum: Der Abstand der Fußspitze, bei maximaler Pedalauslenkung, zum Brandspant soll mind. 5 cm betragen, um Strukturbauteile zu berücksichtigen.
- c) Sitzhöhe: Der Abstand der Gesäßunterkante zu Cockpitboden soll mind. 5 cm betragen, welche für Strukturbauteile des Rumpfes und des Pilotensitzes gebraucht werden.
- d) Seilzugstarter: Ein minimaler Betätigungsweg des Seilzugstarters von 50 cm soll innerhalb des Cockpits möglich sein.
- e) Handfreiheit: Der seitliche Abstand von Bedienelementen zur Bordwand soll mind. 5 cm betragen, um Klemmen oder Schleifen der Hände zu vermeiden.

Sitzposition

Der Drehpunkt des Steuerknüppels für die Betätigung von Höhen- und Quersteuer wird als nicht verstellbar vorgesehen, da dies einen unverhältnismäßig großen Aufwand für die Auslegung der Steuerung und der Struktur darstellen würde. Um aber die Griffposition des Steuerknüppels an die verschiedenen Personen anzupassen wird einerseits eine Verstellung der Sitzfläche in Längsrichtung und Höhe sowie eine variable Neigung der Rückenlehne notwendig. Zusätzlich hilft ein in der Höhe variabler Steuerknüppelgriff die Komfortwinkel optimal zu halten.

Es ergeben sich nötige Verstellbereiche des Sitzes und des Steuerknüppelgriffs.

Sichtbedingungen

Für die Bedienung eines Flugzeugs nach Sichtflugregeln hat die Sicht vom Cockpit nach draußen oberste Priorität. Sowohl der Flugzustand als auch der Luftverkehr werden so beobachtet und beurteilt. Zusätzlich ist zur Überwachung des Fluges, in regelmäßigen Abständen, ein kurzer Blick auf die Anzeigen der Betriebsgrößen für Flugzeug und Motors notwendig.

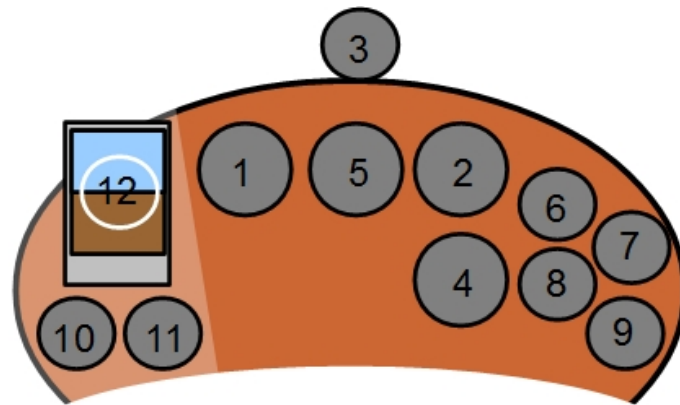
Weitere Forderungen ergeben sich aus Sichtkontakt zu primären und sekundären Bedienelementen falls die Bedienung das erfordert und aus der maximal möglichen Rundumsicht zur Orientierung und Luftraumbeobachtung.

Folgende Forderungen haben sich daraus für Just Fly! ergeben:

- a) Voraussicht: Der Sehstrahl zwischen Augpunkt aller Nutzer und Begrenzung durch Flugzeugbauteile (oberer Vorderkante der Motorhaube) soll mindestens -5° Neigung zur

- Horizontalen (nach vorn-unten) aufweisen, um die Bedienung des Flugzeugs nicht durch ein eingeschränktes Sichtfeld zu beeinträchtigen.
- Instrumententafel unterhalb des geforderten Sichtfeldes nach draußen, welches durch die Motorhauben-Oberkante begrenzt wird.
 - Lage wichtiger Instrumente im Blickfeld jedes Nutzers, so dass ein Erfassen über reine Fixation (d.h. Augenbewegung) möglich ist, ohne den Kopf bewegen zu müssen.
 - Größe der Instrumente und Sehabstände sollen ein altersabhängiges Akkommodationsvermögen berücksichtigen.
 - Ausrichtung des Instrumentenbretts unter Berücksichtigung vertikaler und horizontaler Betrachtungswinkel. Vermeidung von Parallaxenfehlern und Verzerrungen der Sehzeichen.
 - Einstellung komfortabler Augen- und Kopfbewegungswinkel. Das lässt sich am besten umsetzen, indem der Augpunkt für alle Personen soweit es geht identisch positioniert wird.
 - Sicht aus dem Cockpit nach schräg hinten soll zur Luftraumbeobachtung bis zu 135° möglich sein.

Eine mögliche Instrumentenanordnung ist in der folgenden Abbildung zu sehen.



1	Geschwindigkeit	7	Abgastemperatur
2	Höhe	8	Zylinderkopftemperatur
3	Kompass	9	Kraftstoffdruck
4	Variometer	10	Funkgerät
5	Libelle	11	Transponder
6	Drehzahl	12	GPS

Mögliche Aufteilung des Instrumentenbrettes

Physiologisch günstige Körperhaltungen

Die Körperhaltung des Piloten im Cockpit hat wesentlichen Einfluss auf die Bedienung des Flugzeuges und eine eventuelle Ermüdung, falls diese Tätigkeit über längere Zeit ausgeübt wird. Da Just Fly! Flüge von bis zu drei Stunden Dauer ermöglicht, ist diese Betrachtung wichtig.

Die Körperhaltung wird dabei sowohl durch die Ausrichtung der Person gegenüber der Erdbeschleunigung und der Cockpitumgebung als auch durch die Ausrichtung der Körperteile untereinander beschrieben.

Die Körperhaltungen der Referenzpersonen wurden unter Einbeziehung von Gelenkwinkelkomfortbereichen, gemäß Ergonomienormen und gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse, bewertet und gestaltet. Dabei sind folgende Punkte besonders hervor zu heben:

- Anstellwinkel für die Füße bei Pedalaufgabe, Bewegungswinkel für Pedalbetätigung

- b) Armhaltung während der Joystickbetätigung
- c) Rumpfneigung der Piloten
- d) Knie- und Hüftwinkel
- e) Kopfneigungswinkel

Dabei wurde jeweils von einer physiologisch lockeren Sitzhaltung ausgegangen.



kleine Frau



großer Mann

Lockere Sitzhaltung der Referenzpersonen

Lage der Bedienelemente

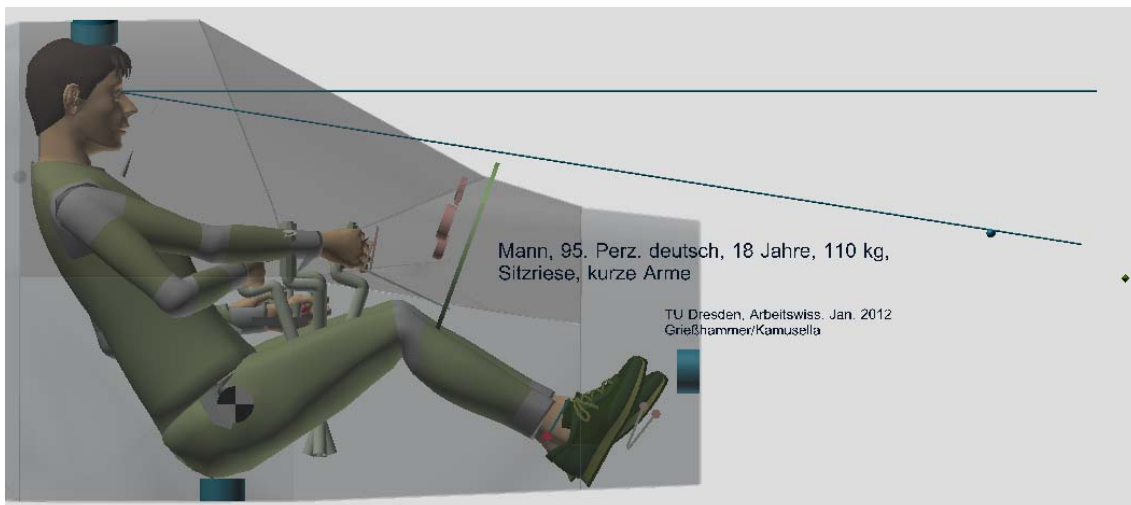
Die Lage aller Bedienelemente muss so gewählt werden, dass sie komfortabel erreichbar und im vollen Verstellbereich zu bedienen sind. Dabei sind besonders hohe Anforderungen an Elemente gestellt, die sehr häufig bedient werden müssen oder deren Bedienung einen großen Einfluss auf die Sicherheit des Flugvorhabens hat.

- a) Steuerknüppel:
Bedienung über den gesamten Flug. Anordnung innerhalb des Greifraums aller Nutzer unter Beachtung einer bequemen Armbewegung. Berücksichtigung minimaler und maximaler Endausschläge des Joysticks. Daraus ergeben sich mögliche Stellwege und -winkel sowie eine erforderliche Verstellbarkeit des Steuerknüppelgriffs.
- b) Pedale:
Bedienung über den gesamten Flug. Bequeme Bein- und Fußwinkel und Berücksichtigung der maximalen Stellwinkel. Die Betrachtung liefert Positionen des Pedaldruckpunktes unter Beachtung der verschiedenen Fußgrößen der Referenzpersonen.
- c) Gashebel und Choke, Radbremshebel:
Bedienung muss unkompliziert möglich sein. Anordnung innerhalb des Greifraums aller Nutzer unter Beachtung möglicher Armbewegung. Es ergibt sich die Lage eines seitlichen Bedienblocks zur Unterbringung handbetätigter Stellteile.
- d) Instrumente:
Bordinstrumente die eine Bedienung über Taster und Drehknöpfe aufweisen müssen während des Fluges erreichbar sein, also im Greifbereich liegen. Eine Bedienung ist allerdings nur selten nötig und nicht direkt sicherheitsrelevant.
- e) Seilzugstarter:
Seltene Bedienung. Sollte aber notfalls auch im Flug erreichbar sein und muss einen recht großen Betätigungsweg von mindestens 500 mm ermöglichen.

Untersuchte Einzelszenarien

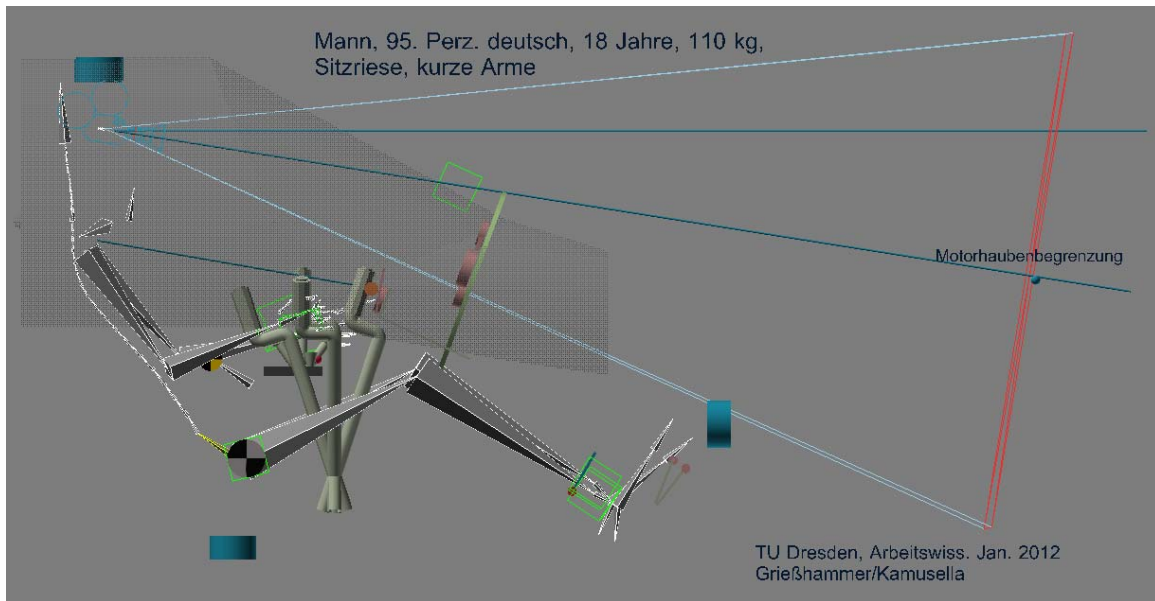
Im Folgenden werden die untersuchten Einzelszenarien kurz mit den jeweiligen in Just Fly! als dimensionierend berücksichtigten Einflüssen dargestellt.

Großer Mann, Sitzriese:



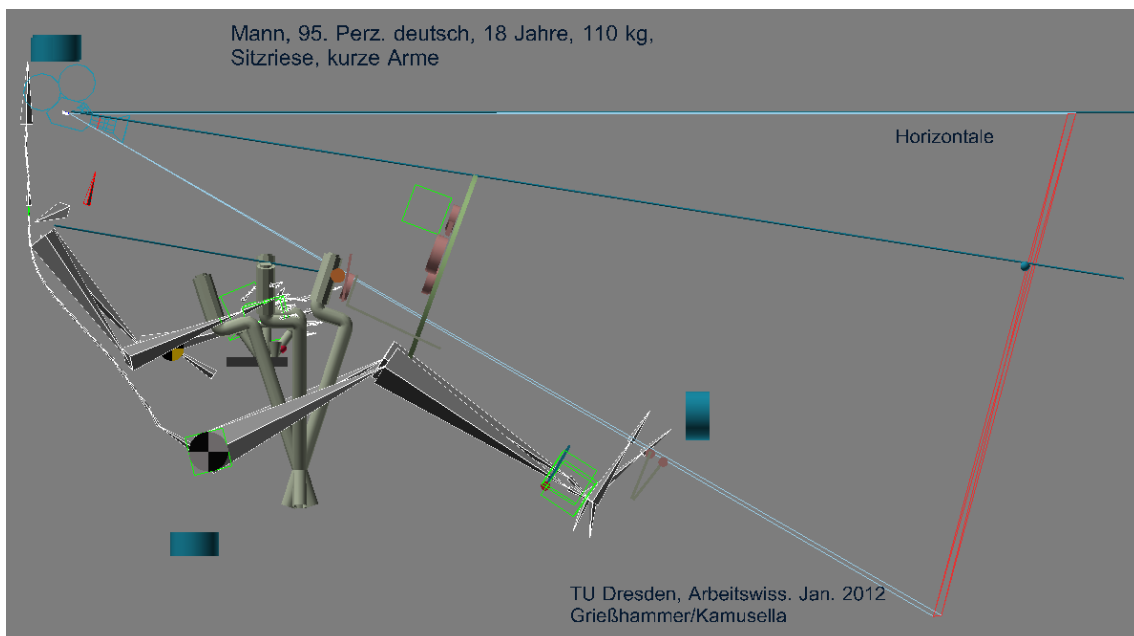
Großer Mann, Sitzriese, Seitenansicht

- a) Diese Person stellt die größten Forderungen an die vertikale Cockpitausdehnung dar. Es ist eine Sitzposition zu finden, die die geforderten Abstände nach oben, unten und vorn gewährleistet, bei möglichst geringer Cockpithöhe. Die Cockpithöhe soll möglichst gering gehalten werden, um den Luftwiderstand nicht unnötig zu erhöhen.
- b) Bei entspannter Voraussicht, d. h. Sehstrahl vom Augpunkt über die Motorhaubenvorderkante, muss das Blickfeld den wichtigen Teil des Instrumentenbrettes ohne Kopfbewegung einschließen.
- c) Das Instrumentenbrett muss unterhalb der Sehstrahlbegrenzung durch die Motorhaube liegen, um nicht außersichtbegrenzend zu sein. Außerdem darf dessen Unterkante nicht mit den Beinen kollidieren (s. Instrumente auf der Tafel - kleine Kreise);
- d) Die gesamte Instrumententafel muss, bei leichter Kopfbewegung, unter fast senkrechter Aufsicht, innerhalb des natürlichen Blickfeldes liegen (grüner Bereich).
- e) Instrumente mit Bedienelementen müssen komfortabel erreicht werden können (Greifhandmitte)
- f) Bei Auslenkung des Steuerknüppels zum Körper darf keine Kollision auftreten, vom Körper weg soll der Arm nicht ganz durchgestreckt werden müssen.



Großer Mann, Sitzriese bei entspannter Voraussicht, Seitenansicht (ohne Haut)

In der vorangestellten Abbildung ist der große Sitzriese bei entspannter Voraussicht gezeigt. Der zentrale Sehstrahl läuft mit -8° Neigung vom Augpunkt über die Vorderkante der Motorhaube. Das Blickfeld für reine Augenbewegung deckt einen Winkel von 30° ab. Es ist gut zu sehen, dass dadurch der obere Teil der Instrumententafel mit wichtigen Anzeigen erfasst wird. Die folgende Abbildung zeigt das Blickfeld für einen leicht geneigten Kopf (5°) gegenüber der normalen Voraussicht. In diesem Fall wird immer noch der Raum geradeaus vor dem Flugzeug erfasst und gleichzeitig alle Geräte des Instrumentenbretts.



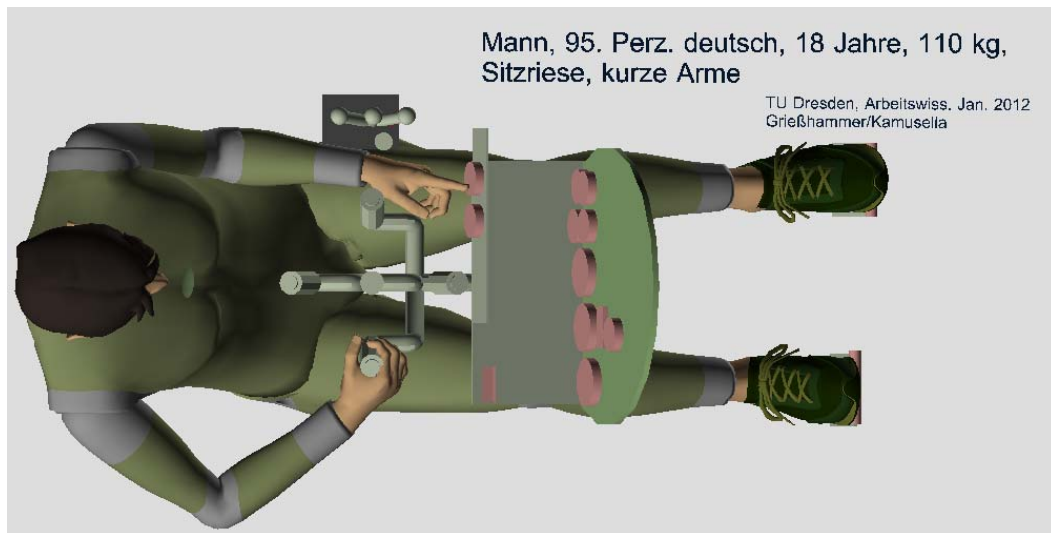
Großer Mann, Sitzriese bei geneigtem Blick (ca. 5°), Seitenansicht (ohne Haut)

Die grüne Scheibe in den Abbildungen symbolisiert die Ebene der Instrumententafel. Der Umriss stellt das mögliche Sichtfeld bei weiter geneigtem Blick dar. Der Umriss der realen Instrumententafel richtet sich nach verschiedenen Einflussgrößen und ist hier nicht gezeigt.

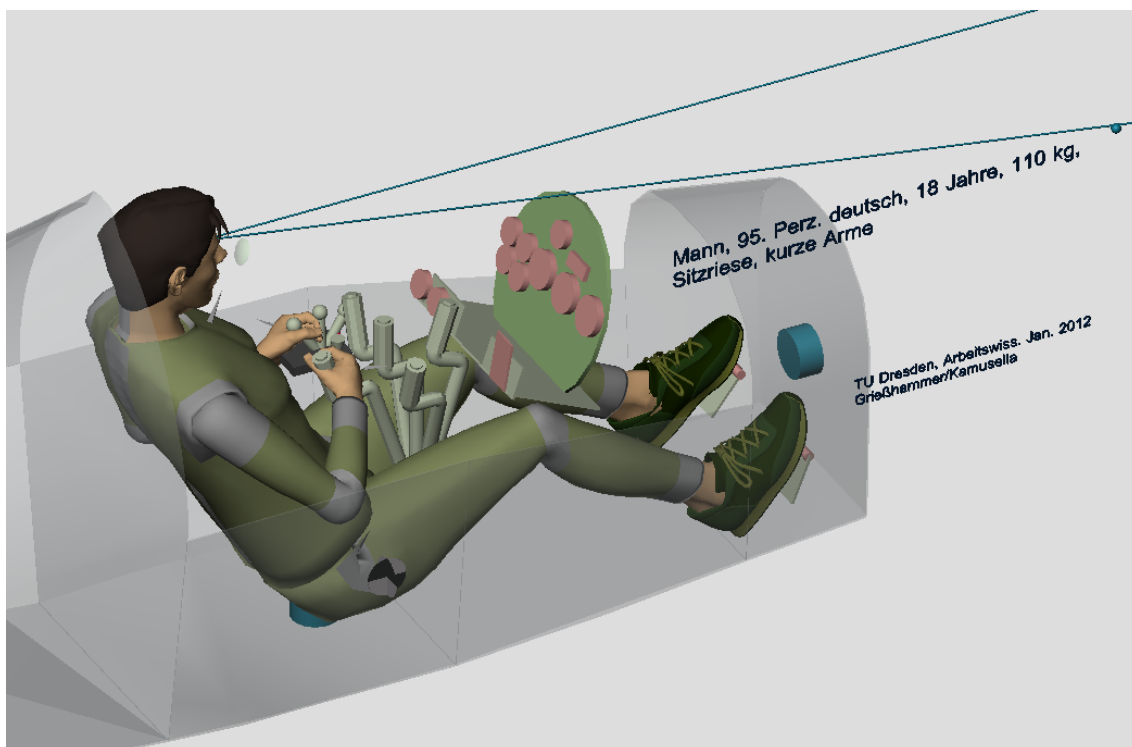
Im unteren Außenbereich ist die Instrumententafel zum Pilot hin abgesetzt, um die Erreichbarkeit für Instrumente mit Bedienelementen (Funkgerät, Transponder, GPS) zu verbessern.

Weiterhin zu erkennen ist im Bild die Schwerpunktlage des Insassen (gelber Marker in Bauchhöhe).

Die folgenden Abbildungen zeigen weitere Ansichten zur beschriebenen Referenzperson.

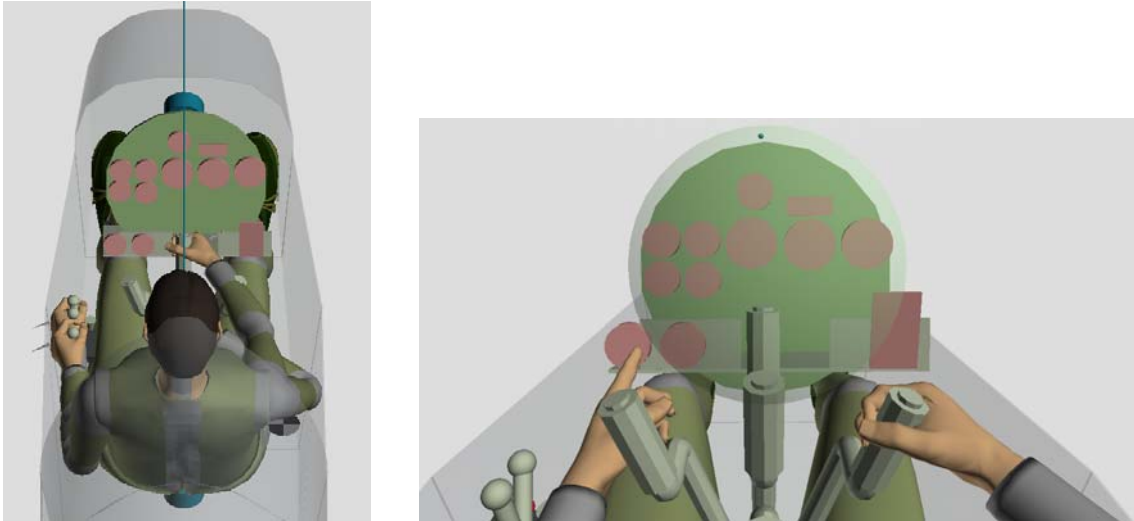


Großer Mann, Sitzriese, Draufsicht



Großer Mann, Sitzriese, Schrägansicht

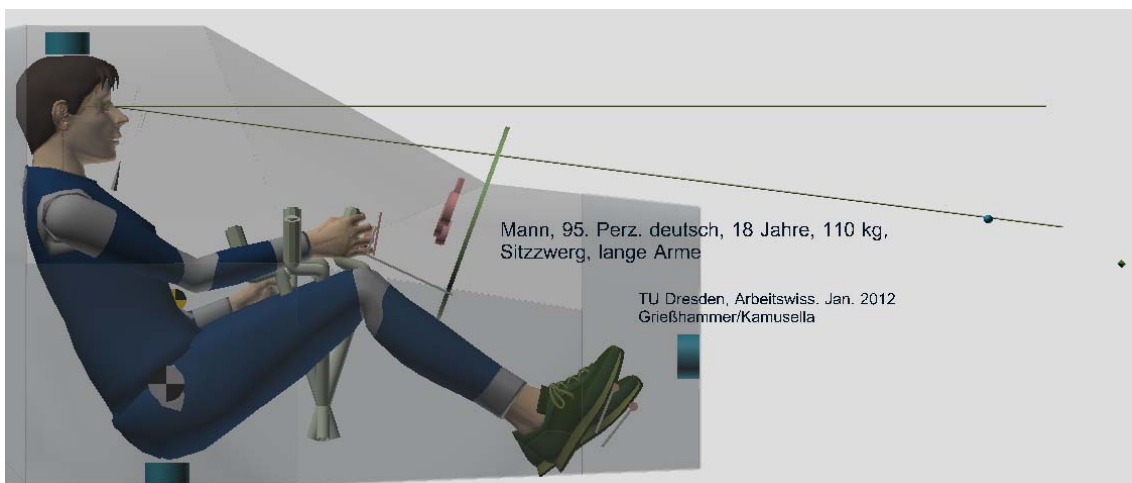
Der Sehabstand zum Instrumentenbrett beträgt 757 mm bei Einhaltung aller zulässigen Betrachtungswinkel. Der Sehabstand erfüllt die Anforderungen des Akkommodationsvermögens und die Sehschärfe beträgt auch für den ältesten Nutzer 100%. Das bedeutet, alle Nutzer können, über längere Zeit, ermüdungsfrei scharf sehen, beim Wechsel zwischen Nah- und Fernpunkt.



Großer Mann, Sitzriese, Pilotensicht

Großer Mann, Sitzzwerg:

Alle für den Sitzriesen beschriebenen Bedingungen sind ebenfalls erfüllt, für den großen Mann, der einen kurzen Rumpf und lange Beine besitzt. Durch die langen Beine ergibt sich eine weiter nach vorn versetzte Pedallage sowie eine hintere Sitzposition. Diese ist auch erforderlich, um eine Kollision des Joystick-Gestänges mit dem Körper zu verhindern. Stellteile auf der Bordwandkonsole können in bequemer Armhaltung bedient werden.



Großer Mann, Sitzzwerg, Seitenansicht

Im vorangestellten Bild sind die Füße und Pedale für volle Auslenkung gezeigt. Die Füße sollen mit dem Hacken aufgesetzt werden. Um einen geeigneten Druckpunkt zu gewährleisten und den Pedalausschlag im Komfortbereich der Fußbewegung zu halten, ist die Pedalhöhe und Neigung entsprechend zu wählen. Der Fußballen soll dabei den Druckpunkt auf das Pedal bilden. Das Pedal

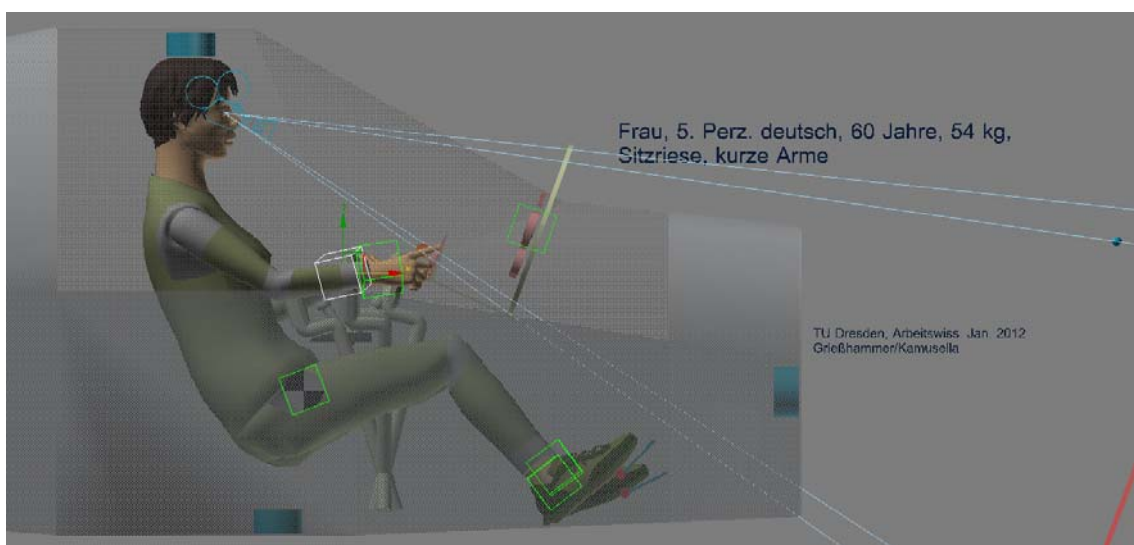
selbst sollte zur Druckverteilung eine Pedalplatte aufweisen. Die Pedalplatte richtet sich nach großen Fußabmessungen. Gegenüber kleinen Frauen (s. folgende Ausführungen) liegt der Druckpunkt für große Personen deutlich höher, so dass eine Höhenverstellung der Pedalplatte erforderlich wird.

Kleine Frau, Sitzriese:

Die kleine Frau muss aufrechter und etwas weiter vorn sitzen, um alle Bedienelemente zu erreichen. Um mit dem Augpunkt in Bereiche der großen Piloten zu kommen ist eine Höhenanpassung des Sitzes notwendig. Damit sind Sichtbedingungen zu gewährleisten (Kopfneigung, Blickfeld etc.) die denen der großen Piloten entsprechen.

Die Bein- und Armwinkel befinden sich auch für diese Person im Komfortbereich

Das Instrumentenbrett kann bequem eingesehen werden. Die Sehdistanz beträgt 700 mm, die Sehschärfe von 100% wird damit eingehalten.

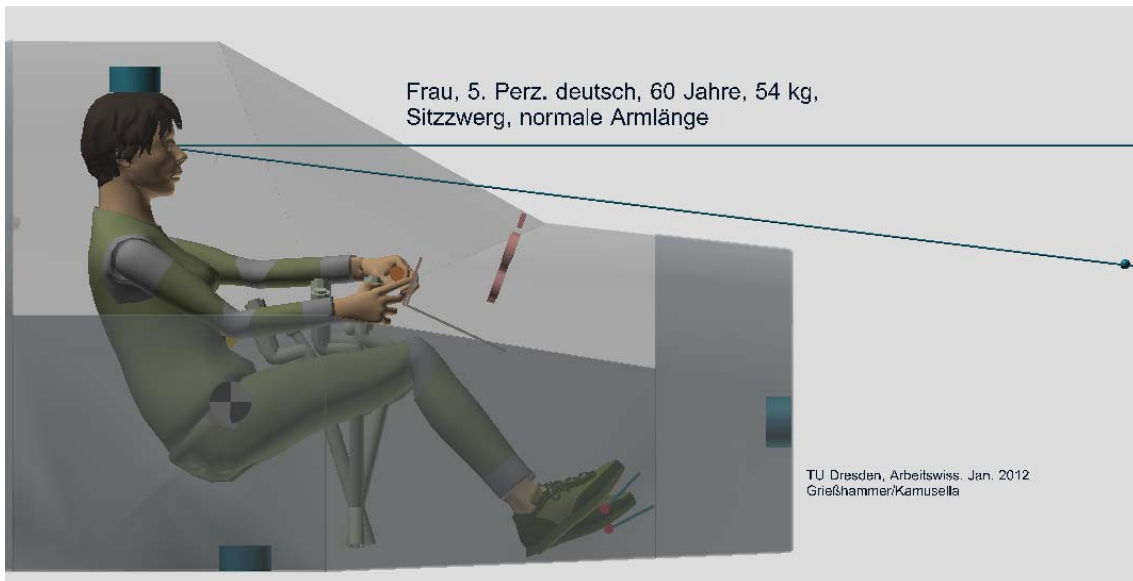


Kleine Frau, Sitzriese, Seitenansicht

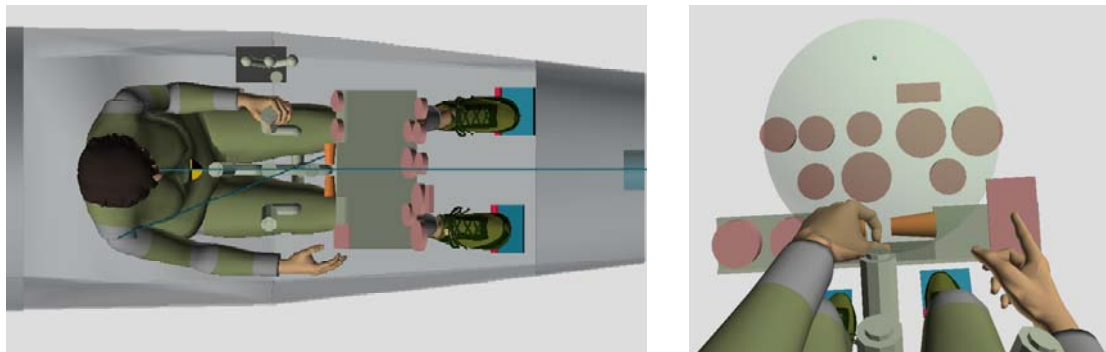
Kleine Frau, Sitzzwerg:

Für diese Körperabmessungen und -proportionen ergibt sich die höchste Sitzposition. Diese Frau sitzt mit Ihrem Hüftpunkt weiter hinten als der Mann, 5. Perzentil Sitzriese.

Alle oben beschriebenen Sicht- und Greifbedingungen werden durch Anpassungen bzw. vorhandene Lagepositionen sichergestellt.



Kleine Frau, Sitzzwerg, Seitenansicht

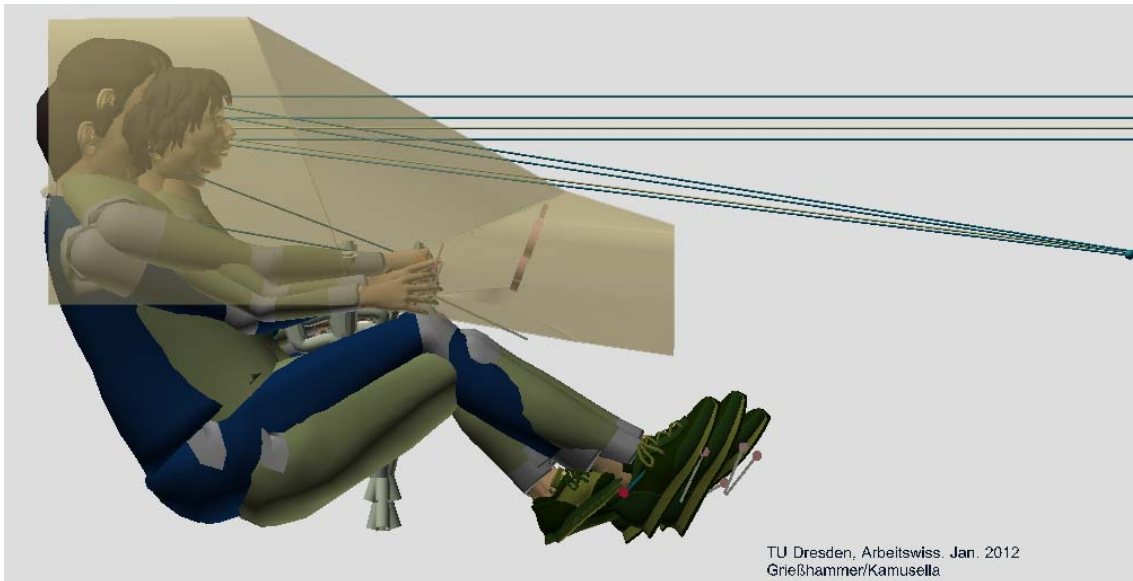


Kleine Frau, Sitzzwerg, Draufsicht und Pilotensicht

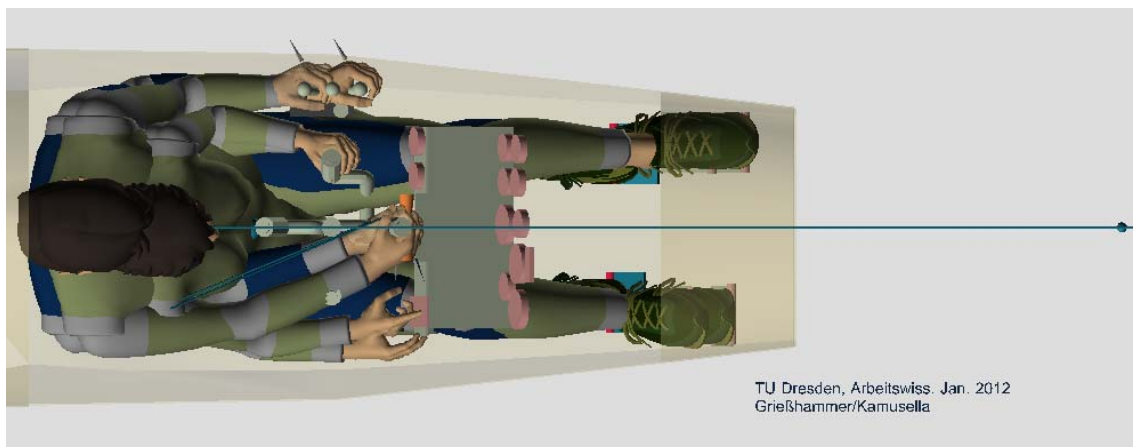
Für die kleinen Frauen ergibt sich ein tiefer liegender Druckpunkt als für große Männer. Durch die geänderte Sitzposition ergibt sich auch ein leicht geänderter Anstellwinkel der Füße. Das Pedal muss demnach für Frauen auch in der Höhe verstellbar gestaltet werden.

Gesamtbetrachtung

Vorangegangen wurde die Eignung des Cockpits für die Referenzpersonen als Extremszenarien untersucht. Daraus haben sich jeweils Forderungen zur Erfüllung der Ergonomieansprüche für die einzelnen Körpergrößen und Proportionen ergeben. Just Fly! soll nun alle diese Anforderungen gemeinsam erfüllen. Erklärend dazu sind in den folgenden Bildern alle vier Referenzpersonen gemeinsam in Ihrer jeweiligen Körperhaltung im Cockpit dargestellt.



Alle Referenzpersonen überlagert, Seitenansicht



Alle Referenzpersonen überlagert, Draufsicht

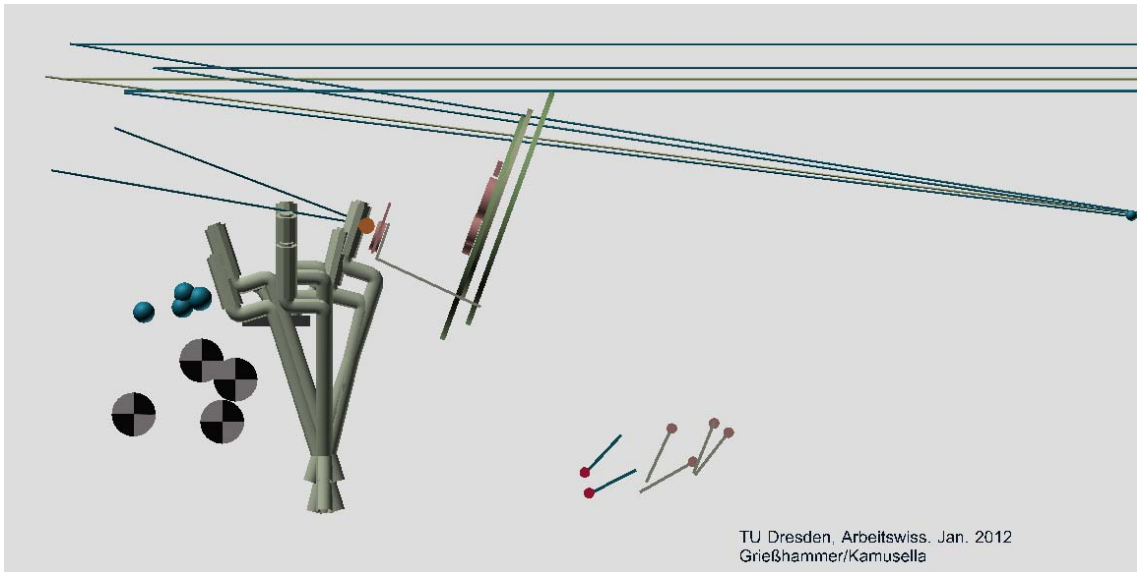
Wie schon zuvor angedeutet, wird ersichtlich, dass bestimmte Teile des Cockpits, mit denen der Pilot in Interaktion steht, verstellbar gestaltet werden müssen, um alle Forderungen zu erfüllen.

Folgende Verstellbarkeiten wurden dabei als mindestens erforderlich identifiziert:

- a) Sitz: Höhe (115 mm) und in Längsrichtung (190 mm)
- b) Sitzlehne: Neigung (25° - 35°)
- c) Kopfstütze: Höhe (ca. 50 mm) und Neigung (ca. 10°)
- d) Pedale: Höhe des Druckpunkts ca. 80mm für kleine Personen und ca. 160 mm für große Personen und in Längsrichtung (275 mm)
- e) Steuerknüppelgriff: Höhe (60 mm)

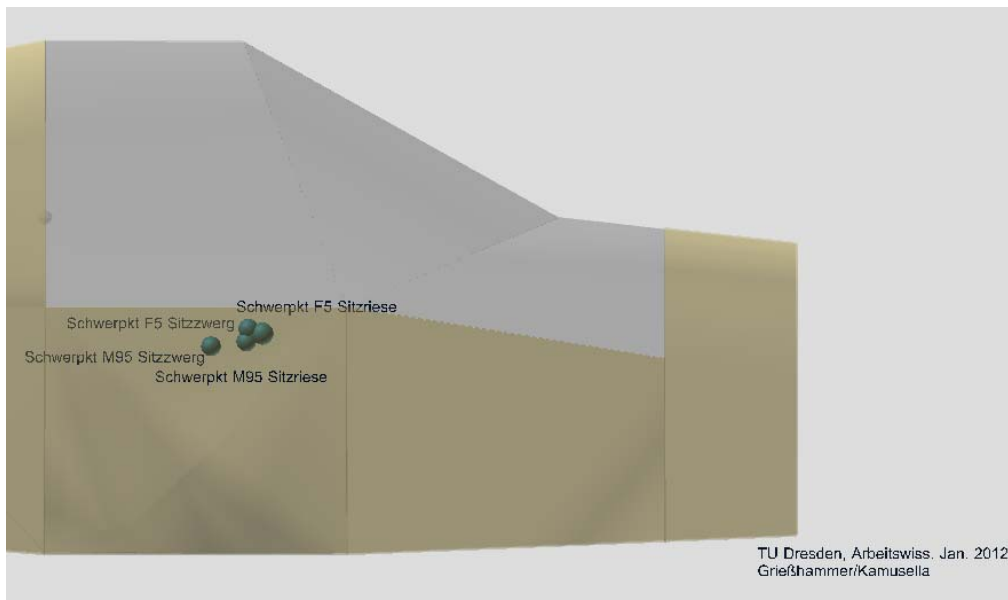
Die Pedale sollten eine Breite von 120mm haben und ihr seitlicher Mittenabstand sollte 300mm betragen. Das ist für alle Referenzpersonen passend.

Das Instrumentenbrett kann in einer festen Position installiert werden. Es befindet sich dann für alle Nutzer in etwa 750 mm Entfernung angeordnet und optimal ausgerichtet (geneigt). Die Bordwandkonsole erhält ebenfalls einen festen Platz.



Bedienelemente, Hüftpunkte und Schwerpunkte für alle Referenzpersonen

Der Pilot stellt die größte kompakte Masse in der möglichen Beladung eines Flugzeugs dar. Damit kann er auch einen großen Einfluss auf die Schwerpunktlage des Gesamtflugzeugs haben. Zwar werden Leichtflugzeuge wie Just Fly! mit diesem Wissen so ausgelegt, dass die Besatzung nah an der Lage des Gesamtschwerpunktes positioniert wird, trotzdem bietet die Betrachtung der Bandbreite von Schwerpunktlagen der Insassen eine wichtige Information, welche spätere Probleme vermeiden hilft. Im folgenden Bild sind die körpermaß- und körperhaltungsabhängigen Schwerpunktlagen der untersuchten Referenzpersonen dargestellt.



Gesamtschwerpunkte der Referenzpersonen

Die Untersuchungen zum Cockpit liefern damit Randbedingungen für die Cockpitdimensionen und Positionierung des Sitzes und der Bedienelemente.

Durch die Betrachtung von Referenzpersonen, die die Grenzwerte für Größe und Statur von 90 Prozent der deutschen Bevölkerung darstellen, kann davon ausgegangen werden, dass auch alle Personen innerhalb dieser Grenzen eine ergonomisch günstige Sitzhaltung und Bedienung des Flugzeugs finden werden. Weiterhin sollte in gewissem Maße auch die sichere Nutzung für Personen außerhalb dieser Grenzen möglich sein. Mit geringen Einschränkungen im Komfort. Just Fly! ist mit dieser Cockpitauslegung im Vergleich zu bestehenden Designs bezüglich der Ergonomie als überdurchschnittlich zu bewerten.